جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
كلية الآداب – جامعة القادسية
قسم الجغرافية

مجالات استعمال المياه الرمادية في العالم

بحث تقدم به الطالب

علي رحيم حميد محمد

الى قسم الجغرافية / كلية الآداب / جامعة القادسية

وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في ادأب الجغرافية

بأشراف

أ.م.د. حيد عبود كزار الكرعاوي

١٤٣٩ هـ ٢٠١٨ م

المقدمة :

المياه الرمادية هي تلك المياه العادمة التي تنتجها المسّاكن باستثناء المياه العادمة السوداء (**Black Water**) التي تنتجها الفضلات الثقيلة ، وتنبع أهمية الموضوع من شحّ المياه في المناطق الصحراوية خاصة وفي أغلب مناطق العالم عامة، فضلاً عن بساطة التمديدات الإضافية المطلوبة وانخفاض تكلفتها و 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 موضوع في غاية الاهمية من خلال منهجية تحليلية لتجارب العالم المختلفة و دراسة احدى التجارب الرائدة في هذا المجال وهي التجربة الأردنية والتطوير المستمر لنظام إعادة استخدام المياه الرمادية للزراعة استناداً إلى العلاقة التي تربط النظرية بالتطبيق بفعل علاقتهما التي تعمل في الاتجاهين بصورة دائمة.

المبحـــث الأول

الاطار النظري والمفاهيمي للدراسة

١- مشكلة البحث : تتلخص مشكلة البحث بلاسئلة الاتية :-

- ماهي المياه الرمادية ؟
- كيف يتم استثمارها وما المجلات التي تستعمل فيها ؟
- ما ابرز التجارب في هذا المجال ؟

٢- فرضية البحث :

ان المياه الرمادية هي المياه الخارجة من المرافق المختلفة باستثناء مياه المراحيض أي انها المياه الخارجة من حوض الاستحمام والغسالات ومياه المطبخ وهي تحتوي على تراكيز عضوية ممثلة بالدهون والزيوت والشحوم والموارد الصلبة العالقة التي يمكن إعادة معالجتها بسهولة وفي نفس موقع الإنتاج ونسبة تلوثها اقل بقليل من نسب تلوث مياه المراحيض .

يستعمل هذا النوع من المياه في مجالات عديدة بعد معالجتها ووضع شروط معينة وقوانين مشددة، أهمها الزراعة والصناعة واستعمالات منزلية أخرى ، ومن ابرز الدول هي الاردن التي استطاعت ان تستثمر الكثير في هذا القطاع الحيوي والمهم .

٣- هدف واهمية البحث :

الهدف الرئيس لهذا البحث هو دراسة الحالات في استعمالات المياه الرمادية وهي :

- التحليل الاقتصادي لإعادة استعمال المياه المعالجة وتحديد المعيقات له .
- مدى تقبل المزارعين لإعادة استعمال المياه المعالجة في الزراعة المروية من خلال فهم افضل للعوامل التي تقود الى هذه المعتقدات .

٤- منهج البحث وهيكليته :

كان المنهج التحليلي الاساس في هذه الدراسة ، من خلال تحليل ما تم الحصول عليه من بيانات ودراسة التجارب العالمية ومنها التجربة الاردنية .

اشتمل البحث على مقدمة و ثلاثة مباحث ، كان المبحث الأول الاطار النظري والمفاهيمي للدراسة ، اما المبحث الثاني فهو الصفات و المجالات التي تستعمل فيها المياه الرمادية ، اما المبحث الثالث فهو التوزيع الجغرافي لاستعمالات المياه الرمادية في العالم ودراسة تجربة الأردن ، كما تضمن البحث مجموعة من الاستنتاجات والتوصيات وقائمة بالمصادر والمراجع

٥- الحدود الزمانية والمكانية للدراسة :

تمتد الدراسة من بداية استعمال المياه الرمادية سنة ٢٠٠١ ولحد الان

الحدود المكانية للمياه الرمادية تتوزع في :

أمريكا وأستراليا وبريطانيا وكندا وقبرص والأردن وغيرها من البلدان

٦- المفاهيم والمصطلحات :

