معالجة المياه الرمادية

دليل إعادة استعمالها في ريّ الحدائق المنزلية

Lebanese Appropriate Technology Association **LATA**
الجمعية اللبنانية للتكنولوجيا الملائمة

المنشورات التقنية

التكنولوجيا الملائمة
تطبيقات عملية
22

COOPERAZIONE ITALIANA
ROSS Emergency Program

GVC

Greywater Treatment and Reuse for Water and Food Security

Edited by: Boghos Ghougassian

Abstract

This technical manual aims at introducing and defining greywater and bringing in the concept of its treatment and re-use in agriculture, at the household level, in order to reduce poverty by securing water for irrigation.

This booklet also presents some of the existing technologies for domestic greywater treatment and provides practical instructions to enable the households to install a four-barrels type greywater treatment system on self-help basis.

معالجة المياه الرمادية وإعادة استعمالها في ريّ الحدائق المنزلية

خلاصة

ان الهدف من هذا الكتيب هو التعريف بالمياه الرمادية وادخال مفهوم اعادة استعمال هذه المياه في الزراعة المنزلية للحد من تدهور الأراضي وتأمين المياه للري واستغلال كل قطرة مياه تهدر من دون ان يستفاد منها.

كما يعرض هذا الكتيب بعض التكنولوجيات المتبعة لمعالجة المياه الرمادية المنزلية ويقدم طريقة عملية تمكن الفرد من تركيب نظام معالجة من طراز البراميل الأربعة بنفسه.

طبع هذا الكتيب الذي يتناول معالجة المياه الرمادية واعادة استعمالها لري الحدائق المنزلية، بدعم من برنامج ROSS-2 التابع لمنظمة التعاون الايطالي والمخصص لجنوب لبنان وبتنفيذ مشترك من قبل الجمعية اللبنانية للتكنولوجيا الملائمة (LATA) وجمعية العمل المدني التطوعي (GVC) الايطالية.

This users guidebook on greywater treatment and reuse was produced in the domain of ROSS-2 program of Italian Cooperation for South Lebanon and implemented jointly by LATA and GVC - Gruppo di Volontariato Civile of Italy.

المحتويـــــــــــــات

مقدمة 7

1. ادارة الطلب على المياه: نقص الموارد المائية التقليدية 7

1.1 الوضع العام للمياه المتوافرة للانسان 7

2.1 وضع المياه في لبنان 8

2. استعمال المياه الرمادية في العالم والمنطقة العربية ولبنان 9

1.2 المياه الرمادية... ما هي؟ 9

2.2 في العالم 10

3.2 في المنطقة العربية 10

4.2 في لبنان 12

3. المياه الرمادية: مراعاة مقاييس منظمة الصحة العالمية 13

1.3 مميزات المياه الرمادية 13

2.3 الكميات 14

3.3 التركيب 14

4.3 الخصائص الفيزيائية والكيميائية 15

5.3 الأحياء المجهرية 16

6.3 الوضع التشريعي 17

4. تكنولوجيات معالجة المياه الرمادية 17

1.4 نظام الأربعة أو الثلاثة براميل القياسي 17

2.4 نظام الحوض المحصور 18

3.4 حاجز الدهون المتبوع بحفرة امتصاصية 19

4.4 الحديقة البرجية 19

5.4 حوض التجميع المتبوع بفلتر رملي 20

6.4 نظام البرميلين 20

7.4 فلتر الرمل والفحم الحجري (خاص بمياه الاستحمام الرمادية) 20

5. أين تكون معالجة المياه الرمادية قابلة للتطبيق؟ 21

1.5 فوائد استعمال المياه الرمادية في الزراعة المنزلية 21

2.5 عقبات في تركيب نظام معالجة المياه الرمادية 22

6. تركيب نظام معالجة المياه الرمادية القياسية المكون من 4 براميل 23

1.6 وصف النظام 23

2.6 شروط ضرورية لتركيب نظام معالجة المياه الرمادية 23

3.6 المواد المطلوبة 24

4.6 أي منزل يجب أن يركب نظاماً لمعالجة المياه الرمادية؟ 25

5.6 الفحوص المخبرية 26

6.6 نصائح فعالة لصيانة نظام المعالجة 26

7.6 ماذا يجب أن أفعل وماذا لا يجب فعله؟ 27

8.6 المشاكل التي تُواجَه عموماً والحلول المقترحة 28

مصطلحات مائية ومعلومات إضافية 29

مراجع 33

اعداد:
الجمعية اللبنانية للتكنولوجيا الملائمة **(LATA)**
ص.ب. 5474 ـ 113 بيروت ـ لبنان
هاتف: 321800 ـ 1(961+)، فاكس: 321900ـ1 (961+)
E-mail: latassociation@yahoo.com
www.mectat.com.lb

بالتعاون مع:

COOPERAZIONE ITALIANA
ROSS Emergency Program

GVC

فريق العمل:

بوغوص غوكاسيان (إشراف)، **شربل محفوض** (بحث)، **عماد فرحات** (تحرير)، **ماغي ابوجوده** (تنفيذ الكتروني)

الطبعة الثانية
بيروت 2009
جميع الحقوق محفوظة ©
المنشورات التقنية
ISBN 9953-437-27-0

يمنع نقل هذا الكتيب أو أي جزء أو نص منه على شكل مطبوع أو مذاع أو مسجل على أشرطة، في الصحف أو المجلات أو الكتب أو النشرات أو الإذاعة أو التلفزيون أو الكمبيوتر أو الإنترنت أو أي وسيلة نشر أخرى، قبل الحصول على موافقة خطية من مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة. وستتخذ الإجراءات القانونية بحق كل مخالفة لهذه الحقوق.

Middle East Centre for the Transfer of Appropriate Technology (MECTAT) is a private and non-profit environmental resource centre, promoting environmentally friendly technologies and environmental awareness for sustainable development.

Established in November 1982 in Beirut, MECTAT financially depends on consultancy services, which are rendered against fees, and sponsorship of its projects.

Since 2003 MECTAT has become the environmental resource centre of the **Lebanese Association for the Appropriate Technology (LATA).**

MECTAT disseminates environmentally sound and affordable technologies in disadvantaged areas to assist the local communities to attain sustainable development. In this regard, MECTAT promotes various environmentally friendly technologies in the fields of renewable energy, waste management, health and sanitation, water supply, alternative agriculture, food processing and preservation, environmental management and income generating activities for women.

After research and field testing of these technologies, they are transferred to beneficiaries through training and dissemination of technical information, which include do-it-yourself manuals, posters, films and video clips, lectures, interviews, exhibitions and other means. MECTAT is member of many international appropriate technology and environmental networks and cooperates with over 100 institutions worldwide.

P.O.Box: 113-5474, Beirut, Lebanon
Tel: +961-1-321800, Fax: +961-1-321900
E-mail: mectat@mectat.com.lb
www.mectat.com.lb

President: Najib W. Saab
Co-ordinator: Boghos Ghougassian

مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة هو مصدر معلومات بيئية ذو تمويل خاص ولا يتوخى الربح، هدفه تطوير وتعميم التكنولوجيات الصديقة للبيئة والتوعية البيئية من أجل تنمية مستديمة.

تم تأسيس المركز عام **1982** في بيروت. ويقوم بأعمال استشارية لمنظمات دولية ووزارات وهيئات أخرى، كما يتولى دورات تدريبية في رعاية هذه المنظمات.

ومنذ عام **2003**، أصبح مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة مصدر معلومات بيئية **للجمعية اللبنانية للتكنولوجيا الملائمة.**

ويعمّم مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة أساليب بيئية ناجحة وممكنة ومبسّطة، لمساعدة المجتمعات الريفية على تحقيق قدر من الاعتماد على النفس والاكتفاء الذاتي في تأمين حاجاتها الأساسية، مع المحافظة على البيئة المحلية وتنميتها. ويشمل عمل المركز تقديم تقنيات صديقة للبيئة في مجالات الطاقة المتجددة، وادارة النفايات، والصحة والمياه، والزراعة البديلة، وحفظ الطعام، والادارة البيئية، والنشاطات التي توفر دخلاً للنساء.

وتشمل نشاطات المركز الأبحاث والتدريب ونشر المعلومات عبر الكتب والملصقات والأفلام البيئية والدوريات والمحاضرات والمقابلات والمعارض.

ومركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة عضو في كثير من الشبكات العلمية العالمية المهتمة بالتكنولوجيا الصديقة للبيئة، كما يتعاون مع أكثر من مئة مؤسسة دولية مختصة.

صندوق البريد: **5474-113** بيروت-لبنان
هاتف: **321800 – 1 (961+)**، فاكس: **321900 – 1 (961+)**
E-mail: mectat@mectat.com.lb
www.mectat.com.lb

الرئيس: **نجيب وليم صعب**
المنسق: **بوغوص غوكاسيان**

معالجة المياه الرمادية وإعادة استعمالها في ريّ الحدائق المنزلية

مقدمة

مع النمو السكاني والطلب المتزايد على الماء، أصبح ملحاً ايجاد طرق جديدة وابداعية لضمان الادارة المستدامة لمصادر المياه. ومن أبرز هذه الطرق اعادة استعمال المياه الرمادية في الزراعة المنزلية.

تمثل المياه الرمادية حوالى 50 ـ 80 في المئة من مجمل مياه الصرف المنزلية، فيبدو من غير المنطقي ان لا تتم الاستفادة من هذه الكميات الضخمة بعد معالجتها في ري بعض المزروعات والأشجار، خاصة وأن المياه المخصصة للري هي في شح متزايد من عام الى آخر.

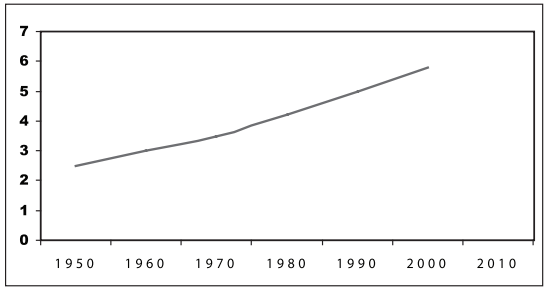
ان الهدف من هذا الكتيب هو التعريف بالمياه الرمادية وادخال مفهوم اعادة استعمال هذه المياه في الزراعة المنزلية للحد من تدهور الأراضي وتأمين الماء للري واستغلال كل قطرة مياه تهدر من دون ان يستفاد منها.

كما يعرض هذا الكتيب بعض التكنولوجيات المتبعة لمعالجة المياه الرمادية المنزلية ويقدم طريقة عملية تمكن الفرد من أن يركب بنفسه نظام معالجة من طراز البراميل الأربعة.

1. ادارة الطلب على المياه: نقص الموارد المائية التقليدية

1.1 الوضع العام للمياه المتوافرة للانسان

مع تزايد الناس (6,6 مليارات نسمة سنة 2008) الذين يحتاجون الى طعام ومزيد من المنازل ومزيد من الطرقات ومزيد من السيارات، فان هذه جميعاً تزيد الطلب على المياه العذبة النظيفة، وبالتالي تتأثر أغلبية القطاعات الاجتماعية خاصة الزراعة والصناعة. وفي العقود الأخيرة بدأ الناس يشعرون بمحدودية امداداتهم المائية. اضافة الى أن ظاهرة تغير المناخ وتلوث البحيرات ومجاري المياه والافراط في السحب من مصادر المياه الجوفية وتلوثها تتسبب في بعض المناطق بانخفاض حاد في كمية المياه المتاحة.



الشكل 1: تزايد عدد سكان الكرة الأرضية بالمليارات ابتداء من عام 1950

ومع ذلك، فان الكمية الضئيلة المتوافرة من المياه يجري تقاسمها بشكل غير متكافىء بين البلدان والمناطق والناس.

ان شح المياه يهددنا جميعاً من دون استثناء ويهدد سبل عيشنا وأحياناً يعرض حياتنا للخطر. فهو يسبب المرض ويعيق مشاريع التنمية ويعمق التفاوت في الدخل وفرص العمل ويهدد المجتمعات.

وللتصدي لشح المياه هيمنت على السياسات المائية في العقود الماضية مشاريع البنى التحتية الكبيرة مثل السدود والخزانات ومحطات تحلية مياه البحر ومحطات معالجة المياه المبتذلة. لكن ادارة الطلب على المياه هي المفهوم الجديد الذي يستخدم لتغيير نظرة الناس وسلوكهم تجاه استعمال المياه.

اذا نظرنا من الفضاء الى كوكب الأرض نرى أن في غالبيته يغمره اللون الأزرق، فلا عجب أن تشكل المياه غطاء لـ 70 في المئة من سطح الأرض، ويقدر حجمها الاجمالي بـ 1,4 مليون كيلومتر مكعب. أما المياه العذبة فتشكل نسبة ضئيلة هي 3 في المئة مقابل ما يقارب 97 في المئة من المياه المالحة في المحيطات والبحار. وأقل من نصف في المئة من المياه العذبة هي في متناول البشر، وهي المياه المتوافرة في الينابيع والأنهار والبحيرات والأحواض الجوفية القليلة العمق.

لذلك فان التحدي الكبير هو كيفية ادارة هذه الكمية القليلة والثابتة من المياه، فيما

الشكل 2: تغطي المياه ثلاثة أرباع سطح الأرض وتتشكل هذه المياه حسب النسب أعلاه

الطلب على المياه يتزايد نتيجة النمو السكاني.

تعاني المدن في البلدان النامية من نمو لا نظير له وتزايد سريع في الامدادات المائية وانتشار التمديدات الصحية التي سوف تستمر في تصريف كميات متنامية من المياه المبتذلة، مما يعني مزيداً من هدر المياه ومزيداً من تلويث البيئة.

من هنا بدأ العالم يبحث عن موارد غير تقليدية للمياه لأن الموارد التقليدية باتت مهددة بالأنحسار. فأصبحت الموارد المائية تقسم الى نوعين: الموارد المائية التقليدية وهي مجموع المياه العذبة السطحية والجوفية، والموارد غير التقليدية ومن أبرزها تحلية مياه البحر، وتجميع مياه الأمطار، ومياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة التي على رغم أنها تحمل البعض على الغثيان، تعتبر، اذا استعملت بطريقة سليمة، ذات قيمة عالية في البلدان التي تشح فيها المياه لفترات طويلة مثل الدول الأفريقية.

إنّ تبني الموارد المائية غير التقليدية، مثل المياه الرمادية المنزلية، لحماية مصادر المياه من الشح في بلدان المناطق الجافة هو أمر حتمي. فمع النمو السكاني والطلب المتزايد على المياه، أصبح ملحاً ايجاد طرق جديدة ومبتكرة لضمان الإدارة المستدامة لمصادر المياه. ومن أبرز هذه الطرق اعادة استعمال المياه الرمادية في الزراعة المنزلية.

