البحوث والدراسات

مياه الصرف الصحي المعالجة في دولة قطر: رؤية تقويمية استشرافية

د. حسن بن إبراهيم المهندي*

ملخص:

تتناول هذه الدراسة قضية مياه الصرف الصحي المعالجة في دولة قطر من حيث إنتاجها ونوعيتها واستخداماتها والخطط المستقبلية المتعلقة بها، مع استطلاع رأي أرباب المزارع في استخدامها.

إن معظم العالم يعاني نقصاً في المياه الطبيعية، ولكن هذه المعاناة تبلغ ذروتها في المناطق الجافة وشبه الجافة التي يطلق عليها مناطق "حزام الفقر المائي". ودولة قطر منذ خمسينيات القرن الماضي، عندما بدأت تصدر النفط بكميات تجارية، أخذت تعاني بشدة نقصاً في المياه الطبيعية "العذبة والقليلة الملوحة"؛ وذلك بسبب النمو السكاني المطرد والتنمية الاقتصادية المتسارعة.

وقد تمكنت دولة قطر من معالجة هذه المشكلة بواسطة إعذاب المياه المالحة وشبه المالحة، وبذلك تمكنت من سد الهوة بين العرض والطلب بالنسبة للمياه العذبة في القطاع المدني، لكن المشكلة ظلت قائمة في القطاع الزراعي الذي مازال يعتمد على المياه الجوفية على الرغم من قلتها. وقد أدى الاستهلاك المتزايد للمياه الجوفية إلى تناقص كميتها وتغير نوعيتها. ولما كانت عملية إعذاب المياه المالحة مكلفة اقتصادياً، من ثم أصبح من الضروري أن نبحث عن مصادر مياه أخرى غير تقليدية لدعم الأمن المائي لتعظيم التنمية الزراعية، ويقف في مقدمتها مياه الصرف الصحي المعالجة.

ومما يدعم هذا التوجه أن التجارب العالمية، قد أثبتت أن التقنيات الحديثة المتقدمة في مجال معالجة مياه الصرف الصحي كفيلة بإنتاج مياه ذات مواصفات عالية ومقبولة بيئياً وصحياً في مجال التنمية الزراعية المحصولية والتجميلية. ومما يشجع على تفعيل دور مياه الصرف الصحي المعالجة في دعم التنمية الزراعية أن دولة قطر تمتلك الإمكانات المادية

* دكتوراه في إدارة المياه، جامعة هيدرسفيلد، المملكة المتحدة، عام ٢٠٠١م، وأستاذ مساعد بقسم العلوم الإنسانية، كلية الآداب والعلوم، جامعة قطر.

والبشرية التي تؤهلها لتطوير التقنيات التي تتبعها الآن في معالجة مياه الصرف الصحي.

ولقد بينت الدراسة أن السلوكيات الحالية الخاصة بالتعامل مع المياه المعالجة تعدّ هدراً لمورد عظيم الجدوى؛ حيث لا تستثمر هذه المياه بشكل كامل على الرغم من جودتها النسبية وحاجتنا الملحة إليها.

ومن ناحية أخرى أثبتت الدراسة مدى ضعف مستوى الوعي لدى أرباب المزارع بالمشكلة المائية التي تعانيها الدولة وقصور معرفتهم بخصائص المياه المعالجة؛ إذ إن أغلب أفراد العينة الذين شملتهم الدراسة يرفضون أن تستخدم المياه المعالجة في عمليات الري. ويرجع ذلك إلى مخاوف صحية وبيئية، إلى جانب أسباب أخرى نفسية ودينية. ويبرز هذا الرفض بشكل أوضح عند الذين حصلوا على قدر من التعليم العالي (فوق الثانوي)، وكذلك عند كبار السن. وقد يرجع ذلك إلى ما يتوافر لديهم من معلومات حول مخاطر استخدام المياه العادمة من جهة، وقصور معلوماتهم عن المياه المعالجة من جهة أخرى.

وعلى ذلك ينبغي أن نعيد النظر في السياسات المتبعة في هذا القطاع، مع تكثيف التوعية بسلامة المياه المعالجة بيئياً وصحياً في ضوء التقنيات المعاصرة المتطورة، لكي تصبح المياه المعالجة أحد المصادر الرئيسة للمياه في الدولة. كما ينبغي أن يكون هذا الأمر نصب أعين القائمين على إدارة المياه واستخدامها.

أولاً – مقدمة:

لا شك أن الحصول على الماء النقيّ العذب يعدّ في عالمنا المعاصر من أهم شواغل صناع القرار والمسؤولين في معظم دول العالم، وبخاصة الدول التي تقع في نطاق المناخ الجاف وشبه الجاف. فقد أدى التوسع المطرد والمتسارع في استخدام المياه في القطاعات المختلفة المدنية والزراعية، وخاصة منذ منتصف القرن الماضي، إلى حدوث نقص كبير في هذا السائل الذي لا حياة إلا به. وقد ازدادت خطورة هذه المشكلة في بعض المناطق الجافة وشبه الجافة لسببين: قلة موارد المياه الطبيعية، وتسارع عمليات التنمية في هذه المناطق. ومن ثم سعت هذه الدول إلى إيجاد موارد مائية مستحدثة، تضاف إلى الموارد التقليدية أو تحل محلها، وقد تحقق تقدمّ في هذا الاتجاه، وبخاصة في مجالي إعذاب "تحلية" المياه المالحة وشبه المالحة، وإعادة استخدام المياه العادمة بعد

معالجتها. وثمة مشروعات وأفكار لم تر النور بعد في عالم التنفيذ؛ منها استيراد المياه من الدول التي تتمتع بوفرة المياه العذبة، والاستمطار، وجر جبال الجليد من القطب الجنوبي وهو مشروع أقرب إلى الخيال منه إلى الواقع.

وتعدّ دولة قطر واحدة من الدول التي تعاني شحاً في المياه؛ فالأمطار فيها نادرة ومتذبذبة، كما أن المياه الجوفية التي تعتبر المصدر الطبيعي الرئيس للمياه، وهي مياه أحفورية، لم تعد كافية لتلبية الاحتياجات المائية المتزايدة، وبخاصة للقطاع الزراعي الذي يعتمد عليها اعتماداً أساسياً. ومنذ خمسينيات القرن الماضي لجأت دولة قطر إلى صناعة إعذاب المياه المالحة وشبه المالحة، وحققت نجاحاً كبيراً في هذا المجال؛ إذ تمكنت من تلبية كل الاحتياجات المائية المدنية في الدولة. ولكن عمليات الإعذاب ذات تكلفة اقتصادية باهظة، ولهذا لم تستطع الدولة أن تتوسع في استخدامها، وبخاصة في القطاع الزراعي الذي يعدّ المستهلك الأول للمياه في الدولة. وفي الوقت نفسه لم يتسنّ تنفيذ مشاريع استيراد المياه من الدول المجاورة الغنية بالمياه مثل تركيا وإيران؛ إذ واجهت مشكلات جمة، على رأسها المعوقات السياسية. وعلى ذلك جاء الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها، ولاسيما في الزراعة، لتحقيق هدفين: حماية البيئة من التلوث، وإيجاد مصدر مائي جديد.

١-١ أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على المشكلة المائية في دولة قطر بصفة عامة، وعلى قضية معالجة مياه الصرف الصحي بصفة خاصة، بوصفها أحد مصادر المياه المتجددة الواعدة، من حيث تاريخها وإنتاجها ونوعيتها واستخداماتها والمتوقع بشأنها مستقبلاً، مع تأكيد الحاجة الماسة إلى توافرها والتوسع في استخدامها من خلال الارتقاء بتقنية معالجتها.

ولما كانت المياه المعالجة تعدّ مورداً مائياً واعداً في تنمية القطاع الزراعي، في هذه المرحلة على الأقل، أصبح من الضروري أن تسعى الدراسة إلى معرفة مدى وعي أرباب المزارع بحجم المشكلة المائية في الدولة، ومدى قبولهم فكرة

استخدام المياه العادمة بعد معالجتها في عمليات ري مزارعهم، لتعظيم دور هذه المياه في المستقبل المنظور وتحقيق المزيد من التنمية الزراعية المحصولية.

وعلى حد علم الباحث لم تجر حتى الآن دراسة متعمقة حول مياه الصرف الصحي المعالجة في دولة قطر واستخداماتها في الأغراض المختلفة، وبخاصة في التنمية الزراعية، لذا يأمل الباحث أن تساعد هذه الدراسة التحليلية التقويمية على سد الفراغ العلمي الخاص بقضية المياه المعالجة في دولة قطر من الناحية النظرية، من المنظور الاقتصادي والبيئي، وأن تسهم في تشجيع صناع القرار والمهتمين بالشأن المائي والبيئي في دولة قطر وتوجيههم، من خلال ما تمخضت عنه من توصيات علمية وعملية فاعلة، إلى أهمية هذا المصدر المائي الذي نأمل أن يكون أحد المصادر المائية الرئيسة المتجددة في الدولة، وهو الهدف الإستراتيجي من هذه الدراسة.

١-٢ تساؤلات الدراسة:

كان محور الدراسة هو الإجابة عن التساؤلات الآتية:

- ما حجم المياه المعالجة في دولة قطر ؟.
- ما درجة جودة المياه المعالجة، وما مدى صلاحياتها للاستخدام الآمن في بعض القطاعات ؟.
- هل هناك حاجة ملحة تستدعي استخدام المياه العادمة بعد معالجتها ؟.
- هل تستثمر المياه المعالجة في دولة قطر حالياً على نحو فعال ؟.
- ما رأي أرباب المزارع في استخدام المياه المعالجة في ري النباتات ؟.
- ما أهم الأسباب التي تحد من إمكانية الاستفادة من المياه المعالجة ؟.
- ما الآفاق المستقبلية لإمكانية استخدام المياه المعالجة في دولة قطر؟.

١-٣ فروض الدراسة:

- **الفرض الأول:** تتوافر في دولة قطر تقنية متطورة لمعالجة مياه الصرف الصحي تسمح بإعادة استخدامها بصورة آمنة، ولاسيما في القطاع الزراعي.

- **الفرض الثاني**: يتم استثمار مياه الصرف الصحي المعالجة على نحو فعال، بسبب النقص في مصادر المياه العذبة والقليلة الملوحة بالدولة.
- **الفرض الثالث**: هناك علاقة بين التوجهات السلوكية لأرباب المزارع ومدى الاستفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة في مجال التنمية الزراعية.

١-٤ منهج الدراسة:

تسير الدراسة وفق المنهج الوصفي التحليلي التقويمي، وذلك اعتماداً على ما تم جمعه من معلومات حول مياه الصرف الصحي المعالجة، من حيث توزيعها وتقنياتها وإنتاجيتها ونوعيتها واستخداماتها، كما تم تحليل هذه المعلومات وتقويمها، إضافة إلى نتائج الاستبانة التي تم تصميمها لمعرفة توجهات أرباب المزارع ورؤاهم في مدى استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لري مزارعهم.

أ – أداة الدراسة:

تم تصميم استبانة مقننة لقياس مستوى وعي أرباب المزارع بأهمية استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في مزارعهم وأهمية هذا الاستخدام، وقد شملت ما يلي (انظر أيضاً ملحق رقم ١):

- مصادر المياه المستخدمة في مزارعهم حالياً.
- مدى وجود معوقات في الحصول على المياه الكافية لري مزروعاتهم.
- درجة معرفتهم بخصائص مياه الصرف الصحي المعالجة.
- توجهاتهم نحو استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في مزارعهم.
- نوعية النباتات التي يفضلون ريها بالمياه المعالجة.
- الأسباب التي تحول دون استخدام المياه المعالجة في القطاع الزراعي.

ب – عينة الدراسة:

تم تنفيذ الاستبانة بواسطة عدة جولات ميدانية أجريت خلال شهري أغسطس وسبتمبر من عام ٢٠٠٦م. وشملت العينة ١٠٢ من أرباب المزارع الواقعة في جميع أنحاء الدولة، تمثل ما نسبته ١٠,٧٪ من مجموع أرباب

المزارع؛ إذ بلغ عدد المزارع بالدولة ٩٤٩ مزرعة في عام ٢٠٠٣م [١]. وتم التحقق من عملية القياس بواسطة استخدام الانحراف المعياري **(Standard Deviation)** لتعيين درجة تبعثر الاستجابات أو تمركزها حول متوسطها الحسابي[٢]. وقد تبين من خلال قياس الانحياز المعياري أن السواد الأعظم من الأسئلة التي وجهت لأفراد العينة قد تشابهت في توزيعها، وكذلك اعتمدت وسيلة المقاربة العلمية، فكان الانحياز متاخماً جداً للمتوسط. وهذا يعني تجاوب أفراد العينة، وتفهمهم التام للأسئلة التي طرحت، واهتمامهم بالغاية التي وضعت من أجلها (انظر ملحق رقم ٣، جدول رقم ٣-١).

ج - المعالجة الإحصائية:

- عولجت البيانات الرقمية الأولية التي تم الحصول عليها من نتائج الاستبانة بواسطة البرنامج الإليكتروني المعروف بـ الحزمة الإحصائية (SPSS).
- تم تصنيف البيانات الناتجة في جداول تفصيلية.
- تمت عمليات تحليل البيانات بواسطة معدلات الارتباط **(Correlation)** لقياس العلاقة بين المتغيرات.
- تم إبراز أهم نتائج البحث في أشكال بيانية مناسبة بواسطة برنامج (EXCEL).

ثانياً - جوانب من أدبيات الموضوع والدراسات السابقة:

تُعاني بعض مناطق العالم نقصاً كبيراً في موارد المياه، وقد أشار التقرير الدوري الثاني للأمم المتحدة عن تنمية الموارد المائية الذي صدر عشية انعقاد المنتدى الرابع للمياه (مارس ٢٠٠٦م) إلى أن نحو ١,١ مليار نسمة من سكان العالم محرومون من مياه الشرب النقية، وأن نحو ٢,٦ مليار نسمة لا تتوافر لهم مرافق الصرف الصحي المناسبة[٣]. وتتفاقم الأزمة في بعض المناطق بشكل

---

(١) مجلس التخطيط "المجموعة الإحصائية السنوية"، ص ٢٤٧.

(٢) انظر نعمان شحادة، (١٩٩٧م). "الأساليب الكمية في الجغرافيا".

(٣) The United Nations "Water a Shared Responsibility", P 524.

يفوق غيرها، فمثلاً تعاني دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية أزمة مائية تهدد أمنها القومي نظراً لافتقارها لمصادر المياه الطبيعية وزيادة معدلات استهلاك المياه فيها بسبب الزيادة السكانية المطردة والتنمية الاقتصادية المتسارعة وأسباب أخرى(٤).

ويعدّ الاستهلاك المتزايد في القطاع الزراعي على مستوى العالم المسؤول الأول عن حدوث هذا النقص الحاد في المياه العذبة. فالمياه المستهلكة في أغراض ري المزروعات تقدر بنحو ٨٠٪ من مجمل المياه المستهلكة في جميع القطاعات على المستوى العالمي، وقد تضاعف استهلاك المياه ست مرّات خلال مائة السنة الماضية، ويتوقع أن يتضاعف مرة أخرى بحلول عام ٢٠٥٠م، بسبب تزايد الحاجة إلى مياه الري والاحتياجات الزراعية الأخرى بوتيرة متسارعة، نتيجة الزيادة المتوقعة في عدد السكان على مستوى العالم خلال هذه الفترة(٥).

ولا شك أن النقص في المياه الطبيعية العذبة قد جعل من الضروري أن نتجه إلى البحث عن مصادر أخرى غير تقليدية، وكان من نتائج ذلك إقامة محطات لإعذاب المياه المالحة وشبه المالحة، لتوفير المياه العذبة، وبخاصة للقطاع المدني، حيث تحول التكلفة المرتفعة لهذا المصدر الجديد دون التوسع في استخدامه، ولاسيما في أغراض الري(٦). ومن ثم برز اتجاه نحو معالجة مياه الصرف الصحي واعتبارها أحد المصادر البديلة للمياه الطبيعية وبخاصة للقطاع الزراعي(٧)، فضلاً

(٤) محمد عباس ناجي، "كيف تستطيع دول مجلس التعاون مواجهة حرب المياه القادمة"، ص ٣٦.

(٥) James Grubel "Billions face Water Shortages", P 1.

(٦) ESCWA (Economic and Social Commission for Western Asia) "Development of Freshwater Resources in the Rural Areas of the ESCWA Region Using Non-Conventional Techniques", P 1.

(٧) Lorenzo Liberti and Antonio Lopez "Strategy for Agriculture Wastewater Reuse in S. Italy", P 181.

عن أثر هذه المعالجة الإيجابي في حماية البيئة من التلوث الناتج عن صرف المياه العادمة دون معالجة، وهو تلوث لا يستهان به؛ إذ إن مخلفات الإنسان تحوي ٥٠٠ نوع من مُسببات الأمراض(٨). ومن ثم وُلد مصدر مائي جديد يمكن استخدامه في بعض القطاعات، ولاسيما القطاعين الزراعي والصناعي اللذين لا يحتاجان إلى مياه ذات جودة عالية(٩). ومما يؤكد أهمية هذا التوجه أن دراسة للبنك الدولي قد أشارت إلى أن أكبر التحديات التي تواجه توفير المياه في الدول الفقيرة مائياً بشكل مستدام في العقدين القادمين يتمثل في مدى استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة المنتجة بتكلفة منخفضة في الاستخدامات الممكنة بقطاعي الزراعة والصناعة(١٠).

إن التقنيات الحديثة المتقدمة في معالجة مياه الصرف الصحي نجحت في إنتاج مياه معالجة تقترب مواصفاتها كثيراً من مواصفات مياه الشرب التي حددتها منظمة الصحة العالمية؛ أي أنها مياه آمنة بيئياً وصحياً. ومن ثم زالت المخاوف من أضرار استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بعد النجاح الكبير الذي تحقق في تقنية المعالجة؛ فمثلاً تعدّ فلسطين المحتلة (إسرائيل) من أكثر أقطار العالم استخداماً للمياه المعالجة، حيث تعالج ثلث مياهها العادمة بالوسائل المتقدمة، وقد أنشأت شبكة لتوزيع المياه المعالجة توازي الشبكة العامة لتوزيع المياه العذبة، وذلك لاستخدامها في الزراعة وري الحدائق العامة (١١)، ويتوقع أنه

(٨) William P. Cunningham and Mary Ann Cunningham "Principles of Environmental Science", P 243.

(٩) Mamta Tomar "Quality Assessment of Water and Wastewater", Lewis Publishers, London, 1999, P 63.

(١٠) Sarah Volkman "Sustainable Wastewater Treatment and Reuse in Urban Areas of the Developing World", P 1.

(١١) أنطوان حداد "تكنولوجيا المياه في العالم العربي: ملاحظات حول الجدوى والكلفة"، ص ٩٤.

بحلول عام ٢٠١٠م سوف توفر المياه المعالجة ٢٠٪ من احتياجات (إسرائيل) من المياه، و ٣٣٪ من احتياجات الري(١٢). وفي دولة متطورة كاليابان أعد برنامج فعال للاستفادة من المياه المعالجة؛ ففي العاصمة طوكيو تستخدم المياه المعالجة في صناديق مراحيض دورات المياه، بالإضافة لري المتنزهات والاستخدامات الصناعية(١٣). وفي ولاية تكساس الأمريكية تستخدم كمية من المياه المعالجة تقدر بنحو ٧٢٢ ألف متر مكعب يومياً؛ منها ٤٣٪ لأغراض الزارعة، ٢١٪ للصناعة، و٣٦٪ لأغراض أخرى(١٤). وفي ولاية فلوريدا تزايد الاعتماد على المياه المعالجة من ٤٥٥ ألف م^{٣}/ يوم عام ١٩٩٤م إلى نحو مليون متر مكعب عام ٢٠٠٣م(١٥).

وفي مناطق من القارة الأسترالية حيث يسود الجفاف في بعض الأعوام يرى المزارعون أن المياه المعالجة أحد أهم المصادر البديلة لري جميع أنواع محاصيلهم الزراعية، ويطالبون بتوفير المزيد منها، ويعتقدون أن لا ضرر من استخدام المياه المعالجة لري المزروعات حتى أشجار الفاكهة التي تُؤكل دون طهو(١٦). بل إن هذه المياه قد تستخدم لسقاية البشر، فعندما أصاب الجفاف الوسط الأمريكي عام ١٩٥٦م، لجأت بعض المدن الصغيرة إلى معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها من أجل الشرب؛ ففي مدينة شانوت بولاية كنساس تم توفير نحو ٤٠٠٠ م^{٣} من المياه المعالجة الصالحة للاستهلاك البشري، ومثل ذلك ما حدث في مدينة ويندهوك الناميبية عام ١٩٦٨م؛ إذ تم تشييد محطة

(١٢) T. H. Y. Tebbutt "Principles of Water Quality Control", P 244.

(١٣) ibid, P 245.