أ- **المياه الرمادية** : تشمل المياه الرمادية المياه الناتجة عن الاستخدامات المنزلية المختلفة مثل الجلي و المغاسل و الاستحمام ، كما تشمل مياه الوضوء في المساجد و المياه الناجمة عن المشارب والنظافة في المدارس والجامعات والمرافق العامة ومياه الاستحمام والمطابخ في الفنادق وغيرها ، ولا تشمل المياه التي تحوي فضلات الإنسان وتسمى بالمياه السوداء، ويعتمد التركيب الكيميائي للمياه الرمادية على مصادر المياه و نمط المعيشة و مستوى الدخل و معدل استهلاك المياه داخل المنزل وعدد أفراد الأسرة ، كما يتغير تركيبها الكيميائي تبعا لاختلاف فصول السنة .

يكون تركيز المواد العضوية ومخلفات المواد الغذائية أكثر تركيزاً في المياه الرمادية خلال فصل الشتاء في حين ينخفض تركيزها خلال فصل الصيف نظرا لارتفاع معدل استهلاك المياه الأغراض النظافة والاستحمام وغيرها من الاستعمالات.

تعد المياه الرمادية من الموارد المائية الهامة على المستوى المنزلي، فهي تشكل نسبة كبيرة من المياه المستهلكة داخل المنزل وتشكل حوالي(**٥٠-٦٠%**) من استهلاك المياه في المنزل كما تشكل المياد الناتجة من المطبخ حوالي (**٢٠- ٥٠%**) من اجمالي الاستهلاك المنزلي، هناك إمكانية لإعادة استخدام(**٥٠%**) على الأقل من المياه المستخدمة في المنزل لأغراض الري مما يعكس الأهمية البالغة الاستغلال المياه الرمادية. وتكمن أهمية المياه الرمادية في أنها لا تحتاج لمعالجة متقدمة قبل الاستعمال ويمكن استعمالها في موقع الإنتاج مثل الحديقة المنزلية وهي تحوي العديد من العناصر الغذائية للنبات وبخاصة النيتروجين والفسفور.

بدأ الاهتمام بالمياه الرمادية كأحد مصادر المياه غير التقليدية يتزايد في العديد من دول العالم وعدد من الدول العربية وبخاصة في المناطق الريفية ، وفي الأردن بدأ الاهتمام يتزايد بإعادة استعمال المياه الرمادية في الزراعة وقد عملت بعض المؤسسات على تنفيذ عدد من المشاريع في هذا المجال مثل مؤسسة كير العالمية و الشبكة الإسلامية التنمية وادارة مصادر المياه وتنميتها والمركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا و جمعية البيئة الأردنية ومشروع الكفاءة المائية والتوعية [١].

ب- **المياه العادمة** : هي المياه التي يتم التخلص منها عادة عن طريق شبكة المجاري وتحتوي على مواد وبكتريا على شكل محاليل [٢].

ج- المياه السوداء : وهي مياه المراحيض هو مصطلح يستخدم للإشارة إلى مياه الصرف الحاوية على البراز والبول ومياه المراحيض وأوراق التواليت تتميز المياه السوداء عن المياه الرمادية، حيث أن الأخيرة هي التي تنتج عن النشاط البشري من غسل الأواني والملابس ومن الاستحمام [٣].

د- **المياه الثقيلة** : (ويسمى أيضًا أكسيد الديوتريوم) وهو ماء يحتوي على نظير ثقيل من الهيدروجين يسمى **(ديوتريوم)** بدلاً من الهيدروجين العادي [٤].

المبحـــث الثاني

صفات و مجالات استعمال المياه الرمادية

١-محتويات المياه الرمادية :

تحتوي المياه الرمادية على المواد الناجمة عن استعمال المياه في العمليات المختلفة داخل المنزل ومن أهم هذه المواد :

* مواد التنظيف المختلفة (سائل الجلي و منظف الأواني و منظف المغاسل والأرضيات و الشامبو وغيرها).

* مواد عضوية (دهون وبقايا اللحوم والدواجن و بقايا طعام و مواد ناتجة عن الطبخ والزيوت و بقايا المشروبات مثل الشاي والقهوة و الحليب وغيرها).

* مواد صلبة ذائبة وألياف مختلفة [٥].

