مراجعة شاملة للآثار الصحية الناجمة عن إعادة استخدام المياه الرمادية

منظمة الصحة العالمية
المكتب الإقليمي لشرق المتوسط
المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة
عمان-الأردن، 2004

مراجعة شاملة للآثار الصحية الناجمة عن إعادة استخدام المياه الرمادية

نوقشت وأقرت في المشاورة الإقليمية
(الأولويات وخطط العمل الوطنية المتعلقة بإدارة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي)
20-2003/10/22، عمان، الأردن

منظمة الصحة العالمية
المكتب الاقليمي لشرق المتوسط
المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة
عمان-الأردن، 2004

ترحّب منظمة الصحة العالمية بطلبات الحصول على الإذن باستنساخ أو ترجمة منشوراتها جزئياً أو كلياً. وتوجّه الطلبات والاستفسارات في هذا الصدد إلى السيد مدير الإدارة العامة، المكتب الإقليمي لمنظمة الصحة العالمية لشرق المتوسط شارع عبد الرزاق السنهوري، مدينة نصر، القاهرة 11371، جمهورية مصر العربية، الذي يسرُّه أن يقدّم أحدث المعلومات عن أي تغييرات تطرأ على النصوص، وعن الخطط الخاصة بالطبعات الجديدة، وعن الترجمات والطبعات المتكررة المتوافرة.

© منظمة الصحة العالمية، 2004

تتمتع منشورات منظمة الصحة العالمية بالحماية المنصوص عليها في البروتوكول الثاني للاتفاقية العالمية لحقوق الملكية الأدبية، فكل هذه الحقوق محفوظة للمنظمة.

وإن التسميات المستخدَمة في هذه المنشورة، وطريقة عرض المادة التي تشتمل عليها، لا يقصد بها مطلقاً التعبير عن اي رأي لأمانة منظمة الصحة العالمية، بشأن الوضع القانوني لأى قطر، أو مقاطعة، أو مدينة، أو منطقة، أو لسلطات أيٍّ منها، أو بشأن تعيين حدود أيٍّ منها أو تخومها.

ثم إن ذكر شركات بعينها، أو منتوجات جهة صانعة معيَّنة، لا يقصد به أن منظمة الصحة العالمية تخصُّها بالتزكية أو التوصية، تفضيلاً لها على ما لم يَرِدْ ذِكرُه من الشركات أو المنتوجات ذات الطبيعة المماثلة.

يمكن التوصّل إلى النص الكامل لهذه المنشورة عن طريق الإنترنت
http://www.emro.who.int/ceha/publication.asp

1. المقدمة

المياه عنصر استراتيجي وحيوي يرتبط بالحياة والتنمية الاقتصادية والاجتماعية [1]. 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[2].

تقسم الموارد المائية إلى موارد مائية تقليدية وهي مجموع الموارد المائية السطحية والجوفية، وموارد مائية غير تقليدية وهي المياه المالحة التي خضعت لعمليات التملية ويكون مصدرها مياه البحر أوالمياه 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.

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 والمسطحات الخضراء وغيرها من استعمالات المياه غير الأساسية والتي لا تحتاج إلى جودة عالية (كما في مياه الشرب مثلا) [3]. لذلك فقد تم اللجوء إلى إعادة استخدام المياه الرمادية (مياه الصرف الصحي الناتجة عن بعض النشاطات المنزلية) بحيث تستخدم المياه الناتجة في ري الأشجار والمساحات الخضراء وكثير من الاستخدامات الأخرى التي تساعد في توفير جزء كبير من المياه العذبة الثمينة [4].

1-1 تعريف المياه الرمادية

يمكن تقسيم مياه الصرف الصحي المنزلية إلى قسمين: الأول يُسمى المياه السوداء (Blackwater) ومصدرها مياه المراحيض ومياه شطافات الطهارة ومياه المطبخ وهي مياه تحتوي على كمية كبيرة من الممرضات كما تحتوي على تركيز عالٍ من المواد العضوية بالإضافة إلى عناصر أخرى أهمها النيتروجين والفوسفور. أما القسم الثاني من مياه الصرف الصحي المنزلية فيُسمى المياه الرمادية (Greywater) وهي الناتجة عن مياه الاستحمام (الدُش والبانيو) ومياه الغسيل ومياه المغاسل [5].

يشير مصطلح المياه الرمادية (Greywater) إلى مياه الصرف الصحي التي لم تختلط مع مياه المراحيض أو مياه شطافات الطهارة أو مياه المطبخ وبالتالي يكون محتواها فقط من مياه الاستحمام (الدُش والبانيو) والمغاسل والغسالات [6]. وقد سُميت بالمياه الرمادية لأنها فيما لو تُركت فترة من الوقت فإن لونها سوف يتحول إلى اللون رمادي (Grey) [5].

يختلف مصدر المياه الرمادية باختلاف المناطق والدول فبعض الدول والمنظمات البيئية تعتبر أن مياه المطبخ جزءٌ من المياه الرمادية، وفي هذه المراجعة الخاصة بإقليم شرق المتوسط لن تُعتبر مياه المطبخ مصدرا من مصادر المياه الرمادية.

2-1 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 كما هو موضح في الجدول رقم 1 [7].
تشكل المياه الرمادية ما نسبته 60% من مياه الصرف الصحي الإجمالية المنزلية كما يوضح الجدول 1، وهذا يعطي مؤشرا على أن المياه الرمادية تشكل مصدرا مائيا جيدا إذا أحسن استغلالها واستخدامها على أسس بيئية صحيحة بحيث تُحافظ على الصحة العامة وتحافظ على صحة البيئة بشكل عام.

الجدول 1: كمية مياه الصرف الصحي الإجمالية والمياه الرمادية الخارجة من كل منزل [7]

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

1-3 أهمية إعادة استخدام المياه الرمادية

تشكل المياه الرمادية معظم مياه الصرف الصحي التي تُنتج يوميا فهي تُشكل تقريبا 60% من كمية مياه الصرف الصحي الإجمالية المنزلية [8]. إن المياه الرمادية تُستخدم في كثير من الأغراض منها: ري الحدائق، الشلالات والنوافير الترفيهية، ري المروج الخضراء، غسيل السيارات ورحض دورات المياه [9].
يمكن توفير كمية كبيرة من المياه العذبة المخصصة للشرب إذا ما تم استغلال وإعادة استخدام المياه الرمادية، فإعادة استخدام هذه المياه يؤدي تقريبا إلى توفير 40% من كمية الاستهلاك الكلي من المياه العذبة للأسرة الواحدة [10].
تستطيع الهيئات المائية أن توفر مبالغ مالية كبيرة نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية، فإعادة استخدام المياه الرمادية تقلل من كمية المياه العادمة التي تتدفق في خطوط الصرف الصحي وبالتالي يقل الضغط على هذه الخطوط فتصبح خطوط شبكة الصرف الصحي قادرة على استيعاب مياه عادمة ناتجة من تعداد سكاني أكثر مما يؤدي إلى إبقاء الشبكة صالحة للعمل بكفاءة عالية وبدون أي تعديل إضافي عليها قد يُحمّل الدولة تكاليف إضافية [11].
يمكن تلخيص فوائد إعادة استخدام المياه الرمادية بما يلي [10]:

1. الحفاظ على مياه الشرب: يمكن في كثير من الأحيان للمياه الرمادية أن تشكل بديلا لمياه الشرب حيث أن كثيراً من الناس يستخدمون مياه الشرب النقية لري المزروعات أو

لنشاطات أخرى لا تحتاج إلى مياه ذات جودة عالية كما هي في مياه الشرب ففي مثل هذه الحالات يمكن استخدام المياه الرمادية كبديل.

2. تقليل الحمل على الحفر الامتصاصية: كثير من المدن والمناطق تكون غير مخدومة بنظام للصرف الصحي، بحيث يوجد في كل منزل حفرة امتصاصية تتجمع فيها سياه الصرف الصحي الخارجة من المنزل. وفي مثل هذه الحالة فإن إعادة استخدام المياه الرمادية يقلل من الحمل على هذه الحفر. أما في المناطق المخدومة بنظام صرف صحي فإن إعادة استخدام المياه الرمادية يقلل من الضغط على شبكة الصرف الصحي وبالتالي يمكن ربط عدد أكبر من السكان على شبكة الصرف الصحي بدون أي تعديل على خطوط الشبكة.
3. إستغلال العناصر الغذائية في المياه الرمادية في نمو النبات وتقليل كلفة استخدام الأسمدة: حيث تحتوي المياه الرمادية على كثير من العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات، فإذا تم استغلال المياه الرمادية بصورة صحيحة ومدروسة أمكن استغلال هذه العناصر في تقليل استخدام الأسمدة الصناعية الأمر الذي يؤدي إلى تقليل كلفة المنتج الزراعي، وهو ما يعتبر مكسباً اقتصادياً جيداً.

2- أهداف هذه المراجعة الشاملة

الهدف من هذه المراجعة هو تقديم إرشادات ومعلومات للسلطات ذات العلاقة ولأصحاب المنازل وللمصممين والفنيين عن الآثار الناجمة عن إعادة استخدام المياه الرمادية على صحة الإنسان والنبات والبيئة. وسوف تركز هذه الدراسة على طرق إعادة استخدام المياه الرمادية بحيث لا تؤثر على الصحة العامة ولا على البيئة عن طريق وضع شروط وإرشادات وسايير لأصحاب المنازل ومستخدمي المياه الرمادية.

3- 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 تستخدم في غسيل الملابس، كما أنها قد تحتوي على الشعر والدهون والأوساخ والمواد الكيميائية وقد تحتوي المياه الرمادية على بول[1] (جدول 2).

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 [12].

[1] بعض الأسر (وخاصة تلك الأسر التي لديها أطفال) يبولون في البانيو أو حوض الاستحمام. ويعتبر البول في معظم الأحيان من المحاليل المعقمة (إلا إذا اختلط مع البراز) التي لا تسبب مشاكل صحية وتزيد من تركيز العناصر الغذائية في المياه الرمادية لذلك فهي مفيدة إذا ما تم استغلالها بشكل ملائم [46].

جدول 2: المحتويات الممكنة لكل مصدر من مصادر المياه الرمادية [13]

مصدر المياه الرمادية	المحتويات الممكنة
غسالات الملابس	تحتوي على مواد عالقة ومواد عضوية وزيوت ورغوة وصوديوم ونيترات وفوسفات وتؤدي إلى زيادة الملوحة ودرجة الحموضة وتحتوي على مُبيضات.
مياه الاستحمام (الدُش والبانيو)	تحتوي على بكتيريا وشعر ومواد عضوية ومواد عالقة وبواقي المنظفات ورغوة.

1-3 المحتوى المِكْروبي

يُقاس المحتوى المِكروبي للمياه الرمادية بوجود القولونيات المتحملة للحرارة(Thermotolerant Coliforms). وهذه القولونيات هي كائنات مقاومة للحرارة حيث أن وجودها يعطي إشارة إلى إمكانية وجود ممرضات معوية مثل السالمونيلا [14].
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 [5].

1-1-3 المحتوى المِكروبي في مياه الاستحمام (الدُش والبانيو) والمغاسل

يعتبر هذان المصدران للمياه الرمادية أقل المصادر احتواءً على ملوثات فعدد القولونيات المتحملة للحرارة يتراوح في هذه النوعية من المياه بين 10^{2} - 10^{5} لكل 100 مللتر.

2-1-3 المحتوى المِكروبي في مياه الغسيل

تتغير نوعية مياه الغسيل تبعاً لطريقة وعدد مرات شطف الغسيل، حيث تتحسن نوعية المياه بعد الشطفة الأولى، فمثلا القولونيات المتحملة للحرارة تكون تقريبا 10^{7} / 100 مللتر عند الغسلة (الشطفة) الأولى حتى تصل إلى حوالي 25 / 100 مللتر عند الغسلة (الشطفة) الثانية [14]. جدول 3 يوضح كمية القولونيات المتحملة للحرارة الموجودة في المياه الرمادية وهو مُقتبس من عدة مراجع علمية.

جدول 3: عدد القولونيات المتحملة للحرارة في المياه الرمادية

المرجع	مصدر المياه الرمادية	عدد القولونيات المتحملة للحرارة (cfu/100ml)
Nolde (1999)	مياه الاستحمام (الدُش والبانيو) والغسالات	10^{6} - 10^{4}
Jepperson & Solly	مياه الاستحمام (الدُش والبانيو)	6×10^{3}
Water CASA (2003)	الغسالات وأحواض الاستحمام ومياه المطبخ (إذا ما عوملت كمياه رمادية).	3.44×10^{6}
Water CASA (2003)	الغسالات (مع ملابس الأطفال)	$2.6 \times 10^{4} - 8.45 \times 10^{5}$
Water CASA (2003)	الغسالات (بدون ملابس أطفال)	$7 \times 10^{2} - 2.9 \times 10^{4}$

يلاحظ أن أعداد القولونيات المتحملة للحرارة المبينه فى جدول 3 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 أستخدامهم للمياه إلى خروج مياه رمادية ملوثة بالفيروسات [15]. ويُظهر جدول 4 عدد الكائنات الحية الدقيقة التي يفترض وجودها حتى تسبب مرضاً لـ 50% من الأفراد المعرضين لها [16].

