مجلة ديالى للعلوم الزراعية المجلد (12) عدد خاص بوقائع المؤتمر العلمي الرابع والدولي الأول للبحوث الزراعية
15 -16 تموز 2020 ISSN: 2073-9524

تقييم المياه المستعملة منزليا وإمكانية عزلها لأغراض الري في مدينتي الرمادي وحديثة انموذجاً

واثب شكري شاكر النعيمي حذيفة جاسم محمد احمد مرزوك محمد

كلية الزراعة ـ جامعة الأنبار

ag.wathib.shukri@uoanbar.edu.iq

المستخلص

اجري مسح ميداني لمدينتي الرمادي وحديثة، تضمن حساب أحجام المياه المستعملة منزليا وفقا لطبيعة استعمالاتها في المنازل وتقييم نوعياتها لأغراض الري. استحصلت البيانات والعينات بالتعاون مع متطوعين، من طلبة كلية الزراعة وكلية التربية بنات وبعض الأهالي في مدينة الرمادي، من طلبة كلية التربية الأساسية وبعض الأهالي في حديثة، وكانت البيانات والعينات المتحصلة بحدود 200 عينة /مدينة. أظهرت الدراسة بإمكانيه عزل المياه المستعملة لأغراض منزلية عن مياه دورات المياه، وإمكانية إعادة استعمالها لأغراض زراعية، إذ أتضح أن المياه المستعملة منزلياً من غير دورات المياه تقع ضمن الصنف C_3S_1 حسب التصنيف الأمريكي، بينما حسب تصنيف FAO قليلة إلى متوسطة الملوحة وحسب التصنيف الروسي مياه ذات جودة عالية إلى مياه تسبب مخاطر ملوحة، وتصلح لأغلب المحاصيل ضمن تصنيف الحساسية. وأظهرت الدراسة إمكانية استعادة 65% على الأقل لاستعملها لأغراض الري من أصل 389382000 متر مكعب، أي أن ما يمكن حصاده على المستوى الوطني بما يشكل 6 % من العجز المائي في العراق.

الكلمات المفتاحية: مياه رمادية، تقييم مياه، صلاحية المياه للاستعمال، إعادة تدوير المياه.

EVALUATION OF HOSEHOLD WASTEWATER AND THE POSSIBILITY OF ISOLATING IT FOR IRRIGATION IN THE CITIES OF RAMADI AND HADITHA

Wathib S. S. AL-Nuaymy Huthaifa Jaseem Mohammed Ahmed Marzoog Mohammed
College of Agriculture-University of Anbar
ag.wathib.shukri@uoanbar.edu.iq

ABSTRACT

A field survey was carried out for the cities of Ramadi and Haditha, which included calculating water volumes and assessing their quality for the purpose of irrigation used in house according to the nature of their uses in the house. Data and samples were obtained in collaboration with volunteers from the college of Agriculture, Girls college of Education and some of the residents of Ramadi, of the Basic Education faculty and some of the people in Haditha, and the data and samples obtained were up to 200 samples. The study showed the possibility of isolating the water used for domestic purposes from the water cycles and the possibility of reusing it for agricultural purposes as it became clear that the wastewater other than the toilets fall within the category C_3S_1 according to the USA classification, while the FAO classification of high quality to cause salinity risk and

the study also proved that at least 65% can be reclaimed for irrigation purposes, equivalent to 389382000 m^3,which can be harvested at the national level is 6% water deficit in Iraq .

Key word: Greywater, water evaluation, water usability, water recycling.

