



قضايا المياه

بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية



بحوث

ندوة قضايا المياه

بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

تحت رعاية

سمو الشيخ ناصر محمد الأحمد الصباح

رئيس مجلس الوزراء

اللقاء العلمي الثاني للجمعية الجغرافية

بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

خلال الفترة من 8 - 9 ربيع الأول 1428 هـ - الموافق 27 - 28 مارس 2007

الجمعية الجغرافية

بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

الكويت - مارس 2007





بحوث



ندوة قضايا المياه

بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

تحت رعاية

سمو الشيخ ناصر المحمد الأحمد الصباح

رئيس مجلس الوزراء

اللقاء العلمي الثاني للجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

خلال الفترة من ٨ - ٩ ربيع الأول ١٤٢٨ هـ

الموافق ٢٧ - ٢٨ مارس ٢٠٠٧ م

الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

الكويت - مارس ٢٠٠٧ م







صاحب السمو الشيخ / صباح الأحمد الجابر الصباح

أمير البلاد حفظه الله

H.H. Shaikh Sabah Al-Ahmed Al-Jaber Al-Sabah

Amir of State of Kuwait



سمو الشيخ / نواف الأحمد الجابر الصباح

ولي العهد حفظه الله

H.H. Shaikh Nawaf Al-Ahmed Al-Jaber Al-Sabah

The Crown Prince



سمو الشيخ / ناصر المحمد الأحمد الصباح -

رئيس مجلس الوزراء حفظه الله

H.H. Shaikh Naser Al-Mohamad Al-Ahmed Al-Sabah
Prime Minister



أ. د. عبدالعزيز بن عبداللطيف آل الشيخ
رئيس مجلس إدارة الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربي



د. عبید سرور العتیبی

أمن سر الجمعية الجغرافية لدول مجلس التعاون
رئیس اللجنة التنظيمية للقاء العلمي الثاني
ورئیس قسم الجغرافیا - جامعة الكويت

فهرس محتويات بحوث اللقاء العلمي

الصفحات

- أ. د. زين الدين عبد المقصود غنيمي:
«الأمن المائي الخليجي وتحديات القرن الواحد والعشرين، رؤية
تحليلية تقويمية» ٤٣
- د. حسن بن إبراهيم المهندي
مياه الصرف الصحي المعالجة في دولة قطر: الواقع والمأمول . ٦٥
- أ. د. محمد الخزامي عزيز، أ. د. فوزية محمد الرويح:
«تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني لخصائص
المياه الجوفية في منطقة الصليبية الزراعية بالكويت» ١٢٤
- د. عبدالرحمن بن عبدالعزيز النشوان:
«أثر التنمية في موارد المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية»
١٦٠
- م. نوره الظفيري:
«ماذا تشرب؟ مياه معدنية أم مياه معبأة؟!» ١٨٣
- أ. د. فوزية محمد الرويح، أ. د. محمد الخزامي عزيز:
«المياه الجوفية في دولة الكويت» ٢٠٠
- د. نورة الكواري:
«السكان والمياه في دولة قطر - استهلاكاً وترشيداً» ٢٢٨

اللجان التحضيرية للقاء العلمي

★ لجان اللقاء العلمي:

اللجنة التنظيمية:

رئيساً	رئيس قسم الجغرافيا	- د. عبید سرور العتيبي
	ورئيس اللجنة التنظيمية	
عضواً	مقرر اللجنة العلمية	- أ. د. حسن سيد أبو العينين
عضواً	عضو اللجنة العلمية	- أ. د. محمد الخزامي عزيز
عضواً	عضو اللجنة العلمية	- د. سلمان يوسف الفيلكاوي
عضواً	مقرر لجنة الميزانية	- د. محمد شافي عبدالله
عضواً	مقرر لجنة الاتصالات والاستقبال	- د. جاسم محمد العلي
	مقرر اللجنة الإعلامية عضواً	- الأستاذ/ زيد عبدالرحمن المنيفي
عضواً	عضو لجنة الاتصالات والاستقبال	- الأستاذة/ فاطمة محمد الغزالي
عضواً	عضو اللجنة الإعلامية	- الأستاذ/ عبدالعزيز علي الخباز

اللجنة العلمية: -

مقررأ	- أ. د. حسن سيد أبو العينين
عضواً	- أ. د. محمد الخزامي عزيز
عضواً	- د. سلمان يوسف الفيلكاوي

لجنة الميزانية: -

مقررأ	- د. محمد شافي عبدالله
عضواً	- د. عبید سرور العتيبي

اللجنة الإعلامية: -

مقررأ	- أ. زيد عبدالرحمن المنيفي
عضواً	- أ. عبدالعزيز علي الخباز
عضواً	- أ. أسيل محمد الجمعة

لجنة الاتصالات والاستقبال: -

- د. جاسم محمد العلي مقررأ
- د. مها سعد الفرج عضوأ
- أ. فاطمة محمد الغزالي عضوأ
- أ. أحلام عبدالكريم المحارب عضوأ
- أ. محمد مصطفى الأعصر عضوأ

أهداف اللقاء العلمي الثاني ومحاورة وأوراقه

أيض

أهداف اللقاء العلمي

تُعد المياه بلا ريب أهم الموارد الطبيعية على سطح هذا الكوكب ، وهي أساس الحياة عليها لضمان استمراريتها وعدم توقفها . وخلق الله سبحانه وتعالى من الماء كل شيء وهو سبحانه الذي أحيا به الأرض بعد موتها . ونزول الماء المبارك من جو السماء أى من السحاب المسخر بين السماء والأرض يؤثر بصورة مباشرة في شكل الغطاءات النباتية الطبيعية المنتشرة على سطح الأرض وفي خصائصها وأنواعها وكثافتها وتوزيعها الجغرافي ، كما يؤثر في نوعية المحاصيل الزراعية التي يقوم الإنسان بزراعتها والتي تختلف أنواعها من موقع إلى آخر . فالمياه هي إذن ركيزة أساسية تعتمد عليها خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبشرية بل وتنظم الحياة على سطح الأرض .

ولا يخفى علينا أن دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية تقع في نطاق مداري حار جاف من شبه الجزيرة العربية ، وهو موقع جغرافي يتسم بالجفاف الشديد وندرة سقوط الأمطار وقلة كميتها السنوية ويتذبذب سقوطها من عام إلى آخر . ومن ثم يحتم هذا الموقع على أرض دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية خلوها من أنهار دائمة الجريان وتعرضها للأزمات المائية . وكذلك انخفاض نصيب الأنشطة الاقتصادية والصناعية من المياه اللازمة لها واتساع أبعاد المناطق القاحلة ومناطق التصحر فيها ، وتوالى انخفاض نصيب الفرد من المياه عاماً بعد آخر (أقل من ٣م٢٠٠٠ سنويا في الوقت الحالي) مما يجعل دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية الغنية مالياً فقيرة مائياً . ومن هنا كان لابد من وضع استراتيجيات مخططة بعناية

لتنمية الموارد المائية وتنميتها ، وتحديد السبل الأساسية لتحقيق الأمن المائي في دول الخليج العربية .

ومن المنطلق السابق ، فإن اللقاء العلمي الثاني للجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون يتناول بالدراسة كافة هذه الأمور للإسهام في وضع الحل الأنسب للأزمة المائية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية .

وقد عنيت بعض محاور هذا اللقاء بدراسة العجز المائي في دول مجلس التعاون وترشيد الاستهلاك المائي ، وتنظيم الإدارة الكاملة الفاعلة والمستدامة للموارد المائية واستخدام التقنيات الحديثة في إدارة المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي وإعذاب مياه البحر والحفاظ على خزانات المياه الجوفية ووضع التشريعات والسياسات المائية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية لتأمين مستقبل المياه في المنطقة وتنميتها ، وإنشاء بنوك المعلومات المائية ودعم مراكز البحث المتخصصة في هذا الشأن ، وتحسين سلوكيات استهلاك الفرد من المياه وسبل استخدام المياه الاستخدام الأمثل . وتُعد فعاليات هذا اللقاء مكملية لجهود اللقاءات والمؤتمرات العلمية الأخرى التي سبق أن عقدت في معظم دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية .

واللقاء دعوة مفتوحة لتناول موضوع الأزمة المائية بالدراسة العلمية الجادة سعياً لإيجاد الحلول المناسبة لها ولتبادل الخبرات في هذا الشأن أملاً بتحقيق سبل الأمن المائي لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية . آمليْن أن يحقق هذا اللقاء العلمي أهدافه والقصد من إقامته وأن يحظى جميع المشاركين في فعالياته بالفائدة المرجوة منه وأن يعرض العلماء المتخصصون لقضايا مهمة في هذا الشأن وأن يقدموا إضافات علمية جادة لها دلالاتها في تحقيق الأمن المائي لصالح دول المنطقة .

ومن بين البحوث المقدمة للمشاركة في فعاليات هذا اللقاء العلمي الثاني

اختارت اللجنة العلمية منها سبعة بحوث باللغة العربية، وتسعة بحوث باللغة الإنجليزية لتعرض للمناقشة والدراسة وأن تجهز للنشر في كتاب علمي لتضمن فعاليات هذا اللقاء. وتناولت البحوث العربية السبعة بالدراسة كافة المحاور العلمية لهذا اللقاء، وكان نصيب المحور الأول عن مصادر المياه ومواردها فيدول مجلس التعاون ثلاثة بحوث، وأسهم بحثان فيم جال المحور الثالث "الموارد المائية وإدارتها في دول مجلس التعاون". وقد عرضت موضوعات هذه البحوث العلمية لدراسة مياه الصرف الصحي المعالجة في دولة قطر، والمياه الجوفية في كل من المملكة العربية السعودية ودولة الكويت. كما اختصت البحوث العربية الأخرى بدراسة تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني للمياه الجوفية في منطقة الصليبية الزراعية بالكويت وخصائص المياه المستخدمة في الشرب.

أما البحوث الإنجليزية التسعة المختارة، فقد اشتملت موضوعاتها كافة محاور هذا اللقاء. وكان نصيب المحور الأول (مصادر المياه ومواردها. . .) ثلاث بحوث، والمحور الثاني (استخدامات المياه. . .) أربعة بحوث، والمحور الثالث (الموارد المائية وإدارتها. . .) بحث واحد، والمحور الرابع (دور المؤسسات في تحقيق الأمن المائي. . .) بحث واحد. وعنيت هذه البحوث باستخدام أساليب البحث العلمي المطورة والتقنيات الحديثة بغية الوصول إلى نتائج علمية جادة تضيف معلومات مهمة في هذا الشأن ولها دلالاتها العلمية.

وتركزت موضوعات هذه البحوث باللغة الإنجليزية على دراسة الموارد المائية في بعض مناطق من أراضي دولة الكويت وأراضي دولة الإمارات العربية المتحدة وعلى أراضي دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية. وأظهرت نتائج هذه البحوث ضرورة الاهتمام بإيجاد الحلول المناسبة للقضاء على مشكلة العجز المائي في دول مجلس التعاون نتيجة لنقص حجم الموارد

المائة المتاحة بالنسبة لتزايد عدد السكان عاماً بعد آخر، ومن ثم تزايد الطلب على المياه في الأغراض الزراعية والصناعية والمنزلية. وأوصت نتائج البحوث بضرورة تحسين سلوكيات الفرد للمياه واستخدام المياه الاستخدام الأمثل لها حفاظاً على هذا المورد الهام الأساسي لاستمرار الحياة.

أ. د. حسن سيد أحمد أبو العينين
مقرر اللجنة العلمية.

محاوور اللقءاء

المحوور الأوول : مصاءر المياء وموارءها في ءول مجلس التعاون :

- مياء الأمطار - مياء الأوءية - المياء الجوفية .
- إعءاب مياء البحر - مياء الصريف الصحي المعالعة - المياء المسوءرة .

المحوور الثاني : اسءءاءام المياء في ءول مجلس التعاون :

- الاسءءاء الزراعي - الاسءءاء الصناعي - الاسءءاء المءني .

المحوور الثالث : الموارء المائية وإءارءها في ءول مجلس التعاون :

- العجز المائي في ءول مجلس التعاون - ءرشيد الإسءءلاك المائي ، وإءارة المءكاملة الفاعلة للموارء المائية .
- أنظمة الري ءقليءية في المنطقة وإءارءها .
- ءءنياء الءءية وءطبيقاتها ومصاءر المياء وموارءها .
- ءشريعاء والسياساء المائية في ءول مجلس التعاون .
- مسءقبل ءنمية المياء وموارءها في المنطقة .

المحوور الرابع : ءور المؤسساء والقءاع الخاص في ءءقيق

الأمن المائي في ءول مجلس التعاون :

- بنوك المءلوماء والءراساء والبعوء ءئي ءءءمها بعض المؤسساء في ءول مجلس التعاون .

- دور بعض الشركات والقطاع الخاص في الاستشارات والتدريب وطرق تعبئة المياه الصحية، وتسويقها، ومد أنابيب المياه وتوزيعها على المناطق السكنية، وإنشاء الصهاريج وخزانات المياه، ومعالجة مياه الصرف الصحي للأغراض الزراعية والصناعية وري الحدائق العامة واستخدام التقنيات الحديثة في البحث عن خزانات المياه الجوفية وفي إعذاب مياه البحر.

أعمال اللقاء وفعالياته

- تقديم أوراق عمل علمية متخصصة في مختلف محاور اللقاء .
- عقد محاضرات عامة وجلسات عمل نقاش يديرها أساتذة متخصصون لمناقشة أوراق العمل العلمية التي يتم اعتمادها ضمن فعاليات اللقاء .
- عقد ورش عمل تحت إشراف أساتذة متخصصين وبعض خبراء الشركات والقطاع الخاص المتميزين في مجال تنمية الموارد المائية والأمن المائي .
- إقامة معرض للمؤسسات الراحية للقاء، يظهر الجهود المبذولة في تحقيق الأمن المائي بدول مجلس التعاون .

كلمات افتتاح

اللقاء العلمي الثاني

للجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون الخليج

أبيض

كلمة معالي وزير التربية ووزير التعليم العالي وراعي الحفل

بسم الله الرحمن الرحيم والحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على
أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه
أجمعين .

الأستاذ الدكتور/ عبدالله سليمان الفهيد مدير جامعة الكويت

الأستاذ الدكتور/ عبد العزيز عبد اللطيف آل الشيخ

رئيس الجمعية الجغرافية الخليجية

الأخ الدكتور / يعقوب يوسف الكندري عميد كلية العلوم الاجتماعية

الأساتذة الأفاضل رؤساء الجمعيات الجغرافية، المصرية والأردنية والتونسية
والمغربية ورؤساء المراكز والمؤسسات العلمية المشاركة في هذا اللقاء العلمي .

الأخوة الأساتذة ممثلوا الشركات الراعية لهذا اللقاء .

الأخ الدكتور/ عبيد سرور العتيبي رئيس قسم الجغرافيا - كلية العلوم الاجتماعية
أمين سر الجمعية ورئيس اللجنة التنظيمية لهذا اللقاء العلمي .

الأخوة والأخوات الحضور، والضيوف الأعزاء . . .

السلام عليكم ورحمته وبركاته . . . وبعد،

باسم وزارة التربية ووزارة التعليم العالي وجامعة الكويت يطيب لي أن
أرحب بكم جميعاً أجمل ترحيب في بلدكم الثاني دولة الكويت، مقدراً لكم
جهدكم المشكور بمشاركتمكم الفاعلة في أعمال اللقاء العلمي الثاني للجمعية
الجغرافية الخليجية الذي يختص بدراسة إحدى القضايا الحيوية الاستراتيجية

ذات الأهمية البارزة في كافة دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، ألا وهي قضية المياه والموارد المائية.

وإيماناً بدور الجغرافيا في التحليل العلمي الدقيق بكافة مصادر المياه ومواردها المختلفة في دول مجلس التعاون والتي تقع جميعها في مناطق مدارية حارة جافة، وإظهاراً لحجم مشكلة العجز المائي في دول مجلس التعاون وكيفية معالجة هذا العجز بالتخطيط العلمي المنظم كان الهدف من إقامة هذا اللقاء العلمي الثاني تحت إشراف الجمعية الجغرافية الخليجية، وفي رحاب قسم الجغرافيا - كلية العلوم الاجتماعية - جامعة الكويت خلال الفترة من ٢٧ - ٢٨ مارس لسنة ٢٠٠٧ م.

ومن ثم فإن من بين المحاور العلمية في هذا اللقاء العلمي عرض لاستخدامات المياه في الأغراض الزراعية والصناعية وفي أعمال البناء والتشييد وفي الأغراض المنزلية، ودراسة كيفية ترشيد الاستهلاك المائي فيها.

كما تهتم محاور الندوة بدراسة إدارة الموارد المائية والتخطيط الأمثل لترشيد الاستهلاك المائي والإدارة الفاعلة للموارد المائية في دول مجلس التعاون وكيفية تطوير أنظمة الري التقليدية واستخدام التقنيات الحديثة في دراسة المياه وتحديد خواصها الطبيعية والكيميائية ومدى صلاحيتها للاستخدام الأدمي وعرض للتشريعات والسياسات المائية ومستقبل تنمية المياه في دول مجلس التعاون.

ومن الطبيعي أن للمشروعات التنموية لموارد المياه منافع إيجابية ومثالب سلبية وقد تؤثر الأخيرة على تدهور النظم الأيكولوجية وخاصة عند التحكم البشري في أشكال التصريف النهري ونظمه وفي إقامة السدود والخزانات المائية على الأودية والأنهار وفي الاستغلال المفرط للخزانات المائية الجوفية ذات المياه غير المتجددة. ومن إدارة الموارد المائية إدارة واعية يمكن أن

نحد من بعض الأخطار التي قد تصيب البيئة وأن نعمل على صيانة الموارد المائية دون استنزافها من أجل حماية مصالح الأجيال القادمة .

ويسعدني أن أتوجه بالشكر والعرفان لكل من أسهم في فعاليات هذا اللقاء العلمي الثاني للجمعية الجغرافية الخليجية المنعقد في مدينة الكويت سواء أكان ذلك بالبحوث العلمية أو بالحضور والمشاركة في المناقشات العلمية أو بالمساعدات المالية واللوجستية، وتحياتي لكل أعضاء هيئة التدريس بقسم الجغرافيا الذين شاركوا في إعداد هذا اللقاء العلمي الثاني وإقامته وفي أعمال لجانه المختلفة وإخراج هذا اللقاء بصورة متميزة، أتمني للحضور جميعاً أسعد الأوقات وطيب الإقامة في دولة الكويت بلدهم الثاني، وأرجو للقاء العلمي الثاني للجمعية الجغرافية الخليجية كل النجاح والتوفيق والتقدم وتحقيق القصد منه .

. . وعلى الله قصد السبيل .

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته، ، ،

وزير التربية ووزير التعليم العالي

كلمة أ. د. عبدالعزيز بن عبداللطيف آل الشيخ

رئيس مجلس إدارة الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

بمناسبة عقد اللقاء العلمي الثاني

للجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

وانعقاد الجمعية العمومية الثالثة للجمعية

برعاية سمو رئيس مجلس الوزراء

الشيخ ناصر المحمد الأحمد الصباح

«قضايا المياه في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية»

٨-٩/٣/١٤٢٨ هـ (٢٧-٢٨/٣/٢٠٠٧ م)

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين
نبينا محمد وعلى آله وصحبه وسلم،

معالي وزير التربية ووزير التعليم العالي بدولة الكويت،

الأستاذ الدكتور / عبدالله سليمان الفهيد - مدير جامعة الكويت.

معالي الدكتور فهد بن عبدالله السماري أمين دارة الملك عبدالعزيز في المملكة العربية

الاستاذ / سعد الظفيري ممثل الأمانة العامة لدول مجلس التعاون الخليجي .

الأخوة الأفاضل ممثلوا الشركات والمؤسسات الراعية لهذا اللقاء .

الضيوف الكرام، الأخوة الزملاء، الأخوة والأخوات أعضاء وعضوات

الجمعية، السلام عليكم ورحمة الله وبركاته وأسعد الله صباحكم جميعا. أيها

الأخوة والأخوات نلتقي اليوم بمناسبة إقامة الجمعية الجغرافية بدول مجلس

التعاون لدول الخليجية العربية لقاءها العلمي الثاني .

« قضايا المياه في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية »

ويعتبر هذا اللقاء العلمي من بواكير عمل هذه الجمعية الفتية التي تأسست في ٢٠ محرم من عام ١٤٢١هـ، وأصبح مقرها داره الملك عبدالعزيز بالرياض بناء على موافقة سامية كريمة من لدن خادم الحرمين الشريفين الملك فهد بن عبدالعزيز رحمه الله بتاريخ ٨ جمادى الآخرة ١٤٢٢هـ وبمساندة من صاحب السمو الملكي الأمير سلمان بن عبدالعزيز، أمير منطقة الرياض ورئيس مجلس إدارة داره الملك عبدالعزيز. وهذا اللقاء العلمي اليوم الذي يرعاه سمو الشيخ ناصر المحمد الأحمد الصباح، رئيس مجلس الوزراء بدولة الكويت حفظه الله والذي قامت على تنظيمه مشكورة جامعة الكويت ممثلة في قسم الجغرافيا بها، يعتبر انجازاً لهذه الجمعية الجغرافية الخليجية ومجهوداً طيباً فيشكر لمن رعى هذا الملتقى ولمن ساهم فيه ودعمه ولمن قام على تنظيمه وإعداده.

معالي الوزير، الأخوة والأخوات الكرام، في السابع من شهر المحرم من عام ١٤٢٣هـ استضافت داره الملك عبدالعزيز اجتماع اللجنة التأسيسية الثاني الذي أقر فيه برنامج عموميتها الأولى. كما استضافت داره الملك عبدالعزيز فعاليات الجمعية العمومية الأولى في مركز المؤتمرات بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية بالرياض بتاريخ ١٤ من شهر محرم ١٤٢٣هـ الموافق ٢٨ من شهر مارس ٢٠٠٢م وعقدت الجمعية في دورتها الأولى خمسة اجتماعات لمجلس الإدارة استضافتها كل من داره الملك عبدالعزيز بالرياض وجامعة قطر بالدوحة وجامعة البحرين وجامعة الإمارات العربية المتحدة بالعين وجامعة السلطان قابوس بمسقط. كما استضافت داره الملك عبدالعزيز بالرياض جمعيتها العمومية الثانية المواكبة للقاء العلمي الأول عن قضايا

السكان في دول مجلس التعاون في الثامن من شهر محرم ١٤٢٦هـ الموافق ١٧ مايو ٢٠٠٥م، و عقدت أربعة اجتماعات لمجالس إدارتها في دورتها الثانية استضافتها مشكورة كل من دارة الملك عبدالعزيز بالرياض وجامعة الكويت وجامعة الدوحة وجامعة الإمارات العربية المتحدة بالعين. وها نحن في دولة الكويت الشقيقة التي رعت حكومتها ممثلة في شخص سمو رئيس مجلس الوزراء، الشيخ ناصر المحمد الأحمد الصباح، وفي شخصكم يا معالي الوزير مع جامعة الكويت ترعون هذا الملتقى العلمي الهام عن المياه في دول المجلس وسيواكب فعالياته عقد مجلس إدارة الجمعية الخامس في دورتها الثانية وعقد عموميتها الأولى في دورتها الثالثة، فنحمد الله عز وجل على ما وفقنا إليه.

وتهدف الجمعية إلى تنمية الفكر العلمي في مجال تخصصها وتعمل على تطويره وتنشيطه، وتسعى إلى إتاحة الفرصة للعاملين في مجالات اهتمامات الجمعية للإسهام في حركة التقدم العلمي وإبراز ما يسهم به جغرافيو دول مجلس التعاون في الجغرافيا في مختلف تخصصاتهم، تحقيقاً للتعاون بين أهل الاختصاص وتقوية لإواصر التعاون والترابط بين دول المجلس وتوثيقاً لعرى المحبة والمودة وصلات القربى بين رعاياه. وهذه الجمعية الناشئة ينتظرها العديد من المشاريع العلمية ذات الارتباط بأهدافها المحددة في نظامها الأساسي. ومن ذلك: كتاب جغرافية دول مجلس التعاون والمجلة الجغرافية الخليجية وموسوعة الأماكن بدول الخليج العربية ودليل لأقسام الجغرافيا بجامعة دول مجلس التعاون ومشروعات بحثية عديدة أخرى.

وبمناسبة انعقاد اللقاء العلمي الثاني للجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية يتقدم رئيس مجلس الإدارة وأعضاء مجلس إدارتها وأعضاءها وعضواتها بالشكر الوافر لسمو الشيخ ناصر المحمد الأحمد الصباح راعي هذا الملتقى على دعمه وتأييده لهذه المناسبة العلمية التي أخذت

الجمعية على عاتقها عقدها مختارة قضية من أهم القضايا التي تواجه الوطن العربي عامة ودول مجلس التعاون خاصة ألا وهي قضية الماء الذي جعل المولى عز وجل منه كل شيء حي .

معالي الوزير، الأخوة والأخوات الكرام، لاشك أن موضوع اللقاء العلمي الثاني للجمعية عن المياه من الموضوعات التي هي على درجة كبيرة من الأهمية محليا وإقليميا ودوليا، وتأتي في المقام الأول مصادر المياه المتنوعة من مياه أودية تجري بعد سقوط الأمطار ومياه جوفية وإعذاب لمياه البحر ومياه صرف صحي معالجة ومياه معبأة، ويرتبط بالمصادر المائية قضية على جانب كبير من الأهمية ألا وهي استخدامات المياه في دول مجلس التعاون للأغراض الزراعية والصناعية والمدنية، كما يرتبط بذلك مسألة إدارة الموارد المائية بأنواعها ومعالجة المشكلات المرتبطة بالاستهلاك ووضع الخطط العملية المرتبطة بالترشيد والتقنيات الحديثة ووضع التشريعات والسياسات المائية في دول المجلس والتنسيق العام بين المسؤولين المنوط بهم شأن هذا العنصر والمورد الحيوي، ولا يقل أهمية عما ذكر مسألة التخطيط ومستقبل القضايا المائية وتنميتها في المنطقة .

وفي الختام وبالأسالة عن نفسي وبالنيابة عن زملائي أعضاء مجلس الإدارة والأخوة أعضاء وعضوات الجمعية، أتقدم بالشكر لسمو الشيخ ناصر المحمد الأحمد الصباح، رئيس مجلس الوزراء، ولكم يا معالي الوزير على مشاركتكم افتتاح هذا اللقاء العلمي نيابة عن سموه، كما أخص بالشكر معالي أمين دارة الملك عبدالعزيز، المساند لهذه الجمعية منذ بداية تأسيسها، وأشكر كل من ساهم وأشرف على الإعداد لهذا اللقاء العلمي وأخص بالذكر الدكتور عبيد سرور العتيبي أمين سر الجمعية رئيس اللجنة التنظيمية، والدكتور محمد شافي عبدالله، عضو مجلس الإدارة، والزملاء رؤساء وأعضاء اللجان المختلفة والعاملين بالقسم وبنائي الطلبة، وسكرتير الجمعية

الأستاذ وليد بن عبدالله الربيق، والزملاء رؤساء الجلسات العلمية والمقررين والباحثين ولمن تجشم عناء السفر والحضور إلى الكويت للمشاركة في هذا اللقاء وفعالياته، والشكر لكم أيها الأخوة والأخوات أعضاء هذه الجمعية الناشئة الذين بادرتم إلى الانضمام إلى عضويتها وستواصلون ذلك بحول الله، أسأل الله العليّ القدير أن يوفق الجميع لما يحبه ويرضاه، وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين وصلى الله وسلم على نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

كلمة أمين سر الجمعية الجغرافية لدول مجلس التعاون

رئيس اللجنة التنظيمية للقاء العلمي الثاني

ورئيس قسم الجغرافيا - جامعة الكويت

د. عبيد سرور العتيبي

بسم الله الرحمن والسلاة والسلام على أشرف المرسلين وصحبه الطيبين

الطاهرين .

معالي وزير التربية ووزير التعليم العالي - ممثل سمو رئيس مجلس الوزراء

الشيخ ناصر المحمد الأحمد الصباح حفظه الله راعي هذا اللقاء .

الأستاذ الدكتور / عبدالله سليمان الفهيد - مدير جامعة الكويت .

معالي الدكتور / فهد بن عبدالله السماري أمين دارة الملك عبدالعزيز في المملكة

العربية السعودية

الاستاذ / سعد الظفيري ممثل الأمانة العامة لدول مجلس التعاون الخليجي .

الأساتذة الأفاضل ضيوف الكويت وضيوف هذا اللقاء العلمي الثاني للجمعية

الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية .

الأخوة الأفاضل ممثلوا الشركات والمؤسسات الراعية لهذا اللقاء .

زملائي وزميلاتي أعضاء هيئة التدريس ، ابنائي الطلبة . . الحضور الكريم . .

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته . . .

نلتقي معاً اليوم لبحث قضية من أهم قضايانا الاستراتيجية والحيوية ألا وهي

قضية المياه والموارد المائية في دول مجلس التعاون . إن اختيار مجلس إدارة

الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية لهذه القضية جاء

من باب المسؤولية الأكاديمية العلمية تجاه دول المجلس ، حيث أن المياه تعتبر

أساس حياة الإنسان على هذه الأرض وأنه من دعائم تحقيق التنمية الاجتماعية

والاقتصادية والأمن الاجتماعي والاستراتيجي ذلك لأن المياه تجمع بين كونها للاستهلاك النهائي للإنسان، وكونها سلع وسيطة لإنتاج سلع أخرى .

إن معضلة ندرة المياه في منطقة الخليج ليست وليدة اليوم، ففي الماضي كانت تشكل هاجسا مخيفا لسكان المنطقة خاصة في ظل تزايد الطلب على المياه الناتج عن النمو السكاني المتزايد عاما بعد آخر . كما أن ندرة المياه كانت سببا في إعاقة حركة التنمية عن مواكبة التطور الحضري الذي يشهده العالم وقتذاك .

وظلت مشكلة المياه في منطقة الخليج قائمة حتى أفاء الله بالخير على المنطقة وأهلها، فأتاحت الوفرة المادية لمسيرة التنمية أن تنطلق وتشهد مرحلة كبيرة من مراحل التحول الحضري لهذا كان لا بد من البحث عن مصادر للمياه غير تقليدية بديلة تحقق تلبية متطلبات مشاريع التنمية .

وإذا كانت دول المجلس قد استطاعت حل مشكلة المياه في الوقت الراهن، فإن هذا لا يعني أن مشكلة المياه قد حلت للأبد، أو أن دول المجلس لم تعد تعاني من مشكلة نقص الموارد المائية، فقد تعجز الموارد المالية لدول المنطقة مستقبلاً عن الوفاء بمتطلبات زيادة الطلب على المياه الناشئ عن الزيادة السكانية والبرامج الإنمائية الاقتصادية منها والاجتماعية، نظرا للتكلفة الباهظة لإنتاج هذه المياه .

إن مشكلة المياه في دول الخليج وما ترتب عليها من نتائج عديدة ومتنوعة تستوجب من الباحثين أن يولوها جل اهتمامهم بحثا عن حلول طويلة المدى تؤمن حاجات البلاد من المياه العذبة في الحاضر والمستقبل البعيد، وتذلل بقدر الإمكان ما قد يعترض إنتاج المياه من معوقات ومشاكل بيئية واقتصادية، حتى تستمر مسيرة التنمية دون توقف بإذن الله . ولعل هذا هو أبرز أهداف هذا اللقاء العلمي الثاني . حضورنا الكريم . . . أنها لفرصة سانحة أن تتقدم اللجنة التنظيمية للإعداد لهذا اللقاء بعاطر الثناء إلى سمو رئيس مجلس الوزراء الشيخ/ ناصر المحمد الأحمد الصباح على تفضله الكريم برعاية هذا اللقاء العلمي الثاني .

وأن نشكر معالي الأستاذ الدكتور/ وزير التربية ووزير التعليم العالي
والرئيس الأعلى للجامعة على تعاونه اللامحدود وحضوره لتشریفنا لهذا اللقاء
الخليجي .

كما يطيب لنا أن نتقدم بالشكر الجزيل إلى الجهات الحكومية والشركات
والمؤسسات الراعية لهذه الفعالية وهم: -

- ١ - جامعة الكويت .
- ٢ - مؤسسة البترول الكويتية .
- ٣ - الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية العربية .
- ٤ - مؤسسة الخطوط الجوية الكويتية .
- ٥ - المركز الدولي للزراعة الملحية أحد مؤسسات البنك الإسلامي للتنمية .
- ٦ - الشركة الكويتية لصناعة الأنابيب .
- ٧ - شركة البترول الوطنية الكويتية .

وأخيرا وليس آخراً الشكر الجزيل لزملائي الأفاضل رؤساء وأعضاء اللجان
التنظيمية المختلفة للإعداد لهذا اللقاء ولزملائي أعضاء هيئة التدريس وأبنائي طلبة
القسم الذين أسهموا في إعداد هذا اللقاء لكي يظهر بهذا الشكل الرائع الذي ترونه
اليوم .

.. والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته ، ، ،

الدكتور / عبيد سرور العتيبي

أمين سر الجمعية الجغرافية لدول مجلس التعاون

رئيس اللجنة التنظيمية للقاء العلمي الثاني

ورئيس قسم الجغرافيا - جامعة الكويت

أبيض

بعون

ندوة قضايا المياه

بجدول مجلس التعاون لجدول الخليج العربية

أيض

الأمن المائي الخليجي وتحديات القرن ٢١

رؤية تحليلية تقويمية

أ. د زين الدين عبد المقصود غنيمي

ملخص بحث

ليس ثمة شك في أن قضية الأمن المائي الخليجي قضية قومية وهدفا استراتيجيا ملحا تسعى دول مجلس التعاون الخليجي إلى تحقيقه من منطلق أن كل دول المجلس بدون استثناء - تعاني من ندرة وقلة مواردها المائية الطبيعية لأنها تقع في قلب المناطق الجافة وشبه الجافة التي يطلق عليها "حزام الفقر المائي المزمن". ومن خلال رؤية تقويمية استشرافية يتضح أن مسيرة الأمن المائي الخليجي، والتي حققت نجاحا كبير منذ اكتشاف النفط وانتاجه وتصديره، سوف تعاني خلال هذا القرن إلى عدد من التحديات الصعبة التي سوف يناقشها هذا البحث لابرز مدي خطورتها وليكون بمثابة جرس إنذار مبكر ونقطة انطلاق جادة وفعالة من الآن للتصدي لهذه التحديات واحتواء تداعياتها. وتمثل هذه التحديات في:

- * مشكلة ندرة وقلة مواردها المائية الطبيعية سواء كانت مياه عذبة أو قليلة الملوحة، وهو تحدي طبيعي مزمن يفرض نفسه من خلال الحتم الجغرافي.
- * ويتمثل التحدي الثاني وهو أخطر التحديات في قضية معدل النمو السكاني الطبيعي السريع للمواطنين الذي سوف يفرز في حالة تواصله خلال القرن الحالي أعدادا سكانية فلكية رهيبة تمثل "قنبلة موقوتة" تهدد مستقبل مسيرة الأمن المائي الخليجي. إذ تشير الاسقاطات السكانية في ضوء الافتراض

السابق أن عدد مواطني دول المجلس سوف يرتفع من ٢٠,٧ مليون نسمة (٢٠٠١ م) إلى ٤٧٦ مليون نسمة (٢١٠٠ م). وهنا نتساءل: هل تستطيع دول المجلس أن تؤمن مجرد الاحتياجات المائية العذبة لهذه الأعداد الرهيبة؟

* ويتمثل التحدي الثالث في احتمال نضوب النفط والغاز الطبيعي خلال النصف الثاني من القرن الحالي وهو من أخطر التحديات من منطلق أنه مصدر الطاقة لتشغيل محطات التحلية الخيار الاستراتيجي الوحيد لتوفير الموارد المائية العذبة للسكان، ومصدر الدخل الرئيس للإيرادات المالية الحكومية (٦٧,٥ - ٨٠,٦٪) التي تمكنها من تمويل إنشاء محطات التحلية. وهنا نتساءل: وماذا بعد النفط؟

إنها تحديات - بلا شك - خطيرة جدا وسوف تهدد، في حالة التراخي في مواجهتها مستقبل مسيرة الأمن المائي الخليجي المستدام صمام الأمان للحياة والوجود فوق التراب الخليجي للأجيال الحالية والقادمة.

أنها تحديات تفرض بالحتم ومن واقع الحس الوطني المسؤول ضرورة أن يتحرك الجميع "مسؤولون وصناع قرار ومواطنون" من الآن وليس غدا في تحمل المسؤولية للتصدي الجاد والفاعل لهذه التحديات كسبا للوقت ولصالح مستقبل مسيرة الأمن المائي ولحساب الأجيال القادمة.

فهل تبدأ دول المجلس مجتمعة المسيرة؟؟

مقدمة : -

ليس ثمة شك في أن الأمن المائي لدول مجلس التعاون الخليجي يعتبر قضية قومية وهدفا استراتيجيا ملحا تسعى دول المجلس إلى تحقيقه من منطلق أن كل دول المجلس بدون استثناء تعاني من مشكلة قلة وندرة مواردها المائية الطبيعية سواء كانت مياه عذبة أو قليلة الملوحة. وهي مشكلة تعد من اخطر التحديات التي واجهت دول المجلس عبر مسيرتها التاريخية وسوف يزداد هذا التحدي خطورة خلال القرن الحالي مع تزايد الحاجة إلي مزيد من الموارد المائية لتلبية الاحتياجات المائية المتنامية بصورة مطردة. ومما سوف يزداد من حدة هذا التحدي أن دول المجلس سوف تواجه تحديا آخر يتمثل في قضية النمو السكاني الطبيعي للمواطنين الذي يتزايد بدوره بوتيرة متسارعة جدا والذي سوف يفرز في حالة تواصله خلال القرن الحالي أرقاما سكانية فلكية رهيبة تمثل - بحق - "قنبلة موقوتة" تهدد مستقبل مسيرة الأمن المائي الخليجي المستدام حيث سيصعب على دول المجلس تأمين الإمدادات المائية المتوقعة سواء كانت للاستخدامات المنزلية التجارية أو الاستخدامات الزراعية وهي استخدامات استراتيجية ينبغي تأمين الحد الأدنى المطلوب من هذه الإمدادات لتتواصل الحياة دون مشكلات فوق التراب الخليجي من منطلق ان "الماء عدل الروح" كما يقول المثل الخليجي.

وإذا كانت دول المجلس قد نجحت إلى حد كبير وبخاصة في النصف الثاني من القرن الماضي بعد اكتشاف النفط و إنتاجه وتصديره في تحقيق درجة كبيرة من الأمن المائي وبخاصة من المياه العذبة معتمدة في ذلك على توافر مصادر الطاقة اللازمة لتشغيل محطات التحلية، إلا أن هذه الصناعة التي تعتبر العمود الفقري

للأمن المائي الخليجي باتت مهددة وبخاصة خلال النصف الثاني من القرن الحالي بخطر التراجع في مرحلة والتوقف تماما في مرحلة تالية من منطلق أن الطاقة المستخدمة حاليا لتشغيل محطات التحلية هي طاقة ناضبة لا محالة. إذ تشير بعض الدراسات الاستشرافية في مجال تحديد العمر الافتراضي لاحتياطي النفط المقدر حاليا بدول المجلس، انه سوف ينضب تماما خلال النصف الثاني من القرن الحالي. (اللبايدى ص ١٧).

وهذا يشكل بلا شك أخطر تحدى سوف يواجه مستقبل الأمن المائي الخليجي.

ومن هذا المنطلق فان الأمن المائي الخليجي بات مهددا بعدد من التحديات الصعبة خلال القرن الحالي وبخاصة في نصفه الثاني حيث يمكن أن نطلق عليه "قرن التحديات الصعبة"، وهي تحديات خطيرة جدا ينبغي أن نأخذها على المستوى الحكومي والشعبي مأخذ الجد وألا نتهاون أو نتراخي في التصدي لها من الآن بجدية وفاعلية وبروح المسؤولية الوطنية. و أقول من الآن وليس مستقبلا لأنها تحديات لا تحتمل التأجيل حيث لا تحل بمجرد اتخاذ قرار بشأنها و إنما هي تحديات تحتاج بالضرورة إلى وقت وجهد علمي وبحثي وتقني وتوعوي في منظومة متكاملة يتعاون في إنجازها كل دول المجلس للتصدي لهذه التحديات واحتواء تداعياتها لصالح الأمن المائي الخليجي ولحساب الأجيال القادمة.

وسوف نناقش من خلال هذه الورقة الموجزة أهم ملامح أبعاد هذه التحديات ومردوداتها الخطيرة في حالة التهاون والتراخي في التصدي لها على مستقبل الأمن المائي الخليجي. ومن هذا المنطلق تعتبر هذه الورقة بمثابة "جرس انذار مبكر ورؤية مخلصمة" للمسؤولين وصناع القرار والمواطنين بضرورة التحرك الإيجابي والفاعل من الآن وتحمل مسؤوليتهم الوطنية تجاه هذه القضية الاستراتيجية الملحة التي تعتبر ركيزة أساسية للأمن القومي الخليجي

التحديات التي تواجه مسيرة الأمن المائي الخليجي خلال القرن الحالى:

سوف تتعرض مسيرة الأمن المائي الخليجي خلال هذا القرن لمجموعة من التحديات الخطيرة التي سوف تؤثر سلبا فى هذه المسيرة بما يصعب معها تحقيق الأمن المائي المستدام للأجيال القادمة الذى يعتبر هدفا استراتيجيا قوميا ينبغى تأمينه. وتتمثل هذه التحديات فى: ندرة وقلة الموارد المائية الطبيعية - النمو السكانى الطبيعى السريع للمواطنين - احتمال نضوب النفط والغاز الطبيعى خلال النصف الثانى من القرن الحالى.

وسوف نناقش بايجاز كل تحدى منها على حدة بما يبرز سلبيته أو خطورته على مستقبل الأمن المائي الخليجي.

- ندرة أو قلة الموارد المائية الطبيعية وتدهورها: -

تعتبر ندرة أو قلة الموارد المائية الطبيعية وتدهورها على مستوى الكم والنوع التحدى الدائم والصعب لأنه تحدى بيئى طبيعى يفرض نفسه بالحثم الجغرافى ويصعب تغيير خصائصه لتحقيق المزيد من الرصيد المائي الطبيعى لحساب الأمن المائي الخليجي المستدام. اذ تعاني كل دول المجلس بدون إستثناء من هذه المشكلة سواء كانت مياه عذبة أو قليلة الملوحة. وهو تحدى كما ذكرنا أنفا يفرض نفسه بالحثم الجغرافى حيث تقع دول المجلس جميعها فى قلب نطاق المناطق الجافة وشديدة الجفاف، وهو النطاق الذى يطلق عليه "حزام الفقر المائي". ومما يزيد من حدة هذا الفقر المائي أن دول المجلس تفتقر إلى وجود أية مجار مائية عابرة "ترانزيت" تخفف من حدته.

- فإذا أخذنا الأمطار، وهى من المصادر الرئيسية للمياه العذبة، نجد أنها تتسم بالندرة أو القلة حيث تتراوح كمية الأمطار السنوية بصفة عامة ما بين ٢٠ - ١٢٠ ملميمترا مع إستثناء بعض المناطق فى كل من سلطنة عمان والمملكة العربية

السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة التي تتمتع بسقوط كميات أمطار أكثر نسبيًا حيث تتراوح في هذه المناطق ما بين ١٥٠ - ٣٠٠ ملليمتر.

ومما يقلل أكثر من قيمة دور هذه الأمطار وأهميتها بصفة عامة في دعم الأمن المائي الخليجي وتعظيمه أنها إلى جانب ندرتها وقلتها تتسم بأنها غير منتظمة "متذبذبة" من موسم لآخر، ومن ثم يتعذر الاعتماد عليها كمصدر مائي آمن في إعالة الأنشطة الاقتصادية الريفية "الزراعة والرعي". كما ان هذه الأمطار تفقد في نفس الوقت الكثير من قيمتها الفعلية الهيدرولوجية والبيولوجية نتيجة ارتفاع معدلات درجات الحرارة وما ينجم عنها من ارتفاع في معدلات التبخر التي تتراوح ما بين ٩ - ٢٣ ملليمترًا / يوم مما يجعل القيمة الفعلية لهذه الأمطار، وبخاصة في السنوات شحيحة المطر، تكاد تكون سالبة، وهذه سمات تصب كلها في غير صالح الأمن المائي الخليجي المستدام.

و إذا أخذنا المياه الجوفية كمصدر طبيعي للمياه العذبة وقليلة الملوحة فهي بدورها مصدر مائي محدود التأثير في دعم الأمن المائي الخليجي. فالمياه الجوفية في دول المجلس مياه جيولوجية "احفورية fossil water" يعود معظمها الصفة خاصة إلى الفترات المطيرة التي سادت منطقة دول المجلس في عصر البليستوسين. وهي مياه من واقع الوضع المطري الحالي لدول المجلس مياه غير متجددة أو متجددة بمعدلات محدودة جدا لا تتناسب مع معدلات السحب المتعاضمة Over draft في الوقت الحاضر حيث تمثل المصدر الرئيسي لمياه الري اللازمة لمشروعات التنمية الزراعية المحصولية والتجميلية. إذ تقدر كمية المياه الجوفية المستخدمة على مستوى دول المجلس ما بين ٣٣٦٠ - ٥٣٦٠ مليون متر مكعب/ سنة بينما تقدر كمية مياه التغذية السنوية للخزان الجوفي الخليجي ما بين ١٥٠٠ - ٣٠٠٠ مليون متر

مكعب/سنة. وهذا معناه ان الرصيد المائي بالخزان الجوفى يعانى من عجز سنوى بصورة مستمرة يتراوح ما بين ١٨٦٠ - ٢٣٦٠ مليون متر مكعب/ سنة بما يحدث حالة من الاستنزاف المتواصل تهدد بنضوب هذا المصدر تماما، فضلا عن تدهور نوعية المياه "درجة ملوحتها" بما يفقد هذه المياه الكثير من قيمتها الاقتصادية. وهذا يشكل تحديا خطيرا يحد- بلا شك - من قدرات دول المجلس فى مواصلة تحقيق أمنها المائى المستدام.

فإذا أخذنا المملكة العربية السعودية على سبيل المثال، وهى الأغنى بين دول المجلس فى الاحتياطيات المائية الجوفية نجد ان هذا الاحتياطي بدأ يعانى بشدة من مشكلة الاستنزاف والتدهور معا نتيجة التوسع الزراعى غير المدروس وغير المقنن مائيا حيث شهدت المملكة خلال العقدى السابع والثامن من القرن الماضى طفرة كبيرة جدا غير مسبوقه فى المساحات المزروعة معتمدة على المياه الجوفية حيث زادت هذه المساحات من ١٢٠ ألف هكتار عام ١٩٧٠ م إلى اكثر من مليون هكتار عام ١٩٨٥ م. وقد أشارت دراسة خاصة بالأمن المائى الخليجى أن استهلاك مياه الري لزراعة هذه المساحة الكبيرة تقدر بنحو ١٠ مليارات متر مكعب / سنة وهى كمية ضخمة جدا تفوق كثيرا - بلا شك - معدلات التغذية الحالية للخزان المائى الجوفى بالمملكة. (أبو رزيزة ص ١٠٨).

وفى دراسة أخرى عن قضية الأمن المائى بالمملكة ذكر "التركي" أن ثلثى احتياطي المياه الجوفية غير المتجددة والتي تكونت منذ ما بين ١٥ - ٣٥ الف سنة والتي تعادل تدفق مياه نهر النيل لمدة أربع سنوات متتالية قد استهلك فى خلال ١٥ سنة فقط (التركي ص ٣٢٨).

وفى ضوء هذا السحب المفرط فى ظل غياب إستراتيجية وطنية لترشيد استخدام المياه الجوفية فى المملكة فإن بعض الخبراء يتوقعون انه مع استمرار

معدل هذا السحب المفرط غير المقنن مائيا فإن رصيد المياه الجوفية غير المتجددة في المملكة من المتوقع أن ينضب تماما قبل نضوب النفط. (العكرى ص ٣٨٢) - وفي دراسة أخرى أشارت إلى أن مخزون المياه الجوفية في المناطق التي تتمتع بقدر ما من الأمطار في المملكة وتسمح بقدر ما من التغذية المائية حاليا ليس من المتوقع أن تستمر حتى بداية القرن القادم (القرن ٢٢). (mahdi p. 25). وليس ثمة شك في أن حالة وضع المياه الجوفية في المملكة ينطبق إلى حد كبير على باقي دول المجلس، وهذا يعتبر تحديا خطيرا يهدد مستقبل الأمن المائي الخليجي من منطلق ان المياه الجوفية هي مصدر مياه الري الرئيسية لمشروعات التنمية الزراعية في دول المجلس. ولا تقتصر خطورة هذا التحدي عند حد مشكلة استنزاف المخزون المائي الجوفي و إنما تمتد خطورته أيضا إلى ما تعانیه هذه المياه من تدهور سريع في نوعية المياه "درجة ملوحتها" بما يقلل من قيمتها ودرجة صلاحيتها للاستخدام الآمن في مجال التنمية الزراعية. فقد أثبتت بعض الدراسات على مستوى دول المجلس عن وجود زيادة مطردة في درجة ملوحة المياه الجوفية وان منحني اتجاه هذه الملوحة أخذ في التصاعد بصورة مطردة ومتواصلة نتيجة انخفاض منسوب المياه الجوفية بسبب السحب المفرط إذ أن درجة ملوحة عمود المياه الجوفية عادة ما تزيد مع زيادة الأعماق^(١).

وليس ثمة شك في ان تصاعد درجة الملوحة يفقد هذه المياه الكثير من قيمتها الاقتصادية سواء في مجال الشرب او في رى المشروعات الزراعية، بل تصبح عامل تدمير للتربات الزراعية من خلال إصابتها بالتصحح الملحي

(١) من المعروف ان المياه العذبة أقل كثافة من المياه المائلة للملوحة ولذلك تميل درجة ملوحة عمود المياه في الخزان الجوفي الى الزيادة كلما زاد العمق، وهذا ما يحدث حاليا في كل دول المجلس حيث تزداد اعماق المياه الجوفية بصورة مطردة.

saline desertification بدرجاته المختلفة^(١). ففي المملكة العربية السعودية تعدت درجة ملوحة المياه الجوفية المستخدمة في رى المزروعات كثيرا "القيمة الدليلية القصوى"^(٢)، التي تمثل سقف الحد الآمن لمياه الري في كثير من المناطق المزروعة

مما أدى هذا التدهور في نوعية المياه إلى حدوث تراجع سريع في المساحات المزروعة نتيجة إصابة الكثير منها بالتصحح الملحي الذي أفقدها الكثير من قدراتها البيولوجية وبالتالي الإنتاجية فمن المعروف أن العلاقة بين القدرة الإنتاجية. للتربة ودرجة ملوحة مياه الري علاقة عكسية. وفي دراسة عن مملكة البحرين أبرزت أن درجة ملوحة المياه الجوفية المستخدمة في رى المشروعات الزراعية قد زادت من ٢٠٠٠ جزء في المليون (عام ١٩٨٦ م) الى أكثر من ٨٠٠٠ جزء في المليون (عام ١٩٩٨ م)، كما هو الحال في منطقة كرزكان (٨٨٥٠ جزءا في المليون) ومنطقة المالكية (٩٥٢٠ جزءا في المليون) ومنطقة شهر كان (١٠١٠٠ جزء في المليون).، (النعمي ص ٦٨). وفي دولة الكويت زادت درجة ملوحة مياه الري في منطقة العبدلي شمالي الكويت من ٢٠٠٠ جزء في المليون إلى حوالي ١٠,٠٠ جزء في المليون في بعض المزارع. مما اجبر أصحابها على هجرها تحت وطأة التصحح الملحي الذي أصاب تربات هذه المزارع (زين الدين ١٩٨١ ص ٦٧).

كما أن المياه الجوفية العذبة التي كانت تستخدم في الشرب في بعض المناطق حتى وقت قريب بدأت تعاني بدورها من حالة التدهور النوعي نتيجة

(١) يقصد بالتصحح " تناقص أو تدهور القدرة البيولوجية للتربة "، ويتفاوت التصحح في درجاته ما بين التصحح الطفيف slight والشديد أو القاسى severe والشديد جدا أو القاسى جدا very severe .

(٢) القيمة الدليلية القصوى التي وضعتها منظمة الأغذية والزراعة (FAO) لاستخدام المياه الجوفية بصورة آمنة في النشاط الزراعي تبلغ ٢٥٠٠ جزء في المليون.

السحب المفرط حيث تعدت درجة ملوحتها في كثير من المواقع الحد القصوى المسموح به لمياه الشرب الذي وضعته منظمة الصحة العالمية (who) والذي يبلغ ١٠٠٠ جزء في المليون. (U. N. 2001 P. 21). ومما يدل على مدى خطورة حالة التدهور والاستنزاف الذي بدأت تعاني منه المياه الجوفية بدول المجلس سواء على مستوى الكم أو النوعية أن بعض دول المجلس بدأت تتخذ إجراءات مشددة لتحكم سيطرتها على عمليات استغلال المياه الجوفية بهدف صيانتها والمحافظة على ما تبقى من رصيد مائي جوفى باعتباره "احتياطي استراتيجي" ينبغي العمل على صيانتها وتنميته. (مجلس التعاون الخليجي ١٩٩٩ م ص ٢٣). ونستطيع ان نوجز هذه الاجراءات فيما يلي :-

- وضع قيود وضوابط صارمة على عمليات حفر آبار جديدة وبخاصة في المناطق التي تعرضت للاستنزاف والتدهور المائي .

- إعلان حقول المياه الجوفية وبخاصة في المناطق التي تعرضت للاستنزاف والتدهور الشديد "كمناطق محمية" حيث يمنع فيها بتاتا حفر آية آبار جديدة ووقف استغلال المياه من الآبار الحالية بصفة مؤقتة لإتاحة الفرصة لتنميتها وبخاصة إذا ما كانت مناطق هذه الآبار تتمتع بكميات أمطار كثيرة نسبيا تسمح بعملية التغذية كما حدث في سلطنة عمان في محافظتي مسقط وظفار. (الشرياني ص ٣٢٨).

أما فيما يخص فكرة جلب المياه العذبة من دول الجوار الجغرافي كمصدر إضافي من مصادر المياه العذبة الطبيعية لتسهم في دعم الأمن المائي الخليجي، فهي فكرة ينبغي أن نستبعدها تماما كأحد الخيارات الاستراتيجية التي تسهم في تحقيق هذا الأمن من منطلق عدة أسباب هي :

- أن المياه كما هو معروف سلعة استراتيجية ودعامة اساسية من دعائم الأمن القومي الخليجي فلا ينبغي أن نضع مستقبل أمننا المائي والقومي تحتكم فيه دول الجوار المصدرة للمياه لأن التقلبات في العلاقات السياسية في منطقتنا

الخليجية أمر وارد وانعكاسات هذه التقلبات على العلاقات الاقتصادية أيضا أمر وارد.

- أن دول الجوار الغنية بمواردها المائية " إيران وتركيا " إذا كان لديها حاليا فائض مائي يسمح لديهما أن تصدره الى دول الخليج إلا أن هذا الفائض سوف يتآكل بسرعة مع الزيادة المطردة في استخدام المياه في هاتين الدولتين واللذان بدءا يعانيان فعلا في بعض السنوات من أزمات مائية.

بعد هذا العرض التحليلي التقويمي لموارد المياه الطبيعية " العذبة و قليلة الملوحة " يمكن القول أن هذه الموارد المائية محدودة سواء على مستوى الأمطار التي تتسم بالندرة أو القلة هذا فضلا عن تذبذبها وتراجع قيمتها الفعلية نتيجة ارتفاع معدلات التبخر، أو على مستوى المياه الجوفية التي هي بدورها محدودة وغير متجددة أو متجددة بمعدلات قليلة مما عرض هذه المياه خلال العقود الثلاثة الأخيرة من القرن الماضي الى حالة من سرعة التدهور والاستنزاف. ومن ثم فقدت هذه المياه الكثير من قيمتها واهميتها في دعم الأمن المائي الخليجي بل و أصبحت تشكل تحديا خطيرا يواجه جهود دول المجلس في دعم أمنها المائي المستدام وبخاصة من المياه قليلة الملوحة.

مشكلة النمو السكاني الطبيعي السريع للمواطنين^(١) :-

يعتبر النمو السكاني الطبيعي السريع للمواطنين التحدى الأخطر بل والأصعب الذى سوف يفرض نفسه بشدة على مستقبل قضية الأمن المائي

(١) تم التركيز على المواطنين من منطلق انهم يمثلون القاعدة السكانية الأساسية والدائمة التي سوف تحدد وتتحكم في معالم الخريطة السكانية المستقبلية وبالتالي مستقبل الأمن المائي الخليجي بينما الوافدون يمثلون وينبغى أن يمثلوا ظاهرة عرضية مؤقتة في المسيرة السكانية الخليجية خلال القرن الحالى.

الخليجي المستدام من منطلق ان مثل هذا النمو السريع في عالمنا المعاصر، الذي يوصف اليوم بمعالم الندرة، يمثل وضعاً سكانياً غير مقبول وغير مرغوب فيه لأنه أصبح يمثل العدو الرئيسي للبيئة والتنمية معاً. إذ تبرز التقارير السكانية أن معدلات النمو السكاني الطبيعي للمواطنين بدول المجلس تتراوح ما بين ٢ - ٣,٥ ٪ سنوياً، وهى معدلات نمو تعتبر بمقياس العصر سريعة جداً حيث تسهم فى مضاعفة عدد السكان خلال فترة زمنية قصيرة جداً تتراوح ما بين ٢٠ - ٣٥ سنة^(١) فقط بما يفرض ضغطاً سكانياً غير مقبول على كل موارد الدولة وبنيتها الأساسية بشتى أنواعها من صحية وتعليمية و إسكانية ومائية وطرق ومواصلات وغيرها. ومن هذا المنطلق بدأت منذ منتصف القرن الماضى تدرك الكثير من الدول وبخاصة الدولة المتقدمة وبعض الدول النامية خطورة مثل هذه المعدلات السكانية العالية وسارعت بتبنى فكر وثقافة ضبط النمو السكاني وترشيده وصولاً إلى "معدل صفر النمو السكاني zero population growth" كهدف استراتيجى ينبغى تحقيقه فى أسرع وقت ممكن بما يحقق حالة من السبات أو السكون "الرهو" السكاني لصالح البيئة ولحساب التنمية والأجيال القادمة.

ولكن دول المجلس لا تزال بعيدة كل البعد عن هذا الفكر وهذه الثقافة الإنجابية المنضبطة حيث أن هذا الفكر وهذه الثقافة تكاد أن تكون مهشمة بل ومغيبية تماماً سواء على مستوى المسؤولين وصناع القرار والمواطنين حيث يعتبر مجرد التفكير فى هذا التوجه خطأ أحمر لدى غالبية المواطنين ينبغى عدم الاقتراب منه. ويظهر هذا التوجه الراض لفكر وثقافة ضبط الإنجاب رؤيتين رئيسيتين هما:-

(١) لتقدير عدد السنوات التى يتضاعف فيها عدد السكان أقسم رقم (٧٠) على معدل النمو.

- أن ضبط النمو السكاني من خلال تنظيم الأسرة فكر وسلوك يتعارض تماما مع بعض المفاهيم الإسلامية الإنجابية التي ترفض في نظرهم هذا التوجه بل وتدعوا إلى التناسل والتكاثر انطلاقا من الحديث النبوي الشريف "تناكحوا تناسلوا تكثروا فاني مباه بكم الأمم يوم القيامة".

- ان ضبط النمو السكاني للمواطنين يعمق في نظرهم مشكلة الخلل الحالي في وضع التركيبة السكانية التي يمثل المواطنون فيها أقلية في كثير من دول المجلس. ومن هذا المنطلق يرى الكثيرون أن تصويب هذه التركيبة ليصبح المواطنون أكثرية ضرورة الدعوة الى تشجيع الإنجاب للمواطنين

وقبل ان نرد ونفند هاتين الرؤيتين دعونا نبرز مدى خطورة استمرار معدلات النمو السكانية الطبيعية الحالية للمواطنين في ظل سيطرة هذه الرؤى المشجعة على الإنجاب على فكر وثقافة المسؤولين وصناع القرار وغالبية المواطنين وبالتالي غياب او تغيب أية استراتيجية وطنية لضبط النمو السكاني عند حدوده الآمنة بيئيا وتنمويا. وبنظرة فاحصة واتزان فكري مسؤول للأرقام السكانية المتوقعة لدول المجلس الواردة بالجدول (١) في ضوء الاسقاطات السكانية الاستشرافية خلال القرن الحالي تتبين مدى خطورة هذا التحدى السكاني الخليجي ليس فقط بالنسبة لقضية الأمن المائي المستدام و إنما أيضا لكل برامج التنمية الشاملة.

جدول (١)
تقديرات إعداد المواطنين في دول المجلس في ضوء
استمرار معدلات النمو السكاني الحالية قائمة خلال القرن الحالي

م ٢١٠٠	م ٢٠٧٥	م ٢٠٥٠	م ٢٠٢٥	م ٢٠٠١	معدل النمو للمواطنين %	الدولة
١٨٣٩٥٣٩٧	٧٧٨٣٩٥٧	٣٢٩٣٧٥٨	١٣٩٣٧٤٤	٦١٠٤٠٠	٣,٥	الإمارات
٣٤٣٠٧٧٦	٢٠٠٠٩٩٦	١١٦٧٠٧٥	٦٨٠٦٩٢	٤٠٥٦٦٧	٢,١٨	البحرين
٤٢٥٤٠٥٢١٩	١٨٨٠١٥١٦٣	٨٣٠٩٦٥٤٠	٣٦٧٢٥٩٤٧	١٦٧٧٠٥٥٦	٣,٣٢	السعودية
١٢٩٧٠٢١٨	٧٩٠٥٧٤٨	٤٨١٨٧٩٨	٢٩٢٧٢٠٦	١٨٢٦١٢٤	٢,٠٠	عمان
٢٥٨٠٣٩٢	١٣٩١٨٣٩	٧٥٠٧٤٥	٤٠٤٩٤٥	٢٢٣٨٨٤	٢,٥	قطر
١٣١٦٥٩٩٢	٦٦٠١٢٤٣	٣٣٠٩٧٧٠	١٦٥٩٤٧٢	٨٥٥٣٣٣	٢,٨	الكويت
٤٧٥٩٤٨٠٠٤	٢١٣٦٩٨٩٤٦	٩٦٤٣٦٦٨٦	٤٩٧٦٢٠٠٦	٢٠٦٩١٩٦٤		المجموع

المصدر: زين الدين (م ٢٠٠٥) ملحق (١) ص ٢٠٠ - ٢٠٥.

ففى ضوء هذه التقديرات السكانية المتوقعة خلال القرن الحالى والتى تمثا - بلا شك - أرقاما فلكية رهيبة غير مقبولة بكل المقاييس حيث سوف يتصاعد إجمالى عدد المواطنين فى دول المجلس من حوالى ٢٠,٧ مليون نسمة (٢٠٠١ م) إلى نحو ٤٧٦ مليون نسمة (٢١٠٠ م)، فانه سوف يصعب على دول المجلس فى ظل ظروفها المائية الآتية المعرضة للتدهور والاستنزاف بل وربما النضوب بالنسبة للمياه الجوفية والانحسار واحتمالات التوقف تماما بالنسبة للمياه العذبة المحلاة فى ظل احتمال نضوب النفط والغاز الطبيعى المتوقع خلال النصف الثانى من القرن الحالى من تحقيق أمنها المائى المستدام. ومن هذا المنطلق يصبح استمرار معدلات النمو السكانية الحالية للمواطنين طوال القرن الحالى من اخطر التحديات التى سوف تواجه دول المجلس فى تحقيق الأمن المائى الخليجى المستدام. وهنا نتساءل: هل مع هذا الطوفان السكانى الرهيب المتوقع خلال القرن الحالى تصر دول المجلس عن عمد وإصرار على تغييب فكر وثقافة ضبط النمو السكانى لأسباب واهية غير صحيحة لا تواكب متطلبات ومتغيرات العصر؟

ولتأكيد خطورة هذا التحدى السكانى على مستقبل الأمن المائى الخليجى سوف نناقش الاحتياجات المائية المتوقعة لبند واحد فقط من بنود الاستخدامات المائية المتمثل فى الاستخدامات المنزلية والتجارية لدول المجلس حتى يستشعر الجميع "مسؤولون وصناع قرار مواطنون" مدى ضخامة حجم الاحتياجات المائية العذبة المتوقعة فى حالة افتراض استمرار كل من معدل النمو السكانى الحالى للمواطنين ومعدل الاستهلاك اليومى الحالى للفرد قائما خلال القرن الحالى كما يتضح من الأرقام الواردة بالجدول (٢).

جدول (٢)
التقديرات المتوقعة للاحتياجات المائية المنزلية
للاستهلاك المنزلي والتجاري بدول المجلس في ضوء الافتراضين السابقين
الوحدة: مليون جالون إمبراطوري / يوم

٢٠١٠ م	٢٠٧٥ م	٢٠٥٠ م	٢٠٢٥ م	٢٠٠١ م	معدل الاستهلاك فرد يوم / جالون	الدولة
٢٢١٢,٤	١١٠٨,٨	٦٤١,٨	٤٤٤,٢	٣٦١,٦	١٠٣,٧	الإمارات
٣٦٣,٩	٢٢٢,٣	١٣٩,٨	٩١,٦	٦٤,٥	٩٩,١	البحرين
٢٧١٧٣,٥	١٢٢١٧,٩	٥٦٠٨,١	٢٦٨٦,٧	١٤٣٨,٧	٦٣,٤	السعودية
٢٨٦,٠٠	١٧٩,٧	١١٤,٨	٧٥,١	٥١,٢	٢٠,٧	عمان
٣٥٤,٠	١٥١,٨	٩٦,٧	٦٦,٩	٥١,٢	٨٥,٨	قطر
١١٦٤,٣	٦٣٩,١	٣٧٥,٨	٢٤٣,٨	١٧٩,٠٠	٧٩,٨	الكويت
٣١٥٥٤,١	١٤٥١٩,٦	٦٩٧٧,٠٠	٣٦٠٨,٣	٢١٤٦,٢		المجموع

المصدر: زين الدين (٢٠٠٥ م) ص ٢٠٨ - ٢١٣.

من الأرقام الواردة بهذا الجدول يتضح ان الاحتياجات المائية العذبة المستقبلية المتوقعة للاستهلاك المنزلى والتجارى فى دول المجلس فى ضوء استمرارية الافتراضين السابقين سوف تصعد بشدة من ٢١٤٦,٢ مليون جالون إمبراطوري / يوم عام ٢٠٠١ م الى ٣١٥٥٤,١ مليون جالون إمبراطوري / يوم عام ٢١٠٠ م، يخص السعودية النسبة الأكبر منها والتي تبلغ ٨٦,٤٪ من هذه الاحتياجات. ونظرا لأن معظم المياه العذبة المستخدمة هى مياه محلاة، فان دول المجلس تصبح فى حاجة الى إنشاء ٥٨٨ محطة تحلية جديدة بمتوسط طاقة إنتاجية يومية لكل محطة تبلغ ٥٠ مليون جالون امبراطوري / يوم وهو - بلا شك - عدد ضخم جدا اذا ما قورن بمجموع إعداد محطات التحلية الحالية التى تبلغ ٧٤ محطة وبمتوسط طاقة إنتاجية يومية لكل محطة تبلغ ٢٩ مليون جالون إمبراطوري / يوم. وهنا نتساءل: كم تبلغ كمية الطاقة " النفط والغاز الطبيعى " اللازمة لتشغيل هذا العدد الضخم من المحطات ؟ وللإجابة عن هذا التساؤل دعنا ننظر الى الأرقام الواردة بالجدول (٣) التى تبين تقديرات احتياجات الطاقة المتوقعة لتشغيل محطات التحلية خلال القرن الحالى.

جدول (٣)

تقديرات احتياجات الطاقة المتوقعة^(*) اللازمة لتشغيل محطات التحلية خلال القرن الحالى

البنء	م٢٠٠١	م٢٠٢٥	م٢٠٥٠	م٢٠٧٥	م٢١٠٠
الاحتياجات المائية المتوقعة ^(١)	٢١٤٦,٢	٣٦٠٨,٣	٦٩٧٧,٠٠	١٤٥١٩,٩	٣١٥٥٤,١
تقديرات الطاقة المطلوبة ^(٢)	٢٢٧٢٨٢٦	٣٩٥١٠٨٨	٧٦٣٩٨١٥	١٥٨٩٨٩٦٢	٣٤٥٥١٧٤٠

(*) قدرت هذه الاحتياجات من الطاقة فى ضوء التقديرات الحالية التى تشير إلى أن تحلية مليون جالون إمبراطوري / يوم من المياه يحتاج إلى طاقة تشغيل تقدر بنحو ١٠٩٥ برميل نفط مكافئ/يوم. (زين الدين ٢٠٠١ ص ٥٥).

(١) مليون جالون إمبراطوري / يوم.

(٢) مليون برميل نفط مكافئ / يوم.

من قراءة هذا الجدول يتضح أن تقديرات احتياجات الطاقة اللازمة لتشغيل محطات التحلية المتوقعة خلال القرن الحالى سوف تزداد من حوالى ٢,٢٧ مليون برميل نفط مكافئ / يوم (٢٠٠١ م) إلى حوالى ٣٤,٥٥ مليون برميل نفط مكافئ / يوم (٢١٠٠ م)، وهى كمية - بلا شك - كبيرة جدا تبلغ أكثر من ضعف إجمالي إنتاج النفط بدول المجلس مجتمعة عام ٢٠٠١ م الذى بلغ حوالى ١٦,٤ مليون برميل نفط يوم. وهنا يبرز سؤال إستراتيجي ملح: هل تستطيع دول المجلس فى ظل طبيعة مصادر الطاقة الحالية وهى مصادر ناضبة لا محالة، توفير كل كميات النفط اللازمة لتشغيل محطات تحلية المياه المتوقعة خلال القرن الحالى خاصة إذا عرفنا أن صناعة تحلية المياه فى دول المجلس ضرورة ملحة تفرضها حالة الفقر الطبيعى للموارد المائية "العذبة والقليلة الملوحة" التى لا تترك أمام دول المجلس سوى تحلية المياه كخيار إستراتيجي ووحيد لتحقيق أمنها المائى من المياه العذبة. كما يبرز سؤال آخر ينطلق من قضية نضوب النفط والغاز الطبيعى وهما يشكلان أهم الإيرادات الحكومية لدول المجلس بنسب تتراوح ما بين ٦٧,٥٪ - ٨٠,٦٪ (زين الدين ٢٠٠٥ م ص ١٣٨) والسؤال هو: هل تستطيع دول المجلس فى ضوء نضوب النفط والغاز الطبيعى والمتوقع حدوثه خلال النصف الثانى من القرن الحالى توفير الموارد المالية اللازمة لتمويل إقامة هذا العدد الضخم من محطات التحلية خلال القرن الحالى للوفاء بالاحتياجات المائية العذبة المتوقعة لبند واحد فقط من بنود الاستخدامات المائية وهو الاستخدام المنزلى والتجارى خاصة إذا علمنا أن تكلفة إقامة المحطات الحالية (٧٤ محطة) قد بلغت ١٥,٨ مليار دولار (U.N.P 12). أى بواقع ٢١٣,٥ مليون دولار لكل محطة، وهى تكلفة قابلة للزيادة. وهذا معناه أن دول المجلس سوف تحتاج خلال هذا القرن إلى استثمار حوالى ١٢٥ مليار دولار لإقامة المحطات الجديدة المتوقعة، وهو مبلغ ضخم جدا يصعب على دول المجلس توفيره فى ضوء احتمال نضوب النفط والغاز الطبيعى.

ومن هذا المنطلق تعتبر " قضية نضوب النفط والغاز الطبيعي " تحديا خطيرا آخر سوف يضع دول المجلس خلال النصف الثاني من القرن الحالي - بلا شك - في مأزق مالي ومازق طاقة بما يشل كثيرا من قدراتها على تنمية صناعة تحلية المياه بصفة مستدامة التي تعتبر الخيار الإستراتيجي الوحيد المتاح لتحقيق الأمن المائي من المياه العذبة للأجيال القادمة. وإحساسا بالمسؤولية الوطنية لنا أن نتساءل: كيف ستواجه مرحلة ما بعد النفط ؟ تساؤل ينبغى الإجابة عليه بصدق وأمانة من الآن وان تعمل دول المجلس مجتمعة في منظومة تعاونية على تفعيل كل الآليات اللازمة لمواجهة هذه المرحلة بما يحقق أمنها المائي وبالتالي أمنها القومي .

الخاتمة :-

من خلال هذه الرؤية التحليلية التقييمية للتحديات التي سوف تحول أو تحد من فرص إمكانية تحقيق الأمن المائي الخليجي المستدام خلال القرن الحالي في ظل استمرار حالة غياب أو تغييب فكر وثقافة ضبط النمو السكاني، وحالة الاسترخاء العلمي والبحثي غير المبررة فيما يخص تفعيل البحوث العلمية والتطبيقية لاستثمار بدائل الطاقة المتاحة في دول المجلس وتنميتها وبخاصة الطاقة الشمسية، وهي طاقة واعدة، والطاقة الريحية وغيرها كهدف إستراتيجي ينبغى تحقيقه لمواجهة مرحلة ما بعد النفط في الوقت المناسب وهي مرحلة كما ذكرنا قادمة لا محالة شئنا ام أبينا خلال النصف الثاني من القرن الحالي - وقد أبرزت هذه الدراسة أن التحديات التي ستواجه دول المجلس خلال القرن الحالي . تحديات خطيرة جدا، ومن ثم ينبغى على الجميع "مسؤولون وصناع قرار ومواطنون" أن يأخذوها مأخذ الجد وألا يتهاونوا في التصدي لها والعمل على احتواء تداعياتها لأنها تحديات تهدد يقينا مستقبل الأمن المائي المستدام الذي يؤمن الحياة والوجود للأجيال الحالية والقادمة فوق التراب

الخليجي . ومن هذا المنطلق تعتبر قضية تعظيم الأمن المائي قضية سياسية بالدرجة الأولى ينبغي أن يعطى لها أولوية خاصة لأن غياب هذا الأمن يضر بمصلحة الأمن القومي .

أتمنى ان تكون هذه الورقة قد حققت أهدافها في إبراز مدى خطورة التحديات المتوقعة خلال القرن الحالى على مستقبل مسيرة الأمن المائي الخليجي ، كما أتمنى ان تكون بمثابة إنذار مبكر ونقطة انطلاق جادة وفاعلة لدول المجلس للعمل معا وفق منظومة متكاملة مترابطة للتصدي لهذه التحديات وتفعيل كل الآليات والإجراءات التى تسهم فى تحقيق الأمن المائي الخليجي كهدف إستراتيجي قومي لدول المجلس .

فهل نبدأ المسيرة من الآن كسبا للوقت لصالح أمننا المائي ؟

اللهم قد بلغت اللهم فأشهد والله المستعان وعليه قصد السبيل .

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- ١ - احمد بن على الشريانى (٢٠٠٢ م): تقرير عن الأمن المائى فى الخليج "مؤتمر الخليج الخامس للمياه - الدوحة ٢٤ - ٢٨ مارس ٢٠٠١ م" مجلة التعاون، اصدار مجلس التعاون الخليجى العدد ٥٥ لسنة ٢٠٠٢ م.
- ٢ - زين الدين عبد المقصود غنيمى (١٩٨١م): محافظة الجهراء دراسة فى التخطيط البيئى والتنمية الريفية، إصدار وحدة البحث والترجمة الجمعية الجغرافية الكويتية بالتعاون مع قسم الجغرافيا بجامعة الكويت.
- ٣ - زين الدين عبد المقصود غنيمى (٢٠٠١م): الكويت وتحديات القرن ٢١: رؤية استراتيجية استشرافية - إصدار مركز البحوث والدراسات الكويتية.
- ٤ - زين الدين عبد المقصود غنيمى (٢٠٠٥م): الأمن المائى فى الكويت ودول الخليج العربية: رؤية استشرافية، إصدار مركز البحوث والدراسات الكويتية (مرجع اساسى).
- ٥ - سعيد سويلم التركى (٢٠٠٢ م): الأمن المائى فى المملكة العربية السعودية، مجلة التعاون مرجع سابق.
- ٦ - عبد النبى العكرى (١٩٩٤م): مشكلة المياه فى الشرق الأوسط، اصدار مركز الدراسات الاستراتيجية والبحوث والتوثيق، بيروت.
- ٧ - عمر سراج أبو رزيزة (١٩٩٤م): الحاجة إلى انشاء مركز لبحوث المياه. مجلة التعاون العدد ٣٣ مارس ١٩٩٤ م.
- ٨ - مبارك أمان النعيمى (١٩٩٩ م): تقييم الموارد المائية المتاحة وواجه الاستخدامات فى دولة البحرين. سلسلة الدراسات والبحوث العلمية رقم (٢٤)، إصدار مركز البحرين للدراسات والبحوث.

٩ - محمد مختار اللبايدى (٢٠٠١م): احتياجات النفط عربيا وعالميا وتوقعات
الطلب العالمى . من مطبوعات ندوة: وماذا بعد النفط، ٦-٧ نوفمبر
٢٠٠١ م، إصدار مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة
الكويت ؟

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Kamil , A. Mahdi (Editor) (2001): WATER IN THE Arabian pe-
ninsula : problems and policies .

United Nations (2001): Water Desalination technologies in the ESC-
WA members countries , New York.

مياه الصرف الصحي المعالجة في دولة قطر: الواقع والمأمول

د . حسن إبراهيم المهندي (*)

ملخص الدراسة :

تتناول هذه الدراسة مياه الصرف الصحي المعالجة في دولة قطر من حيث إنتاجها ونوعيتها واستخداماتها والخطط المستقبلية المتعلقة بها.

إن العالم كله يعاني من نقص المياه العذبة! ولكن هذه المعاناة تبلغ ذروتها في المناطق الجافة وشبه الجافة. ودولة قطر منذ خمسينيات القرن الماضي! عندما تصدر النفط بكميات تجارية! تعاني الأمرين من نقص في المياه الطبيعية! 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 في القطاع المدني! لكن المشكلة ظلت قائمة في القطاع الزراعي الذي مازال يعتمد على المياه الجوفية بالرغم من قلتها. وقد أدى الاستهلاك المتزايد للمياه الجوفية إلى تناقص كميتها وتغير نوعيتها! أما إعذاب المياه المالحة فهو أمر ذو تكاليف باهظة! اقتصادياً وبيئياً! ولهذا وذاك صار من الضروري أن نبحث عن مصادر أخرى غير تقليدية للمياه العذبة.

لقد أثبتت التجارب العالمية أن التقنيات الحديثة المتقدمة كفيلة بإنتاج مياه

(*) أستاذ الموارد المائية المساعد - جامعة قطر - كلية العلوم والآداب.

ذات مواصفات مقبولة! ودولة قطر تمتلك الإمكانيات المادية والبشرية التي تؤهلها لتطوير الأساليب التي تتبعها الآن في معالجة مياه الصرف الصحي.

ولقد بينت الدراسة أن أساليبنا الحالية في هذا المجال تعدّ هدراً لمورد عظيم الجدوى! إذ تفتقر إلى الإمكانيات التي تمكنها من تزويد المستهلك بهذه المياه! ولدينا بعض المحطات التي تؤدي هذا العمل بأساليب متقدمة! ولكن ما تعالجه من مياه لا تستثمر بشكل كامل على الرغم من جودتها النسبية وحاجتنا الملحة إليها.

وعلى ذلك ينبغي أن نعيد النظر في السياسات المتبعة في هذا القطاع! 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 تقدّم 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 من الشح المائي، 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 الإغذاب 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 مشاكل جمّة، على رأسها المعوقات السياسية. وعلى ذلك جاء الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها، لاسيما 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 بصفة خاصة، كأحد 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 واعدأ في تنمية القطاع الزراعي، في هذه المرحلة على الأقل، أصبح من الضروري أن تسعى الدراسة إلى التركيز على استخدام هذا المصدر من المياه لأغراض الري، لتعظيم دور هذه المياه في المستقبل المنظور في تحقيق 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، ولذا يأمل الباحث أن تساعد هذه الدراسة التحليلية التقويمية في سد الفراغ العلمي الخاص بقضية المياه المعالجة في دولة قطر من الناحية النظرية، من المنظور الاقتصادي والبيئي، كي تسهم في توجيه وتشجيع صناعات

القرار والمهتمين بالشأن المائي والبيئي في دولة قطر، من خلال ما أفرزته هذه الدراسة من توصيات علمية وعملية فاعلة، تبرز أهمية هذا المصدر المائي الذي نأمل أن يكون احد المصادر المائية الرئيسة والمتجددة في الدولة، وهو الهدف الاستراتيجي من هذه الدراسة.

٢-١) تساؤلات الدراسة:

كان محور الدراسة الإجابة عن التساؤلات الآتية:

- * ما حجم المياه المعالجة في دولة قطر؟ .
- * ما درجة جودة المياه المعالجة وما مدى صلاحيتها 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 هي الآفاق المستقبلية لإمكانية استخدام المياه المعالجة في دولة قطر؟ .

٣-١) فرضيات الدراسة:

- * الفرضية الأولى: تتوافر في دولة قطر تقنية متطورة لمعالجتها مياه الصرف الصحي تسمح بإعادة استخدامها بصورة آمنة، ولاسيما في القطاع الزراعي .
- * الفرضية الثانية: يتم استثمار مياه الصرف الصحي المعالجة على نحو فعال، بسبب النقص في مصادر المياه العذبة بالدولة .

٤-١) منهج الدراسة :

تسير الدراسة وفق المنهج الوصفي التحليلي التقويمي ، وذلك اعتماداً على ماتم جمعه من معلومات حول مياه الصرف الصحي المعالجة ، من حيث توزيعها وتقنياتها وإنتاجيتها ونوعيتها واستخداماتها الحالية إلى جانب الوضع المائي في دولة قطر .

ثانياً : جوانب من أدبيات الموضوع والدراسات السابقة :

تُعاني بعض مناطق العالم من نقص كبير في موارد المياه ، وقد أشار التقرير الدوري الثاني للأمم المتحدة حول تنمية الموارد المائية الذي صدر عشية انعقاد المنتدى الرابع للمياه (مارس ٢٠٠٦) 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^(١) . وتتفاقم الأزمة في بعض المناطق بشكل يفوق غيرها ، فمثلاً تعاني دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية من أزمة مائية تهدد أمنها القومي نظراً لافتقارها لمصادر المياه الطبيعية وزيادة معدلات استهلاك المياه فيها بسبب الزيادة السكانية المطردة والتنمية الاقتصادية المتسارعة وأسباب أخرى^(٢) .

ويعدّ الاستهلاك المتزايد في القطاع الزراعي 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 المائة

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

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

سنة 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^(٣).

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^(٤). ومن ثم برز اتجاه نحو معالجة مياه الصرف الصحي واعتبارها أحد المصادر البديلة للمياه الطبيعية وبخاصة للقطاع الزراعي^(٥)، فضلاً عن أثر هذه المعالجة 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 مسببات الأمراض^(٦). ومن ثم وُلد مصدر مائي جديد يمكن استخدامه في بعض القطاعات، ولاسيما القطاع الزراعي والصناعي الذي لا يحتاج إلى مياه ذات جودة عالية^(٧). ومما يؤكد أهمية هذا التوجه أن دراسة للبنك الدولي قد أشارت إلى أن أكبر التحديات التي تواجه

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

(٤) 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.

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

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

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

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^(٨).

لقد نجحت التقنيات الحديثة المتقدمة في معالجة مياه الصرف الصحي إلى إنتاج مياه معالجة تقترب مواصفاتها كثيراً من مواصفات مياه الشرب التي حددتها منظمة الصحة العالمية، أي أنها مياه آمنة بيئياً وصحياً. بينما تبين أنها قد تلحق أضراراً صحية إذا عولجت بالطرق الأولية فقط، وذلك لاحتمال وجود بعض الكائنات الدقيقة المُمرضة مثل البكتيريا والفيروسات^(٩). وقد زالت المخاوف من أضرار استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بعد النجاح الكبير الذي تحقّق 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^(١٠)، ويتوقع أنه بحلول عام ٢٠١٠م سوف توفر المياه المعالجة ٢٠٪ من احتياجات (إسرائيل) من المياه، و ٣٣٪ من احتياجات الري^(١١). وفي دولة متطورة كاليابان أعد برنامج فعال للاستفادة من المياه المعالجة. ففي العاصمة طوكيو تستخدم المياه المعالجة في صناديق مراحض دورات المياه، بالإضافة

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

(٩) ESCWA (Economic and Social Commission for Western Asia) "Development of Freshwater Resources in the Rural Areas of the ESCWA Region Using Non-Conventional Techniques", ibid, P 30.

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

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

لري المتنزهاات والاستخدامات الصناعية^(١٢). وفي ولاية تكساس الأمريكية تستخدم كمية من المياه المعالجة تقدر بنحو ٧٢٢ ألف متر مكعب يومياً (م^٣ / يوم)؛ منها ٤٣٪ لأغراض الزراعة، ٢١٪ للصناعة، و٣٦٪ لأغراض أخرى^(١٣). وفي ولاية فلوريدا تزايد الاعتماد على المياه المعالجة من ٤٥٥ ألف م^٣ / يوم عام ١٩٩٤م إلى نحو مليون متر مكعب عام ٢٠٠٣م^(١٤).

وفي بعض مناطق القارة الأسترالية حيث يسود الجفاف في بعض الأعوام يرى المزارعون أن المياه المعالجة أحد أهم المصادر البديلة لري جميع أنواع محاصيلهم الزراعية، ويطلبون بتوفير المزيد منها، ويعتقدون أن لا ضرر من استخدام المياه المعالجة لري المزروعات حتى أشجار الفاكهة التي تُؤكل دون طهو^(١٥). 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 النامبية عام ١٩٦٨م، إذ تم تشييد محطة معالجة متقدمة لتوفير نحو ٥٠٪ من احتياجات سكان المدينة من المياه^(١٦). وفي مطلع عام ٢٠٠٧م اصدر رئيس حكومة ولاية كوينزلاند الأسترالية قرارا باستخدام المياه العادمة المعالجة من أجل الشرب بدءاً من عام ٢٠٠٨م، وذلك بسبب الجفاف الذي تعاني منه البلاد وهو الأسوأ في تاريخ أستراليا^(١٧).

ibid, P 245.