جدول 4: عدد الكائنات الدقيقة المفترض وجودها حتى تُسبب مرضاً لـ 50% من الأفراد المعرضين لها [16]

الكائن الحي	عدد الكائنات الحية التي قد تسبب الإصابة
Salmonella Typhosa	10^{6} - 10^{8}
Shigella Dysentria	10^{3}
Pathogenic enteric bacteria	10^{6} - 10^{8}

2-3 المحتوى الكيميائي

تحتوي المياه الرمادية على كثير من العناصر الغذائية وخصوصا النيتروجين والفوسفات (جدول 5)، فحوالي 45 غم من النيتروجين و 3 غرام من الفوسفات قد تتواجد في 350 لتراً من المياه الرمادية [8].

عند استخدام المياه الرمادية لري الحدائق والأشجار يجب أن تُستغل هذه الكميات من العناصر بديلا عن السماد الصناعي وهو ما يؤدي إلى تقليل التكلفة وتقليل التلوث البيئي.

3-2-1 المحتوى الكيميائي في مياه الاستحمام (الدُش والبانيو) والمغاسل

التلوث الكيميائي الموجود في مياه الاستحمام (الدُش والبانيو) والمغاسل يكون بسبب الشامبو وأصباغ الشعر ومعجون الأسنان وبعض المواد الكيميائية التي تُستخدم للتنظيف.

3-2-2 المحتوى الكيميائي في مياه الغسيل

تحتوي مياه الغسيل على تركيز عالٍ من المواد الكيميائية، وهذا يعود إلى استخدام مساحيق الغسيل المختلفة والملابس المتسخة فمياه الغسيل تحتوي على نسبة عالية من المواد الصلبة العالقة (Suspended Solids) والشعر والصوف كما أن الطلب على الأكسجين والعكر تكون نسبتهما عالية لذلك إذا استُخدمت مياه الغسيل بدون معالجة فإنها قد تُلحق الضرر بالبيئة [14].

جدول 5: مكونات المياه الرمادية المختلفة [17]

المقياس	المياه الرمادية
المواد الصلبة العالقة (SS) (ملغم /لتر)	330-45
العكر NTU	200-22
الأوكسجين الحيوي الممتص لمدة 5 أيام (ملغم /لتر)	290-90
نيتريت (ملغم /لتر)	0.8-0.1
أمونيا (ملغم /لتر)	25.4-0.1
النيتروجين الكلي (ملغم /لتر)	31.5-2.1
الفوسفات الكلي (ملغم /لتر)	27.3-0.6
السلفات (ملغم /لتر)	110-7.9
الأس الهيدروجيني pH	8.7-6.6
التوصيل الكهربائي (ميكروسيمنز /سم)	1140-325
الصوديوم (ملغم /لتر)	230-29

4- أثر التخزين على نوعية المياه الرمادية

يمكن القول بصورة عامة أن كل أشكال المياه العادمة تتعفن عند تخزينها ما لم تتم معالجتها، هذا ما يحدث 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 [18،19].

5- أنظمة المياه الرمادية

لا تكون المياه الرمادية كريهة الرائحة في حالة استخدامها مباشرة بدون تخزين لكن إذا تم جمعها في خزان وتخزينها لفترة من الزمن فسوف تستهلك الأوكسجين الموجود فيها وتتحول إلى بيئة لا هوائية مما يؤدي إلى تعفن المياه الرمادية ومن ثم تبدأ الحمأة (sludge) بالتكوّن والتي إما أن تترسب في قعر الخزان أو تطفو على السطح حسب الكثافة، لذلك فإن مفتاح النجاح في معالجة المياه الرمادية قائم على سرعة معالجة المياه وإعادة الاستخدام قبل الوصول إلى الحالة اللاهوائية وبالتالي فإن أفضل طرق المعالجة للمياه الرمادية هي الطرق

التي تُعالج المياه الرمادية بدون تخزين وتستخدمها بشكل فوري بعد خروجها من المصدر مباشرة.

أسباب الحاجة لمعالجة المياه الرمادية [13]:

1. لإزالة المواد التي قد تؤذي صحة الإنسان.
2. لإزالة المواد التي قد تؤذي النبات والتربة.
3. لإزالة المواد التي قد تسبب ضررا على البيئة (المياه الجوفية والسطحية).
4. لإزالة المواد التي قد تُعيق أو تسد نظام المياه الرمادية.

تتراوح طرق إعادة استخدام المياه الرمادية بين الطرق ذات الكلفة المتدنية -مثل طرق المعالجة الأولية والتي تعمل على ترشيح وغربلة المياه الرمادية من القطع الصلبة الخشنة والكبيرة- والطرق الأكثر كلفة مثل أنظمة المُعالجة الثانوية التي تُعالج المياه الرمادية وتقتل البكتيريا الموجودة فيها بحيث تصل المياه الخارجة إلى معايير عالية تُمكن من استخدامها بالرشاشات والتنقيط كما قد تمكن من استخدامها في رحض دورات المياه وغسيل السيارات.
اختيار نظام المياه الرمادية يعتمد على عدة عوامل وهي [20]:

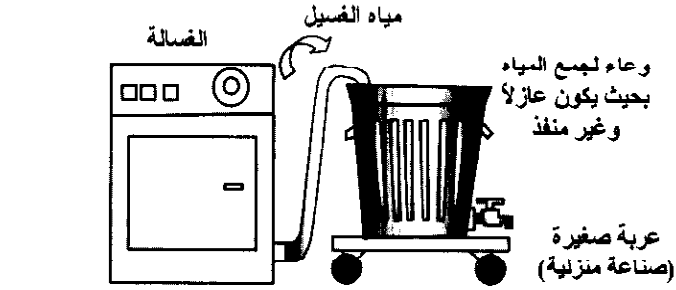
1. استعداد صاحب المنزل (أو الذي يملك النظام) لتشغيل وحماية النظام.
2. مصدر المياه الرمادية.
3. الهدف من إعادة استخدام المياه الرمادية (هل هي للري بالرشاشات أم الري تحت السطحي؟ أم هل ستُستخدم المياه الرمادية الناتجة في رحض دورات المياه وغسيل السيارات؟).

1-5 أنظمة التحويل الأولية

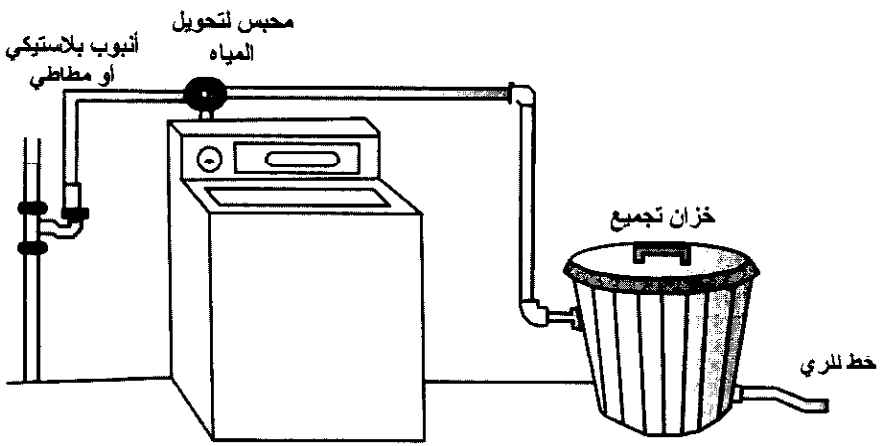
يُستخدم في أنظمة التحويل الأولية مرشح بسيط (غربال) لإزالة الأجزاء الصلبة وإزالة بعض الزيوت والرغوة التي تكون في المياه الرمادية، هذه الأنظمة من أكثر أنظمة المياه الرمادية استخداما وشيوعا كونها مجدية اقتصاديا ولا تحتاج إلى تيار كهربائي أو مواد كيميائية حتى تعمل، كما أن صيانتها يمكن أن تتم بواسطة صاحب المنزل ومن امثلتها: نظام التحويل بفعل الانسياب الطبيعي ونظام التحويل بواسطة مضخة [21].

1-1-5 أنظمة التحويل بفعل الانسياب الطبيعي

يتكون هذا النظام من خزان (برميل) بحيث يسبقه محبس، ففتح المحبس يؤدي إلى تدفق المياه من المصدر ويتم إغلاقه عند أخذ الكمية المطلوبة من الماء. يستطيع صاحب المنزل تشغيل هذا النوع من الأنظمة بحيث يعمل على فتح المحبس مما يؤدي إلى تدفق الماء إلى الخزان بواسطة الانسياب الطبيعي ومن ثم إلى خط التحويل ومنها إلى منطقة الري، ومن المهم أن لا تخزن المياه الرمادية في مثل هذا النوع من الأنظمة [7]. (أنواع أنظمة التحويل بفعل الانسياب الطبيعي موضحة في الشكلين 1و2).



شكل 1: نظام التحويل بفعل الجاذبية الأرضية باستخدام وعاء متحرك [21].



شكل 2: نظام التحويل بفعل الانسياب الطبيعي باستخدام وعاء لتقليل اندفاع الماء [21].

5-1-2 نظام التحويل بواسطة مضخة

يعمل هذا النوع من الأنظمة على إعادة استخدام المياه الرمادية مباشرة في ري الحدائق ونباتات الزينة. ويتكون هذا النظام من خزان تجميع (surge tank) لجمع كميات المياه الرمادية المتدفقة من المصادر المختلفة ثم توزيعها بواسطة المضخة إلى منطقة الاستخدام. أما الخزان الذي يُستخدم في هذا النظام فهو لا يعمل عمل خزان التخزين بل هو فقط لمنع تدفق كميات كبيرة من المياه إلى منطقة الاستخدام بصورة مفاجئة. وفي هذا النوع من الأنظمة يجب أن تُصفى المياه من الشوائب والعوالق الكبيرة بواسطة مرشحات قبل دخولها إلى خزان الجمع ومن ثم تُضخ مباشرة بواسطة المضخة إلى منطقة الاستخدام [14].

5-2 أنظمة المعالجة الثانوية (Secondary Treatment Systems)

تعمل أنظمة المعالجة الثانوية على إزالة كميات من المواد الصلبة والعوالق التي تكون في المياه الرمادية والتي لم تُزال في نظام المعالجة الأولية. وبالإضافة إلى ذلك فإن هذا النظام يعمل على إزالة كميات من المواد العضوية.

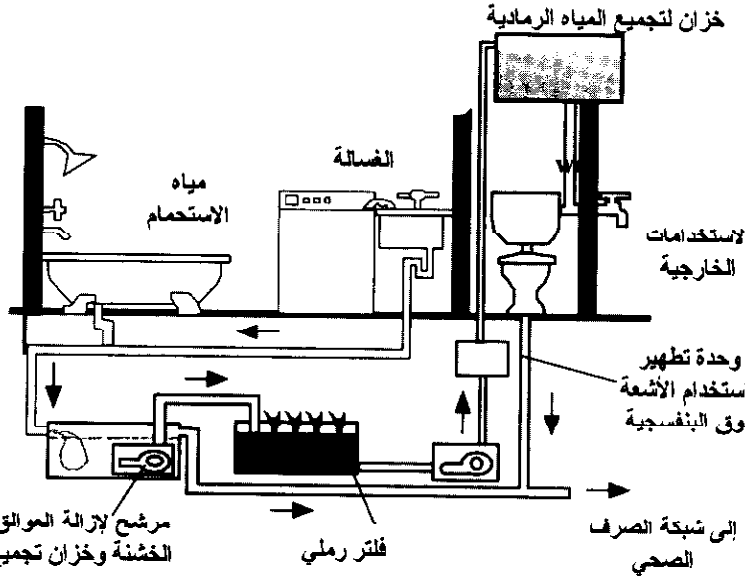
يمكن استخدام المياه الرمادية المعالجة بهذا النوع من الأنظمة في طرق الري السطحي المختلفة مثل التنقيط (Drip) والغمر (Flood).

إن هذه الأنظمة بشكل عام أكثر كلفة لأنها تحتاج إلى كلفة إنشائية وكلفة صيانة أيضا، لكن هذه الأنظمة تُعطي المستخدم قدرة على استخدام المياه الرمادية المُعالجة في استخدامات أوسع كما تقلل من المخاطر الصحية المرتبطة بلمس المياه الرمادية [14].

5-3 التطهير (Disinfection)

الهدف من وحدة تطهير المياه هو وقف نشاط الكائنات المُمرضة في المياه الرمادية فهذه الوحدة تُعطي صاحب المنزل أو المُستخدم فرصة لاستخدام المياه الرمادية المعالجة في استخدامات متنوعة وواسعة مثل رحض دورات المياه وغسيل السيارات (شكل 3) [7].

يوجد عدة طرق لتطهير المياه منها: الكلورة أو الأوزون أو استخدام الأشعة فوق البنفسجية (UV – Ultra Violet).



شكل 3: جمع المياه الرمادية من المصادر المختلفة ومعالجتها واستخدامها في رحض دورات المياه [22]

6- الاعتبارات الصحية

6-1 الآثار المحتملة على الإنسان نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية

إن المياه الرمادية ملوثة بالملوثات الخارجة من الإنسان أثناء الاستحمام، ومن غسيل الملابس. ويشكل التلوث المكروبي والكيميائي للمياه الرمادية خطورة على الصحة. أي يمكن القول إن المخاطر الناجمة عن إعادة استخدام المياه الرمادية تزداد كلما ازداد التلوث الكيميائي والمكروبي [16].

