جامعة البحرين
LIBRARY
University of Bahrain

بسم الله الرحمن الرحيم
جامعة الخليج العربي
كلية الدراسات العليا

مجال الدراسات التقنية

برنامج علوم الصحراء
والأراضي القاحلة

تكاليف تدهور المورد المائي في دولة البحرين
منظور اقتصادي لاستدامة التنمية

رسالة مقدمة كجزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير في
علوم الصحراء والأراضي القاحلة (تخصص البيئة والموارد الصحراوية – اقتصاديات المياه)

إعـــــداد
عبدالحميد أحمد عبدالغفار
بكالوريوس علوم اقتصادية، جامعة حلب بالجمهورية العربية السورية (1980)

إشـــــــراف

د. وليد خليل زباري
أستاذ الهيدروجيولوجيا المشارك
برنامج علوم الصحراء والأراضي القاحلة
كلية الدراسات العليا
جامعة الخليج العربي

د. خالد عبدالله تقي
أستاذ الاقتصاد المساعد
جامعة البحرين

البحريـــن

رجب 1421 هـ

أكتوبر 2000 م

بسم الله الرحمن الرحيم

أَفَرَأَيْتُمْ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ (68) أَأَنْتُمْ أَنزَلْتُمُوهُ مِنْ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنزِلُونَ (69) لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ (70)

(الواقعة)

صدق الله العظيم

لجنـــــة مناقشـــــة
أطروحة الطالب عبدالحميد أحمد عبدالغفار
تكاليف تدهور المورد المائي في دولة البحرين منظور اقتصادي لاستدامة التنمية

التوقيع

١. **د. جاسم عبدالله العجمي** **(ممتحن خارجي)**
أستاذ الاقتصاد مشارك – كلية إدارة
الأعمال – جامعة البحرين.

٢. **أ.د. أسامه أمين الخولي** **(ممتحن داخلي)**
مدير برنامج إدارة التقنية –
مجال الدراسات التقنية - كلية الدراسات العليا
جامعة الخليج العربي.

٣. **د. وليد خليل زباري** **(مشرف رئيس)**
أستاذ الهيدروجيولوجيا المشارك –
مدير برنامج علوم الصحراء والأراضي القاحلة
مجال الدراسات التقنية – كلية الدراسات العليا–
جامعة الخليج العربي.

٤. **د. خالد عبدالله تقي** **(مشرف مشارك)**
أستاذ مساعد – اقتصاديات التنمية –
كلية إدارة الأعمال – جامعة البحرين.

البحرين في : ١٣ رجب ١٤٢١هـ
١٠ أكتوبر ٢٠٠٠م

تقرير/AJ

شكر وتقدير

لا يسعني هنا إلا أن أتوجه بالشكر والعرفان **للدكتور وليد خليل زباري** – مدير برنامج علـــوم الصحراء والأراضي القاحلة - الذي بذل جهدا قل نظيره، حيث بذل جهدا لامحدود من اجـــل دعمي في ميدان البحث العلمي حتى قبل انتسابي لجامعة الخليج العربي، ومؤازرتي وتشـــجيعه لي لاحقا لإتمام دراستي العليا، الأمر الذي مكنني من الإحاطة بجزء كبير من المعرفة، مما انعكس علـى إغناء حصيلتي العلمية.

وتقديري موصول كذلك إلى أستاذ الاقتصاد المساعد بجامعة البحرين، **الدكتور خالد عبـــدالله تقي**، الذي لم يتردد في تزويدي بالعديد من الدراسات القيمة التي كنت أتطلع للحصول عليـــها، ولحثه ودعمه بكل ما توفر له من معلومات وبيانات ودراسات قيمة في مجال المياه، الأمر الـــذي مكنني من بلورة رؤية مهمة تجاه موضوع الموارد، في إقليم يتسم بشح موارده المائية.

ولا يفوتني الإعراب عن تقديري **للأستاذ أسامه أمين الخولي** - مدير برنامج إدارة التقنية – الـذي لم يتردد في قراءة بعض مسودات الدراسة في صيغتها الأولى، قراءة حصيفة مكنته من تقديم الرأي السديد في كل ما يتصل باهتماماته العلمية، وأبدى في أحايين كثيرة تقديرا اخجل تواضعي.

وشكري كذلك أتقدم به لأساتذتي الأفاضل ببرنامج علوم الصحراء والأراضي القاحلة، لما قدموه من جهد خلال فترة دراستي بجامعة الخليج العربي، كل فيما يخصه.

وأخيرا أود أن أعرب عن مسؤوليتي الشخصية تجاه أي تقصير في متن الدراســـة، متطلعـــا لأن تستكمل جوانب قصورها في دراسات لاحقة، في إطار فرق عمل متخصصة ومؤمنة بروح العمل الجماعي المخلص والدؤوب، وذات صلاحيات تمكنها من الوقوف على الكثير مـــن البيانـــات الملحة، لما لهذا الموضوع الحيوي من أهمية بالغة.

الخلاصة

هناك إجماع قل نظيره بوجود أزمة مياه على المستوى العالمي، وان المياه تتجه لان تكون من أهم السلع في الأسواق العالمية. ومما يزيد الأمر تعقيدا، بان مجمل الدول العربية بما فيها البحرين صنفتها الهيئات الدولية بأنها من اكثر مناطق العالم تأثرا بدائرة الخطر المائي، حيث أن نصيب الفرد فيها من المياه يقل عن ألف متر مكعب سنويا، وهو المعدل الذي اعتمدته الأمم المتحدة كمقياس لسد حاجة الإنسان من المياه لتلبية متطلباته الحياتية. فالمياه تتحكم فيها محددات طبيعية لا قدرة للإنسان على السيطرة عليها، ومتغيرات اقتصادية تفرضها طموحات التنمية في المستقبل، ومحددات اجتماعية، أخطرها النمو المضطرد للسكان، أما بالنسبة للدول العربية الأخرى، فيمكن إضافة المحددات الجيوبوليتيكية، والتي تمثلها حقيقة أن مصادرها من المياه تأتيها من خارج حدودها السياسية.

سعت الدراسة للكشف عن حجم التحديات المائية في دولة البحرين، وحقيقة أزمة المياه من الوجهة الاقتصادية باعتبارها موضوعا مصيريا يتطلب الاستنفار، وكونها إحدى أهم التحديات الاقتصادية الاجتماعية، بل وإحدى المحددات الرئيسية التي لا بد وان تفرض نفسها بقوة عند صياغة أي رؤية لاستراتيجية التنمية الاقتصادية والاجتماعية. ومن اجل ذلك تناولت مفهومي الموارد الناضبة والمتجددة، وحددت موقع المياه في خريطة الموارد في دولة البحرين.

من جهة أخرى، دعت الدراسة إلى ضرورة إعادة النظر في منهجية احتساب تكلفة تلبية الطلب على الميله، وضرورة احتساب التكلفة الحقيقية لاستنزاف المخزون الجوفي منه، باعتباره أحد الموارد المحدودة المعرضة للنضوب والتلوث، والتي لا توليها نظم الحسابات القومية التقليدية الاهتمام اللازم. وعليه، قدمت صيغة مقترحة لاحتساب التكاليف الحقيقية للمياه، باعتبارها مدخلا رئيسيا في العديد من القطاعات الاقتصادية، بغية التمكن من احتساب التكاليف الحقيقية للمياه في الناتج المحلي الإجمالي، حيث أن القيمة المضافة في مجمل قطاعات الاقتصاد، وعلى الأخص القطاع الزراعي، لا تحتسب التكلفة الحقيقية للمياه باعتبارها سلعة وسيطة وحيوية في الإنتاج الزراعي، الأمر الذي يدعو إلى إعادة احتساب المساهمة الحقيقية للقطاع الزراعي في الناتج المحلي الإجمالي. وهي بذلك إنما تستجيب للدعوات المنادية باحتساب ما عاد يدعى بالناتج المحلي الإجمالي الأخضر أو النظيف.

من جهة أخرى، وبخلاف دول الجوار، تواجه دولة البحرين بتحديات عديدة، منها انخفاض الاحتياطي والعمر المرتقب من الموارد غير المتجددة، والمتمثلة في النفط والغاز، إضافة لشح مواردها الطبيعية من المياه والأراضي، في ظل نمو سكاني عالي يفرض متطلبات متنامية في مجال الخدمات والتجهيزات العامة. وفي

ضوء ذلك تتناول الدراسة بالعرض والتحليل العبء المتنامي للنمو السكاني الذي لا تحكمه سياسة سكانية معلنة وواضحة، مما يشكل تحديا جديا إذا ما قورن بحجم الموارد العامة وهيكل الإيرادات العامة.

وانطلاقا من ذلك، سعت الدراسة، في إطار سيناريوهات منتقاة، إلى احتساب اثر انتهاج سياسات سكانية مختلفة ومتباينة في تأثيراتها على متغيرين رئيسيين، الأول يتمثل في الطلب الإجمالي على المياه الجوفية، والثاني، يتمثل في معدلات تركز الأملاح في المياه الجوفية. أي ترجمة تلبية طلب مختلف قطاعات الاقتصاد على المياه إلى تكاليف، باعتماد منهجية جديدة كليا لم تطرق من قبل في الأدبيات المتعارف عليها، وتنطلق هذه المنهجية من تكلفة الفرصة البديلة ممثلة في تكلفة تحلية مياه البحر، حيث أن حقيقة الموقف تكشف أن تكلفة تحلية المياه الجوفية، تتجه مع التقادم الزمني للاقتراب من تكلفة تحلية مياه البحر، بسبب ارتفاع وتيرة تركز الأملاح في المياه الجوفية، إلى الحد الذي يجعلها غير صالحة للاستخدام المباشر. كما سعت الدراسة إلى احتساب الآثار الإيجابية المترتبة على توسعة طاقة كل من تحلية مياه البحر ومياه الصرف الصحي المعالجة، على نوعية المياه الجوفية.

وقد خلصت مجمل السيناريوهات المختارة، إلى انه بالرغم من الأهمية القصوى لسياسة توسيع طاقة إنتاج محطات التحلية الجديدة وتوسعة طاقة محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي شكلت عبئا ثقيلا على الموزانة العامة للدولة، إلا أن تلك السياسات ستظل غير قادرة لوحدها على معالجة الأزمة المائية، حيث أنها ستظل بحاجة لإجراءات مساندة متعددة، لعل أهمها انتهاج سياسة سكانية واضحة ومعلنة وصولا لتحقيق إدارة مثلى ومستدامة للمياه الجوفية. وعليه، لا مناص من دراسة تطورات الطلب على المياه في مختلف القطاعات الاقتصادية في ظل المعرفة بمعدلات النمو السكاني الراهنة والمتوقعة، ودراسة واقع وآفاق تطور كافة قطاعات الاقتصاد في إطار استراتيجية اقتصادية واجتماعية شاملة ومعلنة، حيث إن للتنمية أبعادا شتى لا يمكن إغفالها، وأحد أهم تلك الأبعاد البعد السكاني البالغ التأثير.

جملة القول، انه بالرغم من الأهمية القصوى للسياسة السكانية في معالجة الأزمة المائية، إلا أنها بحاجة ماسة لتضافر كل الجهود في إطارها التكاملي، بغية المحافظة على المورد المائي الطبيعي الوحيد في دولة البحرين، فحقيقة الاختبارات أكدت عدم جدوى أي جهد أحادى الجانب، الأمر الذي يعزز القناعة بضرورة تضافر كل الجهود، بما فيها جهود السياسة السكانية، وسياسة رفع إنتاج محطات التحلية الجديدة، وتوسعة طاقة محطات معالجة مياه الصرف الصحي، وتنسيق تلك السياسات مجتمعة مع التوجهات الزراعية، بغية المحافظة على المورد المائي الطبيعي الوحيد، بما في ذلك تنسيق الجهود الإقليمية في إطارها التكاملي، حيث أن دول المجلس برمتها يجمعها معا ثالوث الجفاف والتلوث وتزايد السكان. وهذا ما لا يمكن تحقيقه دون استراتيجية قطرية شاملة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية في كل دولة من دول لمجلس على حده، مع تبني استراتيجية إقليمية فيما بينها لمواجهة المشاكل الإقليمية المشتركة، وتحقيق التطلعات المستقبلية المنشودة.

كما سعت الدراسة، في إطار نموذج اعد لذلك، إلى تقدير متغير الطلب الإجمالي على المياه الجوفية، ومتغير معدلات تركز الأملاح في المخزون الجوفي منه، باعتباره مؤشرا لفقد هذا المورد الذي يعد أصلا رأسماليا، وفي ضوء ذلك، وبناء على المنهجية المقترحة في هذه الدراسة، تم تقدير تكلفة توفير الاحتياجات العامة من المياه في عام 1995 باستخدام منهجية جديدة في احتساب التكلفة، عوضا عن المنهجية التقليدية التي لم تزل سائدة، أي وفقا لتكلفة الفرصة البديلة، ممثلة في تكلفة تحلية مياه البحر. كما تم في هذا السياق التنبؤ بالمتغيرات الرئيسية المعنية لغاية عام 2020، للوقوف على ما سيؤول إليه واقع الحال بعد عقدين من الزمان، إذا لم تتخذ سياسات وإجراءات عاجلة لتصحيح الوضع المائي الشديد التعقيد.

من جهة أخرى تدعو الدراسة في ظل الإحاطة بأعباء القطاع الزراعي بوجه خاص على الاقتصاد الوطني، إلى إعادة النظر في جدوى الهدر في المياه المنصرفة للزراعة بحجة تأمين الاكتفاء الذاتي محليا من الغذاء، على حساب الأمن المائي البيئي. وفي ضوء الإحاطة بتلك المحددات، والأبعاد البيئية الناجمة عن تعاظم حجم الطلب الزراعي بوجه خاص على المياه الجوفية، وفي ضوء التحديات المالية والسكانية والبيئية، تستعرض الدراسة من بين خيارات عديدة للخروج من الأزمة، أو المأزق المائي، بدائل عدة في سبيل مواجهة الموقف المائي المتأزم في البحرين، ومن بين تلك البدائل، الاستغناء محليا عن تلك الزراعة التي تستهلك قدرا من المورد المائي وغير المائي يفوق ما تضيفه من قيمة مضافة للاقتصاد، أو قيمة جمالية أو بيئية للوطن، انطلاقا من أن الأمن الغذائي والاكتفاء الذاتي من الغذاء، قضية لا بد وان يكون إطارها عربي أو إقليمي حيثما تتواجد الميزة النسبية. الأمر الذي يحتم تضافر جهود مختلف السياسات الكفيلة بمواجهة الأزمة المائية، مع الشروع في اتخاذ الإجراءات التي من شأنها تفعيل وتنسيق خطط العمل على أعلى المستويات إقليميا وعربيا في المجالين المائي والزراعي، وصولا للتكامل في المنتج المائي.

ومن بين المعايير المقترح تبنيها في سبيل كبح جماح حدة الطلب على المياه للأغراض الزراعية، احتساب عائد المتر المكعب من المياه، عوضا عن عائد المتر المربع من الأرض، وتقييم اتجاهات التشجير الراهنة، في ظل الإحاطة بالمحددات الطبيعية القاسية على قطاع الزراعة. مع البحث عن أمثل الأصناف الشجرية في البيئة المحلية بالكيفية التي تراعي تلك المحددات.

فهرس المحتويات

الفصل الأول : خطة البحث	1
1) مقدمة	2
2) تحديد مشكلة البحث	5
3) أهمية البحث	6
4) أهداف البحث	6
5) منهجية البحث	7
الفصل الثاني : الدراسات السابقة (مفاهيم نظرية حول نضوب الموارد)	9
الفصل الثالث : الموارد المائية في دولة البحرين ومحددات ومصادر استنزافها	32
القسم الأول : الموارد المائية في دولة البحرين	33
أولا : الموارد المائية الجوفية في دولة البحرين.	33
1) حجم تعويض المياه الجوفية المتجددة	33
2) نوعية المياه الجوفية في دولة البحرين	35
3) اوجه استخدام المياه الجوفية في دولة البحرين	36
4) أهم المشاكل المتعلقة بالمياه الجوفية	38
ثانيا : المياه المحلاة في دولة البحرين	39
1) تطور الإنتاج في محطات التحلية والطاقة القصوى والخطط المستقبلية	39
2) أهم المشاكل المتعلقة بالمياه المحلاة	42
ثالثا : مياه الصرف الصحي المعالجة بدولة البحرين	43
1) مقدمة	43
2) مستوى معالجة مياه الصرف الصحي وطاقتها الراهنة والمستقبلية	44
3) مستوى المعالجة في البحرين مقارنة بمثيلاتها في دول مجلس التعاون الأخرى	45
4) تكلفة معالجة مياه الصرف الصحي	47
5) الخطط المستقبلية	48
6) المشاكل والمعوقات المتعلقة بمياه الصرف الصحي المعالجة	49
القسم الثاني : محددات ومصادر استنزاف الموارد المائية في دولة البحرين	51
1) مدخل	51
2) السياسة السكانية	52
أ. متغير السكان باعتباره أحد أهم محددات الطلب على المياه	53

ب. مفهوم المسح السكاني والسياسة السكانية 55
ج. الواقع الراهن للسكان وآفاقه المستقبلية في دولة البحرين 55
د. السكان وقوة العمل والموقف من عنصر الهجرة 58
ه. الرأي الآخر في قضية السكان 59
3) التشريعات والبناء والإداري 60
1. مدخل 60
2. فاعلية التشريعات في المحافظة على المورد من المياه الجوفية من التلوث بالأملاح 63
3. الإدارة المائية 67
4. القوانين الجزائية في التشريع البحريني 69
5. أهمية إدراج التشريعات المائية في قوانين الاستثمار ومشاريع التنمية 70

الفصل الرابع : تقدير المعدلات السنوية للأملاح وحجم الطلب على المياه الجوفية وتحليل علاقتهما السلوكية 72

القسم الأول : مقدمة 73
1) مدخل 73
2) أهداف هذا الفصل 77
3) المنهجية المستخدمة 77
4) الحدود الجغرافية للدراسة 77
5) الدراسات السابقة 78

القسم الثاني : توقع متوسط معدلات الأملاح في المياه الجوفية للفترة 1943 – 1995 80
1) المنهجية المستخدمة 80
2) حساب متوسط معدلات الأملاح في المياه الجوفية للفترة 1943–1995 81
3) النتائج 83
4) تقييم قدرة النماذج على المحاكاة 85

القسم الثالث : توقع إجمالي الطلب على المياه الجوفية للفترة 1952 – 1995 86
1) هدف هذا القسم 86
2) منهجية التوقع 86
3) الدراسات السابقة 87
4) احتساب إجمالي الطلب على المياه الجوفية خلال الفترة 1952–1995 88
5) النتائج 88

6) تقييم قدرة النموذج على المحاكاة 90

القسم الرابع : دراسة العلاقة بين إجمالي الطلب على المياه الجوفية ومعدلات تركز الأملاح في المياه الجوفية 90

1) هدف هذا القسم 90

2) المنهجية المستخدمة 90

3) النتائج الإحصائية للعلاقة بين معدلات الأملاح وإجمالي الطلب على المياه الجوفية 91

الفصل الخامس : التنبؤ بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية لغاية عام 2020 93

1) هدف هذا الفصل 94

2) وسيلة التنبؤ 94

3) مصادر بيانات النموذجين 95

4) بنية النموذج الفرعي ومزاياه 95

5) بنية النموذج الرئيسي ومزاياه 96

6) افتراضات السيناريو المرجعي 97

7) تقييم قدرة النموذج التنبئية 98

8) نتائج السيناريو المرجعي 99

9) تحليل النتائج 100

10) سيناريوهات مختارة باستخدام النموذج: 101

(1) أثر تخفيض نمو السكان غير البحرينيين من 4.8% سنويا إلى 1% للفترة 2001 — 2020 101

(2) تثبيت السكان غير البحرينيين عند مستواهم في عام 2000 ولغاية 2020 103

(3) الأخذ بالاعتبار الآثار المترتبة على المياه المحلاة المؤمل إنتاجها من محطتي الحد وألبا 104

(4) الأخذ بالاعتبار كل من الآثار المترتبة على المياه المحلاة المؤمل إنتاجها من محطتي الحد وألبا وتوسعة طاقة إنتاج محطة معالجة مياه الصرف الصحي 107

(5) الأخذ بالاعتبار كل من الآثار المترتبة على المياه المحلاة المؤمل إنتاجها من محطتي الحد وألبا وتوسعة طاقة إنتاج محطة معالجة مياه الصرف الصحي، مع تخفيض السكان غير البحرينيين من 4.8% إلى 1% سنويا بدءا من عام 2001 110

11) خلاصة الفصل الخامس 112

الفصل السادس : تكاليف المياه والبحث في المنهجية (رؤية مغايرة) 117

1) اقتصاديات البيئة وتدهور الموارد في نظم الحسابات القومية العربية الراهنة 118
2) اقتصاديات البيئة واستدامة التنمية 119
3) المعادلة المائية في دولة البحرين في إطار محددات قطرية مختارة (منظور مختلف) 122
4) صعوبات احتساب آثار التنمية والتلوث البيئي في دولة البحرين 130
5) منظور مغاير لاحتساب تكاليف تلوث وإنتاج المياه في دولة البحرين 131
6) صيغة غير تقليدية لاحتساب تكلفة الاحتياجات من المياه بدولة البحرين 139

الفصل السابع : الخلاصة والتوصيات 147

المراجع 152

الملاحق 158

قائمة الجداول

جدول (3-1): التعويض الطبيعي للمياه الجوفية مقابل إجمالي الطلب على المياه (مليون متر مكعب) 34

جدول (3-2): إجمالي الطلب على المياه الجوفية موزعا وفقا لمصادر الاستهلاك المختلفة، والوزن النسبي لاستهلاك مختلف القطاعات إلى إجمالي الطلب على المياه الجوفية (مليون متر مكعب) 36

جدول (3-3): إجمالي الطلب المترلي على المياه المحلاة والمياه الجوفية (بملايين الأمتار المكعبة) 40

جدول (3-4): الإنتاج المضاف من كل من محطتي الحد وألبا لتحلية المياه (مليون متر مكعب) 41

جدول (3-5): طاقة ومستوى المعالجة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي في عام 1999 45

جدول (3-6) : الوزن النسبي لموارد المياه المتاحة في دول مجلس التعاون (متوسط العامين 1995-1996) 46

جدول (3-7): مياه الصرف الصحي المعالجة والمعاد استخدامها في دول مجلس التعاون (متر مكعب يوميا) 47

جدول (3-8): استهلاك المياه الجوفية من طبقة الدمام وفقا للقطاعات المختلفة خلال الأعوام 1996-1999 52

جدول (3-9): تطور عدد الآبار خلال السنوات 1925-1999 64

جدول (4-1): معدلات استخراج المياه من الخزانات الجوفية لعام 1997 76

جدول (4-2): اتجاهات التغير في ملوحة المياه الجوفية في البحرين من 1941-1992 (ملليجرام / لتر) 79

جدول (4-3): نتائج التطبيق المباشر للمعادلات الرياضية لاستخلاص متوسط معدلات الأملاح 83

جدول (4-4): إجمالي الطلب على المياه الجوفية موزعا وفقا للقطاعات (مليون متر مكعب) 87

جدول (4-5): إجمالي الطلب الفعلي والمتوقع على المياه الجوفية (مليون متر مكعب) 89

جدول (4-6): المتغيرين المستهدفين في دراسة العلاقة السلوكية 91

جدول (5-1): نتائج السيناريو المرجعي 99

جدول (5-2): نتائج السيناريو الأول 101

جدول (5-3): نتائج السيناريو الثاني 103

جدول (5-4): التغير في إجمالي الطلب على المياه الجوفية في ضوء الإنتاج المضاف من كل من محطتي الحد وألبا لتحلية المياه (مليون متر مكعب) 105

جدول (5-5): نتائج السيناريو الثالث 105

جدول (5-6): التغير في إجمالي الطلب على المياه الجوفية في ضوء الإنتاج المضاف من كل من محطتي الحد وألبا لتحلية المياه (مليون متر مكعب) 108

جدول (5-7): نتائج السيناريو الرابع 109

جدول (5-8): نتائج السيناريو الخامس 110

جدول (5-9): ملخص نتائج سيناريوهات السياسة السكانية والمائية 112

جدول (6-1): الأضرار البيئية في هولندا وألمانيا (بليون دولار أمريكي) 120

جدول (6-2): أسعار النفط الاسمية والحقيقية خلال الفترة 1970-1998 123

جدول (6-3): احتياطات المياه الجوفية في مستودعات المياه حتى عمق 300 متر 125

جدول (6-4): تكلفة محطة الحد لإنتاج الكهرباء والماء والمشاريع المصاحبة لها (مليون دينار) 127

جدول (6-5): ميزانية وزارة الكهرباء والماء ومعدلات نموها خلال سنوات مختارة (ألف دينار) 128

جدول (6-6): العجز المالي في قطاع المياه خلال السنوات 1987 - 1998 (مليون دينار) 129

جدول (6-7): قيمة الأصول الرأسمالية في قطاعي الكهرباء والماء للفترة 1991 - 1997 (مليون دينار) 129

جدول (6-8): الناتج المحلي الإجمالي الاسمي وفقا للحسابات التقليدية والحسابات البيئية 131

جدول (6-9): تطور متوسط تكلفة إنتاج المتر المكعب من المياه المحلاة (التكلفة بالفلس) 135

جدول (6-10): تطور متوسط تكلفة إنتاج المتر المكعب من المياه المحلاة (التكلفة بالدينار) 137

جدول (6-11): تكلفة الحصول على كل من البرميل والمتر المكعب من كل من النفط والمياه المحلاة (1995) 138

جدول (6-12): الواقع الاقتصادي للمياه من خلال مؤشرات مختارة (مليون دينار) 140

جدول (6-13): سيناريو الكارثة : التكاليف الحقيقية للمياه في البحرين من واقع بيانات عام 1995 وفقا لتكلفة الفرصة البديلة ومؤشرات مختارة ذات مغزى 142

قائمة الأشكال البيانية

شكل (2-1): مرونات كلا من عرض الموارد الطبيعية المتجددة والموارد الطبيعية الناضبة 14

شكل (2-2): الفارق بين منحنى عرض الموارد غير المتجددة من وجهتي نظر المنتج والمجتمع 15

شكل (2-3): آليات عمل الضريبة المفروضة على الملوثين 15

شكل (2-4): استنتاجات الدراسة لحالة العرض الاقتصادي للمورد المائي الطبيعي في دولة البحرين 16

شكل (2-5): العلاقة بين الكلفة الحدية والسعر لمورد ناضب 19

شكل (2-6): سياسات إزالة التلوث 27

شكل (3-1): الموقع الجغرافي لكل من صحراء النفود الكبرى والصغرى 33

شكل (3-2): العجز المائي حلال السنوات 1952 - 1999 (مليون متر مكعب) 35

شكل (3-3): الطلب على المياه الجوفية موزعا وفقا لاستخدامات مختلف القطاعات خلال الفترة 1995 - 1997 (مليون متر مكعب) 37

شكل (3-4): تطور إجمالي الطلب البلدي على إنتاج المياه المحلاة وفقا لمحطات التحلية خلال الفترة 1977-1999 39

شكل (3-5): مساهمة كل من محطتي الحد وألبا في الإنتاج بدءا من عام 2000 41

شكل (3-6): الوزن النسبي لمختلف مصادر المياه في دولة البحرين بين عامي 1997-2002 49

شكل (3-7): تضاعف سكان البحرين خلال الفترة 1941 - 2020 54

شكل (3-8): تقديرات السكان البحرينيين وغير البحرينيين خلال السنوات 1941-2020 57

شكل (3-9): صدور التشريعات المائية في مقابل تطور حجم الطلب المائي وعدد الآبار خلال 1952-2000 66

شكل (3-10): عدد الآبار المحفورة سنويا منذ عام 1980 ولغاية عام 2000 66

شكل (4-1): شكل هيدرولوجي مبسط للخزان العربي الشرقي 74

شكل (4-2): مصادر التغذية وتملح المياه الجوفية 75

شكل (4-3): كيفية تأثر المياه الجوفية بالتسرب الرأسي للأملاح من الطبقات العميقة 75

شكل (4-4): الحدود الجغرافية للدراسة 78

شكل (4-5): الاتجاه العام لمتوسط معدلات الأملاح في المياه الجوفية لطبقة الدمام للفترة 1943-1995 85

شكل (4-6): قياس قدرة النموذج على المحاكاة بإجمالي الطلب على المياه الجوفية بطبقة الدمام 90

شكل (5-1): الطلب الفعلي والمتوقع على المياه الجوفية خلال الفترة 1952 - 1995 (مليون متر مكعب) 98

شكل (5-2): معدلات الأملاح الفعلية والمتوقعة خلال الفترة 1952 - 1995 (ملليجرام للتر) 98

شكل (5-3): اثر سياسات تخفيض إجمالي الطلب على المياه ومعدلات الأملاح في المياه الجوفية 113

شكل (5-4): مقدار التخفيض في تركز الأملاح في المياه الجوفية في كل سيناريو على حده 114

شكل (6-1): أسعار النفط الاسمية والحقيقية للفترة 1970 - 1998 123

شكل (6-2): مكونات تكلفة وحدة المياه في عام 1997 135

الفصل الأول

خطة البحث

مقدمة:

تشكل **ندرة الموارد** الركيزة الأساسية في علم الاقتصاد، بل وتقف وراء كافة الأزمات التي عصفت بالعالم. وقد ظلت المشكلة الاقتصادية ملازمة للإنسان، حيث انه إزاء التوفيق بين حاجاته المتنامية بشكل لامحدود من جهة، ومحدودية الموارد الطبيعية المتاحة في مواجهة تلك الحاجات والرغبات من جهة أخرى. لذا سيتوقف حل أزمات العالم وحدتها في المستقبل على ما هو متاح من موارد، وعلى كيفية استغلالها، وهذا ما يفسر في الواقع ظهور أزمات حادة، كأزمة الغذاء والطاقة، وما يشهده العالم اليوم من أزمة التلوث البيئي.