(١٢)

H. W. Hoffman " Texas Water Reuse", P 2.

(١٣)

South Florida Water Management District "Water Conservation", P 1.

(١٤)

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

(١٥)

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

BBC "Queensland to Drink Waste Water", P 1.

(١٧)

إلا أن استخدام المياه المعالجة لم يرق بعد إلى الحد 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^(١٨). ولكن يتوقع في المستقبل المنظور أن تتزايد وتيرة الاتجاه نحو استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة مع بروز مشكلة تسارع نضوب المياه الجوفية. ففي مدينة الهفوف بالمملكة العربية السعودية مثلاً 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^(١٩). وفي مملكة البحرين تم تشييد خزانات ومحطات توزيع لاستخدام ٢٠٠ ألف م^٣ من مياه الصرف الصحي المعالجة في محطة الهملة لري نحو ٣,٥ هكتار من الأراضي الزراعية، بالإضافة إلى تشجير ١٠٠ كيلو متر من الشوارع الرئيسية في معظم مناطق المملكة^(٢٠). 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 الإغذاب. وهناك الكثير من

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

(١٩) عبدالله الجمعان "السحب غير الآمن يدق ناقوس الخطر على باب المصدر الرئيسي للمياه في

الأحساء"، ص ١٦.

(٢٠) صحيفة الوسط "وزير الأشغال والإسكان يدشن مشروع محطات مياه الصرف للمزارع".

الدراسات التي أثبتت جدوى صلاحيتها لأغراض الري، إذا ما استخدمت. التقنيات المتقدمة لمعالجته^(٢١)، بل إنها تعمل على تغذية النبات بما تحتويه من مواد عضوية^(٢٢). 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^(٢٣)، إذ يقتصر استخدام هذا المورد على الزراعة التجميلية بصفة خاصة، وبشكل محدود في ري الأعلاف^(٢٤).

من جانب آخر يرد البعض هذا النفور من استخدام المياه المعالجة إلى أسباب دينية لا اعتقاده أن هذه غير طاهرة، وهذا بدوره يعد جزءاً من غياب الوعي بنوعية هذه المياه، وبخاصة المياه التي تعالج بتقنيات متطورة، وهو سبب غير مبرر، 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"^(٢٥).

(٢١) حمد علي الشرياني "استخدام مياه الصرف الصحي في الري وتأثيره"، ص ٣٩٣.

(٢٢) عبدالحمد أحمد عبدالغفار "تكاليف تدهور المورد المائي في مملكة البحرين: منظور اقتصادي لاستدامة التنمية"، ص ٦٢.

(٢٣) عبدالجليل مرهون "البعد التنموي لأزمة المياه: نموذج الخليج"، ص ٤٢.

(٢٤) محمد عبدالكريم الصوفي "تنمية مصادر الماء الصالح للاستخدام"، ص ١٧٧.

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

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

ثالثاً: ماهية مياه الصرف الصحي وطرق معالجتها:

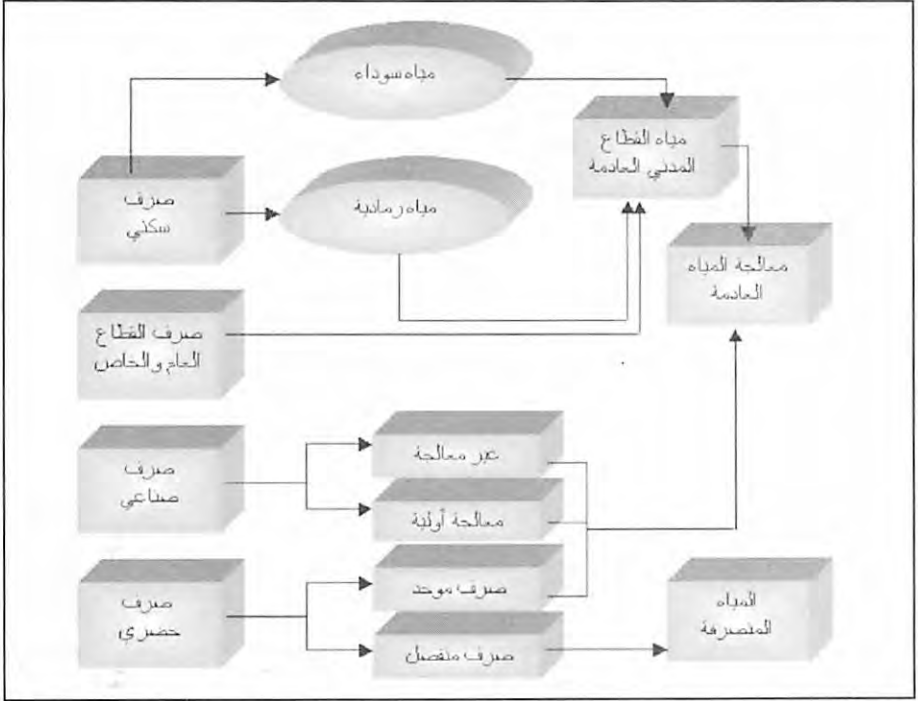
يقصد بمياه الصرف الصحي " تلك المياه الناتجة عن الاستخدامات المختلفة في المباني، يضاف إلى ذلك مياه الأمطار، والمياه المستخدمة في غسيل الطرق والمياه الناتجة من بعض المحطات الصناعية الصغيرة داخل المدن وضواحيها"^(٢٦) (شكل ١). وتصنف المياه العادمة عادة إلى نوعين: مياه سوداء ومياه رمادية، فالمياه السوداء هي المياه المحملة بالفضلات الأدمية وهي التي تعرف بمياه الصرف الصحي، بينما المياه الرمادية تشمل بقية أنواع المياه التي يتم صرفها عن طريق شبكات الأمطار. ويوجد - عادة - في الكثير من المدن المتطورة نوعان من الشبكات لتلائم هذين النوعين من المياه^(٢٧).

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

(٢٦)

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

شكل (١): مصدر وتدفق المياه العادمة في البيئة المدنية



المصدر: Richard Helmer and Invanido Hespagnol "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 الممرضة 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 ١).

جدول (١): أهم الملوثات الموجودة في المياه العادمة

الملوثات	مخاطرها
الأجسام الصلبة العالقة	قد يؤدي إلى ترسب الحماة وتوليد 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 أُلقيت 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 للتغيرات الوراثية أو التشوهات الخلقية
المواد العضوية الشديدة المقاومة	تقاوم طرائق المعالجة التقليدية للمياه العادمة، وتضم العوامل ذات الفعالية السطحية والفينولات والمبيدات الزراعية
المعادن الثقيلة	نتج من الأنشطة التجارية والصناعية. ويجب إزالتها من المياه العادمة قبل إعادة استخدامها
المكونات المذابة غير العضوية	تضم الكالسيوم والصدويوم 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 حسب درجة تلوث المياه العادمة ودرجة نقاوة " جودة " المياه المطلوب إنتاجها^(٢٨). 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^(٢٩). ومن ثم برز الاتجاه نحو معالجة هذه المياه حتى يتم التقليل من ضررها على البيئة، والاستفادة منها كمورد مائي إضافي ومتجدد وبخاصة في الدول التي تعاني من الشح المائي^(٣٠). وهذا الأمر يتطلب في البداية تشييد شبكة أنابيب صرف جيدة لتجميع هذه المياه المستعملة. ولقد تم التعرف على 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^(٣١).

وقد تطورت أساليب معالجة مياه الصرف الصحي عبر الزمن؛ ففي بادئ الأمر استخدم الترسيب لإزالة المواد العالقة كبيرة حجم، لكنها لم تأت بنتائج جيدة؛ ثم استخدم الترسيب الكيميائي بواسطة كلورايد الحديد (Fe Cl₃) عام ١٨٦٦م، وفي عام ١٨٦٩م تم استخدام كبريتات الألمنيوم، كما أتت عدة طرق للتخلص من الرواسب؛ منها التنشيف بالهواء واستخدام المرشح

Mamta Tomar, ibid, P 59-60.

(٢٨)

William P. Cunningham and Mary Ann Cunningham, ibid, P 243.

(٢٩)

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

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

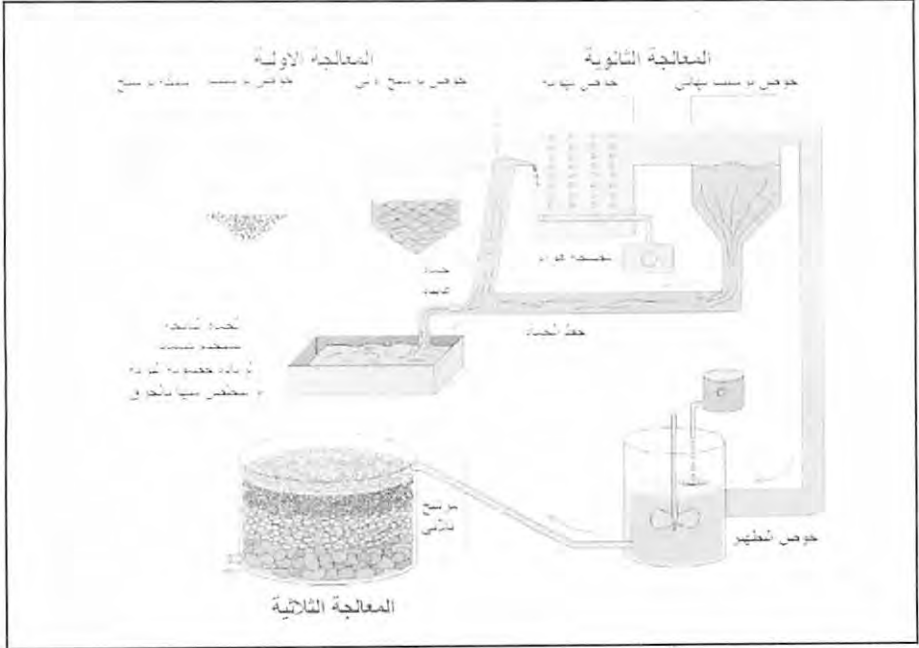
الضاغط. ولكن هذه المحاولات لم يكتب لها النجاح، إما بسبب ارتفاع تكلفة المواد الكيميائية، أو للافتقار إلى التقنيات المناسبة للتخلص من الرواسب المتبقية بعد عملية الترسيب الكيميائي. بعدها شهدت عمليات المعالجة تطوراً كبيراً؛ عندما تم ولأول مرة عام ١٩٠٠م الجمع بين الطريقة الفيزيائية والطريقة الحيوية. وفي عام ١٩٢٥م حدث تطور كبير في عمليات المعالجة، عندما تم استخدام أحواض الترسيب المائلة وتزويدها بشفرات تلف في قاع الحوض^(٣٢). 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 ٢) أو أربع حسب الرؤى التخطيطية للدولة، وإمكانياتها 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^(٣٣). ويمكن تلخيص هذه المراحل بالخطوات التالية:

(٣٢) المرجع السابق، ص ٨-٩.

William P. Cunningham and Mary Ann Cunningham, *ibid*, P 243.

(٣٣)

شكل (٢): مراحل معالجة المياه العادمة



المصادر : 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 ٢)، وذلك حتى لا تعوق كفاءة المرحلة التالية من المعالجة^(٣٤)، وفي هذه المرحلة يمكن إزالة ٩٠٪ من المواد الملوثة الموجودة في الماء^(٣٥)، والمياه الناتجة عن هذه المرحلة يمكن تطهيرها

(٣٤) Christopher Forster "Wastewater Treatment and Technology", P 26.
 (٣٥) Daniel B. Botkin and Edward A. Keller "Environmental Science", P 431.

جدول (٣) نوعية المياه المعالجة بواسطة مراحل المعالجة الثلاث

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

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

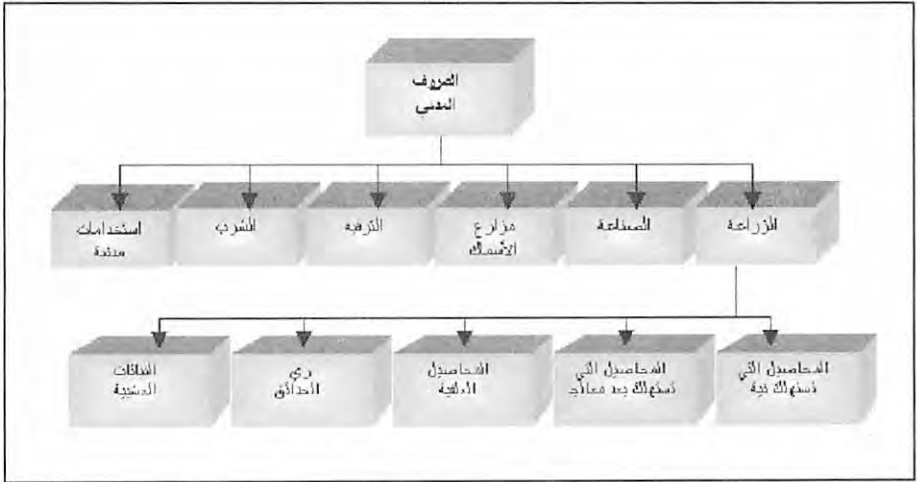
ويمكن القول في ضوء تقويم مراحل المعالجة المختلفة أن معالجة مياه الصرف الصحي، بالطريقة الثانوية على الأقل، بات أمراً ملحاً، ليس فقط من أجل حماية البيئة من التلوث، بل أيضاً لاستخدامها في عدة أغراض، ولا سيما أغراض الري^(٤٣)، وفي الوقت الراهن تعدّ المعالجة أحد مصادر المياه

Lorenzo Liberti and Antonio Lopez, ibid, P 181.

(٤٣)

المهمة في كثير من دول العالم^(٤٤). ويبين الشكل (٣) أبرز الأغراض التي يمكن استخدام المياه المعالجة بالتقنيات المتطورة فيها.

شكل (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 إغذاب المياه المالحة، وهي تكلفة متغيرة حسب نوع المياه المراد معالجتها، ونوعية المياه المراد الحصول عليها، بجانب حجم محطة المعالجة، وبشكل عام تبلغ التكلفة بالمعالجة الثانوية ما بين ٠,٢ - ٠,٣ دولار/م^٣، بينما ترتفع التكلفة إذا ما عولجت المياه بواسطة الطريقة الثلاثية لتبلغ ٠,٤ دولار/م^٣^(٤٥).

T. H. Y. Tebbutt, ibid, P 244.

(٤٤)

ESCWA (Economic and Social Commission for Western Asia) "Development of (٤٥) Freshwater Resources in the Rural Areas of the ESCWA Region Using Non-Conventional Techniques", P 35.

والجدير بالذكر، أنه في عام ٢٠٠٦م قامت الجهات المختصة بالدولة وبالتعاون مع خبرات أجنبية في دراسة إمكانية استمطار السحب بالدولة من أجل تغذية المياه الجوفية، وتشير التقديرات الأولية أن استخدام تقنيات الاستمطار المختلفة يمكننا من زيادة كمية الأمطار بنسبة ١٦,٢٪^(٤٧).

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. وتقسّم شبه جزيرة قطر إلى حوضين جوفيين منفصلين؛ أولهما الحوض الجوفي الشمالي، ويشغل ١٩٪ من مساحة دولة قطر، ويعد المورد الرئيسي للمياه الجوفية ذات الجودة المناسبة للاستهلاك الزراعي، حيث تتراوح الملوحة ما بين ٥٠٠ . ٣٠٠٠ جزء من المليون، وتزداد الملوحة بطبيعة الحال كلما زاد العمق واتجهنا نحو البحر، وقد قدر المخزون المائي في هذا الحوض بحوالي ٢٥٠٠ مليون متر مكعب من المياه الصالحة للاستخدام الزراعي. وثانيهما الحوض الجوفي الجنوبي، ويحتل حوالي نصف مساحة الدولة، وترتفع فيه نسبة الملوحة، إذ تبلغ ما بين ٣٠٠٠ و ٦٠٠٠ جزء من المليون. ويقدر المخزون المائي في هذا الحوض بنحو ٢٠٠٠ مليون متر مكعب^(٤٨)، وهي لا تصلح للتنمية الزراعية فقط، بل إن استخدامها يعدّ خطراً على التربة الزراعية التي تتعرض للتصحّر بالتملح.

وعلى الرغم من اتجاه الدولة نحو الاعتماد الكامل على مياه الإغذاب في

(٤٧) المرجع السابق، ص ١٢-١٣.

(٤٨) أحمد حاجي عبدالمك "المياه والقطاع الزراعي"، ص ١١.

الوفاء بالاحتياجات المنزلية والتجارية والصناعية، ما زالت المياه الجوفية هي المصدر الأول للمياه، وبنسبة تقدر بنحو ٥٠٪ من جملة المياه المستهلكة بالدولة^(٤٩)، وهذه النسبة في تناقص مستمر نتيجة لتدهور نوعية المياه الجوفية 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 هكتاراً فقط عام ١٩٦٠^(٥٠)، إلى نحو ٧٧١,٦ هكتاراً عام ٢٠٠٣^(٥١)، أي أنها تضاعفت حوالي ست مرات خلال ٤٣ سنة (شكل ٥). هذه الظفرة 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 يساهم في الناتج المحلي الإجمالي إلا بـ ٢١٦ مليون ريال عام ٢٠٠٥م، وبأهمية نسبية لم تتجاوز ٠,١٤٪^(٥٢). وفي المقابل أدت هذه السياسة التوسعية إلى استنزاف مخيف للمصدر الطبيعي الرئيس للمياه في الدولة^(٥٣).

(٤٩) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء "التقرير الإحصائي ٢٠٠٥"، ص ٥٦.

(٥٠) فاطمة مبارك "العلاقات الاقتصادية بين دول الساحل الغربي للخليج العربي"، ص ٢٢٠.

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

(٥٢) مجلس التخطيط "الناتج المحلي الإجمالي لدولة قطر لعام ٢٠٠٥"، ص ٢.

(٥٣) عمر طوقان "تقرير حول وضع إطار عام لإستراتيجية المياه في دولة قطر"، ص ٦.

جزء من المليون في حوالي 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^(٥٥)، مما أدى إلى تدني صلاحية هذه المياه للري الآمن، ومن ثم انخفاض إنتاجية الأرض الزراعية "تصحرها" بسبب تملح التربة، ولهذا برزت مشكلة المزارع المهجورة^(٥٦).

ج) مياه الإغذاب:

اتجهت دولة قطر إلى إغذاب المياه المالحة وشبه المالحة منذ عام ١٩٥٣م عندما تم تشييد محطة صغيرة بطاقة إنتاجية بلغت ٦٨٠ م^٣ / يوم^(٥٧). ومع تنامي الحاجة للمياه العذبة زاد عدد المحطات والطاقة الإنتاجية الكلية (جدول ٥)، حيث بلغ ما أنتجته عام ٢٠٠٥م من مياه عذبة ١٩٤,٢ مليون م^٣^(٥٨)، مع استثناء إنتاجية المحطات الصغيرة أو تلك التي تتبع القطاع الصناعي.

جدول (٥): القدرة الإنتاجية لمحطات الإغذاب الرئيسية في دولة قطر

محطة الإغذاب	عدد وحدات الإغذاب	سعة وحدة الإغذاب (م ^٣ /يوم)	إجمالي السعة (م ^٣ /يوم)
رأس أبو عبود	٤	١٠٠,٩	٤٠٠,٣٦
رأس أبو فنتاس (أ)	١٤	٧٠٠,٢٢	٨٠٠,٣١٧
راس أبو فنتاس (ب)	٥	٠٠٠,٣٠	٠٠٠,١٥٠
رأس لفان	٤	٥٠٠,٤٥	٠٠٠,١٨٢

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

(٥٥) المرجع السابق ص ٣٥.

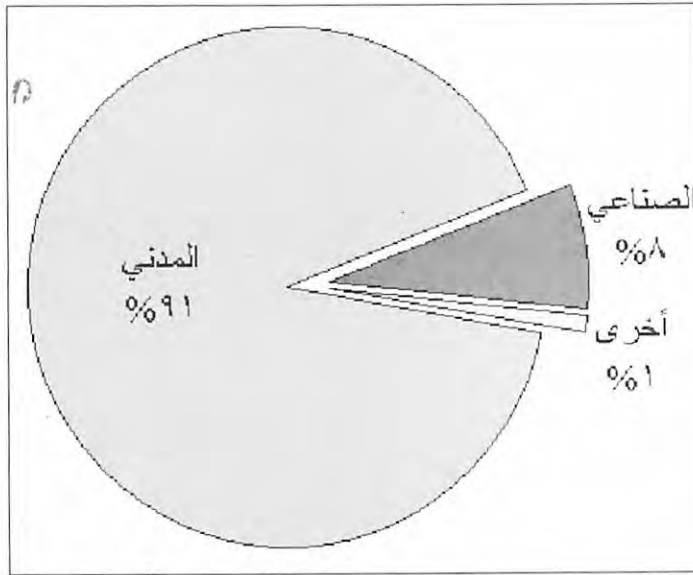
(٥٦) عمر طوقان، مرجع سابق، ص ٦.

(٥٧) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء "التقرير السنوي ٢٠٠٣"، ص ٤٠.

(٥٨) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء "التقرير الإحصائي ٢٠٠٥"، مرجع سابق، ص ٥٦.

وتبلغ تكلفة إنتاج المياه بواسطة عمليات الإغذاب 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 الإغذاب إلى ٠,١٥ دولار^(٥٩)، لهذا السبب اقتصر استخدامها في دولة قطر على القطاع المدني دون القطاع الزراعي (شكل ٦). وتجري الجهات المختصة في دولة قطر حالياً عدة دراسات مع مراكز بحثية أمريكية ويابانية لخفض تكلفة المتر المكعب الواحد المنتج بواسطة تقنية إغذاب المياه المالحة من نحو دولار واحد إلى ٠,٥٠ دولار^(٦٠).

شكل (٦): القطاعات المستهلكة للمياه المنتجة بواسطة تقنيات الإغذاب في دولة قطر



المصدر: ESCWA " Water Desalination Technologies in the ESCWA Member Countries", P 19.

(٥٩) ل. س. شبيجلر "تنقية المياه الملحة"، ص ١٥٦.

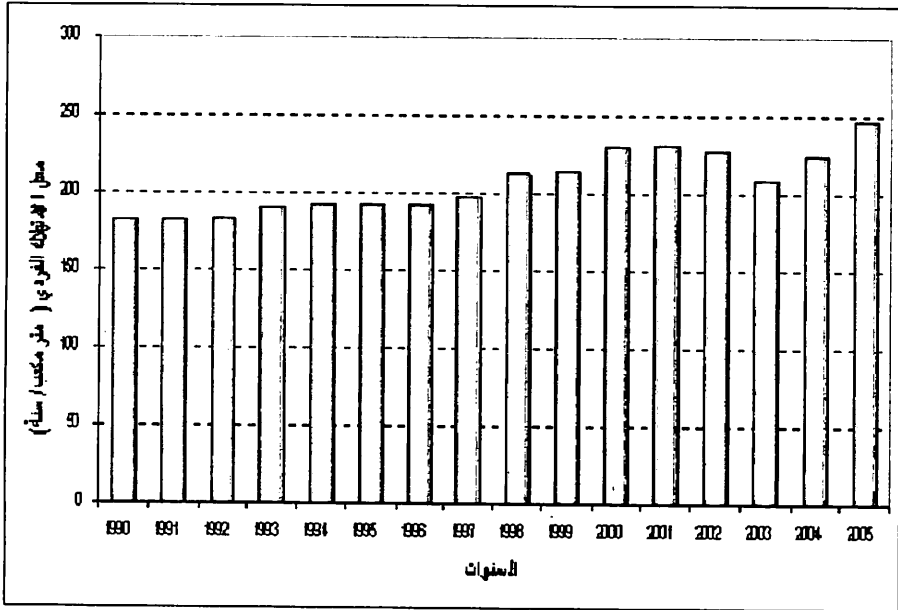
(٦٠) عبدالله مهران "خطط إستراتيجية طموحة لتطوير قطاع المياه"، ص ٢٥.

جدول (٧): معدل الزيادة في إنتاج المياه للفترة (٢٠٠٢-٢٠٠٥)

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

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

شكل (٧): معدل الاستهلاك الفرد/سنة من المياه بدولة قطر خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٠٥)

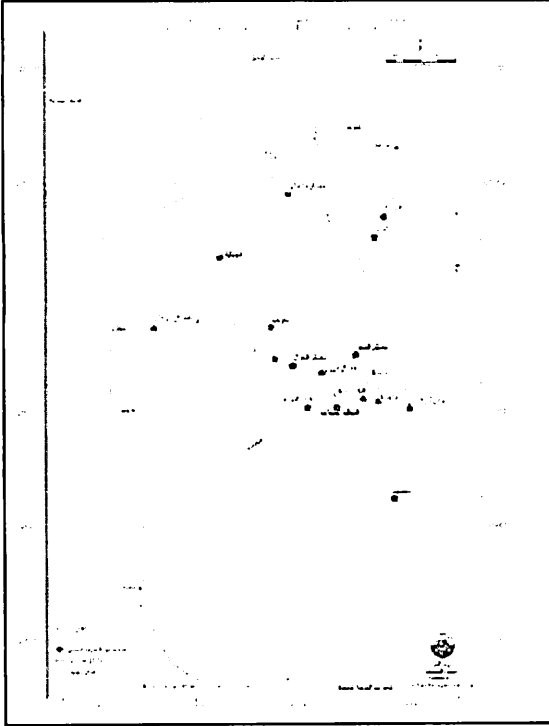


المصدر: المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء "التقرير الإحصائي ٢٠٠٥"، ص ٧٠.

خامساً: 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^(٦٥). وفي الوقت الراهن يوجد في دولة قطر ست عشرة محطة متفاوتة في الحجم (شكل ٨).

شكل (٨): التوزيع الجغرافي لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي في دولة قطر



المصدر: مجلس التخطيط،
دولة قطر، ٢٠٠٦.

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

تباين 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) أكبر محطتين من حيث الإنتاجية هما محطتا السيلية غربي مدينة الدوحة، والنعيجة جنوبي الدوحة، وثلاث محطات متوسطة الحجم تقع في مدن مسعيد الصناعية والخور والذخيرة، إلى جانب إحدى عشرة محطة صغيرة الحجم موزعة على تجمعات عمرانية صغيرة وصناعية ومعسكرات للجيش^(٦٦).

(٢) تستخدم في هذه المحطات تقنيات معالجة متباينة تجمع بين أحواض 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 نضج من أجل تحسين نوعية المياه. أما بقية المحطات فتستخدم تقنية الحوض الواحد ذي المعالجة التتابعية مع استخدام بحيرة من أجل تحسين نوعية المياه المنتجة^(٦٧).

(٣) يبلغ إجمالي إنتاج هذه المحطات من المياه المعالجة ٥٤٥,١٦٤ م^٣/يوم عام (جدول ٨)، أي نحو ٣٠,٧٪ من إجمالي المياه العذبة المستهلكة التي

(٦٦) هيئة الأشغال العامة "الصرف الصحي"، ص ١.

(٦٧) جابر علي المهدي "الصرف الصحي"، مرجع سابق، ص ٤.

بلغ متوسطها اليومي عام ٢٠٠٥ نحو ٣٦٤,٥٣٥ م^٣/يوم^(٦٨). ويأتي الإنتاج الأكبر من محطة النعيجة حيث يبلغ ٠٠٠,٨٠ م^٣/يوم، ثم محطة السيلية التي يبلغ إنتاجها ٠٠٠,٧٨ م^٣/يوم، تليها محطة الذخيرة في الشمال الشرقي من الدولة التي بلغ إنتاجها ٤٠٠,٢ م^٣/يوم، ومحطة الخور بإنتاج ٨٠٠,١ م^٣/يوم. أما بقية الكمية فتتوزع على المحطات المنتشرة في المستوطنات العمرانية والصناعية الصغيرة ومعسكرات الجيش، أما محطة مسيعيد فلم تتوافر بيانات عن إنتاجها.

جدول (٨)

كميات المياه المعالجة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي

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

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

(٦٨) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء "التقرير الإحصائي ٢٠٠٥"، مرجع سابق، ص ٥٦.

الجدير بالذكر أن العديد من مناطق ومدن الدولة لا يتوافر لها في الوقت الراهن شبكة صرف صحي ومحطات معالجة للمياه العادمة، ولاسيما المدن الصغيرة التي لازالت مياهها العادمة تصرف للبيئة مباشرة دون معالجة، أو تنقل بواسطة سيارات الصهاريج إذا توافرت محطات قريبة منها. ويشير جدول (٩) أن مدينة الدوحة وما يحيطها من مدن تتمتع بشبكة الصرف الصحي تفوق كثيراً - من حيث الخدمة - بقية المدن، ولكن بنسب متفاوتة، إذ تأتي شبكة مباني الدوحة في المرتبة الأولى بنسبة ٩٥٪، ثم مسعيد في المرتبة الثانية بنسبة ٩٣٪، بينما تراجع مناطق هامة مثل الريان بنسبة ٥٨٪، وأم صلال بنسبة ١,٣٪، في حين لا تتمتع مباني مدن وقرى الشمال والغورية بهذه الخدمة. ولا شك في أن استمرار هذا الوضع يهدد صحة السكان والبيئة على حد سواء، لما تحمله هذه المياه العادمة من ملوثات، كما أنه يعد في نفس الوقت 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 تتوفر 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 ٩)^(٦٩). وهذا ما دفع بالسلطات المختصة عام ٢٠٠٥م إلى الشروع في عملية تجفيف بعضها مثل مستنقع النعيجة.

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

جدول (٩): المباني المكتملة حسب اتصالها بشبكة الصرف الصحي عام ٢٠٠٤ .

النسبة المئوية للمباني المتصلة	الاتصال بشبكة الصرف الصحي		البلدية
	غير متصل	متصل	
٩٥	١٣٥,٢	٠٤٥,٣٧	الدوحة
٥٨	٣٥١,١٢	٨٦٨,١٦	الريان
٥٠	٢٣٨,٢	٢٥٤,٢	الوكرة
١,٣	٧٤٥,٣	٥٠	أم صلال
٢٧	٥٦٠,٢	٩٥٠	الخور
٠	١٠٣,١	٠	الشمال
٠	٢٩٦	٠	الغويرية
١,٩	٣٦٦,٢	٤٦	الجميلية
٠,١	٠٠٨,١	١	جريان البطنة
٩٣	٥١	٧٣٨	مسيعيد

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

شكل (٩): صورتان لبركة مياه الصرف الصحي بالقرب من مدينة الخور



المصدر: الباحث، ٢٠٠٦ .

وأخيراً، لا بد من الإشارة إلى أن هناك خطة خمسية (٢٠٠٥-٢٠٠٩) 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 للفلترية الفائقة الدقة والذي 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^(٧٠). 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^(٧١). 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.

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

(٧١) مأمون عياش* أشغال توقع عقد توسعة محطة السيلية، ص ٣٠.

سادساً: استخدامات مياه الصرف الصحي المعالجة ونوعيتها في دولة قطر:

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^(٧٢). وفي الوقت الراهن تشير البيانات المتوافرة لدى إدارة شؤون الصرف الصحي التابعة لهيئة الأشغال العامة التي تتولى الإشراف على جمع ومعالجة مياه الصرف الصحي أن المياه المعالجة المطابقة للمعايير التصميمية تبلغ كمياتها ٨٣,٣١٠ م^٣/يوم وهي تنتج في ثمانية محطات تتوفر فيها هذه المعايير بما يتيح استخدامها لأغراض الري، وهي كمية تبلغ حوالي 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 ١٠ و جدول ١١). وجدير بالذكر أن الجهات المختصة قامت عام ٢٠٠٥م بوضع مواصفات خاصة للمياه العادمة والمياه المعالجة المستخدمة في القطاع الزراعي (أنظر ملحق ١)، بعد أن كان يعتمد على مواصفات وكالة حماية البيئة الأمريكية لتحديد مدى تأثير هذه المياه على التربة والنباتات.

(٧٢) جابر علي المهندي *الصرف الصحي*، مرجع سابق، ص ٤.

جدول (١٠): نوعية المياه المعالجة التصميمية والحالية بمحطات المعالجة

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

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

يبين جدول (١١) متوسطات نوعية المياه المعالجة المنتجة عام ٢٠٠٥ م 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 (أنظر ملحق ١)، 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. أما بالنسبة لقيم الأكسجين الكيماوي المطلوب، فكل الكمية مناسبة في جميع المحطات عدا محطة النعيجة. أما قيم الأكسجين الحيوي والألمنيوم والكلور الحر المتبقي فتحويه 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 (١١): مقارنة بين جودة المياه في أهم محطات معالجة المياه العادمة
في الدولة لعام ٢٠٠٥

الوحدة	محطة الخور	محطة الذخيرة	محطة النعيجة	محطة السيلية	الرمز	المعيار
	٧	٧	٧	٧	pH	الأس الهيدروجيني
mg\L	٨٦٦,١	٧٩٣,١	٦٤٠,١	٠٦٠,٢	EC	التوصيل الكهربائي
mg\L	٤٧٥,١	٧١٩,١	١٥٠,١	٥٤٥,١	TDS	مجموع المواد الذائبة
mg\L	٦	٢٢	٧٣	٥	TSS	مجموع المواد العالقة
mg\L	٦	١١	٥٥	٤	BOD ₅	الأكسجين الحيوي المطلوب
mg\L	٢٩	٤٥	١٨٧	٣٠	COD	الأكسجين الكيميائي المطلوب
mg\L	٣٥٦	٣٧١	٢٨٠	٤٢٩	CI	الكلور
mg\L	٤	١٧	٣٥	٤	NH ₄ ⁺	الأمونيوم
mg\L	Nil	Nil	٠,٨	٠,٢٨	Cl ₂	الكلور الحر المتبقي

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 الركبة والرفاع وفي ري بعض الحدائق والمنتزهات، ويتم التخلص من بقية الكمية^(٧٣)، والأرقام الدالة عليها غير مؤكدة لأن كل ما يستهلك من مياه الصرف الصحي المعالجة لا يتعدى - في حقيقة الأمر - ١٨ مليون متر مكعب سنوياً لري المزروعات، مع ٧ ملايين متر مكعب أخرى لري الحدائق العامة، وهي كمية لا تتعدى نسبتها ٤١,٦٪، وهي - ومع ذلك - نسبة معقولة نسبياً.

يتبين - كما سبق - أن المياه المعالجة لا تستغل بشكل كاف، على الرغم من الحاجة إليها في، هذا مع العلم بأن نصف الكمية المنتجة لا يطابق المعايير التصميمية، وبالتالي يعد ذلك هدراً في مياه يمكن استخدامها، بل يعد أيضاً

(٧٣) المرجع السابق، ص ٧-٨.

تهديداً حقيقياً للبيئة. فالتخلص من كميات تقدر بنحو ١٠,٠٠٠ م^٣ / يوم من المياه المعالجة بالطريقة الثلاثية في منطقة أبونخلة غرب الدوحة - على سبيل المثال - نتج عنه بحيرة تزخر بالحيوانات والحشرات غير المرغوب فيها (شكل ١٠). وحدث عام ٢٠٠٥م أن تسربت المياه إلى المزارع القريبة فأغرقتها، وذلك نتيجة لعدم تمكن المستنقع من استيعاب الكميات الكبيرة من المياه العادمة التي تضحها سيارات الصهاريج التجارية^(٧٤).

شكل (١٠): صورتان لمستنقع مياه الصرف الصحي في منطقة أبونخلة



المصدر: الباحث، ٢٠٠٦.

سابعاً: الاستنتاجات والتوصيات:

لقد أسفرت الدراسة عن مجموعة من النتائج والتوجهات الايجابية التي يمكن أن تسهم في تعظيم دور مياه الصرف الصحي المعالجة، كمورد مائي جديد ومتجدد ومتنامي 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 من ندرة في مصادر المياه الطبيعية، وقد حققت نجاحاً في

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

مجال عمليات إغذاب 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 وحدوث 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)

وقد أثبتت الدراسة أن مياه الصرف الصحي المعالجة تعتبر الحل الأمثل لمواجهة مشكلة النقص في المياه لتعظيم التنمية الزراعية، في ظل بقاء تكلفة عمليات الإغذاب 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 الذي أثبتت جدوى استخدام هذه المياه، وانعدام تأثيراتها الضارة إذا عولجت بالطرق المتقدمة، إذا استخدمت بشكل علمي مدروس.

(٣)

ما زالت معالجة مياه الصرف الصحي في دولة قطر حالياً دون الأمول. 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 تسرب المياه العادمة قبل وصولها إلى محطات المعالجة. بجانب عدم توافر محطات معالجة في بعض مناطق الدولة. كل هذه السلبيات تؤدي إلى ضخ أو تسرب المياه 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 توفر 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 تتوفر 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.

مما لا ريب فيه أن دولة قطر بما تعانيه من نقص في المياه الطبيعية، وبما تمتلكه من إمكانيات مادية وبشرية، مؤهلة إلى احتلال موقع الصدارة في مجال معالجة المياه العادمة، واستغلالها في بعض القطاعات التي لا تحتاج إلى مياه ذات جودة عالية.

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 في هذه المحطات 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) كما توصي بضرورة سن قانون لتنظيم عملية الانتفاع بمياه الصرف الصحي المعالجة وتفعيله، يتضمن:

* تحفيز استخدام المياه المعالجة من خلال تقديم هذه المياه للمزارعين بأسعار تشجيعية.

* تطبيق مقاييس ومعايير جودة المياه العادمة والمعالجة بشكل صارم.

* مراقبة استخدام المزارعين للمياه المعالجة، ولاسيما في زراعة الخضروات والفواكه الطازجة، مع ضرورة التأكد من صلاحية هذه المنتجات للاستخدام الآمن من خلال الفحص الدوري.

* تطبيق هذا القانون بدون أي استثناء بواسطة سلطة مختصة.

(٣) كما توصي بتصميم برنامج متكامل وطويل المدى لرفع مستوى وعي صناع القرار والعامّة بأهمية الاستفادة من المياه المعالجة، وبخاصة أرباب المزارع والعاملون فيها، وهذا البرنامج يتطلب:

* إعداد برنامج للتوعية خاص لكل فئة اجتماعية، وخاصة الفلاحون 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 المتزهات

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 العربية

- ١ - أحمد حاجي عبدالمملك "المياه والقطاع الزراعي"، وزارة الشؤون البلدية والزراعة، الدوحة، تقرير غير منشور، ٢٠٠٥.
- ٢ - أحمد مدحت إسلام "الماء سائل الحياة"، دار الفكر العربي، القاهرة، ١٩٩٩.
- ٣ - أشرف ممتاز "أشغال توقع عقد توسعة محطة السيلية لمعالجة المياه"، صحيفة الراية، الدوحة، العدد (٨٦٢١)، ٢٠٠٥، ص ١٦.
- ٤ - المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء "التقرير الإحصائي ٢٠٠٣"، المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، الدوحة، ٢٠٠٤.
- ٥ - المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء "التقرير الإحصائي ٢٠٠٥"، المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، الدوحة، ٢٠٠٦.
- ٦ - انطوان حداد "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، ١٩٩٤، صفحات ٨٣-٩٤.
- ٧ - جابر علي المهندي "الصرف الصحي"، هيئة الأشغال العامة، الدوحة، تقرير غير منشور، ٢٠٠٥.
- ٨ - جمال لطفي "مياه الصرف الصحي تحاصر منطقة أبونخلة من جديد"، صحيفة الشرق، الدوحة، العدد (٦٦١٨)، ٢٠٠٦.
- ٩ - حمد علي الشرياني "استخدام مياه الصرف الصحي في الري وتأثيره على التربة والنبات"، في مؤتمر الخليج الخامس للمياه، جمعية علوم وتقنية المياه، الدوحة، ٢٠٠١، صفحات ٣٩٣ - ٤٢١.
- ١٠ - سامر مخيمر وخالد حجازي "أزمة المياه في المنطقة العربية"، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٩٦.
- ١١ - ك. س. شبيجلر "تنقية المياه الملحة"، ترجمة مصطفى محمد السيد، مركز النشر العلمي - جامعة الملك عبدالعزيز، جدة، ١٩٨٧.

- ١٢ - صحيفة الراية " الروائح والبعوض تهاجم سكان الخور " ، صحيفة الراية ، الدوحة ، العدد (٨٧٣٧) ، ٢٠٠٦ ، ص ١٤ .
- ١٣ - صحيفة الوسط " وزير الأشغال والإسكان يدشن مشروع محطات مياه الصرف للمزارع " ، صحيفة الوسط ، البحرين ، العدد (١٠١٠) ، ٢٠٠٥ .
- ١٤ - عبدالجليل مرهون " البعد التنموي لأزمة المياه: نموذج الخليج " ، في نجيب عيسى "مشكلة المياه في الشرق الأوسط" ، الجزء الثاني، مركز الدراسات الإستراتيجية والبحوث والتوثيق، بيروت، ١٩٩٤ ، صفحات ٣٧-٤٥ .
- ١٥ - عبدالحميد أحمد عبدالغفار " تكاليف تدهور المورد المائي في مملكة البحرين: منظور اقتصادي لاستدامة التنمية " ، مركز البحرين للدراسات والبحوث ، المنامة ، ٢٠٠٣ .
- ١٦ - الشيخ عبدالرحمن عبدالخالق " أسئلة بخصوص مياه الصرف الصحي المعالجة " ، <http://www.salafi.net/fatawa/tahara.htm>
- ١٧ - عبدالله الجمعان " السحب غير الآمن يدق ناقوس الخطر على باب المصدر الرئيسي للمياه في الأحساء " ، صحيفة الشرق الأوسط ، العدد (١٠١٠٥) ، ٢٠٠٦ .
- ١٨ - عبدالله صغير " معالجة مياه الصرف الصحي " ، ٢٠٠٤ ، <http://www.tkne.net/vb/showthread.php?t=1710>
- ١٩ - عبدالله مهران " خطط إستراتيجية طموحة لتطوير قطاع المياه " ، صحيفة الشرق ، الدوحة ، العدد (٦٣٦٦) ، ٢٠٠٥ .
- ٢٠ - عمر طوقان " تقرير حول وضع إطار عام لإستراتيجية المياه في دولة قطر " ، وزارة الشؤون البلدية والزراعة ، الدوحة ، ٢٠٠٣ .
- ٢١ - فاطمة مبارك " العلاقات الاقتصادية بين دول الساحل الغربي للخليج العربي " ، مطبعة دار نشر الثقافة ، القاهرة ، ١٩٨٢ .
- ٢٢ - كلثم الغانم ، محمد الكواري ، خضر زكريا ، نورة الكواري ، شريف صبري " محددات التركيبة السكانية وتأثيراتها " ، مجلس التخطيط ،

- الدوحة، ٢٠٠٦.
- ٢٣ - مأمون عياش " أشغال توقع عقد توسعة محطة السيلية " ، صحيفة الشرق ، الدوحة ، العدد (٦٣٩٠) ، ٢٠٠٥ .
- ٢٤ - مجلس التخطيط " التعداد العام للسكان والمساكن " ، مجلس التخطيط ، الدوحة ، ٢٠٠٤ .
- ٢٥ - مجلس التخطيط " المجموعة الإحصائية السنوية " ، مجلس التخطيط ، الدوحة ، ٢٠٠٥ .
- ٢٦ - مجلس التخطيط " الناتج المحلي الإجمالي لدولة قطر لعام ٢٠٠٥ " ، مجلس التخطيط ، الدوحة ، ٢٠٠٦ .
- ٢٧ - مجلة البلدية والزراعة " أساليب الري الحديث وأثرها على الزراعة في دولة قطر " ، وزارة الشؤون البلدية والزراعة ، الدوحة ، ٢٠٠٣ .
- ٢٨ - مجلة البلدية والزراعة " دراسة لاستمطار السحب في قطر بالتعاون مع جهات أجنبية " ، وزارة الشؤون البلدية والزراعة ، الدوحة ، ٢٠٠٦ .
- ٢٩ - محمد السيد أرناؤوط " الإنسان وتلوث البيئة " ، الدار المصرية اللبنانية ، القاهرة ، ١٩٩٩ .
- ٣٠ - محمد الكبيسي ، حسن المهندي ، علي الشيب ، حسن الخياط " النمو الحضري والهجرة في دولة قطر " ، مجلس التخطيط ، الدوحة ، ٢٠٠٦ .
- ٣١ - محمد عباس ناجي " كيف تستطيع دول مجلس التعاون مواجهة حرب المياه القادمة " ، مجلة آراء حول الخليج ، دبي ، العدد (٢٢) ، ٢٠٠٦ ، صفحات ٣٤-٣٦ .
- ٣٢ - محمد عبدالحميد داود " كيف تستطيع دول مجلس التعاون مواجهة حرب المياه القادمة " ، مجلة آراء حول الخليج ، دبي ، العدد (٢٢) ، ٢٠٠٦ ، صفحات ٤٤-٤٧ .
- ٣٣ - محمد عبدالكريم الصوفي " تنمية مصادر الماء الصالح للاستخدام " ، في مؤتمر الخليج الأول للمياه ، الجزء الأول ، دبي ، ١٩٩٢ .
- ٣٤ - نصر الحايك " طرق معالجة مياه الصرف " ، دار الحصاد للنشر والتوزيع ، دمشق ، ١٩٩٠ .

- ٣٥ - هيئة الأشغال العامة "الصرف الصحي" ، هيئة الأشغال العامة ، الدوحة ،
تقرير غير منشور ، ٢٠٠٦ .
- ٣٦ - وزارة الشؤون البلدية والزراعة "الصرف الصحي" ، وزارة الشؤون البلدية
والزراعة ، الدوحة ، ١٩٩٤ .
- ٣٧ - وليد عبدالله المنيس "الأمن المائي في دول الخليج العربية" ، مجلة أراء
حول الخليج ، دبي ، العدد (٢٢) ، ٢٠٠٦ ، صفحات ٤١-٤٣ .

المراجع الأجنبية

1.

BBC "Queensland to Drink Waste Water", <http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/6308715.stm>, 2007.

2.

Christopher Forster "Wastewater Treatment and Technology", Thomas Telford, London, 2003.

3.

Daniel B. Botkin and Edward A. Keller "Environmental Science", Jown Wiley & Sons, New York, 2000.

4.

Eldon D. Enger and Bradly F. Smith "Environmental Science", McGraw-Hill Company, Boston, 2002.

5.

ESCWA (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, 2001.

6.

ESCWA (Economic and Social Commission for Western Asia) "Water Desalination Technologies in the ESCWA Member Countries", United Nations, New York, USA, 2001.

7.

Hassan al-Mohannadi "Water Resources in the State of Qatar: Toward Holistic Management", Qatar University, Doha, 2004.

8.

H. W. Hoffman "Texas Water Reuse", Texas Water Development Board,

Texas, 1998.

9.

<http://www.sfwmd.gov/org/wsd/wsconservation/waterreuse.html>.

10.

James Grubel "Billions face water shortages", Scientific American.com, 2006.

11.

Jane Bardon " As Australia dries, farmers left looking at recycled supply", 2006, <http://www.abc.net.au/rural/nsw/content/2006/s1668499.htm>.

12.

Lorenzo Liberti and Antonio Lopez "Strategy for Agriculture Wastewater Reuse in S. Italy", In "Desalination and Water Re-use", Vol.3, Institution of Chemical Engineers, Rugby, UK, 1991.

13.

Mamta Tomar "Quality Assessment of Water and Wastewater", Lewis Publishers, London, 1999.

14.

Richard Helmer and Invanido Hespanhol "Water Pollution Control: A Guide to the Use of Water Quality Management Principals", E and FN Spon: London, 1997.

15.

Sarah Volkman "Sustainable Wastewater Treatment and Reuse in Urban Areas of the Developing World", Michigan Technological University, Michigan, 2003.

16.

South Florida Water Management District "Water Conservation", <http://www.sfwmd.gov/org/wsd/wsconservation/waterreuse.html>.

17.

Terence J. McGhee "Water Supply and Sewerage", McGraw-Hill, Inc., New York, 1991.

18.

The United Nations "Water a Shared Responsibility", The United Nations World Water Development, Report 2, United Nations, New York, 2006, P 524.

19.

T. H. Y. Tebbutt "Principles of Water Quality Control", Butterworth-Heinemann, Oxford, 1998.

20.

WHO (World Health Organization) "Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture", World Health Organization, Geneva, 1989.

21.

William P. Cunningham and Mary Ann Cunningham "Principles of Environmental Science", McGraw-Hill Companies, Boston, 2002.

ملحق (1)

مقاييس ومعايير جودة المياه العادمة والمعالجة في دولة قطر

جدول (1-1): معايير تصريف المخلفات السائلة إلى المجاري العامة لمعالجتها

الوحدة	الحد الأقصى المسموح به	الرمز	المعيار
	10 - 5	pH	الأس الهيدروجيني (pH)
	Non-resistance		اللون (Color)
mg/L	1000	BOD5	الأكسجين الحيوي المطلوب (لمدة 5 أيام) (BOD 5)
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	SO4-2	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) (capable of vigorous decomposition)
mg/L	0.5	TCH	الهيدروكربونات الكلورة 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)

(تابع) جدول (١-١)

الوحدة	الحد الأقصى المسموح به	الرمز	المعيار
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 (١ - ٢): معايير مياه الصرف الصحي المعالجة

الحد الأقصى المسموح به	الرمز	المعيار
10 mg/L	TSS	الأجسام الصلبة العالقة الكلية (Total Suspended Solids)
10 mg/L	BOD	الأكسجين الحيوي المطلوب (Biochemical Oxygen Demand BOD5)
150 mg/L	COD	الأكسجين الكيميائي المطلوب (Chemical Oxygen Demand)
2 mg/L minimum	DO	الأكسجين الذائب (Dissolved Oxygen)
23	MPN	عدد القولونات الكلي (Total Coliform (MPN))
0.1 mg/L	Cl2	الكلور الحر المتبقي (Free Residual Chlorine)

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

جدول (١ - ٣): معايير مياه الصرف المعالجة من المرافق الصناعية البرية
المستخدمة لأغراض الري

الوحدة	الحد الأقصى المسموح به لفرض ري المساحات الخضراء	الحد الأقصى المسموح به لفرض ري المزروعات	الرمز	المعيار
Physical Tests الاختبارات الفيزيائية 1 -				
mg/L	2000	2000	TDS	مجموع المواد الذائبة Total Dissolved Solids
mg/L	50	50	TSS	مجموع المواد العالقة Total Suspended Solids
	6 - 9	6 - 9	pH	الأس الهيدروجيني (pH)
	Nil	Nil		الجسيمات الطافية (Floating Particles)
Inorganic Matters المواد غير العضوية 2 -				
mg/L	15	15	NH ₄ ⁺	الأمونيوم (Ammonia as N)
mg/L	0.1	0.1	Cl ₂	الكلور المتبقي (Chlorine Residual)
mg/L	0.2	Nil	CN	السيانيد (Total) Cyanide
mg/L	> 2	> 2	DO	الأكسجين الذائب (Dissolve Oxygen)
mg/L	15	15	F	الفلوريد (Fluoride)
mg/L	30	30	PO ₄ ⁻³	الفوسفات على شكل فسفور Phosphate as P
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

(تابع) جدول (١ - ٣)

الوحدة	الحد الأقصى المسموح به لفرض ري المساحات الخضراء	الحد الأقصى المسموح به لفرض ري المزروعات	الرمز	المعيار
mg/L	150	150	COD	الأكسجين الكيماوي المطلوب Chemical Oxygen Demand
Trace Matters النادرة 3 - العناصر				
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
Organic Matters العضوية 4 - المواد				
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 (١ - ٣)

الوحدة	الحد الأقصى المسموح به لغرض ري المساحات الخضراء	الحد الأقصى المسموح به لغرض ري المزروعات	الرمز	المعيار
3 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 حده				قياس السمية (Toxicity Evaluation)

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

تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني لخصائص المياه الجوفية في منطقة الصليبية الزراعية بالكويت

أ. د. محمد الخزامي عزيز^(١)

أ. د. فوزية محمد الرويح^(٢)

ملخص:

تعتمد منطقة الصليبية الزراعية بالكويت على حقل هام من المياه الجوفية التي تحتاج إلى دراسات متوالية لمتابعة خصائص المياه والمتغيرات التي تطرأ عليها وخاصة في تغير منسوبها، إلى جانب الخصائص الكيميائية والهيدرولوجية وغيرها.

يعتبر حقل المياه الجوفية في الصليبية من أقدم حقول المياه في الكويت، حيث بدأ الإنتاج منه في بداية الخمسينيات من القرن العشرين. جيولوجيا يتكون هذا الحقل من تتابع طبقي من الحصى والرمل ذات أحجام متفاوتة تتخللها طبقات غرينية أو طينية لها دور كبير في تكوين مكامن المياه الجوفية في المنطقة. ويوجد في منطقة الصليبية مكامن منفصلان بواسطة نطاق شبه منفذ من الطين والغرين.

وتمثل تقنية نظم المعلومات الجغرافية في هذه الدراسة وسيلة لتطبيق منهج التحليل المكاني على المياه الجوفية في منطقة الدراسة من خلال تصميم قاعدة

(١) الأستاذ بقسم الجغرافيا - كلية العلوم الاجتماعية - جامعة الكويت.

(٢) الأستاذ بقسم علوم الأرض والبيئة - كلية العلوم - جامعة الكويت.

معلومات جغرافية لحقل الصليبية ومن ثم اجراء التحليل المكاني على طبقات المعلومات المكانية، حيث يتم التركيز على عدة موضوعات منها: التحليل المكاني للخصائص الطبوغرافية لحقل الصليبية، وكذلك تحليل الخصائص الهيدروجيولوجية والكيميائية لمياه آبار الصليبية، ومن ثم اجراء تطبيق قانون دارسي Darcy's Law لقياس تدفق المياه بين الآبار بالاعتماد على معيار أعماق الآبار ودرجات انحدار لإعماق واتجاهاتها، وأيضاً تطبيق نفس القانون لقياس تدفق مفردات الخصائص الكيميائية لمياه الآبار بالاعتماد على معيار أعماق الآبار، والقيم السنوية لمفردات الخصائص الكمية كالأملح الذائبة، والصوديوم، والكالسيوم، والماغنسيوم، والكلوريد، والكبريتات، وإجراء مقارنة فيما بينها.

كلمات دالة Keywords:

المياه الجوفية بالكويت، النظام الهيدروجيولوجي للمياه الجوفية، التحليل المكاني، نظم المعلومات الجغرافية، جغرافية وهيدروجيولوجية دولة الكويت، الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية.

أهداف البحث:

- يمكن بلورة أهداف البحث في المحاور التالية:
- (١) تصميم قاعدة معلومات جغرافية لحقل الصليبية
 - (٢) تمثيل كارتوجرافي للخصائص الطبوغرافية لحقل الصليبية
 - (٣) تحليل الخصائص الهيدروجيولوجية لآبار حقل الصليبية
 - (٤) التحليل المكاني الزمني للخصائص الكيميائية للمياه الجوفية
 - (٥) تطبيق قانون دارسي Darcy's Law لقياس تدفق المياه بين الآبار الجوفية.
 - (٦) خلاصة وتوصيات.

منهج الدراسة :

تعتمد الدراسة على منهج التحليل المكاني للبيانات التي تحتويها قاعدة المعلومات الجغرافية بالاعتماد على برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc/ GIS 9.1 والبرنامج الفرعي للتحليل المكاني Spatial Analyst ، هذا إلى جانب تطبيق قانون دارسي Darcy's Law لحساب التدفق المائي بين الآبار في منطقة الدراسة وكذلك تدفق الخصائص الكيميائية لمياه الآبار.

أولاً: تصميم قاعدة المعلومات الجغرافية لحقل الصليبية:

تعتمد نظم المعلومات الجغرافية على قاعدة معلومات تضم طبقات مكانية Spatial layers وترتبط بملفات معلوماتية وصفية وتفصيلية Attribute Tables بالإضافة إلى بيانات إحصائية حول مفردات الظواهر المكانية مجال الدراسة. ويمكن توضيح محاور تصميم قاعدة المعلومات الجغرافية (شكل ١) كالتالي:

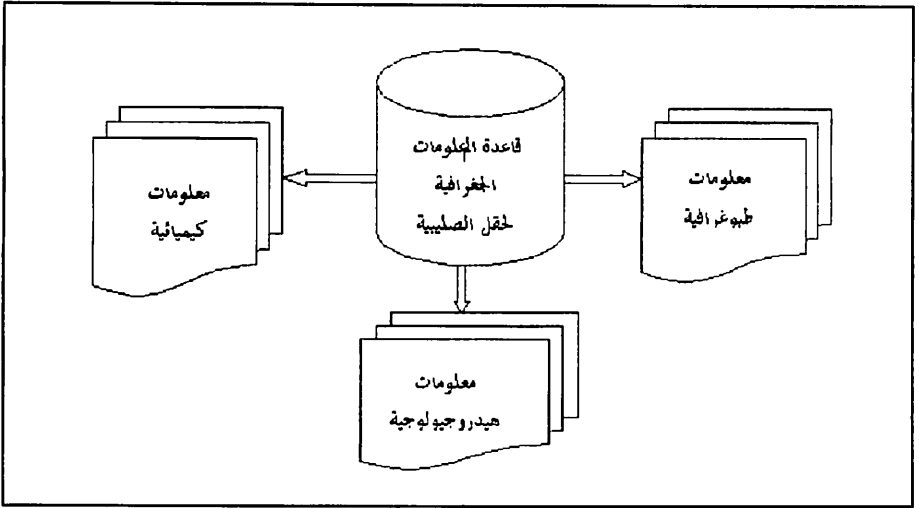
- معلومات طبوغرافية، وتضم طبقة معلوماتية مكانية على هيئة ظاهرات نقطية Point Feature تمثل مناسيب السطح بالنسبة لمستوى سطح البحر، ويتم الإعتماد على هذه الطبقة لتمثيل السطح التضاريسي، ودرجات ميل السطح التضاريسي، وكذلك اتجاهات ميل السطح في منطقة الدراسة.

- معلومات هيدروجيولوجية، وتضم مناسيب أعماق الآبار الجوفية في منطقة الدراسة، وتستخدم في التوزيع المكاني لنمط أعماق الآبار في حقل الصليبية، وكذلك درجات ميل أعماق الآبار، واتجاهات الميل للأعماق، تمهيداً لقياس درجة تدفق الماء بين الآبار.

- معلومات كيميائية، وتضم بيانات التحليل الكيميائي لمركبات المعادن والأملاح لمياه الآبار، وقد تم التركيز على الأملاح الذائبة، والصدوديوم، والكالسيوم، والماغنسيوم، والكلوريد، والكبريتات، وتستخدم في التحليل المكاني لنمط التوزيع المكاني لكل منها في السنوات التي وقع عليها إختيار وهي ١٩٩٥، ٢٠٠٠، ٢٠٠٥، وكذلك تحليل نمط التغير في قيم تلك الخصائص الكيميائية

بين كل عامين من السنوات المذكورة، وإبراز مدى وجود تشابه أو اختلاف مكاني فيما بينها، ثم يلي ذلك أيضاً تطبيق قانون دارسي Darcy's Law لقياس تدفق المعادن والأملاح فيما بين الآبار الجوفية.

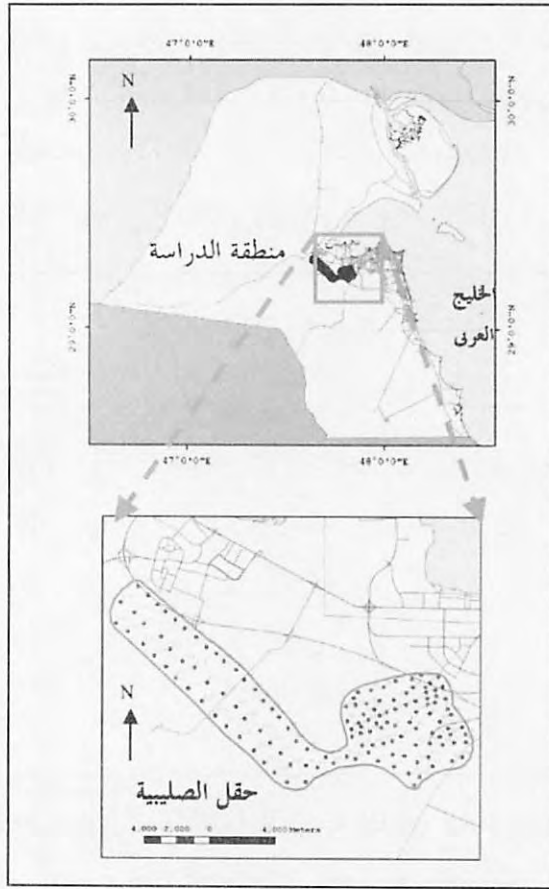
- استخلاص نتائج التحليل المكاني واقتراح توصيات الدراسة.



شكل (١): المحاور المعلوماتية الرئيسية لقاعدة المعلومات الجغرافية لحقل المياه الجوفية في الصليبية بالكويت

ثانياً: الموقع الجغرافي لحقل الصليبية:

بدراسة شكل (٢) يتبين أن حقل الصليبية للمياه الجوفية يقع إلى الجنوب الغربي للنطاق الحضري للكويت ويحتوي على ١٣٧ بئراً، يتجمع منها في الطرف الغربي عدد ٨٠ بئراً في صورة غير منتظمة ولكن متجمعة في نطاق شبه مربع يصل طول ضلعه حوالي ٦ كم، مما يشير إلى كثافة الآبار في المنطقة، أما الآبار من رقم ٨١ إلى ١٣٧ تأخذ امتداداً طويلاً على هيئة ثلاثة خطوط متوازية تقريباً تشكل نطاق شبه مستطيل بطول يصل إلى ١٥ كم وبعرض لا يزيد عن ٣ كم فقط.



شكل (٢) : الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

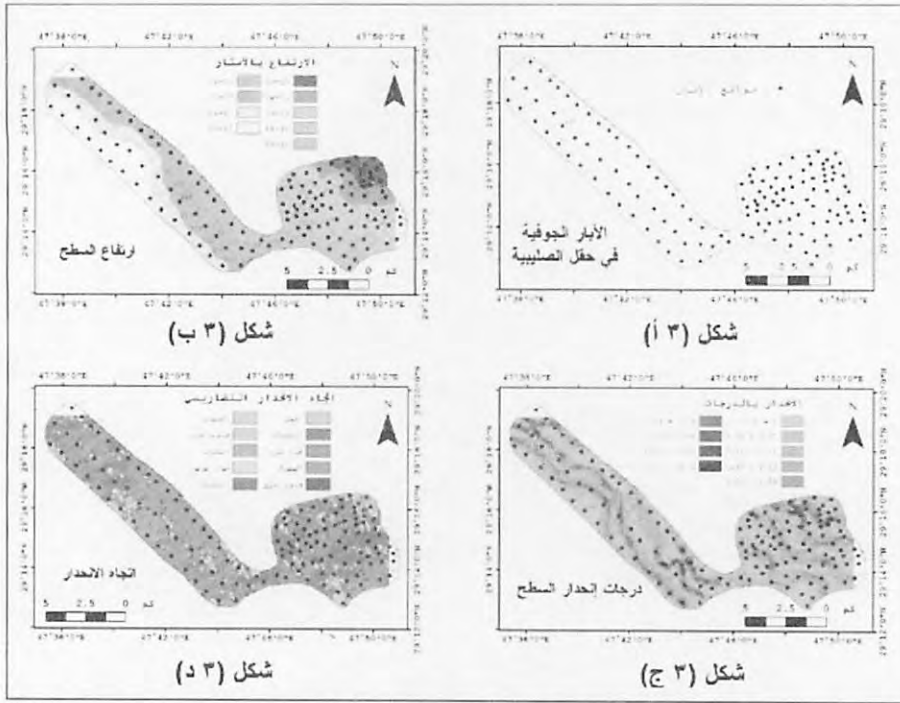
ثالثاً: الخصائص الطبوغرافية لحقل الصليبية:

يمثل شكل (٣ أ) الخريطة الأساسية للتوزيع المكاني للآبار الجوفية في حقل الصليبية والتي تم الإعتماد عليها في جميع الفقرات المتعلقة بالدراسة الحالية. ويظهر شكل (٣ ب) تمثيل كارتوجرافي لارتفاع السطح في حقل الصليبية، حيث يتبين أن المنطقة بشكل عام تتسم باستواء السطح مع وجود ارتفاع نسبي في الجانب الغربي للحقل يصل إلى ٧٠ متر تقريباً ويتدرج ارتفاع السطح تدريجياً

ليصل في الجزء الشرقي للحقل عند ٢٥ متراً فقط فوق مستوى سطح البحر ويشغل معظم سطح الحقل ارتفاع ما بين ٣٥ - ٥٠ متراً بنسبة تزيد عن ٦٠٪ من إجمالي مساحة الحقل مما يؤكد استوائية السطح.

والخريطة شكل (٣ ج) تظهر تمثيل كارتوجرافي لدرجات انحدار السطح والتي تتوافق مع شكل (٣ب) في التدرج في ارتفاع السطح، حيث تظهر بأن أقصى درجات انحدار تتراوح ما بين ٢ إلى ٦,٥٧ درجة تبرزها الدرجات الثلاث باللون البني على هيئة أقواس في اتجاه جنوب غربي إلى شمال شرقي، بينما تتراوح ما بين صفر درجة إلى أقل من ٢ درجة في معظم أراض الحقل بنسبة تزيد عن ٦٥٪ من إجمالي مساحة الحقل، مما يؤكد أيضاً على استوائية السطح التضاريسي.

ويظهر شكل (٣ د) اتجاهات الانحدار حيث يتبين أن نسبة ٤٠٪ من أراضي الحقل تنحدر نحو الشمال، بينما نسبة ٣٥٪ تنحدر نحو الشرق والشمال الشرقي، وتبقى النسبة المتبقية تتراوح بين الجنوب والغرب باستثناء نسبة لا تتعدى ٣٪ تظهر استوائية السطح تماماً، أي أفقية. ويلاحظ أن الآبار الجوفية تتركز في نطاق الانحدار نحو الشمال في اتجاه جون الكويت وهو يتفق تماماً مع نمط التصريف المائي السطحي الذي ربما لعب دوراً أساسياً في تكوين المياه الجوفية في الحقل.



شكل (٣): التمثيل الكارتوجرافي للخصائص الطبوغرافية لحقل الصليبية

رابعاً: الخصائص الهيدروجيولوجية لحقل الصليبية:

تركز الدراسة على تمثيل كارتوجرافي للخصائص الهيدروجيولوجية في التوزيع المكاني لأعماق الآبار، ودرجات انحدار الأعماق، واتجاهات الانحدار، فشكل (٤ب) يظهر أن النطاق الأوسط من حقل الصليبية يتسم بأكثر الآبار عمقاً ما بين ٧٥-٨٤ متراً والتي تصل إلى ٤٠ بئراً بنسبة ٢٩٪ من إجمالي الآبار، بينما النطاق الشرقي والشمال الغربي تتركز أقل الآبار عمقاً والتي تتراوح ما بين ٣٣-٤٤ متراً فقط والتي يزيد عددها عن ٧٣ بئراً بنسبة ٥٣٪ من إجمالي عدد الآبار، ويتبقى ٢٤ بئراً بنسبة ١٧,٥٪ تنتشر في الوسط والغرب من حقل الصليبية.

وإذا قارنا شكل (٤ج) حول درجات انحدار أعماق الآبار مع خريطة أعماق

الآبار يتبين أن هناك علاقة مكانية طردية بين عمق الآبار وبين درجة انحدار الأعماق، حيث تتركز درجات إنحدار القصى في النطاق الذي يتسم بالعمق الأكثر في وسط حقل الصليبية والتي تتراوح ما بين ١٦ و ٢٣ درجة بينما معظم نطاق حقل الصليبية تسود فيه درجات انحدار منخفضة تتراوح ما بين الاستوائية التامة أي صفر درجة و ٣ درجة. ويلاحظ على الشكلين (٤ ب، ٤ ج) بتركز واضح لدرجات إنحدار في المناطق ذات الأعماق المنخفضة وخاصة في الشرق والشمال الغربي.

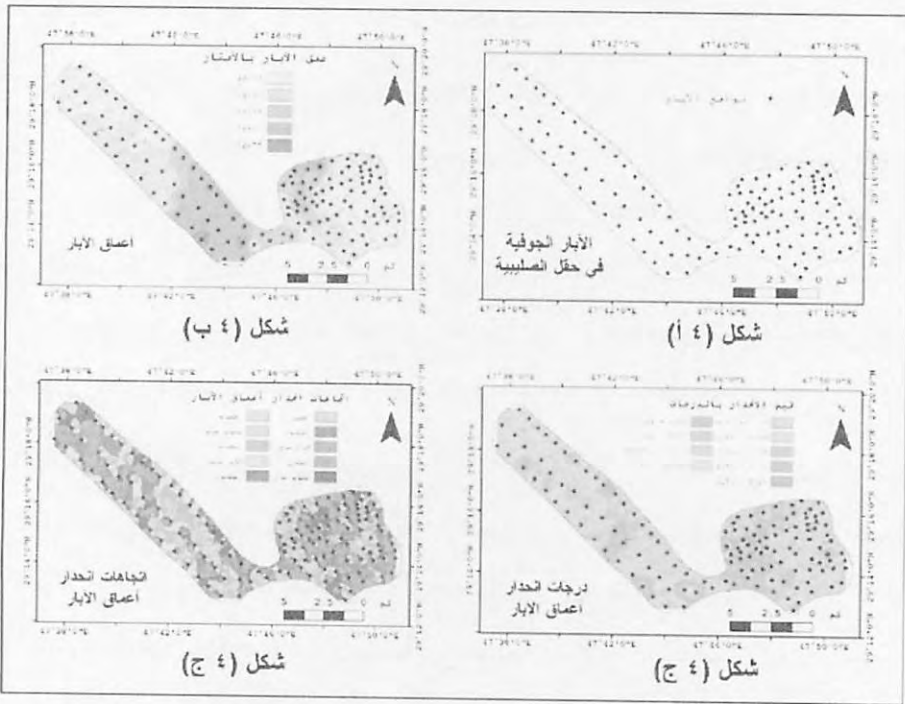
ويظهر شكل (٤ د) اتجاهات انحدار أعماق الآبار والتي يتبين منها أن هناك تداخل شديد في اتجاهات إنحدار حيث لا توجد آبار تأخذ اتجاه انحدار محدد، وبشكل عام يمكن التأكيد على تركيز إنحدار في الاتجاه الشمال والشمال الغربي في معظم الآبار وإن كانت بصورة منتشرة في الحقل وإن كانت تميل إلى التركيز في النطاق الشرقي والشمال الغربي للحقل أي أن المناطق التي تنخفض فيه أعماق الآبار تأخذ اتجاهات إنحدار نحو الشمال والشمال الغربي.

وبمقارنة الخرائط التي تبرز تمثيل كارتوجرافي لخصائص الطبوغرافية والخصائص الهيدروجيولوجية يمكن استخلاص العلاقات المكانية بين طبيعة السطح التضاريسي وبين هيدروجيولوجية الآبار على النحو التالي:

- توجد هناك علاقة مكانية واضحة بين طبيعة السطح التضاريسي وبين الطبيعة الهيدروجيولوجية للآبار، حيث تتركز الآبار الأكثر عمقاً في وسط الحقل حيث السطح الأكثر ارتفاعاً، وكذلك المناطق التي توجد فيها آبار أقل عمقاً تتسم بانخفاض السطح النسبي، أي أن هناك علاقة طردية.
- توجد علاقة مكانية محدودة بين درجات انحدار السطح وبين درجات انحدار أعماق الآبار وتتمثل في مساحات محدودة في وسط الحقل ولكنها لا تشكل سمة سائدة في الحقل، حيث لا تتفق درجات انحدار السطح مع درجات انحدار

أعماق الآبار في معظم مساحة الحقل والتي تزيد عن ٩٠٪ من إجمالي مساحة الحقل.

- لا توجد هناك علاقة مكانية واضحة بين اتجاهات انحدار السطح التضاريسي وبين اتجاهات انحدار أعماق الآبار، فبينما تتركز مناطق ينحدر فيها السطح التضاريسي نحو الشمال والشمال الغربي تتداخل فيها انحارات أعماق الآبار في معظم إلتجاهات.



شكل (٤): الخصائص الهيدروجيولوجية لحقل الصليبية

خامساً: الخصائص الكيميائية لحقل الصليبية:

ركزت الدراسة على العناصر الأساسية لمياه آبار حقل الصليبية وهي: مجموع الأملاح الذائبة (TDS)، والصوديوم (Na)، والكالسيوم (Ca)، والمغنسيوم (Mg)، والكلوريد (CL)، والكبريتات (SO₄). كما ركزت الدراسة هنا على عرض الخصائص الكيميائية لمركبات الأملاح في شكل مقارنة بين السنوات ١٩٩٥، و٢٠٠٠، و٢٠٠٥ لتوضيح إختلافات المكانية للتوزيع المكاني لمجموع مركبات الأملاح في السنوات المذكورة، ثم يلي ذلك توزيع مساحي لطبيعة التغيرات المكانية بين عامي ١٩٩٥ و٢٠٠٠، وعامي ٢٠٠٠ و٢٠٠٥، وأخيراً بين عامي ١٩٩٥ و٢٠٠٥ بهدف توضيح نمط التغير المكاني بين السنوات المذكورة.

١) خصائص التوزيع المكاني لمجموع الأملاح الذائبة (TDS):

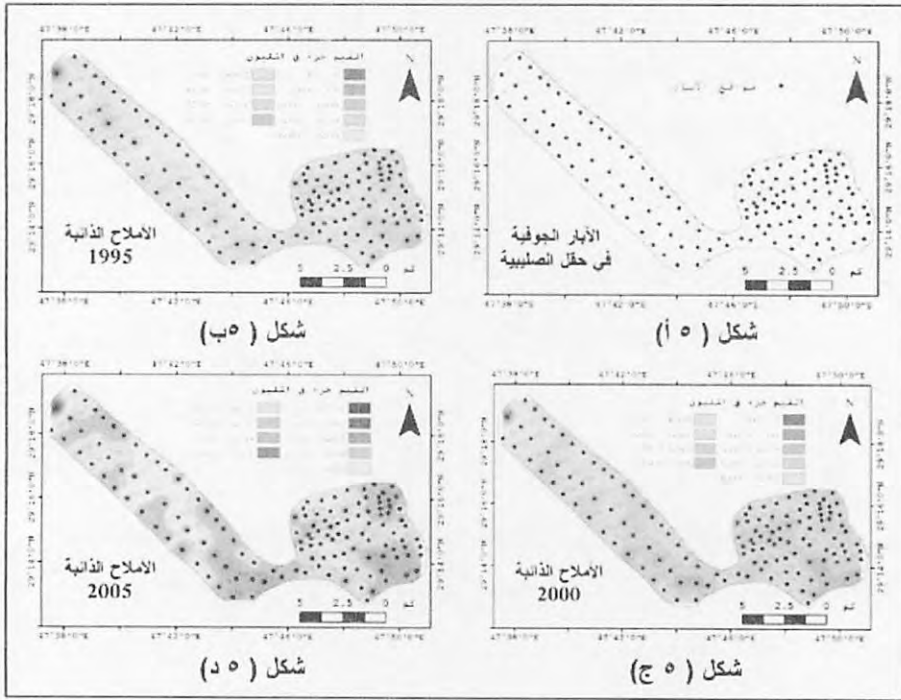
بمقارنة الخرائط شكل (٥ ب، ٥ ج، ٥ د) التي تظهر التوزيع المكاني للأملاح الذائبة في مياه آبار الصليبية، حيث يتبين التالي:

- يتسم التوزيع المكاني للأملاح الذائبة لعام ١٩٩٥ بتركز القيم الأعلى ما بين ٥٠٠٠ و ٨٠٠٠ جزء في المليون في النطاق الشرقي لحقل الصليبية، بينما القيم الأقل ما بين ٦ و ٢٠٠٠ جزء في المليون تتركز في نطاق ضيق في الطرف الشمالي الغربي للحقل وخاصة عند بئر رقم ١٣٧، وبئر رقم ١٢٤. وتسود القيم المتوسطة ما بين ٢٠٠٠ و ٥٠٠٠ جزء في المليون في معظم الحقول بنسبة ٦٥٪ من إجمالي الآبار.

- تشير الخريطة شكل (٥ ج) بارتفاع واضح لقيم الأملاح الذائبة في عام ٢٠٠٠ ما بين ٥٠٠٠ إلى ٨٠٠٠ جزء في المليون في معظم الآبار مما يؤكد على وجود اختلاف مكاني في الخصائص الكيميائية المتعلقة بالأملاح الذائبة، بينما تستمر الآبار في أقصى الشمال الغربي لحقل الصليبية في انخفاض شديد للأملاح

الذائبة التي تتراوح ما بين ٥ و ٤٠٠٠ جزء في المليون.

- ترتفع قيم الأملاح الذائبة في عام ٢٠٠٥ ما بين ٤٠٠٠ و ٨٥٠٠ جزء في المليون في النطاق إلاوسط والشرقي لحقل الصليبية، بينما تتراجع القيم إلى ما بين ٢٠٠٠ و ٤٠٠٠ جزء في المليون في النطاق الغربي مما يؤكد وجود تفاوت مكاني بين السنوات المختلفة.



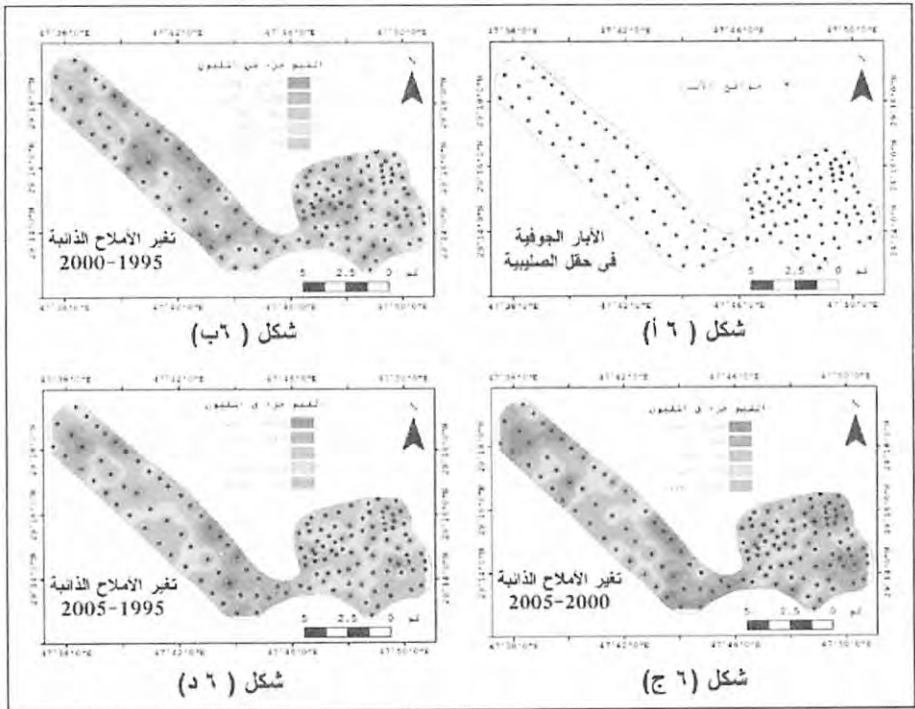
شكل (٥): التوزيع المكاني لمجموع الأملاح الذائبة في آبار الصليبية

وبمقارنة الأشكال (٦ ب، ج، د) التي تظهر نمط التغير المكاني بين كل خمس سنوات من الفترات الزمنية التي اعتمدت عليها الدراسة، حيث يمكن استخلاص التالي:

- تتفق الخرائط الثلاثة على وجود تغير سلبي في قيم مجموع الأملاح الذائبة في

النطاق الأوسط من حقل الصليبية باستثناء امتداد التغير السلبي في النطاق الشرقي بين عامي ٢٠٠٥ و ٢٠٠٠ .

- يتسم النطاق الأوسط الغربي بتغير ايجابي في قيم الأملاح الذائبة فيما بين عامي ٢٠٠٥ و ٢٠٠٠ ، وأيضا بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٥ ، وخاصة في نطاق الآبار ١١٥ ، ١١٦ ، ١١٩ ، ١٢١ مما يؤكد على وجود أسباب مكانية وراء هذا التغير .



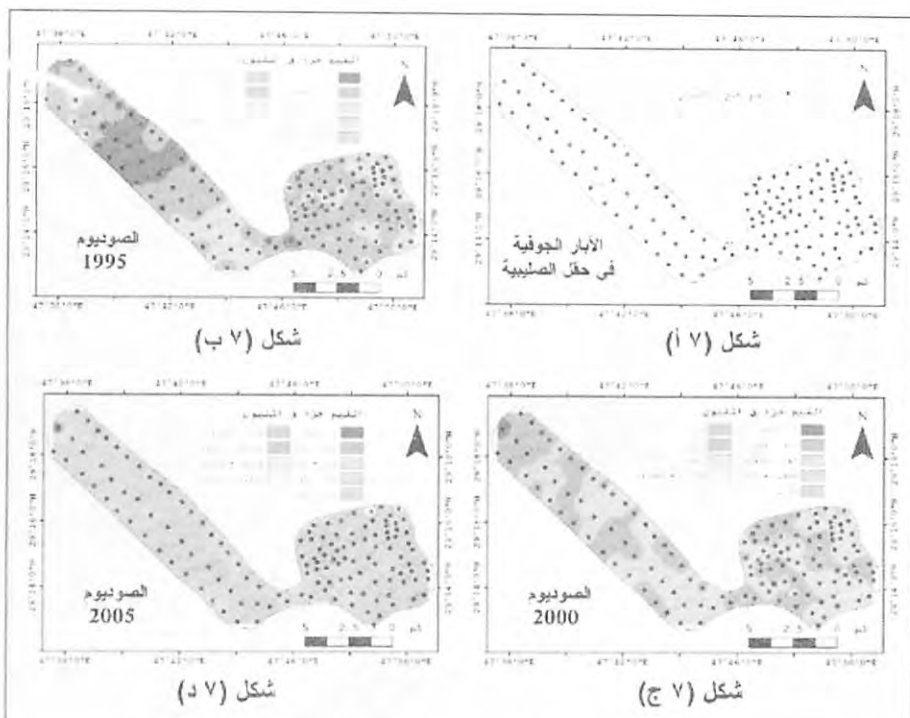
شكل (٦): التوزيع المكاني لتغير العناصر الذائبة

٢- خصائص التوزيع المكاني للصوديوم (Na):

يظهر شكل (٧ب، ج، د) التوزيع المكاني لقيم الصوديوم في مياه آبار الصليبية في السنوات الثلاثة ١٩٩٥، ٢٠٠٠، ٢٠٠٥ حيث يمكن استخلاص التالي:

- تتشابه الخريطين لعامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٠ من حيث نمط التوزيع وكذلك قيم الصوديوم في المياه والتي تتقارب إلى حد كبير وتتراوح ما بين ١ و ١٥٠٠ جزء في المليون، وتتلاشى تقريبا القيم أعلى من ١٥٠٠ جزء في المليون باستثناء نطاق حقول ١٧ و ٩ في أقصى الشمال الشرقي التي ترتفع فيها القيم لتصل إلى أكثر من ٤٠٠٠ جزء في المليون.

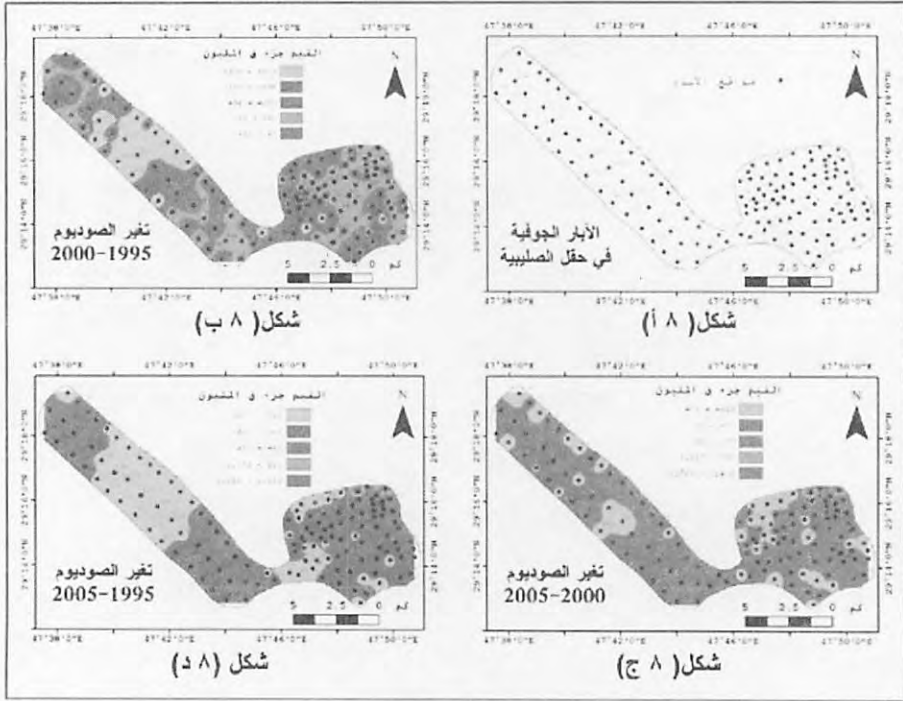
- تختلف تماما الخريطة شكل (٧د) لعام ٢٠٠٥ حيث تسود القيم المرتفعة نسبياً ما بين ١٠٠٠ و ١٧٠٠ جزء في المليون في معظم النطاق الشرقي والإوسط لحقل الصليبية لتغطي نسبة ٦٥٪ من إجمالي المساحة، بينما تنحصر القيم المتوسطة بين ٥٠٠ و ١٠٠٠ جزء في المليون في النطاق الشمالي الغربي وبعض الآبار في الوسط والشمال، وتقتصر القيم المنخفضة التي تنحصر ما بين ١ و ٣٧٠ جزء في المليون حول البئر رقم ١٣٧ في أقصى الشمال الغربي. ويلاحظ على قيم عام ٢٠٠٥ بانخفاض كبير بمقارنتها مع عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٠، مما يشير إلى انخفاض عام في قيم الصوديوم في جميع الآبار في عام ٢٠٠٥ عن عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٠، حيث تنحصر القيم بين ١ و ١٦٧٠ جزء في المليون بينما في الإعوام الأخرى يمتد المدى إلى أكثر من ٤٠٠٠ جزء في المليون.