قد تنتقل الممرضات إلى الإنسان نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية، ويكون هذا الانتقال للممرضات بطرق مختلفة منها [20]:

1. التلامس المباشر مع المياه الرمادية.
2. تلوث مياه الشرب.
3. استعمال الخضراوات أو أية منتجات طعام أخرى تعرضت للمياه والتربة الملوثة.
4. ابتلاع المياه الملوثة خلال النشاطات الترفيهية والتسلية.
5. استنشاق الرذاذ الناتج من الري باستخدام المياه الرمادية (وخاصة عند استخدام أسلوب الري بالرشاشات).

كما أن انتقال الأمراض يعتمد على عوامل لها علاقة بالمُمرض نفسه وهي كما يلي:

1. قدرة الكائن (المُمرض) على العيش والتكاثر في البيئة حيث أن بعض المُمرضات تتطلب بعض العوائل الخاصة حتى تستطيع العيش وإكمال دورة حياتها.
2. فترة الحضانة (latent period) فبعض المُمرضات تؤدي إلى الإصابة بشكل فوري وبعضها يحتاج إلى فترة من الزمن حتى يصبح فعّال.
3. قدرة الكائن على إصابة العائل حيث أن بعض المُمرضات قد تُسبب الإصابة بوجود كميات قليلة منها مثل الاسكارس والبعض الآخر قد يحتاج إلى ملايين حتى يُحدث الإصابة.

بالرغم من احتواء المياه الرمادية على بكتيريا ممرضة وأحيانا بعض الفيروسات والطفيليات فإن الخطر على الصحة العامة الناجم عن إعادة استعمال المياه الرمادية ليس له أثر يُذكر شريطة الالتزام بالأسلوب العلمي المُتبع وأن يكون لدى المُستفيد معرفة وخبرة كافية في كيفية التعامل مع المياه الرمادية حيث لا توجد دراسات ووثائق أثبتت بأن أشخاصا قد أُصيبوا بالمرض بسبب إعادة استخدام المياه الرمادية [13].

6-1-1 تقليل الآثار المحتملة من إعادة استخدام المياه الرمادية على الإنسان

من أجل منع حدوث أي خطر لإعادة استخدام المياه الرمادية على صحة الإنسان وبالتالي منع الأذى والإزعاج يجب أن نتبع ما يلي:

1. يجب أن يكون الري بالمياه الرمادية تحت سطح التربة. لكن في حالة مُعالجة المياه الرمادية بحيث تصل إلى معايير عالية يمكن استخدامها بطرق متنوعة أخرى [23].
2. يجب أن يتم تصميم نظام فصل وإعادة استعمال المياه الرمادية بحيث لا يكون هناك تماس مباشر مع الإنسان قبل حدوث تنقية للمياه الرمادية [22].
3. يجب التأكد من أن المياه الرمادية بعيدة عن أنظمة الصرف لمياه الأمطار بحيث يجب أن نمنع دخول المياه الرمادية إلى هذه الأنظمة [20].
4. يجب أن لا تستخدم المياه الرمادية بطريقة تُنتج تماسا مباشرا مع الخضراوات و ثمار الفاكهة [20].
5. يجب منع تكاثر أي من الحشرات مثل البعوض والذباب في أي جزء من أجزاء نظام المياه الرمادية (سواء أثناء نقل المياه أو أثناء المعالجة أو أثناء التطبيق [5].
6. يجب عدم السماح للمياه الرمادية من أن تشكل بركا (مستنقعات) على سطح الأرض ويجب منع حدوث جريان للمياه.
7. في حالة استخدام المياه الرمادية في غسيل السيارات أو في رحض دورات المياه يجب معالجة المياه الرمادية بطرق متقدمة حيث يجب استخدام وحدة معالجة ثانوية تعالج المياه معالجة بيولوجية ووحدة تطهير لقتل البكتيريا والممرضات الأخرى مثل وحدات الكلورة والأشعة فوق البنفسجية.
8. يجب وضع لافتات (إعلانات) في المنطقة التي تُستخدم فيها المياه الرمادية بحيث تبين هذه الإعلانات أنه يوجد إعادة استخدام للمياه الرمادية في هذه المنطقة.
9. يجب أن يُمنع تخزين المياه الرمادية مالم تُستخدم وحدة تطهير في مُعالجة المياه الرمادية [23].

10. يجب تجنُب الري بالرشاشات ولكن في حالة استخدام وحدات معالجة متقدمة فإنه يمكن استخدام هذا الأسلوب في الري [13].

2-6 الآثار المحتملة على النبات نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية

قد تتأثر النباتات عند إعادة استخدام المياه الرمادية في ريها، وذلك لإمكانية وجود بعض الملوثات في هذه المياه . ومع أن المياه الرمادية قد تكون مفيدة للنبات لأنها تحتوي على بعض العناصر الغذائية مثل النيتروجين والفوسفات إلا أنها قد تكون ضارة جدا بسبب احتوائها على الصوديوم والكلوريد اللذين يشكلان خطرا كبيرا على بعض أنواع النباتات [24].

تحتوي مصادر المياه الرمادية المختلفة على كثير من المواد التي لها آثار سلبية على النبات (إذا ما أسيء إعادة استخدام المياه الرمادية) فمثلا مياه الغسيل قد تحتوي على مواد كيميائية قد تسبب ضررا كبيرا للنبات فمعظم أنواع الصابون والمنظفات تحتوي على الصوديوم، وعلى هذا فإن زيادة تركيز الصوديوم في المياه الرمادية قد يسبب تغيير لون النبات وقد يسبب احتراق الأوراق وقد يؤدي إلى جعل التربة قاعدية.

الأثر المحتمل الآخر للصوديوم هو التقليل من قدرة التربة على امتصاص الماء . وتعتبر نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) المقياس الذي يقيس أثر الصوديوم على قوام التربة فتهوية التربة ونفاذيتها تكون قليلة عندما تكون SAR اكثر من 13 وهذا بدوره يؤدي إلى تحطم قوام التربة بشكل عام، فتجمع الصوديوم في التربة وخاصة عند استخدام المياه الرمادية للري بصورة مستمرة وطويلة يُفقد التربة القدرة على دعم النبات وهذا من أخطر الآثار الناتجة عن إعادة استخدام المياه الرمادية في الري على المدى الطويل [13، 24].

قد تحتوي المنظفات ونواتج الغسيل على مواد كيميائية تضر النبات بشكل كبير مثل البورون والكلوريد والبيروكسيد. فالبورون مثلا يعتبر من أكثر المواد سمية للنبات وزيادة تركيز البورون تؤدي إلى احتراق حواف الأوراق وتجعدها كما تؤدي زيادة البورون إلى إصفرار الأوراق وحصول الموت الرجعي للأغصان كما تؤدي إلى تساقط الأوراق الغضة وتقليل النمو.

غالبا ما تحتوي المبيضات على كلور وهذا بدوره يؤدي إلى موت النبات خصوصا إذا حصل تلامس للمياه التي تحتوي على مبيضات مع أوراق النبات. وقد تدخل الأمونيا في مكونات بعض المبيضات حيث تعتبر ضارة للنبات مع أنها قد تكون مفيدة حيث أنها تتأكسد في بعض ظروف التربة لتتحول إلى نيترات الأمر الذي يعتبر مفيداً للتربة والنبات [13].

يمكن تفادي كل الأضرار التي ذكرت سابقاً على النبات بحيث نعيد استخدام المياه الرمادية بطريقة مدروسة وصحيحة كما سنبين لاحقا.

فيما يلي شرح لآثار المواد الكيميائية التي تدخل في المياه الرمادية على النبات [22]:

البورون: عنصر غذائي يحتاجه النبات بكميات قليلة جدا حيث أن التربة لها القدرة على تزويد النبات بالكمية المطلوبة من هذا العنصر بشكل تلقائي، وأي زيادة عن هذه الكمية تسبب ضرراً وموتاً للنبات.

النيتروجين: عنصر غذائي مهم جدا في نمو النبات، حيث لا يستغني النبات عنه نهائيا.

الفوسفات: عنصر غذائي مهم جدا للنبات وهو مفيد جدا للنمو.

البوتاسيوم: عنصر غذائي مهم ومفيد للنبات وخصوصا في التربة القاعدية.
الصوديوم: تؤدي الزيادة من هذا العنصر إلى تقليل قدرة النبات على امتصاص الماء من التربة وتجمعه في التربة يسبب ما يُعرف بتسمم التربة.
الكلور: وهو عنصر غير مرغوب فيه للنبات بكميات كبيرة فالكمية المطلوبة تكون أصلا موجودة في المياه العذبة المنزلية لكن يجب الإشارة إلى أن المنظفات والمبيضات تحتوي على كمية كبيرة من الكلور قد تؤدي إلى إلحاق الضرر بالنبات.

6-2-1 تقليل الآثار المحتملة من إعادة استخدام المياه الرمادية على النبات [7،13،14،20]

1. يجب أن يتم فحص النباتات التي تُروى بالمياه الرمادية بشكل دوري للتأكد من عدم وجود أعراض مرض نتيجة زيادة عنصر معين أو نقصه.
2. يجب معرفة نوعية المياه الرمادية المستخدمة في الري من حيث المحتوى من العناصر الغذائية وأيضا يجب دراسة احتياجات النبات من هذه العناصر بحيث لا نستخدم المياه الرمادية إلا بالكميات التي يحتاجها النبات فأي زيادة قد تسبب أضرارا مثل جريان الماء أوتجمعه كما أنها قد تؤدي إلى تلويث المياه الجوفية.
3. إذا ظهرت أعراض سلبية نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية فيجب أن يُوقف استخدام هذه المياه أو يُخفض.
4. إذا ظهر أن النبات قد تضرر نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية فيجب غسل المنطقة المحيطة بالنبات بماء عذب.
5. يجب أخذ الحيطة والحذر عند التعامل مع المياه التي تحتوي على منظفات، كما يجب تجنب استخدام المنظفات التي تحتوي على بورون وكلور مع محاولة استخدام المنظفات الرفيقة بالبيئة والتي تكون فيها نسبة المواد الضارة قليلة أو معدومة.
6. يجب تجنُّب إعادة استخدام المياه الرمادية بشكل مباشر على الأوراق والسيقان.
7. يجب إعادة استخدام المياه الرمادية لري النباتات الكبيرة والتي يكون نموها مكتملاً وجيداً حيث يجب ألا تُستخدم المياه الرمادية في ري الشجيرات الصغيرة (الأشتال) لأنها تكون حساسة للملوثات التي توجد في المياه الرمادية.

6-3 الآثار المحتملة على التربة نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية

المياه الرمادية تؤثر على التربة بطريقتين رئيسيتين:

❶ عن طريق زيادة ملوحة التربة نتيجة وجود أملاح الكالسيوم والبوتاسيوم وخاصة في منظفات الغسيل.

❷ عن طريق تقليل قدرة التربة على امتصاص الماء والاحتفاظ به نتيجة وجود الصوديوم في المياه الرمادية.

تُقاس قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء بمقياس يُعرف "بنسبة ادمصاص الصوديوم". تتكون التربة الرملية (Sandy soil) من حبيبات مُتباعدة وبالتالي فهي أقل تأثرا بالمياه الرمادية بينما التربة الطينية (Clay soil) تتكون من حبيبات متقاربة ونسبة الصرف فيها متدنية وبالتالي فإن تأثرها بالمياه الرمادية يكون كبيراً [13].

6-3-1 تقليل الآثار السلبية الناتجة عن إعادة استخدام المياه الرمادية على التربة [13،20]

1. يمكن التقليل من هذه الآثار بإضافة ما يُعرف بالجبس Gypsom إلى التربة. فهذه المادة تعمل على تقليل الرقم الهيدروجيني، أي تخفف قاعدية التربة (تقريبا يُستخدم شهريا ما معدله 100 غرام لكل متر مربع حتى تنخفض درجة الحموضة للتربة وتصل إلى أقل من 7)
2. العمل على تخفيف المياه الرمادية عن طريق الري باستخدام مياه الأمطار أو المياه العذبة الأمر الذي يُساعد على غسل الصوديوم والأملاح الزائدة وبعض الملوثات التي قد تتراكم وتتجمع في التربة.
3. يجب عدم ترك التربة تجف بشكل كامل لأن ذلك سوف يساعد على زيادة تركيز الأملاح في المياه المتبقية كما يجب التأكد بأن التربة المروية بالمياه الرمادية تكون دائما بحالة رطبة.

6-4 الآثار المحتملة على البيئة نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية

1. تقليل استخدام المياه العذبة والمحافظة على الماء: من أكثر وأهم الفوائد الناجمة عن إعادة استخدام المياه الرمادية هو المحافظة على المياه وتقليل استهلاكها، فإعادة استخدام المياه الرمادية المنزلية سوف يساعد على تقليل الطلب على مصادر المياه العذبة ذات الجودة العالية [25].
2. تلوث المياه الجوفية: إن تلوث المياه الجوفية يعتبر أحد المخاطر البيئية التي قد تنتج عن إعادة استخدام المياه الرمادية فمن الممكن أن تنساب وتنفذ بعض المواد الموجودة في المياه الرمادية عبر طبقات الأرض حتى تصل إلى المياه الجوفية [7].

6-4-1 التقليل من خطر تلوث المياه الجوفية عند إعادة استخدام المياه الرمادية

يجب على المستخدم أن يُحلل ويدرس الاحتياجات الغذائية للنبات والتربة بحيث تكون كمية المياه الرمادية المُضافة متلائمة مع الاحتياجات الغذائية للنبات والتربة وهذا يؤدي إلى أن العناصر الغذائية الموجودة في المياه الرمادية تُستهلك وتُستغل و بالتالي تقل فرصة نفاذ العناصر الغذائية إلى المياه الجوفية [26].