تستهلك الزراعة أكبر حصة من المياه المتوافرة في العالم العربي. لكن التوسع العمراني والصناعي أدى الى تناقص حصة المياه المخصصة للزراعة، مما دفع العديد من الدول الى معالجة مياه الصرف الصحي واعادة استعمالها للري. ففي دول الخليج تتم معالجة حوالى **400** مليون متر مكعب من مياه الصرف الصحي سنوياً، في مقابل **200** مليون متر مكعب في دول المشرق، وتستعمل هذه المياه للري، وخصوصاً الأشجار الحرجية.

2.1 وضع المياه في لبنان

في لبنان، البلد الذي يعتبر من أغنى البلدان بالمياه نسبة الى مساحته من بين جيرانه في الشرق الأوسط، وضعت خطة رسمية لعشر سنوات لتأمين موارد اضافية بالتخزين السطحي والجوفي، اذ يوجد اجماع على أنه سيكون هناك نقص في كميات المياه المطلوبة لأن غالبية مياه الأمطار والأنهر تهدر على الطرقات وفي البحر وبالتبخر والى البلدان المجاورة.

الجدول 1

التوازن المائي السنوي في لبنان (وزارة الزراعة، 2003)

	الوصف	معدل التدفق السنوي	
		مليون متر مكعب	%
داخل	هطول الأمطار	**8600**	**100**
خارج	التبخر	4300	50
	هدر المياه الجوفية والسطحية الى البحر	880	10
	هدر المياه الجوفية الى البلدان المجاورة	150	1,7
	هدر الى سورية		
	نهر العاصي	415	4,8
	النهر الكبير	95	1,1
	هدر الى فلسطين		
	نهر الحاصباني	160	1,8
	المجموع	**6000**	**70**
توافر المياه للاستعمال	المياه الجوفية المتوافرة للاستهلاك	400	4,6
	المياه السطحية المتوافرة للاستهلاك	2200	25,5
	المجموع	**2600**	**30**

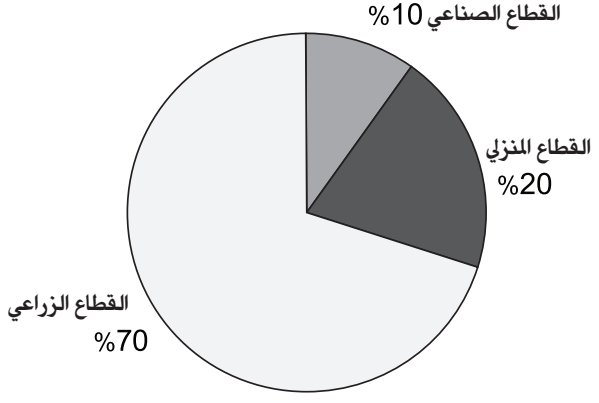
مناخ وجغرافيا لبنان يفرضان خسارة معظم مياهه المتجددة التي يذهب القسم الأكبر منها هدراً بالتبخر والتعرق (50%)، ويضيع من هذه الكمية 10 في المئة في البحر. ويدخل 12 في المئة الى جوف الأرض ويذهب 8 في المئة الى المياه السطحية. فتبقى منها كمية ضئيلة للاستهلاك البشري هي حوالى 1300 متر مكعب للفرد في السنة.

مؤشر الاجهاد المائي في لبنان هو 4. وهو يشير الى عدد مئات من الأشخاص الذين يجب أن يتقاسموا مليون متر مكعب من المياه المتجددة المتوافرة سنوياً.

يستهلك القطاع الزراعي في لبنان من 70 الى 80 في المئة من المياه المتوافرة، في حين يستهلك القطاع الصناعي نحو 8-12 في المئة والقطاع المدني 8-12 في المئة. وهناك أكثر من 10 آلاف بئر غير مرخصة تستخدم في الزراعة من دون وجود أسعار أو عدادات للمياه أو ترشيد للري. فقد أصبح الضغط على مصادر المياه التقليدية قوياً جداً مما يستدعي ايجاد حلول سريعة وعملية، ومنها المياه الرمادية على الصعيد المنزلي.

إن استعمال المياه الرمادية كمياه ذات نوعية هامشية، يقلل الحاجة الى المياه العذبة والطلب عليها، خصوصاً في المناطق التي تشهد شحاً في المياه.

الطلب على المياه بحسب القطاع في لبنان (وزارة الزراعة، 2003)

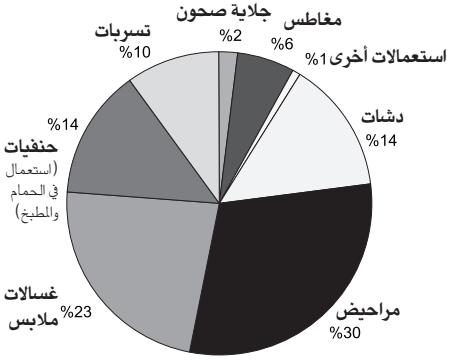


2. استعمال المياه الرمادية في العالم والمنطقة العربية ولبنان

1.2 المياه الرمادية... ما هي؟

الشكل 3: أسهل طريقة لاعادة استعمال المياه الرمادية لأغراض منزلية

قصداً أو عن غير قصد قد نساهم بطريقة أو بأخرى في اعادة استعمال المياه الرمادية. فكم من مرة استعملنا مياه غسالة الملابس في المرحاض، وكم من مرة استعملنا مياه الشطف والجلي والغسل لري الأزهار في الأحواض، وكم من مرة جمعنا مياه المغاسل لري الأشجار والنباتات في حديقة المنزل؟ كلها استعمالات للمياه الرمادية... فما هو تعريف المياه الرمادية؟

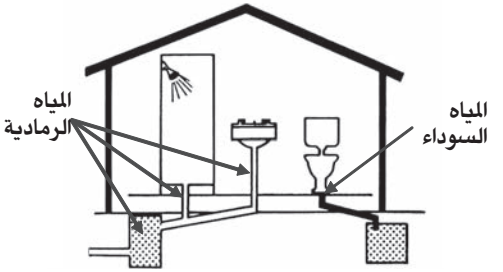


نسب استعمال المياه على المستوى المنزلي

المياه الرمادية هي مياه تم استعمالها في المنزل وتنتج عن جلي الأواني وعن المغاسل وأحواض الاستحمام، وتستثنى منها المياه التي تحتوي على فضلات الإنسان الصلبة والسائلة التي تسمى "مياهاً سوداء". وتمثل المياه الرمادية حوالى 50-80 في المئة من مجمل المياه المبتذلة المنزلية.

القيمة الاقتصادية للمياه الرمادية الناتجة عن المنازل والمجتمعات الصغيرة غالباً ما يستهان

بـــهـــا. ويـنـتـج حـوض الاسـتـحـمـام الـعـادي 120 لـيـتراً مـن الماء والـدش 80 لـيـتراً وغسـالـة الملابس 100 لـيتر لـكـل حـمـولـة. وهـذه كمـيـة كبيرة من المياه التي عليك أن تسدد ثمنها ومن ثم يتم تصريفها في البالوعة مع مالك! اعادة تدوير المياه الرمادية يمكن أن تخفض احتياجاتك من المياه بنسبة تصل الى 50 في المئة فضلاً عن أنها صديقة للبيئة.



الشكل 4: الفصل بين المياه السوداء والمياه الرمادية

ومن حيث المغذيات، المياه الرمادية يمكن أن تحل الى حد بعيد مكان الأسمدة التجارية. وبالنسبة الى العائلات ذات الدخل المنخفض، يشكل الطعام العامل الرئيسي للكلفة اليومية الاجمالية. والحدائق والأشجار المثمرة التي تروى بالمياه الرمادية تنمو بشكل مجدٍ اذا اتبعت بعض قواعد الري. لذلك فان استعمال المياه الرمادية المعالجة للري يساهم في انتاج محاصيل غذائية أكثر توازناً ويخفف العبء عن ميزانية العائلة.

الشكل 5: لماذا لا تستفيد من هذه المياه؟

المياه الرمادية، بما في ذلك فرزها واحتواؤها واستعمالها، هي استراتيجية لادارة الطلب على المياه على الصعيد المنزلي، لها فوائد على المستوى المنزلي كمورد مائي بديل للارتقاء بالانتاجية الى أبعد الحدود، اذا تم استغلاله بحكمة وبالشكل الملائم.

2.2 في العالم

فيما يُعتقَد أن معالجة المياه الرمادية بدأت في اليابان، هي تنتشر الآن في أنحاء العالم، بما في ذلك البلدان المتقدمة والنامية. فعلى سبيل المثال، في بلدان متقدمة مثل اوستراليا وبريطانيا وكندا والولايات المتحدة وبلدان كثيرة أخرى، تم تصميم وحدات معالجة متطورة وصغيرة الحجم لتناسب أبنية الشقق السكنية في المدن الكبرى، بينما في البلدان النامية تخدم حفرة صحية بسيطة متصلة بوحدة معالجة ابتدائية المنازل في المناطق التي تعاني من جفاف وخاصة حول المدن.

الشكل 6: وحدات صغيرة لمعالجة المياه الرمادية

في أوائل تسعينات القرن العشرين، انتشرت معالجة المياه الرمادية واعادة استعمالها على نطاق واسع في ولايتي كاليفورنيا ونيومكسيكو في الولايات المتحدة واوستراليا وكندا. وفي كندا الغنية بالمياه، تدعم الحكومة اعادة استعمال المياه الرمادية وتشجعها.

3.2 في المنطقة العربية

على رغم أن منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تؤوي 5 في المئة من سكان العالم، فهي لا تحوي إلا 1 في المئة من موارد المياه العذبة. ويتوقع أن تواجه معظم البلدان في هذه المنطقة بحلول سنة 2025 شحاً مائياً "مطلقاً".

بلدان الخليج العربي ومنها المملكة العربية السعودية أدخلت مبادرات لاستصلاح المياه المبتذلة في أطر مؤسساتية. ولدى البلدان المتوسطة الدخل في منطقة الشرق الأوسط

وشمال افريقيا والأردن وتونس سياسات متطورة جداً لاعادة استعمال المياه المبتذلة.
في العقد الأخير، ركز عدد من المشاريع في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا على معالجة المياه الرمادية واعادة استعمالها. ففي سنة 1999، حدد اجتماع لمنظمات بيئية وباحثين عقده مركز البحوث للتنمية الدولية (IDRC) الكندي في غزة موضوع استعادة المياه الرمادية كموضوع له أولوية ينبغي اتخاذ اجراء بشأنه والقيام ببحوث حوله. ومنذ ذلك الحين، وبدعم من المركز تم تنفيذ عدد من مشاريع المياه الرمادية التجريبية في الأراضي الفلسطينية ولبنان والأردن. وقد أسفرت هذه المشاريع عن نتائج مشجعة.
الجدول الآتي يلخص مشاريع المياه الرمادية التي دعمها مركز البحوث للتنمية الدولية في السنوات الأخيرة.
يشار في ما يأتي الى التجارب المحددة للشركاء المحليين:

1.3.2 تجربة لجان الغوث الفلسطينية في فلسطين (1997 ـ 2003)

ابتداء من العام 1997، انشأت لجان الغوث الفلسطينية PARC أكثر من 300 محطة تجمع بين حفر صحية وفلاتر حصوية ذات جريان نحو الأعلى و7 وحدات معالجة تجميعية تخدم منازل وأبنية تؤوي عدداً يتراوح بين 7 و20 مقيماً في قرى فلسطينية مختلفة (بيلين وبيت ديكو والزيتونة).

2.3.2 تجربة الشبكة الاسلامية لتنمية وادارة مصادر المياه في الأردن (2007.1998)

نفذت الشبكة الاسلامية لتنمية وادارة مصادر المياه INWRDAM أول مشروع للمياه الرمادية في الأردن عام 1998، ومشروعاً آخر في قرية عين البيضاء في جنوب الأردن، حيث تم استعمال تكنولوجيات مختلفة لمعالجة المياه الرمادية من أجل ري الحدائق في 25 منزلاً.
في العام 2002، نفذت الشبكة الاسلامية لتنمية وادارة مصادر المياه 800 وحدة في أنحاء الأردن. وبين عامي 2004 – 2007 قامت الشبكة بتنفيذ مشروع "معالجة المياه الرمادية

الجدول 2: مشاريع المياه الرمادية التي دعمها مركز البحوث للتنمية الدولية IDRC في منطقة الشرق الأوسط وشمال افريقيا

السنة	اسم المشروع	بلد التنفيذ والجهة المنفذة
1999ـ2000	معالجة المياه الرمادية واعادة استعمالها في الزراعة حول المدن	الضفة الغربية (فلسطين)، لجان الغوث الفلسطينية
2000ـ2003	طحلب بطي لمعالجة المياه المبتذلة واعادة استعمالها كعلف للماشية	وادي الأردن، الضفة الغربية
2001ـ2002	معالجة المياه الرمادية واعادة استعمالها	توفيله، الأردن، INWRDAM
2002ـ2005	معالجة المياه الرمادية واعادة استعمالها في قضاء راشيا	لبنان، MECTAT
2004ـ2007	معالجة المياه الرمادية واستعمالها لتخفيف حدة الفقر (المرحلة 2)	الأردن، INWRDAM
2006ـ2008	معالجة المياه الرمادية واعادة استعمالها في قضاء راشيا (المرحلة 2)	لبنان، MECTAT
2007ـ2008	حصاد مياه الأمطار والمياه الرمادية في الزراعة الدينية وحول المدن	أريانا ، سوكرا (تونس)
2006ـ2008	ادارة المياه الرمادية على المستوى المنزلي في التجمعات السكنية الصغيرة في البادية الشمالية الشرقية	الأردن (RSS)
2006ـ2008	اعادة استعمال مياه الوضوء لري الحدائق	اليمن

واستعمالها لتخفيف حدة الفقر" في مرحلته الثانية في قرى العمرو الست حيث ركبت 110 و حدات لمعالجة المياه.

3.3.2 تجربة الجمعية العلمية الملكية في الأردن

نفذ مركز البحوث البيئية في الجمعية العلمية الملكية مشروعاً لمعالجة المياه الرمادية في

الشكل 7: في الأردن وفلسطين

شمال شرق بادية الأردن، حيث ينتشر 33 تجمعاً سكنياً صغيراً في خمس بلديات تمتد على مساحة 25600 كيلومتر مربع.

وهناك منظمات حكومية وغير حكومية متنوعة أخرى في الأردن تقوم بنشاطات لاعادة استعمال المياه الرمادية منها الجمعية العلمية الملكية.

3.3.2 في اليمن

في العام 2006، أحضر اليمن طرازاً فريداً للاستفادة على أفضل وجه من مياه الوضوء التي تهدر غالباً (المياه التي تستعمل لغسل اليدين والوجه في المساجد قبل الصلاة). وقد اعاد استعمال هذه المياه لري الحدائق اليمنية التقليدية في صنعاء، وتدعى الواحدة منها "مقشمة". ومن خلال برنامج المبادرة الاقليمية للطلب على المياه WaDImena (وادي مِنا) الذي نفذه مركز البحوث للتنمية الدولية في اليمن، بات المجتمع اليمني الآن قادراً على ري ما يزيد على 45 من حدائقه التي كانت جافة في ما مضى. ويهدف المشروع الى تعزيز حفظ المياه الجوفية في مدينة صنعاء القديمة. وقد ساعد حفظ المياه الجوفية بدوره على تعزيز الأمن الغذائي وتخفيف حدّة الفقر في هذه المدينة.