المقدمة

يتعرض العراق إلى عجز مائي حاد، ذلك كونه ذو مناخ جاف ويبلغ معدل المطر السنوي بحدود 150 مم (الحياني، 2009) نقلا عن (الحديثي وياسين، 2000)، فضلاً عن أن أغلب مصادر مياهه هي متأتية من خارج حدوده الجغرافية، بلغ العجز المائي للعراق سنة 2000 حوالي 13 مليار متر مكعب (هاشم، 2007) ، وكان من المفترض سد هذا العجز، بالتحول إلى نظم الري الحديثة (من الري السطحي إلى الري بالرش والري بالتنقيط)، على إن يَسد العجز في سنة 2010، بعدها تعمل دولة العراق إلى زيادة مصادر المياه لسد العجز المائي الذي سينتج نتيجة للنمو والتطور الاقتصادي، إلا إن الأحداث التي مر بها العراق سنة 2003 أوقفت العمل بالمشروع الوطني لتقانات الري الحديثة، أضيف إلى ذلك العجز، العجز المائي الناتج من ملئ سد اليسو في تركيا.لذا فأن عمليات حصاد المياه وإعادة تدويرها يجب أن تكون من أوليات الحكومات العراقية لسد العجز كاملاً أو جزء منه سوآءاً بالتحول إلى نظم الري الحديثة أو بإيجاد مصادر مياه أُخرى غير مستخدمة وطرائق معالجة لتلك المياه التي لا تصلح للري. حدد Sala وSerra (2004) في استنتاجاتهما، خمسة شروط لاستدامة أكبر لموارد المياه، ذكر في شرطه الثاني إنه يكون وضع الملوثات الرئيسية في مياه الصرف الصحي ضمن الحيز الإيكولوجي، وتفسيراً لهذا الشرط هو أن يكون بالإمكان تجنب تلويث المياه الصالحة بمياه ذات صلاحية أقل.أشارت The Resources Agency (2004) إلى إن من فوائد إعادة تدوير المياه هو التحكم في تلويث المياه من جهة، وتوفر الحماية من الجفاف في مشاريع الري من جهة أخرى. وإن المياه المعاد تدويرها من المياه الرمادية في ولاية كاليفورنيا تستخدم في الري، وفي تغذية المياه الجوفية، وهي مياه صالحة للشرب بشكل مباشر أو غير مباشر. وإن إعادة تدويرها قلل من تلوث مياه الأنهر في الولاية بشكل ممتاز، وأن المياه غير الصالحة للشرب يمكن أن تستعمل في إطفاء الحرائق وتكييف الهواء وإنتاج الخرسانة وفي السيطرة على الحرائق كاستخدامات غير زراعية. أكد Gafe (2012) أن إعادة تدوير المياه المستعملة من مياه الاستحمام والتنظيف تعد وسيلة لتخفيف نقص المياه. قسم Lesikar وآخرون (2013) المياه إلى مياه سوداء وهي بنسبة 40% وهي مياه دورات المياه، والمياه الرمادية 30% وهي المياه المستخدمة في المنزل عدا دورات المياه، والمياه البيضاء وهي المياه الصافية، وإن ما يستخدم في المطبخ يشكل بحدود 10% وفي تنظيف الأرضيات يشكل 15%.تسأل Brain وآخرون (2015) لماذا يروى بمياه معالجة لأجل الشرب في حين إنك تستطيع الري بفعالية بالمياه الرمادية، وأشار إلى أن نسبة المياه الرمادية بحدود 35% وبين الباحثون إن نسبة المياه الرمادية في أمريكا تشكل ما بين 30-35%، وذلك لان غسل الملابس والأفرشة عادة ما تتم في مغاسل تجارية وليس منزلياً. أشار Imhof وMuhlemann (2005) إلى إن نسبة المياه الرمادية بحدود 69% من مجمل المياه المستعملة، وإن إدارة المياه في العالم غير سليمة، وبالتالي تسبب تلوث المياه البيضاء سوآءاً المحدودة أو المستدامة. وإنه إذا ما تم استعمالها بشكل صحيح لأغراض الري فأن تقليل تلوث المياه الصافية خصوصاً أنها كمية بديلة لا يستهان بها. ذكر Jams (2010) أن المياه الرمادية، أفضل من مياه الشرب عند استخدامها لأغراض الري، وذلك كون حموضتها متوازنة، بسبب المنظفات المستخدمة، وإن هذه المنظفات أصلاً تعد مغذيات جيدة للنباتات كما بين Pinto and Maheshwari (2010) إلى أن المياه الرمادية تحتوي على الكثير من العناصر الغذائية وبالأخص النتروجين والفسفور بالإضافة إلى الكلور والكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم ومواد عضوية.صنف مختبر الملوحة الأمريكي (USDA)، المذكور في الحديثي وآخرون (2010) نوعية مياه الري إلى أربعة أصناف

من الملوحة، اعتماداً على التوصيل الكهربائي للماء هي C_1 وC_2 وC_3 وC_4، إذ إنها مياه ذات ملوحة منخفضة ومتوسطة وعالية وعالية جداً على الترتيب، ومن جهة أخرى، على نسبة امتزاز الصوديوم من S_1 إلى S_4، إذ أن S_1 مياه منخفضة الصوديوم وS_2 مياه متوسطة الصوديوم وS_3 مياه عالية الصوديوم وS_4 مياه عالية جداً من الصوديوم. صنفت منظمة FAO 1992 المياه حسب توصيلها الكهربائي وتركيز الملح إلى ستة أصناف هي غير ملحي وقليل الملوحة ومتوسط الملوحة، عالي الملوحة وعالي الملوحة جداً وماء شديد الملوحة وذلك كما أورده الخزاعي (2014). أما التصنيف الروسي للمياه أعتمد على كمية الأملاح الذائبة الكلية بأصناف هي: من أجود الأنواع ومياه تسبب مخاطر ملوحة ومياه يمكن استعمالها في حالة توفر غسل وبزل تام (الحديثي وآخرون،2010). بينما يعتمد تصنيف الحساسية للنباتات على الحدود التي يبدأ بها النبات بالتأثر بالملوحة إلى حساسة للملوحة ومتوسطة المقاومة للملوحة وعالية المقاومة نسبياً للملوحة ومقاومة عالية للملوحة (الحديثي وآخرون،2010). تهدف هذه الدراسة إلى حساب حجم المياه الرمادية وتحديد مدى صلاحيتها لأغراض الري.

المواد وطرائق العمل

أجري مسح ميداني، تضمن حساب كميات ونوعيات المياه المستعملة في المنازل وحسب طبيعة استعمالها، فضلا عن حساب كميات المياه التي ضخت من محطات ضخ وتصفية المياه، لمدينتي الرمادي وحديثة. إذ طلب من مجموعة من المتطوعين، من طلبة كلية الزراعة وكلية التربية للبنات، وبعض الأهالي في مدينة الرمادي، ومجموعة أخرى من المتطوعين من طلبة كلية التربية الأساسية وبعض الأهالي في مدينة حديثة، جمع وحساب كميات المياه. وزعت استمارات في نيسان 2017 لجمع البيانات على حوالي 200 متطوع من كل مدينة ومن فئات مجتمعية مختلفة (تضمنت الفئات أساتذة الجامعات وقضاه وموظفين بمختلف التخصصات وكسبة وعمال وفلاحين) وكان معدل أفراد الأسرة 7 فرد، تضمنت الاستمارات تدوين معلومات عن كمية الماء الوارد إلى المنزل، وكمية المياه المستعملة في المطبخ بقسميها، ما يستعمل في الطبخ وما يستعمل لأغراض التنظيف، كذلك احتوت الاستمارة أيضاً على كمية المياه المستعملة في المغاسل، وأخرى في الاستحمام وفي تنظيف الملابس والأفرشة، وعن كمية المياه المستعملة في تنظيف الأرضيات، بينما حُسبت كميات المياه المستعملة في دورات المياه من حساب الفرق بين كمية المياه المخزونة والفرق ما بين المياه المستعملة والمياه القابلة للاسترجاع.