شكل (٧): التوزيع المكاني للصدوديوم في حقل الصليبية

- وبدراسة الشكل (٨، ب، ج، د) والذي يظهر نمط التغير المكاني في توزيع الصدوديوم بين كل خمس سنوات من سنوات الدراسة يمكن استخلاص التالي:
- يتركز التغير السلبي بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٠ في النطاق الشمالي بوضوح وفي بعض آبار متفرقة في النطاق الشرقي والوسط، بينما يتركز التغير الإيجابي في أقصى الشمال الغربي وأقصى الشرق وفي النطاق الأوسط.
 - يتركز التغير السلبي بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠٠٥ في مناطق متفرقة في الشمال والشرق والوسط أي بشكل عشوائي، بينما التغير الإيجابي يسود في معظم الآبار ويصل إلى أقصاه في الأطراف الشمالية الشرقية حول آبار ٩، ١٨، ١٧، ٦.
 - يتركز التغير السلبي بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٥ في نطاق واسع في الشمال والشمال الغربي لحقل الصليبية، بينما يتركز التغير الإيجابي المحدود في

الشرق والوسط وأقصى الشمال الغربي، كما تتركز في نطاق الآبار ٩، ١٨، ١٧، و ٦ في أقصى الشمال الغربي التغيرات المرتفعة والتي تتطابق من حيث المبدأ مع نمط التغير بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٠ سالفة الذكر.



شكل (٨): التوزيع المكاني لنمط التغير في قيم الصوديوم

٣- خصائص التوزيع المكاني للكالسيوم (Ca):

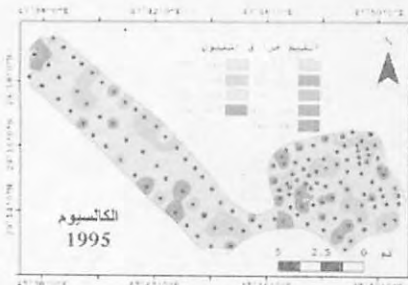
يظهر شكل (٩) (ب، ج، د) التوزيع المكاني للكالسيوم في مياه آبار الصليبية للسنوات ١٩٩٥، ٢٠٠٠، ٢٠٠٥ والتي يمكن استخلاص التالي:

- تنحصر الآبار التي تتسم بارتفاع قيم الكالسيوم فيها في عام ١٩٩٥ على مناطق متفرقة في أنحاء حقل الصليبية وخاصة في الشرق والشمال والتي تصل ما بين ٦٥٠ و ٧٧٠ جزء في المليون، بينما تنحصر القيم التي ترتفع إلى ما بين ٧٧٠ و

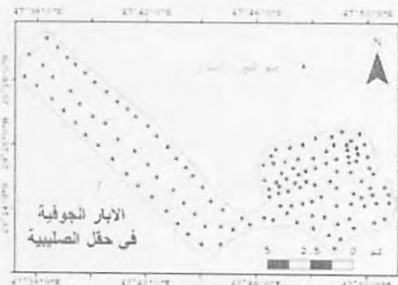
٩٨٦ جزء في المليون في أقصى الشرق عند آبار ٩ ، ١٨ ، ١٧ ، وكذلك في الشمال عند بئر رقم ٩٥ وفي أقصى الشمال الغربي عند بئر رقم ١٣٧ ، وتسود في أكثر من ٨٠٪ من مساحة حقل الصليبية قيم متوسطة تنحصر ما بين ٥٤٩ و ٦٥٨ جزء في المليون ، مع وجود قيم متفرقة ما بين ٣٣٠ و ٥٤٧ جزء في المليون في شرق ووسط الحقل .

- يختلف نمط التوزيع المكاني للكالسيوم في عام ٢٠٠٠ عن عام ١٩٩٥ بشكل واضح ، حيث تتركز القيم المرتفعة في مناطق أكثر اتساعا تصل إلى ٢٥٪ من إجمالي مساحة حقل الصليبية وتصل ما بين ٦٥٨ و ٨٩٦ جزء في المليون ، وتنتشر على نطاق واسع قيم مرتفعة نسبيا ما بين ٥٨٩ و ٦٩٧ جزء في المليون . وتوجد قيم منخفضة نسبياً في مناطق متفرقة في أقصى الشمال الغربي ، وفي الوسط تنحصر ما بين ٣٠٠ و ٤٩٨ جزء في المليون .

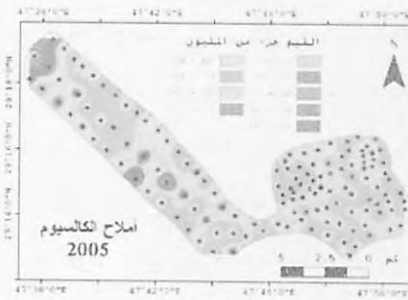
- يتشابه نمط التوزيع المكاني للصدوديوم بين عامي ٢٠٠٥ و ٢٠٠٠ حيث تتركز القيم المرتفعة في النطاق الشرقي والوسط والشمال الغربي إلا أنها لا تزيد عن ٢٠٪ من إجمالي مساحة حقل الصليبية ، بينما تنتشر القيم المتوسطة ما بين ٤٨٦ و ٥٨٤ جزء في المليون في معظم آبار الحقل بنسبة تزيد عن ٥٠٪ من إجمالي المساحة .



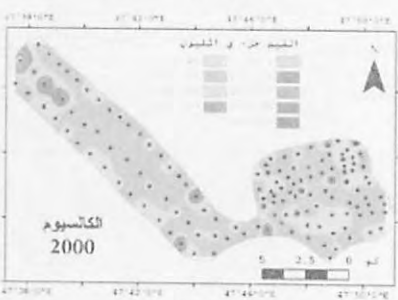
شكل (ب)



شكل (ج)



شكل (د)



شكل (ب)

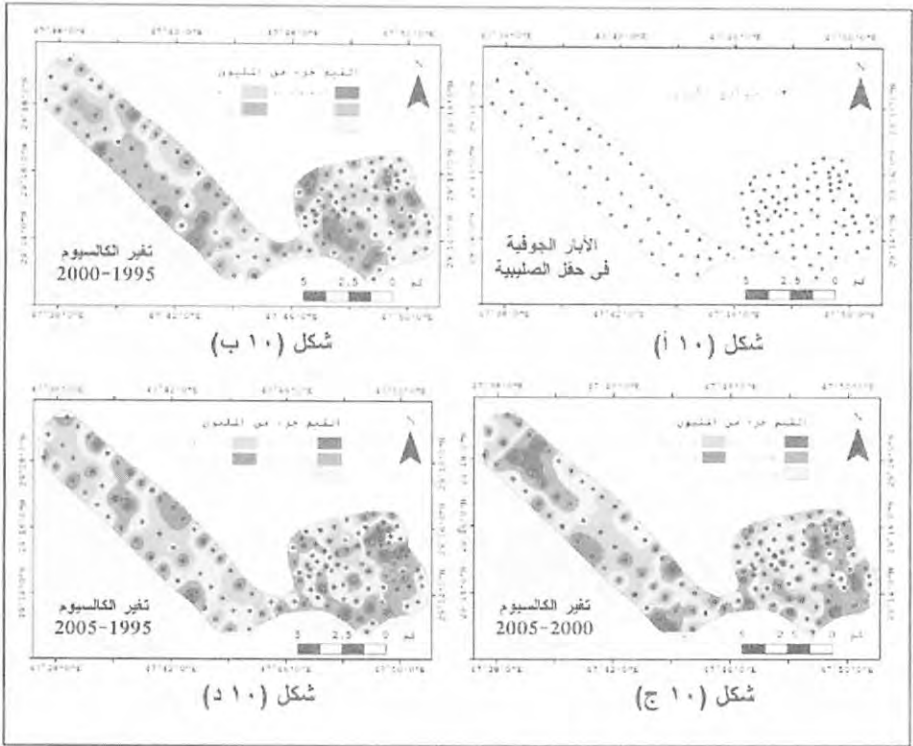
شكل (٩): التوزيع المكاني للكالسيوم في حقل الصليبية

وبدراسة الشكل (١٠ ب، ج، د) حول نمط التغير المكاني في توزيع الكالسيوم بين كل عامين يمكن استخلاص التالي:

- تشغل تقييم التغير السلبي معظم نطاق حقل الصليبية بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٠ بنسبة تزيد عن ٧٥٪ من إجمالي المساحة بينما تنحصر قيم التغير الإيجابي في ٢٥٪ من المساحة مما يؤكد على أن هناك تناقص واضح في قيم الكالسيوم بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٠.

- تشير نمط التغير في قيم الكالسيوم بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠٠٥ إلى إستمرار التغير السلبي في قيم الكالسيوم بين العامين بالرغم من تفاوت مكاني واضح بين العامين ١٩٩٥ و ٢٠٠٠. كما يتضح تركيز قيم التغير الإيجابي في الوسط والأطراف الشمالية وأقصى الشمال الغربي.

- يتقارب نمط التغير المكاني في قيم الكالسيوم بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٥ و ٢٠٠٥ مع نمط التغير بين عامي ٢٠٠٥ و ٢٠٠٥ من حيث تركز قيم التغير الإيجابية والسلبية مما يؤكد بعدم وجود تغير كبير خلال الفترة اللاحقة لعام ٢٠٠٥.



شكل (١٠): التوزيع المكاني لنمط التغير المكاني في قيم الكالسيوم

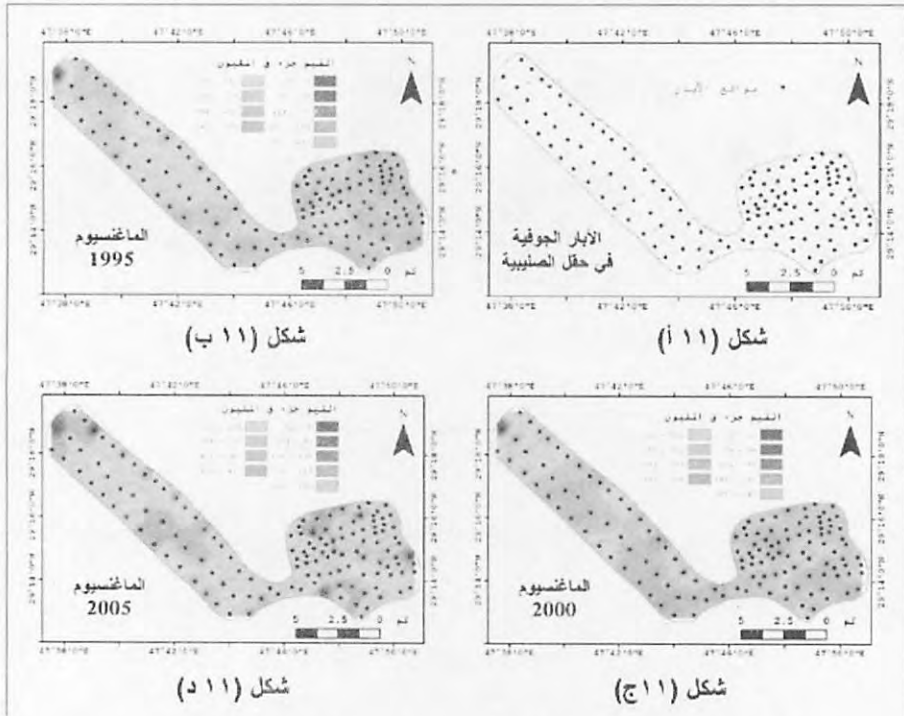
٤- خصائص التوزيع المكاني للمغنسيوم (Mg):

بدراسة شكل (١١، ج، د) حول التوزيع المكاني للمغنسيوم في السنوات ١٩٩٥، ٢٠٠٥، ٢٠٠٥ يمكن استخلاص التالي:

- يتقارب نمط التوزيع المكاني للمغنسيوم في عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٥ حيث تتركز القيم المرتفعة في النطاق الشرقي والوسط والشمال الغربي في مساحة تتراوح ما بين ٦٠-٧٠٪ من إجمالي مساحة حقل الصليبية وتتراوح قيم المغنسيوم في

هذه المساحة ما بين ٢٢٢ و ٣٤٢ جزء في المليون. بينما يتركز في النطاق الشمالي قيم متوسطة تنحصر ما بين ١١٢ و ٢٢١ جزء في المليون، وتقتصر القيم المنخفضة على النطاق في أقصى الشمال الغربي حول بئر رقم ١٣٧.

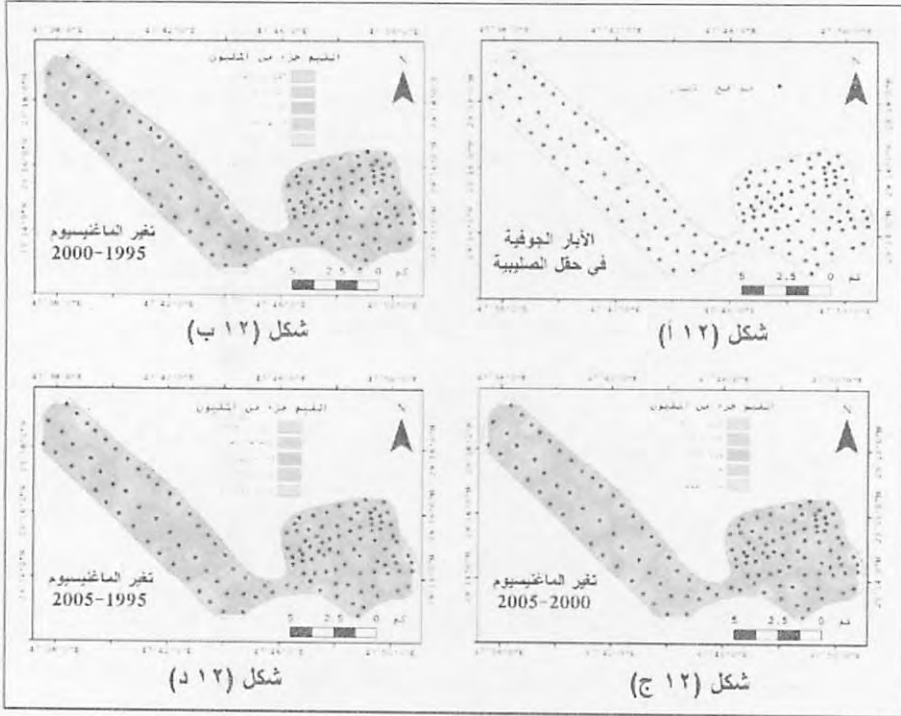
- يختلف نمط التوزيع المكاني للمغنسيوم في عام ٢٠٠٥ عن العامين السابقين بشكل واضح حيث تقتصر القيم المرتفعة على نطاق ضيق في الوسط الجنوبي حول بئر رقم ١٠٩، ١١١ فقط، بينما تنتشر في أكثر من ٩٠٪ من مساحة الحقل القيم المتوسطة التي تنحصر ما بين ١٠٥ و ٢٨٠ جزء في المليون، كما تنتشر في نطاق ضيق قيم منخفضة في أقصى الشمال الغربي و الوسط والشمال بصورة متفرقة وتقتصر قيمها ما بين صفر و ١٠٠ جزء في المليون.



شكل (١١): التوزيع المكاني للمغنسيوم في حقل الصليبية

وبدراسة (١٢ ب، ج، د) حول نمط التغيرات المكانية للمغنسيوم يمكن استخلاص التالي:

- تسود التغيرات الإيجابية في معظم الآبار بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٠، بينما تكمن التغيرات السلبية في نطاق مساحي ضيق يتوزع بشكل غير منتظم في الوسط والشمال، كما تتركز التغيرات الإيجابية المرتفعة ما بين ٧٢ و ٣٨٣ جزء في المليون حول عدد من الآبار لا يتعدى ثمانية منها.
- لا يختلف نمط تغير المغنسيوم بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠٠٥ عن مثلتها بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٠ إلا أن قيم التغير الإيجابي تزيد قليلاً في الحالة الأولى عنها في الثانية.
- تتركز قيم التغير الإيجابية في النطاق الشرقي والشمال الغربي من حقل الصليبية بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٥ وخاصة في نطاق الآبار الحدودية مما يشير إلى وجود عوامل خارج نطاق حدود حقل الصليبية تؤثر في هذا التغير، ويتركز التغير السلبي في النطاق الأوسط وفي مناطق متفرقة في الجانب الغربي لحقل الصليبية.



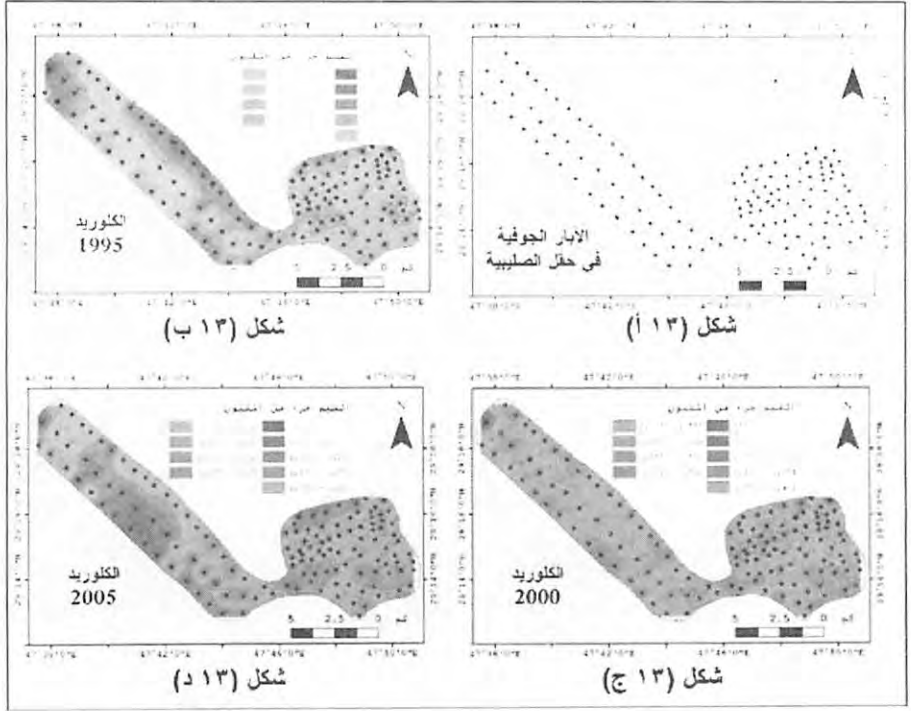
شكل (١٢): نمط التغير في قيم المغنيسيوم في حقل الصليبية

٥- خصائص التوزيع المكاني للكلوريد (Cl)

بدراسة (١٣، ج، د) حول التوزيع المكاني للكلوريد في مياه آبار الصليبية في السنوات ١٩٩٥، ٢٠٠٠، و ٢٠٠٥ يمكن استخلاص التالي:

- يوجد تباين واضح في التوزيع بين السنوات الثلاث، فبينما تسود عام ١٩٩٥ القيم المنخفضة في معظم آبار الصليبية وخاصة في الشمال والوسط والشمال الغربي تسود القيم المرتفعة عام ٢٠٠٥ لتغطي أكثر من ٧٥٪ من إجمالي مساحة الحقل وتنحصر القيم المنخفضة في حدودها الدنيا بما لا يزيد عن ٥٪، والقيم الوسطى إلى نحو ٢٠٪ من المساحة.
- تتوزع القيم المنخفضة في عام ٢٠٠٥ بشكل أكثر اتساعاً من عام ٢٠٠٥ وخاصة في الوسط والجنوب والتي تصل ما بين ١ و ١٠٠٠ جزء في المليون، بينما تتركز

القيم المرتفعة في الشرق والوسط والشمال الغربي لتصل ما بين ٢٠٠٠ و ٣٢٠٠ جزء في المليون .

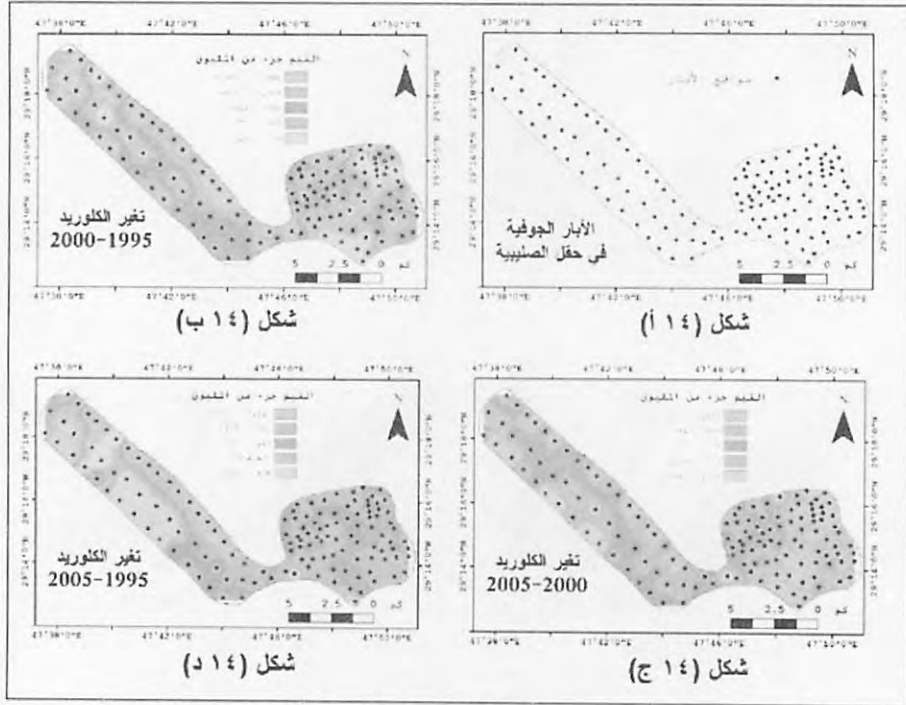


شكل (١٣): التوزيع المكاني للكلوريد في حقل الصليبية

وبدراسة شكل (١٤ ب، ج، د) حول التغيرات المكانية للكلوريد بين كل سنتين يمكن استخلاص التالي:

- تتركز قيم التغير الإيجابي بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٠ في الشرق والشمال الغربي بينما تسود في معظم مساحة الحقل قيم التغير السالبة مما يشير إلى انخفاض قيم الكلوريد في عام ٢٠٠٠ عن عام ١٩٩٥ .
- تسود قيم التغير السلبي في معظم مساحة الحقل بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠٠٥ مما يشير إلى إستمرار انخفاض قيم الكلوريد مع وجود نطاق ضيق في الجنوب الغربي للحقل تتركز فيه قيم التغير الموجبة .

- يتركز التغير في القيم السالبة للكلوريد بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٥ في الشرق والشمال والشمال الغربي، بينما يتركز التغير في القيم الإيجابية في القسم الغربي وبشكل واضح حوا أكثر من عشرة آبار.



شكل (١٤). نمط التغير المحلي في قيم الكلوريد في الصليبية

٦- خصائص التوزيع المكاني للكبريتات:

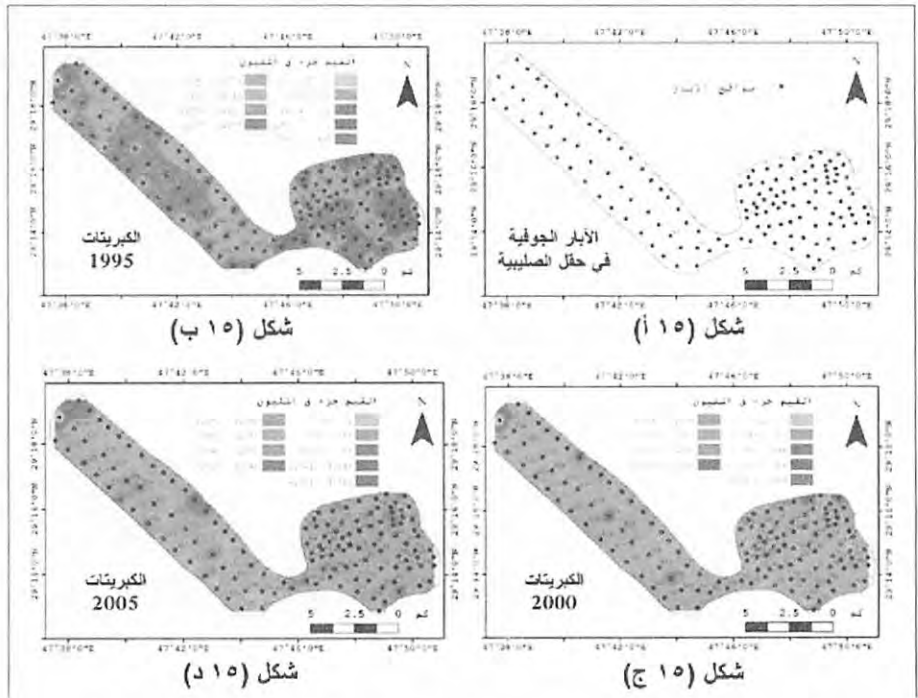
يظهر شكل (١٥، ب، ج، د) التوزيع المكاني لقيم الكبريتات في السنوات ١٩٩٥، ٢٠٠٠، ٢٠٠٥ والتي يمكن استخلاص التالي:

- يشير التوزيع المكاني للكبريتات عام ١٩٩٥ إلى انخفاض واضح في معظم آبار حقل الصليبية والتي تصل إلى أقل من ١٠٠٠ جزء في المليون وتغطي أكثر من ٨٠٪ من إجمالي المساحة، وتتوزع نسبة ١٥٪ قيم متوسطة ما بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ جزء في المليون في الشرق والشمال، بينما تقتصر القيم المرتفعة

على مناطق تقل عن ٥٪ من المساحة ما بين ٢٠٠٠ و ٣٢٠٠ جزء في المليون في مساحات متفرقة في الوسط والشمال الشرقي .

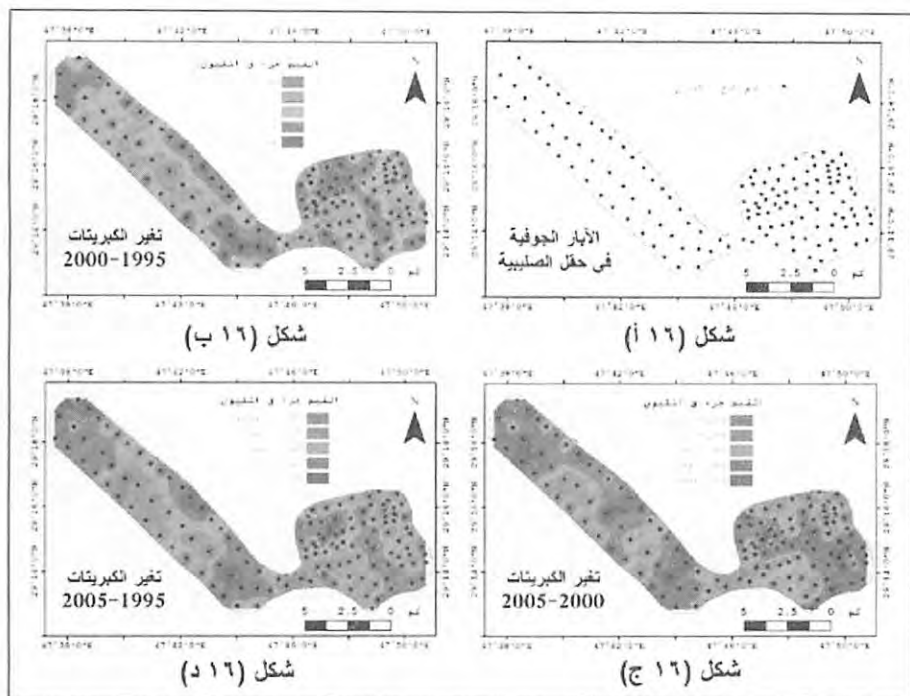
- يظهر التوزيع المكاني لقيم الكبريتات عام ٢٠٠٠ اختلافاً كبيراً حيث تسود القيم المتوسطة ما بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ جزء في المليون في أكثر من ٨٠٪ من مساحة حقل الصليبية، بينما تقتصر القيم المنخفضة في الشمال والشمال الغربي، والقيم المرتفعة في مناطق متفرقة بالوسط والشرق والشمال بنحو ١٥٪ من إجمالي مساحة الحقل، مما يشير إلى أن هناك تغير واضح في الزيادة ما بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٠ .

- يشير الشكل (١٥) إلى تركيز واضح للقيم المرتفعة في أكثر من ٣٠٪ من إجمالي مساحة الحقل، وتراجع القيم المنخفضة إلى أقل من ٢٠٪ في الشمال والشمال الغربي مما يؤكد استمرار ارتفاع قيم الكبريتات في مياه الآبار الجوفية .



شكل (١٥): التوزيع المكاني لقيم الكبريتات في حقل الصليبية

- وبدراسة الشكل (١٦ب، ج، د) حول نمط التغيير في التوزيع المكاني للكبريتات في حقل الصليبية يمكن استخلاص التالي:
- يشير شكل (١٦ب) إلى تركيز قيم التغيير السلبي في أكثر من ٥٥٪ من إجمالي آبار الصليبية بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٠ والتي تصل إلى أكثر من ١٠٠٠ جزء في المليون وهو تغير كبير نحو تراجع في التغيير السلبي.
 - يؤكد شكل (١٥ب) ارتفاع واضح في قيم الكبريتات، حيث تسود في معظم آبار الصليبية قيم التغيير الإيجابي بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠٠٥ بنسبة تصل إلى ٦٠٪ من إجمالي الآبار بنحو ١٠٠٠ جزء في المليون، وتتركز قيم التغيير السلبي إلى نحو ٢٦٠٠ جزء في المليون في الشمال الشرقي والوسط والجنوب الغربي بمساحة تصل إلى ٢٠٪.
 - ويشير شكل (١٦د) إلى زيادة نطاق التغيير السلبي في قيم الكبريتات بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٥ ليغطي نطاقاً أكثر اتساعاً في الشرق والوسط والجنوب الغربي، بينما يتراجع نطاق التغيير الإيجابي في أنحاء الحقل ليقصر على نسبة تصل إلى ٢٥٪ فقط والتي لا تزيد عن ٨٢٥ جزء في المليون أي تغير إيجابي محدود.



شكل (١٦): نمط التغير المكاني في قيم الكبريتات في مياه آبار الصليبية

سادساً: تطبيق قانون دارسي Darcy's Law لقياس تدفق المياه بين الآبار الجوفية

يستخدم قانون دارسي في اختبار إستمرارية تدفق المياه بين آبار المياه الجوفية واستخلاص نمط التدفق، حيث تظهر نتيجة تطبيق القانون نمط التدفق المكاني للمياه الجوفية (Marsily, 1986 and ESRI, 2005).

وفي الدراسة الحالية تم لإعتماد على عدة متغيرات لتطبيق قانون دارسي على النحو التالي:

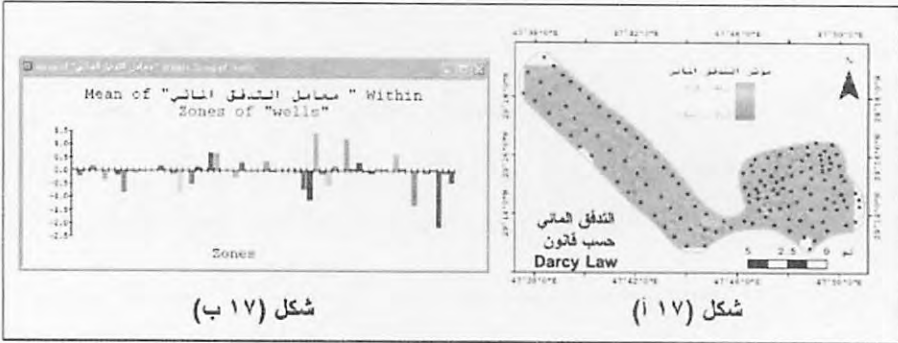
- ١- تدفق المياه الجوفية بين الآبار.
- ٢- تدفق كل عنصر من عناصر المركبات الكيميائية في مياه آبار الصليبية.

١- التدفق المائي حسب قانون دارسي :

تم الاعتماد على المعايير التالية في تطبيق قانون دارسي لحساب التدفق المائي بين آبار الصليبية: أعماق الآبار، درجات انحدار أعماق الآبار، إتجاهات انحدار الآبار.

ويشير شكل (١٧أ) أن هناك تدفق متوسط بين معظم الآبار والذي يبدو باللون الاخضر، بينما تتركز الآبار ذات التدفق العالي في الوسط حول آبار رقم ٨٤ و ٨٧ ، وكذلك في الشمال الشرقي عند آبار ٢٦ و ٢٧ ، بينما يتركز التدفق المنخفض عند الآبار المجاورة لها تماماً وهي أرقام ٨٦ و ١٠٨ ، كما يظهر الشكل خطوط التدفق بين الآبار تتفق تماماً مع اتجاه الانحدارات لأعماق الآبار سالفه الذكر مما يشير إلى توافق بين انحدار اعماق الآبار وخطوط تدفق المياه بين الآبار مما يسهل مراقبتها.

كما يشير شكل (١٧ب) إلى أن معامل التدفق المائي السلبي بين الآبار يتوزع بصورة أكثر تركزاً من معامل التدفق الإيجابي ، مما يؤكد أن حركة المياه بطيئة بين الآبار.

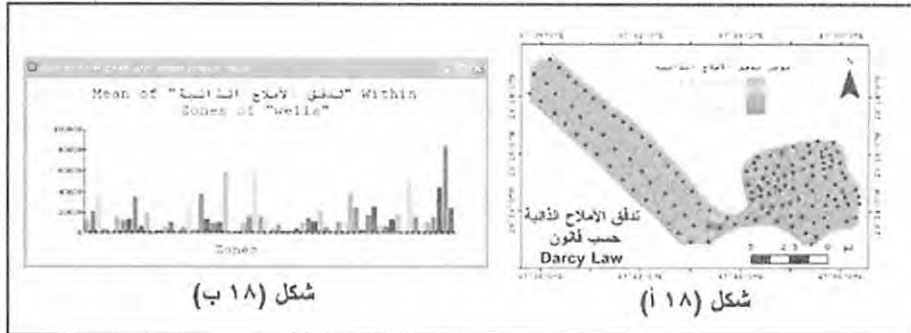


شكل (١٧): نتيجة تطبيق قانون دارسي في التدفق المائي في آبار الصليبية

٢- تدفق مجموع الأملاح الذائبة حسب قانون دارسي:

تم الاعتماد هنا في حساب تدفق الأملاح الذائبة على أعماق الآبار وكذلك التوزيع المكاني للأملاح الذائبة في السنوات ١٩٩٥، ٢٠٠٠ و ٢٠٠٥، وعليه نجد أن شكل (١٨أ) يظهر تدفق منخفض للأملاح الذائبة في آبار وسط الحقل وهي التي اتسمت بالعمق لإكثر، وتتنوع نفس الخصائص حول عدد من الآبار التي تتركز النطاق الشرقي من حقل الصليبية بنسبة لا تقل عن ٤٥٪ من إجمالي عدد الآبار، وعلى العكس تماماً تتلاشى الآبار التي تتسم بارتفاع تدفق الأملاح الذائبة باستثناء بئر في الوسط وآخر في الشرق.

ويشير شكل (١٨ب) إلى متوسط قيم التدفق للأملاح الذائبة حيث يتبين أن هناك تركيز في القيم المرتفعة في النطاق الشرقي والإوسط مما يؤكد نتيجة شكل (١٨أ)، ويلاحظ أن هناك إختلافاً واضحاً بين توزيع خطوط التدفق للأملاح الذائبة عن تلك التي توضح التدفق المائي بين الحقول.



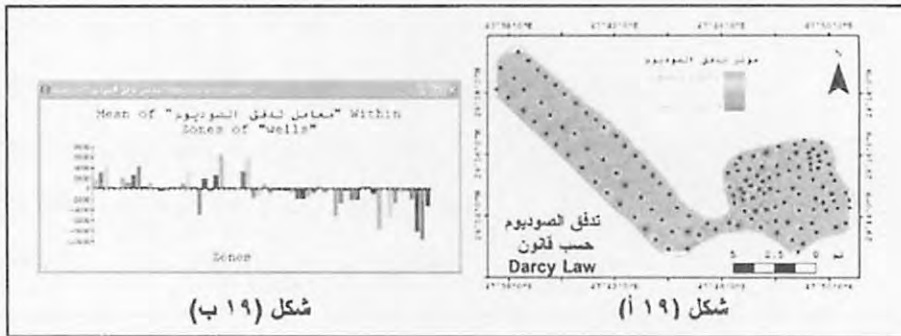
شكل (١٨) نتيجة تطبيق قانون دارسي في تدفق الأملاح الذائبة

٣- تدفق الصوديوم حسب قانون دارسي:

تم الاعتماد في حساب قانون دارسي على أعماق الآبار، والتوزيع المكاني للصوديوم في السنوات ١٩٩٥، ٢٠٠٠ و ٢٠٠٥، ويظهر شكل (١٩) نتيجة

تطبيق قانون دارسي، حيث يلاحظ أن هناك توزيع واضح للآبار التي تتسم بالتدفق المنخفض في الجانب الشرقي وفي مناطق متفرقة في الجانب الغربي لحقل الصليبية، بينما تتركز الآبار ذات التدفق المرتفع في النطاق الأوسط، كما تتركز الآبار ذات التدفق المتوسط باللون الصفر في آبار متلازمة تماماً مع الآبار ذات التدفق المنخفض في الشرق والغرب.

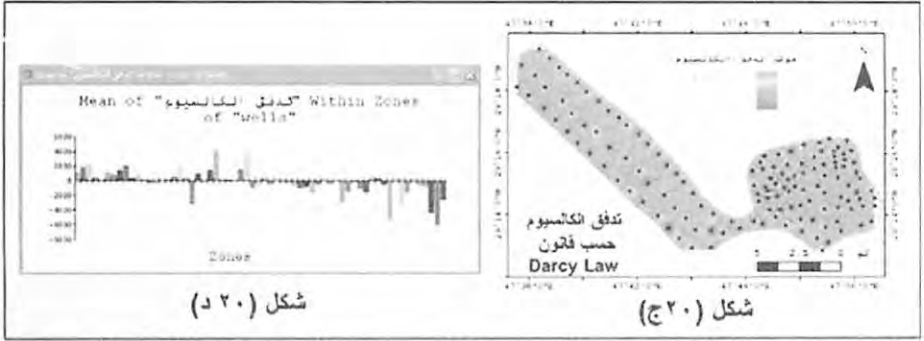
ويشير شكل (١٩ب) تركيز آبار التدفق المنخفض في النطاق الشرقي من حقل الصليبية، بينما تتركز الآبار ذات التدفق المرتفع في الجانب الوسط.



شكل (١٩): نتيجة تطبيق قانون دارسي تدفق الصوديوم في حقل الصليبية

٤- تدفق الكالسيوم حسب قانون دارسي:

يظهر شكل (٢٠أ) توافق بين تدفق الصوديوم في شكل (١٩أ) وتدفق الكالسيوم من حيث نمط تركيز التدفق بنوعية المرتفع والمنخفض وكذلك في نمط امتداد خطوط التدفق بين الآبار مما يعكس تلازم العنصران. كما يعكس شكل (٢٠ب) نمط توزيع متوسطات التدفق للكالسيوم والتي تتوافق مع مثيلتها في الصوديوم حيث تتركز في النطاق الشرقي والغربي تلك الآبار ذات التدفق المنخفض، بينما تتركز في النطاق الوسط ذات التدفق المرتفع.

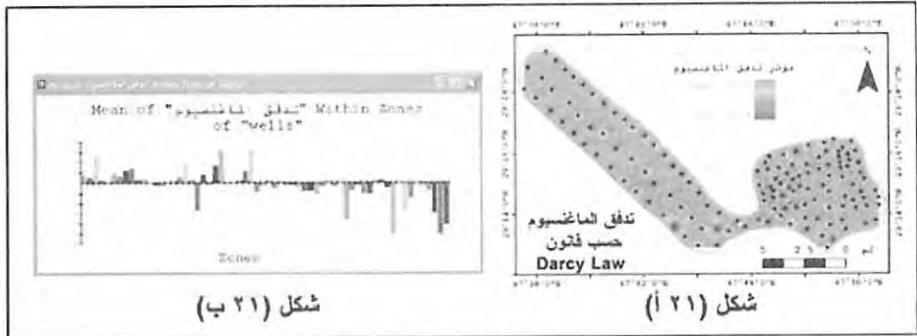


شكل (٢٠): نتيجة تطبيق قانون دارسي في تدفق الكالسيوم

٥- تدفق الماغنسيوم حسب قانون دارسي :

يشير شكل (٢٠) إلى عدم وجود اختلاف في نمط توزيع التدفق للماغنسيوم عن كل من الصوديوم والكالسيوم من حيث التوزيع المكاني للآبار التي تتسم بانخفاض التدفق والتي تتوزع في الشرق والغرب من حقل الصليبية، وكذلك الآبار التي تتسم بالتوزيع المكاني للآبار ذات التدفق المرتفع في النطاق الأوسط .

ويؤكد شكل (٢٠ ب) النتيجة المستخلصة من نمط التوزيع المكاني لتدفق الماغنسيوم، حيث يظهر تشابه واضح في نمط التركيز بين تدفق الكالسيوم والماغنسيوم .

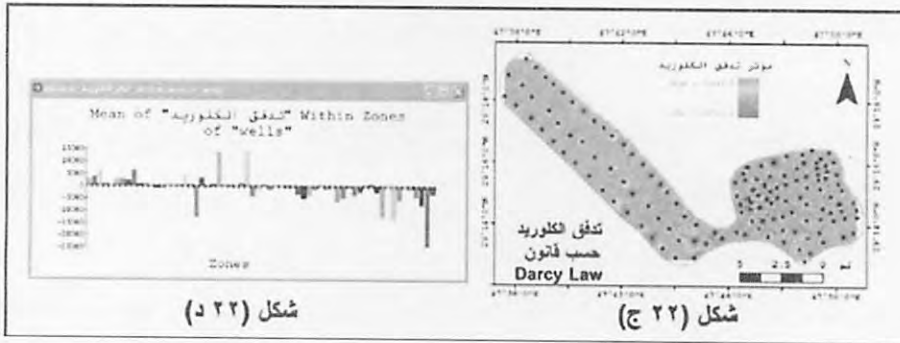


شكل (٢١): نتيجة تطبيق قانون دارسي في تدفق الماغنسيوم

٦- تدفق الكلوريد حسب قانون دارسي:

يشير شكل (٢٢ أ) إلى تراجع قليل في تركيز الآبار ذات التدفق المنخفض للكلوريد في النطاق الشرق وتركزها في النطاق الغربي بمقارنته بتدفق الكالسيوم والماغنسيوم سالفة الذكر، وكذلك تراجع في الآبار ذات التدفق المرتفع للكلوريد في النطاق الغربي والأوسط. أي أن هناك تبايناً محدوداً بين توزيع الآبار في تدفق الكلوريد والكالسيوم والماغنسيوم.

ويؤكد شكل (٢٢ ب) بانفراد الآبار في النطاق الشرقي بانخفاض الكلوريد وانعدام الآبار ذات التدفق المرتفع في النطاق الشرقي لحقل الصليبية، وتقتصر الآبار التي تتسم بتدفق متوسط في النطاق الشمالي الغربي بصورة أكثر وضوحاً.

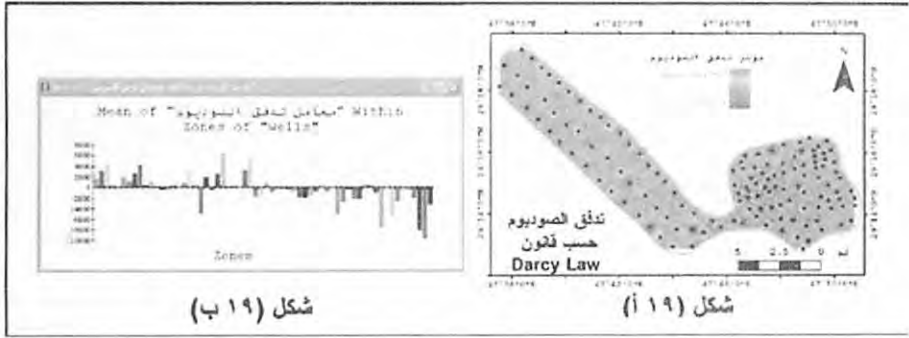


شكل (٢٢): نتيجة تطبيق قانون دارسي في تدفق الكلوريد

٧- تدفق الكبريتات حسب قانون دارسي:

يشير (٢٣ أ) إلى توافق مكاني كبير بين نمط توزيع تدفق الكبريتات مع تدفق الكلوريد من حيث آبار التدفق المنخفض والمرتفع، حيث تتركز الآبار ذات التدفق المنخفض في الشرق، بينما تتركز الآبار ذات التدفق المرتفع في الوسط والغرب، هذا إلى جانب توافق في خطوط التدفق بين الآبار في الكلوريد والكبريتات.

ويؤكد شكل (٢٣ ب) يؤكد على هذه الحقيقة في تلازم مكاني بين نمط توزيع متوسطات التدفق في الكلوريد والكبريتات بالرغم من وجود بعض اختلافات في القيم.



شكل (٢٣): نتيجة تطبيق قانون دارسي في تدفق الكبريتات

سابعاً: خلاصة وتوصيات الدراسة:

- تبين من هذه الدراسة أن حقل الصليبية للمياه الجوفية يتسم بالتالي:
- سطح المنطقة مستو تقريباً ويتراوح ما بين ٢٥-٧٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، ولا توجد مناطق تنخفض عن مستوى سطح البحر، كما أن هناك ميل للسطح بشكل سائد من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي والشرق وهو اتجاه انحدار السطح نحو جون الكويت باعتباره مصب التصريف السطحي.
 - لا توجد هناك علاقة بين طبوغرافية السطح وبين أعماق الآبار حيث أن المناطق الأقل انخفاضاً في الوسط تتسم بزيادة أعماق الآبار. كما لا توجد علاقة مكانية بين انحدار السطح وبين انحدار أعماق الآبار حيث يختلف الوسط عن الشرق، ولقد لوحظ انحدار أعماق الآبار في النطاق الشرقي والوسط نحو الجنوب بعكس تلك الآبار الشرقية التي يتخذ انحدار السطح فيها اتجاه الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي.

- هناك توافق بين نمط التوزيع المكاني للخصائص الكيميائية لمياه الآبار بالنسبة للكالسيوم والمغنسيوم، من ناحية وبين الكلوريد والكبريتات من ناحية أخرى، كما يوجد عدم توافق بين توزيع الأملاح الذائبة وبقية العناصر.
- أثبتت طريقة تطبيق تقنية نظم المعلومات الجغرافية ومنهج التحليل المكاني الآلي جدواها في دراسة الخصائص المكانية للسطح، والخصائص الهيدرولوجية والكيميائية بمقارنتها بالطرق التقليدية التي قد تحتاج إلى مزيد من الوقت وقد تصل إلى نتائج أقل من حيث الجودة والمرونة، كما حقق تطبيق قانون دارسي نتيجة بيانية واضحة في قياس درجة التدفق الهيدرولوجي وتدفق الخصائص الكيميائية لمياه الآبار.

وتوصي الدراسة بالتالي :

- تعميم منهج الدراسة على جميع حقول المياه الجوفية في دولة الكويت بهدف الوقوف عند ملامح التشابه والاختلاف بينها وبين حقل الصليبية ومن ثم استخلاص إلسباب وراء التشابه أو إلسخلاف.
- توسيع أسلوب التطبيق ليشمل جميع الخصائص الكيميائية للآبار الجوفية للوقوف عند ملامح التباين فيما بينها، وتحديد العناصر التي تتشابه أو تختلف من حيث نمط التوزيع المكاني.
- إلسفادة من تقنية التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية في مجال مراقبة احتمالات تعرض الآبار لعوامل التلوث تمهيداً لوضع استراتيجيات لحماية المياه، وكذلك استخلاص نمط استنزاف أو استهلاك المياه الجوفية تمهيداً لوضع استراتيجيات للتنمية المائية المستدامة.

ثامناً: المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

جواد السليمي و عدنان أكبر (١٩٩٩): المياه الجوفية في دولة الكويت، سلسلة الكتب المتخصصة، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، إدارة التأليف والنشر، الطبعة الأولى، الكويت، ٢٧٣ صفحة.

حسن أبو العينين (١٩٩٨): المياه الجوفية وخزاناتها الصخرية في دولة الكويت وسبل تنميتها اقتصادياً، ندوة الجغرافيا والتخطيط البيئي، قسم الجغرافيا جامعة الكويت، ص. ١٢٩-١٨٤.

محمد الخزامي عزيز (٢٠٠١): الخصائص الهيدروجرافية لأحواض أودية محمية الوعول في حوطة بني تميم - المملكة العربية السعودية - دراسة كارتوجرافية تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد، في: مجلة إاداب والعلوم إنسانية، كلية إاداب، جامعة المنيا، مصر، سلسلة إإصدارات الخاصة، العدد ٤٠، أبريل ٢٠٠١، ص. ١-١٢٠.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Al-Ruwaih, F. (1996a): Hydrogeochemical variation of carbonate aquifer Al-Sulaibiya, Kuwait, in: Water, Air, and Soil Pollution, 1996, 90, pp. 489-505.

Al-Ruwaih, F. (1996b): Hydrogeology and ground water modeling of carbonate aquifer of Al-Sulaibiya, Kuwait, in: Kuwait Journal of Science and Engineering, Kuwait University, 1996, 23, pp. 89-103.

Al- Ruwaih, F., Sayed, S. & Al-Rashed, M. (1998): Geological controls on water quality in arid Kuwait, Journal of Arid Environment, 1998, 38, pp. 187-204.

Al-Sulaimi, J. and Al-Ruwaih, F. (2004): Geological, structural and geochemical aspects of the main aquifer systems in Kuwait, in: Kuwait Journal of Science and Engineering, Kuwait University, 2004, 31, no. 1, pp. 149-174.

ESRI, (2005): Arc/GIS 9.1, Arc/Toolbox, Spatial Analysis, ESRI's Digital Books, Redlands, CA, USA.

Longley, P. and Batty, M. (eds.) (1996): Spatial Analysis: Modeling in a GIS Environment, John Wiley & Sons, Chichester, England, 392 pages.

Longley, P. and Batty, M. (eds.) (2003) Advanced Spatial Analysis, The CASA book of GIS, in: ESRI Prints, ESRI press, Redlands, CA, 463 pages.

Maidment, D. and Djokic, D. (2000): Hydrologic and Hydraulic : Modeling Support with geographic Information Systems, in: ESRI Prints, ESRI press, Redlands, CA, 215 pages.

Marsily, G. De (1986): Quantitative Hydrogeology, Academic Press, 320 pages.

Mukhopadhyay, A., Al-Sulaimi, J. & Barrat, J. (1994): Numerical

Modeling of Ground-Water Resource Management Options in Kuwait,
in: Ground Water Journal, 1994, 32, no. 6, pp. 917-927.

Stillwell, J. and Clarke, G. (eds.) (2004): Applied GIS and Spatial
Analysis, John Wiley & Sons, Chichester, England, 406 pages.

Tauxe, J.D. (1994): Porous Medium Advection-Dispersion Modeling
in a Geographic Information System, PhD, Diss, University of Texas,
Austin, 230 pages.

أثر التنمية في موارد المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية

د . عبدالرحمن بن عبدالعزيز النشوان^(*)

المستخلص :

استقبلت المملكة العربية السعودية كمية كبيرة من مياه الأمطار خلال العصور المطيرة، وتم تخزين جزء كبير منها في التكوينات الرسوبية الحاملة للمياه في الرف العربي، شكلت في النهاية تكوينات المياه الجوفية الرئيسة والثانوية التي كان بعضها يسيح على وجه الأرض مكوناً عدداً من البحيرات والينابيع والعيون التي انتشرت في وسط وشرق المملكة العربية السعودية، وأصبحت مورد المياه الرئيس لحرفة الزراعة والرعي وحاجات السكان.

ومع تغير الظروف المناخية وزيادة حدة الجفاف بتتابع مواسم الجفاف وامتدادها لفترات طويلة خلال العصور الدافئة التي مرّت بالمملكة العربية السعودية، بدأ مستوى الماء ينخفض تدريجياً، إلا أنه استمر مورداً رئيساً للمياه وقامت عليه كثير من الحضارات ومواطن الاستيطان البشري التي أنشأت عدداً من المستوطنات الزراعية في وسط وشرق المملكة العربية السعودية.

ومع بداية خطط التنمية الخمسية واهتمام المملكة العربية السعودية بالاكتماء الذاتي من المنتجات الزراعية خاصة محاصيل الحبوب والأعلاف، وزيادة الطلب

(*) أستاذ البيئة والجغرافيا الطبيعية المساعد - جامعة الإمام محمد بن سعود - الرياض.

على المياه والمنتجات الزراعية من المدن الكبرى، وظهور دراسات تؤكد أن مخزون المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية سيكفي لفترة طويلة قد تصل إلى ٥٠٠ عام. بدأ الطلب على المياه يزداد بشكل كبير وعجزت مياه الآبار التقليدية عن تغطية هذا الطلب وأصبح التركيز يزداد على الآبار الأنبوبية التي يحفر غالبها في الطبقات غير المتجددة على نطاق واسع فيم عظم مناطق المملكة، مما ساعد على سهولة الوصول إلى المياه الجوفية غير المتجددة وأصبح الاستهلاك منها يفوق الاستهلاك من المياه الجوفية المتجددة، فظهرت آثار ذلك واضحة بالانخفاض السريع في مستويات المياه الجوفية، واختفت معظم مظاهر المياه القريبة من السطح كالبحيرات والعيون والينابيع تلاها انخفاض ملحوظ في مناسيب المياه الجوفية غير المتجددة ونضوب بعض تكويناتها.

تبع ذلك ارتفاع في نسبة الملوحة وانخفاض في جودتها نتيجة قلة المياه في الطبقات الحاملة للمياه وتركز نسب عالية من الأملاح في الكميات المتبقية منها، مما جعل الطلب على هذه النوعية من المياه يقل، إلا إذا تمت معالجته أو إضافته إلى المياه المحلاة.

ومما زاد هذه المشكلة أيضاً اكتشاف وصول ملوثات مختلفة ومتنوعة إلى بعض الطبقات الحاملة للمياه خاصة المتجددة منها والقريبة من السطح، خاصة الطبقات التي تقع مكاشفها بالقرب من المدن الرئيسة مثل مدينة الرياض عاصمة المملكة العربية السعودية وجدة والدمام.

ختاماً: ستحاول هذه الدراسة عرض أهم الآثار التي طالت موارد المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية بسبب تنفيذ خطط التنمية الخمسية خاصة ما يتعلق منها بالتنمية الزراعية والحضرية، وهذا لا ينفي بلا شك دور هذه الخطط في تنمية موارد المياه وتطويرها ورفع نسبة التغذية لطبقاتها ذات الموارد المتجددة ومحاولة ترشيد استهلاكها برفع نسبة الوعي لدى المزارعين والرعاة وسكان المدن والقرى.

المقدمة:

المياه الجوفية من أهم الموارد الطبيعية في المملكة العربية السعودية ودعامة مهمة من دعائم التنمية الزراعية والعمرائة والصناعية، وكانت وما زالت المصدر الرئيس لإمداد حرفة الزراعة والرعي بحاجتها من المياه، إضافة إلى تغطيتها لحاجة السكان اليومية لأغراض الاستخدام المنزلي مع أنها غالباً ما تُخلط بمياه التحلية من البحر الأحمر أو الخليج العربي. وتصنف موارد المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية إلى مياه جوفية متجددة^(١)، ومياه جوفية غير متجددة^(٢) يتركز معظمها في طبقات الرف العربي الحاملة للمياه.

وترجح معظم الدراسات التي تحدثت عن البحيرات والعيون والينابيع التي كانت تنتشر في وسط وشرق شبه الجزيرة العربية إلى أن مصدر تغذيتها يعود إلى بعض طبقات المياه الجوفية القريبة من سطح الأرض والغنية بالمياه في تلك الفترة، وكانت معظم الآبار التقليدية في المملكة العربية السعودية إلى عهد قريب لا يتجاوز عمقها عن سطح الأرض أكثر من ٣ أمتار، وكان معظمها يحفر يدوياً خاصة في بطون الأودية والسهول الفيضية، وكانت الوسائل البدائية في رفع المياه من هذه الآبار في تلك الفترة - باستخدام الحيوانات - كفيلة بإيصال المياه إلى الحيازات الزراعية والحيوانات في المراعي القريبة.

إلا أن هذا التدفق الغزير لم يدم طويلاً وبدأ يتناقص شيئاً فشيئاً نظراً لامتداد فترات الجفاف بسبب ندرة الأمطار وزيادة عدد السكان في المملكة العربية السعودية، مما أجبر المزارعين والرعاة على التحول من وسائل استخراج المياه التقليدية إلى وسائل أكثر حداثة باستخدام آلات رفع المياه الحديثة

(١) المياه المتجددة: هي المياه التي تستطيع الحصول على تغذيتها من مياه الأمطار.

(٢) المياه غير المتجددة: هي المياه الأحفورية التي لا تستطيع التغذية من مياه الأمطار الحالية إلا بقدر ضئيل لبعدها.

وذلك باستخدام مضخات رفع المياه الآلية، مما أدى إلى انخفاض ملحوظ وسريع في مستوى المياه في الآبار التقليدية ونضوب بعضها وزيادة عدد المهجور منها نتيجة عدم قدرت الطبقات الحاملة للمياه على تعويض ما يتم استنزافه .

ومع بداية عام ١٤٠٠هـ - ١٩٨٠م وهو العام الذي بدأت فيه المملكة العربية السعودية بتنفيذ خطة التنمية الخمسية الثالثة شهدت المملكة العربية السعودية بداية نهضة زراعية واسعة ركزت بشكل خاص على بعض المحاصيل الزراعية مثل الحبوب والأعلاف مستخدمة أفضل الوسائل وأسرعها في استخراج المياه والري بطريقة الرش المحوري مستهدفة منح المملكة اكتفاء ذاتياً في محاصيل الحبوب خاصة القمح ومحاصيل الأعلاف .

ومعتمدة أيضاً على بعض الدراسات التي أشارت إلى أن المملكة العربية السعودية تملك مخزوناً هائلاً من المياه الجوفية يكفيها للمائة سنة القادمة، وبعد فترة تراوحت ما بين ١٠ إلى ٢٠ عاماً بدأت مظاهر المياه الجوفية من عيون وينابيع وآبار تقليدية تختفي وبشكل سريع في الأحساء والخرج والأفلاج والقصيم والسرّ والمدينة النبوية وفي معظم مناطق الرف العربي وانتشرت الآبار الأنبوية عوضاً عنها على نطاق واسع حيث بلغ عددها عام ١٤٢٠هـ - ١٩٩٩م أكثر من ١٠٠٠,٤٩٠ بئر تستنزف ما مقداره ٨٨٪ من ميزان المياه الوطني للمملكة العربية السعودية .

كما أدى الاستنزاف من طبقات الجوفية إلى انخفاض نوعية المياه وارتفاع نسبة الأملاح فيها . يضاف إلى ذلك اكتشاف وصول ملوثات إلى بعض التكوينات الجوفية الحاملة للمياه من خلال مصادر متعددة .

وقد أدركت المملكة العربية السعودية ممثلة فيو زارة الزراعة مدى خطورة

استنزاف موارد المياه الجوفية خاصة الموارد غير المتجددة وتلوثها، وسعت إلى سن النظم والقوانين التي تحد من هذا الاستنزاف وهذا التلوث.

وستحاول هذه الدراسة عرض أهم المراحل التي مرّت بها موارد المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية والآثار التي لحقت بها بعد تنفيذ خطط التنمية الخمسية من عام ١٣٩٠ هـ - ١٩٧٠ م إلى ١٤٢٥ هـ - ٢٠٠٥ م.

أصل نشأة المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية:

عند تتبع مصادر تكون المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية نجد أن السبب الرئيس لنشوء التكوينات الرئيسة والثانوية الحاملة للمياه ليس الأمطار التي نشهدها اليوم بمعدلاتها المتدنية والتي يبلغ متوسطها السنوي ١٥٠ ملم (الأحيدب، ١٤١٩ هـ ، ٥١٨)، وإنما هناك فترات مطيرة ذات أمطار غزيرة مرت على المملكة العربية السعودية عرفت بـ (العصور المطيرة) قدرت أمطارها بخمسة أضعاف ما عليه الأمطار اليوم (عبده وجادالله، ١٤١٨ هـ - ٢١٠)، أدت إلى تخزين كميات ضخمة من المياه الجوفية في طبقات الصخور الرسوبية المتمثلة في الرف العربي الذي يغطي ١,٦٠٠,٠٠٠ كيلومتر مربع، أي ما يعادل ٧٠٪ من مساحة المملكة العربية السعودية.

وقد زاد من كفاءة تخزين المياه الجوفية على اختلاف مستوياتها في الرف العربي الحركات التي تعرضت لها المملكة العربية السعودية في أواخر الزمن الجيولوجي الثالث خلال الميوسين Miocene والبلايوسين Pliocene والتي نتج عنها التواء بعض الطبقات الرسوبية، وتشكل بسبب هذا الالتواء عدد من الطيات إما بتقعرها أو تحدبها، وأدى كذلك إلى انفلاق بعض الصدوع والأخاديد على طول الطبقات الرسوبية للرف العربي مما سهل وصول المياه إلى الطبقات الجوفية والاستقرار فيها (Hotzl, 1984. p[p. 247 - 262).

ويمكن الاستدلال على مرور المملكة بهذه الفترات المطيرة التي كانت

بدايتها في الميوسين Miocene ، وكذلك في نهاية البلايوسين Pliocene وبداية البلايستوسين Pleistocene وأواخر الهولوسين Holocene من خلال الآثار التي تم اكتشافها في مناطق مختلفة من المملكة أثبتت سيادة ظروف مناخية رطبة غزيرة الأمطار أهمها ما يأتي :

- تُرجع بعض الدراسات التي درست التغيرات المناخية المطيرة وأدلت وجودها في شبه الجزيرة العربية بوجه عام والمملكة العربية السعودية بوجه خاص خلال فترتها الأولى في أواخر الزمن الثالث خلال عصر الميوسين Miocene ، والتي تميزت بغزارة الأمطار وظهور بيئة غنية بالحيوانات والنبات الطبيعي ، واستدلوا على ذلك بوجود بقايا هيكل عظمية لحيوانات عاشت خلال عصر الميوسين بلغ مجموعها ٦٦ صنفاً نسبة الثدييات منها تصل إلى ٤١٪ (Thomas, et al., 1981, p. 114)؛ منها أنواع آكلات للأعشاب مثل : الزراف ووحيد القرن والسلاحف والبقر والوحشي ، وآكلات للحوم : مثل التماسيح ، إضافة إلى بعض الأسماك والقوارض (Hamilton, et al., 1987, p. 248) ؛ ومعظم هذه الدراسات أكدت أن وود هذه الحيوانات تزامن مع وجود حياة نباتية قادرة على إعاشة هذه الأعداد الضخمة من هذه الحيوانات تشابه بيئة حشائش السافانا .

- بقايا النباتات في طبقات الصخور الرسوبية التي أكدت انتشار بيئة مدارية تشبه بيئة السافانا شملت معظم أنحاء المملكة العربية السعودية (والطون ، ١٤١٢هـ ، ٨٢).

- الأودية الضخمة ذات المجاري الواسعة الموجودة في المملكة العربية السعودية مثل : وادي الدواير ووادي الرمة ووادي السهباء وما يتبعها من روافد كثيرة ومتعددة المراتب تنبع من مرتفعات غرب المملكة لتشكل في النهاية شبكة كبيرة من الأودية الجافة ، حيث تبين أن الأمطار الحالية لم يكن بمقدورها حفر هذه المجاري الواسعة وإنما تكونت نتيجة الأمطار الغزيرة في الفترة

المطيرة التي حدثت في أواخر البلايوسين Pliocene وبداية البلايستوسين Pleistocene (Zarins, et al., 1979, pp. 9 - 40).

- بحيرات الفترات المطيرة، حيث تم الكشف عن عدد من هذه البحيرات في المملكة العربية السعودية خلال أواخر البلايستوسين Pleistocene وأواخر الهولوسين Holocene في جنوب المملكة في الربع الخالي خلال الفترة قبل ٣٦٠٠٠ سنة و ١٧٠٠٠ سنة (McClure, 1978, p. 755). وكذلك في شمال المملكة في صحراء النفود الكبير حيث تم العثور على آثار لبحيرات تعود إلى ما قبل ٣٨٠٠٠ - ٢٤٠٠٠ سنة (Whitney, et al., 1983, p. 21).
- الترب القديمة المنتشرة في جوانب الأودية القديمة على شكل مصطبات تحت رمال الدهناء بسبك ٣٠ سنتيمتر أو في المراوح الفيضية التي غطى معظمها التكوينات الرملية (Anton, 1984, p. 285).

التكوينات الحاملة للمياه:

حرصت المملكة العربية السعودية منذ تأسيسها عام ١٣٥١هـ - ١٩٣٢م على تنمية موارد المياه لديها من خلال دعوة عدد من الخبراء والبعثات المتخصصة في المياه لتقديم تقارير وافية عن طبيعة مصادر المياه والبيانات الهيدرولوجية المهمة عنها، ونتج عن ذلك حفر أول بئر عميق عام ١٣٥٥هـ - ١٩٣٦م وإنجاز عدد من الدراسات الفنية المتعلقة بموارد المياه، كما تم إنشاء وزارة الزراعة والمياه عام ١٣٧٣هـ - ١٩٥٤م وأوكل إليها مهمة تطوير وتنمية مصادر المياه في المملكة العربية السعودية حيث نجحت في حفر عدد من الآبار العميقة لتأمين مياه الشرب للمراكز العمرانية من مدن وقرى وهجر (وزارة الزراعة والمياه، ١٤٠٥هـ، س).

كما كلفت وزارة الزراعة والمياه عدداً من الشركات المحلية والدولية المتخصصة في الدراسات الهيدرولوجية عام ١٤٠٣هـ - ١٩٨٣م لتقديم دراسة

متكاملة عن جميع مصادر المياه في المملكة وتوفير كافة البيانات الهيدرولوجية عنها، وتم في عام ١٤٠٥هـ - ١٩٨٥م الانتهاء من دراسة هيدرولوجية متكاملة لمصادر المياه أنتجت في النهاية أطلس عرف بأطلس المياه، وخلصت الدراسة إلى أن التكوينات الحاملة للمياه في المملكة العربية السعودية تنقسم إلى قسمين رئيسيين هما:

أولاً: التكوينات الرئيسة الحاملة للمياه:

تشكل التكوينات الرئيسة الحاملة للمياه في المملكة العربية السعودية تسع تكوينات هي الساق وتبوك والوجد والمنجور والمنجور/ ضرما والوسيع/ البياض وأم رضمة والدمام والنيوجين، والتكوينات الست الأولى منها: هي الساق وتبوك والوجد والمنجور والمنجور/ ضرما والوصيع/ البياض تعود لحقبتي الحياة القديمة(الباليوزي Paleozoic) والمتوسطة (الميزوزك Mesozoic) وهي من الحجر الرمي وتمتاز بالامتداد الواسع لمنكشافتها وعظم سماكتها واحتوائها على كميات كبيرة من المياه، ومياهها بشكل عام مياه جيدة النوعية وغالبها محصور داخل الطبقات الرسوبية مما يعني اندفاع المياه للسطح عند حفر الآبار في هذه التكوينات.

أما التكوينات الثلاث الأخرى وهي: أم رضمة والدمام والنيوجين فهي تكوينات ذات صخور كربونية تعود إلى حقب الحياة الحديثة (السينوزوي Cenozoic) (وزارة الزراعة، ١٤٠٥هـ، ٤٨).

وتختلف مساحة كل تكوين وخصائصه الجيولوجية والهيدرولوجية ونوعية مياهه وكمية إنتاجه عن التكوينات الأخرى، وتوفر هذه التكوينات مخزوناً يقدر بنحو ٢٠٠٠ بليون متر مكعب، وبعض هذه التكوينات يتغذى سنوياً على مياه الأمطار من خلال مكاشفها التي تظهر على سطح الأرض (وزارة التخطيط، ١٤٢٠هـ، ٢١٥).

ثانياً: التكوينات الثانوية الحاملة للمياه

تعتبر التكوينات الثانوية الحاملة للمياه في المملكة العربية السعودية مصدراً هاماً للمياه على النطاق المحلي على الرغم من مياهها الرديئة وإنتاجيتها الضئيلة وضعف إمكانيات تطويرها وتنميتها.

وهي تسعة تكوينات: الجوف وأبورواث والخف والجلة وضرما والجوراسي الأعلى والجوراسي الأسفل وسكاكا والعرمة (وزارة الزراعة، ١٤٠٥هـ، ٥٨).

ومساحة كل تكوين وخصائصه الجيولوجية والهيدرولوجية ونوعية مياهه وكمية إنتاجه تختلف عن التكوينات الثانوية الأخرى، وتؤثر طبيعة التضاريس ومورفولوجية الأرض في هذه التكوينات تأثيراً واضحاً حيث تظهر مكاشف نسبة منها في بطون الأودية وفي مراوحها الفيضية.



المصدر: وزارة الزراعة والمياه، 1405هـ، أطلس المياه،

مكثفات التكوينات الرئيسية الحاملة للمياه في المملكة العربية السعودية 70-49

تطور مخزون المياه الجوفية

ظلت مظاهر المياه المنتشرة على سطح الأرض في المملكة العربية السعودية ممثلة بالعيون والبحيرات والينابيع دليلاً واضحاً على غزارة المياه المخترنة في التكوينات الحاملة للمياه، إضافة إلى المياه المحصورة داخل التكوينات الجوفية، وقد ظلت هذه المياه فترة طويلة من الزمن المصدر الرئيس لحاجة السكان وأنشطتهم المختلفة خاصة الزراعة والرعي، وأبعد الفترات الزمنية التي رصدتها المصادر التاريخية والجغرافية لتدفق مياه العيون في المملكة العربية السعودية تؤكد أن العصر الحجري الحديث شهد نشاطاً واسعاً حول هذه العيون المائية؛ حيث أكد (زارينس) وجود بحيرات كبيرة خلال العصر الحجري الحديث تُغذيها مياه العيون (زارينس، وآخرون، ١٤٠٢هـ، ٢٩).

وذكر ابن الفقيه (القرن الثالث الهجري) عند زيارته لمنطقة اليمامة، أن اليمامة بها عيون وأنهار تنحدر من الجبال التي تحيط بها (الجاسر، ١٣٨٦هـ، ٢٢).

وأشار الهمداني خلال القرن الرابع الهجري، أن الأودية التي تنحدر من العارض (طويق) وسط شبه الجزيرة العربية تشكل أنهاراً تندفع في المنطقة السهلية حتى تقطع هضبة العرمة ثم تقطع الدهناء حتى تصب في البحر - الخليج العربي - (الهمداني، ت ٣٤٤هـ، ٣١٠).

وكانت اليمامة تشمل ما يقرب من ٣٧٠ عيناً (النشوان، ١٤٢٥هـ، ٦٧، وكانت الأحساء تشمل ما يربو من ١٦٢ عيناً إجمالي تدفقها يقدر بنحو ١٤٠١ متر مكعب في الثانية (الجبر، ١٤٢٢هـ، ٢٦ - ١٠٤)، وتشمل واحة القطيف على ١٠٠ عين، والمدينة وخيبر تشمل أكثر من ١٠٠ عين (الفوزان، وآخرون، ١٤٢٠هـ، ٢٢٨)، وما زالت بقايا المزارع حول هذه العيون وآثار قنوات الري شاهدة على غزارة تدفق مياه هذه العيون كما في بُور (سواقي) عيون الأحساء خاصة عين نَجْم وعين الخُدود وعين اللُويبي وعين الجَوْهريَّة وعين أم سَبْعَة، وخرَز عيون الأفلاج خاصة القادمة من عين الرُّأس التي كانت

أكبر عيون الأفحلاج مساحة ٢٨٠,٠٠٠ متر مربع إضافة إلى عين أم هيب وعين الروعيس وعين الباطن وعين أم براج وعين الشقيبات (النشوان، ١٤١٠هـ، ١٠٢)، وأفلاح فَرَزَان التي تجلب الماء من ٦٠ ينبوعاً في فَرَزَان في محافظة الخرج، وخرز عين الضلع وعين سَمْحَة التي تغذي المزارع القريبة منها في منطقة السَّيح بمحافظة الخرج (النشوان، ١٤٢٥هـ، ١٠٢)، وعين الصوينع التي كانت تسبح على سطح الأرض وعين ابن قنور وعين الطرفية في منطقة السَّر (الفوزان، ١٤٢٠هـ، ٢٣٢)، وتنتشر في منطقة القسيم عدد من العيون أهمها: عيون وادي الرمة وعين ابن ميج والعبسية وعين ابن فهيد وعين المزرعة، أما في الدرع العربي فظهر مجموعة من العيون أهمها: عيون خبير التي تتألف من ٥٠ عيناً، وفي المدينة النبوية وينبع يوجد عدد من العيون تزيد عن ٥٠ عيناً أيضاً، كما توجد مجموعة من العيون في وادي فاطمة.

ولم تكن المياه الجوفية العميقة معروفة في تلك الفترة، وكان أول بئر أنبوبي حفر في المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية عام ١٣٥٥هـ - ١٩٣٦م من قبل شركات التنقيب عن النفط بالقرب من مدينة الظهران (عبده، ١٤٠٨هـ، ١٤٥)، تلي ذلك اكتشافات متتالية لكميات كبيرة من المياه الجوفية من قبل شركات النفط التي منحت امتياز التنقيب في المملكة، وكانت معظم التكوينات التي يتم الحفر فيها ذات مياه محصورة يندفع الماء منها مباشرة. بعد ذلك أولت المملكة العربية السعودية أهمية للمياه الجوفية بحفر عدد من الآبار الأنبوبية لأغراض الشرب في المدن الرئيسية، وأنشأت وزارة الزراعة والمياه عام ١٣٧٣هـ - ١٩٥٤م وأوكلت إليها مهمة تطوير وتنمية مصادر المياه في المملكة العربية السعودية حيث نجحت الوزارة في حفر عدد من الآبار العميقة لتأمين مياه الشرب للمراكز العمرانية من مدن وقرى وهجر على نطاق واسع في المملكة (وزارة الزراعة والمياه، ١٤٠٥هـ، س).

واستمر تطوير الآبار الأنبوبية بشكل سريع بعد عام ١٤٠٥هـ - ١٩٨٥م من

قبل القطاعين الحكومي ممثلاً بوزارة الزراعة والمياه إضافة إلى القطاع الخاص حيث بلغ عدد الآبار عام ١٤٢٠هـ - ١٩٩٩م أكثر من ١٠٠,٤٩٠ بئر تستنزف ما مقداره ٨٨٪ من ميزان المياه الوطني للمملكة العربية السعودية (وزارة التخطيط، ١٤٢٠هـ، ٢١٥).

الوضع الراهن لموارد المياه الجوفية وأثر التنمية فيها

مع بداية خطط التنمية عام ١٣٩٠هـ وتأكيد بعد الدراسات على أن مخزون المياه الجوفية في المملكة يكفياً أكثر من مائة عام (وزارة التخطيط، ١٤٠٠هـ، ١١٥)، والدعوة إلى التوسع في التنمية الزراعية والاكتفاء الذاتي من زراعة الحبوب والأعلاف من خلال محاور متعددة تمثلت في: منح الأراضي الزراعية، ودعم الآلات الزراعية، ودعم فساتل النخيل، وشراء محصول القمح من المزارعين، ودعم الأسمدة والبذور والمبيدات بنسب تصل إلى أكثر من ٥٠٪ (وزارة التخطيط، ١٤٠٥هـ، ٥٢)، نتج عن ذلك إقبال كبير من السكان على النشاط الزراعي وظهرت طفرة في التنمية الزراعية أدت إلى زيادة المساحة الزراعية من ٢٥٦,١٢١ هكتار عام ١٣٩٢هـ إلى ١,٢٢٤,٥٠٢ هكتار (وزارة الزراعة، ١٤١٩هـ، ٥٣٦)، وزيادة الطلب على المياه في قطاع الزراعة بشكل سريع لتصل نسبته من ميزان المياه الوطني إلى ٨٨٪ (وزارة التخطيط، ١٤٢٢هـ، ص ٢٢٦)، وزيادة عدد الآبار من ٩٦٩٢ بئراً عام ١٣٩٠هـ إلى ١٠٠,٤٩٠ بئر عام ١٤٢٠هـ - ٢٠٠٠م (وزارة التخطيط، ١٤٢٠هـ، ٢١٥).

ولم يكن الطلب على المياه مقتصرًا على قطاع الزراعة - وإن كان هو المستهلك الرئيس للمياه الجوفية - بل إن هناك قطاعات أخرى استهلكت نصيباً من المياه في المملكة العربية السعودية مثل: قطاع الصناعة وقطاع البلديات؛ المتمثل في احتياجات المدن والقرى والهجر من المياه حيث كان لهما أيضاً دورهما في زياد الطلب على المياه خاصة العاصمة والمدن الكبرى

الأخرى مثل جدة والدمام، وإن كانت المياه المحلاة خففت من الضغط على المياه الجوفية في هذين القطاعين، حيث بلغت نسبة طلبهما من الميزان الوطني للمياه للأغراض الصناعية والبلدية ٣٪ و ٩٪ على التوالي (وزارة التخطيط ١٤٢٢هـ، ص ٢٢٦).

ومع هذه الزيادة السريعة في الطلب على المياه بدأ يلحظ انخفاض في مستوى المياه القريبة من السطح مثل العيون بشكل خاص والمياه الجوفية بشكل عام، وترتب على ذلك اختفاء معظم مظاهر المياه القريبة من السطح خاصة العيون المائية والينابيع وجفت معظم الآبار اليدوية (القلبان) وانخفض مستوى الماء في الآبار النبوية.

ويمكن رصد معالم استنزاف موارد المياه في المملكة منذ بداية خطط التنمية عام ١٣٩٠هـ - ١٩٧٠م والتي شهدت جفاف عيون خبير وبعض عيون المدينة النبوية وعيون حائل، ومع بداية خطة التنمية الثالثة (١٤٠٠هـ - ١٤٠٥هـ) التي تشير أكثر الدراسات أنها البداية الأكثر وضوحاً لانخفاض مستوى مياه العيون في الأحساء والخرج والأفلاج والقصيم والسر (الفوزان، ١٤٢٠هـ، ٢٣٢ - ٢٣٤) تراوح هذا الانخفاض ما بين ٢٠ إلى ٥٠ متراً، زاد بعد ذلك الانخفاض لتجف معظم هذه العيون المائية، وكان آخرها جفافاً عين الضلع التي جفت بعد أن انخفض مستوى الماء فيها إلى أكثر من ١٠٠ متر في نهاية الخطة السابعة عام ١٤٢٢هـ - ٢٠٠٢م.

يضاف إلى ما سبق أن طبقات المياه الجوفية فقدت خاصية ضغطها البيزومتري^(١) (Piezometric) للمياه المحصورة بين الطبقات الرسوبية في الرف العربي، والتي كانت سابقاً أحد الأسباب الرئيسة لرفع مستوى المياه إلى فوهات

(١) الضغط البيزومتري: وحدة تستخدم في دراسة المياه الجوفية لقياس الضغط الناتج عن انحباس المياه الجوفية داخل طبقاتها.

العيون المائية والآبار الأنبوبية، ويمكن إرجاع ذلك للأسباب التالية :

أولاً : حفر الآبار العميقة التي اخترقت طبقات المياه الجوفية دون أخذ الاعتبار لحماية وفصل هذه الطبقات بعوازل إسمنتية أو فولاذية، واقتصرت الحماية على الأجزاء العليا من البئر (Sogreah, 1969, p. 23).

ثانياً : عدم دراسة مقدار الضغط البيزومتري والإنتاجية في تكوينات المياه الجوفية التي سيتم اختراقها.

ثالثاً : عدم طمر الآبار الأنبوبية غير المنتجة بصورة علمية وصحيحة مما يجعلها منفذاً لضياع خاصية الضغط البيزومتري بين الطبقات.

رابعاً : إهمال صيانة عوازل الحجب والحماية الإسمنتية والفولاذية، مما يجعلها تتآكل مع مرور الزمن وتصبح منفذاً لفقدان الضغط داخل الطبقة (الحسين، ١٤٠٢هـ، ٣٨).

خامساً: حفر أعداد كبيرة من الآبار الأنبوبية في طبقة المياه الجوفية الواحدة مما يؤثر على ضغطها البيزومتري بسبب الاستنزاف الكبير، وعدم مراعاة توزيع الآبار على الطبقات بصورة علمية مدروسة.

ونتيجة لزيادة استهلاك المياه من التكوينات الحاملة لها بدأ يلحظ انخفاض في جودة المياه بسبب تركيز نسب عالية من الأملاح جراء السحب المستمر وضعف الإمداد، والتعويض خاصة تكوينات موارد المياه غير المتجددة.

ولم يقتصر تأثير التنمية في موارد المياه الجوفية على استنزاف مياهها وخفض مستواها وجودتها؛ وإنما تعدى ذلك إلى تلوث مياهها بوصول نسبة من الملوثات إلى تكويناتها الحاملة للمياه خاصة الملوثات السائلة من مياه الصرف الصحي التي وصلت إلى هذه التكوينات من عدة طرق:

١ - مياه الصرف الصحي التي تصرف في القنوات المكشوفة والأفلاج والأودية التي تمر بالقرب من الأحياء السكنية والمزارع والمصانع.

٢ - مخلفات الزيوت ونفايات الورش الصناعية التي ترمى في القنوات المكشوفة وبطون الأودية القريبة من المناطق الصناعية.

٣ - تعمد حفر آبار داخل الأحياء السكنية القريبة من مكاشف الطبقات الحاملة للمياه لاستخدامها لتصريف الفائض من مياه الصرف الصحي في منازل بعض السكان.

٤ - كميات الرشح المتزايدة من نظام البيارات (الحفر الارتشاحية) داخل المدن والقرى القريبة باتجاه مكاشف الطبقات الحاملة للمياه، التي يرى أثر ارتشاحها في جوانب الآبار التقليدية أو العيون وأحياناً جوانب الأودية (النشوان، ١٤٢٥هـ، ٢٣٦) ويرجع ذلك إلى النفاذية العالية لصخور الطبقات الحاملة للمياه (الساعاتي، وآخرون، ١٤١٧هـ، ١٢).

أما ما يتعلق بالنفايات الصلبة فإن مكبات النفايات التي تنتشر حول مدن وقرى المملكة العربية السعودية خاصة المدن الكبرى مثل الرياض، جدة والدمام وغيرها من المدن الرئيسة تُنشأ دون ضابط أو دراسة مسبقة لتنظيمها ودون استخدام أساليب الطمر الصحي للنفايات، مما يجعلها تؤثر على مكاشف الطبقات الحاملة للمياه القريبة منها أو التي أنشأت فوقها مما دفع المسؤولين للقلق على موارد المياه الجوفية في الوزارات المتخصصة، حيث ظهر أن العصارة الناتجة من تفاعل المواد الكيميائية داخل مكبات النفايات تصل إلى تكوينات المياه الجوفية من خلال ما تقوم به الأمطار من تسريع وصولها ومن ثم النفوذ إلى مياهها (المعتاز، ١٤٠٨هـ، ٣٩).

كما أن الآبار المهجورة التي أهملت نتيجة انخفاض مستوى المياه أصبحت مرمى لكثير من النفايات المختلفة والمتنوعة، فالآبار التي تقع بالقرب من المناطق الصناعية ومراكز خدمات السيارات أصبحت مرمى للزيوت والشحوم والإطارات ومياه غسيل السيارات وغيرها من مخلفات المناطق الصناعية، والآبار المهجورة التي تقع في المزارع أو بالقرب منها أصبحت مرمى لبقايا

المخلفات الزراعية مثل بقايا المبيدات والمخصبات والأسمدة الكيميائية والحاويات التي تخزن فيها، والآبار المهجورة بالقرب من المدن الرئيسة تستخدمها صهريج الصرف الصحي للتخلص من مياه الصرف الصحي التي تنقلها، والآبار المهجورة بالقرب من مشاريع الإنتاج الحيواني أو مشاريع الدواجن ترمى فيها مخلفات الحيوانات ومخلفات الدواجن (النشوان، ١٤٢٥هـ، ٢٣٦).

من خلال ما سبق؛ أدركت المملكة العربية السعودية ممثلة بوزارة الزراعة والمياه ثم وزارة المياه والكهرباء بعد ذلك بالخطر الذي يهدد مخزون المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية، وتبين أن التقارير والدراسات التي ظهرت في بداية خطط التنمية التي تقول إن موارد المياه الجوفية ستكفي المملكة لمائة سنة، أن ذلك لم يتحقق وظهرت الآثار السلبية لخطوات التنمية السريعة خاصة في مجال التنمية الزراعية على موارد المياه الجوفية باستنزافها أو تلوثها، لذا باشرت المملكة العربية السعودية بسن النظم والقوانين الخاصة بحماية موارد المياه محاولة الحد من هذا الاستنزاف بتقليص المساحة الزراعية وخفض عدد الآبار الأنبوبية وإصدار نظام منع تصدير محاصيل الحبوب والأعلاف ووقف بعض الإعانات المالية والعينية.

التوصيات

من خلال العرض السابق لأثر التنمية على موارد المياه الجوفية المتجددة وغير المتجددة في المملكة العربية السعودية وما تتعرض له من استنزاف من قبل القطاعين الحكومي والخاص أو من خلال تلوثها وانخفاض جودتها، يمكن استخلاص التوصيات التالية:

- ١ - توعية المزارعين من القطاعين الحكومي والخاص بأهمية المحافظة على موارد المياه الجوفية وتدريبهم على طرق الري الأكثر اقتصادية.
- ٢ - توعية المزارعين ومنتجعي حفر الآبار بالطرق السليمة لحفر الآبار وحمايتها وعزلها.
- ٣ - توعية المزارعين باختيار المحاصيل الأقل استهلاكاً للمياه في فترات النمو.
- ٤ - سن النظم والقوانين التي تحد من التوسع الزراعي في بعض المحاصيل التي تستهلك كميات كبيرة من المياه خلال فترات النمو والنضج.
- ٥ - سن النظم والقوانين التي تساعد على ردم الآبار المهجورة بطرق علمية صحيحة خاصة في المزارع التقليدية.
- ٦ - سن النظم والقوانين التي تمنع رمي النفايات السائلة والصلبة في الآبار المهجورة.
- ٧ - متابعة منع تصدير المحاصيل الزراعية إلى خارج المملكة العربية السعودية خاصة محاصيل الحبوب والأعلاف.
- ٨ - ضبط كميات المياه المستخرجة من آبار التكوينات الحاملة للمياه غير المتجددة من خلال تركيب أجهزة قياس كمية المياه المستخرجة.
- ٩ - منع تحويل الأراضي الزراعية إلى مخططات سكنية أو مناطق صناعية.
- ١٠ - حماية مكاشف تكوينات موارد المياه الجوفية الرئيسة من الامتداد العمراني والصناعي.