الشكل 8: اعادة استعمال مياه الوضوء لري الحدائق في اليمن

4.3.2 في تونس

في العام 2007، تم تنفيذ مشروع "حصاد مياه الأمطار والمياه الرمادية لاستعمالها في الزراعة المدينية وحول المدن في أريانا ـ سوكرا في تونس" الذي رعاه مركز البحوث للتنمية الدولية بهدف حصاد مياه الأمطار ومعالجة المياه الرمادية لاستعمالها في الزراعة المدينية وحول المدن، بقصد تحسين الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية للفقراء في هذه المناطق المهمشة.

4.2 في لبنان

تجربة الجمعية اللبنانية للتكنولوجيا الملائمة / مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة LATA/MECTAT (2002 ـ 2008)

الواقع أن التقليد الشائع في لبنان في ما يتعلق بادارة المياه المبتذلة هو أن المنازل تصرف مياهها المبتذلة في مجارير أو في حفر صحية ذات مواصفات مشكوك فيها. والناس حتى الآن غير مبالين الى حد بعيد باعادة استعمال المياه الرمادية.

الجمعية اللبنانية للتكنولوجيا الملائمة ومركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة كانا رائدي مقاربة مفهوم معالجة المياه الرمادية على نطاق مشروع بحثي في لبنان. وقد تم تنفيذ مشروع بحثي لمعالجة المياه الرمادية واعادة استعمالها في مرحلة أولى خلال الفترة 2002 ـ 2005 في 6 بلدات في البقاع الغربي، هي راشيا الوادي ومجدل بلحيص ولبايا وكفرمشكي وكوكبا وظهر الأحمر. ويعتبر المشروع أول نشاط من نوعه في ما يتعلق باعادة استعمال المياه الرمادية في ري الحدائق المنزلية حيث تم تركيب 34 وحدة معالجة. وقد شجعت النتائج الايجابية للمشروع الجمعية والمركز على تنفيذ مشروع بحثي آخر في هذا المجال.

ويتم تنفيذ مشروع بحثي للمياه الرمادية في المرحلة الثانية (2006 ـ 2008) في 4 بلدات أخرى في منطقة راشيا، هي تنورة وبيت لهيا وبكيفة وعين حرشا، حيث تم تركيب 70 نظاماً لمعالجة المياه الرمادية من نوع الأربعة والثلاثة براميل و4 انظمة من نوع الحفرة المحصورة.

الشكل 9: تركيب أول وحدة لمعالجة المياه الرمادية من نوع الأربعة براميل في تنورة ـ لبنان

والمشروع لم يكن بحثاً علمياً فحسب، وانما عنصراً اجتماعياً وثقافياً تشاركياً من أجل تحسين نوعية حياة المقيمين. وخلال سنة **2008**، نفذت الجمعية اللبنانية للتكنولوجيا الملائمة ومركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة مشروعاً مماثلاً لمعالجة المياه الرمادية واعادة استعمالها في بلدتين هما عين ابل وعيطرون في جنوب لبنان. واشتمل هذا المشروع على تركيب **100** نظام لمعالجة المياه الرمادية من نوع الأربعة براميل في كلا البلدتين ونظام معالجة ذي حجم مؤسساتي ومن نوع الحفرة المحصورة وبسعة **3** أمتار مكعبة في عيطرون.

هذه المشاريع التجريبية لمعالجة المياه الرمادية واعادة استعمالها لري الحدائق المنزلية في البلدات المذكورة أعلاه سوف تحفز صانعي القرار المحليين والوزارات على تبني نشر هذه التكنولوجيات (الوحدات الصغيرة لمعالجة المياه الرمادية) في التجمعات السكنية بالمناطق التي تعاني شحاً في المياه.

3. المياه الرمادية: مراعاة مقاييس منظمة الصحة العالمية

1.3 مميزات المياه الرمادية

في العام **2006**، نشرت منظمة الصحة العالمية (WHO) خطوطها التوجيهية المنقحة الصادرة عام **1989** للاستعمال المأمون للمياه المبتذلة والمياه الرمادية في الزراعة الترابية والمائية. الخطوط التوجيهية الجديدة هي بعنوان "الخطوط التوجيهية للاستعمال المأمون للمياه المبتذلة وفضلات الجسم والمياه الرمادية" الصادرة عن منظمة الصحة العالمية (الطبعة الثالثة). يمكن تحميل هذا الإصدار من على شبكة الانترنت على الموقع التالي:

http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/index.html

الشكل 10: الخطوط التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية

بالمقارنة مع جوانب أخرى للنظافة الصحية البيئية، مثل المياه المبتذلة أو الفضلات الصلبة الناتجة من المراحيض، تحصل المياه الرمادية تقليدياً على الحد الأدنى من الاهتمام. ففي المناطق المدينية والمحيطة بالمدن والريفية في البلدان ذات الدخل المنخفض أو المتوسط، يعاد استعمال المياه المبتذلة في الغالب بطريقة مباشرة أو يتم تصريفها من دون معالجة في المجارير.

الجزء الرابع من الخطوط التوجيهية يركز حصراً على الاستعمال المأمون لفضلات الجسم والمياه الرمادية في الزراعة. وبذلك فقد أصبحت المياه الرمادية مصدر مياه معترفاً به في أنحاء العالم ومتميزاً عن المياه المبتذلة الموحدة.

الخطوط التوجيهية للاستعمال المأمون للمياه المبتذلة وفضلات الجسم والمياه الرمادية الصادرة عن منظمة الصحة العالمية للعام **2006**، تصف الوضع الحالي للمعرفة المتعلقة بتأثير استعمال المياه الرمادية في الزراعة على صحة مستهلكي المنتجات والعمال وعائلاتهم

والتجمعات السكنية المحلية. وتحدد الأخطار الصحية لكل مجموعة معرضة للخطر وتقترح اجراءات الوقاية الصحية الملائمة لتخفيف الأخطار.

وفي ما يتعلق بمقاييس المياه الرمادية، تحدد الخطوط التوجيهية المقاييس الخاصة بالمؤشرات البرازية الرئيسية في المياه الرمادية على النحو الآتي:

الجدول 3: المؤشرات البرازية في نظام المياه الرمادية والحمل البرازي المقابل بمعدل تدفق مقداره 65 ليتراً للشخص في اليوم

الكائن الحي / المؤشر الأحيائي	متوسط	حد أدنى	حد أقصى	متوسط الحمل البرازي (حد أدنى - حد أقصى (غرام لكل شخص في اليوم)
Coliform bacteria	8,1	5,5	8,7	65 (1,3-410)
E. coli	6	4,3	6,8	5,2 (0,2-26)
Enterococci	4,4	3	5,1	
Sulflte-reducing anaerobes	3,3	2,3	4,8	
Somatic coliphages	3,3	1,4	4	
Coprostanol (µg/l)	8,6	3,1	14,9	0,04 (0,016-0,076)
Cholesterol (µg/l)	17,3	7,4	31,6	0,22 (0,094-0,4)

تنص الخطوط التوجيهية لري المحاصيل بالمياه الرمادية على أن المياه الرمادية يمكن استعمالها لزراعة المحاصيل الغذائية، "بسبب انخفاض درجة التلوث البرازي. واستعمال المياه الرمادية غير المعالجة يمكن حصره في المحاصيل غير الغذائية (مثل القطن ومحاصيل انتاج الطاقة الحيوية كبزر اللفت والغابات السريعة النمو مثل الزراعات الشائعة التي تستعمل لصنع الوقود الحيوي)". "ويمكن استعمالها أيضاً للمحاصيل التي تصنّع قبل الاستهلاك (القمح) أو المحاصيل التي يجب طبخها (البطاطا)".

"اذا كانت المياه الرمادية ملوثة كثيراً، فهناك احتمال بأن تتكاثر ناقلات الجراثيم وعندئذ يكون الري الأفقي تحت سطح الأرض في منطقة جذور نباتات مختارة خياراً مجدياً".

وفي ما يتعلق بالري، "يقدر أن الري الموضعي بالمياه الرمادية يوفر خفضاً اضافياً للكائنات الممرضة مقداره 2-4 وحدات لوغارثمية، اعتماداً على ما اذا كان الجزء المحصود من المحصول ملامساً للتربة أم لا. المياه الرمادية المعالجة يجب استعمالها دائماً قريباً من التربة"، ولا يجب أن ترشّ.

2.3 الكميات

تشكل المياه الرمادية 50 الى 80 في المئة من مجمل المياه المبتذلة المنزلية أي النسبة الأكبر من المياه المستعملة في المنزل. وتختلف كمية المياه الناتجة عن المنزل تبعاً لعدة عوامل، مثل طبيعة المناخ وتوافر مصادر المياه وثمنها والعادات الاجتماعية والمناطقية (ريف - مدينة)، وعدد الأفراد المقيمين وأعمارهم.

يعتبر متوسط نسب استهلاك المياه في المناطق المدينية من لبنان 150 ليتراً للفرد في اليوم. والرقم في المناطق الريفية هو 80 ليتراً للفرد في اليوم. وخلال موسم الجفاف، قد يكون معدل استهلاك المياه أقل من 30 ليتراً للفرد في اليوم في المناطق الريفية.

ان معالجة المياه الرمادية وإعادة استعمالها يمكن أن توفر سنوياً أكثر من 100 متر مكعب (أو 500 برميل) في عائلة قروية مؤلفة من 5 الى 7 أفراد، مما يعطي فكرة أوضح عن كمية هذه المياه وأهميتها.

3.3 التركيب

كان الاعتقاد السائد بين العديد من المهندسين العاملين في مجال المياه المبتذلة بأن خصائص جميع المياه المبتذلة متشابهة. ولكن هذا غير صحيح حيث أن هناك العديد من الاختلافات الهامة بين المياه الرمادية والمياه السوداء من حيث محتواها وتأثير كل منها على البيئة. كما أن هناك دلالات علمية حول الحاجة إلى معالجة المياه الرمادية بشكل منفصل

عن المياه السوداء وعدم مزجهما.

ويعتمد تركيب المياه الرمادية أساساً على نوعية الامدادات المائية المتوافرة والنشاطات المنزلية. وقد تحتوي المياه الرمادية على صابون وبقايا طعام وشحم وزيت ونسالة وشعر وكائنات ممرضة، كما تحتوي على مستويات عالية من المنظفات. وهذه تحتوي على عوامل فعالة سطحية (surfactants) ومبيِّضات ومذيبات وانزيمات ومواد حافظة وآثار مواد كيميائية أخرى.

وبما أن المياه الرمادية هي انعكاس للنشاطات المنزلية، فان خصائصها الأساسية تعتمد كثيراً على عوامل مثل العادات الثقافية ومستويات المعيشة وديموغرافية المنزل وأنواع المواد الكيميائية المنزلية التي تستعمل وسواها. لكن مصادر المياه الرمادية المحددة لها خصائص محددة تلخص في الفئات الثلاث أدناه:

المياه الرمادية الناتجة من المطبخ: تحتوي على بقايا طعام وكميات مرتفعة من الزيت والشحم، بما في ذلك منظفات غسل الصحون. واضافة الى ذلك، هي تحتوي أحياناً على منظفات بواليع ومبيِّضات. وهي غنية بالمغذيات والجوامد العالقة. والمياه الرمادية الناتجة عن غسالة الصحون قد تكون قلوية كثيراً وغنية بالجوامد العالقة وتركيزات الأملاح.

المياه الرمادية الناتجة من الحمام: تعتبر مصدر المياه الرمادية الأقل تلوثاً داخل المنزل. وهي تحتوي على صابون وشامبو ومعجون أسنان ومنتجات أخرى للعناية بالجسم. وتحتوي أيضاً على فضلات حلاقة وجلد وشعر ودهون جسدية ونسالة وآثار بول. والمياه الرمادية الناتجة عن الدش وحوض الاستحمام قد تكون ملوثة بكائنات دقيقة ممرضة.

المياه الرمادية الناتجة من غسل الملابس: تحتوي على تركيزات عالية من المواد الكيميائية الناتجة من مساحيق الصابون (مثل الصوديوم والفوسفور والعوامل الفعالة السطحية والنيتروجين) اضافة الى المبيِّضات والجوامد العالقة وربما الزيوت والطلاءات والمذيبات وألياف لا تتحلل طبيعياً ناتجة من الملابس. ويمكن أيضاً مشاهدة مقادير مختلفة من الكائنات الممرضة اعتماداً على المواد التي يتم غسلها.

4,3 الخصائص الفيزيائية والكيميائية

1.4.3 درجة الحرارة

حرارة المياه الرمادية غالباً ما تكون أعلى من حرارة الامدادات المائية وتتباين ضمن نطاق يتراوح بين 18 و30 درجة مئوية. درجات الحرارة هذه ليست حاسمة بالنسبة الى عمليات المعالجة البيولوجية (يحدث الهضم الهوائي واللاهوائي ضمن نطاق يتراوح بين 15 و50 درجة مئوية، مع نطاق اختياري يتراوح بين 25 و35 درجة مئوية).

2.4.3 الجوامد العالقة

الجوامد العالقة هي الجسيمات الصلبة غير القابلة للذوبان التي تبقى طافية في المياه. وتتراوح تركيزات الجوامد العالقة في المياه الرمادية بين 50 و300 مليغرام في الليتر، لكن قد ترتفع الى 1500 مليغرام في الليتر في بعض الحالات. هذه الجسيمات والمواد الغروانية تحدث عكراً في المياه وقد تتسبب بانسداد فيزيائي للمواسير والمضخات والنقّاطات والمرشحات. الألياف التي لا تتحلل بيولوجياً والناتجة من ثياب مصنوعة من البوليستر والنيلون والبوليثيلين وسواها، ومساحيق التنظيف والصابون، فضلاً عن المواد الغروانية، هي بشكل خاص الأسباب الرئيسية للانسداد الفيزيائي.

3.4.3 الزيوت والدهون

قد تحتوي المياه الرمادية على كميات كبيرة من الدهون والزيوت الناشئة أساساً من بواليع المطبخ وغسالات الصحون. وعندما تبرد المياه الرمادية تتخثر الدهون والشحوم وقد تُحدث طبقات على سطوح خزانات الترسيب، أو في داخل المواسير والسطوح الأخرى. وهذا قد يؤدي الى اقفال وحدات المعالجة. لذلك من المهم الحفاظ على تركيزات الزيوت والدهون في مستويات مقبولة (أقل من 30 مليغراماً في الليتر) لتجنب المشاكل.

4.4.3 الرقم الهيدروجيني والقلوية

يشير الرقم الهيدروجيني الى ما إذا كان السائل حمضياً أو قاعدياً. ولكي تكون معالجة المياه الرمادية أسهل ولتجنب تأثيراتها السلبية على التربة والنباتات عند اعادة استعمالها، يجب أن يكون رقمها الهيدروجيني في حدود 6,5 الى 8,4.