7- المعايير والإرشادات

الإرشادات الأساسية التي يجب التقيد بها لإعادة استخدام المياه الرمادية بطريقة صحية[2] هي كالآتي:

7-1 من حيث مصادر المياه الرمادية

1. يجب فصل المياه السوداء عن المياه الرمادية باستخدام مواسير ومحابس خاصة لأن المياه السوداء تتكون من مياه المراحيض والشطافات التابعة لها ومياه مغاسل المطابخ،

[2] الطريقة الصحية: الطريقة التي تحمي صحة الإنسان والنبات والحيوان والبيئة بشكل عام.

وبالتالي فهي تحتاج إلى درجة عالية من المعالجة حتى يُعاد استعمالها في الري بدون أثر على الصحة العامة وذلك بتحويلها إلى نظام الصرف الصحي (المجاري) . أما مصادر المياه الرمادية فهي مصادر مياه أقل تلوثاً (مياه الاستحمام (الدُش والبانيو) والمغاسل والغسالات) ويمكن إعادة استخدامها في ري النباتات وبعض الاستخدامات الأخرى حسب درجة المعالجة [27].

2. يجب فقط تحويل المياه الرمادية الأقل خطورة من حيث الملوثات والمُمرضات لذلك نكتفي فقط بمياه الاستحمام (الدُش) ومغاسل الأيدي ومياه الغسيل [21].
3. يجب أخذ الحيطة والحذر بحيث لا ترضع مواد غير مناسبة في مصادر المياه الرمادية فمثلا يجب عدم تحويل المياه الناتجة من غسيل الفوط أو الأقمشة التي تحتوي على دم أو أي ملابس متسخة إلى درجة كبيرة، كذلك يجب عدم وضع مواد كيميائية في مصادر المياه الرمادية مثل المبيضات والدهانات [20]
4. يستحسن استعمال نظام واحد منفصل للمياه الرمادية لكل منزل بدلا من تجميع المياه الرمادية التي تنتج عن أكثر من منزل في نظام واحد مشترك حيث يمكن التحكم بنوعية المياه الرمادية التي تصدر من منزل واحد بينما يصعُب السيطرة على نوعيتها إذا كان المصدر أكثر من منزل [5].

2-7 من حيث معالجة المياه الرمادية

1. تحتاج المياه الرمادية نسبياً معالجة أقل إذا كان المُراد استخدامها لري الأشجار بواسطة الري تحت السطحي (subsurface irrigation) [22].
2. يجب على جميع أنواع وحدات المعالجة الأولية أن تحتوي على خزان أو حوض ترسيب حتى يتم إزالة الزيوت والمواد الصلبة العالقة.
3. تحتوي المياه الرمادية على شعر وكتان ومواد صلبة عالقة وهي مواد قد تؤدي إلى سد أو إغلاق نظام الري المستخدم لذلك يجب أن تُستخدم مرشحات قبل دخول المياه الرمادية إلى خزان التجميع أو التخزين، وهذه المرشحات يجب أن تُنظف بشكل دوري.
4. قد يؤدي تخزين المياه الرمادية إلى انبعاث روائح كريهة لذلك يجب توفير غطاء محكم لخزان المياه الرمادية لمنع انتشار الروائح التي قد تُسبب ازعاجاً للسكان كما يجب وضع ماسورة تهوية تسمح للروائح بالخروج إلى مستوى مرتفع وبعيد عن أماكن تجمع السكان مثل أسطح الأبنية، وبصورة عامة يجب تجنب التخزين الطويل للمياه الرمادية [27].
5. يجب أن تكون جميع الخطوط والمواسير التي تنقل المياه الرمادية مائلة قليلا حتى لا تتجمع المياه الرمادية فيها [14].
6. إذا كانت التربة من النوع الرملي (المفكك) فيجب أخذ الحيطة والحذر عند أعادة استخدام المياه الرمادية بحيث يجب تقدير الكمية المطلوبة للري حتى لا تنساب المياه وتصل إلى المياه الجوفية أو يحدث لها جريان وبالتالي تصل إلى المياه السطحية [27].
7. يجب عند استخدام أنظمة تحويل المياه الرمادية الأولية (Primary Diversion Systems)، أن نستخدم أنظمة الري التي تكون تحت سطح التربة، لكن في حالة استخدام أنظمة المعالجة الثانوية ووحدة تطهير للمياه فمن الممكن أن تُستخدم المياه الرمادية الناتجة في الري السطحي ورحض دورات المياه [14].

8. تعتمد درجة المُعالجة على الهدف والغاية من إعادة استخدام المياه الرمادية، فإعادة استخدام المياه الرمادية لأغراض الري يحتاج إلى معالجة قليلة للمياه بينما تحتاج إعادة استخدام المياه الرمادية لرحض دورات المياه أو لغسيل السيارات إلى درجات معالجة متقدمة.
9. يجب أن يحتوي نظام تحويل المياه الرمادية على محبس يمنع دخول المياه الرمادية ويحولها إلى شبكة الصرف الصحي (المجاري) إذا أخذت الكمية المطلوبة من المياه وكذلك في حالة وجود مواد غير مرغوب فيها في المياه الرمادية [28].
10. قد يحتاج خزان الترسيب وبعض وحدات المعالجة المُستخدمة إلى إزالة الحمأة المتجمعة من فترة إلى أخرى [14].
11. يعتمد نظام الري المُستخدم على درجة المُعالجة كما موضح في الجداول 6 و7.

جدول 6: طرق الري باستخدام المياه الرمادية اعتمادا على المعالجة [12]

المعالجة المستخدمة	طريقة استخدام المياه الرمادية في الري
مياه رمادية غير معالجة	عن طريق الحمل اليدوي
معالجة أولية	عن طريق الري تحت سطح الأرض
معالجة ثانوية بحيث يقل المحتوى العضوي إلى 20 ملغم /لتر والمواد الصلبة العالقة إلى 30 ملغم /لتر والقولونيات المتحملة للحرارة 10 لكل 100 ملليتر	ري بالتنقيط أو بالرشاشات.

جدول 7: نوعية الدفيق الخارج إعتمادا على درجة المعالجة [30]

المقياس	نوعية دفيق المعالجة الاولية	نوعية دفيق المعالجة الثانوية	نوعية الدفيق بعد وحدة التطهير
الطلب الكيميائي الحيوي على الأكسجين (BOD_5)	120 – 240 ملغم/ لتر	20 ملغم / لتر	10 لكل 100 ملليتر
إجمالي المواد الصلبة	56 180 ملغم / لتر	30 ملغم / لتر	10 لكل 100 ملليتر
القولونيات المتحملة للحرارة	غير مطبقة	200 ملغم / لتر	10 لكل 100 ملليتر

يجب أن تُستخدم المياه الرمادية الخارجة التي لا تنطبق عليها مواصفات الدفيق الخارج من المعالجة الثانوية والموجودة في جدول 7 في أنظمة الري التي تكون تحت سطح التربة .
يُمكن أن تُستخدم المياه الرمادية في الري السطحي إذا ما عولجت بحيث تنطبق نوعيتها على مواصفات الدفيق الخارج من المعالجة الثانوية المذكورة في جدول 7، أما في حالة رحض دورات المياه وغسيل السيارات فيجب استخدام وحدة تطهير بالإضافة إلى وحدة معالجة ثانوية بحيث يقل عدد البكتيريا وكمية المواد العضوية كما هو موضح في جدول 7 [30].

3-7 من حيث إعادة استخدام المياه الرمادية

1. إن المياه الرمادية مناسبة لري الأشجار ونباتات الزينة، ويُستحسن أن تكون المناطق المروية منخفضة عن مستوى مصدر المياه الرمادية بالتالي يمكن استخدام نظام الري اعتمادا على الانسياب الطبيعي دون الحاجة إلى مضخة آلية [27].
2. يجب أن لا يقل قطر الفتحة عن 3 ملم عند استخدام نظام الري بالتنقيط لعدم حدوث انسداد للفتحات نتيجة المواد الصلبة في المياه الرمادية أو نتيجة نمو الطحالب في الأنبوب [27].
3. عند استخدام المياه الرمادية دون معالجة، يجب عدم استعمالها لري المناطق المعرّضة للتلامس مع الأشخاص، لذلك يُستحسن عدم استعمال المياه الرمادية لري المروج الخضراء (النجيل) إلا إذا كانت منطقة النجيل لغايات جمالية فقط وبعيدة عن متناول الأشخاص، وبصورة عامة يجب أن لا تُستخدم المياه الرمادية في الري السطحي إلا في الأماكن التي تكون غير معرضة للتلامس المباشر مع الأشخاص [5،21،27].
4. يمكن استخدام المياه الرمادية لري أشجار الفاكهة ونباتات الزينة، ولكن يجب عدم استعمالها لري الخضار التي تؤكل نية (إلا بعد معالجة متقدمة بحيث تصل إلى مواصفات عالية) كما يجب عدم استعمالها لري الخضار التي يمكن أن تلامس المياه الرمادية عند ريها (مثل البطاطا). كذلك يجب عدم استخدام المياه الرمادية لري الأشتال وينصح باستخدامها لري النباتات المكتملة النمو فقط لأن لديها القدرة على تحمل نسب عالية من الملوحة ومركبات الصوديوم [27].
5. يجب أن تُستخدم المياه الرمادية بكميات مناسبة بحيث يستنفدها النبات والتربة لأن أي كمية زائدة عن الحاجة سوف تنساب وتنفذ إلى المياه الجوفية.
6. المياه الرمادية تميل لأن تكون قاعدية، لذلك فهي لا تلائم النباتات التي تحتاج الظروف الحامضية ومن الضروري دراسة خصائص النبات المروي بالمياه الرمادية [24].
7. فيما يلي بعض النباتات التي تُلائم المياه الرمادية في ريها (بحيث لا تحتاج المياه الرمادية إلى معالجة متقدمة في ري هذه الأنواع ويكفي استخدام وحدة تحويل أولية لفصل المواد الصلبة والزيوت): الدفلى، النخيل، الورد، الحصلبان، الزنبق، عشبة البرمودا (عشبة مراعي)، شجر الشاي، الصنوبر، البلوط، السرو، خشب الحور القطني، العرعر (من الصنوبريات)، الزيتون وأشجار الفاكهة الأخرى (بحيث لا تلامس ثمارها المياه الرمادية) [24].
8. يجب أن يُتجنب استخدام المنظفات التي قد تحتوي على عنصر البورون.
9. من المهم جدا فحص نظام الري بشكل دوري إما أسبوعيا أو يوميا للتأكد من عدم تجمع المياه الرمادية (مستنقعات) أثناء عملية الري والتأكد من أن النبات والتربة بحالة جيدة ولا توجد أي آثار جراء استخدام المياه الرمادية [13].

4-7 من حيث نوعية المياه الرمادية الخارجة (Effluent Quality)

1-4-7 وكالة الولايات المتحدة لحماية البيئة (USEPA) و وكالة الولايات المتحدة للإنماء الدولي (USAID)

أوصت USEPA و USAID بتطبيق إرشادات صارمة لاستخدام المياه الرمادية المعالجة للري غير المقيد (والذي يُستخدم لري المحاصيل التي تؤكل نية بدون طبخ) كما أوصت بعدم

السماح لوجود أي من القولونيات المتحملة للحرارة في 100 مللتر. أما بالنسبة لري المحاصيل العلفية فيجب ان يكون عدد القولونيات المتحملة للحرارة أقل من 200 لكل 100 مللتر [31].

لقد وضعت ولاية كاليفورنيا بعض المقاييس المتشددة لإعادة استخدام المياه العادمة في الري بحيث تكون القولونيات الكلية (Total Coliforms) أقل من 100/2.2 مللتر عند ري المحاصيل التي تؤكل نية (يمكن الوصول إلى هذا المستوى باستخدام أجهزة المعالجة الثانوية بالإضافة إلى وحدة تطهير) كما يجب أن تكون القولونيات الكلية أقل من 100/23 مللتر لري المراعي والمحاصيل العلفية [32].

7-4-2 إرشادات منظمة الصحة العالمية لإعادة استخدام المياه العادمة في الزراعة (جدول 8)

جدول 8: الخصائص الميكروبيولوجية الموُصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO) لاستخدام المياه العادمة في الزراعة (1989) [33]

الفئة	الاستخدام	الديدان المعوية	القولونيات المتحملة للحرارة
أ	ري المزروعات التي تؤكل بدون طهي، ري الملاعب الرياضية والحدائق العامة*	≥ 1	≥ 1000
ب	ري سماسيل الحبوب والسماسيل العلفية والمراعي والأشجار **	≥ 1	غير مطبقة

*القولونيات المتحملة للحرارة يجب أن تكون أقل من 200 إذا استُخدمت في ري الحدائق العامة وحدائق الفنادق التي تكون على تماس مباشر مع العامة.

**في حالة أشجار الفاكهة فإن الري يجب أن يتوقف قبل قطف الثمار باسبوعين.

7-4-3 المقاييس المكسيكية

لقد أدرجت المكسيك مقاييس للري غير المقيد باستخدام المياه العادمة المعالجة بحيث يجب أن تكون القولونيات المتحملة للحرارة أقل من 100/1000 مللتر [34].