أما المورد المائي فيتسم بخلاف مجمل الموارد الطبيعية بأنه مورد حيوي استراتيجي لا غنى للإنسان عنه، وقد وصف بأنه يمثل رمزا في الذاكرة الجماعية لكل الثقافات، كما وصف بأنه أحد الأعمدة التي حاول العقل الأسطوري أن يفسر العالم على أساسه. فالمياه عبر العالم أصبحت رموزا ثقافية وعقائدية تسامت عن واقعها المادي، وتجسدت في الأذهان وفي الوعي الجماعي الثقافي. بل انه يرتبط في وعي البشر بأنه مرادف للنقاء والطهارة، وله روابط خاصة مع أعماق النفس، ومع الولادة ومع الحياة والشباب. بهذا المعنى، فتاريخ الماء يعكس إلى درجة كبيرة تاريخ البشر أنفسهم، انه التاريخ الذي يسمح باستقراء الطريقة التي تطورت فيها مفاهيم البشر حول المادة عبر القرون. وإذا كان الماء يبدو جزئية بسيطة، فانه في الواقع يشكل أحد أهم التحديات الهامة أمام العلم (Ball , 1999).

وتعتبر الموارد المائية في الوقت الحاضر إحدى الموارد الحيوية التي بدأت توليها دول ومنظمات العالم أهمية استثنائية عند احتساب الآثار البيئية للتنمية. ووفقا للمعايير الحديثة التي بدأ الترويج لها في مطلع السبعينيات، وتم التأكيد عليها في قمة الأرض في عام 1992، فان بلوغ غايات **التنمية المستدامة** غير ممكن في الواقع، دون إدخال التكاليف البيئية في الاعتبار، وهي التي توصف بأنها "**الحصيلة العملية الإضافية في الفكر التنموي العاصر**" (محجوب، 1993). **وثمة إجماع على أن نظم الحسابات القومية التقليدية، لا تأخذ في الاعتبار التكاليف البيئية واثر الاقتصاديات على البيئة، واثر استنزاف الموارد كالمياه الجوفية والنفط والموارد الأولية الأخرى على الاقتصاديات والبيئة.**

إن أهمية موضوع المياه تكمن في صلاته المباشرة بجهود التنمية بوجه عام، وبثنائياته المتعددة التي لا مهرب منها، كثنائية المياه والزراعة، وثنائية المياه والأمن الغذائي، وثنائية المياه والنمو السكاني، وثنائية المياه والبيئة، وثنائية المياه والأعباء الحكومية على الميزانية العامة، وثنائية المياه والمستوى العام للمعيشة، وثنائية المياه والصحة العامة، وثنائية الميله والتنمية، وثنائية المياه والسياسة. **وبالنظر للأهمية التي تكتنزها المياه، وقع اختيارنا لهذه الأطروحة على موضوع المياه بوجه عام، مع التركيز على احتساب تكاليف المورد المائي في دولة البحرين، مع يقيننا وإحاطتنا بدرجة التعقيد التي تكتنفه، وما يتردد عن حالات اللايقين في الدراسات البيئية.** فضلا عن إحاطتنا بما تتطلبه إشكالية البيانات المعنية بكمية ونوعية المياه من مخارج تمثل في حد ذاتها بحوث جانبية مكملة على قدر كبير من الأهمية.

بدأ تناول موضوع المياه دوليا باعتباره قيدا مهما في جهود التنمية مع حلول عقد السبعينات من هذا القرن، ويعتبر "مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة" الذي عقد في ستوكهولم عام 1972 أول اجتماع عالمي يلفت نظر العالم إلى القضايا البيئية وأثرها على التنمية، ومن خلاله طرحت أول إشارة لمشاكل المياه على الصعيد الدولي، تلاه "مؤتمر الأمم المتحدة

للمياه" بالأرجنتين في عام 1977، والذي تأثر بدوره بنتائج "مؤتمر الغذاء الدولي" بروما عام 1974، الذي أبرز أهمية المياه للزراعة .. ، وبنتائج "مؤتمر الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية" عام 1975، الذي وضع قضية عرض المياه المحلية والصحة العامة من ضمن الاهتمامات الدولية. منذ ذلك الحين والاهتمام المستمر بقضية المياه من جوانبها المختلفة لم ينقطع.

بيد أن أهم تلك الفعاليات كانت ممثلة في "مؤتمر دبلن" الذي عقد عام 1992، حيث تمخض عن أربع مبادئ يسترشد بها في التعامل مع قضايا المياه وإدارة مصادرها، ويمكن تلخيصها في:

1. مصادر المياه محدودة ومعرضة بشكل متزايد للتهديد، وهي تمثل حاجة ضرورية لاستدامة الحياة والتنمية والمحافظة على البيئة.
2. يجب أن تكون تنمية وإدارة المياه مبنية على المشاركة من جميع الجهات المعنية، بحيث تشمل المستخدمين والمخططين بالإضافة لأصحاب القرار.
3. يجب أن تلعب النساء دورا مركزيا في إدارة المياه والمحافظة عليها.
4. للمياه قيمة اقتصادية، وبالتالي يجب أن تعامل كسلعة اقتصادية بالنسبة لمختلف الاستخدامات.

وقد تم إدراج هذه المبادئ ضمن الباب 18 في أجندة القرن الواحد والعشرين، والذي تم اعتماده في "مؤتمر البيئة والتنمية" (قمة الأرض) في ريو دي جانيرو بالبرازيل في عام 1992، الذي يعتبر نقطة تحول مهمة تجاه قضايا البيئة، حيث ابرز قضية التدهور المضطرد للأوضاع البيئية القطرية والعلمية، وعرف بصورة واسعة مفهوم التنمية المستدامة، واظهر نتائج إهمال البيئة على الجانبين الاقتصادي والاجتماعي، وأكد على ضرورة إدخال القضايا البيئية في مجال التنمية، وعلى ضرورة الأخذ بالإدارة المتكاملة لتنمية وإدارة الموارد الطبيعية، بما فيها مصادر المياه، وأكد على أن **المياه لا بد وان تعتبر موردا طبيعيا وسلعة اقتصادية واجتماعية، فضلا عن أنها تشكل جزءا أساسيا في النظام البيئي.**

وهكذا يتضح أن موضوع المياه يحظى بأهمية متعاظمة لما تثيره من مشاكل جسيمة لا حصر لها على البيئة وصحة الناس واقتصادياتهم، فمن دول أصابها الجفاف، إلى دول حدقت في التنمية والنمو، فدهورت مواردها المائية. وإدراكا لأهمية هذا المورد الحيوي في دولة البحرين بوجه خاص، والتي تقع في إقليم يتسم بشح موارده المائية، وجدت تفصيلي ذلك في **هذه الدراسة التي تستقرئ الواقع المائي وآفاقه المستقبلية، من منظور استدامة المورد المائي، باعتباره جزئية في مفهوم اشمل يعني باستدامة التنمية الاقتصادية الاجتماعية.**

استعرضت الدراسة إشكاليات المياه في البحرين من الوجهة الاقتصادية، باعتبارها إحدى أهم التحديات الاقتصادية، بل وإحدى المحددات الرئيسية التي لا بد وان تفرض نفسها بقوة عند صياغة أي رؤية لاستراتيجية التنمية الاقتصادية والاجتماعية. كما أظهرت عبء مشروعات تحلية مياه البحر على الميزانية العامة للدولة، نظرا لارتفاع كلفتها بوتيرة عالية عبر الزمن.

من جهة أخرى، **أظهرت الدراسة ضرورة إعادة النظر في منهجية احتساب تكلفة تلبية الطلب على المياه، وضرورة احتساب التكلفة الحقيقية لاستنزاف المخزون الجوفي منه**، باعتباره أحد الموارد المحدودة المعرضة

للنضوب والتلوث، والتي لا توليها نظم الحسابات القومية في مجمل المنطقة الاهتمام اللازم. من الجدير بالإشارة انه بخلاف دول الجوار، تواجه دولة البحرين بتحديات عديدة، منها انخفاض الاحتياطي والعمر المرتقب من الموارد غير المتجددة، والمتمثلة في النفط والغاز، إضافة لشح مواردها الطبيعية من المياه والأراضي ومواد البناء، في ظل نمو سكاني يفرض متطلبات متنامية في مجال الخدمات والتجهيزات العامة. وقد نجم عن ذلك قصور الموارد المالية عن مجاراة البرامج والتطلعات الاستثمارية الكبيرة في مجال المياه، مما يشكل تحديا جديا إذا ما قورن بحجم الموارد العامة وهيكل الإيرادات العامة.

وعليه دعت الدراسة إلى **إعادة النظر في الجدوى الاقتصادية لهدر المياه المنصرفة للزراعة بحجة تأمين الاكتفاء الذاتي محليا من الغذاء، على حساب الأمن المائي البيئي، وإعادة النظر في الموضوع برمته، انطلاقا من أن الأمن الغذائي قضية إطارها عربي أو إقليمي حيثما تتواجد الميزة النسبية، مع دراسة جدوى الاستغناء عن زراعة تلك المحاصيل التي تستهلك قدرا من المورد المائي وغير المائي يفوق ما تضيفه من قيمة مضافة للاقتصاد، أو قيمة جمالية للوطن**، مع اعتماد ذلك كمعيار رئيسي في تقييم مختلف خيارات التشجير في البحرين. علما بأن القيمة المضافة للزراعة (على سبيل المثال لا الحصر)، ليس في البحرين فحسب، بل وفي جميع الدول العربية، لا تحتسب التكلفة الحقيقية للمياه باعتبارها سلعة وسيطة وحيوية في الإنتاج الزراعي، الأمر الذي يدعو إلى **إعادة احتساب المساهمة الحقيقية للقطاع الزراعي في الناتج المحلي الإجمالي**. وفي هذا الصدد تم تقديم مقترح منهجية بديلة، أو رؤية مغايرة، تستهدف احتساب التكاليف الحقيقية للمياه باعتماد تكلفة الفرصة البديلة ممثلة في تكلفة تحلية المتر المكعب من مياه البحر.

وقد سعت الدراسة، في إطار نموذج صمم لأجل ذلك، إلى تقدير متغير الطلب الإجمالي على المياه الجوفية، ومتغير تركز الأملاح[1] في المخزون الجوفي منه باعتباره مؤشرا لفقد هذا المورد الذي يعد أصلا رأسماليا. وفي ضوء ذلك تم تقدير تكلفة توفير الاحتياجات العامة من المياه في عام 1995، وكذلك التنبؤ بالمتغيرات المعنية لغاية عام 2020 اعتمادا على تكلفة الفرصة البديلة.

تتكون الدراسة من سبعة فصول، يتناول **الأول** مخطط البحث، بينما تناول **الفصل الثاني** المفاهيم النظرية المتعلقة باقتصاديات الموارد المائية من منظور اقتصادي، ومدى انسجامها مع المفهوم الحديث لاستدامة التنمية. ولأجل ذلك تم استعراض الدراسات السابقة التي تعرضت لموضوع الموارد الطبيعية والاقتصادية، وضرورات إدغام نضوب الموارد وآثار التلوث البيئي في الحسابات القومية. أما **الفصل الثالث**، فقد افرد لعرض الموارد المائية ومصادر استخداماتها في دولة البحرين.

الفصل الرابع، استهدف تتبع اثر نمو الطلب على المياه على نوعية المياه الجوفية، من خلال تحليل العلاقة السلوكية بينهما من واقع بيانات السنوات الماضية. أما **الفصل الخامس**، فقد افرد للتنبؤ بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية لغاية عام 2020. وقد استهدف توقع متوسط معدلات الأملاح لغاية 2020، في ظل سيناريوهات عدة، من بينها سيناريو استهدف احتساب الآثار الإيجابية لإنشاء محطة الحد لتوليد الطاقة الكهربائية وإنتاج المياه المحلاة على نوعية المياه

[1] سنستخدم في هذه الدراسة مصطلحي معدل الأملاح، وتركز الأملاح في المياه الجوفية للدلالة على معنى واحد.

الجوفية، وآخر استهدف فضلا عن ذلك، دراسة اثر توسعة طاقة معالجة مياه الصرف الصحي، فضلا عن دراسة اثـر السياسة السكانية، وعلى الأخص الموجهة منها نحو عنصر الهجرة على نوعية المياه الجوفية من طبقة الدمام.

إن مجمل تلك الفصول شكلت مدخلا لازما ومقدمة ضرورية **للفصل السادس**، الذي ركز على ضرورة إعادة النظر في منهجية احتساب تكلفة تلبية الطلب على المياه، وصولا للتأكيد على أهمية اعتماد منهجية مغايرة تتيـح تضمـين تكلفة فقدان المورد المائي في إطار الحسابات القومية الراهنة، التي ما انفكت تتجاهل تكلفة فقد الموارد الطبيعية بوجـه عام. وعليه، فقد تمخض هذا الفصل عن دعوة إلى إعادة احتساب مساهمة القطاعات الاقتصادية في النـاتج المحلـي الإجمالي، أخذا بالاعتبار القيمة الحقيقية للمياه، باعتبارها مدخلا حيويا في عملية الإنتاج. وفي نهاية هـذا الفصـل، سعت الدراسة لتقدير تكلفة توفير الاحتياجات العامة من المياه، انطلاقا من تكلفة الفرصة البديلة، ممثلة في تكلفة تحلية مياه البحر. وهنا على وجه الضبط يكمن البعد الاقتصادي للموضوع، والذي يعتبر في الوقت نفسه أحد أهم المحـاور التي تتكئ عليها الدراسات البيئية.

وعليه، إذ تؤكد الدراسة على ضرورة تناول موضوع المياه بجدية باعتباره تحديا، إنما تدعو إلى اسـتكمال الجـهود المبدعة سعيا للمزيد من اليقين والصرامة العلمية، اقتناعا بأنه يستحيل التوصل لحلول إبداعية باسـتخدام الأسـاليب التقليدية. وعليه تدعو الدراسة إلى ابتكار طرق جريئة في معالجة الأزمة، يقينا بان **التفكير التقليدي لا يمكن لـه أن يثمر حلولا مبتكرة**. كما أن موضوعا شائكا ودقيقا كهذا يتطلب في الواقع تأسيس فرق متخصصة تعمل بـروح الفريق الواحد في كافة المجالات ذات العلاقة. وتأكيدنا هذا إنما ينبع من حقيقة تعدد جوانب وأبعاد الموضوع، ومـا يكتنف تلك الجوانب والأبعاد من تقاطعات عدة.

وكما سيتضح في ثنايا موضوعات هذا البحث، تعمدت الدراسة إثارة مشكلات واقعية عديدة أمام الباحثين المعنيـين بالموضوع، اعتقادا بأنه كان يجب إثارتها قبل وقت طويل لأهميتها، وبهذا تقتدي الدراسة بمقولة "إن أحد ابرز صفـات البحث الجيد، هو الإثارة (الإيجابية) للمشكلات، أما البحث الذي ينتهي بالوصول إلى نتائج محددة، فهو بحث مغلق" (عبيدات وآخرون، 1998).

تجدر الإشارة إلى أن جميع الجداول والرسوم والأشكال البيانية التي لا يشار إلى مصادرها في المتن، هي مـن إعـداد الباحث.

تحديد مشكلة البحث :

إن المعنيين بشؤون الدراسات الاقتصادية، والمعنيين بشؤون تدهور المورد المائي، يجدون عقبة كبرى، تتمثل في خلـو ساحة البحث العلمي لدراسة تعنى بحل إشكاليتين اثنتين، الأولى، تتمثل في إشكالية البيانات المتعلقة بإجمالي الطلـب على المياه الجوفية، ونوعية المياه الجوفية خلال العقود الست الماضية، واتجاهها في المستقبل المنظور. بينمـا الأخـرى تستند على مفهوم ارتفاع التكاليف الحدية لإنتاج المياه، وتوظفها لتقدير تكلفة توفير احتياجـات الميـاه لمختلـف القطاعات، في ظل افتراض فقدان المورد الجوفي من المياه، ببلوغ معدلات الأملاح فيها مسـتويات قريبـة لتلـك المعدلات في مياه البحر.

وعليه، استهدفت الدراسة احتساب تكاليف تدهور المورد المائي، كمقدمة لتناول استدامة المورد المائي في دولة البحرين، باعتبارها دراسة حالة، على قدر كبير من التفصيل، وذلك من خلال رصد ما تيسر من مشاهدات فعلية حول نوعية المياه الجوفية خلال عقود ماضية.

أهمية البحث :

إن أهمية البحث يؤكده الاهتمام الدولي المتزايد بقضية الموارد الناضبة، واهتمام فرع اقتصاديات البيئة بمفهوم التنمية المستدامة التي لا يمكن تحقيقها في ظل نمو اقتصادي لا يراعي عملية نضوب الموارد الطبيعية الاهتمام الذي يستحقه. وفي سياق ذلك الاهتمام بالموضوع، نذكر بالاجتماعات المستمرة للجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (اسكوا) لمناقشة موضوع الموارد الناضبة، وكيفية معالجتها في الحسابات القومية، نظرا للإقرار بحقيقة الدور الكبير الذي تلعبه الموارد الناضبة في اقتصاديات المنطقة، وهذا ما سبق الإشارة إليه في مقدمة البحث.

كما أن أهمية البحث تنبع كذلك من كونه يضيف حقائق جديدة ومهمة للمعرفة المتراكمة حول خصوصية موضوع المياه في دولة البحرين باعتباره موردا اقتصاديا. فمن المعروف أن الجهات المتخصصة المعنية بموضوع المورد المائي في البحرين، تفتقد لبيانات متوسط معدلات الأملاح في المياه الجوفية، عبر سلسلة زمنية طويلة نسبيا، لتلبي حاجة الدراسات، وعلى الأخص الإحصائية منها، والتي تكون عادة في أمس الحاجة إلى السلاسل الزمنية الطويلة. وأهمية معالجة هذه الإشكالية تكمن في كونها تشكل أساس تقوم عليه عملية إصدار القرارات. ويبقى محور هذه الدراسة متمثلا في احتساب التكاليف الحقيقية لتدهور الموارد بوجه عام، والتكاليف الحقيقية لتدهور المورد المائي بوجه خاص في دولة البحرين، من منظور استدامة المورد المائي.

أهداف البحث :

تهدف الدراسة إلى توقع إجمالي الطلب على المياه الجوفية والمتوسط العام لتركز الأملاح في المياه الجوفية في دولة البحرين خلال عقود ماضية. وبناء على تلك النتائج، تنطلق باتجاه تحقيق ثاني أهدافها، والمتمثل في صياغة علاقة سلوكية تربط الاتجاه العام للأملاح في المياه الجوفية بإجمالي الطلب على المياه الجوفية، وصولا إلى توقع معدلات الأملاح في المياه الجوفية لغاية عام 2020.

وأخيرا، وفي ظل افتراض فقدان المورد الجوفي من المياه في دولة البحرين، ببلوغ معدلات الأملاح فيها مستويات قريبة لتلك المعدلات في مياه الخليج العربي، يسعى البحث إلى احتساب الآثار المالية المترتبة على تدهور المورد المائي في دولة البحرين، ووضع هذه الحقيقة في مواجهة مفهوم التنمية المستدامة الذي اصبح يحتل اهتماما دوليا متعاظما. ووصولا إلى تدعيم الرؤية المغايرة التي تقترحها الدراسة، والتي تستهدف احتساب التكاليف الحقيقية للمياه، باعتماد تكلفة الفرصة البديلة ممثلة في التكلفة الحقيقية لتحلية وحدة المياه.

مما تقدم، يمكن تلخيص أهداف البحث في التالي:

1. **المساهمة في تطوير منهج علمي رصين للتعامل مع إشكالية البيانات المتعلقة بإجمالي الطلب على المياه الجوفية، ونوعية المياه الجوفية** خلال العقود الست الماضية، واتجاهها في المستقبل المنظور، حيث أن ذلك يعتبر زادا مهما لكل من الدراسات الاقتصادية والبيئية، والتي تفتقر راهنا لهذه البيانات الهامة.
2. تتبع اثر نمو الطلب على المياه على نوعية المياه الجوفية من خلال تحليل العلاقة السلوكية بينهما من واقع بيانات السنوات الماضية، الأمر الذي يمكن من **احتساب اثر تدهور المورد المائي الطبيعي الوحيد على الاقتصاد المحلي** ببلوغ معدلات الأملاح فيها مستويات قريبة للمعدلات في مياه الخليج العربي.
3. **التنبؤ بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية للسنوات 1996 – 2020.**
4. **احتساب الآثار الإيجابية لانتهاج سياسة سكانية موجهة نحو عنصر الهجرة** باعتبارها محور رئيسي في السياسة السكانية، بغية احتساب اثر التغيير في هذا المكون على كل من إجمالي الطلب على المياه الجوفية ومعدلات تركز الأملاح في المياه الجوفية.
5. **احتساب الآثار الإيجابية لإنشاء محطة الحد** لتوليد الطاقة الكهربائية وإنتاج المياه المحلاة في مراحلها الأولى والثانية والثالثة، على نوعية المياه الجوفية.
6. **احتساب الآثار الإيجابية لتوسعة طاقة معالجة مياه الصرف الصحي.**
7. **تقدير التكاليف الاقتصادية الحقيقية لتوفير احتياجات مختلف القطاعات للمياه** باعتبارها سلعة اقتصادية نادرة وفقا لتكلفة الفرصة البديلة.

منهجية البحث:

بالنظر لتعدد جوانب الموضوع، يصعب في الواقع تحديد منهاج وحيد، حيث تم استخدام مناهج مختلفة وفقا لطبيعة كل فصل من فصول الدراسة. ونظرا لتباين وتعدد أهداف الدراسة، فمن الطبيعي أن نجد اكثر من منهجية. ففي سبيل معالجة الهدف الأول والثاني من أهداف البحث، وظف المنهج الرياضي الإحصائي لتوقع معدلات الأملاح في السنوات السابقة (1943–1995)، حيث صيغت سبع نماذج رياضية لتوقع متوسط معدلات الأملاح في مناطق مختلفة بالبحرين كل على حده، وهذا ما ستتطرق له الدراسة بالتفصيل في حينه. وحيث أن بيانات الطلب على المياه الجوفية لكامل الفترة 1952–1995 غير متوفرة، كان لا بد لنا من توظيف المنهجية ذاتها بغية توقع بيانات الطلب على المياه الجوفية للفترة 1952–1995. وقد أمكن عبر توقع بيانات متغير الطلب على المياه الجوفية، ومتغير نوعية المياه الجوفية من دراسة العلاقة بينهما دراسة إحصائية.

من جهة أخرى، وفي سبيل معالجة الهدف الثالث، اعتمدت منهجية مختلفة للتنبؤ بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية لغاية عام 2020، وترتكز هذه المنهجية على صياغة نموذج مبسط يدخل متغير الطلب على المياه باعتباره المتغير المؤثر في معدلات تركز الأملاح في المياه الجوفية.

أما هدف احتساب الآثار الإيجابية لانتهاج سياسة سكانية موجهة نحو عنصر الهجرة (الهدف الرابع)، فقد تطلب صياغة **نموذجين منفصلين** أحدهما "**رئيسي**" والآخر "**فرعي**". الأول يستهدف التنبؤ بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية، من خلال علاقة سلوكية تربط إجمالي الطلب على المياه، بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية. بينما يستهدف

النموذج الثاني التنبؤ بإجمالي الطلب على المياه الجوفية، من خلال علاقة سلوكية تربط إجمالي الطلب على المياه الجوفية بإجمالي السكان. وقد وظف النموذجين للإجابة على الهدفين الخامس والسادس[2].

أما المنهجية المستخدمة للإجابة على أهداف البحث السابع، فقد أتت متناسبة مع حقيقة أن الحسابات القومية "التقليدية" لا تميز بين مساهمة الموارد الناضبة كالنفط والماء، والذي يمثل إنتاجهما استبدال جزء من مكونات الثروة بأصول مالية أو مؤشرات رفاه، والموارد المتجددة فعلا في الدخل القومي. أن قصور تجدد المورد المائي الوحيد المفضي في صورته الراهنة لتدهوره، والناشئ عن الارتفاع غير الطبيعي في الطلب عليه مقارنة بتجدده الطبيعي، الزمنا باستخدام المنهج الوصفي التحليلي، وصولا إلى تدعيم الرؤية المغايرة، التي تستهدف احتساب التكاليف الحقيقية للمياه باعتبارها أصلا ناضبا بالرغم من تجددها النسبي، **باعتماد تكلفة الفرصة البديلة** [3] ممثلة في التكلفة الحقيقية لتحلية وحدة من مياه البحر. أن هذه المنهجية تجيب في الواقع على التساؤل: إذا كان إهتلاك (الإهلاك أو الاندثار) الأصول يؤخذ في الحسبان في الحسابات القومية، أفليس من الأجدر احتساب تآكل المخزون من الموارد الطبيعية باعتبارها أصلا ناضبا؟

بناء على ما تقدم، وظفت "تكلفة الفرصة البديلة" ممثلة في تكلفة تحلية مياه البحر، لاحتساب التكلفة الحقيقية للمياه، حيث أن بدائل المياه الصالحة للاستخدام المباشر معدومة في دولة البحرين. وعليه، يتبين أن البحث التزم في فصله السادس بأسلوب البحث النظري، اعتمادا على الدراسات والمؤلفات السابقة المتعلقة بهذا الموضوع، ثم انطلق باتجاه تحليل المادة العلمية للخروج بنظرة اقتصادية بيئية ربما كانت جديدة باعتبارها دراسة حالة حول البحرين.

---

[2] سنأتي لاحقا على مبررات فصل النموذجين عن بعض بالرغم من إمكانية دمجهما في نموذج واحد.

[3] يقترح Edmundon و Goodland (1994) إعطاء رأس المال الطبيعي قيما تتمثل في تكلفة الفرصة البديلة Opportunity) (Cost، فبعض الموارد الطبيعية ليس لها بديل، أو أن بدائلها ضئيلة، وبذلك يكون سعر الفرصة البديلة عاليا، كما أن شح الموارد الطبيعية وتدهور الرصيد الطبيعي يفرض إيجاد بدائل نادرة وعالية التكلفة، وتعتبر هذه التكاليف معبرة عن تقدير قيمة التدهور البيئي.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة

في حقيقة الأمر **لم نجد من بين جميع المراجع المتاحة مصدرا يتناول فكرة نضوب المورد المائي الجوفي تحديدا بالمفهوم الذي يتناوله هذا البحث، كما لم نجد من بين جميع المصادر المتعلقة بالمياه إلى مصدر يتناول بالتحليل النظري خصوصية نضوب المورد المائي الجوفي في دولة البحرين باعتبارها دراسة حالة من منظور اقتصادي يعنى بـ "التنمية المستدامة"**[4]. بيد أن الكثير من المصادر تناولت اقتصاديات الموارد وفكرة نضوب الموارد الطبيعية بوجه علم، وتأثيراتها على الاقتصاديات والبيئية في المجتمعات محل الدراسة، وقد طغت على غالبية تلك الدراسات المعالجة النظرية دون التطبيقية.

بين **العصفور** (1998) أن الاقتصاديين التقليديين قسموا عناصر الإنتاج إلى ثلاثة فئات تمثل الموارد الاقتصادية للمجتمع، وحدها في العمل، والأرض، ورأس المال. وأوضح بأنه بالرغم من أن العنصر البشري يدخل في نطاق الموارد الطبيعية، إلا انه درج على فصله عن الموارد الطبيعية الأخرى، الأمر الذي جعل الموارد الطبيعية تقتصر على الموارد الطبيعية غير البشرية. وقد قسم وفقا لذلك الموارد الطبيعية إلى العناصر التالية:

1. سطح الأرض وما عليها (غابات ومراعي وارضي زراعية وما إلى ذلك).
2. باطن الأرض بما يحتوبه من موارد معدنية وغير معدنية (معادن، كالذهب والحديد وما إلى ذلك)، ومصادر الطاقة الحفري (كالبترول والغاز والفحم، والطاقة الحرارية المخزونة في جوف الأرض، واليورانيوم).
3. **موارد المياه : وتشمل كل الموارد المائية العذبة والمالحة، ومياه البحار والمحيطات والبحيرات المالحة والأنهار.**
4. الأحياء المائية المختلفة الموجودة في المصادر المائية كالأسماك والرخويات ورخويات مائية يصعب حصرها.
5. الهواء أو الغلاف الجوي المحيط بالأرض وما يحويه من غازات مختلفة.

وحتى يكون أي مورد اقتصاديا، يجب أن يكون في دائرة الاستغلال الاقتصادي لإشباع حاجة معينة أو طلب معين، وحتى يكون كذلك، لا بد من وجود شرط **توفر المعرفة والمهارة الفنية التي تسمح باستخراج المورد واستغلاله.** وشرط توفر طلب على المورد ذاته. لذا سيظل مفهوم المورد حركيا عبر الزمن.

من جهة أخرى، صنف الموارد الطبيعية على أساس بقائها أو فنائها إلى نوعين رئيسيين:

أولا: الموارد غير المتجددة : وهي ذات رصيد ثابت تكونت عبر ملايين السنين نتيجة تفاعلات تحت ظروف بيولوجية خاصة، وبالتالي فان عرضها سيكون ثابتا بالمعنى المادي، ولا بد أن يأتي الوقت الذي تنضب فيه. ويمكن تقسيمها إلى :

- موارد تستهلك وتفنى بالاستعمال، كمصادر الوقود العضوي (البترول والغاز الطبيعي والفحم).
- موارد يمكن إعادة استخدامها، كبعض المعادن (الحديد والموارد المائية). ورغم أن هذه الموارد لها أرصدة ثابتة، إلا أن إعادة استعمالها يمكن أن يساعد في الإبقاء على الرصيد الكلي شبه ثابت، إذا كانت نسبة إعادة الاستعمال 100%. بيد أن هذه الفكرة نظرية، حيث أن المعادن مشتتة، كما تختلط بالشوائب أثناء استخدامها، إضافة إلى

---

[4] نظرا لأهمية هذا المفهوم الذي اصبح مفهوما شائعا في الدراسات الاقتصادية والبيئية، وجدنا عرضه بشيء من التفصيل في نهاية هذا الفصل.

احتمال ارتفاع تكلفة إعادة استعمالها، كما أن إعادة استعمالها ستعتمد على الاستخدام المكثف للطاقة الـــذي يعتمد بدوره على مواد تفنى بالاستعمال.