(١٤) H. W. Hoffman " Texas Water Reuse", P 2.

(١٥) South Florida Water Management District "Water Conservation", P 1.

(١٦) Jane Bardon "As Australia Dries, Farmers left Looking at Recycled Supply", P 1.

معالجة متقدمة لتوفير نحو ٥٠٪ من احتياجات سكان المدينة من المياه[١٧]. وفي مطلع عام ٢٠٠٧م أصدر رئيس حكومة ولاية كوينزلاند الأسترالية قراراً باستخدام المياه العادمة المعالجة من أجل الشرب بدءاً من عام ٢٠٠٨م، وذلك بسبب الجفاف الذي تعانيه البلاد، وهو الأسوأ في تاريخ أستراليا[١٨].

إلا أن استخدام المياه المعالجة لم يرْقَ بعد إلى الحدّ المأمول في بعض دول العالم؛ فقد شهدت دول مجلس التعاون الخليجي مثلاً، تجارب قديمة نسبياً في هذا المجال؛ إذ شيدت أول محطة معالجة في دولة الكويت عام ١٩٧١م، وتبعتها بقية دول المجلس، إلا أن ما يستخدم حالياً لا يتعدى ٣٢,٥٪ من مجمل المياه المعالجة، في حين تهدر بقية الكمية بطرحها في الصحراء ومياه الخليج[١٩]. ولكن يتوقع في المستقبل المنظور أن تتزايد وتيرة الاتجاه نحو استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة مع بروز مشكلة تسارع نضوب المياه الجوفية. فقد خطت دولة الكويت خطوة غير مسبوقة في معالجة مياه الصرف الصحي عندما شيدت أكبر محطة معالجة في العالم، مستخدمة أرقى التقنيات المعاصرة، وهي محطة الصليبية التي شيدت عام ٢٠٠٥م، وتعالج من ٣٧٥ إلى ٤٢٥ ألف م^{٣}/ يوم؛ أي ما يعادل ٦٠٪ من إجمالي مياه الصرف الصحي في دولة الكويت[٢٠]. وفي مدينة الهفوف بالمملكة العربية السعودية يتوقع أن يصل إجمالي المياه المعالجة بالطرق المتقدمة إلى نحو ٢٢٥ ألف م^{٣}/ يوم عام ٢٠١٠م، وتخطط الجهات المختصة لاستخدام هذه المياه في عمليات الري[٢١]. وفي مملكة

---

(١٧) عبدالله صغير "معالجة مياه الصرف الصحي"، ص ١.

(١٨) BBC "Queensland to Drink Waste Water", P 1.

(١٩) وليد عبدالله المنيس "الأمن المائي في دول الخليج العربية"، ص ٤٢.

(٢٠) صحيفة الوطن "الأمير رعى افتتاح أكبر محطة تناضح عكسي لتنقية المياه في العالم"، ص١.

(٢١) عبدالله الجمعان "السحب غير الآمن يدق ناقوس الخطر على باب المصدر الرئيسي للمياه في الأحساء"، ص ١٦.

البحرين تم تشييد خزانات ومحطات توزيع لاستخدام ٢٠٠ ألف م^{٣}/يوم من مياه الصرف الصحي المعالجة في محطة الهملة لري نحو 3,000 هكتار من الأراضي الزراعية، بالإضافة إلى تشجير 100 كيلو متر من الشوارع الرئيسية في معظم مناطق المملكة[٢٢]. هذه المشاريع وغيرها من المتوقع أن تدفع نحو المزيد من الاستخدام لمياه الصرف الصحي المعالجة في دول مجلس التعاون الخليجي.

ومن أهم دوافع الاتجاه نحو استغلال مياه الصرف الصحي المعالجة في الري وغيره من الأغراض، التكلفة المنخفضة نسبياً مقارنة بتكلفة بقية المصادر غير الطبيعية للمياه مثل عمليات الإعذاب. وهناك الكثير من الدراسات التي أثبتت جدوى صلاحيتها لأغراض الري، إذا ما استخدمت التقنيات المتقدمة لمعالجتها[٢٣]، بل إنها تعمل على تغذية النبات بما تحتويه من مواد عضوية[٢٤]. ولا شك أن رفض الناس يعد من أهم المعوقات التي تحول دون التوسع في استخدام هذا المورد، ويرجع هذا الرفض إلى قلة وعي العامة بمدى صلاحية مياه الصرف الصحي المعالجة بتقنية متطورة للاستخدام الآمن بيئياً وصحياً، ومن ثم، فإن التوجهات الخليجية في هذا المجال لا تزال في معظمها مجرد محاولات تجريبية[٢٥]؛ إذ يقتصر استخدام هذا المورد على الزراعة التجميلية بصفة خاصة، وبشكل محدود في ري الأعلاف[٢٦].

من جانب آخر يرد البعض هذا النفور من استخدام المياه المعالجة إلى أسباب دينية لاعتقاده أن هذه غير طاهرة، وهذا بدوره يعد جزءاً من غياب الوعي بنوعية هذه المياه، وبخاصة المياه التي تعالج بتقنيات متطورة، وهو سبب غير

(٢٢) صحيفة الوسط "وزير الأشغال والإسكان يدشن مشروع محطات مياه الصرف للمزارع".
(٢٣) حمد علي الشرياني "استخدام مياه الصرف الصحي في الري وتأثيره"، ص ٣٩٣.
(٢٤) عبدالحميد أحمد عبدالغفار "تكاليف تدهور المورد المائي في مملكة البحرين: منظور اقتصادي لاستدامة التنمية"، ص ٦٢.
(٢٥) عبدالجليل مرهون، "البعد التنموي لأزمة المياه: نموذج الخليج"، ص ٤٢.
(٢٦) محمد عبدالكريم الصوفي، "تنمية مصادر الماء الصالح للاستخدام"، ص ١٧٧.

مسوغ، فقد صدرت فتوى دينية تبين عدم معارضة الدين الإسلامي الحنيف لاستخدام المياه المعالجة إذا توافرت فيها شروط الطهارة.

وفيما يلي نص هذه الفتوى:

"**إذا عولج الماء النجس، وفصلت منه النجاسة فصلاً كاملاً عاد طاهراً مطهراً كأصل خلقته. وإذا بقيت فيه نجاسة بعد المعالجة فالحكم عليه بحسب غلبة النجاسة، فإن كانت بقايا النجاسة مغيرة لصفاته، فإنه يبقى نجساً، وإن تمت المعالجة حتى يعود الماء كما هو في أصل الخلقة فهو طهور يجوز استعماله في كل ما يستعمل فيه الماء الطاهر**" (٢٧).

من هنا يتبين أن كل المخاوف البيئية والصحية والدينية ليس لها مسوّغ، ويبقى العامل النفسي الذي ينبغي أن يعالج بأساليب التوعية المختلفة.

أما مواقف أرباب المزارع في دولة قطر وسائر دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، فلم تدرس، على حدّ علم صاحب هذا البحث. ومما يجدر ذكره أنه أجريت دراسة لقياس الاتجاهات الاجتماعية نحو إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في مملكة البحرين(٢٨)، بينت أن ٧٣,٢٪ من أفراد العينة تؤيد معالجة المياه العادمة، وأن ٦٧,١٪ من أفراد العينة تعارض استخدام هذه المياه، وأن ٦٣,٠٪ من الرافضين يرجع رفضهم لأسباب صحية، أما الذين يرفضون لأسباب نفسية فنسبتهم ٢٧,٢٪ من الرافضين. وخلصت الدراسة إلى ضرورة توعية أفراد المجتمع بخصائص مياه الصرف المعالجة وأهمية إعادة استخدامها.

وفي دراسة للباحث ضمن بحث عن الموارد المائية في دولة قطر تبين أن

(٢٧) الشيخ عبدالرحمن عبدالخالق، "أسئلة بخصوص مياه الصرف الصحي المعالجة".

(٢٨) أحمد علي الشرياني، إسماعيل محمد المدني، هيام عبدالله آل خليفة "الاتجاهات الاجتماعية نحو إعادة استخدام مياه المجاري المعالجة في البحرين".

هناك دعماً من قبل المسؤولين والمهتمين بالشأن المائي لاستخدام المياه المعالجة في عدة قطاعات، ولكنه قوبل بمعارضة شديدة من قبل الرأي العام، مع بعض التأييد لاستخدامها في ري الحدائق العامة. وقد خلص هذا الجزء من الدراسة إلى ضرورة رفع مستوى وعي العامة بشأن التقنيات المتطورة في معالجة المياه العادمة، ونوعية المياه المنتجة بواسطتها، وأهمية الاستفادة منها بوصفها مصدراً مائياً بديلاً واعداً(٢٩).

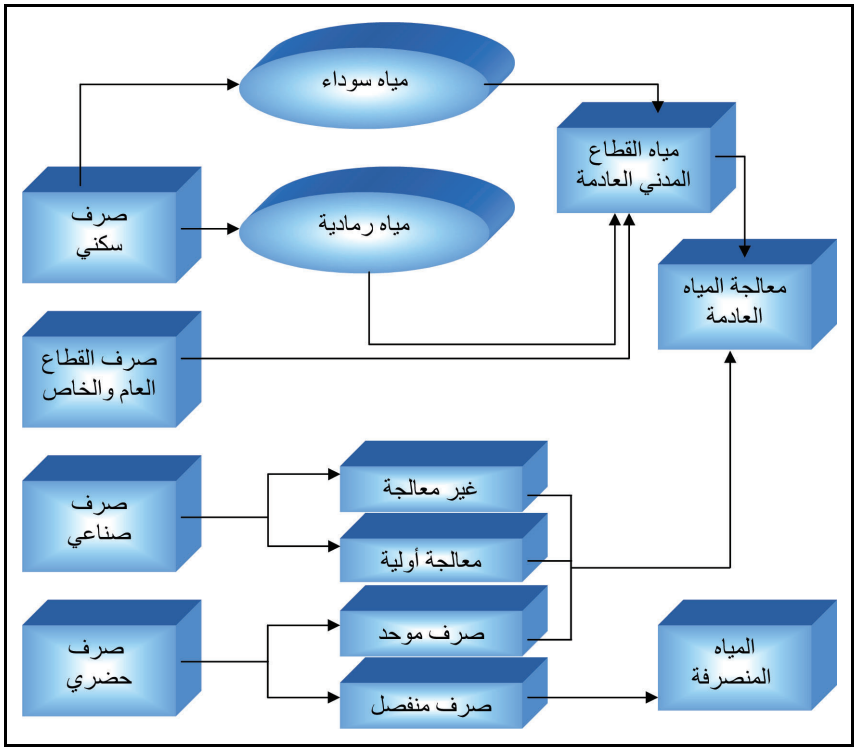
ثالثاً – ماهية مياه الصرف الصحي وطرق معالجتها:

يقصد بمياه الصرف الصحي "**تلك المياه الناتجة عن الاستخدامات المختلفة في المباني، يضاف إلى ذلك مياه الأمطار، والمياه المستخدمة في غسيل الطرق والمياه الناتجة من بعض المحطات الصناعية الصغيرة داخل المدن وضواحيها**"(٣٠) (شكل رقم ١). وتصنف المياه العادمة عادة إلى نوعين: مياه سوداء ومياه رمادية؛ فالمياه السوداء هي المياه المحملة بالفضلات الآدمية، وتعرف بمياه الصرف الصحي، بينما المياه الرمادية تشمل بقية أنواع المياه التي يتم صرفها عن طريق شبكات الأمطار. ويوجد ـ عادة ـ في الكثير من المدن المتطورة نوعان من الشبكات لتلائم هذين النوعين من المياه(٣١).

(٢٩) Hassan al-Mohannadi "Water Resources in the State of Qatar: Toward Holistic Management", P 217.

(٣٠) Terence J. McGhee "Water Supply and Sewerage", P 18.

(٣١) أحمد مدحت إسلام، " الماء سائل الحياة"، ص ١٣١.



شكل رقم (١) – مصدر المياه العادمة في البيئة المدنية وتدفقها

المصدر: Richard Helmer and Invanido Hespanhol "Water Pollution Control: A Guide to the Use of Water Quality Management Principals.

ومما يجدر ذكره أن هذه المياه إذا ما تم صرفها دون معالجة فإنها – بالتأكيد – تلحق أضراراً بالغة بمكونات البيئة، وخاصة المياه والتربة؛ وذلك لاحتوائها على كميات متفاوتة من الأجسام الصلبة، والمواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي، والكائنات المُمرضة من جراثيم وفيروسات، والمعادن الثقيلة، يضاف إلى ذلك تأثيرات غير مرغوبة من الناحية الجمالية؛ مثل تغير لون المياه، وظهور بعض المواد طافية على السطح (جدول رقم ١).

جدول رقم (١)
أهم الملوثات الموجودة في المياه العادمة

الملوثات	مخاطرها
الأجسام الصلبة العالقة	قد تترسب الحمأة وتتولد ظروف لاهوائية إذا صرفت المياه العادمة غير المعالجة في البيئة المائية.
المواد العضوية غير القابلة للتحليل الحيوي	تتكون أساساً من البروتينات والكربوهيدرات والدهون وتقاس عادة باستخدام الطلب البيولوجي الكيميائي على الأكسجين والطلب الكيميائي على الأكسجين. وبسبب ثباتها البيولوجي، تؤدي هذه المواد – إذا ألقيت في المياه الداخلية – إلى استنفاد موارد الأكسجين الطبيعية ونشوء ظروف بيئية ضارة بالأنواع المائية.
الكائنات الممرضة	قد تسبب أمراضاً معوية.
الملوثات ذات الأولوية	تضم مركبات عضوية وغير عضوية، وقد تكون سمية وسرطانية ومولدة للتغييرات الوراثية أو التشوهات الخلقية.
المواد العضوية الشديدة المقاومة	تقاوم طرائق المعالجة التقليدية للمياه العادمة، وتضم العوامل ذات الفعالية السطحية والفينولات والمبيدات الزراعية.
المعادن الثقيلة	تنتج من الأنشطة التجارية والصناعية، ويجب إزالتها من المياه العادمة قبل إعادة استخدامها.
المكونات المذابة غير العضوية	تضم الكالسيوم والصوديوم والكبريتات، إضافة إلى الكلور الذي يضاف إلى المياه المعدة للاستخدام المنزلي، ويجب إزالتها لإعادة استخدام المياه العادمة.

المصدر: ESCWA "Development of Freshwater Resources in the Rural Areas of the ESCWA Region Using Non-Conventional Techniques", P 3.

أما مصطلح معالجة مياه الصرف الصحي فيقصد به "**جميع العمليات التي تؤدي إلى تنقية هذه المياه من الملوثات المختلفة**". وتبدأ هذه المعالجة بجمع المياه العادمة من خلال شبكات من الأنابيب من مختلف التجمعات

العمرانية والصناعية، ومعالجتها في محطات خاصة ذات تقنيات مختلفة بحسب درجة تلوثها ودرجة نقاوة "جودة" المياه المطلوب إنتاجها(٣٢). وكان لبعض الحضارات القديمة أنظمة للصرف الصحي، مثل اليونانيين والرومان؛ إذ كانوا غالباً ما يشيدون دورات المياه فوق المياه الجارية أو على بعد قصير منها، ولم يكن التخلص من هذه المياه مشكلة، وذلك لقلة عدد السكان وبساطة تركيب الملوثات. أما في عصرنا فقد أصبحت هذه المياه تمثل إحدى المشكلات التي تواجهها كل دول العالم؛ وذلك بسبب تضخم المدن من جهة وزيادة كميات مياه الصرف الصحي العادمة التي تحتوي على ملوثات كثيرة ومتنوعة وصعبة التحلل من جهة أخرى(٣٣). ومن ثم برز الاتجاه نحو معالجة هذه المياه حتى يتم التقليل من ضررها على البيئة، والاستفادة منها بوصفها مورداً مائياً إضافياً ومتجدداً وبخاصة في الدول التي تعاني الشح المائي(٣٤). وهذا الأمر يتطلب في البداية تشييد شبكة أنابيب صرف جيدة لتجميع هذه المياه المستعملة. ولقد تم تعرف أول شبكة للصرف الصحي في القرن التاسع عشر وخاصة في بريطانيا، حيث كان يوجد شبكة قنوات لمياه الصرف الصحي المنزلية في مدينة لندن منفصلة عن شبكة قنوات مياه الأمطار(٣٥).

وقد تطورت أساليب معالجة مياه الصرف الصحي عبر الزمن؛ ففي بادئ الأمر استخدم الترسيب لإزالة المواد العالقة كبيرة الحجم، لكنها لم تأت بنتائج جيدة؛ ثم استخدم الترسيب الكيميائي بواسطة كلوريد الحديد ($FeCl_3$) عام ١٨٦٦م، وفي عام ١٨٦٩م تم استخدام كبريتات الألمنيوم، كما اتُّبعت عدة طرق

(٣٢) Mamta Tomar, ibid, P 59-60.

(٣٣) William P. Cunningham and Mary Ann Cunningham, ibid, P 243.

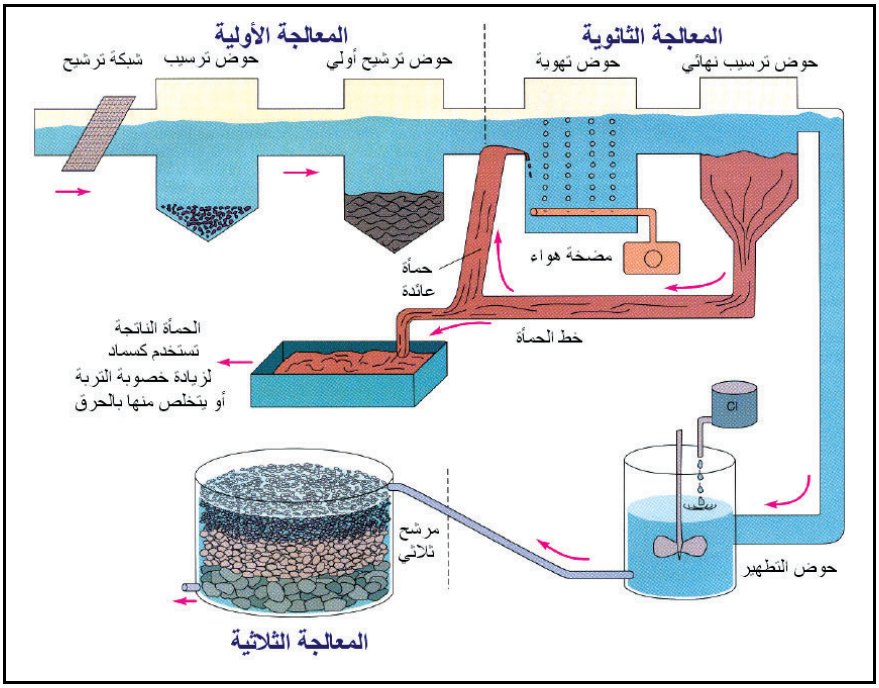
(٣٤) سامر مخيمر وخالد حجازي، "أزمة المياه في المنطقة العربية"، ص ١٥٤.

(٣٥) نصر الحايك، "طرق معالجة مياه الصرف"، ص ٧.

للتخلص من الرواسب؛ منها التنشيف بالهواء واستخدام المرشح الضاغط. ولكن هذه المحاولات لم يكتب لها النجاح، إما بسبب ارتفاع تكلفة المواد الكيميائية، أو للافتقار إلى التقنيات المناسبة للتخلص من الرواسب المتبقية بعد عملية الترسيب الكيميائي. بعدها شهدت عمليات المعالجة تطوراً كبيراً؛ عندما تم لأول مرة عام ١٩٠٠م الجمع بين الطريقة الفيزيائية والطريقة الحيوية. وفي عام ١٩٢٥م حدث تطور كبير في عمليات المعالجة، عندما تم استخدام أحواض الترسيب المائلة وتزويدها بشفرات تلف في قاع الحوض(٣٦). ومنذ ذلك الحين شهدت تقنيات معالجة المياه العادمة طفرات واسعة، فصار من الممكن إنتاج مياه ذات جودة عالية، تقترب من مواصفات مياه الشرب التي أصدرتها منظمة الصحة العالمية، كما هو الحال في محطة الصليبية بدولة الكويت. في الوقت الراهن تعالج المياه العادمة على مراحل، قد تصل إلى ثلاث (شكل رقم 2) أو أربع بحسب الرؤى التخطيطية للدولة، وإمكاناتها التقنية والمالية، ودرجة جودة المياه المطلوبة. وتكتفي كثير من الدول بالمرحلة الأولى "المرحلة الميكانيكية"، أو المرحلة الثانوية "المعالجة الحيوية"، للتقليل من التكاليف والوقت. وبطبيعة الحال، تعتمد درجة نقاوة المياه المعالجة في نهاية كل مرحلة على نوعيتها قبل المعالجة(٣٧). ويمكن تلخيص هذه المراحل بالخطوات التالية:

(٣٦) المرجع السابق، ص ٨-٩.