5.4.3 الموصلية الكهربائية

تحتوي المياه الرمادية أيضاً على أملاح يشار اليها بالموصلية الكهربائية. وتراوح الموصلية الكهربائية العادية للمياه والرمادية بين 300 و1500 ميكروسيمنز لكل سنتيمتر، لكن قد تصل الى 2700 ميكروسيمنز لكل سنتيمتر في بعض الحالات.

6.4.3 المواد العضوية والكيميائية المستهلكة للأوكسيجين

المواد العضوية والكيميائية المستهلكة للأوكسيجين (BOD, COD) هي مؤشرات لقياس التلوث العضوي في المياه. وتسرب المياه الرمادية المحتوية على تركيزات عالية من المواد العضوية والكيميائية المستهلكة للأوكسيجين الى المياه السطحية يؤدي الى استنزاف الأوكسيجين، الذي يصبح غير متوافر للحياة المائية.

حمولات المواد العضوية المستهلكة للأوكسيجين التي تشاهد في مجرى المياه الرمادية في مختلف البلدان تراوح بين 20 و50 غراماً في اليوم.

كحمولة متوسطة، تصل المواد العضوية المستهلكة للأوكسيجين الى 40 غراماً في اليوم مع اختلاف الاستهلاك اليومي للمياه. لكن في بعض الحالات المعزولة، يمكن أن يصل معدل تركيز المواد العضوية المستهلكة للأوكسيجين الى 590 مليغراماً في الليتر وأن يتعدى هذا الرقم الى 2000 مليغرام في الليتر.

في المعالجات اللاهوائية، يمكن أن تصل ازالة المواد العضوية المستهلكة للأوكسيجين الى 85ـ90 في المئة وهي عادة ضمن نطاق 50ـ80 في المئة.

إن نسبة المواد الكيميائية والعضوية المستهلكة للأوكسيجين هي مؤشر جيد الى قدرة المياه الرمادية على التحلل بيولوجياً. فنسبة تقل عن 2ـ2,5 في المئة في مجرى المياه الرمادية تشير الى أن هذه المياه تتحلل بسهولة.

الجدول 4: التركيزات المنخفضة والعادية والمرتفعة للمواد العضوية المستهلكة للأوكسيجين واجمالي الجوامد العالقة واجمالي الفوسفور واجمالي النيتروجين كوظيفة لمجرى المياه الرمادية، والحمولات اليومية العادية في المياه الرمادية

الانتاج اليومي للمياه الرمادية	200 ليتر	100 ليتر	50ـ30 ليتراً
مواد عضوية مستهلكة للأوكسيجين (مليغرام في الليتر)	600...**150**...50	500...**250**...100	1500...**700**...300
اجمالي الجوامد العالقة (مليغرام في الليتر)	500...**100**...50	500...**150**...50	1500...**700**...150
اجمالي الفوسفور (مليغرام في الليتر)	50...**10**...1	100...**15**...1	200...**30**...5
اجمالي النيتروجين (مليغرام في الليتر)	30...**5**...1	50...**10**...1	80...**20**...1

7.4.3 المغذيات

تحتوي المياه الرمادية عادة على مستويات منخفضة من المغذيات بالمقارنة مع المياه المبتذلة الناتجة من المرحاض. لكن مغذيات مثل النيتروجين والفوسفور هي مؤشرات هامة الى قيمتها التخصيبية للنباتات، وصلاحيتها لعمليات المعالجة الطبيعية، وتأثيرها السلبي المحتمل عند تصريفها في البيئة المائية. لذلك فان اعادة استعمال المياه الرمادية في الزراعة هي وسيلة لاعادة تدوير المغذيات الموجودة في المياه.

5.3 الأحياء المجهرية

الممرضات، مثل الفيروسات والبكتيريا والاواليات (بروتوزوا) والطفيليات المعوية قد تنتهي في المياه الرمادية عن طريق غسل الأيدي بعد استعمال المرحاض. كما أن بعض الممرضات قد تدخل الى نظام المياه الرمادية عن طريق غسل الخضار واللحم غير المطبوخ.

6.3 الوضع التشريعي

تقليدياً، السياسات الوطنية منعت ببساطة استعمال المياه المبتذلة غير المعالجة. ومن بين البلدان المتوسطة الدخل في المنطقة العربية، لدى الأردن وتونس سياسات متطورة جداً لاستعمال المياه المبتذلة. وكلا البلدين يبيعان مياه مبتذلة معالجة للمزارعين.

في الامارات العربية المتحدة، كل المياه المبتذلة الناتجة من المراكز المدينية تعالج حتى المستوى الثانوي وتروى بها الحدائق العامة.

في لبنان لم يلحظ القانون أية خطة لإدارة المياه المبتذلة بهدف التخفيف من كميتها أو تدويرها أو إعادة استعمالها. وقد اكتفى القانون رقم 377–2001 الذي عدل القانون 221–2000 بإضافة المياه المبتذلة الى المسؤوليات التي تضطلع بها وزارة الطاقة والمياه والمؤسسات العامة للمياه. كما أن مفهوم المياه الرمادية لم يتم التداول به في أي نص من النصوص أو القرارت أو المراسيم الرسمية. بيد أنه تم التطرق الى المياه المبتذلة بشكل عام حيث نصت المادة 12 من المرسوم 2761 على منع استعمال المياه المبتذلة المطهرة إلا بترخيص من مديرية الصحة والزراعة. وقد صدر أيضاً نص يحظر استعمال المياه المبتذلة لري المزروعات كلياً كالخضار والثمار الأرضية كالفريز وأمثاله. وبالرغم من التوجه العالمي الذي يشجع استعمال المياه المبتذلة المعالجة في ري المزروعات، لم يصدر أي نص عن الدولة اللبنانية يعالج هذا الموضوع. بالاضافة الى أن الممارسات الفعلية الحالية تشير الى استعمال كثير من المزارعين لمياه الصرف الصحي في ري مزروعاتهم.

أفكار جديدة للإقتصاد في المياه وإعادة إستعمالها!

4. تكنولوجيات معالجة المياه الرمادية

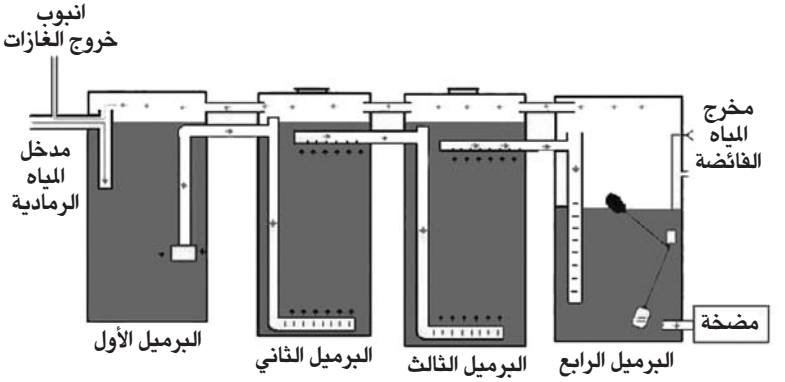
إن اعادة استعمال المياه الرمادية المتولدة من أحواض الاستحمام وغسل الملابس والمطبخ، التي تشكل ثلثي اجمالي المياه المبتذلة المنزلية المنتجة، يمكن أن توفر في المصادر المحدودة للمياه العذبة. وحتى لو لم تعتبر اعادة استعمال المياه الرمادية أولوية (لأسباب تتعلق بوفرة موارد المياه العذبة أو الحواجز الثقافية)، فإن المعالجة الملائمة للمياه الرمادية قبل تصريفها في الطبيعة يمكن أن تخفض الى حد بعيد تلوث المياه. والمياه الرمادية تساهم بنصف اجمالي الحمل العضوي ونحو ثلثي الحمل الفوسفوري في مجرى المياه المبتذلة المنزلية.

يستحسن استعمال نظام مياه رمادية واحد منفصل لكل منزل بدلاً من تجميع المياه الرمادية التي ينتجها أكثر من منزل في نظام مشترك. فبينما يمكنك التحكم بنوعية المياه التي تدخل نقاط تجميع المياه الرمادية في منزلك، قد لا يكون باستطاعتك التحكم بنوعية المياه الرمادية التي ينتجها جيرانك.

من المهم جداً أن تؤخذ في الاعتبار كميات ونوعية المياه الرمادية عند اختيار نظام المعالجة. فنظام معالجة المياه الناتجة من منزل متوسط يختلف عن نظام المعالجة في مطعم أو مصنع أغذية. كما أنه قد يطرأ تعديل على الأنظمة في حال كان استهلاك المياه قليلاً أو كبيراً. لذا وجدت عدت أنظمة تتلاءم مع الحالات المختلفة، منها نظام الأربعة أو الثلاثة براميل ونظام الحوض المحصور وحاجز الدهون المتبوع بحفرة امتصاصية والحديقة البرجية وحوض التجميع المتبوع بفلتر رملي ونظام البرميلين وفلتر الرمل والفحم الحجري.

4.1 نظام الأربعة أو الثلاثة براميل القياسي

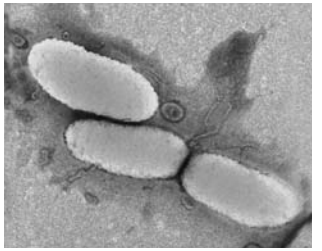
توجد في الطبيعة عمليتان للهضم البكتيري للمواد العضوية هما الهضم الهوائي والهضم اللاهوائي. والعمليتان تحللان المواد العضوية المعقدة الى مركبات ومعادن بسيطة تستطيع النباتات امتصاصها. وهذا ما يحدث في المحطات الكبيرة لمعالجة المياه المبتذلة في المدن.



الشكل 11: النظام القياسي لمعالجة المياه الرمادية من نوع الأربعة براميل

يعتمد نظام الأربعة أو الثلاثة براميل (الشكل 11) في معالجة المياه الرمادية على مبدأ الهضم اللاهوائي الذي تقوم به البكتيريا الموجودة داخل المياه الرمادية نفسها. وقد تصدر هذه العملية بعض الغازات لكنها أكثر فعالية وسرعة من عملية الهضم الهوائي. ان هذه العملية تتطلب مساحة أقل وتجهيزات ميكانيكية أقل.

تجري المياه الرمادية عبر النظام بقوة الجاذبية وتنتقل المياه المعالجة الى الحدائق المنزلية لتروي الأشجار والنباتات بواسطة شبكة للري بالتنقيط، تشغلها مضخة مياه كهربائية تعمل بشكل متقطع. البرميل الأول يفصل الدهون والزيوت والجوامد، كما يعمل كحجرة معالجة مسبقة أو أولية، حيث تترسب في أسفله الجوامد التي تحملها المياه الرمادية، وتطفو على سطح المياه المكونات الخفيفة مثل الدهون ورغوة الصابون. هذا البرميل الذي تبلغ سعته ما بين 160 و200 ليتر مزود بغطاء واسع يسمح بتنظيفه من المواد الطافية والمترسبة.



الشكل 12: البكتيريا المجهرية هي الأساس في عملية هضم التلوث في المياه

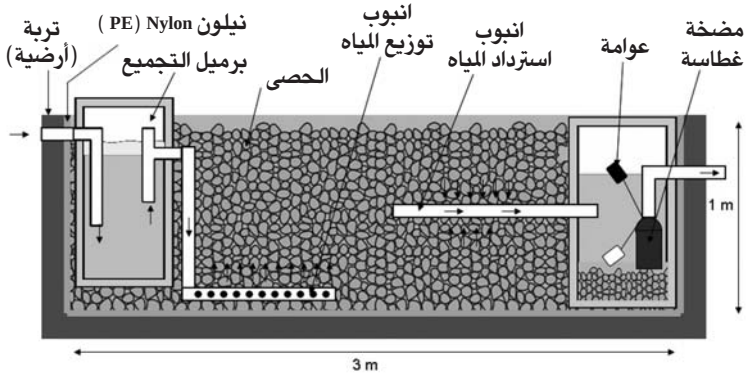
بعد احتباس وفلترة الجوامد المترسبة والمواد الطافية في البرميل الأول، تدخل المياه الأنقى نسبياً الى أسفل البرميل الثاني. ثم تخرج المياه صعوداً من أعلى البرميل الثاني الى أسفل البرميل الثالث، وتنتقل الى البرميل الرابع بالطريقة ذاتها. في البراميل الأربعة عموماً وفي البرميلين الأوسطين خصوصاً، تعمل بكتيريا لاهوائية على تفكيك المواد العضوية الموجودة في المياه. ويكون البرميل الأخير بمثابة خزان للمياه المعالجة. وعندما يمتلئ، تشغل عوّامة (فوّاشة) مضخة تدفع المياه المعالجة عبر شبكة للري بالتنقيط الى حديقة المنزل حيث تسقي 20 الى 30 شجرة مثمرة او تشكيلة من الخضار والبقول الصيفية.

لضمان فعالية هذا النظام ينصح ببقاء المياه فترة يوم إلى ثلاثة أيام داخل البراميل، اعتماداً على كميات المياه المستهلكة. وبينت النتائج المخبرية ان الري بالمياه الرمادية المعالجة مأمون وليس له تأثيرات بيئية وصحية.

ان نظام الأربعة أو الثلاثة براميل هو نظام بسيط يمكن ان يصنعه ويركبه بسهولة فنيون محليون.

2.4 نظام الحوض المحصور

ان نظام الحوض المحصور لمعالجة المياه الرمادية (الشكل 13) من الأنظمة التي تستعمل في المطاعم والتجمعات السكنية الصغيرة. وهو يتألف من ثلاثة أقسام هي برميل الترسب (البرميل الأول) وحوض المعالجة وبرميل التجميع (البرميل الثاني). يعتمد هذا النظام على مبدأ المعالجة البيولوجية اللاهوائية داخل حفرة بقياس 3م (طول) x 1م (عرض) x 1م عمق معزولة القعر بواسطة نيلون Nylon من البوليثيلين PE (400 ـ 500 ميكرومتر) ومليئة بحصى ذات قطر متوسطي يتراوح بين سنتيمترين و3 سنتيمترات، حيث تنمو وتتكاثر البكتيريا الهاضمة للمواد العضوية. قبل بلوغ الحصى، تصل المياه الى البرميل الأول الموضوع داخل الحفرة والمحاط بالحصى، حيث تتجمع الدهون وتطفو على سطح الماء وتترسب الأجزاء الصلبة في القعر. ثم تنساب المياه الأنقى نسبياً من نصف البرميل وتمر عبر الحصى، حيث يتم هضمها ومعالجتها ثم تصل الى البرميل الثاني في الجهة المقابلة



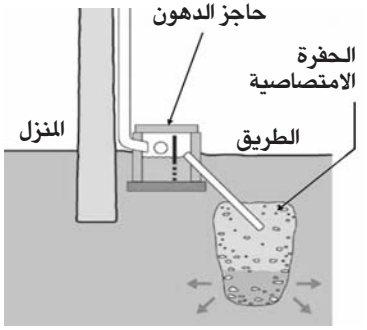
الشكل 13: نظام الحوض المحصور لمعالجة المياه الرمادية

من الحوض. يتم ضخّ المياه المعاجة بواسطة مضخة غاطسة من داخل البرميل الثاني الى انابيب الري. يمكن تزويد الأنابيب بصمامات لمنع رجوع الماء في الاتجاه المعاكس خاصة في حال كانت التربة المروية تقع على مستوى أعلى من النظام.

