إعادة استخدام المياه الرّماديّة Grey Water في المناطق الصّحراويّة

د. أيّوب أبو ديّة: مكتب هندسي استشاري، ص. ب ٨٣٠٣٠٥ عمّان ١١١٨٣ الأردن

المستخلص: يُعرّف هذا البحث المياه الرمادية ويبرز أهميتها ويحدّد مصادرها في المساكن، كما أنه يحسب مقاديرها وخواصها، ثم يشرع في دراسة مواصفات المياه الرمادية المستخدمة في الري. ويثبت البحث نجاعة استخدامات المياه الرمادية للزراعة. كذلك، يرسم البحث معالم مواصفات المياه الرمادية المعالجة التي يمكن أن تستخدم في تنظيف النفايات الصلبة من المراحيض، وفي غسيل السيارات، ونحو ذلك. ثم ينطلق البحث في مناقشة التجارب العالمية في لاعادة استخدام المياه الرمادية، انطلاقاً من تجربة جنوب إفريقيا، مروراً بتجربتي أريزونا وإنجلترا، وانتهاءً بتجارب الأردن. إذ يسلّط البحث الضوء على تجربتين أردنيتين تم تطويرهما بالاستعانة بالتجارب العالمية وبمحاور الفشل التي ساهمت في تعثرها.

ينتهي البحث إلى إبراز المخاطر الصحية والمشكلات التقنيّة الناجمة عن إعادة استخدام المياه الرمادية في الأبنية، كما ينتهي إلى إطلاق دعوة للمؤسسات الدولية للمساهمة في حفز تطوير هذه الأنظمة من خلال تطوير صناعاتها كي تساهم في معالجة المياه الرمادية وفلترتها. ويقترح هذا البحث أن يتم ذلك في أثناء صناعة مواد التنظيفات الكيميائية، وفي أثناء تصميم أجهزة الغسل الكهربائية ونحوها. كما يقترح إصدار تشريعات إلزاميّة لاعادة استخدام المياه الرماديّة في المشاريع التي تستهلك كميات كبيرة من المياه، وذلك على غرار التجربة اليابانيّة. وأيضاً، يقترح وضع حوافز لفصل أنابيب التصريف(المياه الرمادية عن المياه السوداء)، فضلاً عن منع استيراد أو تصنيع خزانات المراحيض التي تزيد سعتها عن ستة ليترات من الماء النظيف.

١ـ المقدّمة

تستلزم المقدمة، بحكم طبيعتها التعريفية، أن تجيب عن الأسئلة الثلاثة: ما هو موضوع البحث (التعريف بالموضوع)، لماذا اخترنا هذا الموضوع (أهميته)، وأخيراً، كيف سنبحث في الموضوع (المنهجية)؟

المياه الرمادية هي تلك المياه العادمة التي تنتجها المسّاكن باستثناء المياه العادمة السوداء Black Water التي تنتجها الفضلات الثقيلة وتستدعيها. وتنبع أهمية الموضوع من شحّ المياه في المناطق الصحراوية بخاصة، وفي أغلب مناطق العالم بعامة، فضلاً عن بساطة التمديدات الإضافية المطلوبة وانخفاض تكلفتها، وفضلاً عن فائدة إعادة استخدام المياه الرمادية في ما يتعلق بحماية البيئة من تلوث التربة والمياه السطحية والجوفية، وفي ما يتعلق بتخفيض الضّغط على محطات تنقية المياه العادمة.

يُعالج هذا البحث الموضوع من خلال منهجية استرجاعية لتجارب العالم المختلفة، ومن خلال منهجية تجريبية تأليفيّة لتجربة الأردن المحدودة في هذا المضمار. وتهدف هذه المنهجيات إلى تطوير نظام إعادة استخدام المياه الرمادية للزراعة استناداً إلى العلاقة الجدلية التصحيحية Dialectic التي تربط النظرية بالتطبيق بفعل علاقتهما التي تعمل في الاتجاهين بصورة دائمة.

وأخيراً، يُعالج البحث المشاكل الصحية والفنية الناجمة عن إعادة استخدام المياه الرمادية لأغراض مهمة أخرى، كتنظيف الفضلات الثقيلة واستخدامها في أنظمة الري المكشوفة، كما يطرح المسائل والإشكاليات التي تفتقت في أثناء البحث، ويُركز الضوء على ضرورة البحث فيها مستقبلاً، وعلى صعيد عالمي.