(٣٧) William P. Cunningham and Mary Ann Cunningham, ibid, P 243.



شكل رقم (٢) – مراحل معالجة المياه العادمة

المصدر: After William P. Cunningham and Mary Ann Cunningham "Principles of Environmental Science", P 244.

أ – المعالجة الأولية أو المعالجة الميكانيكية (Preliminary Treatment):

يتم في هذه المرحلة تمرير المياه عبر عدة أحواض ترسيب ومرشحات، وذلك لفصل العوالق العضوية وغير العضوية الكبيرة الحجم والمتنوعة مثل الأجسام الصلبة والحصى، وكذلك المواد غير القابلة للتحلل الإحيائي مثل المواد البلاستيكية (جدول رقم ٢)؛ وذلك حتى لا تعوق كفاءة المرحلة التالية من المعالجة[٣٨]، وفي هذه المرحلة يمكن إزالة ٩٠٪ من المواد الملوثة الموجودة

(٣٨) Christopher Forster "Wastewater Treatment and Technology", P 26.

في الماء[٣٩]، والمياه الناتجة عن هذه المرحلة يمكن تطهيرها بإضافة قدر معين من الكلور، وبعد ذلك يتم التخلص منها أو معالجتها بالخطوة الثانية[٤٠].

جدول رقم (٢)
مكونات المواد المصاحبة عادة للمياه العادمة

المواد	الحجم (الوزن الجاف ٪)
ورق	٢٠–٥٠
قماش	١٥–٣٠
بلاستك	٢–٢٠
مطاط	٠–٥
بقايا خضراوات	٠–٥
مخلفات دورات المياه	٠–٥

المصدر: Christopher Forster "Wastewater Treatment and Technology", P 26.

ب – المعالجة الثانوية أو المعالجة الحيوية (Secondary Treatment):

تدفع المياه بعد المعالجة الأولية إلى صهاريج تهوية، بهدف إزالة الأجسام الصلبة المتبقية من المرحلة السابقة، وكذلك المواد العضوية الغرينية الذائبة[٤١]. في هذه المرحلة يتم خلط المياه بنوع من البكتريا، لأكسدة المواد العضوية الذائبة في هذه المياه، وتحويلها إلى مواد أبسط في التركيب، وأقل ضرراً من الناحية الصحية[٤٢].

(٣٩) Daniel B. Botkin and Edward A. Keller "Environmental Science", P 431.
(٤٠) محمد السيد أرناؤوط، "الإنسان وتلوث البيئة"، ص ٣٥٣.
(٤١) Daniel B. Botkin and Edward A. Keller, ibid, P 430.
(٤٢) Eldon D. Enger and Bradly F. Smith "Environmental Science", P 358-359.

ج – المعالجة المتقدمة أو الثلاثية (Advance or Tertiary Treatment):

وهي مرحلة تلي المعالجة الثانوية، ويتوقف تحديد الطريقة المناسبة للمعالجة في هذه المرحلة على نوعية الملوثات المتبقية من المرحلتين الأولية والثانوية[٤٣]، وبصورة عامة يتم فيها تخفيض مستويات المغذيات، ولاسيما الفوسفور والنتروجين وبعض أيونات الفلزات الثقيلة مثل الزئبق والرصاص[٤٤]، وذلك باتباع عدة طرق، بناء على نوعية المواد المتبقية في المياه، وأهم هذه الطرق: المرشحات الميكانيكية مثل الرمل والمناخل الدقيقة لتصفية الشوائب بالغة الصغر، والمعالجة الكيميائية مثل استخدام البوليميرات للتخلص من النيتروجين والمعادن الثقيلة[٤٥]، وفي نهاية المعالجة يتم تطهير المياه تماماً عن طريق الأوزون، أو حقن المياه المعالجة بمحلول الكلور، بجرعة تراوح بين ٥ – ١٠ ملليجرامات للتر الواحد[٤٦]. وللتقليل من درجة ملوحة المياه المعالجة ثلاثياً تستخدم عملية إعذاب جزئياً عن طريق تقنية التناضح العكسي (Reverse Osmosis)، وعادة ما تتم على نطاق محدود نظراً لتكلفتها العالية. وبطبيعة الحال تختلف نوعية المياه المنتجة بحسب درجة معالجتها، حيث تتدرج درجة جودة المياه نحو الأفضل مع تدرج مراحل المعالجة الثلاث سابقة الذكر كما يوضحه الجدول رقم (٣).

---

(٤٣) Christopher Forster, ibid, P 183.

(٤٤) Eldon D. Enger and Bradly F. Smith, ibid, P 358-359.

(٤٥) Terence J. McGhee, ibid, P 519-537.

(٤٦) عبدالله صغير، مرجع سابق.

جدول رقم (٣)
نوعية المياه المعالجة بواسطة المراحل الثلاث

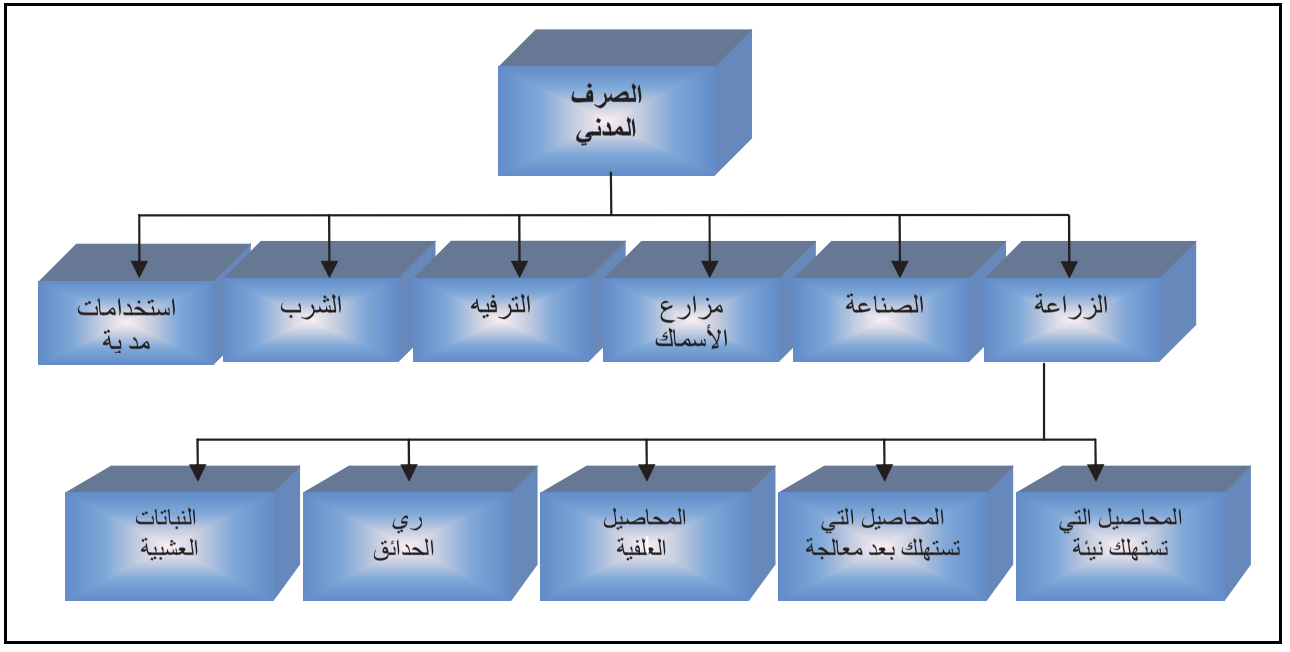
الطريقة ← / ↓ لإزالة عنصر	معالجة أولية (٪)	معالجة ثانوية عملية الحمأة المحفزة (٪)	معالجة متقدمة باستخدام	
			المرشحات الرملية (٪)	امتصاص كربوني بعد التبادل الأيوني (٪)	أكسدة كيميائية وتناضح عكسي (٪)
الأكسجين الكيموحيوي	٤٢	٩٤	٩٦	١٠٠	١٠٠
الأكسجين الكيميائي	٣٨	٨٣	٨٨	٩٨	١٠٠
المواد العالقة الصلبة	٦٣	٩١	٩٩	١٠٠	١٠٠
نتروجين الأمونيا	١٨	٧٠	٨٠	١٠٠	١٠٠
الفوسفور	٢٧	٦٠	٨٣	١٠٠	١٠٠
الكربون العضوي	٣٤	٨٩	٩٠	١٠٠	١٠٠
الزيوت والدهون	٦٥	٩٤	٩٤	٩٧	١٠٠
العكر	٣١	٩٠	٩٧	١٠٠	١٠٠
القلوية	تزداد	٣٨	٨٩	لا تغير	لا تغير
اللون	١٥	٥٦	٧٠	٩٣	٩٣
المواد المسببة للزبد	٢٧	٧٩	٧٩	٩٢	٩٢

المصدر: عبدالله صغير، "معالجة مياه الصرف الصحي"، ص ١.

ويمكن القول في ضوء تقويم مراحل المعالجة المختلفة: إن معالجة مياه الصرف الصحي، بالطريقة الثانوية على الأقل، بات أمراً ملحاً، ليس من أجل حماية البيئة من التلوث فقط، بل أيضاً لاستخدامها في عدة أغراض، ولا سيما أغراض الري[٤٧]، وفي الوقت الراهن تعدّ المياه المعالجة أحد مصادر المياه المهمة في كثير من دول العالم[٤٨]. ويبين الشكل رقم (٣) أبرز الأغراض التي يمكن استخدام المياه المعالجة بالتقنيات المتطورة فيها.

(٤٧) Lorenzo Liberti and Antonio Lopez, ibid, P 181.

(٤٨) T. H. Y. Tebbutt, ibid, P 244.



شكل رقم (٣) – الاستخدامات الممكنة لمياه الصرف الصحي المعالجة

المصدر: WHO "Health Guidelines for the use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture".

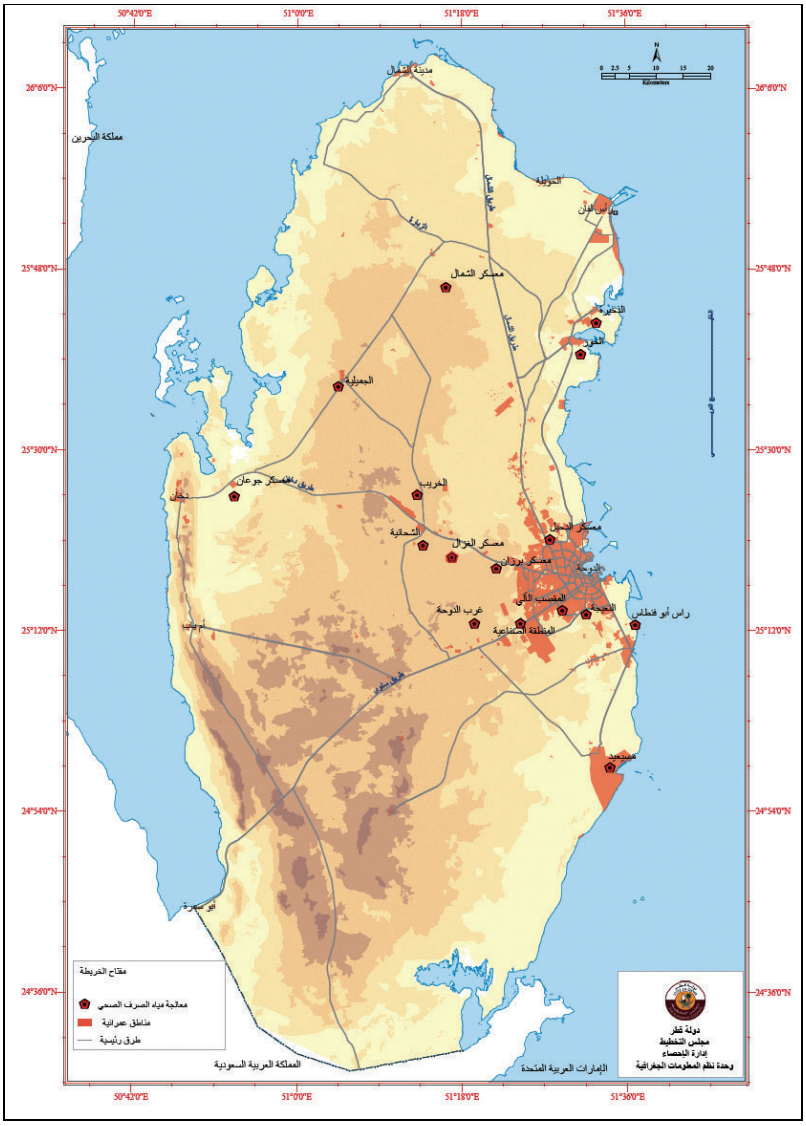
وإذا ما قومنا تكلفة معالجة مياه الصرف الصحي من حيث التكلفة المادية، يمكن القول إنها منخفضة نسبياً إذا قورنت بتكلفة بقية الموارد المائية غير التقليدية، مثل عمليات إعذاب المياه المالحة، وهي تكلفة متغيرة بحسب نوع المياه المراد معالجتها، ونوعية المياه المراد الحصول عليها، بجانب حجم محطة المعالجة، وبشكل عام تبلغ التكلفة بالمعالجة الثانوية بين ٠,٢ – ٠,٣ دولار/م^{٣}، بينما ترتفع التكلفة – إذا ما عولجت المياه بواسطة الطريقة الثلاثية – لتبلغ ٠,٤ دولار/م^{٣}[٤٩].

رابعاً – واقع معالجة مياه الصرف الصحي في دولة قطر:

تعتبر دولة قطر من الدول الرائدة في المنطقة في مجال معالجة مياه الصرف الصحي، فقد تم تشييد أول محطة معالجة بها عام ١٩٧١م، في حين تم تشييد أول شبكة للصرف الصحي عام ١٩٦٦م، وكان الغرض من ذلك ثنائياً؛ فإلى جانب حماية البيئة من التلوث، فإنها تستهدف أيضاً تخفيف الضغط على مخزون المياه الجوفية المحدود غير المتجدد، وذلك باستخدام المياه المعالجة في القطاع الزراعي[٥٠]. وفي الوقت الراهن يوجد في دولة قطر ست عشرة محطة متفاوتة في الحجم (شكل رقم ٤).

(٤٩) ESCWA (Economic and Social Commission for Western Asia) "Development of Freshwater Resources in the Rural Areas of the ESCWA Region Using Non-Conventional Techniques", P 35.

(٥٠) وزارة الشؤون البلدية والزراعة، "الصرف الصحي"، ص ٢.



شكل رقم (٤) – التوزيع الجغرافي لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي في دولة قطر

المصدر: مجلس التخطيط، دولة قطر، ٢٠٠٦.

أ – خصائص محطات معالجة مياه الصرف الصحي في دولة قطر:

تتباين خصائص محطات معالجة مياه الصرف الصحي في دولة قطر من حيث الطاقة الاستيعابية وجودة المياه المعالجة، وفيما يلي خصائص بعض هذه المحطات وواقعها الحالي:

١ – من واقع الجدول رقم (٤) يتضح أن أكبر محطتين من حيث الإنتاجية هما: النعيجة جنوبي الدوحة، والسيلية غربي مدينة الدوحة، وأن هناك محطتين متوسطتي الحجم هما: محطتا الذخيرة والخور، إلى جانب إحدى عشرة محطة صغيرة الحجم موزعة على تجمعات عمرانية صغيرة وصناعية ومعسكرات للجيش(٥١).

٢ – يبلغ إجمالي إنتاج هذه المحطات من المياه المعالجة ١٦٤,٥٤٥م^{٣}/يوم، عام ٢٠٠٥م (جدول رقم ٤)، أي نحو ٣٠,٧٪ من إجمالي المياه العذبة المستهلكة التي بلغ متوسطها اليومي عام ٢٠٠٥م نحو ٥٣٥,٣٦٤م^{٣}/ يوم(٥٢). ويأتي الإنتاج الأكبر من محطة النعيجة حيث يبلغ ٨٠,٠٠٠ م^{٣}/ يوم، ثم محطة السيلية التي يبلغ إنتاجها ٧٨,٠٠٠ م^{٣}/ يوم، تليها محطة الذخيرة في الشمال الشرقي من الدولة التي بلغ إنتاجها ٢,٤٠٠ م^{٣}/ يوم، ومحطة الخور بإنتاج ١,٨٠٠ م^{٣}/ يوم. أما بقية الكمية فتتوزع على المحطات المنتشرة في المستوطنات العمرانية والصناعية الصغيرة ومعسكرات الجيش، في حين لم تتوافر بيانات عن إنتاج محطة مسيعيد الصناعية.

٣ – تستخدم في هذه المحطات تقنيات معالجة متباينة تجمع بين أحواض

(٥١) هيئة الأشغال العامة، "الصرف الصحي"، ص ١.
(٥٢) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، "التقرير الإحصائي ٢٠٠٥"، ص ٥٦.

الترسيب الأولي وأحواض التهوية وأحواض الترسيب الثانوي، كما يتم استخدام أحواض الهضم الهوائي للحمأة وأحواض تجفيفها. وتتميز محطة السيلية بالمعالجة المتقدمة المتمثلة في أحواض المرشحات الرملية السريعة والتنقية النهائية للمياه بواسطة الحقن بغاز الكلور، وتستخدم تقنية نظام الحمأة المنشطة بالتهوية الممتدة في محطتي الذخيرة والخور، بجانب بحيرة تستخدم كوحدة نضح من أجل تحسين نوعية المياه. أما بقية المحطات فتستخدم تقنية الحوض الواحد ذي المعالجة التتابعية مع استخدام بحيرة من أجل تحسين نوعية المياه المنتجة(٥٣).

جدول رقم (٤)
كميات المياه المعالجة في محطات
معالجة مياه الصرف الصحي عام ٢٠٠٥م

اسم المحطة	كمية المياه المعالجة (متر مكعب / اليوم)	اسم المحطة	كمية المياه المعالجة (متر مكعب / اليوم)
النعيجة	٨٠,٠٠٠	معسكر الشمال	١٨٠
السيلية	٧٨,٠٠٠	رأس أبو فنطاس	١٥٠
الذخيرة	٢,٤٠٠	المقصب الآلي	١٤٠
الخور	١,٨٠٠	معسكر برزان	٨٠
الشحانية	٧٥٠	الخريب	٥٠
الدحيل	٤٣٠	معسكر الغزال	٤٠
الجميلية	٣٠٠	السيلية (TBZ)	٢٥
معسكر طارق بن زياد	٢٠٠	المجموع	١٦٤,٥٤٥

المصدر: هيئة الأشغال العامة، "الصرف الصحي"، ص ٢.

(٥٣) جابر علي المهندي "الصرف الصحي"، ص ٣.

ب – نوعية المياه المعالجة في دولة قطر واستخداماتها:

لقد بدأ استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في دولة قطر في عام ١٩٧٦م بشكل خجول؛ إذ كانت تنقل بسيارات الصهاريج لري الأشجار حول الطرق الرئيسية، وفي عام ١٩٧٨م أنشئت شبكة لتوزيع المياه المعالجة لري الحدائق، وقد شهدت أعوام الثمانينيات من القرن الماضي توسعاً في استثمار هذا المصدر في ري الأعلاف والحدائق العامة والزراعات التجميلية بجزر الميادين والطرق(٥٤). وفي الوقت الراهن تشير البيانات المتوافرة لدى إدارة شؤون الصرف الصحي التابعة لهيئة الأشغال العامة التي تتولى الإشراف على جمع مياه الصرف الصحي ومعالجتها إلى أن المياه المعالجة المطابقة للمعايير التصميمية تبلغ كمياتها ٨٣,٣١٠ م^{٣}/ يوم، وهي تنتج في ثماني محطات تتوافر فيها هذه المعايير بما يتيح استخدامها لأغراض الري، وهي كمية تبلغ نحو نصف مجمل الكمية التي تتم معالجتها في جميع المحطات. وتأتي معظم هذه المياه من محطة السيلية التي تنتج وحدها ٩٤٪ من هذه الكمية. وتعتبر المياه المنتجة من هذه المحطة صالحة للاستخدام في أعمال الري غير المقيد، بينما تعد المياه المنتجة في بقية المحطات صالحة للاستخدام في أعمال الري المقيد (جدول رقم ٤ وجدول رقم ٥). وجدير بالذكر أن الجهات المختصة قامت عام ٢٠٠٥م بوضع مواصفات خاصة للمياه العادمة والمياه المعالجة المستخدمة في القطاع الزراعي (انظر ملحق رقم ٢)، بعد أن كان يعتمد على مواصفات وكالة حماية البيئة الأمريكية لتحديد مدى تأثير هذه المياه على التربة والنباتات.

(٥٤) جابر علي المهندي، "الصرف الصحي"، مرجع سابق، ص ٤.