- ١١ - التوسع في إنشاء شبكات الصرف الصحي في المدن والقرى القريبة من مكاشف التكوينات الحاملة للمياه عالية النفاذية أو التي نشأت في صدوع أو انكسارات.
- ١٢ - عدم السماح بإنشاء مكبات النفايات إلا بعد خضوعها لشروط الطمر الصحي السليم.
- ١٣ - منع إنشاء المناطق الصناعية ومراكز خدمات السيارات بالقرب من المزارع أو في بطون الأودية.
- ١٤ - تفعيل نظام (حرم الوادي) ومنع استغلال الأراضي الواقعة داخل حرم الوادي في أنشطة تنموية تؤدي إلى وصول الملوثات إلى مصادر المياه الجوفية.
- ١٥ - تطوير المشاريع التي تساعد على تنمية موارد المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية من خلال إنشاء شبكة أوسع من السدود والمحابس المائية للسيول التي تضيع هدرًا في مناطق التكوينات الرملية.
- ١٦ - التوجيه بعدم ردم فوهات العيون المائية وتركها كمعلم من معالم التوعية بأخطار الاستنزاف التي تعرضت لها موارد المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية.
- ١٧ - رفع الوعي لدى سكان المدن والقرى والهجر بأهمية ترشيد استهلاك المياه ودعم حملات التوعية في ذلك.
- ١٨ - دعم إنشاء مراكز الأبحاث والمختبرات المتخصصة في العناية بمراد المياه الجوفية في القطاعين الحكومي والخاص وتفعيل المراقبة المستمرة لتكوينات المياه الجوفية وحمايتها من التلوث.
- ١٩ - التوجيه باستخدام مياه التحلية عوضاً عن مياه المراد الجوفية في أعمال التنقيب عن النفط.
- ٢٠ - دعم البحوث والدراسات الميدانية التي تهتم بدراسة مراد المياه الجوفية وتنميتها وحمايتها من التلوث في الجامعات السعودية ودعم إنشاء أقسام متخصصة في ذلك.

أولاً: المراجع العربية :

- الأحيدب، إبراهيم، (١٤١٩هـ)، المناخ، ذكر في: مركز البحوث، الموسوعة الجغرافية للعالم الإسلامي، جامعة الإمام، الرياض.
- الجبر، محمد عبداللطيف، (١٤٢٢هـ)، الوضع الزراعي في واحة الأحساء، الرياض.
- الجاسر، حمد (١٣٨٦هـ)، مدينة الرياض عبر أطوار التاريخ، دار اليمامة لبحث والترجمة والنشر، الرياض.
- الحسين، حمد، (١٤٠٢هـ)، طرق المحافظة على مصادر المياه، ذكر في ندوة تنمية مصادر المياه، وزارة الزراعة، الرياض. زارنيس، يوريس وآخرون، (١٤٠٢هـ)، تقرير مبدئي عن مسح منطقة الرياض (العارض)، الأطلال، ع ٣، الرياض.
- الساعات، عدنان جمال؛ طاهر، سعود عبدالقادر، (١٤١٧هـ)، الأضرار والتكاليف المترتبة على استخدام نظام البيارات في المملكة العربية السعودية، ذكر في ندوة تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها، جامعة الملك سعود، كلية الهندسة، مصلحة المياه والصرف الصحي بمنطقة الرياض، الرياض.
- عبده، طلعت، (١٤٠٨هـ)، الجغرافية التاريخية لشبه الجزيرة العربية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- عبده طلعت؛ جاد الله، حورية، (١٤١٨هـ)، جغرافية شبه الجزيرة العربية، دار الخريجي، الرياض.
- الفوزان، فوزان عبدالرحمن، الخلف، عبدالله، الزهراني، عبدالله (١٤٢٠هـ)، الفلاحة، ذكر في دار الدائرة للنشر والتوثيق، الثقافة التقليدية في المملكة العربية السعودية، الرياض.

- المعتاز، إبراهيم صالح، (١٤٠٨هـ)، المخلفات السائلة والصلبة لمدينتي الرياض وجدة وطرق التخلص منها، مجلة المدينة العربية، ١٤٠٨هـ، العدد ٣٢، السنة السابعة، ذو القعدة، الكويت.
- النشوان، عبدالرحمن عبدالعزيز، (١٤١٠هـ)، منطقة الأفلاج دراسة جغرافية ميدانية، مكتبة الرشد، الرياض.
- النشوان، عبدالرحمن عبدالعزيز، (١٤٢٥هـ)، آثار التنمية في البيئة الطبيعية لحوض السهباء بمحافظة الخرج، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- الهمداني، الحسن أحمد، ت ٣٤٤هـ، (١٣٩٤هـ)، صفة جزيرة العرب، دار اليمامة، الرياض.
- والطن، كينث، (١٣٩٨هـ)، الأراضي الجافة، ترجمة: علي عبدالوهاب شاهين، دار النهضة العربية، بيروت.
- وزارة التخطيط، (١٣٩٠هـ)، خطة التنمية الأولى، وزارة التخطيط، الرياض.
- وزارة التخطيط، (١٣٩٥هـ)، خطة التنمية الثانية، وزارة التخطيط، الرياض.
- وزارة التخطيط، (١٤٠٠هـ)، خطة التنمية الثالثة، وزارة التخطيط، الرياض.
- وزارة التخطيط، (١٤٠٥هـ)، خطة التنمية الرابعة، وزارة التخطيط، الرياض.
- وزارة التخطيط، (١٤١٠هـ)، خطة التنمية الخامسة، وزارة التخطيط، الرياض.
- وزارة التخطيط، (١٤١٥هـ)، خطة التنمية السادسة، وزارة التخطيط، الرياض.
- وزارة التخطيط، (١٤٢٠هـ)، خطة التنمية السابعة، وزارة التخطيط، الرياض.

- وزارة التخطيط، (١٤٢٢هـ)، منجزات خطط التنمية حقائق وأرقام، الرياض.
- وزارة التعليم العالي، (١٤١٩هـ)، أطلس المملكة العربية السعودية، الرياض.
- وزارة الزراعة والمياه (١٤٠٥هـ)، أطلس المياه، الرياض.
- وزارة الزراعة والمياه، (١٤١٩هـ)، تحدي وإنجاز عبر مائة عام للزراعة والمياه في المملكة العربية السعودية، الرياض.

ثانياً: المراجع الأجنبية :

- Anton, D., (1984), Aspects of Geomorphological Evolution: Paleosols and Dunes in Saudi Arabia. In: A. Jado and J. Zotl, (eds.), **Quaternary Period in Saudi Arabia**, vol. 2, Springer - Verlag, New York, pp. 275 - 295.
- Hamilton, W., Whybrow, P. and McClure, H., (1978), **Fauna of fossil mammals from the Miocene of Saudi Arabia**, Nature, vol. 274: pp. 248 - 249.
- Hotzl, H., and J. G. zotl, (1984), Hydrogeology, in A. Jado and J. Zotl, (eds), **Quaternary Period in Saudi Arabia**, Springer - Verlag, New York. P. 254.
- McClure, H., (1984), Ar Rub' Al Khali, In Al-Sayari, S. and Zaotl, J., **Quaternary Period in Saudi Arabia**, Springer - Verlag, New York.
- Sogreah, (1969), **Water and Agricultural Development Studies Area V, Final Report, Part (2) - Water Resources, Al-Kharj Plain**, Grenoble, France.
- Thomas, H., Sen, S., Khan, M., Battail, B. and Ligabue, G., (1981), **The lower Miocene Faune of Al-Sarrar**, Atala, Riyadh, vol. 5: pp. 109 - 136.
- Whitney, J., et al., (1983), **The Environmental history and present conditions of the Northern sand seas of Saudi Arabia**, Jaddah, Saudi Arabia: Ministry of Petroleum and Mineral Resources, Open-file Report, USGS-of-30-950.
- Zarins, J., et al. (1979), **Saudi Arabian Archaeological Reconnaissance**, Atala, Riyadh, vol. 4: pp. 9 - 42.

ماذا نشرب ؟

مياه معدنية... أم... مياه معبأة !!

م . نورة الظفيري (*)

الملخص :

ماذا نشرب؟ أكثر من ٩٠ مليار لتر من المياه المعبأة يتم إنتاجها سنوياً للأسواق العالمية تقدر قيمتها بنحو ٢٢ مليار دولار، ويزيد الاستهلاك عالمياً بمقدار ٧ في المائة سنوياً، وتمثل المياه المعبأة القطاع الأسرع نمواً في السوق العالمية للمشتريات، ولكن زعم ما يقال عن فوائدها الصحية، فهي باهظة الثمن قياساً بمياه الشرب المنزلية التي لا تقل جودة عنها في كثير من الحالات، وتنطوي صناعة المياه المعبأة على أضرار بيئية كأي نشاط صناعي، الذي يدفع المستهلكين إلى شربها؟ وما مقدار العبء الذي ترتبه على ذوي الدخل المحدود؟ علماً بأنها في أحيان كثيرة مجرد (مياه حنفية) معبأة في قوارير، وهل لها انعكاسات بيئية خطيرة؟

مقدمة :

يعتبر الماء بأنواعه العذبة والمالحة والمقطرة والمعدنية من أهم مقومات استمرار الحياة، فالمياه العذبة هي ما قلت نسبة الأملاح الذائبة فيها فأصبحت سائغة من ناحية ملوحتها، والمياه المالحة : هي ما زادت نسبة الأملاح فيها عن المياه العذبة، والمياه المقطرة هي الناتجة عن تكثيف بخار الماء وهي خالية من الأملاح، أما المياه المعدنية فهي مياه تخرج عادة من جوف الأرض وبها أملاح ذائبة تكسبها طعماً خاصاً وقد يكون لها خواص طبية .

(*) المهندسة بوزارة الطاقة (الكهرباء والماء) - دولة الكويت.

تمتاز المياه المعدنية بتركيبها الكيميائي الثابت غير قابل للتغير وتحتوي على نسبة عالية من المعادن المذابة وتتكون بطريقة طبيعية في مخازن مائية خاصة فلا تمتزج بالمياه السطحية ولا تحتاج إلى إجراء أي تغييرات أو إضافة مواد كيميائية إليها، وهي أكثر صحة لجسم الإنسان مقارنة بمياه الشرب العادية بسبب احتوائها تقريباً على كافة الأيونات والعناصر الضرورية لإدامة نمو وحماية جسم الإنسان لأنها تحافظ على وجود الأيونات في جسم الإنسان وتقوم بتنظيم الجسم وتنقيته من المواد الضارة كما تحافظ على التوازن في كمية المياه التي يفقدها جسم الإنسان أثناء النشاط والمياه المعدنية يجب أن تخرج من تحت سطح الأرض وتتدفق على شكل عيون مائية أو بطريقة حفر الآبار لاستخراج المياه الجوفية وتحتوي على الأقل على 250 mg / liter وتعرف بـ (TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS) وتتغير كمية TDS في المياه المعدنية بين موقع وآخر، وتتحكم ظروف تكوينها ونوعية الطبقات التي تخزن فيها المياه المعدنية .

الفرق بين مياه العيون والمياه المعدنية :

المياه المعدنية لها تركيب ثابت وصحي لجسم الإنسان وتوجد في تكاوين أو تراكيب جيولوجية معينة، ولا تختلط بها المياه السطحية لذا لا تتغير صفاتها الفيزيائية والكيميائية ويكون لها طعم خاص ما بين حلو عذب ومرر حيناً ومالح خفيف أحياناً، المياه المعدنية هي مياه العيون التي يحتوي على الأقل على $TDS = 250 \text{ mg/liter}$ في مجموع كمية المواد المذابة فيها، ويتم تقييم وتحديد ذلك من غليان لتر واحد من الماء في درجة حرارة ١٨٠ درجة مئوية وتوزن المواد المتبقية (المعادن والأملاح) فإذا كان وزن TDS إلى حد (249 mg/liter) فإنها تصنف على أساس مياه العيون، وإذا كانت TDS تتراوح ما بين 250 - 500 mg/liter فإنها تصنف على أساس مياه معدنية (من النوع الخفيف) LIGHT MINERAL WATER وإذا كانت كمية المياه TDS أكثر من (500 mg/liter) فإنها تصنف على أساس المياه المعدنية الثقيلة

HIGH MINERAL WATER، أما مياه العيون SPRING WATER فهي التي تتدفق من تحت سطح الأرض وتزج بشكل طبيعي وليست لها خصائص فيزيائية وكيميائية ثابتة وتوجد في تكاوين صخرية مختلفة الأنواع، وأن الكثير من مياه العيون الطبيعية صالحة للشرب، ولا تحتاج إلى عمليات تنقية قبل الاستعمال للشرب بسبب احتوائها على بعض الأيونات بنسب تضر بصحة الإنسان، ولو يتم إجراء مسح صحي لسكان منطقة ما فإن بعض الأمراض مثل تسوس الأسنان، الغدة الدرقية، ضعف النمو، أمراض الكلى وغيرها لها علاقة بالمياه التي تستعمل من قبل سكان المنطقة .

يمكن القول بأن الفرق بين مياه العيون والمياه المعدنية يتحدد على أساس كمية المواد المذابة TDS في مياه العيون تحتوي على أقل من (250 mg/liter) كما أن المياه المعدنية آمنة من البكتيريا ولا تحتاج إلى أية معالجات كيميائية فهي صحية بحد ذاتها، في حين تتوافر غالباً هاتان الخاصيتان في مياه العيون، يكمن أن تكون مياه بعض الآبار الجوفية من نوع المياه المعدنية ويمكن تحديد ذلك من خلال تحديد كمية TDS في مياه الآبار حيث يوجد أحيانا أكثر من مخزن واحد للمياه الجوفية في موقع منطقة واحدة، وفي مثل هذه الحالات لا تزيد أعماق المخازن عن ٥٠ متر تحت سطح الأرض وهي التي تعد من نوع المياه القابلة للشرب، أما الآبار التي كانت تزيد عن ١٢٠ متراً (بعيداً عن مصادر التلوث) فيمكن أن يكون من نوع المياه المعدنية بعد تحديد كمية TDS فالآبار التي تقع مخازن المياه الجوفية فيها على عمق (٣٠ - ٥٠ متراً تحت سطح الأرض) هي من نوع مياه الآبار الصالحة للشرب، أما الآبار التي كانت مخازن المياه الجوفية على عمق (١٢٠ متراً فأكثر) فتكون من نوع المياه المعدنية، ولكن هذا ليس شرطاً إذ يمكن أحياناً أن يوجد هذان النوعان من المياه في موقع واحد، وهنا تتحكم فيها نوعية الطبقات وهي التكاوين والتراكيب الجيولوجية التي تحمل المياه الجوفية وترتبط المياه المعدنية بصورة عامة

بصخور حجر الكلس والدولومايت Limestone and Dolomite أمياه العيون فتتلازم وترتبط بالأنواع الفيزيائية والكيميائية لمياه العيون بين موقع وآخر، لا سيما إذا تغيرت نوعية الطبقات والتكاوين أو الترسبات الحاملة لها، كما تتغير كمية تدفق المياه فيها لا سيما في الفترات التي تتساقط فيها الأمطار والثلوج بكميات قليلة أو حين يقع الجفاف ويستمر لفترات قد تستغرق سنوات .

أهمية استعمال المياه المعدنية :

تستخدم مياه الينابيع الحارة المعدنية في معالجة العديد من الأمراض كالصدفية والأكزيما وبعض أنواع الحساسية وأمراض المفاصل والجهاز التنفسي والجهاز العصبي والأمراض النسائية وفي تنشيط الدورة الدموية وفي معالجة أمراض الكلى والكبد .

إن المزايا العلاجية للمياه المعدنية وقدرتها على الشفاء في العديد من الأمراض ليست وليدة اكتشاف حديث، لقد كانت مزايا المياه المعدنية معروفة منذ قرون لدى الإغريق في معالجة الأمراض الجلدية وتحولت مواقع ينابيع المياه المعدنية في العديد من مناطق العالم ومنها الشرق الأوسط إلى مناطق سياحية وترفيهية وقد تم كشف الكثير من الآثار حول مواقع الينابيع المعدنية الذي يدل على تعرضها لنشاط اقتصادي وتجاري .

كانت مواقع الينابيع الحارة مركز جذب النشاط والاستيطان البشري منذ أقدم العصور بفعل دورها في حماية صحة الإنسان من الأمراض وازدادت أهمية الينابيع المعدنية في أوقات الغزوات والحروب والأوبئة يستخدمونها لأغراض الاستحمام في مياهها واستنشاق بخارها وشرب المياه المعالجة للأمراض .

لقد أثبتت الدراسات العلمية الحديثة أهمية استعمال المياه المعدنية والتأثير الإيجابي أو السلبي لكل عنصر يوجد خارج حدودها المطلوبة ومن أبرز فوائد تلك العناصر الموجودة في المياه المعدنية :

- الكالسيوم: البناء والمحافظة عليالعظام والأسنان .
- المغنيسيوم: يقوي الجهاز المناعي ويسيطر على ضغط الدم وتوظيف السكريات الموجودة في الدم .
- فلورايت: يساهم في حماية الأسنان من التسوس .
- التترات: تواجد كميات عالية غير صحية وخاصة للأطفال الرضع .
- الحديد: يحتاج إلى كميات قليلة ونقصها في الماء أحد أسباب فقر الدم .
- البيكاربونات: يساعد على محافظة وتنظيم وتوازن الحوامض في المعدة والأمعاء .
- الكلورايت: يحافظ وينظم الحوامض في المعدة والأمعاء .
- السلفات: مواد منظفة طبيعية .
- السليكات: مواد منظفة طبيعية .
- قيمة PH الحامضية: فإذا كانت أقل من 7.4 PH يؤثر على صحة جسم الإنسان وتقدر الحامضية PH في المياه على أساس كمية احتوائها على معادن alkalinity، قيمة الحامضية يتراوح ما بين 5 - 7، وقيمة 7 متعادلة، وقيمة 7 - 14 قاعدية .
- وقد أعلنت منظمة الصحة العالمية (WHO) إرشادات حول نوعية المياه التي تستعمل للأطفال في فترة الولادة ويجب أن تمتاز بما يأتي:
- يجب أن يكون مصدر المياه على ارتفاع 500 متر فوق مستوى سطح البحر .
- خالية من الأمونيوم والتترات والمعادن الثقيلة .
- كمية NA^+ يجب أن تكون أقلمن 20 mg/liter في الماء .
- كمية F يجب أن تكون أقلمن 1.5 mg/liter .
- كمية NO_3 نترات يجب أن لا تزيد عن 5.5 mg/liter .

البحث عن المياه المعدنية :

تقع مصادر المياه المعدنية غالباً في المناطق الجبلية وتتلازم مع بعض التراكيب والتكاوين الجيولوجية المحددة، يقصد بالتكاوين الجيولوجية لبعض أنواع من الصخور الرسوبية من نوع صخور حجر الكلس وصخور الدولومايت وأحياناً مع صخور المارل وفي الصخور البركانية والنايرية المنشأ، ترتبط أغلب العيون المائية الطبيعية بمثل تلك التكاوين وبتراكيب جيولوجية كالفوالق، والشقوق، حيث تخرج من تحت سطح الأرض وتتدفق على شكل ينابيع طبيعية، وهنا من الضروري اختيار مواقع الينابيع التي تقع في مناطق جبلية عالية متجددة بعيدة عن مصادر التلوث حيث تكون مياهها فريدة في خواصها الصحية وغنية بالأملاح الضارة لجسم الإنسان، ولها خواص علاجية.

إن إجراء دراسات جيولوجية وصحية لمواقع مثل تلك الينابيع وتحديد التكاوين والتراكيب الجيولوجية للمواقع التي تتدفق فيها الينابيع الطبيعية وأخذ نماذج حساب الطرق المتبعة في تحليل مكوناتها الكيميائية والفيزيائية يهدف إلى تحديد نوعية المياه فيها (طبيعة أو معدنية) مع حساب كمية تدفق المياه فيها بهدف تحديد جدواها الاقتصادية في حالة إعداد خطة لاستثمارها.

يمكن في ضوء تلك الدراسات معرفة الأنواع الجيدة للينابيع التي تم إجراء الأبحاث عنها وذلك من خلال ما يأتي:

١ - مياه العيون Spring Water :

تمتاز بأن كمية TDS لا تزيد عن 249 mg/liter وهو نوع طبيعي خفيف يحتوي على أقل كمية من المعادن والذي يتحكم في مثل تلك الينابيع مناطق جبلية عالية أو متوسطة أو منخفضة وعليم كونات الطبقات الحاملة لتلك المياه، فإذا كانت مكونات الطبقات الحاملة مكونة من تربة غنية بعناصر الكالسيوم والمغنيسيوم فإن أغلب تلك الينابيع تمتاز بصلاية عالية.

٢ - المياه المعدنية الخفيفة :

هي التي يتراوح فيها قيمة TDS ما بين 250 - 500 mg/liter .

٣ - المياه المعدنية المتوسطة :

هي التي يتراوح فيها قيمة TDS ما بين 501 - 1000 mg/liter وتمتاز بكونها ماءً ثقيلاً من حيث الطعم بسبب خصائصها الفيزيائية ومكوناتها الكيميائية .

٤ - المياه المعدنية الثقيلة :

هي التي تحتوي قيمة TDS على أكثر من 1000 mg/liter وتمتاز بكونها ثقيلة وتستعمل غالباً لأغراض طبية وعلاجية .

أنواع المياه المعبأة :

إن معظم المياه الموجودة حالياً في الأسواق المحلية هي مياه شرب عادية أجريت عليها بعض العمليات الكيميائية لإزالة بعض الأملاح منها سواء بطريقة التناضح باستعمال بعض معدات تبادل الأيون أو باستعمال أنواع خاصة من الفلاتر، إن المستهلك بالسوق يستطيع المفاضلة بين أنواع مختلفة من المياه المعبأة، ويمكن تحديد ثلاثة أنواع رئيسية من المياه المعبأة .

أ - المعدنية الطبيعية :

هي مياه جوفية صحية ميكروبيولوجياً، محمية من أخطار التلوث، ومسحوبة من ينبوع عبر مأخذ طبيعي أو مثقوب فيها مستوى ثابت من المعادن والعناصر النزرة حسب المعايير العالمية للمياه المعدنية، وكذلك لها خواص طبيعية محددة ولا تُجر عليها أي عمليات كيميائية تؤثر على مكوناتها كما أن هناك اشتراطات صارمة أثناء التعبئة يتم تطبيقها، وتنص الدراسات على عينات دورية بمعدل كل نصف ساعة من خطوط التعبئة للفحوصات الكيميائية

البكتولوجية لبيئة العمل والعمال وتعقيم المكائن والقيام بالرقابة المخبرية لما بعد التصنيع حيث لا يسمح لأي شحنة بالنزول للسوق إلا بعد التأكد التام من مطابقتها للمواصفات العالمية.

ب - مياه الينابيع:

أما مياه الينابيع المعبأة، فهي أيضاً مياه طبيعية جوفية محمية من أخطار التلوث، ولا يجوز إخضاعها لأي معالجة إلا ما يُرخص به كالتهوية ولا لزوم لأن تكون ذات تركيب معدني ثابت.

ج - المياه المكررة:

تؤخذ من الأنهار أو البحيرات وتعالج بطرق مثل الفلترة، التقطير، والتناضح العكسي والتبادل الأيوني والتطهير بالأوزون أو الأشعة فوق البنفسجية ويمكن معالجتها كيميائياً لإزالة بعض العناصر.

ويُقدر أن ٩٨٪ من المياه المعبأة عالمياً هي مياه مكررة والبقية مياه ينبوعية أو معدنية.

ماذا يفضل الناس؟!

إن جودة المياه ونقاوتها أهم أسباب استهلاك المياه المعبأة الذي يرتفع سنوياً بنسبة ١٢ بالمائة وتمثل المياه المعبأة القطاع الأسرع نمواً في السوق العالمية للمشروبات، ولكن رغم ما يُقال عن فوائدها الصحية فهي باهظة الثمن قياساً بمياه الشرب المنزلية التي لا تقل جودة عنها في كثير من الحالات.

يفضل كثير من الناس شرب المياه المعبأة لأسباب عديدة منها طعم المواد الكيميائية المُضافة إلى مياه الحنفية، خصوصاً الكلور المستعمل للتقية، ففي فرنسا يمتنع ٣٩ في المائة من السكان عن شرب مياه الحنفية بسبب طعمها،

في مقابل ٧ بالمائة في الولايات المتحدة، وينشد المستهلكون أيضاً السلامة، سواء في البلدان النامية أو البلدان الصناعية.

وقدرت دراسة أجراها الصندوق العالمي لحماية الطبيعة عام ٢٠٠١ أن الحجم السنوي لأسواق المياه المعبأة في العالم هو نحو ٩٠ مليار لتر، تقدر قيمتها بـ ٢٢ مليار دولار وتمثل معدل ١٥ ليتراً لكل فرد في العالم في السنة. ويعتبر الأوروبيون الغربيون المستهلكين الرئيسيين، إذ يشربون نحو نصف المجموع. بمعدل ٨٥ ليتراً للفرد في السنة، ويشرب الإيطاليون مياهاً معبأة أكثر من أي شعب آخر، وفي الولايات المتحدة يشربها ٥٤ في المائة من السكان بانتظام، لكن الأسواق الواعدة حالياً هي في آسيا، ومنطقة المحيط الهادي، حيث بلغ النمو السنوي لهذا القطاع ١٥ في المائة خلال الفترة ١٩٩٩ - ٢٠٠١، والإقبال شديد على المياه المعبأة في دول الخليج العربية بشكل خاص، حيث لا يستسيغ كثيرون مياه الشرب التي تنتجها محطات التحلية.

وفي دراسة أجرتها مؤسسة «ينيث انترناشيونال» لحساب الاتحاد الآسيوي للمياه المعبأة ABWA إن المملكة العربية السعودية تحتل المرتبة الخامسة من حيث حجم السوق الآسيوي، بعد الصين وإندونيسيا وتايلند وتركيا، وقبل كوريا الجنوبية والهند.

أما من حيث نسبة الاستهلاك للفرد الواحد، فإن لبنان وخمساً من دول مجلس التعاون الخليجي احتلت المراتب الأولى: الإمارات العربية المتحدة ١١٣ ليتراً للفرد، السعودية ٧٩، لبنان ٧٧، تايلند ٧٣، قطر ٦٢، الكويت ٥٧، البحرين ٥٣، وكانت الكويت والأردن سجلتا ٤٠٪ ارتفاعاً في نسبة الاستهلاك عام ٢٠٠٠.

ما هي مواصفات مياه الشرب المعبأة؟:

لمياه الشرب مواصفات وضعها علماء متخصصون لحماية الفرد من أية آثار

سلبية صحية، فهناك مواصفات منظمة الصحة العالمية القياسية، إذا لم تتطابق مواصفات المياه المعبأة لمواصفات مياه الشرب القياسية، فإن استعمال هذه المياه قد يسبب أضراراً صحية، لذا وَجِبَ التأكد من مطابقتة مواصفات مياه القناني المعبأة لمواصفات مياه الشرب العالمية، لأن هناك شروطاً يجب أن تُتبع، ومواصفات قياسية يجب أن تتحقق ابتداءً من اختيار مصدر المياه والنقل والتعبئة ومواد الأوعية والتخزين والتوزيع، كل هذه الخطوات تحتاج إلى تقنيات ومنهجية واضحة حتى تضمن سلامة هذه المياه.

فينبغي أن نبدأ البحث في مصدر المياه وفق قيم ومعايير فيزيائية كيميائية وبكتريولوجية، يمكن من خلال معرفتها تحديد صلاحية أو عدم صلاحية المصدر، وإن ثبتت صلاحيته فيجب تحديد ما إن كانت هناك حاجة إلى تنقيته أم لا؟ وإن كانت هناك حاجة لتنقيته، فما درجة التنقية اللازمة حتى تكون مواصفات المنتج مطابقة لمواصفات مياه الشرب العالمية.

استهلاك المياه المعبأة بدول الخليج من أعلى المعدلات العالمية:

كشفت دراسة خليجية حديثة أن متوسط الاستهلاك الفردي للمياه المعبأة في دول مجلس التعاون الخليجي تعد من أعلى المعدلات في العالم، وقالت الدراسة التي ناقشها اجتماع تنسيقي لمنتجي المياه المعدنية في دول المجلس إن ارتفاع حجم الاستهلاك الخليجي من المياه المعبأة يرجع إلى ٤ عوامل هي: طبيعة المناخ، وارتفاع درجات الحرارة، وعدم توافر المياه في كل المناطق بسبب التطور العمراني السريع، وارتفاع مستوى الدخل بالمقارنة مع دول العالم وأضاف الدراسة التي وضعتها منظمة الخليج للاستشارات الصناعية، أن حجم الاستثمارات في دول مجلس التعاون في صناعة تعبئة المياه بلغ نحو ٤٤٤ مليون دولار في ١٠٦ مصانع عام ٢٠٠٣، فيما بلغ عدد العمال ٩٩٠٠ عامل.

وأشارت إلى أن السعودية تصدر قائمة الدول الخليجية في عدد مصانع إنتاج مياه الشرب المعبأة، بواقع ٧٥ مصنعاً، تليها الإمارات بعدد ٢٤ مصنعاً، ثم سلطنة عُمان بواقع ١٢ مصنعاً، فقطر ٥ مصانع، والبحرين ٤ مصانع، والكويت مصنع واحد.

وأوصت الدراسة الخليجية بضرورة زيادة الدعم الحكومي للمصانع العاملة، وتسهيل الإجراءات الجمركية بين دول المجلس لتسهيل حركة التجارة ونقل المياه بين هذه الدول، وتسهيل المعاملات الحكومية الخاصة باستخراج التأشيرات واستقدام العمالة اللازمة للمصانع، وتوفير حماية للمصانع الصغيرة، إلى جانب إجراءات أخرى.

وتشترط المواصفات القياسية الكويتية للمياه المعبأة تحديد موقع مصدر المياه، التحليل الكيميائي والبيولوجي وتاريخ التعبئة وصلاحية المادة المصنعة منها للاستخدام في مياه الشرب، أما عن تعبئة ونقل وتخزين المياه المعدنية الطبيعية فيجب أن تُعبأ في زجاجات صغيرة محكمة لا تزيد على لترين، ولا تتأثر بالظروف المحيطة، وتكون مناسبة لمنع التلوث أو الغش المحتمل وأن تكون ذات نوعية زجاجية أو بلاستيكية أو كرتونية مبطنة، يوجد في الكويت أكثر من ٧٠ نوعاً من اتمياه المعدنية المعبأة، مستوردة من أنحاء العالم بصورة خاصة من دول الخليج العربي، وتختلف هذه الأنواع باختلاف المصدر والتركيب الكيميائي وطريقة التعقيم ونوع العبوة وحجمها.

أثر المياه المعبأة على الأسنان :

المياه المعبأة تحولت في أذهان بعض الناس إلى ما يشبه الفيتامينات أو زيوت الوقاية من الشمس، أي أنها تؤمن الحماية للفرد في عالم يزداد خطورة. ولقد تحول الماء المعبأ من إكسير يؤخذ على سبيل الرفاهية والبخذ، إلى مادة أساسية في الأسواق، كبديل صحي لمياه الصنابير لأنه يحتوي على كميات

أدنى بكثير من الرصاص، والمبيدات الحشرية والجراثيم والكلورين السيئ المذاق.

غير أن الماء المعبأ يحتوي أيضاً على كميات ضئيلة من الفلوريد، وهو من الأملاح المعدنية والذي يقول أطباء الأسنان إنه يساعد على نمو أسنان أقوى للأطفال ويمنع تسوس الأسنان في الكبير، ومع تنامي الإقبال على استهلاك المياه المعبأة، بات أطباء الأسنان يخشون أن يكون لها أثر سيئ على أسنان الأطفال على المدى الطويل.

ويؤخذ الفلوريد على أساس يومي عن طريق مياه الشرب أو المأكولات فيعالجها الجسم ويفرزها في اللعاب حيث يقوي الأسنان المعرضة لهجمات البكتيريا المنتجة للأحماض، وتقول الجمعية الأمريكية لطب الأسنان إن الفلوريد يمنع ما بين ٤٠ - ٦٠ في المائة من التسوس لدى الأطفال والبالغين الذين يعيشون في مناطق يضاف الفلوريد إلى شبكات مياهها، وتشير الأبحاث إلى أن حوالي نصف الأطفال الأمريكيين باتوا يصلون إلى سن الثامنة عشرة دون إصابة أسنانهم بالتسوس.

ولكن أطباء أسنان آخرين يقولون إن أطفال المناطق ذات شبكات المياه المحتوية على الفلوريد بدأ تسوس الأسنان يتكاثر في صفوفهم، ويضيف هؤلاء أن التسوس والنخر تراجع في السبعينات والثمانينات، أما المتقدمين بالسن يتوجب عليهم أن يراقبوا مستوى الفلوريد في المياه التي يشربونها، لأن الاعتماد كثيراً على المياه المعبأة قد يضر بالصغار والكبار على حد سواء.

وبما أنه لا يزال غير واضح ما إذا كان الأطفال الذين يشربون المياه المعبأة يحصلون على الكمية الكافية من الفلوريد من معجون الأسنان ومطهرات الفم أو المأكولات، فإن الخبراء يقولون إنه يتعين على الأهل أن يحصلوا على مزيد من المعلومات ويأخذوا بعين الاعتبار مقدار الحاجة إلى الفلوريد، بالتشاور مع أطباء

الأسنان وأطباء الأطفال ويعرفوا مقدار الفلوريد الذي يحصل عليه أطفالهم، كما ينبغي عليهم أن يعيدوا النظر بقيمة المياه المعبأة على صعيد حماية الأسنان بالمقارنة مع مياه الصنابير.

دراسة تحذر من إعادة استخدام قوارير المياه المعدنية:

لربما لا يعلم العديد من الناس أن السمّ قد يكون كامناً لهم على فوهة قارورة مياه معدنية بلاستيكية، فقد اعتاد الجميع على استخدام القوارير البلاستيكية للمياه المعدنية، أو الاحتفاظ بها في سياراتهم أو منازلهم، ولكن دراسات علمية أجريت مؤخراً كشفت أن القارورة المصنّعة من مادة البلاستيك التي يطلق عليها «البوليثلين»، تحتوي على عناصر مسرطنة تدعى "DEHA". وأوضحت الدراسة أن قوارير المياه البلاستيكية تكون مئة لدى استخدامها لمرة واحدة فقط، وإذا ما اضطر الشخص للاحتفاظ بها فيجب أن لا يتعدى ذلك بضعة أيام أو أسبوع على أبعد تقدير، مع الانتباه لإبعادها عن أية مصادر حرارية.

الأضرار البيئية للمياه المعبأة:

وتنطوي صناعة المياه المعبأة على أضرار بيئية كأى نشاط صناعي، فصناعة قوارير المياه وإعادة تدويرها وحرقتها تستهلك كميات كبيرة من المواد الأولية والطاقة وتنتج غازات وجسيمات ومخلفات تلوث الهواء والماء والتربة.

في البداية، لم تكن المياه المعبأة متوافرة إلا في قوارير زجاجية، والزجاج لا يفقد خصائصه لدى إعادة تدويره، ويمكن غسل القوارير الزجاجية وإعادة تعبئتها حوالي ٨٠ مرة، وفي نهاية الستينات بدأت شركات التعبئة استعمال قوارير مصنوعة من مادة البوليفينيل كلورايد PVC.

وفي الثمانينات، بدأ استعمال نوع جديد من البلاستيك هو البوليثلين تريفتاليت PET الذي أخذ يحل بالتدريج مكان الـ PVC فهو أكثر نقاوة،

وشفاف جداً حتى ليبدو كالزجاج، ومقاوم للكسر ويسهل التعامل به، وأخف وزناً ٢٠ بالمائة، وهو قابل للانضغاط مما يقلل حجم نفاياته، ويمكن إعادة تدويره وإعادة تصنيعه وتحويله إلى منتجات مثل سجاد البولستر والأنسجة والألياف المستخدمة في صنع الملابس وصناديق البيض والقوارير الجديدة.

وعندما يحترق لا يطلق الكلور في الفضاء بعكس ال PVC، وحالياً نحو ٧٠ في المائة من قوارير المياه المستعملة لتعبئة المياه المعدنية الطبيعية مصنوعة من البلاستيك، ويُقدر أن نحو ١,٥ مليون طن من البلاستيك تستعمل في أنحاء العالم سنوياً لصنع قوارير المياه، وهذه القوارير هي كثر كلفة من السائل الذي تحتويه.

المياه المعدنية المعبأة في زجاجات بلاستيكية تكلف البيئة ثمناً باهظاً:

كشفت دراسة نشرها معهد أميركي أن المياه المعدنية المعبأة في زجاجات بلاستيكية والتي تضاعف استهلاكها العالمي ليلغ ١٥٤ مليار لتر عام ٢٠٠٤ تكلف البيئة ثمناً باهظاً إضافة لأن تكلفتها تفوق غالباً تكلفة الوقود، وذكرت الدراسة التي نشرها معهد «سياسة الأرض» أن المياه المعدنية المعبأة ليست في غالب الأحيان أكثر سلامة من المياه التي تصل إلى المنازل عبر شبكات التوزيع في الدول الصناعية، وقد تكلف عشرة آلاف مرة أكثر إذا أخذت بالاعتبار الطاقة المستخدمة لتعبئة وتسليم وإعادة تدوير الزجاجات، ومع سعر يقارب ٢,٥٠ دولار للتر الواحد، فإن كلفة المياه المعبأة تفوق تكلفة الوقود.

الخلاصة:

* وضع المياه المعبأة ليس واضحاً في البلدان النامية، التي يفتقر معظمها إلى مقاييس للمياه وشروط صحية للمستودعات ونظام إلزامي لاختيار ومراقبة نوعية المياه المعدنية المعبأة وسلامتها.

* تُباع المياه المعبأة بأسعار مرتفعة للغاية مقارنة بمياه الحنفيات، مع أن كلفة إنتاج القارورة، مهما كانت سعته منخفضة نسبياً، ومعظم السعر الذي يدفعه المستهلك يغطي تكاليف النقل والتسويق وأرباح الموزعين، فتكون المياه المعبأة أغلى ثمناً من مياه الحنفيات بما معدله ٥٠٠ - ١٠٠٠ ضعف، وفي الولايات المتحدة تتراوح أسعار المياه المعبأة من ٢٠ سنتاً إلى أكثر من ١,٥ دولار للتر، وفي حين تكلف مياه الحنفيات ما بين ١٢ و ٧٥ سنتاً للمتر المكعب، وباتت المياه المعبأة سوق رائجة في البلدان العربية النفطية وغير النفطية، لكن حدة هذا الغزو تناسب غالباً مع القدرة الشرائية.

* ترى منظمة الأغذية والزراعة (فاو) أن ما تحويه المياه المعبأة من قيمة غذائية ليس أكثر من محتوى مياه الحنفيات، فهي قد تحتوي على كميات صغيرة من المعادن الضرورية مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والفلوريد، ولكن هذه هي حال كثير من مياه الحنفيات الآتية من شبكات التوزيع، وقد أظهرت دراسة قارنت بين الأنواع الشائعة للمياه المعبأة إنها ليست متفوقة بأي شكل من الأشكال على مياه الحنفيات في الدول المتقدمة، وحسنتها الوحيدة أنها مأمونة في أماكن حيث مياه الحنفيات ملوثة.

* مياه الشرب في البلدان المتقدمة تصل إلى الحنفية المنزلية مباشرة من الشبكة العامة، ولذا تكون غالباً نظيفة وصالحة للشرب إذا لم تلحقها تغيرات منذ معالجتها في المحطات المركزية، أما في البلدان العربية، فالمياه غالباً لا تصل إلى الحنفية مباشرة، بل إلى خزانات في البيت أو البناية، وتسحب منه إلى الحنفيات أو تضح إلى خزانات الشقق، فإذا كانت هذه المياه صالحة للشرب لحظة دخولها الخزان، فقد تصل بعض الأتربة مع المياه إلى الخزانات بسبب تصليح الشبكة العامة، فتترسب في قعره حاملة معها ملوثات بيولوجية تتكاثر داخل الخزانات، كما أن عدم تنظيف وتطهير هذه الخزانات الأرضية والعلوية بشكل دوري يزيد من تكاثر الملوثات.

* كميات المخلفات الصلبة من القناني البلاستيكية وأغطيها هائلة، تحتاج إلى دراسة مستفيضة لمنع تلوث البيئة من ردمها أو حرقها ومحاولة الاستفادة منها وفق منهج علمي، حيث إن المادة البلاستيكية لتلك المخلفات الصلبة تحتاج إلى سنوات عديدة قد تصل إلى ٧٠٠ سنة أو أكثر - تعتمد على نوع البلاستيك - حتى تتحلل إلى موادها الأولية، وإن حُرقت فسُتصدر غازات مضرّة بالصحة العامة تزيد من تلوث الهواء، لذا وَجَبَ الاعتناء بهذا البُعد وإجراء الدراسات اللازمة لتجنب آثاره السلبية حماية للبيئة وتقليلاً للتكلفة.

* السوق الكويتية مفتوحة لأنواع متعددة ومختلفة من مياه الشرب المعبأة، وهيفي معظمها مطابقة للمواصفات العالمية، ولكن يجب أخذ الاحتياطات العملية في النقل والتخزين لهذه المياه، لأن سوء التخزين قد يكون سبباً لتكاثر أنواع البكتيريا الضارة، والعمل على أن تكون المراقبة أكبر، وخاصة إلزام الشركات المختلفة بوضع التركيب الكيميائي والبيولوجي الكامل مع تاريخ التعبئة لكل منتج، ومصدر هذا المنتج، وعلى المستهلك أيضاً التأكد من التراكيز المختلفة للعناصر الكيميائية والتركيز على شراء الماء المنتج حديثاً.

المراجع:

- ١ - مجلة المياه الإلكترونية www.almyah.com
- ٢ - المياه العذبة في الكويت، محمد صفر، المهندسون، عدد ٦٤ إبريل - يونيو ١٩٩٩، ص ٢٥ - ٣٠.
- ٣ - خطر المياه المعبأة على الأسنان، علوم وتكنولوجيا، عدد ٦٢ فبراير ١٩٩٩، ص ٤٦.
- ٤ - خصائص مياه الشرب والمشاكل التي تتعرض لها، نهى بدران، المهندسون، عدد ٥٩ يناير - مارس ١٩٩٨، ص ٣٨ - ٣٩.
- ٥ - قانون المياه في الإسلام، نهى بدران، المهندسون، عدد ٨٩ يوليو - سبتمبر ٢٠٠٥، ص ٥١ - ٥٣.
- ٦ - صناعة المياه المعبأة... المواصفات والاستهلاك، عمر سراج أبو رزيزة، أهلاً وسهلاً، عدد يوليو ٢٠٠٦، ١٠٨ - ١١١.

المياه الجوفية في دولة الكويت

أ.د فوزية محمد الرويع^(١)

أ.د محمد الخزامي عزيز^(٢)

ملخص:

تقع دولة الكويت ضمن نطاق المناخ الجاف وشبه الجاف حيث تندر الأمطار وتزداد معدلات البخر ولا توجد مياه سطحية جاربه. تشكل المياه الجوفية المصدر الطبيعي حيث توجد في مكمنين رئيسيين هما مجموعة الكويت وتكوين الدمام. توجد بعض المياه العذبة المحدودة في شمال دولة الكويت في حقل الروضتين وأم العيش حيث يتراوح مجموعة الأملاح الذائبة بين ٣٠٠ - ١٥٠٠ جزء في المليون تستخرج من تكوين الدبدبة.

ويعتبر تكوين الدمام هو أكبر خزان مائي يستغل في دولة الكويت حيث تم حفر عدد من الآبار الجوفية في كل من حقل الصليبية والشقاي وأم قدير. ويتراوح مجموع الأملاح الذائبة ما بين ٢٥٠٠ - ١٠,٠٠٠ جزء في المليون ويستخرج ١٢٠ مليون جالون إمبراطوري في اليوم من هذه الحقول المائية تستخدم في الزراعة، والأعمال المنزلية وري الحدائق كما تخلط ما نسبته ١٠ - ١٢٪ مع المياه المقطرة من محطات التحلية ليصبح الماء صالحاً للشرب.

توجد بعض المزارع الخاصة في منطقتي العبدلي والوفرة حيث تستخرج المياه من مجموعة الكويت وتكوين الدمام وتستخدم لأغراض الزراعة.

كلمات دالة Keywords:

المياه الجوفية بالكويت - النظام الهيدروجيولوجي للمياه الجوفية - أحواض

المياه الجوفية.

(١) الأستاذ بقسم علوم الأرض والبيئة - كلية العلوم - جامعة الكويت.

(٢) الأستاذ بقسم الجغرافيا - كلية العلوم الاجتماعية - جامعة الكويت.

موقع الكويت:

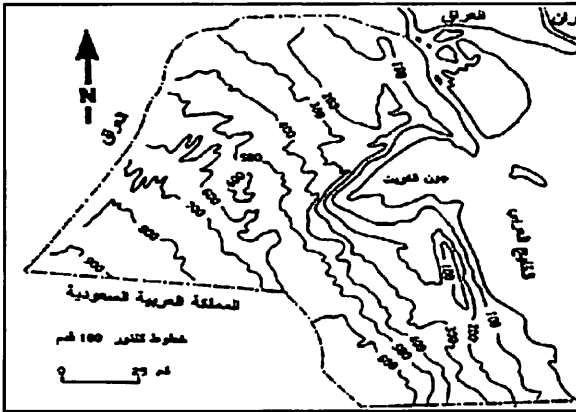
تقع دولة الكويت أقصى الزاوية الشمالية الغربية من الخليج العربي بين خطي عرض ٢٨° و ٣٠° شمالاً وخطي طول ٤٦° و ٤٨° شرقاً، وتحدها من الشمال والغرب الجمهورية العراقية بحدود طولها ٢٤٠ كم، ومن الجنوب الغربي تحدها المملكة العربية السعودية بحدود طولها ٢٥٥ كم، كما يحدها من الشرق الخليج العربي وطول ساحلة ٢٩٠ كم.

وموقع الكويت الجغرافي يجعلها تقع ضمن نطاق المناخ الجاف وشبه الجاف حيث تندر سقوط الأمطار وخاصة الجوفية منها والتي تقتصر على عدة خزانات جوفية تعود في معظمها إلى عصور جيولوجية قديمة.

وتسعى الدراسة الحالية إلى دراسة أحد أهم وأقدم الخزانات المائية الجوفية من حيث الامتداد الجغرافي وخصائصه الكيميائية التي من شأنها قد تؤثر على استمرارية الخزان كمورد مائي من عدمه.

السطح والمساحة:

تبلغ المساحة الإجمالية لدولة الكويت حوالي ١٨٠٠٠ كم^٢. معظم أراضي الكويت مسطحة رملية تنحدر تدريجياً من مستوى ٣٠٠ متر في أقصى الجنوب الغربي، لتصل إلى مستوى سطح البحر عند ساحل الخليج تجاه الشمال الشرقي،

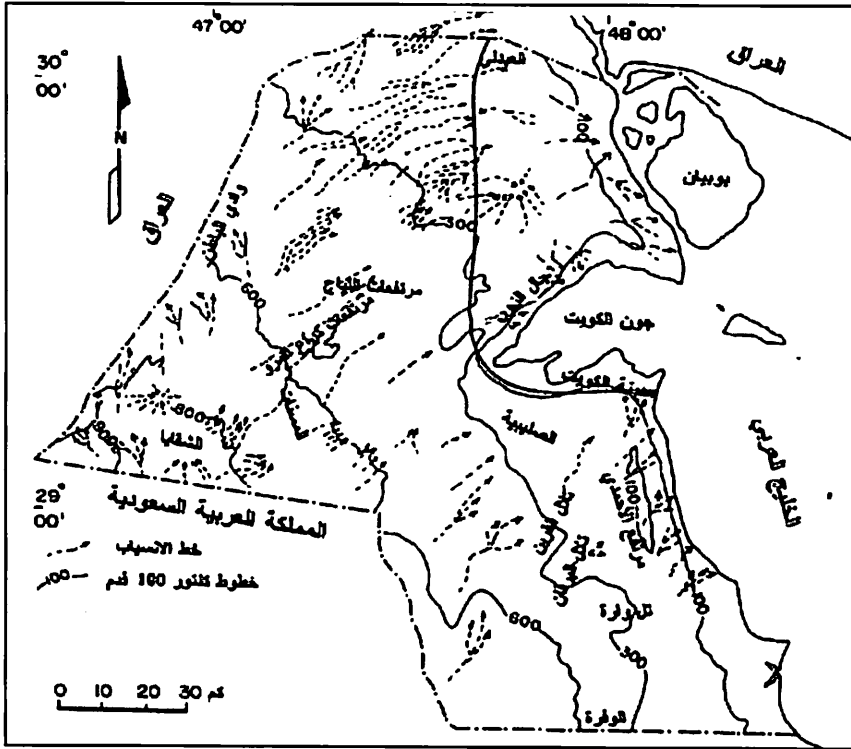


شكل (١) يبين طوبوغرافية دولة الكويت.

شكل (١) خريطة كتورية لدولة الكويت

الجيولوجية السطحية :

يتكون سطح الكويت من سهول رملية منبسطة و متموجة تموجاً خفيفاً، يوجد على السطح تلال قليلة الارتفاع ومنخفضات ضحلة. ينحدر سطح الكويت في اتجاه شمال شرقي، ويرتفع السطح ارتفاعاً خفيفاً عن مستوى سطح البحر بالقرب من الشاطئ حيث يصل ارتفاعه إلى حوالي ٢٨٩ متر عند الزاوية الجنوبية الغربية ، شكل (٢) يبين أهم الظواهر التضاريسية لدولة الكويت.



شكل (٢) : أهم الظواهر التضاريسية في دولة الكويت

أهم الظواهر التضاريسية :

جال الزور

يمتد من الأطراف بشكل مستقيم في اتجاه شمالي شرقي حتى منطقة بحرة على امتداد مسافة إلى حوالي ٦٠ كم. ويصل أقصى ارتفاع له ١٤٥ م فوق مستوى سطح البحر. وينحني على شكل قوس بالقرب من بحرة في اتجاه الشرق والجنوب الشرقي.

ظهر الأحمدى

وهو عبارة عن طية محدبة تمتد في اتجاه شمالي -جنوبي لمسافة تبلغ حوالي ٤٠ كم. ويرتفع ظهر الأحمدى تدريجياً من الشرق والغرب ويصل أقصى ارتفاع له حوالي ١٣٧ م فوق مستوى سطح البحر. وينحدر ظهر الأحمدى انحداراً خفيفاً في الاتجاهين الشرقي والغربي. وهناك بعض التلال التي تقع في غرب ظهر الأحمدى مثل تل وارة، وتلال برقان، وتلال المعدنات. كما تظهر إلى الغرب من المرتفعات السابقة بعض الظهور والهضبات أهمها مرتفعات الريح، ومرتفعات كراع المرو، وتل أم الروس، وكبد وغيرها من التلال الأخرى. ونظراً لاستواء السطح وعدم وجود مرتفعات بارزة، فإن الأودية الجافة الموجودة هي نتيجة عمليات نحت أمطار غزيرة في أزمئة غابرة، أو يكون مصدر مياهها خارج الحدود. ومن أهم الأودية، وادي الباطن.

وادي الباطن :

يطلق على المجرى الأدنى لوادي الرمة. ويجري فوق أرض المملكة العربية السعودية والكويت والعراق. ويبدأ مجرى وادي الباطن من ٢٧ كم جنوب غرب حفر الباطن والرقعي لمسافة ١٦٤ كم وينتهي على بعد ٥٩ كم من مدينة البصرة.

تل وارة :

يقع إلى جنوب الغربي من الأحمدى، وعلى مسافة تبعد ٥٠ كم جنوب مدينة الأحمدى، وهو عبارة عن تل دائرى يصل ارتفاعه إلى حوالى ٣٠متر ويتكون من رسوبيات عصر الميوسين، وتتكون الطبقات المكشوفة منه من حجر رملى جيرى وجبس وصوان.

تلال البرقان :

تمتد إلى الجنوب الغربى من مدينة الأحمدى وتل وارة وهي عبارة عن تلال دائرية الشكل تقريباً، يصل أقصى ارتفاع لها إلى حوالى ٤٥ متر. وتتكون مكاشف الطبقات من حجر رملى جيرى وجبس وحجر جيرى مارلى. وهي ترسبات تتبع عصر الميوسين.

تلال القرين :

تمتد في جنوب الكويت قرب حدودها الجنوبية وعلى بعد ٦٤ كيلو متر جنوب مدينة الكويت. وهي عبارة عن تلال متناثرة لا يزيد ارتفاعها على ٨٨ متر. تتبع صخوره عصر الميوسين، حيث تتكون الصخور من حجر جيرى رملى وحجر الصوان. كما توجد في طبقاته السفلى قواقع وأصداف.

مرتفعات اللىاح :

تمتد إلى الشمال الغربى من جال الزور على شكل قوس يميل نحو الجنوب الغربى ويمتد إلى مسافة حوالى ٥٦ كم يغطي سطحه الحصى التابع لتكوين الدبدة وفارس السفلى.

مرتفعات كراع المرو :

تقع إلى الجنوب من مرتفعات اللىاح، وتمتد من الشمال الشرقى إلى

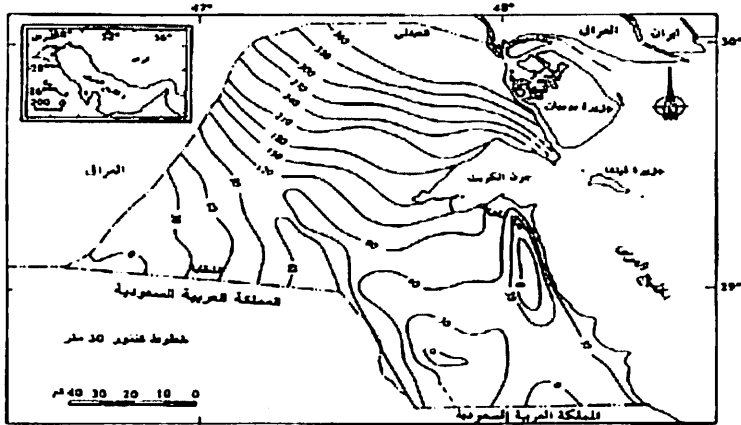
الجنوب الغربي، كما تتميز حافة كراع المرو بشدة انحدارها، أما الحافة الشمالية فتتدرج في انحدار منتظم ينتهي إلى الجنوب، يصل أعلى قمم كراع المرو حوالي ١٨٢ متر. تتكون المرتفعات من الحصى والرمل والمارل الجيري الذي يتبع تكوين الدبدبة.

الجيولوجيا الطبقيّة في الكويت Stratigraphy of Kuwait :

يغطي سطح الكويت رواسب حديثة التكوين، تكونت في العصر الرباعي. ويمتد إلى الأسفل منها سبعة مجموعات صخرية طباقية نذكرها على الترتيب من الأعلى إلى الأسفل : مجموعة الكويت، مجموعة الإحساء، مجموعة الأرومة، مجموعة الوسيح، مجموعة الثمامة، مجموعة الرياض، ومجموعة مرات شكل (٣) أي تمتد الطبقات من العصر الرباعي إلى العصر الجوراسي. حيث تم التوصل إلى هذه الطبقات عن طريق حفر آبار البترول وآبار المياه في الكويت وسنكتفي بشرح موجز لمجموعة الكويت ومجموعة الإحساء الصخرية وتكويناتها المختلفة وذلك لأهميتها للمياه الجوفية.

٢- مجموعة الكويت Kuwait Group :

تظهر صخور مجموعة الكويت في الأماكن التي لا توجد فيها رواسب حديثة. يطلق اسم مجموعة الكويت على الصخور الفتاتية التي تعلو الصخور الجيرية والدولومانية لمجموعة الإحساء. وتقسم مجموعة الكويت من الأعلى إلى أسفل إلى ثلاثة تكوينات هي : تكوين الدبدبة، تكوين فارس السفلي، وتكوين غار. ويتراوح عمر الطبقات ما بين الميوسين والبليستوسين. يزداد سمك مجموعة الكويت في الاتجاه الشمالي والشرقي، حيث يصل سمك مجموعة الكويت في الأحمدية حوالي ٦ أمتار، بينما يصل سمك الطبقات إلى حوالي ٨٥٣ متراً في شمال الكويت شكل (٤). تكوين الدبدبة يتكون أساساً من الحصى والرمل، وتكوين فارس السفلي يتكون من صخور رسوبية من المتبخرات، وتكوين غار يتكون كذلك من رمل وحصى. وفي عدم وجود طبقة فارس السفلي، فإنه يصعب تمييز هذه التكوينات الثلاثة في جنوب شرق، وجنوب غرب الكويت، لذا يطلق على هذه التكوينات مجتمعة باسم مجموعة الكويت.



شكل (٤) : سمك طبقات مجموعة الكويت الصخرية

تكوين الدبدبة Dibdibba Formation :

يظهر تكوين الدبدبة على سطح الأرض في شمال الكويت والبصرة. ويضم هذا التكوين تتابع الرواسب النهرية العديمة التدرج لبعضها، وهو خال من الأحافير بصورة عامة. ويتألف تكوين الدبدبة من الرمال والحصى ذات الأصل الناري، كذلك وجود بعض طبقات من الطين والطيني، ويرجح العلماء أن البيئة الترسيبية لتكوين الدبدبة هي بيئة ترسيبية قارية ترسبت فيها الرسوبيات في مياه عذبة، أو نهريّة، أو مياه بحيرات.

تكوين فارس السفلى Fars Formation Lower :

تظهر صخور تكوين فارس السفلي في جرف جال الزور، وعند الحافة الشرقية لوادي الباطن وكراع المرو. تتكون صخور الفارس السفلي أساساً من صخور الأنهدريت، والجبس، والطين، والطفل، وكذلك بعض من صخور الحجر الجيري الذي ترسب في بيئة بحرية شاطئية ضحلة.

تكوين الغار Ghar Formation :

يتكون تكوين الغار من رمال خشنة مفككة وحصى. كما يحتوي على نسبة قليلة من الحجر الجيري الرملي والطين والأنهدرايت. يزداد سمك تكوين الغار في الاتجاه الجنوبي الغربي. ترسب تكوين الغار في بيئة شاطئية أو نهريّة.

٣- مجموعة الإحساء Hasa Group :

تتألف معظم صخور مجموعة الإحساء من الحجر الجيري، والمارل، والدولومايت في الجزء السفلي، والأنهدرايت في الجزء الأوسط، والحجر الجيري والمارل في جزء العلوي. وتنقسم مجموعة الإحساء إلى ثلاثة تكوينات من أعلى إلى الأسفل :

١- تكوين الدمام.

٢- تكوين الرص.

٣- تكوين الرضوما .

وفيما يلي موجزاً لهذه التكوينات .

١- تكوين الدمام Dammam Formation :

سمي تكوين الدمام نسبة إلى قبة الدمام (Dammam Dome) وحقل الدمام للبتروول في المملكة العربية السعودية . حيث يظهر تكوين الدمام على سطح الأرض . ويوجد هذا التكوين في الكويت والعراق ، والبحرين والإمارات العربية المتحدة . تمثل صخور تكوين الدمام أقدم الصخور التي تظهر على سطح الأرض في الكويت . بيئة الترسيب بيئة بحرية ضحلة . يميل تكوين الدمام في اتجاه شرقي وشمالي شرقي ويقع في منطقة الروضتين على عمق ٤٠٠ متر . في جنوب الأحمدية يظهر تكوين الدمام على سطح الأرض حيث يبدو السطح العلوي متموجاً شديداً . و يتراوح سمك تكوين الدمام في الكويت ما بين ١٨٢ - ٢٤٣ متر كما هو مبين في شكل (٥) و يتكون من حجر دولوميتي ، ذو لون أبيض رمادي ، مسامي ، وحجر جيرى طباشيري ، كما يغطي سطحه العلوي طبقة من الحجر الجيري السيليسي .

وقد أمكن تقسيمه محلياً إلى أربعة وحدات صخرية وهي مرتبة من أعلى إلى

أسفل كما يلي :

١- صخور الحجر الجيري البرابوزوي والمحاري .

٢- صخور الحجر الجيري الدولوميتي .

٣- صخور الحجر الجيري الطباشيري .

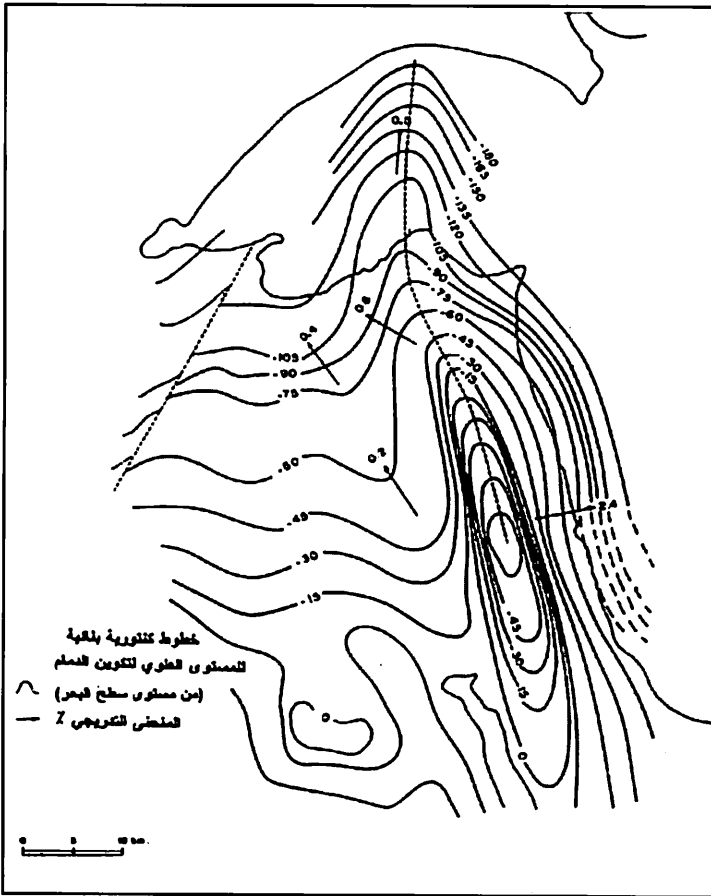
٤- صخور الحجر الجيري والطيني .

و توجد طبقة خضراء من الحجر الطيني عند قاعدة تكوين الدمام . وينتمي

تكوين الدمام إلى العصر الأيوسين الأوسط .

٢- تكوين الرس Rus Formation :

سمي بهذا الإسم نسبة إلى تل أم الرص الواقع على الجانب الشرقي لقبة الدمام في المملكة العربية السعودية. يتكون تكوين الرص غالباً من صخور الأنهدرايت الكثيفة الصلبة، والحجر الجيري الخالي من الأحافير، كما توجد متداخلة معه بعض صخور الحجر الطيني الصفائحي الأزرق وطبقات من الطفل. وينتمي تكوين الرص إلى عصر الأيوسين الأسفل، الذي تكون في بيئة بحرية ضحلة جداً.



شكل (٥) : خريطة كنتورية (تحت السطح) تبين السطح العلوي لتكوين الدمام

٣ - تكوين أم الرضومة Umm-EL- Radhuma :

سُمي نسبة إلى منطقة آبار مياه أم الرضومة، في وادي الباطن في المملكة العربية السعودية. كما يوجد في العراق والكويت. يتألف تكوين أم الرضومة من أحجار جيرية دولوميتية وصخور أنهيدرايت وطبقات من الطفل. تكوين أم الرضومة غني بالأحافير وهو يتبع عصر الباليوجين. وقد تكون في بيئة بحرية وأحياناً بيئة شاطئية ضحلة.

المياه الجوفية في دولة الكويت :

تعتبر دولة الكويت فقيرة في مواردها المائية الطبيعية، حيث إن الأمطار القليلة والتي يبلغ معدلها ١٥٥ ملم / السنة، ونسبة التبخر العالية، لا تسمح بتكوين المياه السطحية، والتي إن وجدت يقتصر وجودها على فصل الشتاء كمياه سطحية مؤقتة، لذا فإن المصدر الرئيسي لموارد المياه الطبيعية هي المياه الجوفية، وتوجد المياه الجوفية المستغلة في دولة الكويت في طبقات مجموعة الكويت وتكوين الدمام . وتنساب حركة المياه الجوفية من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي كما هو مبين في شكل (٦) . كما وجد أن مجموع الملاح الذائبة (T.S.D.) في كل من خزان مجموعة الكويت وتكوين الدمام يزداد من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي في اتجاه حركة المياه الجوفية ويتراوح ما بين ٢,٥٠٠ - ١٥,٠٠٠ جزء في المليون.

حقوق إنتاج المياه الجوفية :

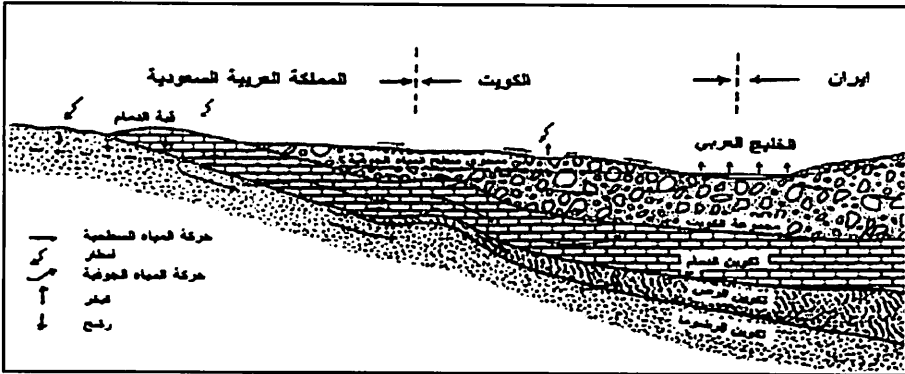
تنقسم حقوق المياه الجوفية إلى قسمين رئيسيين حسب نوعية المياه المنتجة، حقوق مياه جوفية عذبة، وحقوق مياه جوفية قليلة الملوحة شكل (٧).

أولاً : حقول المياه الجوفية العذبة :

توجد حقول المياه الجوفية العذبة في شمال الكويت، في تكوين الدبدبة من مجموعة الكويت، في منخفض الروضتين ومنخفض أم العيش.

حقل الروضتين Field Al- Rawdhatain

تم اكتشاف حقل الروضتين في شهر مايو ١٩٦٠، وتبلغ مساحته ٥٠ كم^٢ وهو مستطيل الشكل، يتراوح امتداده من الشرق إلى الغرب بين ٤-٥ كم. أما طوله فيبلغ من الشمال إلى الغرب حوالي ١٥ كم، في حين ارتفاع المنخفض يصل إلى ٣٨ متراً فوق سطح البحر. ويتكون الحقل من ١١٣ بئراً منها ٢٦ بئراً منتجة و ٨٧ بئراً تجريبية ومراقبة، بطاقة تصميمه للحقل ٣,٥ مليون جالون إمبراطوري من تكوين الدبدبة المكون من صخور رملية وحصوية وتفصلها طبقات رملية ناعمة، وطبقات طينية قليلة المسامية ويصل المجموع الكلي لسماك الطبقات إلى ٢١ متراً. ويتراوح مجموع الأملاح الذائبة ما بين ٣٠٠-٢٠٠٠ جزء في المليون.



شكل (٦) : حركة المياه الجوفية في دولة الكويت.

جدول (١) : التركيب الكيميائي لحقول المياه الجوفية العذبة

المقل	البئر	مجموع الأملاح الذائبة جزء في المليون	الوصلة الكهربائية مايكروموز/سم	Na ⁺	البوتاسيوم K ⁺	الكالسيوم Ca ⁺⁺	المغنسيوم Mg ⁺⁺	الكلور Cl ⁻	الكبريتات SO ₄ ⁻	البيكربونات HCO ₃ ⁻
الروضتين	R-1	٣٣٦	٥٣٨	٥٩	٣,٩	٥٠	٧	٤٠	٩٠	١٦٥
	%-5	٦٨٤	١٠٧٨	١٤٨	٤,٧	٦٨	١١	١١٩	٢٤٠	١٥٨
	R-6	٨٣٢	١٢٠٨	١١٤	٥,٤	١٢٥	١٧	١٤٠	٢٧٦	١٧٨
	R-7	٣٢٢٤	٤٥٢٠	٧٠٨	٨,٠	٢٦٤	٥٢	٨٥٣	١١٨٦	٩٨
	Um-1	١٨٥٢	٢٤٢٠	٣٠٠	٦,٦	٢٩٣	٣٦	٣٩٦	٧٨٣	٩١
أم العيش	Um-6	٢٥٤	٤١٠	٣١	٣,٧	٢٣	٥	١٧	٤٣	١٦٠
	Um-18	٧٤٠	١٠٧٨	١٥٤	٦,٤	٥٦	١٧	٧٥	٢٦٨	١٧٨
	Um-48	١٢٣٢	١٩٥٠	٢٢٨	٨,٦	٦٣	١٢	٢٣٢	٤٨٩	١٤٤

ثانياً : حقول المياه قليلة الملوحة :

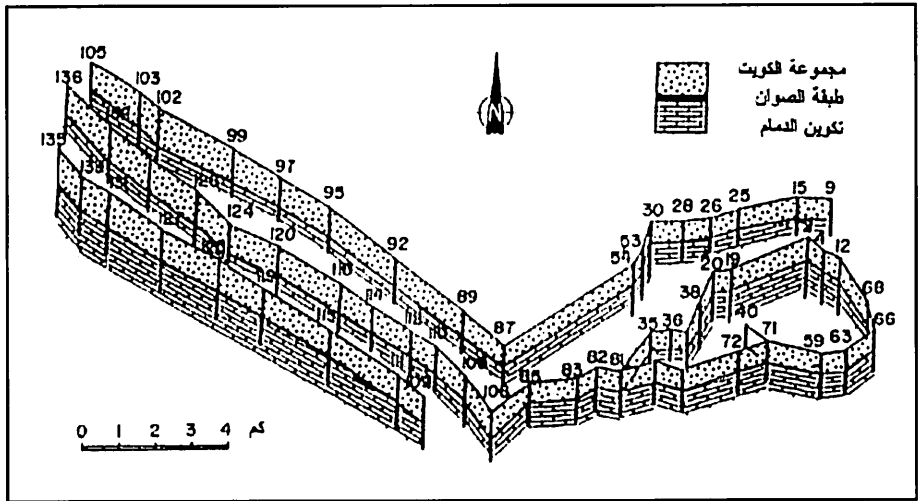
توجد هذه المياه في كل من طبقات تكوين الدمام وطبقات مجموعة الكويت في النصف الجنوبي والجنوبي الغربي من الكويت .

يعتبر كل من حقل الصليبية والشقايا وأم قدير أكبر الحقول إنتاجاً لهذه المياه التي تستعمل لأغراض الزراعة والخلط مع المياه المنتجة من التقطير لأغراض الشرب. تتحرك المياه الجوفية في كل من مجموعة الكويت وتكوين الدمام بصفة عامة تحت ضغط من الاتجاه الغربي إلى الشمال الشرقي من دولة الكويت. وبصورة عامة فإن الملوحة في المناطق الغربية والجنوبية الغربية تتراوح ما بين ٣٠٠٠ - ٦٠٠٠ جزء في المليون. وتزداد الملوحة تدريجياً مع ازدياد العمق في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية حيث تصل إلى أكثر من ١٠٠٠|٠٠٠ جزء في المليون في الطبقات السفلى من مجموعة الكويت. أما بالنسبة لملوحة تكوين الدمام فهي تتراوح بصورة عامة من ٢٥٠٠ جزء في المليون في الطبقات الغربية والجنوبية الغربية وتزداد تدريجاً في الاتجاه الشمالي والشمالي الشرقي حيث تصل هناك إلى أكثر من ١٥٠٠|٠٠٠ جزء في المليون.

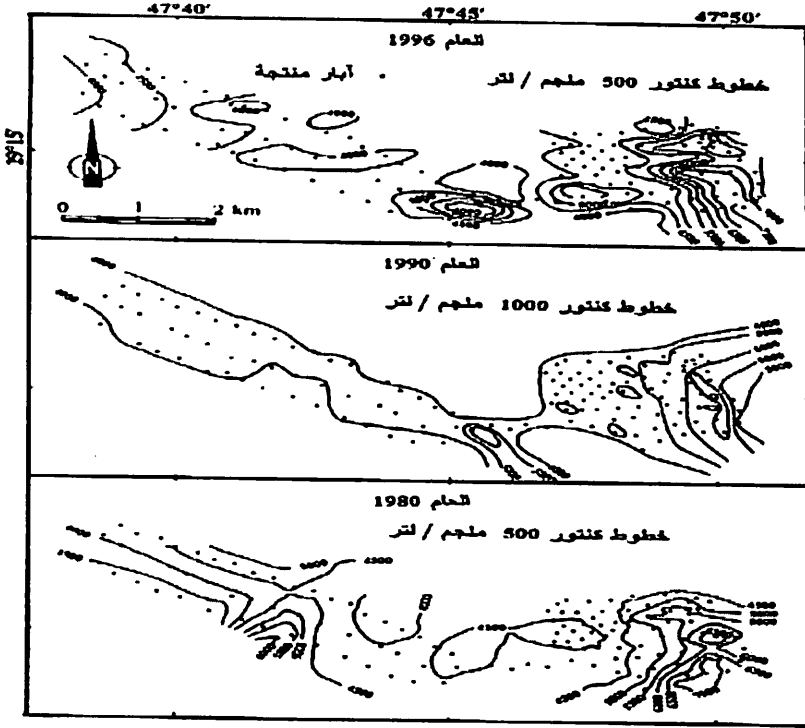
حقل الصليبية Al-Sulibiya Field :

تم اكتشاف هذا الحقل في سنة ١٩٤١، ويقع على بعد ١٥ كم جنوب غرب مدينة الكويت، وقد حفرت ثلاثة آبار في عام ١٩٥١. ويتكون الحقل من ١٠٧ بئراً منتجة من طبقات الدمام يبلغ معدل طاقتها الإنتاجية ١,٢٨ × ١٠^٦ جالون إمبراطوري يومياً شكل (٩). أما بالنسبة إلى ملوحة المياه المنتجة من آبار حقل الصليبية فإنها تتراوح عموماً ما بين ٤٠٠٠ جزء في المليون في الجزء الغربي من الحقل إلى حوالي ٨٠٠٠ جزء في المليون في المناطق الشرقية. من نتائج التحاليل الكيميائية لحقل الصليبية تبين أن هناك عدة أنواع من المياه

نوع كلوريد الصوديوم ونوع كبريتات الكالسيوم، ونوع كلوريد الكالسيوم، ونوع كبريتات الصوديوم كما أن وجود مياه نوعية $Cl - Mg$ يدل على أن أصل المياه ناتج عن الترسيب في بيئة بحرية، وأن وجود مياه $SO_4 - Na$ يدل على أن المياه أصلها جوي. مما يدل على أن المياه الأصلية لتكوين الدمام في حقل الصليبية قد تعرضت للمزج والاختلاط مع بعض المياه العذبة في أثناء عملية التسرب. شكل (١٠) يوضح التغير في مجموع الأملاح الذائبة لحقل الصليبية خلال الأعوام ١٩٨٠-١٩٩٠. بلغ إنتاج المياه قليلة الملوحة ٤٢٩,٤٢٠ مليون جالون إمبراطوري عام ٢٠٠٤.



شكل (٩) : التركيب الجيولوجي العام لحقل الصليبية



شكل (١٠) : توزيع الملوحة في حقل الصليبية (جزء في المليون)

حقول الشقايا Al- Shagaya Fields :

تقع حقول الشقايا في الزاوية الجنوبية الغربية من الكويت وتشمل حقول أ، ب، ج، د، هـ، ووصل معدل الإنتاج لحقول الشقايا لعام ٢٠٠٤ إلى ١٧١٤٦,٤٤ مليون جالون إمبراطوري.

حقل أ Field - A :

تم حفر آبار حقل أ في الفترة ما بين ١٩٧٠ - ١٩٧٢ ويشمل على ١٣ بئراً إنتاجية، ١٢ بئراً منها يتم استغلال مياه تكوين الدمام ومجموعة الكويت معاً وبئر واحد، تستغل فيها مجموعة الكويت فقط، وتصل الطاقة التصميمية للحقل إلى

حوالي من ٧-٨ مليون جالون إمبراطوري في اليوم. ويتراوح ملوحة المياه من ٣٠٠٠ - ٤٠٠٠ جزء في المليون.

حقل ب B - Field :

تم حفر آبار حقل ب في الفترة ما بين ١٩٧٠ - ١٩٧١ ويشمل على ١٦ بئراً إنتاجية منها ١٥ بئراً يتم فيها استغلال مياه تكوين الدمام وبئر واحدة تستغل فيها مجموعة الكويت وتكوين الدمام معاً. تتراوح ملوحة الخزان المائي ما بين ٢٦٨٥-٤٨٩٧ جزء في المليون. كما أن عسر المياه الكلي (Total hardness) يتراوح ما بين ١٢١٧-١٧٤٥ جزء في المليون. كما أن المياه هي: نوع كبريتات الصوديوم، نوع كبريتات الكالسيوم، نوع كلوريد الصوديوم، نوع كلوريد الكالسيوم. لقد أوضحت نتائج ضخ الآبار أن الخزان المائي يبدو خزاناً مائياً شبه محصور حيث يتراوح معامل التوصيل فيه ٣٢,٩-٢٦٠٦ م^٢/اليوم لتكوين الدمام. أما معامل الخزن فيبلغ تقريباً ١٠X٢-٤ .

حقل ج C - Field :

تم حفر آبار حقل ج في ما بين ١٩٦٩-١٩٧٢ ويشمل على ٣٢ بئراً إنتاجية تنتج من طبقات تكوين الدمام فقط وتقدر الطاقة التصميمية للحقل ١٨-٢٠ مليون جالون إمبراطوري في اليوم. وتصل الملوحة إلى حوالي ٣٠٠٠ جزء في المليون. وتم تشغيل الحقل في عام ١٩٧٥. نوعية المياه هي نوع كبريتات الصوديوم وتراوحت ملوحة حقل ج بين ٢٨٠٠-٣٠٠٠ جزء في المليون.

حقل د D - Field :

تم حفر آبار حقل د في الفترة ما بين ١٩٧٦-١٩٧٧ ويشمل على ٢٤ بئراً إنتاجية وتستغل مياهه من تكوين الدمام فقط، ويصل الطاقة التصميمية للحقل ١٢ - ١٤ مليون جالون إمبراطوري في اليوم. وبملوحة تتراوح من ٣٠٠٠-٤٠٠٠

جزء في المليون. لقد أظهرت التحاليل الكيميائية أن المياه قليلة الملوحة تحوي حوالي ٢٨٠٠ جزء في المليون من مجموع الأملاح الذائبة، كما أمكن تصنيف المياه الجوفية قليلة الملوحة إلى نوعين هما نوع كبريتات الصوديوم، ونوع كبريتات الكالسيوم، وربما ترجع زيادة نسبة الكبريتات إلى إذابة طبقات صخور الجبس والأنهيدرايت التي تكون الجزء الأسفل من تكوين الدمام.

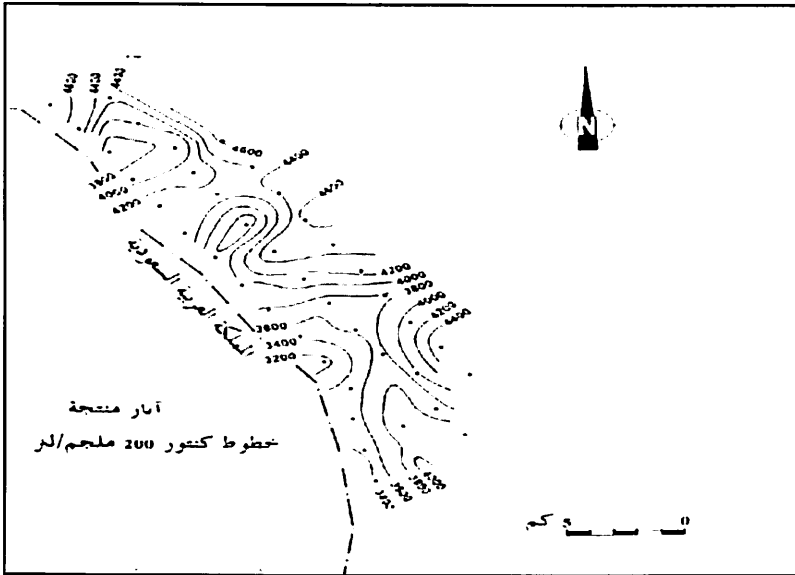
حقل ه Field-E :

تم حفر آبار حقل ه في الفترة ما بين ١٩٧٧-١٩٧٨ ويشمل على ٣٠ بئراً. نوعية المياه هي نوع كبريتات الصوديوم وتتراوح ملوحة حقل ما بين ٢٩٠٠-٥٠٠٠ جزء في المليون.

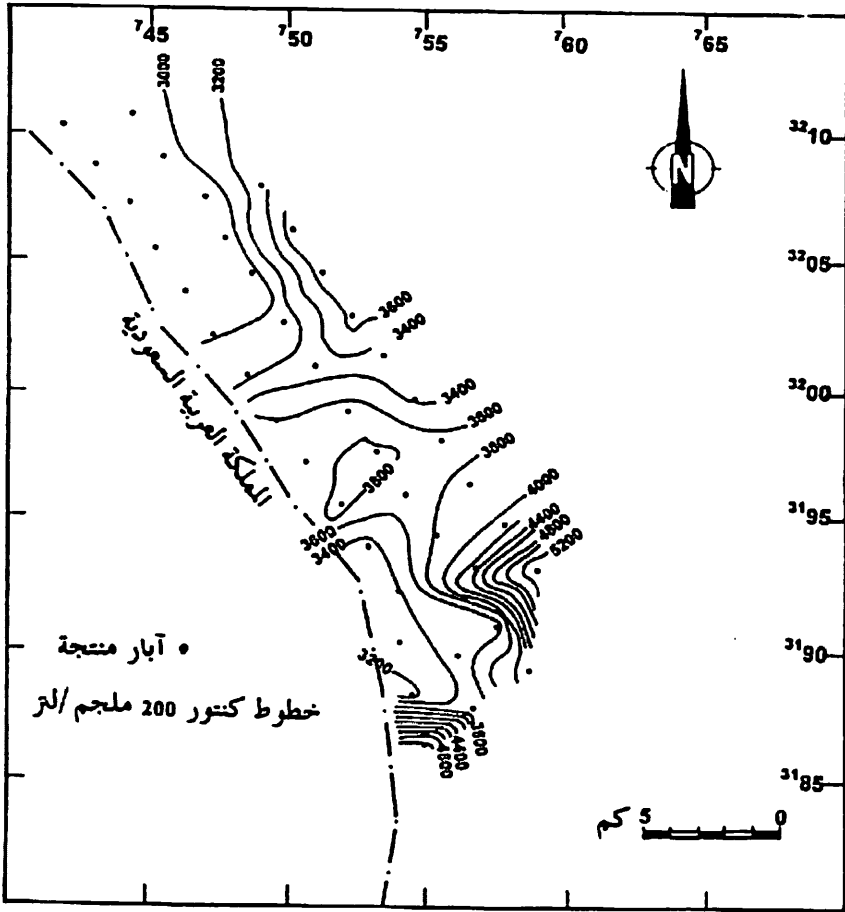
حقل أم قدير Umm - Gudair Field :

يقع حقل أم قدير في الزاوية الجنوبية الغربية من دولة الكويت، ويغطي مساحة قدرها ٤٥٠ كم. ٢. لقد تم حفر ٤١ بئراً إنتاجياً في عام ١٩٨١م، وسبعة آبار ملاحظة، حيث تستخلص المياه من طبقة مجموعة الكويت، وتكوين الدمام. ويعتبر خزان مجموعة الكويت من النوع شبه المحصور، حيث أن متوسط قيمة معامل النقل (Transmissivity) هو ١٤,١٩٤ جالون في اليوم لكل قدم. ويرتفع منسوب المياه الجوفية في خزان مجموعة الكويت بمقدار ٣١٧,٣ قدم (~ ٩٣ متراً) في المتوسط بالنسبة لمستوى سطح البحر، وهو أعلى من متوسط ارتفاع منسوب المياه الجوفية في خزان تكوين الدمام بمقدار ٤٦,٢ قدم (~ ١٥ متراً). تبلغ متوسط ملوحة المياه الجوفية ٤٠٢٨ جزء في المليون كما هو مبين بالشكل (١١)، وهناك نوعان كيميائيان للمياه الجوفية هما : مياه من نوع كلوريد الصوديوم (NaCl)، ونوع كلوريد الكالسيوم (CaCl₂). وتعتبر المياه من نوع كلوريد الصوديوم هي النوع

السائد. أما خزان تكوين الدمام فهو من النوع المحصور إلى شبه المحصور، وتبلغ متوسط قيمة معامل النقل ٢٢,٠٢٩ جالون إمبراطوري في اليوم لكل قدم. تعتبر المياه الجوفية في تكوين الدمام من النوعية قليلة الملوحة، حيث يبلغ متوسط الملوحة فيها ٣٤٨٠ جزء في المليون، شكل (١٢). ولقد تم تحديد ثلاثة أنواع كيميائية للمياه الجوفية في خزان الدمام هي: مياه من نوع كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4)، وكبريتات الكالسيوم ($CaSO_4$)، ومياه من نوع كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$).



شكل (١١) : توزيع مجموع الأملاح الذائبة جزء في المليون لخزان مجموعة الكويت



شكل (١٢) : توزيع مجموع الأملاح الذائبة جزء في المليون لخزان تكوين الدمام

جدول (٢) يبين التركيب الكيميائي لحقول المياه الجوفية قليلة الملوحة.