طُلب من المتطوعين إغلاق صنبور الماء الوارد إلى المنزل بعد التأكد من امتلاء الخزان أو الخزانات في المنزل، ولمدة 24 ساعة لمنع إضافة كميات متزايدة إلى الخزانات من غير الممكن حسابها، ثم حُسبت كمية المياه في الخزانات من نهاية الأنبوب الخارج من الخزانات والمغذية للمنزل وإلى سطح الماء في الخزانات (أي عدم حساب الحجم الفارغ من الخزان وكذلك كمية المياه أسفل أنبوب التغذية). بعدها طلب من المتطوعين حساب حجم المياه المستعملة للطبخ والشرب بقياسها بأواني معلومة الحجم (حساب وتأشير حجم المياه في تلك الأواني بأدوات مختبرية قياسية مثل الأسطوانات المدرجة) ، وطلب منهم حساب حجم المياه المستعملة في تنظيف أدوات المطبخ والخضر، عن طريق جمع مياه المطبخ (السنك) في حاويات لمدة 24 ساعة، ثم حساب حجم الماء (بأدوات مختبرية قياسية) وأخذ عينة من الماء المجموع في حاويات، ثم التخلص من الماء المستعمل بتصريفها مرة أخرى إلى مجاري الصرف، كذلك تم عمل نفس الخطوات فيما يخص ماء المغاسل ومياه غسل الملابس والأفرشة (حساب كميات المياه من مصرف الغسالات).حُسبت كمية المياه المستعملة في الاستحمام حسب ما يمتلكه المتطوع من حمامات، إذ تم الطلب منهم غلق أحواض الاستحمام وحساب حجم المياه عند توفر الأحواض (الشاور) في الحمامات، أما الحمامات غير الحاوية على أحواض فقد طلب من المتطوعين وضع أحواض مؤقتة (طشت)، أو جمع المياه خلال عملية الاستحمام بقطع مناسبة من النايلون، توضع بشكل يسمح بجمع المياه ثم حساب حجم الماء المجموع مع أخذ عينة ممثلة، ثم تعاد الكميات

المجموعة إلى الصرف الصحي.حُسب حجم المياه المستعملة لتنظيف الأرضيات مسبقاً قبل استعملها، أما بحساب تصريف الصنبور وزمن فتحه أو بجمع المياه بحاويات ثم تستعمل في التنظيف، بينما تؤخذ العينة الممثلة بواسطة إسفنجة. بعد نهاية مدة القياس (24 ساعة)، طلب من المتطوعين حساب حجم الماء المتبقي في الخزانات، وأن الفرق بين كمية المياه المتبقية والفرق بين كمية المياه المستعملة فعلياً والمخزون يمثل كمية المياه المستعملة في دورات المياه.

قدرت الإيصالية الكهربائية لعينات المياه المتحصل عليها باستخدام جهاز EC-meter وكذلك حُسبت درجة تفاعل المياه بجهاز pH-meter حسب الطريقة المقترحة من قبل (Jackson، 1958). وقدرت نسبة امتزاز الصوديوم Sodium Adsorption Ratio (SAR) من خلال المعادلة الآتية:

$$SAR = \frac{[Na^{+}]}{\sqrt{\frac{[Ca^{++}]+[Mg^{++}]}{2}}}$$

قدرت أيونات الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم حسب الطريقة المقترحة من قبل Richards (1954)، وحُسبت كمية المواد الصلبة في المياه المستعملة بوزن حجم معلوم من المياه ثم تجفف ويوزن المتبقي بعد التجفيف.

النتائج والمناقشة

يوضح جدول 1 كميات المياه التي تضخ إلى المنازل لأقضية محافظة الأنبار وتوابعها، ويتضح أن كمية المياه التي تضخ إلى كامل المحافظة هي بحدود 1066800 م^3 يومياً وبما يعادل 365319000 م^3 سنوياً في حدودها الدنيا، إذ غالباً ما يتم تغطية النقص في كميات المياه عند ارتفاع درجات الحرارة الحاد بكميات إضافية خارج ساعات التشغيل المقررة وهذه الكميات عادة لا تدخل في الحسابات العامة لدوائر ومحطات المياه ، ولعدم وجود إحصاء دقيق لسكان محافظة الأنبار أو لمدينتي الرمادي وحديثة فقد خمن عدد سكان المحافظة بحدود 1700000 نسمة، أي أن ما يستهلكه الفرد الواحد بحدود 600 لتر يومياً وهي كمية مرتفعة نسبياً كما سيتضح لاحقاً.