جدول رقم (٥)
نوعية المياه المعالجة (التصميمية والحالية)
بمحطات المعالجة في دولة قطر

الرقم	اسم المحطة	الجودة التصميمية		الجودة الحالية		ملاحظات
		TSS (mg/Lit)	BOD (mg/Lit)	TSS (mg/Lit)	BOD (mg/Lit)	
١	السيلية	١٠	١٠	١,٧	٥	مطابقة للمعايير التصميمية
٢	النعيجة	١٠	١٠	٨٥,٥	٤٥	غير مطابقة للمعايير التصميمية نظراً لتجاوز كمية المياه الداخلة لقدرتها التصميمية
٣	الخور	١٠	١٠	٠,٥	٥	مطابقة للمعايير التصميمية
٤	الذخيرة	١٠	١٠	٢	٦	مطابقة للمعايير التصميمية
٥	الدحيل	٣٠	٢٠	٧	٤	مطابقة للمعايير التصميمية
٦	الشحانية	١٠	٢٠	٧٩	٦٢	غير مطابقة للمعايير التصميمية بسبب الكمية الكبيرة من المياه الراكدة (Septic water)
٧	السيلية (TBZ)	٣٠	٢٠	–	–	توقف التشغيل نظراً لانخفاض منسوب المياه اللازمة للتشغيل
٨	معسكر الشمال	٣٠	٢٠	٦	٥	مطابقة للمعايير التصميمية
٩	المقصب الآلي	–	–	–	–	يتم تحويل المياه لمحطة النعيجة
١٠	رأس أبوفنطاس	٣٠	٢٠	٢٢	٤	مطابقة للمعايير التصميمية
١١	معسكر جوعان	٥٠	٢٠	–	–	توقف التشغيل لأسباب فنية
١٢	معسكر الغزال	٣٠	٢٠	–	–	توقف التشغيل لأسباب فنية
١٣	الجميلية	٣٠	٢٠	٤	٦	مطابقة للمعايير التصميمية
١٤	معسكر برزان	٣٠	٢٠	٨٢	٨١	غير مطابقة للمعايير التصميمية لأسباب فنية
١٥	الخريب	١٠	١٠	٠,٥	٥	مطابقة للمعايير التصميمية

المصدر: هيئة الأشغال العامة، "الصرف الصحي"، ص ٣.

يبين جدول رقم (٦) متوسطات نوعية المياه المعالجة المنتجة عام ٢٠٠٥م في أهم محطات معالجة المياه العادمة في دولة قطر. فمن خلال المقارنة يظهر أن قيمتي الأس الهيدروجيني ومجموعة المواد الذائبة في المياه المنتجة في جميع المحطات يحققان اشتراطات مقاييس جودة المياه المعالجة في دولة قطر (انظر ملحق رقم ٢)، بينما ترتفع قيمة التوصيل الكهربائي في

جميع المحطات نسبياً، ولاسيما في محطة السيلية، وإن كانت تبقى صالحة لري معظم أنواع النباتات. أما نسبة المواد العالقة فهي ترتفع عن الحد المسموح به في محطة النعيجة وبدرجة أقل في محطة الذخيرة، هذا مع العلم بأن هذا الحد قد تحقق في محطتي السيلية والخور بكفاءة عالية. وبالنسبة لقيم الأكسجين الكيماوي المطلوب، فكل الكمية مناسبة في جميع المحطات عدا محطة النعيجة. أما قيم الأكسجين الحيوي والألمنيوم والكلور الحر المتبقي فتحتويه جميع مياه المحطات بنسب مقبولة، مع ارتفاعها نسبياً في مياه محطة النعيجة، وترتفع نسبة الكلور في مياه جميع المحطات مع انخفاضها نسبياً في مياه محطة النعيجة. ومن هنا يتبين أن المياه المعالجة في محطات السيلية والخور والذخيرة تحقق مواصفات جودة مياه الصرف الصحي المعالجة؛ فهي صالحة لري المزروعات والمسطحات الخضراء بدرجة أمان عالية، بينما تحتاج محطة النعيجة إلى استخدام تقنيات أكثر تطوراً لكي تحقق المواصفات المطلوبة للاستفادة من الكميات الكبيرة من المياه المعالجة التي تنتجها.

جدول رقم (٦)

مقارنة بين جودة المياه في أهم محطات معالجة المياه العادمة في الدولة لعام ٢٠٠٥م

المعيار	الرمز	محطة السيلية	محطة النعيجة	محطة الذخيرة	محطة الخور	الوحدة
الأس الهيدروجيني	pH	٧	٧	٧	٧	
التوصيل الكهربائي	EC	٢٠٦٠	١٦٤٠	١٧٩٣	١٨٦٦	mg\L
مجموع المواد الذائبة	TDS	١٥٤٥	١١٥٠	١٧١٩	١٤٧٥	mg\L
مجموع المواد العالقة	TSS	٥	٧٣	٢٢	٦	mg\L
الأكسجين الحيوي المطلوب	BOD_5	٤	٥٥	١١	٦	mg\L
الأكسجين الكيمائي المطلوب	COD	٣٠	١٨٧	٤٥	٢٩	mg\L
الكلور	CI	٤٢٩	٢٨٠	٣٧١	٣٥٦	mg\L
الأمونيوم	$NH4^+$	٤	٣٥	١٧	٤	mg\L
الكلور الحر المتبقي	CI_2	٠,٢٨	٠,٨	Nil	Nil	mg\L

المصدر: هيئة الأشغال العامة، "الصرف الصحي"، ص ٤.

ويؤكد المسؤولون في قطاع الصرف الصحي أن ٩٠٪ من مجمل كميات المياه المعالجة يستخدم في ري الأعلاف في مزرعتي الركية والرفاع وفي ري بعض الحدائق والمتنزهات، ويتم التخلص من بقية الكمية[٥٥]، والأرقام الدالة عليها غير مؤكدة؛ لأن كل ما يستهلك من مياه الصرف الصحي المعالجة لا يتعدى ـ في حقيقة الأمر ـ ١٨ مليون متر مكعب سنوياً لري المزروعات، مع ٧ ملايين متر مكعب أخرى لري الحدائق العامة، وهي كمية لا تتعدى نسبتها ٤١,٦٪، وهي ـ مع ذلك ـ نسبة معقولة نسبياً.

يتبين ـ مما سبق ـ أن المياه المعالجة، لا تستغل بشكل كاف، على الرغم من الحاجة إليها في قطاعات عديدة في الدولة، هذا مع العلم بأن نصف الكمية المنتجة لا يطابق المعايير التصميمية، ومن ثم لا يعد ذلك هدراً في مياه يمكن استخدامها فحسب، بل يعد أيضاً تهديداً حقيقياً للبيئة. فالتخلص من كميات تقدر بنحو ١٠,٠٠٠ م^{٣}/يوم من المياه المعالجة بالطريقة الثلاثية في منطقة أبونخلة غرب الدوحة ـ على سبيل المثال ـ نتج عنه بحيرة تزخر بالحيوانات والحشرات غير المرغوب فيها (شكل رقم ٥). وحدث عام ٢٠٠٥م أن تسربت المياه إلى المزارع القريبة فأغرقتها، وذلك نتيجة لعدم تمكن المستنقع من استيعاب الكميات الكبيرة من المياه العادمة التي تضخها سيارات الصهاريج التجارية[٥٦].

شكل رقم (٥) – صورتان لمستنقع مياه الصرف الصحي في منطقة أبونخلة

المصدر: الباحث، ٢٠٠٦.

(٥٥) المرجع السابق، ص ٧–٨.

(٥٦) جمال لطفي، "مياه الصرف الصحي تحاصر منطقة أبونخلة من جديد"، ص ١.

وأخيراً، لابد من الإشارة إلى أن هناك خطة خمسية (٢٠٠٥-٢٠٠٩م) تهدف إلى تطوير قطاع الصرف الصحي في دولة قطر، وذلك بتنفيذ ٤٤ مشروعاً بتكلفة تُقدر بنحو ٧ مليارات ريال قطري، ومن أبرز المشاريع المزمع تنفيذها تشييد محطة جديدة في المنطقة الصناعية، تقدر طاقتها الإنتاجية بـ ٢٣,٠٠٠ م^{٣}/يوم؛ ومحطة جديدة بمدينة الخور سوف تكون قادرة على معالجة مياه الصرف الصحي لعدد ١٨,٠٠٠؛ وتوسعة محطة النعيجة لتبلغ طاقتها الإنتاجية ١١٠,٠٠٠ م^{٣}/يوم، مع تحسين نوعية المياه المنتجة لتصبح صالحة للاستخدام في الري غير المقيد، كما سيتم العمل على رفع الطاقة الإنتاجية لمحطة السيلية، لتبلغ ١٣٥,٠٠٠ م^{٣}/يوم من المياه المطابقة لمعايير الري غير المقيد، وذلك باستخدام نظام الفلترة الفائقة الدقة، الذي يستخدم لأول مرة في دولة قطر، وسوف تنتج مياه ذات مواصفات قياسية ذات جودة عالية جداً، تقل فيها الأجسام العالقة عن ٥ ملغم/لتر، وخالية من البكتيريا والفيروسات وغيرها من الكائنات الدقيقة(٥٧). وأخيراً هناك مشروع لتشييد محطة في شمال الدوحة، بطاقة استيعابية تبلغ ٣٠٣,٠٠٠ م^{٣}/يوم، وسوف تستخدم المعالجة المتقدمة بواسطة تقنية التناضح العكسي؛ وذلك لخفض نسبة تركيز الأملاح في المياه المنتجة(٥٨). وهي محطة تعتبر – بلا شك في حالة تنفيذها – نقلة كمية ونوعية في محطات المعالجة بدولة قطر، وسوف تسهم في دعم التنمية الزراعية الغذائية بدرجة أمان صحية وبيئية عالية.

(٥٧) مأمون عياش، "أشغال توقع عقد توسعة محطة السيلية"، ص ٣٠.

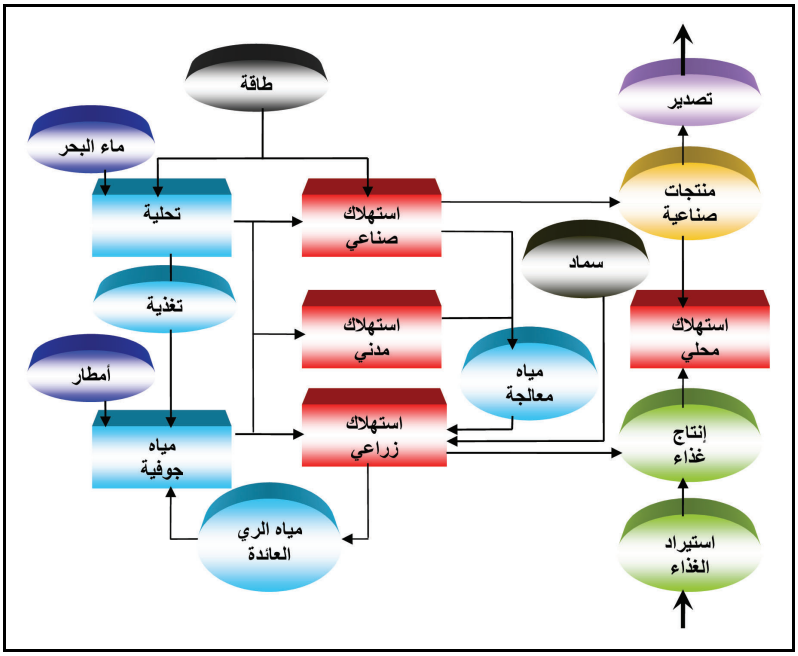
(٥٨) أشرف ممتاز، "أشغال توقع عقد توسعة محطة السيلية لمعالجة المياه"، ص ١٦.

خامساً – مشكلة المياه في دولة قطر والحاجة إلى استخدام المياه المعالجة:

تشتدّ الحاجة إلى استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في دولة قطر لتبلغ حد الضرورة، فالدولة تعاني شحاً مائياً شديداً، يحتم البحث عن مصادر مائية أخرى، وبما يجعل اللجوء إلى مياه الصرف الصحي المعالجة ضرورة ملحة. ومما يزيد من حدة المشكلة نمو عدد السكان بمعدلات سريعة وبشكل مطرد، إضافة إلى أن استهلاكهم للمياه المنزلية يتسم بالتبذير بما يزيد من حجم مياه الصرف الصحي؛ الأمر يحتم بالضرورة تشييد المزيد من محطات معالجة المياه العادمة التي ينبغي أن تستخدم تقنيات معالجة متقدمة تنتج مياهاً صالحة آمنة بيئياً وصحياً بما يزيد من قيمتها في مجال التنمية الزراعية. وفيما يلي عرض موجز لدواعي معالجة المياه العادمة وإعادة استخدامها:

٥–١ شح مصادر المياه الطبيعية:

لا تزال المياه الجوفية منذ القدم المصدر الأساسي للسكان في دولة قطر، لشح مياه الأمطار فيها، وافتقارها إلى المياه السطحية الدائمة. ومع الزيادة السكانية المطردة منذ تصدير النفط في بداية خمسينيات القرن الماضي، وارتفاع المستوى المعيشي للسكان وبخاصة في فترة ارتفاع عائدات النفط منذ منتصف السبعينيات، والتنوع الكبير في الأنشطة الاقتصادية، اتجهت الدولة منذ عام ١٩٥٤م إلى إعذاب مياه البحر والمياه الجوفية شبه المالحة، وتمكنت بذلك من سد احتياجات القطاع المدني من المياه العذبة، بينما يقتصر استهلاك المياه الجوفية على القطاع الزراعي (شكل رقم ٦). وفيما يلي عرض مختصر لمصادر المياه في دولة قطر، مع التركيز على المياه الجوفية التي تعاني حالياً التدهور والاستنزاف، وهو تدهور يمكن وقفه إذا توسعنا في استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لري المزروعات؛ لأن ذلك يعطي المياه الجوفية فرصة للتعويض والتجديد.



شكل رقم (٦) – مصادر المياه واستهلاكها في دولة قطر

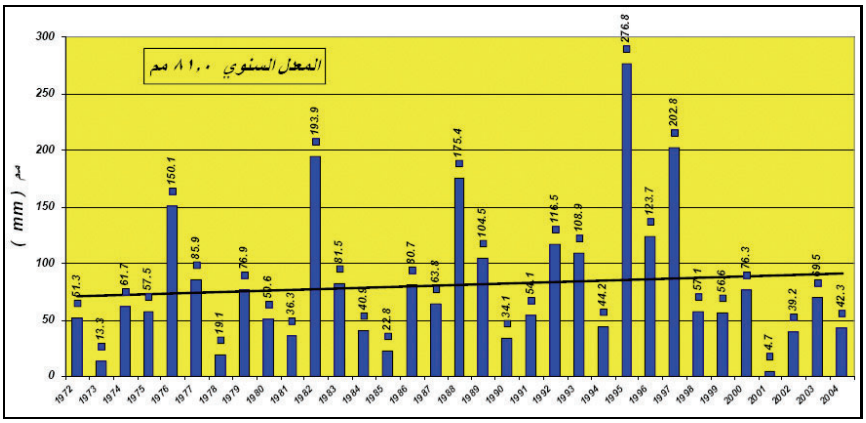
المصدر: Hassan al-Mohannadi " Water Resources in the State of Qatar: Toward Holistic Management", P 135.

أ – الأمطار:

تقع دولة قطر ضمن النطاق المناخي الجاف، حيث يبلغ متوسط الأمطار ٨١,٠ ملم سنوياً، بحسب الإحصائيات التي تشمل الحقبة الزمنية من ١٩٧٢م إلى ٢٠٠٤م (شكل رقم ٧)، وهذا المعدل يتذبذب سنوياً بالزيادة والنقصان؛ إذ تتفاوت كمية الأمطار من سنة إلى أخرى، وقد بلغ أعلى معدل لمجموع للأمطار ٢٧٦,٨ ملم عام ١٩٩٥م، وأما أدنى معدل لمجموع سقوط الأمطار فقد بلغ ٤,٧ ملم عام ٢٠٠١م[٥٩]، ويلاحظ تركز هطول الأمطار في أشهر الشتاء وبخاصة

(٥٩) مجلة البلدية والزراعة، "دراسة لاستمطار السحب في قطر بالتعاون مع جهات أجنبية"، ص ١٦.

فبراير ومارس، بينما تختفي تماماً في فصل الصيف. مع معدلات تبخر مرتفعة تبلغ ٢٤٥ ملم في السنة، وبذلك تنعدم المياه الجارية الدائمة في الدولة.



شكل رقم (٧) – المتوسط السنوي للأمطار في دولة قطر خلال الفترة ١٩٧٢–٢٠٠٤م

المصدر: أحمد حاجي عبدالملك، "المياه والقطاع الزراعي"، ص ١٠.

والجدير بالذكر، أنه في عام ٢٠٠٦م قامت الجهات المختصة بالدولة وبالتعاون مع خبرات أجنبية بدراسة إمكانية استمطار السحب بالدولة من أجل تغذية المياه الجوفية، وتشير التقديرات الأولية إلى أن استخدام تقنيات الاستمطار المختلفة يمكننا من زيادة كمية الأمطار بنسبة ١٦,٢٪[٦٠].

ب – المياه الجوفية:

تعدّ المياه الجوفية المصدر الطبيعي الرئيس للمياه في دولة قطر، وهي مياه جيولوجية "أحفورية" (Fossil water) تعتمد أساساً في تغذيتها الآنية على مياه الأمطار المحدودة. وتوجد المياه الجوفية في طبقة الرس والجزء العلوي من طبقة أم الرضمة. وتقسم شبه جزيرة قطر إلى حوضين جوفيين منفصلين؛ **أولهما** الحوض الجوفي الشمالي، ويشغل ١٩٪ من مساحة دولة قطر، ويعد

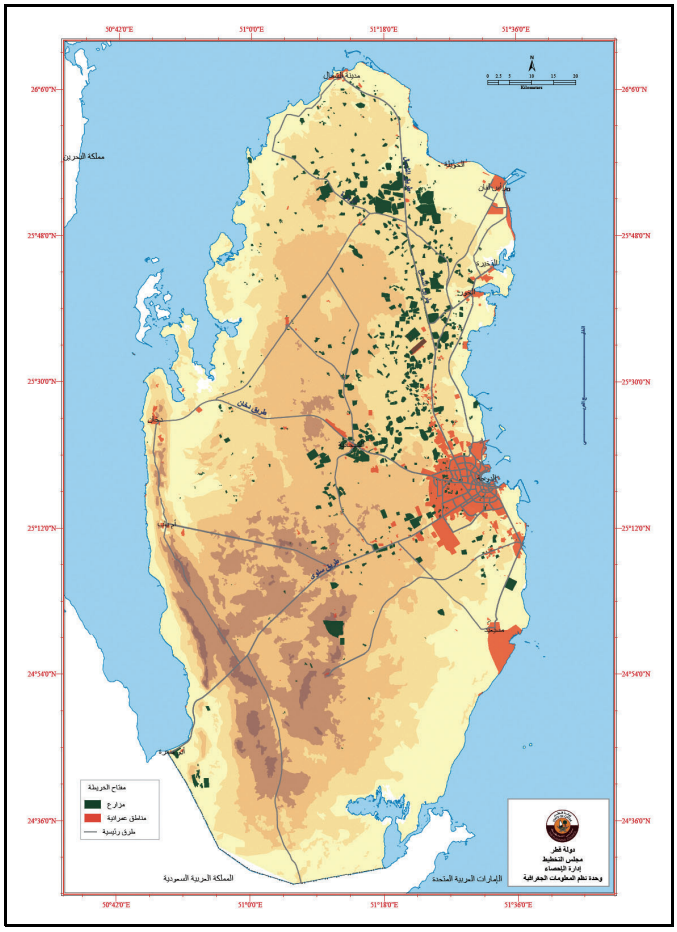
(٦٠) المرجع السابق، ص ١٢–١٣.

المورد الرئيسي للمياه الجوفية ذات الجودة المناسبة للاستهلاك الزراعي؛ حيث تراوح الملوحة بين ٥٠٠ – ٣٠٠٠ جزء من المليون، وتزداد الملوحة بطبيعة الحال كلما زاد العمق واتجهنا نحو البحر، وقد قدر المخزون المائي في هذا الحوض بنحو ٢٥٠٠ مليون متر مكعب من المياه الصالحة للاستخدام الزراعي. و**ثانيهما** الحوض الجوفي الجنوبي، ويحتل نحو نصف مساحة الدولة، وترتفع فيه نسبة الملوحة، إذ تبلغ بين ٣٠٠٠ و ٦٠٠٠ جزء من المليون. ويقدر المخزون المائي في هذا الحوض بنحو ٢٠٠٠ مليون متر مكعب[٦١]، وهي لا تصلح للتنمية الزراعية، بل إن استخدامها يعدّ خطراً على التربة الزراعية التي تتعرض للتصحر بالتملح.