ثانيا: الموارد المتجددة : وهي تلك الموارد القادرة على إعادة بناء وتجديد رصيدها، كالأراضي الزراعية والمياه والهواء والحيوانات والطيور والأسماك وأراضي المراعي والغابات. بيد انه تبين أن تغيير الظروف الطبيعية المؤاتية من شـــأنه أن يؤثر على استمرار تجدد هذه الموارد. وعليه، فانه يمكن التمييز بين نوعين من الموارد المتجددة.

- **موارد متجددة لها منطقة حرجة:** هي موارد تستمر في التجدد ما دام معدل استخدامها يساوي أو يقـــل عـــن معدل تجددها الطبيعي. عندها تصبح كأي مورد له رصيد معين، حيث تفشل عمليـــة الإحـــلال أو التجديـــد الطبيعي في تعويض ما نفد منه، ومثال ذلك الإفراط في صيد الحيوانات البرية والبحرية، وإساءة استخدام التربـــة التي يمكن أن تتعرض للتآكل والتعرية الأمر الذي قد يهدد بالتصحر (وهنا يمكن أن نضيف الموارد المائية الجوفيـــة المتجددة بشكل محدود)[5].
- **موارد ليس لها منطقة حرجة:** كتدفقات الأنهار وان كان بالإمكان أن تقل بسبب زيادة الضخ، والهواء الـــذي يمكن أن يتعرض للتلوث. ولكن في جميع الأحوال، يمكن أن يستعاد المستوى الطبيعي بمجرد التحكم في معـــدل الاستخدام في حدود طاقة هذه الموارد على التجدد.

ويستنتج مما تقدم، أن تدفقات الموارد المتجددة، لن تكون بمنأى عن تأثير النشاط الإنساني كمـــا كـــان يعتقـــد في الماضي. وعليه، فالاستخدام المتسارع للموارد الطبيعية، سوف يؤثر على الرصيد المتبقي من هذه الموارد، مما قد يؤثـــر على معدلات الاستهلاك من تلك الموارد في المستقبل، وبالتالي على مستوى معيشة ورفاه الأجيال المقبلـــة. بيـــد أن هناك قيود تؤثر على معدلات استخدام الموارد الطبيعية، أهمها، **القيود الفنية التقنية، وقيود خاصة بتكلفة الإنتـــاج.** وبصدد قيود تكلفة الإنتاج، يذكر **العصفور**، انه قد يتوفر المورد الطبيعي، ولكن تكاليف استغلاله الباهضة قد تحـــول دون الانتفاع به، ومثالها، المعادن الموجودة في قيعان البحار. كما قد يتوقف الإنتاج في بعض الآبار النفطية بالرغم من عدم نضوب المورد، وذلك لان تكلفة استخراج ما تبقى منها اصبح مرتفعة إلى حد لا يبرر استغلالها اقتصاديا، عندها يصبح المورد ناضبا من الناحية الاقتصادية حتى وان لم يفنى فعليا. وأخيرا، هناك **قيود اجتماعيـــة** قـــد تحـــول دون استغلال المورد كالفحم مثلا، فقد لا تسمح القوانين باستغلالها لوقوعها بالقرب من المدن السكنية أو المنـــاطق ذات الطبيعة الجمالية حماية للبيئة المحيطة.

وقد أوضح **العصفور** في معرض حديثه عن الآراء في مسألة نفاذ أو فناء الموارد، أن الاقتصاديين الأوائل اهتموا منـــذ أواخر القرن 18 وبداية القرن 19 بدراسة عنصر الأرض الزراعية وإنتاجها وأثرها على إمكانيـــة اســـتمرار النمـــو الاقتصادي، انطلاقا من أن الاهتمام كان منصبا آنذاك على نظام الملكية الزراعية وانخفاض مرونة عـــرض الأراضـــي الزراعية، واثر ذلك على هيكل توزيع الدخول والثروات بين طبقات المجتمع. وقد استنتج الاقتصاديون الأوائـــل أن ندرة الموارد الطبيعية يمكن أن تؤدي إلى ما يسمى **بقانون تناقص الغلة** (الإنتاجية)، وهي الظاهرة التي توضح حالـــة الإنتاج الإضافي لأحد عوامل الإنتاج عند استخدام وحدة إضافية منه، مع كمية ثابتة مـــن المدخـــلات الإنتاجيـــة

---

[5] الإضافة ما بين القوسين لكاتب الأطروحة.

الأخرى. ويتعرض الإنتاج الإضافي للعامل المتغير في هذه الظروف إلى التناقص والتدهور، وينعكس قانون الغلة في صورة ارتفاع التكاليف الخاصة بإنتاج وحدة إضافية.

واستعرض العصفور آراء بعض الاقتصاديين، حيث بين أن **توماس مالثوس**[6] قرر في كتابه حول السكان في عام 1789، انه بينما يزيد السكان بصورة اقرب إلى متوالية هندسية، فان المواد الغذائية تزيد بمتوالية عددية، وقد أراد من هذه المقارنة إظهار وجه الخطورة من زيادة السكان بنسبة تفوق الزيادة في المواد الغذائية. وقد افترض ظاهرة تناقص الغلة في القطاع الزراعي. ورأى أن المسؤول عن تناقص الغلة هو ندرة الموارد (الأراضي الزراعية)، وضآلة معدل زيادتها مقارنة بالسكان، فزيادة السكان تشغل المناطق الخالية من الأرض، وبعد شغل الأرض الصالحة للزراعة بالكامل، تكون الطريقة الوحيدة لزيادة الإنتاج الزراعي هي استخدام اكثر كثافة لمورد الأرض، وينعكس ذلك على تكلفة الإنتاج التي تأخذ في التزايد.

ويستطر **العصفور** بالقول، إن **ديفيد ريكاردو**[7] اعتبر في نظريته حول الريع التفاضلي، بان مستوى الريع يتحدد بحالة الطلب على المنتجات الزراعية، لان حجم الطلب هو الذي يحدد أسعار السلع الزراعية على أساس أن عرض الأرض ثابت، وإنتاجها من السلع الزراعية محدود، فإذا زاد الطلب على السلع الزراعية، فان هذا سوف يؤدي إلى ظهور فائض يحصل عليه ملاك الأراضي. و لم يختلف ريكاردو عن مالثوس من حيث أهمية **قانون تناقص الغلة**، فقد اعتمدت نظريته على فكرة الندرة ومحدودية إنتاج السلع الزراعية، ولكنه لم يهتم بالمساحة الكلية للأراضي كما فعل مالثوس، بل ميز بين فئات أو نوعيات مختلفة من الأراضي حسب درجة جودتها، فالأرض الأكثر جودة تحصل على ريع اكبر بسبب شدة ندرتها. وعندما يزيد السكان تستخدم الأراضي من الدرجة الأولى، وعندما تستغل بالكامل تدخل أراضي الدرجة الثانية في الإنتاج، وهكذا. وكلما انتقلنا من قطعة ارض اكثر جودة إلى أخرى اقل جودة، فمن المتوقع أن تتزايد التكلفة الحدية مع زيادة الإنتاج. أما **آدم سميث**[8]، فقد أكد على أهمية العمل كمنطلق للاستفادة من

---

[6] توماس مالثوس Malthus (1766–1836: ولد من أسرة إنجليزية موسرة واصبح من علماء الاقتصاد الإنجليز. أبوه من ملاك الأراضي، مثقف وصديق شخصي لجان جاك روسو. درس الأفكار الفلسفية والاقتصادية الجديدة التي كانت منتشرة في أوروبا، ثم تخصص في علم اللاهوت في جامعة كمبرج، وانخرط في حوار طويل مع والده حول العديد من المسائل التي قادت إليها الثورة الصناعية. وفي عام 1796 اصبح عضوا في الكنيسة البروتستانتية، وعين قسيسا في قرية إنجليزية صغيرة، ثم مدرسا للدين في جامعة كمبرج، وفي عام 1807 اصبح أستاذ اللاهوت في جامعة هايلبري (مقاطعة هارفورد)، وبقي في مركزه حتى وفاته (سفر ودليله، 1977).

[7] ولد في 19 إبريل 1772 في لندن، وتوفى في عام 1823ز يعرض ريكاردو أفكاره بشكل موسع في مؤلفه الرئيسي "مبادئ الاقتصاد السياسي" الذي صدر في عام 1817، وطبع 3 مرات خلال حياته. وهذا الكتاب يتصف بأسلوب جاف يشرح فيه بطريقة استنتاجيه وتجريدية بادئا بعبارة "لنفرض أن .." (سفر ودليله، 1977).

[8] ولد في عام 1723 في بلدة اسكتلندية اسمها كيركولد، وعاش فترة نضوج مقدمات الثورة الصناعية، ورغم انه لم يصدر سوى كتابا واحدا في الاقتصاد السياسي، إلا انه اكتسب به شهرة عالمية، واصبح له أنصار في جميع البلدان، حتى أن رئيس وزراء إنجلترا في ذلك الحين (بيت) صرح بأنه يعتبر نفسه تلميذا لسميث، بل أن مؤسسو الاشتراكية العلمية قيموه تقييما عاليا، إذ وصفوه بالمفكر العظيم للبرجوازية الناهضة، وقد توفي في عام 1790 (سفر ودليله، 1977).

موارد البيئة وتحويلها إلى ثروة نافعة، متخطيا بذلك فلسفة التجاريين التي كانت تضع مهمة تكوين الثروة في تجميع المعادن النفيسة.

أما **جون ستيوارت ميل**[9]، فرغم قبوله لمنطق مالثوس وريكاردو بشأن محدودية الأرض، إلا انه كان اقل اقتناعا بحتمية قانون تناقص الغلة في الواقع العملي، وقد راهن على التقدم العلمي في رفع الإنتاجية، كما بين إمكانية تغير سلوك الطبقة العاملة عن طريق التقدم الاقتصادي وزيادة مستوى التعليم، بحيث تصبح اكثر قدرة على التحكم في زيادة أعدادها. وقد شهد ميل حدوث النمو الاقتصادي في منتصف القرن 19 على الرغم من التزايد السكاني السريع. حيث بدأ التقدم التقني يسهم في رفع إنتاجية الزراعة بصورة ملموسة وتحسين نوعية الإنتاج ومحاربة الآفات، الأمر الذي أدى إلى زيادة حجم الغلة وليس تناقصها.

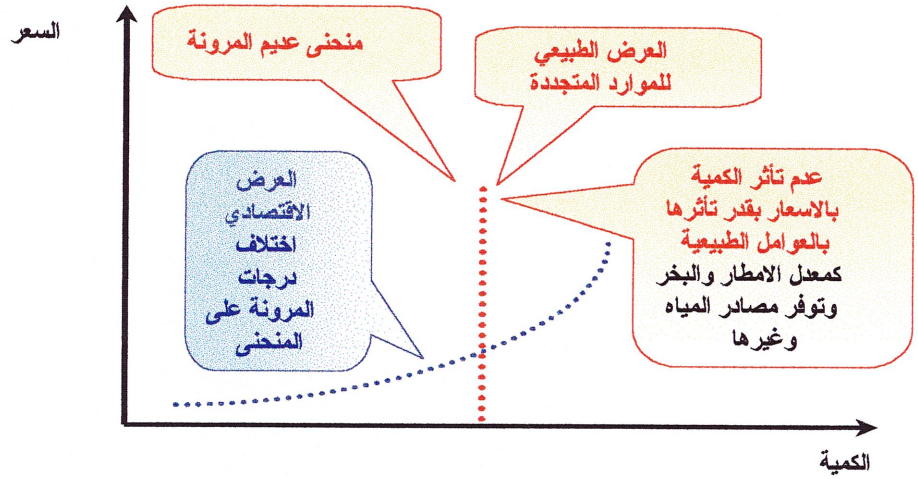
وبهذا صدقت نبوءة سميث بدور الإنسان كعامل مهم في تطوير الثروة وزيادة أهميتها. كما تحققت نبوءة ميل بخصوص تغير سلوك الطبقة العاملة في أوروبا وأمريكا في النصف الأول من هذا القرن، حيث صاحب المزيد من التقدم الاقتصادي ومستوى التعليم الرغبة القوية لدى العائلات العمالية لتحسين معيشتهم بصورة اكبر بالميل إلى بقاء حجم العائلة صغيرا. وبمثل ما أدهشت التطورات الاقتصادية والاجتماعية التي أحدثتها الثورة الصناعية والتحولات العلمية والتقنية جماعة المتفائلين، فإنها من ناحية أخرى أخذت تبعث الرعب في نفوس الاقتصاديين من اتباع المالثوسية، لما يحتمل أن تقود إليه مثل هذه التطورات من اختلال في قدرة البيئة على إعالة سكانها. واستمر الوضع كذلك لمائة وخمسين عاما تقريبا، أي حتى أواسط القرن العشرين، عندما بدأت الانفجارات السكانية في العالم تتوالى، مصحوبة بضغط متزايد على موارد البيئة الطبيعية، مما دفع بعض الجماعات المعاصرين للتلويح بالمالثوسية مجددا، مما أدى إلى بعث جديد للمالثوسية تحت اسم "**المالثوسية الجديدة**". وبظهور المالثوسية الجديدة، يعود الجدل بين المتشائمين والمتفائلين حول مستقبل البيئة وكفاية الموارد.

ويذكر **سفر ودليلة** (1977)، انه عندما رأى مالثوس حالة البؤس والشقاء، ربط بينها وبين زيادة السكان، معتقدا بان زيادة السكان سيصاحبها هبوط في مستوى المعيشة، بسبب تكالب الأعداد المتزايدة على مساحة محدودة من الأرض وكمية محدودة من الأرزاق، ورأي رفاهية الإنسان وسعادته تتوقف أولا وقبل كل شيء على زيادة الموارد بنسب تعادل على الأقل زيادة السكان، مما لا مجال لتحقيقه. وبذلك فمالثوس لا يشكك بصحة النظريات التي أتى بها أسلافه (سميث وكودوين وكوندرسيه، غير أن أسبابا ثانية تمنع المجتمعات من قطف ثمار هذه النظريات. ولذا، فقد اخذ يبحث عن العوامل والأسباب التي تعيق النظام الحر. وقد اعتقد مالثوس انه عثر عليها كلها مجتمعة في "مشكلة السكان".

---

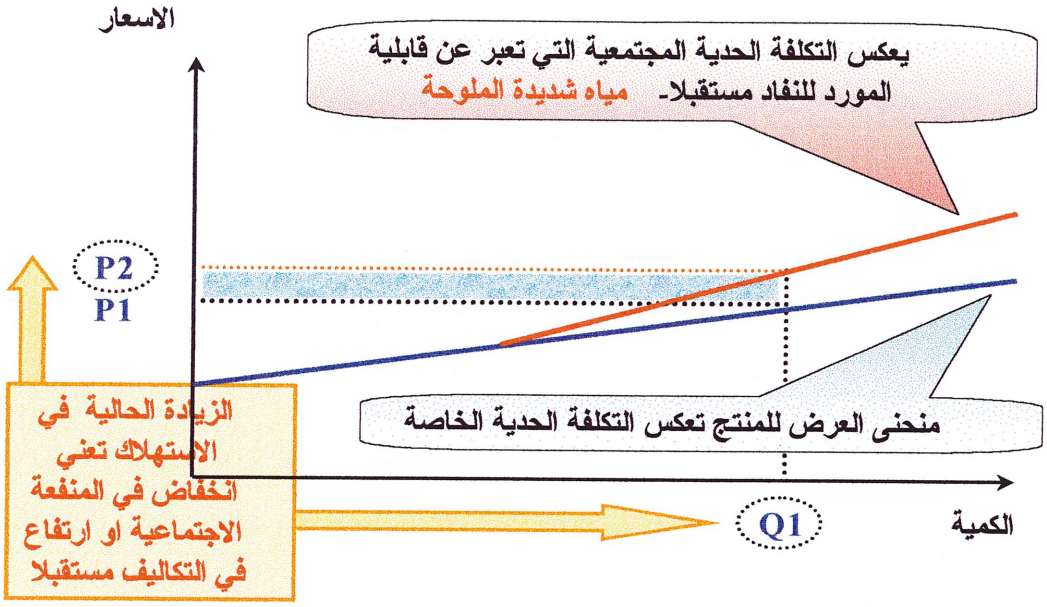
[9] ولد عام 1806 وتوفى عام 1873، ويعد محصلة التشاؤم والتفاؤل في الفكر الاقتصادي الليبرالي. وهو فيلسوف وابن الفيلسوف جيمس ميل (1773-1836)، وكان أستاذا للفلسفة ثم للاقتصاد السياسي، وكان صديقا مقربا لريكاردو ومالثوس. مؤلفه الرئيسي "مبادئ الاقتصاد السياسي" الذي نشره عام 1848، واصبح على مدة 50 عاما الكتاب الكلاسيكي المدرس في الجامعات الإنجليزية (سفر ودليله، 1977).

من جهة أخرى، فرق **يونس وأبوالسعود** (1993) بين النضوب الطبيعي والنضوب الاقتصادي، بقولهما ما معنـله، أن النضوب الطبيعي يتمثل في استتراف كل الاحتياطي من المورد الطبيعي، كالنفط وخامات النحاس والفحم والحديـد وغيرها، أما النضوب الاقتصادي، فيتمثل في توقف الإنتاج كلية لتخطي تكاليف الاسـتخراج للمنـافع المتوقعـة، والتحول إلى البدائل الأقل كلفة، المتجددة منها أو الناضبة. وكمثال لتوضيح الفكرة، يشيران إلى استغلال الأراضـي الزراعية عالية الخصوبة أولا لانخفاض تكاليف تهيئتها للزراعة، مع التحول التدريجي للأراضي الأقل خصوبة والمكلفـة بالنتيجة، لنفاذ المتاح من الأراضي عالية الخصوبة. والشكل (2-1) يبين الفرق بين منحنى عرض المـوارد المتجـددة والناضبة، حيث أن منحنى عرض الموارد المتجددة يظهر بشكل رأسي، بمعنى انه منحنى عديم المرونة، حيث لا تتـأثر الكميات المعروضة بالأسعار بقدر تأثرها بالعوامل الطبيعية، كمعدلات الأمطار والبخر وتوفر مصادر المياه، وغيرهـا. أما العرض الاقتصادي فيظهره المنحنى المائل، الذي من أهم صفاته، اختلاف درجات مرونة العـرض علـى نفـس المنحنى. ففي البداية يكون منحنى العرض اكثر مرونة، بمعنى أن أي ارتفاع نسبي طفيف في السعر، تؤدي إلى زيـادة اكبر في الكميات المعروضة، بينما تتناقص مرونة العرض لاحقا وبصفة تدريجية.



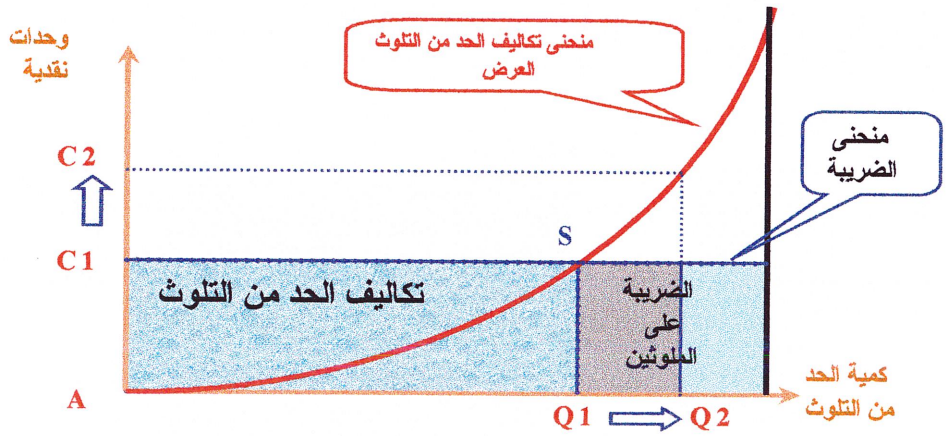
شكل (2 – 1) : مرونات كلا من عرض الموارد الطبيعية المتجددة والموارد الطبيعية الناضبة.

ويضيفان، بان تباين وجهتي نظر المنتج والمجتمع بصدد منحنى عرض الموارد غير المتجددة، أدى إلى أن يرى المنتج ذلك العرض الذي يعكس التكلفة الحدية الخاصة فقط، بينما تدخل التكلفة المجتمعية في الاعتبار قابليـة المـورد للنفـاد مستقبلا، ويمكن إظهار ذلك من خلال الشكل (2-2) الذي يلقي ضوءا على الفارق بين منحنى عرض الموارد غـير المتجددة من وجهتي نظر المنتج والمجتمع. **وتعتقد هذه الدراسة إن ذلك ينطبق على وضع الميـاه الجوفيـة بدولـة البحرين** التي تستغل راهنا من القطاع الخاص دون مراعاة التكلفة المجتمعية المتمثلة في فقدان المورد المـائي الوحيـد المتاح.



شكل (2-2): الفارق بين منحنى عرض الموارد غير المتجددة من وجهتي نظر المنتج والمجتمع.

لقد قاد هذا المفهوم إلى وضع آلية لعمل الضريبة على الملوثين، وهو ما يعرضه الشكل (2-3)، الذي يوضح أن على الملوث أن يتحمل تكلفة إفساده للبيئة، فكلما ازداد مقدار التلوث الذي يسببه للبيئة، كلما وجب أن يتحمل قدرا أعلى من التكلفة المجتمعية، والعكس صحيح، بمعنى انه كلما تحمل المنتج تكلفة أعلى بغية تخفيض آثار أنشطته السلبية على البيئة، كلما لزم تخفيض مقدار الضريبة التي يتوجب عليه تحملها.

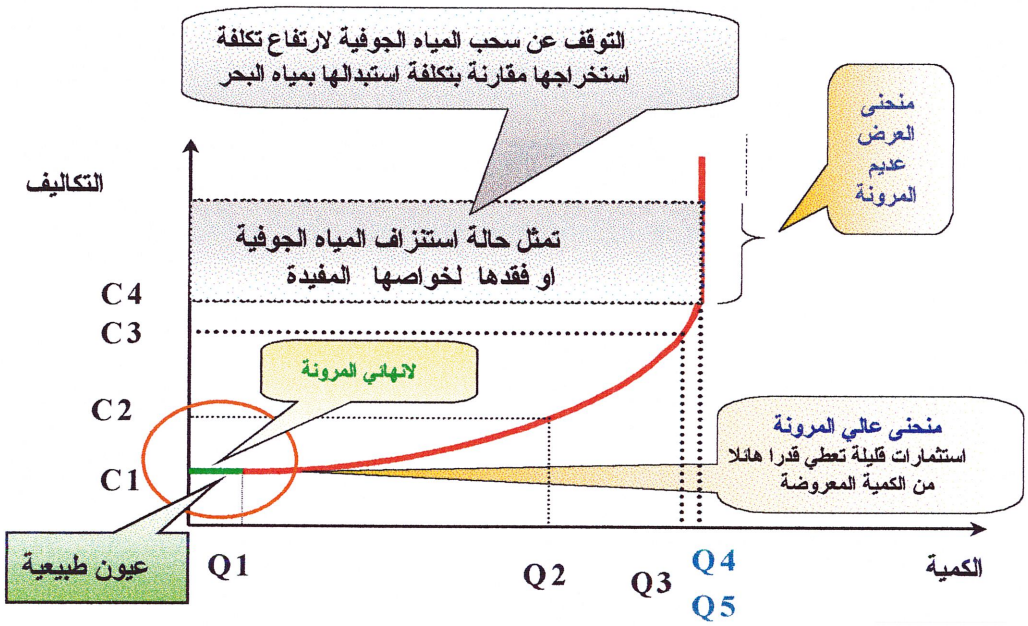


شكل (2-3) : آلية عمل الضريبة المفروضة على الملوثين.

من الجدير بالذكر، إن الضريبة البيئية ينظر إليها على أنها تكلفة يتأتى دفعها من جراء بواعث التلوث، سواء كان من المصانع أو المستهلكين أو من المنتجات نفسها، فالملوثات الصناعية الملوثة للهواء أو الماء أو التربة، أو تلك المسببة للضوضاء، تفرض عليها معظم دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية O E C D ضريبة معينة. كذلك فان المخلفات الصناعية تفرض عليها بعض الدول وبدرجات مختلفة ضريبة بيئية. والضريبة أيضا تفرض على المنتجات، سواء كانت أثناء التصنيع أو الاستهلاك أو معالجة النفايات، كما هو الحال في ضريبة الكربون والكبريت على الوقود. وعوائد هذه الضرائب تستخدم في تمويل برامج البيئة والحد من آثارها السلبية (الدغيثر، 1998).

مما تقدم، يمكن أن نستنتج **إن إسقاط الفكرة أعلاه على موضوع المياه الجوفية في دولة البحرين**، من خلال مقارنة تكلفة تحلية المياه الجوفية عالية الملوحة بالبديل الوحيد المتبقي، والمتمثل بتحلية مياه البحر، تظهر **أننا تجاه مياه جوفية متجددة بالفعل، إلا أن نوعيتها تسوء بوتيرة عالية جدا عبر الزمن**، بفعل غزو مياه البحر المالحة إليها، فضلا عن المياه المالحة العميقة، **الأمر الذي يجعلنا نطلق عليها صفة النضوب**. وعليه، لا بد من تمييز المياه المتجددة والمحافظة علي نوعيتها، كمياه الأنهار، عن تلك المياه الجوفية المتجددة والتي ترتفع وتيرة الأملاح فيها بشكل عال يدعو للقلق، حيث انه قد يؤول إلى فقده كمورد طبيعي.

الشكل (2-4) يبين استنتاجات هذه الدراسة من خلال إسقاط الفكرة السابقة على حالة العرض الاقتصادي للمورد المائي الطبيعي (المتجدد) في دولة البحرين، مع إظهار الحالة التي كانت عليها المياه الطبيعية قبل حفر الآبار الارتوازية، أي عندما كان الاعتماد كليا على تدفقات الينابيع والعيون الطبيعية. **وهذا يمثل اجتهاد نظريا متواضعا لتفسير حالة المياه، ومرونة منحنى عرض المياه في دولة البحرين في ظل غزو المياه المالحة لمخزون المياه الجوفية.**



المصدر: من إعداد الباحث.

الشكل (2-4): استنتاجات الدراسة لحالة العرض الاقتصادي للمورد المائي الطبيعي (المتجدد) في دولة البحرين.

من جهة أخرى، عرف **الخولي** (1988) المورد الاقتصادي بأنه كل المواد التي يستمد منها الإنسان منفعة مباشرة أو غير مباشرة، ملموسة أو غير ملموسة، حاضرا أو مستقبلا، **تشكل قيمة تبادلية محددة، تعادل تكلفة الحصول عليها**. إن أهمية هذا التعريف واعتراضنا عليه في معرض الحديث حول المورد المائي والنضوب المحتمل للموارد الجوفية من المياه، يكمن في انه **يحدد قيمة تبادلية محددة، تعادل تكلفة الحصول على المورد باعتباره سلعة**. وحيث أن الميله باعتبارها سلعة تباع للمستهلكين بأقل كثيرا من تكلفة الحصول عليها، حيث أن الدعم الحكومي للمياه في البحرين مثلا يناهز 80%، لذا لزم لفت النظر إلى **خصوصية المياه باعتبارها سلعة اجتماعية واقتصادية حيوية ليس لها بديل، ولا يمكنها في أي حال من الأحوال أن تعادل تكلفة الحصول عليها**.

أما **الكندري** (1992)، فأكد على أن أهمية صيانة الموارد تأتي من ندرتها واستنزاف الكثير منها في الوقت الحاضر نظرا لزيادة الطلب عليها. وأكد على ضرورة تبني استراتيجية واضحة لصيانة الموارد وحمايتها من الاستنزاف، مقترحا لذلك (1) **إيجاد توازن بين النمو السكاني** الذي يشكل ضغطا على قاعدة الموارد الطبيعية من جهة، **والنمو الاقتصادي** وما يتطلبه من زيادة في الطلب على الموارد المختلفة من جهة أخرى. و (2) **توفير مستلزمات السكان المتزايدة دون إحداث ضرر على العناصر البيئية والنظام الايكولوجي**، ويمكن تحقيق ذلك عن طريق تحديد الموارد الطبيعية المطلوبة لعملية التنمية المستدامة، وتقدير الاحتياجات المستقبلية من الموارد الطبيعية وفق جدول زمني، ويستطيع الإنسان تحديد العمر المنتظر للمورد الطبيعي تبعا لطبيعة هذا المورد متجدد أو غير متجدد. أما إذا استنزفت الموارد البيئية الطبيعية، وتدهورت فان أعباء ذلك سوف تكون خطيرة على البيئة والاقتصاد على حد سواء.

وقد ميز بين العناصر البيئية المتجددة وغير المتجددة، بقوله أن المشكلة اقل حدة بالنسبة للعناصر المتجددة، **إلا أن الأمر يتطلب تحديد الحد الأقصى لاستغلال هذه العناصر لكي لا تتعرض للاستنزاف والتدهور، ويؤدي بالتالي إلى اختلال الاتزان البيئي. وعليه، يجب أن تكون معدلات استهلاكها ضمن حدود تجددها ونموها الطبيعي.**

أما نصار (1996)، فيشير إلى انه حتى بالنسبة للمجادلين حول محدودية الموارد، فجلهم يسلم اليوم بحياة البشر، وسط نسق بيئي مغلق، وان اطراد التنمية ضروري، ولكنه يحتاج تعديلات في العلائق المحلية والعالمية، وان **علينا متابعة الزيادة السكانية** بقدر تحكمنا ونجاحنا في تعديل تلك القيود السياسية والمجتمعية، وان تطورنا التقني في اتجاه اكثر مناسبة للبيئة، إنما جاء تحت ضغط حقيقي ولدته محدودية الموارد. وفي ضوء ذلك، نكاد نقول **أن الجدل قد تحول إلى المسؤولية وتوزيع التكاليف بأكثر من كونه حول المحدودية.**

أما **الدغيثر** (1998)، فأكد أن موضوع البيئة لم يكن هاجسا ملحا حتى منتصف القرن العشرين، وذلك مع تعاظم النشاط الصناعي الغربي، وظهور آثار الاستنزاف السريع للموارد الطبيعية، مع **عجز السوق عن إعطاء قيمة يمكن أن تندرج في طلب الحسابات الاقتصادية لمعدلات الاستهلاك للموارد المملوكة جماعيا، كالماء** والهواء ومقومات البيئة الأخرى. غير أن هذا الاهتمام بالبيئة كان مرده إلى القوى الاجتماعية الدافعة والمحركة والمؤثرة في القرارات السياسية، لان المجتمعات كانت الأكثر تحسسا لآثار التلوث المدمرة، والمتمثلة في التصحر واختفاء الغابات وتلوث الهواء ومصادر المياه، لتبقى السياسة تلوح بإيماءات من وقت لآخر، اكثر من القيام بأفعال من اجل حماية البيئة.