٢- الصفات الكيمياوية للمياه الرمادية :

١- ارتفاع نسبة ملوحتها مقارنة بالمياه العذبة.

٢- درجة حموضتها (PH) متغيرة فتكون اكبر من (٨) عند ارتفاع نسبة مواد التنظيف القلوية فيها وبخاصة الصابون وتنخفض الى (٧) عند ارتفاع نسبة المواد والأحماض العضوية ويمكن أن تصل إلى(٥) عندما تخزن في مكان مغلق لفترة طويلة.

٣- التركيب الكيمياوي: تحتوي المياه الرمادية على الأملاح الذائبة الموجودة في المياه العذبة ولكن بتراكيز مرتفعة نسبيا، و تحتوي على عناصر أخرى بتراكيز مرتفعة وبخاصة القادمة من مواد التنظيف مثل (البورون و الكلور و الصوديوم و المركبات والأحماض العضوية) ، أما بالنسبة لمحتواها من العناصر الثقيلة فهو غير محتمل لان مصدرها هو الاستعمال المنزلي.

٤- من الميزات الهامة للمياه الرمادية ارتفاع نسبة الأوكسجين الممتص حيويا وكيمياويا فيها.

٥- تحتوي في كثير من الأحيان أو تشكل بيئة مناسبة لتكاثر الميكروبات وبعض المسببات المرضية حسب نوع الملوثات فيها.

٣- الصفات الفيزيائية للمياه الرمادية [٦]:

١- وجود رائحة كريهة للمياه وبخاصة في حالة التخزين.

٢- ارتفاع نسبة العكورة فيها.

٣- درجة حرارتها أعلى من المياه العذبة بحوالي (١٠-١٥) م°.

٤- أهمية استعمال المياه الرمادية :

* المساهمة في توفير قدر كبير من المياه في المنزل من خلال توفير المياه العذبة للشرب والاستعمالات المنزلية واستخدام المياه الرمادية لأغراض الري بالإضافة إلى التوفير الكبير في المياه على المستوى الوطني عند تطبيق استعمالها على نطاق واسع.

* المساهمة في الحد من التلوث الناجم عن المياه العادمة من خلال معالجة واستخدام المياه الرمادية.

* تحسين دخل المواطن من خلال توفير مصدر مياه ري مناسبة لعدد من المحاصيل الاقتصادية.

٥- الشروط الواجب توفرها قبل استعمال المياه الرمادية :

* توفر معدل مقبول من استهلاك المياه داخل المنزل بما يكفي للري.

* توفر نسبة جيدة من الأمطار لعملية الري التكميلي (٢٠٠ ملم).

* توفر تربة ذات قوام ناعم أو متوسط للزراعة.

* توفر نظام ري ملائم [٧].

٦- محاذير استعمال المياه الرمادية:

- عدم استعمالها بالقرب من الينابيع وجداول المياه العذبة.
- تجنب ملامستها للإنسان أو ساق وأوراق النباتات لمنع تكاثر الميكروبات الممرضة.
- عدم استعمالها للخضار والنباتات التي تؤكل طازجة وبخاصة النباتات الورقية.

- عدم استخدام المياه الخارجة من برك السباحة لاحتوائها على تركيز عالي من الكلور مما يؤثر على النبات إلا بعد إجراء معالجة لها.
- عدم استعمالها لأغراض التبريد وكذلك للأنشطة التي تعرضها للهواء.
- عدم استعمال المياه الرمادية إذا كان أفراد العائلة يعانون من أمراض معدية.
- عدم تخزينها لفترة طويلة لمنع نمو الميكروبات وغيرها من المسببات المرضية. وفي حالة تخزينها لفترات طويلة يفضل عمل تعقيم للمياه بواسطة محلول كلور.
- عدم استخدامها من خلال نظام الري بالرشاشات أو الري السطحي.
- عدم استعمالها للنباتات ذات الجذور المحدودة والمسطحات الخضراء أو للزراعة المائية.
- عدم استخدامها للنباتات في الأوعية الصغيرة في المنزل.

٧- العوامل التي تعمل على تحسين نوعية المياه الرمادية داخل المنزل :

أ- استخدام مواد تنظيف رفيقة بالبيئة (الصابون الخالي من الصوديوم و مواد تنظيف غير سامة أو قابلة للتحلل وغيرها).

