الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

قسم الهندسة المدنية و الري

مذكرة

لنيل شهادة الماستر في الري

تخصص: معالجة , تطهير و تسير المياه

من إعداد:

عبد الحميد بركبيه – محمد جبرائيل نعبديت

العنوان

اقتراح نموذج لإعادة تدوير المياه الرمادية في نظام الصرف الصحي الفردي

أمام لجنة المناقشة المكونة من :

سفيان سقاي	**أستاذ**	**رئيسا**
لمياء بوزيان	**أستاذة**	**مناقشة**
يمينة غرايري	**أستاذة**	**مؤطرة**
توفيق بن الزين	**مهندس دولة**	**مساعد مؤطر**

السنة الدراسية : 2022/2023

شكر وعرفان

نشكر الله عز وجلال الواحد الأحد على الإرادة والصبر

والثناء على المساعدة التي قدمها لنا لإكمال دراستنا

والإرادة ليوجهنا الطريق الصحيح في حياتنا .

أود أن أعرب عن خالص شكرنا لجميع الأساتذة والدكاترة

المشرفين بالمحاضر بقسم الهندسة المدنية والري بجامعة ورقلة على المساعدة

والصبر والنصائح الرائعة طوال الوقت الذي كرسوه في سبيل مساعدتنا في

إنجاز هذا العمل.

نود أن نعرب عن شكرنا:

السيدة غرايري يمينة المؤطرة والموجه المشارك لمساعدتها وعلى تعبها حتى نتمكن

من الانتهاء من هذا العمل.كما نود أن نتقدم بالشكر إلى

والدتي تلك السيدة العظيمة التي تسندني في شتى مجالات حياتي والى والدي

الذي كان درعا لي في حياتي

ونشكر أعضاء لجنة المناقشة المحترمين الذين شرفونا بـ

تصحيح عملنا و تقييمه

وإلى كل من ساهم بشكل مباشر أو غير مباشر في تحقيق هذا العمل.

محمد جبرائيل

شكر وعرفان

اهدي عملي هذا إلى من علمني العطاء وإلى من احمل اسمه بكل افتخار وأرجو من الله أن يمد في عمره ليرى ثمار قد حان قطافها بعد طول انتظار ن والدي العزيز

وإلى ملاكي في الحياة وإلى بسمة الحياة وإلى معنى الحب والحنان والتفاني وإلى بسمة الحياة وسر الوجود وإلى من كان دعائها سر نجاحي أغلى الحبايب أمي الحبيبة وإلى من له الفضل الكبير في تشجيعي وتحفيزي ومن منم تعلمت المثابرة والاجتهاد وإلى من بهم أكبر وعليهم اعتمد وإلى من بوجودهم اكتسب قوة ومحبة لا حدود لها إخوتي وأخواتي وإلى من تحلوا بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء وإلى من برفقتهم في دروب الحياة السعيدة والحزينة سرت وإلى من كانوا معي على طريق النجاح والخير أصدقائي الأعزاء وكما أخص الشكر الجزيل إلى جميع زملائي الطلبة والطالبات دفعة 2023 وإلى كل من ذكره القلب ولم يخط به القلم من جار أو صديق أو قريب

وإلى أساتذة كلية العلوم التطبيقية عامة وإلى أساتذة قسم الهندسة المدنية والري خاصة وإلى الأستاذة المشرفة على هذا العمل غرايري يمينة

شكرا لكل من مد لي يد العون واسأل الله التوفيق لي ولكم.

عبد الحميد

فهرس المحتويات

الرقم	العــنوان	الصفحة
1	المقدمة	8
2	الفصل الأول: مفهوم المياه الرمادية وخصائصها	11
3	1-1مقدمة 1-2مفهوم مصدر المياه الرمادية	12
4	1-3نوعية المياه الرمادية	13
5	1-4خصائص المياه الرمادية 1-4-1الخصائص الفيزيائية للمياه الرمادية 1-4-2الخصائص الكيميائية للمياه الرمادية	14
6	1-4-3المحتويات الميكروبية للمياه الرمادية	15
7	1-5 كمية المياه الرمادية 1-6اثر التخزين على نوعية المياه الرمادية	18
8	1-7المخاطر والممارسات المتعلقة بإدارة المياه في أنحاء العالم	19
9	1-8 الخاطر المتعلقة بفقر أنظمة المياه الرمادية	19
10	الفصل الثاني طرق معالجة المياه الرمادية	20
11	2-1مقدمة 2-2طرق معالجة المياه الرمادية	21
12	2-3الاهداف الأساسية لنظام إدارة المياه الرمادية 2-4المخططات النموذجية لإدارة ومعالجة المياه الرمادية	22
13	2-4-1التحكم بجودة المياه الرمادية المنزلية 2-4-2المعالجة الأولية	23
14	2-4-3برك المعالجة الأولية 2-4-4تقنيات المعالجة الثانوية	25
15	الفصل الثالث مجالات إعادة استعمال المياه الرمادية بعد المعالجة	28
16	3-1المقدمة 3-2التخلص وإعادة استخدام المياه الرمادية 3-2-1التفريغ في المسطحات المائية 3-2-2الارتشاح والتصريف في الطبقات الترابية	29

17	3-2-3شحن منسوب المياه الجوفية 3-2-4اعادة استخدام المياه الرمادية في الري 3-2-5اعادة استخدام المياه الرمادية في غسل المراحيض	30
18		31
19	3-3اثار استخدام المياه الرمادية 3-3-1استخدام المياه الرمادية على النباتات	32
20	3-3-2كيفية الحفاظ على صحة النبات	33
21	3-3-3اثر استخدام المياه الرمادية على التربة	34
22	3-3-4استخدام المياه الرمادية على البيئة	35
23	3-5امثلة لإعادة استخدام المياه الرمادية في بعض المناطق 3-5-1تنفيد نظام لرشح المياه الرمادية المحلية في مالي	39
24	3-5-2استخدام المياه الرمادية لري الحدائق في مدينة كولي كورو مالي	37
25	3-5-3استخدام المياه الرمادية في أبراج الزراعة العمومية في محافظة خاوتينغ بجنوب افريقيا	40
26	3-5-4 استخدام المرشحات المزروعة ذات التدفق الافقي لمعالجة المياه الرمادية لأربعة منازل في مونتي فيري كوستاريكا	41
30	الفصل الرابع 4-1تصميم نظام جمع ومعالجة المياه الرمادية	43
31	4-1-1تصميم شبكة المياه الرمادية	44
32	4-1-2مصيدة الزيوت والشحوم	44
33	4-1-3الترشيح	49
34	4-2مخطط شبكة المياه الرمادية المقترحة لمنزل	54
35	الخاتمة	59

فهرس الصور

الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1	يوضح مصادر المياه الرمادية	13
2	مصفاة بسيطة مكونة من جورب	
3	نظام لتصفية يحتوي على الرمل والحصى	24
4	حوض ترسيب وطفو	25
5	يوضح مراحل معالجة المياه الرمادية	27
6	يوضح جمع المياه الرمادية من المصادر المختلفة ومعالجتها و استخدامها	27
7	إعادة استخدام المياه الرمادية في اليابان لغسل المراحيض	31
8	نبات يتم ريها بمياه رمادية ناتجة عن حمام دون أي تصفية او معالجة	34
9	كيفية إعادة استخدام المياه الرمادية	38
10	طريقة الأراضي الرطبة الاصطناعية	38
11	تصميم نظام المياه الرمادية لمبنى واحد	39
12	تصميم مصيدة الزيوت و الشحوم مثبة في الشارع	47
13	مصيدة الزيوت و الشحوم منزلية الصنع	47
14	تصميم لمصيدة الزيوت و الشحوم تبث داخل المنزل	48
15	مخطط يوضح طريقة تركيب مصيدة الزيوت و الشحوم تحت المواسير	48
16	المرشح الرملي البطيء	50

17	المرشح الرملي السريع	50
18	مخطط صرف لشبكة المياه الرمادية للطابق الأرضي لأحد المنازل	
19	مخطط صرف لشبكة المياه الرمادية للطابق المنزل سيدي خويلد	
20	مقاطع عمودية و أفقية لاهم الهياكل المتواجدة في شبكة المياه الرمادية	
21	موضع خزان التوزيع في السطح العلوي	

فهرس الجداول

الرقم:	عنوان الجدول	الصفحة
1	المحتويات الممكنة لكل مصادر المياه الرمادية	14
2	عدد البولونيات المتحملة للحرارة في المياه الرمادية	16
3	عدد الكائنات الدقيقة المفترض وجودها حتى تسبب مرض 50% من الافراد المعرضين لها	17
4	بعض خواص تلك المياه من حيث التراكيز	17
5	كمية مياه الصرف الصحية الاجمالية والمياه الرمادية الخارجة من المنزل	18
6	الفوائد البيئية والمخاطر المصاحبة لتكنولوجيا المياه الرمادية	37
7	تصنيف وحدة التركيز	46
8	حجم مصيدة الشحوم الموصى بها	46
9	مواصفات المرشح الرملي	52

المقدمة

مـقدمــة

مع تفاقم ظاهرة التغير المناخي وارتفاع درجات الحرارة، يتراجع منسوب المياه العذبة أيضا، ما يفاقم مشكلة شح المياه ويهدد بوقوع مشاكل في الأمن الغذائي مستقبلا.

تغطي المياه أكثر من 70 بالمائة من مساحة الأرض، لكن هذا لا يعني بأن مياه الشرب متوفرة بكثرة. إذ فقط 2,5 بالمائة من المياه على سطح الأرض صالحة للشرب، وهو أمر مثير للقلق. وعندما نتحدث عن مواردنا المحدودة للمياه فإن المياه العذبة تشكل 3 بالمائة فقط من المياه على الأرض. وتشكل المناطق الجليدية والأنهار المتجمدة أغلب مصادر المياه العذبة، مما يجعل ما هو متاح أقل من واحد بالمائة وهو ما يمكن استخدامه للشرب والزراعة.

ومع زيادة عدد سكان الأرض، أصبح العالم في حاجة لمزيد من مصادر المياه للزراعة وإطعام الملايين حول العالم. ما زاد من صعوبة الأزمة، هو تزايد تلوث كميات المياه المتاحة للبشر سواء عن طريق الأسمدة أو التلوث الصناعي أو حتى الإفراط في استخدام المياه، مما يتسبب في انخفاض مياه الخزانات الجوفية في المدن المكتظة(1)

وإزاء ذلك، أين يكمن الحل؟ يرى الكثيرون إن الحل يكمن في تحلية مياه المحيطات والأنهار المتوفرة على سطح الأرض لنحل مشكلة نقص المياه ونتجنب شبح الأمن الغذائي. بيد أن التحلية تأتي أيضا بمشاكل كبيرة. ففي مقدمة ذلك، يتطلب استخراج الملح من الماء طاقة مكثفة مما يعني أن العملية تزيد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي ساعدت في تغذية ندرة المياه في المقام الأول. ومثل مياه الأمطار، فإن محطات تحلية المياه باهظة الثمن وهي موزعة على نحو غير متساو. إذ إن نصف محطات تحلية المياه في العالم والبالغ عددها قرابة 20 ألفا تقع في بلدان الخليج الغنية بالنفط فيما تخدم غالبية هذه المحطات بلدان ذات دخول مرتفعة.

فعلى سبيل المثال في إفريقيا حيث يعاني شخص من كل ثلاثة أشخاص من انعدام الأمن المائي بشكل كبير، في الجانب الأخر فإن الوصول إلى محطات تحلية المياه يعد نادرا جدا خاصة في البلدان الإفريقية شديدة الفقر التي تعاني من ضعف الموارد ومن هطول أمطار متفاوتة أو موجات من الجفاف القاسية.

أما بالنسبة للحل الثاني المقترح وهوا معالجة المياه الرمادية (اعادة تدوير) هي عملية تحويل المياه الرمادية والتي تمثل مياه الصرف الصحي ماعدا المياه الناتجة من المراحيض إلى مياه

يمكن إعادة استخدامها لأغراض أخرى مفيدة قد تشمل ري الحدائق والحقول الزراعية أو تجديد موارد المياه السطحية والجوفية.

كما يمكن توجيه استخدامها لتلبي احتياجات معينة للسكان في منازلهم مثل (تنظيف المرحاض) والأعمال التجارية والصناعية ويمكن حتى معالجتها لتصير صالحة للشرب.هذه العملية تساهم في الحفاظ علي المياه كجزء من التنمية المستدامة للمياه مما يقلل من الندرة و الجفاف ويخفف من الضغوط على المياه الجوفية وغيرها من المسطحات المائية الطبيعية(2)

وهذا ما دفعنا للقيام بهذه الدراسة حيث سنقوم فيها توضيح مفهوم المياه الرمادية ومصادرها وطرق معالجتها واهم مجالات إعادة استعمالها.

وتتلخص هذه الدراسة في أربعة فصول هي كالأتي:

الفصل الأول: مفهوم المياه الرمادية

الفصل الثاني: طرق معالجة المياه الرمادية

الفصل الثالث: مجالات إعادة استعمال المياه الرمادية بعد المعالجة

الفصل الرابع: تصميم نظام جمع و معالجة المياه الرمادية

الفصل الأول

مفهوم المياه الرمادية وخصائصها

1-1. مقدمة

المياه عنصر استراتيجي وحيوي يرتبط بالحياة والتنمية الاقتصادية والاجتماعية. وقد برزت قضية شح المياه وتردي نوعيتها في العديد من الدول نتيجة النمو السكاني والتغيرات المناخية والنشاط الإنساني مما سبب فجوة غذائية في معظم الدول ونقصا في الموارد المائية(3).

تقسم الموارد المائية إلى موارد مائية تقليدية؛ وهي مجموع الموارد المائية السطحية والجوفية، وموارد مائية غير تقليدية وهي المياه المالحة التي خضعت لعمليات التحلية ويكون مصدرها مياه البحر أو المياه الجوفية ومياه الصرف الصحي المعالجة ومياه الصرف الزراعي المعالجة وتعتبر هذه الموارد من الموارد المتنامية مع الزمن ومع ازدياد النمو السكاني والتقدم البشري بعكس الموارد المائية التقليدية التي غالبا ما تكون محدودة(4).

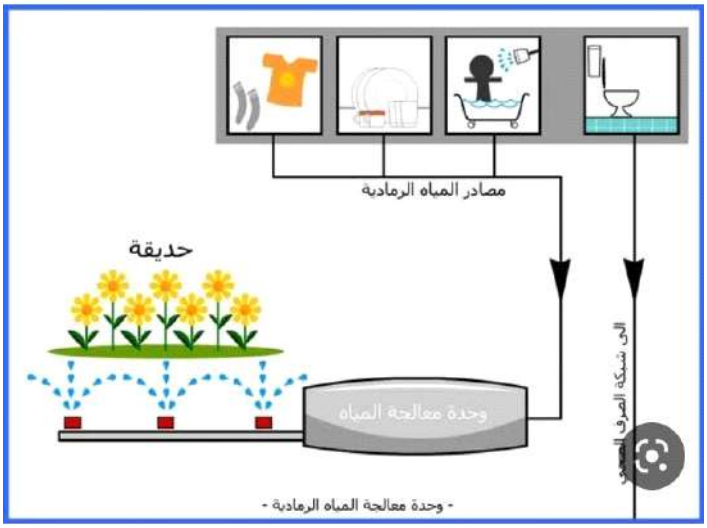
إن ازدياد الطلب على الماء خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة يشكل خطرا كبيرا على كل مظاهر التنمية ،لذلك تعمد بعض الجهات المسؤولة إلى إصدار بيانات وتعليمات قد تصل إلى مستوى سن القوانين بحيث تمنع استخدام المياه العذبة في غسيل السيارات وري الحدائق والمساحات الخضراء وغيرها من استعمالات المياه غير الأساسية والتي لا تحتاج إلى جودة عالية(5).

لذلك فقد تم اللجوء إلى إعادة استخدام المياه الرمادية (مياه الصرف الصحي الناتجة عن بعض النشاطات المنزلية). بحيث تستخدم المياه الناتجة في ري الأشجار و المساحات الخضراء وكثير من الاستخدامات الأخرى التي تساعد في توفير جزء كبير من المياه العذبة الثمينة(6). فما هو مفهوم المياه الرمادية؟ وماهي خصائصها ومصادرها؟

1-2مفهوم ومصدر المياه الرمادية

يشير مصطلح المياه الرمادية إلى جميع المياه المستعملة المتولدة من الاستخدام المنزلي فيما عدا مياه صرف المراحيض ،كما يطلق عليها أيًضا مياه الصرف الصحي الخفيفة . فهي التي تأتي من الاستحمام والحمامات وغسيل الأطباق والمغاسل وأحواض المطبخ. ويستبعد بعض الكتاب المياه المتولدة من المطابخ نظرا لما تحتويه من مواد غذائية و ذهنية، وتحتوي المياه الرمادية الناتجة من المطابخ على بقايا أطعمة وكميات عالية من الزيوت والدهون ومواد أقل أنواعا لمياه تلوث ؛ فهي تحتوي على الشامبو التنظيف. وتعتبر المياه الرمادية الناتجة من الحمامات او الصابون ومعجون الأسنان وغيرها من منتجات العناية بالجسم، إلا أنها قد تكون أيضا تحتوي على كائنات دقيقة مسببة للأمراض. وتتركز المواد

الكيميائية في المياه الرمادية الناتجة من المغاسل لاحتوائها على مساحيق الصابون مثل الصوديوم والفوسفات والنيتروجين كما قد تحتوي مياه المغاسل على مسببات للأمراض عند غسيل الحفاضات (7).