٢ـ تعريفات عامّة

٢ـ١ ماهيّة المياه الرمادية ومصادرها؟

المياه الرمادية هي تلك المياه الناجمة عن استخدامات المساكن للمياه الحلوة Potable Water في المطابخ والمغاسل وأحواض الاستحمام والشطافات Bidets، وفي أثناء غسل الثياب وأطباق الأكل ونحو ذلك. ويفترض هذا البحث أن أنابيب تصريف هذه المياه مستقلة عن أنابيب تصريف المياه السوداء الناجمة عن أحواض التخلّـص من النفايات الصلبة Toilets والتي سنسميها هنا المرحاض. هذا الفصل بين النوعين سيسمح بتجميع المياه الرمادية لغايات إعادة استخدامها.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه غالباً ما يتم إهمال ناتج مياه المطابخ والشطّافات، وذلك لغايات تحسين نوعية المياه الرمادية بقدر الإمكان (استبعاد المواد العضوية والدهون والزيوت ونحو ذلك)، فضلاً عن أن هذه المصادر لا تشكل في مجموعها نسبة كبيرة من مجمل المياه المستخدمة في المساكن، كما سوف نرى.

٢ـ٢ مقادير المياه الرمادية في المساكن؟

تعنينا في هذا البحث مقادير المياه التي سنقوم بتجميعها معاً لإعادة استخدامها، وهي تلك الموجودة في الخانات ٢،٤،٥ في الجدول رقم (١) . وهي الأنسب لغايات إعادة الاستخدام من حيث انخفاض نسبة المواد العالقة فيها وبخاصة المواد العضوية منها. وتشكل هذه المجموعات حوالي ٤٥% من كميات المياه الإجمالية المستهلكة في المنازل، وهي التي سنقوم بتدويرها للاستخدامات الزراعية.

	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
المصادر	غسيل أطباق الأكل	ري الحديقة وتنظيف خارجي	المغاسل	غسيل الثياب	المطابخ	الاستحمام	تنظيف المرحاض
[1]	%٤	%٦	%٨	%١٢	%١٥	%٢٠	%٣٥
[2]	-----	-----	*%٦	%١٨	%٩	*%٢٠	%٤٧
[3]	-----	%٢٥	%٥	%١٥	%١٥	%١٥	%٢٥
**	-----	%١٠	%٥	%٢٠	%٥	%٢٠	%٤٠

جدول (١) : توزيع المياه المستهلكة في المنازل

٢ـ٣ لماذا نعيد استخدام المياه الرمادية؟

لا شك في أن أسباب إعادة استخدام المياه الرمادية تعود في الأصل إلى الطلب المتزايد على المياه عالمياً بصورة موازية لشح موارد المياه الطبيعية وامتداداً لقسوة الجفاف العالمي. ففي العاصمة الأردنية عَمّان، على سبيل المثال، تصل المياه إلى المنازل في يوم واحد فقط من أيام الأسبوع ، وأغلب الأبنية المتواضعة

---

*جمع الرقمان (٢٠% و٦%) في المرجع الأصلي، وقد قمنا بالتجزئة لغايات الوضوح في المقارنة.

** هذه القراءَات من أعمال الباحث الميدانية، وهي دراسة لمنزل يستهلك حوالي ١٢٠ لتر/ يوم/ شخص، ويتكون من ٥ أشخاص، وفيه ثلاثة حمامات ومطبخ واحد٠ وقد استثنينا استهلاك الشطافات لغايات التبسيط والتدوير .

لا تملك وسائل كبيرة لتخزين المياه. حتى بريطانيا تعاني من مشكلات في وفرة المياه، وقد حفـّزهم ذلك إلى الشروع في تجارب إعادة استخدام للمياه الرمادية سوف نستعرض بعضها في بحثنا هذا.

من العوامل المساعدة لتدعيم مشروع إعادة استخدام المياه الرمادية، ارتفاع أسعار المياه في ضوء ما سلف من أسباب وغيرها. بذلك، سوف تصبح المبالغ المقتصدَة من فاتورة المياه تستحق العناء أكثر. أما من وجهة نظر البنية التحتية للدول، فلا شك في أن ذلك سيساهم في تخفيض تكلفة مشاريع المياه*، فضلاً