البيكربونات HCO ₃ ⁻	الكبريتات SO ₄ ⁻	الكلور Cl ⁻	الماغنسيوم Mg ⁺⁺	الكالسيوم Ca ⁺⁺	البوتاسيوم K ⁺	الصوديوم Na ⁺	المرحلة الكهربائية مايكروموز/سم	مجموع الأملاح الذائبة جزء في المليون	البر	الحقل
٦٩	١٨٣٤	١١٨٨	١٧٣	٥٢٣	٢٠	٥٨٣	٥١٨٠	٤٨٠٤	-	الصلبية
٩٩	١٠٥٤	١٠٨٢	١٠٨	٣٦٧	١٥	٦٥٢	٥٤٨٠	٤٢٨٨	حقل أ	الروضتين
١٣١	١٠٧٩	٥٢١	١٢٩	٢٥٨	١٤	٣٤٣	٣٦١٠	٢٩٨٨	حقل ب	
١٣٨	١١٨٤	٧٣٤	١٣٣	٣١٠	١٣	٥٠٣	٤١٧٠	٢٥٣٦	حقل ج	
١٧٦	١٤٢١	٦٣٣	١٢٠	٣٤٥	١٥	٧٠٨	٤٠١٠١	٣١٣٢	حقل د	
٧٢	١٣٤٥	١٥٧٩	١٣٦	٥١٣	١٦	٨٢٢	٦٤٣٠	٥٢٦٤	حقل هـ	أم قدير
٩٤	٩٨٥	١١٣٤	١٣٣	٣٢٦	٢٠	٥٣٩	٤٨٩٠	٣٥٦٨	-	

إن دولة الكويت وبسبب محدودية مصادر المياه العذبة الطبيعية قد أمنت حاجات السكان من المياه العذبة من خلال بناء وحدات تقطير مياه البحر. وقد بلغت السعة المركبة لمحطات التقطير ٣١٥ مليون جالون إمبراطوري يومياً، بينما بلغ أقصى استهلاك سجل في عام ٢٠٠٤ م ١٠٤٦٨٠ مليون جالون يومياً. وهذا يعكس التطور الكبير الذي حدث في البلاد ويعتبر أحد المقاييس والمؤشرات على الرقى والتطور في الكويت. بدأ معدل استهلاك الفرد للمياه العذبة بالارتفاع من عام ١٩٥٧ من ٥٢٧ مليون جالون إمبراطوري إلى ٣٣١٨٨ مليون جالون إمبراطوري عام ٢٠٠٤.

آبار مزارع العبدلي Al-Abdali Farms :

يوجد في منطقة مزارع العبدلي حوالي ٩٣٣ بئراً عاملة، وتتراوح أعماق هذه الآبار ما بين ٢٠-٥٠ متر من سطح الأرض، ويتم استغلال المياه الجوفية من الرواسب الحديثة وتكوين الدببة، حيث تترك المياه في الطبقات العليا تحت تأثير الضغط الجوي، أما مياه الطبقات السفلى فتتحرك تحت تأثير ضغط المياه والصفات الفيزيائية للطبقات الحاملة لها. يتراوح تركيز الأملاح الذائبة في المياه المنتجة بواسطة هذه الآبار ما بين ٣٠٠٠ - ١٠,٠٠٠ جزء في المليون علماً بأن ملوحة المياه في منطقة مزارع العبدلي تزداد بصورة عامة في الاتجاه الشمالي الشرقي وكذلك مع ازدياد العمق.

آبار مزارع الوفرة Al-Wafra farms :

يوجد في مزارع الوفرة حوالي ٩٦٣ بئر عاملة. وتتراوح عمق تلك الآبار بين ٣٠-٦٠ متر تحت سطح الأرض. تتراوح ملوحة المياه المنتجة من آبار مزارع الوفرة ما بين ٥٠٠٠ - ١٠,٠٠٠ جزء في المليون. وبصورة عامة فإنه ملوحة كل من طبقات مجموعة الكويت وتكوين الدمام في منطقة الوفرة تزداد

في الاتجاه الشرقي والشمالي الشرقي وذلك انعكاس لبطء سريان المياه الجوفية في هذه الاتجاهات .

التوصيات :

المياه الجوفية مياه ناضبة غير متجددة، لقلة الأمطار لذلك يجب المحافظة عليها من حيث إيجاد مصادر أخرى للموارد المائية كتحلية مياه البحر، واستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة. خفض معدلات السحب من المياه الجوفية. دراسة دورية لكيميائية المياه الجوفية وكذلك اعتماد تقنية الشحن اصطناعي للمياه الجوفية لعمل مخزون استراتيجي للمستقبل. تعميم الدراسة على جميع الحقول المائية في دولة الكويت.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

جواد السليمي وعدنان أكبر (١٩٩٩): المياه الجوفية في دولة الكويت، سلسلة الكتب المتخصصة، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، إدارة التأليف والنشر، الطبعة الأولى، الكويت، ٢٧٣ صفحة.

حسن أبو العينين (١٩٩٨) : المياه الجوفية وخزاناتها الصخرية في دولة الكويت وسبل تنميتها اقتصادياً، ندوة الجغرافيا والتخطيط البيئي، قسم الجغرافيا جامعة الكويت، ص. ١٢٩ - ١٨٤.

ثانياً: المراجع الأجنبية :

Al-Ruwaih, F. (1996a): Hydrogeochemical variation of carbonate aquifer Al-Sulaibiya, Kuwait, in : Water, Air, and Soil Pollution, 1996, 90, pp. 489-505.

Al-Ruwaih, F. (1996b): Hydrogeology and ground water modeling of carbonate aquifer of Al-Sulaibiya, Kuwait, in: Kuwait Journal of Science and Engineering, Kuwait University, 1996, 23, pp. 89-103.

Al-Ruwaih, F., Sayed, S. & Al-Rashed, M. (1998): Geological controls on water quality in arid Kuwait, Journal of Arid Environment, 1998, 38, pp. 187-204.

Al-Sulaimi, J. and Al-Ruwaih, F. (2004): Geological, structural geochemical aspects of the main aquifer systems in Kuwait, in: Kuwait Journal of Science and Engineering, Kuwait University, 2004, 31, no. 1, pp. 149 - 174.

Longley, P. and Batty, M. (2003) Advanced Spatial Analysis, The CASA book of GIS, in: ERSI Prints, ESRI press, Redlands, CA, 463 pages.

Mukhopadhyay, A., Al-Sulaimi J. & Barrat, J. (1994): Numerical Modeling of Ground-Water Resource Management Options in Kuwait, in: Ground Water Journal, 1994, 32, no. 6, pp. 917-927.

Stillwell, J. and Clarke G. (2004): Applied GIS and Spatial Analysis, John Wiley & Sons, Chichester, England, 406 pages.

السكان والمياه في دولة قطر استهلاكاً وترشيحاً

د . نورة الكواري (*)

ملخص البحث :

يتناول هذا البحث بالدراسة النمو السكاني المتزايد عاماً بعد آخر في الدول الخليجية (١٩٥٠ - ٢٠٠٥م)، ومن بينها دولة قطر، وذلك منذ اكتشاف البترول في المنطقة وتراكم عوائده الضخمة، وأثر ذلك على التزايد السنوي لاستهلاك المياه.

ويعرض البحث للتطور التاريخي للسكان وللمياه في دولة قطر مع العناية بدراسة تطور الإنتاج السنوي للمياه (١٩٦٥ - ٢٠٠٥م) واستهلاك المياه في القطاعات المختلفة، وتحليل العوامل المؤثرة في استهلاك المياه في دولة قطر. ويختتم البحث بدراسة جغرافية ولرؤية تحليلية لمستقبل الطلب على المياه والسياسة الترشيحية في هذا الشأن.

(*) جامعة قطر - كلية العلوم الإنسانية.

المقدمة :

شهدت قضية المياه اهتماماً متزايداً منذ سبعينيات القرن الماضي، عندما أصبح موضوع تنمية الموارد المائية وتحقيق الأمن المائي من أولويات الدول في وضع سياساتها وخططها التنموية^(١)، على اعتبار أن المياه مورد حاسم وضروري للحياة البشرية ولا توجد بدائل عنه لأية استخدامات أخرى، ولذ لك فإنه يمثل المورد الطبيعي الذي يقرر حدود التنمية المستدامة، وللتأكيد على ذلك أعلنت الأمم المتحدة بأن المياه حق أساسي من حقوق الإنسان، ويعد كالصحة عنصر ضروري لا بد من توفيره للشعوب^(٢).

وتعاني دول مجلس التعاون الخليجي من شح شديد في المياه، حيث تتسم هذه المنطقة بندرة الأمطار وعدم انتظامها، وبمعدلات البخر العالية، مما يؤدي إلى محدودية المياه المتجددة بها. كما أن ندرة المياه المتجددة ليست هي السمة الوحيدة لها، بل أصبح التدهور المستمر لكمية ونوعية موارد المياه الطبيعية، وعدم ملاءمة سبل الإدارة المائية الحالية للحد من التدهور، من سماتها أيضاً.

ظهرت بوادر الأزمات المائية في الدول الخليجية في الربع الأخير من القرن العشرين، عندما بدأت الفجوة تتسع بين العرض والطلب، نتيجة لعدم مواكبة

(١) رضا عبدالجبار الشمري، البيئة الطبيعية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية والاستراتيجية المطلوبة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، العدد ٦١، ٢٠٠١، ص ٢٧ .

(٢) الأمم المتحدة، ندرة المياه في العالم العربي، تقرير السكان والتنمية، العدد الأول، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، ٢٠٠٣، ص ١١ .

المصادر الطبيعية وغير الطبيعية للطلب المتزايد على المياه بمتواليات هندسية، فاقت تصورات المخططين، مما جعل الدول الخليجية تشكو من قلة في مواردها المائية، بل أصبحت المياه الصالحة للاستعمال ذات ندرة خاصة. وأصبحت هذه الدول تواجه تحدياً حقيقياً بالنسبة للمياه، ينعكس في عدة جوانب أهمها : شح الموارد المائية العذبة، وزيادة التنافس بين الاستخدامات القطاعية المختلفة، وتأمين احتياجات النمو السكاني فيها، ومحدودية دور المجتمع المدني في إدارة قطاع المياه، وضعف المشاركة الشعبية وخاصة لدى المواطنين .

وقد اعتمدت دول مجلس التعاون الخليجي على مصادر المياه التقليدية إلى ما بعد ظهور البترول، حيث أدى استخراجه وتصديره إلى وفرة الموارد المالية، التي مكنت من البدء بتنفيذ الخطط التنموية الطموحة. وهنا استشعرت الدول الخليجية مدى معاناتها من موردين يتصفان بالندرة، الأول ندرة في الموارد المائية ومحدوديتها عن تلبية الاحتياجات المتزايدة من قبل جميع القطاعات، والثاني ندرة السكان ونقص عددهم عن الوصول إلى الحجم الأمثل القادر على تنفيذ مشروعات التنمية. وفي الوقت الذي استطاعت فيه الدول الخليجية حتى الآن سد العجز وتوفير النقص في هذين الموردين، إلا أنها لم تع حقيقة التبعات المترتبة على ذلك في المستقبل.

وشهدت دول مجلس التعاون الخليجي خلال النصف الثاني من القرن الماضي نمواً سكانياً متزايداً ترتب على اكتشاف البترول وعوائده الضخمة التي نقلت هذه الدول إلى الاقتصاد الحديث. وفيما قدر عدد السكان بنحو ٥,٣ مليون نسمة عام ١٩٥٠، ارتفع إلى أكثر من ٦ ملايين نسمة عام ١٩٦٠، وذلك نظراً للنمو الهائل والمفاجئ في أعداد السكان الذين زادوا بمعدل نمو سنوي بلغ ١,٧٪. بل إن معدلات نموهم ارتفعت إلى ٣٪ سنوياً ليصل عددهم عام ١٩٧٠ إلى نحو ٨ ملايين نسمة. وخلال عقد السبعينيات قفز

معدل النمو إلى ٥,٤٪ سنوياً، مما نتج عنه زيادة في عدد سكان الدول الخليجية بأكثر من أربعة ملايين نسمة، وبعدها إجمالي بلغ نحو ١٢,٦ مليون نسمة عام ١٩٨٠ كما في الجدول رقم (١). واستمر عدد السكان بالارتفاع إلى نحو ٢٩,٩ مليون نسمة عام ٢٠٠٠، أي أن عددهم تضاعف أكثر من مرة واحدة خلال الفترة من ١٩٨٠ - ٢٠٠٠^(٣).

جدول رقم (١)

تطور عدد السكان في الدول الخليجية ومعدلات نموهم السنوي
خلال الفترة من ١٩٥٠ - ٢٠٠٥

السنة	السكان (مليون نسمة)	معدل النمو٪
١٩٥٠	٥,٣	-
١٩٦٠	٦,٢	١,٧
١٩٧٠	٨,١	٣,٠
١٩٨٠	١٢,٦	٥,٤
١٩٩٠	٢١,٧	٧,٣
٢٠٠٠	٢٩,٩	٣,٨
٢٠٠٥	٣٤,٧	٣,٢

المصدر : ١- حسن الخياط، مرجع سبق ذكره، ص ٨٧.

٢- ملف الخليج الإحصائي ٢٠٠٥، مرجع سبق ذكره، ص ٢٠٢.

معدل النمو من حساب الباحثة.

(٣) انظر :

أ - حسن الخياط، السكان والعمالة في دول مجلس التعاون الخليجي، مركز الوثائق والدراسات

الإنسانية، جامعة قطر، ٢٠٠٠، ص ص ٨٦-٨٧ .

ب - ملف الخليج الإحصائي ٢٠٠٥، منظمة الخليج للاستشارات الصناعية، الدوحة، ٢٠٠٥،

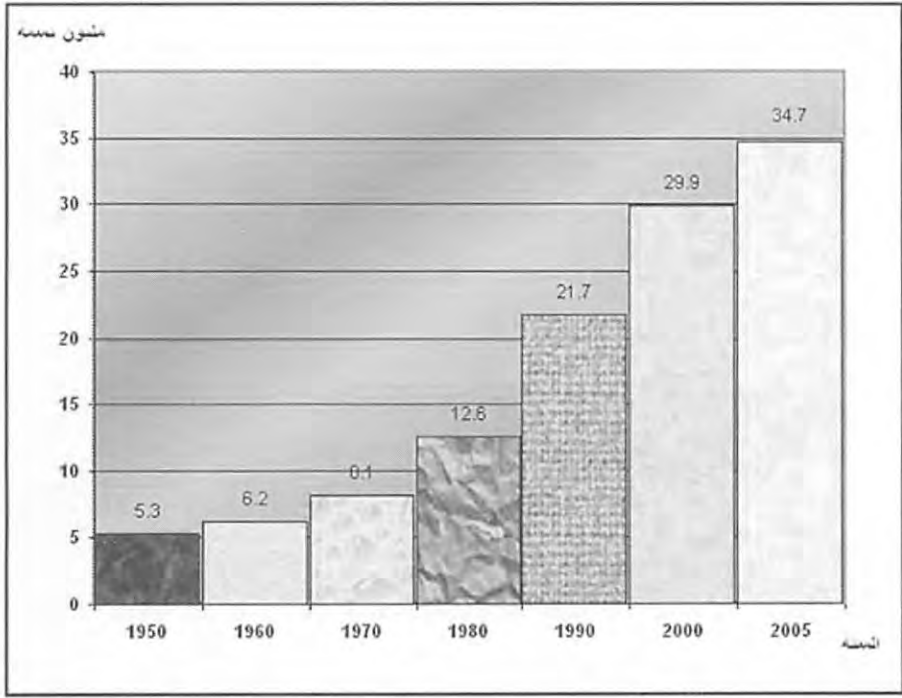
ص ٢٠٢ .

ورغم ارتفاع معدلات الخصوبة الكلية إلى أكثر من ٢,٥ مولوداً لكل امرأة، ومعدلات المواليد إلى أكثر من ١٧ في الألف في جميع الدول الخليجية - وإن تفاوتت فيما بينها^(٤)، إلا أن مساهمة النمو الطبيعي للسكان تظل الأقل أثراً في النمو السكاني، الذي يركز على زيادة مصطنعة وغير طبيعية، تعود إلى موجات الهجرة المتتابة للدول الخليجية، ولا أدل على ذلك من ارتفاع نسبة الوافدين إلى المواطنين في هذه الدول من أقل من ١٠٪ عام ١٩٦٠ إلى ٤٢٪ عام ٢٠٠٠، بل إنها تصل في بعض الدول إلى أكثر من ٧٣٪ من إجمالي سكانها كما في قطر والإمارات العربية المتحدة^(٥).

ومنذ عام ٢٠٠٠ بدأت معدلات النمو السنوي للسكان بالانخفاض إلى مستويات أقل مما كانت عليه في السابق حيث بلغ ذلك المعدل ٣,٢٪ بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠٠٥، وبالرغم من هذا الانخفاض إلا أن عدد السكان في الدول الخليجية بلغ ٣٤,٧ مليون نسمة تقريباً عام ٢٠٠٥ كما في الشكل رقم (١)، مما يعني أن هناك ٤,٨ مليون نسمة زيادة في عدد السكان منذ عام ٢٠٠٠.

(٤) ملف الخليج الإحصائي ٢٠٠٥، مرجع سبق ذكره، ص ص ٢٠٤-٢٠٥ .

(٥) حسن الخياط، مرجع سبق ذكره، ص ٢٠٢ .



شكل رقم (١)

تطور عدد السكان في الدول الخليجية للفترة من ١٩٥٠-٢٠٠٥

ولقد كانت مياه الآبار الضحلة هي المورد الرئيسي لسكان الدول الخليجية في فترة ما قبل البترول، إلى جانب مياه الأفلاج والعيون. هذه الموارد كانت تسد حاجة العدد السكاني المحدود في ذلك الوقت، ولكن مع الطفرة البترولية التي حدثت في فترة الخمسينيات والستينيات وما صاحبها من ارتفاع في عدد السكان أولاً، ونمو في مختلف القطاعات ثانياً، وتنفيذ للخطط التنموية الطموحة ثالثاً، وقلّة الموارد المائية التقليدية رابعاً، ظهر الشعور بالحاجة الملحة إلى بذل جهود كبيرة للحصول على المياه، وذلك بتنمية المصادر غير التقليدية وبخاصة تحلية مياه البحر. وقد ساعد على إقامة هذه الصناعة عدد من العوامل أهمها وفرة مصادر الطاقة الرخيصة، وموقع دول المجلس جميعها على البحر، ووفرة رؤوس الأموال، وانخفاض تكاليف إنتاج المتر المكعب مقارنة بدول العالم

الأخرى^(٦)، على الرغم من تكلفة المعالجة العالية نسبياً نظراً لشدة ملوحة مياه الخليج العربي (أكثر من ٤٠٠٠٠ جزء في المليون)^(٧). وحالياً فإن مياه التحلية هي المصدر الأول لمياه الشرب واستخدامات القطاع المدني في معظم الدول الخليجية، التي تمتلك أعلى طاقة تحلية في العالم، حيث تتجاوز الطاقة الإنتاجية لمحطاتها أكثر من ٥٨٪ من طاقة التحلية العالمية.

تعاظم الطلب على المياه في الدول الخليجية نتيجة لمعدلات النمو السكاني المرتفعة، واتجاه معظم السكان نحو سكنى المدن، وارتفاع نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي وتغير نمط المسكن. فقد ارتفع إنتاج المياه المحلاة من ٤٥٦,٧ مليون متر مكعب عام ١٩٨٠ إلى ما يزيد على ٢ مليار متر مكعب عام ٢٠٠٠، بمعدل نمو مرتفع جداً بلغ ٣٦٤,٢٪ خلال تلك الفترة. ورغم الزيادة الكبيرة في إنتاج محطات التحلية، إلا أن معدلات الاستهلاك فاقت معدلات الإنتاج، حيث أنها كانت ٦٤٥ مليون متر مكعب و ٢,٩ مليار متر مكعب عامي ١٩٨٠ و ٢٠٠٠ على الترتيب، بمعدل نمو قريب من معدل إنتاج المياه نحو ٣٦٤,٩٪ لنفس الفترة. مما يعني أن هناك نمواً مستمراً في عجز الموارد المائية الخليجية عن الوفاء بمتطلبات السكان والتنمية.

وبحسب إسقاطات السكان للدول الخليجية فإن أعدادهم سوف ترتفع إلى نحو ٣٩ مليون نسمة عام ٢٠١٠ وإلى نحو ٥٠ مليون نسمة عام ٢٠٢٠، ثم يتوالى ارتفاع عددهم إلى نحو ٩٠ مليون نسمة في عام ٢٠٥٠ كما في الشكل رقم (٢-أ). وسوف يكون هناك زيادة في الطلب على المياه أيضاً بينها الجدول رقم (٢) والشكل رقم (٢-ب)، حيث سيصل الطلب على المياه إلى ٣١,٧ مليار متر مكعب بحلول عام ٢٠١٠، ثم ٣٨,٨ مليار متر مكعب عام ٢٠٢٠، وسوف

(٦) إبراهيم بن محمد الفقي، إدارة الموارد المائية في دول مجلس التعاون : الاحتياجات والاستراتيجيات، مؤتمر الخليج السادس للمياه ٨-١٢ مارس، الرياض، ٢٠٠٣، ص ٢٥٠ .
(٧) أسماء مفتاح المهدي، جغرافية المياه في شرقي شبه الجزيرة العربية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا / كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة، ١٩٩٤، ص ١٦٠ .

يتخطى الطلب على المياه حاجز الخمسين مليار متر مكعب عام ٢٠٤٠ ليصل إلى ٧٣ مليار متر مكعب عام ٢٠٥٠. وهذا التزايد المستمر في الطلب على المياه يقودنا إلى الحديث عن عمق المشكلة المائية في دول الخليج العربي من خلال حصة الفرد من المياه، ذلك أن متوسط استهلاك الفرد سنوياً من المياه ارتفع من ٤٩ متراً مكعباً عام ١٩٨٠ إلى نحو ٣٧٥ متراً مكعباً عام ١٩٩٠^(٨)، وقد ازداد قليلاً حتى بلغ ٣٩٧ متراً مكعباً عام ١٩٩٩^(٩).

إن هذا النصيب المتواضع للفرد في الدول الخليجية يصنفها ضمن الدول التي تقع دون خط الفقر المائي المقرر دولياً وهو ١٠٠٠ متر مكعب في السنة للفرد. وبإيضاح نصيب الفرد على مستوى كل دولة، فإن المشكلة تزداد عمقاً حيث أن هناك أربع دول من دوله - باستثناء عُمان والسعودية - تقع دون خط الفقر المائي المطلق وهو ٢٠٠ متر مكعب في السنة^(١٠). ويدل مؤشر الندرة أن هذه الدول جميعها تقع داخل الفئة التي تزيد فيها قيمة هذا المؤشر عن ٤٠٪، وهذا يعني أنها تعاني من ندرة خطيرة في المياه^(١١).

(٨) لمزيد من التفصيل انظر :

أ - المرجع السابق، ص ٢٢٤ .

ب - مصطفى نوري عثمان، أجديات ترشيد استهلاك المياه، مؤتمر الخليج الرابع للمياه ١٣-١٧ فبراير، البحرين، ص ص ١٠٠-١٠١ .

(٩) رضا عبد الجبار الشمري، مرجع سبق ذكره، ص ٥٠ .

(١٠) لمزيد من التفصيل انظر :

أ - الأمم المتحدة، إدارة عرض الموارد المائية (١٣)، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، ورقة تحضيرية مقدمة إلى مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة جوهانسبرغ، سبتمبر ٢٠٠٢، ص ص ٢-٣ .

ب - مصطفى نوري عثمان، مرجع سبق ذكره، ص ص ١٠٠-١٠١ .

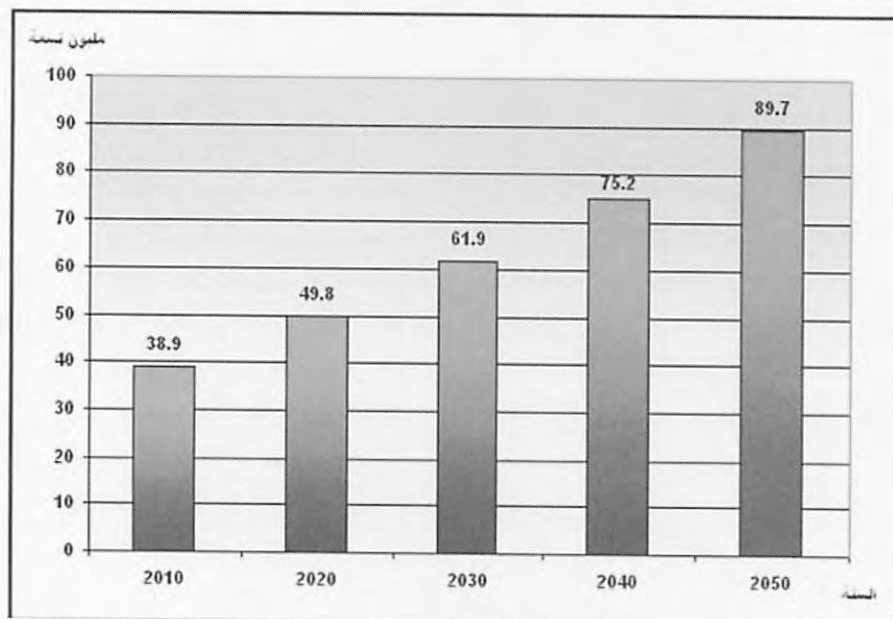
ج - تقرير التنمية الإنسانية العربية لعام ٢٠٠٢، برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، الأردن، ٢٠٠٢، ص ص ٤٠-٤١ .

(١١) الأمم المتحدة، إدارة الطلب على المياه (١٤)، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، ورقة تحضيرية مقدمة إلى مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوهانسبرغ، سبتمبر ٢٠٠٢، ص ص ٧-٨ .

جدول رقم (٢)
التوقعات المستقبلية للسكان والطلب على المياه في الدول الخليجية
للفترة من ٢٠١٠ - ٢٠٥٠

السنة	عدد السكان (مليون نسمة)	الطلب على المياه (مليار متر مكعب)
٢٠١٠	٣٨,٩	٣١,٧
٢٠٢٠	٤٩,٨	٣٨,٨
٢٠٣٠	٦١,٩	٤٧,٨
٢٠٤٠	٧٥,٢	٥٨,٨
٢٠٥٠	٨٩,٧	٧٢,٩

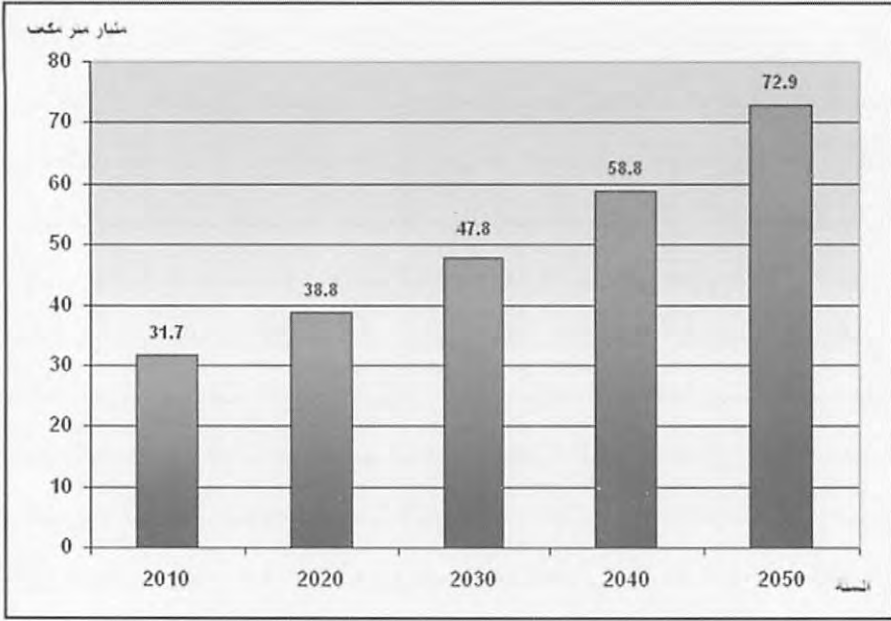
- المصدر : ١- رضا عبدالجبار الشمري، مرجع سبق ذكره، ص ١٠٦.
٢- إبراهيم بن محمد الفقي، مرجع سبق ذكره، ص ٢٤٩.
٣- مصطفى نوري عثمان، مرجع سبق ذكره، ص ٩٨-١٠٠.



شكل رقم (٢ - أ)
التوقعات المستقبلية لنمو سكان دول الخليج العربي

ولا شك أن إسقاطات الطلب على المياه للسنوات القادمة قد أشارت إلى تزايد كبير في الكميات المطلوبة لتلبية الاحتياجات المختلفة، وعليه فإن مصادر المياه المتوافرة حالياً سواء من خلال المصادر التقليدية - قليلة ونادرة - أو غير التقليدية (تحلية مياه البحر أو معالجة المياه العادمة) سوف لن تكون كافية لتلبية الطلب. وقد ركزت سياسات واستراتيجيات إدارة المياه في دول مجلس التعاون الخليجي على تعزيز إمدادات المياه من خلال محطات التحلية، واستغلال مصادر المياه الجوفية، دون أن يكون لديها سياسات وخطط مائية تعمل على إيجاد التوازن بين مواردها المائية النادرة والطلب المتزايد على المياه العذبة. ورغم ما صرفته حكومات هذه الدول من ملايين الدولارات في سبيل تأمين وتوفير وتنمية مصادر المياه بمختلف الطرق والأساليب، إلا أنها لن تستطيع في ظل اعتمادها على موردها الاقتصادي الأوحده - المرشح للنضوب في نهاية القرن (٢١) (١٢) أن تضمن تلبية الاحتياجات المتزايدة يومياً من المياه.

(١٢) رضا عبدالجبار الشمري، مرجع سبق ذكره، ص ص ٩٣-٩٤ .



شكل رقم (٢ - ب)
التوقعات المستقبلية للطلب على المياه في دول الخليج العربي

وفي موضوع دراستنا هذه سوف نركز على دولة خليجية هي دولة قطر،
نطرح من خلاله ما تواجهه من زيادة في عدد السكان، وتنامي استهلاك المياه
وخاصة في القطاع المدني، وما يترتب عليه من إنفاق كبير في مجال توفير
المياه، ودعم لهذا القطاع بمبالغ طائلة، دون أن يكون هناك إدارة للموارد
المائية فيها، تعمل على التقليل من الإسراف في المياه وهدرها وترشيدها. إن
أهمية البعد السكاني والاجتماعي في تناول قضايا المياه في دول مجلس التعاون
الخليجي من جهة، وقلة الدراسات الجغرافية في هذا المجال من جهة أخرى،
تدفع لهذه الدراسة التي تسعى إلى تحقيق عدد من الأهداف أهمها :

* إبراز العلاقة بين الزيادة السكانية ومعدلات استهلاك المياه في القطاع المدني
وخاصة القطاع المنزلي.

- * الكشف عن العوامل الاجتماعية ودورها في رسوخ عادات الاستهلاك بإسراف لدى فئة المواطنين ونمو قطاع الاستخدام المنزلي للمياه لتغير النمط السلوكي .
- * التأكيد على أهمية نشر الوعي المعرفي ودوره في ترشيد استهلاك المياه وإنجاح سياسات الاستراتيجيات المرسومة .
- * الحاجة إلى سياسة ترشيدية دائمة للمياه في دولة قطر ، تعمل على إشراك جميع فئات المجتمع ، من خلال الشعور بأهمية المحافظة على هذا المورد .

أولاً : التطور التاريخي للسكان والمياه في قطر :

تركزت الدراسات الخاصة بالمياه في قطر على المورد الطبيعي وهو المياه الجوفية، ومصادرها وتغذيتها، إلى جانب إنتاج المياه المحلاة، وأخيراً تجارة المياه. وتكاد لا توجد الدراسات ذات البعد السكاني والاجتماعي، وإن وجدت تلك الدراسات فإنها لا تتضمن سوى الإشارة المحدودة للسكان والمياه، دون أن يكون هناك تعمق فيها، وربطها بالمتغيرات السكانية والاجتماعية المؤثرة في إنتاج المياه واستهلاكها.

١ - السكان :

ليس بغريب علينا إذا قلنا أن معاناة قطر من ندرة مواردها البشري كانت السبب وراء ظاهرة تزايد حجم السكان بها في فترات زمنية قياسية. فالفقر السكاني الذي عانت منه قطر يشير إلى أن حجم السكان أقل من أن يسمح باستثمار الموارد الاقتصادية بكامل طاقتها، وأن هذه الموارد تكفل إعالة أعداد أكبر من السكان دون الإضرار بالمستوى المعيشي. وقد مثل العامل الاقتصادي القوة الدافعة الأساسية المحركة لانتقال العمالة إلى قطر، فقوة الاقتصاد، وكثرة الاستثمارات، والتمويل البترولي الهائل، جعل الطلب على قوة العمل الوافدة عظيماً، فازدادت الهجرة وظلت مرتفعة في معدلاتها. وعادة ما يقسم الباحثون النمو السكاني في قطر إلى فترتين كما يأتي :

أ - فترة ما قبل البترول :

وتعتمد في دراستها على التقديرات المتوافرة لسكان قطر خلال سبعة عقود، تبدأ من عام ١٨٧٦ وتنتهي في آخر الأربعينيات. وقد قدر عدد السكان بنحو عشرة آلاف نسمة^(١٣)، ثم ارتفع عددهم إلى ٣٧ ألف نسمة بتقدير لوريمر لهم عام ١٩٠٨^(١٤)، وخلال هذه الفترة بلغ معدل النمو ٤,٧٪ سنوياً. ومما يبين أثر العوامل الاقتصادية في نمو السكان وتطورهم، تعرض قطر إلى هجرة خارجة منها نحو الدول الخليجية الأخرى التي تمتعت بظروف اقتصادية أفضل. حيث تناقص سكان قطر إلى ٢٨ ألف نسمة و ٢٠ ألف نسمة عامي ١٩٣٩ و١٩٤٩ على الترتيب طبقاً لتقديرات بيركس وسنكلير^(١٥)، وهنا نجد معدل النمو أصبح سالباً حيث بلغ -٣,١٪. ولعل في انخفاض عدد السكان وانعدام نموهم، ما يفسر لنا عدم قدرة الدولة على استيعاب أعداد أكبر من السكان في ظل أوضاعها الاقتصادية السائدة.

ب - فترة ما بعد البترول :

استمر البناء السكاني لقطر دون تغييرات تذكر حتى أوائل الخمسينيات حيث قدر عدد السكان بنحو ٣٠ ألف نسمة، تضاعفوا خلال عقد واحد إلى ٦٠ ألف نسمة، بمعدل نمو بلغ ١٠٪ سنوياً. هذا التحول الديموغرافي في قطر يعود إلى الهجرة الوافدة منذ اكتشاف البترول وتصديره، ذلك أن المجتمع كان خلال فترة الاقتصاد التقليدي القائم على التجارة والغوص، مجتمعاً مغلقاً تقريباً، وعوامل

(١٣) عبدالعزيز محمد المنصور، التطور السياسي لقطر في الفترة ما بين ١٨٦٨ - ١٩١٦، الطبعة الثانية، دار ذات السلاسل، الكويت، ١٩٨٠، ص ١٤ .

(١٤) ج.ج. لوريمر، دليل الخليج العربي، القسم الجغرافي، الجزء السادس، ص ١٩٨٧ .

(١٥) بيركس وسنكلير، السكان والهجرة الدولية في الدول العربية، اللجنة الاقتصادية لغربي آسيا، بيروت، ١٩٨٠، ص ١٨٨ .

الزيادة الطبيعية ومعدلات الإحلال فيه محدودة جداً، بسبب ارتفاع معدلات الوفيات سواء عند الأطفال أو الكبار.

اتجهت قطر إلى فتح الباب على مصراعيه أمام أفواج العمالة الوافدة لبناء مشاريع التنمية، التي كان من أهم معوقاتها نقص الموارد البشرية. وبدأ المجتمع يعيش وضعاً غريباً باعتماده شبه الكامل على موارد بشرية غريبة عنه، زاد من تأثيرها عزوف القطريين عن العمل في المجتمع المتغير. اتسمت هذه الفترة بتدفق عشوائي للعمالة الوافدة، مما أدى إلى نمو السكان بمعدل مرتفع بلغ ١١,٨٪ من منتصف الستينيات إلى بداية السبعينيات، ولهذا تجاوز سكان قطر المائة ألف نسمة في عام ١٩٧٠ كما هو واضح من الجدول رقم (٣). وفي عام ١٩٨٦ حدثت زيادة عددية للسكان تزيد عن ٢٥٠ ألف نسمة منذ عام ١٩٧٠، وذلك بالرغم من انخفاض معدل النمو إلى ٧,٥٪. مما ترتب عليه ارتفاع عدد السكان إلى نحو ٣٧٠ ألف نسمة. إن تضاعف السكان بأكثر من الضعفين خلال عقد ونصف، قد مكن قطر من أن تتجاوز كل الزيادة التي حققتها منذ بداية القرن العشرين حتى الثمانينيات منه.

ونظراً لاستكمال أهم مشاريع البنية الأساسية التي تتطلب إنفاقاً هائلاً، فقد دخلت الدولة حقبة الركود الاقتصادي وترشيد الإنفاق، مما أثر على معدلات نمو السكان بالانخفاض نتيجة لذلك. وقد أدى ظهور العجز في ميزانية الدولة لأول مرة عام ١٩٨٥/١٩٨٦ واستمراره طيلة التسعينيات، إلى تناقص حجم الهجرة الوافدة على الرغم من زيادة حجم السكان إلى أكثر من ٥٢٢ ألف نسمة عام ١٩٩٧، حيث لم يزد معدل النمو عن ٣,٢٪ سنوياً بين تعدادي ١٩٨٦ و ١٩٩٧. ولكن معدل النمو ما لبث أن ارتفع مع ارتفاع أسعار البترول والغاز، فاقتربت أعداد السكان في قطر من ثلاثة أرباع المليون حسب تعداد ٢٠٠٤، ويؤكد لنا ارتفاع معدل النمو إلى ٥,٢٪ خلال الفترة بين تعدادي ١٩٩٧ و ٢٠٠٤ مدى الزيادة السكانية التي بلغت ٢٢٢ ألف نسمة.

جدول رقم (٣)

تطور عدد السكان ومعدلات النمو ونسبة الوافدين في قطر

السنة	عدد السكان	حجم الزيادة بين التعدادين	معدل النمو %	نسبة الوافدين
١٩٧٠	١١١,١٣٣	-	-	٥٩,٥
١٩٨٦	٣٦٩,٠٧٩	٢٥٧,٩٤٦	٧,٥	٧٣,٦
١٩٩٧	٥٢٢,٠٢٣	١٥٢,٩٤٤	٣,٢	٧١,٦
٢٠٠٤	٧٤٤,٠٢٩	٢٢٢,٠٠٦	٥,٢	٧٥,١

المصدر :

١- نورة يوسف الكواري، التركيبة السكانية في دولة قطر : الواقع ومقترحات التطوير في ضوء الاستراتيجية السكانية، مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد ١٤، جامعة الكويت، ٢٠٠٥، ص ٦٤.

٢- كلثم علي الغانم وآخرون، محددات التركيبة السكانية وتأثيراتها، الدراسات الخلفية للسياسة السكانية في دولة قطر، اللجنة الدائمة للسكان، مجلس التخطيط، ٢٠٠٦، ص ٣-٤.

ودراستنا للواقع السكاني في قطر تفرض علينا حتمية تقسيمه إلى فئتيه الرئيسيتين وهما المواطنين والوافدين، وفي الوقت الذي تتزايد فيه أحجام هاتين الفئتين، إلا أن مصدر الزيادة فيهما يختلف، ففي حين تمثل الزيادة الطبيعية أساس نمو السكان القطريين، فإن الهجرة تعد أساساً لنمو الوافدين. ومن خلال الجدول رقم (٣) يتبين أن نسبة السكان القطريين انخفضت كثيراً لصالح الوافدين الذين لم تقل نسبتهم عن نصف السكان خلال الفترة جميعها، ونراها قد تجاوزت ثلاثة أرباع السكان عام ٢٠٠٤، وهذا دليل على أن النمو السكاني في المجتمع القطري مرتبط ارتباطاً وثيقاً بالهجرة.

٢- المياه :

لا تختلف قطر عن شقيقاتها الخليجيات في ندرة مواردها المائية، ذلك أن

وقوعها ضمن الإقليم الصحراوي المتميز بندرة أمطاره، والتي لا تزيد عن ٨٠ مليمترًا في السنة^(١٦)، قد فرض عليها منذ القدم الاعتماد الكلي على المياه الجوفية كمصدر رئيسي لاحتياجاتها المحدودة من المياه في ذلك الوقت. وقد ارتبط قيام ونشأة المراكز العمرانية فيها بوجود الآبار، حيث أن الماء كان العامل المحدد والمسيطر بالنسبة للعمران في قطر سواء في نموه أو تطوره خلال فترة ما قبل البترول، بل إنه يأتي في مقدمة أسباب افتقار الدولة إلى المستوطنات الحضرية الكبيرة في تلك الفترة^(١٧). وكانت مياه الآبار تكفي سكان قطر الموزعين بأعداد صغيرة في المراكز العمرانية المرتبطة بوجود الآبار، والتي قدر عددها في بداية القرن العشرين بنحو ٢١٠ بئرًا^(١٨). ولم يكن هناك قصور في حجم الموارد المائية حتى بدء التنقيب عن البترول في الثلاثينيات من القرن الماضي، عندما واجه موظفو وعمال شركة البترول نقصاً في المياه العذبة مما كان يضطرهم إلى استيرادها من البحرين بالسفن الخشبية، وفي نهاية الأربعينيات توقف استيراد المياه بعد أن بدأت قطر في حفر الآبار العميقة للحصول على المياه الجوفية العذبة.

(١٦) لمزيد من التفصيل انظر :

- أ - موزة ناصر الكعبي، مناخ شبه جزيرة قطر وأثره على النشاط البشري، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بيروت العربية، ٢٠٠٣، ص ص ٩١-٩٥.
ب - أسماء مفتاح المهندي، جغرافية الموارد المائية في دولة قطر، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة، ٢٠٠٣، ص ص ٧٠-٧٣.

(١٧) لمزيد من التفصيل انظر :

- أ - سارة محمد الزمان، مراكز العمران في دولة قطر، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة، ١٩٨٧، ص ص ٤٧-٥٧.
ب - محمد علي الكبيسي وآخرون، النمو الحضري والهجرة الداخلية، الدراسات الخلفية للسياسة السكانية في دولة قطر، اللجنة الدائمة للسكان، مجلس التخطيط، الدوحة، ٢٠٠٦، ص ٢٨.

- (١٨) ج.ج. لوريمر، مرجع سبق ذكره، ص ص ١١٨-١١٩.

إن محدودية الموارد المائية في قطر لم يوقف الطلب المتزايد عليها بشكل مستمر منذ عقد الخمسينيات، ذلك أن الحاجة للمياه العذبة تزايدت مع تزايد اكتشاف البترول وزيادة عدد السكان الناتجة عن عودة القطريين الذين هاجروا قبله من جهة، وارتفاع عدد الوافدين من جهة أخرى. وبدأت تظهر المشكلة المائية الأساسية المرتبطة بعدم التوازن بين المتاح من مصادر المياه والكميات المطلوبة منها. وإزاء هذا التحدي أدخلت قطر تقنية تحلية المياه في عام ١٩٥٣، بإنشاء أول محطة لتحلية مياه البحر والمياه الجوفية شبه المالحة في وسط مدينة الدوحة بطاقة إنتاجية بلغت ٦٨٠ متراً مكعباً / اليوم، وتلا ذلك إنشاء محطة ثانية عام ١٩٥٩ في وسط الدوحة أيضاً بإجمالي إنتاج بلغ ١٣٦٠ متراً مكعباً / اليوم. ويجدر بنا الإشارة إلى أن مبرر اختيار مدينة الدوحة لإنشاء محطتي التحلية بها، إنما يعود إلى استقطابها للسكان والخدمات، كونها العاصمة، وبالتالي يصبح من السهولة توزيع وإيصال المياه للسكان، وقد تم إلغاء المحطتين عام ١٩٦٥.

أخذ الاعتماد على مياه التحلية يتزايد لتلبية احتياجات القطاع المدني، ولهذا تم إنشاء محطة رأس أبو عبود - شرق مدينة الدوحة - عام ١٩٦٣ بطاقة إنتاجية بلغت ٦٨٠٠ متر مكعب / اليوم، ورغم ارتفاع إنتاج المياه من محطة رأس أبو عبود، إلا أن الزيادة المضطردة في معدل نمو السكان، وقطاعات التنمية، دفعت بالمسؤولين عن قطاع المياه إلى التفكير في توسيع العمل في محطة رأس أبو عبود بتشغيل المرحلة الرابعة عام ١٩٧٣، ثم المرحلة الخامسة عام ١٩٧٧. وقد تزامنت كل تلك التوسعة مع إنشاء المرحلة الأولى من محطة رأس أبو فنتاس (أ) الواقعة جنوب مدينة الدوحة كما في الشكل رقم (٣)، بطاقة بلغت ٢٢,٧٠٠ متر مكعب / اليوم.

لتأثرها بانخفاض أسعار البترول واستمرار عجز الميزانية العامة في قطر، إلا أن ذلك لم يؤد إلى الاكتفاء بالموجود من محطات تحلية المياه، بل تم تشغيل المرحلة الأولى من محطة أبو فنتاس (ب) عام ١٩٩٧، بطاقة إنتاجية قدرت بنحو ٣٠ ألف متر مكعب / اليوم، وتلتها المرحلة الثانية عام ١٩٩٨، وتقوم هذه المحطات بتزويد مدينة الدوحة وضواحيها بالمياه. وبنهاية عام ٢٠٠٤ تم افتتاح محطة رأس لفان (أ) على الساحل الشمالي الشرقي لقطر على بعد ٨٠ كم شمال مدينة الدوحة، بطاقة إنتاجية تبلغ ١٨٢ ألف متر مكعب يومياً.

وإلى جانب تلك المحطات الرئيسة هناك محطتين ثانويتين هما محطة أبو سمرة التي أنشئت عام ١٩٨٢ في جنوب غرب قطر على حدودها مع المملكة العربية السعودية، بطاقة إنتاجية بلغت ٦٨٠ متر مكعب / اليوم. ومحطة معسكر الشمال التي أنشئت عام ١٩٩٣ في الوسط الشمالي وذلك لخدمة الأجزاء الشمالية من قطر، وقد بلغت طاقتها الإنتاجية نحو ١,١٠٠ متر مكعب / اليوم. كما أن هناك عدد من محطات التحلية التي تقتصر على المنشآت الصناعية مثل محطة التحلية في مسعيد بطاقة نحو ٨ آلاف متر مكعب يومياً، ومحطة أم باب (مصنع الأسمت) ١,١٠٠ متر مكعب / اليوم، والمحطة الثالثة في دخان وتنتج يومياً ٩ آلاف متر مكعب، ويذهب نحو نصف إنتاجها لتزويد مدينة دخان ومنطقة الشحانية في الوسط. ويضاف إلى تلك المحطات محطة أخرى أنشئت لتحلية مياه الآبار المالحة في مزرعة التجارب الحكومية في حنين القرون الواقعة شمال الدولة، بإنتاج يصل إلى ١١٤ متر مكعب / اليوم لاستخدامها في أغراض الزراعة^(١٩).

ويعتبر توفير المياه أحد المعايير المعتمدة لقياس نسبة النمو في الاستثمارات

(١٩) انظر :

أ - أسماء مفتاح المهدي، جغرافية الموارد المائية في دولة قطر، مرجع سبق ذكره، ص ١٤٤ .
ب - محمد علي الكبيسي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص ٢٩ .

الحضرية والصناعية والعمرانية، ولذا فإن دولة قطر ومن خلال تلبية الاحتياجات المتزايدة والمتوقعة على المياه في مدينة الدوحة، شرعت في العمل على تأكيد دور القطاع الخاص في الاستثمار في مشاريع بناء محطات جديدة لإنتاج المياه، وقامت بالتوقيع على عقود طويلة الأجل لمدة ٢٥ سنة لشراء المياه من المحطات الجديدة، ومن أهمها محطة رأس لفان (ب) التي انتهى العمل في المرحلة الأولى منها في أبريل ٢٠٠٦، وتعمل على تغذية خزانات مياه الخليج الغربي في الدوحة بنحو ٦٨,٢ ألف متر مكعب يومياً^(٢٠)، بالإضافة إلى احتياجات المنطقة الصناعية برأس لفان، والتوسعات العمرانية في مدن الرويس والغويرية وأم صلال، إلى جانب منطقة الغرافة التي تشهد نمواً عمرانياً كثيفاً خاصة في الأجزاء الشمالية منها. وباكتمال مشروع رأس لفان (ب) مستقبلاً، تكون قطر قد عملت على توفير مصدر مستدام للموارد المائية الأساسية.

ثانياً : إنتاج المياه :

بدأ إنتاج المياه في قطر بداية متواضعة منذ إدخال تقنيات التحلية، ويعود ذلك إلى قلة الطلب على المياه المرتبط بعدد السكان ومستويات التنمية في منتصف الخمسينيات. وبحسب بيانات الجدول رقم (٤) والشكل رقم (٤) يتضح ما يأتي :

(٢٠) لمزيد من التفصيل انظر :

أ - مجلة كهراء، العدد رقم (٢٣)، المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، ابريل ٢٠٠٥، الدوحة، ص ١٠ .

ب - مجلة كهراء، العدد رقم (٢٤)، المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، أغسطس ٢٠٠٥، الدوحة، ص ص ١٧-٢٠ .

جدول رقم (٤)

تطور إنتاج المياه ومصادرها في دولة قطر للفترة من ١٩٦٥ - ٢٠٠٥

(مليون متر مكعب)

السنة	المياه الجوفية ومحطات التناضح العكسي	%	مياه التحلية	%	المجموع
١٩٦٥	١,٢	٣٢,٤	٢,٥	٦٧,٦	٣,٧
١٩٧٥	٥,٤	٣٥,١	١٠,٠	٦٤,٩	١٥,٤
١٩٨٥	١,٩	٢,٥	٧٤,٦	٩٧,٥	٧٦,٥
١٩٩٥	٢,٩	٣,٠	٩٣,٩	٩٧,٠	٩٦,٨
١٩٩٦	٢,٧	٢,٧	٩٧,٥	٩٧,٣	١٠٠,٢
١٩٩٧	٢,٥	٢,٤	١٠٣,٥	٩٧,٦	١٠٦,٠
١٩٩٨	٢,٧	٢,٣	١١٧,٠	٩٧,٧	١١٩,٧
١٩٩٩	١,٩	١,٥	١٢٦,٨	٩٨,٥	١٢٨,٧
٢٠٠٠	١,٦	١,١	١٣٩,١	٩٨,٩	١٤٠,٧
٢٠٠١	١,٩	١,٣	١٤٦,٨	٩٨,٧	١٤٨,٧
٢٠٠٢	٢,٠	١,٣	١٥١,٩	٩٨,٧	١٥٣,٩
٢٠٠٣	١,٩	١,٢	١٥٥,٣	٩٨,٨	١٥٧,٢
٢٠٠٤	٢,٢	١,٣	١٦٩,٧	٩٨,٧	١٧١,٩
٢٠٠٥	١,١	٠,٦	١٩٥,٤	٩٩,٤	١٩٦,٥

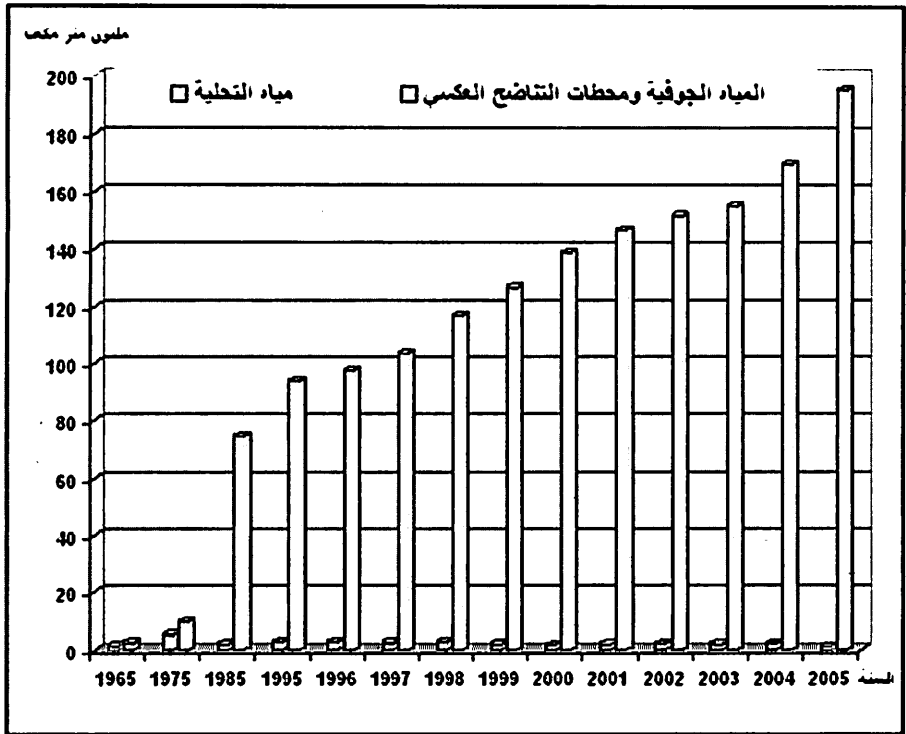
المصدر :

١- الجهاز المركزي للإحصاء، مجلس التخطيط، المجموعة الإحصائية السنوية، الأعداد من يوليو ١٩٨٢ إلى سبتمبر ٢٠٠٥.

٢- نظام الشافعي وحسن المهندي، المياه المعبأة في دولة قطر مع دراسة سلوك مستهلكيها، مجلة جامعة قطر للأداب، العدد (٢٧)، جامعة قطر، ٢٠٠٥، ص ١٣٨.

٣- المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، بيانات غير منشورة، الدوحة، ٢٠٠٦. والنسب من حساب الباحثة.

١ - منذ عام ١٩٨٥ أصبح ما يزيد على ٩٥٪ من إنتاج المياه في قطر يأتي عن طريق التحلية. ورغم أن مياه الآبار موجهة للاستخدام الزراعي عموماً إلا أن جزءاً منها يشارك في تغطية الطلب على المياه، وإن لم تزد نسبته على ٣٪ - خلال تلك الفترة - باستثناء عامي ١٩٦٥ و ١٩٧٥، اللذين شهدا زيادة في الاعتماد عليه كمصدر أساسي للمياه، حيث ساهم بنحو ثلث إنتاج المياه في ذلك العامين. ولعل ذلك يعود لسببين الأول منهما مرتبط بحدثة محطة رأس أبو عبود وقلة المياه المنتجة منها مقارنة بالنمو السكاني الكبير المترتب على الهجرة في ذلك الوقت، والسبب الثاني يعود إلى وفرة مياه الآبار الصالحة للاستخدام.



شكل رقم (٤)

تطور إنتاج المياه ومصادرها في قطر للفترة من ١٩٦٥-٢٠٠٥

- ٢ - حدثت قفزات كبيرة في إنتاج المياه خلال العقدين من منتصف الستينيات إلى منتصف الثمانينيات، إذ تضاعف الإنتاج لأكثر من أربع مرات خلال كل منهما، فقد ارتفع الإنتاج من ٣,٧ مليون متر مكعب إلى ١٥,٤ مليون متر مكعب، ثم بلغ ٧٦,٥ مليون متر مكعب عام ١٩٨٥ .
- ٣ - هناك ارتفاع تدريجي مستمر في إنتاج المياه خلال الفترة من منتصف الثمانينيات إلى نهاية التسعينيات، رغم أنها كانت فترة الركود الاقتصادي الناتج عن انخفاض أسعار البترول وما ترتب عليه من تقليل الإنفاق والترشيد.
- ٤ - انعكس النمو الاقتصادي ومعدلات التنمية المرتفعة في كافة المجالات على إنتاج المياه، خلال السنوات الأولى من العقد الأول من القرن ٢١، وتوالى ارتفاع إنتاج المياه بمعدلات كبيرة جداً بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠٠٥. فقد زاد الإنتاج بنحو ٥٦ مليون متر مكعب، وذلك من خلال عمل ٢٧ وحدة تحلية^(٢١).

إن تناقص الاعتماد على المياه الجوفية، إنما كان بسبب سيطرة الاستخدام الزراعي عليه في ظل التنمية الزراعية التي شهدتها قطر، وخاصة من قبل القطاع الخاص، حيث تضاعف عدد المزارع الكلية التي بالدولة من ٤٣٤ مزرعة عام ١٩٧٥ إلى ٨٦٦ مزرعة عام ١٩٨٥، ثم أصبح عددها ١١٦٢ مزرعة عام ١٩٩٥، ليرتفع قليلاً إلى ١٢٦٥ مزرعة عام ٢٠٠٤. وربما يعطينا عدد الآبار المستخدمة مؤشراً أكبر على ارتباط المياه الجوفية بالزراعة، فقد كان عدد الآبار في عام ١٩٧٥ نحو ٦٦٠ بئراً مستخدماً، تضاعف عددها بنحو ٣ مرات لتصل إلى ١٨٣٨ بئراً عام ١٩٨٥، لتصل إلى ٢٧٦٩ بئراً في عام ١٩٩٥ ونشير

Qatar General Electricity & Water Corporation, Statistics Report, Doha, 2004, (٢١) P490.

هنا إلى أن هناك ارتفاعاً في عدد الآبار منذ عام ١٩٩٧ إلى ٢٠٠١، حيث تخطى عددها ٣٤٠٠ بئر^(٢٢)، إلا أنها انخفضت بعد ذلك إلى ٢٩٨١ بئراً عام ٢٠٠٤، بسبب الاستغناء عن كثير منها نتيجة الضخ المتزايد وارتفاع نسبة الملوحة بها.

ثالثاً : استهلاك المياه :

صاحب الزيادة في عدد السكان في قطر زيادة سنوية في استهلاك المياه، وتفتقر جميع الدراسات الخاصة بالمياه إلى بيانات عن كميات المياه المستهلكة قبل عام ١٩٨٧، وذلك لعدم توافرها. وفي دراستنا هذه سوف نقوم بتقسيم الاستهلاك على النحو التالي :

١- الاستهلاك العام للمياه :

ارتفعت كمية المياه المستهلكة عام ١٩٩٠ إلى نحو ٦٣,٨ مليون متر مكعب بعد أن كانت لا تزيد عن ٥٥ مليون متر مكعب عام ١٩٨٧^(٢٣)، بمعدل تَغْيَر سنوي بلغ ١,٦٢٪. ومن خلال الجدول رقم (٥) والشكل رقم (٥) يتبين ما يلي :

(٢٢) إدارة البحوث الزراعية والمائية، إحصائية المسح المائي لآبار المزارع، بيانات غير منشورة، الدوحة، ٢٠٠٦ .

(٢٣) سارة محمد الزمان، جغرافية الخدمات في دولة قطر، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة، القاهرة، ١٩٩٤، ص ٢٢٦ .

جدول رقم (٥)
تطور كمية المياه المستهلكة في قطر

(مليون متر مكعب)

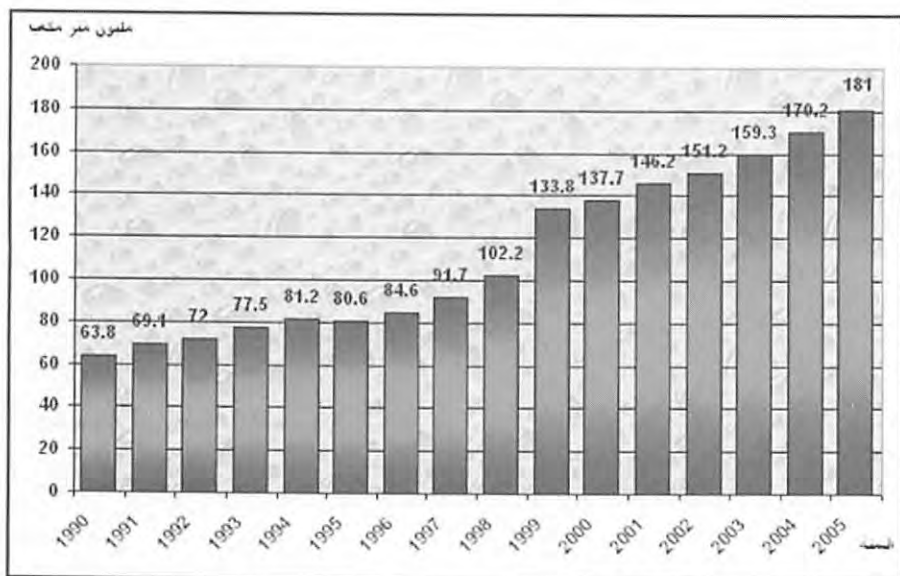
السنة	المياه المستهلكة	معدل التغير السنوي %
١٩٩٠	٦٣,٨	-
١٩٩١	٦٩,١	٨,٣
١٩٩٢	٧٢,٠	٤,٣
١٩٩٣	٧٧,٥	٧,٦
١٩٩٤	٨١,٢	٤,٨
١٩٩٥	٨٠,٥	٠,٨-
١٩٩٦	٨٤,٦	٥,٠
١٩٩٧	٩١,٧	٨,٣
١٩٩٨	١٠٢,٢	١١,٥
١٩٩٩	١٣٣,٨	٣٠,٩
٢٠٠٠	١٣٧,٧	٢,٩
٢٠٠١	١٤٦,٢	٦,٢
٢٠٠٢	١٥١,٤	٣,٤
٢٠٠٣	١٥٩,٣	٥,٤
٢٠٠٤ ^(٥)	١٧٠,٢	٦,٨
٢٠٠٥	١٨١,٠	٦,٣

المصدر :

- ١- الجهاز المركزي للإحصاء ومجلس التخطيط، المجموعة الإحصائية السنوية، الأعداد من يوليو ١٩٩٣ إلى أكتوبر ١٩٩٩.
 - ٢- ملف الخليج الإحصائي ٢٠٠٥، مرجع سبق ذكره، ص ١٩٨.
 - ٣- نظام الشافعي وحسن المهندي، مرجع سبق ذكره، ص ١٤١.
 - ٤- المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، بيانات إحصائية غير منشورة، الدوحة، ٢٠٠٦.
- (*) البيانات تقديرية.
ومعدل التغير السنوي من حساب الباحثة.

١ - الزيادة المتتالية في كميات المياه المستهلكة والتي تحطت حاجز المليون متر مكعب منذ عام ١٩٩٨، حيث بلغت كميتها ١٠٢,٢ مليون متر مكعب، بمعدل تغير سنوي ١١,٥٪. ولقد كان لمعدل التغير السنوي البالغ نحو ٣١٪ أثره في زيادة كمية المياه المستهلكة بين عامي ١٩٩٨ و ١٩٩٩ حيث بلغت ٣١,٦ مليون متر مكعب.

٢ - شهد النصف الأول من العقد الأول من القرن ٢١ قفزات في استهلاك المياه بدأت قليلة حتى عام ٢٠٠٣ عندما استهلكت كمية مياه بلغت ١٥٩,٣ مليون متر مكعب، وانتهت باستهلاك كمية مياه كبيرة بلغت نحو ١٨١ مليون متر مكعب عام ٢٠٠٥، وقد ارتفع معدل التغير السنوي بين هذين العامين إلى ١٣,٦٪.



شكل رقم (٥)

تطور استهلاك المياه في قطر للفترة من ١٩٩٠-٢٠٠٥

٣ - يلاحظ تأثر معدلات التغير السنوي لكميات المياه المستهلكة بالوضع

الاقتصادي لقطر، وخاصة في عام ١٩٩٥، عندما بلغ ذلك المعدل - ٠,٨٪ أي أن هناك تراجعاً في استهلاك المياه بين هذا العام و عام ١٩٩٤ الذي ارتفع فيه مقدار العجز في الميزانية القطرية إلى ٩٥٣,٣ مليون دولار، مما اضطر الدولة إلى قصر الإنفاق وترشيده^(٢٤). وقد عاود المعدل ارتفاعه منذ عام ٢٠٠٣، حيث بلغ ٦,٣٪ عام ٢٠٠٥، بعد أن حقق معدل الناتج المحلي الإجمالي نمواً قدره ٣,٣٪ مقارنة بعام ٢٠٠٤^(٢٥).

وبالرغم من زيادة الطلب على المياه وارتفاع الكميات المستهلكة في قطر، إلا أن هذا الاستهلاك لم يزد عن ٤,٨٪ من جملة المياه المستهلكة في جميع الدول الخليجية خلال الفترة من عام ١٩٩٠ إلى ٢٠٠٤، مما يؤكد لنا ضخامة استهلاك المياه في الدول الأخرى وخاصة السعودية والإمارات^(٢٦).

وتبين البيانات الصادرة من إدارة البحوث الزراعية والمائية، أن هناك ارتفاعاً في كمية المياه الجوفية المستهلكة في الشرب والصناعة، وخاصة خلال النصف الثاني من التسعينيات، حيث كان ٢٢٪ من إجمالي المياه الجوفية عام ١٩٩٨ يوجه للشرب والصناعة، ومنذ عام ٢٠٠٠ انخفض ذلك الاستهلاك إلى نحو ١٪^(٢٧). ويؤكد لنا انخفاض كمية المياه الجوفية المستهلكة في القطاعات غير الزراعية، الاعتماد شبه الكامل لهذه القطاعات على مياه التحلية.

٢- استهلاك المياه حسب القطاعات :

وتباين القطاعات المستهلكة للمياه بين المنزلي والتجاري والحكومي والصناعي، وتدمج المياه المستخدمة في القطاعات الثلاثة الأولى تحت

(٢٤) النشرة الاقتصادية، العدد ٩، مجلس التعاون لدول الخليج العربية، ١٩٩٤، ص ص ٤٤-٤٥ .

(٢٥) جريدة الراية، العدد ٨٨٠٠، ١١ يونيو ٢٠٠٦ .

(٢٦) ملف الخليج الإحصائي ٢٠٠٥، مرجع سبق ذكره، ص ١٩٨ .

(٢٧) إدارة البحوث الزراعية والمائية، الميزان المائي لحوض الماء الجوفي بدولة قطر حتى ٢٠٠٤،

بيانات غير منشورة، الدوحة، ٢٠٠٦ .

مسمى المياه المستخدمة في القطاع المدني^(٢٨). ومن خلال الجدول رقم (٦) والشكل رقم (٦) يتضح ما يأتي :

- ١ - اتجهت كميات المياه المستهلكة في القطاع المدني نحو الانخفاض التدريجي في نسبتها حتى منتصف التسعينيات، فبعد أن كانت تمثل ٨٩,٥٪ من إجمالي المياه المستهلكة عام ١٩٩٠ أصبحت ٨٩٪ عام ١٩٩٤ .
- ٢ - قابل ذلك الانخفاض ارتفاع في كميات المياه المستهلكة في القطاع الصناعي، فقد ارتفعت نسبتها من ١٠,٥٪ عام ١٩٩٠ إلى ١١٪ عام ١٩٩٤ . ولعل في تشجيع الدولة للقطاع الصناعي والاستثمار فيه خلال النصف الأول من التسعينيات أثره في ذلك
- ٣ - حدثت طفرة في ارتفاع كمية المياه المستهلكة في القطاع المدني منذ عام ١٩٩٥، حيث قفزت نسبتها إلى ٩٧,٨٪ من إجمالي كميات المياه المستهلكة. وقد ظل هذا القطاع مستحوذاً على ما يزيد عن ٩٠٪ من كميات المياه المستهلكة بصورة متذبذبة ومتبادلة مع القطاع الصناعي .
- ٤ - إن الانخفاض في كميات المياه المستهلكة في القطاع المدني بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠٠٢ إنما يعود إلى وجود كميات كبيرة من المياه تراوحت كمياتها بين ٤٨,٢ مليون متر مكعب و ٥٦,٥ مليون متر مكعب خلال العامين، لم تسجل ضمن الاستهلاك في الاستخدامات المختلفة، لانعدام تحصيل الرسوم عليها، وغالباً تم استخدامها في ري الحدائق العامة والتشجير واستخدام بعض الفئات المعفية من الرسوم، وقد تراوحت نسبة الفاقد في هذه^(٢٩) المياه بين ٣٥٪ و ٣٥,٢٪. ولعل هذا يفسر لنا انخفاض المياه المستهلكة في القطاع المدني إلى نحو ثلثي كمية المياه المستهلكة بما فيها كمية الفاقد .

(٢٨) عبدالله صادق بازرعة وشميم أحمد نبي، التغير في أنماط استخدام المياه في دولة قطر وطرق المحافظة عليها، ندوة قضايا التغير في المجتمع القطري خلال القرن العشرين، الجزء الأول، مركز الوثائق والدراسات الإنسانية، جامعة قطر، ١٩٨٩، ص ص ١٥٣-١٥٤ .

(٢٩) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، كميات المياه المستهلكة حسب القطاع بين أعوام ٢٠٠٠ و ٢٠٠٢، بيانات غير منشورة، الدوحة، ٢٠٠٦ .

جدول رقم (٦)

تطور استهلاك المياه حسب القطاع في قطر خلال الفترة من ١٩٩٠-٢٠٠٢

(مليون متر مكعب)

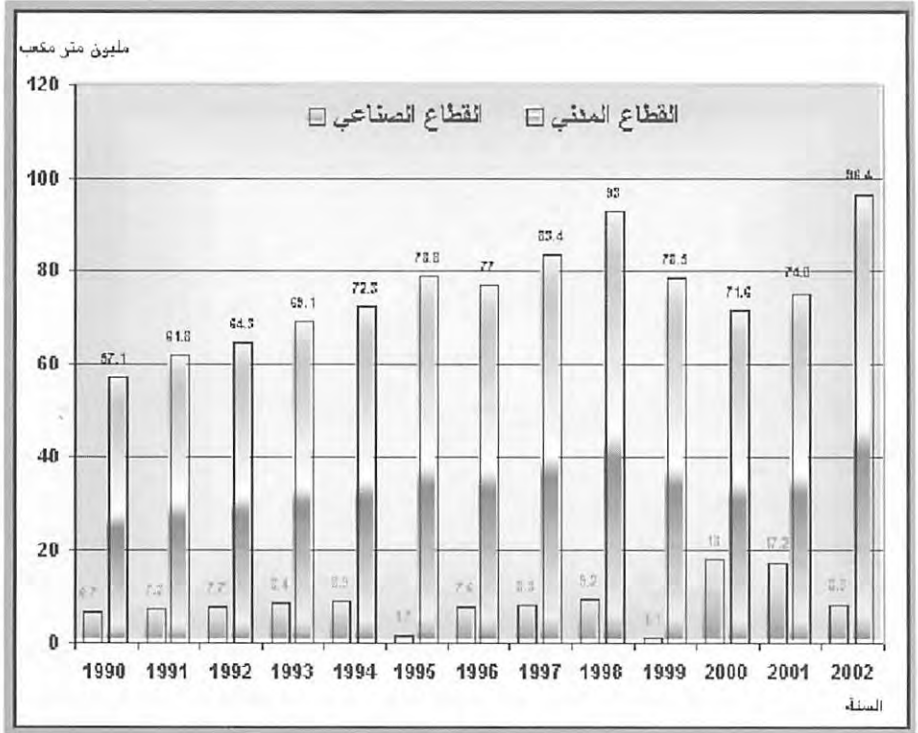
إجمالي المياه المستهلكة	القطاع الصناعي		القطاع المدني		السنة
	%	الكمية	%	الكمية	
٦٣,٨	١٠,٥	٦,٧	٨٩,٥	٥٧,١	١٩٩٠
٦٩,١	١٠,٦	٧,٣	٨٩,٤	٦١,٨	١٩٩١
٧٢,٠	١٠,٧	٧,٧	٨٩,٣	٦٤,٣	١٩٩٢
٧٧,٥	١٠,٩	٨,٤	٨٩,١	٦٩,١	١٩٩٣
٨١,٢	١١,٠	٨,٩	٨٩,٠	٧٢,٣	١٩٩٤
٨٠,٥	٢,٢	١,٧	٩٧,٨	٧٨,٨	١٩٩٥
٨٤,٦	٩,٠	٧,٦	٩١,٠	٧٧,٠	١٩٩٦
٩١,٧	٩,٠	٨,٣	٩١,٠	٨٣,٤	١٩٩٧
١٠٢,٢	٩,٠	٩,٢	٩١,٠	٩٣,٠	١٩٩٨
(٢) ١٣٣,٨	٠,٨	١,١	٩٩,٢	٧٨,٥	١٩٩٩
(٢) ١٣٧,٧	تم دمج الصناعي والتجاري معاً	١٨,٠	٥٢,٠	(١) ٧١,٦	٢٠٠٠
(٢) ١٤٦,٢		١٧,٢	٥١,٠	(١) ٧٤,٨	٢٠٠١
(٢) ١٥١,٢	٥,٥	٨,٣	٥٧,١	٨٦,٤	٢٠٠٢

المصدر :

مصدر الجدول رقم (٦). والنسب من حساب الباحثة.

(١) الكمية المستهلكة داخل القطاع المدني للاستخدام المنزلي والحكومي فقط.

(٢) هناك كمية فاقد في المياه بنسبة ٣٥٪ لاستخدامات غير محسوبة في الاستهلاك لانعدام تحصيل الرسوم عليها.



شكل رقم (٦)

تطور استهلاك المياه حسب القطاع في قطر للفترة ١٩٩٠-٢٠٠٢

وبالنظر إلى توزيع كميات المياه المستهلكة حسب نوعها في القطاع المدني، فإننا نجد أن الاستخدام المنزلي يستحوذ على نحو ثلثي تلك الكميات بنسبة لم تقل عن ٧٠٪ خلال الفترة من عام ١٩٩٠ إلى ١٩٩٩ كما في الجدول رقم (٧). ويحتل الاستخدام الحكومي - الوزارات والمؤسسات الحكومية المختلفة - المركز الثاني من حيث كمية المياه المستهلكة في القطاع المدني بنسبة ظلت مرتفعة حتى عام ١٩٩٤، حيث بلغت ١٩,٣٪ من إجمالي كمية المياه المستخدمة في هذا القطاع، ثم انخفضت بعد ذلك إلى ١٠,٧٪ عام ١٩٩٩، وإلى ٢,٧٪ عام ٢٠٠١ بسبب تحول جزء منه إلى القطاع الخاص ومحدودية ساعات استهلاك المياه به.

يأتي الاستخدام التجاري للمياه تالياً للاستخدامين المنزلي والحكومي في قطر، وبعد أن كانت نسبة هذا الاستخدام منخفضة، اتجهت نحو الزيادة منذ عام ١٩٩٥ حيث كانت نحو ٢١٪، ثم انخفضت بعد ذلك وإن ظلت مرتفعة، وقد كان للنمو الاقتصادي الذي تعيشه قطر أثره في بناء العديد من المجمعات التجارية الكبيرة، مما ترتب عليه زيادة في استهلاك المياه بها.

جدول رقم (٧)

تطور كميات المياه المستهلكة في القطاع المدني حسب النوع في قطر
(مليون متر مكعب)

مجموع القطاع المدني	الاستخدام الحكومي		الاستخدام المنزلي		الاستخدام التجاري		السنة
	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	%	
٥٧,١	١٠,٤	١٨,٢	٧٢,٧	٤١,٥	٩,١	٥,٢	١٩٩٠
٦١,٧	١١,٤	١٨,٥	٧٢,٣	٤٤,٦	٩,٢	٥,٧	١٩٩١
٦٤,٤	١٢,١	١٨,٨	٧١,٧	٤٦,٢	٩,٥	٦,١	١٩٩٢
٦٩,٠	١٣,١	١٩,٠	٧١,٦	٤٩,٤	٩,٤	٦,٥	١٩٩٣
٧٢,٣	١٣,٩	١٩,٣	٧١,٢	٥١,٤	٩,٦	٦,٩	١٩٩٤
٧٨,٨	١١,٢	١٤,٢	٦٤,٨	٥١,١	٢٠,٩	١٦,٥	١٩٩٥
٧٦,٩	١١,٨	١٥,٣	٧٠,٤	٥٤,١	١٤,٣	١١,٠	١٩٩٦
٨٣,٤	١٢,٨	١٥,٣	٧٠,٤	٥٨,٧	١٤,٣	١١,٩	١٩٩٧
٩٣,٠	١٤,٣	١٥,٤	٧٠,٣	٦٥,٤	١٤,٣	١٣,٣	١٩٩٨
٧٨,٥	٨,٤	١٠,٧	٧٠,٧	٥٥,٥	١٨,٦	١٤,٦	١٩٩٩
٧١,٦	٤,٣	٣,١	٩٣,٩	٦٧,٣	ادمج الاستخدامين التجاري والصناعي		٢٠٠٠
٧٤,٨	٣,٩	٢,٧	٩٤,٨	٧٠,٩			٢٠٠١
٨٦,٤	٣,٤	٣,٩	٨٥,٥	٧٣,٩	١٠,٥	٩,١	٢٠٠٢

المصدر : مصدر الجدول رقم (٦) والنسب من حساب الباحثة.

٣- استهلاك المياه في الاستخدام المنزلي :

من البديهي أن يؤثر النمو الديموغرافي للسكان على كميات المياه المطلوبة لاستخداماتهم المتنوعة في داخل منازلهم. وتعتبر نسبة استهلاك المياه في قطر للاستخدام المنزلي عالية جداً إذا ما قورنت بالمعدلات العالمية، حيث أنها تشكل في الولايات المتحدة ٤٥٪ من إجمالي استخدام المياه في الأغراض المدنية^(٣٠)، مما يمثل ضغطاً أكبر على الموارد المائية، باعتبار الدولة فقيرة جداً في مصادرها المائية. ومن خلال الجدول رقم (٨) والشكل رقم (٧) يتبين ما يأتي :

جدول رقم (٨)

تطور استهلاك المياه في الاستخدام المنزلي في قطر

(مليون متر مكعب)

السنة	الكمية	%	مجموع القطاع المدني
١٩٩٠	٤١,٥	٧٢,٧	٥٧,١
١٩٩١	٤٤,٦	٧٢,٣	٦١,٧
١٩٩٢	٤٦,٢	٧١,٧	٦٤,٤
١٩٩٣	٤٩,٤	٧١,٦	٦٩,٠
١٩٩٤	٥١,٤	٧١,٢	٧٢,٣
١٩٩٥	٥١,١	٦٤,٨	٧٨,٨
١٩٩٦	٥٤,١	٧٠,٤	٧٦,٩
١٩٩٧	٥٨,٧	٧٠,٤	٨٣,٤
١٩٩٨	٦٥,٤	٧٠,٣	٩٣,٠

(٣٠) عبدالله صادق بازرعة وشميم أحمد نبي، مرجع سبق ذكره، ص ١٥٩ .

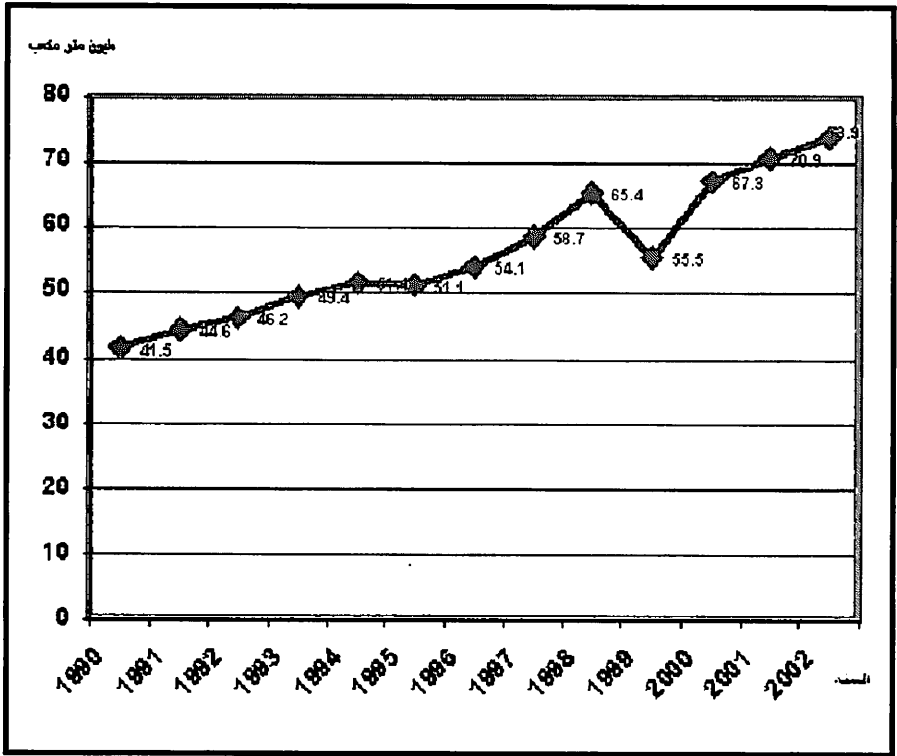
(تابع) جدول رقم (٨)

(مليون متر مكعب)

السنة	الكمية	%	مجموع القطاع المدني
١٩٩٩	٥٥,٥	٧٠,٧	٧٨,٥
٢٠٠٠	٦٧,٣	٩٣,٩	٧١,٦
٢٠٠١	٧٠,٩	٩٤,٨	٧٤,٨
٢٠٠٢	٧٣,٩	٨٥,٥	٨٦,٤

المصدر : مصدر الجدول رقم (٦).

١ - تتضح العلاقة الطردية بين عدد السكان وكميات المياه المستهلكة في الاستخدام المنزلي، فبعد أن كانت كمية المياه المستهلكة ٤١,٥ مليون متر مكعب عام ١٩٩٠، أصبحت ٦٧,٣ مليون متر مكعب عام ٢٠٠٠، وأصبحت نحو ٧٤ مليون متر مكعب عام ٢٠٠٢، بل إنها قفزت إلى ٨٣ مليون متر مكعب عام ٢٠٠٥ حسب بيانات كهرباء، أي أنها تضاعفت خلال خمسة عشر سنة.



شكل رقم (٧)
تطور استهلاك المياه في الاستخدام المنزلي في قطر

- ٢ - ترتفع نسبة المياه المستهلكة في الاستخدام المنزلي، إلى أكثر من ٧٠٪ خلال الفترة من عام ١٩٩٠ إلى ١٩٩٩، ثم ارتفعت نسبتها إلى أكثر من ٩٤٪ بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠٠١، ولعل هذا يعود إلى عدم تحديد الاستخدامات حسب القطاعات بدقة، إضافة إلى وجود كميات غير محددة الاستخدامات، لانعدام تحصيل رسوم عليها كما سبق وأشرنا.
- ٣ - في الوقت الذي ارتفعت فيه كمية المياه المستهلكة في الاستخدام المنزلي بصورة متتالية، إلا أن نسبتها من إجمالي المياه المستهلكة بصورة عامة قد انخفضت إلى ٤٦٪ عام ٢٠٠٥، نظير ارتفاع نسبة الاستخدامين التجاري والحكومي بحسب تقارير كهرباء غير المنشورة.

ويرتبط بدراسة المياه المستهلكة في الاستخدام المنزلي في قطر، التطرق إلى عدد المستهلكين للمياه ونصيب الفرد من المياه.

أ - عدد المستهلكين :

هناك علاقة قوية بين زيادة استهلاك المياه وعدد المستهلكين . ومن خلال البيانات المتوافرة للفترة من ١٩٧١ - ٢٠٠٥ في الجدول رقم (٩) نجد أن هناك نمواً مستمراً في عدد المستهلكين للمياه صاحب نمو السكان بصورة عامة . فقد كان عدد المستهلكين ٩٥٠٠ مستهلك عام ١٩٧١ ، ارتفع إلى ١٣ ألف مستهلك عام ١٩٧٥ بمعدل نمو بلغ ٣٦,٨٪ خلال هذه السنوات الأربع . ويوضح لنا العقد منذ ١٩٧٥ إلى ١٩٨٥ زيادة في عدد المستهلكين للمياه ، حيث تضاعف عددهم بأكثر من ثلاث مرات ونصف ليبلغوا ٤٩٨٠٠ مستهلك عام ١٩٨٥ ، مسجلين بهذه الزيادة معدلاً عالياً في النمو بلغ ٢٨٣,١٪.

جدول رقم (٩)

تطور عدد مستهلكي المياه ومعدل نموهم في قطر

السنة	عدد مستهلكي المياه	معدل النمو %
١٩٧١	٩٥٠٠	-
١٩٧٥	١٣٠٠٠	٣٦,٨
١٩٨٥	٤٩٨٠٠	٢٨٣,١
١٩٩٥	٧٨٧٧٥	٥٨,٢
١٩٩٦	٨٢١٧٧	٤,٣
١٩٩٧	٨٤٦٠٠	٢,٩
١٩٩٨	٨٩٨١١	٦,٢
١٩٩٩	٩٣٨٣٠	٤,٥

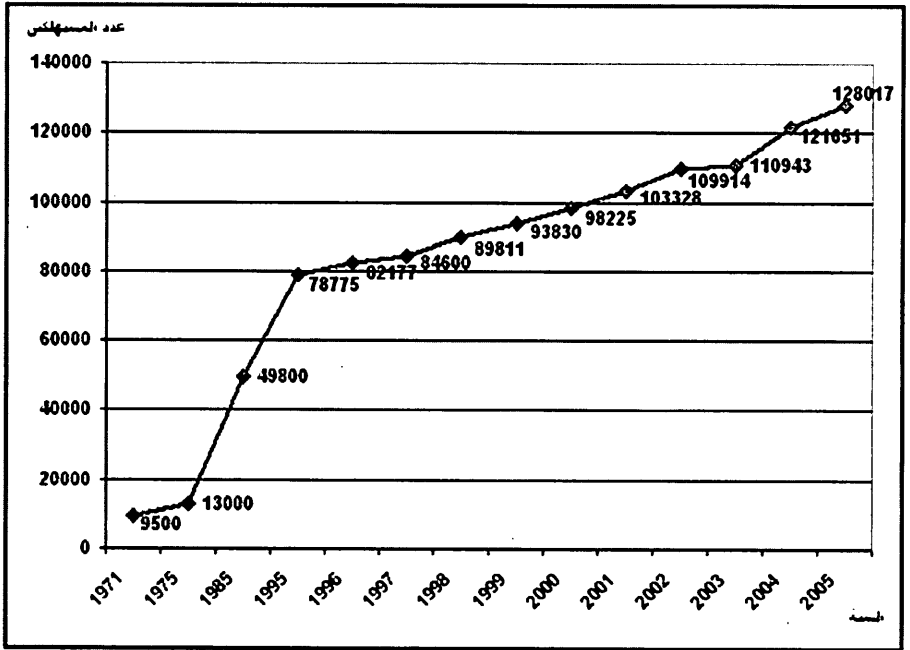
(تابع) جدول رقم (٩)

السنة	عدد مستهلكي المياه	معدل النمو %
٢٠٠٠	٩٨٢٢٥	٤,٧
٢٠٠١	١٠٣٣٢٨	٥,٢
٢٠٠٢	١٠٩٩١٤	٦,٤
٢٠٠٣	١١٠٩٤٣	٠,٩
٢٠٠٤	١٢١٦٥١	٩,٧
٢٠٠٥	١٢٨٠١٧	٥,٢

١ - Qatar General Electricity & Corporation, op. cit. p. 62.