الشكل1: مصادر المياه الرمادية

3-1. نوعية المياه الرمادية

نوعية المياه الرمادية تختلف وتتنوع حسب المجتمع،كما أن نوعية المياه الرمادية تختلف من يوم إلى آخر في المنزل الواحد حسب نشاطات أفراد ذلك المنزل . فمعظم المياه الرمادية تتكون من الصابون والشامبو ومعجون الأسنان وكريم الحلاقة بالإضافة إلى المنظفات التي تُستخدم في غسيل الملابس، كما أنها قد تحتوي على الشعر والدهون والأوساخ والمواد الكيميائية و قد تحتوي المياه الرمادية على البول. تُعتبر المنظفات التي تُستخدم في غسيل الملابس أهم ملوثات المياه الرمادية حيث أنها تحتوي على تركيز كبير من الصوديوم والفوسفات كما قد تحتوي المياه الرمادية على بكتيريا وفيروسات وطفيليات والتي قد تكون موجودة على الجسم والملابس قبل الاستحمام والغسيل

جدول 1:المحتويات **الممكنة لكل مصدر من مصادر المياه الرمادية**(7)

مصدرالمياه الرمادية	المحتويات الممكنة
غسالات الملابس	تحتوي على مواد عالقة ومواد عضوية وزيوت ورغوة وصوديوم و نيترات وفوسفات وتؤدي إلى زيادة الملوحة ودرجة الحموضة وتحتوي على مُبيضات
مياه الإستحمام (الدوش والبانيو)	تحتوي على بكتيريا وشعر و مواد عضوية ومواد عالقة وبواقي المنظفات و رغوة

1-4خصائص المياه الرمادية

1-4-1الخصائص الفيزيائية للمياه الرمادية

-درجة الحرارة:غالبًا ما تكون درجة حرارة المياه الرمادية أعلى من درجة حرارة مصادر إمدادات المياه وتختلف في نطاق يتراوح بين30-18 درجة مئوية، ويعزى هذا الاختلاف إلى استخدام المياه الدافئة عند التنظيف وإعداد الطعام . ويمكن أن تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى زيادة النمو البكتيري وانخفاض قابلية ذوبان كربونات الكالسيوم مما يسبب ترسبه على جدران الخزانات والمواسير(7)

-المواد الصلبة العالقة: يمكن أن يؤدي وجود بقايا الطعام والمواد الذهنية والألياف إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة في المياه الرمادية، ويؤدي وجود الجزيئات والمواد الغروية إلى زيادة عكارة المياه وتترسب الأملاح في المواسير و المضخات والفلاتر المستخدمة في عمليات المعالجة(7).

1-4-2. الخصائص الكيميائية للمياه الرمادية

-الأس الهيدروجيني وقلوية المياه الرمادية: يحدد الرقم الهيدروجيني درجة الحموضة والقلوية للمياه، و لتسهيل المعالجة و تجنب التأثيرات السلبية عند استخدام المياه الرمادية يجب أن تتراوح قيمة الأس الهيدروجينى بين6.5 – 8.4 (7)

-الملوحة ونسبة امتصاص الصوديومٌ SAR : تحتوي المياه الرمادية أيضا على أملاح التى يمكن التعبير عنها بالتوصيلية الكهربائية . EC والتوصيلية الكهربائية تستخدم لقياس درجة الملوحة لكل الايونات الذائبة في المياه الرمادية، بما في ذلك الايونات الموجبة والسالبة، وتكون أعلى الأملاح شيوعا فى المياه الرمادية كلوريد الصوديوم والنيترات والفوسفات الموجودة في مواد التنظيف ومساحيق الغسيل . وتتراوح التوصيلية بين 300/1500 ميكروسيمنز وقد ترتفع لتصل إلى 2700 ميكروسيمنز (7).

-الطلب على الأكسجين حيويا وكيميائيا: (DBO_5.DCO) تُعبر نسبة الأوكسجين المطلوب حيويا و كيميائيا عن قيمة التلوث العضوي في المياه الرمادية، حيث تعبر قيمة الأوكسجين المطلوب كيميائيا عن كمية الأوكسجين الأزمة لأكسدة المواد العضوية الموجودة في المياه الرمادية. بينما تعبر قيمة الأوكسجين المطلوب حيويا عن كمية الأوكسجين المستهلكة لعملية تنفس البكتريا في فترة محددة عادة ما تكون خمسة أيام وقد تصل قيمة الأوكسجين المطلوب حيويا من(466 - 47)مليجرام / لتر في اليوم بينما تصل النسبة بين الأوكسجين المطلوب كيميائيا الى المطلوب حيوي الى (700 - 100)(7)

-المغذيات (الفوسفور، النيتروجين): غالبًا ما تحتوي المياه الرمادية عل نسبة قليلة من المغذيات بالمقارنة مع مياه المراحيض والصرف، وبالرغم من أن المغذيات المشبعة في النيتروجين و الفوسفور مهمة لما تحويه من نسبة عالية من المسمدات التي تستفيد منها التربة في حالة الري إلا أننا يجب أن نراعي الآثار السلبية التي يمكن أن تضر بالبيئة المائية؛ خاصة النسبة العالية من الفوسفور التي يمكن أن تؤدي إلى نمو الطحالب على سطح المياه .وتكون مستويات النيتروجين منخفضة نسبيًا في المياه الرمادية ويكون البول و مياه الصرف المتولدة من المطابخ السبب الرئيسي لوجوده يليه مياه المراحيض وأحواض الغسيل. وتتراوح القيم النموذجية للنيتروجين في المياه الرمادية المنزلية بينmg/l 50- 5 وفي البلدان التي لم تُحظرفيها مواد التنظيف المحتوية على الفوسفور فقد يصل تركيز الفوسفور فيها إلى 40-4 (7)mg/l

1-4-3. المحتوى الميكروبي للمياه الرمادية

يُقاس المحتوى المِيكروبي للمياه الرمادية بوجود القولونيات المتحملة للحرارة thermotolerant) (Coliformsوهذه القولونيات هي كائنات مقاومة للحرارة حيث أن وجوده ايعطي إشارة إلى إمكانية وجود ممرضات معوية مثل السالمونيلا يُستخدم عدد القولونيات المتحملة للحرارة كمؤشر لنوعية المياه الرمادية أي أنه كلما كان عدد القولونيات في المياه الرمادية كبيرا فإن هذا يعطي مؤشرا على خطورة المياه الرمادية وازدياد فرص الإصابة بالأمراض وخاصة لأولئك الذين لهم ارتباط وتماس مباشر مع المياه الرمادية، كما أنه حتى لو كان تركيز القولونيات المتحملة للحرارة منخفض في المياه الرمادية فإن هذا لا يعني أنها لا تحتوي على كائنات ممرضة فهي قد تحتوي على بكتيريا وفيروسات وديدان.

-المحتوى الميكروبي في مياه الاستحمام

يعتبر هذا المصدر للمياه الرمادية أقل المصادر احتواءً على ملوثا ت فعدد القولونيات المتحملة للحرارة يتراوح في هذه النوعية من المياه بين 10^2 إلى 10^5 لكل 100mL

-المحتوى الميكروبي في مياه الغسيل

تتغير نوعية مياه الغسيل تبعا لطريقة وعدد مرات شطف الغسيل، حيث تتحسن نوعية المياه بعد الشطفة الأولى، فمثلا القولونيات المتحملة للحرارة تكون تقريبا 10^7/100 mL عند الغسلة و الشطفة الأولى حتى تصل إلى حوالي 25/100 mL عند الغسلة والشطفة الثانية.

الجدول رقم 02 يوضح كمية القولونيات المتحملة للحرارة الموجودة في المياه الرمادية وهو مُقتبس من عدة مراجع علمية

جدول 02: عدد القلونيات المتحملة للحرارة في المياه الرمادية

المرجع	مصدر المياه الرمادية	عدد القولونيات المتحملة للحرارة في كل 100ملل
Nolde(1999)	مياه الاستحمام (الدش والبانيو والغسالات)	10^6 - 10^4
Jepperson(2003)	مياه الاستحمام (الدشو البانيو)	10^3*6
Water CASA (2003)	الغسالات وأحواض الاستحمام ومياه المطبخ(إذا ما عوملت كمياه رمادية)	10^6*3.44
Water CASA (2003)	الغسالات(مع ملابس الأطفال)	10^5*8.45 – 10^4*2.6
Water CASA (2003)	الغسالات (بدون ملابس الأطفال)	10^4*2.9 – 10^2*7

يلاحظ أن أعداد القولونيات المتحملة للحرارة المبينة في الجدول تتجاوز الحد المقبول ،أي أن المياه الرمادية قد تحمل أخطارا صحية إذا حدث تلامس مباشر مع الإنسان كما يتضح أن كمية القولونيات المتحملة للحرارة تزداد بشكل كبير إذا تم غسل ملابس الأطفال مما يؤدي إلى زيادة المخاطر على الصحة العامة. يعتمد عدد الفيروسات في المياه الرمادية على الحالة الصحية للأفراد الذين ينتجون المياه الرمادية فالأفراد المصابون بأمراض فيروسية قد يُسبب استخدامهم للمياه إلى خروج مياه رمادية ملوثة بالفيروسات ويُظهر الجدول03 عدد الكائنات الحية الدقيقة التي يفترض وجودها حتى تسبب مرضا الى 50 % من الأفراد المعرضين لها.

جدول 3: عدد الكائنات الدقيقة المفترض وجودها حتى تسبب مرض ال % 50 من الافراد المعرضين لها(9)

الكائن الحي	عددالكائنات الحية التي قد تسبب الإصابة
Salmonella Typhosa	**10^8 -10^6**
ShigellaDysentria	**10^3**
Pathogenic enteric bacteria	**10^8 - 10^6**

جدول 4:بعض خواص المياه الرمادية من حيث التركيزات بوحدة (الغرام لكل فرد في اليوم)

الخواص	المياه الرمادية	المياه الرماية و المياه السوداء
متطلبات الأكسجين الحيوي DBO_5	34 - 20	71 – 50
المتطلبات الكيميائية للأكسجين DCO	48 – 25	72 – 45
المواد الصلبة العالقة SS	18 - 9	70 - 50
النتروجين الكلي TOt.N	1.6 - 0.9	13.2 - 7
الفسفورالكلي TOt.P	3.1 - 2.5	4.6 - 3
الفسفور الكلي بدون المنظفات الفسفورية TOt.P*	0.5 - 0.3	1.9 - 1

1.5 كمية المياه الرمادية

تتنوع كمية مياه الصرف الصحي المنزلية التي تنتج من قبل أي أسرة بناء على عوامل عديدة منها :عدد الأفراد الذين يعيشون في المنزل وأعمار الأفراد ونمط حياتهم كما تعتمد على نمط استهلاك المياه وثمنها . وقد أظهرت بعض الدراسات أن معدل كمية المياه الرمادية التي تنتج في الدول المتقدمة يوميا في الأسرة الواحدة يساوي تقريبا 356 لترا تشكل المياه الرمادية مانسبته% 60 من مياه الصرف الصحي الإجمالية المنزلية.هذا يعطي مؤشرا على أن المياه الرمادية تشكل مصدرا مائيا جيدا إذا أُحسن استغلالها واستخدامها على أُسس بيئية صحيحة بحيث تُحافظ على الصحة العامة وتحُافظ على صحة البيئة بشكل عام.

الجدول 05: كمية مياه الصرف الصحي الإجمالية والمياه الرمادية الخارجة من المنزل في المملكة العربية السعودية

نوع مياه الصرف الصحي	كمية مياه الصرف الصحي الإجمالية		كمية المياه الرمادية	
	النسبة المئوية%	**لتر /يوم**	**النسبة المئوية%**	**لتر /يوم**
المراحيض	32	186	-	-
مغسلة اليدين	5	28	8	28
مياه الاستحمام(الدُش والبانيو)	33	193	54	193
المطبخ	7	44	-	-
الغسيل	23	135	38	135
المجموع	100	586	100	356

1.6 . أثر التخزين على نوعية المياه الرمادية

يمكن القول بصورة عامة أن كل أشكال المياه العادمة تتعفن عند تخزينها مالم تتم معالجتها،هذا مايحدث أيضا عند تخزين المياه الرمادية فعند تخزينها تتعفن وتخرج روائح كريهة كما أن البكتيريا تتضاعف

عشرات المرات عند التخزين من 24 إلى 48 ساعة ،لذلك فإنه من الضروري عند استخدام المياه الرمادية استخدامها مباشرة وعدم تخزينها

1-7المخاطر والممارسات المتعلقة بإدارة المياه الرمادية في أنحاء العالم

عادة ما يحظى نظام إدارة المياه الرمادية بأقل قدر من الاهتمام بالمقارنة مع أنظمة الصرف الصحي البيئي الأخرى مثل إدارة المخلفات الصلبة وإدارة مياه المراحيض . وفي المناطق الحضرية وشبه الحضرية في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل يتم تصريف المياه الرمادية بدون معالجة في شبكات تصريف مياه الأمطار أو شبكات الصرف الصحي وذلك إن وجدت .ويؤدي ذلك إلى استنزاف الأكسجين و زيادة العكارة و كثرة المغذيات في أنظمة المياه .وفي حال عدم توفر شبكات الصرف وتصريف الأمطار يتم تصريف المياه الرمادية على أرصفة الشوارع أو في الساحات مما يؤدي إلى مخاطر صحية جسيمة على حياة المواطنين

1-8المخاطرالمتعلقة بفقر أنظمة إعادة إدارة المياه الرمادية

يشيع إعادة استخدام المياه الرمادية في ري الحدائق المنزلية أو الأراضي الزراعية اوفي غسل المراحيض خاصة في المناطق التي تندر فيها المياه أو ترتفع فيها أسعار المياه وذلك في أجزاء معينة من الشرق الأوسط وأفريقيا وأمريكا اللاتينية (الجنوبية).و من هنا تكمن أهمية وقيمة المياه الرمادية. إلا أننا غالبًا ما نُهمل الآثار السلبية المحتملة من استخدام مصادر المياه الرمادية. فالمياه الرمادية غير المعالجة، وبرغم احتوائها على أقل نسبة من الملوثات إلا أنها تحتوي على مسببات الأمراض والمواد الكيميائية والأملاح و الزيوت والدهون و الجسيمات الصلبة

الفصل الثاني

طرق معالجة المياه الرمادية

2.1. مـقدمـة

تشكل المياه الرمادية حوالي% (80 – 50)من مجمل المياه المستعملة داخـل المنـازل والتـي تشـمل ميـاه الـحمام والمغاسـل والغسـالات، وهـذه الميـاه لا تحتـاج إلـى معالجـة معقـدة مثـل ميـاه الصـرف الصحـي (المجـاري)، إنمـا يمكـن اسـتخدام المرشـحات (Filters) أو أي تقنيـات بسـيطة للمعالجـة ويقتصـر اسـتخدام هـذه الميـاه فـي ري المزروعـات المنزليـة وغسل المراحيض .كمـا يمكـن اسـتخدام ميـاه المكيفـات أيضـا فـي ري المزروعـات. وبإعـادة اسـتخدام هـذه الميـاه فإنـه يمكـن تحقيـق وفـرة مائـية وتخفيـض نفقـات الفواتيـر الشـهرية والمسـاهمة فـي حمايـة البيئـة واسـتدامتها للأجيـال القادمـة

2-2. طرق معالجة المياه الرمادية

تتطلب معاجلة المياه الرمادية إنشاء شبكتين لتصريف مياه الصرف الصحي، الأولى خاصة بتصريف المياه الرمادية، حيث تجمع في خزان أرضي لمعالجتها أو من ثم إعادة تدويرها في صناديق الطرد والزراعة، والشبكة الثانية خاصة بتصريف المياه السوداء. كما تتطلب معاجلة المياه الرمادية إنشاء خزان خاص بتجميع المياه الرمادية المعاجلة، و شبكة تغذية خاصة بصناديق الطرد والزراعة .وهناك عدة طرق للمعالجة يمكن للمصمم اختيار الأنسب حسب طبيعة الموقع، على أن تحقق المياه المعالجة الشروط والمعايير و المتطلبات المحددة، وذلك لحماية الصحة العامة والبيئة(7)

ويراعـى عنـد اختـيار أجـهـزة المعالجـة المعـاييـر و الإعتبارات التـالية: (7)

1-ملائمة المحطة لنوعية المياه المراد إعادة استخدامها .

2– تحديد الطاقة التصميمية للمحطة لتتناسب مع الاحتياج الفعلي لاستخدامها.

-3-كفاءة المحطة لتحقيق أعلي عائد من المياه المعاجلة (Recovery) لمواصفات منظمة الصـحة ..

4- كفـاءة المحـطة لتحقيق جـودة عاليـة للمياه المنتجة طبـقا للمواصفات العامية، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

-5- ملائمة المحطة للموقع وعدد المستخدمين.

6 -انخفاض تكلفتها، وسهولة تشغيلها وصيانتها.