من سيئات هذا النظام صعوبة تنظيفه في حال انسداد الفراغات بين الحصى. في الأردن يتم اتباع هذا النظام بشكل واسع وقد زود بانبوبين أو أكثر داخل الحصى لاستعمالها في عملية التنظيف بالدفق المعاكس.

3.4 حاجز الدهون المتبوع بحفرة امتصاصية

في هذا النظام (الشكل 14)، تنساب المياه الرمادية من بالوعة المطبخ وحوض الاستحمام وغسالة الملابس من خلال أنبوب بوليفينيل كلورايد (PVC) قطره 110



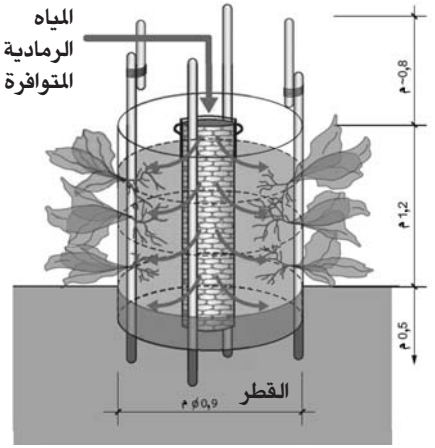
الشكل 14: حاجز الدهون المتبوع بحفرة امتصاصية

مليمترات الى محبس الدهون والرمل. والمحبس الموجود في أسفل الجدار الخارجي للمنزل يمكن الوصول اليه بسهولة لصيانته. وتغادر المياه الرمادية المعالجة تحضيرياً محبس الدهون والرمل من خلال أنبوب رفيع قطره 40 مليمتراً يدخل الحفرة الامتصاصية وهي حوض عرضه نصف متر وعمقه 1,5 متر مليء بالحصى.

هذا النظام يحتاج الى صيانة متكررة عند محبس الدهون والرمل وهو غير مناسب في المنازل التي تستهلك كميات كبيرة من المياه، ويصلح لسد النقص في المياه الجوفية لا للزراعة. وهو نظام منخفض الكلفة ويمكن ان يركبه المستفيدون.

4.4 الحديقة البرجية

تتكون التركيبة الخارجية للحديقة البرجية (الشكل15) لمعالجة المياه الرمادية من أعمدة (قضبان حديدية أو أعمدة سياج) ومادة تظليل تحيط بالتربة ومن مصرف مركزي مليء بالحصى. الغرض من الحصى نشر المياه الجارية عبر الاسطوانة. وتسكب المياه الرمادية يومياً بواسطة سطول على أعلى القلب المركزي للحصى. وتنساب المياه عبر قلب الحصى وتتوزع بالتساوي تقريباً داخل اسطوانة التربة. وتزرع خضار ورقية (مثل السبانخ) في شقوق المادة المظللة المحيطة باسطوانة التربة. وتكون الشقوق متباعدة بعضها عن بعض مما يوفر حيزاً للجذور لكي تنمو. ويمكن زرع بندورة (طماطم) أو بصل في أعلى الاسطوانة.



الشكل 15: الحديقة البرجية

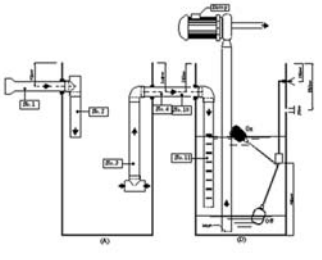
5.4 حوض التجميع المتبوع بفلتر رملي

يستعمل هذا النظام في التجمعات السكنية الصغيرة أو حيث يوجد استهلاك كبير للمياه الرمادية. تدخل المياه الى حوض تجميع حيث تستقر فترة زمنية تختلف بحسب حجم الحوض. تترسب المواد الصلبة العالقة بنسبة 30 الى 40 في المئة وتخضع المياه لعملية أكسدة لاهوائية لجزء من المواد العضوية فيها.

يرتفع مستوى المياه في الحوض وتنساب الى حوض التزويد ثم يتم ضخ المياه الى الفلتر الرملي (قياس 3 أمتار x 1 متر عرض x 1,7 متر عمق) باستخدام مضخة غاطسة أولى. تجمع المياه المعالجة الخارجة من الفلتر في خزان وتضخ الى المزروعات والأشجار بواسطة مضخة غاطسة ثانية.

6.4 نظام البرميلين

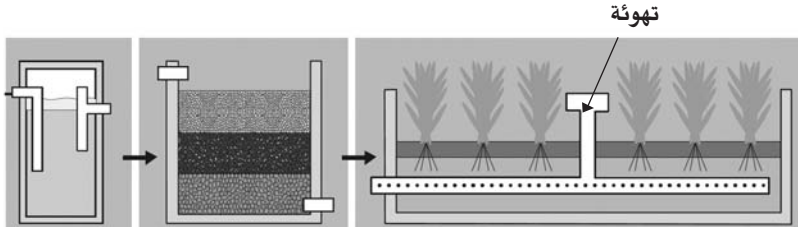
من الأنظمة السهلة التي يمكن استعمالها نظام البرميلين (الشكل 16) الذي يعتبر مناسباً للمنازل الصغيرة والشبكات المفصولة التي لا تضم مياه المطابخ. وهو يشبه الى حد بعيد نظام البراميل الأربعة. يمكن وضع المضخة في موقع أعلى من مستوى البراميل في حال كانت هذه الأخيرة مطمورة تحت الأرض، لكن هذه الوضعية غالباً ما تسبب أعطالاً في المضخة، لذلك يستحسن وضعها بنفس مستوى أرضية البراميل.



الشكل 16: نظام البرميلين

7.4 فلتر الرمل والفحم الحجري (خاص بمياه الاستحمام الرمادية)

الشبك السلكي الذي يغطي مخرج الدش يمنع انجراف الجسيمات الكبيرة الى داخل محبس الدهون والرمل المفتوح الذي تبلغ سعته 200 ليتر. المياه الرمادية المجمعة من محبس الدهون



الشكل 17: نظام فلتر الفحم الحجري

والرمل تنتقل بعدئذ الى داخل فلتر دفق عمودي (0,36 متر مربع) مزود بطبقة عليا من الرمل (30 سنتيمتراً) وطبقة متوسطة من الفحم الحجري (30 سنتيمتراً) وطبقة سفلى من الحصى (20 سنتيمتراً). ومن ثم تدخل المياه المفلترة مسكبة مروية تحت سطح الأرض (8 أمتار مربعة) زرعت بأشجار مثمرة وخضار. المياه الرمادية التي تنتقل من خلال أنابيب مثقبة لتغذي الحديقة مجهزة بأنبوب تهوئة أو اثنين للحفاظ على مستوى جيد من الأوكسيجين المتوافر للجذور. ولأسباب صحية، لا تزرع إلا المحاصيل التي لها أجزاء صالحة للأكل فوق الأرض.

إن المياه الرمادية النظيفة نسبياً (مثل مياه الاستحمام) قد لا تحتاج إلى أي معالجة ويمكن استخدامها مباشرة لري الأشجار ونباتات الزينة. لكن ينصح باستخدام خزان صغير تمر فيه المياه الرمادية قبل وصولها إلى النباتات تفادياً لتجمعها على سطح التربة في حال تدفقها بصورة مفاجئة.

5. أين تكون معالجة المياه الرمادية قابلة للتطبيق؟

هناك عدة أمور يجب أخذها بعين الاعتبار عند إعادة استخدام المياه الرمادية. يجب أن يكون نظام المياه الرمادية بسيطاً في تركيبته وسهل الاستعمال والصيانة. كما يجب معالجة المياه الرمادية بطرق مناسبة بحيث لا تلامس الإنسان أو الحيوان، وذلك لتفادي التسبب بأي أضرار صحية. ويجب أن تكون المركبات الكيميائية الموجودة في الصابون ومواد التنظيف قليلة (مثل البورون والصوديوم والمبيِّضات).

وهناك معايير يجب توافرها لفصل المياه الرمادية واستخدامها. ومن أهمها توفر الإستعداد والرغبة لدى المستخدم للإستفادة من المياه الرمادية واعادة استعمالها في الزراعة، وبالتالي وجود مساحة من الأرض مناسبة للزراعة وقريبة من المنزل الذي يرغب في فصل المياه الرمادية إضافة إلى نوعية التربة الملائمة للزراعة.

واضافة الى عدم توافر المساحة الكافية للزرع، هناك عدة أسباب تحول دون تبني إعادة استعمال المياه الرمادية، ومنها صعوبة الوصول إلى أنابيب الصرف الصحي لإسترجاع المياه الرمادية وعدم ملاءمة التربة والمناخ والنواحي القانونية والتشريعات المعمول بها لإعادة استعمال المياه المبتذلة بشكل عام، فضلاً عن عدم وجود جدوى اقتصادية.

القبول الثقافي هو أيضاً عامل هام يتعلق باستعمال المياه الرمادية.

تدرك منظمة الصحة العالمية أنه فيما يكون استعمال المياه المبتذلة مقبولاً من الناحية الثقافية في بعض الأماكن مثل الصين واليابان، ينظر اليه باستياء أو لامبالاة في أماكن أخرى مثل الأميركتين وافريقيا. أما في بلدان عربية جافة جداً مثل الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية والأردن وتونس واليمن، عمد رجال الدين على دعم إستعمال المياه المبتذلة الوطنية للحفاظ على موارد المياه، شرط أن تتم معالجتها على مستوى ثانوي أي بالقدر الضروري لحماية الصحة العامة والاستجابة لمقاييس منظمة الصحة العالمية. من ثم تستعمل هذه المياه المعالجة للريّ.

إن حسّ المسؤولية لدى المستفيد والحاجة والمصلحة والدافع لدى المزارعين والممارسات الاجتماعية الأخرى تؤثر أيضاً الى حد بعيد في اعادة استعمال المياه الرمادية. ففي لبنان، مثلاً، يختلف كثيراً الاهتمام باستعمال المياه الرمادية باختلاف المجتمعات العرقية.

1.5 فوائد استعمال المياه الرمادية في الزراعة المنزلية

في كثير من الأحيان يبدو واضحاً بأنه ليس منطقياً أن نقوم بهدر كميات كبيرة من مياه الشرب النقية لري المزروعات التي باستطاعتها أن تنمو أسرع اذا تم ريّها بمياه تحتوي على كميات من المواد العضوية كالمياه الرمادية. فإعادة استعمال المياه الرمادية قد تشتمل على جزء من الفوائد التالية أو على جميعها:

1) **التقليل من استعمالات مياه الشرب:** في كثير من الأحيان يمكن للمياه الرمادية أن تشكل بديلاً لمياه الشرب، خاصة في المناطق التي تكون بحاجة لمياه ري، وتؤدي إعادة استعمالها إلى التوفير في قيمة فاتورة المياه.

2) **تقليل الحمل على الحفر الصحية ومحطات معالجة المياه المبتذلة:** تؤدي إعادة استعمال المياه الرمادية إلى تقليل الحمل على الحفر الصحية وبالتالي زيادة فترة بقائها وقدرتها. وفي حالة وجود شبكات صرف صحي، يقل الجريان فيها، وبالتالي تعمل محطات المعالجة بفعالية أكثر وتقل تكاليف التشغيل.

3) **الفعالية العالية للتنقية:** تتم تنقية المياه الرمادية لدرجة كبيرة جداً في الجزء العلوي من التربة مما يزيد حماية نوعية المياه الطبيعية السطحية والجوفية.

4) **الأماكن غير المناسبة للحفرة الصحية:** في الأماكن التي تكون فيها التربة غير نافذة، يمكن أن تشكل إعادة استعمال المياه الرمادية حلاً جذرياً يغني عن ايجاد حلول هندسية للحفرة الصحية قد تكون مكلفة جداً.

5) استعمال طاقة ومواد كيميائية أقل: إن إعادة استعمال المياه الرمادية تؤدي إلى تقليل استعمال الطاقة والمواد الكيميائية نتيجة التقليل من كمية المياه النقية والمبتذلة التي تحتاج إلى ضخ ومعالجة. ويتضح هذا النوع من التوفير بصورة مباشرة للأشخاص الذين يقومون بتزويد الماء والكهرباء بأنفسهم. كما أن قيام أحد الأشخاص باعادة استعمال المياه الرمادية لري أشجاره لا بد أن يشجعه على الحد من استعمال المواد الكيميائية خاصة السامة منها أو استعمالها بأقل كمية ممكنة.

6) تغذية مصادر المياه الجوفية: المياه الرمادية الزائدة عن حاجة النباتات تساعد في تغذية المياه الجوفية.

7) زيادة نمو النباتات: تعمل المياه الرمادية على زيادة نمو النباتات في المساحات الخضراء حيث قد لا تكون مياه الري متوافرة أو كافية لري كامل المساحة.

8) استصلاح الأرض واستخلاص مواد مفيدة من مواد كانت ستهدر: قد لا يشكل فقد المواد المغذية من خلال تصريف المياه المبتذلة المعالجة في الأنهار والبحار مشكلة، إلا أنه يعتبر شكلاً من أشكال "التعرية"، وبالتالي فإن استخلاص بعض هذه المواد المغذية من مواد كانت ستهدر من خلال إعادة استعمال المياه الرمادية في الزراعة يساعد بشكل كبير في المحافظة على خصوبة الأرض.

9) زيادة الوعي والإحساس بأهمية دورة الطبيعة: إن إعادة استعمال المياه الرمادية تزيد من قناعة المستفيد بمدى المسؤولية وبزيادة الوعي والاقتصاد في استعمال المياه وتعزيز ثقافته باستعمال النواحي العلمية في الزراعة.

2.5 عقبات في تركيب نظام معالجة المياه الرمادية

فيما يلي استعراض للأسباب التي تعيق عملية معالجة المياه الرمادية واعادة استعمالها:

1) عدم توافر مساحة مخصصة للزراعة: في بعض الأماكن السكنية قد تكون المسافة بين البيوت متقاربة جداً أو قد تكون حديقة المنزل صغيرة جداً أو غير موجودة أصلاً.

2) صعوبة الوصول إلى شبكة الصرف الصحي: في الحالات التي تكون فيها المياه المبتذلة غير مفصولة داخل التمديدات، قد يكون الوصول إلى شبكة الصرف الصحي لفصل المياه الرمادية صعباً وغير مجدٍ اقتصادياً.

3) عدم ملاءمة التربة: التربة ذات النفاذية العالية أو غير المنفذة قد تعيق الاستفادة من إعادة استعمال المياه الرمادية أو قد تتطلب زراعتها استصلاحاً قد يكون مكلفاً.