جدول 1. كمية المياه المجهزة للمشاريع والمجمعات في محافظة الأنبار

تـ	اسم المركز	الكمية الكلية لليوم الواحد،(م^3)	الكمية الكلية للسنة الواحد (م^3)	تـ	اسم المركز	الكمية الكلية لليوم الواحد بـ(م^3)	الكمية الكلية للسنة الواحد بـ (م^3)
1	الرمادي	313750	114518750	7	حديثة	71400	26061000
2	الفلوجة	100500	36682500	8	الصقلاوية	51600	18834000
3	هيت	79500	29017500	9	البغدادي	24600	8979000
4	الكرمة	103500	37777500	10	عنه	26700	9745500
5	الخالدية	73250	26736250	11	رأوة	19200	7008000
6	العامرية	87300	31864500	12	القائم	115500	42157500
					المجموع	1066800	365319000

يبين جدول 2 كميات ونسب المياه المستعملة داخل المنازل، إذ يتضح أن المياه المستعملة في الطبخ والشرب تشكل ما يعادل 3.87 % من مجمل كميات المياه المستعملة في المدينتين، بينما تشكل كمية المياه المستعملة في المطبخ ولأغراض الاستحمام وغسل الملابس والأفرشة والمغاسل وتنظيف الأرضيات بحدود

13.1، 15.95، 15.71، 20.82 و6.68% على الترتيب من مجمل المياه الواردة إلى المنازل، وأن المياه القابلة للاسترجاع تشكل بمعدلها 65.48% من كامل كمية المياه التي ضخت من مضخات مشاريع الماء.

جدول 2. معدل ونسب حجم المياه المستعملة حسب طبيعة استعمالها

	حجم المياه المستعملة حسب طبيعة الاستعمال، لتر									
	المخزونة قبل الاستخدام	الطبخ	المطبخ	الاستحمام	غسل الملابس والأفرشة	المغاسل	تنظيف الأرضيات	المتبقي بعد الاستخدام	المستعملة الفعلية	دورة المياه
رمادي	1715	35	79	81	102	127	70	1054	661.5	167.5
حديثة	1122	11.5	60	85	68	94	13	654	468	136.5
المعدل	1418.5	23.25	69.5	83	85	110.5	41.5	854	564.75	152
	نسب المياه المستخدمة الفعلية، %									
	الطبخ	المطبخ	الاستحمام	غسل الملابس والفرش		المغاسل	تنظيف الأرضيات	*معدل المياه القابلة للاسترجاع بدون معاملة		
رمادي	5.29	13.38	13.79	16.89		21.56	10.58	64.66		
حديثة	2.45	12.82	18.16	14.52		20.08	2.77	66.3		
المعدل	3.87	13.1	15.98	15.71		20.82	6.68	65.48		

***معدل المياه القابلة للاسترجاع بدون معاملة هي المياه المستعملة في المنزل عدا المياه المستعملة للطبخ والشرب ودورات المياه**

تجدر الإشارة إلى أن المياه المستعملة في تنظيف الأرضيات في أغلب المنازل غير مصممة للتخلص منها إلى المصارف الصحية، وإنما يتم التخلص من نسبة منها إلى الحدائق والشوارع العامة وأن مثل هذه الكمية يمكن استرجاعها بتنفيذ تصميم مناسب كون هذه المياه ذات نوعية صالحة لأغراض الزراعة. إن نسبة 65.48 % من كمية المياه القابلة للاسترجاع تشكل نسبة أقل من النسب المتوقع استرجاعها، إذ أنه كما ورد في المواد وطرائق العمل فأن وقت المسح كان في شهر نيسان أي في وقت اعتدال درجات الحرارة، وإن كميات المياه التي تستخدم في الاستحمام وغسل الملابس والأفرشة سيكون أعلى بكثير في أشهر الصيف، بسبب ارتفاع درجات الحرارة وزيادة الأعمال والعاملين، لذا فمن المتوقع أن تصل نسبة المياه الممكن استرجاعها إلى حدود 70-80% (Imhof وMuhlemann، 2005).يتضح من الجدولين 1 و2 أن ما يمكن استرجاعه من أصل 365319000 $م^3$ هو 237457350 $م^3$ وهي كمية لا يستهان بها، فمن البديهيات الزراعية أن كل متر مكعب ينتج 1 كغم حبوب (حسن واخرون،2011). أي ما يعادل 237457 طن حبوب أي اعلى بقليل من احتياجات محافظة الأنبار من مادة القمح (وزارة التجارة)[1]. يلاحظ من الجدول 3 محتوى المياه من أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم ونسبة امتزاز الصوديوم (SAR)، وتبين ارتفاع قيم الكالسيوم والمغنيسيوم للمياه المستعملة في المنزل قياساً بماء النهر، إن ذلك ربما يعود إلى طبيعة التفاعلات الكيميائية للمنظفات الأنيونية منها، إذ يتكون جزء المنظف من سلسلة كربونية طويلة كارهة للماء وذات رأس محب للماء، عند التفاعل تعمل جزيئات المنظف على إعادة ترتيب نفسها، وبالاحتكاك الميكانيكي تتنافر الشحنات المتشابهة، ما يسمح لباقي الشحنات الكاتيونية ومنها الكالسيوم والمغنيسيوم بالبقاء في المحلول بشكل ذائب، بينما تتشتت المواد الانيونية الأخرى المتناثرة على جدران الحاويات أو تترسب، خصوصاً أن المياه العراقية تعتبر غنية بعنصري الـ Ca وMg، في ذات الوقت يلاحظ انخفاض قيم الصوديوم في المياه الرمادية قياسا بمياه النهر أن ذلك يعود لنفس السبب أعلاه ، خصوصاً إن المنظفات بشكل عام تحتوي على نسبة عالية