عن أنه سيخفض تكلفة توسعة محطات التنقية القائمة أو يستغني عن إقامة محطات جديدة، وأيضاً، سيوفر الاستقرار السياسي للبلد المهتم بإعادة استخدام المياه الرمادية.
أمّا من وجهة نظر بيئية، فالخضرة الزراعية التي سوف تتمتع بفائض من مياه الري، وبخاصة في المناطق الصحراوية، فإنها تتحدث عن نفسها من حيث ما ستطلقه من أكسجين في الجو، وما لها من تأثيرات إيجابية على خواص التربة وعلى تثبيتها، وعلى درجة الحرارة والرطوبة والبيئة الطبيعية ونحو ذلك. ولا شك، كذلك، في أنّ انخفاض الضغط على الحفر الامتصاصيّة نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية سوف يساهم في حماية المياه الجوفية والمياه السطحية من التلوث، فضلاً عن أنه سوف يساهم في تخفيض احتمال انتشار الأوبئة وانتقال الأمراض.

٢-٤ خواصّ المياه الرمادية من المصادر المختلفة

تختلف المواصفات العالمية من حيث نظرتها إلى نوعية المياه الناتجة عن معالجة المياه الرمادية، إذ تبدأ في بعض الدول من مرتبة تبلغ مستوى نوعية مياه الشرب، وتتدنى إلى ما دون ذلك في دول أخرى. ولغايات تحقيق أهداف هذا البحث سنتناول مواصفات المياه الرمادية في حالتي الاستخدام الزراعي والاستخدام الداخلي في تنظيف المرحاض، الأول هو موضوع هذا البحث الأساسي، أما الثاني فهو طموح هذا البحث ومشروعه في المستقبل القريب.

٢-٤-١ مواصفات مياه الري إنّ نوعية المياه الرمادية المستخلصة من نواتج مياه الاستحمام والغسيل معاً، يحقق متطلبات مواصفات مياه الري الأردنية لعام ١٩٨٥ (JS 893/1985)[4] ، ولكن المشاكل التي تواجه المرء عند استخدام هذه المياه للزراعة تكمن في ما يلي: المواد العالقة؛ زمن التخزين ؛ آلية التخزين. وسنبحث في كل من العوامل الأخيرة على حدة.
إنّ التخلص من المواد العالقة في المياه الرمادية ضرورة تستدعيها المحافظة على كفاءَة محطات التجميع، إذ إنّ إغلاق المصافي التي تُستخدم لالتقاط هذه العوالق يشكل العائق الأكبر لهذه المحاولات، وقد تطورت بعض هذه المصافي في السنتين الأخيرتين بحيث أصبحت تحتاج إلى صيانة قليلة. ثم أنّ هناك عوامل كثيرة من شأنها أن تسارع في ترسيب العوالق Colloids ، مثل ارتفاع الخزان؛ سرعة حركة المياه وحدّة ميلانها، شكل الخزان، وما إلى ذلك[5] . لذلك، ينبغي إقامة توازن، في أثناء تصميم خزان التجميع، بين ارتفاع خزان تجميع المياه وحجمه ومصادر مياهه ووظيفته وبيئته وطوبوغرافية الموقع ونحو ذلك.
ومما يجدر ذكره هنا أن هدفنا هو تخفيض كمية العوالق وأحجامها بحيث لا تسارع في إغلاق محطات الترسيب والتجميع، وكي لا تؤدي إلى تعطيل في أنظمة الري الآلية. وتحتاج هذه المحطات إلى مراقبة دورية، وإنْ أصبح بالإمكان تخفيض العناء، كما سوف نرى في حديثنا عن التجربة الأردنية الثانية في الفقرة ٣-٤-٢ .

---

* قررت لجنة البيئة في مجلس العموم البريطاني عام ١٩٩٦ ، على سبيل المثال، تفضيل إعادة تدوير المياه الرمادية على بناء سدود جديدة في إنجلترا، وقد دعّم ذلك القرار البعد البيئي الذي يعتبر جسم السد وبحيرته تشويهاً للبيئة الطبيعية.
** أنظر، مثلاً :

[5] Smethurst, George, Basic Water Treatment, Chapter 6: Theory and Principles of Sedimentation, page 619 and Chapter 9: Filtration, page 111.