4) عدم ملاءمة المناخ: قد لا تكون المناطق الرطبة جداً مناسبة لإعادة استعمال المياه الرمادية للري لعدم توافر أولوية واهتمام من قِبل قاطني هذه المناطق، كما أن المناطق الباردة جداً التي تصل فيها درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي ولمدة طويلة، قد تعيق إعادة استعمال المياه الرمادية بشكل مستمر طوال العام.

5) عدم كفاية المياه المبتذلة لإتمام التدفق في شبكة الصرف الصحي: إذا أعيد استعمال كل المياه الرمادية، فمن الممكن أن يصبح التدفق في شبكة الصرف الصحي أحياناً أقل من التدفق التي صممت الشبكة من أجله.

6) النواحي القانونية والتشريعات: لا تزال النواحي القانونية والتشريعات المتعلقة بإعادة استعمال المياه الرمادية في مناطق كثيرة من العالم غير واضحة المعالم حتى في الدول المتقدمة. إلا أن هناك توجهاً عاماً لدى السلطات الرسمية نحو تقليل الارتياب الذي يحيط بإعادة استعمال المياه الرمادية، والذي تواكبه زيادة في الخبرات والتطوير والتحسين في أساليب وأنظمة إعادة استعمال المياه الرمادية.

7) النواحي الصحية: تعتبر النواحي المتعلقة بالصحة العامة السبب الرئيسي للإبقاء على عدم قانونية إعادة استعمال المياه الرمادية في العديد من المناطق. إن الخطر على الصحة العامة الناجم من إعادة استعمال المياه الرمادية في الممارسات العملية ليس له أثر يذكر، شرط الالتزام بالأسلوب العلمي المتبع وأن يكون لدى المستفيد معرفة وخبرة كافية في كيفية التعامل مع المياه الرمادية.

8) عدم وجود جدوى اقتصادية: في بعض الأحيان، خاصة تلك التي تتطلب إجراءات قانونية معقدة وأنظمة فصل مكلفة لإعادة استعمال المياه الرمادية، حيث تكون الكلفة أكثر من الفائدة، يتم الاستغناء عن فصل المياه الرمادية وإعادة استعمالها.

6. كيف يتم تركيب نظام معالجة المياه الرمادية القياسية المكون من 4 براميل؟

يتميز هذا النظام بفعاليته في معالجة المياه الرمادية المنزلية وبسهولة تركيبه وتثبيت توصيلاته. فاذا كنت تتمتع بقليل من الموهبة الحرفية يمكنك بسهولة أن تنفذ هذا النظام في حديقتك المنزلية.

الشكل 18: نظام قياسي لمعالجة المياه الرمادية من نوع الأربعة براميل مركّب وشغّال في لبنان

1.6 وصف النظام

يتكون هذا النظام من أربعة براميل بلاستيك (PE) سعة كل منها بين **160** الى **200** ليتر، تشكل نظام معالجة المياه الرمادية. هذه البراميل مألوفة وهي مزودة بغطاء مقوى بقطعة حديدية لمنع دخول الهواء. توضع البراميل بجانب بعضها البعض في خط مستقيم وتوصل في ما بينها بواسطة مواسير PVC قطرها **50** مليمتراً. (راجع الشكل **11** في القسم **4,1**)

يمكن أن يكون البرميل الأول من الحجم الصغير لتسهيل عملية تنظيف الشحوم والدهون والجوامد العالقة في ما بعد. كما أنه يمكن اللجوء الى وضع البراميل تحت سطح الأرض لتأمين عامل الجاذبية بين المنزل ووحدة المعالجة.

يجري تجميع المياه الرمادية المستخدمة في المنزل وحصرها بانبوب **2** "إنش" ووصلها بالبراميل البلاستيكية المغلقة باحكام، الموصولة بعضها ببعض في أعلى كل برميل. البرميل الأول يستقبل المياه الرمادية ومن ثم تتحول المياه إلى البرميل الثاني فالثالث حيث تتم عملية التخمير بمعزل عن الهواء، مما يؤدي إلى تآكل المواد العضوية بفعل الجراثيم عبر التخمير اللاهوائي. ومن ثم تنتقل المياه إلى البرميل الرابع الموصول بمضخة تعمل أوتوماتيكياً، حيث تمر المياه المخمرة بانبوب أساسي قطره **32** مليمتراً، ويتم التوزيع منه عبر أنابيب قطرها **16** مليمتراً إلى نقاطات موزعة على الأشجار أو النباتات المنوي ريها. تدور المضخة بشكل آلي عندما يستوعب البرميل الرابع **120** ليتراً من المياه المكررة أي قرابة الامتلاء.

قبل الشروع في تنفيذ وحدة المعالجة يجب التأكد من توافر الاستعداد والرغبة في تنفيذها. بالاضافة الى ذلك يجب التأكد من غياب كل الموانع التي تحول دون استعمال المياه الرمادية المذكورة آنفاً في الفقرة رقم **5** ص **21**.

2.6 شروط ضرورية لتركيب نظام معالجة المياه الرمادية

من المستحسن تركيب هذا النظام في المنازل التي تستهلك المياه بشكل يومي وبكمية تسمح لها بالبقاء من يومين الى ثلاثة أيام داخل البراميل. هذا يؤدي الى معالجة قريبة من معالجة المياه المبتذلة على المستوى الثانوي.

أبرز ما يجب توفره لضمان فعالية النظام هو عامل الجاذبية. فالبراميل يجب وضعها في نقطة متدنية الارتفاع بالنسبة الى مصادر المياه المنزلية. ففي بعض الأحيان ولمنع التدفق العكسي يجب حفر خندق صغير في الأرض (عمقه من **30** الى **75** سنتيمتراً) حيث توضع البراميل. في هذه الحالة يجب خفض مستوى المضخة أيضاً كي لا يتسبب الهواء المحتبس داخل المضخة في منعها من الدوران.

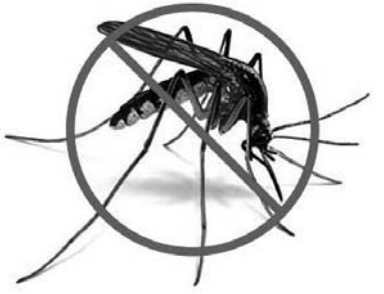
ان سهولة فصل المياه الرمادية من داخل البيت وتوصيلها الى البرميل الأول يشكل تحدياً كبيراً للأشخاص الذين لا تحوي بيوتهم تمديدات منفصلة فيكتفون بتوصيل مياه حنفية واحدة أو اثنتين. وأحياناً قد تكون عملية فصل المياه الرمادية عن المياه السوداء مكلفة جداً، وبالتالي كل ما كان يجب توفيره من مال لن تكون له قيمة على المدى البعيد. ففي تلك الحالة يستحسن عدم القيام بالمعالجة الواسعة التي تشمل المنزل كله.

ان فصل المياه الرمادية عن المياه السوداء أثناء مرحلة البناء أصبح كبير الأهمية. وقد بدأ معظم المهندسين يفصلون التمديدات أثناء مرحلة البناء نظراً لما تساهم به في المستقبل من تخفيف الحمل على الحفر الصحية وسهولة معالجة المياه الرمادية لاعادة استعمالها.

ويجب توافر حديقة أو بستان صغير لا تتعدى مساحته **200** متر مربع مع وجود أشجار يمكن ريها من خلال نظام الري بالتنقيط.

3.6 المواد المطلوبة

ان اختيار المكان المناسب لوضع وحدة المعالجة مهم جداً. فهو أساسي لعملية تدفق المياه بقوة الجاذبية وسهولة تمديد التوصيلات بين المنزل والوحدة. ومن الضروري وضع البراميل في مكان فوق سطح الأرض يتعرض للشمس بشكل مباشر ليتم التفاعل بالشكل الكافي. كما يجب عدم تعريض الجيران للازعاج بسبب وضعية الوحدة أو صوت مضخة المياه التي تعمل بطريقة متقطعة طوال النهار (مرتين الى ثلاث مرات في اليوم ولمدة عشر دقائق في كل مرة). ان النظام لا يجذب الحشرات مثل البرغش والذباب اذ أنه محكم الاغلاق ولا يمكن للحشرات ان تلامس المياه داخله وتبيض فيها.



بعد فصل توصيلات المياه الرمادية عن المياه السوداء يجب تجميعها وحصرها في أنبوب قطره **2** انش يصل الى البرميل الأول. ويجب تصفية المياه الرمادية، ويمكن القيام بذلك من خلال استعمال مواد بسيطة كقطعة قماش أو كيس نايلون مثقب لحجز المواد العالقة كالشعر وغيره داخل البرميل. ومن الضروري وضع مصفاة حديدية صغيرة داخل مصرف مجلى المطبخ لمنع وصول الأجسام الصلبة وبقايا الأطعمة الى داخل البرميل لأنها تعيق المعالجة. تُثقب البراميل على مستوى **12** سنتيمتراً تحت الغطاء بقطر **50** مليمتراً من الجهتين المقابلتين (ما عدا البرميل الرابع) لتركيب أنابيب المياه التي تصل بين البراميل، على أن يتم احكام سدها بواسطة جلود توضع داخل الثقوب (راجع الشكل **11**). تعاد نفس العملية على مستوى **5** سنتيمترات تحت الغطاء بقطر **32** مليمتراً لتمديد انابيب الهواء.

ملاحظة: يثقب البرميل الرابع في الأعلى من جهة واحدة فقط. يتم مدّ أنبوب التهوئة الى السطح أو مكان مرتفع للتخلص من الروائح المنبعثة من البراميل.

يتم وضع العوامة (الفواشة) داخل البرميل الرابع ويجري توصيلها كهربائياً بالمضخة بحيث تكون برمجة توصيل الأسلاك الكهربائية متناسبة مع عملية التفريغ لا عملية الملء. يمكن مراجعة دليل التركيب المرافق للعوامة والذي يحدد ألوان الأسلاك التي يجب استعمالها. من المستحسن وضع المضخة على مستوى أرضية البراميل ووصلها بطريقة مستمرة بالتيار الكهربائي بحيث أن العوامة هي التي تشغلها بطريقة اوتوماتيكية. يوضع كيس من القماش على مصبّ (فوهة) الأنبوب الداخل الى هذا البرميل لمنع انسداد نظام الري بالتنقيط وتعطيل المضخة.

يثقب البرميل الأخير على مستوى **10** سنتيمترات فوق القاع ويوصل بالمضخة بواسطة انبوب PVC متين. ولتسهيل عملية التنظيف، يثقب البرميل الأول في مكان منخفض حيث يتم تركيب انبوب صغير قطره **32** مليمتراً (فتحة) لتفريغ الجوامد المترسبة والمياه عند الحاجة. يجري وصل المضخة بشبكة ري تعمل بطريقة التنقيط وتتوزع على جذوع الأشجار والنباتات المنوي ريها في حديقة المنزل.

تتكون شبكة الري بالتنقيط العادية لأسرة مؤلفة من **5** الى **7** أفراد من أنبوب رئيسي طوله **50** متراً وقطره **32** مليمتراً وأنبوب طوله **100** متر وقطره **16** مليمتراً مقسم الى **4** أو **5**

أجزاء موصولة بالأنبوب الرئيسي، مزود بـ 30 الى 40 نقّاطة مركبة عليه. هذه النقاطات يجب أن لا ترش الماء الذي يتم ضخه. ويجب تعديلها لتعمل بالتنقيط فقط.

أصبح الآن نظام معالجة المياه الرمادية جاهزاً لاستقبال مياه المنزل. يتوقع أن تدور المضخة من 3 الى 5 مرات على الأقل خلال نهار كامل عند العائلات ا لكبيرة وذلك حسب نسب الاستهلاك المنزلي، ومن مرة الى مرتين عند العائلات ا لصغيرة

تختلف نوعية ومصدر المواد اللازمة لتركيب وحدة المعالجة من نوع الأربعة براميل. الجدول التالي يعرض المواصفات العامة وعدد القطع التي تلزم لتصنيع هذا النظام البسيط. ويقدر أن لا تستغرق فترة التصنيع أكثر من يوم واحد من العمل.

4.6 أي منزل يجب أن يركب نظاماً لمعالجة المياه الرمادية؟

يجب أن تتوافر معايير مختلفة في المنزل ليصبح ملائماً لتركيب نظام لمعالجة المياه الرمادية، ومنها:

- توافر أرض أو حديقة لا تقل مساحتها عن 200 متر مربع.
- شح في المياه، حيث تستعمل ممارسات مثل حصاد مياه الأمطار من سطوح المنازل للاستعمال المنزلي أو تخزينها في برك كبيرة للري.
- عدم وجود مجارير في المنطقة.
- التخلص من المياه المبتذلة في حفر صحية مفتوحة القعر مما يسبب تلوثاً نتيجة فيضانها

الشكل 19: مضخة ماء كهربائية نصف حصان ومضخة ماء غاطسة

المتكرر. ويكلف تفريغ الحفرة الصحية الفائضة نحو 100 دولار لكل منزل في السنة.

- على مستوى السياسة، تعتبر معالجة المياه المبتذلة واعادة استعمالها نشاطات مفيدة لادارة الطلب على المياه.

الجدول 5: مواصفات المواد اللازمة لتركيب وحدة معالجة المياه الرمادية

نوع 4 براميل ـ عدد1

	المواد	العدد
1	برميل بلاستيك سعة 160 أو 200 ليتر	4
2	جلود مطاطية 50 مم	8
3	أنبوب 50 مم طول 6 أمتار	1
4	كوع 50 مم	6
5	(تي) T 50 مم	4
6	ماسورة تلصيق	1
7	كيس قماش	1
8	عوامة اوتوماتيك	1
9	أنبوب متين 32 مم طول 50 سم	1
10	مضخة ماء نصف حصان	1
11	شريط كهرباء + بلوطة + لاصق (أتاش)	1
12	خرطوم 32 مم طول 50 متراً	1
13	خرطوم 16 ملم طول 100 متر	1
14	كوع 32 مم	1
15	نقاطات	30 ـ 40
16	ربطة للشرفة	2

5.6 الفحوص المخبرية

أجريت عدة فحوص مخبرية على المياه الرمادية في البرميلين الأول والرابع على مراحل متلاحقة، وقد تماثلت النتائج مع معدلات منظمة الصحة العالمية. يعرض الجدول التالي معدلات الفحوص التي تمت على عينات المياه الرمادية قبل المعالجة (البرميل الأول) والمياه المعالجة (البرميل الرابع) في احدى وحدات معالجة المياه الرمادية في لبنان من طراز 4 براميل (معدلات 20 وحدة معالجة).