ب- الإدارة السليمة للمياه والنفايات العضوية داخل المنزل وبخاصة الزيوت وبقايا اللحم والدهون ومخلفات تنظيف الدواجن ومياه الغسيل حيث يجب عدم التخلص منها مع المياه الرمادية. ويبرز هنا دور تدريب المستفيدين وبخاصة المرأة في التعامل مع المياه الرمادية بالشكل الأمثل.

ت- عدم استعمال مواد التنظيف الحامضية مثل مواد التبيض والمواد المحتوية على خل حيث أنها تبطئ نمو البكتيريا وتؤثر سلبا على مكونات محلول التربة.

ث- تزويد حوض الجلي في المطبخ بطاحنة (**Grinders**) إذا أمكن ذلك لتعمل على تفتيت المواد الغذائية والعضوية مما يسهل تحللها داخل نظام المعالجة.

ج- الصيانة والنظافة المستمرة لنظام المعالجة.

- استعمالات المياه الرمادية

١- في الزراعة المستدامة:

يعد أسلوب الزراعة المستدامة (Sustainable Agriculture) من الأساليب الزراعية الصديقة للبيئة التي تعتمد فيها على عدد من الأنماط والعمليات الزراعية المختلفة التي تحافظ على الموارد الزراعية وتعمل على الاستعمال المستدام للموارد الطبيعية بما فيها المياه والتربة والنباتات والحيوانات، كما تعمل الزراعة المستدامة على إدارة أفضل للعمليات الزراعية إضافة لإدارة المنتجات الزراعية والمنزلية المختلفة ، ويعتمد نظام الزراعة المستدامة على التكامل النباتي والحيواني في مكوناته المختلفة إضافة لتعدد منتجاته الزراعية، ويعمل النظام على تعزيز التنوع الحيوي الزراعي وتحسين خصوبة التربة الزراعية [٨].

يصلح نظام الزراعة المستدامة للزراعة المنزلية والزراعة الإنتاجية بشكل عام ، وتعد منتجاتها من المنتجات الزراعية الآمنة بيئيا والخالية من الكيماويات المختلفة ، اذ لا يستعمل في هذا النظام أي من الكيماويات وبخاصة المبيدات والأسمدة الزراعية ، كما انه من الأنظمة التي تعمل على تخفيف أثر الظروف ذات الأثر السلبي على نظام التربة مثل استعمال المياه العادمة المعالجة و المياه الرمادية و ملوحة التربة العالية و الجفاف ، ويعزى ذلك الى التكامل والتوازن البيئي الذي يتميز به نظام الزراعة المستدامة في التعامل مع المؤثرات الخارجية وبخاصة الارتفاع في مستوى الملوحة وارتفاع بعض العناصر الكيمائية ذات الأثر السلبي على التربة مثل الصوديوم و تعمل في حال تطبيقها على تحسين خصوبة التربة وتعزيز التوازن البيئي وحماية التربة من الانجراف وكذلك تحسين التنوع الحيوي[٩].

٢- اعادة استعمال المياه الرمادية في الاستعمالات المنزلية :

يمكن بعد اعادة تكريرها وتطهيرها من الملوثات ان تصبح نقية وصالحة للاستعمال للاستفادة منها في مجالات ومشروعات أخرى كالآتي:

أ – ري الحدائق المنزلية .

ب – في مشروع الاستزراع السمكي فوق المنازل و مجال التنمية الزراعية من خلال استعمال المساحات الغير مستغلة لأسطح المنازل في إنتاج أنواع الخضر .

ج – في ملء السيفون بدلا من إهدار **(١٠ لترات)** مياه في المرة الواحدة من مياه الشرب النظيفة .

د– يمكن بعد ذلك استعمال الفائض من المياه المعالجة لمحطات غسيل السيارات وأيضا للتشجير وعمليات البناء مما يحقق وفرة كبيرة في مياه الشرب النظيفة [١٠].