٢-٤-٢ مواصفات المياه الرمادية المعاد استخدامها في داخل الأبنية يبين جدول (٢) التوصيات العالمية المختلفة لنوعية المياه الرمادية، منها ما هو مجرد توصية Guideline، يرمز له

	Faecal coliforms efu/100ml	Total coliforms efu/100ml	BOD mg/1	Turbidity/ transparency	TSS mg/1	DO% saturation	pH
USEPA* (g)	14 for any sample 0 for 90% samples		10	2 NTU			6-9
Florida (m)	25 for any sample 0 for 75% samples		20		5		
Texas (m)	75 (m)		5	3 NTU			6-9
Germany (g)	100 (g)	500 (g)	20 (g)	1-2m 20 NTU	30	80- 120	6-9
Japan (m)	10 for any sample	10	10	5 NTU			
S. Africa (g)	0 (g)						
WHO lawn irrigation	200 (g) 1000 (m)						6-9
EC bathing waters	200 (g) 2,000 (m)	500 (g) 10,000 (m)		2m (g) 1m (m)		80- 120 (g)	6-9
UK (BSRIA) proposed (g)	0 detectable per ml for 90% samples						

(g) = Guideline; (m) = Mandatory [Cl_2 residuals 1mg/l for First two raws]

جدول رقم (٢): مواصفات المياه الرمادية واستعمالاتها[6]

بحرف (g)، والبعض الآخر إلزامي (Mandatory) ويرمز لـه بالحرف (m). وهي النوعية التي ينبغي ألا تتجاوزها المياه عند لحظة استعمالها. إذ تتراجع نوعية المياه بزيادة فترة التخزين.
هذه المواصفات طموح هذا البحث النهائي، ولكن الدخول في تفصيلات خفض نسبة العصيّات Coliforms مثلاً باستعمال الكلور، أو التحكم في مستوى الأكسجين BOD بالتهوية، وما إلى ذلك، هي مسائل تضيف إلى المشروع سمة التعقيد، ولكنها قد تكون ضرورية إذا ما شئنا استخدام المياه الرمادية في داخل منازلنا وفقاً للمواصفات العالمية.

* تشمل استعمالات المياه الرمادية في المناطق الحضرية Urban ري الحدائق سطحياً، غسيل السيارات وتنظيف المراحيض.

٣- التجارب العالمية

٣-١ التجربة السويدية في كمبرلي Kimberley

كانت فكرة مدينة كمبرلي في جنوب إفريقيا أن يتم تخفيض الضغط عن محطة تنقية المياه العادمة للمدينة، بتحويل المياه الرمادية التي تنتجها أبنية المدينة لري العشب الأخضر Lawns . فقد أدى توجيه المياه الرمادية نحو الري إلى تخفيض الطلب على المياه الحلوة للري، كما أدى إلى تخفيض الضغط على محطة التنقية [7] .

كان نظام التدوير بسيطاً للغاية، إذ أستند إلى مبدأ ضخ المياه الرمادية في أحواض متراكمة رأسياً فيها طبقات من الحبيبات المتدرجة، وتصل نهاية الأحواض إلى خزان يجمع المياه الرمادية ثم يعيد تدويرها حسب الطلب. إن تجاربنا العملية في هذا المضمار تخبرنا بأن هذه الفلاتر الطبيعية سوف تنغلق مع مرور الوقت، كما أن مشاكل تخزين المياه لم تتم دراستها كما ينبغي، إذ لا يخوض البحث في تفصيلاته. وسوف نثبت في التجارب اللاحقة فشل هذا المبدأ على المدى البعيد.

٣-٢ التجربة الأميركية في أريزونا

تم تشغيل أحد المساكن الحديثة في صحراء أريزونا بحيث يتسع لعائلة واحدة ويهدف إلى توفير الطاقة والمياه. وقد تمت دراسة المشروع بحيث يمكن الاقتصاد في ٤٠% من معدل استهلاك المياه للأسرة الواحدة. وفيما يلي برنامج الاقتصاد في المياه، كما يتبدّى في الجدول رقم (٣) :-

Current and Projected Residential Water Use for the City of Phoenix and Desert House (Gallons per capita per day)

Fixture/Appliance or Use	Non- Conserving Pre- 1980 Dwellings	Dwellings Meeting 1980 Plumbing code	Desert House Projection
	INDOOR		
Toilet	22.0	14.0	6.0
Shower	23.0	13.0	9.2
Washing Machine	16.5	16.5	12.6
Dishwasher	2.4	2.4	1.4
Faucet	9.0	8.0	8.5
Bath	7.0	7.0	7.0
Total Indoor	79.9	61.7	44.7

جدول رقم (٣) : مقادير التوفير في استهلاك المياه للبيت الصحراوي في أريزونا[8]