2الأهداف الأساسية لنظام إدارة المياه الرمادية

يمكن تلخيص الأهداف الأساسية لنظام إدارة المياه الرمادية على مستوى المنزل والحي فى العناصر التالية: (7)

حماية الصحة العامة :

يجب أن يتوفر نظام معالجة فعال يحمي المستخدم من المياه الرمادية الملوثة ويمنع انبعاث الروائح وتكوين بؤر المياه الراكدة التي يتكاثر عليها البعوض(7)

حماية البيئة:

يجب أن يمنع نظام إدارة المياه الرمادية التكاثر المفرط للكائنات وتلوث مصادر المياه الأساسية السطحية والجوفية وخزانات مياه الشرب(7)

حماية خصوبة التربة: في حالة إعادة استخدام المياه الرمادية في الري أوشحن المخزون الجوفي فيجب التأكد من تقليل الآثار السلبية طويلة وقصيرة الأجل على التربة مثل تآكل أو تخثر أو تملح التربة(7)

القبول الثقافي و الاجتماعي و الاقتصادي: يجب أن تتلاءم نُظم إدارة المياه مع الظروف الاجتماعية والثقافية و الاقتصادية للأسر،فإذا كان إعادة استخدام المياه الرمادية للري غير راسخ في المجتمع فمن المحتمل فشله(7)

سهولة الاستخدام: يجب أن يكون النظام بسيط أو لا يعتمد على الوقود الخارجي او إمدادات الطاقة اوالمواد الكيميائية (7)

الالتزام بالمعايير و اللوائح الدولية والمحلية: يجب أن يحسن النظام من فعالية ونوعية المياه لحماية البيئة المائية والتربة و لضمان التقيد بالمعايير العامة (7)

2-4 المخططات النموذجية لإدارة ومعالجة المياه الرمادية

نظرا لعدم وجود مخطط واحد للإدارة يتماشى مع جميع الظروف على مستوى المنزل والحي ،فقط تم تنفيذ مجموعة واسعة من النُظم في جميع أنحاء العالم، وعلى الأسر والأحياء اختيار أنسب هذه النُظم لتلبية احتياجاتهم. ونقدم هنا نبذة مختصرة عن خيارات الإدارة المحتملة لمساعدة الأشخاص المهتمين على الإختيار الصائب .

ومن بين خيارات الإدارة، معالجة وإدارة كل تيار مائي محدد منفصل وفقا لخصائصه المحددة فلا يمكن مقارنة مياه المطابخ بالحمامات أو المغاسل، إلا أن هذا النظام يحتاج شبكة معالجة مطورة ومعقدة نسبيًا

يصعب على أفراد الأسر تشغيلها. من ضمن الأنظمة المحتملة تصريف مياه المطابخ فقط في شبكات الصرف الصحي، إلأ أن شبكات الصرف لا تتوفر في المناطق الريفية وشبة الحضرية، كما يجب أن تشمل المعالجة مراحل ابتدائية بسيطة وثانوية لضمان جودة المنتج و إزالة الملوثات قدر الإمكان(7).

2-4-1التحكم بجودة المياه الرمادية المنزلية

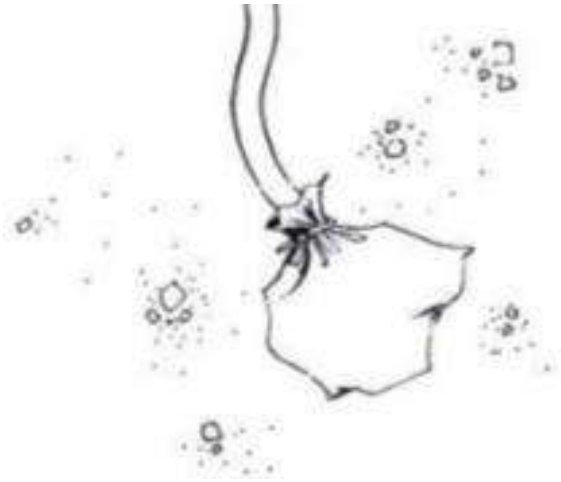
عند التحكم بطرق استخدام المياه في المنازل سيكون من السهل تنفيذ خطط الإدارة والمعالجة، فالتحكم بمصادر المياه هي الطريقة الأكثر فعالية لضمان الحد من الملوثات ولتجنب أعباء ومشاكل التشغيل وخفض تكاليف الإدارة وضمان استمرارية وكفاءة عمل الأنظمة؛ وبالتالي يجب التقليل من استخدام المياه، واستخدام منتجات التنظيف عالية الجودة، وتجن بصرف المواد العضوية مثل الدهون والمذيبات ومواد التبييض و المذيبات مع المياه الرمادية وكذلك استخدام منتجات صديقة للبيئة (7).

2-4-2 المعالجة الأولية

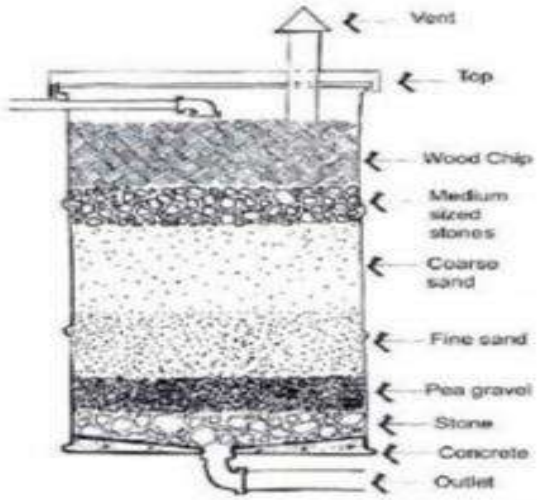
الهدف من المعالجة الأولية هو إزالة المواد الصلبة العالقة والزيوت والشحوم وبعض المواد العضوية التي يمكن أن تسبب مشاكل عند الجمع أو المعالجة. بالإضافة إلى التخلص من بعض جزيئات النيتروجين والفوسفور و المعادن الثقيلة إلا أن المواد الغروية والجزيئات الذائبة تبقى عالقة في النظام. وتتميز المعالجة الأولية طبقا لكيفية إزالة الملوثات الصلبة إلى: (**التصفية** , **الترسيب** , **التطويف** , **الترشيح**) (7)

-الترشيح والتصفية

تختلف نظم ترشيح المواد الصلبة على حسب نوعية وحجم الفلاتر المستخدمة وتنفذ أبسط الطرق بتركيب مصفاة في الأحواض والمغاسل لحجز بقايا الأطعمة والشعر و لتجنب التصاقها بمواسير الشبكة(7).



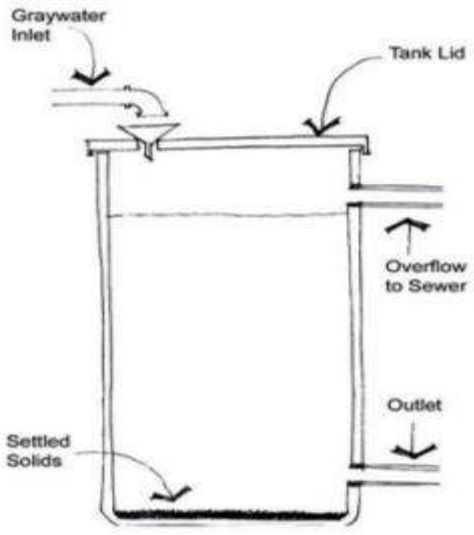
الشكل2:مصفاة بسيطة تتكون من جورب (10)



الشكل3:نظام للتصفية يحتوي علي الرمل و الحصى (10)

-التطويف (مصيدة الشحوم)

التطويف والتعويم عملية فيزيائية تعمل عل زيادة تراكم المكونات الخفيفة مثلال الدهون و الشحوم على سطح المياه و تطبق في الأنظمة الصغيرة نسبيً ا، و تستخدم كوحدات معالجة أولية في أنظمة الترشيح أو الري باستخدام المياه الرمادية و تعتبر بديلا اقل كلفة لأحواض الترسيب او خزان التحليل والتخمير .ويجب أن تلبي مصيدة الشحوم محورين رئيسيين(7).



الشكل 04: حوض ترسيب و طفو (10)

-الوقت /درجة الحرارة: مصيدة الشحوم يجب أن توافر زمن مكوث كافي لتحويل المواد الذهنية إلى مواد مبردة تطفو على السطح(7).

-الحركة الدوامية: يجب التقليل من الاضطرابات المائية لتجنب ترسب الدهون ومنعها من الانتقال إلى مرحلة المعالجة التالية(7).

-الترسيب باستخدام الأحواض(خزان التحليل والتخمير / خزان الترسيب)

يعتبر خزان التحليل والتخمير الطريقة الأكثر شيوعا في أنحاء العالم، ويتكون من حجرتين، حيث تشغل الحجرة الأولى ثلثين مساحة الخزان بأكمله، وتتم فيه عملية الترسيب باستخدام الجاذبية وطفو المواد الذهنية وتستقر المواد الصلبة في القاع و يتم جمعها بوضع شبكة أسفل الخزان .ولضمان التشغيل المستمر يجب تفريغ المواد المتراكمة دوريًا وذلك عندما تتجاوز كميتها % 30 من حجم الخزان (7)

2-4-3-برك المعالجة الأولية

تم تطبيق نُظم برك المعالجة الأولية بنجاح في بعض المناطق إلا أنه لا يُفضل استخدامها لمعالجة المياه الرمادية المنزلية لأنها توفر بيئة خصبة لتكاثر البعوض و تنبعث منها روائح كريهة إذا لم يتم صيانتها دوريًا (7).

2-4-4 تقنيات المعالجة الثانوية

تـهدف المعالجة الثانوية إلى إزالة المواد العضوية وتقليل مسببات الأمراض وكمية المغذيـات الموجودة من خلال إجراء بعض العمليـات البيولوجية التي يصعب توفرهـا في المعالجة الأولية، حيث تعمل الكائنـات الحية الدقيـقة من خلال تفـاعلات كيميائية وحيوية بتحليل المواد العضوية في ظروف هوائية و لاهوائية (7).

-المرشح اللاهوائي

يشيع استخدام المرشحات اللاهوائية في مرحلة المعالجة الثانوية للمياه الرمادية المنزلية، حيث يفضل وضعها بعد مصيدة الشحوم أو خزان التحليل والتخمير. ويعتبر المرشح اللاهوائي مفاعل حيوي ذي قاعدة ترشيح ثابتة reactor film fixed يهدف إلى إزالة المواد الطافية والجزيئات الصلبة الذائبة، ويتكون من خزان معزول يحتوى عدة طبقات من مواد التصفية، ويعمل المرشح على توفير مساحة سطح كافية لتفاعل البكتيريا، وعند تدفق المياه الرمادية من الأسفل إلى الأعلى تصطدم بالكتلة الميكروبية على السطح

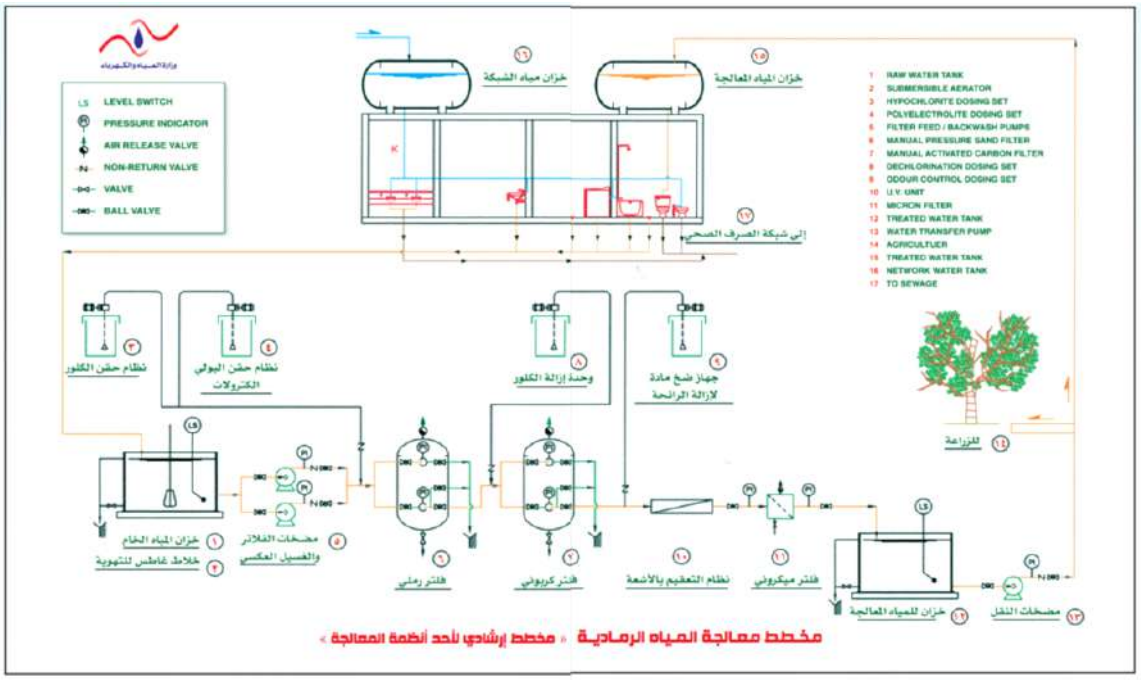
فتتعرض إلى التحلل اللاهوائي. وتنتج المرشحات اللاهوائية غازات قابلة للاشتعال مثل غاز الميثان و روائح كريهة فيجب التنظيف الدوري للمرشحات، ويمكن وضع المرشح فوق سطح الأرض أو تحت سطح الأرض لتوفير العزل والحماية من ظروف المناخ القاسي (7)

- **المرشحات الأفقية والرأسية**

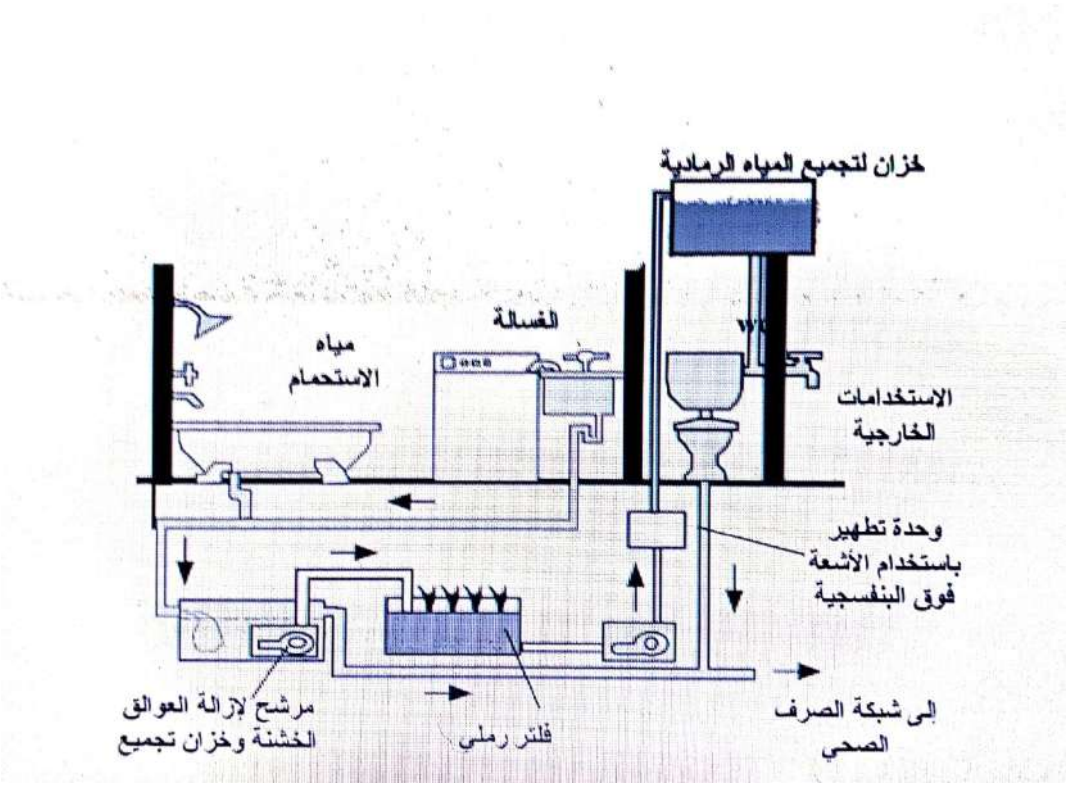
مرشحات التدفق الرأسي تعمل على دفع المياه فورا إلى السطح للتأكد من وجود الأكسجين في مواد التصفية للمرشح ولتحسين مستوى المعالجة يمكن زراعة بعض النباتات على سطحه حيث تحفز البكتريا الموجودة في جذور النباتات التحلل البكتيري ,وتختلف المرشحات الأفقية في أن جزء منها يكون مغمورا بالمياه ويكون التحلل بها هوائيًا (باستخدام النترات وليس الأكسجين)ولا هوائًيا أيضا (7).

-برك المعالجة الثانوية

يعتبر نظام البرك غـــير شائــع ويستخدم في نطاق محدود، وتتكون من برك سطحية كل له وظيفة محددة؛ فتعمل البركة الأولي على ترسيب المواد الموجودة في المياه العــادمة الخام (كبديل لخزان التحليل والتخمير) ، يليه اثنين أو ثالثة أحواض برك هوائية واختيارية تُحلل المواد الصلبة العالقة و الجزئيات الذائبة و تعمل الأحواض الأخيرة على احتجاز البكتريا و الجزيئات الصلبة المستقرة ومسببات الأمراض (7).