المبحـــث الثالث

التوزيع الجغرافي لاستعمال المياه الرمادية وتجربة الاردن(انموذجاً)

بسبب اهمية استعمال المياه الرمادية كبديل لتوفير استعمال المياه لاغراض منزلية وصناعية وزراعية ، لذلك فقد انتشر استعمالها في انحاء مختلفة من العالم ، لكن ذلك الاستعمال كان مشروطا وكان لابد من سن التشريعات الملزمة للمؤسسات الكبيرة التي تتصف باستهلاك عال للمياه مثل المصانع الكبيره والمدارس والمستشفيات والنوادي التي تستعمل برك السباحه بضرورة تسهيل تركيب وحدات خاصه لاستثمار المياه الرماديه ودعم شراء الاجهزه التي تدخل في استعمالات تنقية وتجميع المياه الرماديه ، كما عملت على تشجيع استعمال المياه الرماديه عن طريق الاعلام والندوات المستمره لتفادي النقص في كميات المياه .

ومن بين اكثر الدول استعمالا للمياه الرمادية هي :

١ – الولايات المتحدة الامريكية :

لا تزال اللوائح الحكومية التي تحكم استعمال المياه الرمادية المحلية في الري الطبيعي مجالا ناميا ومستمرا في الحصول على دعم أوسع ، نظرا لأن المخاطر والفوائد الفعلية تؤخذ في الاعتبار وتضع منظورا أوضح ، و لا تزال المياه الرمادية تعد مياه صرف صحي، فإنها ملزمة بالإجراءات التنظيمية نفسها التي سنت لضمان أن يتم تركيب أنظمة الصرف الصحي ونظم الصرف السائلة المهندسة على نحو سليم من أجل الحياة الطويلة في النظام ولتحكم انتشار الأمراض والتلوث.

هذا يعني عادة أن تحويل المياه الرمادية المحلية لري المناظر الطبيعية كان إما غير مسموح به أو تم تثبيطه من قبل متطلبات الموافقة على نظام الصرف الصحي الباهظة والمعقدة ، وعرقلت عملية تحويل المياه الرمادية على نطاق أوسع من أجل الري في المناظر الطبيعية، مما أدى إلى استمرار إعادة استخدام المياه الرمادية على نطاق واسع من قبل أصحاب المنازل خارج الطرق القانونية وتفضيلها[١١].

بالرغم من انتشار إعادة استخدام المياه الرمادية في بعض أجزاء الولايات المتحدة الأمريكية، فإنه لا توجد هناك سياسة وطنية لإعادة استخدام المياه الرمادية ، إذ تتولى كل ولاية مسؤولية سن القوانين الخاصة بالمياه

والتصريف الصحي فيها، وقد طورت بعض الولايات تشريعات تسمح بإعادة استخدام المياه الرمادية تحت ظروف معينة.

فقد أصدرت ولاية كاليفورنيا في سنة (**١٩٧٧**) كودات لتنظم إعادة استخدام المياه الرمادية المنزلية، أما في ولاية أريزونا فيسمح باستعمال المياه الرمادية في الري المنزلي، ولقد اجريت العديد من التجارب والدراسات والتقييم المتعلقة بإعادة استخدام المياه الرمادية في المنازل ، كذلك تم تحضير إرشادات للجمهور بشأن إعادة استخدام المياه الرمادية. وتبين دراسة أن إعادة استخدام المياه الرمادية شائعة في الولاية لري الأشجار التي توفر الظل وأشجار الزينة حتى قبل سن التشريعات ووضع الإرشادات التي تسمح بإعادة استخدامها [١٢].

٢ – بريطانيا

ان إعادة تدوير المياه الرمادية غير شائعة نسبياً في المملكة المتحدة، ويرجع ذلك إلى حد كبير الى التكلفة المالية والأثر البيئي للمياه الرئيسة منخفضة جدا ، اذ يجب أن تتوافق أنظمة المياه الرمادية مع أنظمة (**BS8525**) و إمدادات المياه (**تركيبات المياه**) من أجل تجنب المخاطر على الصحة ، ومن الممكن إعادة استعمالها من المباني المفردة في الموقع لزراعة الزينة وحديقة الحدائق والري وتنظيف المرحاض[١٣].