نلاحظ نوعية المرحاض الخاصّة المستخدمة في البيت الصحراوي الذي لا تستهلك أكثر من ٦ جالون لكل شخص في اليوم الواحد. وهذا يعني أنه في ضوء أكثر من استعمال واحد في اليوم فإن استهلاك المرحاض يساوي نصف تلك الكمية أو ربما أقل من ذلك! ويمكننا القول إنّ تطور التكنولوجيا اليوم قد

حسّنت من كفاءَة أجهزة التخلّص من النفايات الصلبة والسائلة في المرحاض. إذ لا يزيد حاجة بعض المراحيض الحديثة عن ٦ لتر لكل استعمال، كما وقد تطورت أكثر بحيث أصبحت تستخدم نصف هذه الكمية في حالة النفايات السائلة فقط.
إنه من المؤسف حقاً أن يتم إهمال ما يستهلكه المرحاض من مياه، في حين يتم تسليط الضوء على أجهزة توفير المياه الأخرى التي ترتبط بصنابير المياه وببطاريات المغاسل والاستحمام. فلماذا لا تقوم تشريعات في الدول التي تعاني من شح في المياه تمنع استخدام خزانات المراحيض التي تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه. ولماذا لا تقوم دراسات لاستخدام التنظيف بالضغط وبنحو ذلك من أساليب ؟
مهما يكن من أمر ما سلف، فإنّ المشكلة الرئيسية في محاولة إعادة استخدام المياه الرمادية كانت في أن الفلتر الرملي، الذي كانت المياه الرمادية تمر فيه قبل بلوغها خزّان التجميع، قد تضاءَلت كفاءَته بصورة تدرجية يوماً إثر يوم إلى أن أنغلق الفلتر بصورة شبه تامّة. وهذه هي المشكلة التي توقّعنا أن تبرز في تجربة كمبرلي التي أسلفنا الحديث عنها باقتضاب.

٣-٣ التجربة الإنجليزية

لقد شرعت إحدى دوائر البيئة في مؤسسة المياه الوطنية في بريطانيا في إقامة مشروع رائد يتمثل بتحويل عشرة منازل لموظفي الدائرة كمواقع تجارب [9]. فقد تم فصل أنابيب تصريف المياه الرمادية في الأبنية القائمة ومن ثم تجميعها وإعادة ضخها لتنظيف المراحيض، فماذا كانت النتيجة ؟
ظهرت النتائج في تقرير نُشر عام ١٩٩٩ ، وكانت هناك مشكلات في معالجة المياه بالكلور، وفي المصافي التي كانت أول من تستقبل المياه الرمادية، وفي لون المياه وعكارتها Turbidity وما إلى ذلك. لكن ذلك كله لا يعنينا في هذا البحث لأن اهتمام البحث ينصب على استخدامات هذه المياه للزراعة. ويقتصر اهتمامنا في التجربة الإنجليزية هاهنا على التطويرات في تكنولوجيا المصافي، إذ تم تطوير المصفاة الأولى، التي انغلقت بعد فترة وجيزة، بحيث أصبحت فيما بعد ذاتية التنظيف.

٣-٤ التجربة الأردنية لإعادة استخدام المياه الرمادية

٣-٤-١ التجربة الأولى (١٩٩٩-٢٠٠٠) خلال العامين المذكورين، وبتمويل وإشراف صاحب هذا البحث، تم تجهيز أنابيب تصريف منفصلة للمياه الرمادية في منزل لعائلة أردنية في عمّان مكون من ستة أشخاص. كما تم عمل أحواض لتجميع المياه الرمادية، بتصفيتها من الشوائب أولاً، باستخدام مناخل من الشبك المجلفن بفتحات متنوعة، ثم قمنا بتمرير المياه في حوض ترسيب سعته صغيرة، وأخيراً تم تجميع المياه في حوض آخر أكبر حجماً تمهيداً لاستخدامه في ري حديقة المنزل.
لقد اصطدمت التجربة بمشاكل ثلاث أساسية؛ الأولى تمثلت في إغلاق المصافي بعد أسابيع عدة من الاستخدام؛ الثانية تمثلت في انبعاث رائحة في الصيف بعد بضع أيام من تخزين المياه الرمادية؛ أما الثالثة فتمثلت في صعوبة تنظيف الأحواض من المواد المترسبة التي بلغت خلال سنة واحدة حوالي ١٠سم في أرضية حوض التجميع الكبير الذي بلغت مساحة أرضيته حوالي مترين مربعين.
كنّا نستبدل المصافي أو ننظفها باستمرار، ثم شرعنا في توسيع فتحات المناخل بالتدرج كي نخفّف من مشاكل إغلاقها. كما أخذنا في استخدام المياه المجمّعة للزراعة أولاً بأول كي لا تتخزّن لفترة طويلة. بذلك اجتنبنا مشاكل انبعاث الرائحة، ولكن مشاكل إغلاق المصافي وتجمّع المواد المترسبة في أرضية الخزان بقيت من دون حل وظلت كإرث للتجربة الثانية اللاحقة التي تمت فيما بعد، وفي عمّان أيضاً.