الشكل05: مخطط لمراحل معالجة المياه الرمادية



الشكل6: مخطط جمع المياه الرمادية ومعالجتها واستخدامها في غسل دورات المياه(11)

الفصل الثالث

مجالات إعادة استخدام المياه لرمادية

3-1. المقـــدمة

إن المياه الرمادية هي المياه الخارجة من المغاسل والغسالات والمصارف الأرضية. وبالرغم من أن هذه المياه لم تعد نظيفة إلا أن نسبة تلوثها تكون أقل بكثير من نسبة تلوث مياه المراحيض. ومن الممكن معالجة المياه الرمادية بسهولة نسبية وفي نفس موقع إنتاجها، ومن ثم إعادة استخدامها في بعض الحالات مثل غسل المراحيض وري الحدائق.

و لقد قدّرت دراسات أقيمت في بلدان مختلفة أن كمية المياه الرمادية المنـزلية التي يمكن إعادة استخدامها قد تشكّل ٣٥ % من إجمالي كميّة المياه التي يستهلكها المنـزل. كذلك يمكن إعادة استخدام المياه الرمادية التي تنتج عن أبنية غير سكنيّة مثل المطاعم والفنادق والمدارس والمساجد وغيرها من المباني العامة .

و يمكن من خلال اعتراض المياه الرمادية قبل وصولها إلى الحفرة الامتصاصية أو نظام الصرف الصحي والقيام ببعض المعالجة لها (وفي بعض الحالات قد لا توجد ضرورة لأي نوع من المعالجة)، إعادة استخدامها في ري النباتات. و مع القليل من المعالجة الإضافية، يمكن استعمال المياه الرمادية أيضا في غسل المراحيض. وهناك بعض الإجراءات الوقائية التي يجب اتخاذها، والتي سيتم مناقشتها لاحقا في هذا التقرير. وإجمالا، إن تم اتخاذ الحيطة لما قد يدخل المياه الرمادية من مواد، وتم تقليل أو تفادي الأضرار التي قد تؤثر على صحة الإنسان والنبات، فإن إعادة استخدام المياه الرمادية ستكون أبسط مما يظنه العديد من الناس.

3-2التخلص وإعادة استخدام المياه الرمادية

تتلخص الخطوة الأخيرة في إدارة المياه الرمادية في التخلص الامن أو إعادة استخدام المياه المعالجة، ويشرح الأتي بعض تقنيات الإدارة المناسبة للمياه المعالجة والفوائد المتوقعة والمخاطر المحتملة من استخدامها (7).

3-2-1التفريغ في المسطحات المائية: يعتبر تفريغ المياه الرمادية في المسطحات المائية أكثر الطرق شيوعا لإعادة المياه إلى البيئة الطبيعية لاسيما في المناطق الحضرية وشبه الحضرية، إلا أنه يتم التخلص من المياه بدون معالجة في بعض المناطق مما يسبب تلوث خطيًرا للبيئة المائية ويشكل خطًرا على الصحة العامة عند استخدامها حتى للري(7).

3-2-2 الإرتشاح والتصريف فى طبقات التربة :وفيه يتم تصريف المياه بكميات محددة في التربة، وتعتمد طرق الرشح التقليدية على أنابيب مثقوبة محاطة بطبقات من الحصى أو غيره من المواد التي يسهل اختراقها لضمان توزيع المياه على أوسع نطاق فى التربة المحيطة بها، وتعتمد فعالية وفائدة

نُظم الرشح على طبيعة ونوعية التربة فتناسب هذه الطريقة مع التربة الرملية والطينية الحبيبية المشققة. ولضمان استفادة التربة من المياه يجب ترشيح المياه في الطبقات الجافة(7)

3-2-3شحن منسوب المياه الجوفية :يتم إمداد المياه الجوفية بالمياه الرمادية بصورة مباشرة أو غير مباشرة عن طريق الري، وبالرغم من أن تغذية المياه الجوفية يعمل على تحسين جودة المياه ويطيل العمر الإفتراضي لها، إلا أن ذلك لا يقلل من مخاطر التلوث المحتملة للمياه؛ حيث تتركز في المياه الرمادية ملوثات عضوية وبكتيريا ناقلة للأمراض وان كانت بنسب محدودة. وتعتمد نسبة التلوث المحتملة على هيدرولوجية المياه الجوفية ونوعية التربة والمياه الرمادية .وتزيد مخاطر التلوث في حال استخدام المياه الجوفية كمصدر للشرب(7).

3-2-4إعادة الاستخدام في الري: يجب تقييم واختبار خصائص المياه الميكروبية و البيوكيميائية ومقارنتها بمعايير إعادة الاستخدام وذلك عند استخدامها في الري الزراعي. ويجب أن ينصب التركيز على نوعية المحاصيل وخصائص التربة ونظام الري المستخدم ثم بعد ذلك يتم تقييم المياه الرمادية المعالجة من حيث المعايير الكيميائية المتفق عليها ، مثل قيمة الأملاح الذائبة وبعض الايونات السامة أو نسبة امتصاص الصوديوم . وعلى الأرجح لن تتسبب المياه الرمادية المعالجة في أي تسمم للمحاصيل أو تشكل مخاطر صحية، إلا أنه يجب توخي الحذر في المناطق ذات الاستهلاك المنخفض للمياه أو استخدام المياه الملوثة بمسببات الأمراض، فقد يؤدي استخدام المواد الكيميائية مثل المذيبات والمطهرات في كمية قليلة من المياه الرمادية إلى تراكم بعض المواد الكيميائية في التربة وبعض أنسجة المحاصيل(7).

3-2-5إعادة الاستخدام في غسل المراحيض

تستخدم المياه الرمادية في بعض البلدان لغسل المراحيض. ويوضح الشكل (7)نظاماً بسيطاً متبعاً في اليابان تستخدم فيه المياه الرمادية في غسل المراحيض. ويتكون هذا النظام من مغسلة أيدي بحنفية توضع فوق صندوق الطرد بحيث يتصل مصرف المغسلة بصندوق الطرد. وحين غسل المرحاض، تعمل الحنفية تلقائياً لتسمح بغسل اليدين، وفي نفس الوقت، بإعادة تعبئة صندوق الطرد

صورة لإعادة استخدام المياه الرمادية في اليابان لغسل المراحيض(12)

مع أن إعادة استخدام المياه الرمادية ليس شائعا في المملكة المتحدة، إلا أنه أجريت هناك مؤخراً دراسة قدّرت وجود حوالي 150 وحدة لإعادة استخدام المياه الرمادية لغسل المراحيض. وتقدم الدراسة معلومات عن العديد من التصاميم لأنظمة جمع المياه الرمادية وتخزينها وتعقيمها .وتستنتج الدراسة أنه يمكن توفير المياه من خلال إعادة استخدام المياه الرمادية، ولكنها تشير أيضاً إلى ضرورة إعطاء أهمية خاصة لأمور تتعلق بمتانة الأنظمة المستعملة وصيانتها (13).

وتعمل حكومة قبرص على تشجيع استخدام المياه الرمادية لري الحدائق المنـزلية وغسل المراحيض**(14)**

ولا يوجد إجماع حتى الآن بخصوص نوعية المياه اللازمة لغسل المراحيض. ورغم أنه لا يوجد تلامس بين المستعمل والمياه الرمادية وأن المياه أياً كان مصدرها تصبح ملوثة بمجرّد استعمالها لغسل المرحاض، فإن هناك تخوف من إمكانية نقل الأمراض نتيجة لترشش المياه الرمادية أو التلوث الذي قد تسببه تلك المياه لمصدر الماء النقي الذي قد يكون متصلاً بنظام المياه الرمادية بصفته مصدراً احتياطياً للمياه. ولذلك يوصى عادة بتطهير المياه الرمادية قبل استعمالها لغسل المراحيض.

3-3أثار استخدام المياه الرمادية

3-3-1أثر استخدام المياه الرمادية على النباتات

بما أن المياه الرمادية تستخدم إجمالاً في ري النبات، فيجب معرفة تأثير الملوثات الموجودة في هذه المياه على النباتات .و يجب في حال استخدام المياه الرمادية لري النباتات تجنب إلقاء أي مواد ضارة في هذه المياه مثل الدهانات والمواد المقاومة للتجمد والمذيبات والكرات المضادة للعثة والمواد الكيماوية الناتجة عن مختبرات التصوير وما شابه ذلك . كذلك فإن العديد من مصادر المياه الرمادية قد يحتوي أصلاً على مواد ضارة بالنباتات. ويدخل في تركيب الكثير من أنواع الصابون ومواد التنظيف مركبات الصوديوم. وإن وجود كميات مرتفعة من الصوديوم في التربة قد يتسبب في "حرق" أوراق النبات وفقدان لونها، وقد يتسبب أيضاً في زيادة نسبة القاعدية في التربة. كذلك فإن الكميات المرتفعة من الصوديوم إذا ما وجدت في التربة قد تكون سامة لنباتات معينة وقد تمنع الكالسيوم من الوصول إلى النبات. وتعتبر منظمة الأمم المتحدة للغذاء والزراعة أن وجود الصوديوم في التربة أو الماء بكميات تقل عن 69mg/l لا يسبب أي مشكلات، وأن وجوده بكميات تتراوح بين 70و207 mg/l يسبب بعض المشكلات وأن وجود كميات من الصوديوم تفوق 207mg/lيسبب مشكلات شديدةوقد تسبب بعض مركبات الصوديوم عوق قدرة التربة على امتصاص الماء. وتعتبر نسبة تراكم الصوديوم (SAR) المعيار الذي يقاس به أثر مركبات الصوديوم على تركيب التربة. فإذا كانت نسبة تراكم الصوديوم مرتفعة (أكثر من 13) فإن ذلك سيؤثر سلباً على تركيبة التربة، وسيكوّن تربة ذات قدرة محدودة على التخلل والتهوية. وبما أن تراكم مركبات الصوديوم في التربة يحد من قدرة التربة على امتصاص الماء وتوفيره للنباتات فيجب العمل على تقليل كميات مركبات الصوديوم في المياه الرمادية وتركيزها. ويكون ذلك إما من خلال الحد من كمية الصابون والمنظفات المستعملة أو من خلال استبدال منتجات تنظيف أخرى تحتوي على كميات أقل من مركبات الصوديوم بها. كذلك، فإن غسل التربة بمياه عذبة أو بمياه الأمطار بين الحين والآخر يساهم في منع تراكم مركبات الصوديوم في التربة. إضافة إلى ذلك، فإنه من الضروري تجنب استخدام المواد الخاصة بإزالة عُسر الماء في المياه التي تشكل مصدراً للمياه الرمادية حيث أن مثل هذه المواد تساهم في زيادة نسبة مركبات الصوديوم.

وهناك أيضاً المبيضات التي تحتوي على الكلور والتي قد تضر بالنباتات وبخاصة إذا لامست أوراقها. ومن أعراض الضرر الذي يحدثه الكلور هو ميل الأوراق الجديدة لفقدان لوهنا. وتعتبر منظمة الغذاء والصحة العالمية أن وجود كميات من الكلور في التربة أو الماء تقل عن 142مليجرام/لتر لا يسبب أي مشكلات، وأن وجود كميات تتراوح بين 142و355 مليجرام/لتر يسبب مشكلات بسيطة، وأن وجود الكلور بكميات تزيد على 355 مليجرام / لتر يسبب مشكلات ملحوظة. لذلك يفضل استخدام الأمونيا بدلاً

من المبيضات، إذ أن هذه المادة تقضي على الشحوم وتزيل الروائح الكريهة. ومع أن الأمونيا قد تضر النباتات إلا أهنا في بعض الظروف تتأكسد سريعا في التربة مكونة مركبات النترات والنتريت التي تشكل مصدر غذاء للنباتات. وبالرغم من أن العديد من المختصين يفضلون عدم إعادة استعمال المياه الناتجة عن أحواض المطابخ بصفتها مصدراً للمياه الرمادية إلا أن القليل فقط مما تحتويه مياه المطبخ قد يلحق الأذى بالنبات إذ أن المواد العضوية والبكتيريا التي تحويها هذه المياه عادة ما تتحلل في التربة.

3-3-2كيفية الحفاظ على صحة النبات

يجب مراقبة النباتات التي تروى بالمياه الرمادية باستمرار، وفي حال ظهور أي أعراض سلبية على النبات يجب الحد من كمية المياه الرمادية التي يسقى هبا أو حتى التوقف عن استعمال المياه الرمادية لري تلك النباتات. وتتضمن تلك الأعراض السلبية "احتراق" حواف أوراق النباتات المروية بالمياه الرمادية بسبب احتوائها على تركيز مرتفع من الأملاح. كما أن ري النباتات بالمياه الرمادية قد يحدث اصفراراً في أوراق النباتات التي تفضل الوسط الحمضي وذلك بسبب الطبيعة القاعدية للمياه الرمادية .

وإذا ظهرت أعراض سلبية نتيجة الري بالمياه الرمادية فإنه يوصى بغسل التربة بالمياه العذبة. ويستحسن إن أمكن التناوب بين المياه الرمادية والمياه العذبة حين ري النجيل وأشجار الفاكهة الأكثر عرضة للتأثر. وإضافة إلى ذلك، يوصى بري مناطق واسعة نسبياً بالمياه الرمادية وعدم الاقتصار على ري مناطق محددة وذلك تجنبا لتراكم عناصر كيماوية ضارة في مكان محدد.

كذلك يجب تجنب ري نبتة واحدة بالمياه الرمادية طوال الوقت .ويمكن استخدام المياه الرمادية في ري الأشجار ونباتات الزينة. ولكن من الضروري مراعاة عدم صب الماء مباشرة على الأوراق والسيقان حتى لا تمتص النباتات المياه الرمادية فوراً. وإجمالاً، يستحسن توزيع المياه حول منطقة الجذور بأكملها.

ويُنصح باستخدام المياه الرمادية لري النباتات مكتملة النمو فقط وعدم استخدامها لري الأشتال والبذور لأهنا أكثر حساسية للملوثات الموجودة في المياه الرمادية. وإجمالاً، لا ينصح باستخدام المياه الرمادية في ري النباتات المزروعة في الأوعية، وذلك لأن الملوثات ستتراكم في التربة المحصورة في الأوعية وبالتالي تلحق الضرر بالجذور المحصورة أيضاً في حيز محدود من التربة. ويحظر استخدام المياه الرمادية لري الخضراوات الورقية أو المحاصيل الزراعية التي تؤكل جذورها نيئة مثل الخس والأعشاب والجزر. ومن الضروري تجنب تلامس المياه الرمادية مع الجزء الذي يؤكل من الفاكهة والخضراوات مثل البطاطا والشمندر والبندورة. ومن جهة أخرى، يسمح بري أشجار الفاكهة بالمياه الرمادية شريطة أن تكون ثمار هذه الأشجار بعيدة بعداً كافياً عن المياه الرمادية.

وبالإضافة إلى ما سبق، فإنه إذا تم استخدام المياه الرمادية في ري النباتات التي تؤكل فمن الضروري حصر استخدام المياه في النباتات التي تنمو ثمارها فوق سطح التربة. ويجب

أيضاً عدم صب المياه الرمادية مباشرة على أوراق النباتات وتحاشي الري بالمياه الرمادية بواسطة الرش. كما ويشترط أن تكون المياه الرمادية المستخدمة في الري باردة عند الاستعمال لأن المياه الساخنة قد تتلف جذور النباتات وسيقاهنا.

الشكل8: نباتات يتم ريها بمياه رمادية ناتجة عن حمام دون أي تصفية أو معالجة (15)

3-3-3 أثر استخدام المياه الرمادية على التربة

تتلخص الآثار الناتجة عن ري التربة بالمياه الرمادية فيما يلي :

1. الميل لزيادة ملوحة التربة و قاعديتها.
2. إضعاف قدرة التربة على حفظ الماء وامتصاصه.

وقد تنشأ الزيادة في قاعدية التربة نتيجة لوجود أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم في المياه الرمادية والناتجة عن منظفات الغسيل.. كما أن وجود بعض مركبات الصوديوم سيؤثر في قدرة التربة على حفظ المياه. وتقاس كمية الصوديوم في التربة من خلال معيار الـ(SAR) أو ما يعرف بمعدل تراكم الصوديوم. وفي الإجمال فإن التربة الرملية جيدة التصريف للمياه، وبذلك تكون أقل عرضة للتأثر من الري بالمياه الرمادية مقارنة مع التربة الطينية التي تكون ضعيفة التصريف للمياه. (16)

ويحتوي العديد من المنشورات على إرشادات تظهر كمية المياه الرمادية التي يمكن استعمالها في الري. فمثلا، يشير أحد المصادر إلى أن كل متر مربع من التربة التي تحتوي على خليط من الطين

والرمل والتي تكون جيدة التصريف للمياه وغنية بالمواد العضوية يمكنه استيعاب 200 لتر من المياه الرمادية في الأسبوع. أما التربة الرملية فتستطيع امتصاص كمية أكبر من المياه الرمادية، وذلك بعكس التربة الطينية ذات القدرة المحدودة على امتصاص المياه وتصريفها. (16)

ولا شك أن تخفيف المياه الرمادية عن طريق هطل الأمطار أو الري بمياه عذبة يساعد على غسل التربة من الصوديوم ومن الأملاح الزائدة بالإضافة إلى ملوثات التربة الأخرى التي قد تتراكم مع الوقت. فعلى سبيل المثال، إن وجود موسمين للأمطار في ولاية أريزونا الأمريكية، وذلك برغم الأحوال الجافة فيها، يساعد على إزالة المواد الكيماوية غير المرغوب فيها من التربة.