٣ – كندا

على الرغم من أن كندا بلد غني بالمياه، فإنها تخطط أيضا لإعادة استعمال المياه الرمادية ، و يرجع ذلك إلى التكاليف الكبيرة التي كثيرا ما تتكبدها النظم التقليدية لمعالجة النفايات في المدن الكبيرة ، ومع ذلك فإن معايير إعادة استعمال المياه الجوفية ليست صارمة في الوقت الحاضر مقارنة بالبلدان الأخرى في المناطق القاحلة [١٤].

٤ –الأردن

يصنف الاردن ضمن افقر بلدان العالم بمصادر المياه لذا كان التركيز على استعمال المياه الرمادية فيها له غرضان رئيسان هما : الحفاظ على المياه والجوانب الاجتماعية والاقتصادية، وقد عززت الشبكة الأردنية لتطوير المياه وإدارتها في الأردن البحوث في مجال إعادة استخدام المياه الرمادية في الأردن، وفي الوقت الراهن، تمول بحوث المياه الجوفية في الأردن أساسا من قبل المركز الدولي لبحوث التنمية في كندا، لتثبيت واستخدام نظم المياه الرمادية على أساس إنشاء نظم الأراضي الرطبة الصغيرة في الأسر الخاصة، وتبلغ تكلفة هذا النظام حوالي (**٥٠٠ دولار**) لكل أسرة[١٥] .

- **النمط الزراعي الملائم للمياه الرمادية في الاردن :**

إن العامل الرئيس الذي يحدد نوع النباتات هو نوعية المياه الرمادية (مستوى الملوحة و محتواها من المواد الكيماوية المختلفة وخواصها البيولوجية)، ومن أهم هذه النباتات:

* نباتات الزينة المتحملة ومتوسطة التحمل للملوحة مثل لافندر و صباريات الزينة و الياسمين و نباتات الأسيجة و نباتات الأرصفة.

* الأشجار الحرجية وبخاصة الحور و الزيزفون و الزنزلخت و الملول و البيزيا و بنسانيا و بركنسونيا.

* المحاصيل التصنيعية مثل الليف و الغار والصبار التصنيعي.

* الأشجار المثمرة وبخاصة الزيتون و التين و الرمان .

* المحاصيل العلفية مثل حشيشة السودان و الدخن و الذرة .

- شروط استعمال المياه الرمادية في الري :

١- إجراء معالجة أولية لها قبل الاستعمال (التخلص من الدهون و الفلترة).

٢- جمعها في خزان مغلق ومصنع من مواد غير قابلة للتحلل لحين الاستعمال.

٣- أن تكون المياه الرمادية باردة قبل الاستعمال لان المياه الساخنة تؤذي النبات.

٤- متابعة عملية الري للتأكد من عدم ركود مياه الري أو تراكم المواد الصلبة والعضوية.

٥- يفضل إضافة المياه العذبة لري النباتات المختلفة بين الفترة والأخرى وبخاصة إذا لم يتوفر معدل مقبول من مياه الأمطار.

٦- استخدام شبكة ري مستقلة للمياه الرمادية (نظام الري بالتنقيط) لتجنب ملامسة المياه الرمادية للانسان[١٦].

- معالجة المياه الرمادية :

من الأمور الهامة إجراء معالجة للمياه الرمادية قبل استعمالها في الزراعة ، ويختلف مستوى المعالجة للمياه الرمادية عنه بالنسبة للمياه العادمة خاصة أن نوعية المياه الرمادية أفضل من نوعية المياه العادمة ، كما أن مستوى المعالجة مرتبط بنوع المحصول والتكلفة الاقتصادية للنظام ، وعلى المستوى المنزلي يمكن إجراء معالجة بسيطة تناسب الاحتياجات المنزلية والظروف الاقتصادية لسكان المناطق الريفية وتشتمل على المراحل التالية :

١- فلترة أو تصفية وذلك من خلال حفرة ترسيب ومناخل معدنية صغيرة للتخلص من المواد الصلبة العالقة كمرحلة أولى ، و تصميم حفرة الترسيب والمصفاة بشكل يسهل عملية الصيانة ويمكن استعمال برميل بلاستيكي مزود بمصفاة لهذه العملية.