٣-٤-٢ التجربة الثانية (٢٠٠٠-٢٠٠١) يلاحظ في الصورة رقم (١) منطقة اتصال أنبوب المياه الرمادية (الأنبوب الأفقي في أعلى الصورة)، حيث تخرج منه فتحة استكشاف فيها مصفى ذو فتحات كبيرة نسبياً لالتقاط العوالق الكبيرة الحجم فقط، ثم يستمر الأنبوب ليصب في المصفى الرئيسي المثقوب، كما يشاهد في الصورة.

صورة (١) جزء من محطّة إعادة استخدام المياه الرماديّة: التجربة الأردنيّة الثّانية

وتجدر الملاحظة هنا إلى وجود مهرب للمياه قبيل سقوط المياه في مصفى التجميع. وهدف ذلك هو التخلص من المياه الفائضة إلى المجاري العامة في حالة صيانة المحطة أو امتلائها.
وهكذا تصب المياه الرمادية في المصفى الذي يتم تنظيف العوالق منه بواسطة رشاش مياه يعمل على ضخ مياه من الخزان التجميعي نفسه متى اشتغلت المضخة وضخت المياه إلى حديقة البناء. وقد تم اجتناب تحويض المياه لفترة طويلة بتركيب مضخة آلية تعمل فور امتلاء الخزان الثاني. وتعمل أنابيب توزيع المياه في الحديقة على ري الحديقة آليّاً. بذلك يتم التخلص من المياه بسرعة قبل ارتفاع حاجتها إلى الأكسجين. وقد قمنا بعمل ميلان في أرضية الخزان وتم طلاؤها بمواد ذات معامل احتكاك متدن بحيث تسمح للعوالق المترسبة بالانزلاق والتصريف إلى الخارج حال فتح الصمام لتنظيف الحوضين.

٤- إشكاليات بحاجة إلى تطوير

٤-١ الفلترة (Filtration) والمعالجة (Disinfection) لتحسين نوعية المياه الرمادية

تتطور وسائل التقاط العوالق المتوافرة بكثرة في المياه الرمادية، وقد تجلت في التجربة البريطانية الحاجة الماسة إلى تطوير المصافي بحيث أصبحت تنظف نفسها ذاتياً. وفي التجربة الأردنية تم تطوير المصافي أيضاً، ولكن بطريقة أكثر بساطة وفاعلية. ولكن، لماذا لا تتم الفلترة باستعمال الفلتر الطبيعي المتدرج؟
أثبتت تجربة أريزونا أن العوالق قد أغلقت الفلتر الرملي الذي استخدمه نظام إعادة الاستخدام. وإذا ما تم تحضير نظام يكفل إعادة تنظيف الفلتر بالمياه النقية، فإن ذلك سوف يستخدم الكثير من المياه ويبدد الفائدة