7-4-4 الإرشادات الألمانية

الإرشادات الألمانية لإعادة استخدام المياه الخدمية[3] أدخلت إلى ألمانيا سنة 1995 عن طريق قسم البناء والسكن في برلين حيث أوصت هذه الارشادات بأن تكون القولونيات المتحملة للحرارة < 10/مللتر [35].

7-5 الإرشادات للمسافات العازلة "الأفقية والعمودية"

في عام 2003 قامت حكومة كوينزلاند (Queensland) في استراليا /قسم المصادر الطبيعية والمناجم بعمل إرشادات لاستخدام المياه الرمادية . فقد أوصت الحكومة بوجوب ترك مسافات عازلة أفقية بين النظام وممرات المشاه ومناطق التسلية والترفيه ومسافات

[3] في ألمانيا أي ماء خصائصة تختلف عن المياه المخصصة للشرب يُسمى الماء الخدمي.

عازلة عمودية بين نقطة استخدام المياه الرمادية وسطح المياه الجوفية وذلك للتأكد من أن المخاطر الناجمة عن إعادة إستعمال المياه الرمادية قد قلت كما هو موضح في الجداول (9، 10) [14].

جدول 9: المسافات الأفقية العازلة عند استخدام الري السطحي [14]

المعلم (Feature)	المسافة الأفقية الفاصلة
حدود الملكيات وطرق المارة (المشي)	المعالجة الثانوية: متران من طرف منطقة الري إلى أي نقطة من المَعلم. المعالجة المتقدمة (وحدة تطهير): متران من طرف منطقة الري إلى أي نقطة من المَعلم.
مناطق المتنزهات	المعالجة الثانوية: 15 متراً من طرف منطقة الري إلى أي طرف من منطقة المنتزه. المعالجة المتقدمة (وحدة تطهير): 10 أمتار من طرف منطقة الري إلى طرف من منطقة المنتزه.

جدول 10: المسافات العازلة (الأفقية والعمودية) لحماية نوعية المياه [14]

المعلم	المسافة الأفقية الفاصلة
مياه سطحية تستخدم لأغراض الزراعة	المعالجة الأولية: 50 متراً أفقياً المعالجة الثانوية: 30 متراً أفقياً المعالجة المتقدمة (وحدة تطهير): 10 أمتار أفقية
آبار أو سدود تستخدم للاستهلاك البشري أو للاستهلاك المنزلي	المعالجة الأولية: 50 متراً أفقياً المعالجة الثانوية: 30 متراً أفقياً المعالجة المتقدمة (وحدة تطهير): 10 أمتار أفقية
تربة غير مشبعة إلى سطح المياه الجوفية	المعالجة الأولية: 1.2 متراً عمودياً المعالجة الثانوية: 0.6 متراً عمودياً المعالجة المتقدمة (وحدة تطهير): 0.3 متراً عمودياً

8- القوانين والتنظيمات المتعلقة بإعادة استخدام المياه الرمادية

8-1 الولايات المتحدة الأمريكية

8-1-1 كاليفورنيا /قسم المصادر المائية

يُوصي قانون المياه الرمادية في كاليفورنيا بأن يُعاد استخدام المياه الرمادية في الري تحت السطحي فقط، وقد اشتمل القانون على معايير لأنظمة الري بالتنقيط تحت سطح التربة كما نص القانون على ضرورة إجراء فحوص تحليلية للتربة وفحوص لقياس نفاذيتها لتحديد المساحة المناسبة التي يجب أن تُغطى بالمياه الرمادية.

لتقليل الأخطار الصحية التي قد تنتج من إعادة استخدام المياه الرمادية أوصى قانون كاليفورنيا بمنع استخدام المياه الرمادية فوق سطح التربة أو إلقائها مباشرة في مجاري مياه الأمطار. بالإضافة إلى ذلك يجب تجنب حدوث أي تماس مباشر للمياه الرمادية مع الأشخاص كما يجب عدم استخدامها في ري الخضراوات التي تؤكل نيئة.

فيما يلي جزء من قانون كاليفورنيا للمياه الرمادية والمتعلق بالصحة والسلامة [26]:

1. يجب ألا تحتوي المياه الرمادية على مياه الغسيل الناتجة من غسيل فوط الأطفال.
2. يجب أن لا تُصب المياه الرمادية فوق سطح التربة.كما يجب أن لا تصرف مباشرة فى مجاري الأمطار.
3. يجب أن لا يحصل تلامس مع المياه الرمادية باستثناء التلامس الذي قد يحدث أثناء عملية الصيانة.
4. يجب عدم استخدام المياه الرمادية في ري الخضراوات.
5. يجب اختيار نظام المياه الرمادية إعتمادا على المسافات العازلة الأفقية والعمودية كما هو مبين في الجدول أدناه (جدول 11).

الجدول 11: موقع نظام المياه الرمادية من حيث المسافة الأفقية [24،26]

المعلم	خزان التجميع (متر)	حقل الري (متر)
الأبنية [1]	[2] 1.5	[3] 2.5
ملكيات خاصة	1.5	1.5
الآبار لتزويد المياه [4]	15	30
البحيرات و الأنهار [4]	15	15
الخط الأستقامية	1.5	1.5
الخط المنزلي للتزويد بالمياه الخدمية	1.5	[5] 1.5
قنوات الري (خنادق)	15	15

[1] تتضمن الشرفات والأدراج لكنها لا تشمل مواقف السيارات (المأرب).
[2] ممكن لهذه المسافة أن تقل إلى صفر قدم اذا ما أقيمت و دُعمت من قبل السلطة المسؤولة.
[3] يمكن لهذه المسافة أن تقل إلى 60 سم باستخدام حواجز مائية بحيث تفصل حقل الري عن الأبنية.
[4] عند حدوث بعض المخاطر يمكن لهذه المسافة أن تزداد من قبل السلطة المسؤولة.
[5] يمكن لهذه المسافة أن تقل إلى 60 سم إذا استخدم نظام الري تحت السطحي (subsurface).

8-1-2 أريزونا / قسم نوعية البيئة

في عام 2001 نشر قسم نوعية البيئة في أريزونا قوانين وتنظيمات لإعادة استعمال المياه الرمادية. وتتضمن هذه التنظيمات والقوانين لإعادة استعمال المياه الرمادية تجنب حدوث اتصال بين الأشخاص والمياه الرمادية أو التربة المروية بهذه المياه كما تتضمن منع انتشار المياه الرمادية ضمن المنطقة المخصصة لها، وإضافة إلى ذلك فإن الري السطحي باستخدام المياه الرمادية يجب أن يكون مقيداً بالري بواسطة الغمر أو التنقيط فقط أما استخدام الرشاشات فيجب أن يُمنع. كما أنه يجب أن لا تحتوي المياه الرمادية على مياه الغسيل الناتجة من غسيل فوط الأطفال أو أي ألبسة تكون ملوثة بشكل كبير، وهذا كله إذا لم يكن هناك عمليات معالجة متقدمة، أما عند استخدام وحدة معالجة ثانوية مع وحدة تطهير فيمكن

استخدام المياه الناتجة في الري بواسطة الرشاشات. يضاف إلى ذلك أن المياه الرمادية يجب أن لا تحتوي على مواد كيميائية خطرة مثل زيوت السيارات وأي مواد خطرة أخرى [13].
إذا ما تم انسداد أو تعطل نظام المياه الرمادية فإن المياه الخارجة تتحول مباشرة إلى نظام الصرف الصحي (المجاري) . لذلك يجب أن يحتوي نظام المياه الرمادية على مُرشحات تزيل المواد الصلبة العالقة حتى تقل حالات الانغلاق والانسداد الأمر الذي يؤدي إلى زيادة العمر التشغيلي للنظام [25].
إضافة إلى ما سبق ذكره يجب أن يُغطى أي خزان (Tank) يستخدم المياه الرمادية بإحكام حتى يتم منع دخول الحشرات وتكاثرها. كما يجب أن يحافظ على مسافة عمودية حدها الأدنى متر ونصف بين نظام المياه الرمادية وسطح المياه الجوفية .
يجب أن يُشار لأي تقاطع وتداخل يحصل بين أنابيب المياه الرمادية ومياه الشرب بحيث تكون هناك إشارات وعلامات تبين أنابيب المياه الرمادية وأنابيب مياه الشرب.

قانون أريزونا للمياه الرمادية والمرتبط بالصحة والسلامة [36]:

1 – تعريف:

المياه الرمادية: هي المياه التي يتم جمعها وفصلها عن مياه الصرف الصحي والتي يكون مصدرها من مياه الغسيل والاستحمام والمغسلة. وهي لا تشمل المياه الخارجة من المطبخ أو آلة غسيل الأطباق أو الحمام أو شطافات الطهارة.

2 – التصريح العام للمياه الرمادية المعالجة/ النوع 1:

أ. يسمح النوع 1 من التصريح العام للمياه الرمادية المعالجة للبيوت السكنية الخاصة بإعادة استخدام المياه الرمادية بشكل مباشر إذا كان التدفق أقل من 1500 لتر، إذا تحققت الشروط التالية:

- عدم تلامس الإنسان مع المياه الرمادية أو التربة المروية بمياه رمادية.
- عدم استخدام المياه الرمادية في عملية الري السطحي للنباتات التي تؤكل ما عدا الحمضيات وجوز الهند.
- عدم استخدام المياه الرمادية التي تحتوي على مخلفات ضارة مثل الدهانات وزيوت السيارات.
- إغلاق خزانات المياه الرمادية بشكل محكم لمنع انتشار الحشرات.
- ترك مسافة عمودية لا تقل عن متر ونصف كحد أدنى من نقطة استخدام المياه الرمادية إلى مستوى المياه الجوفية.
- بيان أي خطوط للمياه الرمادية تتقاطع مع مياه الشرب بشكل واضح.
- يكون الري السطحي للمياه الرمادية فقط بواسطة الري بطريقة الغمر أو الري بالتنقيط.

ب. الممنوعات: تمنع الأمور التالية:

- يمنع استخدام المياه الرمادية لغير أغراض الري.
- يمنع استخدام المياه الرمادية بالري بوساطة الرشاشات.

ج. يجب على الشخص المستخدم أن يقدم كتاباً يحتوي على الهدف والغرض من تشغيل نظام المياه الرمادية قبل تشغيل النظام بـ 90 يوماً. هذا الكتاب يتضمن:

- اسم وعنوان ورقم تلفون المتقدم.
- وصفاً للمنطقة التي سيتم فيها إعادة استعمال المياه الرمادية من حيث تناسق الطول والعرض.
- مخططات التصميم لنظام المياه الرمادية.

8-1-3 ألاباما/ دائرة الصحة العامة/ قسم حماية بيئة المجتمع [37]

المياه الرمادية هي جزء من مياه الصرف الصحي التي تنتج من استعمال المياه باستثناء مياه المراحيض (التواليت) ومياه شطافات الطهارة. ويجب أن تفصل المياه الرمادية بحيث يُخزّن مجراها وتُحوّل إلى مكان مخصص لها حيث تُعالج بطرق مختلفة ثم يتم استخدامها.

8-1-4 كولورادو/ دائرة الصحة العامة والبيئة [38]

يجمع ويعالج نظام المياه الرمادية المياه الخارجة من المغاسل ومياه الاستحمام (الدُش والبانيو) والغسالات ومياه المطبخ فهي إذن كل المياه الخارجة من المنزل باستثناء مياه المراحيض وما يتعلق بها. أما بالنسبة لأنظمة المياه الرمادية فإنها يجب أن تتناسب مع المعايير والمقاييس المخصصة للبناء والتصميم بحيث يجب الأخذ بعين الاعتبار خصائص وكمية الملوثات وعدد الأشخاص المخدومين بالنظام.

8-1-5 فلوريدا / دائرة الصحة [39،40]

المياه الرمادية هي جزء من مياه الصرف الصحي المنزلية فهي تشمل مياه البانيو والمغاسل ومياه الغسيل باستثناء مياه المراحيض ومياه المطبخ. عندما يُصمم نظام المياه الرمادية يجب أن يكون خزان الحجز (Retention Tank) مطابقا للمواصفات والمقاييس بحيث تكون سعته التخزينية 1000 لتر على الأقل. كما أن هذه الأنظمة يجب أن تصمم بحيث لا تستقبل أكثر من 280 لتراً في اليوم. ويجب أن يُصادق على كل خزانات الحجز المُستخدمة في نظام المياه الرمادية من قبل قسم الصحة في الولاية قبل تركيب نظام المياه الرمادية.

خزانات الحجز المُستخدمة في أنظمة المياه الرمادية يجب أن تُحقق المعايير التصميمية التالية:

- يجب أن يكون عمق السائل 75 سم على الأقل.
- يجب أن يكون خزان الحجز معزولاً ومُهوّى.

8-1-6 هاواي / دائرة الصحة / فرع مياه الصرف الصحي [41]

المياه الرمادية هي المياه الخارجة من منزل او مُنشأة وتشمل المياه الناتجة عن مياه الاستحمام (الدُش والبانيو) والغسيل والمطبخ . وقد تتضمن أنظمة المياه الرمادية مُرشحات رملية وخنادق امتصاص (absorption trenches). ويجب أن يُصمم نظام المياه الرمادية بناء على المقاييس والمعايير التالية:

- يجب أن لا تزيد كمية المياه الرمادية المتدفقة على النظام من المنزل الواحد عن 570 لترا في اليوم الواحد .
- يجب أن لا يقل حجم خزان المياه الرمادية عن مترين مكعبين . كما يجب الأخذ بعين الاعتبار كل متطلبات وشروط قسم الصحة بالولاية بخصوص نوعية الخزان ومادة الصنع وأي أمور أخرى ذات علاقة.