المصدر :

ومعدل النمو من حساب الباحثة.



شكل رقم (٨)

تطور عدد مستهلكي المياه في قطر للفترة ١٩٧١-٢٠٠٥

استمر عدد المستهلكين في الارتفاع كما في الشكل رقم (٨) ليصل عددهم إلى ٩٨٢٢٥ مستهلكاً عام ٢٠٠٠، ثم ١٢٨٠١٧ مستهلكاً عام ٢٠٠٥، وذلك من خلال معدل نمو انخفض كثيراً عما قبل، وأصبح يتراوح بين ٠,٩٪ عام ٢٠٠٣ و ٦,٤٪ عام ٢٠٠٢ للفترة من ١٩٩٦ إلى ٢٠٠٥.

ب - استهلاك الفرد للمياه :

يقدر احتياج الفرد من المياه للاستخدام المباشر بما يتراوح بين ٢٠٠ إلى ٥٠٠ لتر^(*) يومياً. ومن خلال توزيع هذه الكمية على احتياجات الفرد، وجد أن ٨٥٪ منها يذهب في الاستحمام وطرده الفضلات، وما تبقى منها للشرب وإعداد الطعام والنظافة الأساسية^(٣١). وقد استمر معدل استهلاك الفرد من المياه في الارتفاع كما يبين الجدول رقم (١٠) والشكل رقم (٩)، حيث بلغ ٤٩٨ لتراً (١٨٢ متراً مكعباً) عام ١٩٩٠، ارتفع إلى ٥٢٨ لتراً (١٩٣ متراً مكعباً) عام ١٩٩٥، ونتيجة لعدد من العوامل - التي سيأتي ذكرها - ارتفع معدل استهلاكه إلى ٦٣٠ لتراً (٢٣٠ متراً مكعباً) عام ٢٠٠٠، ليصل إلى ٦٧٦ لتراً (٢٤٧ متراً مكعباً) عام ٢٠٠٥^(٣٢). وتدخل قطر بهذا الاستهلاك ضمن معدلات الاستهلاك الأعلى بين دول العالم رغم ضآلة نصيب الفرد من المياه^(٣٣).

(*) المتر المكعب = ١٠٠٠ لتر.

(٣١) حسن البنا سعد فتح، تكنولوجيا تحلية المياه، الدار الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠١، ص ٥٠.

(٣٢) Qatar General Electricity & Water Corporation, op.cit, P. 37.

(٣٣) إبراهيم بن محمد الفقي، مرجع سبق ذكره، ص ٢٥٢.

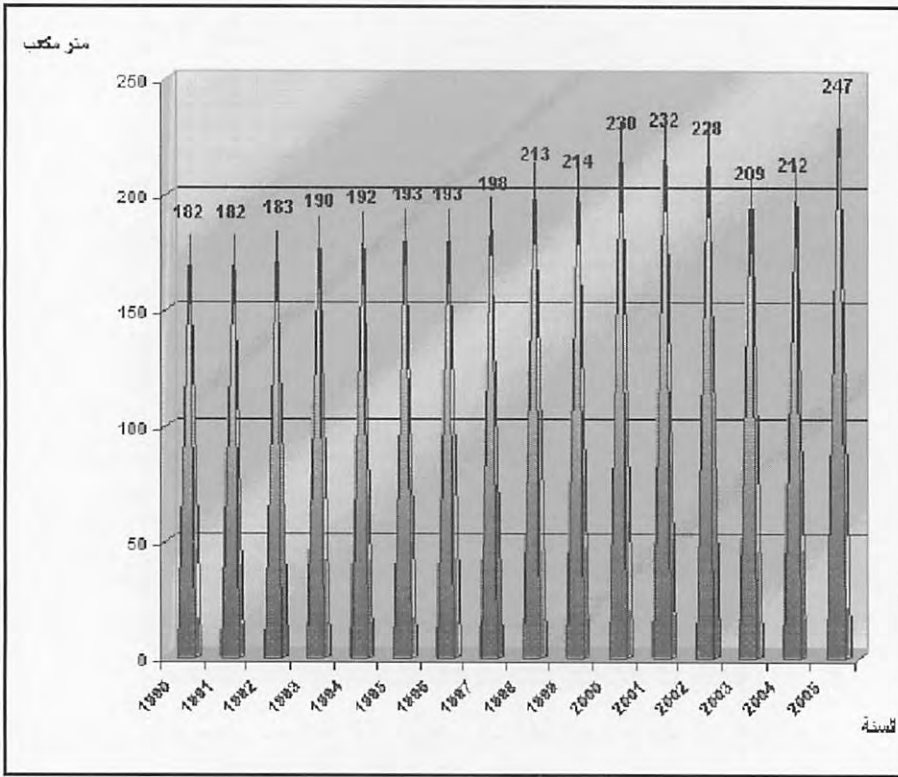
جدول رقم (١٠)
تطور معدل استهلاك الفرد من المياه في قطر
(متر مكعب)

السنة	معدل الاستهلاك
١٩٩٠	١٨٢
١٩٩١	١٨٢
١٩٩٢	١٨٣
١٩٩٣	١٩٠
١٩٩٤	١٩٢
١٩٩٥	١٩٣
١٩٩٦	١٩٣
١٩٩٧	١٩٨
١٩٩٨	٢١٣
١٩٩٩	٢١٤
٢٠٠٠	٢٣٠
٢٠٠١	٢٣٢
٢٠٠٢	٢٢٨
٢٠٠٣	٢٠٩
٢٠٠٤	٢١٢
٢٠٠٥	٢٤٧

المصدر : المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء،
تطور استهلاك الفرد من المياه في قطر، الدوحة، ٢٠٠٦.

ويقودنا هذا الارتفاع الكبير والخطير في معدلات استهلاك الأفراد من المياه المحلاة إلى المقارنة بينها وبين نصيب الفرد من مياه الآبار، حيث لم يزد نصيبه

على ٥,٥ لتر (٢ متر مكعب) عام ٢٠٠٥^(٣٤). ولعل هذا دليل قاطع على ما تتكبده قطر من نفقات هائلة في سبيل تزويد سكانها بحاجتهم من المياه الصالحة للشرب أو الاستخدامات الأخرى.



شكل رقم (٩)

تطور معدل استهلاك الفرد من المياه في قطر للفترة ١٩٩٠-٢٠٠٥

(٣٤) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، تقرير إحصائي مقدم للإسكوا، بيانات غير منشورة، الدوحة، ٢٠٠٦.

رابعاً : العوامل المؤثرة في استهلاك المياه :

يتأثر معدل استهلاك الفرد للمياه بمجموعة من العوامل التي لها دور كبير في زيادة معدلات الاستهلاك في قطر، خاصة في القطاع المدني، وعلى رأسه يأتي الاستخدام المنزلي. ومن أهم العوامل ما يأتي :

١- دخل الفرد ومستوى المعيشة :

يؤدي ارتفاع الدخل إلى ارتفاع معدلات الاستهلاك المنزلي للمياه، فمن المعروف أن هناك زيادة في استهلاك المياه في المجتمعات الغنية عنها في المجتمعات الفقيرة. ويتفوق مستوى المعيشة في أثره على استهلاك الفرد للمياه من مجرد الزيادة السكانية^(٣٥). ولقد أدت العائدات البترولية إلى تحسن مستويات الدخل الفردية في قطر، حيث تضاعف متوسط دخل الفرد بنحو تسع مرات في النصف الأول من السبعينيات، فبعد أن كان ١٤٣٢ دولاراً عام ١٩٧٠ بلغ ١٣٨٨٢ دولاراً عام ١٩٧٥^(٣٦).

واستمرت العلاقة واضحة بين عائدات البترول ومتوسط نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي، فأصبحت قطر ثاني دولة في العالم من حيث متوسط نصيب الفرد الذي بلغ ١٥٠٥٠ دولاراً عام ١٩٨٠. وعلى الرغم من استمرار ارتفاع نصيب الفرد إلى ١٧٤١٧ دولار عام ١٩٩٠، إلا أن ما طرأ من عجز على ميزانيتها في النصف الأول من التسعينيات أدى إلى انخفاض نصيب الفرد إلى ١٦٤٥٠ دولاراً عام ١٩٩٥. وبعودة أسعار البترول نحو الارتفاع، تخلصت

(٣٥) عبد الإله أبو عياش، النمو الحضري والموارد المائية في الكويت، الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية، المجلد الثالث، جامعة الكويت، ١٩٨٢، ص ١٨.

(٣٦) ناصر عبدالرحمن فخر، سكان الساحل الغربي للخليج العربي (دراسة جغرافية)، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة، ١٩٨٤، ص ١٦٨.

قطر من حقبة الركود الاقتصادي التي عاشتها، وارتفع نصيب الفرد مرة أخرى إلى ٣٠٢٠٥ دولاراً و ٣٨٢٣٩ دولاراً عامي ٢٠٠٠ و ٢٠٠٤ على الترتيب.

ومن أبرز النتائج المباشرة لارتفاع مستويات الدخل، تكون وانتشار نمط استهلاكي جديد يتسم بالإسراف الشديد. وارتباط ارتفاع مستويات المعيشة بالنزعة الاستهلاكية، يؤدي إلى ارتفاع الطلب على المياه حيث وجدت علاقة طردية بين متوسط دخل الفرد ومتوسط نصيبه في الاستثمارات التي تهدف إلى تنمية مصادر المياه^(٣٧)، وقد اتضح ذلك في اطراد إنتاج المياه واستهلاكها، خاصة أنها توزع مجاناً للمواطنين. كما ويكثر استخدام الأدوات المنزلية الحديثة، التي تفتقر للكفاءة في استخدام المياه، ليس في قطر وحدها وإنما في جميع الدول الخليجية، التي لا تمثل فيها الكفاءة المائية أولوية عليا.

٢- النمو الحضري :

كان الحصول على المياه وتوفيرها في الماضي من أبرز العوامل الجغرافية المحددة لمواضع المراكز العمرانية، أما في الحاضر فإن توفيرها يعد عاملاً مؤثراً في نمو واتساع أحجام المراكز العمرانية وخاصة الحضرية^(٣٨)، بسبب سهولة إيصال المياه إلى تلك المراكز من مناطق بعيدة عن أماكن إنتاجها. وينطبق هذا الحال على قطر، التي شهدت نمواً حضرياً يتسم بمعدلاته العالية من

Widstrand, C., Water Conflicts and Research Priorities, Pergamon Press, London, (٣٧) 1980, P. 4.

(٣٨) لمزيد من التفصيل انظر :

أ - أحمد علي إسماعيل، دراسات في جغرافية المدن، الطبعة الرابعة، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة، ١٩٨٨، ص ٢٥٧ .

ب - فتحي محمد أبو عيانة، جغرافية العمران، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩١، ص ١٤٩ .

ج - Hudson, F. S., A Geography of Settlements, Macdonald and Evans Ltd, London, 1976, P. 41.

حيث الحجم والسرعة، لارتباط عملية التحضر بمشاريع التنمية المختلفة الممولة بالإنفاق البترولي الضخم. وقد تجلّى نمو السكان الحضر منذ الستينيات، عندما بلغ معدل النمو السنوي لهم ١١,٣٪ خلال الفترة ١٩٦٥ - ١٩٧٥، ثم أصبح ٨,٢٪ من ١٩٧٥ - ١٩٨٦، واستمر في هذه الحدود حتى تعداد ٢٠٠٤، ولاشك أن هذه المعدلات مرتفعة جداً، وتعود إلى عامل الهجرة بشقيها الخارجية وهي ذات الحجم الأكبر، والداخلية والتي تمثل رافداً لا يمكن الاستهانة به في زيادة النمو الحضري. وقد ارتفعت نسبة السكان الحضر من ٥٠٪ عام ١٩٥٠ إلى ٨٦,٨٪ عام ١٩٧٠، وبانخفاض قليل في عام ١٩٨٦، حيث وصلت إلى ٨٢,٨٪، ثم عاودت الارتفاع إلى ٨٤,٦٪ عام ١٩٩٧، وبدخول عام ٢٠٠٠ أصبحت ٩١,٨٪، وارتفعت إلى ٩٣٪ عام ٢٠٠٤^(٣٩).

أدى ارتفاع معدل النمو السكاني المتمركز في المناطق الحضرية، وتسارع الأنشطة المختلفة تحت مظلة التنمية المستدامة في قطر خلال العشرين سنة الأخيرة، إلى تزايد استهلاك المياه، خاصة مع تحول وظائف المدن من كونها مناطق لتجمع السكان إلى مدن ذات وظائف اقتصادية، وذلك بتغير أنشطتها نحو التنمية الاقتصادية والصناعية والخدمية، كما هو الحال في الدوحة والخور - مدينة رأس لفان الصناعية - مما يلقي بتبعات أكبر على الدولة التي توسعت في الإنفاق على مرافق البنية الأساسية، ومنها تحسين مستوى الخدمات في قطاع المياه.

(٣٩) لمزيد من التفصيل انظر :

- أ - محمد علي الكبيسي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص ١١ .
- ب - نورة يوسف الكواري، توزيع السكان والهيمنة الحضرية كمحددات للتنمية في قطر، المركز الديموجرافي، القاهرة، ٢٠٠٢، ص ١٣ .
- ج - تقرير التنمية البشرية للعام ٢٠٠٤، برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، بيروت، ٢٠٠٤، ص

. ١٥٢

٣- المسكن :

تؤثر ظاهرة التجديد في المجتمع القطري والمرتبة على التراكم العددي في قاعدة الهرم السكاني للقطريين - نتيجة بقاء معدلات الخصوبة الكلية مرتفعة إلى ٣,٩٪ عام ٢٠٠٤ - في زيادة عدد الوحدات السكنية بشكل كبير، خاصة مع تحول الأسرة من النمط الممتد إلى النمط النووي، مما يؤدي بالتالي إلى زيادة استهلاك المياه وخاصة لدى القطريين الذين يتميزون بالأسر ذات الحجم الكبير الذي لا يقل متوسطه عن ٨,٥ شخص.

ويعتبر مستوى الدخل وحجم الأسرة من ضمن مجموعة متغيرات تؤثر في سوق السكن في أي مكان، وذلك لعلاقة السكن بالمستويات الاجتماعية والاقتصادية والديموغرافية^(٤٠). ونتيجة لذلك فقد ترتب على الزيادة السكانية زيادة في عدد المباني السكنية من ٤٩٥٩٠ مبنى عام ١٩٨٦، إلى ٧٧٥٨٤ مبنى عام ٢٠٠٤، بنسبة بلغت ٨٩٪ و ٨٦,٤٪ من إجمالي المباني المكتملة في قطر. وجاءت بلديات الريان وأم صلال في المركز الأول بالنسبة لمعدل التغير في المباني السكنية بين عامي ١٩٨٦ و ١٩٩٧، حيث حققتا ٦٢٪. أما بالنسبة للفترة من ١٩٩٧ و ٢٠٠٤ فإن بلدية الخور كان لها النصيب الأول بمعدل تغير بلغ ٤٧٪. ولعل في توجه سياسة الدولة نحو إعادة التوازن بين البلديات في توزيع السكان، أثره في منح أراضي للقطريين في تلك البلديات، مما أثر على ارتفاع عدد المباني السكنية بها.

(٤٠) لمزيد من التفصيل انظر :

Dynarski, M., Residential Attachment and Housing Demand, Urban Studies, - أ
Vol. 23, 1986, PP. 12 - 17.

ب - عبدالرسول علي الموسى، الإسكان ومفهوم التخطيط الإسكاني، الأنجلو المصرية،
القاهرة، ١٩٨٢، ص ص ١٦٦-١٧٢ .

وقد تنوعت الوحدات السكنية وتغيرت أشكالها من مساكن تقليدية إلى فيلات وقصور وعمارات، فقد ارتفعت أعداد القصور والفيلات من ١٢٩٤١ وحدة سكنية عام ١٩٨٦ بنسبة ٢٠,١٪ من إجمالي عدد الوحدات السكنية، إلى ٢٩٤٠٩ قصرًا وفيلاتًا بنسبة ٣٨٪ من المباني السكنية عام ٢٠٠٤. وإذا علمنا أن هذا النوع من الوحدات السكنية يمثل ما يزيد عن ثلث المساكن المتصلة بشبكة المياه بنسبة ٣٦,١٪ و ٤١,٧٪ عامي ١٩٩٧ و ٢٠٠٤ كما في الجدول رقم (١١)، وأن هذه القصور والفيلات تستهلك من المياه ما يتراوح بين ٣,٥ متر مكعب / اليوم للفيلات المتوسطة المساحة ١٠٠٠ متر مربع، وعدد سكان ٩ أفراد، و ٢٠ مترًا مكعبًا / اليوم للقصر الواحد بمساحة ٥٠٠٠ متر مربع وعدد سكان يصل إلى ٢٠ فرداً^(٤١)، فإن كمية المياه المستهلكة في ارتفاع متزايد خاصة أن دولة قطر مستمرة في عملية دعم مشاريع الإسكان لكبار الموظفين، حيث بلغ عدد المنتفعين من مشروع إسكان كبار الموظفين ٢١٤٧ منتفعاً عام ٢٠٠٥^(٤٢). وتمتع جميع مساكن كبار الموظفين والقصور بخدمات تساهم في هدر الكثير من المياه في ظل نمط الاستهلاك الترفي.

(٤١) سارة محمد الزمان، جغرافية الخدمات في دولة قطر، مرجع سبق ذكره، ص ص ٢٢٨-٢٣٠.

(٤٢) مقابلة مع مدير إدارة القروض العقارية، جريدة الراية، العدد (٨٧٧٩)، ٢١ مايو ٢٠٠٦.

جدول رقم (١١)

التوزيع النسبي للمساكن المتصلة بشبكة المياه حسب نوع المبنى ١٩٩٧ و ٢٠٠٤

٢٠٠٤		١٩٩٧		نوع المبنى
%	العدد	%	العدد	
٤١,٧	٢٧٤٧٦	٣٦,١	١٩٢٦٠	قصر أو فيلا
٣٣,٨	٢٢٢٥٥	٤١,٦	٢٢٢٤٦	بيت عربي / شعبي
٥,٧	٣٧٦٠	٥,٤	٢٩٠١	مبنى إضافي
٨,١	٥٣٦٩	٦,٦	٣٥٤٥	عمارة
١٠,٦	٦٩٩٠	٧,١	٣٨١٨	منزل
٠,١	٤٤	٣,١	١٦٥٣	هامشي / آخر
١٠٠	٦٥٨٩٤	١٠٠	٥٣٤٢٣	الإجمالي

المصدر :

١- مجلس التخطيط، التعداد العام للسكان والمساكن مارس ١٩٩٧، فبراير ١٩٩٩.

٢- مجلس التخطيط، التعداد العام للسكان والمساكن ٢٠٠٤، ديسمبر ٢٠٠٤.

والنسب من حساب الباحثة.

هناك نوع من المساكن لازال يمثل نمطاً منتشرأ وهو البيت العربي والشعبي، ورغم تناقص عدد هذا النوع في الدوحة، إلا أنه لازال يمثل نمطاً سكنياً خاصة في بلديات الريان وأم صلال والوكرة، حيث ارتفعت أعداده في هذه البلديات من ١٠٧٢٤ مسكناً إلى ١٥٥٥٨ مسكناً عامي ١٩٩٧ و ٢٠٠٤ على الترتيب. ورغم تناقص نسبة تغطية شبكة المياه لهذا النوع من المساكن حسب الجدول رقم (١١) إلا أن هناك ٣٣,٨٪ منها مرتبط بشبكة المياه، مما يؤدي إلى زيادة الاستهلاك، وقد قدرت كمية الاستهلاك اليومية من المياه لهذه المساكن بما يتراوح بين ١,٧ متر مكعب - ٢ متر مكعب / اليوم.

ورغم قلة كمية المياه المستهلكة في الشقق إلى ١,١ متر مكعب / اليوم لمتوسط أفراد يتراوح بين ٤ - ٥ أفراد، إلا أن استمرار ارتفاع عددها من ٢٥٠٣٧ شقة عام ١٩٩٧ إلى ٣٧٧٥٧ شقة عام ٢٠٠٤ - أكثر من ٨٢٪ منها في الدوحة - يضيف استهلاكاً أكبر للمياه. ولعل سكنى هذا النوع من المساكن من قبل غير القطريين يحد من استهلاك المياه، لأنهم يدفعون عليها رسوماً. وهناك نحو ٨,١٪ من العمارات متصلة بشبكة المياه عام ٢٠٠٤ مما ييسر الحصول على المياه.

٤- المناخ :

تعتبر الحرارة والرطوبة الجوية من العناصر المناخية ذات التأثير الكبير على استهلاك المياه، فالمناطق الحارة الجافة والرطوبة يزداد فيها معدل استهلاك الفرد للمياه مقارنة بالمناطق الباردة أو ذات المناخ المعتدل. ولا يختلف الوضع في قطر، حيث أن الطلب على المياه يزداد في فصل الصيف من يونيو إلى أغسطس، وعادة ما يزيد الاستهلاك بنسبة ٣٠٪ في الصيف عن فصول السنة الأخرى^(٤٣).

ومن خلال المقارنة بين الإنتاج الشهري للمياه عام ١٩٩٠ و ٢٠٠٤ لوحظ أن شهر أغسطس يستحوذ على أكبر نسبة في إنتاج المياه سنوياً، حيث بلغت ٩,٤٪ و ٩,١٪ للعامين على الترتيب. أما شهر فبراير فإنه سجل أدنى نسبة إنتاج لم تتعد ٧٪ خلال العامين^(٤٤)، وربما يعود ذلك إلى قلة كميات المياه

(٤٣) مجلة كهرباء، العدد رقم (٢٤)، مرجع سبق ذكره، ص ١٢ .

(٤٤) انظر :

أ - سارة محمد الزمان، جغرافية الخدمات في دولة قطر، مرجع سبق ذكره، ص ص ٢٦٥-

. ٢٦٦

Qatar General Electricity & Water Corporation, op.cit, P. 52.

ب -

المستهلكة فيه، لكونه أحد أشهر فصل الشتاء، الذي يتميز بهطول الأمطار، مما يترتب عليه عدم استهلاك المياه في ري الحدائق.

٥- شبكة توزيع المياه :

من المعروف أن استهلاك المياه يزداد مع سهولة الحصول عليها، لذا فإن وجود شبكة المياه واتصالها بالمساكن يساعد على كثرة استهلاك الاستخدام المنزلي لها، وحتى أواخر الستينيات لم تكن مدينة الدوحة تعرف نظام شبكات المياه، حيث كانت معظم المساكن تعتمد على خزانات للمياه، يتم ملؤها كل حين بواسطة عربات المياه.

في عقد السبعينيات بدأ ربط المساكن بشبكة توزيع للمياه بلغ الطول الإجمالي لها نحو ٣٩٠ كم عام ١٩٧١، ليتطور طولها خلال فترة السبعينيات إلى ١٦٤٩ كم عام ١٩٨١ وفي ظل تدعيم البنية الأساسية لمواجهة احتياجات التنمية الاقتصادية والاجتماعية، تم التوسع في تمديدات شبكة التوزيع، التي بلغ طولها ٢٢٨٣ كم عام ١٩٩٠، ثم بلغ ٣٢٥٢ كم عام ٢٠٠٠، وزاد طولها إلى ٣٥٦٩ كم عام ٢٠٠٤^(٤٥).

إن معظم التطور الذي حدث في شبكة توزيع المياه كان في بلدية الدوحة التي تطورت نسبة مساكنها المتصلة بالشبكة من ٩٤,٥٪ عام ١٩٨٦ إلى ٩٧,٦٪ عام ٢٠٠٤ كما في الجدول رقم (١٢) والشكل رقم (١٠). وقد حظيت البلديات القريبة منها بنصيب أكبر من طول شبكة توزيع المياه مثل الريان التي أصبحت ٩٣٪ من مساكنها متصلة بالشبكة. وبعد أن كان نحو ربع مساكن الوكرة متصل بشبكة المياه عام ١٩٨٦، ارتفعت إلى ٩٢,١٪ عام ٢٠٠٤ كما هو واضح من الشكل رقم (١٠). يضاف إلى هذه البلديات مسيعة التي غطت شبكة التوزيع بها ٩٩,١٪ من مساكنها.

وفي الوقت الذي تتمتع فيه نسبة من سكان هذه البلديات بوسيلة سهلة ومريحة لنقل المياه إليهم، فإن هناك عدد من سكان البلديات الأخرى كما في الجدول رقم (١٢) لازالت مساكنهم محرومة من شبكة المياه، وهي بلديات الشمال والغوييرية والخور التي كان بها نحو ١٦,٨٪ من المساكن متصل بشبكة التوزيع، ولكن لم نجد أياً منها عام ٢٠٠٤، وتشاركها بلدية جريان البطنة. إن حصول السكان على المياه في هذه البلديات عن طريق سيارات الصهاريج، فضلاً عن أنه يقلل من كميات المياه المستهلكة إلا أنه يحرمهم من الحصول على مياه نقية، ويزيد من الكميات المهذرة منها. وقد أدى نمو المناطق الخارجية في قطر إلى زيادة عدد سيارات الصهاريج من نحو ٥٠ سيارة عام ١٩٧٠ إلى ٥٥٠ سيارة عام ١٩٧٦ بنسبة زيادة بلغت ١٠٠٠٪، وزاد هذا العدد حتى بلغ ١٣٦١ سيارة عام ١٩٩٠ وكان لتنفيذ عدد من شبكات توزيع المياه وتمديداتها الفرعية في مناطق مختلفة من الدولة، أثره في تقليل الاعتماد على السيارات الصهرجية في المناطق الحضرية، بينما لم يقل عددها في القرى حيث بلغ عددها ١٣٢٦ سيارة عام ٢٠٠٠. ونظراً لأن كهرباء تسعى لإبقاء الصهاريج خارج حدود بلدية الدوحة قدر الإمكان، فقد انخفض عددها عام ٢٠٠٤ إلى ١١٣٩ سيارة^(٤٦)، كما تقلص عدد مشتركى الصهاريج من ٧٦٣٢ مشتركاً عام ٢٠٠٣ إلى ٧٠٠٠ مشتركاً عام ٢٠٠٥^(٤٧).

(٤٦) انظر :

أ - أسماء مفتاح المهندي، جغرافية الموارد المائية في دولة قطر، مرجع سبق ذكره، ص ١٥٦ .

ب - Qatar General Electricity & Water Corporation, op. cit, P. 57.

(٤٧) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، بيانات خاصة بقطاع المياه، بيانات غير منشورة، الدوحة، ٢٠٠٦ .

جدول رقم (١٢)

التوزيع النسبي للمساكن المتصلة بشبكة المياه في بلديات قطر ١٩٨٦ و ٢٠٠٤
%

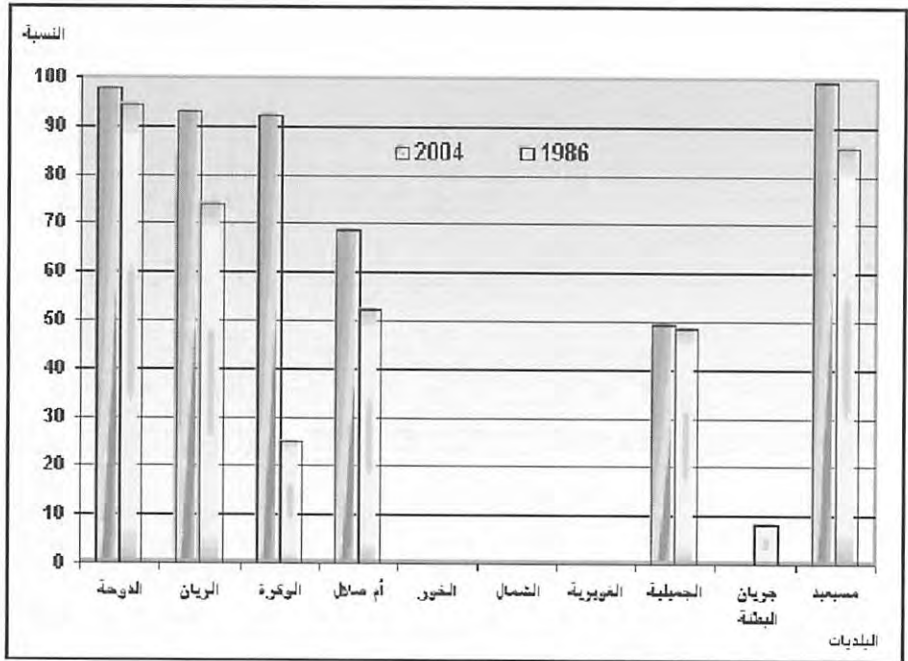
٢٠٠٤	١٩٨٦	البلدية
٩٧,٦	٩٤,٥	الدوحة
٩٢,٨	٧٣,٩	الريان
٩٢,١	٢٥,٠	الوكرة
٦٨,٨	٥٢,٣	أم صلال
-	-	الخور
-	-	الشمال
-	-	الغويرية
٤٩,٣	٤٨,٤	الجميلية
-	٨,٢	جريان البطنة
٩٩,١	٨٥,٧	مسيعيد
٨٨,٤	٧٥,٢	الإجمالي

المصدر :

- ١- الجهاز المركزي للإحصاء، التعداد العام للسكان والمساكن مارس ١٩٨٦، سبتمبر ١٩٨٧.
 - ٢- مجلس التخطيط، التعداد العام للسكان والمساكن ٢٠٠٤، ديسمبر ٢٠٠٤.
- والنسب من حساب الباحثة.

تعمل سيارات صهاريج الماء على نقله من محطات التعبئة، سواء بالنسبة لمدينة الدوحة التي كانت المحطات فيها تقع على أطرافها - قبل أن يتم وقف العمل بها وقد كانت آخرها محطة تعبئة المطار التي أغلقت عام ٢٠٠١ - أو المناطق الخارجية التي لازالت المحطات تعمل على تزويد سيارات الصهاريج بالمياه منها. وتوزع محطات التعبئة بواقع ثلاث محطات لكل من شمال

ووسط وغرب وجنوب قطر، ومنذ عام ٢٠٠١ أصبح عدد المحطات ١١ محطة، ثم انخفض عددها إلى ١٠ محطات عام ٢٠٠٥ بغياب محطة أبو سمرة، وأصبحت محطات السيلية والغرافة والشحانية وأم صلال والغويرية والخور والشمال والجميلية والوكرة ومسيعيد، هي التي تعمل على تعبئة سيارات الصهاريج بالمياه^(٤٨).



شكل رقم (١٠)
التوزيع النسبي للمساكن المتصلة بشبكة المياه حسب البلديات في قطر
عامي ١٩٨٦ و ٢٠٠٤

وتجدر الإشارة بنا إلى الفاقد من شبكات المياه في قطر، حيث يزيد هذا

(٤٨) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، توزيع محطات تعبئة المياه، بيانات إحصائية غير منشورة، الدوحة، ٢٠٠٦.

الفاقد من كمية المياه المستهلكة وغير المستفاد منها. وبصفة عامة فإن جميع الدول تعاني من ظاهرة الهدر والفاقد من شبكات المياه، حيث قدر في الدول المتقدمة بما يتراوح بين ٥-٢٠٪^(٤٩)، أما في الدول العربية فإنها بلغت ٣٠٪^(٥٠). ولا تختلف قطر عن مثيلاتها من الدول العربية، فالفاقد من المياه من خلال الشبكة يقدر بنحو ٣٠٪. ويعود السبب في ذلك إلى وجود شبكات أنابيب قديمة ومتآكلة ومهترئة، مما يجعل تسرب المياه فيها أمراً واقعياً، وهناك نسبة فاقد في المياه من المنازل نتيجة للأخطاء الفنية في توصيل المنازل بالشبكات الرئيسة تقدر بنحو ٨٠٪^(٥١).

٦- الرفاه الاجتماعي وعادات الاستهلاك :

لقد كان لكل من الارتفاع الهائل في الدخل، والتوسع في الإسكان الشخصي، أثره الكبير في ازدياد الرفاهية وارتفاع الطاقة الاستهلاكية، والمزيد من مظاهر الرفاه والتفاخر، مما نتج عنه زيادة الطلب على خدم المنازل، حيث ارتفعت أعدادهم من ٢٤٠٨٧ خادماً إلى ٣٥٣٩٢ خادماً بنسبة ٦,٥٪ و ٦,٨٪ من إجمالي السكان عامي ١٩٨٦ و ١٩٩٧، بل إن أعدادهم ارتفعت أكثر إلى ٤٥١١٩ خادماً عام ٢٠٠٤^(٥٢). لقد تحول المجتمع القطري إلى المبالغة في استخدام هذه العمالة، التي شهدت هدراً واضحاً في توظيفها^(٥٣).

(٤٩) مجلة كهرباء، العدد رقم (٢٤)، مرجع سبق ذكره، ص ٢٨ .

(٥٠) التقرير الاقتصادي العربي الموحد، الأمانة العامة لجامعة الدول العربية، سبتمبر ٢٠٠٥، ص ٣٣ .

(٥١) مقابلة شخصية مع المهندس خالد المنصوري، مدير إدارة شبكات المياه بكهراء، الدوحة، ٦/٢٠٠٦ .

(٥٢) مجلس التخطيط، إحصاءات الخدم في تعدادات ١٩٨٦ و ١٩٩٧ و ٢٠٠٤، بيانات غير منشورة، الدوحة ٢٠٠٥ .

(٥٣) أحمد زايد وآخرون، الاستهلاك في المجتمع القطري : أنماطه وثقافته، مركز الوثائق والدراسات الإنسانية، جامعة قطر، ١٩٩١، ص ١٦٥ .

إن الاعتماد الكبير على الخدم في جميع شؤون المنزل، يخدم مظاهر الاستهلاك وتلبية حاجات العادات الجديدة التي لا تخلو من التبذير. وقطاع المياه كغيره يشهد إسرافاً وهدراً في الاستخدام خاصة ما يتعلق بري الحدائق المنزلية وغسيل السيارات، وهناك إشارة إلى أن هذا الاستهلاك يقدر بنحو ٣٠٪ من الاستهلاك الكلي في الدولة و ٧٠٪ من الاستهلاك المنزلي^(٥٤).

٧- تعرفه استهلاك المياه :

تقل تكلفة إنتاج المتر المكعب من مياه التحلية في دول الخليج العربية بصفة عامة، نتيجة لانخفاض سعر الطاقة المستخدمة في إنتاج المياه حيث يتراوح سعر المياه بين ٠,٤٨ دولار و ١,٦٤ دولار. ويختلف سعر بيع المياه في هذه الدول طبقاً لعدة عوامل منها سياسة الدولة في تسعير المياه، ونوعية المياه، وفئات المستهلكين، ومصدر المياه^(٥٥). وأسعار المياه في قطر تتم طبقاً لخدمات التوصيل (شبكة مائية، صهاريج) ونوعية المياه، والمستخدمين (فيلات، شقق، محلات). ولهذا نجد تفاوتاً في سعر المياه، حيث تصل تكلفة المياه المنقولة بواسطة الشبكة المائية إلى ٤,٤ ريال^(*) لكل متر مكعب، و ١٥٠ ريالاً و ٢٠٠ ريال لكل من الشقة والفيلا المنقولة مياهها بواسطة صهاريج المياه^(٥٦).

لقد كفل القانون القطري لبعض المساكن والأماكن حق الحصول على المياه دون مقابل، ومنهم المساكن الخاصة بالقطريين، ومساكن أئمة المساجد،

(٥٤) لمزيد من التفصيل انظر :

أ - صوت البيئة، العدد ٨٣، مركز أصدقاء البيئة، الدوحة، ٢٠٠٣ .

ب - مجلة كهرباء، العدد (٢٤)، مرجع سبق ذكره، ص ١٤ .

(٥٥) إبراهيم بن محمد الفقي، مرجع سبق ذكره، ص ٢٥٠ .

(٥٦) النشرة الاقتصادية، العدد ١٦، مرجع سبق ذكره، ص ١٨٩ .

(*) الدولار الأمريكي = ٣,٦٥ ريال قطري.

والمساجد الوقف عن طريق الأفراد. وتحمل الدولة تكلفة فواتير المياه المستهلكة للقطريين من خلال وزارة المالية. ولعل ذلك يعد سبباً في زيادة معدلات الاستهلاك غير المرشد والمراقب في مساكن القطريين، ويساعد على ذلك عادات الإسراف والتبذير التي يتفاقم أثرها بوجود الخدم والمساكن الكبيرة.

خامساً : مستقبل الطلب على المياه والسياسة الترشيدية :

يمثل الطلب على المياه هاجساً ملحاً بالنسبة لدولة قطر - كغيرها من دول الخليج العربي - خاصة وأنها تعاني من النمو السكاني المتزايد، واستمرار معدل استهلاك الأفراد للمياه في النمو. ومن المتوقع أن يؤدي الطلب المتزايد والسريع في القطاعات المختلفة إلى زيادة التوجه نحو القطاع الخاص واستثماراته في مجال المياه، وبالتالي الضغط على الدولة بالتزامات مالية أكثر في سبيل توفير المياه دون مقابل للمواطنين.

إن ما أعدته قطر من خطط وتطلعات بناء على سياسة الانفتاح الاقتصادي والتنمية الشاملة يحتاج إلى الكثير من كميات المياه المطلوبة للاستهلاك. وقد أدت استضافة الدورة الآسيوية عام ٢٠٠٦ إلى سرعة تطوير متطلبات البنية التحتية في كثير من مناطق الدوحة، إضافة إلى مشاريع التنمية العقارية الخاصة باستثمارات القطاع الخاص مثل مشروع اللؤلؤة، وتطوير منطقة الأبراج في الدفنة، ومشروع مطار الدوحة الدولي. وسوف يؤدي ذلك إلى ارتفاع الكميات المطلوبة سنوياً من المياه كما في الجدول رقم (١٣) والشكل رقم (١١).

هناك ارتفاع واضح في كميات المياه منذ عام ٢٠٠٦، الذي قدرت فيه الكمية المطلوبة بنحو ٢١٧,٣ مليون متر مكعب. وبحسب البيانات فإن الكميات التي ستنتج من المياه خلال الفترة من ٢٠٠٦ إلى ٢٠١٠ ستكون أقل من الكميات المطلوبة، بحيث سيكون هناك فائض دائماً في المياه يتراوح

بين ٢٠ مليون متر مكعب و ٤٤,٨ مليون متر مكعب خلال تلك الفترة. ومنذ عام ٢٠١٥ ستواجه قطر نقصاً في الكميات المطلوب توفيرها، حيث سيكون هناك نحو ٥٤,٧ مليون متر مكعب عجزاً في المياه، لأن الإنتاج سيكون ٢٩٥,٣ مليون متر مكعب، والمطلوب ٣٥٠ مليون متر مكعب، وستفاقم الوضع بدرجة أكبر عام ٢٠٢٠ حين سيتضاعف العجز ويصبح ١٠٣ مليون متر مكعب تقريباً، وبنفس كمية الإنتاج السابقة، ولكن مع زيادة الطلب إلى ٣٩٨ مليون متر مكعب.

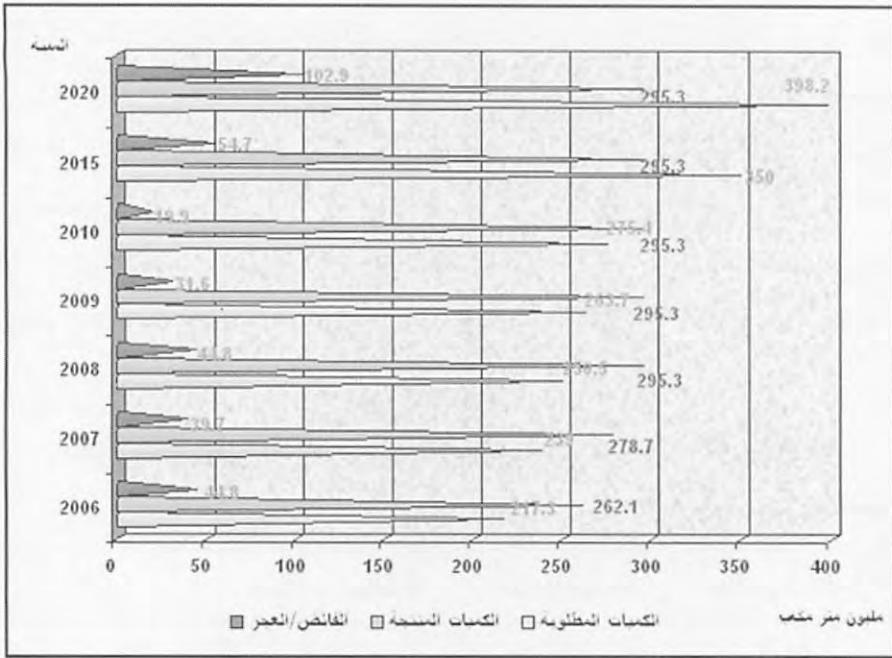
جدول رقم (١٣)

التطور المستقبلي للمياه المنتجة والمطلوبة في قطر ٢٠٠٦ - ٢٠٢٠
(مليون متر مكعب)

السنة	الكميات المطلوبة	الكميات المنتجة	الفائض / العجز
٢٠٠٦	٢١٧,٣	٢٦٢,١	٤٤,٨
٢٠٠٧	٢٣٩,٠	٢٧٨,٧	٣٩,٧
٢٠٠٨	٢٥٠,٥	٢٩٥,٣	٤٤,٨
٢٠٠٩	٢٦٣,٧	٢٩٥,٣	٣١,٦
٢٠١٠	٢٧٥,٤	٢٩٥,٣	١٩,٩
٢٠١٥	٣٥٠,٠	٢٩٥,٣	٥٤,٧-
٢٠٢٠	٣٩٨,٢	٢٩٥,٣	١٠٢,٩-

المصدر :

المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، النمو المستقبلي للمياه المنتجة والمطلوبة، بيانات غير منشورة، الدوحة، ٢٠٠٦.



شكل رقم (١١)

التوقعات المستقبلية للطلب على المياه وإنتاجها في قطر للفترة ٢٠٢٠-٢٠٠٦

لا بد أن نعترف بأن هناك قصوراً في الإدارة المائية في قطر، وإذا استثنينا الشح الطبيعي، فإن الموضوع يتعلق بالطلب على المياه بوتائر متزايدة، ويرجع سبب القصور إلى مجموعة من المشكلات من أهمها ما يأتي :

١- مشكلات فنية : وترتبط هذه بما يأتي :

أ - شبكة توزيع المياه : وتعاني الشبكة من أمرين، أولهما عدم مواكبتها للنمو المتزايد للسكان، وقصورها عن الوصول إلى جميع المناطق العمرانية، والآخر كما ذكرنا يتعلق بقدّم الشبكة في كثير من المناطق، مما يقلل من فرص توصيلها لمستخدمي جدد، وتوجيه

الجهود نحو مشروعات استبدال الشبكة القديمة، والتي لازالت مستمرة.

إن الجهود المبذولة من قبل مؤسسة كهرباء وإدارة شبكات المياه كبيرة، حيث أن هناك مشاريع بقيمة مليار ريال حتى عام ٢٠٠٨ لاستبدال الشبكات، التي تم تمديدها في عام ١٩٨٥، بطول ٨٤٠ كم^(٥٧). ورغم ذلك إلا أن هناك الكثير من الوقت والجهد أمامها، لتصل بشبكة توزيع المياه إلى صورة مرضي عنها.

ب - عدادات المياه : إن عدم وجود عدادات مياه في جميع الوحدات السكنية، يعتبر سبباً رئيساً في إعاقة رسم السياسة المائية في قطر، لأن هناك فاقداً في الاستهلاك المنزلي لا يمكن معرفته بدقة بدون العدادات، التي تخلو منها منازل القطريين. وتقوم حالياً إدارة شبكات المياه بكهراء بتركيب العدادات في جميع المنازل، كما أنها تعمل على استبدال العدادات الميكانيكية بعدادات إلكترونية.

ج - الطاقة التخزينية : تسعى كهراء بأن تكون جميع الخزانات الرئيسة ممتلئة بما لا يقل عن ٩٠٪ من سعتها الإجمالية بالمياه الصالحة للشرب، وقد تطورت السعة التخزينية من ٩٣٦,٤ ألف متر مكعب عام ١٩٩٠ إلى ١٥٩٠ مليون متر مكعب عام ٢٠٠٥، ومع ذلك فإن كميات التخزين لا تكفي لأكثر من يومين حسب معدل استهلاك المشتركين^(٥٨)، بينما المطلوب أن ترتفع هذه

(٥٧) لمزيد من التفصيل انظر :

أ - مجلة كهراء، العدد رقم (٢٥) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، يناير- مارس، الدوحة، ٢٠٠٦، ص ١٩ .

ب - مقابلة مع مدير شؤون شبكات المياه، جريدة الراية، العدد ٨٨١٧، ٢٨ يونيو ٢٠٠٦ .

(٥٨) مجلة كهراء، العدد رقم (٢٤)، مرجع سبق ذكره، ص ١٦ .

الطاقة التخزينية للمياه لتغطي الاستهلاك لمدة لا تقل عن شهر^(٥٩)، ولهذا يجب أن يحرص كل مشترك على أن يكون لديه خزان أرضي وآخر علوي لضمان عدم الشعور بنقص المياه في الحالات الطارئة. ولعل زيادة السكان ونمو المدن واتساعها تجعل الحاجة مستمرة لتحسين الطاقة التخزينية، وإنشاء خزانات إضافية، ومن المتوقع أن تصل الطاقة التخزينية إلى ٢٣٨١ مليون متر مكعب عام ٢٠١٠^(٦٠).

د - قاعدة البيانات : أدى اتباع دولة قطر إلى نظام اللامركزية في الجهات المسؤولة عن قطاع المياه، إلى تداخل كبير في اتخاذ القرارات، وتشتت المسؤوليات واختلاف البيانات. وقد كان قطاع المياه يتبع في جزء منه وزارة الكهرباء والماء، والآخر يتبع وزارة الشؤون البلدية والزراعة، ثم جاءت المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء لتحل مكان وزارة الكهرباء والماء وقد أدى هذا الانتقال إلى تغيير المعايير التي يتم من خلالها رصد البيانات. وإلى الآن فإن تعدد الجهات المسؤولة عن الموارد المائية يعتبر سبباً رئيساً في تضارب السياسات المائية، وعدم وجود آلية تسهم في المحافظة على الموارد المائية، كما أنه وراء غياب الكثير من البيانات التي من الممكن أن تسهم في رسم الصورة العامة للوضع المائي، وإجراء العديد من الأبحاث العلمية.

(٥٩) مجلس التخطيط، مشروع الخطة الإنمائية الثلاثية للسنوات ١٩٩٣/٩٢ - ١٩٩٥/٩٤، الأمانة العامة، ص ١٢٣ .

(٦٠) المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء، تطور السعة التخزينية حتى عام ٢٠١٠، بيانات غير منشورة، الدوحة، ٢٠٠٦ .

٢ - مشكلات عمرانية: أدى كل من النمو الاقتصادي والنمو السكاني إلى ازدهار لم يسبق له مثيل في قطاع العقارات في قطر، فقد ارتفعت رخص البناء الصادرة من ٢٣٦١ رخصة عام ١٩٩٥ إلى ٥١١٠ رخصة عام ٢٠٠٥ مما يعني إنها تضاعفت بأكثر من مرة واحدة خلال عشر سنوات. هذا وقد كان لاستضافة الألعاب الآسيوية عام ٢٠٠٦ أولاً، والبدء في عدد من مشاريع الاستثمار في المدن الصناعية (السكن، البنية التحتية، الطرق) ثانياً، وصدور القانون رقم (١٧) لعام ٢٠٠٤، والخاص بشراء وتملك غير القطريين ثالثاً، أثره في زيادة الطلب على العقارات.

إن التحولات السريعة في النمو العمراني والتي ظهرت نتيجة لأثر السيولة النقدية في ميزانية الدولة وانعكاسها على السوق العقاري، واستمرار سياسة الاستملاك، دفعت إلى ظهور الأحياء السكنية الجديدة سواء على أطراف بلدية الدوحة أو في المراكز الحضرية الأخرى، والتي تفتقر إلى مرفقين هامين من المرافق العامة هما شبكة المياه والصرف الصحي. مما يشكل تحدياً أمام المسؤولين في سبيل تزويدها بالمياه وربطها بالشبكة. ويأتي تغير النمط السكني من مساكن ذوي الدخل المحدود في كثير من أحياء الدوحة مثل السد والمنتزة والمنصورة والهممي القديم إلى بناء العمارات مكانها، كأحد الأسباب التي أفرزتها حقبة الطفرة الاقتصادية القائمة حالياً، والتي ستكون لها تداعيات كبيرة في الطلب على المياه. ورغم أن ساكني تلك العمارات سيكونون من غير القطريين، الذين يرشدون استهلاكهم للمياه حسب الرسوم المطلوبة منهم، إلا أن زيادة عدد الساكنين في كل وحدة سكنية في داخل العمارات، سيزيد من استهلاك المياه.

وغياب المخطط العمراني المتكامل يزيد من الصعوبات أمام قطاع المياه،

من أجل إيجاد مخطط مناظر لتمديد الشبكات لمواقعها الضرورية، وحسب أولوياتها في كل مرحلة. ذلك أن النمو السريع الاقتصادي، أعاق الالتزام بالمخططات، وأدى إلى تغيير كثير منها.

٣ - مشكلات سكانية: وتتعلق بأثر السكان على استهلاك المياه في الاستخدام

المنزلي، والذي تبين أنه يستأثر بالنصيب الأكبر. وأهمها ما يأتي :

أ - مجانية المياه: لقد حدد القانون رقم (٧) لسنة ١٩٦٣ تنظيم تحصيل

رسوم المياه من غير القطريين، مما يعني أن مفهوم المخالفة للقانون

يعني عدم فرض الرسوم على القطريين. فالمواطن القطري يحصل

على المياه بالمجان، ولا يتحمل أية نفقات نظير توصيل الخدمة له.

وفي الوقت الذي توجد فيه فئات كبيرة معفاة من الرسوم، فإن

الباقين يدفعون أسعاراً تقل عن التكاليف الحقيقية لإنتاج المياه.

ب - عدم الوعي: إن الجهل بأهمية المياه، يدفع بالكثيرين إلى استهلاك

معدلات كبيرة منها. فبعض كميات المياه التي يتم استعمالها يمكن

وصفها بالسرف والهدر، وهذا ناشئ عن سلوك المستهلكين ودرجة

وعيهم وإدراكهم لقيمة المياه التي يستهلكونها وتكاليفها الاقتصادية

التي تتحملها الدولة. وهناك الكثير من الممارسات الخاطئة التي

ارتبطت بارتفاع مستويات المعيشة، وكثرة خدم المنازل، مما

ترتب عليه وجود عادات الإسراف والتبذير سواء في ري الحدائق

المنزلية، أو غسيل السيارات، أو إنشاء حمامات السباحة، بل

وحتى في الأماكن العامة كالمدارس والمساجد.

السياسة الترشيدية للمياه :

لا نستطيع أن ندعي بأن هناك غياب للسياسة الترشيدية للمياه في قطر، فقد

سبق أن شكلت لجان في وزارة الكهرباء والماء والمؤسسة العامة القطرية للكهرباء

والماء، حيث صدر قرار عام ٢٠٠١ بتشكيل اللجنة الدائمة لترشيد استهلاك الكهرباء والمياه، وتلاه عام ٢٠٠٤ إنشاء اللجنة الدائمة للموارد المائية بغرض حماية الثروة المائية والمحافظة عليها، ووصولاً إلى إنشاء قسم الترشيح بإدارة خدمات المشتركين عام ٢٠٠٥. وقد كانت جميع تلك الإجراءات لتفعيل ترشيح استهلاك المياه الصالحة للشرب، حفاظاً على الثروة القومية، وضماناً لاستمرارية تقديم الخدمة على الوجه الأكمل.

والدور الذي تقوم به المؤسسة القطرية للكهرباء والماء لا يمكن إنكاره، فقد قامت بعمل نشرات إرشادية في الصحف والمجلات وفي مختلف وسائل الإعلام، ولكن يعاب عليها إغفال إدراج التثقيف الإعلامي بأهمية الترشيح ضمن الخطة الإعلامية للمؤسسة وعدم استمراريته من جهة، وعدم التركيز الإعلامي عليه من جهة أخرى، خاصة إذا علمنا أن هناك انخفاضاً في استهلاك المياه خلال الحملات التوعوية، قدر بما يتراوح بين ٣٠٪ - ٣٥٪ من معدلات الاستهلاك^(٦١).

الحاجة إلى استراتيجية ترشيحية للمياه :

يعتبر ترشيح الاستهلاك وكفاءة الاستخدام من المصطلحات العلمية التي تزامنت مع الاهتمام بقضايا المياه في جميع الدول بصفة عامة، وفي دول الندرة والشح بصفة خاصة. وإذا لم يكن ترشيح استهلاك المياه مظهراً حضارياً، فإنه واجب ديني، حيث أوجدت الشريعة الإسلامية توازناً بين ندرة المياه وتوافرها وتنمية مصادرها من جهة، وبين استهلاك المياه والمحافظة عليها وحمايتها من جهة ثانية.

وقد كان محور التركيز على الإنسان المستهلك الرئيسي للمياه، من أهم

(٦١) أسماء مفتاح المهندي، جغرافية الموارد المائية في دولة قطر، مرجع سبق ذكره، ص ٢١٧ .

المحاور التي نظمتها الشريعة الإسلامية في سياسات إدارة المياه والمحافظة عليها، وذلك من خلال عدم الإسراف أولاً، سواء في الشرب أو الطهارة، لأن الإسراف مذموم في كل شيء كما قال تعالى: ﴿وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ﴾ (*) وجواز أخذ الأجرة على السقيا ثانياً (٦٢) لما ورد في قوله تعالى: ﴿فَجَاءَتْهُ إِحْدَاهُمَا تَمْشِي عَلَى اسْتِحْيَاءٍ قَالَتْ إِنَّكَ ابْنِي يَدْعُوكَ لِجِزْيِكَ أَجْرَ مَا سَقَيْتَ لَنَا﴾ (**).

وإذا أردنا أن ننجح في تبني سياسة ترشيدية للمياه، تعتمد على ترشيد نمط الاستهلاك المنزلي، يجب أن نعمل من خلال ثلاثة مستويات :

الأول: التشريع المائي: وتأتي أهميته من خلال دوره كمنظم للعلاقة بين المستهلكين والموارد المائية، كونه الأداة التي تعطي كافة الإجراءات المتخذة لحماية تلك الموارد والحفاظ عليها وتنظيم وترشيد استخدامها، الشرعية القانونية. وقد تبين أن قدم التشريعات المائية من العوامل التي تعيق إدارة الطلب على المياه، فكيف بغياب التشريعات أساساً، مما يعني عدم وضوح السياسة المائية لقطر، حيث أن التشريع المائي الموضوعي ما هو إلا انعكاس للسياسة المائية وتوثيقاً لها.

الثاني: منهج المشاركة ودور المرأة: وهو يعني العملية التي يؤثر فيها أصحاب المصلحة المباشرة في وضع السياسات وقرارات الإدارة المؤثرة على مجتمعاتهم، مما ييث فيهم الإحساس بالملكية. وقد أقر هذا المنهج في مؤتمر دبلن عام ١٩٩٢ كمبدأ للعمل به من خلال واضعي

(*) سورة الأعراف، الآية رقم (٣١).

(٦٢) أحمد بن عبدالله الصبان، ملامح من دور الشريعة الإسلامية في المحافظة على الموارد المائية وحمايتها وتنمية مصادرها، مؤتمر الخليج السابع للمياه، ١٩-٢٣ نوفمبر، الكويت، ٢٠٠٥، ص ص ١٩٥-٢٠١.

(**) سورة القصص، الآية رقم (٢٥).

السياسات والجمهور، لأجل ترسيخ الوعي بقضايا وأهمية المياه من جهة، واستخدام أكثر كفاءة للمياه من جهة أخرى (٦٣).

من المصلحة العامة إشراك جميع فئات المجتمع من مسؤولي مرافق المياه، والمنظمات غير الحكومية، والقطاع الخاص، والفئات الاجتماعية المستهدفة. ذلك أن تبادل الآراء والإسهام بالخبرات، والتشاور مع الجمهور وإشراك مستخدمي المياه في تخطيط وتنفيذ المشاريع المائية يجعل من القرارات التي تتخذ أقرب ما يمكن من المتأثرين بها.

إن الشعور بالمسؤولية تجاه المحافظة على المياه يجب أن ينبع من داخل كل مواطن، فلا فائدة من الإجراءات الإدارية والقانونية، دون وعي بأهمية هذه النعمة التي حباننا بها الله، وخطورة الإسراف فيها، وخاصة في الاستخدامات المنزلية. ولا بد من الاعتراف بالدور الرئيسي للمرأة في توفير وإدارة وحماية المياه على المستوى المنزلي لأنها سيدة المنزل والتي يطاع كلامها وتعليماتها من قبل أفراد الأسرة والخدم، فهي العنصر الأساسي لعملية الترشيد في المنزل، مما يؤهلها للمشاركة في تخطيط مشاريع المياه وتقييمها.

الثالث: رسوم المياه: إن رسوم استهلاك المياه أو التعرفة، وسيلة هامة لتقييد السلوك الاستهلاكي، والحد من الإسراف في المياه، وترشيد استخدامها. وتعتبر ظاهرة تسعير المياه بأقل من قيمتها الاقتصادية، وتغطية الفارق عن طريق الدعم الحكومي، من الظواهر المنتشرة في دول الخليج العربي، حيث يعتبر حصول الفرد على مياه الشرب المأمونة حق من حقوقه، يجب تحقيقه وحمايته. ويعد اللجوء

(٦٣) عبدالوهاب بلوم، المفهوم العام لدور ومشاركة مستخدمي المياه في الإدارة المائية المتكاملة، مؤتمر الخليج السادس للمياه، ٨-١٢ مارس، الرياض، ٢٠٠٣، ص ٣.

لاسترجاع بعض تكاليف المياه العذبة هام جداً، خاصة إذا علمنا أن المياه - دون غيرها من المرافق العامة - تحصل على أدنى مستوى لاسترداد التكاليف.

ولابد قبل التفكير في فرض الرسوم من ضمان الإنصاف في حصول فئات ذوي الدخل المحدود من السكان على المياه، وعلى المسؤولين عن إدارة الطلب على المياه، أن يعملوا على توفير حد أدنى من المياه مجاناً لجميع المواطنين، وذلك لتلبية احتياجاتهم من مياه الشرب والطبخ والنظافة الشخصية والمنزلية، ثم فرض رسوم على المواطنين للمياه المستخدمة خارج الحد الأعلى المخصص لهم، بشرط أن يكون هيكل الرسوم مرناً، يراعي الفئات المختلفة من المستهلكين وأغراض الاستهلاك بتكلفة اقتصادية مقبولة. خاصة أن الأبحاث الدولية بينت أن الأسر التي تحصل على أكبر فائدة من شبكة الأنابيب، مستعدة لدفع ما يتراوح بين ٣ - ٥ ٪ من دخلها للحصول على مياه نظيفة^(٦٤).

إن تأثير تحصيل الرسوم على ذوي الدخل المحدود، وعدم تقبل المجتمع من الأساس للرسوم المفروضة على المياه، قد يقف عائقاً أمام تطبيق سياسة سليمة لتسعير المياه، فالأمر يتطلب خلق وعي لدى المستهلكين بأن هذه الرسوم لا تمثل قيمة المياه نفسها، وأنها وضعت لاسترداد كلفة الإمدادات وصيانتها.

ومن التوصيات المقترحة لتفعيل دور الاستراتيجية التشريعية للمياه ما يأتي:

١ - الاستناد إلى الفتاوى الشرعية في الحملات الإعلامية لإقناع الناس، من خلال الاستفادة القصوى مما قرره الشريعة الإسلامية بشأن المحافظة على الموارد المائية وحمايتها، في وضع استراتيجيات إدارة الطلب

(٦٤) الأمم المتحدة، ندرة المياه في العالم العربي، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، تقرير السكان والتنمية، العدد الأول، نيويورك، ٢٠٠٣، ص ٢٨ .

على المياه، وذلك بالتعاون مع وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية، في استغلال خطب الجمعة للتبليغ عن ضرورة الحد من الاستهلاك المسرف للمياه.

٢ - إدخال مفهوم المحافظة على المياه وترشيدها في المناهج الدراسية في كافة المستويات التعليمية من دور الحضنة إلى الجامعة، فالتعليم يعتبر من أكثر الوسائل المتبعة في التأثير على سلوكيات الأفراد.

٣ - تكثيف برامج التوعية والترشيد للسكان بصورة مستمرة، وإشراك جميع مؤسسات وقطاعات المجتمع في تلك البرامج، وذلك بعمل حملات إعلامية يتحمل مسؤوليتها الجميع، وذلك قبل الشروع بتحديد رسوم المياه.

٤ - إشراك المرأة في وضع استراتيجيات ترشيد المياه، لكونها عنصراً رئيساً ومؤثراً في الاستهلاك المنزلي للمياه، ولقدرتها الفائقة في التأثير على قطاع كبير من السكان تتولاه بالتعليم والتدريب.

٥ - صياغة قانون - لا يوجد حتى الآن - ينظم استعمال المياه، ويحافظ عليها، ووضع لوائح تنفيذية لتطبيقها، وإحكام الرقابة عليها.

٦ - تبني سياسة العمل التطوعي من خلال تكوين جمعية قطرية تحت مسمى " الجمعية القطرية للمحافظة على المياه " تضم داخلها فئات من مختلف قطاعات المجتمع، تساعد في رسم السياسة الترشيدية للمياه.

٧ - استغلال قنوات الاتصال الحديثة في زيادة التوعية بأهمية المحافظة على المياه، خصوصاً لدى فئة الشباب مستخدمي شبكة الإنترنت، والذين يمثلون قطاع الاستهلاك الترفي في المجتمع القطري.

٨ - إلزام أصحاب تراخيص البناء الجديدة باستخدام أجهزة مائية ذات استهلاك منخفض، وإنشاء نظم ثنائية الأنابيب لتوزيع المياه، أحدهما مخصص لمياه الشرب، والآخر يستخدم المياه المعالجة لطرده الفضلات وري

الحدائق المنزلية. فمن الضروري عدم استخدام مياه ذات نوعية فائقة،
لأغراض يمكن أن تستوفي بمياه ذات نوعية أقل.

٩ - إيجاد آلية معينة لتفعيل وإيصال نتائج ندوات ومؤتمرات المياه إلى
المجتمع، للمشاركة في هموم المياه المختلفة، بدلاً من اقتصارها على
الكتب والأدراج.

support was shown through application of Geo-textile and environmentally friendly materials rather than plantation by using native plants to some of the main wadis and channels in the study area. The plan also concentrated in localizing all the flood cuts in the fence of Shouaiba Industrial area where terms of references was submitted client to redesign the fence in order to minimize the flood effect.

References

Al Dousari ,A. and Misak ,R. 2005 .Management of flash floods in Al Shouaiba area and the surrounding vicinities .Proposal submitted to the cabinet of Ministers ,Kuwait .

Misak ,R and Al Awadhi ,J.2001 .Development of the action plan of flash floods control (the case of Al Jahra City) .Proposal submitted to KFAS

distribution of established dykes, along the southern drainage system that running to the south of the study area, is illustrated in Figure (9).

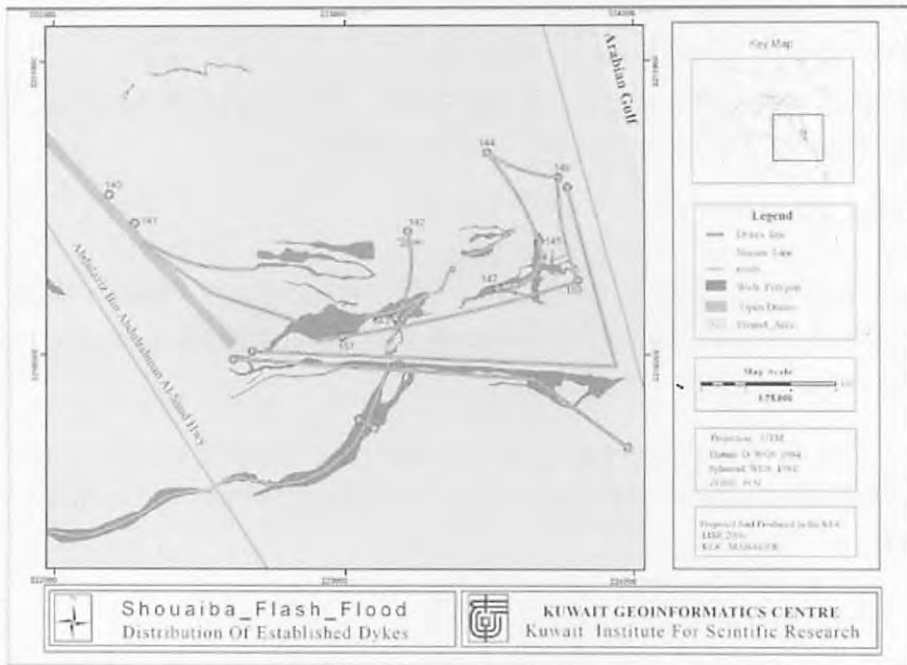


Figure (9): Distribution of established dykes along the southern drainage system.

Summary and conclusion

There are 116 wadis and attributes in the study area covering 1944701 m² and 69,143 km as total length. During floods which usually happen whenever the rainfall exceeds 30 mm within 4 hours or less, a lot of damages happen to the Shouaiba Industrial area. As results immediate and long term action plans were taken in action in order to save the area from flush floods. The immediate action plan represented by forming several check sandy dykes in the main the three main wadis in the area. The present dykes location and design was fixed after field investigation and going through the aerial photos and satellite images. The long term action plan is represented by support to the immediate action plan. This

Al-Ahmadi to the north of the study area and the second one is wadi Shouaiba that intersect the middle part of the project area. There is also another drainage system running to the south of the study area and may affect the most southern part of the project area.

The drainage basin of wadi Shouaiba is illustrated in figure (7). It is drainage system consists of number of main branches that meet together before intersecting the project area. The potential hazards of such drainage system are very high. So, the mitigation measures in the form of establishment of dykes system are very important. Figure (8) illustrates the dykes system along the drainage system of wadi Shouaiba.

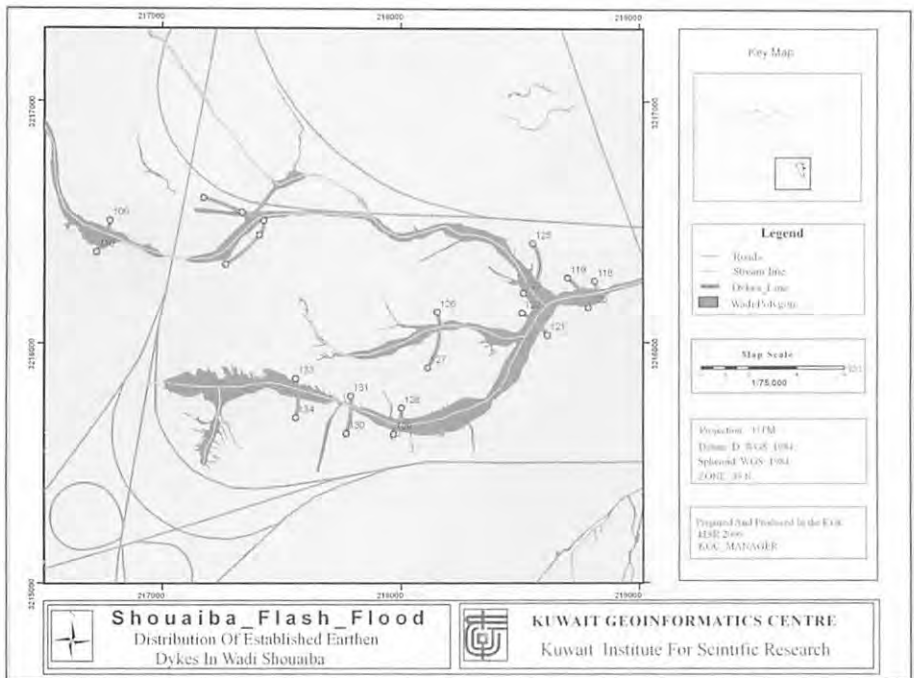


Figure (8): Distribution of dykes along Wadi Shouaiba in the mid of the study area.

Figure (9) illustrates the drainage system of Wadi Al-Ahmadi. It is running to the north of Al-Shouaiba industrial area. The large number of its branches leads to high destructive power during any flash flood. The

5 – Demonstration of field work & GIS

On November 2005, the results of field work are well presented in the database and GIS. The main topics of this presentation were :

- Scientific background on the floods in Kuwait
- Drainage basins (morphology, hydrology, etc)
- Magnitude of the problem
- Project achievements (November, 2005- March, 2006)
- Future plans

Figure (7) includes the DEM in addition to the boundary of the study area, contour lines and the main roads.

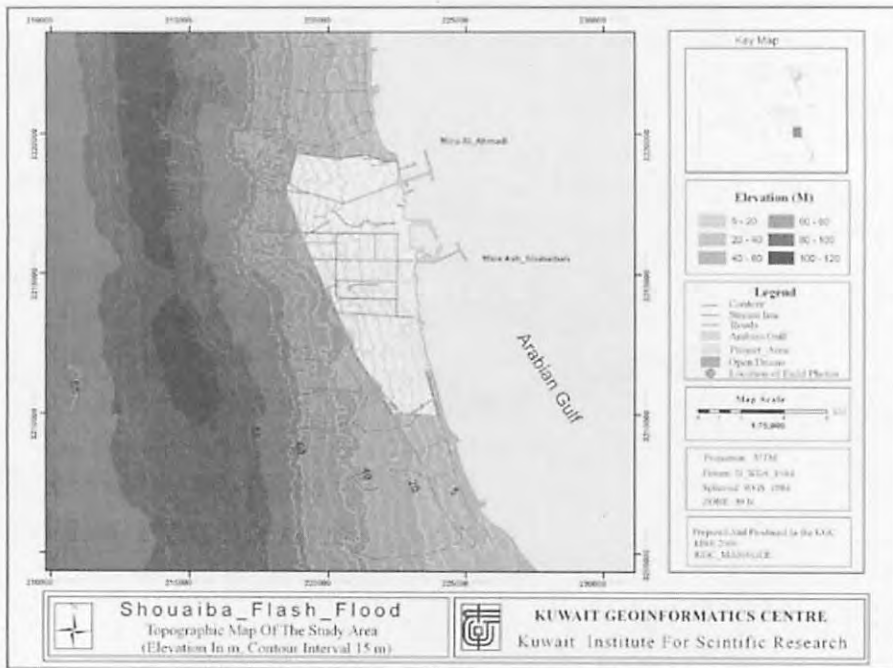


Figure (7): The Digital elevation model (DEM) of the study area.

Figure (6) illustrates the main drainage systems and man-made facilities in the study area. It is appearing clearly that the study area is at risk due to the expected flash flood from two main wadis. The first one is wadi

4 – Implementation of immediate Action Plan

Based on detailed field survey and interpretation of 2003 aerial photographs, recent satellite images and topographic maps, an immediate action plan for flood control in the area of study was implemented. Flood control was based mainly on the establishment of check dykes (about 2 m high) in the course of two wadis (Fahahil and Shouaiba). In addition at set of check dykes was constructed at the lower reaches of the main open drain at Mina Abdallah area(port) as shown Fig (6). An environmentally friendly materials represented by palm leaves, cutted plant materials, tires were used to stabilize the soil in the wadi flanks and sides. Also Geo-textile was used to cover one of the main dykes in the northern wadi in Fahahil area.

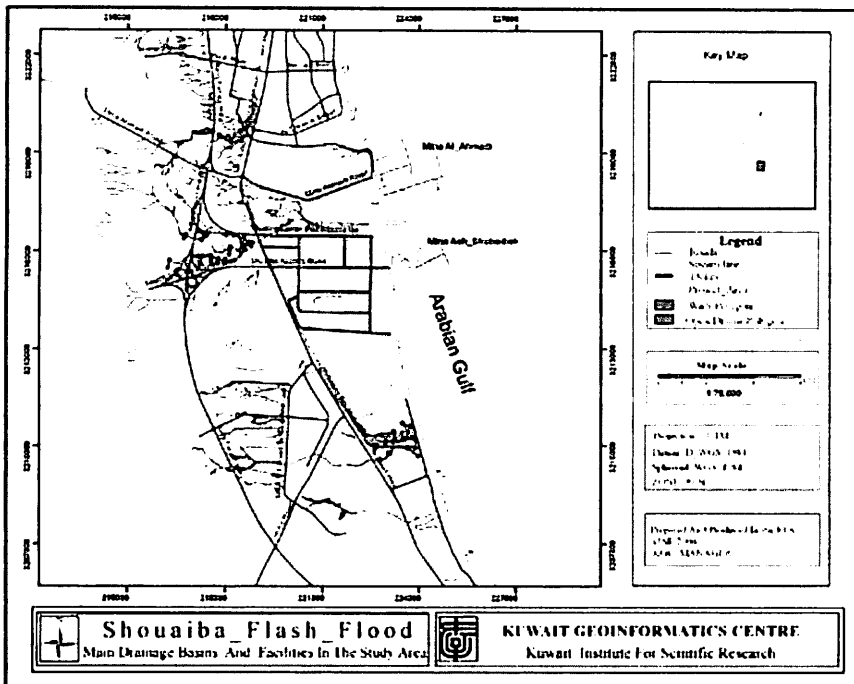


Fig (6) The main drainage systems and facilities in the study area.

1 – Analyses and interpretation of aerial photos (2003), satellite images (2005) and topographic maps (1995) .A set of maps was prepared for the study area including drainage basins, landforms, land use and others. Ground truthing for the information and data of the aerial photos and satellite images were conducted.

2 – Field Trips

During the reporting period, about 40 field trips were arranged to the area of study (2 field trips /week). In addition several field trips were arranged immediately after rainfall events, e.g. November 2005 & February 2006 .The main objectives of the field trips were:

- To identify the magnitude of the drainage problem in the study area. (Cause and effect approach)
- To evaluate the hydrologic setting of the area.
- To assess the efficiency of adopted measures of flood control.
- To identify the sites of field tests and experiments.
- To locate the runoff cuts influencing the security fence of Shouai-ba -Mina Abullah area (using GPS)

3 – Field tests and measurements (initial infiltration rate& surface hydrological measurements):

During November 2006 - February 2007, the most appropriate sites for field measurements including infiltration tests and surface hydrological measurements were selected. 27 representative sites for these tests were selected in three wadis (northern, central and southern). Selection of the test sites was based on morphologic and hydrologic characteristics of the wadis .Field sheets were designed for data recording for both the infiltration rate and surface hydrological measurements.

The morphological characteristics of wadis at the sites of infiltration tests were identified .The width and depth of wadis in addition to cliffs and terraces height were measured.

Table(1) Amount of rainfall in representative wadis (100mm/annual)

Wadi location	Area (m2)	Amount of rainfall (m3)
Northern (Fahahel)	4036000	403,600
Central (Shouaiba)	4265000	426,500
Southern(Um Al Hayman)	4177000	417,700

Landuse

In the study area , four land use types are identified .These are built up industrial (about 60 % of the area) ,rangeland (about 30% of the area) ,quarry (about 5 % of the area) and wooded parkland /afforestation (about 5 % of the area).

Magnitude of the problem

The Shouaiba industrial area is subject to flash floods during intensive rain fall of 30 - 40 mm in one storm , e.g. , rainy season of 2004 .The hilly terrain(40 to 105 m above sea level) ,which is located 5-6 km to the west of the industrial area acts as a watershed area . This water shed area is dissected by a set of drainage basins of different morphologic and hydrologic characteristics. In addition the industrial area receives direct precipitation which sometimes produces runoff water.

The floods cause intensive damage to the physical infrastructures including roads, drains, security fences and other facilities. Recent field observations in the industrial area(during February, 2006) indicated that ground collapses ,severe soil erosion ,drains and roads blocking by out washed materials ,traffic problems take place during floods .The current measures of flood management and control besides some types of land use are environmentally inappropriate causing complications for controlling the floods in the concerned area.

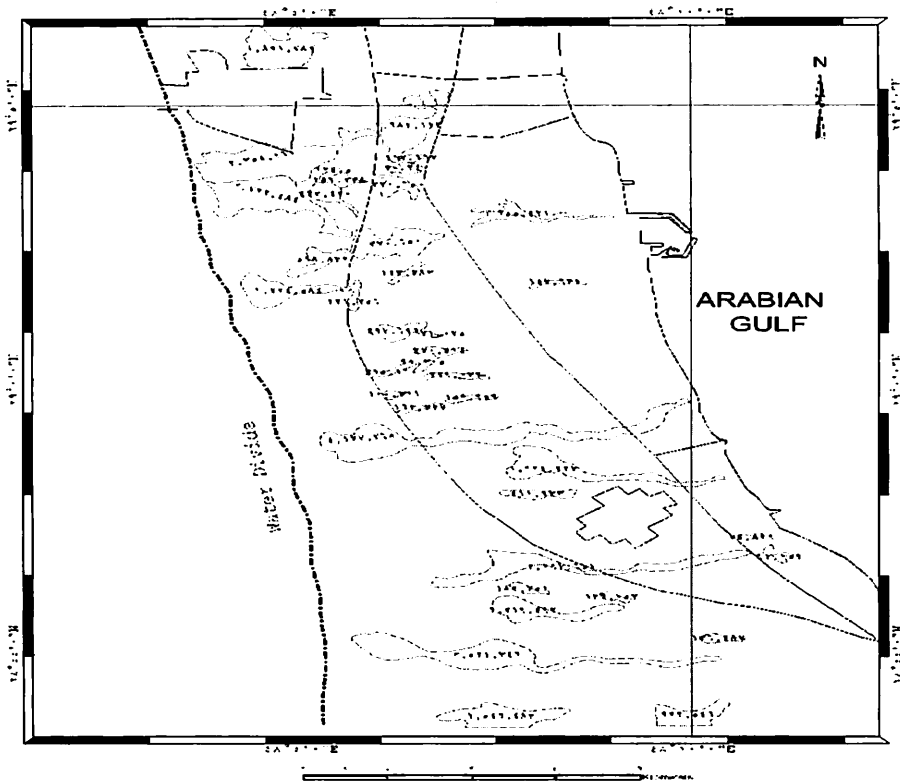
Achievements

During November, 2005 -March, 2006, the following achievements were realized:

- 2 - Moderate wadis (between 2 and 3 square km) constitute 2 wadis (7 % of total wadis)
- 3 - Small wadis (between 1 and 2 square km) constitute 6 wadis (21 % of total wadis)
- 4 - Very small wadis (less than 1 square km) constitute 17 wadis (61 % of total wadis)

Morphologically these wadis exhibit two forms, i.e. elongated and circular .Elongated wadis constitute 89 % of the studied wadis, while circular wadis form 11 % of the total wadis dissecting the area.

The amount of received rain fall in three represented wadis was estimated on the basis of 100 mm annual rain fall (Table 1).



**Fig (5) Boundaries and areas of wadis dissecting the study area
(basins area are written in Indian numbers)**

Geomorphologically ,several landforms are identified in the area of study(Al Dousari and Misak ,2005) .These include inland (desert) and coastal features . Al Ahmadi hilly terrain(about 110 m above sea level) ,Al Ahmadi slopes(40 to 100 m above sea level) and the set of dry wadis (drainage basins) are the main desert land forms .The coastal features are represented by sandy beaches and tidal flats.

Physiographically ,the area of study is differentiated, from east to west, into three units .These are the eastern ,central and western .The eastern unit (Al Shouaiba industrial area and Mina Abudallah) varies between 2 to 3.5 km width . The ground elevation of this unit ranges between 5 and 35 m above sea level with a surface slope of about 11m /km. The central unit (extending between Fahahil and Al Maghreib high ways, roads 30 and 40 respectively) varies between 2.5 and 3.5 km in width .The ground elevation of this unit ranges between 40 to 70 m above sea level with a surface slope of about 12m/km.The western unit (extending between Road 40 and Al Ahmadi -Al Zunaif hilly terrains) varies in width between 1.5 and2.5 km in width .the ground elevation of this unit ranges between 75 and 110 m above sea level with a surface slope of about 15 m/km.

Drainage Basins

There are 116 wadis and attributes within the study area with 240,520 km as a total length covering 1944701 m². But, About 28 are the main wadis of different sizes and morphologic characteristics dissect the area of study (Figs 5) .The size of the wadis ranges between more than 4 square km to less than 500 square meter. Their length varies between 3 and 8 km. Based on the size of the wadis, the following groups are identified:

- 1 – Large wadis (more than 3 square km) constitute 3 wadis (11 % of total wadis).

pressure and military activities during the Iraqi Invasion and occupation of Kuwait (August 1990- February 1991) .In these watersheds ,infiltration capacity is very low(less than 6mm/minute) as a direct result of soil compaction and degradation of natural vegetation .A key measure in this study is to control water erosion and to retain and store more water in the soil by improving soil infiltration capacity.

Field experience in several areas in Kuwait indicates that under the prevailing dry conditions, appropriate rainwater harvesting is possible. The collected water could be used for irrigation of drought resistance desert plants and drinking water for livestock.

Area of Study

Geographically, the area of study is located along the southern coastal plain to the south of Fahahil City .The concerned area is skirted from east by the Arabian Gulf, from west by Al Ahmadi quarry and Al Ahmadi Oil Field .The width of the area ranges between 4.25 km at its northern side to about 2 km at its southern part .From north to south the study area has about 9 km length. Figs(4) aerial photos covering the area of study.



Fig (4) Aerial photos (2003) ,scale ,1: 25,000

tions , water erosion generally takes the shape of soil degradation when runoff is generated during rainfall of 30mm(or more) in one storm .

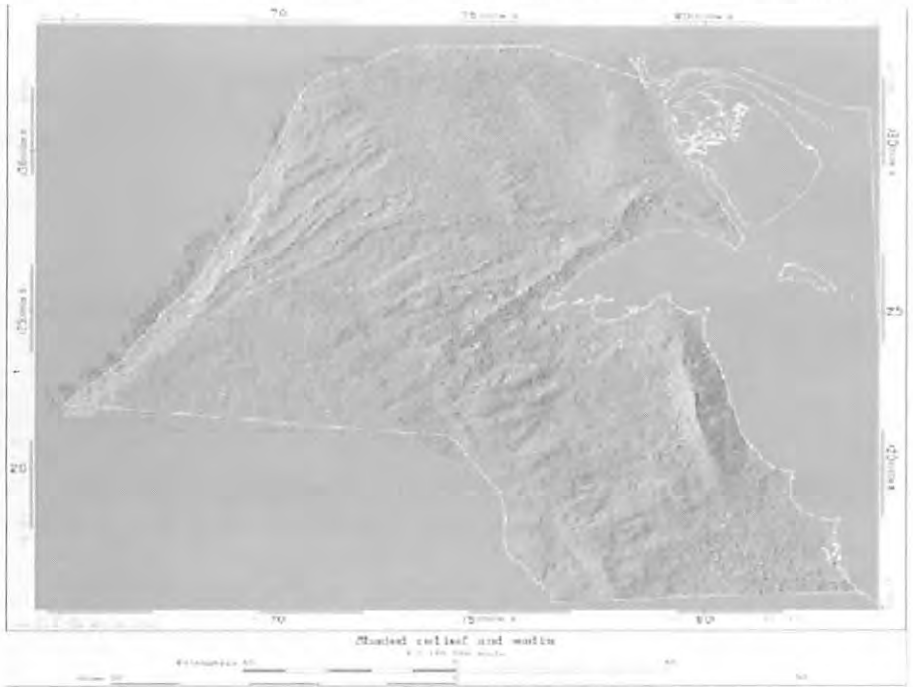


Fig (3) Drainage basins (Wadis) in Kuwait

In the area of study as well as in other localities in Kuwait ,water-induced soil erosion takes many forms including gullying, sheetwash and rilling. Gully erosion occurs in the hilly terrains and ridges to the north and south of Kuwait City as well as along the margins and cliffs of wadis and depressions mainly in the southern parts of the country. This form of water erosion constitutes the most severe mechanism of water erosion and in turn soil degradation. Heavy and continuous rainfall results in flash floods with huge amounts of soil losses. During floods, socio-economic problems result. Cutting the roads by the runoff water and accumulation of huge water ponds in urban areas cause transport problems.

Practically , no real water conservation measures have been applied for any of the watersheds in Kuwait .The majority of these watersheds (maximum 140 m above sea level) are highly deteriorated due to human



Fig (2) Cutting a paved road by runoff water at Um Al Hyman area (November 1997)

The most effective watershed areas in Kuwait include Jal Az zour (about 145 m above sea level) ,Jal Al Liyah (about 100 above sea level) and Ahmadi ridge (about 137m above sea level) .

The northern and western terrains of the country are cut by a dense network of dry drainage basins (wadis). Fig (3) shows these drainage basins which are geographically differentiated into several sets. Generally the drainage basins in Kuwait are differentiated into exterior and interior(Misak and Al Awadhi 2001) .In case of exterior basins ,the runoff water flows to the surrounding water bodies .Exterior basins include three systems .These are Khor As Sabiyah ,Kuwait Bay and the southern coast. In case of the interior basins ,the runoff water flows towards inland depressions and plains. These interior basins include wadi Al Batin, Al Rhuadtain ,Ritqa -Abdaly,Liyah ,Dibidibah and Umm al Jathatheil.

Rainwater is a usable form of water resources in most arid regions, where very scarce water supplies are available .In Kuwait ,the annual average rainfall is about110mm.More than 90% of precipitation falls from October to March .Under the geologic and geomorphologic condi-

Introduction

In Kuwait , some parts of the country are subject to flash floods when intensive rainfall takes place on the local watershed areas .Generally floods in Kuwait occur during heavy rainstorms with rainfall amount of 30-40mm in one storm lasting between 6-8 hours, e.g. February 1993 (40mm within 6-8 hours) , December 1995 ,November 1997(105 mm within 3-4 hours) ,and January 2004 .Fig (1) shows the total amount of rainfall (mm) during the period from 1957 to 1997 .During this period the amount of seasonal rainfall fluctuated between 28 mm(1963-1964) to 260.5 mm (1975-1976).