وعلى الرغم من اتجاه الدولة نحو الاعتماد الكامل على مياه الإعذاب في الوفاء بالاحتياجات المنزلية والتجارية والصناعية، مازالت المياه الجوفية هي المصدر الأول للمياه، بنسبة تقدر بنحو ٥٠٪ من جملة المياه المستهلكة بالدولة[٦٢]، وهذه النسبة في تناقص مستمر نتيجة لاستنزاف المياه الجوفية وتدهور نوعيتها وتنامي الاعتماد على مياه الإعذاب. ويعد التوسع الزراعي الكبير الذي يعتمد على المياه الجوفية بالدرجة الأولى السبب الرئيس في تدهور كميتها ونوعيتها. فقد شهدت الرقعة الزراعية نمواً متسارعاً، حيث زادت مساحتها من ١٠٩ هكتارات فقط عام ١٩٦٠[٦٣]، إلى نحو ٦,٧٧١ هكتاراً عام ٢٠٠٣[٦٤]؛ أي أنها تضاعفت نحو ست مرات خلال ٤٣ سنة (شكل رقم ٨). هذه الطفرة الكبيرة في اتساع رقعة الأرض المزروعة تعزى إلى ارتفاع عائدات النفط في سبعينيات القرن الماضي؛ إذ اتخذت الجهات المعنية من الاكتفاء الذاتي في الغذاء هدفاً إستراتيجياً لها، ولكن هذه السياسة لم تحقق أهدافها، ولم يستطع القطاع الزراعي أن يسهم في الناتج المحلي الإجمالي إلا بـ ٢١٦ مليون ريال عام ٢٠٠٥م

(٦١) أحمد حاجي عبدالملك، "المياه والقطاع الزراعي"، ص ١١.
(٦٢) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، "التقرير الإحصائي ٢٠٠٥"، ص ٥٦.
(٦٣) فاطمة مبارك، "العلاقات الاقتصادية بين دول الساحل الغربي للخليج العربي"، ص ٢٢٠.
(٦٤) مجلس التخطيط، "المجموعة الإحصائية السنوية"، ص ٢٤٧.

وبأهمية نسبية لم تتجاوز ٠,١٤٪[٦٥]. وفي المقابل أدت هذه السياسة التوسعية إلى استنزاف مخيف للمصدر الطبيعي الرئيس للمياه في الدولة[٦٦].



شكل رقم (٨) – الرقعة الزراعية في دولة قطر

المصدر: مجلس التخطيط، دولة قطر، ٢٠٠٦م

(٦٥) مجلس التخطيط، "الناتج المحلي الإجمالي لدولة قطر لعام ٢٠٠٥"، ص ٢.
(٦٦) عمر طوقان، "تقرير حول وضع إطار عام لإستراتيجية المياه في دولة قطر"، ص ٦.

ونستطيع أن نتبين من الجدول رقم (٧) معدلات الارتفاع الكبير والمطرد في استهلاك المياه الجوفية في القطاع الزراعي من ٥١,٢ مليون متر مكعب عام ١٩٧٥م إلى ٢١٨,٤ مليون عام ٢٠٠٣/٢٠٠٤م؛ أي نحو ٥٠٪ من جملة المياه المستهلكة في الدولة. ولقد سحبت معظم هذه الكمية من الأحواض الجوفية التي تقع شمال الدولة ووسطها، في حين أن معدل التغذية السنوي خلال الثلاثين عاماً المنصرمة (١٩٧٢-٢٠٠٤م) لم يتعد ٦٠ مليون م^{٣}. لذلك، لم يتبق سوى ٦٠٠ مليون متر مكعب من مخزونها من أصل ٢٥٠٠ مليون م^{٣} عام ١٩٧٢م، وبات نضوبها أمراً محتوماً في المستقبل القريب(٦٧).

جدول رقم (٧)
كمية السحب السنوي من المياه الجوفية خلال الفترة من ١٩٧٥/١٩٧٦م إلى ٢٠٠٣/٢٠٠٤م

الموسم	كمية السحب السنوي (مليون متر مكعب)	الموسم	كمية السحب السنوي (مليون متر مكعب)
١٩٧٥/١٩٧٦م	٥١,٢٣٩	١٩٩٤/١٩٩٥	٢٢٠,٧٣٦
١٩٧٦/١٩٧٧	٥٣,٦١٠	١٩٩٥/١٩٩٦	٢٣٤,٤٣٢
١٩٧٩/١٩٨٠	٦٦,٩٦٤	١٩٩٦/١٩٩٧	٢٤٤,٦٤٣
١٩٨٠/١٩٨١	٧٦,٢١٦	١٩٩٧/١٩٩٨	٢٣٥,٤٥٧
١٩٨٢/١٩٨٣	٩١,١٢٠	١٩٩٨/١٩٩٩	٢٤٠,٢٠٨
١٩٨٣/١٩٨٤	٩٤,١٥٢	١٩٩٩/٢٠٠٠	٢٤٧,١٧٤
١٩٨٥/١٩٨٦	٩٩,٦٥٣	٢٠٠٠/٢٠٠١	٢٣٤,٦٠٠
١٩٨٦/١٩٨٧	١٢٢,٨٧٣	٢٠٠١/٢٠٠٢	٢٢٩,٨٥٨
١٩٨٨/١٩٨٩	١٣٠,٤١٨	٢٠٠٢/٢٠٠٣	٢١٥,٦٥٤
١٩٩٠/١٩٩١	١٤٥,٠٠٠	٢٠٠٣/٢٠٠٤	٢١٨,٣٩٦
١٩٩٣/١٩٩٤	١٨٥,٣٨٠		

المصدر: أحمد حاجي عبدالملك، "المياه والقطاع الزراعي"، ص ٣٧.

(٦٧) مجلة البلدية والزراعة، "أساليب الري الحديث وأثرها على الزراعة في دولة قطر"، ص ٣٤-٣٥.

كما أدى هذا السحب الجائر من المخزون الجوفي من ناحية أخرى إلى ارتفاع نسبة الملوحة عن الحد الآمن بالنسبة للنباتات، إذ تتناقص درجة عذوبة المياه بمعدل ٥٪ سنوياً، حيث فاق التوصيل الكهربائي "درجة الملوحة" ٢٠٠٠ جزء من المليون في نحو ٨٩٪ من الآبار، ويعزى ذلك إلى زيادة أعماق المخزون الجوفي بما يزيد تلقائياً من درجة ملوحة المياه الجوفية، فضلاً عن السماح بتوغل مياه البحر في طبقات الخزان الجوفي(٦٨)؛ مما أدى إلى تدني صلاحية هذه المياه للري الآمن، ومن ثم انخفاض إنتاجية الأرض الزراعية "تصحرها" بسبب تملح التربة، ولهذا برزت مشكلة المزارع المهجورة(٦٩).

ج – مياه الإعذاب "المياه المحلاة":

اتجهت دولة قطر إلى إعذاب المياه المالحة وشبه المالحة منذ عام ١٩٥٣م عندما تم تشييد محطة صغيرة بطاقة إنتاجية بلغت ٦٨٠ م^3/ يوم(٧٠). ومع تنامي الحاجة للمياه العذبة زاد عدد المحطات والطاقة الإنتاجية الكلية (جدول ٨)، حيث بلغ ما أنتجته عام ٢٠٠٥م من مياه عذبة ١٩٤,٢ مليون م^3 (٧١)، مع استثناء إنتاجية المحطات الصغيرة أو تلك التي تتبع القطاع الصناعي.

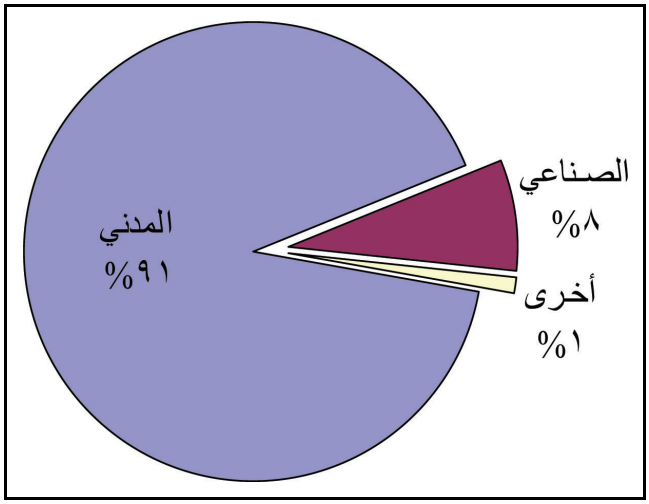
جدول رقم (٨)
القدرة الإنتاجية لمحطات الإعذاب الرئيسية في دولة قطر

محطة الإعذاب	عدد وحدات الإعذاب	سعة وحدة الإعذاب (م^3/ يوم)	إجمالي السعة(م^3/ يوم)
رأس أبوعبود	٤	٩,١٠٠	٣٦,٤٠٠
رأس أبوفنطاس (أ)	١٤	٢٢,٧٠٠	٣١٧,٨٠٠
رأس أبوفنطاس (ب)	٥	٣٠,٠٠٠	١٥٠,٠٠٠
رأس لفان	٤	٤٥,٥٠٠	١٨٢,٠٠٠

المصدر: المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، "التقرير الإحصائي ٢٠٠٥"، ص ٥٣.

(٦٨) المرجع السابق، ص ٣٥.
(٦٩) عمر طوقان، مرجع سابق، ص ٦.
(٧٠) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، "التقرير السنوي ٢٠٠٣"، ص ٤٠.
(٧١) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، "التقرير الإحصائي ٢٠٠٥"، مرجع سابق، ص ٥٦.

وتبلغ تكلفة إنتاج المياه بواسطة عمليات الإعذاب نحو دولار أمريكي واحد للمتر المكعب، وهي تكلفة قد تكون مقبولة بالنسبة للقطاع المدني، في ظل غياب أي مصدر آخر من المياه العذبة، لكن هذه التكلفة ليست مقبولة بالنسبة للقطاع الزراعي، حيث لا جدوى اقتصادية في هذه الحالة للإنتاج الزراعي، حتى لو انخفضت تكلفة المتر المكعب الواحد من مياه الإعذاب إلى ٠,١٥ دولار[٧٢]، لهذا السبب اقتصر استخدامها في دولة قطر على القطاع المدني دون القطاع الزراعي (شكل رقم ٩). وتجري الجهات المختصة في دولة قطر حالياً عدة دراسات مع مراكز بحثية أمريكية ويابانية لخفض تكلفة المتر المكعب الواحد المنتج بواسطة تقنية إعذاب المياه المالحة من دولار واحد إلى ٠,٥٠ دولار[٧٣].



شكل رقم (٩) – القطاعات المستهلكة للمياه المنتجة بواسطة تقنيات الإعذاب في دولة قطر

المصدر: ESCWA " Water Desalination Technologies in the ESCWA Member Countries", p19.

(٧٢) ك. س. شبيجلر، "تنقية المياه الملحة"، ص١٥٦.

(٧٣) عبدالله مهران، "خطط إستراتيجية طموحة لتطوير قطاع المياه"، ص ٢٥.

د – فشل مشاريع استيراد المياه:

في تسعينيات القرن الماضي تم الإعلان عن العديد من مشاريع استيراد المياه عبر الأنابيب من بعض دول الجوار الغنية بالمياه، وكان من أشهر هذه المشاريع، مشروع أنبوب السلام الذي كان يهدف إلى نقل المياه من تركيا إلى معظم أقطار الشرق الأوسط ومنها دولة قطر، بتكلفة قدرت حينها بنحو ١٢,٥ مليار دولار، وبتكلفة ١,٠٧ دولار للمتر المكعب الواحد(٧٤)، وكذلك مشروع الأنبوب الأخضر لجلب المياه من نهر قارون في إيران إلى شمالي قطر بطول ١,٨٠٠ كم عبر البر الإيراني وتحت مياه الخليج بتكلفة قدرت بنحو ١٣ مليار دولار(٧٥). ولكن بروز العديد من المعوقات والمحاذير حالت دون البدء في تنفيذها، وعلى رأسها الظروف السياسية التي زعزعت استقرار المنطقة، إضافة إلى المعوقات الاقتصادية؛ إذ تقترب تكلفة المتر المكعب الواحد من هذه المياه من تكلفة إعذاب كمية مماثلة من المياه المالحة، وثمة صعوبات تقنية ناتجة عن طول المسافة، ثم إن استيراد المياه ـ وهي سلعة إستراتيجية ـ من مصدر أجنبي قد يهدد الأمن القومي(٧٦).

٥-٢ النمو السكاني:

دخلت دولة قطر منذ إنتاج النفط مرحلة من مراحل النمو السكاني القياسي من حيث الحجم؛ فقد ارتفع عدد السكان من ١١١ ألف نسمة عام ١٩٧٠م إلى ٧٤٤ ألف نسمة عام ٢٠٠٤م(٧٧). وينسب هذا النمو السكاني الانفجاري إلى الزيادة الكبيرة في العمالة الوافدة، فضلاً عن النمو الطبيعي للسكان من قطريين

(٧٤) سامر مخيمر وخالد حجازي، "أزمة المياه في المنطقة العربية"، ص ١٩٣.

(٧٥) عبدالجليل مرهون، "البعد التنموي لأزمة المياه: نموذج الخليج"، مرجع سابق، ص ٤٥.

(٧٦) محمد عبدالحميد داود، "كيف تستطيع دول مجلس التعاون مواجهة حرب المياه القادمة"، ص ٤٧.

(٧٧) محمد الكبيسي، حسن المهندي، علي الشيب، حسن الخياط، "النمو الحضري والهجرة في دولة قطر"، ص ٣.

وغيرهم (جدول رقم ٩). ويتوقع أن يستمر هذا النمو المتسارع في السنوات القادمة، بسبب النمو الاقتصادي الكبير الذي تشهده الدولة، والذي يتطلب جلب المزيد من العمالة الوافدة.

جدول رقم (٩)
إجمالي سكان دولة قطر للفترة (١٩٧٠-٢٠٠٤م)

السنة	السكان	القطريون (٪)	الوافدون (٪)	حجم الزيادة بين التعدادين	معدل النمو
١٩٧٠	١١١,١٣٣	٤٠,٥	٥٩,٥		
١٩٨٦	٣٦٩,٠٧٩	٢٦,٤	٧٣,٥	٢٥٧,٩٤٦	٧,٥
١٩٩٧	٥٢٢,٠٢٣	٢٨,٤	٧١,٦	١٥٢,٩٤٤	٣,٢
٢٠٠٤	٧٤٤,٠٢٩	٢٤,٩	٧٥,١	٢٢٢,٠٠٦	٥,٢

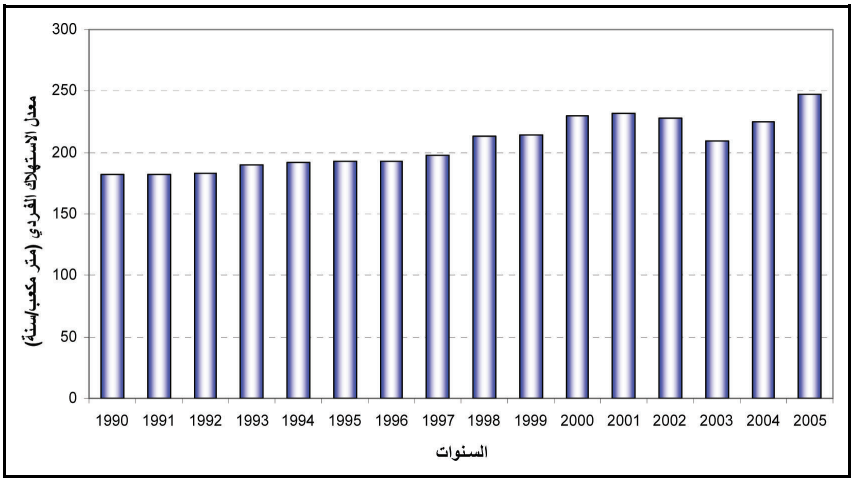
المصدر: كلثم الغانم وآخرون، "محددات التركيبة السكانية وتأثيراتها"، ص ٣.

ومما يضاعف من حدة المشكلة المائية أن استهلاك المياه في الدولة يتسم بالتبذير نتيجة لتوزيعها على المواطنين دون مقابل، وبأسعار رمزية بالنسبة لغير المواطنين، مع ضعف وعي العامة بأهمية المحافظة على المياه وترشيد استهلاكها. وتشير إحصائيات الجهات المعنية إلى أن معدل النمو في إنتاج المياه قد زاد بنسبة ٩,٦٪ في السنوات القليلة الماضية (٢٠٠٢-٢٠٠٥م) (جدول رقم ١٠). وتعزى تلك الزيادة الكبيرة إلى ارتفاع الاستهلاك الفردي من المياه في السنوات الأخيرة؛ فقد ارتفعت كمية استهلاك الفرد/سنة من ١٨٢م^3 عام ١٩٩٠م إلى ٢٤٧م^3 عام ٢٠٠٥م (شكل رقم ١٠).

جدول رقم (١٠)
معدل الزيادة في إنتاج المياه للفترة (٢٠٠٢-٢٠٠٥م)

السنة	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥
الإنتاج	١٦٠,٣٨٤,٣٠٤	١٦٣,٧٩٨,١٩١	١٧٨,٢٦١,٤٢٦	١٩٥,٤٠٨,٠٢٩
معدل الزيادة (٪)		٢,١٣	٨,٨٣	

المصدر: المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، "التقرير الإحصائي ٢٠٠٥م"، ص ٥٧.



شكل رقم (١٠) – معدل الاستهلاك الفرد/سنة من المياه بدولة قطر خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٠٥م)

المصدر: المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، "التقرير الإحصائي ٢٠٠٥م"، ص ٧٠.

هذه الزيادة السكانية، وما يصاحبها من زيادة في حجم الاستهلاك المنزلي والتجاري سوف تؤدي بطبيعة الحال إلى زيادة مياه الصرف الصحي العادمة، وهو وضع يفرض بالضرورة تشييد المزيد من شبكات الصرف الصحي ومحطات معالجة المياه العادمة لتغطية العديد من المناطق في الدولة التي لا يتوافر لها في الوقت الراهن شبكة صرف صحي ومحطات معالجة للمياه العادمة، ولاسيما المدن الصغيرة التي ما زالت مياهها العادمة تصرف للبيئة مباشرة دون معالجة، أو تنقل بواسطة سيارات الصهاريج إذا توافرت محطات قريبة منها. ويشير جدول رقم (١١) إلى أن مدينة الدوحة وما يحيطها من مدن تتمتع بشبكة الصرف الصحي تفوق كثيراً ـ من حيث الخدمة ـ بقية المدن، ولكن بنسب متفاوتة؛ إذ تأتي شبكة مباني الدوحة في المرتبة الأولى بنسبة ٩٥٪، ثم مسيعيد في المرتبة الثانية بنسبة ٩٣٪، بينما تتراجع مناطق مهمة مثل الريان بنسبة ٥٨٪، وأم صلال بنسبة ١,٣٪، في حين لا تتمتع مباني مدن وقرى الشمال والغويرية بهذه الخدمة. ولا شك أن استمرار هذا الوضع يهدد

صحة السكان والبيئة على حد سواء، لما تحمله هذه المياه العادمة من ملوثات، كما أنه يعد في الوقت نفسه إهداراً لمصدر ثروة مائية يمكن استخدامها على نحو أفضل. ومثال على ذلك، ما يجري في أكثر من منطقة في الدولة حيث يتم نقل المياه العادمة في سيارات الصهاريج من المساكن التي لا تتوافر فيها شبكة الصرف الصحي، أو التي تشكو من عجز الطاقة الاستيعابية لمحطات المعالجة، والتي تتحول فيها كميات المياه إلى برك خصصت لذلك، وتتسبب في نوع من الفزع بين سكان المناطق المجاورة لما يتولد عنها من حشرات وروائح كريهة لا تطاق (شكل رقم ١١)[٧٨]. وهذا ما دفع بالسلطات المختصة عام ٢٠٠٥م إلى الشروع في عملية تجفيف بعضها مثل مستنقع النعيجة.

جدول رقم (١١)
المباني المكتملة بحسب اتصالها بشبكة
الصرف الصحي عام ٢٠٠٤م.

البلدية	الاتصال بشبكة الصرف الصحي		النسبة المئوية للمباني المتصلة
	متصل	غير متصل	
الدوحة	٣٧٠٤٥	٢١٣٥	٩٥
الريان	١٦٨٦٨	١٢٣٥١	٥٨
الوكرة	٢٢٥٤	٢٢٣٨	٥٠
أم صلال	٥٠	٣٧٤٥	١,٣
الخور	٩٥٠	٢٥٦٠	٢٧
الشمال	٠	١١٠٣	٠
الغويرية	٠	٢٩٦	٠
الجميلية	٤٦	٢٣٦٦	١,٩
جريان البطنة	١	١٠٠٨	٠,١
مسيعيد	٧٣٨	٥١	٩٣
المجموع	٥٧٩٥٢	٢٧٨٥٣	

المصدر: مجلس التخطيط، "التعداد العام للسكان والمساكن"، ص ٣٢١.