الجدول 6: مقارنة نتائج الفحوصات المخبرية في البرميل الأول والبرميل الرابع مع نظام المعالجة

اجمالي النيتروجين مغ/ل		اجمالي الفوسفور مغ/ل		اجمالي المواد العالقة مغ/ل		Fecal Coli. CFU/ml		مواد كيميائية مستهلكة للأوكسيجين مغ/ل		مواد عضوية مستهلكة للأوكسيجين مغ/ل	
البرميل الأول	البرميل الرابع	البرميل الأول	البرميل الرابع	البرميل الأول	البرميل الرابع	البرميل الأول	البرميل الرابع	البرميل الأول	البرميل الرابع	البرميل الأول	البرميل الرابع
84	37,857	53,714	17,543	236,017	119,856	754,343	72,986	2453,143	681,357	1329,083	66,237

وأجريت فحوص مخبرية في مختبرات الجامعة الأميركية في بيروت، على المحاصيل لقياس نسبة النيترات والفوسفات والبوتاسيوم في المزروعات. وقد تبين أن النسب متقاربة جداً بين محاصيل الكوسى والكرز التي تم ريها بمياه عذبة والتي تم ريها بمياه رمادية.

6.6 نصائح فعالة لصيانة نظام المعالجة

ان صيانة وحدة المعالجة تؤمن حسن سير عملها والاستفادة منها لمدة أطول. فمن هنا يجدر الاهتمام بالصيانة على ثلاثة محاور هي: داخل المنزل ووحدة المعالجة ونظام الري بالتنقيط.

1.6.6 الصيانة داخل المنزل

- مسح الصحون بالفوطة أو بالورق من بقايا الطعام قبل غسيل الصحون من أجل التقليل من كمية الفضلات المتسربة إلى نظام المعالجة.
- استعمال مصافي بسيطة في المطبخ لمنع الفضلات الصلبة من دخول نظام معالجة المياه الرمادية.
- في حال وجود حوضي غسيل في المطبخ، يجب استعمال أحدهما لغسل الصحون فتذهب مياهه وفضلاته إلى المجارير، أما الحوض الثاني فيستعمل لشطف الصحون وتذهب مياهه إلى نظام المعالجة.
- بدل إلقاء الزيت المستعمل في حوض الغسيل في المطبخ، يسكب في المرحاض أو يستعمل كوقود للتدفئة.
- استعمال الصابون البلدي في الجلي والغسيل قدر المستطاع

الشكل 20: المصافي التي توضع على مصرف المجلى تمنع الفضلات الصلبة من دخول نظام المعالجة

الكوسى	K%	P%	N%
مع مياه رمادية	2,39	0,64	3,99
من دون مياه رمادية	4,67	0,64	4,22

الجدول 7 مقارنة نسب النيترات والفوسفات والبوتاسيوم في فاكهة الكوسى المروية بالمياه الرمادية وأخرى بالمياه العادية

الكرز	K%	P%	N%
مع مياه رمادية	1,29	0,41	1,91
من دون مياه رمادية	1,02	0,2	1,93

الجدول 8 مقارنة نسب النيترات والفوسفات والبوتاسيوم في فاكهة الكرز المروية بالمياه الرمادية وأخرى بالمياه العادية

بسبب خلوه من المواد الكيميائية الضارة بالبيئة.

- تقليل استعمال الكلور أو المساحيق والمنظفات التي تحتوي على الكلور، ومن الأفضل استعمال مواد بديلة صديقة للبيئة مثل بيكربونات الصوديوم.
- استعمال المنظفات الصديقة للبيئة.

2.6.6 صيانة نظام معالجة المياه الرمادية (وحدة المعالجة)

- صيانة البراميل عند الحاجة وذلك بإزالة المواد العالقة من البرميل الأول بواسطة مصفاة بلاستيكية.
- الاقتصاد في استعمال المياه وذلك لإبقاء المياه الرمادية في البراميل أطول فترة ممكنة من أجل معالجتها بشكل أفضل.
- تنظيف وتغيير المصفاة القماشية في البرميل الأخير كل 6 أشهر.
- في حال عدم طمر البراميل تحت الأرض، يجب حمايتها من البرد بإقامة حاجز واق من الخشب أو الحجر وذلك لضمان سلامتها وحسن منظرها وفعالية أكبر في معالجة المياه الرمادية.

3.6.6 صيانة نظام الري بالتنقيط

- يجب تنظيف نظام الري بالتنقيط والفتحات لتجنب انسدادها بين الحين والآخر.
- يجب حماية المضخة من الصقيع في فصل الشتاء وذلك بتغطية الجزء الذي يتم ضخ الماء منه (الأنابيب وما حولها) بالنايلون لأن تغطية كل المضخة وخاصة المروحة يتسبب بحرق المحرك.

7.6 ماذا يجب أن أفعل وماذا لا يجب فعله؟

فيما يلي بعض الأمور الواجب التأكد منها عند التعامل مع المياه الرمادية في النشاطات الزراعية وهي مستوحاة من تعليمات منظمة الصحة العالمية لعام 2006:

- يجب أن يعمل نظام الري بشكل فعال لتوفير كميات مياه كافية للنبات للتقليل من فاقد المياه نتيجة للتسرب العميق تحت منطقة الجذور.
- صيانة نظام فصل المياه الرمادية دورياً للتأكد من أنه يعمل بشكل مناسب.
- مراقبة نمو النبات الذي يروى بالمياه الرمادية والتأكد من عدم تعرضه لزيادة في الري أو جفاف، ويمكن الاستعانة بتقني أو مهندس زراعي للتأكد من عدم تأثر النبات بالمحتوى العالي للمواد العضوية في المياه الرمادية.
- الاستعانة بالنشرات والخبراء المحليين في المساعدة والنصح.
- استعمال نظام الري بالتنقيط كونه الأكثر توفيراً للمياه والحرص على عدم نشر رشاشات المياه.
- تحويل المياه الرمادية إلى نظام الصرف الصحي أو الحفرة الصحية في حال احتواء الغسيل على فضلات أطفال أو ملابس مصبوغة.

فيما يلي بعض الأمور الواجب تجنبها عند التعامل مع المياه الرمادية:

- لا تشرب المياه الرمادية.
- لا تستعمل المياه الرمادية التي تحتوي على مواد كيميائية خطرة كتلك المستعملة لغسيل السيارات وغيرها.
- لا تخزن المياه الرمادية أكثر من الحاجة الضرورية لري النبات بشكل فعال (يومين كحد أقصى). فالمياه الرمادية التي تخزن لوقت طويل قد تتحول إلى مياه سوداء وتشكل بيئة مناسبة لنمو وتكاثر البعوض وتكون لها آثار سلبية على البيئة والصحة العامة.

- لا تستعمل نظام الري بالرشاشات للري بالمياه الرمادية.
- يجب عدم إعادة استعمال المياه الرمادية إذا كان أحد أفراد الأسرة مصاباً بمرض معد

كالإسهال أو الكبد الوبائي أو الأمراض الناتجة عن الطفيليات.

- من المفضل ان يتم استثناء المزروعات والحشائش التي تؤكل نية من الري بالمياه الرمادية. أما بالنسبة الى المزروعات التي يتم تجفيفها أو طهوها قبل أكلها فما من مشكلة اذا سقيت بهذه المياه.

8.6 المشاكل التي تُواجَه عادة والحلول المقترحة

على الرغم من كل الفوائد التي يتضمنها نظام البراميل الأربعة لمعالجة المياه الرمادية فقد تواجه من يستعمله مشكلتان أساسيتان هما انبعاث الروائح وانسداد النقاطات.

مشكلة الروائح: ان الروائح المنبعثة من نظام المعالجة هي دليل ايجابي على أن عملية التخمر اللاهوائي تتم بشكل صحيح.

الشكل 21: الري بالتنقيط من أنجح الأساليب المقتصدة باستهلاك المياه في الزراعة

يمكن ان يكون مصدر الروائح إما البراميل وإما شبكة الري. هذه المشكلة قد حلت إذ تم تزويد النظام بأنبوب تهوئة، أي عادم للروائح يسري في داخله الهواء الموجود في البراميل. ويتم مدّ هذا الأنبوب الى مكان مرتفع مثل سطوح المنازل كي تخرج منه الروائح وتخفف مع الهواء فلا يتم اشتمامها. في حال بقيت هذه الروائح تنبعث من البراميل فهذا يعني أن أغطية البراميل غير محكمة الاغلاق أو أن أحد الأنابيب مقطوع أو مسدود. ان اعادة دورة المياه الى طبيعتها داخل البراميل بالاضافة الى تنظيف البرميل الأول كفيلان بازالة الروائح.

كما يمكن أن يكون مصدر الروائح مياه الري إذ أن المياه المتجمعة داخل الأنابيب (طول **150** متراً) تكمل تحت أشعة الشمس عملية التخمر أو التحلل اللاهوائي، مما يسبب انبعاث بعض الروائح من النقاطات خلال فترة تشغيل المضخة التي تعمل من مرة الى ثلاث مرات في اليوم لمدة أقصاها **10** دقائق كل مرة. يمكن تجنب هذه المشكلة بطمر أنابيب الري بالتراب مما يحميها من العوامل الطبيعية ويساعد في تخفيف الروائح.

بالنسبة الى انسداد النقاطات الناتج من استمرار التفاعلات البيوكيميائية داخل أنابيب الري، فالحل هو بفكها وتنظيفها دورياً أو حسب الحاجة. كما أنه من المهم تبديل أو تنظيف كيس القماش في البرميل الرابع. يجدر لفت الأنتباه الى أن انسداد النقاطات قد يسبب تعطيل المضخة.

هنا بعض المشاكل الأخرى التي قد يواجهها مستخدمو نظام البراميل الأربعة وبعض الحلول المقترحة لها.

الجدول 9: جملة مشاكل وحلول مقترحة لمستخدمي نظام البراميل الأربعة

المشكلة	الحلول المقترحة
ارتداد الروائح الى داخل المنزل	تركيب كوع رائحة على الأنبوب الرئيسي
انسداد أنابيب المياه الرمادية بسبب الدهون وبقايا الطعام	وضع مصافٍ على مصارف المجلى والمغاسل وحوض الاستحمام
توقف المضخة	إزالة الفقاقيع بفتح زر التهوئة الموجود في المضخة أو برمها يدويا لحلّها.
المضخة لا تعمل	التأكد من التوصيلات الكهربائية والعوامة الأوتوماتيكية أو تفريغ الفقاقيع منها أو حلّ الدوران
المياه لا تتدفق بشكل صحيح داخل البراميل	التأكد من أن مستوى البراميل متدرج من الأول الى الرابع

مصطلحـــات مائيـة ومعلومـات إضافيـة

• إدارة الطلب على المياه

أي إجراء أو استراتيجية مائية تؤثر إيجاباً على استخدام واستهلاك المياه وتعمل على تنمية الموارد المائية للبلاد؟

• إعادة استخدام المياه

استخدام متكرر لنفس المياه في نظم متتالية.

• إعادة شحن الطبقة الحاملة للمياه

إعادة شحن المنطقة المشبعة من الطبقة الحاملة للمياه سواء بوسائل طبيعية أو اصطناعية.

• استنفاد المياه

سحب المياه من مواردها السطحية والجوفية وذلك بمعدل يفوق معدل تجددها (معدل إعادة شحنها).

• الاستهلاك الفردي من المياه

المياه المنتجة بواسطة نظام أحد موردي المياه أو الداخلة إلى نظامه مقسومة على السكان المقيمين، ويعبر عنها عادة باليتر للفرد يومياً (Liter per Capita per Day).

• انسداد

ترسب جسيمات دقيقة مثل الطين والطمي على وسط مسامي منفذ أو على سطحه.

• بكتيريا

كائنات مجهرية وحيدة الخلية يكون شكلها نمطياً دائرياً أوعصوياً أو حلزونياً أو خيطياً، وتوجد غالباً في شكل مستعمرات. وتسبب بعض البكتيريا أمراضاً بينما يؤدي البعض الآخر دوراً رئيسياً في إعادة تدوير المواد، ومن أمثلة ذلك تحليل المادة العضوية إلى نوعية متاحة لإعادة الاستخدام بواسطة النبات. وتستخدم بعض أنواع البكتيريا في تثبيت المخلفات العضوية في محطات معالجة مياه الصرف أو بقع النفط أو الملوثات الأخرى.

• تكنولوجيا ملائمة

تطبيق للمعرفة العلمية والتقنية الحالية بطريقة ترمي إلى التوافق مع الأوضاع والممارسات الاقتصادية والبنيوية التحتية والاجتماعية والثقافية. وبتوسيع المصطلح يتضمن المفهوم تطبيق حلول التكنولوجيات البسيطة / المنخفضة الكلفة ذات البساطة في التصميم والاستخدام والصيانة.

• دورة الماء

تأخذ المياه مساراً طبيعياً وهي تتغير بين أحوالها الثلاث: السائلة والصلبة والغازية؛ وهي دورة حيوية أرضية فيزيائية كيمائية بيولوجية تحرك المياه وتعيد تدويرها في أشكال عديدة عبر المجال البيئي. وتسمى أيضاً الدورة الهيدرولوجية.

• الري بالتنقيط

نظام ري مخطط يتم فيه الري مباشرة إلى منطقة المجموعة الجذرية للنباتات عن طريق وحدات خاصة (فتحات، خلاط ذو فتحات أو مواسير مثقبة... الخ) تعمل تحت ضغط خفيف حيث تكون تلك الوحدات موضوعة إما على سطح التربة أو تحته.

- **عملية التخمير اللاهوائية لمعالجة المواد العضوية في المياه**

هي العملية التي تتحلل بهـا مـادة عضويـة في غياب الهـواء أو الأوكسيجـين الطليق.

- **عملية التخمير الهوائية لمعالجة المواد العضوية في المياه**

عمليـة تقوم البكتيريا من خلالـها بتحليـل مواد عضوية معقدة في وجود الأوكسيجين واستعمال الطاقة الناتجة في التكاثر والنمو.

- **كائنات لاهوائية**

صفة تميز كائنات قادرة على الحياة والنمو فقط في غياب الهواء والأوكسيجين الطليق والأوضاع التي توجد فقط في غياب الهواء أو الأوكسيجين الطليق.

- **ليتر / فرد / يوم**

ليتر للفرد في اليوم مقياس عام للمياه المنتجة والمستخدمة.

- **مادة عضوية**

مخلفات أو مواد نباتية أو حيوانية ناتجة من كائنات حية وجميعها تعتمد على مركبات كربونية.

- **معالجة مياه الصرف الصحي**

معالجة مياه الصرف الصحي / المياه المبتذلة لإزالة أو الحد من مستوى المواد الصلبة الذائبة أو أية مكونات أخرى غير مرغوب فيها.

- **ممارسات الادارة الكفء للمياه**

يغطي المصطلح طيفاً واسعاً من الوسائل لتحسين كل من كفاءة وصيانة المياه في الزراعة بتعزيز خدمات إدارة الري وقياسها والمحاسبة عليها، وتحسين نظام التمديدات لتوصيل مياه الري وتوزيعها وصرفها، وتشجيع تحوير وتعديل النظام المؤسسي لاستخدام المياه بواسطة المصالح الزراعية بحيث يتضمن برامج الاعلام والتثقيف. راجع مصطلح ادارة الطلب على المياه.

- **مياه رمادية**

مياه صرف منزلي من غسيل الأطباق والملابس الاستحمام والتي لا تستخدم لاحتوائها على مكونات بيوكيمائية.