٢- التخلص من الشحوم والدهون من خلال جمع المياه في خزان تجميعي وترك الدهون ترتفع لأعلى سطح المياه في حين يتم تدفق المياه للاستعمال من أسفل الخزان وجمعها في خزان منفصل وبحيث يتم التخلص من طبقة الدهون السطحية في أعلى الخزان بشكل دوري يدويا.

٣- يمكن إجراء معالجة أخرى متقدمة للمياه الرمادية باتاحة المجال لتحلل المواد العضوية من خلال البكتيريا اللاهوائية في النظام المغلق أو من خلال نظام الأراضي الرطبة **(Wetlands)** بجمع المياه في أحواض مائية تزرع باحد النباتات التي تعيش في الوسط المائي مثل القصيب أو التيل **(Kenaf)** مما يحسن من نوعية المياه الرمادية المعالجة.

٤- التخلص من الروائح الكريهة الناتجة عن المياه الرمادية من خلال توفير تهوية للمياه في المرحلة الأخيرة من المعالجة، ويمكن أيضا توفير جهاز ميكانيكي للتهوية لزيادة كفاءة عملية المعالجة إلا أن ذلك مرتبط بالكلفة الاقتصادية[١٧].

- **المواصفات الفنية لاستعمال المياه الرمادية :**

يتوفر في الأردن مواصفات فنية لنوعية المياه العادمة المعالجة المستعملة في الري إلا أنه لا يتوفر مواصفات فنية لنوعية المياه الرمادية المستعملة في الزراعة أو غيرها من الأغراض المختلفة ، ومع زيادة الطلب على مصادر المياه غير التقليدية والتوجه نحو استعمال المياه الرمادية تبرز الحاجة للعمل على إيجاد مواصفات فنية وطنية تحدد الصفات المختلفة للمياه الرمادية ومجالات الاستعمال.

كما أن تعديل كودات البناء وبخاصة في المناطق الريفية يبرز أيضا من الأمور الهامة التي تسهل استخدام المياه الرمادية لتسهيل وتنظيم عملية فصل واستعمال المياه الرمادية للأغراض المختلفة ، وقد قامت الشبكة الإسلامية لتنمية وإدارة مصادر المياه وتنميتها بوضع مقترح لتعديل كودات البناء وموصفات فنية أولية لنوعية المياه الرمادية. من ناحية أخرى لا يتوفر في قوانين وزارات الزراعة والمياه والري والصحة ما ينص على استعمال المياه الرمادية في الزراعة وبالتالي فإن استعمال المياه الرمادية سواء في الزراعة أو غيرها من الأغراض بحاجة إلى غطاء قانوني ينظم عملية استعمال المياه الرمادية على المستوى الوطني بالإضافة إلى مراقبة أثرها على البيئة والإنسان نظرا لآثارها الصحية [١٨].

- **التجارب المحلية في استعمال المياه الرمادية في الزراعة:**

١- تجربة منظمة كير العالمية :

قامت منظمة كير العالمية بتنفيذ مشروع للزراعة في قرية عين البيضاء في الطفيلة/جنوب المملكة خلال الفترة ١٩٩٧-١٩٩٩، وقد هدف المشروع إلى تطبيق نظام **(الزراعة المستدامة)** في المنازل باستخدام الموارد المحلية إضافة الى تنفيذ بعض الأنشطة الهادفة إلى زيادة دخل الأسرة ، وقد اشتمل المشروع على استخدام المياه الرمادية لأغراض الري في الحديقة المنزلية، واعتمدت فكرة المشروع على التمويل الدوار واستثمار التمويل

في مشاريع صغيرة مدرة للدخل مثل تربية الدواجن والأغنام والزراعة المنزلية ، وقد قامت الشبكة الإسلامية لتنمية وإدارة مصادر المياه بعمل تقييم للمشروع ، وتراوح حجم المياه الرمادية التي تم جمعها لأغراض إعادة الاستخدام بين ٤٠ إلى ٢٠٠ لتر يوميا وهذه تعادل ٦.٥ إلى ٢٧% من قيمة فاتورة المياه المنزلية. كما بين التقييم أن حوالي ٨٠% من المستفيدين أفادوا بعدم وجود شكوى من جيرانهم بسبب استعمال المياه الرمادية وقد كان أفراد المجتمع على درجة عالية من الوعي حول كيفية استعمال منظفات الغسيل وأيها أكثر ضررا على البيئة. كما بينت الدراسة أن للمرأة دور قيادي وهام في تشغيل المشروع وبخاصة عمليات الري والزراعة وتسويق المنتجات المختلفة وكذلك عملية متابعة القروض ، وبينت الدراسة بعض الجوانب السلبية مثل عدم كفاية كمية المياه الرمادية للري و استخدام طرق يدوية لفصل المياه الرمادية في بعض الحالات [١٩].