ومع بداية القرن العشرين، ظهرت نظريات اقتصادية، **كنظرية "بيجو" التي نادت بان تدفع المنشآت لاقتصادية التكاليف البيئية للمخرجات السلبية بدل أن تدفعها المجتمعات**، وان كان هذا سيحد من كمية الإنتاج ويرفع أسعار السلع المنتجة كنتيجة حتمية لدرء المجتمع أن يدفع هذه التكاليف من صحته وسلامته، لذلك جاءت فكرة الآليات الاقتصادية للحد من الملوثات البيئية، والتي يفترض ألا تعمل كثمن للتلوث البيئي المطلق، ولكن كثمن للتلوث البيئي الناتج بوجود المعايير البيئية المطلوبة، وذلك لتحليل اقتصادي بسيط مفاده أن الثمن غير المقيد للتلوث، يدفع لمزيد من التلوث (الدغيثر، 1998).

ويستطرد: لقد ذهب الاقتصاديون كثيرا إلى الاعتقاد أن النظام الاقتصادي والبيئة يمثلان علاقة واحدة لنظام مغلق لا يأخذ مدخلاته من خارجه، ولا يدفع بمخرجاته إلى خارجة أيضا. لذا، فاصل الاعتقاد بان التلوث البيئي أمر يمكن إعطاؤه ثمنا مقابل ما يصيب البيئة من تدهور، والتي تعد أصلا غير محسوب الاستهلاك من وجهة النظر الاقتصادية ذاتها. غير أن النظرة المصيبة لهذه العلاقة، أن البيئة ملك جماعي ليس من حق أي نظام اقتصادي أن يعتبره أصلا من الأصول غير المملوكة.

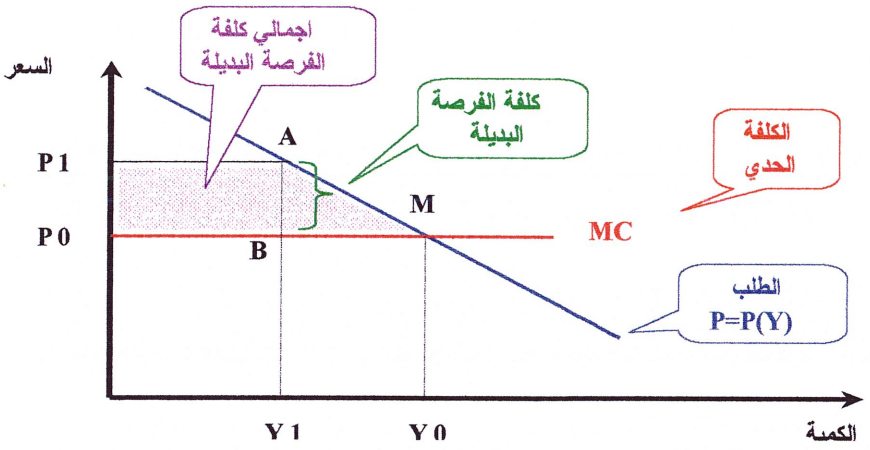
من جهة أخرى، أشارت **العليان** (1996) إلى أن أول من تحدث عن الموارد الناضبة هو الاقتصادي هارولد هوتلنج Harold Hotelling في مقالة نشرها في عام 1931 بعنوان "اقتصاديات الموارد الناضبة". وفحواها ضرورة التفريق بين الموارد الناضبة والمتجددة، وان سعر المورد الناضب يزداد حتى ينتهي المورد تماما. وقد خلصت مقالته إلى أن سعر المورد الناضب يجب أن ينمو بمعدل سعر الخصم (ديفارجان وفيشر، 1984). وتتلخص قاعدته في حالة وجود كلفة استخراج ضئيلة في المعادلة التالية:

$$P_t = P_0 (1 + r)^t$$

حيث P_t تمثل السعر في الفترة t، و P_o تمثل السعر في الفترة الحالية، و r سعر الخصم، و t الزمن (عدد السنوات). بمعنى أن القيمة الحالية لكل وحدة تستخرج من المورد الناضب، يجب أن تكون متساوية في كل الفترات. ولتحقيق ذلك لا بد من شرط تحقيق الكفاءة في استخدام المورد الناضب، أي أن السعر يساوي كلفة الإنتاج الحدية، مضافا إليها كلفة الفرصة البديلة. أما في حالة وجود كلفة استخراج كبيرة نسبيا، تصبح المعادلة كالتالي:

$$P_t - MC_t = (P_0 - MC_0)(1+r)^t$$

حيث MC تمثل التكلفة الحدية. والشكل (2-5) يبين العلاقة بين الكلفة الحدية والسعر لمورد ناضب.



شكل (2-5) العلاقة بين الكلفة الحدية والسعر لمورد ناضب.

إذن، فوفقا لقاعدة هوتلنج، فان سعر المورد يستمر في الارتفاع حتى نضوب المورد في حالة عدم وجود بديل له. وعليه، تقل الكمية المنتجة بارتفاع الأسعار حتى يتوقف الإنتاج تماما بنضوب المورد.

وقد ظلت آراء هوتلنج سائدة في الساحة لغاية عام 1973 عندما أجرى نورد هس Nord Haus تعديل على فكرة استمرار تزايد سعر المورد الناضب حتى ينتهي المورد تماما. وجديده الذي لاقى دعما يتمثل في أن أي مورد ناضب لابد له من بديل متجدد أو ناضب. بمعنى، انه إذا ازداد سعر المورد الناضب فانه لا يستمر للابد، بل أن له حد أعلى لا يتخطاه، وهو سعر البديل، الذي يتحدد سعره هو الآخر على أساس كلفته، وإلا فان المستهلك سيفضل المورد البديل ذي السعر الأقل. وهذا ما عرف **بفكرة الحدود البديلة**.

مما تقدم يتبين أن **فكرة الموارد الناضبة**، وأثرها على الاقتصاديات المتقدمة والنامية على حد سواء، ظلت في دائرة ضيقة للتنظير. أما **مفهوم التكاليف البيئية لبلوغ غايات التنمية المستدامة، فيعتبر مفهوما حديثا نسبيا**، حيث نودي به بصوت عال في مطلع السبعينيات، وتحديدا في "مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة" بستوكهولم عام 1972، وتم التأكيد عليه في قمة الأرض في مايو 1992.

وبينما اكتسبت لاحقا الدول المتقدمة، بجانب العديد من الدول النامية، خبرة في تقدير تكاليف التدهور البيئي، لا نجد أي مبادرة عربية لتقدير تكاليف ذلك التدهور، و لم ينحصر ذلك الإهمال في مورد المياه الجوفية، بل امتد ليعم مجمل الموارد الطبيعية. والواقع يكشف حقيقة ندرة الكتابات والبحوث المعنية باحتساب تكاليف التدهور البيئي في الدول العربية بوجه عام، وتكاليف تدهور الموارد المائية بوجه خاص، باعتباره معبرا عن أحد وجوه استدامة التنمية، ووجها من وجوه التدهور البيئي. أما الكتابات النظرية القليلة، فلا تعدو غالبيتها عن كونها نقلا لما تمخضت عنه البحوث الأجنبية، أو أنها ترجمة حرفية لها.

ويعود طرح هذا الموضوع المهم للمرة الأولى (في جزئه المعني بالنفط) إلى **علي توفيق صادق**، حيث طرحه بصوت مسموع في عام 1984 في ملتقى فكري بلندن، وتناولته حينها بالعرض مختلف الصحف الأجنبية والعربية، وفتح بذلك

حوارات طويلة لم تنتهي، حيث أن عرضه بالقدر الذي يمس المفاهيم، فانه يدعو إلى إعادة تقييم الواقع الراهن للحسابات القومية في مجمل الدول المنتجة للنفط. وبالرغم من أن الموضوع تم تناوله قبل اكثر من عقد ونصف، وأعيد طرحه لاحقا بصيغ مختلفة، فإن قيمته الحقيقية لم تزل قائمة، وخصوصا انه لم يطرأ في ساحة الدول العربية المنتجة للنفط أي تقييم لواقع الحسابات القومية، بالكيفية التي تأخذ بالاعتبار ما طرح في هذا الصدد قبل اكثر من عقد ونصف من الزمان.

ويعتبر صادق (1988) في دراسته "النفط ضمن إطار الحسابات القومية" **أول من تحدث عن ضرورة إدخال نضوب الموارد في الحسابات القومية للدول العربية المصدرة للنفط**، بقوله "إن الإطار الأساسي للحسابات القومية هو وليد أفكار عدد قليل من الاقتصاديين الغربيين، الذين كانوا يفكرون ويعملون في ظل احتياجات الدول المتقدمة، التي لم تكن لمواردها الناضبة مساهمة كبيرة في نشاطها الاقتصادي .. **وإذا كان إطار الحسابات القومية لا يميز بين مساهمة الموارد المتجددة ومساهمة الموارد الناضبة في تقدير الدخل القومي، فان تطبيقه على البلدان التي يعتمد نشاطها الاقتصادي على موارد ناضبة .. يؤدي إلى مغالطة بين مفهومي الثروة والدخل.** وتؤدي هذه المغالطة إلى المبالغة في تقدير مستوى الدخل القومي، والادخار القومي، والاستيعاب المحلي (الاستهلاك + الاستثمار)، وفائض الميزان الجاري، وتراكم الثروة القومية، فضلا عن تشويه هيكل الاقتصاد القطاعي".

من الجدير بالإشارة، أن الحسابات القومية تعتبر وفقا لتعريف **مكتب الأمم المتحدة الإحصائي** (1993)، من بين المؤشرات الرئيسية المستخدمة على النطاق العالمي لقياس تطور اقتصاديات دول العالم. وأهميتها تكمن فيما تتضمنه من تفصيل حول مساهمة مختلف القطاعات في الاقتصاد. وتتيح تلك الحسابات قياس درجة النمو والتطور في الاقتصاد والقاعدة الاقتصادية. وقد عرف المجلس الاقتصادي والاجتماعي للأمم المتحدة نظام الحسابات القومية بأنه **إطارا فكريا ومحاسبيا قابلا للتطبيق في كل الدول على اختلاف مستوياتها الاقتصادية ومناهجها الفكرية.**

إن المشاكل التي صاحبت تطبيق نظام الحسابات القومية القديم (1968) عرضته في الواقع لنقد مستمر. ففي "مؤتمر كاركاس" (فنزويلا) الذي عقد في عام 1975 عرضت تلك المشاكل، بينما تمخض اجتماع خبراء الحسابات القومية في عام 1982 عن توصية بمراجعة نظام الحسابات القومية 1968 برمته بغية تطويره. واستجابة لذلك، تبنت اللجنة الإحصائية للأمم المتحدة في اجتماعها التالي في عام 1983 التوصية بتطوير الحسابات القومية، لتبدأ بذلك مسيرة مراجعة وتطوير النظام بمساهمة العديد من المنظمات الدولية والأجهزة الإحصائية. وفي اجتماع للخبراء عقد بالمكسيك في أكتوبر 1992، تم عرض النظام الجديد المقترح ومناقشته وتوضيح أهدافه ومرتكزاته وفلسفته. وفي الاجتماع 27 للجنة الإحصائية الذي عقد في مارس 1993 أوصت اللجنة بالإجماع باعتماد مشروع نظام 1993 للحسابات القومية، وقد صدق المجلس الاقتصادي والاجتماعي للأمم المتحدة على النظام في يوليو 1993.

وبالرغم من أن النظام الحديث يتضمن 21 فصلا، إضافة إلى ست ملاحق رئيسية وبعض الملاحق الفرعية، تمثل الإطار المتكامل لنظام الحسابات القومية. **بيد أن هذا النظام كسابقه لم يفرق بين مساهمة الموارد المتجددة ومساهمة الموارد الناضبة في تقدير الدخل القومي، الأمر الذي يعني أن تطبيقه على الدول النفطية ما زال يؤدي لاستمرار المغالطة بين مفهومي الثروة والدخل.** وهذا ما دعا صادق (1988) للإشارة إلى **خطورة الخلط بين مفهومي الثروة والدخل**

في المحاسبة الوطنية للدول النفطية، بقوله " أن ما يؤكل من الثروة ذهب ولن يعود، أما الدخل فانه متكرر متوالد ومتراكم".

جملة القول، أن النظام الجديد يتسم بالوضوح والتبسيط مقارنة بسابقه، ويعطي قضية التنسيق بين نظام الحسابات القومية والأنظمة الإحصائية الأخرى اهتماما خاصا، كالربط بين نظام الحسابات القومية ونظام إحصاءات مالية الحكومية، وميزان المدفوعات، وإحصاءات النقود والبنوك. بيد أن أحد أهم سماته المهمة الأخرى، **اهتمامه بصفة خاصة بتناول العلاقة بين الاقتصاد والبيئة** في فصل مستقل (في صيغة حسابات ملحقة).

ومحليا، تعد بيانات عام 1997 أولى البيانات التي أعدت وفقا لنظام الحسابات القومية الجديد، بيد أن التطبيق الدقيق للنظام اقتصر في الواقع على مجموعة محدودة من دول العالم، وهي تحديدا الدول المتقدمة نظرا لوجود خبرات وإحصاءات متقدمة فيها، أما الدول النامية فتقيدها بهذا النظام اقتصر على تطبيق ما اعترف عليه بحسابات المجموعة الأولى. ولهذا السبب اتفق معدو النظام على تحديد فترة انتقالية مدتها ست سنوات يتم خلالها تأهيل المحاسبين القوميين وتدريبهم على تطبيق النظام الجديد، على أن يعاد النظر في الخطط والبرامج المعمول بها بما يخدم أغراض النظام الجديد ويوفر الإحصاءات الأزمة للتطبيق[10].

مما تقدم، وأخذا بالاعتبار التباين بين المورد النفطي غير المتجدد، والمورد المائي المتجدد جزئيا (في ظل طغيان الطلب على معدلات التجديد الطبيعي) نخلص إلى أن بيع النفط باعتباره ثروة كامنة غير متجددة، ينتقص من قيمته كأصل دون رجعة، مما يعني بأننا ببيع النفط إنما نسيل الأصل (الثروة) لقاء الحصول على عائد يفترض انه يعادل تحويل قيمة الثروة. **أما استهلاك المورد المائي في الحدود الآمنة، فيسهم في الرفاه العام، ويولد دخل، دون المساس به كأصل، بينما استنزافه بالصورة الراهنة يؤدي إلى فقده كمورد طبيعي**، وكمؤشر يدخل في احتساب الرفاه العام، وكمصدر للدخل.

وفي هذا الصدد كذلك، يذكر **طاهر** (1997)، إن إرساء قواعد محاسبة الموارد الطبيعية يعتبر من التطورات التي لها انعكاسات كبيرة على التخطيط في الدول النامية بشكل عام والعربية بشكل خاص. فكل عمل تخطيطي يعتمد بحد ذاته على مؤشرات ومعايير ترتبط بشكل أو بآخر بنظام الحسابات القومية. وبما أن نظام الحسابات القومية بوضعه الحالي لا يعكس اثر الاقتصاديات على البيئة، والذي من خلاله يمكن تقييم اثر استنزاف الموارد على البيئة، فهناك ضرورة ملحة للبحث عن مؤشرات معينة قد تعكس مثل هذه الآثار.

فعلى سبيل المثال، لا يمكن اعتبار الإيرادات الناجمة عن بيع الموارد الطبيعية مثل البترول من قبل الدخل طالما أن هذا يتضمن بيع جزء من الأصل للمجتمع. وبالتالي فقد **كان الغرض من محاسبة الموارد الطبيعية أن يشمل نظام الحسابات القومية الاهتلاك الناتج عن فقدان الموارد الطبيعية**. لهذا قام البنك الدولي بالتعاون مع مكتب الأمم المتحدة للإحصاءات والسلطات القطرية في كثير من الدول بتحديد منهجية تهدف إلى توسيع نطاق النظم الحالية

---

[10] هذا الجزء الخاص بالنظام الجديد للحسابات القومية يشكل جزءا من مقالة سبق للباحث أن نشرها في جريدة أخبار الخليج تحت عنوان "البحرين والنظام الجديد للحسابات القومية"، يناير 2000.

للحسابات القومية، بغرض **دمج الأبعاد البيئية في الإطار المحاسبي**. وقد تم إعداد حسابات لمجموعتين من الناتج المحلي الصافي المصحح بيئيا، بحيث تعكس المجموعة الأولى تقديرات استنزاف موارد النفط والمعادن واستخراج الخشب، تقتطع من الناتج المحلي الصافي. في الوقت نفسه، تقتطع المجموعة الثانية بالإضافة إلى ذلك، تقديرات القيمة النقدية للتدهور البيئي، مثل تلوث الهواء والماء واستنزاف التربة، **واستغلال المياه الجوفية** (طاهر، 1997).

وقد اعد معهد الموارد الدولي دراسة حول إندونيسيا كمثال يبين كيف أن المعايير والمقاييس التقليدية للنمو الاقتصادي والمتمثلة في معدلات نمو الناتج المحلي والقومي الإجمالي أدت وبطرق مختلفة إلى تشويه النمو الاقتصادي الفعلي، أو بمعنى آخر، تشويه التنمية المستدامة. فقد بلغ معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي لإندونيسيا خلال الفترة 1971 – 1984 بأسعار عام 1973 حوالي 7.1% سنويا. إلا انه عندما تم خصم مقابل الاستنزاف الذي يعبر عن فقدان الغابات والتربة والوقود الحفري، فقد بلغ معدل نمو الناتج المحلي الصافي حوالي 4% سنويا" (طاهر، 1997). ويعزز **السعدون** (1991) ذلك بقوله "**من المؤكد أن وسيلة القياس بطرق الحسابات القومية التقليدية التي تعتمدها المنظمات الدولية غير صالحة**".

أما **غنيمي** (1994) فيذكر أن المحاسبة البيئية – الاقتصادية المتكاملة أسلوب جديد لإبراز قيم الجدوى البيئية، من خلال تبني مشروعات حماية البيئة وصيانتها ضمن الخطط الإنمائية، وإعطاء المردودات سواء كانت إيجابية أم سلبية قيم مادية للمقارنة بين جدوى استخدامها واستخدام **المحاسبة التقليدية التي تتجاهل الاعتبارات البيئية**. وهي عملية لازمة وان كان من الصعب تحديد كلفة استنزاف الموارد البيئية وإصلاح التلف البيئي، إلا أن هذا لم يمنع المهتمين بشؤون البيئة من محاولة إدخال التلف البيئي وهدر الموارد البيئية في مجمل عملية التقييم البيئي.

أما **العبيد** (2000) فيذهب إلى **أن تحديد وقياس راس المال الطبيعي يجب أن يصبح جزءا من عملية الحسابات القومية**، وان الشرط الأول للتنمية المستدامة يكمن في عدم انخفاض مخزون راس المال.

أما **محجوب** (1993)، فيضيف بان **النظام البيئي يخضع إلى شروط واليات لا تتفق بالضرورة مع النظام الاقتصادي**، وطالما بقي الفارق مقبولا ومحتملا، قد لا يبرز تناقضا حادا. ولكن الآن وقد تبينت حدة التنافر، واصبح لعملية الاستنزاف والارتداد اثر تراكمي يهدد الاستقرار الحركي والاستمرارية للنظام البيئي، وبالتالي للنظام الاقتصادي، لا بد هنا من إثارة جانب أساسي في الفارق بين "المنطق الحملي"، للنظامين البيئي والاقتصادي، وهو المتمثل في البعد الزمني. فالبعد الزمني للتغير البيئي طويل جدا بالمقارنة في هذا السياق بإشكالية الخصم بين الحاضر والمستقبل، حيث أن عملية الخصم[11] تنقص من قيمة المستقبل، وقد تمحو المستقبل البعيد، لان القضية غير منحصرة في قيمة نقدية، بل في إمكانية عدم استمرارية وجود كيان طبيعي حيوي[12] لتواجد النشاط الاقتصادي، ومن هنا يبرز مفهوم الاستدامة.

---

[11] إن جمعا من المال يتحصل عليه بعد سنة، له قيمة نقدية حالية اقل من نفس ذلك الجمع المتواجد الآن (التعريف للمؤلف).

[12] إذا تعطلت نهائيا وظائف أساسية في النظام البيئي، تنعدم إمكانية الاستمرارية، وبالتالي لا بد من نمو اقتصادي لا يتجاوز حدود طاقة الحل البيئية، ولا يعطل شروط وظروف الاستمرارية (التعريف للمؤلف).

ويضيف محجوب: إن كل التجارب الدولية التي حاولت إدماج البعد البيئي في التخطيط التنموي، تطرقت منذ البداية إلى عدم ملاءمة نظام الحسابات القومية، فانتقدت المجمعات الكمية المتمحورة على إجمالي الناتج المحلي، الذي لا يأخذ بعين الاعتبار استهلاك رأس المال الطبيعي. فمثلا، بقدر ما تكون نسبة الاستتراف (استغلال الموارد الطبيعية) مرتفعة بقدر ما يكون إجمالي الناتج المحلي عالي. كما أن نظام الحسابات القومية، لا يأخذ بعين الاعتبار نقص المخزون الطبيعي. لهذا لا بد من عملية تصحيح إذا أردنا تجسيد مفهوم التنمية المستدامة، إذ أن نظام الحسابات القومية في شكله الحالي يغالي في تقديراته، لأنه لا يأخذ بعين الاعتبار إتلاف رأس المال الطبيعي (التدهور البيئي) كاستهلاك وسيط، فيجب طرحه من قيمة إجمالي الناتج المحلي. ومن اجل التوصل إلى إجمالي إنتاج صافي ومصحح بيئيا، علينا أن نطرح منه البنود التالي:

1. إنفاق الإدارة والأسرة من اجل مقاومة التلوث.
2. التكاليف البيئية الناتجة عن استهلاك الإدارة والأسرة.
3. التأثيرات البيئية (المقدرة نقديا) على الصحة وعلى العنصر البشري عموما.
4. الأضرار البيئية (المقدرة نقديا) الناتجة عن مخلفات التجهيزات الصناعية.
5. القيمة المقدرة للاستتراف على الموارد الطبيعية غير المتجددة.
6. تكاليف تدهور الموارد البيئية المتجددة.

أما **النيش** (1998)، فتؤكد أن معظم الأصول (السلع) البيئية لا تخضع لنظام الأسعار في الاقتصاد، إلا أن **فرع اقتصاديات البيئة يهتم بوضع قيم كمية تقريبية لموارد البيئة**، تعكس الأرباح (في حالة التحسن البيئي) والتكاليف (في حالة التدهور البيئي). بيد أنها تؤكد **بان القضايا البيئية في حدود الأنظمة الاقتصادية والطبيعية معقدة، وفي حالات كثيرة تتضمن نتائج غير مؤكدة، وذلك لوجود اللايقين بين العلاقة الحقيقية للتداخلات الكونية، وبين النمو الاقتصادي والأنظمة البيئية المرتكز عليها في الاقتصاد.** وقد خلصت إلى **أن تكاليف التدهور البيئي تحتل نسبة لا يستهان بها من الدخل القومي، وبذلك يجب اعتبارها في الحسابات القومية لأخذ الجانب البيئي في الاعتبار.** فالدخل القومي الحقيقي هو الدخل المستديم الذي يدخل في حسابه إهتلاك الرصيد البيئي، أما رأس المال الطبيعي فيهتلك، حاله حال رأس المال الاصطناعي، وعليه فلا يمكن للتنمية أن تستمر، ومواردها في حالة تدهور.

أما ادماندسون وجودلاند **GOODLAND و EDMUNDSON** (1994) فاقترحا إعطاء رأس المال الطبيعي قيما تتمثل في تكلفة الفرصة البديلة، حيث أن بعض المواد الطبيعية ليس لها بديل أو أن بدائلها ضئيلة. وبذلك يكون سعر الفرصة البديلة عاليا. كما أن شح الموارد الطبيعية وتدهور الرصيد الطبيعي يفرض إيجاد بدائل نادرة و (أو) عالية التكلفة، وتعتبر هذه التكاليف معبرة عن تقدير قيمة التدهور البيئي.

ومن بين المنظرين في هذا الميدان بيرس **PEARCE** (1993) فقد تمخضت أبحاثه عن تعديل بسيط على الدخل أو الناتج القومي، وصولا لـ "الناتج القومي الأخضر"، أو "النظيف"، الذي يعنى باهتلاك رأس المال الطبيعي، بالقدر الذي يأخذ في الحسبان إهتلاك رأس المال المشيد، أو ما يدعى بالأصول الثابتة. ويرى أن ابسط تعديل للدخل القومي لا بد وان يأخذ في الاعتبار المعادلة التالية:

$$gNNP = GNP - SKm - SKn$$

حيث : g = الأخضر(green)، و gNNP تمثل الدخل القومي المعدل (الأخضر)، و SKm تمثل إهتـــلاك رأس المـــال المشيد، و SKn تمثل إهتلاك رأس المال الطبيعي.

وفي هذا الصدد، يضيف **العصفور** بالقول: فكما يعتبر الناتج المحلي الإجمالي (GNP) دالة في الكميات المستخدمة من عنصر العمل (L) ورأس المال (K) ومستوى التقدم التقني (T)، فهو يعتبر دالة متزايدة في الموارد الطبيعية المختلفـة (الأرض)، ومنها الموارد الطبيعية غير المتجددة (R) (العصفور، 1998).

$$GNP = f(L,K, T, R)$$

أما **العيسوي** (1993)، فيقول تعليقا على ورقة محجوب[13]، إن البيئة من الموضوعات التقليدية في الاقتصاد، ولا نحتاج إلى جهد كبير لإثبات **أن السوق ليس هو القناة المثلى للتعامل مع هذه القضية**. بيد أن التخطيط يصبـــح اكـثر ضرورة وصعوبة إذا ما روعيت الأبعاد البيئية، وصعوبته تكمن في أن هناك أشياء كثيرة يجب أن تتغير، وأولها **حجـم المعلومات** التي درجنا على البدء بها. وهناك أيضا مشكلة **البعد الزمني**، الذي يعتبر أطول كثيرا مما اعتدنا على تقبلـه. كما أن هناك مشكلة قيميه بخصوص **عملية الخصم**، أي خصم المنافع والتكاليف المستقبلية المترتبة على البيئة، فمـــن يحدد ذلك؟ وإذا لم تكن هناك صعوبة في تقبل التخطيط التأشيري، **فما هي حدود استخدام الضريبـــة أو الإعانـــة لتغيير قرارات المنتجين الخواص؟** إن هذا يستدعي فهما افضل لحدود التخطيط التأشيري، وعدم استبعاد أن الأمر قد يدعو – على خلاف ما نظن – إلى مزيد من التدخل الإداري لمنع استخدام موارد معينة، أو حظر التجاوز في بعـــض الأمور، وعدم الاكتفاء بالحوافز النقدية في هذا السبيل. وآخر هذه التحديات التي تطرح نفسها هي قضيـــة **البعـــد الخارجي**، التي تظهر بقوة في موضوع البيئة، لان الآثار البيئية لا تعرف الحدود، وبالتالي ســـيزداد اللايقـــين لـــدى المخطط بازدياد عدد العناصر التي لا سلطان له عليها إذا ما تعامل مع البعد البيئي.

أما **الإمام** (1993)، فيدلي برأي مثير، إذ يقول: لقد بحثت مجموعة من العلماء، وعلى رأسهم تنبرغن وهافلمو وصلاح الصيرفي، في مسألة البيئة، وخرجت بكتاب لم تسمح بنشره الأمم المتحدة، فنشرته اليونسكو بعنوان "النمو المســتديم بيئيا"، **وهذا يوضح أن هناك مقاومة لبعض الاستنتاجات المتعلقة بمصالح الدول النامية**. ويستطرد في موضع آخـــر بالقول: أن المشكلة في النهاية ستنصب على المستوى الإفرادي، بمعنى أن المنشأة ستكون مسؤولة عن مراعاة الجوانـب البيئية، إما بتفاديها، وإما بتحمل تكاليفها. وهنا نأتي إلى المفاضلة بين أولويات المنشأة وأولويات المجتمع، والتكلفـــة التي يتحملها كل منهما. وقد **أكد على ضرورة إجراء تغيير جوهري في الحسابات القومية بحيث تتناول حســـابا للثروة**. ثم أن هناك خطأ آخر يقع به كتاب التنمية عند الحديث عن التنمية المستدامة، فعندما تتأمل كلمة "مســتديمة" نجد أنها تعني أن القلق على البيئة ينبع من الخوف على استمرار التنمية، وليس من اجل تنمية افضل، بمعنى أنهم يـودون التأكد من أن التنمية سوف تستمر، ومن اجل الاستمرار في التنمية، فلا بد من الاهتمام بالبيئة. بينما المسألة يجـب أن تكون مسألة تحسين شروط الحياة وليس مسألة استمرار الحياة. فمثلا يتم الحديث عن القلق من تلوث الأنهار لما يسببه

---

[13] تعليق إبراهيم العيسوي على ورقة عزام محجوب، اثر الاعتبارات البيئية على مستقبل التخطيط في الأقطار العربية، جميـــل طاهر وصالح العصفور (تحرير)، مستقبل التخطيط في الأقطار العربية، بحوث ومناقشات ندوة عقدت في تونـــس، 20-22 إبريل 1993، المعهد العربي للتخطيط، صفحة 513-514، (انظر المراجع).

التلوث من فقدان للثروة السمكية، مع أن تلويث الأنهار له جوانب سلبية كثيرة تتعدى قتل الأسماك. ولكن هذه الجوانب يصعب تقديرها، لذلك يتم اللجوء إلى اسهل الأمور في الاحتساب، وهي الأسماك المفقودة[14].