8-1-7 إيداهو/ قسم نوعية البيئة [42]

المياه الرمادية هي مياه الصرف الصحي غير المُعالجة وتشمل المياه المُستعملة من حوض الاستحمام والمغاسل و الغسالات؛ فهي لا تشمل مياه المراحيض والمياه الخارجة من المطبخ (حوض الجلي وجلايات المسحون) كما أنها يجب أن لا تشمل المياه الخارجة من غسيل الملابس المتسخة بشكل كبير.

نظام المياه الرمادية يتكون من أنابيب وتمديدات منفصلة عن المياه السوداء (مياه المراحيض ومياه شطافات الطهارة التابعة لها ومياه المطبخ)، فنظام المياه الرمادية يتكون بشكل أساسي من:

- خزان تجميع لمنع تدفق كميات كبيرة من الماء دفعة واحدة.
- مرشح لإزالة الجُسيمات التي قد تغلق نظام الري.
- مضخة لنقل المياه الرمادية من خزان التجميع إلى حقل الري.
- نظام ري مناسب لتوزيع المياه الرمادية.

لا تُستخدم المياه الرمادية لري الخضروات المنزلية التي تؤكل نيئة، ويجب أن يكون لكل منزل نظام مياه رمادية، أي يجب تجنب استخدام نظام مياه رمادية واحد لعدة منازل حتى تسهل السيطرة على نوعية المياه المتدفقة إلى النظام ومن المهم استخدام المياه الرمادية بالري تحت السطحي حيث أنه لا يُسمح باستخدامها فوق سطح الأرض.

8-1-8 ميشغان / دائرة نوعية البيئة / قسم صحة البيئة [43]

نظام المياه الرمادية هو النظام الذي يعالج ويتعامل مع مياه الصرف الصحي التي لا تحتوي على فضلات الإنسان. ويجب أن يُصادق على بناء وتركيب النظام من قبل قسم الصحة المحلي بحيث يجب التأكد من أن تشغيل النظام لن يسبب مخاطر صحية أو إزعاجا للسكان. ويجب أن يتقيد نظام المياه الرمادية بقوانين التمديدات والبناء في الولاية. كما يجب أن يُفحص نظام المياه الرمادية من قبل مؤسسة الصحة الوطنية التي يتوجب عليها رفع تقرير إلى قسم الصحة المحلي في الولاية لتقييم المعلومات الواردة في التقرير.

8-1-9 نيفادا / دائرة الموارد البشرية / قسم الصحة [44]

قد تُستخدم المياه الرمادية لأغراض الري تحت السطحي إذا ما أقرت من قبل السلطة الإدارية المسؤولة. ويجب أن يحصل صاحب المنزل على تصريح حتى يُسمح له ببناء وتركيب نظام المياه الرمادية بحيث يكون النظام مخصص للري تحت السطح فقط. ويجب أن ينطبق على نظام المياه الرمادية الشروط التالية:

1. يجب أن يُستخدم نظام مياه رمادية واحد لكل عائلة.
2. يجب أن لا يُستخدم في التربة التي يكون معدل الصرف فيها أكثر من 50/ سم.
3. يجب أن يحتوي النظام على:
   - محبس (بحيث يسمح بتحويل مجرى المياه الرمادية إلى شبكة الصرف الصحي).
   - خزان لجمع المياه .
   - نظام للري.
4. قد يحتوي النظام على مضخة لنقل المياه إلى نظام الري كما أنه يمكن الاعتماد على الانسياب الطبيعي لنقل المياه إلى شبكة الري بحيث يكون هناك فرق في الارتفاع بين خزان التجميع ونظام الري.
5. يجب أن لا يكون هناك اتصال بين نظام المياه الرمادية ومياه الشرب.
6. يجب أن لا ينتج عن الري أي تجمع للمياه الرمادية.

من المهم أن يكون هناك نموذج طلب لبناء وتركيب نظام المياه الرمادية للري تحت السطحي بحيث يحتوي هذا الطلب على:

1. خريطة تفصيلية للنظام المراد بناؤه أو تركيبه.
2. خريطة تفصيلية عن شبكة الصرف الصحي الموجودة.
3. معلومات عن الاختبارات التي أجريت على نفاذية التربة (percolation).

يجب أن يكون خزان التجميع (Holding Tank) المخصص لجمع المياه الرمادية:

1. عازلاً للمياه ومصنوعاً من مواد صلبة بحيث لا تكون معرّضة للتآكل والتحلل.
2. يجب أن تكون سعته الاستيعابية 190 لتراً على الأقل.
3. يجب أن يحتوي على خط يصرف المياه الفائضة (خط طوارئ)، ويجب أن لا يكون هذا الخط مرتبطاً بمحبس.

تُقدّر كمية المياه الرمادية الخارجة من المنزل إلى نظام المياه الرمادية والمخصصة للري تحت السطح اعتمادا على عدد الغرف في المبنى كما يلي:

1. كمية المياه الرمادية الناتجة من غرفة واحدة حوالي 300 لتر في اليوم.
2. أي غرفة إضافية يتم فصلها تكون الكمية المتوقعة من المياه الرمادية الخارجة منه حوالي 150 لتراً في اليوم.

كمية المياه الرمادية المُستخدمة في الري تعتمد على معدل نفاذية التربة كما في التقسيم التالي:

1. معدل الصرف من 0 – 20 دقيقة/إنش (2.5 سم) وهذا يعني أن الكمية اللازمة من المياه الرمادية هي 380 لتراً .
2. معدل الصرف من 21 – 40 دقيقة/إنش (2.5 سم) أي أن المطلوب هو 150 لتراً من المياه الرمادية.
3. معدل الصرف من 41 – 60 دقيقة /إنش (2.5 سم) أي أن المطلوب هو 230 لتراً من المياه الرمادية.

2-8 أستراليا

استخدام مياه الصرف الصحي المُعالجة بواسطة محطات المُعالجة المركزية انتشر بشكل كبير في استراليا. وتنص القوانين والتنظيمات الأسترالية على أن جميع المياه العادمة المنزلية يجب أن تذهب إلى نظام الصرف الصحي. لذلك فإن إعادة استخدام المياه الرمادية في المنازل مسموح به فقط في المناطق التي لا تخدمها شبكة الصرف الصحي بحيث يكون هذا الاستخدام للمياه الرمادية منظم ومُقيّد بقوانين الصحة المحلية. ولتركيب أي نظام للمياه الرمادية في مدينة كوينزلاند مثلا وخصوصا تلك التي تكون مخصصة لرحض دورات المياه فإنه يجب أن يؤخذ تصريح من السلطات المختصة. وبصورة عامة فإن قوانين وتشريعات الصرف الصحي وتوزيع المياه في استراليا هي قيد المراجعة [13،24].

1-2-8 جنوب استراليا

ازداد الاهتمام بإعادة استخدام المياه الرمادية بشكل كبير في جنوب استراليا، حتى في المناطق المخدومة بشبكة الصرف الصحي وقد حصل بعض الناس على استثناءات من سلطة جنوب استراليا لفصل المياه الرمادية عن شبكة الصرف الصحي ليُعاد استخدامها. وتُعالج أكثر أنظمة المياه الرمادية في جنوب استراليا المياه الرمادية لإعادة استخدامها في رحض دورات المياه [5].

2-2-8 كوينزلاند

تعتبر كوينزلاند من أول من راجع التشريعات والقوانين المتعلقة بالمياه الرمادية. ففي عام 1993 أقرت استراتيجية حماية المياه في الولاية أن المياه الرّمادية تُعتبر مصدرا بديلا للمياه إذ من الممكن استخدامها في رحض دورات المياه على أن يكون من الضروري تجنب حدوث أي تماس مباشر للمياه الرمادية مع الأشخاص.

وهناك العديد من التشريعات التي تحكم وتُدير المياه العادمة وهي تشريعات مبوّبة وموزعة إلى أقسام، فالقسم 93 مثلا من قانون الصحة سنة 1937 يطلب من السلطة المحلية بناء وحماية مصارف الصرف الصحي ومصارف الأمطار بحيث تعمل بشكل لا يؤثر على الصحة ولا يزعج السكان.

والقسم 87 رقم 1 من قانون الصحة سنة 1937 يحدد بقاء المياه الرمادية الخارجة في كمان واحد في المناطق غير المخدومة بشبكة الصرف الصحي بمدة لا تتجاوز 24 ساعة، كما أنه لا يسمح للمياه الرمادية بالجريان لأي منطقة لأنها قد تؤدي إلى تلوث في المياه السطحية وتشكل خروجا على الحدود المرسومة للنظام ويضيف إلى ذلك أنه من المهم عدم السماح بخروج روائح كريهة من المياه الرمادية وذلك بإغلاق خزانات التجميع بشكل جيد وعدم إطالة مدة التخزين [14].

وقد ترتب على هذه الاجراءات أنه حتى الآن لم تُسجّل أي حالة مرضية نتيجة التلامس مع المياه الرمادية على الرغم من الاتساع والانتشار الكبير لإعادة استخدام هذا النوع من المياه. لكن هذا لا يعني بالضرورة عدم إمكانية حدوث أمراض نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية [5].

قانون كوينزلاند للمياه الرمادية والمتعلق بالصحة والسلامة [14، 45]:
حتى يتم استخدام المياه الرمادية بطريقة صحية وآمنة يجب اتباع المتطلبات التالية:

1. عندما تُستخدم المياه الرمادية فوق سطح الأرض باستخدام الري السطحي يجب مُعالجتها لإزالة وتثبيط الكائنات الحية المُمرضة.
2. يجب أن يُتجنب التماس المباشر للإنسان مع المياه الرمادية التي لم تُعالج لقتل الكائنات الممرضة.
3. يجب على نظام المياه الرمادية ومنطقة الاستخدام أن يقعا ضمن حدود الملكية المسموح بها.
4. يجب أن يكون الاستخدام المُقترح للمياه الرمادية متلائم مع الموقع.
5. يجب استخدام عمليات مُعالجة ذات كفاءة عالية للحصول على مياه خارجة ذات جودة عالية وبالتالي يمكن استخدام المياه الخارجة في استخدامات واسعة.
6. يجب أن تكون الإرشادات المتعلقة بالتشغيل والصيانة متوفرة لجميع المستخدمين لنظام المياه الرمادية المُستخدم.
7. يجب على إجراءات الصيانة والتشغيل أن تُراجع وتُفحص بشكل دوري بحيث يتناسب ذلك مع طبيعة ونوع المعالجة ومنطقة الاستخدام.
8. يعتبر الفحص والكشف والتدقيق والتأكد من قبل الحكومة المحلية مرغوبا فيه للأمور التالية:
    - حماية صحة السكان
    - حماية الآبار ومصادر مياه الشرب المختلفة من حدوث تلوث.
    - الصيانة الدورية للنظام بشكل عام.
9. يجب القيام بمُعالجات متقدمة من ضمنها وحدة تطهير إذا كانت المياه الرمادية ستستخدم في رحض دورات المياه.
10. يجب أن تكون نوعية المياه الرمادية المُعالجة والمستخدمة لرحض دورات المياه من الناحية الميكروبية كما يلي:
    - القولونيات المتحملة للحرارة أقل من 1 / 100 مللتر.
    - القولونيات الكلية أقل من 10/ 100 مللتر.

9- النتائج
انتشرت إعادة استخدام المياه الرمادية بشكل كبير في كثير من المناطق الجافة وشبه الجافة وفي تلك المناطق فإن إعادة الاستخدام قد تكون بشكل قانوني أو غير قانوني. وعلى هذا فإنه يجب اللجوء إلى مجموعة من الحلول والطرق لتقليل الآثار السلبية الناتجة عن إعادة استعمال المياه الرمادية على صحة النبات والإنسان. وقد بدأت كثير من السلطات حاليا بتنظيم وتشريع القوانين بحيث تسمح بإعادة استعمال المياه الرمادية.
على الرغم من الانتشار الواسع لإعادة استخدام المياه الرمادية في كثير من البلاد إلا أنه لم يثبت أن المياه الرمادية قد تسببت بأمراض للإنسان لكن هذا لا يعني أن المياه الرمادية لا تسبب الأمراض، فهذا النوع من المياه قد يسبب الأمراض لوجود كميات من الكائنات الحية

الممرضة لذلك يؤدي اتباع الإرشادات والتعليمات الخاصة باستخدام المياه الرمادية إلى منع حدوث أي من الأمراض والتأثيرات السلبية التي قد تنجم عن إعادة استخدام المياه الرمادية.
يقدم الملحق 2 إرشادات تتعلق بإعادة استخدام المياه الرمادية والتي قد تم استخلاصها من القوانين والتنظيمات العالمية والملخصة في القسم 8 من هذه المراجعة بشكل يتناسب مع منطقة شرق البحر المتوسط.

10- المراجع

[1] Assayed. A. 2003. *Preliminary Investigation on Greywater Treatments*. M.Sc. Thesis. Jordan University.

[2] Al-Jayyousi, O.R. 2003. Greywater Reuse: Toward Sustainable Water Management. *Desalination*, 156 (2003): 181-192.

[3] Water CASA, 2003. Residential Greywater Reuse Study; Greywater Reuse Survey: Data & Evaluation of results. Southern Arizona, USA. (Available from www.watercasa.org/research/resindtial/survey.html).