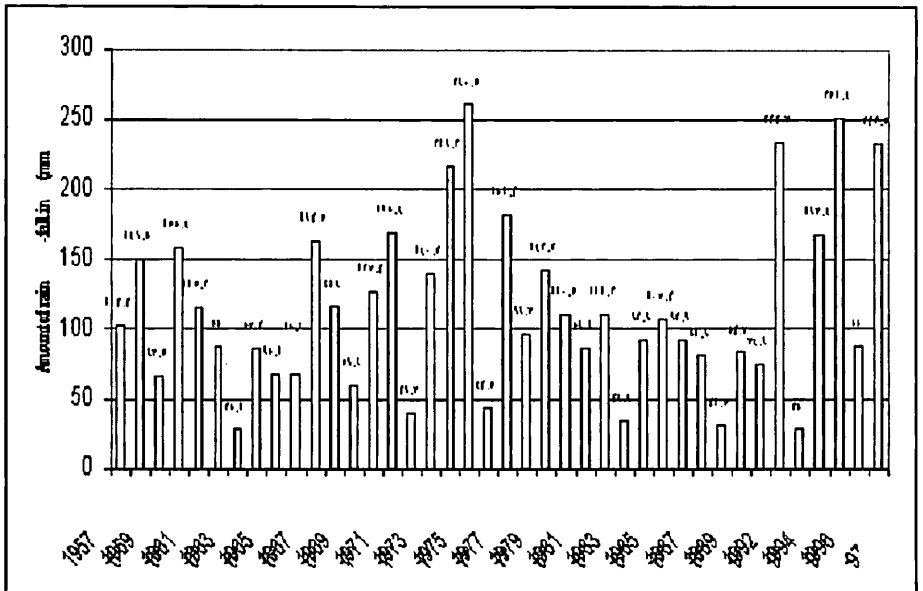


Fig (1) Amount of rainfall in mm (1957 - 1997)

- The flash floods cause intensive damage to the physical infrastructures such as roads, fences, water wells, oil facilities and others (Fig 2). Moreover during floods traffic problems, ground collapses and death cases take place such what had happened on 11 November 1997.

FLOOD MANAGERMENTS IN SHOUAIBA INDUSTRIAL AREA - KUWAIT

() Ali M. Al-Dousari,
(*) R. Misak, H. Al-Gamily
(**) and T. Al-Asfour*

ABSTRACT

Flush floods are causing repeatedly damages to Shouaiba Industrial area. There are 116 wadis and attributes within the study area with 69,143 km as a total length covering 1944701 m². This paper summary the achievements on the flood management in Shouaiba area during the period from November, 2005 to August, 2006. These achievements included activities involved analyses and interpretation of aerial photos and satellite images of different dates and identifying the morphologic and hydrologic characteristics of drainage basins in the area of study. The main objectives of the field trips were to collect data and information on the current design and specifications of floods control measures and to assess the hydrologic setting of the area of study. In addition, the project team participated in designing the immediate and long term action plans of controlling flash floods in the area of study. This plan included the establishment around 35 check dams in the main channels of three active wadis and in the lower reaches of the main drain in Shouaiba area. Also Geo-Textile and environmentally friendly methods were applied successfully in number of check dams and channels.

Keywords: flood management, flood control measures aerial photos, satellite images, immediate action plan, check dams

(*) KISR, Kuwait.

(**) Geography Dept., Kuwait University.

Roeloffs, E., 1996. Poroelastic techniques in the study of earthquake-related hydrologic phenomena. *Advances in geophysics* 37, 135-195.

Searle, M.P., 1988. Structure of the Musandam culmination (Sultanate of Oman and United Arab Emirates and the Straits of Hormuz syn-taxes. *Journal of the geological society London* 145, 831-845.

Searle, M.P., James, N.P., Calon, T.J., Smewing, J.D., 1983. Sedimentological and Structural evolution of the Arabian continental margin in Musandam Mountains and Dibba zone, UAE. *Geological Society of America, Bulletin* 94, 1381-400.

Stein, S. Wysession, M., 2003, *An introduction to seismology. Earthquakes and earth structure.* Blackwell publishing, Cornwall, p498.

Walder, J. Nur, A., 1984. Porosity reduction and crustal pore pressure development. *Journal of Geophysical Research* 89, B13, 11539-11548.

Glennie, K.W., Boeuff, M.G.A., Hughes-Clarke, M.W., Moody-Stuart, M., Pilaar, W.H.F., Reinhart, B.M., 1974. Geology of the Oman Mountains. Kon. Ned. Geol. Minnhoukundia Genoot. Vern., 33, 423pp.

Hudson, R.G.S., 1960. The Permian and Trias of the Oman peninsula, Arabia. *Geologica Magazine* 97, 299-308.

Hudson, R.G.S., Chattan, M., 1959. The Musandam Limestone (Jurassic to lower Cretaceous) of Oman Arabia. *Notes Memoirs. Moyen-Orient* 3, 69-93.

Hudson, R.G.S., McGugan, A., Morton, D.M., 1954. The Structure of Jebel Hagab area, Trucial Oman. *Geological Society London Quarterly Journal* 110, 121-152.

Lees, G.M., 1928. The geology and tectonics of Oman and parts of south-eastern Arabia. *Geological Society London Quarterly Journal* 84, 585-670.

National Atlas of United Arab Emirates, 1993. United Arab Emirates University Al-Ain.

Nur, A., Booker, J.R., 1972. Aftershocks by pore fluid flow? *Science* 175, 885-887.

Peltzer, G., Rosen, P., Rogez, F., Hudnut, K., 1996. Postseismic rebound in fault step-overs caused by pore fluid flow. *Science* 273, 1202-1204.

Ricateau, A., Riche, P.H., 1980. Geology of the Musandam peninsula (Sultanate of Oman) and its surroundings. *Journal of petroleum geology* 2,3, 139-152.

Rice, J.R., Rudnick, J.W., 1979. Earthquake precursory effects due to pore fluid stabilization of a weakening fault zone. *Journal of Geophysical Research* 84, B5, 2177-2193.

References

- Al Bayan Newspaper, 2\8\2000 P6.
- Al-Khaleej Newspaper, 17\32003 p10
- Alleman, F., Peters, T., 1972. The ophiolite-radiolarite belt of the north Oman Mountains. *Eclogae Geologicae Helveticae* 65, 657-697.
- Al-Mulla, M. M. M., 2001. Application of geophysical, hydro-geological and GIS techniques for investigation of groundwater resource in the Al Dhaid area, UAE. Ms Thesis, UAE University, 155pp.
- Bolt, B.A., 1993. Earthquakes, newly revised and expanded. W.H. Freeman and Company, New York, 331p.
- Bolt, B.A., 1999. Earthquakes, newly revised and expanded. W.H. Freeman and Company, New York, 421p.
- Bosl, W.J., Nur, A., 2000. Crustal fluids and earthquakes. In: Rundle, J.B., Turcotte, D. L., Klein, W., (Eds.) *GeoComplexity and the physics of earthquakes*. Geophysical Monograph 120, 267-284.
- Chengmin, W., 1985. Ground-Water Studies for Earthquake Prediction in China. *Eathquake hydrology and chemistry*. Pageoph 122, 215-217.
- Federal Electricity and water Authority, 2003. Internal Reports.
- Federal Low No. (24) of 1999 for the protection and development of the environment. United Arab Emirates, Federal Environmental Agency.
- Glennie, K.W., Boeuf, M.G.A., Hughes-Clark, M.W., Moody-Stuart, W.F.H., Pilaar, Reinhardt, B.M., 1973. Late Cretaceous Nappes in Oman mountains and their geologic evolution. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 57, 5-27.

Table 1

year	magnitude	Suggested reason for the earthquakes
1975	5.2	Sudden population growth as a result of initiation of the country in 1972
1977	5.1	
1980	5	Population growth and agriculture growth
1986	5.4	Population growth and agriculture and number of mine growth
1994	5.3	Population growth and agriculture and number of mine growth and number of bottled water factories growth
1995	4.8	
1997	3.6	
1998	4.6	
2000	4.7	
2002	5.5	Over pumping of the groundwater from Massafi wells to export it to U.S.A. army in Afghanistan
Main	4.4	

Table 1: Earthquakes magnitudes in the northern UAE between 1975 and 2002, according to army force in Al Fujerah. And suggested reasons for earthquakes high magnitude involve; groundwater over-pumping resulted of either population growth or number of farms growth or combination of both (For more details see Figure 3 and the text).

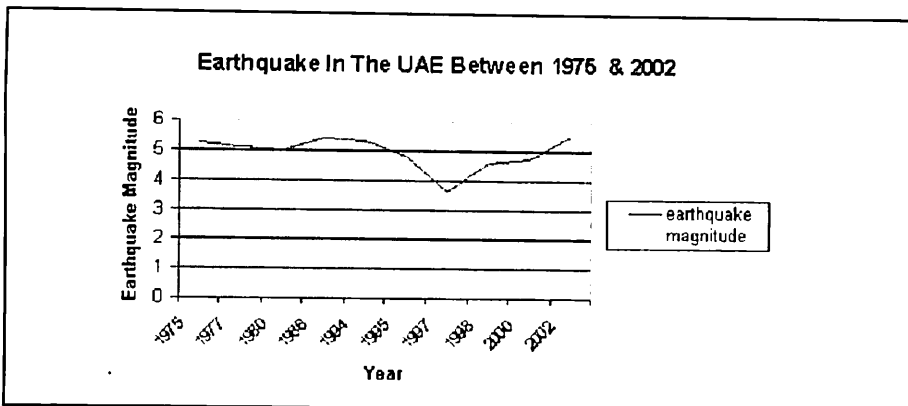


Figure 1: Location of the study area and major fault lines separating the rock units.

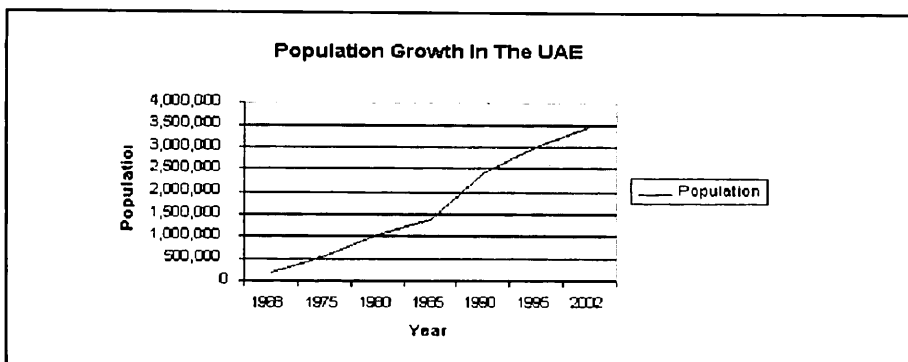


Figure 2: Suture between Arabia and Iran

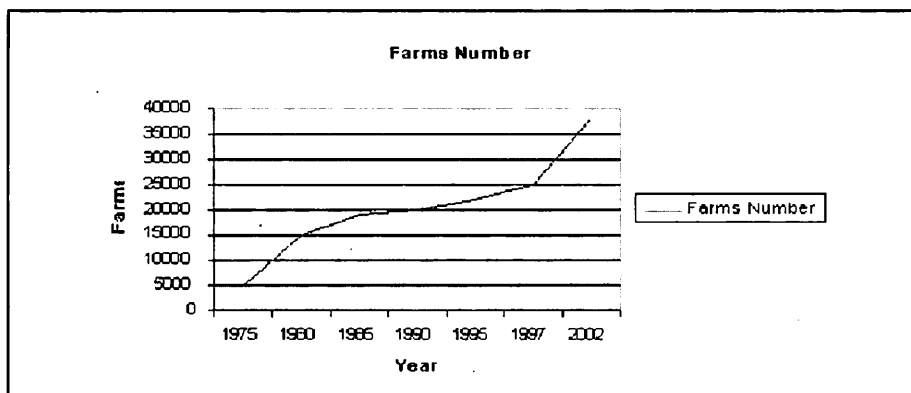


Figure 3: General view of the relationship between earthquakes and groundwater over pumping in the U.A.E. a) earthquakes between 1975 and 2002. b) Population in the U.A.E. between 1968 and 2002. c) Number of farms between 1968 and 2002. The groundwater data are from Ministry of agriculture Annual static publications (for years, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2002).

accentuate the damage causes by the earthquakes.

In summary, the high magnitude of earthquakes which have occurred in the northern UAE, is not related to major or sudden changes in the earth's crust, but may have been accentuated in response to ground water over-pumping together with an increase in mining activity.

Acknowledgement

I am grateful to Miss Moza Al-Mualla from the Ministry of Communication for providing some data on the earthquakes in the area. I also wish to acknowledge the assistance of Prof. Adrian Harvey for his help in the English corrections. I also would like to thank Athari Al Shuwaihi for her help in drawing the figures for this work.

Richter scale (4.8, 3.6 and 4.6 respectively). This may indicate a similar growth of all previous factors. However, the earthquakes in 2002 were between 5.1 and 5.5 on the Richter scale. In that year there was massive over-pumping from bottled mineral water companies which were exporting water to the US army in Afghanistan. In addition, water consumption per person per day in the UAE is one of the highest worldwide (90 gallons per person) (Al Bayan Newspaper, 2\8\2000). This sudden consumption of the groundwater may have accentuated earthquake strength and magnitude. This is different from what had occurred elsewhere (Denver and Nasser Lake) where injection of water into the ground caused earthquakes. This means that any change in groundwater volume, whether an increase or decrease, may cause accentuation of the magnitude in the earthquakes.

The rock mining industry in the northern UAE may have a negative impact on bedrock stability, through the use of mining explosions. These induce cracks in the rocks and cause pressure release. However, this impact may be still small and may not have as direct an influence on earthquakes as groundwater over-pumping. But, combining both factors together would make the situation worse.

6. Conclusion

Although major Tertiary fault lines divide the terrain of the northern UAE, they play only a minor role in the earthquake magnitude of the area. The major earthquakes are generated along the plate boundary in Iran, but it appears that human activity may play a role in earthquake accentuation within the UAE. Groundwater over-pumping especially seems to have a direct relationship with earthquake events during the past three decades. This indicates that any change in groundwater conditions may accentuate earthquake magnitudes. This may act together with the minor impact of rock mining. Building age and poor quality materials

would have occurred. It is highly likely these earthquakes were by the impact of human activity including possibly groundwater over-pumping and mine explosions. The affects were accentuated by the building age and bad quality building materials.

Table 1 and figure 3 show the direct relationships between ground-water over-pumping and the earthquakes. This is in accordance with the literature. For instance, Bosl and Nur (2000) suggested that the fluid acts as a shock absorber (Walder and Nur, 1984). This means that the evacuation of water may lead to stronger shocks being felt, as a result of the absence of groundwater to absorb the shock. This can be related to all high magnitude earthquakes in the area over the past 30 years.

Figure 3 shows strong relationships between earthquake events and groundwater over-pumping, the results of population growth, agriculture expansion and industrial development. For instance, the strength of the earthquakes in the years 1975, 1977, 1980 ranged between 5 and 5.2 on the Richter scale. The major change in this period was overdrawn of groundwater as a result of population growth and increasing farm numbers (See Figure 3). By 1975 the population had tripled from 180,000 in year 1968 to 560,000. By the same year farm numbers tripled from 1600 in 1968 to 5000 in year 1975 (Ministry of Agriculture, 1975). The population doubled and farm numbers were tripled again during the period from 1975 to 1980 (See Figure 3).

In 1986 the strength of the earthquakes was 5.4 on the Richter scale. Although population growth had slowed down as had the increase in the number of the farms between 1980 and 1986, there was growth of rock mines and bottled water factories. In 1994 the strength of the earthquakes was 5.3 on the Richter scale. During the period between 1986 and 1994 there was growth in all of the previous mentioned factors. Earthquake magnitudes in 1995, 1997 and 1998 were less than 5 on the

groundwater protection itself. Article 39 states: "The concerned parties shall consult and coordinate with the agency and competent authorities in all matters related to drinking and groundwater including the preservation and development of water sources"

Cracks and rock mines

There are about 20 rock mines in the area under the risk of earthquakes. At least 3 rock mines were initiated between years 2000 and 2003. They are located directly on the Tertiary fault line at the western side of the mountain front. The increase in the number of mines may have accentuated the earthquakes of March 2002. Rock mines may have a direct affect on earthquakes in two ways. First by pressure release by moving the rocks away, and second the rock explosions may have amplified the earthquakes shocks.

Response to the earthquakes affect of Building age and materials

The buildings which were effected by the earthquakes and spread fear among the people are old and have expired their life time. Furthermore, the materials which were used in the buildings were substandard and only suitable for temporary buildings with a life time not more than 15 years. This means that any ground shock may cause the buildings to collapse easily. This happened in March 2002. In other words, the impact of earthquakes would have been lower if the building did not collapse.

5. Discussions

Although the fact that the earthquakes in northern UAE mainly occur as a result of the movement of the Arabian Plate towards Iran, human activity seems to have played a major role in the accentuation of the recent earthquakes. It is highly unlikely that sudden natural changes in the physical setting (e.g. rock nature and fault zones) of the study area

proximately equal to groundwater recharge. However, from the early 1970s with huge immigration into the area, together with industrial development and agricultural expansion, the consumption of groundwater greatly increased. In addition there is the activity of water companies which produce water not only for local needs, but for export overseas. There are 30 bottled mineral water companies in the UAE. At least 33% of them export water to countries which are not within the arid zone, such as Japan and France and other 20 countries in Asia, Africa and Europe (Federal Electricity and Water Authority, 2003). During the war in Afghanistan in year 2001\2002 some of these bottled mineral water companies were exporting water to the US army in Afghanistan. In the summer of 2002, the problem of groundwater wells drying up was exposed, when the farmers in the northern UAE complained about the lack of groundwater on their farms. Exploitation of groundwater gives huge profits for water companies, but causes huge damage to the environment.

The over-pumping of the groundwater does not simply cause a lack of water, but it also causes a rise in salinity. The salts dissolved from the limestone had caused high salinity of 85% of the groundwater by the year 1997 (Al Mulla, 2001).

In addition, groundwater over-pumping now seems likely to have caused an increase in the magnitude of earthquakes. The over-pumping of the ground water would cause pressure release (Bolt, 1993), and the absence of water would reduce the fluid absorbance of earthquake shocks (Bosl and Nur, 2000).

Despite the emergence of water problems during the 1980s there are no rules or laws to protect the groundwater. The Federal Law No 24 of 1999 for the protection and development of the environment has a general role; mainly for protection of water resources rather than for

In the early morning of 12th March another series of strong earthquakes occurred in the area. Four of them were in Massafi; they were the strongest (5.5 in Richter scale) and caused damage to some buildings (Schools, Mosques), and rock falls on the roads. The rest were weaker and only felt by the people.

4. Human activity as a potential intensifier of the earthquakes

Low magnitude earthquakes occur in the UAE related directly to the Arabian plate moving towards Asia and to fault zones in the effected areas. However, these sudden higher magnitude earthquakes cannot be related to this broad picture. It may be that changes have occurred in the magnitude and weight of the rock and groundwater in the area. Because changes in the physical characteristics of the study area are unlikely, it is highly likely that such changes are the result of human activities, involving groundwater over-pumping and/or mining.

There are two main possible reasons which could be suggested as causes of earthquake accentuation; 1) groundwater over-pumping, 2) rock mines and explosions affected the rock cracks, and one possible reason for the severity of the effect: building age and materials.

Groundwater over-pumping

The groundwater sources in the UAE date back to late Quaternary wetter/pluvial periods. At present the UAE is part of the arid zone, with an annual rainfall of <200 mm. This amount of rain is mainly lost by evaporation (72%) and 14% reaches the sea. Another 14% only, infiltrates and feeds the groundwater table. This only accounts for the 30% of the groundwater consumed in the area (National Atlas of United Arab Emirates, 1993). The rest is effectively depleting late Quaternary water.

Before the 1970s the water drawn from the groundwater was ap-

3. March 2002 earthquakes

Between the 10th and 12th of March 2002 a series of seismic shocks occurred in different areas of the northern UAE. According to the record of earthquakes centres in Oman and Iran, 12 earthquakes and seismic shocks occurred between 10th and 11th of March in the Arabian Gulf and Gulf of Oman; 4 in the Oman Gulf, 3 in the Straits of Hurmuz and 4 in the north and centre of the Arabian Gulf. These earthquakes were concentrated in the middle and north of the Gulf of Oman. They passed through the Strait of Hurmuz to the middle and north of the Arabian Gulf, for a distance of 1000 km perpendicular to the movement of the Arabian plate (Al-Khaleej Newspaper, 17\3\2003 p10). This resulted in a series of earthquakes which occurred in several areas in the northern UAE, with a maximum magnitude of 5.5 on Richter scale. The foci of these earthquakes were along the fault lines within the UAE.

On 10th March the first earthquakes occurred at Al Nahwah south of Khor Fakan. It happened for a few seconds only. No damage occurred but it was felt by people. Late at night another earthquake occurred at Massafi, for a few seconds. This repetition of earthquakes forced some people to leave their homes. The fears among the people resulted in tens of telephone calls made to the Newspapers and to the Meteorology Centre in the UAE.

On 11th March an other series of earthquakes occurred with a strength of 5.1 on the Richter scale. These earthquakes resulted in damage to 2 schools, 2 police stations and to the fire department at Massafi. In addition, rocks fell on the road between Dibba and Massafi. All damages were to the walls and ceilings of old buildings. About 180 houses were damaged by the incident. The main damage was the fear among the people in the affected areas, which led them to spend a week in tents.

2. Physical setting

The northern UAE Mountains are part of the Oman Mountains (Fig. 1), which extend from Musandam to the southwest part of the Sultanate of Oman. This mountain range is the only tectonically active area in the UAE. It is still undergoing uplift as a result of Arabia-Asia interaction. Thus, it is subjected to minor earthquakes whose epicentres lie along the suture between the Arabian and Asiatic plates in Iran, in the Arabian Gulf and in the Gulf of Oman (Fig.2).

This mountain area is formed primarily of four types of rocks of Mesozoic age, formed on the margins of the Tethys Ocean. The four groups of rocks include; the Musandam carbonates, the Hawasina Schists, the Sumeini group and the Semail ophiolites (Lees, 1928; Hudson et al, 1954; Hudson and Chattan, 1959; Hudson, 1960). These four groups of rocks formed over the same period of time but in different environments. The Musandam carbonates were deposited in shallow water on the continental margin. The Hawasina schists were deposited as muds on the ocean basin floor prior to their metamorphism. The Sumeini group were deposited on the continental edge and at the foot of the continental slope. The Semail ophiolites are part of the oceanic crust. During the Late Cretaceous external parts of the continental shelf and adjacent Tethyan deep-sea floor were overthrust onto the continental margin (Alleman and Peters, 1972; Glennie et al, 1973; 1974; Ricateau and Riche, 1980; Searle, 1988; Searle et al, 1983). They are now exposed as a series of thrust sheets. These four rock groups form distinctive units within the Musandam Mountains, separated by major fault zones (Fig.3).

Today the UAE is on the flank of the Arabian plate, some distance away from the major modern earthquake epicentres. It normally experiences only minor earthquakes whose epicentres lie along the suture between the Arabia and Asiatic plates.

the pore fluid flow effect on the strength of the rock. Rice and Rudnick (1979) have reported two mechanisms to stabilize earthquakes by pore fluids. These mechanisms are based on dilatancy strengthening and on an increase of elastic stiffness for undrained as opposed to drained conditions. Chengmin (1985) has illustrated the relationships between groundwater levels and earthquakes prediction in China. Byerlee (1993) put forward a model for episodic flow of high pressure water in fault zones. Roeloffs (1996) studied earthquakes that related to hydrologic phenomena. Peltzer, et al, (1996) suggested that the strain induced by large crustal earthquakes produces changes in pore fluid apertures that dissipate with time and result in surface deformation. Rock in undrained and drained conditions behaves differently. Bosl and Nur (2000) have put forward suggestions and evidence of positive fluid action on earthquakes, where the fluid acts as a shock absorber (Walder and Nur, 1984).

The northern United Arab Emirates (UAE) usually experiences only minor earthquakes. It is too far away from any important focus. Earthquake magnitudes in the northern UAE rarely exceed 4.4 on the Richter scale (Table 1); normally the intensity values are up to III. This means there is normally no serious damage to structures from earthquakes of this magnitude. However, in March 2002 a series of earthquakes of magnitude of 5.5 on the Richter scale made the scientists in the UAE start to consider the phenomena intensively. For example, the Universities of Sharja and UAE initiated earthquake monitoring stations in Sharja and on the East Coast to record seismic shaking in these areas. The Weather Forecast Centre put forward a project of earthquake monitoring stations to cover the whole of the UAE.

This study aims to examine the possible causes which made these earthquake events stronger than usual. It will consider the possible impact of human activity, as an agent in accentuating earthquakes in the study area.

1. Introduction

Before the middle of the 20th century earthquakes were seen as an "act of God". However, today at the beginning of the 21st century it seems to be possible that some earthquakes could be as the result of an "act of man".

The causes of earthquakes have been summarized in the literature into three reasons, one related to physical theory of fault zones and plate tectonics, and two related to human activities which disturb the natural setting and the nature of the rocks (e.g.; Bolt, 1993; 1999; Stein and Wysession, 2003). The first type is a tectonic earthquake, which occurs when rocks break suddenly in response to different geological forces, including plate movements, faults and volcanic activities. There are two types of human-induced earthquakes; collapse-induced and explosion-induced earthquakes. Collapse-induced earthquakes occur in regions of underground mining and caverns. The instantaneous cause of ground shaking is either the collapse of the roof of the mine, or a landslide-producing seismic wave. Such collapses have occurred in Canada and Peru (Bolt, 1993). In addition, to pressure release which may induce collapse, there are also effects on ground water due to a sudden reduction in the confining pressure (p160, Bolt, 1993). Explosion-induced earthquakes are produced by the detonation of chemical or nuclear devices.

Furthermore, water in bedrock has been considered to have an influence on earthquakes. There are some earthquakes which occur either as a result of water accumulation behind dams as in Lake Nasser (on the Nile River), or as a result of water injected into the ground as in Denver Colorado (Bolt, 1993). Since these incidents back in the 1960s there have been many investigations of the influence of water/fluids. During the last three decades there have been intensive studies on the effects of groundwater on earthquakes. For instance, Nur and Booker (1972) have studied

**Groundwater over-pumping and Recent earthquakes
in the northern United Arab Emirates: A natural hazard
accentuated by human activity**

() Dr. Asma Al-Farraj*

ABSTRACT

At the present day the United Arab Emirates (UAE) is on the flank of the Arabian plate, but some way away from the major modern earthquake epicentres. It normally experiences only minor earthquakes whose epicentres lie along the suture between the Arabian and Asiatic plates in Iran, the Arabian Gulf and the Gulf of Oman. In March 2002 a series of earthquakes occurred in several areas in the northern UAE, with foci along fault lines within the UAE. What made these earthquakes different from earlier earthquakes was their strength and frequency. For the first time in the area, earthquakes of a magnitude 5.5 (on the Richter scale) occurred, and continued over a period of three days. The causes appear to involve more than fault zone and plate tectonics, and may be related to human activity. Tracing the earthquakes during the past three decades indicates that the earthquakes followed major groundwater over-pumping, itself a result of population growth, growth in the number of farms and number of bottled water factories.

Key words: Groundwater over-pumping, earthquakes, Northern UAE, human impact.

(*) Geography Program, College of Humanities, U.A.E. University, U.A.E.

Wastewater Treatment and Reuse Costs: A Middle-East Case. Presentation and Proceedings. 31st WEDC International Conference on Maximizing the Benefits from Water and Environmental Sanitation. Kampala, Uganda. October 31- November 4, 2005.

Shahalam, A. (2005). Monitoring and Assessment of an Operating Municipal Wastewater Treatment System: An Activated Sludge Process in Kuwait - A Case Study. Final Report submitted to Kuwait Institute for Scientific Research.

References

Angelakis, A. N., Bazza, M., Shahalam, A. M. and Jamal, M. (2006). Wastewater Reclamation and Reuse in the State of Kuwait, In: Wastewater Management in Regions under Water Scarcity (Angelakis et. al., Eds.). Ch. 18. Springer, Berlin, Germany.

Ergun, H. N. 1966. Reconnaissance soil survey - Kuwait preliminary report. F. A. O., Rome, Italy.

John Taylor and Sons. 1978. Utilization of treated sewage effluent in agriculture. Draft Master Plan Report submitted to Ministry of Public Works, Government of Kuwait.

Razzaque, M.A. et al. 1995a. Master plan for Development of Kuwait's Agricultural Sector (1995-2005), Kuwait Institute for Scientific Research. Appendix IV (Volume 5), AG-67 Report No. KISR 4615, Kuwait. (Restricted).

Razzaque, M.A. et al. 1995b. Master plan for Development of Kuwait's Agricultural Sector (1995-2005), Kuwait Institute for Scientific Research. Appendix III (Volume 4), AG-67 Report No. KISR 4615, Kuwait. (Restricted).

Safar, H. M. and Shahalam A. (2004). A Survey for Water in Agricultural Activity in Kuwait. Final Report of a general activity. KISR, Kuwait.

Samira A.S. Omar. 1999. Soil Classification in the State of Kuwait. KISR ISBN 0957700318.(Restricted).

S. C. E. T. 1970. Soil survey report. Vol. 2. Department of Agriculture, Ministry of Public Works, Kuwait.

Shahalam, A.M., Shahjabin Alam and Hader Al-Rashidi. (2005).

Table 6. Gross Water Use Rate at Wafra Farms

FARM	SOURCE OF WATER	MAIN CROP	DAILY WATER USE gal/1000msq
Al Mubarakia Al Watanyah	Groundwater	Tomato/Cucumber	600
Sh.Fahad Malik Al Subah	Groundwater	Grass/Pumpkins	160
Jasem Budai	Groundwater	Barley	363
Latifa Al Dabous	Groundwater	Tomato/Cucumber	526
Dr.Adel Al Ebrahiem	Groundwater	Cucumber/Onion	1,288
Dehaim El Hajri	Groundwater	Tomato/Lettuce	1,038
Abdulwahab Ali Naqi	Groundwater	Dates	-
Ahmad Mubarak Al Fajji	Groundwater	Grass/Tomato	688
Abbas Ali Al Hazem	Groundwater	Tomato/Pepper	4,300
Fahad Snan	Groundwater	Tomato	7000

Table 7. Gross Water Use Rate at Abdali Farms

FARM	SOURCE OF WATER	MAIN CROP	DAILY WATER USE gal/1000msq
Falah Al Hawas	Groundwater	Grass/Tomato	111
Abd Alrahman Al-Falah	Groundwater	Onion/Potato	115
Khaled Alkandiri	Groundwater	Grass/Potato	250
Fahad Al-Duwailah	Groundwater	Grass	80
Ahmad & Talal Alajmi	Groundwater	Tomato/Potato	160
Khaled Alhajaj Alajmi	Groundwater	Grass/Tomato	320
Hamed Abd Alrazag Alomani	Groundwater	Grass/Onion	NA
Jamal Alkathmi	Groundwater	Dates/Tomato	1,252
Abdul Alrahman Al Nassar	Groundwater	Tomato/Cucumber	733
Mohammad Bu Hindi	Groundwater	Grass	250

Table 8. Gross Water Use Rate at Sulaiibiya Farms

FARM	SOURCE OF WATER	MAIN CROP	DAILY WATER USE gal/1000msq
Z3	Treated Wastewater	Grass	65,991
Abdallatif	Treated Wastewater	Grass	482
Jasem	Treated Wastewater	Grass	500

Table 5. Present Treated Wastewater Use for Irrigation

PLANT	INFLOW m3/d	TREATED EFFLUENT To DMC STORAGE or To DIERECT IRRIGATION USES, m3/d	ON-SITE + LANDSCAPING DIRECT USE, m3/d	REMARK
Jahra	90,000	42,000 (46.7%)	1,125	--
Ardiya	280,000	--	1,100	Abandoned, 2005
Sulaibiya	325,000	59,220 (18.2%)*	Not known	Operating Since, Oct.2005
Riqqa	180,000	135,000 (75%)	45,000	--
Total	595,000	236,220	47,225	

* Assumed previous Ardiya amount is continued to be sent to DMC.

Major farms surveyed in three main zones of agriculture amounted to 11.5 x 106 msq. This major areas are distributed among Wafra, Sulai-biya and Abdali as 1.8 x 106 msq, 0.8 x 106 and 1.8 x 106 msq respectively (based on main farms only).

Due to limited scope, comprehensive data collection with the separation of farm areas cultivated during winter and summer were not available. Based on annual total water-use and size of the farms, an estimate of water-use per 1000msq each year is estimated. Table 6, 7 and 8 show the estimated water-uses in farms at Wafra, Abdali and Sulai-biya respectively. As the data on amount of land irrigated is not available these tables do not reflect crop utilization of water or rate of water-use per irrigated-area. Besides, most of the crops except grass are not grown year-round. The data, however, reflected the huge variations of water-use per gross area of 1000 msq in various farms. For through the year activity, naturally the water-use rate is higher for grass farms. The figures, however, vary widely. It is evident that where groundwater is irrigant; the water-use in average is low. The wide variation of water-use per 1000 msq also reflects the use of non-uniform practices in applying irrigation water.

Table 4. Ten Major Agricultural Farms at Sulaybiya

OWNER	AREA* (msq)	NO.OF WORKER	METER SYS.	NO. OF WELLS	W. DEMAND IN WIN. PERDAY	W.DEMAND IN SUMM. PERDAY**	NO. OF SEP.T.	MAIN CROP
Mohammad Salem Al- tegi	60,000	14	NA	None	11,000 gal	19,500 gal**	None	Grass
Ahmad Abdulmohsin	68,875	17	NA	2	5,000 gal	9,000 gal	1	Grass
Mohammad Al-Ahmad # 1	115,500	20	NA	None	18,000 gal	36,000 gal	2	-
Mohammad Al-Ahmad # 2	40,000	11	NA	None	18,000 gal	36,000 gal	2	-
Z-3	200,000	30	Yes	None	5,499,231 gal	7,698,923 gal	None	Grass
Abdullah Khalifa Al- fuhala	70,000	18	NA	1	Unknown	Unknown	1	Tomato
Abdullatif Salem	56,000	21	Yes	1	9,000 gal	18,000 gal	4	Grass
Alwuhab Jaseem	56,100	14	NA	1	12,000 gal	16,000 gal	1	Grass
Alwazan's Sons Barjas Homoud Albarjas	105,000	60	Yes	None	35,000 gal	60,000 ga	1	-
Jaseem Ebrahim Al- muthaf's Sons	70,000	14	Yes	1	9,000 gal	12,000 gal	3	Tomato, Dates
Total	841,475				5,616,200 gal	7,905,500 gal		

SYS = System, W = Water, SEP.T = Septic Tank, WIN = Winter, SUMM = Summer, NA = Not available

* Most of Sulaybiya Farms are small.

** Uses are in gallons/day (1 gal = 3.78 x 10⁻³ m³).

Ardiya plant is shut down from October 2005. Sulaibiya wastewater treatment plant commissioned under built-operate-transfer (BOT) contract is operative from October 2005. Average capacity of this centralized wastewater treatment plant serving Kuwait is about 375,000m³/d (Peak 525,000 m³/d) (MPW, 1995).

Regarding the agricultural region in Kuwait, data collected from farms located in Wafra, Abdali and Sulaibiya are illustrated in tables 2-4. Data were collected on size, activity, water source etc. Tables include number of workers, water metering systems, groundwater wells or other water sources, winter and summer demands for irrigation water and sanitation facilities if any. Most of the farms have summer water-demand about double of that in winter. Farmers at Wafra and Abdali water palm trees and ornamental plants by water extracted from ground-wells.

Table 3. Ten Major Agricultural Farms at Abdali

OWNER	AREA (msq)	NO.OF WORKER	METER SYS.	NO.OF WELLS	W.DEMAND IN WIN PERDAY	W.DEMAND IN SUMM. PERDAY	NO.OF SEPT.T.	MAIN CROP
Falah Al Hawas	108,633	15	NA	2	4,000 gal**	8,000 gal*	2	Grass, Tomato
Abd Alrahman Al-Falah	200,000	11	NA	2	9,000 gal	14,000 gal	1	Onion, Potato
Khaled Alkandiri	100,000	7	NA	2	10,000 gal	15,000 gal	2	Grass, Potato
Fahad Al-Duwailah	100,000	6	NA	1	4,000 gal	4,000 gal	2	Grass, Tomato
Ahmad & Talal Alajmi	200,000	15	NA	1	12,000 gal	20,000 gal	None	Potato, Grass
Khaled Alhajaj Alajmi	300,000	14	NA	2	36,000 gal	60,000 gal	4	Tomato, Grass
Hamed Abb Alrazag Alomani	440,560	4	NA	3	3,000 gal	3,000 gal	3	Onion, Dates
Jamal Alkathimi	148,000	18	NA	2	72,100 gal	113,300 gal	2	Tomato
Abdul Alrahman Al Nassar	117,000	11	NA	1	33,000 gal	52,800 gal	2	Tomato, Cucumber
Mohammad Bu Hindi	100,000	5	NA	1	8,000 gal	17,000 gal	None	Grass
Total	1,814,193				191,100 gal	307,100 gal		

SYS = System, W = Water, SEP.T = Septic Tank, WIN = Winter, SUMM = Summer, NA = Not available

* Most of Abdali Farms depend on Well water for irrigation. All Farms that been checked do not have water supply from Ministry and that is why data on metering systems was not available.

** Uses are in gallons/day (1 gal = 3.78 x 10⁻³ m³).

Data Monitoring Centre (DMC) located in Sulaibiya has four storage tanks, and each tank designed to hold 87,500 cubic meters with combined storage capacity of 350,000 cubic meters. Wastewater treatment plants of Sulaibiya and Jahra are sending significant portions of their treated effluent to DMC while effluent from Riqqa is mostly used by on-site irrigation and supplying irrigation water for coastal villages. From DMC, treated wastewater is mainly sent to three farms, which are Z1, Z3 and Sheikh Saad Al-Abdullah Farm at Sulaibiya. It is estimated that three farms covers an area of about 500,000 msq. Table 5.shows the present distribution of treated wastewater that is sent to DMC or direct uses for irrigation. Nearly 48% of total plants effluent appears to be used for irrigation at treatment plant site, farms, coastal villages and greeneries.

Table 2. Ten major Agricultural Farms at Wafra

OWNER	AREA* (msq)	NO.OF WORKERS	METER SYS.	NO.OF WELLS	W.DEMAND IN WIN PERDAY	W.DEMAND IN SUMM. PERDAY	NO.OF SEPT.	MAIN CROP
Al Mubarakia Al Watanyah	100,000	22	Yes	NA	20,000 gal**	40,000 gal	2	Tomato, Cucumber
Sh.Fahad Malik Al Subah	150,000	17	NA	2	8,000 gal	16,000 gal	5	Grass, Pumpkins
Jasem Budai Latifa	1 x 106	45	Yes	1	121,000 gal	242,000 gal	4	Barley
Al Dabous	57,000	7	Yes	NA	10,000 gal	20,000 gal	1	Tomato, Cucumber
Dr. Adel Al Ebrahiem	97,247	25	Yes	10	50,000-100,000 gal	75,000-150,000 gal	4	Cucumber, Onion
Dehaim El Hajri	100,000	22	NA	1	32,800 gal	71,000 gal	1	Tomato, Lattuce
Abdulwahab Ali Naqi	100,000	2	Yes	1	6000 gal + Well	6000 gal + Well	1 Ground Hole	Dates
Ahmad Mubarak Al Fajji	115,000	32	Yes	2	19,800 gal	59,400 gal	5	Grass, Tomato
Abbas Ali Al Hazeem	100,000	7	Yes	1	215,000 gal	215,000 gal	1 Ground Hole	Tomato, Pepper
Fahad Snan	5,000	6	Yes	2	20,000 gal	15,000 gal	2	Tomato
Total	1,824,247				527,600 gal	796,900 gal		

SYS = System, W = Water, SEP.T = Septic Tank, WIN = Winter, SUMM = Summer, NA = Not available

* Wafra Farms have huge amount of water demand for the irrigation, especially in the summer, This huge demand of water reflects the extent of agricultural activities in the area. Individual farming area of Wafra Farms is larger in comparison to that of Abdali or Sulaiabiya.

** Uses are in gallons/day (1 gal = 3.78 x 10⁻³ m³).

Discussion and Conclusion

Table 1 shows all treatment plants in Kuwait. Table.2, 3 and 4 depict information on major agricultural activities in farming in Kuwait. Total treatment capacity of the treatment plants is about 624,000-684,000 m³/d. The potential availability of treated wastewater may be estimated to be around 523,000 m³/d assuming availability as 80% of plant inflow. Main wastewater source is of domestic original. No major industries dispose industrial wastewater into domestic sewer lines. All plants of Table 1 are in operating condition except Wafra treatment plant. Wafra plant is established between year 2000-2003, and it will be ready to operate after years of test and maintenance.

Regarding the produced effluent of treatment plants, major operating plants end up supplying at least a part of the effluent of treated wastewater to DMC wastewater storage for irrigation. It is noted that more than 50% of total wastewater effluent, is generated from Sulaibiya plant. It provides treatment beyond tertiary level with process of Ultra filtration and Reverse Osmosis System. Quality wise this portion of effluent should be ready for unrestricted irrigation. Jahra and Rigga plants treat wastewater up to tertiary level. Tertiary effluent is suitable for restricted irrigation.

The following information on uses of Jahra effluent was collected through personal contact of plant engineer:

- * 46.7% goes to DMC (Data Monitoring Centre).
- * 0.93% goes to Agricultural and Greenery Organization tanks.
- * 0.32% goes for on-site irrigation.
- * 51.9% goes into the sea.

Due to unavailability of both sufficient storage and/or direct connection to agriculture regions, an amount of 51.9% of Jahra effluent goes into the sea.

Agricultural Land: A draft master plan developed by John Tailor and Sons (John Tailor and sons, 1978; Ergun, 1966; S.C.E.T., 1970) in 1978 for wastewater reuse for agricultural purposes in Kuwait provided extensive data on soil types and their suitability for wastewater irrigation. A soil survey completed in 1999 by Food and Agriculture Division of KISR included a detail survey of soil in Kuwait (Samira, 1999). The survey delineated the soils in the State of Kuwait with identification of their suitability for various agricultural uses. The report presented detail land-use maps. The data contains valuable information on present and potential land uses in Kuwait and can be utilized in identifying potential areas where treated wastewater may be applied for agricultural activity particularly for the purposes of greenery and plant irrigation.

The findings of the above reports supported restricted irrigation by wastewater in Kuwait. According to the report (John Tailor and Sons, 1978), out of total area of 17,318,000 m² in Kuwait, cropland, trees-land and unused cultivable lands are 54452, 22210, and 121,818 m² respectively. Overall pastureland counts for 17,179,100 m². An incremental addition of 22% per year was observed in the cultivable areas since 1994. It appeared that most of the potential cultivable lands are limited to Ahmadi and Jahra areas.

Agricultural Master Plan developed in 1995 by KISR (Razzaque et al., 1995a, 1995b) indicated that main agricultural activity in Kuwait was limited to Wafra, Abdali and their surrounding areas. As of 1995, most of the agriculture in these areas was dependent on groundwater. Acceptable groundwater withdrawal was estimated to be 455,000 m³/day. Groundwater was reported to be having a salinity of 9000 ppm at Wafra and 2000 ppm at Abdali. The master plan recommended discouragement of extraction of Wafra groundwater. It also recommended for possible use of wastewater in future.

Table 1. Wastewater Treatment Plants in Kuwait

PLANT	ESTABLISHED IN	SOURCE OF W.W	COVERING AREA	LEVEL OF TREATMENT	RECENT CAPACITY	PEAK VALUE
Jahra Treatment Plant	1981	Domestic	Jahra & Sulaibekhat	Tertiary	85,000-95,000 cubm/day	85,760 cubm/day
Ardiya Treatment Plant (Abandoned 2005)	1965	Domestic	Kuwait City	Tertiary	280,000 cubm/day	Unknown
Sulaibiya Treatment Plant	2005	Domestic	Kuwait City	Advanced	375,000(Capacity) 325,000 Cubm/day (Actual)	525,000 cubm/day
Um Alhaiman Treatment Plant	2001	Domestic	Um Alhaiman	Advanced	28,000 cubm/day	9,700 cubm/day
Rekka Treatment Plant	1982	Domestic	Tenth Area	Tertiary	180,000 cubm/day (Remodeled, 2004)	Unknown
Wafra Treatment Plant	2001	Domestic	Wafra	Tertiary	6,000 cubm/day	? 10,000 cubm/day
Total					629,000 cubm/day	

W.W = Wastewater

* The table above shows how varied treatment Plants in Kuwait regarding their recent capacities.

* Since it is very old and due to new Sulaiibiya Project, Ardiya Plant is going to be shut down diverting all its influent to Sulaiibiya Project.

shows Kuwait map including locations of main treatment plants and farming areas. Table 1 includes particulars about main treatment plants in Kuwait. Effluent from three main treatment plants at Jahra, Riqqa and Sulaibia are collected at a centralized effluent-storage facility at Sulai-biya. The collected effluent is then distributed to different farms for irrigation of agricultural lands.

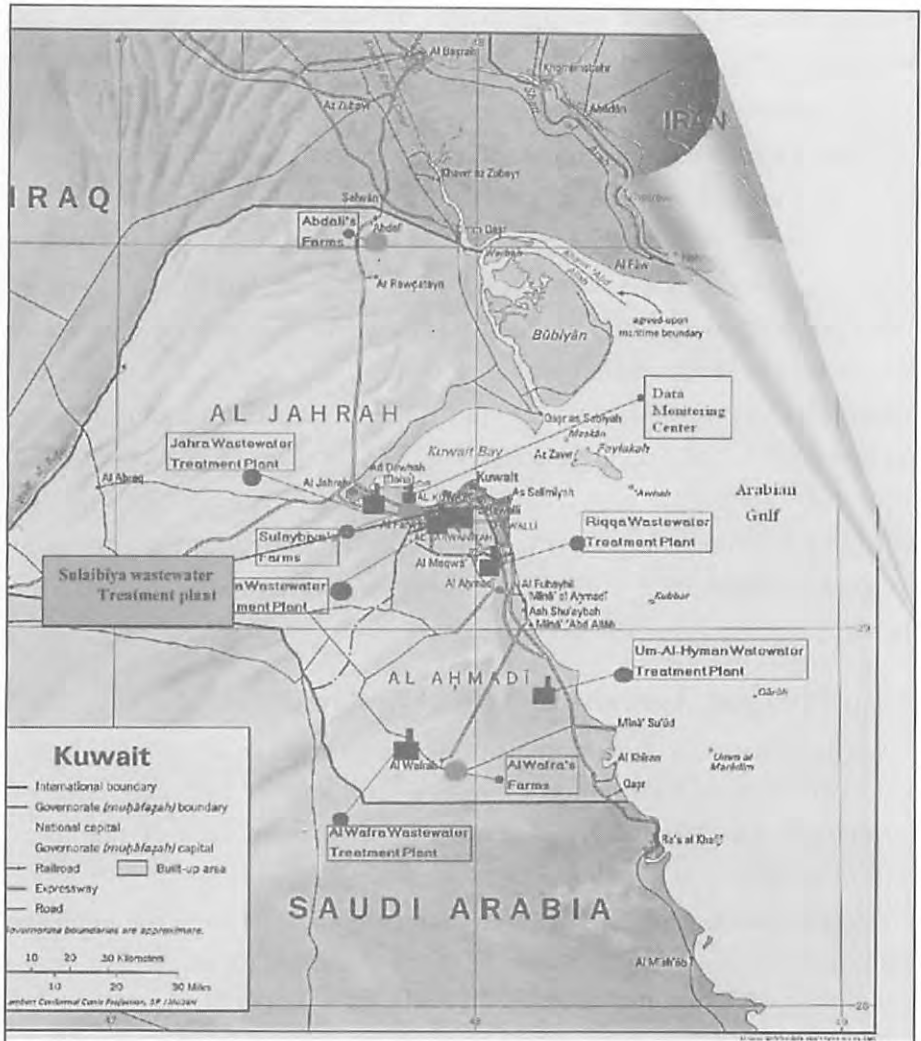


Figure1. Main Wastewater Treatment Plants and Farming Areas in Kuwait

2005). Further refinement of effluent by reverse osmosis following ultra or micro filtration costs about KD 0.124 per cubic meter at 2004-05. It is noted that desalinated seawater cost about KD 0.617 per cubic meter in 2003. The state of Kuwait took bold step in its effort to reclaim total wastewater effluent for reuse. Towards this goal, in years 2000-2003, total amount of 41.56×10^6 m³/yr of effluent was supplied as irrigation water from centralized effluent-storage facility at Sulaibiya, maintained by the Ministry of Public Works. The amount was about 23% of estimated potential wastewater in the country.

For a successful implementation of the reuse program, however, the concerned authorities need a well planned scheme to collect and distribute the reclaimed water for proper reuse. For agricultural uses, location of farms, their size, type of crops and water needs are basic data those are necessary for developing an effective scheme. Recently Wastewater Research Plant (WRP, Sulaibiya) of Kuwait Institute for Scientific Research (KISR) has surveyed agricultural farms in three main areas of Wafra, Abdali and Sulaibiya collecting data on major farms on existing source of water, main crops, daily water uses and distribution of uses in winter and summer months (Safar, 2004). Ten major farms from each area were selected for collecting information. This paper summarizes the data obtained during this survey.

Wastewater and Agricultural Activity in Kuwait

The collected data comprise of three main types of wastewater treatment plants, past information on agricultural activity and potentials of agriculture, and particulars of ten main farms from each of the areas of Wafra, Abdali and Sulaibiya.

Wastewater: Main wastewater sources as of 2004 were the effluents generated in five treatment plants of Jahra treatment plant, Ardiya treatment plant (Abandoned since 2005 replaced with Sulaibiya treatment plant), Um-Al Hayman treatment plant, Riqqa treatment plant, and Wafra treatment plant. The plant at Ardiya is abandoned in 2005. Its influent is diverted to a new advanced treatment plant at Sulaibiya. Figure 1

Introduction

Agricultural activity in Kuwait is restrained due to its extremely arid climate and shortage of irrigation water. In the past country mainly relied on scanty groundwater for irrigation. Groundwater source is approaching exhaustion rapidly. Because of insufficient rainfall and rapid flow of surface-runoff into the sea, annual infiltration of runoff into aquifers is minimal in comparison to annual irrigation-need for groundwater. Innovative processes for replenishment and recharge of aquifers with surplus waters or treated recycled water are urgently needed to sustain future agricultural activity in the country.

Alternative sources of irrigation water are desalinated seawater and recycled once-used water. On cost consideration, desalinated seawater is still not at feasible range. Recycled treated wastewater, however, can meet a substantial portion of country's irrigation demand. Kuwait presently generates nearly 500,000 m³ (Angelakis, 2006) of treated wastewater effluent per day. As the country has very good wastewater collection system with centralized treatment facilities, physically all of this water can be reused with proper utilization plan. The quality and additive property of soil-fertilization of this water makes it even more attractive for reuse for irrigation purposes. In a recent study (Shahalam, 2005) on the performance of one of the main treatment plants in the country showed average concentrations of dissolved nutrients of total nitrogen, phosphate (PO₄) and potassium (K) of 16.4, 12.9 and 12.7 mg/l respectively in tertiary effluent water. Total recycling of available effluent for irrigation is equivalent to applying each day about 8.2, 6.45 and 6.35 ton of total nitrogen, phosphate and potassium respectively on irrigated soil.

Improved treatment technology and resulting reduction in costs of treating wastewater up to recommended standards for uses as irrigant provide additional incentive to reclaim wastewater effluent for agriculture. In Kuwait, an estimate indicated that treating wastewater up to tertiary level (sand-filtration following secondary treatment of activated sludge) costs about KD 0.058 per cubic meter at 2003 (Shahalam et al.,

Major Agricultural farms and sources of Irrigation water in Kuwait

() Abulbasher Shahalam*

() Abdallah Abusam*

() and Husain M. Safar*

ABSTRACT

Kuwait is in a zone of extremely arid climate with an annual rainfall of nearly 120mm only. Its main source of water supply is desalinated sea-water for potable use and groundwater and treated wastewater effluent for irrigation and other uses. Recently outstanding development took place in the farming area. Deserts are turned to greeneries and cash-cropping fields. The future of this development and its sustainability depend on reliable and dependable sources of irrigation water. Treated wastewater effluent can satisfy a portion of irrigation demand with consistent and reliable supply. A survey indicated that nearly 48% of wastewater effluent from main wastewater treatment plants is presently diverted to a centralized storage facility that distributes water for irrigation use in greeneries and farms.

This paper presents the summary of data on farm size, type of crops, water need during winter and summer, and sources of irrigation water in 30 selected large farms located at main farming areas of Sulaibiya, Abdali and Wafra in Kuwait. The larger potential of utilizing all wastewater effluent is assessed.

(*) Water Technologies Dept, Water Resources Division, KISR, Kuwait.

Lazarova, V., Hills, S. and Briks, R. (2003). Using recycle water for non-potable, urban uses: a review with particular reference to toilet flushing, *Water Science and technology* 3(4): 69-77.

Mullegger, E., Langergraber, G., Helmut, J., Starkl, M. and Laber, J. (2003). Potentials for grey water treatment and reuse in rural areas, 2nd International Symposium on Ecological Sanitation, Luebeck, Germany, 7 to 11 April 2003.

US-EPA (2001). USA Environmental Protection Authority, Reuse options for household wastewater, Domestic wastewater management series, Publication 812, November 2001.

References:

Abusam, A. (2006). Potentials of greywater reuse, Water Day, Kuwait Society of Engineers, March 22, KISR, Kuwait, (in Arabic).

Abu Qdais, H. and Halalsheh, R. (2004). Impact of grey water reuse on the performance of wastewater treatment plants in Jordan, International Water demand Conference, May 30 - June 3, 2004, Dead Sea, Jordan.

Al-Buloshi, A.S. (2005). Characterization of household greywater and the potential reuse in Oman, M. Sc. Thesis, Sultan Qaboos University, Sultanate of Oman.

Australian Department of Health (2002). Department of Health, Government of Western Australia, Draft guidelines for the reuse of grey water in Western Australia, available at www.health.wa.gov.au

Butler, D. (1993). The influence of dwelling occupancy and day of the week on domestic appliance wastewater discharges, *Building and Environment* 28(1):73-79.

Eriksson, E., Auffarth, K., Henze, M. and Ledin, A (2002). Characteristics of grey water , *Urban Water* 4(1):85-104.

Ghisi, E., Oliveira, S.M. (2006). Potential for potable water saving by combining the use of rainwater and grey water in houses in Southern Brazil. *Building and Environment*, in press.

Jefferson, B., Laine, A., Parsons, S., Stephenson, T. and Judd, S. (1999). Technologies for domestic wastewater recycling, *Urban Water* 1:285-292.

- * Potentials of light grey water reuse at household level and community level in Kuwait need further investigation.
- * Conclusions reached to in this study are preliminary conclusions. Therefore, it is recommended to carry a large-scale study in order to arrive at grey water generation rates that represent the various household types in Kuwait.
- * To avoid the human and environmental health risks associated with grey water reuse, it is recommended to develop guidelines for grey water reuse in Kuwait before encouraging grey water reuse in the country.

irrigation or yards irrigation may not be acceptable. The acceptable reuse options in such case seem to be toilet flushing and garden irrigation. But garden irrigation is practically not an option for those who live in apartments, unless a community grey water reuse scheme is established for apartment-buildings.

Despite the great potentials for reuse and potable water savings, grey water reuse in Kuwait and in many other countries in the region, is not regulated. Without legislations and guidelines, reuse of grey water may create more public health and environmental problems than bring benefits. It is important that the general public be advised about which grey water stream to divert for reuse, how to do that, what treatment technology to use and what health precautions to take. These things are usually specified in the reuse guidelines. Further, grey water reuse should be considered as an integral part of sustainable water management schemes. Unplanned large-scale grey water reuse schemes may create operational problems to the existing central wastewater treatment plants. Abu Qdais and Halalsheh (2004) predicted that with excessive reuse of grey water, existing wastewater treatment plants in Jordan can be organically over loaded to a degree that they can not meet the effluent standards. Similar things may also occur in Kuwait, if grey water reused in large scale without predefined plans. Thus, before encouraging people in Kuwait to reuse grey water, legislations and guidelines must first be developed.

Conclusions and Recommendations:

- * Kuwait seems to have a very high potential for potable water savings from reuse of light grey.
- * Unlike Western countries, grey water reuse for toilet flushing at household level in Kuwait will save only about 15% of household potable water consumption.

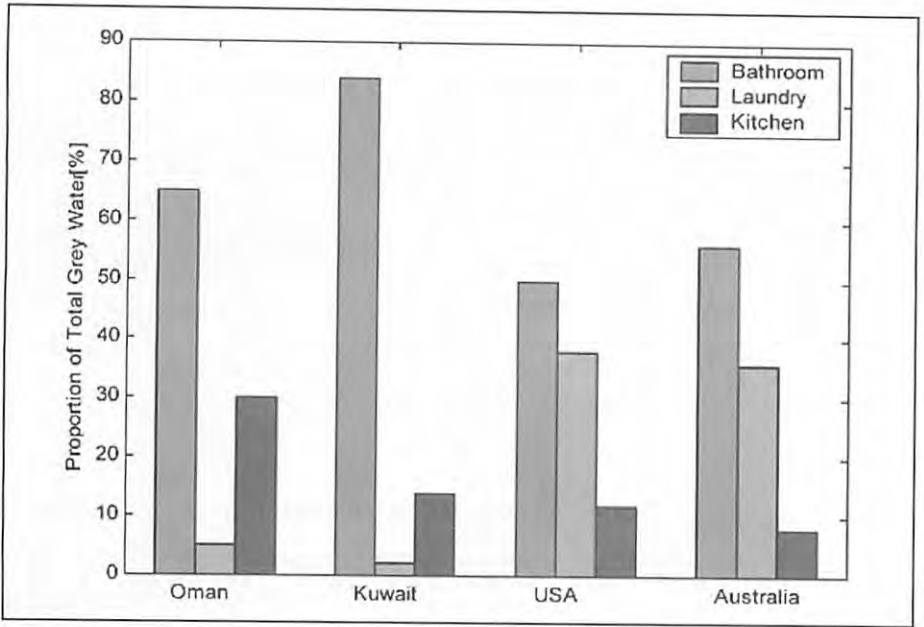


Figure 2: Comparison of proportion of household grey water in Kuwait to that in the other parts of the world. Source: Al-Buloshi (2005), Australian Department of Health (2002), US-EPA (2001).

Unlike Western countries, generation rate of light grey water in Kuwait seems to be much higher than what is needed for toilet flushing (Figure 1). The direct implication of this is that grey water reuse at household level in Kuwait should not be limited to toilet flushing, if saving more than 15% in household potable water is to be achieved. That is to say, other grey water reuse options, such as garden irrigation, car washing and cloth washing, should be adopted simultaneously. However, most of these reuse options may not be acceptable as grey water reuse in the region (GCC and MENA) is constrained by religious and other technical and socio-economic factors (Abusam, 2006; Al-Bolshi, 2005). Because of the Islamic concept of cleanliness, people will not accept to come in contact with treated wastewater in any form, and therefore, reuse options like cloth washing, car washing, playgrounds

Figure 1 show that about 85% of total household wastewater for the three houses studied in Kuwait in Kuwait is grey water, and 84% of it is light grey water (shower and hand basin wastewater). Therefore, a very significant savings (up to 85%) in potable water consumption in these households can be made from the reuse of only light grey water. However, obtained results also indicate the insignificant contribution of toilet flushing (about 15%) to total household wastewater (about 15%) in these houses. As discussed below, this means that reuse of grey water in toilet flushing alone will not contribute significantly in potable water saving at household level in Kuwait.

For having an idea about grey water generation rates in Kuwait relative to other countries, average values presented in Figure 1 were presented (Figure 2) against grey water generation rate in for Oman, USA and Australia, obtained from literature. Figure 2 shows clearly that the highest generation rate of light grey water is in Kuwait. In fact, such a result was expected because of the very hot climatic conditions prevailing in Kuwait. Another thing to be noticed from Figure 2 is that kitchen wastewater in Kuwait contributes by only 12% to total household wastewater. This puts, unexpectedly, Kuwait closer to USA and Australia than to Oman which is in the same region. The reason for that may be Kuwaiti's carry in the kitchen less activities that demand water (e.g. more often order food from restaurants) than the people in Oman do. Further, it is can also be noticed from Figure 2 that contribution of laundry wastewater is negligible in both Oman and Kuwait, in comparison to that in USA and Australia.

percentage contribution of the various wastewater streams to the total household wastewater is almost the same for all the three households. This is can be seen from the average contribution of the various wastewater streams to total household wastewater presented in Figure 1, which does not differ significantly from that for any of the three households.

Table 4: Contribution of Various Wastewater Streams to Total Household Wastewater

Household	Bathroom Grey Water (%)	Bathroom Black Water (%)	Kitchen Wastewater (%)	Laundry Wastewater (%)	Total Grey Water (%)	Total Wastewater (L/c.d)
1	71.30	13.73	13.87	1.10	86.27	459.66
2	66.00	18.31	13.91	1.78	81.69	213.89
3	75.77	13.28	9.29	1.67	86.72	457.54

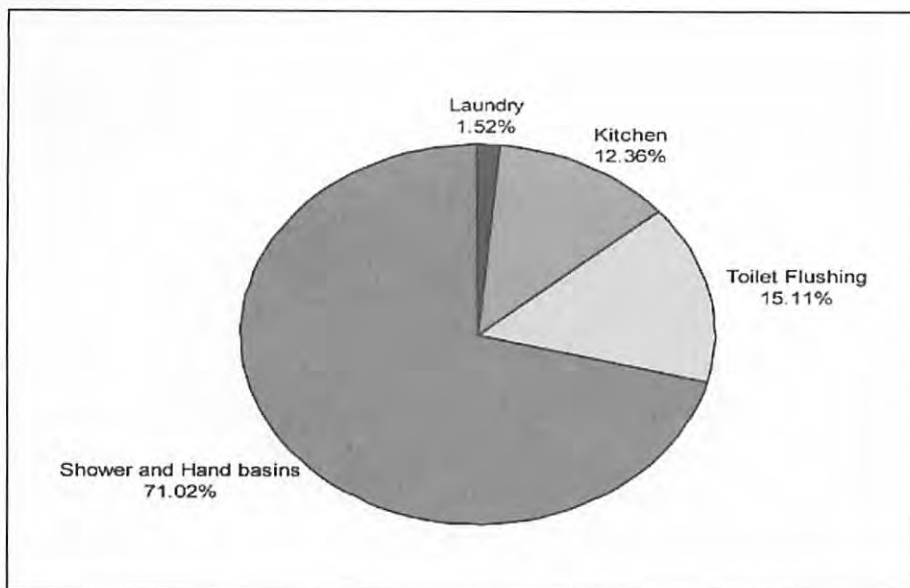


Figure 1: Average Contribution of Various Wastewater Streams to Total Household Wastewater (377 l/c.d) in Kuwait.

Table 2: Average number of usage of water closet, hand basin, and shower per day.

Household	Water Closet (WC)		Hand Basin		Shower	
	Working Day	Weekend Day	Working Day	Weekend Day	Working Day	Weekend Day
1	25.25	24.5	26.50	26.25	4.50	4.5
2	20.75	29.5	29.25	34.00	2.25	3.0
3	29.05	35.0	43.70	64.00	11.2	8.0

Table 3: Dish-washing and cloth-washing patterns.

Household	Dish-Washing Patterns	Cloth-Washing Patterns
1	Hand-washing: three times a day, each time 10 minutes at rate of 8.0 liters per minute.	Three times a week, each time about 47 liters of water will be consumed.
2	Hand-washing: three times a day, each time 7 minutes at rate of 8.0 liters per minute.	Two times a week, each time about 100 liters of water will be consumed.
3	Hand-washing: three times, each time 10 minutes at rate of 8.0 liters per minute.	Four times a week, each time about 80 liters of water will be consumed.

Table 4 presents the contributions of the various household wastewater streams to the total wastewater generated in the three monitored households. From this table, it is apparent that the per capita generation rate of wastewater for household No.2 is much less than the other two households. Reasons for that might be: (i) household No. 2 is using smaller volume of WC cistern (7-8 liter) than the other two households (10-11 liters), (ii) residents may have forgotten to register some of usages of the sanitary appliances and (iii) number of children is the highest in Household No.2 (4 children: 1-12 years olds). Normally, very young children do not contribute significantly to wastewater generation. Nonetheless, the

Table 1: Basic information about the houses studied

Household	Type	Location	Number of occupants	Number of toilets	Type and capacity of cloth-washing machine
1	Apartment	Salwa	2 adults and 2 children (5-8 years)	4 but only 3 were in use. One of them has no shower (guest toilet).	5-kg Front-loading Machine.
2	Flat	Rumaithiya	2 adults and 4 children. (1-12 years)	3 all with showers. One was not monitored (servant toilet).	10-kg Top-loading machine
3	House	Mishref	6 adults	4 but one of them has no shower (guest toilet).	7-kg Top-loading Machine.

Results and Discussions:

Table 2 presents the average usage frequency of WC, hand basin and shower, while Table 3 presents the average usage frequency of dish-washing and cloth-washing. As expected, there is clear weekend trend for the data obtained from households No. 2 and 3. However, such weekend trend is not clear for the data collected for household No. 1. This perhaps because residents of house No.1 have forgotten to register some sanitary appliance usages, or may be for a reason or another their usage rate of the sanitary appliances in weekend days was the same as in working days. The important thing to notice here is that it is not possible to generalize the average usage frequencies shown in Table 2 or 3 for whole Kuwait from such a small-scale study. A large-scale survey such as that carried out by Butler (1993), in fact, is needed in order to reach at a typical sanitary appliances usage in households in Kuwait. Nonetheless, results of this study give a preliminary idea about the flow rate of the various household wastewater streams in Kuwait.

mate of the average domestic per capita water consumption rate. This is because potable water per capita consumption rate is usually calculated by adding the agricultural and industrial water demands to the domestic water demands and then dividing by the total number of population. This study attempted to estimate the generation rate of the various household wastewater streams in three households in Kuwait, through monitoring the frequency and duration of usage of the sanitary appliances.

Methods:

Frequencies of sanitary appliances usage were monitored for a month by residents of three households located at Salwa, Rumaithiya and Mishref areas of Kuwait. Table 1 gives basic information about these houses. After collection of the basic information, the residents were provided with forms that helped them to register the number of daily usage of all the household sanitary appliances. In fact, they were requested to monitor the usage of the sanitary appliances twice a week: one working day and one weekend day. For the water closet (WC), cloth washing machine and dish washing machine, the residents were asked to monitor only the usage frequency. But for other appliances they were asked to estimate also the duration of usage duration and the average of water flow rates.

Information provided by the residents was then used to calculate the average daily usage of the various sanitary appliances and consequently the generation rates of the various household grey water streams.

The method followed in this study is the same as that used by Ghisi (2006) and Butler (1993). However, the latter was not interested in estimating the flow rates of grey water streams. In fact he was wanted to estimate the combined discharge rate of household wastewater, in order to optimize the design of municipal drainage and sewerage systems.

ment. In fact, the level of grey water treatment depends on the reuse option. In most of the cases, grey water treatment processes can be limited to primary or secondary conventional treatment level, with or without disinfection step (Jefferson, 1999). For example, reuse of light grey water in toilet flushing usually requires only primary treatment plus disinfection, while reuse of dark grey water in garden sub-soil irrigation requires secondary level of treatment without disinfection.

There are many onsite (at household level) grey water reuse options. For example, grey water is often reused in toilet flushing, garden irrigation, yards watering, car washing, or cloth washing. But garden irrigation and toilet flushing have proved to contribute significantly in potable water saving. In Western countries, potable water savings from toilet flushing alone reaches 30-40% at household and 60-70% or more in commercial building (Lazarova et al., 2003, Jefferson et al., 1999). However, benefits of grey water reuse are not limited to only savings in potable water resources. Benefits of grey water reuse include also reduction of the operational costs of wastewater treatment plants, relief of wastewater treatment systems from organic and hydraulic over loads, and utilization of the otherwise wasted nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium).

In general, wastewater is considered to be an important water resource for Kuwait because of the very limited amounts of fresh water resources. For planning environmentally efficient and economically viable domestic grey water reuse schemes in Kuwait, reliable information on the generation rate of the various household wastewater streams is needed. However, such information is not available not only for Kuwait but also for many of the countries in the region. Further, it is not possible to accurately estimate household wastewater generation rates from the available potable water per capita consumption rates. In fact, potable water per capita consumption rate may not give even an accurate esti-

growing demand on fresh water within the actually limited available resources, water management policies in many part of the world are now putting more emphasis on reduction of water consumption rates, water recycling and water reuse. Main goals of such policies are to achieve sustainable water supplies and at the same to protect the environment.

As the reuse of urban wastewater has proven to be the most effective way to reduce the demand on potable water, interest in urban wastewater reuse is nowadays increasing all over the world (Patterson, 2004). Urban wastewater can broadly be classified as industrial wastewater, agricultural wastewater, and domestic wastewater. Because grey water generally represents 50-80% of the domestic wastewater, grey water reuse has received great attention in the last decades. In general, grey water reuse is a significant method for recycling domestic water, reducing pollution and conserving resources. Although attention has been paid lately to it, in fact, grey water reuse is not new. It has been practiced for centuries in many parts of the world. A good example here is the reuse of bathroom wastewater for garden irrigations.

Grey water is commonly defined as all households wastewater excluding toilet wastewater, which is usually called black water. Domestic grey water is often divided further into light grey water and dark grey water. Light grey waters are wastewaters that come from showers, hand basins, and bath tubes, while dark grey water are wastewaters that are generated in kitchen and laundry rooms.

In comparison to ordinary wastewater, grey water contains less concentration of pollutants (Eriksson, et, 2002; Mullegger et al. 2003). For this reason grey water can be treated and reused more easily than ordinary wastewater. Simple low-cost treatment technologies are usually quite sufficient for the treatment of grey water. However, conventional and/or advanced treatment technologies are nowadays used in grey water treat-

Grey Water Generation Rates and Potentials for Potable Water Saving at Household Level in Kuwait

() Abdallah Abusam,
(*) Hameed J. AL-Naser
(*) and Hussain M. Safar.*

ABSTRACT

This paper presents results of a preliminary study conducted to estimate the generation rates of household wastewater streams in Kuwait, in order to enable future assessment of potable water savings potentials from grey water reuse at household level. For a month, frequency and duration of usage of the sanitary appliances in three households in Kuwait were monitored. Accordingly, flow rates of the various household wastewater streams were estimated. Analysis of the obtained results indicated the followings: (i) On average, 85% of household's wastewater in Kuwait is grey water, and (ii) Approximately 84% of household's grey water in Kuwait comes from showers and hand basins (i.e. light grey water). These findings clearly indicate that there are great potentials for potable water savings in Kuwait from reuse of light grey water.

Keywords: Wastewater, Grey water, Reuse, Potable water saving, Households, GCC.

Introduction:

Although fresh water resources are scarce, demand on them is world-wide steadily increasing due to the exponential growth in population, urbanization and changes in life-style patterns. To meet the ever-

(*) Water Technologies Dept. Water Resources Division, KISR - Kuwait.

CONCLUSIONS

Water is the most limiting factor in the agricultural production systems within the GCC countries. It is most likely that an increasingly less volume of water will be available in this sector due to high demands placed by municipal and industrial use. To overcome the problem, development of science-based best management practices for satisfying crop water demand using appropriate irrigation methods is needed under the growing water scarcity and low water quality conditions. Concurrently, crop water demands need to be reduced by selecting appropriate cropping patterns suitable for the region. Thus an integrated approach for (i) increasing available water supply (including use of marginal quality waters), (ii) reducing crop water demand, and (iii) increasing water use efficiencies, is the right solution for sustainable irrigated agriculture. In addition, more investment in scientific research is needed to improve irrigation water management systems throughout the region.

REFERENCES

FAO AQUASTAT. Available at: http://www.fao.org/ag/AGL/aglw/aquastat/water_res/index.stm. Accessed 1 October, 2006.

ICBA, 2006. International Center for Biosaline Agriculture. Vision and Strategy, Draft Report, July 2006. Prepared by Drs. Shawki Barghouti, David Seckler, and Donald Suarez.

IWMI, 2006. Projected Water Scarcity in 2025. Available at: <http://www.iwmi.cgiar.org/home/wsmmap.htm>. Accessed 2 October, 2006.

Often, surface or subsurface drainage systems are essential in maintaining the salt balance in the rootzone especially under saline/sodic conditions. The drainage system produces large volume of effluent that could be reduced by design and operation of irrigation water application methods. The agriculture drainage effluent, however, needs to be reused for crop/halophyte production or proper disposal of effluent is essential for avoiding environmental/pollution hazards.

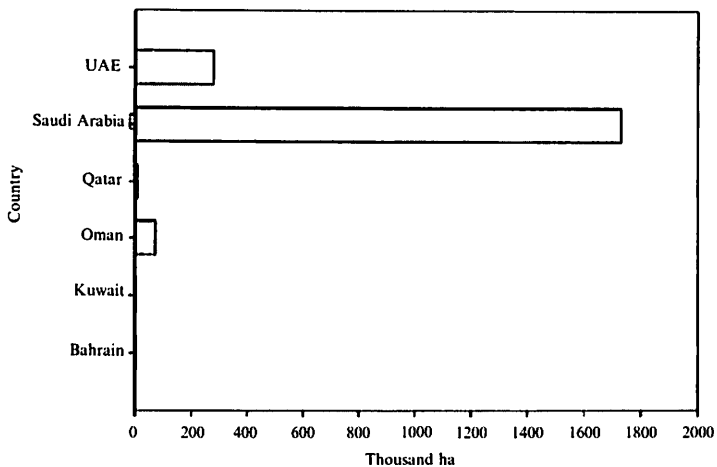


Figure 3. Areas under Irrigation in the GCC countries during the year 2000 and 2001 (source: FAO AQUASTAT)

ICBA has been working with the national research programs of the region in developing sustainable and productive saline irrigation and drainage systems. In fact, research in the water sector in the region is challenging considering growing scarcity and declining water quality scenarios. To cope up with this situation, ICBA's research program has been focused on an integrated approach for decreasing irrigation system losses in crop and forage production systems and to develop management practices under marginal water quality conditions for facilitating sustainable agricultural production systems.

IRRIGATION WATER MANAGEMENT SYSTEMS

Figure 3 presents the areas under irrigation in the GCC countries. The total irrigated area is 2105 thousand ha based on 2000 and 2001 estimates. There is a scope in increasing the irrigable areas in all the GCC countries if water availability can be ensured. In terms of the present levels of water use, about 76% is being diverted to agricultural sectors followed by the domestic sector. The agriculture sectors of both Oman and Saudi Arabia receive a greater share than any other GCC countries (Table 1).

The present irrigation methods include traditional surface irrigation (furrow and basins), sprinklers, and low-pressure micro-irrigation methods (i.e. bubbler and drip) methods. It is very difficult to achieve high application and distribution efficiencies in surface irrigation methods. Modern irrigation methods such as sprinkler, bubbler and drip, however, have been found to be more efficient in decreasing irrigation water losses. It is a well-established fact that the drip method is preferable for vegetables and agro-forestry. In the case of forage and grasses, sprinkler method has advantages over the others. The bubbler method, however, is better suited for fruit trees and ornamental plants.

The irrigation system planning in the region should be based on the growing water scarcity, declining water quality and possible appropriate cropping patterns. In fact, existing cropping intensity in the region is comparatively low; < 1 for Saudi Arabia, Bahrain and Kuwait, 0.66 for Qatar, 1.15 for Oman. It is very difficult to economically justify an irrigation project where the cropping intensity is lower than 1. Thus irrigation water needs to be conserved by utilizing appropriate irrigation method(s) so that cropping intensity can be increased. In addition, salt accumulations in the rootzone that develop through evaporation or evapotranspiration depend mostly on the water distribution pattern inherent with the irrigation method. Applying a well-planned and appropriate irrigation method is crucial under water scarcity situations.

secondary treatment plant. Presently the GCC countries utilize about 40 percent of treated wastewater for irrigation of non-edible crops, fodder and greening (i.e. landscaping). In fact, it would be a worthy investment in the research and development of wastewater treatment processes for reducing the treatment cost further from its present approximate cost of US\$0.50 per cubic meter of water. This would also help in minimizing environmental hazards by protecting degradation of water/aquatic ecosystems.

Table 2. Desalination capacity of the GCC countries in 2000

Country	Capacity (million m3 per year)
Bahrain	104
Kuwait	522
Oman	60
Qatar	178
Saudi Arabia	1278
UAE	1081
Total	3223

Source: ICBA, 2006

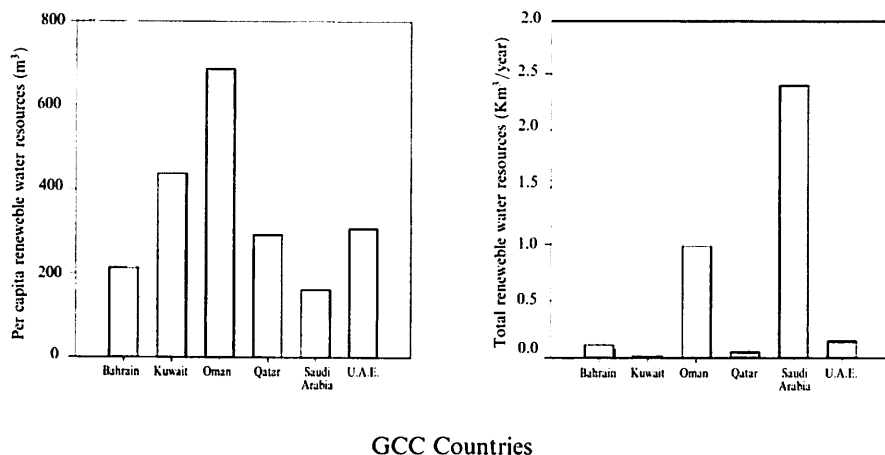


Figure 2. Total and per capital renewable water resources in the GCC countries
(Source: FAO AQUASTAT, 1997 and ICBA, 2006)

of the world. Within the GCC countries, agriculture production primarily depends on groundwater resources. It is estimated that the annual groundwater withdrawal is 16.5 billion m³, while annual recharge does not exceed 4.8 billion m³. Thus fresh groundwater in the region has been depleted to a critical level resulting in salinity levels increases.



Figure 1. Illustrated projected water scarcity in 2025 (Source: IWMI, 2006).

Non-conventional Water Resources

Non-conventional water resources include (i) desalinated seawater and brackish water, (ii) deep aquifer extraction, and (iii) treated municipal water. The GCC countries have been using a large quantity of desalinated seawater for municipal and industrial water supplies (Table 2.) The use of desalinated water, however, is not a profitable option in agricultural use unless desalination costs can be further reduced. The present cost varies from US\$0.50 to 0.80 per cubic meter as of data from 2004. With regards to quality issue, municipal and industrial wastewater, however, could be used in irrigation after passing through at least

Due to the high population growth in the region, demand for fresh water has been increasing in such a way that there will be a tremendous strain on the water resources in the near future. This has been reflected in the International Water Management Institute (IWMI) Global Water Scarcity Study. The study projected that the GCC countries (are in red color) are already now or will not have enough renewable water resources to meet their water needs by 2025 (Figure 1). Thus, the GCC countries fall into the "severe level" of water scarcity in terms of present water use, possible options for future expansion or alternatives of renewable water resources. The map also shows that the GCC countries (cross-hatched areas) are now importing over 10% of their cereal consumption.

Table 1. Total water availability and usage in irrigation

Country	Total water availability (Bm ³ /year)	% use in irrigation
Bahrain	0.25	71
Kuwait	0.88	60
Oman	1.74	93
Qatar	0.17	74
Saudi Arabia	4.93	90
UAE	1.29	67

Total availability includes renewable water resources, desalinated water and wastewater reuse (Source: ICBA, 2006)

The major obstacle in the sustainable agricultural development of the GCC countries is the lack of renewable water resources. The overall picture of the available total and per capita renewable resources in the GCC countries are presented in Figure 2. Saudi Arabia has the highest renewable water resources (2.4 km³/year), and the least for Kuwait (0.02 km³/year); whereas in terms of a per capita basis, Oman has the highest renewable resources. ICBA (2006) presented per capita annual renewable water resources by regions and found that the GCC countries fall under the least available categories in comparison with other regions

INTRODUCTION

All the GCC countries are situated in arid and semi-arid zones. Such climatic conditions are characterized by low and variable precipitation with high evaporation, limited renewable water resources, increased groundwater salinity and absence of surface water bodies. The total agricultural production area is 2.13 million ha with a total arable land of about 4 million ha. In the region, agriculture represents a little share of the total GDP and contributes only about 12 percent to total employment. On average, agricultural imports are more than 10% while exports are very negligible. In some parts, agriculture and fishing are sources of income especially for local inhabitants. In the past, local people of these countries had adjusted their life to water shortage conditions. The huge hydrocarbon resources in the region resulted in rapid socio-economic development and also urbanization. This development has increased per capita water consumption and has resulted in acute shortages of water resources throughout the region.

Agriculture uses 85-90% of the groundwater withdrawn in the region but such quantities are insufficient to grow all of the region's food needs, given the relatively low adoption of high-efficiency irrigation methods. This paper evaluates the water availability for agriculture and irrigation water management systems in the GCC countries.

WATER RESOURCES AVAILABILITY

Conventional Water Resources

Table 1 presents the total water availability in the GCC countries. The total available water is about 9.26 billion m³ per year that includes renewable water resources, desalinated water and wastewater reuse. All GCC countries except Bahrain and Qatar have already initiated steps for wastewater reuse for irrigating non-edible crops/grasses. In terms of water quality, water in the region contains varying degree of salinity.

WATER RESOURCES IN AGRICULTURE: IRRIGATION SYSTEMS MANAGEMENT IN THE GCC COUNTRIES

()Nurul A. Akhand,
(*)Shoaib Ismail,
(*)and Faisal Taha*

ABSTRACT

This paper presents an overview of the available water resources in the agricultural production systems of the Gulf Co-operation Council (GCC) countries (i.e. Bahrain, Kuwait, Oman, Qatar, Saudi Arabia and the United Arab Emirates). Available water sources include surface and groundwater, in addition to non-conventional sources such as desalinated and treated wastewater. In fact, limited precipitation and its variability along with higher evaporation rates have led to severe regional water shortages. With increasing populations, urbanization and industrial growth in these countries, a large quantity of water supplies will be diverted away from agriculture sectors to domestic water supply and industrial use.

Recent advancements in the development of irrigation methods and management techniques facilitate the use of saline water with minimum adverse effects on crop/forage production, soil productivity and the environment. It may be necessary to add drainage systems to maintain a threshold level of salinity in the root zone. These drainage systems, however, may generate a large quantity of poor quality effluent unless appropriate irrigation methods are selected to reduce drainage volume. Further research is needed for drainage effluent reuse in crop or aquaculture production, in addition to the disposal of final drainage effluent.

(*) International Center for Biosaline Agriculture Dubai, U. A. E.

Table 7. Microbiological Results of Run-off Samples from Rumethiya Site.

Rain Events No.	Date	T.C. (cfu/100ml)	F.C. (cfu/100ml)
1	13.11.05	86	20
2	16.11.05	185	6
3	24.12.05	1278	1278
4	25.12.05	1480	1283
5	08.01.06	31	5
6	11.01.06	1213	0
7	13.01.06	107	102

Note: T.C and F.C. are total coliform and fecal coliform bacteria, respectively.

Table 4. Trace Elements Results of Rainwater Samples from Rumethiya Site.

Rain Events No.	Date	F (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	Ni (mg/l)	Pb (mg/l)	V (mg/l)	Zn (mg/l)
3	24.12.05	<0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	0.07
4	25.12.05	<0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.01	<0.05	<0.05
5	08.01.06	<0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.01	<0.05	<0.05
6	11.01.06	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.01	<0.05	<0.05
7	13.01.06	<0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.01	<0.05	<0.05

Table 5. Trace Elements Results of Run-off Samples from Rumethiya Site.

Rain Events No.	Date	F (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	Ni (mg/l)	Pb (mg/l)	V (mg/l)	Zn (mg/l)
1	13.11.05	2	0.30	<0.05	1.80	18.4	6.20	<0.05
2	16.11.05	0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
3	24.12.05	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.10	<0.05	0.06
4	25.12.05	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.01	<0.05	<0.05
5	08.01.06	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.01	<0.05	<0.05
6	11.01.06	0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.01	<0.05	<0.05
7	13.01.06	0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.01	<0.05	<0.05

Table 6. Microbiological Results of Rainwater Samples from Rumethiya Site.

Rain Events No.	Date	T.C. (cfu/100ml)	F.C. (cfu/100ml)
2	16.11.05	420	0
3	24.12.05	0	0
4	25.12.05	2419	0
5	08.01.06	0	0
6	11.01.06	1120	0
7	13.01.06	10	0

Note: T.C and F.C. are total coliform and fecal coliform bacteria, respectively.

Table 2. Chemical Analysis Results of Rainwater Samples from Rumethiya Site.

Date	pH	EC (s/cm)	TDS (mg/l)	TSS (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	COD (mg/l)	TOC (mg/l)	Turb. (NTU)	NO ₃ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NH ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Cl (mg/l)	H _r (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	TPH (mg/l)
13.11.05	6.77	41.00	35.00	16.00	12.00	14.00	0.85	10.00	7.48	-	0.29	1.50	0.86	<0.05	-	-	-	-	-
24.12.05	7.80	108.00	64.00	14.00	12.0	36.00	2.58	12.00	4.87	0.00	0.73	4.00	<0.05	0.63	0.00	-	-	-	-
25.12.05	6.02	27.50	23.00	20.00	11.00	2.15	0.49	4.50	7.92	2.50	0.62	3.00	0.11	0.37	1.50	14.00	3.60	1.00	1.00
08.01.06	7.79	173.00	104.00	114.00	8.00	24.00	2.68	80.00	-	1.00	0.00	4.00	0.10	<0.05	0.00	-	-	-	-
11.01.06	7.13	156.00	94.00	35.00	9.00	12.90	3.07	21.00	11.44	1.00	1.03	2.00	<0.05	<0.05	0.00	-	-	-	-

Note: - Parameter not analyzed.

Table 3. Chemical Analysis Results of Run-off Samples from Rumethiya Site.