. 3-3-4أثر استخدام المياه الرمادية في صحة الإنسان

إن المياه الرمادية غير المعقمة لا تشكل خطراً على صحة الإنسان بالدرجة التي يعتقدها البعض. إن الأخطار الصحية الرئيسية التي قد تنتج عن استخدام المياه الرمادية قد تنشأ إما من ملامسة الجسم للمياه الرمادية أو نتيجة لتناول فاكهة أو خضراوات تلوثت بسبب ريها بالمياه الرمادية. وقد تحتوي بعض المياه الرمادية على كميات من الإفرازات البشرية التي تنتقل من خلالها الأمراض المعدية. والعدوى قد تحدث نظرياً نتيجة لتلامس المياه الرمادية بالأنف أو العيون أو عن طريق استنشاق الرذاذ الناتج عن الري بالرشاشات أو عن طريق تناول محاصيل زراعية تلوثت بسبب تلامسها بالمياه الرمادية. وبالرغم من ذلك، لم يتم توثيق أي حادثة حتى الآن نتج عنها ضرر بصحة الإنسان من جراء إعادة استخدام المياه الرمادية .

إن أخطار التعرض للمياه الرمادية هي أقل أهمية بكثير مما يعتقد البعض وذلك لأن المياه الرمادية المنـزلية تنتج أصلا عن الإنسان، وبالتالي فإن معظمها قد لامس الإنسان سابقاً، كما هو الحال في المياه الناتجة عن الدشات أو البانيوهات أو المغاسل. ولكن بالرغم من ذلك، فقد تحتوي تلك المياه على الملوثات المسببة للأمراض التي تضر بصحة الإنسان. وقد تلحق المياه الرمادية الأذى بالأشخاص الذين هم خارج نطاق العائلة التي تسكن المنـزل الذي أنتجت فيه تلك المياه. وهناك طريقتان لتفادي هذا الخطر على الصحة، إحداهما عن طريق القيام بمعالجة شاملة

للمياه الرمادية بهدف إزالة البكتيريا والمسببات الأخرى للأمراض. وهكذا يتم تحسين نوعية المياه الرمادية وتصبح مهيأة لاستعمالها لأغراض مختلفة. لكن تكلفة هذا الخيار باهظة، خاصة إذا كان إنتاج المياه الرمادية واستخدامها مقتصراً على عائلة واحدة. لذلك، فإن معظم المصادر تنصح باستعمال نظام بسيط لجمع المياه الرمادية وتوزيعها لا يتطلب تدخل المستخدم المستمر ويقلل من احتمالات التلامس بين المستعمل والمياه الرمادية. كما تنصح تلك المصادر بعدم الري بالرشاشات لتجنب خطر نقل المياه

الرمادية جواً للأشخاص ونقل الأمراض إليهم. وهناك بعض السلطات التي تحظر استخدام المياه الرمادية في أي نوع من الري فوق سطح التربة، بالرغم من أن البعض الآخر يسمح به شريطةالتحكم بكميات المياه الرمادية المستخدمة وشريطة عدم إشباع التربة بهذه المياه. كما ينصح عامة بعدم استخدام طرق الري فوق سطح التربة لري النجيل ومناطق أخرى من المحتمل أن تكون محل لعب الأطفال أو موطئاً للحيوانات. وفي هذه الحالات ينصح باستعمال أنظمة التنقيط تحت سطح التربة، وذلك للتقليل من إمكانية التلامس مع المياه الرمادية. كما يجب عدم استعمال المياه الرمادية لغسل الأفنية وممرات المشاة والسيارات، وكذلك يجب عدم استعمالها للتحكم بالغبار أو التبريد أو أي استعمال آخر قد ينتج عنه رذاذ أو قطرات مائية تنقل جواً.

إضافة إلى ما سبق، فإنه ينصح عدم استعمال المياه التي تغسل بها الملابس شديدة التلوث مثل حفاضات الأطفال أو أي ملابس عليها دم أو قيء. كذلك يجب عدم استخدام المياه الرمادية في حال وجود مرض معد معين في المنـزل مثل التهاب الكبد أو الحصبة وذلك تجنبا لنقل مسببات المرض. وفي حال وجود أمراض كهذه، يجب التخلص من المياه الرمادية مباشرة عن طريق نظام الصرف الصحي. كذلك فإن خزانات المياه الرمادية الكبيرة قد تشكل خطراً على سلامة الأطفال. لذلك يجب تزويدها بغطاء محكم لمنع دخول البعوض والحشرات الأخرى أو القوارض الصغيرة.

3-3-4أثر استخدام المياه الرمادية على البيئة

إن الأثر البيئي الإيجابي الرئيسي لاستخدام المياه الرمادية هو تقليل الطلب على المياه العذبة. وهناك العديد من المصادر التي تعارض فكرة إنتاج مياه صالحة للشرب ذات نوعية عالية واستعمالها لأغراض لا تتطلب تلك النوعية العالية، كما في ري النباتات. وبإعادة استعمال المياه الرمادية يتم تقليل الطلب على المياه العذبة التي يتطلب إنتاجها تكلفة عالية.

إن أحد أهم المخاطر التي قد تنتج عن إعادة استخدام المياه الرمادية هو تلويث المياه الجوفية. وطبقاً لجيولوجية المنطقة قد تتسرب بعض المواد الملوثة الموجودة في المياه الرمادية إلى مخزون المياه الجوفية الموجود تحت المنطقة التي يتم فيها الري بالمياه الرمادية مما يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية.

لكن احتمالات حدوث مثل هذا التلوث للمياه الجوفية قليلة. إن كميات المياه الرمادية الكلية الناتجة عن المنازل محدودة جداً. فمعظم المنازل في العالم الغربي – حيث استهلاك المياه مرتفع - لا تنتج أكثر من 200 إلى 400 لتر من المياه الرمادية يومياً. كما أن معظم المياه الرمادية والمواد الغذائية الموجودة فيها تمتصها النباتات، في حين تتحلل المواد الأخرى مثل المواد العضوية والبكتيريا في التربة الموجودة قرب

السطح وقبل وصولها إلى المياه الجوفية. لذا فإنه في ظل الظروف الطبيعية لن تتسرب المياه الرمادية وتختلط بالمياه الجوفية.

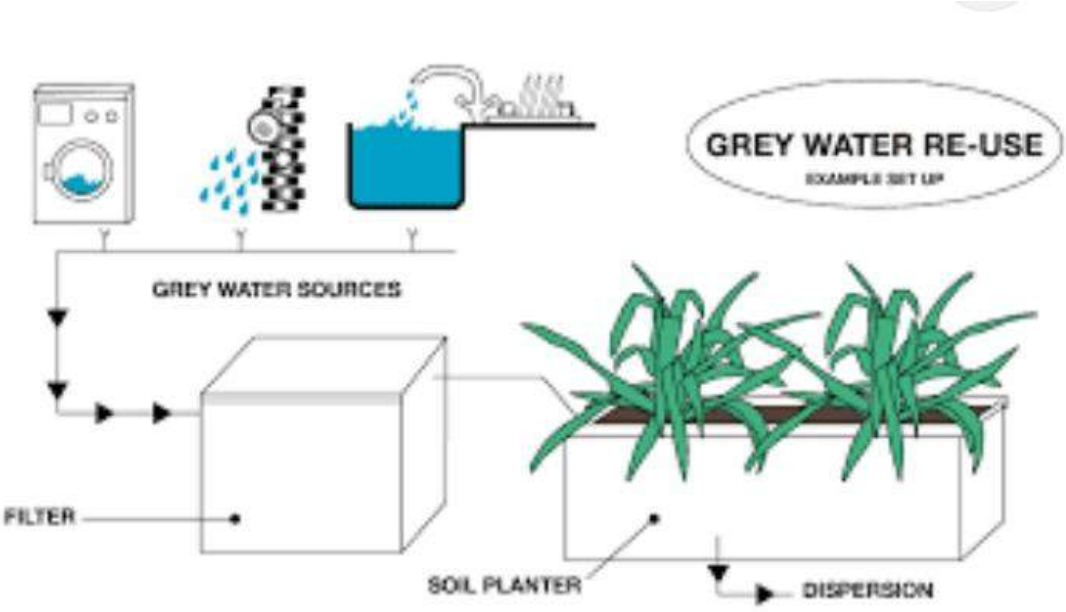
ورغم ذلك، فإنه يفترض في الذين يعيدون استخدام المياه الرمادية أخذ الحيطة والحذر في ما قد يدخل إلى مياههم، إذ أن التخلص من المواد الكيماوية السامة عن طريق إلقائها في المياه الرمادية ليس فقط ضاراً بالمياه الجوفية في حالتسرب المياه الرمادية إليها، بل هو ضار بالنباتات أيضاً. أما إذا كانت المياه الرمادية المستخدمة في ري النبات عالية الجودة، فإنه من المستبعد أن تشكل خطراً على المياه الجوفية.

إن بعض السلطات التي تسمح بإعادة استخدام المياه الرمادية تأخذ بعين الاعتبار مخاطر تلويث المياه الجوفية. فعلى سبيل المثال، تشترط ولاية أريزونا الأمريكية على كل من يرغب في إعادة استخدام المياه الرمادية أن لا يقل بُعد مخزون المياه الجوفية عن سطح التربة في منطقته عن 5.1م . (17)

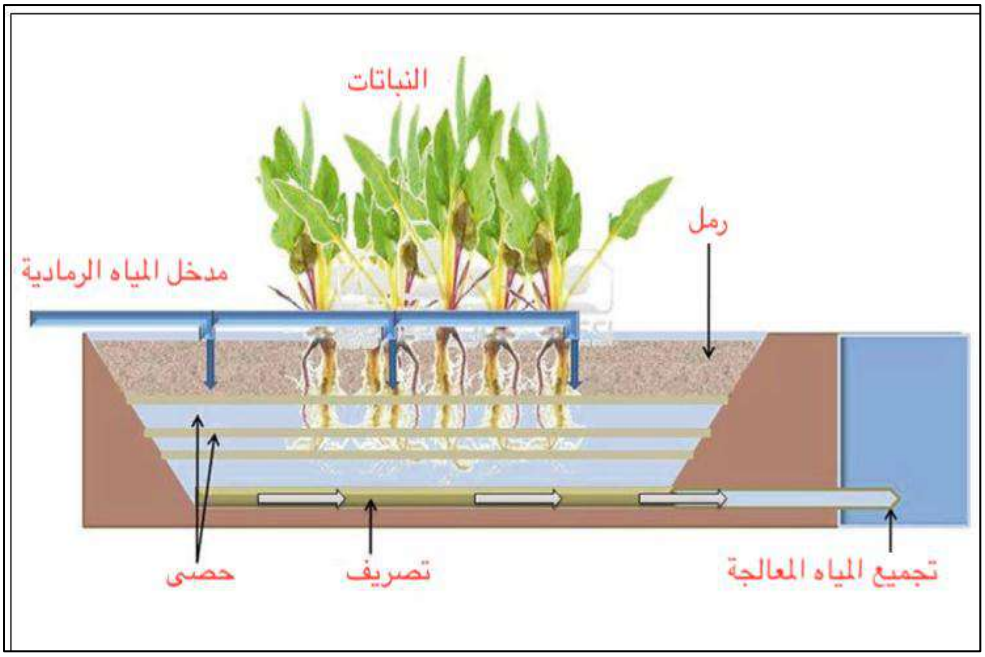
جدول 6:الفوائد البيئية و المخاطر المصاحبة لإعادة استعمال المياه الرمادية(18)

الفوائد المحتملة	**المخاطر المحتملة**
إن الاستخدام الأمن للمياه العادمة والفضلات و المياه الرمادية يسهم في تخفيف الضغط علي موارد مياه الشرب ويقلل من المخاطر الصحية للمياه الجوفية	تختلط المخلفات الصناعية التي تحتوي علي مواد كيميائية سامة مع مياه الصرف المنزلي في كثير من البلدان ما يخلف مشاكل خطيرة
الصرف الصحي الجيد عن طريق الاستخدام الأمن للفضلات يقلل من تدفق النفايات البشرية في المجاري المائية مما يساعد علي حماية صحة الإنسان و البيئة	تزداد ملوحة التربة بعد التعرض للمياه الرمادية لفترة طويلة وبدون إدارة سليمة للتخفيف من هذا الواقع يمكن أن تنخفض إنتاجية التربة
العناصر الغذائية الموجودة في المياه الرمادية تساعد في تسميد وزيادة إنتاج المحاصيل	يمكن للموارد الكيميائية العضوية الناتجة من الفضلات أن تؤثر قليلا في المياه السطحية وذلك بسبب امتصاصها لجزيئات التربة بعد الاستخدام ومع ذلك فان عمل التربة كمصفاة قبل وصول الملوثات إلي المياه الجوفية و السطحية يخفف إلي حد كبير من المخاطر

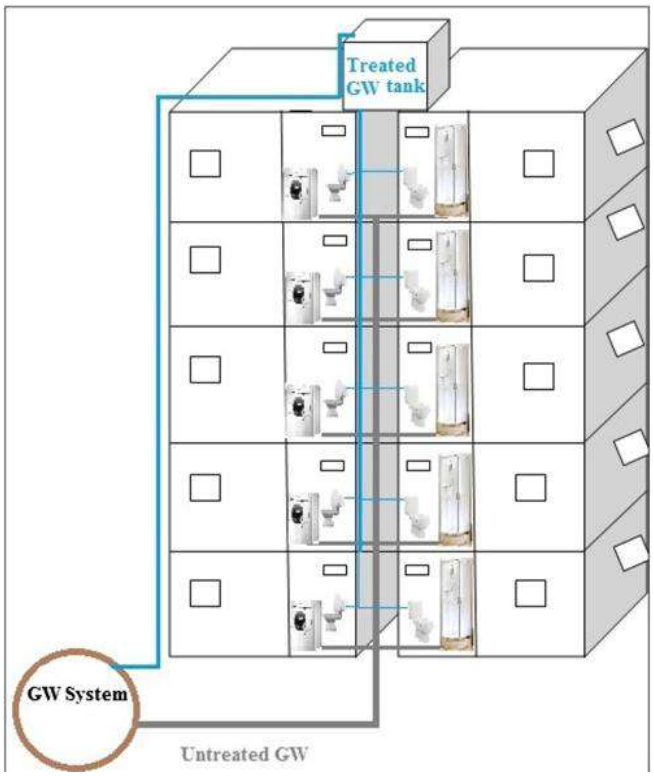
3-4نماذج مبسطة لإعادة استعمال المياه الرمادية



الشكل9:كيفية إعادة استخدام المياه الرمادية(19)



الشكل10: طريقة الأراضي الرطبة الاصطناعية(20)



الشكل11:تصميم نظام المياه الرمادية لمبنى واحد(20)

3-5أمثلة لإعادة استغلال المياه الرمادية في بعض المناطق

3-5-1تنفيذ نظام لرشح المياه الرمادية المحلية في مدينة جني ، مالي

خلفية عامة عن المشروع:تقع مدينة جني في الدلتا الداخلية من نهر النيجر ويسكنها حوالي 20000 مواطن، وتشتهر المدينة بمبانيها العتيقة حيث صنفتها منظمة اليونسكو كموقع للتراث العالمي، وأنشأت المنظمات العالمية فيها نظاًما لإمداد مياه الشرب مع عدم توفير أى تسهيلات للتخلص من المياه الرمادية ، وعلى الرغم من الانخفاض الشديد لاستهلاك المياه فقد تم تصريف المئات من اللترات من المياه الرمادية فى الشوارع مباشرا.لذا أجريت دراسة عام 2002لبحث الطرق المتاح تنفيذها للتقليل من المياه الرمادية. (7)

نظام إدارة المياه الرمادية: تتدفق المياه الرمادية من المطابخ والمغاسل والحمامات من خلال ماسورة قطرها 11 سم إلى مصيدة الدهون والشحوم تقع أسفل السور الخارجي للمنزل ليسهل فتحها عند لصيانة، المياه الرمادية المعالجة اولياً تترك مصيدة الشحوم وتتنقل عبر ماسورة قطرها 4 سم الى خندق التصريف والرشح. (7)

تقييم الأداء: بعد عام واحد من تنفيذ المشروع التجريبي، اختفى التخلص من المياه الرمادية عبر الشوارع تماًما ، وانخفضت تكلفة نقل البضائع بسبب تحسن ظروف الشوارع، ولم تُثبت العينات المأخوذة من الابار أي نسبة تلوث سببها نظام التخلص من المياه الرمادية(7)

التشغيل والصيانة:تم الإبلاغ بصفة مستمرة عن انسداد المصايد بالشحوم والحصي وكانت أسباب فشل المصايد يرجع الى النقص في الصيانة وانسداد المواسير الداخلية بالأكياس البلاستيكية ثمُعقدت اجتماعات مع المجتمع المحلي وبالأخص النساء لزيادة الوعي وتدريبهم على صيانة نظام التصريف، وتم تعديل مصيدة الدهون لمنع المواد الطافية من سد المخرج.(7)

الدروس والخبرات العملية المستفادة من تطبيق المشروع: تعول نسبة نجاح المشروع على تعاون المجتمع المحلي، ا وتعتبر هذه الدراسة مثالا ناجحا لتنفيذ نظاما بسيط ولكن فعالا للتخلص من المياه الرمادية، وإشراك وتدريب الخبراء المحلين على تشغيل وصيانة النظام.**(7)**

3استخدام المياه الرمادية لري الحدائق في مدينة كوليكورو، مالي

نظام إدارة المياه الرمادية:يتكون النظام من صفاية سلكية تغطي مخرج الدش وتمنع مرور الجزيئات الصلبة إلى مصيدة الدهون والشحوم التى تتسع إلى 200لتر، ثم يتم جمع المياه الرمادية من المصيدة إلى فلتر رأسي التدفق الطبقة العلية منه رمليه وفي المنتصف طبقة من الفحم النباتى وفي القاع طبقة من الحصى، ثم تمر المياه المعالجة في أنبوب مثقوب يغذي النباتات أعلى الفلتر(7)

تقييم الأداء: عملت المزرعة في البداية كمصدر لتوفير المحاصيل الزراعية، مما لاقى تشجيعًا من الأسر ولكن فشل النظام لاحقً بسب سوء الصيانة.فصدأت الشبكة السلكية وأزالها المستخدمون مما أدى إلى انسداد المصيدة بسبضغط المواد الصلبة عليها. (7)

الصيانة والتشغيل: يبدو أن الصيانة المتكررة لجميع أجزاء النظام هي الحل الوحيد لضمان نجاح واستمرارية المعالجة، فينبغي تنظيف الشبكة بشكل يومي وتفريغ مصفاة الدهون بشكل دوري لتجنب انسداداها بالجزيئات الصلبة.