ويتساءل **الإمام** (1993): **كيف يمكن الجمع بين الاعتبارات البيئية والكفاءة الاقتصادية؟** مع الأخذ بالاعتبار الدور الكبير المؤمل أن يلعبه كل من القطاع الخاص وآلية السوق. **وهل هناك إمكانية لإدراج العوامل البيئية في السعر؟ ومن ثم، هل هناك إمكانية خلق سوق للتلوث؟** [15]

أما **المنيف** (1993)، فيقول: انه بالرغم من الاهتمام البيئي المشروع الذي حصل منذ "مؤتمر استكهولم" حتى "مؤتمر ريو"، إلا أن البيئة قد تدهورت بشكل ملحوظ خلال هذه الفترة، وذلك لان **هناك بعدا سياسيا وآيديولوجيا لموضوع البيئة في الدول الصناعية**. كما انتقل هذا البعد إلى المنظمات الدولية مثل البنك الدولي وصندوق النقد الدولي، وهي مؤسسات من المفروض أن تولي اهتمامها بشكل رئيسي بموازين المدفوعات وبالتصحيحات الهيكلية. وبذلك اصبح الاهتمام بموضوع البيئة يلقي بأعباء إضافية كثيرة على دولنا. حيث أضيفت مرحلة المعايير البيئية إلى جملة المراحل الكثيرة التي على أساسها تقدم القروض للمشروعات في العالم النامي. **ولكن، من يقوم البيئة؟ ومن يضع المعايير البيئية؟** فالخوف من المعايير البيئية أنها تطبق من منظور الدول الصناعية. فبدلا من أن يطلب البنك الدولي تحسين البيئة في الدول النامية، فان التخوف هو من أن يطلب منها أو من بعضها تقليص الاعتماد على الفحم أو البترول على أساس انه ملوث للبيئة لما يبعثه من ثاني أكسيد الكربون. وما يهمنا كدول عربية منتجة للنفط أن نتعامل مع موضوع البيئة بنوع من الحذر، خصوصا وان هناك اتفاقية دولية للتغيير المناخي تلزم الدول بالحد من إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي الحد من استهلاك الطاقة، وما يتبعه من الحد من التصنيع وبالتالي تقييد التنمية[16].

أما **عبدالله** (1997)، فيذكر أن تحليل المشاكل البيئية يتطلب دراسة متعددة الفروع، تشمل علم الأحياء والكيمياء والعلوم الاجتماعية والعلوم السلوكية. وتساعد أدوات التحليل للاقتصاد الجزئي، وبالذات استعمال التحليل الحدي للتكلفة والمنفعة في إيجاد الحلول المرغوبة اجتماعية لكثير من المشكلات البيئية. وذلك لان **المشكلات البيئية عادة ما تكون ذات طبيعة اقتصادية تتعلق بالكيفية التي تنتج بها السلع، أو بقرارات تحديد الكميات المراد استهلاكها من السلع**. وهناك بعض الوسائل لتخفيض الأذى البيئي الناتج عن استنزاف الموارد الطبيعية. منها، **استخدام معدل الفائدة الحقيقي، ووضع ضريبة على المادة الخام التي لم يتم استخراجها**، مما يعطي حافزا لمالكي المادة لتقليل الاحتياطي المنقول، وصولا لتقليل العبء الضريبي. **ووضع ضريبة استنزاف على كل وحدة تستخرج من المورد**

---

[14] تعليق محمد محمود الإمام على ورقة عزام محجوب، اثر الاعتبارات البيئية على مستقبل التخطيط في الأقطار العربية، المصدر السابق، صفحة 514-515، (انظر المراجع).

[15] تعليق عماد الإمام على ورقة عزام محجوب، المصدر السابق، صفحة 515-516، (انظر المراجع).

[16] تعليق ماجد منيف على ورقة عزام محجوب، المصدر السابق، صفحة 516-517، (انظر المراجع).

يؤدي إلى ارتفاع الأسعار، وبالتالي تقليل نسبة الاستخراج والتنقيب، في مقابل زيادة التكرير (تحلية مياه البحـــر)[17]، وزيادة عمليات إعادة الاستخدام.

ويستطرد عبر الشكل (2-6) بشرح كيف أن التكلفة الكلية (المجتمعية) باستخدام الضريبة اقل منها بتحديد كمية التلوث المسموح بها لنفس الكمية من الإزالة. ويوضح ذلك على النحو التالي: لنفترض وجود 3 منتجين للتلوث، كل ممثل بمنحنى عرض إزالة التلوث S_1, S_2, S_3. حتى نقارن بين التكاليف والمنافع بالطريقتين، يفترض أن:

$$3Q_2 = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

أي أن

$$Q_2 - Q_1 = Q_3 - Q_2$$

وبمقارنة تكاليف الإزالة لكل من الطريقتين المستخدمتين في الشكل (2-6) نحص على التالي:

في حالة تحديد كمية التلوث المسموح بها = $ODQ_2 + OBQ_2 + OEQ_2$

في حالة استخدام الضريبة = $OAQ_1 + OBQ_2 + OCQ_3$

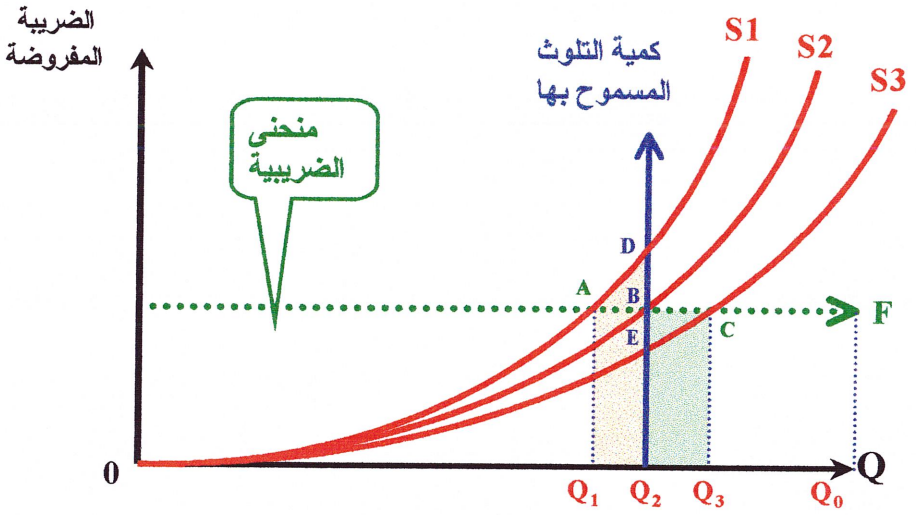
الفرق = $DQ_2Q_1A + 0 + CQ_3Q_2E > 0$

وذلك لان $DQ_2Q_1A > CQ_3Q_2E$

والسبب في ذلك أن الضريبة تعطي حافزا لأحسن مزيلي التلوث S_3 لإزالة الجزء الأكبر من الكميـــة المرجـــوة إزالتها. لذا وبالرغم من أن قيمة الموارد المستخدمة لحجم محدد من الإزالة اقل في حالة الضريبة، إلا أن ممثلي منتجـــي الطاقة والصناعات يصوتون دائما لـــ STD وضد الضرائب. والسبب في ذلك انه في حالة الضرائب يدفـــع المنتـــج قيمة الموارد المستخدمة OAQ_1 في حال المنتج S_1 + الضريبة على التلوث الذي لم تتم إزالتـــه $Q_0 - Q_1$ وقيمتـــها AFQ_0Q_1 بالنسبة للمنتج الأول S_1، و BFQ_0Q_2 بالنسبة للثاني S_2، و CFQ_0Q_3 بالنســـــبة للثـــالث S_3. وهـــذه الضرائب تمثل تكلفة إضافية للمنتجين مقارنة بتحديد كمية التلوث المسموح بها STD. والشكل (2 -6) أدناه يبـين تباين نتائج سياسة الضرائب عن تلك النتائج المترتبة عن سياسة تحديد كمية التلوث المسموح بها.

[17] ما بين الأقواس من توضيح كاتب الأطروحة.

سياسة الضرائب على الملوثين Emission Tax
في مقابل تحديد كمية التلوث المسموح بها STD



شكل (2 –6) : سياسات إزالة التلوث

ويؤكد **العبيد** (2000)، أن مفاهيم الاقتصاد البيئي لم تطرح نفسها بحدة إلا مع بداية الثمانينات، وبين كيف أن مفاهيم التدهور البيئي الذي يتناول التنوع الحيوي والموارد الطبيعية لمنطقة ما تتقاطع مع مفهوم التنمية المستدامة الذي اصبح الاتجاه الأكثر قبولا في وضع منهجيات التنمية الاقتصادية والاجتماعية، ويتفق بذلك مع ما خرج به سونسون من أن أسباب التدهور البيئي واستحالة الاستدامة في التنمية في الدول النامية إنما يرجع إلى عوائق أساسية تتمثل في أنماط الملكية وتركز الموارد الاقتصادية بيد فئة محدودة من السكان، وإخفاق السياسات الكلية والمحلية في التنمية، والتزايد السريع في أعداد السكان، وارتفاع مستوى الفقر، ومقص الأسعار في ميزان التبادل الدولي بين الدول المتقدمة والنامية، وميل التبادل في غير صالح الدول النامية، وارتباط مجمل ذلك بالتدهور البيئي، حيث يظهر التناقض بين المتطلبات البيئية وحاجات المجتمع البشري (Swanson, 2000) ( ) .

ويستطر بقوله، وبالرغم من عدم وجود أسس واضحة بعد لعملية التقييم البيئي والتي تعتبر عملية ليست سهلة، وقد تعطي نتائج خاطئة، ولكن **يبقى الحال افضل في حالة وجود معايير ولو بسيطة للتقييم من حالة عدم وجود تقييم.** ويشير إلى أن هناك العديد من المؤشرات غير الاقتصادية التي تلعب دورا في التقييم البيئي، مثل تقييم مدى الاستهلاك أمام التجدد في مورد ما، ومدى الانبعاثات الملوثة أمام مقدرة الاستيعاب في البيئة (العبيد، 2000).

أما عبده (1998)، فيؤكد على أن ربط أسلوب الإدارة البيئية بإدارة الموارد يفرضها مفهوم التنمية المستدامة، والتي لا تتأتى إلا من خلال دمج إدارة البيئة بالموارد في إطار السياسة الاقتصادية الاجتماعية ومن خلال برامج استثمارية تعزز أهداف البيئة والحفاظ على الموارد الطبيعية، مع وجود سياسات اقتصادية كلية وقطاعية تنظم استخدام الموارد الطبيعية وتواجه مظاهر تدهورها. يضاف لذلك، تقييم قاعدة الموارد الطبيعية الموجودة ومعرفة اتجاهات وأنماط استغلالها، وتحسين وتعميق فهم العوامل السلوكية المؤثرة في استخدام الموارد وفي توزيع الدخل بما يتناسب مع حجم السكان والنمو السكاني. وأخيرا، **استغلال التخطيط ونظم المعلومات الجغرافية** بغية تقييم أرصدة الموارد الطبيعية، واتجاهات استخدامها، وإجراء اسقاطات حول الأرصدة المستقبلية منها تحت مشاهد مختلفة للنمو الاقتصادي.

وبصدد التخطيط البيئي والتنمية، يذكر **غنيمي** (1998)، إن العلاقة بين البيئة والتنمية قد وصلت في الكثير من البيئات إلى مرحلة حرجة تقتضي بالحتم والضرورة سرعة إعادة النظر في صيغة هذه العلاقة. ولإبراز أهمية وحتمية التخطيط البيئي، الذي يعتبر راعي وسند البيئة والتنمية معا، يذكر بقول عالم الطبيعة الفرنسي جين روستان في مقدمة كتابه الانسان أو الطبيعة، "يجب على الانسان في سبيل تحقيق منفعته الخاصة إن يراعي البيئة ويراقب جيدا سلوكه تجاهها. إن عليه إن يحميها من نفسه لتستجيب للعطاء ولغريزة البقاء". وقول رائل كزن " لقد وصلنا إلى درجة لم نعد نستطيع إن نتحدى البيئة كما كنا من قبل لنثبت تفوقنا، بل يجب إن ننتصر على أنفسنا لصالح بيئتنا"، وقول الفيلسوف الألماني فريدريك انجلز "إن البيئة الطبيعية لا ترحم ولا تغفر فحسب لأولئك الذين يتجاهلون إمكاناتها وقدراتها، وإنما تنتقم لنفسها". وقد أدرك متخذو القرار إن المعاملة الحكيمة للبيئة أمر حتمي وأساسي لتحسين علمية التنمية وتحقيق أهدافها بأقل تكلفة ممكنة".

أما **الخولي** (1999)، فيعدد أهم منهجيات إجراء دراسات تقييم الآثار البيئية للمشروعات، بقوله، إن هناك عدد كبير من المنهجيات، والعمل مستمر في تطويرها وصياغة منهجيات جديدة، بيد إن أهم المنهجيات المستخدمة هي :

1. الطرق غير المقننة (Adhoc): وتقوم على تحديد المجال العام لتقييم الآثار البيئية بدلا من دراسة معلمات محددة (Parameters) وبحثها. وتتميز بتوفيرها فكرة أساسية عن البدائل الممكنة في تنفيذ المشروع المقترح، بيد إن ابرز عيوبها يكمن في عدم ضمان تحديد جميع الآثار الهامة، وعدم اتساق أساليب التحليل، لغياب توجيهات محدودة لإجراء القيام بالدراسة.

2. قوائم المراجعة (Check Lists): وتعنى بتحديد المعلمات البيئية المطلوب بحثها لمعرفة الآثار المحتملة، بما يضمن عدم إهمال اعتبارات هامة في التحليل. وهناك أنواع كثيرة لقوائم المراجعة، بعضها لا يشمل على توجيهات واضحة لقياس المعلمات واستخلاص الدروس المستفادة منها. والقوائم البسيطة من اكثر المنهجيات استخداما، نظرا لسهولتها وعدم احتياجها إلى اكثر من معرفة عامة بأحوال لبيئة المحلية ونوع المشروع. أما القوائم المعقدة فتحتاج إلى موارد وخبرة نظرا لتعقد منهجيات استخدامها كما في منظومة التقييم البيئي (Environmental Evaluation System, EES) التي تتضمن استخدام أوزان مختلفة للمعلمات تعكس أهميتها النسبية، **وتستخدم هذه المنظومة عادة في مشروعات موارد المياه.** واهم عيوب هذه الطريقة اعتمادها على خبرة القائم بالدراسة وأحكامه، وصعوبة تحيد علاقة سببية بن الأثر ومصدره.

3. المصفوفات (Matrices): تتكون من أنشطة المشروع مفصلة أفقيا، في مقابل المعلمات البيئية لكل منها مفصلة راسيا. وتتميز بأنها تفصل اثر كل نشاط في المشروع على البيئة، الأمر الذي يوضح العلاقة السببية. ويمكن أن تكون المصفوفة اكثر تعقيدا إذا ما استخدمت أوزان مختلفة لبعض الآثار نظرا لأهميتها النسبية، وهذه الطريقة من اكثر الطرق شيوعا وان كانت لا تزال تعتمد على خبرة القائم بالدراسة. والمصفوفات في حد ذاتها لا توفر معايير كافية لاتخاذ القرار، ولا تسمح بمتابعة التأثيرات بعد قيام المشروع وبدء العمل فيه.

4. الشبكات (Networks): وهي طريقة لتحليل سلسلة الآثار التي قد تنشأ عن أنشطة المشروع عن طريق إعداد قائمة بالأنشطة وتحديد علاقات سببية لكل منها، والوصول إلى مجموعة من الآثار الممكنة، بما يسمح بالتعرف

على الآثار المحتملة للمشروع، أولية وثانوية وثالثية. وتساعد هذه الطريقة في التعرف على طرق تلافي الأضـــرار البيئية التي تكشف عنها الدراسة. وتضيف **النيش** (1997) إن هذه الطريقة هي تطوير لطريقة المصفوفـــات، إلا أنها لا تستخدم كثير.

5. التراكيب (Overlays): عبارة عن خرائط توضح الخواص البيئية لمنطقة المشرع (طبيعية واجتماعية وجمالية) توضع فوقها شفافيات لكل خاصية تجري دراستها تحدد درجة الإثر البيئي بدرجات متفاوتة من القتامة والألوان. وعلى الرغم من صعوبة تطبيق هذه الطريقة عندما يكثر عدد الشفافيات التي توضع فوق خريطة الأساس، فان ميزتهـــا الأساسية هي توضيح التوزيع المكاني للآثار غير الحميدة.

6. تحليل الكفة – الفائدة (Cost – Benefit Analysis): وهو تطوير للطريقة المعروفة في الاقتصاد، بيد أنها تعاني مـــن صعوبة تحديد قيم نقدية للموارد الطبيعية أو المزايا البيئية. وقد قام برنامج الأمم المتحدة للبيئة بتطويـــر نمـــوذج اختبار لهذا التحليل يركز على استخدام الموارد، ولا تزال المحاولات مستمرة لتطوير هذه المنهجية.

7. النمذجة (Modeling): وهو عبارة عن تحليل منظمات يتناسب والمشاكل البيئة المتعددة الأبعاد والتي تنطوي علـــى أهداف ومعايير مركبة لأغراض ومستخدمين متعددين.

8. وتضيف **النيش** (1997) لهذه المنهجيات "طريقة التقييم البيئي": ووفق هذه الطريقة يتم تقييم الآثار البيئية لمشروع ما بمقارنة الوضع البيئي بوجود المشروع وبدونه، ووفق هذه الطريقة يتم تطبيق المعادلة التالية:

$$E_i = \sum_{i=1}^{N} (V_i)_1 W_i - \sum_{i=1}^{N} (V_i)_O W_i$$

حيث :

E_i : الأثر البيئي للمعلمة i

$(V_i)_1$: قيمة النوعية البيئية للمعلمة i مع المشروع.

$(V_i)_0$: قيمة النوعية البيئية للمعلمة i بدون المشروع.

W_i : الوزن النسبي للمعلمة i (الأهمية Weight).

N : مجموع المعلمات.

وأخيرا، فإن الموارد الناضبة لم تحظ على اهتمام الأفراد فحسب، بل وأولتها المنظمات الدوليـــة اهتمامـــا متعـــاظم. وانطلاقا من ذلك، عقدت اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آســـيا (**اسكوا**) اجتماعا للخبراء في بيروت خـــلال الفترة 18–22 مايو 1998 تناول "تقييم المراحل الأولى من تنفيذ نظام الحسابات القومية 1993". وقد تمخـــض عنـــه دعوة لاجتماع خبراء **لمناقشة موضوع الموارد الناضبة وكيفية معالجتها في الحسابات القومية، نظرا للإقرار بحقيقـــة الدور الكبير الذي تلعبه الموارد الناضبة في اقتصاديات منطقة الاسكوا**. ويعدد تقنيات التقييم الاقتصادي للتدهـــور البيئي في خمسة طرق وهي، التجربة، والرغبة في الدفع لتحسين البيئة (تقنية التفضيل)، وتقنية التكلفة البديلة، وقيـــاس الآثار الصحية عل السكان، وطريقة نقل أو تحويل المنافع.

وفي ضوء مقترحات الدورة الحادية عشر لاجتماعات اللجنة الفنية، عقدت الاسكوا اجتماعا في بيروت خلال الفترة 25 – 26 مايو 1999، تقدمت فيه بخطة متوسطة الأجل للفترة 2002 – 2005، تضمنت برنامج للتنمية الاقتصادية والاجتماعية. وما يعنينا في ذلك البرنامج تبني مجموعة من القضايا الإقليمية المشتركة، كندرة المياه وحماية البيئة. وقد دعت اللجنة إلى استحداث خمسة برامج فرعية مهمة تمس مختلف نواحي التنمية، من بينها إدارة المياه والطاقة والبيئة من أجل التنمية المستدامة، حيث دعا البرنامج إلى بذل الجهود لبناء القدرات وزيادة الوعي العام بين متخذي القرار والمستخدمين فيما يتعلق بالحاجة إلى الاستخدام الرشيد للطاقة والموارد المائية وحماية البيئة، وإمكانات تنفيذ المنهجيات المتكاملة. ومن المقرر أن تتولى شعبة الطاقة والموارد الطبيعية والبيئة تنفيذ أهداف هذا البرنامج، والتي تتضمن أساسا مساعدة الدول الأعضاء على تحسين إدارة شؤون المياه والطاقة والبيئة، من خلال الترويج لتطبيق مناهج متكاملة في إدارة موارد المياه والطاقة لزيادة فعالية استخدام هذه الموارد.

وهنا يجب التشديد على ضرورة فهم تلك الخصوصية في الدول الخليجية بوجه خاص، ليس لإعادة احتساب عائدات النفط بدول الخليج العربية وإعادة احتساب نواتجها المحلية فحسب، بل ولإعادة احتساب عائدات مواردها المائية في الناتج المحلي الإجمالي (القيمة المضافة لقطاع الماء)، حيث أن ما ينطبق منهجيا على النفط ينطبق على المياه.

مما تقدم، يمكن أن نستخلص أخذا بالاعتبار التباين بين المورد النفطي غير المتجدد والمورد المائي المتجدد جزئيا (في ظل طغيان الطلب على معدلات التجديد الطبيعي)، أن استهلاك المورد المائي في الحدود الآمنة، يسهم في الرفاه العام، ويولد دخل، دون المساس به كأصل، بينما استنزافه بالصورة الراهنة يؤدي إلى فقده كمورد طبيعي، وكمؤشر يدخل في احتساب الرفاه العام، وكمصدر للدخل في خزينة الدولة. أما بيع النفط باعتباره ثروة كامنة غير متجددة، ينتقص من قيمته كأصل دون رجعة، مما يعني بأننا ببيع النفط إنما نسيل الأصل (الثروة) لقاء الحصول على عائد يفترض انه يعادل تحويل قيمة الثروة.

وقبل أن نطوي هذا الجزء، نشير إلى أن **برنامج الأمم المتحدة للتنمية** قد بين الكيفية التي تبلور فيها **مفهوم وأبعاد التنمية المستدامة**، من خلال الوثيقة المقدمة إلى اجتماع دعت إليه لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (الإسكوا)، وقد أوضحت الوثيقة أن المؤتمر الدولي الأول للبيئة قد انعقد في استوكهولم في يونيو 1972 بهدف وضع أسس للتعاون المستقبلي لحماية البيئة. وقد وضع المؤتمر البيئة على جدول العمل العالمي، وركز على إظهار العلاقة القائمة بين التنمية الاقتصادية والآثار السلبية على البيئة. بينما نشرت اللجنة العالمية للتنمية والبيئة التابعة للأمم المتحدة تقريرها "مستقبلنا المشترك" الذي تضمن المبادئ الأساسية للتنمية المستدامة. لكن بسبب التدهور الخطير لوضع البيئة، دعت منظمة الأمم المتحدة إلى مؤتمر قمة الأرض المعني بالبيئة والتنمية في ريو دي جانيرو بالبرازيل في يونيو 1992، وكانت إحدى أهداف المؤتمر، وضع حجر الأساس لشراكة عالمية بين الدول الصناعية والدول النامية، وبين الحكومات وقطاعات المجتمع المدني، محورها التفاهم المتبادل بين الحاجات والمصالح المشتركة.

وخلال هذا المؤتمر ركزت النشاطات على جعل مسألة البيئة مسألة مركزية، من خلال رسم السياسات وتنفيذها في كل قطاع من قطاعات الحياة. وقد صدرت عن المؤتمر العديد من البرتوكولات والاتفاقيات بالإضافة إلى مفكرة القرن 21 للتنمية المستدامة التي وضعت الأطر الأساسية من اجل اتخاذ تدابير عملية لتنسيق النشاطات الاقتصادية والاجتماعية، مع الحاجة الملحة لحماية البيئة من اجل تحسين نوعية الحياة وضمان استمراريتها.

وبصدد مفهوم التنمية المستدامة أوضحت الوثيقة أن أحد أهم التحديات الكبيرة التي تواجه المجتمع المحلي تتمثل في توجيه خطط التنمية، بحيث تسد حاجات الإنسان الأساسية بطريقة ملائمة للبيئة، فمن خلال التنمية، يتفاعل الإنسان مع بيئته ويؤثر فيها إيجابا أو سلبا. كما بينت أن مفهوم التنمية المستدامة يتضمن:

- تأمين حاجات الأجيال الحاضرة دون أن تتعارض مع قدرة الأجيال المستقبلية على تلبية حاجاتها.
- الإدارة الواعية للمصادر الطبيعية المتاحة والنظم البيئية، وإعادة تأهيل النظم التي تعرضت للتدهور وسوء الاستخدام.
- الأخذ بسياسات التوقعات والوقاية في تحقيق التنمية المستدامة في التعامل مع المشكلات البيئية المعاصرة.

وبصدد أبعاد التنمية المستدامة، يجدر الذكر أن التنمية المستدامة تساعد على تحقيق تنمية بشرية لبناء القدرات التقنية واستحداث قيم جديدة تساعد الناس على التأقلم مع الواقع المحلي المتغير بسرعة. ولهذا، فان تحقيق التنمية المستدامة المحلية يواجه تحديات بيئية واقتصادية واجتماعية، ويتطلب تحديد سياسات تهدف إلى تنشيط النمو وتغيير نوعيته ومعالجة مشكلات الفقر وسد حاجات الإنسان، ودمج أبعاد البيئة والاقتصاد والاجتماع في صنع القرار. وقد اصبح من الضروري العمل على أن لا تنتقص النظم والممارسات الاقتصادية والتنمية الحالية من نوعية البيئة ومصادرها المختلفة، حتى تتيح للأجيال القادمة فرصا مماثلة أو افضل في الحياة. وتعتمد التنمية المستدامة في جوهرها على المبادئ التالية:

1. الاستدامة: استغلال الموارد الطبيعية وتوجيه الموارد البشرية بطريقة متوازنة، مع الحفاظ على قدرتها الإنتاجية المستقبلية.
2. نوعية الحياة: تلبية حاجات الإنسان وإتاحة الفرص أمام الجميع بتحسين نوعية حياتهم.
3. العدالة: تأمين العدالة الاجتماعية بحيث ينال كل الأفراد حصتهم العادلة من الموارد المتوفرة من اجل نمو افضل.
4. الشمولية: إضفاء النظرة الشاملة في مواجهة مشكلة ما، وهذا بتضمن الأخذ بعين الاعتبار كل العوامل التي سببت المشكلة خلال عملية وضع الحلول [18].

---

[18] برنامج الأمم المتحدة للتنمية، اجتماع مجموعة الخبراء في الإدارة الحضرية للجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (الإسكوا)، منتدى البيئة الحضرية الثاني للدول العربية 99، 8-10 نوفمبر 1999، دبي، الإمارات العربية المتحدة.

الفصل الثالث

الموارد المائية في دولة البحرين

ومحددات ومصادر استنزافها

القسم الأول: الموارد المائية في دولة البحرين

أولا: الموارد المائية الجوفية في دولة البحرين:

1. حجم تعويض المياه الجوفية المتجددة:

تعتمد البحرين في تلبية احتياجاتها من المياه الجوفية على ثلاثة خزانات رئيسية، هي **خزان الدمام** الذي "يغطي غالبية الجزء الشرقي في السعودية وأراضي البحرين والكويت وقطر والإمارات العربية المتحدة وعمان، وخزان الـروس – أم الرضمة الذي يغطي شرق السعودية والكويت والبحرين" (العلوي وعبدالرزاق، 1997) ، وخزان النيوجين. ويعتـبر خزان الدمام الخزان الجوفي الرئيسي، حيث يوفر معظم المياه الجوفية المطلوبة سنويا في البحرين[19]. وهو يمثل جـزءا صغيرا من الخزان الجوفي المسمى بالخزان العربي الشرقي، الذي يمتد من صحراء النفود الكـبرى بالمملكـة العربيـة السعودية، مرورا بالنفود الصغرى (الدهناء) إلى المنطقة الشرقية. والشكل (3–1) يحدد الموقع الجغـرافي لكـل مـن صحراء النفود الكبرى والصغرى.



شكل (3–1) : الموقع الجغرافي لكل من صحراء النفود الكبرى والصغرى.

وفي الوقت الذي يقدر فيه الاحتياطي المتجدد من المياه الجوفية لحوض الدمام بحوالي 112 مليون متر مكعب سـنويا (النعيمي، 1999)، فان متغير إجمالي الطلب على المياه، لعب دورا في اختلال التوازن بين الطلب الإجمالي على الميـاه، والتعويض الطبيعي للمياه الجوفية، الأمر الذي قاد إلى اتساع فجوة العجز المائي. وبيانات الجدول (3–1) مع الشـكل

[19] يوفر خزان الدمام حوالي 85% من إجمالي الطلب على المياه الجوفية، وللمزيد من التفصيل حول هذه النقطة يمكن الاطلاع على الجدول (4–1) والجدول (4–4) والجدول (6–2).

(3-2) تظهر تطور العجز المائي، من خلال إظهار كل من إجمالي الطلب على المياه ومعدلات نموهـــا الســـنوية، في مقابل التجديد الطبيعي للمياه الجوفية خلال السنوات 1952 - 1999.

جدول (3-1): التعويض الطبيعي للمياه الجوفية مقابل إجمالي الطلب على المياه (مليون متر مكعب)

السنة	الطلب على المياه الجوفية *		التعويض الطبيعي السنوي **	العجز المائي	
	الكميات	النمو %		الكميات	معدل النمو
1952	63.2		112	48.8	
1966	112.5	*** 4.2	112	0.5-	*** 24.0
1971	125.1	*** 2.2	112	13.1-	*** 92.2
1979	138.1	*** 1.1	112	26.1-	*** 8.0
1985	152.2	*** 1.6	112	40.2-	*** 7.5
1986	159.8	5.0	112	47.8-	18.9
1987	179.3	12.2	112	67.3-	40.8
1988	159.4	-11.1	112	47.4-	-29.6
1989	181.0	13.6	112	69.0-	45.6
1990	185.3	2.4	112	73.3-	6.2
1991	179.8	-3.0	112	67.8-	-7.5
1992	194.2	8.0	112	82.2-	21.2
1993	206.1	6.1	112	94.1-	14.5
1994	218.3	5.9	112	106.3-	13.0
1995	230.3	5.5	112	118.3-	11.3
1996	237.9	3.3	112	125.9-	6.4
1997	250.9	5.5	112	138.9-	10.3
1998	254.0	1.2	112	142.0-	2.2
1999	224.5	11.6-	112	112.5-	20.8-

ملاحظة: لا تتوفر بيانات لكامل السنوات المحصورة بين 1952-1999.