[1] بيانات أخذت من دائرة مخازن الحبوب في محافظة الأنبار

من ثلاثي فوسفات الصوديوم (كونه ذو شد سطحي عالي) وبوفرة الكالسيوم في المياه النظيفة فأن تفاعلاً كيميائياً يحل أيون الكالسيوم محل الصوديوم سيكون سائداً، وبالتالي سيؤدي إلى تكوين قلويات أخرى للصوديوم كمركب Na_2SO_4 كراسب في المحلول (الرفاعي، 2014)، بين AL-Jayyousi (2002) إن المياه الرمادية تحتوي على الصوديوم والبوتاسيوم الناتجة من مواد التنظيف المستعملة والري بهذه المياه يؤدي إلى زيادة القاعدية، كذلك أوضح Pinto and Maheshwari (2010) إن المياه الرمادية تحتوي على العديد من العناصر كالكلور والمغنيسيوم والصوديوم والكالسيوم إضافة إلى احتوائها على مواد عضوية .

إن تكوين مركب ثلاثي فوسفات الكالسيوم سيعمل على تثبيط الفعل المشتت للصوديوم وهذا ما أدى إلى خفض قيمة SAR في المحلول. إذ يلاحظ بشكل عام انخفاض قيم SAR في المياه الرمادية قياساً بمياه النهر، إن ذلك متوافق مع الزيادة المتوقعة بمركب ثلاثي فوسفات الكالسيوم، (وهو سماد معدني سائد زراعياً)، إذ يمكن اعتبار هذين المؤشرين إيجابيين لصالح إعادة تدوير المياه الرمادية لأغراض الري. وبشكل عام يلاحظ من جدول 3 إن قيم SAR للمياه المستعملة في المنزل أوطأ من مياه النهر، فيما عدا تلك الخاصة بغسل الملابس والأفرشة إذ كانت متقاربة، إن ذلك ناتج من زيادة نسب Ca وMg وانخفاض نسب Na جدول 3، أما تقارب قيم SAR مع المياه الناتجة من غسل الملابس والأفرشة اذ كانت متقاربة، فلربما يعود سبب ذلك إلى كمية التربة والغبار الملتصقة بالملابس ما يجعلها تقارب نسبة الرواسب المحمولة مع مياه النهر. يبين جدول 3 أيضاً انخفاض قيم Na للمياه المستعملة في المنزل حسب طبيعة استعمالها قياساً بمياه النهر، والتي من المفترض زيادتها نظراً لزيادة المنظفات المستعملة في المياه الرمادية، والتي تحتوي بطبيعة الحال على Na بوفرة، فالمنظفات بشكل عام تحتوي على نسب عالية نسبياً في تركيبها من سوبر فوسفات الصوديوم وكربونات الصوديوم. إن إحلال Ca وMg محل Na في محلول المياه الرمادية سيعمل على زيادة أيونات الكالسيوم في المحلول قياساً بأيون Na بينما سيترسب أيون Na بمركبات جديدة.

جدول 3. محتوى المياه حسب الاستخدام من أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم

	المطبخ	للاستحمام	لغسل الملابس والفرش	المغاسل	الأرضيات	*معدل القيم للمياه الممكن استرجاعها	نهر
++Ca ملي مكافئ لتر$^{-1}$							
رمادي	3.63	5.13	4.80	5.33	7.13	5.6	3.60
حديثة	5.43	5.55	4.60	5.30	4.30	4.88	4.20
المعدل	4.53	5.35	4.70	5.32	5.72	5.24	3.40
		++Mg ملي مكافئ. لتر$^{-1}$					
رمادي	5.40	4.40	5.53	7.20	6.60	5.9	3.20
حديثة	4.05	6.40	2.95	4.45	4.05	4.46	4.60
المعدل	4.73	5.40	4.24	5.83	5.53	5.20	3.40
			Na^+ ملي مكافئ. لتر$^{-1}$				
رمادي	0.196	0.696	0.229	2.066	0.232	0.81	1.9
حديثة	0.199	1.041	0.180	0.958	0.624	1.1	1.3
المعدل	0.198	0.685	0.205	1.510	0.428	0.960	1.600
			SAR				
رمادي	0.092	0.319	0.101	0.825	0.089	0.33	0.85
حديثة	0.091	0.426	0.093	0.434	0.305	0.32	0.62
المعدل	0.092	0.373	0.097	0.630	0.197	0.325	0.735

***معدل المياه القابلة للاسترجاع بدون معاملة هي المياه المستعملة في المنزل عدا المياه المستعملة للطبخ والشرب ودورات المياه**