الدروس المستفادة: يجب التأكيد على التزام المستخدمين وتدريبهم على مراحل الصيانة المختلفة الذي يعتبر العامل الحاسم في نجاح المشروع(7)

3-5-3استخدام المياه الرمادية في أبراج الزارعة العمودية في محافظة خاوتينغ بجنوب أفريقيا

خلفية عامة:لأسباب كثيرة لا يزرع المواطنون في المناطق الريفية أية محاصيل، ويرجع السبب الرئيسي في هذا هو صعوبة نقل وتحصيل المياه من المصادر المائية، فالمياه المحدودة التي يتم جمعها من المصدر لا تستخدم تحت أي ظرف في الري ولهذا تم تصميم نظاما لإعادة إدارة المياه الرمادية سهل الاستخدام ومنخفض التكلفة وسهل التشغيل؛ حيث لا يتعين على المحاصيل الاعتماد على هطول الأمطار بل على مياه المغاسل وأدوات الطبخ وغيرهم(7)

نظام إدارة المياه الرمادية: يتكون الهيكل الخارجي للمزرعة العمودية من سياج حديدية ومواد لتظليل التربة ومصرف في المنتصف معبأ بالحجارة، وتعمل الحجارة على توزيع المياه على طول العمود. ويتم زراعة المحاصيل في شقوق محاطة بمواد التظليل على جانبي الأعمدة ويتم الري رأسيًا لضمان وصول المياه لكافة جذور النباتات(7)

تقييم الأداء:لا تتوفر أية معلومات عن كفاءة معالجة المياه ولكن نمت الخضراوات المزروعة بشكل جيد حتى في الحرارة الشديدة التي عادة لا تسمح بنمو النباتات في الظروف العادية، ويرجع السبب في ذلك إلى انخفاض درجة حرارة التربة بسبب دوران الهواء في منتصف الأعمدة بعيدا عن سطح الأرض.**(7)**

التشغيل والصيانة: يجب صب دلوين إلى ثالثة يوميًا لضمان عدم جفاف التربة ويُفضل أن يقع مكان الحدائق العمودية في الفناء بالقرب من المنزل لتقليل مسافة نقل المياه الرمادية إليه(7)

الدروس المستفادة: يجب انتقاء المواد المناسبة لتغطية جانبي العمود فلم تصمد مواد التظليل سوى لموسم واحد حيث أن الأغطية البلاستيكية السوداء تتلف بسرعة عند التعرض لأشعة الشمس، وتتمثل إحدى نقاط القوة في النظام هو الحد الأدنى من متطلباته سواء في التشغيل أو الصيانة، إلا انه ينبغي الحذر من ملوثات المياه الرمادية فلا تؤكل المحاصيل خام (بدون طبخ) كما يجب مراقبة الاستعمال في المنازل لعدم صرف المواد الكيميائية إلى التربة ومنها إلى النباتات(7)

3-5-4استخدام المرشحات المزروعة ذات التدفق الأفقي لمعالجة المياه الرمادية لأربعة منازل في مونتيفيردي ، كوستاريكا

خلفية عامة: تتميز المدينة بمعالمها السياحية الجذابة ومناخها الاستوائي حيث تقع في شمال غرب كوستاريكا، وكعادة معظم الدول الاتينية فإن النظام يتلخص في معالجة المياه الرمادية بمصبخزان التحليل والتخمير ثم تصريفها في الشوارع، وكرد فعل على هذا الموقف الغير مقبول تطوع أحد المواطنين بقطعة أرض لتنفيذ مشروع معالجة المياه الرمادية(7)

نظام الإدارة:تم تصميم النظام ليستقبل المياه من أربعة منازل بمتوسط 4.5 فرد لكل أسرة وبمتوسط إستهالك للمياه يبلغ 139لتر يوميا، تنقل الأنابيب المياه الرمادية من المنازل إلى

خزان خراساني للترسيب سعته 500 لترا. ثم تمر المياه علىُمرشحين مزروعين ذو تدفق أفقي الأول مستطيل الشكل والثاني بيضاوي الشكل، وبعد المرور على المرشحين تتدفق المياه المعالجة إلى حوض عميق يحوي أنواع مختلفة من النباتات المائية والأسماك حيث تعمل الأسماك على تقليل نسبة البعوض.**(7)**

الأداء: أثبتت عينة أن جودة المياه المعالجة تكافئ جودة المياه الموجودة في مصدر مائي أساسي في المدينة.**(7)**

التشغيل والصيانة: وجد أن التفريغ اليدوي للحمأة من خزان الترسيب سنويًا ضروري جًدا لضمان استمرارية النظام كما تُدفن الحمأة المزالة في الحديقة. بالإضافة إلى الأعمال البسيطة من إزالة فروع الأشجار والحشائش النامية على الخزان(7)

الفصل الرابع

تصميم نظام جمع و معالجة المياه الرمادية

1-4 تصميم شبكة جمع ومعالجة المياه الرمادية لمسكن فردي بهدف إعادة استخدامها في غسل المراحيض

4-1-1تصميم شبكة المياه الرمادية

لابد من تصميم نظام الصرف الصحي في المبنى بحيث يتم الفصل تماما بين أنابيب المياه الرمادية وبين أنابيب المياه السوداء ويتم وضع محطة تصريف بين النظامين لتحويل المياه الرمادية إلى المياه السوداء (وليس العكس) وذلك لاستخدامها ينما تزيد المياه الرمادية عن الحاجة أو حينما يكون نظام تدوير المياه تحت الصيانة(1)

4-1-2 مصيدة الزيوت و الشحوم:

مصيدة الشحوم أومانعة الشحوم هي أداة في السباكة الصحية مصممة لاعتراض معظم الشحوم والمواد الصلبة قبل دخولها نظام التخلص من مياه الصرف الصحي. تحتوي مياه الصرف الصحية الشائعة على كميات صغيرة من الزيوت التي تدخل في خزانات الصرف الصحي ومرافق المعالجة وتشكل طبقة حثالة عائمة. يتم هضم طبقة الحثالة هذه ببطء شديد وتتفكك بواسطة الكائنات الحية الدقيقة في عملية الهضم اللاهوائي. يمكن أن تطغى الكميات الكبيرة من الزيوت الناتجة من إعداد الطعام في المطاعم عل دخزان الصرف الصحي أو مرفق المعالجة ، مما يتسبب في إطلاق مياه الصرف الصحي غير المعالجة في البيئة. الدهون عالية اللزوجة وشحوم الطهي تتجمد عند التبريد، ويمكن أن تتحد مع المواد الصلبة الأخرى التي يتم التخلص منها وتسبب إنسداد أنابيب التصريف.(21)

تم استخدام مصائد الشحوم منذ القدم: حصل "ناثال وايتنج" على أول براءة اختراع لها في أواخر القرن التاسع عشر. تقلل المصائد من كمية الدهون والزيوت والشحوم التي تدخل المجاري. وهي تضم صناديق داخل مجاري الصرف بين الأحواض في المطبخ ونظام الصرف الصحي. لا تستخدم هذه المصائد في المراحيض. يمكن تصنيعها من العديد من المواد المختلفة، مثل الفولاذ المقاوم للصدأ والبلاستيك والخرسانة والحديد الزهر. تتراوح سعتها من 35 لترًا إلى 45000 لتر و أكثر. يمكن أن تكون موجودة فوق الأرض، تحت الأرض، داخل المطبخ أو خارج المبنى.(22)

يعتمد حجم مصيدة الشحوم على حجم الحوض (2 أو 3 حجرات) وغسالة الصحون وأحواض الأواني وأحواض الممسحة. يتم النظر في معدلات التدفق التراكمي لهذه الأجهزة(1)،وكذلك القدرة الإجمالية على الاحتفاظ بالشحوم (بالرطل أوالكيلوغرامات). حاليًا، يتم اعتماد معيار (ASME A112.14.3,عارضات الشحوم الهدروميكانيكية) في معظم الولايات المتحدة. يتطلب هذا المعيار أن تعترض مصائد الشحوم 90٪ على الأقل من الشحوم الواردة(1).

يجب إفراغ وتنظيف مصائد الشحوم السلبية عند امتلائها بنسبة 25٪. عندما تمتلئ المصائد بالدهون والزيوت والشحوم، فإنها تصبح أقل إنتاجية لتجميع الشحوم. مصيدة الشحوم المتكاملة تمنع أي شحوم من الدخول للصرف الصحي.(21)

الاستخدامات

تنتج مطابخ المطاعم والخدمات الغذائية الكثيرمن نفايات الشحوم الموجودة في خطوط الصرف من الأحواض وغسالات الصحون ومعدات الطهي المختلفة. إذا لم تتم إزالتها، يمكن أن يتكتل الشحم ويسبب الانسداد للمجاري.(21)

تشير التقديرات إلى أن 50 ٪ من جميع فيضانات المجاري ناتجة عن تراكم الشحوم، ما يعادل أكثر من 10 مليارات جالون أمريكي من انسكابات الصرف الصحي الخام سنويًا.(21)

طريقة العمل

عندما يتدفق الصرف من بالوعة المطبخ في مصيدة الشحوم، تترسب جزيئات الطعام الصلبة في الأسفل، بينما تطفو الشحوم الأخف والزيت إلى الأعلى. ثم يمر الماء الخالي من الشحم نسبيًا إلى نظام الصرف الصحي العادي.

يجب إزالة المواد الصلبة الغذائية في الأسفل والزيت العائم والشحوم بشكل دوري حسب سعة خزان الصرف الصحي.

مصيدة الشحوم التقليدية ليست وحدة للتخلص من الطعام. يجب كشط الطعام غير المكتمل في سلة المهملات أو سلة إعادة تدوير الطعام. يجب كشط الميلك شيك والمرق والصلصات والمواد الغذائية الصلبة من الأطباق قبل دخول الحوض أوغسالة الصحون.(21)

التخلص من الشحوم العالقة

تسمى النفايات الناتجة عن مصائد الشحوم و المعترضات بالجاذبية بالشحوم البنية . الشحوم البنية عبارة عن مواد صلبة غذائية متعفنة مع الدهون و الزيوت و الشحوم , يتم ضخ الشحم البني من المصائد و المعترضات بواسطة شاحنات ضخ الشحوم على عكس الشحوم الصفراء المجمعة يذهب معظم الشحم البني إلى مواقع دفن النفايات

مصيدة الزيوت و الشحوم مثبته في الشارع: يجب أن تكون مدفونة تحت الأرض وهي صعبة الإنشاء والتركيب ومكلفة مقارنة بالمصيدة التي تثبت داخل المنزل

مصيدة الزيوت و الشحوم مثبته داخل المنزل:وتثبت إما في غرفة منفصلة أو تحت السباكة أوفي القبو

أسباب اختيار مصيدة الزيوت و الشحوم المثبت داخل المنزل:

- تاخذ مساحة اقل

- من الممكن تثبيت عليا بعض الأجهزة الإضافية مثل مستشعر تراكم المواد الضارة

- تمنع خروج الروائح الكريهة الناتجة عن تكسير الدهون

- سهلة التركيب

- سهولة الصيانة

- تكلفة معقولة

تركيب مصيدة الزيوت و الدهون في الداخل و ابعادها:

يعد تركيب مصيدة الزيوت و الشحوم المنزلية تحت حوض المطبخ عملية ابسط من تركيب المعدات في الشارع للقيام بدلك علينا أولا اختيار الموقع الأمثل لتركيب المعدات يجب أن يكون موجودا على سطح صلب يسهل الوصول إليه وحتى متساو قدر الإمكان بالقرب من معدات السباكة

حساب ابعاد مصيدة الزيوت والشحوم:

طريقة:

اضف تصنيف وحدة التركيب لجميع التركيبات التي تغدي مصيدة الشحوم واضربها في 100لتر تحقق من مكان هذا الحجم المحسوب في (نطاق حجم مصيدة الشحوم المحسوب) في الجدول2 ادناه لتحديد حجم مصيدة الشحوم الموصي به (26)

الجدول7: تصنيف وحدة التركيب(26)

تصنيف الوحدة	المصدر	تصنيف الوحدة	المصدر
3	حوض المطبخ	1	بخارة
3	حوض المطبخ مزدوج	1	موقد
5	بالوعة وعاء	1	حوض يدوي
5	حوض وعاء مزدوج	3	شطف الحوض

الجدول8:حجم مصيدة الشحوم الموصى بها(26)

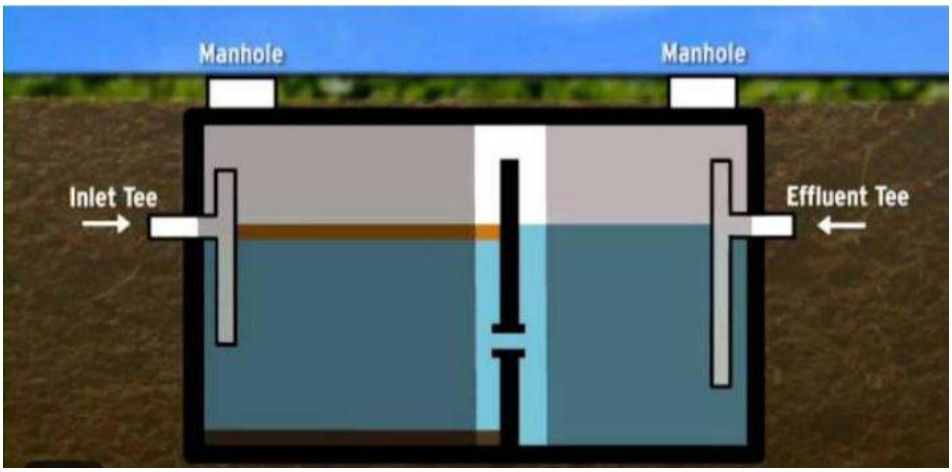
مصيدة الشحوم المحسوب حجمها و الموصى بها	نطاق الحجم	اعلى عدد وحدات التركيب
500L	100L – 700L	7

1000L	701L – 1300L	13
1500L	1301L – 1700L	17
2000L	1701L – 2600L	26

إذا كان مطبخ المنزل يحتوي على حوض واحد فردي (Kitchen sink) من (الجدول7)نجد

$$3Fu \times 100 = 300L$$

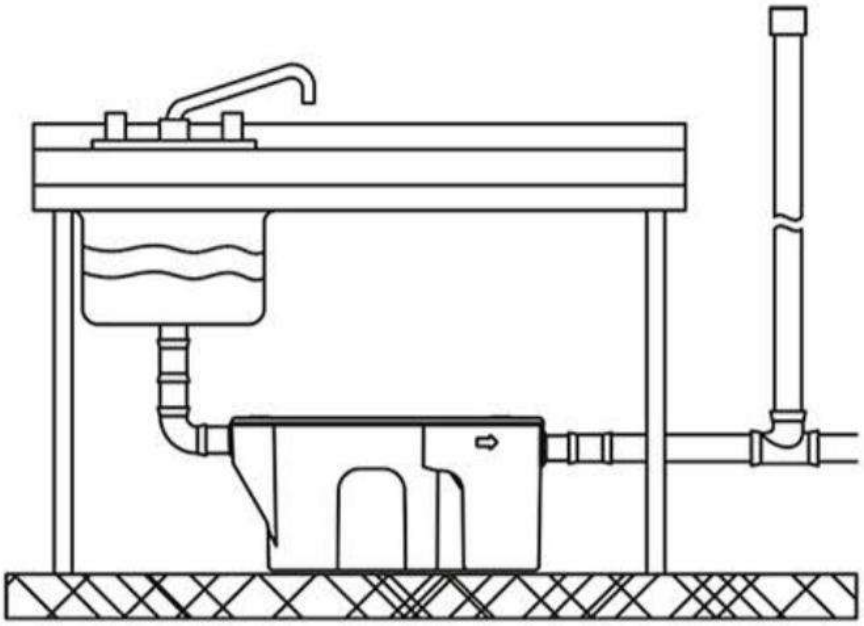
لذلك فإن الحجم الموصى به هو (500 L من الجدول8)



الشكل1:تصميم مصيدة الزيوت و الشحوم مثبته في الشارع

الشكل: مصيدة الزيوت والشحوم منزلية الصنع

الشكل2:تصميم لمصيدة الزيوت والشحوم تثبت داخل المنزل



الشكل3:مخطط يوضح طريقة تركيب مصيدة الزيوت والشحوم تحت المواسير

3-1-4 الترشيح:

يستخدم الترشيح عادة بعد الترسيب لإزالة العكارة ومسببات الأمراض. الترشيح هو عملية فيزيائية تتضمن مرور المياه من خلال وسط ترشيح , تزيل المرشحات مسببات الأمراض بعدة طرق. وتشمل هذه التصفية، حيث الجسيمات أو مسببات الأمراض الكبيرة مثل الديدان تصبح محجوزة في الفراغات الصغيرة بين حبيبات وسط الترشيح الامتزاز، حيث تلتصق مسببات الأمراض في وسط المرشح. أو العمليات البيولوجية، حيث تموت مسببات الأمراض طبيعيا أو الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في المرشح تلتهم وتستهلك مسببات الأمراض.