[4] Asano, Takashi. 1998. Wastewater Reclamation, Recycling, and Reuse: An Introduction Wastewater Reclamation and Reuse. Technomic Publishing, Pennsylvania, pp 40.

[5] Emmerson, G. Every Drop is precious: Greywater as an Alternative Water Source, Queensland Parliamentary Library, July, 1998.

[6] Nolde, E. 1999. Greywater Reuse Systems for Toilet Flushing in Multi-storey Buildings-Over Ten Years Experience in Berlin. *Urban Water*, 1: 275-284.

[7] NSW Department of Health, Domestic Greywater Treatment Systems Accreditation Guidelines. Local Government Regulaitons, Australia, April, 2000.

[8] Beaver, P. " Greywater: An alternative water source?, Effluent Reuse and Alternative Treatment Seminar, Townsville, 17-19 May 1995.

[9] Al-Jayyousi, O.R. 2002. Focused Environmental Analysis for Greywater Reuse in Jordan. *Env. Eng. Policy*. 3 (2): 67-73.

[10] Coder, K. 1999. Using Greywater on the Landscape. University of Georgia, College of Agriculture and Environmental Sciences. USA (Available from www.griffin.peachnet.edu/caes/drought/content/gwlands.htm).

[11] Davis, C. 1993. Wastewater Treatment in Australia. *Waste management and Environment*. 4 (10): 26-37.

[12] Health Department of Western Australia, Draft Guidelines for the Reuse of Greywater in Western Australia. July, 2002.

[13] 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)

[14] Natural Resources and Mines, Queensland Government, June, 2003. Guidelines for the Use and Disposal of Greywater in Unsewered Areas. Australia.

[15] Dean, R. B. and Lund, E. Water Reuse. 1981. Water Reuse: Problems and Solutions Academic Press. London.

[16] Dixon, A., Butler, D., and Fewkes, A. 1999. Guidelines for Greywater Re-use: Health Issues. *J.CIWEM*, 13 (October): 322-326.

[17] Jeppersen, B. and Solley, D. 1996. Model Guidelines for Domestic Greywater Reuse for Australia. Research Report No. 107. Urban Research Association of Australia, Brisbane City Council.

[18] Dixon, A., Butler, D., Fewkes, A., and Robinson, M. 1999. Measurement and Modeling of Quality Changes in Stored Untreated Greywater. *Urban Water*, 1 (1): 293-306.

[19] Jeffreson, B., Laine, A., Parsons, S., Stephenson, T., and Judd, S. 1999. Technologies for Domestic Wastewater Recycling. *Urban Water*, 1 (4): 285-292.

[20] Ludwig, A. 1994-2000. Create an Oasis with Greywater. Santa Barbara: Oasis Design.

[21] The Water Conservation Alliance of Southern Arizona, 2001. Greywater Guidelines. Water CASA. Arizona. USA.

[22] David DelPorto and Carol Steinfield, 1999. The Composting Toilet System – A Practical Guide to Choosing, Planning and Maintaining Composting Toilet Systems, a Water Saving,

Pollution-Preventing Alternatives. The Center for Ecological Pollution Prevention (CEPP), Concord, Massachusetts.
[23] EPA, Guidelines for water resue. US Environemntal Protection Agency Report, EPA/625/R-92/004. US Agency for International Development, Washington, 1992.
[24] Ludwig, A. 1995-1999. Builder's Greywater Guide. Santa Barbara: Oasis Design.
[25] Gelt, J. 1999. Home Use of Greywater, Rainwater Conserves Water- and May Save Money. Desert Botanical Garden, Arizona. (From www.dbg.org/center_dl/graywater.html).
[26] Wilson, P., Wheeler, D., and kennedy, D. January 1995. Greywater Guide. Califronai Department of Water Resource, California, USA.
[27] Greywater, Facts about Greywater – what it is, how to treat it, when and where to use it. (From www.greywater.com).
[28] Berry, J. 2000. ECO DESIGN Sustainable Housing. Australia (From www.powrup.com.au/~edesign).
[29] Anda, M., Ho, G., and Mathew, K. 1997. Greywater Reuse: Some Options For Western Australia. Conference Proceedings, Chapter Eight – Technology Stream (From www.rosneath.com.au/ipc6/ch08/anda).
[30] Guidelines for Effluent Quality, 2002. Department of Natural Resources & Mines, Queensland Government, Australia.
[31] US Environmental Protection Agency/US Agency for International Development. Guidelines for water reuse. Washington, DC, Environmental Protection Agency, Office of Wastewater enforcement and Compliance, 1992.
[32] State of California. Wastewater reclamation criteria. Barkeley, CA, Department of Health Service, 1978.
[33] Blumenthal, U., Mara, D., Peasey, A., Ruiz-Palacios, G., and Stott, R. 2000. Guidelines for the Microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising WHO guidelines. Environment and Health, 78 (9): 1104-1119.
[34] Peasey A et al. A review of Policy and standards for wastewater reuse in agriculture: a Latin American perspective. London, Water and Environmental Health at London and loughborough Resource Centre, London School of Hygiene and Tropical Medicine, and Water, Engineering and Development Centre (WEDC), Loughborough University, 1999.
[35] SenBauWohn. 1995. Merkblatt Betriebswassermfzung in Gebauden, Senatsverwaltung fur Bau-und Wohungswesen, Wurttembergische StraBe 6-10, 10707 Berlin.
[36] Department of Environmental Quality – Water Pollution Control. December, 2001. Arizona Administrative Code. Title 18, Ch. 9. Arizona, USA.
[37] Alabama State Board of Health, Bureau of Environmental Services, Division of Community Environmental Protection. 23 December 1998. Rules of State Board of Health Bureau of Environmental Services Division of Community Environmental Protection. Chapter 420-3-1, Onsite Sewage Disposal and Subdivision-Onsite Sewage Systems, Water Supplies and Solid Waste Management. p. 6.
[38] Colorado Department of Health. 1994. Guidelines on Individual Sewage Disposal Systems. p. 6.
[39] State of Florida, Department of Health. 3 March 1998. Chapter 64E-6, Florida Administrative Code, Standards for On-Site Sewage Treatment and Disposal Systems. p. 31.
[40] Florida Administrative Code. 13 February 1997. Standards for On-Site Sewage Treatment and Disposal Systems, Chapter 10D-6.
[41] Hawaii Department of Health. 30 August 1991. Amendment and Compilation of Chapter 11-62. p. 62-23.
[42] Idaho Division of Environmental Quality. 25 October 1996. Technical Guidance Manual for Individual Subsurface Sewage Disposal Systems. p. 1-4.
[43] Michigan Department of Public Health. July 1986. Guidelines for Acceptable Innovative or Alternative Waste Treatment Systems and Acceptable Greywater Systems. p. 2.

[44] Nevada Adopted Regulation R 129-98. February 1998. p. 59-61.
[45] Environmental Development Services. December, 2000. Richmond Valley, On-site Sewage Management. Development Control Plan, No. 11.
[46] Carr, Richard (2001) Excreta-related infections and the role of sanitation in the control of transmission; water quality guidelines, Standards and Health; Assessment of risk and risk management for water-related infectious diseases, Geneva, WHO.

11- الملاحق

ملحق 1- مصطلحات

الطلب الكيميائي الحيوي على الأوكسجين (BOD_5): مقياس بين مقدار استهلاك الأوكسجين في مياه الفضلات من قبل الكائنات الحية الدقيقة الناتجة عن عملية التحليل.

الحمأة (Sludge): الجسيمات أو الدقائق المترسبة أثناء المعالجة الأولية والثانوية، والمؤلفة من المواد الصلبة والبكتيريا الناتجة عن عملية التحليل العضوي .

شبكة الصرف الصحي: شبكة جمع ونقل وتصريف مياه فضلات كل من المنازل والمصانع والمحال التجارية.

شبكة صرف مياه الأمطار: شبكة جمع ونقل وتصريف مياه الأمطار من الشوارع وأسطح البيوت وما شابه.

1- تمهيد

تعتبر المياه بجميع أنواعها وحالاتها من أهم المصادر الطبيعية اللازمة لتوفير الاحتياجات الضرورية للحياة واستمرارها. فإذا كانت كمية المياه مناسبة فإن نوعيتها لا تشكل عائقا أساسيا للاستفادة منها نظرا لإمكانية معالجتها بدرجات متفاوته لتتناسب في النهاية مع غاية الاستعمال.

تقوم الكثير من الأسر باستخدام مياه عذبة لري الحدائق المنزلية مما يؤدي إلى استغلال كميات كبيرة من المياه العذبة الصالحة للشرب في استخدامات لا تحتاج إلى مياه ذات جودة عالية، فإيجاد مصدر مائي بديل للاستخدامات المنزلية المختلفة والتي تستهلك كميات كبيرة من المياه العذبة أصبح من القضايا المهمة في إدارة المصادر المائية.

تشكل المياه الرمادية تقريبا 60% من كمية مياه الصرف الصحي الإجمالية و ذلك يعني أنه إذا تم استغلال هذه الكمية الكبيرة من المياه في الاستخدامات المنزلية المختلفة كري المزروعات ورحض دورات المياه، فإن هذا يؤدي إلى توفير كميات كبيرة من المياه العذبة.

2- المياه الرمادية (Greywater)

يمكن تعريف المياه الرمادية بأنها مياه الصرف الصحي الناتجة عن استعمالات المياه المنزلية المختلفة عدا مياه المراحيض ومياه المطبخ ومياه شطافات الطهارة (المياه السوداء Blackwater) فهي إذن المياه الناتجة من حوض الاستحمام والدش ومغاسل الأيدي ومن غسيل الملابس.

3- فوائد إعادة استخدام المياه الرمادية

1. التوفير من استعمالات مياه الشرب: يمكن في كثير من الأحيان للمياه الرمادية أن تشكل بديلا لمياه الشرب في العديد من الاستعمالات حيث أن كثيراً من الناس يستخدمون مياه الشرب النقية لري المزروعات أو لنشاطات أخرى لا تحتاج إلى مياه ذات جودة عالية كما هي في مياه الشرب ففي مثل هذه الحالات يمكن استخدام المياه الرمادية كبديل.
2. تقليل الحمل على الحفر الامتصاصية: كثير من المدن والمناطق تكون غير مخدومة بنظام للصرف الصحي بحيث يوجد في كل منزل حفرة امتصاصية تتجمع فيها مياه الصرف الصحي الخارجة من المنزل وفي مثل هذه الحالة فإن إعادة استخدام المياه الرمادية يقلل من الحمل على هذه الحفر. أما في المناطق المخدومة بنظام صرف صحي فإن إعادة استخدام المياه الرمادية يقلل من الضغط على شبكة الصرف الصحي وبالتالي يمكن ربط عدد أكبر من السكان على شبكة الصرف الصحي بدون أي تعديل على خطوط الشبكة.
3. إستغلال العناصر الغذائية في المياه الرمادية في نمو النبات وتقليل كلفة استخدام الأسمدة: حيث تحتوي المياه الرمادية على كثير من العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات، فإذا تم استغلال المياه الرمادية بصورة صحيحة ومدروسة فقد نستطيع استغلال هذه العناصر وبالتالي تقليل استخدام الأسمدة الصناعية مما يؤدي إلى تقليل كلفة المنتج الزراعي، والذي يعتبر مكسباً اقتصادياً جيداً.

4- أين يمكن استخدام المياه الرمادية؟

1. في ري الحدائق.
2. في الشلالات والنوافير الترفيهية.
3. في ري المسطحات الخضراء (النجيل).

4. في غسيل السيارات.
5. في رحض دورات المياه – Toilet Flushing

5- التلوث المِكْروبي والكيميائي في المياه الرمادية

أولا: التلوث المِكْروبي:

يُقاس المحتوى المِكْروبي للمياه الرمادية بوجود القولونيات المتحملة للحرارة (Thermotolerant Coliforms). والقولونيات المتحملة للحرارة هي كائنات مقاومة للحرارة ويعتبر وجودها مؤشراً لوجود ممرضات معوية مثل السالمونيلا، وأكثر الأصناف إنتشارا هي الإشريكية القولونية (E. Coli).

تتراوح كمية القولونيات المتحملة للحرارة في المياه الرمادية من 10^2 – 10^7 / 100 مللتر حيث يعتمد عددها على عدة عوامل منها: وجود أطفال في المنزل ومدى تلوث الملابس المغسولة والنظافة الشخصية لكل فرد من أفراد الأسرة.

ثانيا: التلوث الكيميائي:

تحتوي المياه الرمادية على كثير من العناصر الغذائية التي قد تكون مفيدة جدا إذا ما استُغلت بطريقة صحيحة ومدروسة، حيث تقوم هذه العناصر مقام السماد الصناعي الذي يُستخدم لتزويد النبات بالعناصر الغذائية المختلفة.

6- طُرق إعادة استخدام المياه الرمادية

تتراوح طرق إعادة استخدام المياه الرمادية بين طرق ذات كلفة متدنية مثل طرق المعالجة الأولية والتي تعمل على إزالة وغربلة المياه الرمادية من القطع الصلبة الخشنة والكبيرة إلى طرق أكثر كلفة مثل أنظمة المعالجة الثانوية وأنظمة التطهير المختلفة بحيث تصل المياه الخارجة إلى معايير عالية تسمح باستخدامها بالري عن طريق الرشاشات والتنقيط كما تسمح باستخدامها في رحض دورات المياه وغسيل السيارات.