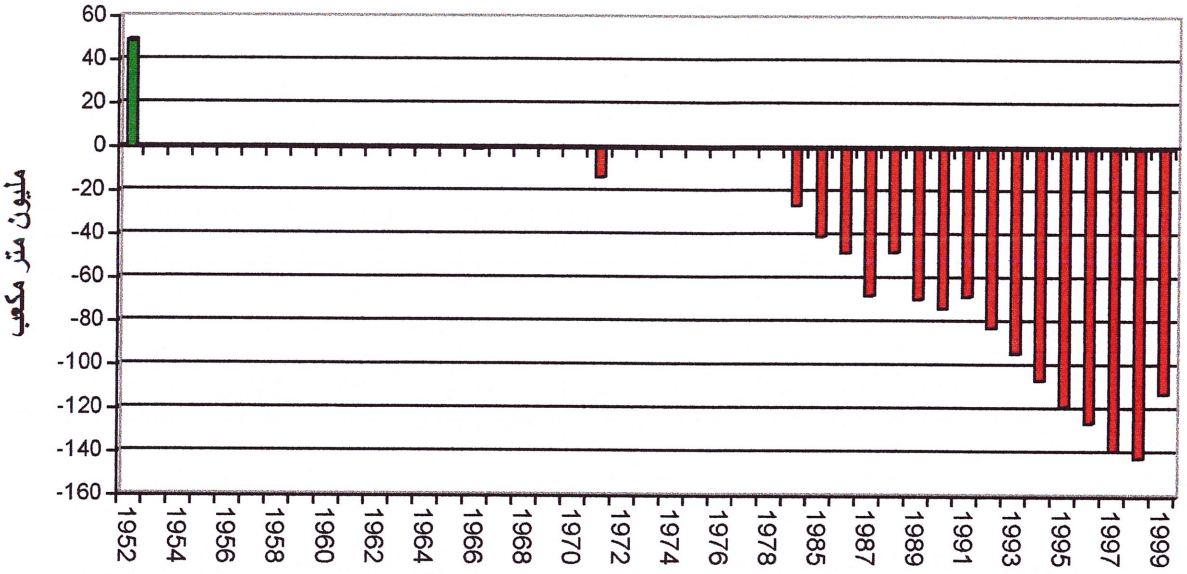
* المصدر : وزارة الأشغال والزراعة، إدارة إسالة المياه، دولة البحرين.

** المصدر : مبارك أمان النعيمي، تقييم الموارد المائية المتاحة واوجه الاستخدامات في دولة البحرين، سلســـلة الدراسات والبحوث العلمية (24)، مركز البحرين للدراسات والبحوث، 1999.

*** تم احتساب النمو وفقا للمعادلة التالية:

$$FV = PV(1+g)^n$$

$$g = \sqrt[n]{\frac{FV}{PV}} - 1$$



المصدر: جدول مركب استقيت بياناته من: التقارير السنوية، وزارة الأشغال والزراعة، دولة البحرين. ومبارك أمان النعيمي، تقييم الموارد المائية المتاحة واوجه الاستخدامات في دولة البحرين، سلسلة الدراسات والبحوث العلمية (24)، مركز البحرين للدراسات والبحوث، دولة البحرين، 1999.

شكل (3-2): العجز المائي حلال السنوات 1952 - 1999 (مليون متر مكعب).

يتبين من الجدول (3-1) والشكل البياني (3-2)، انه باستثناء عام 1952، فإن العجز المائي قد وصل إلى مستويات كبيرة جدا، حيث أن نسبة الطلب على المياه إلى مجموع المورد المائي القابل للتجديد بلغ حوالي 2.3 في عام 1997، مقابل 1.7 في عام 1990 [20].

2. نوعية المياه الجوفية في دولة البحرين:

خلصت الدراسات إلى أن المياه الجوفية في البحرين تعتبر عالية الملوحة، حيث أدى الاستنزاف المتزايد للخزان الجوفي إلى غزو مياه البحر، خصوصا في الجزء الشرقي، وبشكل أقل في الجزء الجنوبي الغربي. كما أن ثلث آبار المياه الواقعة في الأجزاء الوسطى من جزيرة البحرين زادت ملوحتها عن 4,000 ملليجرام للتر خلال الفترة 1986-1992 بسبب غزو المياه المالحة الموجودة اسفل خزان الدمام، وقد نجم عن ذلك تلوث المياه الجوفية وارتفاع ملوحتها، وقاد بالنتيجة إلى إغلاق العديد من الآبار بسبب عدم صلاحيتها للاستخدام المباشر (زباري وآخرون، 1995).

وقد بينت النتائج، أن أدنى متوسط لمعدلات الملوحة في المياه الجوفية في البحرين سجلت تزايدا في كافة المناطق دون استثناء، حيث أظهرت بيانات الفترة 1991-1995 في منطقة شاطئ البديع، والتي تحتوي على افضل نوعية للمياه، أن متوسط معدلات الأملاح بلغت 3,177 مليجرام للتر خلال الفترة 1991-1995، مقارنة بـ 2,143 مليجرام للتر للفترة 1941-1945 (راجع الجدول 4-2)، وهذا ما يشكل نموا في معدلات الأملاح في افضل المناطق المحتوية للمياه الجوفية في البحرين بحوالي 48% للفترة 1941 - 1995. بينما أسوأها شهدته منطقة سترة التي ارتفع فيها متوسط

[20] بلغت لنفس العام 0.13 في تركيا، و0.44 في لبنان، و0.64 في مصر، و 0.70 في العراق، و0.84 في الأردن، و0.93 في سورية، و1.07 في إسرائيل" (الكواز، 1993).

معدلات الأملاح من 4,140 مليجرام للتر، إلى 6,451 مليجرام للتر خلال نفس الفترة. وهذا ما يشكل نموا بحـــوالي 55.8%.

وكما سيتضح من نتائج الفصل الرابع، قاد العجز المائي الكبير إلى ارتفاع متوسط تركز الأملاح في المياه الجوفيـــة من طبقة الدمام بشكل خطير، حيث ارتفع في المتوسط من 2850 مليجرام للتر في عـــام 1952، إلى حـــوالي 4530 مليجرام للتر في عام 1995، أي بزيادة نسبتها 59%، وبمتوسط نمو 1.3% سنويا.

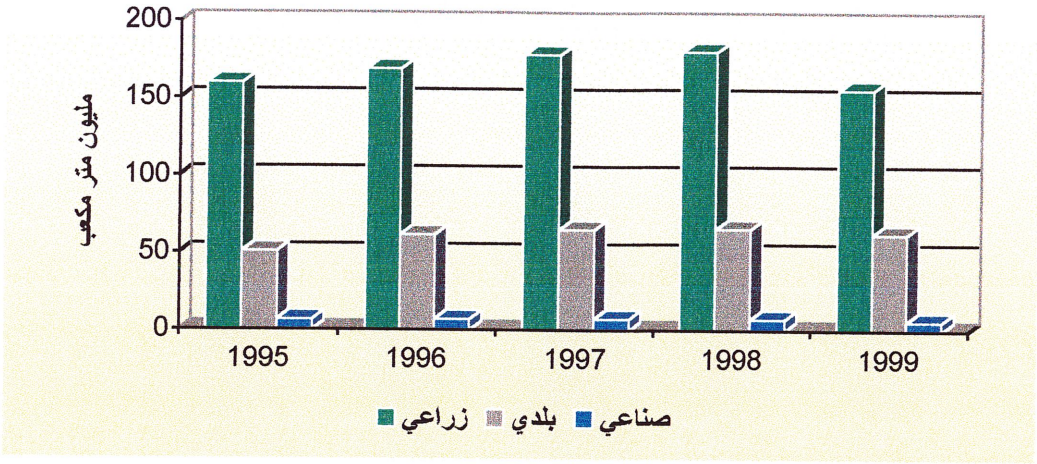
3. اوجه استخدام المياه الجوفية في دولة البحرين:

يشكل القطاع الزراعي اكبر مصادر استنزاف المياه الجوفية في البحرين، حيث يستحوذ في المتوسط على 73% مـــن إجمالي الطلب، مقابل 24%، و3% لكل من القطاع البلدي والصناعي على التوالي. والجدول (3-2) مع الشكل (3-3)، يلقيان ضوءا على ذلك.

جدول (3 – 2): إجمالي الطلب على المياه الجوفية موزعا وفقا لمصادر الاستهلاك المختلفة، والوزن النسبي لاستهلاك مختلف القطاعات إلى إجمالي الطلب على المياه الجوفية (مليون متر مكعب)

السنة	الزراعي	%	البلدي	%	الصناعي	%	المجموع	النمو %
1985	99.90	65.6	47.40	31.1	4.90	3.2	152.23	
1986	108.80	68.1	45.60	28.5	5.35	3.4	159.75	4.9
1987	117.20	65.4	56.50	31.5	5.60	3.1	179.30	12.2
1988	107.90	67.7	45.90	28.8	5.60	3.5	159.40	11.1-
1989	114.40	63.2	60.83	33.6	5.78	3.2	181.01	13.6
1990	122.66	66.2	56.80	30.7	5.87	3.2	185.33	2.4
1991	121.34	67.5	53.12	29.5	5.34	3.0	179.80	3.0-
1992	136.05	70.1	52.49	27.0	5.63	2.9	194.17	8.0
1993	139.03	67.5	61.05	29.6	5.97	2.9	206.05	6.1
1994	150.76	72.5	50.86	24.5	6.35	3.1	207.97	0.9
1995	160.00	73.5	51.00	23.4	6.80	3.1	217.80	4.7
1996	169.04	71.0	61.76	25.9	7.05	6.66	237.85	9.2
1997	178.34	71.0	65.16	25.9	7.43	2.95	250.90	5.5
1998	180.52	71.1	65.96	26.0	7.52	2.96	254.00	1.2
1999	155.99	69.4	62.29	27.7	6.20	2.76	224.48	11.6-

المصدر : وزارة الأشغال والزراعة، إدارة مصادر المياه، التقارير السنوية، دولة البحرين.



المصدر: وزارة الأشغال والزراعة، دولة البحرين، 1999.

شكل (3-3): الطلب على المياه الجوفية موزعا وفقا لاستخدامات مختلف القطاعات خلال الفترة 1995 – 1999

من الجدول (3-2) والرسم البياني (3-3) يتبين أن القطاع الزراعي بدولة البحرين استأثر في التسعينات في المتوسط على حوالي 70% من جملة الطلب على المياه الجوفية، مقابل 27% للقطاع البلدي، و3% للقطاع الصناعي. وفي ضوء الإحاطة بمحددات النشاط الزراعي، والأبعاد البيئية الناجمة عن تعاظم حجم الطلب الزراعي بوجه خاص على المياه الجوفية، وفي ضوء التحديات المالية والسكانية والبيئية، إن من بين الخيارات العديدة الملحة للخروج من المأزق المائي، **خيار الاستغناء محليا عن تلك الزراعة التي تستهلك قدرا من المورد المائي وغير المائي يفوق ما تضيفه من قيمة مضافة للاقتصاد، أو قيمة جمالية أو بيئية للوطن**، انطلاقا من أن الأمن الغذائي والاكتفاء الذاتي من الغذاء، قضية لا بد وان يكون إطارها عربي أو إقليمي حيثما تتواجد الميزة النسبية. **وهذا ما يتناقض مع السياسة الزراعية المشتركة لدول مجلس التعاون** المقرة في الدورة السادسة للمجلس الأعلى التي عقدت بسلطنة عمان خلال الفترة 3 – 6 نوفمبر 1985. والتي وان أكدت على الاستخدام الأمثل للموارد المائية، إلا أنها استهدفت تحقيق أعلى مستويات ممكنة من الاكتفاء الذاتي، خاصة بالنسبة للسلع الغذائية الأساسية (الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية، 1985)[21].

وليس هناك من شك، في أن هذا الأمر يحتم الشروع في اتخاذ الإجراءات التي من شأنها تعزيز التعاون وتنسيق خطط العمل على المستوى الإقليمي والعربي في المجالين المائي والزراعي، وتطبيق التكامل في المنتج المائي. مع العمل على أعلى المستويات، على مواجهة حقيقة قصور التكامل العربي، في سبيل مواجهة التحديات المقبلة، بما في ذلك التحديات المائية والزراعية العربية.

من جهة أخرى، ومن اجل كبح جماح حدة الطلب على المياه للأغراض الزراعية بوجه خاص، تعتقد الدراسة بأهمية فرض تعرفة مؤثرة على استهلاك المياه الموجهة للأغراض الزراعية بغية تخفيض معدلاتها العالية، مع إعادة مراجعة جدوى فرض تعرفة تفوق المعدل المعلن، والبالغ 0.005 دينار فقط للمتر المكعب من المياه، **وأهمية ضبط كافة مصادر استنزاف المياه الجوفية من خلال الحصر الصارم لإجمالي الآبار العاملة في البحرين** بغية الوقوف على الكميات

[21] الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية، السياسة الزراعية المشتركة لدول مجلس التعاون، نوفمبر 1985، البند الثاني: المرتكزات الأساسية للسياسة الزراعية المشتركة، الصفحة 2.

الحقيقية منها. فضلا عن **ترجيح معيار عائد المتر المكعب من المياه، عوضا عن عائد المتر المربع من الأرض**، عند تقييم خيارات التشجير وخطط الزراعة، في ظل الإحاطة بالمحددات الطبيعية القاسية لقطاع الزراعة، ومن خلال البحث عن أمثل الأصناف الشجرية في البيئة المحلية [22].

4. أهم المشاكل المتعلقة بالمياه الجوفية:

إن أهم مشكلة تواجه البحرين بصدد المياه الجوفية، تتمثل في محدودية التعويض الطبيعي مقارنة بارتفاع وتيرة الاستهلاك، التي أدت إلى ارتفاع تركز الأملاح في المياه الجوفية بشكل مقلق، وخصوصا إذا أخذنا بالاعتبار الحاجة الماسة لمراعاة مفهوم التنمية المستدامة. وبالرغم من المحاولات الحكومية لمعالجة هذا الوضع، إلا أنها تصطدم بمعوقات عدة، يمكن تلخيص أهمها في التالي:

1. غياب الاستراتيجية الشاملة للتنمية الاقتصادية الاجتماعية، والتي تنضوي تحتها السياسات المائية والسكانية والزراعية والصناعية وغيرها.
2. الإصرار على تحقيق هدف تأمين الاكتفاء الذاتي محليا من الغذاء على حساب الأمن المائي البيئي، وتضارب التوجهات الزراعية مع طاقة الموارد المائية الطبيعية.
3. غياب تعرفة مقابلة للطلب على المياه الجوفية تعكس القيمة الحقيقية للمياه الجوفية باعتبارها أحد أهم المصادر الطبيعية في دولة البحرين، بجانب الأرض والنفط والغاز الطبيعي.
4. عدم التزام المستهلكين من مختلف القطاعات، بالمراسيم الأميرية الصريحة، والتي تنص بوضوح على "ضرورة التوقف عن حفر الآبار إلا للمصلحة العامة" (مرسوم أميري رقم 12 لسنة 1997). وما تلاه من تحديد عقوبات حددها المرسوم الأميري الصادر في عام 1999 بغرامة تصل إلى 2000 دينار.
5. حقيقة كون الخزانات الرئيسية في البحرين خزانات مشتركة مع دول أخرى، الأمر الذي يحد من التشريعات والسياسات القطرية.
6. غياب الخطط المائية التكاملية الإقليمية.

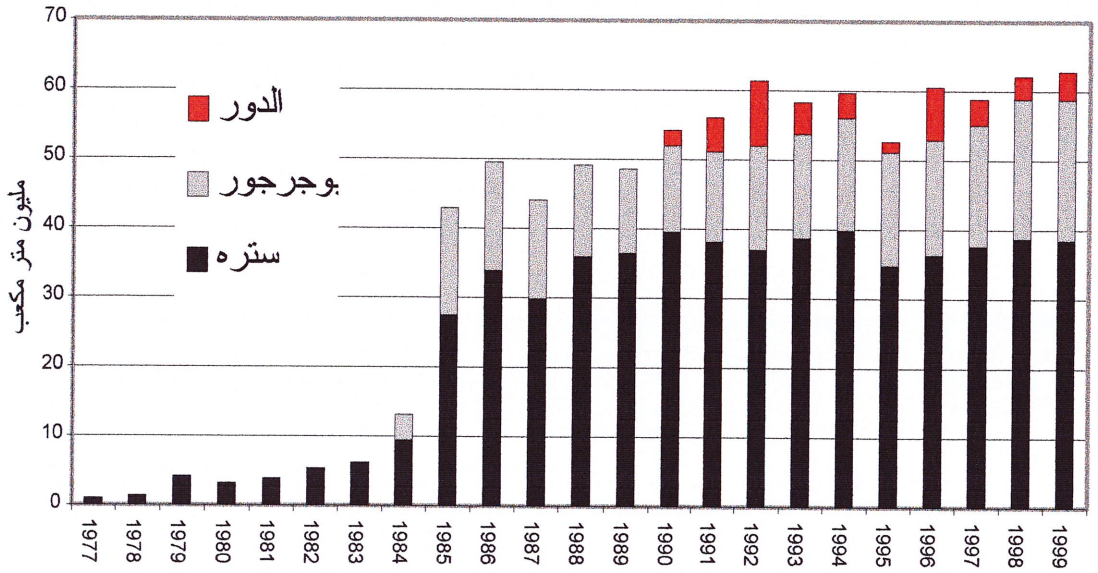
---

[22] من المناسب الإشارة هنا إلى أن دول عديدة أولت عملية اختيار الأصناف الشجرية المثلي لاعتبارات مائية بيئية اهتماما كبيرا، وتحضرنا الجهود التي تبذل في مدينة هرمانوس التي لا تبعد كثيرا عن كيب تاون في جنوب إفريقيا، بغية استبدال أشجار الصنوبر ولآس والقصب والصمغ المتعطشة بطبيعتها للمياه، والمستقدمة من أستراليا، بأشجار زينة محلية مقاومة للجفاف، كـ " البروطية "، وهي شجرة دائمة الخضرة، الأمر الذي سيؤدي إلى توفير كميات هائلة من المياه للاستخدام الآدمي، حيث أظهرت دراسة قام بها " جيمز فان درلند " أن كميات كبيرة من المياه ستتوفر بعد القضاء على النباتات الدخيلة على البيئة هناك (أزمة المياه معضلة المستقبل، تقرير صحفي، جريدة البيان الإماراتية، العدد 6831، 2 مارس 1999).

ثانيا: المياه المحلاة في دولة البحرين:

(1) تطور الإنتاج في محطات التحلية والطاقة القصوى والخطط المستقبلية:

في سبيل تلبية الطلب المتزايد على المياه دون الإمعان في الإضرار بالمخزون المائي، أرست الدولة أولى محطات تحلية مياه البحر[23] في عام 1975، في وقت اتسم بالطفرة النفطية. وبهذا شهدت الميزانية العامة للدولة في ذلك العام دخول مشروعات مائية عالية التكلفة لم تعهدها في سنوات سابقة، وذلك بإنشاء أول وحدة لتحلية مياه البحر (الوحدة الأولى بمحطة سترة لإنتاج الكهرباء والماء). وفي عام 1984 دخلت محطة أبوجرجور عملية الإنتاج، بينما دخلت محطة الدور مرحلة الإنتاج في عام 1990. وبهذا ارتفع إجمالي إنتاج المياه المحلاة من 0.95 مليون متر مكعب في العام في منتصف السبعينات إلى 62.75 مليون متر مكعب عام 1999. والجدول (3-3) مع الشكل (3-4) يظهران تطور إجمالي الطلب البلدي على المياه المحلاة والمياه الجوفية خلال الفترة 1968-1999.



المصدر : وزارة الكهرباء والماء، الكتاب الإحصائي 1997، والنشرة الأخبارية، العدد 32، يناير 1999. وإدارة إسالة المياه بوزارة الأشغال والزراعة، التقارير السنوية (جدول مركب).

شكل (3-4) : تطور إجمالي الطلب البلدي على إنتاج المياه المحلاة وفقا لمحطات التحلية خلال الفترة 1977-1999.

---

[23] قبل 48 عاما، وبالتحديد في 21 فبراير 1952، رحبت صحيفة " نيويورك تايمز " في صفحتها الأولى بـ " عملية ثورية " لتحويل مياه البحر إلى مياه للشرب، وكانت العملية معقدة ومرتفعة التكاليف، وتتطلب كمية ضخمة من الطاقة لدفع المياه خلال مرشحات للتخلص من الأملاح.

جدول (3-3): إجمالي الطلب المترلي على المياه المحلاة والمياه الجوفية (بملايين الأمتار المكعبة).

السنة	المياه الجوفية		المياه المحلاة وفقا لمحطات التحلية					المجموع الإجمالي
	الكميات	الوزن النسبي	سترة	أبوجرجور	الدور	المجموع	الوزن النسبي	
1968	**17.9**	100						**17.9**
1970	**20.9**	100						**20.9**
1975	**26.4**	100						**26.4**
1977	**33.94**	97.3	0.95			**0.95**	2.7	**34.9**
1978	**36.35**	96.3	1.40			**1.40**	3.7	**37.7**
1979	**49.45**	90.6	4.18			**4.18**	9.4	**44.6**
1980	**41.02**	92.6	3.28			**3.28**	7.4	**44.3**
1981	**49.56**	92.5	4.00			**4.00**	7.5	**53.6**
1982	**55.23**	91.1	5.42			**5.42**	8.9	**60.7**
1983	**56.12**	90.0	6.24			**6.24**	10.0	**62.4**
1984	**57.83**	81.6	9.46	3.60		**13.06**	18.4	**70.9**
1985	**37.16**	46.4	27.53	15.38		**42.91**	53.6	**80.1**
1986	**35.38**	41.6	33.99	15.62		**49.61**	58.4	**85.0**
1987	**45.84**	50.9	29.85	14.30		**44.15**	49.1	**90.0**
1988	**45.31**	47.9	35.85	13.37		**49.21**	52.1	**94.5**
1989	**51.28**	51.4	36.52	12.04		**48.56**	48.6	**99.8**
1990	**48.20**	47.1	39.54	12.40	2.30	**54.24**	52.9	**102.4**
1991	**44.32**	44.2	38.19	12.90	4.90	**55.99**	55.8	**100.3**
1992	**43.87**	41.7	37.04	14.88	9.42	**61.35**	58.3	**105.2**
1993	**53.32**	47.8	38.73	14.96	4.65	**58.34**	52.2	**111.7**
1994	**50.92**	46.0	39.79	16.29	3.70	**59.78**	54.0	**110.7**
1995	**54.57**	50.9	34.74	16.37	1.59	**52.71**	49.1	**107.3**
1996	**50.35**	45.4	36.40	16.60	7.59	**60.59**	54.6	**110.9**
1997	**53.94**	47.8	37.58	17.44	3.91	**58.93**	52.2	**112.9**
1998	**54.50**	47.6	38.71	20.11	3.30	**60.00**	52.4	**114.5**
1999	**55.38**	46.9	38.39	2040	3.96	**62.75**	53.1	**118.1**

المصدر : وزارة الكهرباء والماء، الكتاب الإحصائي 1997، والنشرة الأخبارية، العدد 32، يناير 1999. وإدارة إسالة المياه بوزارة الأشغال والزراعة، التقارير السنوية (جدول مركب).

يلاحظ من الجدول أعلاه أن الطلب على المياه ارتفع من 72,281 متر مكعب في اليوم عام 1975 (15.9 مليون جالون)[24] إلى 219,117 متر مكعب عام 1985 (48.2 مليون جالون)، بينما تضاعف نصيب الفرد من المياه من شبكة توزيع المياه من 61 جالون إلى 113 جالون خلال نفس الفترة. أما إجمالي إنتاج المياه (المحلاة والجوفية) في عام 1999 والموجه لتلبية الطلب البلدي، فقد وصل إلى حوالي 118 مليون متر مكعب، أي ما يعادل 4.5 أمثال ما كانت عليه في عام 1975.

وقد شهد عام **2000** إنجاز المرحلة الأولى من محطة الحد الجديدة التي أضافت حوالي **136,380** متر مكعب في اليوم (**30** مليون جالون). أما محطة ألبا، فمن المقرر أن تباشر الإنتاج عام 2000، بطاقة وقدرها 16.6 مليون متر مكعب في العام (10 آلاف جالون يوميا). وعليه، يمكن القول أن إجمالي محطات التحلية بلغت خمس محطات بحلول عام 2000. والجدول (3-4) يبين تطور الكميات المنتجة من المياه المحلاة من محطتي الحد وألبا.

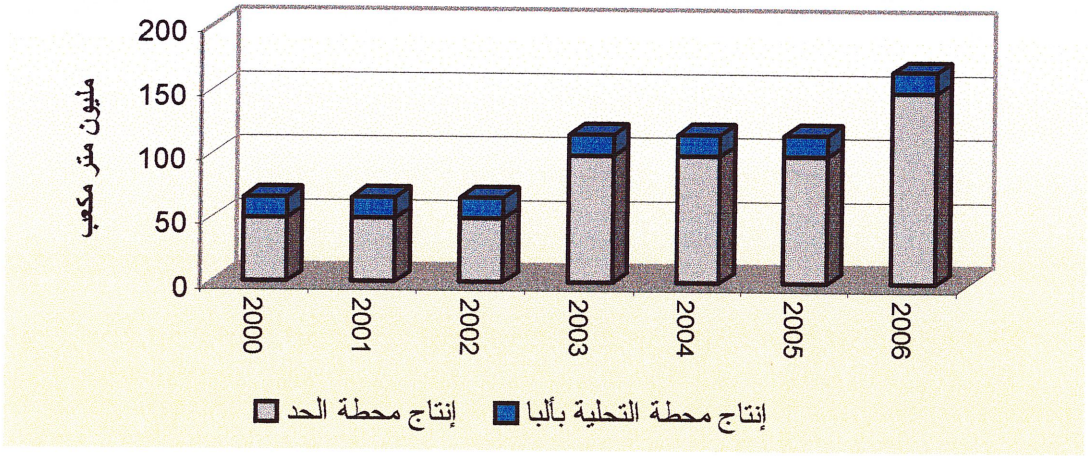
[24] المتر المكعب يساوي **219.9736** جالونا إمبراطوريا.

جدول (3-4): الإنتاج المضاف من كل من محطتي الحد وألبا لتحلية المياه (مليون متر مكعب)

السنة	إنتاج محطة الحد	إنتاج محطة التحلية بألبا	إجمالي الإنتاج المضاف من المحطتين
2000	**49.787**	**16.593**	**49.787**
2001	49.787	16.593	49.787
2002	49.787	16.593	49.787
2003	**99.574**	16.593	**116.167**
2004	99.574	16.593	116.167
2005	99.574	16.593	116.167
2006	**149.271**	16.593	**165.864**

المصدر : وزارة الكهرباء والماء، الكتاب الإحصائي 1997، دولة البحرين.

ووفقا لذلك، ستمكن محطة الحد الجديدة من إنتاج 165.9 مليون متر مكعب في العام مع انتهاء المرحلة الثالثة، بينما ستضيف محطة ألبا 16.6 مليون متر مكعب بدءا من عام 2000. والشكل (3-5) يظهر مساهمة كل من محطتي الحد وألبا في الإنتاج بدءا من عام 2000.



المصدر : وزارة الكهرباء والماء، الكتاب الإحصائي 1997، دولة البحرين.

شكل (3-5): مساهمة كل من محطتي الحد وألبا في الإنتاج بدءا من عام 2000.

ووفقا لذلك، ستمكن محطة الحد الجديدة لتحلية مياه البحر من تخفيض السحب من المياه الجوفية لأغراض الشبكة من حوالي 54.8 مليون متر مكعب في العام في عام 1997 (33 مليون جالون يوميا)، إلى حوالي 16.6 مليون جالون بحلول عام 2000 (10 مليون جالون يوميا)، الأمر الذي سيخفض من درجة ملوحة المياه الموزعة إلى 600 ملليجرام للتر، مقابل 1650 ملليجرام للتر في عام 1997 (المنصور، 1998)، علما بأن المرحلة الأولى لمحطة الحد الجديدة قد تم تشغيلها في عام 2000، على أن تتبعها الثانية في عام 2003، فالثالثة بحلول عام 2006.

(2) أهم المشاكل المتعلقة بالمياه المحلاة:

يمكن حصر المشكلات المتعلقة بالمياه الجوفية في ارتفاع تكلفة إنتاج وحدة المياه في ظل الإحاطة بمحدودية الموارد المالية المتاحة للدولة. ومما يزيد الأمر صعوبة، أن تكلفة وحدة المياه شهدت ارتفاعا بوتائر عالية عبر الزمن، حيث ارتفعت تكلفة تحلية المتر المكعب من مياه البحر من 0.265 دينار عام 1992، إلى 0.274 دينار وفقا لإحصاءات وزارة الكهرباء والماء[25] . يضاف إلى ذلك، التدهور المستمر في نوعية المياه في الخليج العربي الذي يعتبر اللقيم الرئيسي لمحطات التحلية، حيث أن مستوى التلوث في مياه الخليج الذي يعتبر موردا في حد ذاته، مرهون بمقدار التلوث الذي يستقبله من الدول المطلة عليه، والتي من بينها، التركيزات الملحية العالية المرتدة من محطات التحلية في منطقة الخليج العربي، إضافة لمياه الصرف الصحي الموجه نحو البحر بمعالجة محدودة (ثنائية).