(٧٨) صحيفة الراية، "الروائح والبعوض تهاجم سكان الخور"، ص ١٤.

شكل رقم (١١) – صورتان لمستنقع مياه الصرف الصحي بالقرب من مدينة الخور

المصدر: الباحث، ٢٠٠٦م.

سادساً – رأي أرباب المزارع نحو استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة:

يتضمن هذا الجزء تحليلاً وتقويماً لنتائج الاستبانة التي شملت عينة من ١٠٢ من أرباب المزارع، لتعرف توجهاتهم وسلوكياتهم، ومدى معرفتهم بمياه الصرف الصحي المعالجة بشكل عام، واستخداماتها لأغراض الري في مزارعهم بشكل خاص.

٦–١ الخصائص العامة لأفراد العينة:

يظهر من خلال تحليل البيانات الفردية لعينة الدراسة زيادة عدد الذكور على عدد الإناث؛ بحيث بلغت نسبتهم ٩٤,١٪ (جدول رقم ١٢). ومرد ذلك يرجع إلى أن السواد الأعظم من المزارع تسجل عادة باسم رب العائلة، كما هو الحال في العقارات ونحوها.

أما الظاهرة المتميزة الثانية فكانت على صعيد المستوى التعليمي حيث حلّت فئة الأفراد الحاصلين على مؤهل فوق الثانوي في المقدمة، بنسبة ٦٠,٨٪، تلتها فئة الأفراد الحاصلين على التعليم الثانوي بنسبة ٣٠,٤٪. إن مجيء أصحاب التعليم العالي والثانوي في المقدمة يعود إلى ارتفاع مستويات التعليم في الدولة، ومن شأن ذلك منح نتائج الاستبانة المزيد من القوة والمصداقية؛ نظراً لتفهم أصحاب المستويات العالية من التعليم لأهمية الاستبانة التي تستهدف مصالحهم ومستقبلهم بالدرجة الأولى، هذا إضافة إلى استعدادهم للتفاعل العلمي وتقديم الإجابة الدقيقة والمفصلة.

أما المتغير الثالث فكان التوزيع بحسب الفئات العمرية، حيث صنفت الفئة العمرية الوسطية (٤٦–٥٩ سنة و ٢٥–٤٥ سنة) في المقدمة وبنسبة ٤١,٢٪ و٣٤,٣٪ على التوالي، تلتها الفئة العمرية الكبيرة (٢٤,٥٪)، وهذا أمر طبيعي لكون أرباب المزارع عادة من المستثمرين الكبار في السن.

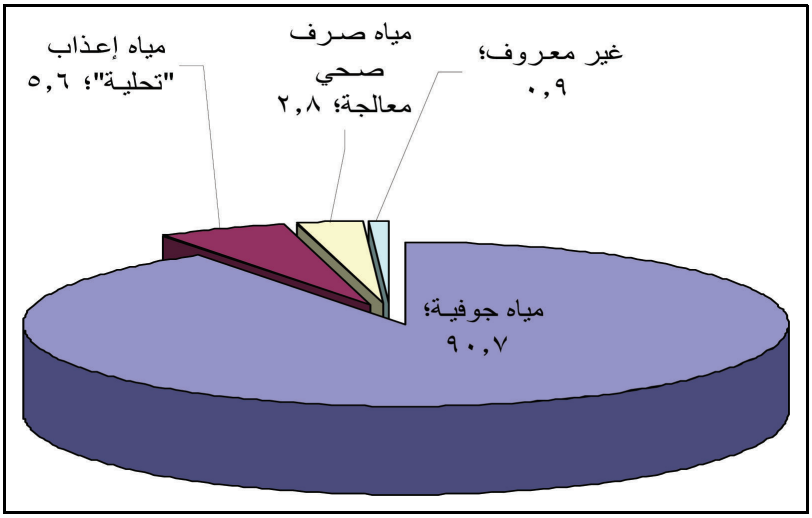
أما المتغير الرابع فهو توزيع المزارع بحسب موقعها الجغرافي، ولقد روعي في أثناء توزيع عينة الاستبانة أن يشمل المزارع في جميع أنحاء الدولة وبشكل متقارب، حيث ضمت العينة ٣٣ مزرعة في شمال دولة قطر و٣٧ في وسطها و٣٢ في جنوبها. ويهدف هذا التوزيع الانتقائي إلى معرفة سلوكيات أرباب المزارع وفقاً لأهمية درجة احتياجاتهم للماء، وذلك بسبب تفاوت نوعيات المياه الجوفية من منطقة لأخرى، فأفضلها المياه المتاحة في المنطقة الشمالية تليها المنطقة الوسطى، أما مياه المنطقة الجنوبية فدون هذه وتلك، ثم إن محطات معالجة مياه الصرف الصحي المعالجة يتمركز معظمها في وسط الدولة، وبخاصة بالقرب من العاصمة الدوحة.

جدول رقم (١٢)
الخصائص العامة لأفراد عينة الدراسة

	المتغير	العدد	النسبة المئوية (٪)
النوع	ذكر	٩٦	٩٤,١
	أنثى	٦	٥,٩
	المجموع	**١٠٢**	**١٠٠**
التعليم	غير متعلم	٩	٨,٨
	ثانوي	٣١	٣٠,٤
	فوق الثانوي	٦٢	٦٠,٨
	المجموع	**١٠٢**	**١٠٠**
العمر	أقل من ٢٥ سنة	٠	٠,٠
	٢٥–٤٥ سنة	٣٥	٤١,٢
	٤٦–٥٩ سنة	٤٢	٣٤,٣
	٦٠ سنة فما فوق	٢٥	٢٤,٥
	المجموع	**١٠٢**	**١٠٠**
منطقة المزرعة	شمال	٣٣	٣٢,٣
	وسط	٣٧	٣٦,٣
	جنوب	٣٢	٣١,٤
	المجموع	**١٠٢**	**١٠٠**

٦-٢ مصدر المياه في مزارع أفراد العينة:

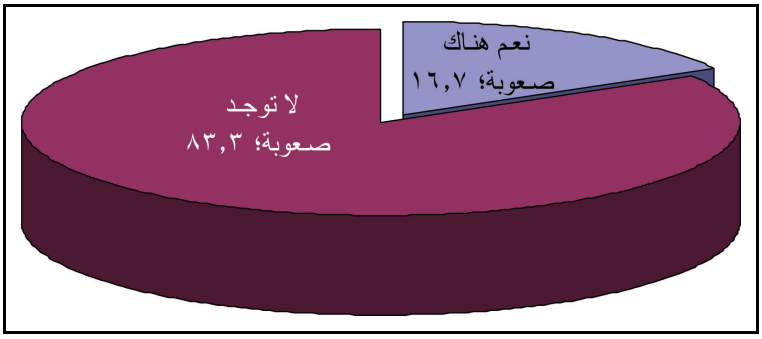
تبين من خلال تحليل بيانات الاستبانة أن المياه الجوفية هي المصدر الأول لمياه الري في مزارع أفراد العينة بنسبة ٩٠,٧٪، وأن المصدر الثاني هو مياه الإعذاب؛ حيث إن (٥,٦٪) من المزارع تستخدم هذا المصدر، في حين تحتل مياه الصرف الصحي المعالجة المرتبة الثالثة، بنسبة تبلغ (٢,٨٪). وليس ثمة شك في أن التوجه نحو استخدام المياه الجوفية يعد أمراً طبيعياً، فهي المصدر المتاح بأسعار زهيدة إذا قورنت بأسعار مياه الإعذاب بغض النظر عن نوعيتها، أما المزارع التي تستخدم مياه الإعذاب فمن المحتمل أن تعود ملكيتها إلى بعض الشخصيات المجتمعية المقتدرة، في حين أن نسبة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة تبقى متواضعة جداً، ويتوقع أنها تستخدم في ري أنواع معينة من النباتات في مزارعهم، ويعود ذلك إلى أحد سببين: إما لعدم توافر مورد مائي آخر، وإما لتوافر درجة عالية من الوعي بخطورة استخدام مياه الصرف المعالجة عند بعض أرباب المزارع، وبخاصة ذوو الثقافة العالية (شكل رقم ١٢ وجدول رقم ٣-١ ملحق).



شكل رقم (١٢) – مصدر المياه المستخدمة في مزارع أفراد عينة الدراسة

٦-٣ إمكانية توافر المياه في مزارع أفراد العينة:

أظهرت الاستبانة أن معظم أفراد عينة الدراسة لا يجدون صعوبة في الحصول على المياه المستخدمة في مزارعهم؛ إذ بلغت نسبة هؤلاء ٨٣,٣٪، بينما أشار ١٦,٧٪ من أفراد العينة إلى وجود صعوبة في الحصول على المياه. وتجدر الإشارة هنا إلى أن هذه الاستجابات لا تعني صلاحية هذه المياه للاستخدام الآمن في أغراض الري المختلفة، وإنما تعني سهولة الحصول عليها، وذلك عن طريق استصدار تصاريح الحفر التي تمنحها السلطات ذات المرجعية (شكل رقم ١٣ وجدول رقم ٣-١ ملحق).

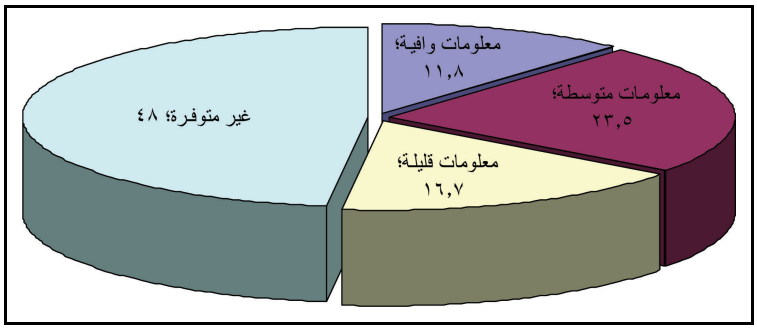


شكل رقم (١٣) – صعوبة الحصول على المياه في مزارع أفراد عينة الدراسة

٦-٤ المعلومات المتوافرة لدى أفراد العينة حول المياه العادمة المعالجة:

بسؤال أفراد العينة عن مدى توافر المعلومات لديهم عن مياه الصرف الصحي المعالجة تبين أن ما يقارب النصف منهم (٤٨٪) لا تتوافر لديهم أية معلومات، أما من لديهم معلومات ولكنها قليلة فنسبتهم (١٦,٧٪)، ومن لديهم معلومات متوسطة كانت نسبتهم ٢٣,٥٪، بينما أكد ١١,٨٪ منهم أن لديهم معلومات وافية. هنا يمكن القول إن الوعي بعمليات معالجة المياه العادمة ونوعية المنتج منها لا يزال ضعيفاً بين أرباب المزارع، وينبغي على الجهات المختصة أن تعمل على تنمية هذا الوعي ورفعه حتى يقبل أرباب المزارع على استخدام

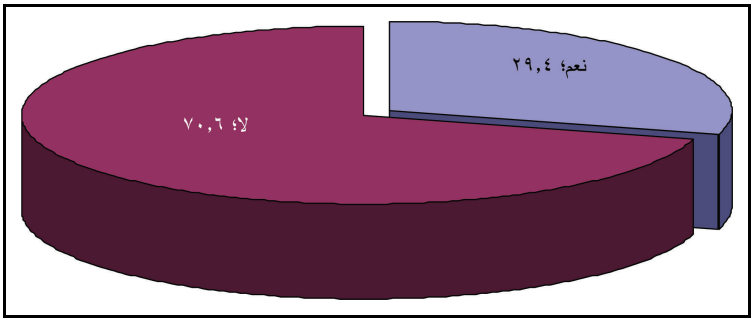
المياه العادمة المعالجة التي تعد مصدراً حتمياً للمياه اللازمة للزراعة في المستقبل المنظور (شكل رقم ١٤ و جدول رقم ٣-١ ملحق).



شكل رقم (١٤) – مدى توافر المعلومات لدى أفراد العينة حول المياه العادمة المعالجة

٦-٥ مدى تأييد أفراد العينة لاستخدام المياه العادمة المعالجة:

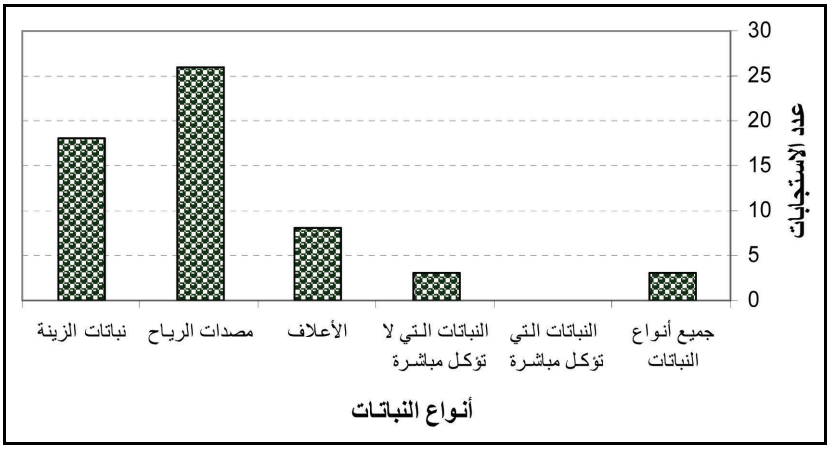
نتيجة للحقائق المذكورة في الفقرة السابقة رفض أغلب أفراد العينة (٧٠,٦٪) استخدام المياه المعالجة في مزارعهم، بينما أيد ذلك ٢٩,٤٪ فقط من أفراد العينة (شكل رقم ١٥ وجدول رقم ٣-١ ملحق). وهذا يؤكد أن ضعف المعلومات عن معالجة مياه الصرف الصحي ونوعيتها لدى معظم أفراد العينة قد انعكس سلباً على مواقفهم من استخدامها في مزارعهم، ومن ثم أصبح من الضروريّ تعظيم درجة الوعي بقيمة المياه العادمة المعالجة إذا أردنا تحقيق أعظم قدر من الإفادة من هذا المصدر المائي المهم من خلال كونه مصدراً متجدداً ومتزايداً بصورة مطردة.



شكل رقم (١٥) – مدى تأييد أفراد العينة لاستخدام المياه المعالجة

٦-٦ أنواع النباتات التي يمكن ريها بالمياه العادمة المعالجة:

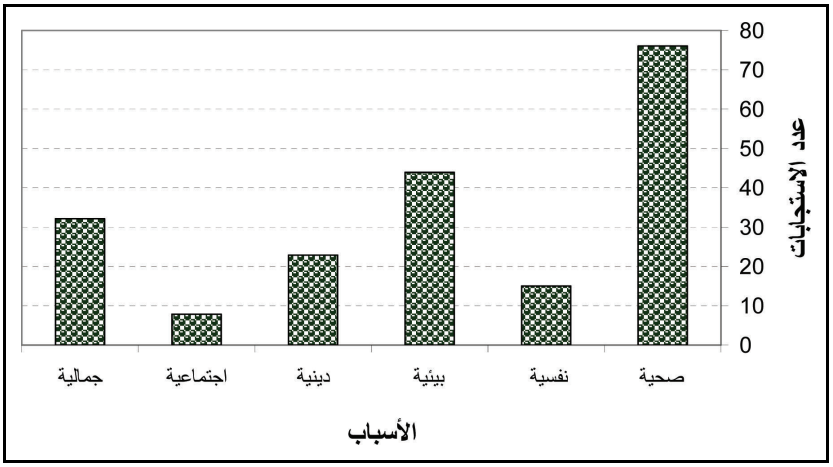
وبسؤال أفراد العينة الذين أيدوا استخدام المياه المعالجة في مزارعهم عن نوعية النباتات التي من الممكن ريها بالمياه المعالجة، تبين أن الأغلبية ترغب في استخدامها في ري النباتات التي لا يستهلكها الإنسان؛ فقد أيد ٤٤,٩٪ استخدامها من أجل ري مصدات الرياح، و ٣١,١٪ من أجل نباتات الزينة، بينما لم تنل النباتات التي لا تؤكل مباشرة سوى ما نسبته ٥,١٪ وهي النسبة ذاتها التي أيدت استخدام المياه العادمة المعالجة في ري جميع أنواع النباتات، في حين عندما طرح سؤال مباشر عن استخدامها من أجل ري النباتات التي تؤكل مباشرة لم يؤيد أحد من أفراد العينة ذلك. وحتى ري الأعلاف الحيوانية لم تنل إلا ما نسبته ١٣,٥٪. هنا يتضح أنه حتى أولئك الذين يؤيدون التوجه لاستخدام المياه المعالجة يفضلون تجنب التوسع في استخدامها ويفضلون اقتصار هذا الاستخدام على النباتات غير الاستهلاكية، وهذا يتطلب مزيداً من التطوير للتقنيات المستخدمة في معالجة مياه الصرف العادمة ومزيداً من التوعية بأنها مياه آمنة بيئياً وصحياً في ظل هذه التقنيات المتطورة (شكل رقم ١٦ وجدول رقم ٣-١ ملحق).



شكل رقم (١٦) – أنواع النباتات التي يمكن ريها بالمياه المعالجة

٦-٧ أسباب رفض استخدام المياه العادمة المعالجة:

وبسؤال أولئك الذين رفضوا استخدام المياه المعالجة في مزارعهم عن أسباب هذا التوجه، تبين أن ٣٨,٤٪ منهم يرفضون بسبب تخوفهم من أضرار صحية متوقعة، وأن ٢٢,٢٪ يرفضون خوفاً من أضرار قد تصيب مزارعهم. أما من يرفضون لأسباب جمالية (نفورهم من الروائح والمناظر الكريهة) فتبلغ نسبتهم ١٦,٢٪، وأما الذين يرفضون لأسباب دينية فنسبتهم ١١,٦٪، يليهم من يرفضون لأسباب نفسية (٧,٦٪)، ثم الرافضون لأسباب اجتماعية (٤٪) (شكل رقم ١٧ وجدول رقم ٣-١ ملحق).



شكل رقم (١٧): أسباب رفض استخدام المياه المعالجة

٦/٨ العلاقة بين مجموعة متغيرات واتجاهات أرباب المزارع نحو استخدام المياه المعالجة:

لمزيد من التحقق من استجابات أفراد العينة تمت معالجة البيانات بواسطة معدلات الارتباط **(Correlation)** لقياس مدى صلابة العلاقة بين ثلاثة متغيرات، النوع، والتعليم، والعمر، وتوجهاتهم نحو استخدام المياه المعالجة. وفيما يلي عرض لأهم النتائج (انظر ملحق رقم ٣).

أ – استجابات أفراد العينة بحسب النوع:

أغلب أفراد العينة من الذكور للأسباب التي ذكرت سابقاً، لذا لم تُحتسب استجابات الإناث بواسطة معدلات الارتباط **(Correlation)**، وعليه، فسوف يقتصر التحليل على فئة الذكور فقط. يبين جدول رقم (٣–٢ ملحق) أن هناك علاقة قوية بين درجة معرفة مصدر المياه وكون مالك المزرعة من الذكور، أما العلاقة المقارنة مع توافر المعلومة حول درجة جودة مياه الصرف الصحي المعالجة فهي تتأرجح بين المتوسطة والكافية. وثمة توجه قوي نحو استخدام مياه الصرف الصحي لدى أصحاب المزارع، شريطة أن يقتصر استخدامها على ري المزروعات غير المستهلكة بشرياً مثل مصدات الرياح ونباتات الزينة، كما أن لديهم معارضة واضحة لاستخدامها في ري النباتات التي تؤكل أو لا تؤكل مباشرة حتى الأعلاف الحيوانية؛ إذ يرون أن لاستخدام هذه المياه مضار صحية وبيئية، وأن استخدامها يتعارض مع الدين، لأنهم يرونها مياهاً نجسة.

ب – التعليم:

اشتملت عينة الدراسة على أفراد ذوي مستوى تعليمي متباين، ويبين جدول رقم (٣–٣ ملحق) أن قبول استخدام هذه المياه يرتفع كلما انخفض المستوى التعليمي وينخفض كلما ارتفع؛ أي أن العلاقة بينهما عكسية، بل إن المعلومات حول المياه المعالجة تتوافر لدى الفئات الأقل تعليماً بدرجة أكبر مما تتوافر عند ذوي التعليم العالي. إلا أن هذا التوجه الإيجابي لدى الفئات الأقل تعليماً ينخفض عندما يتعلق السؤال بنوع النباتات التي يمكن ريها بالمياه المعالجة؛ إذ يقتصر استخدامها لديهم على النباتات غير المستهلكة، في حين نجد الفئة المتعلمة تؤيد استخدامها في ري الأعلاف والنباتات التي لا تؤكل مباشرة، ولا تبدو الفروق جوهرية بين الفئات الثلاث من حيث أسباب رفض استخدام المياه المعالجة، إلا أن الأسباب البيئية والصحية والنفسية تبدو أكثر بروزاً بين الأفراد ذوي التعليم فوق الثانوي.