هناك أنواع مختلفة من المرشحات التي يتم استخدامها في المنزل جميع أنحاء العالم بما في ذلك

-المرشحات النسيجية (مرشحات القماش) ;

-المرشحات الرمل الحيوية ;

-مرشحات الرمل الحيوية المحسنة لإزالة الزرنيخ

-مرشحات السيراميك

-مرشحات الشمعة

-مرشحات الفضة الغروية

-مرشحات الأغشية

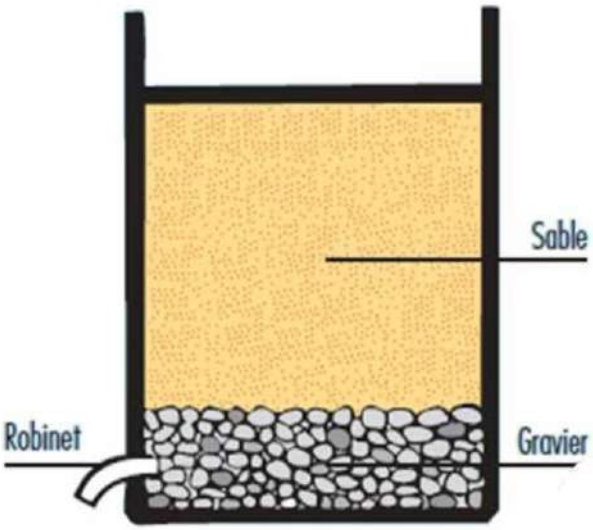
المرشحات الرملية والمرشحات سيراميك هي الأكثر شيوعا كأوسط للترشيح , وبالرغم من ذلك فان المرشحات النسيجية تستخدم أيضا في كثير من الأحيان.

المرشحات الرملية

يتم ضخ المياه الرمادية من المطبخ (بعد مرورها بمصيدة الزيوت والشحوم) ومن الحمام والمغاسل إلي المرشح الرملي وهو عبارة عن جهاز بسيط لمعالجة المياه المنزلية .

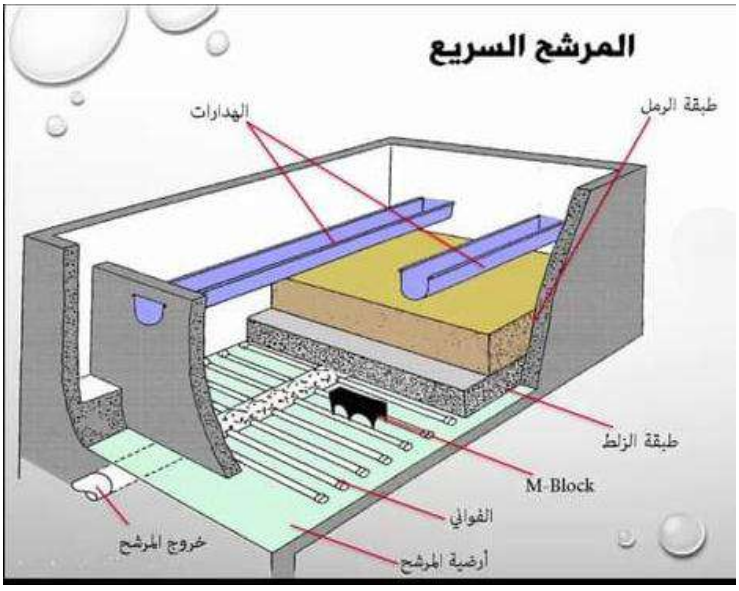
تهدف عملية الترشيح إلى إزالة وفصل المواد العالقة العضوية واللاعضوية وكذلك الجراثيم والشوائب الأخرى التي لم يتم فصلها في أحواض الترسيب الثانوية وحيث أنَّ (BOD , COD , PO4) تتواجد على شكل مغلق فإنها ستزال بنسبة كبيرة أثناء عملية الترشيح وهناك العديد من أنواع المرشحات الرملية تذكر منها :

المرشحات الرملية البطيئة :وهي مناسبة جداً لمحطات المعالجة الصغيرة ويبلغ التحميل فيها (2 - 3) m^3/m^2 /day وتبلغ نسبة إزالة المواد الصلبة المعلقة فيها (50 - 70) ٪ .



الشكل5:المرشح الرملي البطيء(23)

المرشحات الرملية السريعة :وهي مناسبة لمحطات المعالجة الكبيرة ويبلغ معدل التحميل (120 - 240) m^3/m^2 /day وتبلغ نسبة إزالة المواد الصلبة المعلقة حوالي 70 ٪ .



الشكل4:المرشح الرملي السريع(23)

المرشحات الرملية ذات الجريان العكسي :وهنا تدخل المياه المراد معالجتها من أسفل المرشح وتخرج من الأعلى ويبلغ معدل التحميل فيها ضعفي المرشحات الرملية السريعة .

المرشحات ذات الوسط المختلط : ويبلغ معدل التحميل فيها (300 - 600) m3 /m2/day

خصائص المرشحات الرملة البطيئة وأسباب اختياره:

- إزالة عالية لمسببات الأمراض

- نسبة تحميل مناسبة والتي تقدر ب(2 - 3) m^3/m^2 /day

- إزالة العكارة

- حياة طويلة

- يمكن أن يصنع من المواد المتوفرة في المنطقة

- سهل التشغيل و الصيانة

حساب تدفقات المياه الرمادية للمنزل:

-الاستهلاك المنزلي للمياه الصالحة للشربZ اليوم/م:^{3}

$$Z\ m^3/j = D \times N$$

N:عدد افراد المنزل ويأخذ N=6

D:الاستهلاك الوحدوي للشخص الواحد ويقدر ب $D = 150L = 0.15\ m^3$

تطبيق عددي

$$Z = 6 \times 0.15 = 0.9\ m^3/j$$

-حساب التدفق المتوسط اليومي للمياه المستعملة Q_{moy}:

$$Q_{moy} = (D \times N) \times K_r (m^3/j)$$

Kr:معامل الصرف (0.7 – 0.9) وفي دراستنا نأخذه $K_j = 0.8$

تطبيق عددي

$$Q_{moy} = 0.9 \times 0.8 = 0.72\ m^3/j$$

-حساب التدفق الأقصى لصرفQ_{maxr}:

$$Q_{Maxr} = Q_{moy} \times K_j (m^3/j)$$

k_j:معامل التدعيم ونأخذه $K_j = 1.2$

تطبيق عددي

$$Q_{Max} = 0.72 \times 1.2 = 0.864(\ m^3/j\ )$$

- حساب التدفق الأقصى للمياه الرمادية:$Q_{w.max}$

-نسبة المياه الرمادية في المياه المستعملة تقدر ب%(50-80) بأخذها 70% نجد

ومنه $Q_{Max} \rightarrow 100\%$

$Q_{w.max} \rightarrow 70\%$

$$Q_{w.max} = \frac{Q \times 70}{100} = 0.6048(m^3/j)$$

حساب التدفق الساعيQ_h:

$$Q_h = Q_{moy}/24\ m^3/h$$

$$Q_h = \frac{0.72}{24} = 0.03\ m^3/h$$

-حساب ابعاد الفلتر الرملي(نصف القدرr. و الإرتفاعh)

-نريد إنتاجية من الفلتر الرملي بمعدل $0.03(m^3/h)$ وهذا تدفق ضعيف مقارنة بتدفقات فلاتر الرمل الخاصة بالمحطات

الجدول1:مواصفات Standardللفلتر الرملى بوحدة Cm(25)

الارتفاع (h) (cm)	القطر R (cm)	الارتفاع (h) (cm)	القطر R (cm)
165 (or157.4)	53.34	137.16	25.4
182.8	60.96	137.16	33.03
182.8	76.2	165.1	35.56
182.8	91.44	165.1	40.64
182.8	121.92	165.1	45.72

ومنه سوف نأخذ قيمة ارتفاع المرشح الرملي وفقا لقيمة التدفق الساعي مع مراعات مساحة مدخل المنزل و التي تقدر ب

H=157.48 cm ومن الجدول نستخرج قيمة القطر المناسب R= 53.34cm

في المرشحات البطيئة

سمك طبقة الرمل 80 – 120 سم

سمك الحصى 30 – 60 سم

ونظرا لضعف التدفق وعدم الاحتياج لجودة عالية للمياه المعالجة لبيعة إعادة استعمالها فإنا ناخذ

سمك طبقة الرمل 80 سم (24)

سمك طبقة الحصى30 سم (24)

حساب مساحة سطح المرشح S:

$$S= \pi \times r^2$$

$$S = 3.14 \times (0.5334)^2 = 0.89\ m^2$$

حساب حجم المرشح الرملي V:

$$V= S \times h$$

$$V= 0.89\times 1.5748 = 1.4\ m^3$$

4-1-3الضخ و التجميع وإعادة الاستعمال :

بعد هاده المرحلة تصبح المياه الرمادية صالحة لإعادة الاستخدام , تجمع المياه من المرحلة السابقة في خزان الإنتاج ,ثم تضخ إلى الخزان العلوي عن طريق مضخة رفع , ليتم استخدام المياه مرة أخرى عن طريق توزيعه على جميع صناديق الطرد للمراحيض (السيفون) .

4-2مخطط شبكة المياه الرمادية المقترحة لمنزل في سيدي خويلد

F : حوض المطبخ وأسفله مصيدة الزيوت و الشحوم

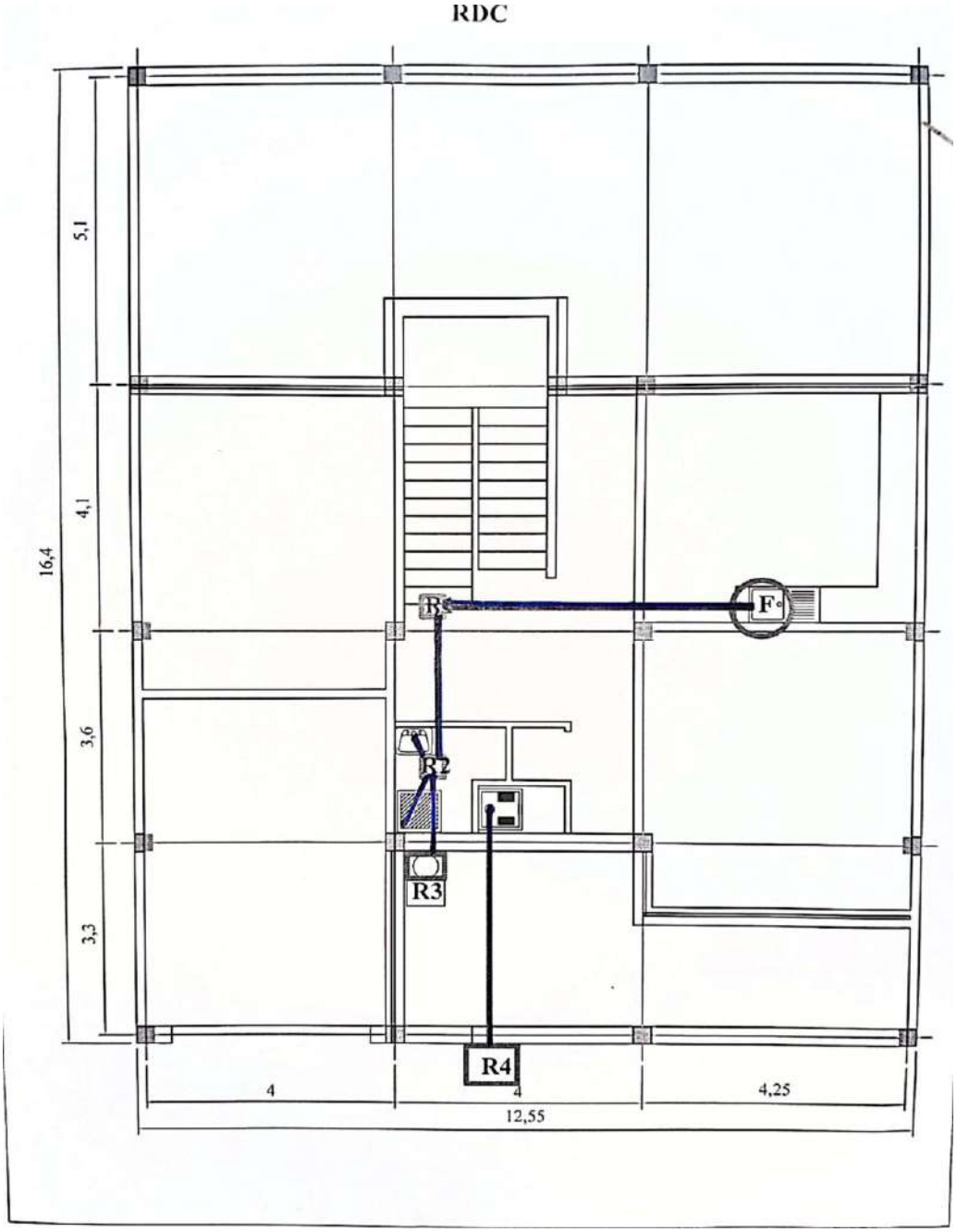
R_1: مصرف صغير وسط المنزل بغطاء على شكل سيفو(لصرف مياه تنضيف أرضية المنزل)

R_2 : مصرف صغير في الحمام بغطاء علي شكل سيفو

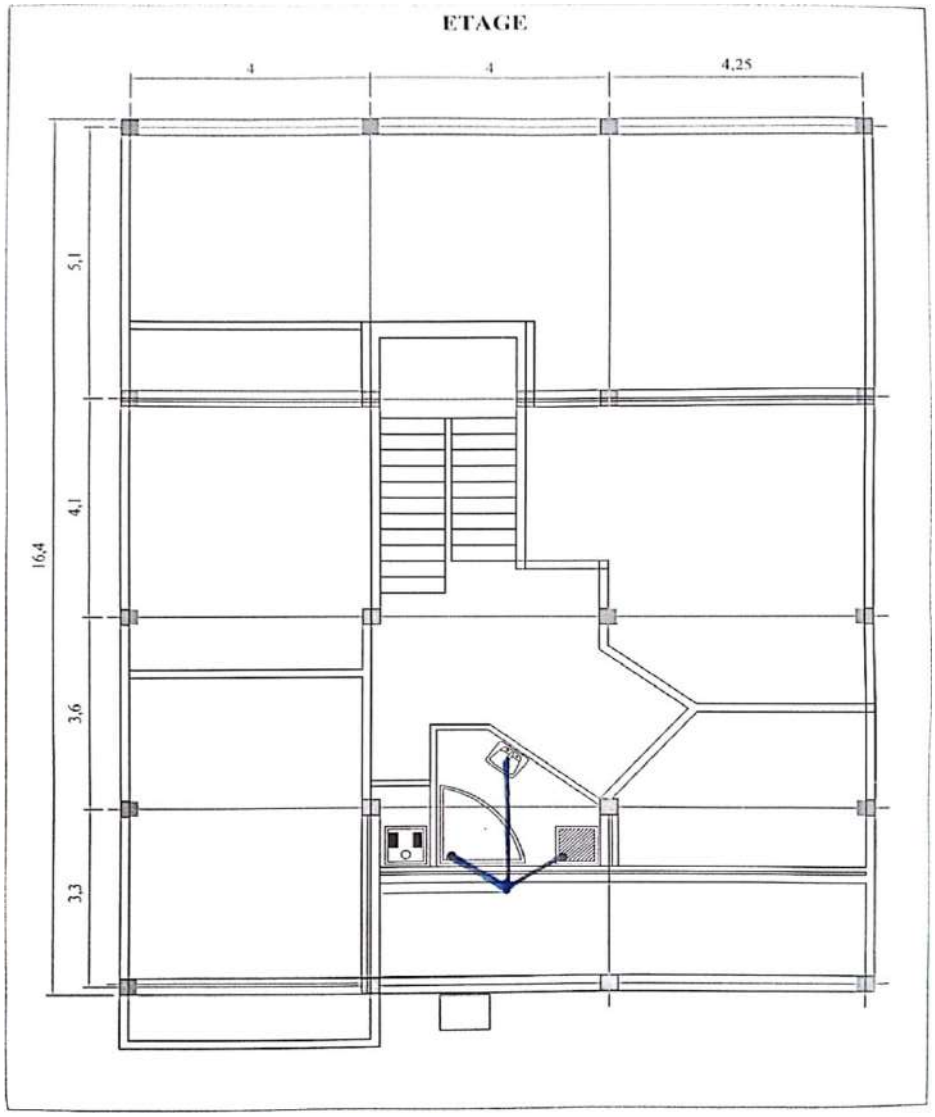
R_3: فلتر الرملي على شكل اسطواني وخزان الإنتاج