يضاف إلى ذلك، أن عدم وجود بدائل أخرى لهذا المصدر في سبيل حل المعضلة المائية يزيد من الأمر صعوبة، حيث **أن تحلية مياه البحر هو البديل الوحيد المتاح في ظل فقد المورد المائي الطبيعي الجوفي.** وأخيرا، فان اخذ العمر الافتراضي لمحطات التحلية، وقصر العمر الافتراضي للاحتياطي الغازي الذي يعتبر أهم مدخلات عملية الإنتاج في محطات التحلية في البحرين، يعتبر تحديا آخر من المتوقع أن يزيد من صعوبة الواقع المائي في البحرين. يضاف لذلك أن محطات التحلية ستظل مهددة بأي تسربات محتملة لناقلات النفط العملاقة في الخليج العربي، أو بسبب التوترات الأمنية في المنطقة التي شهدت حروبا ضروس خلال العقود الماضية. وليس بخاف الحروب في المنطقة تعتبر أحد المصادر المؤثرة في مستويات التلوث الجوي والبحري بوجه خاص، حيث لعبت الحرب العراقية الإيرانية وحرب الخليج الثانية، دورا كبيرا في تلويث مياه وأجواء الخليج العربي. فابتداء بالتسرب النفطي الهائل من حقل نيروز الإيراني عام 1983، ومرورا بحرب الناقلات في خريف 1984، وانتهاء بكارثة إحراق آبار النفط الكويتية، وتدمير آلات الحرب الكيميائية والجرثومية. ومما يعقد من المشكلة أن تلك الحروب تعطل كل الجهود الإقليمية المشتركة لمحاربة التلوث بما فيها تلك المقرة باتفاقيات دولية. كما انه من المجازفة بمكان بناء سياسة مائية استراتيجية كاملة قائمة على مورد واحد، وهذا في الواقع ما دفع قطر على سبيل المثال إلى إبرام اتفاقية مع إيران لبناء أنبوب يمتد 1800 كيلومتر لضخ المياه إليها[26].

من الجدير بالذكر هنا، أن إنتاج المياه في المنطقة يعتبر مصدرا مهما لأرباح مصادر تصدير تكنولوجيا المياه، وبالنتيجة، سيظل من مصلحة الدول المتحكمة فيها، المحافظة على الوضع القائم لأطول فترة ممكنة، حيث أنها بذلك ترسخ حالة من التبعية المطلقة مع الأطراف المستفيدة من هذه التكنولوجيا، وتضمن بذلك استمرار أرباحها ما لم تبتكر جهات أخرى تقنيات متقدمة قادرة على المنافسة في السوق الدولية [27].

---

[25] سوف نأتي على ذكر التكاليف الاسمية والحقيقية لتحلية مياه البحر بالتفصيل في الفصل السادس.

[26] تم التوقيع المبدئي على اتفاق بين إيران وقطر تزود به الأولى الثانية بالمياه العذبة بتكلفة 13 مليار دولار (مركز الخليج للدراسات الاستراتيجية، 2000).

[27] توصلت شركة "بنكور تكنولوجيز" الكندية على مدى ثلاثة عقود من التجارب إلى احدث التقنيات أطلق عليها تقنية "بيما" الليزرية لتحلية المياه وإنتاج الأملاح لأغراض تجارية، وقد اشترت إحدى الشركات العاملة في دولة الإمارات

وأخيرا، لا بد من عدم تجاهل آثار التوتر الأمني المحتمل في منطقة الشرق الأوسط، والذي ربما استهدف تدمير محطات التحلية، باعتبارها مشروعات حيوية وأهدافا سهلة في أي صراع أمني شرق أوسطي.

ثالثا: مياه الصرف الصحي المعالجة بدولة البحرين :

1. مقدمة:

بدأت البحرين تنفيذ المخطط الرئيسي لمشروع الصرف الصحي في عام 1976، وبدأ العمل في تنفيذ إنشاء المجاري الرئيسية 1977، وبحلول عام 1979 أنجزت خطوط الصرف الصحي الرئيسية ومحطات الضخ وتم توصيل أول مجرى بشبكة المجاري الجديدة، كما قدمت في ذلك العام الخطة الرئيسية لشبكة المجاري الفرعية. وفي الفترة 1977–1979 تم استصلاح أراضي خور المقطع في توبلي لإنشاء مشروع توبلي لمعالجة مياه الصرف الصحي، الذي اصبح فيما بعد المحطة الرئيسية لمعالجة مياه الصرف الصحي في البحرين. وبحلول عام 1979 أنجز جزء من مشروع خطوط الصرف الصحي الثانوية وتوصيلات المنازل، والذي توقف بموجبها تدفق مجاري كل من مدينة المنامة والمحرق ومدينة عيسى باتجاه البحر. وفي عام 1980 بدء العمل في المرحلة الأولى لمركز توبلي لمعالجة المياه، وتم توصيل مدينة حمد بمركز توبلي لمعالجة المياه في عام 1984، كما تم في نفس العام إعداد استراتيجية شاملة لشبكة مياه المجاري ومعالجتها.

أما أطوال خطوط المجاري الرئيسية والثانوية المنجزة حتى عام 1993 فبلغت حوالي 1482 كيلومتر، تم بموجبها توصيل خدمات الصرف الصحي بشبكة الصرف الصحي العامة لتخدم 60% من السكان، بينما بلغت محطات الضخ الرئيسية والفرعية 13 محطة و 297 محطة على التوالي. أما الاستثمارات الحكومية الرأسمالية المنجزة فعلا في هذا القطاع، فقد بلغت حوالي 223 مليون دينار خلال الفترة 1977 – 1993، موزعة على المجاري الرئيسية، والخدمات الهندسية، والصيانة والتشغيل، ومنطقة سترة الصناعية، ومركز معالجة المياه بتوبلي.

من جهة أخرى، أشارت الجهات الرسمية من واقع بيانات عام 1999 أن المساحات الزراعية في البلاد، والبالغة 8 آلاف هكتار، **لا يمكن زيادتها إلا عن طريق معالجة مياه الصرف الصحي**، علما أن نسبة المياه المعالجة المستخدمة في الري لا تزيد عن 8% من مجمل الاستهلاك الزراعي. أما عدد السكان المستفيدين من خدمات مشروع المجاري فيبلغ 420 ألف نسمة، أي حوالي 67% من السكان. علما بان العمل جاري على قدم وساق لاستكمال مشروع المجاري وتزويد كافة مناطق البلاد بهذه الخدمة، حيث انتهت وزارة الأشغال من مراجعة الخطة المرسومة في عام 1985. ومن

تراخيص استغلال هذه التقنية. كما وقع اتفاق مع إحدى الشركات السعودية، بموجبه التزم الوكيل بتقديم قرض للمساهمة في تمويل إنشاء نموذج تجريبي لوحدة إنتاجية على ناقلة نفط يبلغ إنتاجها 100 مليون جالون من الماء العذب يوميا. وقد عرضت هذه التقنية للمرة الأولى في "مؤتمر الخليج الرابع للمياه" الذي عقد بالمنامة في يناير 1999. جدير بالإشارة، أن هذه التقنية تحقق وفرا دراماتيكيا في التكلفة، مقارنة بالتقنيات السائدة. وهذا ما سنستعرضه للأهمية بالتفصيل في نهاية الفصل السادس. وأخيرا، نلفت الانتباه إلى أن هذه التقنية اظهر قدرة على إنتاج 100 مليون جالون من الماء العذب يوميا باستخدام 101 مليون جالون من مياه البحر، علما بأن تقنية الترشيح الازموزي تتطلب 500 مليون جالون من مياه البحر لإنتاج 100 مليون جالون من الماء العذب، كما تتطلب معالجة كيميائية لتنقيتها ثم تسخينها باستخدام الطاقة الكهربائية.

المؤمل أن يقود المشروع إلى تخفيض نسبة اعتماد الزراعة على المياه الجوفية إلى 40% فقط[28]. بيد أن توسيع نطاق مشروع الصرف الصحي بالكامل ليشمل مجمل المناطق السكنية في البلاد مرهون بقدرة الميزانية على التمويل في السنوات المقبلة.

2. مستوى معالجة مياه الصرف الصحي وطاقتها الراهنة والمستقبلية:

نفذت البحرين مشروع استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في عام 1982 بغية استخدامها للأغراض الزراعية، إلا أن المعالجة الفعلية للمياه بدأت في عام 1984، بينما بدأ استخدام المياه المعالجة للأغراض الزراعية في عام 1985. وفي عام 1989 تم توسعة مشروع معالجة مياه الصرف الصحي، وشملت محطات ضخ فرعية، ومحطة معالجة مركزية في توبلي، و10 محطات فرعية، وخطوط نقل وتوزيع رئيسية بطول 40 كيلومتر، إضافة إلى 22 موقعا للتخزين. ويشكل إجمالي تدفق مياه الصرف الصحي المجمعة عبر شبكات الصرف حوالي 70% مقارنة بإجمالي مياه الصرف الصحي.

تبلغ إجمالي المياه المعالجة بمحطة توبلي التي تعتبر المحطة الرئيسية لمعالجة مياه الصرف الصحي حوالي 150 ألف متر مكعب يوميا، يعالج منها ثنائيا 110 ألف متر مكعب يوميا وتلقى في البحر، بينما تعالج الكميات المتبقية والبالغة 40 ألف متر مكعب معالجة ثلاثية، يستفاد من 10 آلاف متر مكعب منها في ري الأعلاف، بينما توجه الغالبية العظمى من الكميات المتبقية نحو أشجار الزينة في بعض مناطق البحرين، كمنطقة بوري وعذاري ومدينة حمد، ومن المؤمل أن تغطي المرحلة الثانية (لم تبدأ بعد)، كل المنطقة الغربية، أي من الزلاق وحتى الجسرة. وعليه، يتبين أن الكميات المعالجة ثنائيا (110 ألف متر مكعب يوميا) لا تتجاوز 26.7% مقارنة بإجمالي المياه التي تتلقاها محطة توبلي التي تعتبر اكبر محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي في دولة البحرين، حيث أن نصيبها من المعالجة الثلاثية الإجمالية في البلاد تبلغ حوالي 88%، مقابل 95% للمعالجة الثلاثية.

تجدر الإشارة إلى انه بجانب محطة توبلي، هناك محطات أخرى اقل طاقة إنتاجية من محطة توبلي، إلا أنها تلعب دورا مهما في المحافظة على البيئة، وهي محطة النويدرات لمعالجة مياه الصرف الصحي، ومحطة عسكر، ومحطة دمستان وجو والجسرة وجده وسترة الصناعية وشمال ألبا وغرب الرفاع ومحطة جامعة البحرين. والجدول (3-5) يبين طاقة ومستوى المعالجة في كل محطة من محطات المعالجة العاملة في دولة البحرين. والجدول (3-5) يعطي تفصيلا حول طاقة معالجة محطة توبلي والمحطات الأخرى في البلاد في عام 1999.

---

[28] تصريح صفي لوزير الأشغال والزراعة لجريدة أخبار الخليج، العدد 3788 بتاريخ 18 يوليو 1999.

جدول (3-5) : طاقة ومستوى المعالجة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي في عام 1999

	المحطـــــة	الطاقة القصوى لمعالجة مياه الصرف الصحي بالمحطات القائمة (متر مكعب يوميا)					
		المعالجة الثنائية	الوزن النسبي (%)	المعالجة الثلاثية	الوزن النسبي (%)	المجموع	الوزن النسبي (%)
1	**توبلي**	**110,000**	**87.8**	**40,000**	**94.9**	**150,000**	**89.5**
2	النويدرات	8,000	6.4	-	-	8,000	4.8
3	عسكر	300	0.2	-	-	300	0.2
4	دمستان	-	-	350	0.8	350	0.2
5	جو	-	-	450	1.1	450	0.3
6	الجسرة	-	-	-	-	-	-
7	جده	-	-	150	0.4	150	0.1
8	ستره الصناعية	7,000	5.6	-	-	7,000	4.2
9	شمال ألبا	-	-	880	2.1	880	0.5
10	غرب الرفاع	-	-	-	-	-	-
11	جامعة البحرين	-	-	300	0.7	300	0.2
	المجموع	125,300	100	**42,130**	**100**	167,430	100

المصدر : من إعداد الباحث.

وبنظرة اكثر شمولا، يتبين أن البحرين لا تستخدم سوى 13% من إجمالي المياه الموجهة نحو القطاع البلدي، إذ لا يزيد حجم المستخدم من هذه المياه (المعالجة الثلاثية) عن 42,130 متر مكعب يوميا (15.4 مليون متر مكعب سنويا)، مقارنة بـ 323,562 متر مكعب يوميا (118.1 مليون متر مكعب سنويا) تمثل مجمل طلب القطاع البلدي في عام 1999، بينما يصل حجم مياه الصرف الصحي المعالجة ثنائيا إلى 125,300 متر مكعب يوميا، أي حوالي 45.7 مليون متر مكعب سنويا، أي ما نسبته 38.7% مقارنة بإجمالي المياه الموجهة نحو القطاع البلدي (راجع الجدول 3-3).

3. مستوى المعالجة في البحرين مقارنة بمثيلاتها في دول مجلس التعاون الأخرى:

دخلت المياه المعالجة للمنطقة في بداية الثمانينات مع استكمال بناء محطات المعالجة وشبكات الصرف الصحي في معظم المدن الكبرى في هذه الدول. وقد سجلت البحرين الترتيب الثالث خليجيا من حيث الوزن النسبي للمياه المعالجة كنسبة في إجمالي الموارد المائية المستغلة، حيث شكلت المياه المعالجة 4.5% مقارنة بإجمالي الموارد المائية بدول المجلس كمتوسط للعامين 1995-1996، مقابل 21.2%، و12.6% لكل من قطر والكويت على التوالي لنفس الفترة. والجدول (3-6) يظهر الوزن النسبي لموارد المياه المتاحة في دولة البحرين مقارنة بدول مجلس التعاون.

جدول (3-6) : الوزن النسبي لموارد المياه المتاحة في دول مجلس التعاون (متوسط العامين 1995-1996)

الدولة	المياه الجوفية (%)	المياه المحلاة (%)	المياه المعالجة ثلاثيا (%)
دولة البحرين	76.0	19.5	**4.5**
قطر	50.1	28.7	**21.2**
الكويت	29.1	58.3	**12.6**
سلطنة عمان	92.9	4.3	**2.7**
السعودية	94.7	4.4	**0.8**
الإمارات	78.3	18.7	**3.0**
المتوسط لدول المجلس	90.8	7.5	**1.8**

المصدر : (زباري، 1999)

وفي البحرين يخطط لاستخدام معظم الكمية بحلول عام 2005. والجدول التالي يظهر كميات المياه المعالجة والمعاد استخدامها في البحرين مقارنة بدول مجلس التعاون.

وتشير الدراسات (زباري، 1999) أن سعة المحطات بدول المجلس تصل إلى اكثر من 1100 مليون متر مكعب سنويا، بينما يتم معالجة 915 مليون متر مكعب سنويا. أما إعادة استخدام المياه المعالجة فلا تتجاوز 392 مليون متر مكعب سنويا، أي حوالي 43% من المياه المعالجة، والباقي يرمى في البحر أو الوديان. أما المعالجة الثلاثية فتستغل في الزراعة التجميلية، وهذا ما لا يعطي للمياه قيمتها الاقتصادية الحقيقية في ظل الوضع المائي الحرج. والجدول (3-7) يبين كميات مياه الصرف الصحي المعالجة والمعاد استخدامها، وعدد المحطات ومستوى المعالجة في كل دولة من دول مجلس التعاون الخليجي.

جدول (3-7): مياه الصرف الصحي المعالجة والمعاد استخدامها في دول مجلس التعاون (متر مكعب في اليوم).

الدولة	إجمالي المياه المعالجة	إعادة الاستعمال		مرافق المعالجة		
	الكميات	المعدل	النسبة	عدد المحطات	السعة	مستوى المعالجة
البحرين*	**167,430**	**40,000**	**24**	**1 (كبيرة: توبلي)** **10 (صغيرة)** **1 (كبيرة: توبلي)** **10 (صغيرة)**	**40,000** **2,130** **110,000** **15,300**	**ثلاثي** **ثلاثي** **ثنائي** **ثنائي**
الكويت	282,190	142,465	51	4 (كبيرة)	354,000	ثلاثي
عمان	71,733 >	58,988	82 >	2 (كبيرة) 250 (صغيرة)	24,000 5000-50	ثلاثي
قطر	282,190	254,795	90	2 (كبيرة) 11 (صغيرة)	80,000 3000-120	ثلاثي وثنائي
السعودية	1,440,000	411,000	29 >	28 <	1,830,000	ثلاثي وثنائي
الإمارات	280,000	170,000	61	4 (كبيرة)	295,000	ثلاثي
الإجمالي اليومي	2,523,530 *	1,073,250	43 >		3,000,000	
الإجمالي السنوي	615 مليون م3 *	392 مليون م3			1,100 مليون م3	

المصدر: (زباري، 1999).

* حدثت البيانات بناء على ما تضمنته إحصاءات وزارة الأشغال والزراعة، راجع للمزيد من التفاصيل الجدول (3-5).

4. تكلفة معالجة مياه الصرف الصحي :

تقدر تكلفة معالجة مياه الصرف الصحي ثنائيا بحوالي 0.062 دينار (0.164 دولار)[29] للمتر المكعب من الميله، و0.119 دينار (0.317 دولار) للمياه المعالجة ثلاثيا (النعيمي، 1999). وأخذا بالاعتبار كمية المياه المعالجة ثلاثيا، والبالغة 11,680 ألف متر مكعب سنويا (32 ألف متر مكعب يوميا)، فإننا نصبح إزاء حوالي 1.4 مليون دينار (3.7 مليون دولار)، مقابل 2.9 مليون دينار (7.7 مليون دولار) للمياه المعالجة ثنائيا، على اعتبار أن الكميات تعادل حوالي 46,720 ألف متر مكعب سنويا (128 ألف متر مكعب يوميا). وبوجه الإجمال، تقدر التكلفة الإجمالية لمعالجة مياه الصرف الصحي في محطة توبلي بحوالي 4.3 مليون دينار (11.4 مليون دولار). الأمر الذي يلح بدراسة جدوى توظيف هذه المياه في خدمة مختلف القطاعات الاقتصادية، ودراسة امثل استغلال اقتصادي لهذه المياه المعالجة، في إطار خيارات وأولويات واضحة، لاستعادة ولو جزءا من تلك التكاليف.

[29] يقصد بالدولار والسنت في هذه الدراسة الدولار والسنت الأمريكيين.

5. الخطط المستقبلية:

وضعت وزارة الأشغال والزراعة خطة استراتيجية حديثة لتوصيل شبكة المجاري إلي كافة مناطق البلاد التي شـــهدت توسعات كبيرة في السنوات القليلة الماضية. وبالرغم من أن جملة المصروفات على شبكة المجاري بالبحرين بلغت اكـثر من 250 مليون دينار منذ عام 1971 وحتى أكتوبر 2000، استفاد منها 450 ألف مواطن ومقيم، إلا انه من المقـــدر أن تبلغ جملة المصروفات على شبكة المجاري حوالي نصف مليار دينار بحلول عام 2020، يستفيد منها اكثر مـــن مليـــون مواطن ومقيم، وهو ما يمثل تعداد السكان في تلك المرحلة[30].

وتخطط دولة البحرين لمعالجة جميع المياه الواردة لمحطة توبلي معالجة ثلاثية، ولإعادة استخدام معظم المياه المعالجة ثلاثيـا في الري بحلول 2002–2011، ومن المتوقع أن تصل المعالجة الثلاثية منها إلى حولي 73 مليون متر مكعب سنويا. ولأجل تحقيق ذلك، عكفت الحكومة في الربع الأول من عام 1997 على التفاوض مع الصناديق العربية لتمويل المرحلة الثانيـة من مشروع توسعة محطة المياه المعالجة بتوبلي، والتي تستهدف رفع الطاقة الإنتاجية للمحطة لتغطـي كـل المنطقـة الغربية، الواقعة على الامتداد من الزلاق إلى الجسرة، علما بان إنجاز المرحلة الأولي قد مكن من تغطية مناطق عـــالي وبوري وعذاري وحتى مدينة حمد.

ومن المتوقع أن تساهم تلك الزيادة في الطاقة الإنتاجية في وقف تدهور الرقعة الزراعية من جهـــة، وتوفـير البديـل الأنسب لري أشجار الزينة في تلك المناطق، عوضا عن السحب المباشر من المياه الجوفية لأغراض الري. ومن المؤمـل مع إنجاز المرحلة الثانية تغطية كامل المنطقة الغربية، والتي تضم معظم المناطق الزراعية بالبلاد. إلا أن الأمـل سـيبقى معقودا على إمكانية توسيع طاقة محطات المعالجة في البلاد لتستوعب إعادة استخدام كامل مياه الصـرف الصحـي وتوجيهها لاستخدامات القطاع الزراعي والصناعي.

وقد باشرت وزارة الأشغال والزراعة تنفيذ مشروع تطوير أداء محطات المعالجة لإنتاج واســتخدام ميـاه الصـرف الصحي في سبتمبر 1997، بتكلفة قدرت بصورة أولية بمبلغ 30 مليون دينار (حوالي 80 مليون دولار)، على أن ينفـذ المشروع خلال 4 – 5 سنوات. وسيتم بمقتضاه تحسين ورفع مستوى أداء النظام القائم للمعالجة، مع زيادة القـــدرة الإنتاجية إلى 200 ألف متر مكعب يوميا من المياه المعالجة ثانويا، مع رفع كفاءة المعالجة الثلاثية لضمان إنتاج 60 ألف متر مكعب يوميا من المياه المنقاة، مع توسعتها لاحقا لإنتاج 100 ألف متر مكعب يوميا. من جهة أخـــرى سـيتم بموجب المشروع رفع كفاءة تخزين المياه المعالجة لضمان الاستخدام الفعال لعشرين ألف متر مكعب من المياه المخزنـة حاليا، وإضافة وسائل تخزين جديدة لخمسين ألف متر مكعب. كما سيتم تمديد شبكة النقل لتغطي مناطق جديـدة، مع رفع كفاءة الشبكة الحالية. أما الهدف من المشروع فهو زيادة إنتاج المياه المنقاة، واستعمالها في الأغراض الزراعيـة وري أشجار الشوارع والحدائق العامة لتخفيف الضغط على المياه الجوفية.[31]

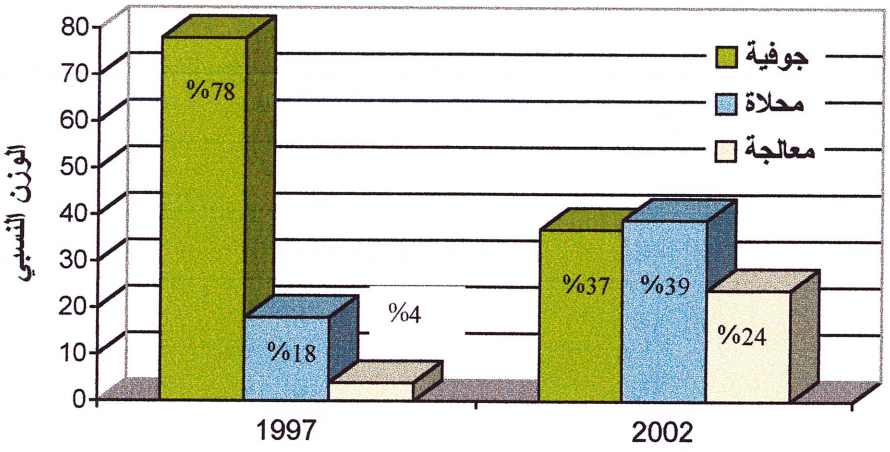
وبناء على تلك الخطط والاستراتيجيات بعيدة المدى، قدرت وزارة الكهرباء والماء مصادر المياه في عام 2002 (أخـذا بالاعتبار مشاريع التوسعة) على النحو التالي: 37% من المياه الجوفية، و39% مياه محلاة، و24% من مياه الصـــرف الصحي المعالجة، في مقابل 78% للمياه الجوفية، و18% للمياه المحلاة، و4% لمياه الصرف الصحي المعالجـة في عـام

---

[30] تصريح صحفي لوزير الأشغال والزراعة، جريدة أخبار الخليج، العدد 8238، 12 أكتوبر 2000.

[31] تصريح لوكيل وزارة الأشغال والزراعة، جريدة الأيام، العدد 3112، 10 سبتمبر 1997.

1997. والشكل (3-6) يبين توقعات وزارة الكهرباء والماء للوزن النسبي لمصادر المياه بدولة البحرين بين عـلمي 1997 و 2002 (المنصور، 1998).



المصدر: (المنصور، 1998).

شكل (3 - 6): الوزن النسبي لمختلف مصادر المياه في دولة البحرين بين عامي 1997-2002.

6. المشاكل والمعوقات المتعلقة بمياه الصرف الصحي المعالجة:

بالرغم من التأثيرات الإيجابية المؤكدة للمياه المعالجة ثلاثيا على الزراعة، لاحتوائها على مكونات عضويـــة مخصبـة للتربة، ولانخفاض تركيزات المعادن الثقيلة فيها، إلا أن الكميات الفعلية المنتجة منها لا تتجاوز 8.7% مقارنة بإجمـالي المياه الموجهة للزراعة، والبالغة 135 مليون متر مكعب في عام 1995، بينما تبلغ نسبتها إلى جملة المياه المعالجة في محطـة توبلي 14.4% فقط. أما نسـبتها إلى جملة مياه الصـرف الصحي المعالجة فلا تتجاوز 10% فقط. ممـا يطـرح جدوى التوسع في استغلال الطاقة القصوى لمحطة توبلي لمعالجة المياه التي تستوعب راهنا حـوالي 99% مـن طاقـة المعالجة الكلية في البلاد. بيد أن هناك عقبات عدة في هذا الصدد، نذكر أهمها على النحو التالي:

أ. غياب رؤية استراتيجية شاملة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية تعكس الأولويات وتمكن من معرفـة المسـارات المأمولة لمختلف القطاعات الاقتصادية. وأهمية هذا الأمر يكمن في إمكانية ترتيب الأولويات في إطار التخطيـط لتوظيف المياه المعالجة توظيفا يراعي الجدوى الاقتصادية. وقد ترتب عن ذلك بالنتيجة غياب المشروعات التي مـن شأنها استيعاب الكميات المعالجة في المستقبل، في إطار دراسات تقييم امثل استخدام للمياه المعالجة. ويتبين أهميـة ذلك من ضرورات إعطاء الموارد المحدودة المتاحة في البلاد قيمتها الحقيقية، وتوجيه المياه المعالجـة نحـو تلـك القطاعات التي تدر اكبر قيمة مضافة.

ب. الحاجة لتطوير تقنيات المعالجة، بالكيفية التي تتيح التخلص من كافة المركبات السمية التي تبقى عالقـة بالميـاه المعالجة، كالكادميوم، والتي تحول في الواقع دون توظيف إجمالي المياه المعالجة التوظيف الأمثل.

ج. الحاجة لتوسيع شبكات الصرف الصحي وشبكات توزيع المياه المعالجة. وتعد هذه المشروعات في الواقع من بين مشروعات البنية الأساسية العالية التكلفة، الأمر الذي يتطلب اعتماد ميزانيات كبيرة تشكل عبئا على الميزانية العامة للدولة.

د. عدم إنجاز مشروع شبكة تجميع كامل مياه الصرف في البحرين، وارتهان ذلك بمصادر الدخل في الميزانية العامة، المرهونة هي الأخرى بأسعار النفط في السوق الدولية. ومن المعلوم أن التكاليف الإنشائية لهذا المشروع عالية وثقيلة العبء على الميزانية العامة.

ه. المحددات القيمية التي تدفع المستهلك لرفض استخدام المياه المعالجة لاعتبارات دينية.

و. ضعف الوعي لدى المواطن نتيجة لضعف الفعل الإعلامي الذي يؤمل منه أن يغير نظرة الإنسان للمياه المعالجة في ظروف شح مصادر المياه وعبئها على التنمية الاقتصادية والاجتماعية في دولة البحرين.

ز. ضعف مساهمة مراكز البحوث في ممارسة دورها في معالجة المشكلة المائية، كالبحث في السبل التي من شأنها تخفيض تكلفة الإنتاج، وإيجاد البدائل في ظل شح مصادر الموارد المائية.

القسم الثاني: محددات ومصادر استنزاف الموارد المائية في دولة البحرين

1) مدخل:

بخلاف واقع الحال في الستينات و السبعينات، أصبح من المتعذر راهنا استخدام المياه الجوفية مباشرة في الاستخدامات المترلية، نظرا لارتفاع معدلات ملوحتها، وبالتالي فإن تحلية مياه البحر لم تغد وسيلة لمعالجة العجز المائي، بقدر كونها وسيلة لازمة لتوفير المياه الصالحة للشرب والاستخدام الآدمي، وبهذا تصبح مشروعات التحلية مشروعات حيوية وملحة لتوفير الماء، باعتباره حاجة حياتية واستراتيجية لا غنى عنها.

إن إحدى الوسائل الممكن اللجوء إليها في سبيل حل المعضلة المائية تكمن في إمكانية تحلية مياه البحر، بيد أن الواقع يظهر أن تلك الحلول النظرية هي حلول عسيرة للغاية في المدى البعيد، وربما المنظور، حيث تصطدم بمحدودية الموارد المالية المتاحة، وبثقل تكلفة مشروعات تحلية مياه البحر في الميزانية العامة للدولة، وبالقدرة على ملاحقة تطور الطلب الإجمالي المتسارع على المياه. وبمعنى آخر فإن تخفيض الكميات المستخرجة من مخزون المياه الجوفية، الذي أصبح أحد الخيارات الملحة، يتوقف في الواقع على إمكانية تطوير الطاقة القصوى لمشروعات التحلية القائمة، وإمكانية إنشاء المزيد منها، حيث لا يخفى ما لمشروعات التحلية من كلفة عالية على الموازنة العامة، التي تواجه بدورها بحقيقة **احتمال انخفاض وربما انهيار أسعار النفط الذي يشكل عصب الإيرادات العامة**، حيث أن قطاع النفط لا يزال يهيمن على الإيرادات العامة بنسبة تناهز 60%.