Date	pH	EC (s/cm)	TDS (mg/l)	TSS (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	COD (mg/l)	TOC (mg/l)	Turb. (NTU)	NO ₃ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NH ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Cl (mg/l)	H _r (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	TPH (mg/l)
13.11.05	6.70	1140.00	1097.00	427.00	107.00	416.00	46.69	27.00	27.64	16.00	1.98	440.00	44.00	7.00	67.00	556.00	208.00	8.80	1.06
16.11.05	7.20	187.00	150.00	2.00	39.00	50.00	6.89	11.00	8.40	2.00	0.94	35.00	4.70	4.70	8.00	94.00	25.60	7.30	-
24.12.05	6.46	99.00	106.00	17.00	24.00	24.00	2.29	13.00	9.90	0.00	0.43	11.00	0.67	1.43	3.45	142.00	50.60	3.70	0.13
25.12.05	5.48	51.80	54.00	16.00	11.30	4.70	0.75	3.00	7.26	2.00	0.80	8.00	0.67	<0.05	1.15	27.00	21.60	5.10	5.10
08.01.06	7.01	109.00	90.00	-	17.00	6.30	2.16	-	11.00	1.50	0.15	21.00	1.70	0.43	3.30	54.5	18.00	2.35	-
11.01.06	6.87	162.00	97.00	-	19.00	10.10	4.02	-	11.88	1.00	1.17	28.00	2.00	0.53	0.00	70.50	19.80	5.15	-
13.01.06	6.39	69.00	41.50	-	16.50	9.40	1.11	-	8.36	1.50	0.09	14.00	1.05	0.43	2.50	44.00	13.60	2.40	-

Table 1. (Cont.)

Parameter	Guideline Value
Cl (mg/l)	250
NH3 (mg/l)	1.5
NO2 (mg/l)	3.0
NO3 (mg/l)	50.0
Zn (mg/l)	3
F (mg/l)	1.5
Cu (mg/l)	1.0
Fe (mg/l)	0.3
Ni (mg/l)	0.02
Pb (mg/l)	0.01
Total Coliform Bacteria (cfu/100ml)	10
Faecal Coliform Bacteria (cfu/100ml)	0

* The treatment required for the run-off generated to make it usable for different uses should be investigated.

Acknowledgement

Great thanks to Hydrology Department staff for their help and assistance during the execution of the study. Special thanks are due to Dr. Muhammad Al-Rashed, Director of Water Resources Division and Dr. Meshan Al-Otaibi, Manager, Hydrology Department for their encouragement and support throughout the duration of study.

References

APHA. 1998. Standard method for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, Washington, D.C., USA.

World Health Organization. 1984. Guidelines for Drinking Water Quality, Vol. 1. Recommendations.

Table 1. World Health Organization Drinking Water Standards.

Parameter	Guideline Value
pH	6.5 - 8.5
TDS (mg/l)	1000
Turbidity (NTU)	5
Alkalinity (mg/l)	100
T. Hardness as CaCO ₃ (mg/l)	100
H ₂ S (mg/l)	0.05
Cl ₂ (mg/l)	0.2-0.5
Ca (mg/l)	75
Mg (mg/l)	150
Na (mg/l)	200
K (mg/l)	10
SO ₄ (mg/l)	200

Conclusions

In general, the rain water samples collected at Rumethiya site indicated high levels of turbidity and total coliform bacteria whereas, the run-off samples including the first cycle of rain event on 13 November indicated high levels of TDS, total hardness, TOC, trace elements, total coliform and fecal coliform bacteria. These high values of turbidity and bacteria in the rainwater was due to the presence of dust and fine sand in the air, and on the surfaces of these particles, bacteria were adsorbed, and all dissolved in the rainwater and formed muddy rain. On other hand, the high values of contaminants in the run-off samples were due to flushing of the accumulated sediments and dust on the roof of the house.

The water quality parameters (turbidity, TOC, bacteria) for both the rainwater and runoff samples were above the recommended limits set by WHO drinking water standards. This means that this water should not be used for drinking purpose unless it is treated for these parameters using techniques such as sand filter, activated adsorbed carbon and disinfection. Application of sand filtration through adsorption by activated carbon and chlorination should remove turbidity, TOC and bacteria from both the rainwater and the run-off. Also, this water can be used without treatment for other applications such as irrigation and washing.

Recommendations

Based on the results of the study, following recommendations regarding quality and quantity of run-off are made:

- * Pilot study is needed to determine the quality of the run-off from the roof of buildings in several residential areas and for the maximum rain-fall period.
- * Meteorological station including rain gauge should be installed within the residential areas to estimate rainfall and monitor run-off quantity better.
- * Design for a storage tank is needed to capture the roof run-off in the houses.

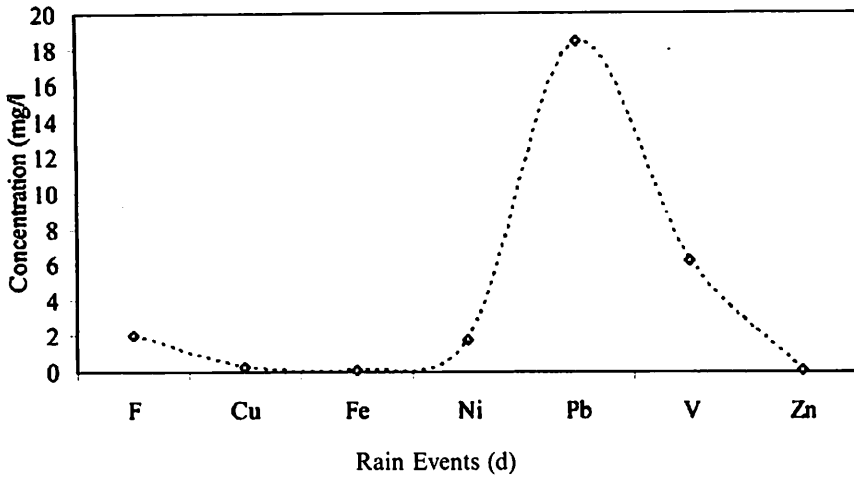


Fig. 7. Trace elements concentrations of run-off samples at Rumethiya site.

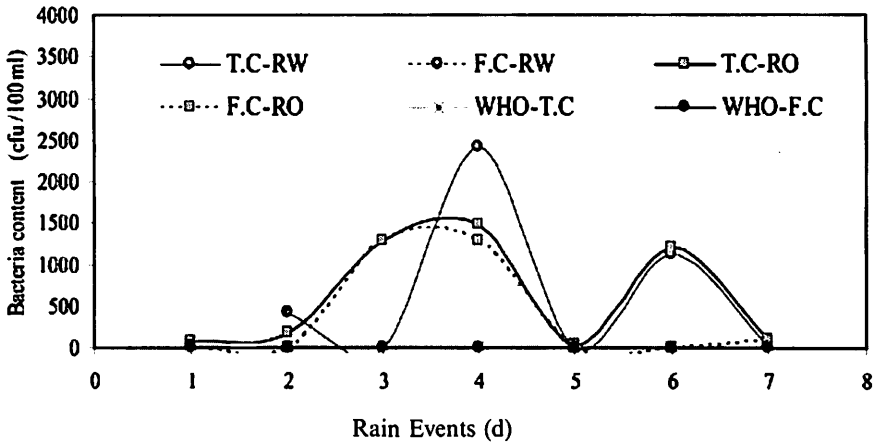


Fig. 8. Bacteria content in rainwater and run-off samples at Rumethiya site.

The total coliform and fecal coliform bacteria values for the run-off samples collected at the same site, ranged between 31 and 1480 cfu/100 ml, and between 0 and 1283 CfU/100 ml, respectively.

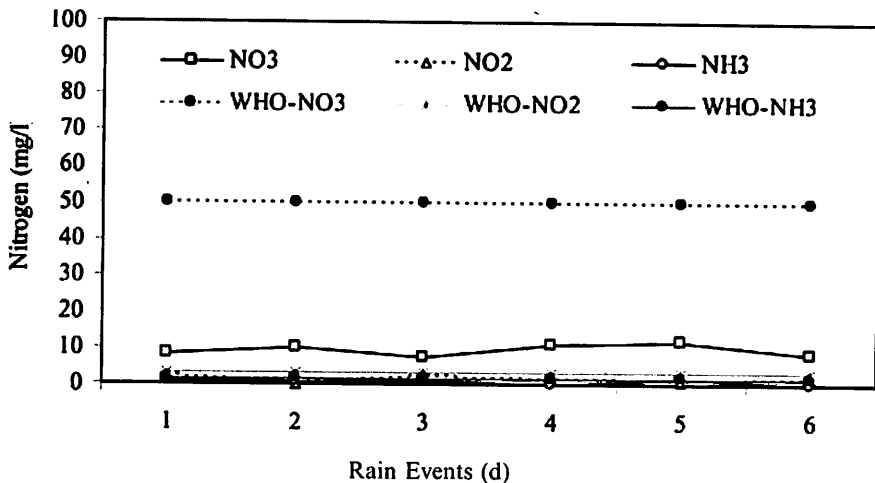


Fig. 5. Nitrate, nitrite and ammonia concentrations of run-off samples at Rumethiya site.

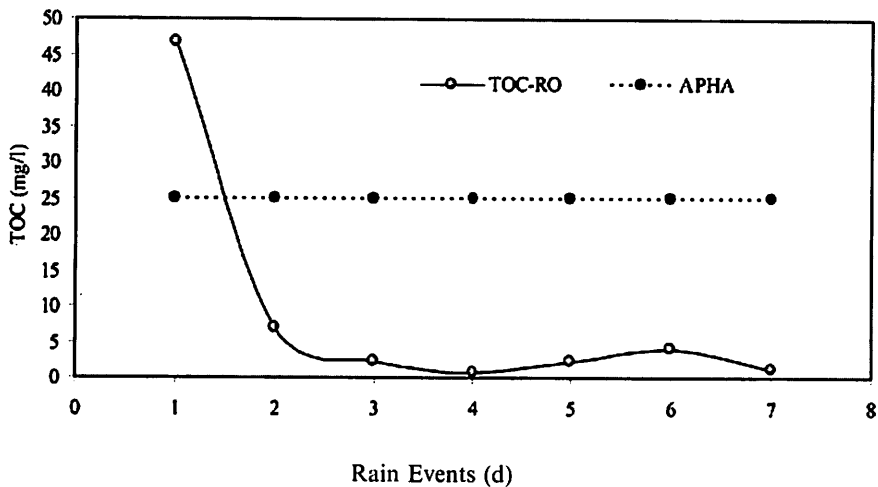


Fig. 6. TOC concentrations of run-off samples at Rumethiya site.

Total organic carbon (TOC) parameter was used in this study to determine the levels of rainwater and run-off samples polluted with organic compounds. American public Health Association (APHA, 1989), suggested that the maximum limit of TOC value should be 25.0 mg/l for drinking purposes. The average TOC value for the rainwater samples collected at Rumethiya site was found to be 1.9 mg/l, while the average value of TOC for run-off samples was found to be 9.1 mg/l (Fig.6).

The results of the trace elements are shown in Tables 4-5. These elements compared with the world health organization guidelines for drinking water standards. Drinking water values of 1.5 mg/l, 2.0 mg/l, 0.3 mg/l, 0.02 mg/l, 0.01 mg/l and 5.0 mg/l were set by WHO, for F, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn, respectively. All the trace element results of the rainwater collected in Rumethiya area were below the values of WHO drinking water standards. On other hand, the run-off samples collected at the same site revealed that trace element concentrations were below the values of WHO drinking water standards, with the exception of the run-off samples collected on 13 November 2005, where relatively high concentrations of fluoride (2.0 mg/l), nickel (1.8 mg/l) and lead (18.4 mg/l) were detected as demonstrated in Fig. 7.

Total coliform bacteria (TC) and fecal coliform bacteria (FC) parameter were used in this study to determine the bacterial contamination in both the rainwater and run-off samples (Tables 6-7). The drinking water standards set by WHO, recommended upper limits of 10 colony forming unit (cfu) per 100 ml and 0 cfu/100 ml for total coliform and fecal coliform bacteria, respectively. The total coliform bacteria values for the rainwater samples collected in Rumethiya site ranged between 0 and 2419 cfu/100 ml (Fig. 8). These bacteria probably adsorbed by the dust or sand particles during rainfall period. The bacteria analysis revealed absence of fecal coliform bacteria in these samples.

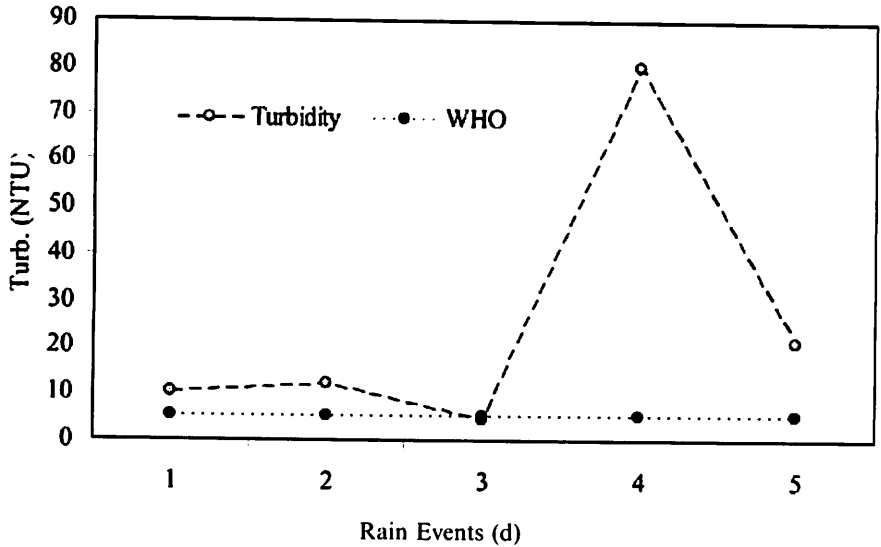


Fig. 3. Turbidity concentrations of rainwater samples at Rumethiya site.

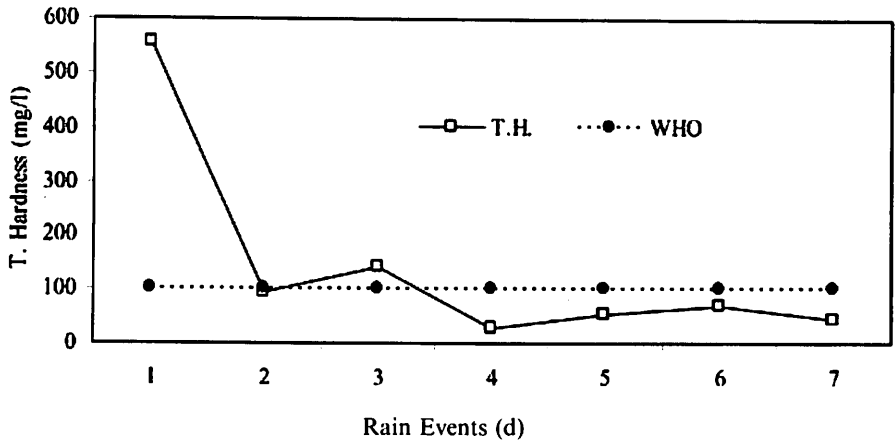


Fig.4. Total hardness concentrations of run-off samples at Rumethiya site.

The average values of nitrate, nitrite and ammonia for the rainwater samples were found to be 25.4 mg/l, 1.1 mg/l and 0.53 mg/l, respectively, while the average values for the same parameters for the run-off samples was found to be 12.1 mg/l, 3.4 mg/l and 0.8 mg/l, respectively (Fig. 5). Nitrate is the dominant nitrogen form in the rainwater.

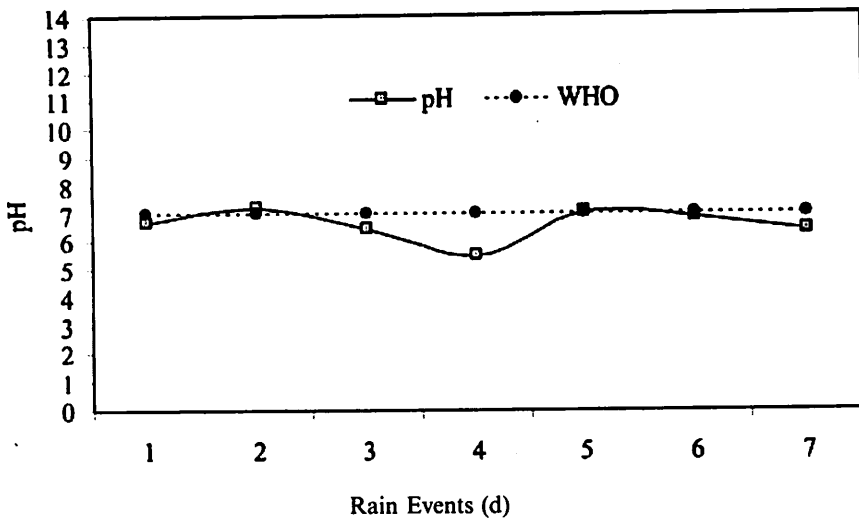


Fig. 1. pH values of run-off samples at Rumethiya site.

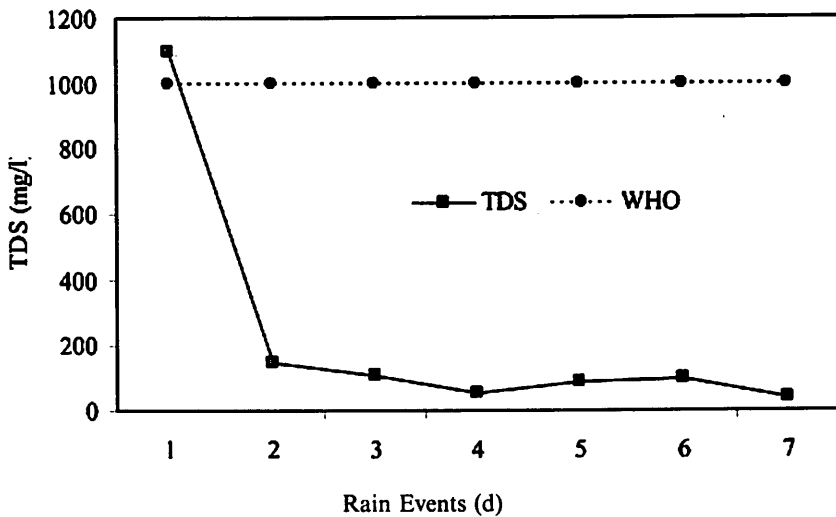


Fig. 2. Salinity concentrations of run-off samples at Rumethiya site.

for run-off samples ranged between 5.5 and 7.2 with an average value of 6.6 and plotted in Fig.1. These data indicate that rainwater found in slightly acidic to neutral media. For the same site, the salinity values of the rainwater expressed as TDS ranged between 35.0 mg/l and 104.0 mg/l with an average value of 64.0 mg/l. Those for the run-off samples ranged between 41.5 mg/l and 1097.0 mg/l with an average value of 234.0 mg/l (Fig.2). In general, the TDS values of the rainwater were lower than the TDS values of the run-off. The average values of TSS and turbidity for rainwater at Rumethiya site were found to be 40.0 mg/l and 25.4 nephelometric turbidity unit (NTU), respectively (Fig.3). In general, the turbidity values of the run-off were higher than those of the rainwater.

Based on the concentrations of the major cations and anions, the rainwater and run-off in the study area is characterized by two water types (Tables 2-3). These are CaSO_4 , and HCO_3 water types. The concentrations of the cations (Na, Ca, K and Mg) and anions (Cl, SO_4 and HCO_3) of CaSO_4 , and CaHCO_3 water types increased in the following order: $\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$ and $\text{SO}_4 > \text{Cl} > \text{HCO}_3$, and $\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$ and $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$, respectively. Total hardness (HT) expression is related to presence of calcium (Ca) and magnesium (Mg) ions in the water. The average total hardness value of the rainwater samples collected at the site was found to be 14.0 mg/l, while the average value of total hardness for run-off samples was found to be 141.0 mg/l (Fig.4). Based on the available data, the rainwater for this site was classified as soft water (hardness < 75 mg/l).

Three nitrogen forms were studied for the rainwater and run-off samples. These are nitrate (NO_3), nitrite (NO_2) and ammonia (NH_3). These compounds can be found in the rain water mainly naturally through oxidation and reduction process for the nitrogen gas in the atmosphere, and may also be formed by industrial processes which produce vapors of nitrogen compounds, that pollute the air and rainwater.

area was selected to represent collection of run-off samples from a small roof with area of 215m². At the same site, direct precipitation was collected to determine the differences in the levels of pollution between the direct precipitation and the run-off.

Samples were collected during heavy rain fall and run-off periods. The samples were transferred from the containers by hand pump to sterilized bottles. The runoff samples from the site was collected directly from the drainage outlet. All samples were collected in sterilized glass bottles and without adding preservatives and were kept cool with ice bricks in the ice box, until these were delivered to the laboratory. Two to three liters of water samples was gathered from the site.

Water samples were analyzed for several parameters for the determination of both rainwater and run-off water quality. The water samples were analyzed for the following parameters; turbidity, Ca, Mg, Na, K, NH₃, SO₄, Cl, NO₃, NO₂, HCO₃, CO₃, F, Zn, Fe, Cu, Ni, V, Pb, TSS, TDS, total hardness, total organic carbon (TOC), chemical oxygen demand (COD), petroleum hydrocarbon (TPH), total coliform bacteria and fecal coliform bacteria. These parameters were analyzed according to standard methods for the examination of water and wastewater (APHA, 1998). These water parameters were selected based on the natural and man made pollution sources and international practice.

Results and Discussions

The chemical, organic and bacterial analysis results for rainwater and run-off samples were compared with the world health organization (1984) guidelines for drinking water standards (Tables 1-7). The water parameters such as pH, salinity, turbidity, major ions, total hardness, nitrogen compounds, organic compounds, trace elements and bacteria content for the site are discussed in separate sections.

The pH values of the rainwater samples collected in Rumethiya site ranged between 6.0-7.8 with an average value of 7.1, while those values

Introduction

Although the collection of rainwater for potable purposes is an ancient practice and is widespread in many parts of the world today, rain water harvesting systems have largely been viewed as a black box. Research has neglected many important facts of rainwater harvesting including the critical area of process understanding with regard to water quality changes and treatment mechanisms.

In arid areas like Kuwait, with absence of natural water resources such as rivers, lakes and springs, the rainwater, run-off water should be utilized to the maximum extent. Although the amount of rainfall is small, heavy run-off can create severe environmental problems for human, plants and soil displacement. Intense rainfall during winter season can create strong run-off water, and this run-off can produce flooding especially if the stormwater manhole system was not designed properly as demonstrated in the run-off flooding in 16 December 2004, Kuwait. Rain water samples collected from direct precipitation of that event indicated fresh water of 100 mg/l salinity.

Large quantities of run-off can be utilized especially if the certain structures are built to store the run-off water. Run-off can be also be exploited in residential areas and collected in tanks from the roof of the private houses, and used for drinking, washing and gardening activities. Moreover, the run-off can recharge the groundwater and increase the water table level if it passes through permeable aquifer materials. More studies are needed in Kuwait to determine the quantity and quality of the run-off water. The main objective of the current study is to evaluate the quality of run-off water after intense rainfall periods in residential areas of Kuwait.

Methodology

The rainwater and run-off sampling were completed in three months from November 2005 to January 2006. A private house in Rumethiya

EVALUATION OF RUN-OFF QUALITY IN RESIDENTIAL AREA, KUWAIT

() Adel Al-Haddad, T. Rashid, E. Ebrahim,*

() M. Farhan, F. Marzouk and H. Bhandary*

ABSTRACT

A field study was carried out to determine the quality of run-off water from the roof of a house in Rumethiya area, Kuwait. The rain-water and run-off samples were collected from this site and analyzed for parameters including pH and electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), turbidity, major cations (Na, K, Ca and Mg), major anions (SO_4 , Cl and HCO_3 , NO_3), total hardness, nitrogen compounds (NO_3 , NO_2 and NH_3), trace elements (F, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn), organic compounds (TOC) and bacterial indicators (total coliform bacteria, fecal coliform bacteria). The laboratory results indicated that TDS values of the rainwater ranged between 35.0 mg/l and 104.0 mg/l with an average value of 64.0 mg/l, while those values for run-off samples ranged between 41.5 mg/l and 1097.0 mg/l with an average value of 234.0 mg/l. In general, the water analysis results revealed that the first cycle of rain had the highest concentration of pollutants compared with the next cycles. This is probably due to flushing the sediments and dust on the roof of the investigated house. Moreover, the rainwater samples meet the drinking water standards, while the run-off samples need to be treated before being used for drinking. The treatment included removing the dust and sand particles as well as water disinfection. Also, this water can be used without any treatment for other applications such as for agricultural and washing purposes.

(*) Water Resources Division - Hydrology Dept. KISR - Kuwait.

Paustian, K., Six, J., Elliott, E.T. and Hunt, H.W. 2000. Management options for reducing CO₂ emissions from agricultural soils. *Biogeochemistry*, 48 : 147-163.

Polley, H.W., Mayeaux, H.S., Johnson, H.B. and Tischler, C.R. 1997. Atmospheric CO₂, soil water, and shrub/grass ratios on rangelands. *Jour. Range Manag.*, 50 : 278-284.

Queensland Government Agencies. 2001. Carbon credits from forestry: questions and answers for rural landholders. A discussion paper prepared by Queensland Government Agencies, 8 pp.

SalCon. 1998. Salt management handbook, Department of Natural Resources, Queensland.

Schlesinger, W.H. 1999. Carbon sequestration in soils. *Science*, 284 : 2095.

UNEP/UNESCWA (1992). The National Plan of Action to Combat Desertification in Oman. UNEP, Oman.

van Ginkel, J.H., Whitmore, A.P. and Gorissen, A. 1999. *Lolium perenne* grasslands may function as a sink for atmospheric carbon dioxide. *Jour. Environ. Qual.*, 28 : 1580-1584.

Zubari, W.K. 1997. Towards the Establishment of a Total Water Cycle Management and Re-use Program in the GCC Countries. The 7th Regional Meeting of the Arab IHP Committee, 8-12 September 1997, Rabat, Morocco.

for biosaline agriculture : Review of literature for biosaline agriculture productions systems at Nimr, Sultanate of Oman. 36 pp.

ICBA 2003. Assessment of brackish water and saline groundwater availability in selected countries in the West Asia North Africa (WANA) region. ICBA Internal report, 43 pp.

IEA Statistics: Renewables Information 2004. IEA, Paris.

Ismail, S., C.V. Malcolm and R. Ahmad. (Eds.). 1990. A bibliography of forage halophytes and trees for salt-affected land : Their Use, Culture and Physiology. Department of Botany, University of Karachi, Karachi, Pakistan, 258 pp.

Johns Hopkins. 1998. Solutions for a Water-Short World, Population Report, Vol. XXVI, No. 1, Johns Hopkins Population Information Program, Baltimore, Maryland, United States

Maas, E.V. and Grattan, S.R.. 1999. Crop yields as affected by salinity. Agricultural Drainage, Agronomy Monograph No. 38. pp. 55-108.

Marcar, N., S. Ismail, A. Hossain and R. Ahmad. 1999. Trees, shrubs and grasses for saltlands : An Annotated Bibliography. ACIAR monograph No.56, 316 pp., Published by Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia.

McLaughlin, S., Bouton, J., Bransby, D., Conger, B., Ocumpaugh, W., Parish, D., Taliaferro, C., Vogel, K. and Wullschleger, S. 1999. Developing switchgrass as a bioenergy crop. pp. 282-299. In: Perspectives on new crops and new uses (Janick, J., Ed.,) ASHS Press, Alexandria, VA.

Northup, B.K. and Brown, J.R. 1999. Spatial distribution of soil carbon in grazed woodlands of dry tropical Australia: tussock and inter-tussock scales. In: People and Rangelands: Building the Future (Eldridge, D. and Freudenberger, D., Eds.), pp. 120-121, Proc. 6th Inter. Rangeland Cong., Vol. II, Australian Academy of Science.

Overend, R. 1997. USA-biomass and bioenergy.1996. pp. 36-39. In: The world directory of energy supplies.

References:

Al-Ruwaih, F. M. Shehata and E. Al-Awadi. 2000. Groundwater utilization and management in the State of Kuwait. International Water Resources Association. Water International Volume 25, Number 3, Pages 378-389, September 2000.

Aref, I.M., El-Juhany, L.I. and Hegazy, S.S. 2003. Comparisons of the growth and biomass production of six acacia species in Riyadh, Saudi Arabia after 4 years of irrigated cultivation. Jour Arid Environ., 54: 783-792.

Anonymous. 1997. Salinity management handbook. 214 pp., Department of Natural Resources, Queensland, Australia.

Ayoub, A.T. and Malcolm, C.V. 1993. Halophytes for livestock rehabilitation of degraded land and sequestering atmospheric carbon. UNEP, 60 pp.

Benes, S., Suyama, H., Robinson, P., Grattan, S.R. and Grieve, C.M. 2005. Forages growing in saline drainage water re-use systems on the Westside San Joaquin valley of California : water use, productivity and nutritional value. In: Proc. International Salinity Forum, managing saline soils and water : Science, technology and soil issues. Pp. 55-58, Riverside, CA.

Dagar, J.C. and Tomar, O.S. 2002. Utilization of salt affected soils and poor quality waters for sustainable biosaline agriculture in arid and semi arid regions of India. 12th ISCO Conference, pp. 340-347, Beijing.

El-Saidi, M.T. 2002. Drainage, saline water and food security concepts in Egypt. International Commission on Irrigation and Drainage. Montreal 2002.

Glenn, E.P., Pitelka, L. F., and Opsen, M.W. 1992. The use of halophytes to sequester carbon. Water, Air & Soil Poll., 64 : 251-263.

ICBA 2002. Assessment of saline process water from the Nimr bed

Table 5. (Cont.)

Wood Density (MAI) *	5 Years	10 Years	15 years
Carbon in biomass (t/hr/yr)			
0.6	2.9	5.8	11.9
0.8	3.8	7.6	15.2
1.0	4.8	9.6	19.2
Total Biomass Carbon (Tons)			
0.6	14.3	42.9	85.8
0.8	19.0	57.0	114.0
1.0	24.0	72.0	144.0

* MAI - Mean annual Increment (of stem volume) in m³/ha/year

** With assumption that the ratio of total : stem biomass is 1 : 0.9.

Conclusions:

Use of marginal resources of water for growing forage/fodder and fuel is the need of the present and future. With an overwhelming pressure on fresh water resources for domestic and other uses, it is imperative that these agricultural crops be grown with saline groundwater, drainage water and other resources. This on one hand would partially free fresh water and/or desalinated water that is used in the GCC region for most of the agriculture. On the other hand, the high quantity of these marginal water resources can play a major role in supplementing productivities.

Research studies done in the GCC countries and elsewhere have already proved the viability of using these marginal water resources into agricultural production systems. Long-term results are also available to demonstrate sustainability, economic viability and environmental impacts of the biosaline agriculture technology. In many GCC countries, the technology has already been introduced, both through national agricultural system and private sectors. The next step is to move the technology as an integrated on-farm system using land, water and livestock to make it more economical.

tic species to sequester carbon has received attention as they can remove atmospheric carbon from additional 720 m.ha of coastal deserts and inland saline basins (Ayoub and Malcolm, 1993; Glenn et al., 1992).

Marcar (Pers.Comm.) have estimated the projected amount for different Australian tree species based upon average values of carbon in relation to the density of wood and the ratio of total plant biomass to stem biomass (as stem is known to sequester most of the carbon). These estimates have been made for trees that can grow on moderately saline conditions (10-20 dS.m⁻¹). The total carbon in stem, branch and leaves are assumed to vary between 45-50% (Table 5).

Table 5. Average estimates of carbon sequestered by different Australian species.

Wood Density (MAI) *	5 Years	10 Years	15 years
Woody stem (t/ha/yr)			
0.6	3.0	6.0	9.0
0.8	4.0	8.0	12.0
1.0	5.0	10.0	15.0
Carbon in stem (t/ha/yr)			
0.6	1.5	3.0	4.5
0.8	2	4.0	6.0
1.0	2.5	5.0	7.5
Total Stem Carbon (Tons)			
0.6	7.5	22.5	45.0
0.8	10.0	30.0	60.0
1.0	12.5	37.5	75.0
Total Biomass (t/hr/yr)**			
0.6	5.7	11.4	22.8
0.8	7.6	15.2	30.4
1.0	9.5	19.0	

Arab Emirates and proved to be successful. The species has > 90% establishment rate at salinity levels of 15-25 dS.m⁻¹. It can be grown as an agro-forestry component, while the under-storeyed area can be used for annual salt tolerant crops and forages. *A. ampliceps* grown in Saudi Arabia is reported to show 100% survival and produce 39.7 ton.ha⁻¹ after 40 months, when grown at the same 4x4 m inter-plant distance (Aref et al., 2003).

C. Carbon Credits

The role of agricultural crops, grasses/shrubs and trees for carbon sequestration has been of interest to agriculturist and environmentalist due to multiple role in alleviating the greenhouse effect of gases (Paustian et al., 2000; Northop and Brown, 1999; Schlesinger, 1999). Carbon sequestration by plants and carbon credit markets has gained a lot of momentum after the Kyoto protocol on gas emissions. Most of the carbon can be fixed through tree species, however, shrubs (especially halophytes) and even grasses (van Ginkel et al., 1999; Polley et al., 1997) can fix additional carbon each year. Perennial species are a continuous source of carbon sinks and a lot of efforts are being done to grow trees and shrubs that are fast growing. Europe and Australia has taken the lead due to better environment and high precipitation rates. However, in CWANA region, marginal land and water resources can certainly be turned into profit industries by growing multi-purpose plants that can also sequester carbon.

It is estimated that 130 million ha of dry wastelands worldwide, are suitable for growing highly salt tolerant plants and halophytes, which can be used for forage, feed and oilseed. This can assimilate 0.6 - 1.2 gigatonnes of C per year, out of which a net amount of 22-30% of actual carbon rate can be fixed. Estimates of prices for the carbon credit ranges from US\$ 2 - 60 per tonne of CO₂ equivalent (Queensland Government Agencies, 2001).

The amount of carbon fixed varies on the species tested, its growth rate and productivity as influenced by salinity conditions and the way the amount has been estimated. In general, after the foliage has been removed, the woody stem would act as a carbon sink. The role of halophy-

It is also imperative that while looking for tree species, an integrated management of catchment hydrology, engineering works and strategic use of salt tolerant trees is kept in mind, such as one reported by SalCon (1998). From a management point of view, trees have deep-rooted system that can access water even from greater depth, remove more from their aerial system and generally use water for longer periods in a year as compared to other pastures and crops. Since it uses most of the water from the upper soil profile (~ 2 m), it maintains the water table at a certain depth and minimizes the upward movement of dissolved salts in the profile.

In Africa and South East Asia, *Prosopis* and *Acacia* species have been the main choice due to its robust nature to cope with salinity, drought and also waterlogging situations. Other genera that are known to be salt tolerant and reported to grow in drier areas include, *Conocarpus*, *Sesbania*, and *Casuarina*. A promising species that have emerged lately as a result of many studies in Australia, Pakistan, Middle east and Central Asian states is *Acacia ampliceps*. The species has been tested under different type of salinities of soil and water, both under high and low temperatures with minimal management input, including fertilizers. Trials in growing *A. ampliceps* as a forest species and irrigated with 30 dS.m⁻¹ of saline water, have shown that from the second year, foliar and tender stem pruned at 1.5 m from ground surface can yield about 2.5 t/ha of foliage and 1.75 t/ha/yr of tender stem when grown at an inter-plant distance of 4x4 m. This species have a big potential in the dry GCC region, where it has already been introduced in Oman and United



Acacia ampliceps grown at 30 dS.m⁻¹ and used for fodder and wood.

Tree species like Eucalyptus, Poulus, Salix grown on rotations of 1-15 years can produce 10-15 t dry matter/ha/yr. Approximately 11250 ha of such woody crops, could supply enough biomass for a 30 MW power station. What these figures show that an established plantation of these and other trees and shrubs can be sustainable without additional input. In most cases, once these plantations are established, minimal or no maintenance are required with no supplemental irrigation, as they tap ground water resources.

Table 4. World total energy supply and its contributors.

Sources	Percentage	
Oil	35.0	
Coal	23.5	
Gas	21.2	
Renewables	13.5	Biomass & Waste: 10.8%
		Hydro: 2.2%
		Others: 0.5%
Nuclear	6.8	

Source: IEA Renewables Information 2004

Globally, more than 1000 m.ha are land are affected by salinity, whereas, about 3200 m.ha are dry desert areas, the latter contributing to 43% of the total world area. These areas are un-cultivated and non-productive and do not contribute to the countries economy in most cases. Most of these areas are located near sea and except saline/brackish groundwater or direct sea water intrusion in aquifers, no other source of water is available. Many halophytes and other salt tolerant plants that can thrive under the harsh conditions can make a significant change if introduced and domesticated through the national programs of the countries. GCC countries do have the land area and other investment resources for turning the desert and coastal areas into productive systems. This would have long-term social, economical and environmental impacts.

Paspalum vaginatum, has shown that the possibilities of fixing atmospheric nitrogen and lateral movement to the adjacent/under-storeyed grasses. At 30 dS.m⁻¹ of irrigation water, the grasses produced about 30-32 tons of dry matter/ha/year, whereas, the foliage of the tree was additional source of fodder.

B. Bioenergy

Bioenergy is produced by the release of stored chemical energy from plant biomass, as a result of photosynthetic activity of plants. It is the most widely used renewable source of energy in the world. It provides almost all global energy requirements two centuries ago, and still it provides 11% of the world primary energy supplies. The need for more renewable energy has further emphasized the role of biomass for bioenergy. Currently, 5.9% of Canada's primary energy demand is supplied from the combustion of biomass, whereas, 4% in US (Overend, 1997).

Bioenergy has the following benefits:

- * Biomass can be used as a source of energy indefinitely because plant matter is renewed continuously by photosynthesis in a short re-growth cycle.
- * Due to the short replication cycle of biomass, using bioenergy does not increase atmospheric carbon dioxide, one of the greenhouse gases considered to be the major cause of global warming.
- * Vegetable oils from canola seeds, corn seeds, sunflower seeds, flax seeds etc. can be treated efficiently to produce a clean-burning fuel, bio-diesel.

The main biomass resources to convert to bio-energy include (i) the agricultural and forestry residues, and (ii) dedicated energy crops: biomass, sugar and oil, to produce bio-diesel and bio-ethanol, respectively. Until now corn has been the major species used for conversion of biomass to ethanol, producing approximately 1 billion gallons of ethanol/yr in USA (McLaughlin et al., 1999). The global energy market is dominated by fossil fuels (Table 4) and renewable energy is positioned after fossil and before nuclear energy.

drought tolerant. Many cultivars and lines of these have been tested and introduced in Oman and UAE in the GCC countries; and Syria, Jordan, Tunisia, Egypt in the Arab region. Other grass species like, *Cenchrus*, *Coelachrum*, *Panicum* have already been tested and introduced in the production systems. Species that have been evaluated extensively not only for fodder yield, but also for their nutritional qualities, include, *Distichlis spicata*, *Sporobolus virginicus*, *S. arabicus* and *Paspalum vaginatum*. Productivity levels of about 30-40 tons dry matter/ha/yr at 30 dS.m⁻¹ have been obtained through long-term trials at ICBA. The technology of using these species into production system has been transferred to the national agricultural programs in South Asia, Middle East, WANA and CAC region.

There is also a big potential of introducing shrubs and trees not only for forage/fodder, but also for soil amelioration and wood production. Species from genera, *Atriplex*, *Salsola*, *Kochia* among shrubs and *Acacia* and *Prosopis* spp. among trees would be the future multi-purpose plants in the region. In the arid and semi-arid regions of Africa, shrubs and trees play a dominant role to provide fodder for the animals and contribute about 60-70% for meat and dairy productions.

Another important production system for fodder is the agroforestry system, where shrubs and trees are grown in combination with crops and grasses. When land areas are scarce or when soil has a low fertility or is sensitive to erosion, agroforestry techniques offer considerable benefits for long-term agricultural sustainability. Trees and shrubs have an important ecological and economic role in farming systems. Such system not only meet the demands of fodder and wood, but also maximizes productivity per unit area, by growing crops and grasses as under-storeyed species, in addition to better management of natural resources. Tree species like *Acacia farnesiana*, *Parkinsonia aculeata*, *Prosopis juliflora*, *Salvadora persica*, *S. oleoides* and *Tamarix* sp. are reported to be successful for agroforestry trials in saline soils ($EC_e > 25$ dS.m⁻¹) that were also waterlogged (Dagar and Tomar, 2002). Trials using *Acacia ampliceps*, a salt tolerant leguminous tree with *Sporobolus arabicus* and

Table 3. List of salt tolerant and halophyte plant genera that have been reported to be of commercial values.

Salt Tolerant/ Halophyte Species		Salt Tolerant/ Halophytes that can used for increasing tolerance to cultivars	
Agropyron	Lycium	Acacia	Hordeum
Allenrolfea	Maireana	Aster	Phragmites
Atriplex	Panicum	Asparagus	Prosopis
Avicennia	Paspalum	Beta	Trifolium
Casuarinas	Plantago	Capparis	Cenchrus
Puccinellia	Cassia	Diplachne	Salicornia
Ceriops	Distichlis	Salsola	Chenopodium
Eucalyptus	Spartina	Chloris	Juncus
Sprobolus	Conocarpus	Kochia	Suaeda
Cynodon	Kosteletzkya	Tamarix	Helianthus

A. Forage/Fodder:

Among the salt tolerant plants, forage/fodder has received more attention than any other crops due to their high demand and lesser management needs. In the Arab region and especially in the GCC countries, half of the irrigated areas is planted with forage species. Furthermore, in order to maintain the desired productivity levels, most of the species are grown with fresh water that have low water use efficiency (wue) and therefore increases pressure on fresh water resources. Alternatively, if salt tolerant forages are grown with marginal resources of water and land, fresh water (desalinated water and treated water) can be diverted for domestic, industrial and other sectors.

The need for increased forage is also projected in coming years due to increased number of livestock in the region. Conventional forage species like alfalfa, Rhodes grass and sudan grass grown in the region for a number of years gave lesser interest to the farmers, due to their high water requirements. A big interest is now for other conventional crops (forages) like sorghum, pearl millet and barley that are both salt and

With advancements in genetic engineering, biotechnology and other technologies, threshold levels of salt-tolerant crops have been elevated further and many crops can be grown up to a salinity level of 15 dS.m⁻¹. Table 2 provides the classification based on the new glycophytic crops (both conventional and non-conventional) and halophytes used at ICBA and other research centers.

Table 2. Salinity ranges and types of crops that can grow.

Classification	Salinity levels (dS.m⁻¹)	Plant Types
Slightly saline	< 5	Glycophytes
Moderately saline	5 - 15	Salt-tolerant crops (Glycophytes)
Highly saline	15 - 25	Salt-tolerant crops Glycophytes and Halophytes
Very highly saline	> 25	Halophytes
Sea water	40-60	Halophytes

Within these ranges of salinity, a number of species have been evaluated and tested for productivity trials in different parts of the world. A number of vegetables and other crops fall under the first two category (up to 15 dS.m⁻¹), however, the main challenge is beyond 15 dS.m⁻¹, where other crops including forage and fuel can play a major role. The proceeding section will deal with these categories of the plants, with emphasis on their salinity tolerance, productivities and economic importance. Table 3 provides a list of some of the potential plant genera that have economic importance. Comprehensive lists of salt-tolerant plants are reported in literature (ICBA, 2002; Maas and Grattan, 1999; Anonymous, 1997; Marcar et al. 1999; Ismail et al., 1990).

In most cases, the drainage water has higher concentration of salts and other contaminants that needs to be properly managed before its re-use. However, in cases when soluble salts and non-toxic contaminants are found in drainage water, they can be treated through bioremediation and the water can be used safely. Such studies have already been done in Mexico, California (USA), Australia, Central America, and Jordan. In San Joaquin valley, the saline drainage water has been used for growing many salt tolerant grass species (Benes et al., 2005). A pilot study was also tested at PDO (Petroleum Development of Oman), Nimr, where oil contaminated water was cleaned through bioremediation and saline water was subsequently used for growing grasses, trees and halophytes in barren un-productive area.

IV. Plant growth and salinity

With increase in salinity of land and/or water, growth of all crops and other plants show a reduction. This reduction is non-linear and differ among the different groups of plants, which have different mechanism(s) to regulate salt inside and outside the plants. Most of the glycophytes (that include most of the crop species) are sensitive to salinity conditions, both during germination and early growth stages, being unable to absorb the saline water. Table 1 shows the classical classification of salinity levels and responses of crops.

Table 1. Potential crop damage with increasing salt levels in irrigation water.

Irrigation water	Salts, ppm	EC (dS/m)	Crop problems
Fresh	< 125	0-0.17	None
Slightly saline	125-250	0.17-0.35	Rare
Moderately saline	250-500	0.35-0.70	Occasional
Saline	500-2,500	0.70-3.50	Common
Highly saline	2,500-5,000	3.50-7.00	Severe
Seawater	35,000	50	No growth

Source: Adapted from National Research Council, 1990.

3. Other marginal water resources

Among other marginal water resources, drainage water from agricultural lands has a big potential in growing fodder and other crops. In Egypt, about 12 billion m³/year of saline drainage water flows into the sea (El-Saidi, 2002). This vast resource has not been exploited and in many cases has led to other problems, like waterlogging, when efficient disposal is not possible. Agriculture sector faces a big challenge of salinity in the CAC region, as a result of such high water table. Excessive irrigation to grow cotton crops and with inefficient drainage system has led to increased soil salinity on one hand, and a waste of huge volume of drainage water, on the other.

The use of drainage water needs to be looked in two perspective, (i) to reduce the volume of the drainage water and an efficient disposal system; and (ii) to increase yield per unit area of land. This leads to both the use and re-use of drainage water for increasing agricultural production and minimize not only the cost of its disposal, but also avoiding environmental problems. A model study done at ICBA has shown that sequential use of drainage water to increasing salt tolerant plant (serial biological concentration) can reduce the volume of water up to 85%, whereas, the salt content increased 3-fold (Figure 3).

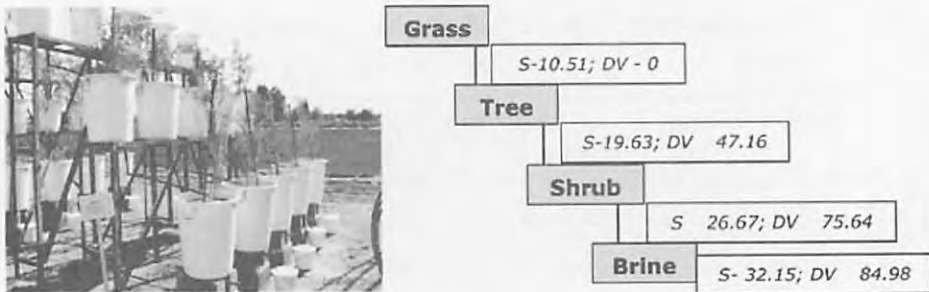


Figure 3. Lysimeter set-up to study the re-use of drainage water.
Legend to the boxes: S - Salinity of drainage water in dS.m-1.
DV - Percentage reduction of drainage water volume to that of irrigation water.

reducing. On the other hand, in order to meet the future demands, particularly for meat and livestock, agriculture needs to expand without exerting pressure on fresh water resources. The available brackish water and percentage of irrigated area that can be irrigated with these brackish water is shown in Figure 2. In Kuwait, about 5.5 million m³/day of brackish water is used for different water sectors including agriculture (Al-Ruwaih et.al., 2000). In Jordan, where 246 m.m³/yr of brackish water is available, use of half of this could expand agriculture by 20% in the irrigated area.

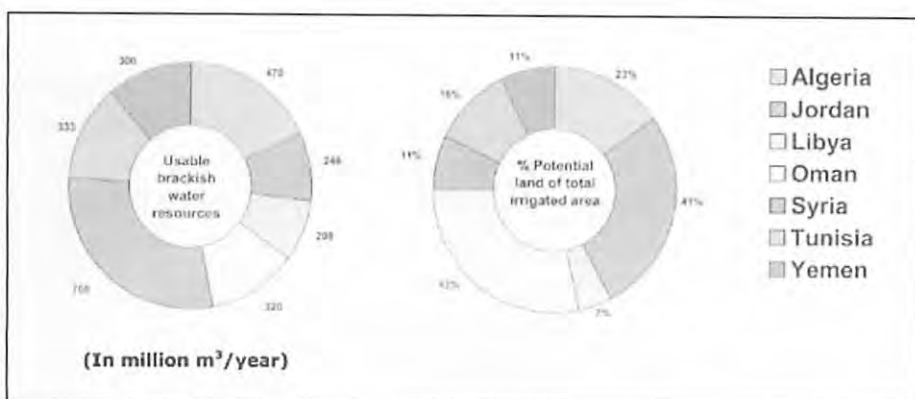


Figure 2. Usable brackish water resources and potential biosaline irrigated area in some of the WANA countries. Salinity of brackish water ranges from 3000-16000 ppm of salts.
(Source: ICBA, 2003)

These figures show that sufficient quantity of brackish water is available for sustainable agriculture in the irrigated area. The nature of agriculture, selection of crops and productivity levels would depend on the quality and quantity of water available, the irrigation and drainage management, soil and other factors. Crops can grow at a water salinity between 3,000-7,000 ppm (ECiw: 4-10 dS.m⁻¹). However, at high salinity water (7000-18,000 ppm, ECiw: 10-25 dS.m⁻¹), there is a big potential for growing forage/fodder and bio-energy crops. These crops are not used for direct human consumption and do not pose any health or environmental threats.

portion of the different types of water that is used for irrigating non-edible fodder crops and landscaping.

However, many regions in the Central and West Asia and North African (CWANA) region cannot afford to desalinate water and treatment for waste water and drainage water is still an expensive option. In order to meet the current and future demands, other resources of water has to be introduced for agricultural and other uses, low-cost treatment processes needs to be adapted, and marginal sources of water and land has to be used efficiently with environmental security.

2. Salinity and agriculture

The two important marginal resources are land and water. In general, the land in the region are more virgin and non-arable and un-cultivated lands, rather than degraded 'marginal' lands. The soil is sandy to sandy-loam in the majority of the areas, have high percolation rate and therefore agriculture is not sustainable with

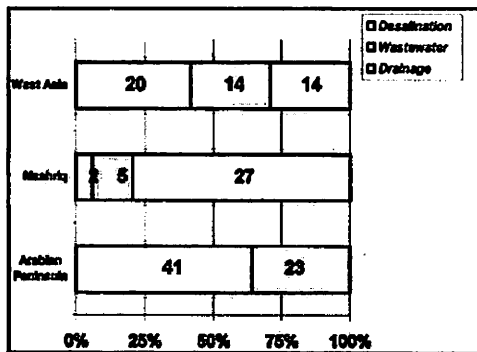


Figure 1. Non-conventional water resources in the region. Figures inside the bar indicates the volume of water in (m³/capita/year).

limited amount of water resources. On the other hand, water (mainly the groundwater) is increasingly becoming salinized due to over extraction of water and intrusion of sea water, being at close proximity to the sea. With the increase in salinity of the water and competition with other sectors for water use, the proportion of water available for agriculture is

needed to meet global food needs will come from increased agricultural efficiency, particularly in developing countries.

This paper provides a brief review of salinity problems, particularly related to water. It also provides some background information for using salt tolerant plants and halophytes in partially meeting the demands of forage/fodder and fuel in the Gulf region.

1. Water Scarcity in the region

In the region, the Mashriq countries are better off in surface water resources as compared to the Arabian Peninsula which has erratic seasonal flow of wadis and limited number of medium-quality springs. The renewable water resources ranges from 380-400 m³/capita/year, much lower than the bench mark of 1000 m³/year, used to classify water scarcity region (John Hopkins, 1998). The lowest value for renewable water resources is for Saudi Arabia and maximum for Oman .

In addition to the low water recharge in the region, the area also faces the problem of over abstraction of groundwater. As a result, the volume of water withdrawn in the whole region far exceeds the natural recharge rates, which is about 17,000 milion m³/year (Zubairi, 1997). Current predictions show that by 2025 water withdrawals in Arab countries will have nearly doubled and will reach 191% of 1990 withdrawals. This over abstraction has led to the intrusion of sea water to maintain the aquifer level and has deteriorated the quality of the ground water. In many places, eg. Batinah coastal plain of Oman, significant area of arable land in the coastal region has become non-productive (UNWEP/UN-ESCWA, 1992), whereas, in Bahrain, the sea and ground water interface is advancing at an annual rate of 75-130 m.

The deficit water requirements in the region are met by other non-conventional water resources, including desalinated water, waste and drainage water. Among the various water-use sectors, agriculture dominates water withdrawal ranging from 85-90%. Figure 1 shows the pro-

tolerant plants. Prospects of cash crops for human consumption grown under high salinity conditions are still far from reality. On the other hand, fodder production, coastal rehabilitation, wood production, carbon sequestration, etc., are some of the short- and long-term benefits that are achieved through both conventional and un-conventional plant species.

The paper will review the potential of biosaline agriculture technology in the GCC region. It will review the different type of productions systems that can be used for growing forage/fodder and bio-energy plants using highly saline/brackish water. Economic feasibility of such systems will also be discussed.

Introduction:

The world today is facing a huge challenge of malnutrition, infant mortality and many such disasters, especially in the third world countries. The two major factors that tops the list are scarcity of food and water. According to World Food Program estimates, one child dies after every seven seconds from hunger and related causes. In spite of all advanced technologies, the world has still not been able to solve the food security problem. One of the reason is that we have spent all our energies in 'improving' food production by evolving better cultivars and varieties of crops, and increasing the yield per unit area. However, on the other hand, we have not been able to save our valuable natural resources of land and water to degradation process. As a result, each year we are losing good quality arable land to one or other stress factor(s). Similarly not only the quantity of water is decreasing but also the quality of water is deteriorating to the extent that food production is unable to meet the increasing world population demands.

It is estimated that in order to meet the current levels of nutrients, food production needs to be increased by 20% in the developed countries and by 60% in developing countries, during the next 30 years. This is unlikely to happen with the present resources. Another estimate measures that by 2050, around 50 % of the increased food production

Potential use of brackish /saline ground water for agriculture and bio-energy in the GCC countries

()Shoaib Ismail, Faisal Taha,
(*)Khalil-ur-Rehman and Nurul Akhand*

ABSTRACT

Salinity and associated factors like drought [or] waterlogging has rendered a vast portion of the world's agricultural areas as less productive or even unproductive. With the increase in population rate and reduction in productive areas, the major focus is confined to conventional crop species for human consumption. In future, there are practically little opportunities to bring new land or new sources of fresh water for crop production.

The GCC region has very low precipitation for recharge of its aquifers. Hence, most of its domestic water comes from desalinated water. However use of such water resources for agriculture, which consumes 80-90% of water in the region, is not feasible and practical. The groundwater in many places has turned brackish, mainly due to over-pumping and sea water intrusion. In very near future, we would be forced to use all available resources of water, and saline/ brackish water will be one of the main resources.

Use of saline/brackish water in agriculture will only become feasible and sustainable, when (i) it is competitive; (ii) enough quantity is available; and (ii) proper selection of appropriate production systems is done. Low salinity water could be used for growing vegetables and other crops for human consumption. But moderate to highly saline water, which is pre-dominant in the region, can only be used for growing salt-

(*) International Center for Biosaline Agriculture, Dubai, U.A.E.

References

Al-Qallaf, H.; and A. Al-Haddad. (2006). Assessment of Microbial Content in Groundwater at Al-Abdally Farms, Kuwait. Proceedings of the III International Symposium on Transboundary Waters Management, Ciudad Real, Spain. Session 3.5.B2.

APHA. 1998. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 20th Ed. American Public Health Association, Washington, D.C., USA.

Bauder, T.A.; R.M. Waskom and J. G. Davis. (2003). Irrigation Water Quality Criteria. Cooperative Extension Fact Sheet No 0.506, Colorado State University, Ft. Collins, CO, USA.

Pasian, C.C. (1996). Water Quality for Floriculture Crops. HYG-1249-96. Ohio State University Extension, Columbus, OH, USA.

Tanji, K.K. (1990). Agricultural Salinity Assessment and Management Manual. ASCE, New York. pp 262-304.

Todd, D. K. (1980). Groundwater Hydrology. John Wiley & Sons, Inc. 2ed ed. NY. USA.

in all samples is considered as very low for the crops needs of N. Accordingly, N fertilizer should be used when the crops irrigated by the RO treated waste water.

Conclusion and recommendation

The use of urban waste water in agriculture is a centuries-old practice that is receiving renewed attention with the increasing scarcity of freshwater resources in many arid and semiarid regions. Reverse osmosis treated waste water seems like an ideal solution for the fresh water shortage in the farms area in Al-Abdally. The chemical analysis of the RO treated waste water from nine farms in Al-Abdally show that this water has a great potential for irrigation. All the parameters concentrations of the un-stored RO treated waste water were within the standard limits of irrigation. While the quality of this water was slightly deteriorated when it stored improperly and mixed with other type of water in some farms. The most affected parameters by the storage and caused potential effect on the quality of water were EC, pH, Cl, and SO₄. However, it is essential to use fertilizers for the crops that irrigated by the RO treated waste water because of its low concentration of nitrogen. Further studies are needed to assure the quality of this water such as determination of its bacterial and viral content.

tolerance in Table 3. Accordingly, the concentration of boron for the collected samples, which ranges between 0.1 and 0.67 mg/l, indicates that the RO treated waste water is excellent to good irrigation water for sensitive crops and excellent irrigation water for semitolerant and tolerant crops.

Sulfate

Sulfate (SO₄) is a major contributor to soil salinity in irrigation waters. High concentrations of sulfate can interfere with the uptake of other nutrients, in this case it can be toxic to crops. As with boron, sulfate in low concentrations in irrigation water has fertility benefits.

The concentration of SO₄ in the samples collected from the pipeline was less than 7 mg/l, while the stored water showed a remarkable increase in SO₄ concentration especially in samples 2B (400 mg/l), 4B (200 mg/l) and 6B (150 mg/l). This rise of SO₄ concentration, which could affect the crops, was due to mixing the RO treated waste water with fresh and ground water of higher sulfate concentration.

Nitrate

Nitrate (NO₃) is one of the sources of nitrogen (N) in irrigation water, which is largely a fertility issue. Waters high in N can cause quality problems in crops. However, these problems can usually be overcome by good fertilizer and irrigation management. Regardless of the crop, nitrate should be credited toward the fertilizer rate especially when the concentration of NO₃ exceeds 45 mg/l (Pasian, 1996).

The analysis results show that the nitrate concentration increased slightly after storing the RO treated waste water. The concentration of NO₃ in the samples collected from the pipelines ranges between 5.7 and 7.9 mg/l, while in the samples collected from the storage tanks it ranges between 6.6 and 13.6 mg/l. However, the concentration of NO₃

The results of SAR for all samples were less than 3, which determine an excellent type of water for irrigation. On the other hand, %Na results show that the irrigation water is good to permissible, where it is ranging between 34 and 60.

Chloride

Chloride (Cl) is essential to plants but in very low amounts, in higher concentration of chloride it will be toxic to sensitive crops. Table 4 shows the concentration of chloride in relation with crops. The concentration of chloride in the RO treated waste water samples collected from the pipelines ranges between 4 and 7.8 mg/l, which make it safe for all types of crops. However, storing the RO treated waste water has increased its concentration of chloride. The chloride concentration in sample 6B increased to 133 mg/l, which make the water harmful for sensitive plants. The chloride concentration also increased in samples 4B and 2B to 181 and 201 mg/l, respectively, and this water will affect the sensitive and the moderately tolerant plants.

Table 4. Chloride Classification of Irrigation Water

Chloride (mg/l)	Effect on Crops
Below 70	Generally safe for all plants.
70-140	Sensitive plants show injury.
141-350	Moderately tolerant plants show injury.
Above 350	Can cause severe problems.

Source: Tanji (1990).

Boron

Boron (B) is an element that is essential in low amounts for normal growth of all plants, but toxic at higher concentrations. The classes of irrigation water with respect to boron concentrations are listed by crop

pH and Alkalinity

pH is often described in terms of acidity, while Alkalinity, which can be estimated from the concentration of HCO_3 , is a measure of the capacity of the water to neutralize acids. Alkalinity affects the ability to reduce pH when acid is added to water. As water alkalinity increases the decrease of pH when acid is added will be slower. However, highly alkaline irrigation water may have a profound effect on crops. Generally, alkalinity above 120 mg/l can cause problems, while the normal pH range for irrigation water is between 6.5 and 8.4 (Pasian, 1996).

All the collected samples have alkalinity below the maximum limit. Their measured alkalinity ranges between 7 and 26.3 mg/l. On the other hand, most of the samples have pH ranges between 7.3 and 8.4, except samples 1B and 7B, which have the highest alkalinity (25 and 26.3 mg/l, respectively), their pH increased to more than 10 after storing the RO treated waste water.

% Na and SAR

Sodium concentration is important in classifying irrigation water because sodium reacts with soil to reduce its permeability. Sodium content is usually expressed in terms of percent sodium (%Na) or as sodium adsorption ratio (SAR). These relationships are defined by (Todd, 1980):

$$\% Na = \frac{(Na + K) 100}{Ca + Mg + Na + K}$$

$$SAR = \frac{Na}{(Ca + Mg)/2}$$

where the concentrations of the constituents in both equations are expressed in milliequivalents per liter. The recommended water classifications for %Na and SAR are presented in Table 3.

Results and Discussion

Electrical Conductivity (EC)

The primary effect of high EC water on crop productivity is the inability of the plant to compete with ions in the soil solution for water (physiological drought). The higher the EC, the less water is available to plants, even though the soil may appear wet (Bauder, et al., 2003). Table 3 shows the suggested water quality for irrigation according to EC values.

The EC of the samples collected directly from the pipelines ranges between 47 and 64 $\mu\text{S}/\text{cm}$, which indicates excellent type of water (class 1). However, the EC of this water when it stored in some farms has increased to over 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ as in sample 1B, and to over 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$, as in samples 2B, 4B and 6B, which changed the water quality from class 1 to classes 2 and, 3, respectively. The increase of EC of the stored water is due to evaporation as in sample 5B, mixing of RO treated waste water with fresh water as in samples 1B, 3B and 7B or mixing with ground-water as in samples 2B, 4B and 6B.

Table 3. Quality Classification of Water for Irrigation

Classes of water	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	%Na	SAR	Boron (mg/l)		
				S.C.	ST.C.	T.C.
Class 1, Excellent	≤ 250	< 20	< 10	< 0.33	< 0.67	< 1.00
Class 2, Good	250-750	20-40	10-18	0.33-0.67	0.67-1.33	1.00-2.00
Class 3, Permissible ¹	750-2000	40-60	18-26	0.67-1.00	1.33-2.00	2.00-3.00
Class 4, Doubtful ²	2000-3000	60-80	> 26	1.00-1.25	2.00-2.50	3.00-3.75
Class 5, Unsuitable ²	> 3000	> 80		> 1.25	> 2.50	> 3.75

S.C.: Sensitive Crops, ST. C.: Semitolerant Crops and T.C.: Tolerant Crops.

¹Leaching needed if used.

²Good drainage needed and sensitive plants will have difficulty obtaining stands.

Source: Todd (1980).

Table. 2. The Chemical Analyses of RO Treated Waste Water Samples Collected from the Storage Tanks

Spl. No	E.C. π S/cm	TDS mg/l	pH	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	HCO ₃ mg/l	NO ₃ mg/l	B mg/l	% Na	SAR
1B	312	238	10.9	33.2	1.0	15.8	3.3	32	52	25.0	6.6	0.40	58	1.98
2B	1437	1100	8.4	129.0	4.2	100.4	34.7	201	400	19.7	13.6	0.67	42	2.83
3B	136	81	7.6	12.0	1.3	12.5	1.5	20	20	14.7	6.6	0.30	43	0.85
4B	999	594	7.9	107.0	10.0	58.0	26.6	181	200	20.0	10.1	0.50	49	2.92
5B	87	51	8.3	6.0	1.0	7.8	2.1	10	12	12.4	6.6	0.20	34	0.49
6B	776	468	7.6	76.0	7.0	55.2	16.6	133	150	14.9	10.6	0.50	46	2.30
7B	115	65	10.6	15.5	0.0	8.0	0.6	8	16	26.3	7.0	0.10	60	1.42
8B	50	25	8.0	3.5	0.0	2.9	1.4	4	7	9.6	8.8	0.10	37	0.42
9B	57	34	8.4	3.5	0.3	2.8	2.1	5	7	12.3	9.7	0.10	34	0.39

Table. 1. The Chemical Analyses of RO Treated Waste Water Samples Collected from the Supplied Pipelines

Spl. No	E.C. π S/cm	TDS mg/l	pH	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	HCO ₃ mg/l	NO ₃ mg/l	B mg/l	% Na	SAR
1A	48	32	8.4	4.0	0.15	2.70	2.0	6.2	1	8.2	7.9	0.46	37	0.45
2A	47	31	8.4	4.0	0.18	1.60	2.5	6.0	1	7.8	7.5	0.37	38	0.46
3A	49	32	8.3	4.0	0.00	1.88	2.4	7.8	0	8.3	6.6	0.35	37	0.46
4A	49	32	8.4	4.0	0.60	1.84	1.3	5.2	0	8.3	7.7	0.30	49	0.55
5A	49	26	8.1	3.6	0.50	2.00	1.5	4.0	4	7.0	5.7	0.30	43	0.47
6A	49	27	7.3	3.6	0.40	2.60	1.9	4.0	7	7.2	6.2	0.30	37	0.41
7A	64	25	7.9	3.5	0.80	2.80	2.0	4.0	7	7.3	6.2	0.25	36	0.39
8A	49	29	7.5	4.0	0.30	2.40	1.6	5.0	2	10.8	5.7	0.30	42	0.49
9A	55	29	8.3	3.7	0.60	2.60	2.3	5.0	7	7.3	6.6	0.25	36	0.40

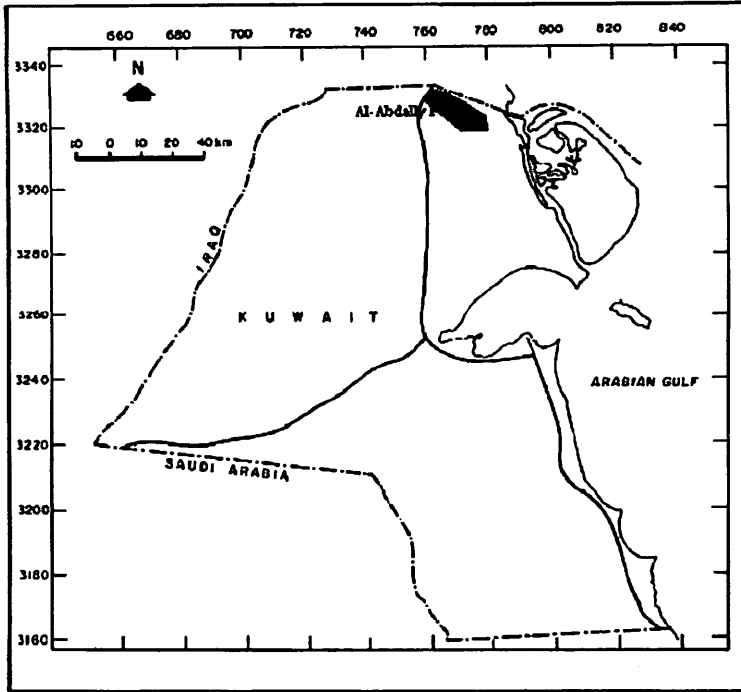


Fig. 1. Location Map of the Study Area

Water Sample Collection and Analysis

Nine samples were collected directly from the supplied pipelines and more nine samples were collected from the storage tanks of RO treated waste water in nine farms in Al-Abdally. The samples were collected in one liter size glass bottles. The samples were stored in ice box and sent to the Hydrology lab and Central Analytical lab (CAL) at Kuwait Institute for Scientific Research (KISR) for analysis. The samples were analyzed for EC, TDS, pH, Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, HCO₃, NO₃, and B parameters according to the standards methods for the examination of water and waste water (APHA, 1998). The %Na and SAR were calculated from the results of Na, K, Ca and Mg. The results of the analyses are shown in Tables 1 and 2.

water in irrigation could result in the increase of the salinity of the groundwater especially when the irrigation water, which could become more saline due to high evaporation rate, recharges the aquifer. To sustain the quality and quantity of the groundwater and to increase the varieties of crops, fresh water was supplied to these areas. Large amount of fresh water is being used in irrigating sensitive to moderately sensitive plants. To reduce the consumption of groundwater and fresh water in irrigation, about 100,000 m³/d of reverse osmosis treated wastewater has been supplied to Al-Abdally farms since 2004.

Al-Abdally Farms

Farming activities in Al-Abdally started in the early 1960s, and now there are 804 farms cover over 300 km² (Fig. 1) (Al-Qallaf and Al-Haddad, 2006). The expansion of the farms area was associated with an increase of fresh water and groundwater consumption for irrigation and other purposes. The groundwater is being extracted very heavily from more than 1350 wells. The heavy extraction of groundwater has depleted the available resources of water and caused serious deterioration in the water quality. Therefore, supplying the farms in Al-Abdally with RO treated waste water is an alternative solution to overcome the scarcity and quality of irrigation water.

Assessment of Using RO Treated Waste Water for Irrigation in Al-Abdally Farms

()H. Al-Qallaf, H. Naseeb,
(*)A. Al-Haddad, T. Rashid,
(*)H. Bhandary and F. Marzouk*

ABSTRACT

Treated waste water using reverse osmosis technique was evaluated for the irrigation purposes in selected farms in Al-Abdally area. Eighteen water samples were collected directly from the supplied pipelines and from the storage tanks of the RO treated waste water in nine farms. The suitability of RO treated waste water for irrigation applications was evaluated on the basis of irrigation parameters for the salinity, pH, major cations and anions, B, %Na and SAR. The results of all un-stored water were found excellent for irrigation with added fertilizers, while the improper storage of water had deteriorated the quality of water. Further studies are needed (bacterial and viral) to assure the quality of this type of water for irrigation.

Introduction

Farming in Kuwait is mainly concentrated in three areas: Al-Abdally, Wafra, and Sulaibiya farm areas which are located in the north, south, and middle of Kuwait, respectively. The main irrigation water in these farm areas is derived from brackish to saline groundwater from the unconfined Kuwait group aquifer. The continuous use of the ground-

(*) Water Resources Division - Hydrology Dept. KISR - Kuwait.

- the towns. Together with pumps of different capacities (20 - 100 l/s).
- 3 - Supply and installation of water treatment equipments.
 - 4 - Supply and laying of transmission pipes of diameters (100 to 800 mm), totaling about 120 km.
 - 5 - Construction and equipment of ten ground and elevated water storage tanks of different capacities (500 - 12000 m3).
 - 6 - Construction and equipment of two pumping stations.
 - 7 - Installation of SCADA system.
 - 8 - Laying of about 295 km of distribution pipes of different diameters (100 - 400 mm).
 - 9 - Consultancy services.
 - 10 - Training and institutional support.

The total cost of the project amounted to about US\$110 millions. The people living in the project area has benefited largely from this project. It secures continuous supply of fresh water meeting the residential and commercial needs of the society until the year 2020.

The Kuwait Fund For Arab Economic Development continues its efforts in helping the developing countries to meet the social, economic and environmental demands of their people.

- 1 - Rehabilitation and upgrading of the existing secondary treatment plant from 120,000 m³/day to 200,000 m³/day, upgrading sludge handling facilities, and the rehabilitation and upgrading of the tertiary treatment components from 60,000 m³/day to 200,000 m³/day.
- 2 - Treated water irrigation scheme:
 - a. Storage, transport, and distribution works of the treated effluent.
 - b. Rehabilitation and upgrading of agricultural irrigation network.
 - c. Construction of irrigation network for new green areas in Bahrain.
- 3 - Consultancy services for design and supervision of the project execution.
- 4 - Training.
- 5 - Equipment for operation and maintenance of the project for two years after the implementation of the project.

The total costs of the project amounted to about US\$170 million. The Kingdom of Bahrain has benefited largely from this project. The groundwater was saved, Tobli bay was protected against pollution and the country enjoyed a revival of agricultural land and beautification of the urban areas in the country.

CASE STUDY II: EAST SANDS BASIN WATER PROJECT IN KINGDOM OF OMAN.

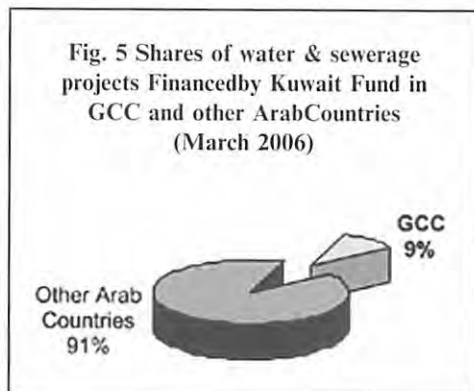
This project was launched in the year 2001 and completed in the year 2006. It included a water supply system for twelve small towns and other residential areas located at the Eastern part of the country.

The main components of the project were:

- 1 - Expropriations.
- 2 - Drilling and equipment of 29 bore holes in two governorates near

Table 5: Distribution of Kuwait Fund Loans among Arab Countries in Water & Sewerage Sector as of March 31, 2006

Country	No. of Loans	US\$ Millions Equivalent
Algeria	1	33.00
Bahrein	1	33.00
Comoros	-	-
Djibouti	-	-
Egypt	1	36.78
Iraq	-	-
Jordan	1	23.10
Lebanon	4	148.50
Mauritania	3	45.54
Morrocco	4	140.17
Oman	1	31.35
Somalia	-	-
Sudan	-	-
Syria	1	91.16
Tunisia	5	102.79
Yemen	2	0.07
Total	24	685.46



CASE STUDY I: SEWAGE TREATMENT AND REUSE IN THE KINGDOM OF BAHREIN

This project was launched in the year 2000 and completed in the year 2005. It included the rehabilitation and upgrading of Tobli treatment plant located at the east of the country close to Tobli Bay between Manama City and Eissa Town. In addition the project included a distribution network of treated water to be used for agricultural irrigation and landscaping. The main components of this project were:

KUWAIT FUND'S CONTRIBUTION TO WATER SUPPLY AND SANITATION PROJECTS IN THE ARAB REGION

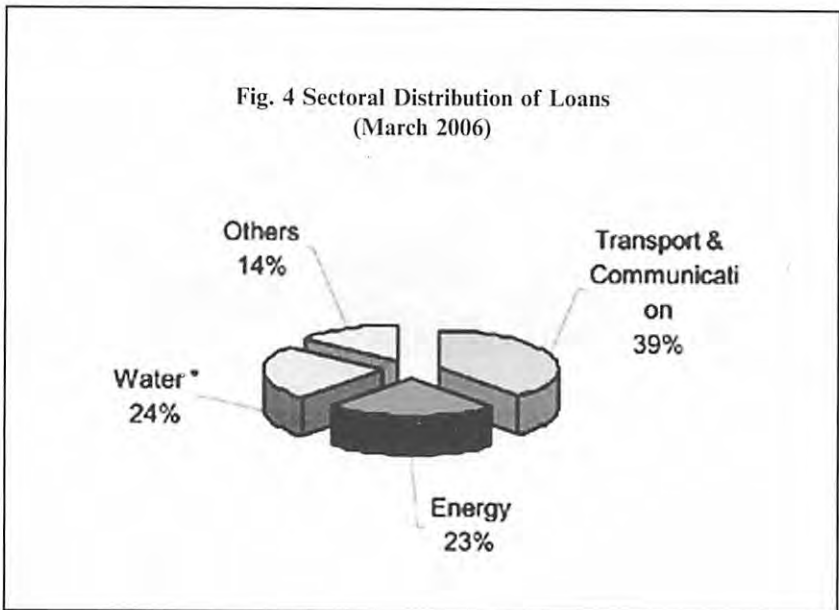
Kuwait Fund is increasingly paying attention to the issue of water scarcity and environmental protection particularly in arid areas such as the Arab region. This is reflected in the increasing number of projects financed by Kuwait Fund in the following fields:

- Drinking water resources development such as purification and desalination plants, transmission and distribution networks including monitoring and supervisory systems to ensure project sustainability and resource conservation.
- Sanitation infrastructure development. such as sewage collection and transmission networks, treatment plants, and reuse of treated sewage, as well as storm water and flood control.
- Irrigation and hydropower development such as irrigation networks, storage and power generation dams, and others.

Up to 31 March, 2006, Kuwait Fund has contributed to financing 79 development projects in water related projects in the Arab region of value totaling about \$US 1751. Out of these 24 projects were related to water supply and sanitation development. Table and Fig. 5 show the distribution of water and sewerage projects among Arab countries.

Table 4: Sectoral Distribution of Loans as of March 31, 2006

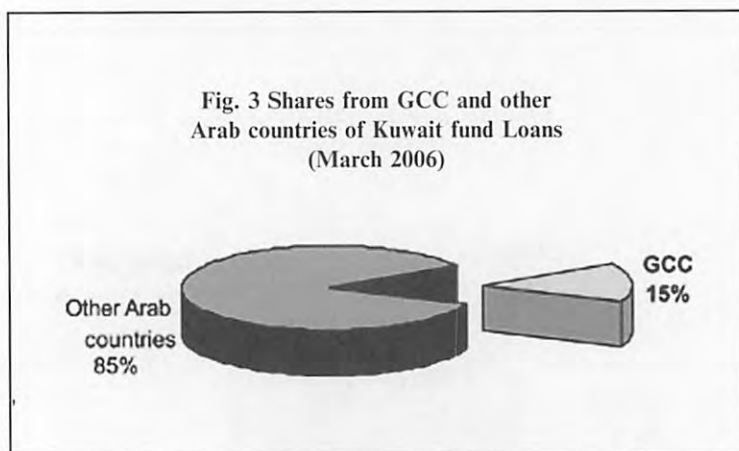
Sector	No. of Loans	US\$ Millions Equivalent
Transport & Communication	305	4,757.0
Energy	120	2,911.0
Water *	177	2,979.0
Others	94	1,801.0
Total	696	12,448.0



All these projects were selected on the basis of feasibility studies and their priority to the recipients governments. The decision on extending a loan usually follow project appraisal performed by specialized groups of Kuwait Fund.

Table 3: Distributions of Kuwait Fund Loans to Some GCC and other Arab Countries as of March 31, 2006

Country	No. of Loans	US\$ Millions Equivalent
Bahrain	15	442.6
Oman	21	475.9
Other Arab countries	232	5395.1
Total	268	6,313.6



SECTORAL DISTRIBUTION OF KUWAIT FUND LOANS:

Kuwait Fund has been involved in development of all sectors that have direct positive impact on economies of the developing countries such as water, energy, communication, etc. Table 4 and Fig. 4 summarize the sectoral distribution of Kuwait Fund's loans in developing countries up to 31 March, 2006.

Table 2: (Cont.)

Countries	No. of Countries	No. of Technical Assistance and Grants	US\$ Millions Equivalent
Central Asia and Europe	10	15	12.5
Latin America & The Caribbean	5	6	2.5
Total	66	160	233.1
Institutions	20	27	64.5
Grand Total	86	187	297.6

Fig. 2 Geographic Distribution of Tech., Assistance & Grants (March 2006)

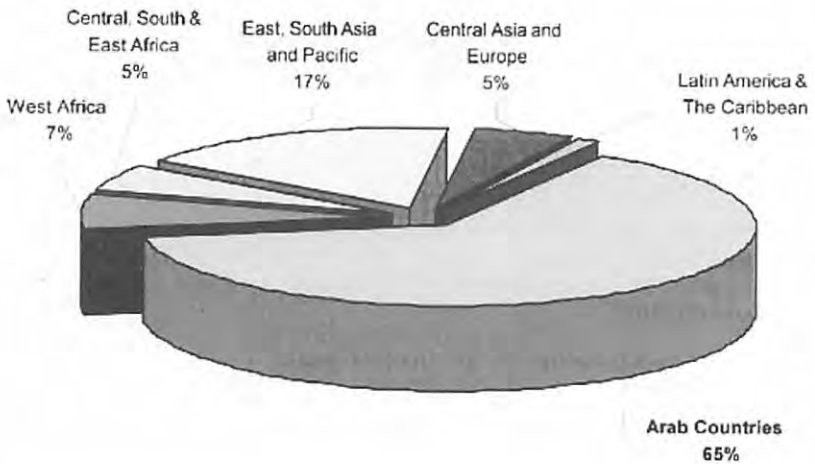


Table 1: Geographic Distribution of Loan Commitments as of March 31, 2006

Countries	No. of Countries	No. of Loans	US\$ Millions Equivalent
Arab Countries	16	268	6,634.0
African Countries	40	212	2,181.0
East, South Asia and Pacific	18	136	2,532.0
Central Asia and Europe	16	47	793.0
Latin America & The Caribbean	11	33	308.0
Total	101	696	12,448.0

Fig. 1 Geographical Distribution of Loans (March 2006)

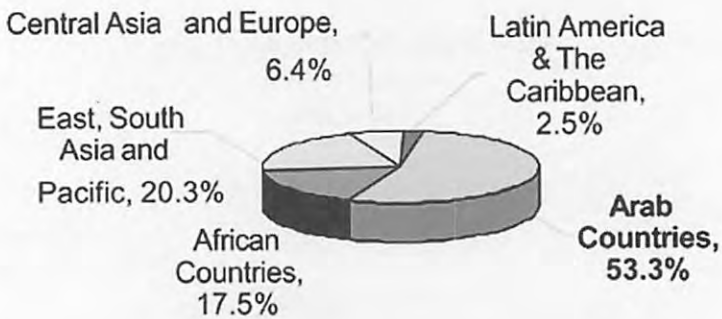


Table 2: Geographic Distribution of Technical Assurances and Grants as of March 31, 2006

Countries	No. of Countries	No. of Technical Assistance and Grants	US\$ Millions Equivalent
Arab Countries	15	68	149.0
West Africa	15	34	16.3
Central, South & East Africa	13	19	12.8
East, South Asia and Pacific	8	18	40.0

This paper attempts to highlight the contribution of Kuwait Fund to the development of infrastructure projects in developing countries worldwide with particular emphasis on two water infrastructure projects in the Gulf region, namely: Fresh Water Supply project in Sultanate of Oman, and Production and Utilization of Treated Sewage Effluent in the Kingdom of Bahrain.

2. GOAL, OBJECTIVES, AND DEVELOPMENT MEANS OF KUWAIT FUND.

Kuwait Fund aims to assist Arab and other developing countries in developing their economies by providing them with soft loans for the implementation of infrastructure projects in different sectors required by those countries in order to achieve their development programs. Beside direct loans Kuwait Fund also extends Technical assistance grants to finance pre-investment feasibility studies in order to verify technical and economical viability of the proposed projects. Kuwait Fund also extends grants to help build-up institutional capacity in developing countries.

Furthermore Kuwait Fund, acting on behalf of the State of Kuwait, contributes to the resources of a number of regional and international financing institutions, and undertakes the responsibility for administering grants extended directly by the Government of the State of Kuwait to Arab and other developing countries.

3. MAJOR ACTIVITIES OF KUWAIT FUND

Up to 31 March, 2006, and since its establishment in 1961 Kuwait Fund has globally contributed to financing some 696 projects, and 187 technical assistances and grants to 101 countries and international development institutions, with a value totaling about US\$12.7 billions. Details of these activities are indicated in Tables 1 to 3 and Figs. 1 to & 3.

**THE CONTRIBUTION OF KUWAIT FUND FOR ARAB
ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE DEVELOPMENT
OF WATER SUPPLY AND SANITATION
IN THE GULF REGION**

*Qais A. Al-Joan**
*A. Faisal Asfari, Ph. D.**

ABSTRACT

The Gulf Region is considered one of the poorest regions in renewable fresh water resources, the scarce water resources available are characterized by extreme temporal and spatial variability. Therefore. The Gulf region is faced with the huge challenge of developing fresh water resources and , consequently, sanitation infrastructure in order to ensure sustained economic growth and social wellbeing in the region.

In response to the enormity of these challenges the development of fresh water resources and sanitation infrastructure in the Arab region became one of the main activities of Kuwait Fund For Arab Economic Development.

1. INTRODUCTION

Worldwide, over one billion people today subsist on less than 1\$ a day. This number is increasing year after year. In face of this growing poverty, and in order to improve people's living conditions, Kuwait Fund for Arab Economic development was established by the State of Kuwait in December 1961 with the purpose to assist Arab and other developing countries in developing their economies.

(*) Operations Department - Kuwait Fund For Arab Economic Development - Kuwait

INDEX

	Pages
- Qais A. Al-Joan, Dr. A. Faisal Asfari, "The Contribution of Kuwait Fund for Arab Economic development in the Development of Water Supply and Sanitation in the Gulf Region".....	5
- H. Al-Qallaf, H. Naseeb, A. Al-Haddad, T. Rashid, H. Bhandary and F. Marzouk. "Assessment of Using RO Treated Waste Water for Irrigation in Al-Abdally Farms"	15
- Shoaib Ismail, Faisal Taha, Khalil - ur - Rehman, and Nurul Akahnd, "Potential use of brackish/ saline water for agricultuse and bio-energy in the GCC Countries"	26
- Adel Al-Haddad, T. Rashid, E. Ebrahim, M. Farhan, F. Marzouk, and H. Bhandary. "Evaluation of Run - off Quality in Residential Area, Kuwait"	45
- Nurul A. Akhand, Shoaib Ismail, and Faisal Taha, "Watter Resources in Agriculture : Irrigation System Managment in the GCC Countries"	60
- Abdallah Abusam, Hameed J. Al-Naser, and Hussain M. Safar, "Grey Water Generation Rates and Pofentials for Potable water saving at Household level in Kuwait"	68
- Abulbasher Shahlan, Abdallah Abusam, and Husain M. Safar, "Major Agricultural Farms and Sources of Irrigation Water in Kuwait"	81
- Asma Al-Farraj, "Ground water over - pumping and Recent earthquakes in the northern United Arab Emirates : A natural hazard accentuated by human activity"	79
- Ali M. Al-Dousari, R. Misak, H. Al-Gamily and T. Al-Asfour "Food Managements in Shouaiba Industrail Area - Kuwait"	113

**The Second Scientific Symposium
on Water Issues in GCC, Countries**



قضايا المياه

بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

Research Papers On Water Issues in GCC Countries

The Second Scientific Symposium on Water Issues in GCC, Countries

Kuwait, 8 - 9 of Rabee I, 1428 H. 27 - 28 March, 2007

Kuwait - 2007

Geographical Society of the GCC Countries





Research Papers On Water Issues in GCC Countries

The Second Scientific Symposium On Water Issues in GCC Countries

Kuwait, 8 – 9 of Rabee I, 1428 H. 27 – 28 March, 2007

Kuwait – 2007

Geographical Society of the GCC Countries