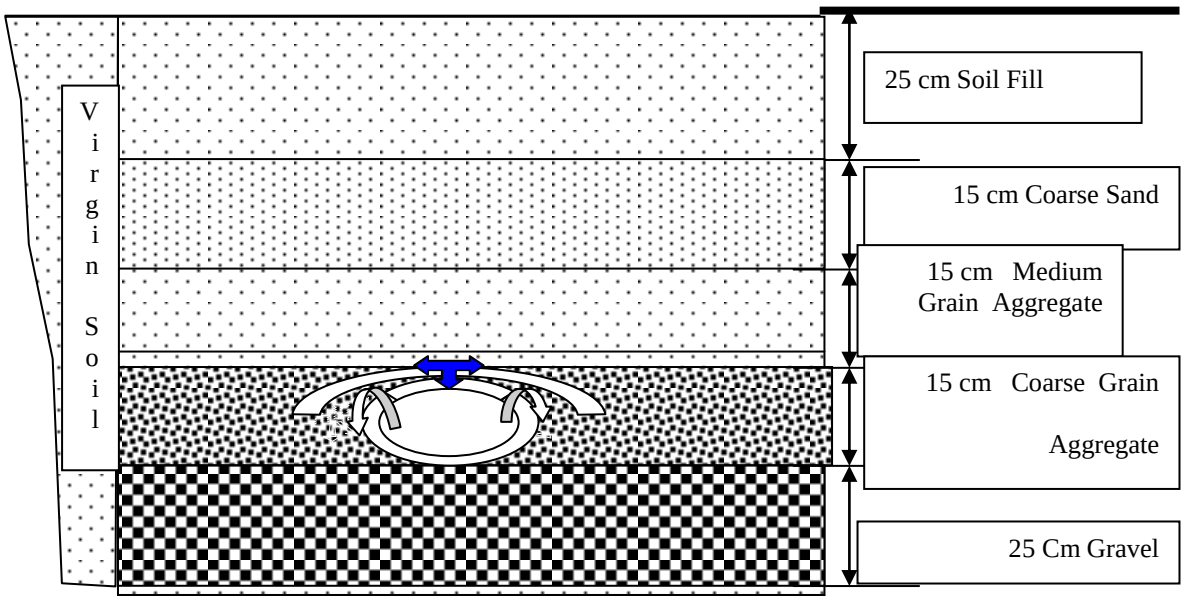
من إعادة استخدام المياه الرمادية التي ترمي في المقام الأول إلى الخفض من مجمل استهلاك المياه في الأبنية. لذا، يحوم التحدي الأكبر حول اختراع فلتر قادر على تنظيف نفسه ذاتياً وبالمياه الرمادية نفسها التي يقوم بفلترتها.

أمّا التجربة البريطانية في معالجة المياه بالكلورين، فقد أثبتت أنّ نظام المعالجة بحاجة إلى مراقبة مستمرة كي يضمن استخدام المقادير المناسبة في الوقت المناسب. وكي يضمن استبدال أوعية التزويد بأمان. كما أثبتت أن العكورة كانت ظاهرة جليّة، وأن ظهور الرغوة في المرحاض كان واضحاً كذلك. وكل ذلك يستدعي دراسة التأثيرات الجانبية لهذه المؤثرات الكثيرة على صحة الإنسان وعلى لون سيراميك حوض المرحاض وكفاءَة الأنابيب الناقلة للمياه وتأثرها بمستوى حموضة المياه وما إلى ذلك.

هذه التجارب تساعدنا في فهم المشاكل التي قد تواجه المشتغلين بهذا النظام لتدوير استخدام المياه الرمادية، وتشكل تحديات. أما العوائق التي تواجهنا بعناد فلا شك في أنها ستضمحل بالتدرج، ومن خلال العلاقة الجدلية التطورية القائمة بين النظرية والتطبيق في العلوم التطبيقية.

٤-٢ المخاطر على الصحّة

إنّ إعادة استخدام المياه الرمادية للزراعة، بحيث يكون اتصال الناس مع محطة التجميع مقصوراً على عدد محدود جداً منهم، وبحيث يكون نظام الري تحت سطح الأرض، كما يشاهد من الشكل رقم (١)، إذ يؤدّي إلى تدني مخاطر اتصال الإنسان مع هذه المياه، وبالتالي تصبح المخاطر الصحية محدودة للغاية.



شكل (١): تفاصيل تصريف المياه الرمادية تحت الأرض[10]

ويوضّح الشكل الأخير تفاصيل الخندق المقترح الذي من شأنه أن يمنع الثقوب في الأنبوب الرئيسي من الإغلاق. ويمكن زراعة الأشجار على الجانبين، كما يمكن عمل مناهل تفتيش Manholes على طول الخندق لمراقبة أحوال الأنبوب بمرور الزمن، ولأخذ عينات للفحص لمعرفة حالة المياه عند نقطة الانطلاق نحو التربة.

كما يوضح الشكل الأنبوب البلاستيكي الذي يحتوي على ثقبين يُغطيهما نصف أنبوب بلاستيكي آخر أكبر قطراً من الأول. ويكون الآخر مثبتاً فوق الأول. وعندما يرتفع الضغط في الأنبوب الأصغر تخرج المياه بقوة من الثقبين فتثني نصف الأنبوب الأكبر وتخرج. هذه الطريقة تحمي الفتحات في الأنبوب الأول من الانغلاق، إما بسبب تراكم الرد م من الخارج أو بفعل تراكم الرواسب في داخل الأنبوب.