ج – العمر:

وُزع أفراد العينة على أربع فئات عمرية، ولخلوّ العينة ممن هم أقل من ٢٥ سنة، سوف يقتصر التحليل على فئات ثلاث فقط، ويبين جدول رقم (٣–٤ ملحق) أن الفئات العمرية الصغيرة والمتوسطة أكثر ميلاً نحو استخدام المياه المعالجة، ويمكن تعليل ذلك بارتفاع مستوى الوعي لديهم بمشكلة المياه وجدوى استخدام المياه المعالجة، وهو ما تفتقر إليه الفئة العمرية الكبيرة التي ما زالت حذرة متوجسة.

سابعاً – النتائج والتوصيات:

لقد أسفرت الدراسة عن مجموعة من النتائج والتوجهات الإيجابية التي يمكن أن تسهم في تعظيم دور مياه الصرف الصحي المعالجة، كمورد مائي جديد ومتجدد ومتنام بصورة مطردة، في دفع عجلة التنمية الاقتصادية، وبخاصة التنمية الزراعية التي هي في أمس الحاجة لهذا المورد المائي كي تواصل مسيرتها التنموية. ونستطيع أن نوجز النتائج والتوصيات فيما يلي:

١ – تعاني دولة قطر ندرة في مصادر المياه الطبيعية، وقد حققت نجاحاً في مجال عمليات إعذاب المياه المالحة وشبه المالحة، إلا أن التكلفة البيئية والاقتصادية المرتفعة لهذه العمليات حالت دون التوسع في استخدامها على نطاق واسع، حيث اقتصر استخدامها على تلبية الاحتياجات المدنية (المنزلية والتجارية والصناعية بالدرجة الأولى). ومن ثم وقع عبء تلبية احتياجات القطاع الزراعي، المستهلك الأول للمياه في دولة قطر، على مخزون المياه الجوفي، وهو بطبيعته مخزون محدود وغير متجدد. ومن ثم فقد أدى السحب المتزايد لهذه المياه إلى استنزاف هذا المورد الطبيعي بل حدوث تغيير سلبي كبير في درجة نوعيته "جودته"، حتى بات من المحتم التفكير جدياً في إيجاد مصادر مائية جديدة بديلة غير تقليدية لتلبية احتياجات القطاع الزراعي والقطاعات الأخرى التي لا تحتاج إلى مياه ذات جودة عالية.

٢ – لقد أثبتت الدراسة أن مياه الصرف الصحي المعالجة تعتبر الحل

الأمثل لمواجهة مشكلة النقص في المياه لتعظيم التنمية الزراعية، في ظل بقاء تكلفة عمليات الإعذاب مرتفعة من ناحية، وصعوبة تنفيذ مشاريع استيراد المياه من دول الجوار من ناحية أخرى. ومن بين الأسباب المشجعة للاتجاه نحو مزيد من استغلال هذا المصدر، التقدم الكبير الذي شهدته تقنيات معالجة المياه العادمة على المستوى العالمي، والتجارب العلمية التي أثبتت جدوى استخدام هذه المياه، وانعدام تأثيراتها الضارة إذا عولجت بالطرق المتقدمة، وإذا استخدمت بشكل علمي مدروس.

٣ – ما زالت معالجة مياه الصرف الصحي في دولة قطر حالياً دون المأمول. ويعد ذلك هدراً لمصدر مائي يمكن استغلاله على نحو أفضل، فضلاً عن الأضرار التي تلحقها هذه المياه غير المعالجة بمكونات البيئة المختلفة. ومن أهم أسباب ذلك عدم توافر شبكة تجميع للمياه العادمة في الكثير من مناطق الدولة بل وتهالكها في مناطق أخرى، ولذلك تتسرب معظم المياه العادمة قبل وصولها إلى محطات المعالجة، بجانب عدم توافر محطات معالجة في بعض مناطق الدولة. كل هذه السلبيات تؤدي إلى ضخ هذه المياه العادمة أو تسربها إلى البيئة الطبيعية المائية واليابسة دون معالجة، محدثة حالات من التلوث البيئي في دولة قطر. ومن بين السلبيات الأخرى أن المياه العادمة لا تعالج بأساليب متقدمة توفّر مصدراً مائياً آمناً من الناحيتين البيئية والصحية في السواد الأعظم من المحطات، وقد ترتب على ذلك أن ما يمكن استخدامه للري لا يتعدى نصف الكمية المعالجة؛ فمن بين خمس عشرة محطة، لا تتوافر المعالجة الجيدة إلا في محطة السيلية، وتتوافر إلى حد ما في محطتي الذخيرة والخور، بينما تبقى محطات أخرى ذات إنتاج كبير، كمحطة النعيجة، محرومة من تقنيات المعالجة التي تمكنها من إنتاج مياه ذات جودة عالية تصلح للري الآمن "غير المقيد"، ناهيك عن بقية المحطات المتوسطة الحجم والصغيرة.

٤ – يتضح من خلال استطلاع آراء أرباب المزارع نحو استخدام المياه المعالجة في ري النباتات في مزارعهم تدني مستوى الوعي بخطورة المشكلة

المائية التي تعانيها الدولة، وكذلك مستوى الوعي بنوعية المياه المعالجة ودرجة جودتها. كما أبرزت نتائج الاستبانة رفض غالبية أفراد عينة الدراسة لاستخدام المياه المعالجة في عمليات الري، وحتى أولئك الذين أيدوا استخدامها رأوا أن يقتصر ذلك على ري نباتات الزينة ومصدات الرياح. ويقف من وراء هذا التوجه السلبي مجموعة الأسباب الصحية والبيئية وكذلك النفسية والدينية. وهذه الاستجابات السلبية تتضح بشكل أكبر في استجابات فئتي المتعلمين فوق الثانوي وكبار السن. وقد يرجع ذلك إلى ما يتوافر لديهم من معلومات حول مخاطر استخدام المياه العادمة من جهة وضعف معلوماتهم حول المياه المعالجة من جهة أخرى. وعلى ذلك ينبغي أن نضع إستراتيجية وطنية لتوعية أرباب المزارع بأهمية استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة.

ومن أجل الاستفادة القصوى من مياه الصرف الصحي المعالجة فإن الدراسة توصي بتنفيذ مجموعة من الإجراءات والآليات هي:

١ – اعتبار مياه الصرف الصحي المعالجة جزءاً لا يتجزأ من مصادر المياه في الدولة، وذلك بوضعها ضمن الخطة القومية لإدارة موارد المياه، مع وضع خطة (خمسية أو عشرية مثلاً) لتعميم استخدام المياه المعالجة بصورة آمنة.

وتتضمن الخطة:

- إنشاء شبكة حديثة للصرف الصحي متكاملة تغطي جميع مناطق التجمعات السكنية والمنشآت وربطها بمحطات المعالجة.
- تحديث محطات المعالجة الحالية وتشييد محطات معالجة جديدة ومتطورة لخدمة جميع التجمعات العمرانية التي تفتقر لهذه الخدمة؛ بحيث لا تقل التقنية فيها عن المعالجة الثلاثية مع التناضح العكسي، لإنتاج مياه عالية الجودة، آمنة بيئياً وصحياً، بما يشجع على استخدامها في معظم الأنشطة وبخاصة التنمية الزراعية المحصولية.
- تشجيع البحوث العلمية في مجال أساليب معالجة المياه العادمة،

واستخداماتها، واقتصادياتها، ويتطلب ذلك مزيداً من التعاون العلمي والبحثي مع المراكز البحثية بالدولة وخارجها.

٢ – ضرورة سن قانون لتنظيم عملية الانتفاع بمياه الصرف الصحي المعالجة وتفعيله، يتضمن:

- تحفيز استخدام المياه المعالجة من خلال تقديم هذه المياه للمزارعين بأسعار تشجيعية.
- تطبيق المقاييس والمعايير الخاصة بجودة المياه العادمة المعالجة بشكل صارم.
- مراقبة استخدام المزارعين للمياه المعالجة، ولاسيما في زراعة الخضراوات والفواكه الطازجة، مع ضرورة التأكد من صلاحية هذه المنتجات للاستخدام الآمن من خلال الفحص الدوري.
- تطبيق هذا القانون دون أي استثناء بواسطة سلطة مختصة.

٣ – تصميم برنامج متكامل وطويل المدى لرفع مستوى وعي صناع القرار والعامة بأهمية الاستفادة من المياه المعالجة، وبخاصة أرباب المزارع والعاملون فيها، وهذا البرنامج يتطلب:

- إعداد برنامج للتوعية خاص لكل فئة اجتماعية، وخاصة الفلاحين بلغاتهم المختلفة، من خلال الدورات التدريبية الميدانية والإرشاد الزراعي الفعال بصورة متواصلة.
- التعاون مع الجهات المختصة بالتعليم بهدف توعية النشء من خلال المناهج الدراسية بهذه القضايا.
- التعاون مع وسائل الإعلام المختلفة من خلال تبني برامج توعية خاصة.

٤ – تحفيز استخدام المياه المعالجة في الزراعة ذات المردود الاقتصادي، وليس ري المتنزهات فحسب، على أن يتم الأخذ بعين الاعتبار مايلي:

- التأكد من مطابقة مواصفات المياه المعالجة لمعايير جودة المياه الصالحة لري المزروعات المختلفة.

- اختيار المحصول المناسب الذي تلائمه هذه النوعية من المياه.
- اختيار الأسلوب الأمثل للري، وبصفة خاصة الري بتقنيتي التنقيط والرش، بما يقلل من كمية المياه المستخدمة، وبما يزيد من قيمتها الاقتصادية.
- متابعة ملوحة التربة، وإجراء اختبارات دورية للتأكد من أن المنتجات الزراعية المعتمدة على هذه المياه تخلو من أية ملوثات، وأنها آمنة صحياً.

٥ – تشجيع تبادل الخبرات مع الجهات ذات الصلة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، وبقية الدول والهيئات الدولية، وبخاصة تلك التي تمتلك تجارب متطورة ورائدة في مجال معالجة المياه العادمة واستثمارها بأسلوب اقتصادي في شتى الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية.

المراجع

أولاً – المراجع العربية:

- أحمد حاجي عبدالملك، (٢٠٠٥م)، "المياه والقطاع الزراعي"، وزارة الشؤون البلدية والزراعة، الدوحة، تقرير غير منشور.
- أحمد علي الشرياني، (٢٠٠١م)، "استخدام مياه الصرف الصحي في الري وتأثيره على التربة والنبات"، في مؤتمر الخليج الخامس للمياه، جمعية علوم وتقنية المياه، الدوحة، ص ص ٣٩٣– ٤٢١.
- أحمد علي الشرياني، إسماعيل محمد المدني، هيام عبدالله آل خليفة، (١٩٩٣م)، "الاتجاهات الاجتماعية نحو إعادة استخدام مياه المجاري المعالجة في البحرين"، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد (٧١)، ص ص ٥١–٧٠.
- أحمد مدحت إسلام، (١٩٩٩م)، "الماء سائل الحياة"، دار الفكر العربي، القاهرة.
- أشرف ممتاز، (٢٠٠٥م)، "أشغال توقع عقد توسعة محطة السيلية لمعالجة المياه"، صحيفة الراية، قطر، العدد (٨٦٢١)، ص ١٦.
- المجلس الأعلى للبيئة والمحميات الطبيعية، (٢٠٠٥م)، "اللائحة التنفيذية لقانون حماية البيئة"، المجلس الأعلى للبيئة والمحميات الطبيعية، الدوحة.
- المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، (٢٠٠٤م)، "التقرير الإحصائي ٢٠٠٣"، المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، الدوحة.
- المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، (٢٠٠٦م)، "التقرير الإحصائي ٢٠٠٥"، المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، الدوحة.
- أنطوان حداد، (١٩٩٤م)، "تكنولوجيا المياه في العالم العربي: ملاحظات حول الجدوى والكلفة"، في نجيب عيسى" مشكلة المياه في الشرق

الأوسط"، الجزء الثاني، مركز الدراسات الإستراتيجية والبحوث والتوثيق، بيروت، ص ص ٨٣–٩٤.

- جابر علي المهندي، (٢٠٠٥م)، "الصرف الصحي"، هيئة الأشغال العامة، الدوحة، تقرير غير منشور.
- جمال لطفي، (٢٠٠٦م)، "مياه الصرف الصحي تحاصر منطقة أبونخلة من جديد"، صحيفة الشرق، الدوحة، العدد (٦٦١٨).
- سامر مخيمر، وخالد حجازي، (١٩٩٦م)، "أزمة المياه في المنطقة العربية"، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.
- ك. س. شبيجلر، (١٩٨٧م)، "تنقية المياه الملحة"، ترجمة مصطفى محمد السيد، مركز النشر العلمي– جامعة الملك عبدالعزيز، جدة.
- صحيفة الراية، (٢٠٠٦م)، "الروائح والبعوض تهاجم سكان الخور"، صحيفة الراية، الدوحة، العدد (٨٧٣٧)، ص ١٤.
- صحيفة الوسط، (٢٠٠٥م)، "وزير الأشغال والإسكان يدشن مشروع محطات مياه الصرف للمزارع"، صحيفة الوسط، البحرين، العدد (١٠١٠).
- صحيفة الوطن، (٩ مارس ٢٠٠٥م)، "الأمير رعى افتتاح أكبر محطة تناضح عكسي لتنقية المياه في العالم"، صحيفة الوطن، دولة الكويت. http://www.alwatan.com.kw/default.aspx?pageid=35&mgdid=328163
- عبدالجليل مرهون، (١٩٩٤م)، "البعد التنموي لأزمة المياه: نموذج الخليج"، في نجيب عيسى "مشكلة المياه في الشرق الأوسط"، الجزء الثاني، مركز الدراسات الإستراتيجية والبحوث والتوثيق، بيروت، ص ص ٣٧–٤٥.
- عبدالحميد أحمد عبدالغفار، (٢٠٠٣م)، "تكاليف تدهور المورد المائي في مملكة البحرين: منظور اقتصادي لاستدامة التنمية"، مركز البحرين للدراسات والبحوث، المنامة.

- الشيخ عبدالرحمن عبدالخالق، "أسئلة بخصوص مياه الصرف الصحي المعالجة"، http://www.salafi.net/fatawa/tahara.htm.
- عبدالله الجمعان، (٢٠٠٦م)، "السحب غير الآمن يدق ناقوس الخطر على باب المصدر الرئيسي للمياه في الأحساء"، صحيفة الشرق الأوسط، العدد (١٠١٠٥).
- عبدالله صغير، (٢٠٠٤م)، "معالجة مياه الصرف الصحي"، http:// www.tkne.net/vb/showthread.php?t=1710.
- عبدالله مهران، (٢٠٠٥م)، "خطط إستراتيجية طموحة لتطوير قطاع المياه"، صحيفة الشرق، العدد (٦٣٦٦).
- عمر طوقان، (٢٠٠٣م)، "تقرير حول وضع إطار عام لإستراتيجية المياه في دولة قطر"، وزارة الشؤون البلدية والزراعة، الدوحة.
- فاطمة مبارك، (١٩٨٢م)، "العلاقات الاقتصادية بين دول الساحل الغربي للخليج العربي"، مطبعة دار نشر الثقافة، القاهرة.
- كلثم الغانم، محمد الكواري، خضر زكريا، نورة الكواري، شريف صبري، (٢٠٠٦م)، "محددات التركيبة السكانية وتأثيراتها"، مجلس التخطيط، الدوحة.
- مأمون عياش، (٢٠٠٥م)، "أشغال توقع عقد توسعة محطة السيلية"، صحيفة الشرق، الدوحة، العدد (٦٣٩٠).
- مجلس التخطيط، (٢٠٠٤م)، "التعداد العام للسكان والمساكن"، مجلس التخطيط، الدوحة.
- مجلس التخطيط، (٢٠٠٥م)، "المجموعة الإحصائية السنوية"، مجلس التخطيط، الدوحة.
- مجلس التخطيط، (٢٠٠٦م)، "الناتج المحلي الإجمالي لدولة قطر لعام ٢٠٠٥"، مجلس التخطيط، الدوحة.

- مجلة البلدية والزراعة، (٢٠٠٣م)، "أساليب الري الحديث وأثرها على الزراعة في دولة قطر"، وزارة الشؤون البلدية والزراعة، الدوحة.
- مجلة البلدية والزراعة، (٢٠٠٦م)، "دراسة لاستمطار السحب في قطر بالتعاون مع جهات أجنبية"، وزارة الشؤون البلدية والزراعة، الدوحة.
- محمد السيد أرناؤوط، (١٩٩٩م)، "الإنسان وتلوث البيئة"، الدار المصرية اللبنانية، القاهرة.
- محمد الكبيسي، حسن المهندي، علي الشيب، حسن الخياط، (٢٠٠٦م)، "النمو الحضري والهجرة في دولة قطر"، مجلس التخطيط، الدوحة.
- محمد عباس ناجي، (٢٠٠٦م)، "كيف تستطيع دول مجلس التعاون مواجهة حرب المياه القادمة"، مجلة آراء حول الخليج، دبي، العدد (٢٢)، ص ص ٣٤-٣٦.
- محمد عبدالحميد داود، (٢٠٠٦م)، "كيف تستطيع دول مجلس التعاون مواجهة حرب المياه القادمة"، مجلة آراء حول الخليج، دبي، العدد (٢٢)، ص ص ٤٤-٤٧.
- محمد عبدالكريم الصوفي، (١٩٩٢م)، "تنمية مصادر الماء الصالح للاستخدام"، في مؤتمر الخليج الأول للمياه، الجزء الأول، دبي.
- نصر الحايك، (١٩٩٠م)، "طرق معالجة مياه الصرف"، دار الحصاد للنشر والتوزيع، دمشق.
- نعمان شحادة، (١٩٩٧م)، "الأساليب الكمية في الجغرافيا"، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان.
- هيئة الأشغال العامة، (٢٠٠٦م)، "الصرف الصحي"، هيئة الأشغال العامة، الدوحة، تقرير غير منشور.
- وزارة الشؤون البلدية والزراعة، (١٩٩٤م)، "الصرف الصحي"، وزارة الشؤون البلدية والزراعة، الدوحة.

- وليد عبدالله المنيس، (٢٠٠٦م)، "الأمن المائي في دول الخليج العربية"، مجلة آراء حول الخليج، دبي، العدد (٢٢)، ص ص ٤١-٤٣.

ثانياً - المراجع الأجنبية:

- BBC. (2007), "Queensland to Drink Waste Water", http://news.-bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/6308715. stm.
- Christopher Forster. (2003), ‘‘Wastewater Treatment and Technology’’, Thomas Telford, London.
- Daniel B. Botkin and Edward A. Keller. (2000), "Environmental Science", Jown Wiley & Sons, New York.
- Eldon D. Enger and Bradly F. Smith. (2002), "Environmental Science", McGraw-Hill Company, Boston.
- ESCWA. (2001), (Economic and Social Commission for Western Asia) "Development of Freshwater Resources in the Rural Areas of the ESCWA Region Using Non-Conventional Techniques’’, United Nations, New York, USA.
- ESCWA. (2001), (Economic and Social Commission for Western Asia)"Water Desalination Technologies in the ESCWA Member Countries", United Nations, New York, USA.
- Hassan al-Mohannadi. (2004), "Water Resources in the State of Qatar: Toward Holistic Management", Qatar University, Doha.
- H. W. Hoffman. (1998), ‘‘Texas Water Reuse’’, Texas Water Development Board, Texas.
- http://www.sfwmd.gov/org/wsd/wsconservation/waterreuse.html.
- James Grubel. (2006), ‘‘Billions face water shortages’’, Scientific American.com.
- Jane Bardon. (2006), " As Australia dries, farmers left looking at recycled supply’’, http://www.abc.net.au/rural/nsw/content/2006/s1668499.htm.
- Lorenzo Liberti and Antonio Lopez. (1991), ‘‘Strategy for Agriculture Wastewater Reuse in S. Italy’’, In ‘‘Desalination and Water Re-use’’, Vol.3, Institution of Chemical Engineers, Rugby, UK.
- Mamta Tomar. (1999), ‘‘Quality Assessment of Water and Wastewater’’, Lewis Publishers, London.

- Richard Helmer and Invanido Hespanhol. (1997), ‘‘Water Pollution Control: A Guide to the Use of Water Quality Management Principals’’, E and FN Spon: London.
- Sarah Volkman. (2003), "Sustainable Wastewater Treatment and Reuse in Urban Areas of the Developing World", Michigan Technological University, Michigan.
- South Florida Water Management District. (1991), ‘‘Water Conservation’’, http://www.sfwmd.gov/org/wsd/wsconservation/waterreuse.html.
- Terence J. McGhee. (1991), ‘‘Water Supply and Sewerage’’, McGraw-Hill, Inc., New York.
- The United Nations. (2006), ‘‘Water a Shared Responsibility’’, The United Nations World Water Development, Report 2, United Nations, New York.
- T. H. Y. Tebbutt. (1998), ‘‘Principles of Water Quality Control’’, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- WHO (World Health Organization). (1989), ‘‘Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture’’, World Health Organization, Geneva.
- William P. Cunningham and Mary Ann Cunningham. (2002), "Principles of Environmental Science", McGraw-Hill Companies, Boston.