يلاحظ من الجدول 4 إن معدل ملوحة المياه الرمادية ارتفعت بحدود 51% و46% قياساً بملوحة مياه النهر في مدينتي الرمادي وحديثة على الترتيب، رغم هذه الزيادة في ملوحة المياه الرمادية إلا إنها لازالت ضمن التصنيف نفسه وهي قليلة الخطورة كما سيرد لاحقاً. ويبين جدول 4 أن درجة تفاعل المياه الرمادية انخفض قياساً بمياه النهر وهذا ناتج عن استخدام المنظفات التي تحوي على مواد حامضية التفاعل أصلاً، فضلاً عن احتوائها على الإنزيمات ذات الطبيعة الحامضية، وإن ذلك يعد مؤشراً جيداً عندما يراد إعادة استعمال الماء لأغراض الري، إذ تعد الترب العراقية قاعدية إلى قلوية التفاعل (الحديثي وآخرون، 2010) ما يؤدي إلى مسك وتحديد إسهام العناصر الغذائية الصغرى، وأن خفض pH التربة إحدى طرق تحرير هذه المغذيات. يتبين من جدول 4 ارتفاع قيم التوصيل الكهربائي في المياه الرمادية قياساً بمياه النهر وذلك لسببين أولهما هو كمية الأملاح المضافة مع المنظفات إلى المياه، والثاني هو الملوحة الناتجة من التفاعلات الحيوية، إذ إن الكلور سيتفاعل ويتطاير نتيجة الاستعمال ما يجعل المياه معرضة للتلوث الحيوي، إلا أن هذه الزيادة في التوصيل الكهربائي غير مؤثرة على النبات، فالأملاح الناتجة والمضافة مع المنظفات هي بطبيعة حالها عناصر غذائية كسوبر فوسفات الكالسيوم ومركبات الزنك وغيرها، لذا فأن لهذه الزيادة فائدة ولا تسبب ضرراً على التربة والنباتات. كذلك إن بقاء قيم درجة التفاعل في حدود التعادل وبشكل عام أقل من مياه النهر أو حامضية نسبياً وهي ناتجة أيضاً من حوامض السلفونيك والكحول الأثيلي وغيرها من الحوامض التي تدخل في تركيب المنظفات ومن الأحماض العضوية الناتجة من التنظيف. يشير جدول 4 إلى زيادة في كمية المواد الصلبة العالقة في المياه المستعملة في المنزل قياساً بمياه النهر، يمكن أن يعزى سبب الزيادة في كمية المواد الصلبة للمياه المستعملة منزلياً إلى أن هناك كمية عالقة من بقايا الطعام في المياه المستعملة في المطبخ، فضلاً عن بقايا التربة والأنسجة في المياه المستعملة في غسل الملابس والأفرشة والبقايا الناتجة من غسل الأيدي في المغاسل، وربما تعود المعدلات العالية للمواد الصلبة العالقة في المياه المنزلية بكافة أصنافها إلى أن محطات التصفية لا تعمل بصورة جيدة أو ذات كفاءه منخفضة. وقد يعزى هذا الارتفاع إلى انخفاض كفاءه أحواض الترسيب في محطات الضخ مما يؤدي إلى ارتفاع كمية المواد الصلبة العالقة في المياه التي تضخ إلى المنازل (رمل، 2010) كذلك أشار الحمزة (2017) إلى إن المياه الرمادية تحتوي على مواد عالقة وقطع صلبة كبيرة. إن نوعية المياه الرمادية تختلف وتتنوع حسب المجتمع وتباين بين يوم وأخر في المنزل الواحد حسب نشاط أفراد المنزل كما إن المياه الرمادية تحتوي على الصابون وشامبو الاستحمام وكذلك معجون الأسنان والحلاقة إضافة إلى المنظفات المستخدمة في غسيل الملابس وتحتوي على الشعر والدهون وكذلك الأوساخ والمواد الكيميائية (Asano، 1998) و(Pinto and Maheshwari ، 2010). أما مياه النهر فكانت نسب المواد الصلبة العالقة في مياه النهر ضمن الحد المسموح (زيدان وآخرون، 2009).

جدول 4. قيم التوصيل الكهربائي ودرجة تفاعل المياه ومحتواها من المواد الصلبة

	المطبخ	للاستحمام	لغسل	المغاسل	الأرضيات	*معدل القيم	نهر
EC ديسي سيمنز م$^{-1}$							
رمادي	1.56	1.57	2.01	1.84	1.75	1.793	1.02
حديثة	1.22	1.37	2.07	0.96	1.16	1.39	0.92
المعدل	1.39	1.47	2.04	1.40	1.46	1.59	0.94
pH							
رمادي	7.06	6.81	6.84	7.01	7.06	6.93	7.89
حديثة	6.61	7.22	7.66	7.18	7.1	7.29	7.24
المعدل	6.84	7.03	7.25	7.10	7.04	7.11	7.57
المواد الصلبة بـ (غم) لكل 100مل							
رمادي	0.381	0.680	0.213	0.423	0.210	0.382	0.020
حديثة	0.234	0.123	0.163	0.308	0.353	0.237	0.015
المعدل	0.308	0.803	0.188	0.366	0.282	0.364	0.017

***معدل المياه القابلة للاسترجاع بدون معاملة هي المياه المستعملة في المنزل عدا المياه المستعملة للطبخ والشرب ودورات المياه**

يتضح من جدول 5 إن جميع المياه المستعملة في المنزل لا تختلف عن مياه نهر الفرات عند استخدام أي من التصانيف المبينة في الجدول. يلاحظ من الجدول أن ماء النهر ومياه المنزل كلها من الصنف C_3-S_1 عند استخدام التصنيف الأمريكي، إذ في هذا النوع من المياه لا توجد مخاطر للصوديوم، وإن المخاطر متأتية من ملوحة الماء وهي ملوحة يمكن السيطرة عليها بعمليات الغسل (الشمري، 2010، عبدالرحمن وآخرون، 2009)، مع ذلك فأن تصنيف FAO يضع ملوحتها ضمن فئة قليلة الملوحة لجميع المياه المدروسة ماعدا المياه الخاصة بالاستحمام والتي كانت تحت فئة متوسط الملوحة، وهذه الزيادة ناتجة عن غسل الأملاح المثبتة على الجسم نتيجة لعرق الأنسان، وهي عند الحد الأدنى للمدى الذي تصنف فيه المياه بمتوسط الملوحة، بينما التصنيف الروسي للمياه إن يصنف نوعية المياه الرمادية ومياه النهر في الصنف الذي يسبب مخاطر ملوحة، في مدينة الرمادي وهي عند حدودها الدنيا للصنف على العكس فأن المياه المستعملة ومياه النهر في مدينة حديثة تقع ضمن الصنف من أجود الأنواع، إن ذلك راجع إلى انخفاض ملوحة المياه الرمادية وماء النهر من الملوحة والتي هي مصدر لمياه المنازل في المدينتين.