ثمّة ضرورة لدراسة آثار المياه الرمادية على البيئة، وبخاصّة على الثمار والخضروات. إذ إنّ أكسدة بعض مكونات المياه الرمادية يتحول إلى نيتروزومين (Nitrosomines) في داخل الأمعاء، وهذا يرتبط بالإصابة بمرض السرطان (Non-Hodgkin's Lymphoma)[11] . كذلك الأمر بالنسبةللمعادن الثقيلة التي تتأكسد في داخل جسم الإنسان وتشكل مشروع إصابة بالسرطان،

وإنْ كنا قد أثبتنا في بحث سابق [4] عدم تجاوز نوعية المياه الرمادية مواصفات مياه الري الأردنية، فإنّ دخول عوامل كثيرة في هذه المعادلة الصحية تستدعي الانخراط في مشاريع بحثية حول خواص التربة الزراعية والتغيرات التي تطرأ عليها في ضوء تعرضها للمياه الرمادية، وأثرها على مكونات الثمار والخضروات النامية فيها. فمن شأن ذلك التلوّث أن يضعف من قدرة الإنسان المعاصر على مقاومة الأمراض بعامّة. لذلك، ينبغي التأكد من عدم ضرر المنتجات الزراعية بصحة الإنسان.

٥ـ خلاصة

أثبت هذا البحث إمكانية استخدام المياه الرمادية في الزراعة بنجاح كبير، وقد وضّحنا كيف أن تدوير المياه من شأنه أن يوفّر كميات المياه المطلوبة للزراعة في المناطق الصحراوية، كما من شأنه أن يخفّض تكاليف إنشاء محطات التنقية، وأن يحمي المياه الجوفية من التلوث، وأن يضيف إلى البيئة الطبيعية السطحية فلاتر طبيعية متمثلة في الخضرة الزراعية وعملية التركيب الضوئي.

كذلك، لفت البحث الانتباه لضرورة التطلّع على صعيد عالمي إلى نتائج هذه الأبحاث، إذ ينبغي أن تفرض الحكومات قوانين تلزم المشاريع التي تستهلك كميات كبيرة من المياه بتركيب أنظمة إعادة استخدام، كما فعلت اليابان، على سبيل المثال. كما ينبغي أن تصدر تشريعات بمنع استيراد خزانات المراحيض التي تزيد سعتها عن ستة ليترات من الماء. وربما تطلق حوافز لاستيراد المراحيض التي تعمل بالضغط وتحتاج إلى كمية أقل من المياه لتنظيف أحواضها. كما ينبغي أن تنخرط الشركات العالمية للمساهمة في التحضير لإعادة استخدام المياه الرمادية على صعيد عالمي على نحو ينسجم مع ادعاءَات العولمة التي تعتبر العالم اليوم قرية صغيرة بحيث يمس التلوث في أصغر بقاعها أصقاع العالم الأرضي بأسره.

ومن هنا نطمح إلى تقدم المؤسسات الدولية للصناعات الكيميائية بتبني إضافة الكلورين، على سبيل المثال، إلى المركبات الكيميائية المنزلية Detergents بحيث يساهم ذلك في معالجة المياه الرمادية التي يتم تجميعها من دون حاجة إلى تطوير نظام لمعالجة المياه.

أيضاً، يطمح البحث إلى دعوة الشركات لتخفيض نسبة الفوسفات وغيرها من المواد الضارة في تركيبة الصابون. فضلاً عن ذلك، يمكن التخفيض من كمية المواد العالقة Suspended Solids في المياه الرمادية بتركيب مصافي على أجهزة الغسيل نفسها، بحيث يتم خفض حجم المشاكل في العوالق عند المصافي، كما اتضح لنا في المشكلات التي عانت منها التجربة البريطانية، ونظيرتها الأردنية. كما نطمح إلى أن تقوم الأبحاث لإنتاج فلاتر لتنقية المياه الرمادية بحيث يتم تنظيفها بصورة ذاتية وآلية، وبالمياه الناتجة عن التنقية نفسها.

وأخيراً، يفتح هذا البحث باباً كبيراً لإمكانية تطوير أبحاث لإعادة استخدام المياه الرمادية في داخل المنازل أيضاً والتي من شأنها أن تساهم في توفير حوالي ٤٠% من المياه المستخدمة في المنازل السكنية. لكن ذلك الطموح يستدعي الشروع في أبحاث جدية عديدة لحل المشكلات المنبثقة عن نوعية المياه الرمادية وتفادي مخاطرها الصحية.