- **مياه معاد تدويرها**

مياه استخدمت أكثر من مرة قبل رجوعها إلى النظام المائي الطبيعي.

- **المياه السوداء**

مياه صرف مبتذلة من المراحيض المنزلية. والمياه السوداء ملوثة بحمل ثقيل لوجود تركيزات عالية من الملوثات العضوية فيها.

- **مؤشر الاجهاد المائي**

عدد مئات الأشخاص الذين عليهم أن يتقاسموا مليون متر مكعب من المياه المتجددة المتوافرة سنوياً.

ما هو مفهوم إدارة الطلب على المياه؟

إدارة الطلب على المياه هي وسيلة ـ سواء كانت وسيلة فنية أو اقتصادية أو إدارية أو مالية أو اجتماعية ـ لتحقيق واحدة (أو أكثر) من العناصر التالية:

- تقليص كمية أو جودة المياه المطلوبة لإنجاز مهمة ما.

- تعديل طبيعة المهمة أو أسلوب تنفيذها حتى يمكن انجازها بكمية أقل من المياه أو بنوعية أقل جودة من المياه.
- تقليص الفاقد في كمية وجودة المياه خلال تدفقها من المنبع الى المستخدمين وصولاً الى الصرف.
- تغيير توقيت استخدام المياه من أوقات الذروة الى الفترات الأقل استخداماً.
- زيادة قدرة نظم المياه على سد احتياجات المجتمع خلال فترات نقص المياه.

المزايا الاجتماعية والاقتصادية والبيئية للمياه الرمادية

- آثار استخدام المياه الرمادية على التربة والنباتات.
- الآثار الاقتصادية والاجتماعية لإستخدام المياه الرمادية.
- خصائص / مواصفات المياه الرمادية.
- التكنولوجيا الملائمة.
- تعظيم استخدام مياه الشرب.
- نمو المزروعات والنباتات.
- توليد دخل اضافي من خلال بيع المحاصيل والمنتجات الزراعية.
- تقليل المشتريات الغذائية.
- تمكين النساء من خلال الدور الذي يقمن به لادارة المياه داخل المنزل.
- خلق سوق عمل جديد للعاملين المحليين في مجال السباكة (السنكرة) والكهرباء.
- تخفيض تكاليف شراء المياه بالصهاريج.
- تخفيض تكاليف تفريغ الحفر الصحية.
- تقليص معدلات استخراج وتلوث المياه الجوفية والعذبة.
- تغذية سطح التربة بالمواد المغذية بدلاً من فقدها.
- اعادة شحن المياه الجوفية.
- ترسيخ المزارع في أرضه.

ماذا تستطيع أن تسقي بواسطة المياه الرمادية؟

إن انسب أنواع النباتات التي يمكن أن تسقى بواسطة المياه الرمادية هي الأشجار المثمرة والأشجار الحرجية وأشجار الزيتون. بالإضافة إلى أنواع الأشجار والنباتات التي يمكن استعمالها كعلف للحيوانات. لا تسقِ الخضراوات التي يتم أكلها نيئة مثل الخس والبقدونس. يمكن سقي النباتات التي سيتم تجفيفها لاحقاً مثل الحبوب والنعنع الخ...

المياه الرمادية والتربة

الأملاح التي قد تتراكم نتيجة استعمال المياه الرمادية لن تشكل مشكلة إلا إذا لم ترشح بعيداً على نحو دوري بفعل الأمطار. وهطول أمطار شتوية بمعدل يتراوح بين **500** و**600** مليمتر سنوياً يكفي لجعل الأملاح المتراكمة ترشح من التربة.

ما الهدف من هذه المعالجة؟

ان الأهداف الأساسية من وراء معالجة المياه الرمادية يجب أن تتماشى مع النقاط التالية:

- حماية الصحة العامة من الأمراض والبعوض وغيرها من الحشرات الناقلة للفيروسات والبكتيريا.
- حماية البيئة من التلوث في المياه السطحية والجوفية وتخفيف استنزاف هذه المصادر.
- تأمين خصوبة التربة من خلال المغذيات التي تحتويها المياه الرمادية المعالجة.
- القبول الاجتماعي والاقتصادي لمعالجة هذه المياه واعادة استعمالها في الزراعة.
- سهولة التحكم بنظام المعالجة من تنظيف وصيانة.
- تلاؤم مع الأنظمة والقوانين المرعية الاجراء في الأماكن أو البلدان التي يطبق فيها نظام المعالجة.

"إعلان العقبة" حول استخدام المياه الرمادية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، 15 شباط (فبراير) 2007.

نحن التسعة والعشرون خبيراً وباحثاً وممارساً من ثمان دول مختلفة والممثلون لسبع عشرة مؤسسة، نوافق على أن المياه الرمادية "مياه الصرف المنزلي" توفر مصدراً محتملاً للتخفيف من ندرة المياه في البلدان الجافة، وأنه ينبغي النظر إليها باعتبارها أحد الموارد المائية وليست مجرد منتج عادم. كما أننا نوافق على أن استخدام المياه الرمادية المستصلحة يمكن أن يكون مفيداً من الناحية البيئية والاجتماعية والاقتصادية ومقبولاً من الناحية الثقافية.

ونحن نعتبر أن استخدام المياه الرمادية يجب تشجيعه بطريقة تحدّ من المخاطر الصّحية والبيئية مع تحقيق عوائد اقتصادية في نفس الوقت.

واستناداً إلى ما هو معلوم حتى الآن فإننا نوافق أيضاً على ما يلي:

- يعد استخدام المياه الرمادية أحد الخيارات المحتملة لإدارة الطلب على المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وأنه يتعين علينا الاستجابة للطلب الحالي على الموارد غير التقليدية للمياه وذلك بتشجيع استخدام المياه الرمادية على نطاق واسع.
- من المفيد النظر إلى استخدام المياه الرمادية كإحدى الإستراتيجيات لمواجهة شح المياه وكذلك لتخفيف الفقر.
- ولتحسين صورة المياه الرمادية وتشجيع استخدامها على نطاق واسع، فإننا بحاجة للعمل مع كل الأطراف المعنية وأصحاب المصلحة، والتركيز على رسائل واضحة ومباشرة.
- ونحن نقر بالحاجة إلى مزيد من المعلومات ومنها على سبيل المثال:
- آثار استخدام المياه الرمادية على الصحة العامة.

وأخيراً فإننا نوافق على ضرورة أن تكون أية مداخلة تكنولوجية فعالة من ناحية التكلفة ومجدية اقتصادياً وقادرة على الوفاء بالمعايير المقبولة.

اجراءات للاقتصاد بالماء في الزراعة

- تحكّم بالري واستعمل أنظمة ري مقتصدة مثل الري بالتنقيط بدل الغمر.
- قلل من التبخر من خلال فرش مهاد عضوي مثل أوراق الشجر أو السماد الطبيعي.
- استأصل الأعشاب الضارة التي تنافس المزروعات على الماء والضوء والمغذيات.
- عمّر جلولاً في الأراضي المنحدرة للتقليل من جريان مياه المطر وزيادة ارتشاحها في التربة.
- ازرع نباتات متوطنة محلياً فهذه تحتاج الى عناية أقل وماء أقل من الأنواع الدخيلة.
- قلل أو امتنع عن استعمالات الأسمدة الكيمائية التي تتطلب عمليات ري اضافية.
- مارس حصاد مياه الأمطار.
- استعمل المياه الرمادية المنزلية المعالجة في عملية الري.

موارد أخرى غير تقليدية للمياه

• حصاد مياه الأمطار

يعتبر حصاد مياه الأمطار كمصدر غير تقليدي في الاستعمالات المنزلية والزراعية. وهو من المصادر الهامة والمستدامة رغم التفاوت في كميات الأمطار من موسم إلى آخر ومن بلد الى آخر. وفي المناطق الجافة يمكن أن يؤدي حصاد مياه الأمطار إلى تخفيض المخاطر الناجمة عن شح المياه وبالتالي زيادة الإنتاج الزراعي.

• المياه المحلاّة

هي المياه المالحة التي تحول إلى مياه نقية خالية من الأملاح وصالحة للاستخدام. ويتم ذلك عبر طرق التبخر بواسطة الشمس او بواسطة المبخرات والتي تتكون من عدة مراجل يتم خلالها تبخير مياه البحر ومن ثم تكثيفها وتجميعها. عادة ما يتم استغلال جزء من البخار المنتج من محطات التحلية في عملية انتاج الطاقة الكهربائية لتغذية احتياجات المحطة. تحتل الدول العربية المكانة الأولى عالميًّا في إنتاج المياه المحلاة إذ تنتج 70% من إنتاج العالم.

References

- Bino, M. J. “Grey water reuse for sustainable water demand management”. The Inter-Islamic Network on Water Resources Development and Management (INWRDAM). International water demand management Conference. Jordan, May 2004.

- Bino, M. J., Al Beiruti, S., Ayesh M. and Asfour M. “Experience of INWRDAM Karak greywater treatment and use project”. Conference Paper for the Greywater Stock-Taking Meeting. IDRC-CSBE, Aqaba, February 2007.

- Faruqui, N. and Al-Jayyousi, O. “Greywater Reuse in Urban Agriculture for Poverty Alleviation: A Case-Study in Jordan”. Water International, 2002.

- ICARDA Bridging workshop series: Sustainable Management of Wastewater for Agricultural Production in Water Scarce Countries. ICARDA, Syria, November 2007.

- Hajj, N., Kai, L. and Mahfoud, C. “Greywater treatment and reuse for water and food security in Lebanon”. ICARDA Bridging workshop series: ICARDA, Syria, November 2007.

- Khaled, N. “Gardens Blessed by Grey Drops”, Regional Water Demand Initiative in the Middle East and North Africa (WaDImena). International Development Research Centre. www.idnc.ca/es/ev-118248-201-1-do-topic-html 7 December 2007.

- Legget, D. J. and al. Rainwater and greywater use in buildings: decision-making for water conservation. Report No. PR80. London: CIRIA, Department of trade and industry 2001.

- Mc-Ilwaine, S. “Reusing Domestic Greywater as a Method of Water Demand Reduction in Jordan”. Paper presented in Water Demand Mangement Conference at the Dead Sea, Jordan 2004.

- Morel, A. and Diener, S. Greywater Management in Low and Middle-Income Countries. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag Sandec). Dübendorf, Switzerland. 2006.

مـراجـــــع

- Redwood, M. Greywater Use in the Middle East and North Africa Region. Background Paper. IDRC, Canada 2007.

- US-EPA (United States Environmental Protection Agency). Water conservation techniques. Purdue University, 2001.

- Val, Little. Graywater Guidelines. Tucson: Water Conservation Alliance of Southern Arizona, 2002.

- WHO/UNEP/FAO. WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Volum 4: Excreta and Greywater Use in Agriculture. World Health Organization, Geneva, 2006.

ـ إرشادات أولية لاستعمال المياه الرمادية لري الحدائق، مركز دراسات البيئة المبنية، عمان، الاردن ـ كانون ثاني (يناير) **2003**.

ـ الدليل الارشادي لادارة المياه الرمادية على مستوى المنزل في التجمعات السكنية الصغيرة في البادية الشمالية الشرقية ـ الأردن، الجمعية العلمية الملكية ـ عمان، مركز البحوث للتنمية الدولية ـ كندا **2007**.

ـ راغدة حداد، مياه لبنان يبتلعها البحر والتلوث. مجلة البيئة والتنمية، آذار (مارس) **2004**.

ـ عارف مغامس، تقنية بسيطة لتكرير المياه العادمة في قرى راشيا. جريدة المستقبل ـ الاثنين **20** آب (أغسطس) **2007**.

ـ الاقتصاد في استهلاك المياه: دليل لاستخدام المياه بكفاءة في حياتنا اليومية. مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة. بيروت **2006**.

ـ النشرة الفنية حول معالجة المياه الرمادية وإعادة استخدامها في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، مركز البحوث للتنمية الدولية ـ كندا **2007**.

مـلاحظـــــــــــات

Published in this Series:

Appropriate Technology

HOW-TO SERIES

● Instruction Manuals:

1- Biogas Production
2- Solar Cabinet Dryer
3- Latrines and Domestic Wastewater Management
4- Solar Water Heating
5- Solar Cooking
6- Domestic Greenhouses and Food Processing
7- Tree Planting (3rd edition)
8- Wood Conserving Bread Ovens and Mud Stoves
9- Wells Construction with Hand Tools
10- Domestic Gardens and Composting of Organic Residues
11- Alternative Pest Management: An Action Guide
12- Ferrocement Water Storage Tanks
13- Food Drying and Processing
14- Organic Farming (2nd edition)
15- Combating Desertification and Land Degradation: Best Practice Booklet
16- Production of Biogas from Organic Solid Waste
17- Local Level Integrated Management of Solid Wastes
18- Water Coservation
19- Practicing Energy Efficiency in Our Daily Lives
20- Food Processing in Rural Areas
21- Growing of Zaatar & Medicinal Herbs
22- Greywater Treatment and Reuse (2nd edition)

● Audio Visuals / Slides and Text:

1- What Is Appropriate Technology?
2- Latrines and Domestic Wastewater Management
3- Solar Cooking
4- State of Environment in West Asia

صدر في هذه السلسلة:

التكنولوجيا الملائمة

تطبيقات عملية

● كتيّبات:

1ـ مصنع الغاز الحيوي
2ـ المجففة الشمسية
3ـ المراحيض الصحية وتصريف المياه
4ـ سخانة الماء الشمسية
5ـ الطباخ الشمسي
6ـ البيوت الزجاجية المنزلية وإنتاج الغذاء
7ـ غرس الأشجار (طبعة الثالثة)
8ـ مخابز ومواقد توفّر استهلاك الحطب
9ـ انشاء الآبار بمعدات يدوية
10ـ الحدائق المنزلية وتسبيخ الفضلات العضوية
11ـ تقنيات بديلة لمكافحة الآفات الزراعية
12ـ بناء خزانات ماء بالاسمنت المقوّى (فيروسيمنت)
13ـ تجفيف وتعليب المنتجات الزراعية
14ـ الزراعة العضوية (طبعة الثانية منقحة)
15ـ مكافحة التصحر وتدهور الأراضي: دليل عمل
16ـ انتاج الغاز الحيوي (البيوغاز) من النفايات العضوية
17ـ الادارة المتكاملة للنفايات الصلبة على المستوى المحلي
18ـ الاقتصاد في استهلاك المياه
19ـ استخدام الطاقة بكفاءة في حياتنا اليومية
20ـ تصنيع المواد الغذائية في الأرياف
21ـ زراعة الزعتر والأعشاب الطبية
22ـ معالجة المياه الرمادية وإعادة استعمالها في الرّي (طبعة الثانية)

● صوت وصورة (شرائح / سلايدز مع نص):

1ـ ما هي التكنولوجيا الملائمة (60 شريحة)
2ـ المراحيض الصحية والمياه المستعملة (60 شريحة)
3ـ الطباخ الشمسي (40 شريحة)
4ـ وضع البيئة في غرب آسيا (80 شريحة)

ISBN 9953-437-27-0