يلاحظ أن معدل المدينتين يقع ضمن صنف من أجود الأنواع إذ من المحتمل أن يكون دمج مثل هذه المياه في شبكات الصرف إذا ما قرر احدٌ استخدامها، وان السبب وجودها ضمن هذا الصنف هو إن قيم المياه الرمادية كانت عند حدودها الدنيا لهذا الصنف مما يجعل من قيم معدل المدينتين ضمن صنف أجود الأنواع. بينما تصنف حساسية ملوحة الماء لنبات لنوعية المياه جميعها المستعملة في المنزل وماء النهر تحت صنف تصلح لأغلب النباتات، فيما عدا وجود المواد الصلبة والراسبة في المياه الرمادية فأن إعادة تدويرها لأغراض الزراعية يتفق تماماً مع التصانيف المدروسة، وأن المخاطر المتوقعة فقط هي انسداد المباثق والمنقطات بسبب المواد الصلبة والرواسب، وإن هذا في الواقع لا يعد مشكلة فبمجرد الترسيب في أحواض ترسيب وفلاتر بسيطة (فلاتر من الفحم النشط والرمل)، كافية لتأمينها لأغراض الري بالرش والتنقيط James، (2010). وان ما يشجع على استخدامها لأغراض الري هو احتوائها على المغذيات خصوصاً المغذيات الصغرى، مما يجعل منها مياه مفضلة للاستعمال وان المنظفات المرافقة لهذه المياه تعتبر مثبتات للمواد الغذائية كذلك بالإمكان استخدام المياه الرمادية لأغراض الري بعد معالجتها معالجة أولية (منظمة الصحة العالمية، 2004). واضح الحمزة (2017) إن المياه الرمادية الناتجة من مغاسل أيدي طلبة المدارس لا تحتاج

إلى معالجة ثانوية وإنما اقتصرت على المعالجة الأولية من خلال ترشيح المياه من القطع الخشنة والكبيرة ويمكن أن تستخدم في الري. كما أشار Taher (2018) إلى إمكانية إعادة استخدام المياه الرمادية بعد معاملتها بطرقتين هما التهوية وعدم التهوية في الري ويمكن إن تستخدم في سيفونه الحمام وهذا يؤدي إلى تقليل الطلب المتزايد على المياه الصالحة للشرب.يستنتج مما تقدم أن المياه الرمادية تشكل حوالي 66% من كمية المياه المستعملة في المنازل، وان ما يمكن استرجاعه قد يسد حاجة محافظة الأنبار من الحبوب فضلا

جدول 5. تصنيف المياه الرمادية حسب مجموعة من التصانيف العالمية

الموقع	الرمادي						
نوع التصنيف	المطبخ	للاستحمام	لغسل الملابس والفرش	المغاسل	الأرضيات	معدل القيم للمياه الممكن استرجاعها	مياه النهر
التصنيف الأمريكي	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1
التصنيف FAO، 1992	قليل الملوحة	قليل الملوحة	متوسط الملوحة	قليل الملوحة	قليل الملوحة	قليل الملوحة	قليل الملوحة
التصنيف الروسي	تسبب مخاطر ملوحة	تسبب مخاطر ملوحة	تسبب مخاطر ملوحة	تسبب مخاطر ملوحة	تسبب مخاطر ملوحة	تسبب مخاطر ملوحة	تسبب مخاطر ملوحة
تصنيف حساسية ملوحة الماء للنباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات
نوع التصنيف	حديثة						
التصنيف الأمريكي	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1
التصنيف FAO، 1992	قليل الملوحة	قليل الملوحة	متوسط الملوحة	قليل الملوحة	قليل الملوحة	قليل الملوحة	قليل الملوحة
التصنيف الروسي	من أجود الأنواع	من أجود الأنواع	تسبب مخاطر ملوحة	من أجود الأنواع	من أجود الأنواع	من أجود الأنواع	من أجود الأنواع
تصنيف حساسية ملوحة الماء للنباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات
معدل المدينتين							
التصنيف الأمريكي	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1	C_3S_1
التصنيف FAO، 1992	قليل الملوحة	قليل الملوحة	متوسط الملوحة	قليل الملوحة	قليل الملوحة	قليل الملوحة	قليل الملوحة
التصنيف الروسي	من أجود الأنواع	من أجود الأنواع	تسبب مخاطر ملوحة	من أجود الأنواع	من أجود الأنواع	من أجود الأنواع	من أجود الأنواع
تصنيف حساسية ملوحة الماء للنباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات	تصلح لأغلب النباتات

عن تقليل نسبة تلويث مياه النهر المستخدمة للشرب من كامل الكمية التي ستمتزج مع مياه النهر إلى ثلث الماء الملوث تقريباً. بناء على ما تقدم نوصي الحكومات المحلية والمركزية باتخاذ الإجراءات ووضع القوانين اللازمة لعزل المياه في المنازل بهدف ري الحدائق خصوصاً تلك الكبيرة منها، فضلاً عن وضع الخطط اللازمة لنقل المياه المعزولة وإدخالها ضمن الخطط والبرامج المستقبلية سواء الخمسية منها أو العشرية لضمان إعادة تدوير ما يقرب من 6 % من العجز المائي في العراق.