R_4 : مصرف المياه السوداء للمنزل

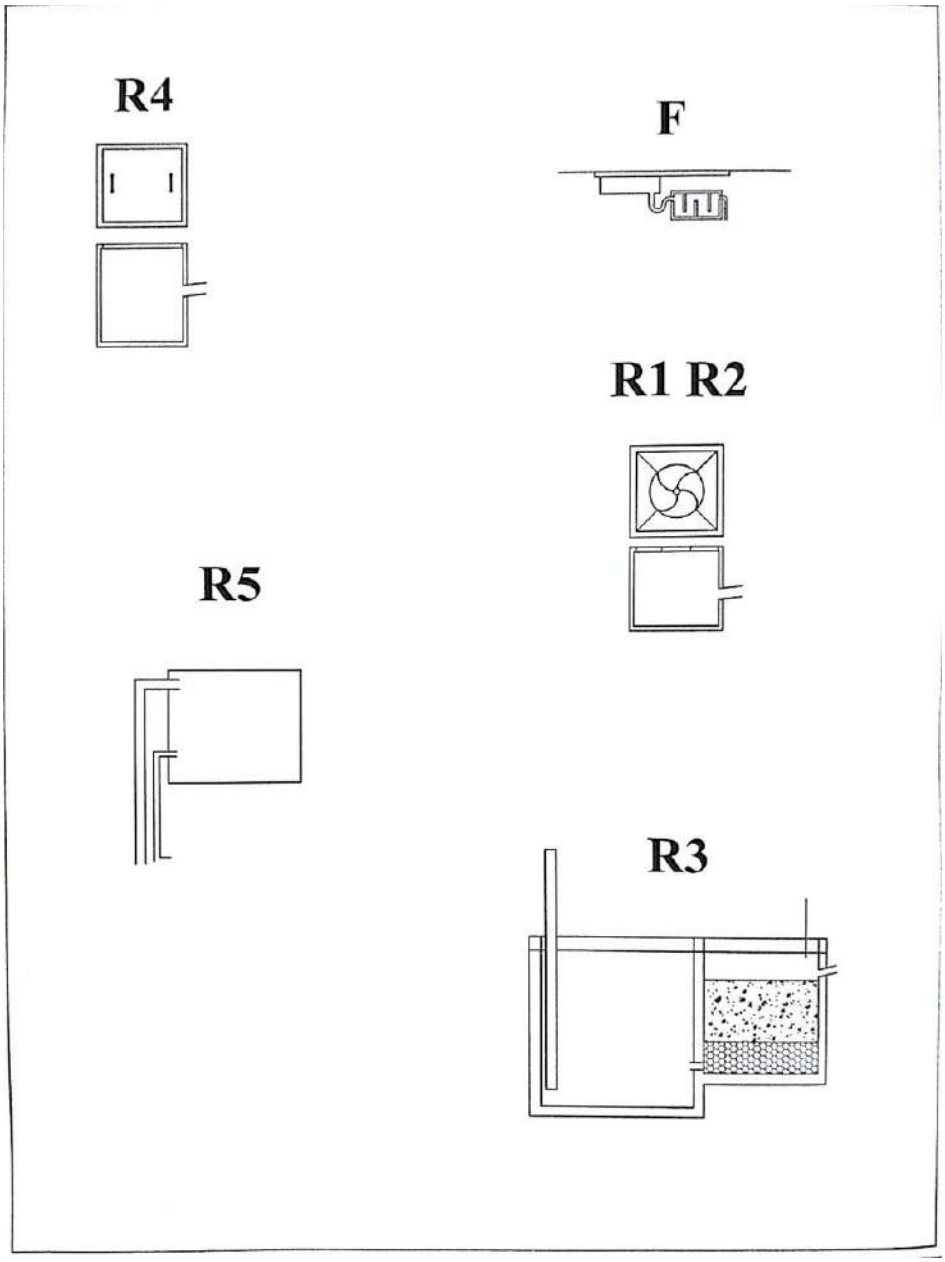
R_5:خزان التوزيع (الخزان العلوي)



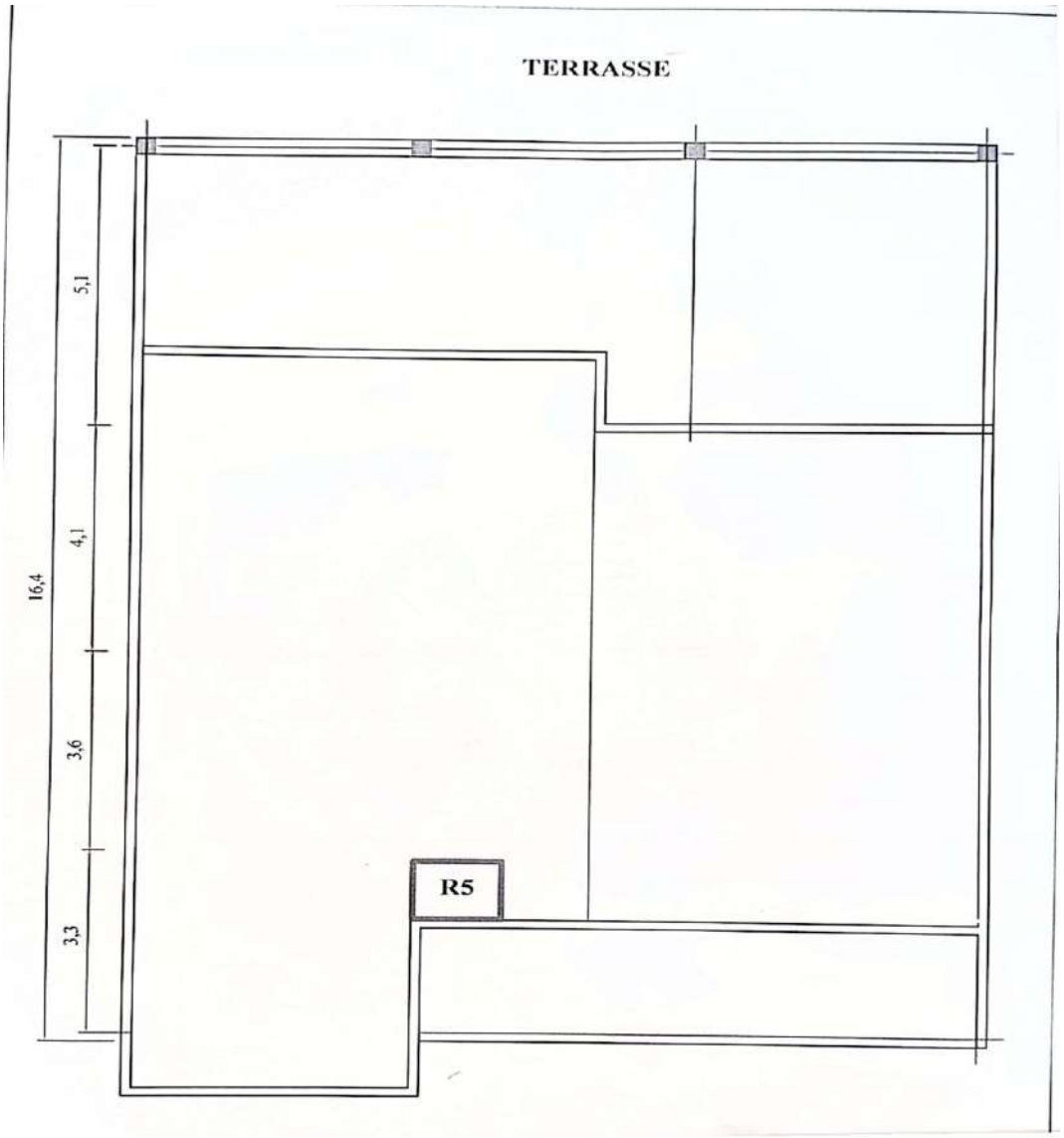
الشكل8: مخطط صرف لشبكة المياه الرمادية للطابق الأرضي لأحد المنازل في سيدي خويلد



الشكل8: مخطط صرف لشبكة المياه الرمادية للطابق الأول لمنزل في سيدي خويلد



الشكل9:مقاطع عمودية وافقية لأهم الهياكل المتواجدة في شبكة المياه الرمادية



الشكل10:موضع خزان التوزيع في السطح العلوي

تطرقنا في هذه الدراسة النظرية إلى عملية المعالجة بالترشيح ووفقا لبعض الدراسات فإن نسبة إزالة الشوائب و العوالق تقدر ب 90% وكنا على وشك القيام بدراسة تجريبية في المخبر ولاكن نظرا لضيق الوقت وعدم توفر بعض الأجهزة في المخبر حال دون ذالك

الخاتمة

مما لا جدال فيه أن مشكلة شح المياه الصالحة للشرب لها اثر في حياة الإنسان ويؤثر بشكل كبير في إستقراره ,وهذا راجع إلى التغير المناخي و عدم حسن الاستغلال والتبذيرحيث توجد بعض النشاطات البشرية بمقدور الإنسان استعمال مياه اقل جودة من المياه الصالحة للشرب. لذا من خلال هاذه المذكرة حاولنا شرح مفهوم المياه الرمادية وذكر تقنيات معالجتها وتصميم شبكة لأحد المنازل لإعادة استعمالها.

ولهذا وجب الأخذ بعين الاعتبار كل الإجراءات الوقائية أو التقنية منها حساب التدفقات و أبعاد منشات المعالجة ومعرفة النشاطات المسموح استغلال فيها هذا النوع من المياه لتجنب مخاطرها وأضرارها

وقد اخترنا إتباع الطريقة الأسهل و الأقل تكلفة مع تحقيق نتائج مقبولة في المعالجة ونرجو أن تستمر دراسة هذا المشروع وتطبيقه على أرض الواقع خاصة في المناطق الصحراوية نظرا لنقص المياه فيها وتوفر المواد الأوليه وسهولة معالجة المياه الرمادية وفوائد استغلالها كثيره خاصة من جانب توفير المياه الصالحة للشرب وعدم تبذيرها في أنشطة (مثل غسل المراحيض و سقي الحدائق) تتطلب مياه أقل جودة من المياه الصالحة للشرب .

الملخص

بالنسبة لنظام صرف صحي فردي،يمكن استخدام المياه الرمادية المنزلية لأغراض غير بشرية من خلال عملية إعادة تدوير المياه الرمادية. وتشمل هذه العملية عدة خطوات:

جمع المياه الرمادية: يتم جمع المياه الرمادية من مصادرها في المنزل ،مثل الحمامات والمطابخ ،وتخزينها في خزان خاص.

معالجة المياه الرمادية: تتضمن هذه الخطوة إزالة الشوائب الكبيرة والجسيمات من المياه الرمادية ،وتنقيتها من المواد العضوية والكيماوية الضارة. يمكن استخدام أنظمة الترشيح والفلاتر والمطهرات لتحقيق ذلك.

تخزين المياه المعالجة: بعد معالجة المياه الرمادية،يتم تخزينها في خزان آخر،مخصص للمياه المعالجة،ويتم توفير نظام ملائم لضمان النظافة والسلامة الصحية للمياه المعالجة.

إعادة استخدام المياه المعالجة: يتم استخدام المياه المعالجة لأغراض غير بشرية مثل سقي النباتات ،وري الحدائق ،وغسل المراحيض ،وتنظيف الأرضيات،وغيرها من الاستخدامات غير البشرية.

يجب أن يتم تنفيذ إعادة تدوير المياه الرمادية في نظام صرف صحي فردي وفقًا للوائح المحلية والقوانين الصحية المعمول بها. قد يتطلب ذلك الحصول على التراخيص والموافقات المناسبة من الجهات المعنية في منطقتك.

تذكر أنه من المهم أن تتبع إرشادات السلامة والنظافة الصحية عند التعامل مع

المياه الرمادية المعالجة واستخدامها،وضمان صيانة وتنظيف الأنظمة

Abstract

When it comes to individual wastewater systems, grey water can be used for non-potable purposes through a process called grey water .recycling. This process involves several steps

Grey water collection: Grey water is collected from its sources in your home, such as bathrooms and kitchens, and stored in a .dedicated tank

Grey water treatment: This step includes removing coarse impurities and particles from the grey water, as well as eliminating harmful organic and chemical substances. Filtration .systems, sieves, and disinfectants can be used to achieve this

Storage of treated water: After grey water treatment, it is stored in another tank dedicated to treated water, ensuring a suitable .system to maintain cleanliness and hygiene of the treated water

Reuse of treated water: Treated grey water can be used for non-potable purposes such as plant irrigation, garden watering, And Flush toilets, floor cleaning, and other non-potable uses

Implementing grey water recycling in an individual wastewater system should adhere to local regulations and health laws. This may require obtaining the necessary licenses and approvals from .the relevant authorities in your area

It is important to follow safety and hygiene guidelines when handling and using treated water, as well as ensuring regular maintenance and cleaning of the system

Rbstract

En ce qui concerne un système d'assainissement individuel, il est possible d'utiliser les eaux grises domestiques pour des usages non potables grâce à un processus de recyclage des eaux grises. Ce processus : comprend plusieurs étapes

Collecte des eaux grises : Les eaux grises sont collectées à partir de leurs sources dans votre maison, telles que les salles de bains et les cuisines, et .stockées dans un réservoir dédié

Traitement des eaux grises : Cette étape implique l'élimination des impuretés et des particules grossières des eaux grises, ainsi que l'élimination des substances organiques et chimiques nocives. Des systèmes de filtration, de tamisage et de désinfection peuvent être utilisés .pour atteindre cet objectif

Stockage des eaux traitées : Après le traitement des eaux grises, elles sont stockées dans un autre réservoir dédié aux eaux traitées, en veillant à fournir un système approprié pour garantir la propreté et l'hygiène des .eaux traitées

Réutilisation des eaux traitées : Les eaux traitées peuvent être utilisées à des fins non potables telles que l'irrigation des plantes, l'arrosage des jardins, Et des Toilettes a chasse d eau, le nettoyage des sols, et autres .utilisations non potables

Il est important de mettre en œuvre le recyclage des eaux grises dans un système d'assainissement individuel conformément aux réglementations locales et aux lois sanitaires en vigueur. Cela peut nécessiter l'obtention des licences et des approbations appropriées des autorités compétentes de Il est essentiel de suivre les directives de sécurité et .votre région d'hygiène lors de la manipulation et de l'utilisation des eaux traitées, ainsi que d'assurer l'entretien et le nettoyage réguliers des systèmes

قائمة المراجع

الرقم	المرجع
1	ستيوارت براون /م.ع
2	Warsinger, David M.; Chakraborty, Sudip; Tow, Emily W.; Plumlee, Megan H.; Bellona, Christopher; Loutatidou, Savvina; Karimi, Leila; Mikelonis, Anne M.; Achilli, Andrea; Ghassemi, Abbas; Padhye, Lokesh P.; Snyder, Shane A.; Curcio, Stefano; Vecitis, Chad D.; Arafat, Hassan A.; Lienhard, John H. (2018). "A review of polymeric membranes and processes for potable water reuse". *Progress in Polymer Science*. Elsevier رقم دولي معياريBV. doi:10.1016/j.progpolymsci.2018.01.004. 0079-6700للدوريات
3	Department of Natural Resources & Mines, (2002) "Guidelines for Effluent Quality". Queensland, Australia
4	Department of Natural Resources & Mines, (2002) "Guidelines for Effluent Quality". Queensland, Australia & Jordanian Standards for Reclaimed Domestic Wastewater (2002).
5	Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture, WHO, (1989).
6	Department of Natural Resources & Mines, (2002) "Guidelines for Effluent Quality".
7	Morel, A. and Diener, S. (2006). Greywater Management in Low and Middle-Income .Countries. Eawag. Dübendorf, Switzerland
8	Center for the Study of the Built Environment (CSBE), 2003. Greywater Reuse in Other Countries and its Applicability to Jordan. (Available from

www.csbe.org/graywater/report/contents.htm)	
Dixon, A., Butler, D., and Fewkes, A. 1999. Guidelines for Greywater Re-use: Health Issues. J.CIWEM, 13 (October): 322-326	9
(رسم هند حسين عن Little 2001)	10
David DelPorto and Carol Steinfield, 1999. The Composting Toilet System – A Practical Guide to Choosing, Planning and Maintaining Composting Toilet Systems, a Water Saving,	11
(Jeppesen and Solley 1994)	12
Leggett et al.2001b	13
.(Kambanellas 1999)	14
من مركز دراسات البيئة المنية	15
Greenhouse People's Environmental Center)	16
Litt2001	17
Murad, Al-Beiruti&Ayesh. 2010: 44	18
Genesis water Technogies	19
منظمة المجتمع العلمي العربي	20
(CARE WATER)	21
.International Plumbing Code IPC Edition 2021 Item No 1003.3	22
Wiki water	23
تصميم الفلاتر الرملية للمهندس محمد عبد الوهاب خليل	24
من موقع ((Water.ma-Leaupure,Ma snte	25
(Grease Interceptor Sizing Guide)	26