ملحق رقم (١)

بسم الله الرحمن الرحيم

أخي الفاضل / أختي الفاضلة

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته، وبعد،،،

هذه الاستبانة تخص بحثاً علمياً أقوم بإعداده بعنوان " استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في القطاع الزراعي بدولة قطر". أرجو منحي بضع دقائق من وقتك للإجابة عنها، وهي تتضمن أسئلة تدور حول رأيكم في إمكانية استخدام المياه المعالجة لري النباتات.

علماً بأن نتائج تحليل هذه الاستبانة سوف تستثمر من أجل البحث العلمي فقط.

وتفضلوا بقبول فائق التحية والاحترام،،،

د. حسن إبراهيم المهندي

أستاذ الموارد المائية المساعد – جامعة قطر

معلومات شخصية لغاية إحصائية فقط لا غير

لو سمحت املأ الفراغات التالية:

١ – النوع ☐ ذكر ☐ أنثى

٢ – التعليم ☐ غير متعلم ☐ ثانوي ☐ فوق الثانوي

٣ – العمر ☐ أقل من ٢٥ سنة ☐ ٢٥–٤٥ ☐ ٤٦–٥٩

☐ ٦٠ سنة فما فوق

منطقة المزرعة: .....

.....

.....

.....

الاستبانة

١ – **ما مصدر المياه الذي تعتمد عليه مزرعتك:**

☐ مياه جوفية ☐ مياه تحلية

☐ مياه صرف صحي معالجة ☐ لا أدري

٢ – **هل تواجهك صعوبات في الحصول على المياه الكافية:**

☐ نعم ☐ لا ☐ لا أدري

٣ – **هل لديك معلومات عن تقنية معالجة مياه الصرف الصحي في دولة قطر:**

☐ معلومات كافية ☐ معلومات متوسطة

☐ معلومات قليلة ☐ لا تتوافر لدي معلومات

٤ – **هل تؤيد استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ري النباتات:**

(إذا كانت الإجابة نعم انتقل إلى السؤال الخامس أما إذا كان لا فانتقل إلى السؤال السادس):

☐ نعم ☐ لا ☐ لا أدري

٥ – **في اعتقادك ما أنواع النباتات التي يمكن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ريها:**

(يمكنك الإشارة إلى أكثر من نوع)

☐ جميع أنواع النباتات ☐ التي تؤكل مباشرة

☐ التي لا تؤكل مباشرة ☐ الأعلاف

☐ مصدات الرياح ☐ نباتات الزينة

٦ – **ما أسباب رفضك لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة:**

(يمكنك الإشارة إلى أكثر من سبب)

☐ أسباب صحية ☐ أسباب نفسية

☐ أسباب بيئية ☐ أسباب دينية

☐ أسباب اجتماعية ☐ أسباب جمالية

٧ – لو سمحت اذكر أي تعليق تود طرحه فيما يتعلق باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة:

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

مع الشكر الجزيل لحسن تعاونكم

ملحق رقم (٢)

جدول رقم (٢-١)

معايير تصريف المخلفات السائلة إلى المجاري العامة لمعالجتها

الوحدة Unit	الحد الأقصى المسموح به Limit	الرمز Symbol	المعيار Parameter
	10 - 5	pH	الأس الهيدروجيني pH
	Non-resistance		اللون Color
mg\L	1000	BOD_5	الأكسجين الحيوي المطلوب (لمدة ٥ أيام) BOD5
mg\L	3000	COD	الأكسجين الكيميائي المطلوب COD
mg\L	60	C	درجة الحرارة Temperature
mg\L	2000		مواد غير قابلة للذوبان Insolubles
mg\L	4000	TDS	المواد الذائبة الكلية Total Dissolved Solids
Mg\L	15		الزيوت والشحوم Oil and Grease
mg\L	10	S^{-2}	كبريتيد (على شكل أيونات) Supplied (as ions)
mg\L	1000	SO_4^{-2}	كبريتات (على شكل أيونات) Supplied (as ions)
mg\L	150		المركبات الفينولية Phenol
mg\L	1	CN	السيانيد Cyanide
mg\L	100		منظفات (القابلة للتحلل الشديد) Detergents (capable of vigorous decomposition)
mg\L	0.5	TCH	الهيدروكربونات المكلورة الكلية Total Chlorinated Hydrocarbons
mg\L	1000	TOC	الكربون العضوي الكلي Total Organic Carbon
mg\L	3000		مواد قلوية كاوية (كربونات الكالسيوم Caustic Alkali (calcium carbonates)
mg\L	10		المعادن السامة الكلية Total toxic metals
mg\L	30	AI	الألمنيوم Aluminum
mg\L	5	As	الزرنيخ Arsenic
mg\L	10	Ba	الباريوم Barium
mg\L	5	Be	البريليوم Beryllium
mg\L	2	Cd	الكادميوم Cadmium
mg\L	5		الكروميوم الكلي Total Chromium
mg\L	5	Cu	النحاس Copper
mg\L	25	Fe	الحديد Iron
mg\L	5	Pb	الرصاص Lead
mg\L	0.1	Hg	الزئبق Mercury
mg\L	5	Ni	النيكل Nickel
mg\L	5	Ag	الفضة Silver
mg\L	10	Zn	الزنك Zinc

المجلس الأعلى للبيئة والمحميات الطبيعية، "اللائحة التنفيذية لقانون حماية البيئة"، ص ١٥٧.

جدول رقم (٢-٢)
معايير مياه الصرف الصحي المعالجة

المعيار Parameter	الرمز Symbol	الحد الأقصى المسموح به Limit
الأجسام الصلبة العالقة الكلية Total Suspended Solids	TSS	10 mg\L
الأكسجين الحيوي المطلوب Biochemical Oxygen Demand(BOD)5	BOD	10 mg\L
الأكسجين الكيمائي المطلوب Chemical Oxygen Demand	COD	150 mg\L
الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen	DO	2 mg\L minimum
عدد القولونات الكلي Total Coliform (MPN)	MPN	23
الكلور الحر المتبقي Free Residual Chlorine	CI_2	0.1 mg\L

المجلس الأعلى للبيئة والمحميات الطبيعية، "اللائحة التنفيذية لقانون حماية البيئة"، ص ١٥٨.

جدول رقم (٢-٣)
معايير مياه الصرف العادمة المعالجة من المرافق الصناعية البرية المستخدمة لأغراض الري

المعيار Parameter	الرمز Symbol	الحد الأقصى المسموح به لغرض ري المزروعات Limit	الحد الأقصى المسموح به لغرض ري المساحات الخضراء Limit	الوحدة Unit
١- الاختبارات الفيزيائية Physical Tests				
مجموع المواد الذائبة Total Dissolved Solids	TDS	2000	2000	mg\L
مجموع المواد العالقة Total Suspended Solids	TSS	50	50	mg\L
الأس الهيدروجيني pH	pH	6 - 9	6 - 9	
الجسيمات الطافية Floating Particles		Nil	Nil	
٢- المواد غير العضوية Inorganic Matters				
الأمونيوم Ammonia asN	$NH4^+$	15	15	mg\L
الكلور المتبقي Chlorine Residual	CI2	0.1	0.1	mg\L
السيانيد Cyanide (Total)	CN	Nil	0.2	mg\L
الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen	DO	2	2	mg\L
الفلوريد Fluoride	F	15	15	mg\L
الفوسفات على شكل فسفور Phosphate as P	PO_4^{-3}	30	30	mg\L

تابع/ جدول رقم (٢-٣)
معايير مياه الصرف العادمة المعالجة من المرافق الصناعية البرية المستخدمة لأغراض الري

الوحدة Unit	الحد الأقصى المسموح به لغرض ري المساحات الخضراء Limit	الحد الأقصى المسموح به لغرض ري المزروعات Limit	الرمز Symbol	المعيار Parameter
mg\L	400	400	SO_4^{-2}	الكبريتات Sulphate
mg\L	0.1	0.1	S^{-2}	الكبريتيد Sulfide
mg\L	50	10	BOD_5	الأكسجين الحيوي المطلوب Biochemical Oxygen Demand
mg\L	35	35		النيتروجين العضوي على شكل نيتروجين Total Kjeldahl Nitrogen as N
mg\L	150	150	COD	الأكسجين الكيميائي المطلوب Chemical Oxygen Demand
				٣- العناصر النادرة Trace Matters
mg\L	15	15	Al	الألمنيوم Aluminum
mg\L	0.1	0.1	As	الزرنيخ Arsenic
mg\L	2	2	Ba	الباريوم Barium
mg\L	1.5	1.5	B^-	البورون Boron
mg\L	0.05	0.05	Cd	الكادميوم Cadmium
mg\L	0.2	0.01	Cr	الكروم الكلي Chromium, total
mg\L	0.2	0.2	Co	الكوبلت Cobalt
mg\L	0.5	0.2	Cu	النحاس Copper
mg\L	1	1	Fe	الحديد Iron
mg\L	0.1	0.1	Pb	الرصاص Lead
mg\L	0.05	0.05	Mn	المنجنيز Manganese
mg\L	0.001	0.001	Hg	الزئبق Mercury
mg\L	0.5	0.2	Ni	النيكل Nickel
mg\L	0.5	0.5	Zn	الزنك Zinc
mg\L	10	10	SAR	معدل امتصاص الصوديوم Sodium Absorption rate
				٤- المواد العضوية Organic Matters
mg\L	10	10		زيوت وشحوم Oil & Grease
mg\L	0.5	0.5		المركبات الفينولية (مقدرة كفينول) Phenols
mg\L	75	75	TOC	الكربون العضوي الكلي Total Organic Carbon

تابع/ جدول رقم (٢-٣)
معايير مياه الصرف العادمة المعالجة من المرافق الصناعية البرية المستخدمة لأغراض الري

الوحدة Unit	الحد الأقصى المسموح به لغرض ري المساحات الخضراء Limit	الحد الأقصى المسموح به لغرض ري المزروعات Limit	الرمز Symbol	المعيار Parameter
		٥ - الاختبارات البيولوجية Biological Tests		
MPN/100ml	23	2.0		عدد القولونات الكلي Total Coli form
	< 1	< 1		عدد بيض الطفيليات Egg Parasites
	Nil	Nil		قياس دودات الطفيليات Worm Parasites
	تدرس كل حالة على حدة			قياس السمية Toxicity Evaluation

المجلس الأعلى للبيئة والمحميات الطبيعية، "اللائحة التنفيذية لقانون حماية البيئة"، ص ١٥٣.

ملحق رقم (٣)

جدول رقم (٣-١)
الاستجابات والمتوسط والانحراف المعياري

م	الأسئلة		عدد الاستجابات	المتوسط	الانحراف المعياري
١	ما مصدر المياه الذي تعتمد عليه مزرعتك؟.	مياه جوفية	٩٠	٢,٤٣٢٤٣	٠,٨٢٣٣
		مياه تحلية	٦	٠,١٦٢١٦	٠,٣٦٨٦
		مياه صرف صحي	٥	٠,١٣٥١٤	٠,٣٤١٩
		لا أدري	١	٠,٠٢٧٠٣	٠,١٦٢٢
٢	هل تواجهك صعوبات في الحصول على المياه الكافية؟.	نعم	١٨	٠,٤٨٦٤٩	٠,٦٨٢٧
		لا	٨٤	٢,٢٧٠٢٧	٠,٧٩٣٥
		لا أدري	٠	٠,٠	٠,٠
٣	هل لديك معلومات عن تقنية معالجة مياه الصرف الصحي في دولة قطر؟.	معلومات كافية	١٢	٠,٣٢٤٣٢	٠,٥٧١٢
		معلومات متوسطة	٢٤	٠,٦٤٨٦٥	٠,٧٠٥٨
		معلومات قليلة	١٧	٠,٤٥٩٤٦	٠,٦٤٠٧
		لا تتوافر معلومات	٤٩	١,٣٢٤٣٢	٠,٧٧٣
٤	هل تؤيد استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ري النباتات؟.	نعم	٣٠	٠,٨١٠٨١	٠,٦٩١٢
		لا	٧٢	١,٩٤٥٩٥	٠,٨٠٣٦
		لا أدري	٠	٠,٠	٠,٠
٥	في اعتقادك ما أنواع النباتات التي يمكن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ريها؟.	جميع أنواع النباتات	٣	٠,٠٨١٠٨	٠,٢٧٣
		التي تؤكل مباشرة	٠	٠,٠	٠,٠
		التي لاتؤكل مباشرة	٣	٠,٠٨١٠٨	٠,٢٧٣
		الأعلاف	٨	٠,٢١٦٢٢	٠,٤١١٧
		مصدات الرياح	٢٦	٠,٧٠٢٧	٠,٦٥٢
		نباتات الزينة	١٨	٠,٤٨٦٤٩	٠,٥٩٨٣
٦	ما أسباب رفضك لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة؟.	أسباب صحية	٧٦	٢,٠٥٤٠٥	٠,٨٣٦٥
		أسباب نفسية	١٥	٠,٤٠٥٤١	٠,٥٩٠٩
		أسباب بيئية	٤٤	١,١٨٩١٩	٠,٨٦٤٩
		أسباب دينية	٢٣	٠,٦٢١٦٢	٠,٥٨٥٩
		أسباب اجتماعية	٨	٠,٢١٦٢٢	٠,٤١١٧
		أسباب جمالية	٣٢	٠,٨٦٤٨٦	٠,٧٤١٢

جدول (٣-٢)
العلاقات المتبدلة بحسب النوع

م		الاستجابة	ذكر	أنثى
١	ما مصدر المياه الذي تعتمد عليه مزرعتك؟.	مياه جوفية	٠,٨٦٦	–
		مياه تحلية	٠,٩٨٢	–
		مياه صرف صحي	-١	–
		لا أدري	١	–
٢	هل تواجهك صعوبات في الحصول على المياه الكافية؟	نعم	٠,٣٢٧	–
		لا	٠,٣٢٧	–
		لا أدري	–	–
٣	هل لديك معلومات عن تقنية معالجة مياه الصرف الصحي في دولة قطر؟.	معلومات كافية	٠,٥٧٧	–
		معلومات متوسطة	٠,٧٥٦	–
		معلومات قليلة	-٠,١٠٥	–
		لا تتوافر معلومات	-٠,٣٦٧	–
٤	هل تؤيد استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ري النباتات؟.	نعم	٠,٦٨٦	–
		لا	-٠,٤٥٩	–
		لا أدري	–	–
٥	في اعتقادك ما أنواع النباتات التي يمكن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ريها؟.	جميع أنواع النباتات	-١	–
		التي تؤكل مباشرة	–	–
		التي لاتؤكل مباشرة	-٠,١٨٩	–
		الأعلاف	-٠,٤٥٤	–
		مصدات الرياح	٠,٨٥٥	–
		نباتات الزينة	٠,٩٦٨	–
٦	ما أسباب رفضك لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة؟.	أسباب صحية	٠,٨٣١	–
		أسباب نفسية	٠,٣٢٧	–
		أسباب بيئية	٠,٩٢٦	–
		أسباب دينية	٠,٩٢٣	–
		أسباب اجتماعية	-٠,٨٦٦	–
		أسباب جمالية	-٠,٧١٧	–

جدول رقم (٣-٣)
العلاقات المتبدلة بحسب التعليم

م	الاستجابة		غير متعلم	ثانوي	فوق الثانوي
١	ما مصدر المياه الذي تعتمد عليه مزرعتك؟.	مياه جوفية	٠,٦١٩	٠,٨٨٢-	٠,٨٣٩
		مياه تحلية	٠,٩٨٢	٠,٣٥٩-	٠,٢٧٧
		مياه صرف صحي	١	١	١-
		لا أدري	١-	١-	١
٢	هل تواجهك صعوبات في الحصول على المياه الكافية؟.	نعم	٠,٦٥٥	٠,٦٢٩	٠,٦٩٣-
		لا	٠,٠٤٧-	٠٩٧٥-	٠,٩٩١
		لا أدري	-	-	-
٣	هل لديك معلومات عن تقنية معالجة مياه الصرف الصحي في دولة قطر؟.	معلومات كافية	٠,٨٣٩	٠,٣٨٨	٠,٤٦٦-
		معلومات متوسطة	٠,٩٤٥	٠,١٥٦	٠,٢٤-
		معلومات قليلة	٠,٢٦٩	٠,٩٠١	٠,٩٣٥-
		لا تتوافر معلومات	٠,٦٨٦-	٠,٥٩٥-	٠,٦٦٢
٤	هل تؤيد استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ري النباتات؟.	نعم	٠,٩٠٧	٠,٢٥٥	٠,٣٣٧-
		لا	٠,٧٥٦-	٠,٥١١-	٠,٥٨٣
		لا أدري	-	-	-
٥	في اعتقادك ما أنواع النباتات التي يمكن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ريها؟.	جميع أنواع النباتات	١	١	١-
		التي تؤكل مباشرة	-	-	-
		التي لاتؤكل مباشرة	٠,١٨٩	٠,٩٣٣	٠,٩٦١-
		الأعلاف	٠,٠٩١-	٠,٩٩٦	١-
		مصدات الرياح	٠,٩٨٦	٠,٠١٢-	٠,٠٧٤-
		نباتات الزينة	٠,٩٩٢	٠,٢٩٩-	٠,٢١٥
٦	ما أسباب رفضك لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة؟.	أسباب صحية	٠,٥٦٥	٠,٩١٢-	٠,٨٧٣
		أسباب نفسية	٠,٦٥٥-	٠,٦٢٩-	٠,٦٩٣
		أسباب بيئية	٠,٧٢١	٠,٨١-	٠,٧٥٦
		أسباب دينية	١	٠,١٦٢-	٠,٠٧٦
		أسباب اجتماعية	٠,٩٩-	٠,٠٣٤	٠,٠٥٢
		أسباب جمالية	٠,٩٢٤-	٠,٢١٢-	٠,٢٩٦

جدول رقم (٣-٤)
العلاقات المتبدلة بحسب العمر

م	الاستجابة		أقل من ٥٢ سنة	٢٥-٤٥ سنة	٤٥-٥٩ سنة	أكثر من ٦٠ سنة
١	ما مصدر المياه الذي تعتمد عليه مزرعتك؟.	مياه جوفية	–	-٠,٧٥٦	٠,٩٠٨	٠,٥٩
		مياه تحلية	–	-٠,١٤٣	٠,٩٩١	-٠,٠٨٢
		مياه صرف صحي	–	١	-١	-١
		لا أدري	–	-١	١	١
٢	هل تواجهك صعوبات في الحصول على المياه الكافية؟.	نعم	–	٠,٧٨٦	٠,٢٤	-٠,٩٠٤
		لا	–	-١	٠,٤١٢	٠,٩٧٥
		لا أدري	–	–	–	–
٣	هل لديك معلومات عن تقنية معالجة مياه الصرف الصحي في دولة قطر؟.	معلومات كافية	–	٠,٥٨٣	٠,٥	-٠,٧٥
		معلومات متوسطة	–	٠,٣٧١	٠,٦٩٣	-٠,٥٦٩
		معلومات قليلة	–	٠,٩٧٥	-٠,١٩٧	-١
		لا تتوافر معلومات	–	-٠,٧٥٩	-٠,٢٨١	٠,٨٨٥
٤	هل تؤيد استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ري النباتات؟.	نعم	–	٠,٤٦٣	٠,٦١٧	-٠,٦٥
		لا	–	-٠,٦٨٩	-٠,٣٧٦	-,٨٣٤
		لا أدري	–	–	–	–
٥	في اعتقادك ما أنواع النباتات التي يمكن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ريها؟.	جميع أنواع النباتات	–	١	-١	-١
		التي تؤكل مباشرة	–	–	–	–
		التي لاتؤكل مباشرة	–	٠,٩٩	-٠,٢٧٧	-٠,٩٩٧
		الأعلاف	–	٠,٩٩١	-٠,٥٣٣	-٠,٩٣٥
		مصدات الرياح	–	٠,٢١	٠,٨٠٤	-٠,٤٢٤
		نباتات الزينة	–	-٠,٠٧٩	٠,٩٤١	-٠,١٤٦
٦	ما أسباب رفضك لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة؟.	أسباب صحية	–	-٠,٧٩٨	٠,٨٧٨	٠,٦٤٣
		أسباب نفسية	–	-٠,٧٨٦	-٠,٢٤	٠,٩٠٤
		أسباب بيئية	–	-٠,٦٥٩	٠,٩٥٧	٠,٤٧٤
		أسباب دينية	–	٠,٠٦٢	٠,٨٨٤	-٠,٢٨٣
		أسباب اجتماعية	–	-٠,١٨٩	-٠,٨١٧	٠,٤٠٤
		أسباب جمالية	–	-٠,٤٢٤	-٠,٦٥١	٠,٦١٦