المصادر

الحديثي، عصام خضير حمزة وياسين، موسى فتيخان. 2000. الأساليب العلمية في معالجة العجز في الاستهلاك المائي للأغراض الزراعية في الظروف الصحراوية (الصحراء الغربية العراقية: نموذج للدراسة)، مجلة الزراعة والمياه. 1: 99-106.

الحديثي، عصام خضير، احمد مدلول الكبيسي وياس خضير الحديثي. 2010. تقانات الري الحديثة ومواضيع أُخرى في المسألة المائية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الأنبار. كلية الزراعة

الحمزة، جبار سلال عبد. 2017. استخدام قشور الرز في معالجة المياه الرمادية المستخدمة للري ولتحسين خواص تربة ملحية مغسولة. مجلة القادسية للعلوم الزراعية .2 (7):184-191.

الحياني، عبد الستار جبير. 2009. تقييم المياه الجوفية لبعض أبار قرية الخفاجية في محافظة الأنبار. مجلة جامعة الأنبار للعلوم الصرفة، 3(2): 153-160.

الخزاعي، دينا خير الله خصاف. 2014. الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه الشائعة في المنطقة وتقييم مدى صلاحيتها للري، بصرة \ العراق. مجلة أبحاث البصرة (العلميات) 40(2): 26-44.

الرفاعي، بلال عبد الوهاب. الجمعية الكيميائية السورية. 1960. صناعة الصابون والمنظفات والشامبو ومستحضرات التجميل للجلد والشعر. كتيب إرشادي. دمشق _ الحلبوني، ص. ب .2014.

الشمري، وائل فهمي عبد الرحمن، 2010. تأثير متطلبات الغسل وأبعاد اللوح في التوزيعات الملحية والرطوبية وانتشار الجذور ونمو وحاصل الذرة الصفراء (*Zea maysL.*). رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة الأنبار.

حسن، سالم عبد الرحمن، واحمد أزهر ذنون.2011. إدارة مياه الري التكميلي لمحصول الحنطة في منطقة الموصل، المؤتمر الثاني عشر لهيئة التعليم التقني، البحوث الزراعية والبيطرية، الجزء 2، بغداد، العراق.

رمل، مجيد مطر. 2010. تقييم نوعية مياه الشرب وكفاءة مشروع ماء الرمادي الكبير. مجلة القادسية للعلوم الهندسية، 3(2): 33-56.

زيدان، تحسين علي، وإبراهيم عبد الكريم عبد الرحمن ووهران منعم سعود. 2009 . دراسة بيئية للملوثات الكيميائية والفيزيائية المؤثرة في مياه نهر الفرات في الرمادي والفلوجة. مجلة جامعة الأنبار للعلوم الصرفة. 3(3): 45-57.

عبد الرحمن، جمال ناصر، رهل، ناظم شمخي، سهر، عواد علي. 2009. تقييم نوعية مياه الري ضمن حدود محافظة واسط. مجلة التقني، 22: 214-224.

منظمة الصحة العالمية. 2004. مراجعة شاملة للأثار الصحية الناجمة عن إعادة استخدام المياه الرمادية. المكتب الإقليمي لشرق المتوسط، المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة، عمان الأردن.

منظمة الصحة العالمية. 2004. مراجعة شاملة للأثار الصحية الناجمة عن إعادة استخدام المياه الرمادية.

هاشم، نوار جليل. 2007. التوقعات المستقبلية لاستخدامات المياه في العراق، مجلة مركز المستنصرية للدراسات العربية والدولية. 22(23): 1-19.

Al-Jayyousi; O. R. 2002. Focused environmental analysis for greywater reuse in Jordan. Env. Eng. Policy. 3 (2): 67-73.

Asano T., 1998. Wastewater reclamation, recycling, and reuse: an Introduction wastewater reclamation and reuse. technomic publishing, Pennsylvania, pp 40.

Brain, R., J. Lunch and K. Kopp. 2015. Greywater systems. Utah staff University Extrusion system ability. Version: January.

FAO. 1992. The Use of Saline water for crop production irrigation and daring, paper 48. Roma. Italy.

Gafe, C. A. R. 2012. Waste Water Recycling. A count Final Report Water Reuse Dce 12.

Imhof, B., and J. Muhlemann. 2005. Gray water treatment on household level in developing countries A state of the ART Review, Semester works. Swiss federal institute of technology Zurich.

Jackson, M. L. 1958. Soil chemical analysis prentice hall. Inc. Englewood Cliffs. N.J.

Jams, P. 2010. Gray water gardening, for Buckets to irrigation systems Jns water savers USA.

Lesikar, B., R. Melton, D. Smith and N. Courtney. 2013. Graywater, Sheet product by Argillite Extension, Texas A and Mystery, Department of Agriculture.

Pinto, U., B. I. Maheshwari. 2010. Reuse of grey water for irrigation around homes in Australia; understanding community views, issues and practices , Urban water J.7 (2) 141-153.

Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U. S. Dept. of Agric. Handbook No.60.

Sala, L. and M. Serra 2004. Towards sustainability in water recycilliy. Water Sci Technol, 50(2):1-8.

Taher, A. H. 2018. Aerobic and Anaerobic Treatment for Greywater using Large Scale Model. International Journal of Civil Engineering and Technology. 9(9):842-849.

The Resources Agency. 2004. Water Facet NO.23_Water Recycling, Department of California.