الاستنتاجات :

١- تعد المياه الرمادية من مصادر المياه غير التقليدية الهامة التي يمكن أن تساهم بدور كبير في توفير المزيد من مصادر المياه العذبة للأغراض المنزلية والزراعية وغيرها .

٢- تحتوي المياره الرمادية على العديد من العناصر الضارة بالانسان والبيئة .

٣- يمكن ان تكون المياه الرمادية بعد معالجتها مفيدة في مجالات محدودة الاستعمال .

٤- طبقت العديد من الدول في سبيل المحافظة على هذا المصدر الجديد من المياه مجموعة من القوانين والشروط في مجالات معينة لاستعماله بشكل امن وصحي .

٥- تعد التجربة الاردنية رائدة في هذا المجال ويمكن الافادة منها لكونها نجحت في استعمال هذا النوع من المياه في مجالات عديدة ومتنوعة .

التوصيات :

١- تنفيذ المزيد من الأبحاث والدراسات حول استعمال المياه الرمادية وبخاصة في مجالات جديدة غير المنزلية والزراعية .

٢- إعداد واعتماد مواصفات وطنية لنوعية المياه الرمادية واستعمالاتها .

٣- تنفيذ برامج توعية بيئية للتعريف باستعمال المياه الرمادية ودورها في توفير المزيد من مصادر المياه العذبة.

٤- انشاء بنى تحتية خاصة لهذا النوع من المياه واستثماره في اوقات الشح والجفاف .

المصادر :

١- مركز دراسات البيئة المبنية ، إعادة استخدام المياه الرمادية في بلدان مختلفة وإمكانيات تطبيقها في الأردن ، الاردن ، ٢٠٠٣، ص٣٠ .

٢- وفاء كريم سعيد ، تقييم فني لاستعمال المياه العادمة المعالجة الناتجة عن محطة تنقية البيرة ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الدراسات العليا ، جامعة النجاح ، ٢٠٠٦ ، ص ٣٣.

٣- شبكة الانترنيت ، سوء استخدام المياه العادمة في الزراعة يؤدي إلى مشاكل ومخاطر بيئية .

4- www.palintefada.com

٥- محمد السيد أررناؤوط، طرق الاستفادة من القمامة والمخلفات الصلبة والسائلة، ط١، مكتبة الدار العربية للكتاب ، ٢٠٠٣، ص٤٤.

٦- سارة عصام نوفل نوفل ، الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الإنتاج الزراعي؛ بالتركيز على المناطق الريفية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التجارة ، جامعة بيزريت ، فلسطين ، ٢٠١٣، ص٥٤.

7- www.biovience.ksc.nasa.gov/oldal/rr/gray.htm

٨- جمعية البيئة الأردنية، مشروع التوعية المائي، مشاريع المحافظة على المياه، ١٩٩٧، ص٦.

9- https://www.scientificamerican.com

١٠- محمد عايش ، إعادة استعمال المياه الرمادية في الزراعة المستدامة ، المركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا ، الأردن ،٢٠٠١، ص٥.

11- http://www.csbe.org

١٢- المركز الوطني للبحث والارشاد الزراعي ، المياه الرمادية في الزراعة المنزلية ، الاردن ، ٢٠١٤، ص٢.

١٣- مركز دراسات البيئة المبنية ، مصدر سابق ، ص٢٨.

١٤- المصدر نفسه .

١٥- المركز الوطني للبحث والارشاد الزراعي ، مصدر سابق ، ص٣.

١٦- جمعية البيئة الأردنية ، مصدر سابق ، ص٨.

١٧- www.biovience.ksc.nasa.gov/oldal/rr/gray.htm

١٨- www.greywater.com/index.htm

١٩- www.interets.caes.edu/drought/article/gwlands.htm