أنواع أنظمة المياه الرمادية:

أولا: أنظمة التحويل الأولية (Primary Diversion Systems): حيث يُستخدم فيها مرشح بسيط لإزالة الأجزاء الصلبة وإزالة بعض الزيوت والرغوة التي تكون في المياه الرمادية، وهذه الأنظمة أكثر انظمة المياه الرمادية شيوعا كونها مجدية اقتصاديا ويمكن تشغيلها وصيانتها من قبل صاحب المنزل (أو أي مستخدم عادي).

ثانيا: أنظمة المعالجة الثانوية (Secondary Treatments systems): تعمل أنظمة المعالجة الثانوية على إزالة كميات من المواد الصلبة العالقة التي توجد في المياه الرمادية والتي لم تزل في نظام المعالجة الأولية. بالإضافة إلى ذلك فإن هذا النظام يعمل على إزالة كميات من المواد العضوية. ويُمكن استخدام المياه الرمادية المُعالجة بهذا النوع من الأنظمة في طرق الري السطحي المختلفة.

ثالثا: وحدة التطهير (Disinfection): هذه الوحدة تعمل على تثبيط نشاط الكائنات الممرضة في المياه الرمادية بحيث تعطي المستخدم فرصة لاستخدام المياه الرمادية المُعالجة في استخدامات منزلية مثل رحض دورات المياه وغسيل السيارات.

7- استخدام المياه الرمادية بطريقة صحية تحافظ على صحة الإنسان والنبات والبيئة

الصنف الأول: لري أشجار الزينة و أشجار الفاكهة والمحاصيل العلفية:

- تكفي وحدة معالجة أولية لهذا الغرض. وهذه الوحدة رخيصة الثمن و تحتاج إلى صيانة قليلة.
- من المهم جدا تحديد كمية المياه التي يحتاجها النبات (أشجار فاكهة وزينة وعلفية) بدقة، كما يجب تحديد نوع التربة قبل الري. وبخلاف ذلك قد تتجمع المياه وتنفذ إلى المياه الجوفية.
- يجب تجنب التلامس البشري المباشر مع المياه الرمادية، لذلك يُفضل أن تستخدم طرق الري تحت السطحي (subsurface irrigation) . **وإلا** قد تنتقل البكتيريا للإنسان مسببة بعض الأمراض. (يسمح بالري السطحي بالتنقيط في حالات خاصة).
- توخي الحيطة والحذر بحيث نمنع دخول أية مواد غير مرغوب فيها إلى نظام المياه الرمادية وبخاصة عند استخدام انظمة التحويل الأولية.
- يجب أن تُدرس كمية العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات والتي تحتاجها التربة قبل الري بالمياه الرمادية. وإلا قد تتجمع العناصر الغذائية في التربة مسببة ما يُعرف بسمية التربة.
- المياه الرمادية صالحة لري نباتات الزينة والأعلاف وأشجار الفاكهه عموما ولكن لا يعني هذا عدم دراسة خصائص النبات من حيث قدرته على العيش في ظروف التربة القاعدية والمالحة.
- يلائم الري بالمياه الرمادية بعض النباتات مثل: شجر الدُفلى والنخيل والسرو والصنوبر والورد والبلوط والحصلبان وحشيشة السودان (علفي) وحشيشة البرمودا (علفي) وأشجار الزيتون وأشجار الحمضيات وأشجار اللوزيات (nuts).
- يجب أن يُصمم نظام المياه الرمادية بحيث يُراعى فيه المسافات العازلة الأفقية بين النظام وممرات المشاه ومناطق التسلية والترفيه والمسافات العازلة العمودية بين نقطة استخدام المياه الرمادية وسطح المياه الجوفية. ففي هذا الصنف (ري أشجار الفاكهة و نباتات الزينة والأعلاف) يجب أن يبعُد النظام مترين (على الأقل) عن ممرات الأشخاص ومناطق التسلية والترفيه. كما يجب أن لا تقل المسافة العمودية من نقطة استخدام المياه الرمادية إلى سطح المياه الجوفية عن متر ونصف (1.5 متر).
- يجب تجنب تخزين المياه الرمادية.
- نوعية المياه الرمادية التي يجب أن تُستخدم ضمن هذا الصنف هي كما يلي:

  المتطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين (BOD_5): < 240 ملغم /لتر [1]

  المواد الصلبة العالقة (TSS): < 140 ملغم / لتر [2]

  القولونيات المتحملة للحرارة (Thermotolerant Coliforms) ≤ 1000 لكل 100 مللتر [3]
- عدد العينات المتوجب جمعها هي كما يلي: [4]

  المتطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين: عينة شهريا

  المواد الصلبة العالقة: عينة شهريا

  القولونيات المتحملة للحرارة: عينتان شهريا

الصنف الثاني: ري الخضراوات النيئة:

- هذا الصنف من الخضراوات تكون فوق سطح الأرض فقط ولا يحدث تلامس مباشر للمياه الرمادية مع الجزء المأكول منها.
- يلزم نظام معالجة ثانوية حتى يتم تقليل كمية المواد العضوية والقولونيات المتحملة للحرارة.
- يجب أن يُصمم نظام المياه الرمادية بحيث يُراعى فيه المسافات العازلة الأفقية بين النظام وممرات المشاه ومناطق التسلية والترفيه والمسافات العازلة العمودية بين نقطة استخدام المياه

الرمادية وسطح المياه الجوفية. ففي هذا الصنف (ري أشجار الفاكهة و نباتات الزينة والأعلاف) يجب ان يبعد النظام مترين (على الاقل) عن ممرات الأشخاص ومناطق التسلية والترفيه. كما يجب أن لا تقل المسافة العمودية من نقطة استخدام المياه الرمادية إلى سطح المياه الجوفية عن 60 سم.

- يجب دراسة العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات والتي تحتاجها التربة قبل الري بالمياه الرمادية. وإلا قد تتجمع العناصر الغذائية في التربة مسببة سمية التربة.
- دراسة خصائص النبات من حيث قدرته على العيش في ظروف التربة القاعدية والمالحة.
- نوعية المياه الرمادية التي يجب أن تستخدم ضمن هذا الصنف هي كما يلي:
  المتطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين: < 20 ملغم /لتر [4]
  المواد الصلبة العالقة: < 20 ملغم / لتر [4]
  القولونيات المتحملة للحرارة ≥ 200 لكل 100 مللتر [3]
- عدد العينات المتوجب جمعها هي كما يلي: [4]
  المتطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين: عينتان شهريا
  المواد الصلبة العالقة: عينتان شهريا
  القولونيات المتحملة للحرارة: عينة لكل أسبوعين

الصنف الثالث: رحض دورات المياه:

- يجب استخدام وحدة معالجة ثانوية بالإضافة إلى وحدة تطهير.
- نوعية المياه الرمادية الي يجب أن تستخدم ضمن هذا الصنف هي كما يلي:
  المتطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين: < 10 ملغم /لتر [5]
  المواد الصلبة العالقة: < 10 ملغم / لتر.
  القولونيات المتحملة للحرارة ≥ 10 لكل 100 مللتر [6]
- عدد العينات المتوجب جمعها هي كما يلي:
  المتطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين: عينة لكل أسبوع
  المواد الصلبة العالقة: عينة لكل أسبوع
  القولونيات المتحملة للحرارة: عينة لكل أسبوع

جدول 1: الحد المسموح به لإعادة استعمال المياه الرمادية تبعاً للاستعمال

الفحص	الحد المسموح به تبعاً للاستعمال		
	ري أشجار الزينة وأشجار الفاكهة والمحاصيل العلفية	ري الخضراوات النيئة	رحض دورات المياه (Toilet Flushing)
المتطلب الكيميائي الحيوي على الأكسجين (BOD_5) ملغم /لتر	< 240	< 20	< 10
عدد مرات الاعتيان	عينة شهريا	عينتان شهريا	عينة لكل أسبوع
المواد الصلبة العالقة (TSS) ملغم /لتر	< 140	< 20	< 10
عدد مرات الاعتيان	عينة شهريا	عينتان شهريا	عينة لكل أسبوع
القولونيات المتحملة للحرارة* Thermotolerant Coliforms / 100 مللتر	≥ 1000	≥ 200	≥ 10
عدد مرات الاعتيان	عينتان شهريا	عينة لكل أسبوعين	عينة لكل أسبوع

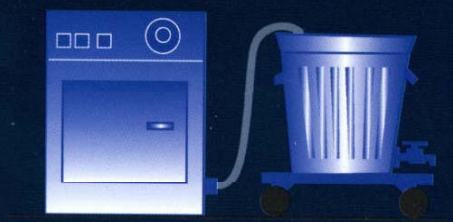
* تحبذ الدراسات العلمية استخدام الاشريكية القولونية كمؤشر ودالة على التلوث الغائطي، وتشكل الاشريكية القولونية حوالي 90% من القولونيات البرازية (مستشار نقل التكنولوجيا في CEHA)

8. تنظيمات وقوانين مُقترحة لإعادة استعمال المياه الرمادية

1. يجب على الجهة البيئية والصحية المختصة أن تقوم بعمل خطة إدارية شاملة لإعادة استخدام المياه الرمادية الخارجة من المنازل والمرافق التجارية والعامة.
2. يجب على الدوائر المعنية بصحة البيئة في الدولة أن تقوم بإجراء مراجعة لأنظمة المياه الرمادية العاملة بحيث تُؤخذ بعين الاعتبار كل الأمور البيئية التي تشمل آثار إعادة الاستخدام على المياه الجوفية والسطحية كما يجب أن تُدرَس خبرة الدول الأخرى في مجال إدراة وإعادة استخدام المياه الرمادية.
3. يجب أن يُحدّد نوع النبات ونوع نظام المياه الرمادية ونوع نظام الري، لأن القوانين قد تختلف حسب نوع النبات ونوع نظام الري (تحت السطحي أو ري سطحي).
4. يجب أن يحتوي النظام على خزان تجميع بحيث يعمل على ترسيب المواد الصلبة كما يجب أن يكون هذا الخزان غير نفاذ للماء.
5. يجب أن يُمنَع تخزين المياه الرمادية لفترات طويلة بحيث لا تتجاوز مدة التخزين 12 ساعة، وأي زيادة في مدة التخزين سوف تؤدي إلى تضاعف كميات البكتيريا الموجودة في المياه الرمادية.
6. يجب أن يُصمم نظام المياه الرمادية بشكل يتناسب وكمية الاستهلاك اليومي.
7. يجب أن يكون استخدام المياه الرمادية المُعالجة ضمن حدود الملكية المسموح بها.

8. يجب وضع لافتات على المنطقة المروية بالمياه الرمادية خصوصا عند استخدام أنظمة المعالجة الأولية.
9. يجب فحص وصيانة نظام المياه الرمادية من قبل شخص مختص.
10. يجب أن تؤخذ عينات من المياه الرمادية المُعالجة (Effluent) بشكل دوري (إما أسبوعي أو شهري حسب غاية الاستعمال) بحيث يُقاس فيها المتطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين (BOD_5) والمواد الصلبة العالقة و القولونيات المتحملة للحرارة (Thermotolerant Coliforms).
11. يجب وضع نظام إنذار عند استخدام مضخة في نظام المياه الرمادية بحيث تُعطي إنذارا صوتيا وضوئيا إذا ما تعطلت المضخة.

(1) Department of Natural Resources & Mines, (2002) "Guidelines for Effluent Quality". Queensland, Australia
(2) Department of Natural Resources & Mines, (2002) "Guidelines for Effluent Quality". Queensland, Australia & Jordanian Standards for Reclaimed Domestic Wastewater (2002).
(3) Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture, WHO, (1989).
(4) Department of Natural Resources & Mines, (2002) "Guidelines for Effluent Quality". Queensland, Australia & Jordanian Standards for Reclaimed Domestic Wastewater (2002).
(5) Guidelines for Service Reuse. Berlin, Germany, (1995) & Guidelines for Water Reuse, US Environmental Protection Agency (EPA), (1992).
(6) Report on Reuse of Treated Wastewater, Tokyo, Japan (1995)



تشكل المياه الرمادية معظم مياه الصرف الصحي التي تُنتج يوميا فهي تُشكل تقريبا 60% من كمية مياه الصرف الصحي الإجمالية المنزلية. إن المياه الرمادية تُستخدم في كثير من الأغراض منها: ري الحدائق، التلالات والنوافير الترفيهية، ري المروج الخضراء، غسيل السيارات ورحض دورات المياه.

يمكن توفير كمية كبيرة من المياه العذبة المخصصة للشرب إذا ما تم استغلال وإعادة استخدام المياه الرمادية ، فإعادة استخدام هذه المياه يؤدي تقريبا إلى توفير 40% من كمية الاستهلاك الكلي من المياه العذبة للأسرة الواحدة.

تستطيع الهيئات المائية أن توفر مبالغ مالية كبيرة نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية، فإعادة استخدام المياه الرمادية تقلل من كمية المياه العادمة التي تتدفق في خطوط الصرف الصحي وبالتالي يقل الضغط على هذه الخطوط فتصبح خطوط شبكة الصرف الصحي قادرة على استيعاب مياه عادمة ناتجة من تعداد سكاني أكثر مما يؤدي إلى إبقاء الشبكة صالحة للعمل بكفاءة عالية وبدون أي تعديل إضافي عليها قد يُحمّل الدولة تكاليف إضافية.