من جهة أخرى، تشير البيانات إلى عدم ظهور **تحسينات تكنولوجية من شأنها تخفيض تكلفة تقنية تحلية المياه** في السنوات الماضية، بل على العكس من ذلك تشير الحقائق الراهنة إلى ارتفاع اتجاه متوسط التكلفة في البحرين عبر الزمن، فقد ارتفعت **التكلفة الاسمية** [32] للمتر المكعب من المياه في المتوسط من 0.265 دينار في عام 1992 إلى 0.274 دينار في عام 1997، أي بمعدل نمو 3.4%. علما بان تلك التكلفة لا تتضمن **التكلفة الحقيقية** للطاقة، باعتبارها مدخلا رئيسيا في الإنتاج. وفي الحالتين فان أسعار الوقود وأسعار المياه في البحرين لا تعكسان الندرة النسبية للموردين المائي والنفطي، الأمر الذي يعكس التشوه في الأسعار.

من المعلوم أن المياه الجوفية تستحوذ على المرتبة الأولى بين مصادر المياه في دولة البحرين، بواقع 76%. تليها المياه المحلاة بواقع 19.5%، فالمياه المعالجة بواقع 4.5%. ومن جهة أخرى، استحوذ قطاع الزراعة على الجزء الأعظم من إجمالي المياه المنتجة في عام 1995، حيث استأثر على 56.1%، مقارنة بـ 37.3%، و6.6% لكل من القطاع البلدي والصناعي، على التوالي. بينما استأثر على حوالي 70% من جملة المياه الجوفية في عام 1999، مقارنة بـ 28% للقطاع البلدي، و3% للقطاع الصناعي. أن هذه الحقائق تبرز جدوى **استهداف طلب القطاع الزراعي** عند العزم على معالجة المأزق المائي في دولة البحرين.

من الجدير بالإشارة أن تلك الحقائق قادت بالفعل إلى **اتخاذ سياسات وتشريعات مائية رادعة**، كان من شأنها تخفيض إجمالي الطلب الزراعي على المياه الجوفية، وهذه سابقة لم تشهدها البحرين إطلاقا في السنوات السابقة. بيد

---

[32] سنتطرق في الفصل السادس إلى تفاصيل تطور متوسط التكلفة الاسمية والحقيقية لإنتاج المتر المكعب من المياه المحلاة.

أن الحقيقة تؤكد كذلك أن **سوء نوعية المياه الجوفية، وعدم ملاءمتها لاحتياجات القطـــاع الزراعـــي**، ســـاهمت بالنتيجة هي الأخرى في انخفاض الطلب على المياه الجوفية للأغراض الزراعية في العديد من مناطق البلاد، يضـــاف إلى ذلك **فرض تركيب عدادات المياه على المزارع، ونية فرض تعرفة على المياه الجوفية للأغراض الزراعيـــة** بواقـــع 0.005 دينار للمتر المكعب. لقد قادت مجمل تلك الأسباب إلى انخفاض إجمالي الطلب على المياه الجوفيـــة في عـــام 1999. والجدول (3-8) يظهر **أول انخفاض كبير في الطلب على المياه الجوفية للأغـــراض الزراعيـــة**، وانخفـــاض استهلاك المياه الجوفية في القطاع البلدي والصناعي بين عامي 1996 و 1999.

جدول (3-8): استهلاك المياه الجوفية من طبقة الدمام وفقا للقطاعات المختلفة خلال الأعوام 1996-1999

القطاع	الاستهلاك بملايين الأمتار المكعبة	النسبة المئوية
استهلاك المياه الجوفية وفقا للقطاعات المختلفة لعام 1996		
القطاع الزراعي	**169.04**	**71.07**
القطاع البلدي	65.16	25.97
القطاع الصناعي	7.43	2.96
المجموع	**250.9**	**100**
استهلاك المياه الجوفية وفقا للقطاعات المختلفة لعام 1997		
القطاع الزراعي	**178.34**	**71.07**
القطاع البلدي	65.16	25.97
القطاع الصناعي	7.43	2.96
المجموع	**250.9**	**100**
استهلاك المياه الجوفية وفقا للقطاعات المختلفة لعام 1998		
القطاع الزراعي	**180.52**	**71.07**
القطاع البلدي	65.96	25.97
القطاع الصناعي	7.52	2.96
المجموع	**254.00**	**100**
استهلاك المياه الجوفية وفقا للقطاعات المختلفة لعام 1999		
القطاع الزراعي	**155.99**	**69.49**
القطاع البلدي	62.29	27.75
القطاع الصناعي	6.20	2.76
المجموع	**224.48**	**100**

المصدر: جدول مركب استقيت بياناته من جداول وزارة الأشغال والزراعة، إدارة مصادر المياه.

2) السياسة السكانية:

لا بد من إعادة التوازن بين معدلات النمو السكاني، وزيادة الإمكانات الإنتاجية للعناصر البيئية إذا أريد تحقيق التنمية المستدامة. من جانب آخر يعتبر النمو السكاني أحد ابرز مسببات الأزمة المائية، ليس في البحرين فحسب، بـــل وفي

مجمل الدول العربية. ونظرا لأهمية هذا المتغير، وجدنا إفراد هذا الجزء من الدراسة لعرض كافة جوانب المسألة السكانية، علما بان هذا الموضوع كثيرا ما يعرض باستحياء لحساسيته الخاصة، ولارتباطه بالقيم الاجتماعية، وربما الدينية.

أ. متغير السكان باعتباره أحد أهم محددات الطلب على المياه:

إن موضوع السكان ليس حديثا، فقد تم حصر السكان منذ آلاف السنين في الصين القديمة وبابل وفلسطين ومصر وروما. وترجع بدايات التعدادات السكانية للقرن السادس عشر في أوروبا، أما استخدامات التعداد السكاني لأجل الدراسة الشاملة لديناميكية السكان فلم تستخدم إلا في فترات حديثة نسبيا (أرسدول، 1982)، حيث أن تلك النشاطات السكانية لم تكن إعدادا لسياسات أو توجهات مدروسة تستهدف التحكم في المسار المستقبلي للسكان، وإنما كانت في الغالب لا تعدو العد والإحصاء العددي للأنفس، وذلك غالبا لمقابلتها باحتياجات التوسع وإمداد الجيوش بالرجال. أما السياسات السكانية فهي أشمل فهما وعمقا. لهذا يمكننا القول أن المسوح السكانية ليست جديدة، بل الجديد هو السياسة السكانية.

ولعل أول الاقتصاديين الذين تناولوا الآثار السلبية للنمو السكاني هو الإنجليزي مالثوس 1766 – 1824 الذي طرح رأيا مثيرا، عندما عزا الفقر إلى تزايد الناس بوتيرة أسرع من تزايد وسائل العيش (الموارد). خالصا إلى أن تدهور مستوى المعيشة وشيوع ظواهر الفقر يرجع إلى جدب الطبيعة وبخلها، في مقابل استمرار النمو السكاني في التصاعد. وخرج بجملة من الاقتراحات لاقت مواجهة عنيفة، لعل أهمها الامتناع عن الزواج والإنجاب، والدعوة إلى عدم مواجهة الأمراض والجوع (حموده، 1989).

وهناك في عالم اليوم حقائق دامغة ومذهلة لا يمكن تجاهلها عن المشكلة السكانية. فطبقا لبعض الإحصاءات يولد يوميا ما يقارب 240 ألف طفل، في حين تبلغ الوفيات 140 ألفا. ومعنى هذا أن سكان العالم يتزايدون بمقدار ثلاثة أطفال في كل ثانيتين. وبحوالي 90 طفل في كل دقيقة. وتأسيسا على ذلك تصل الأفواه الجديدة الصارخة طلبا للطعام إلى حوالي مليون رضيع كل خمسة أيام (زكي، 1984).

ويؤكد الخبراء، أن البلاد التي يحدث فيها النمو المتوازي بين السكان من ناحية، والموارد وتحسن النوعية من جهة أخرى، يضيف فيها السكان إلى الناتج القومي أكثر مما يستهلك، مما يحول أثر السكان إلى أثر إيجابي. وعلى عكس ذلك، عندما لا تقترن تلك الزيادة السكانية بنمو موازن في الطاقات الرأسمالية والقدرات الفنية والعلمية، أو عندما يكون نمو الأخيرة أقل من النمو السكاني، في هذه الحالة يأخذ نمو السكان من الناتج القومي في صورة استهلاك أكثر مما يضيف إليه، فيولد ضغطا متزايدا على مشروعات البنية الأساسية والمرافق العامة [33].

لقد قاد الإدراك المتأخر لهذه الحقائق إلى ظهور اتجاه عالمي جارف يدعو إلى تنظيم الزيادة السكانية، بالرغم مما تواجهه من اعتراضات دينية وثقافية قوية. ومع "ارتفاع عدد سكان العالم من 1550 مليون نسمة في مطلع القرن العشرين، إلى 4464 مليونا عام 1980. وتوقع وصوله إلى 6300 مليونا عام 2020" (عقيل، 1990)، بدأت دراسات السكان تحظى باهتمام متزايد، نظرا لارتباطها الوثيق بالدراسات السياسية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية وغيرها.

---

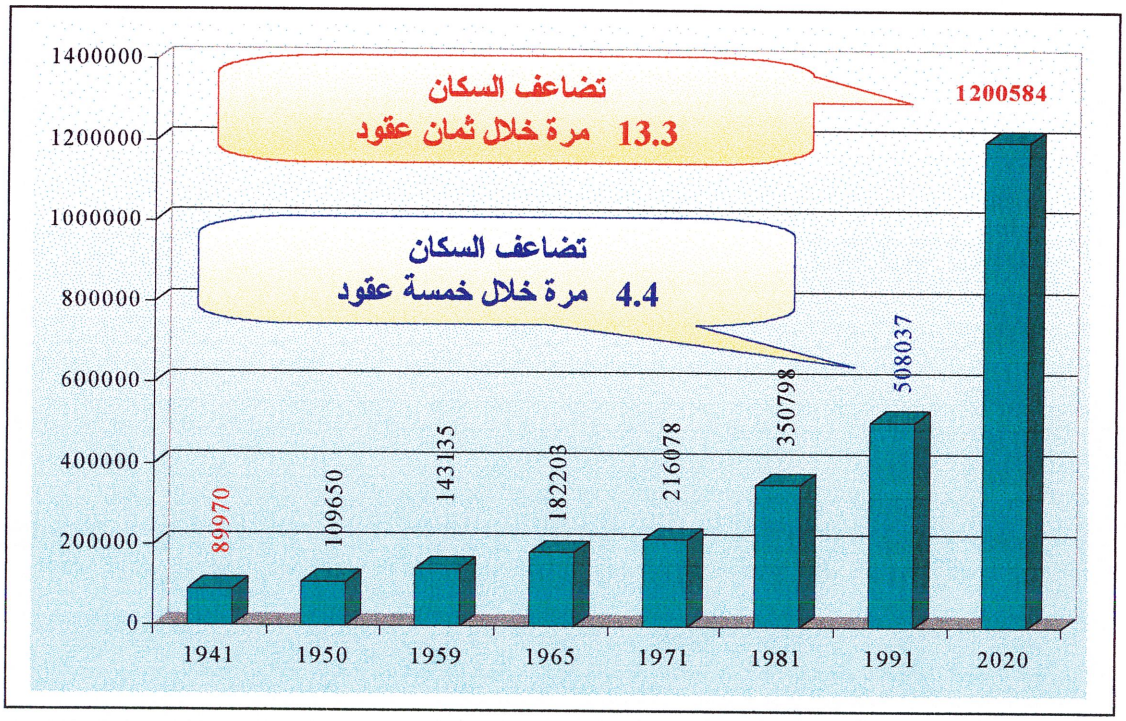
[33] سعيد النجار : ملحق جريدة الأيام الاقتصادي، العدد 2144، 17 يناير 1995.

ويكفي للتدليل على ذلك الإشارة إلى تعدد المؤتمرات العالمية المعنية بمعالجة المشكلة السكانية، بدءا "بمؤتمر روما" عام 1954، إلى "مؤتمر بلجراد" عام 1965، فـ "مؤتمر بوخارست" عام 1974، فـ "مؤتمر مكسيكو" عام 1984 (حسن، 1997).

وعلى المستوى العربي، شهدت الأردن انعقاد "المؤتمر الأول للسكان والتنمية" عام 1984، واختتم بإعلان حدد الاتجاهات الرئيسية لنمو السكان وآثار البيئة والتنمية على السكان والتنمية في العالم العربي. تبعه "المؤتمر الثاني" في الأردن كذلك عام 1993، فـ "مؤتمر القاهرة" عام 1994. علما بان هذا الأخير حضره حوالي 20 ألف مشارك، يمثلون جهات حكومية وغير حكومية.

ويوصف موضوع السكان بأنه من اكثر قضايا الدول النامية تخلفا، نظرا لالتهامه جزءا كبيرا مما تحققه التنمية الاقتصادية من إنجازات، فضلا عما تشكله من **ضغوط مرهقة على اقتصاديات الدول النامية**. فبسبب النمو السكاني أضحت الكثير من المؤشرات الطبيعية مهددة بالفعل بالتراجع، كالمؤشرات الصحية والتعليمية وغيرها. وبسببه كذلك نشأت **ضغوط شديدة على الموارد**، وبدأت تظهر حالات مختلفة للتلوث البيئي، وظواهر الفوضى والعنف والجريمة، فضلا عن **احتمالات نشوب الحروب بين دول الجوار صراعا على موارد المياه العابرة للحدود.**

وفي البحرين تضاعف عدد السكان 4.4 مرة في عام 1991 مقارنة بعام 1941، حيث ارتفع من 89,970 ألف نسمة في عام 1941 إلى 508,037 نسمة عام 1991. ومن المتوقع وصوله إلى 1,441,389 نسمة في عام 2020. والشكل رقم (3-7) يلقي ضوءا على ذلك.



شكل (3-7): تضاعف سكان البحرين خلال الفترة 1941 – 2020.

ب. مفهومي المسح السكاني والسياسة السكانية :

لمعرفة التوجهات الحديثة في ميدان السكان، لا بد بداية من معرفة الفرق بين المسوح السكانية من جهة، والسياسات السكانية من جهة أخرى. فالمسح أو التعداد السكاني يعرف بأنه " وسيلة أو أداة للتعرف على السكان. وهو مقياس حالة في فترة زمنية معينة. وهو بمثابة جرد يجرى كل فترة زمنية معينة. ويعرف أيضا بأنه العملية السكانية الهادفة تجميع وتصنيف ونشر البيانات الديمغرافية والاقتصادية والاجتماعية عن جميع أفراد دولة معينة داخل حدود معينة وذلك في زمن محدد" (الصديقي، 1982).

أما السياسة السكانية، فيقصد بها الأشكال والقوانين والأنظمة والإجراءات المحددة التي تمثل أدوات التغير المختارة لتحقيق الأنماط السكانية المرغوب فيها. فالتشريعات والأوامر التنفيذية، وتحديد مجالات التركيز في التعليم والصحة والإسكان وغيرها، والتوزيع الأمثل للمخصصات المالية والموارد الأخرى، تعتبر جزءا لا يتجزأ من محتوى السياسة السكانية. وتعرف كذلك بأنها " مجموعة من القرارات والأنظمة والتشريعات والبرامج وغيرها التي تستهدف بصورة منسقة ومدروسة تشجيع وتعميم قيم وأنماط سلوكية معينة وممارسات محددة، من خلال التأثير على أنماط النمو والتوزيع والتركيب السكاني" (حموده، 1989). وبالنتيجة، فإن تعريف السياسة السكانية لا بد وأن يخلق تفاوتا ما بين السياسات السكانية لمختلف الدول، وذلك من خلال تحديدها لأساليب ووسائل مختلفة، وصولا للأهداف التي ربما تكون أيضا مختلفة. فبينما تستهدف إحداها زيادة النمو السكاني، تركز سواها على تخفيض هذا النمو وتخفيض الخصوبة، وربما استهدفت مؤشرات خاصة بالصحة أو التعليم .. الخ. ويبقى القاسم المشترك للسياسات السكانية متمثلا في شموليتها واحتواءها على كل تلك المجالات بصورة منسقة ومتماسكة ومدروسة.

يشير حموده (1989) في دراسته القيمة "السياسات السكانية في الوطن العربي" أن مجال علم السكان أصبح موضوعا للاختلاف، فبينما حجمه البعض في مفهوم ضيق للديمغرافيا، والذي لا يخرج عن دراسة تركيب السكان وتوزيعهم وبحث عناصر تغير الحجم السكاني، نجد البعض الآخر يفتح مجالا أرحب له ليشمل دراسة العلاقات المتبادلة بين السكان والبيئة المحيطة والموارد والمتغيرات الاجتماعية والاقتصادية، إضافة لتحليل أنماط السكان وتركيبهم وديناميكيتهم. ويطلق على دراسة التغير في حجم وتركيب السكان "ديناميكية السكان".

ج. الواقع الراهن للسكان وآفاقه المستقبلية في دولة البحرين :

تتباين معدلات النمو الاقتصادي والسكاني بشكل كبير من دولة لأخرى، ففي حين يفوق معدل النمو السكاني في بعض دول الخليج 4%، فإن المتوسط في البحرين يبلغ 2.9%، " وهو معدل يزيد كثيرا عن المعدل العالمي البالغ كمتوسط للفترة 1995 – 2000 حوالي 0.3% في الدول المتقدمة، و1.7% في الدول النامية (معهد الموارد العالمي وآخرون، 1999). وعلى خلاف بقية دول مجلس التعاون، فان صغر مساحة البحرين وارتفاع كثافتها السكانية يجعلانها ذات حساسية خاصة تجاه نمو السكان. ولهذا يمكن القول بأن الندرة السكانية وان كانت تعدها بعض الدول مشكلة إقليمية، فان الكثافة السكانية في البحرين مشكلة قطرية دون أدنى ريب. وعليه فستستمر المتطلبات الإنمائية وتلبية الحاجات المتواصلة للمياه، حالها حال الخدمات العامة الأخرى، ما استمر نمو السكان في صورته الراهنة.

تأتي البحرين في الترتيب الرابع على مستوى قارة آسيا من حيث الكثافة السكانية، بعد سنغافورة ومالطا وبنجلادش. وعلى مستوى دول مجلس التعاون الخليجي، تعتبر الكثافة السكانية في البحرين الأعلى[34]، فبوصولها إلى حوالي 903 نسمة للكيلومتر عام 1999، فإنها بذلك تزيد بأكثر من مائة ضعف مقارنة بمتوسط الكثافة السكانية في دول مجلس التعاون الخليجي، الذي يبلغ سكانه حوالي 22 مليون نسمة، بينما تزيد مساحته عن 2.7 مليون كيلومتر مربع، الأمر الذي ينطوي عليه تحديات مستقبلية كبرى، وعلى الأخص في ظل غياب سياسة سكانية واضحة الملامح والآفاق[35]. وبالرغم من انتهاج برامج تنظيم الأسرة والتعليم ومحو الأمية ومعدلات انخراط المرأة في العمل، إلا أنه يظهر من نتائج التعدادات السكانية أن معدل نمو السكان البحرينيين انخفض بالكاد من 2.95% عام 1971 إلى 2.91% فقط عام 1991، مما يؤكد استمرار تلقائية النمو السكاني عند معدل ثابت تقريبا طيلة العقدين المنصرمين.

وقد شهدت فترة السبعينيات والثمانينيات طفرات عالية في السكان، بسبب ارتفاع وتيرة استقدام العمالة الوافدة بالدرجة الأولى. وبالنتيجة، نجد أن وزارة الكهرباء والماء مثلا قد صنفت الفترة السابقة لعام 1985، والتي تبدأ من عام 1975 بأنها من أعلى الفترات التي شهدت طفرات عالية جدا في الطلب على المياه الجوفية، حيث ارتفع من 72,281 متر مكعب في اليوم عام 1975 (15.9 مليون جالون) إلى 219,117 متر مكعب عام 1985 (48.2 مليون جالون)، بينما تضاعف نصيب الفرد من المياه من شبكة توزيع المياه لهذه الفترة من 61 جالون إلى 113 جالون، وقد أرجعت ذلك لأسباب عدة أهمها النمو السكاني (المنصور، 1998)[36]

وقد أظهرت نتائج دراسة العلاقة بين الطلب على المياه من جهة، والتغير في كل من السكان، ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي من جهة أخرى، وجود علاقة قوية. وتبين من النتائج، أن كل زيادة في السكان بنسبة 1% ترفع إجمالي الطلب على المياه بنسبة 0.85%، بينما كل زيادة في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي بنسبة 1% ترفع الطلب على المياه بنسبة 0.48%. ويستدل من النتائج أن متغير السكان يلعب دورا يفوق في تأثيره التغير في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي[37].

---

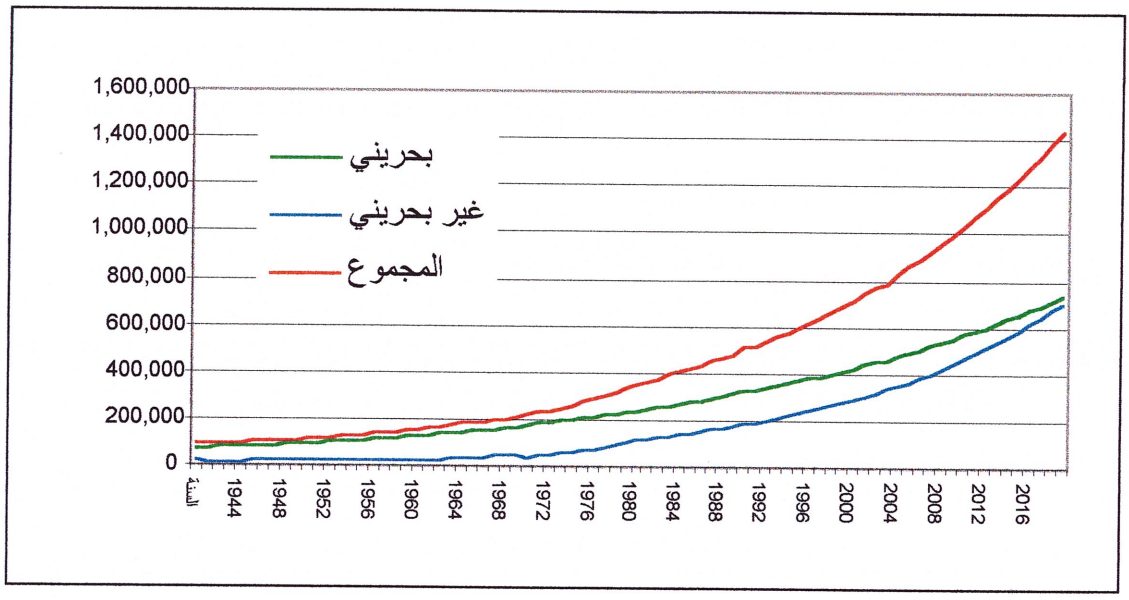
[34] بلغت المساحة الإجمالية للبحرين 706 كيلومتر مربع، بينما بلغت تقديرات السكان لعام 1999 حوالي 637,841 نسمة. من الجدير بالإشارة إننا اعتمدنا الكثافة السكانية على أساس قسمة إجمالي السكان على المساحة الإجمالية للبلاد، ولم نعتمد الكثافة الفيزيولوجية التي تمثل حاصل قسمة إجمالي السكان على مساحة المناطق القابلة للاستقرار.

[35] تلزم الإشارة هنا إلى حقيقة أن الكثافة السكانية للبحرين تزيد بحوالي 7.5 ضعف ما هي عليه في الصين الشعبية، وحوالي 3.2 مرة مقارنة بالكثافة السكانية في الهند، أما أن الكثافة السكانية في سنغافورة فتزيد بخمسة أضعاف مقارنة بالكثافة السكانية في دولة البحرين.

[36] تجدر الإشارة إلى انه بجانب النمو الكبير للسكان، ذكر تدني معدل التعرفة الثابتة، والبالغة آنذاك 1.5 دينار شهريا، بصرف النظر عن الكمية المستهلكة، بجانب ارتفاع معدلات تسرب المياه من شبكات التوزيع والتي قدرت بحوالي 30% مما هو متاح في الشبكة، يضاف إلى ذلك التغير في أنماط السكن من التقليدي إلى الحديث الذي تعتبر الحديقة المترلية أحد مكوناته الأساسية.

[37] (راجع الملحق 3-15 في الصفحة 191).

وفيما يتعلق بالهجرة، فالبحرين حقيقة تصنف من بين الدول التي لم تتخذ بعد مواقف وإجراءات عملية مؤثرة حيال كبر حجم العمالة الأجنبية التي كنا بحاجة لها ذات وقت. أما اليوم، فالمستوى التعليمي لفئة من هم في سن العمل من السكان المواطنين والباحثين عنه، ينفي الفكرة القائلة بأن البلاد لا تزال بحاجة لهذا الحجم الكبير من العمالة الأجنبية لإحداث التنمية. والشكل (3-8) يبين تقديرات الجهاز المركزي للإحصاء بدولة البحرين للسكان البحرينيين وغير البحرينيين خلال السنوات 1941-2020 [38].



شكل (3-8): تقديرات السكان البحرينيين وغير البحرينيين خلال السنوات 1941-2020.

يتبين من الشكل (3-8) أن وتيرة نمو السكان غير البحرينيين تفوق مثيلتها للبحرينيين، ففي حين شكل السكان البحرينيون اكثر من 4.7 ضعف السكان غير البحرينيين في عام 1941، فانه عددهم يكاد يتساوى في عام 2020. ومرجع ذلك تباين نمو كل منهم، ففي حين بلغ متوسط نمو السكان البحرينيين خلال الفترة 1943-2020 حوالي 2.96%، تخطى نمو السكان غير البحرينيين 5% سنويا خلال نفس الفترة[39].

مما تقدم يتضح أنه بالرغم من أن البحرين كان لها السبق على قريناتها في البلاد العربية الخليجية في مجال المسوح السكانية، حيث أجرت أول مسح عام 1941، إلا أنها كجميع الدول العربية لم تشرع بعد في الإعداد لسياسة سكانية ما بالمفهوم الدقيق الذي سبق ذكره، وان كانت بعض الإجراءات ذات تأثير كبير على السكان. فتوجهات الدولة مثلا نحو دعم الخدمات الصحية تركت آثارا إيجابية مباشرة على معدلي توقع الحياة للسكان، وتخفيض معدلات الوفيات، وهما مؤشران ديموغرافيان مهمان يعتبران عادة جزءا مهما في السياسة السكانية. كما أن الاستمرار في رفع مستوى ونوعية الخدمات التعليمية أسهم بوضوح في ارتفاع معدلات انخراط المرأة في العمل، مما أدى بالنتيجة إلى انخفاض معدلات الخصوبة وحجم الأسرة ونسبة الإعالة. وهذا الآخر مكون ديمغرافي مهم في السياسة السكانية. وهناك الكثير من الإجراءات الحكومية التي تعتبر جزءا من محتوى السياسة السكانية، كمكافحة الأوبئة ومحاربة

---

[38] راجع بالملاحق توقعات الجهاز المركزي للإحصاء للسكان البحرينيين وغير البحرينيين لغاية عام 2020.

[39] راجع الملحق الرابع في الصفحة 194.

التدخين والارتقاء بأنظمة وقوانين المرور، وما إلى ذلك. إلا أن مجمل تلك الإجراءات المتناثرة بعيدة عن التنسيق والتكامل والشمول، مما يجعلها أبعد ما تكون عن السياسة السكانية بمفهومها الشامل.

إن حجم الصعوبات والتحديات التي تواجه البحرين تفرض إعادة طرح هذا الموضوع بصوت عال رغم تأخره كثيرا باعتباره ضرورة ملحة. فالبحرين بدأت منذ سنوات تواجه صعوبات لا تستقيم ومستقبل التنمية الاقتصادية والاجتماعية المنشودة، الأمر الذي يلح بانتهاج سياسة سكانية تصب في مسار مواجهة تلك الصعوبات. فحينما نحاول رصد تلك التحديات، فإننا نواجه بحقيقة قرب نضوب الثروة النفطية، وتقلص إيرادات النفط الذي ما انفك يستأثر على المكانة العظمى في إجمالي إيرادات الدولة، واستمرار الزيادة في معدلات البطالة بشكل ملحوظ، واستمرار تدفق أفواج الخريجين سنويا بحثا عن عمل. وفي هذا يقول المناعي (1989) "يتوقع أن تبرز ظاهرة تزايد الأيدي العاملة المحلية المتعلمة والباحثة عن عمل في المنطقة بشكل أكثر حدة في المستقبل نتيجة لنمو السكان وتزايد عدد الخريجين، في الوقت الذي يقدر بأن النمو الاقتصادي وأن استمر سيظل ضمن معدلات متواضعة، الأمر الذي قد يؤدي إلى تضاؤل فرص العمل، وقد يقود إلى بروز مشكلة البطالة بشكل واضح .. مما سيؤثر بشكل سلبي على الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية للمنطقة. كما أن ذلك من شأنه أن يعرقل خطط وبرامج الاستثمار"، وبالنتيجة، التخوف من تناقص مستويات العديد من المؤشرات الطبيعية التي لا تزال عند مستوياتها المتقدمة، كنصيب الفرد من الدخل القومي، والمؤشرات الصحية والتعليمية وغيرها. ولعل احدث تحذير بخطورة معدلات النمو السكاني بدولة البحرين فطرحها مركز الخليج للدراسات الاستراتيجية على لسان د. جمال مظلوم (مستشار المركز) عبر تنظيمه لندوته الخامسة بالقاهرة في سبتمبر 2000، بقوله "إن معدل الزيادة السكانية المرتفع في دول المجلس يمثل عامل ضغط على الموارد وخاصة في الدول القليلة الإنتاج للبترول كالبحرين"[40].

جملة القول، إن النمو السكاني في البحرين، كما في الكثير من الدول النامية، يشكل عبئا ثقيلا على البرامج الإنمائية بوجه عام، ويهدد بتراجع الكثير مما أنجزته التنمية الاقتصادية والاجتماعية في العديد من القطاعات. وتعتقد الدراسة بضرورة دراسة موضوع السياسة السكانية بجدية أكبر، ووضع وسائل وأدوات تكفل تحقيق غايات مستهدفة، في إطار سياسة سكانية شاملة ودقيقة ومعلنة ومنسجمة مع خط سير السياسة الاقتصادية الاجتماعية.

د. السكان وقوة العمل والموقف من عنصر الهجرة :

تختلف مواقف الدول المستقبلة أو المصدرة للهجرة. فبينما تشجع مصر على سبيل المثال هجرة مواطنيها للخارج، تخفيفا من الضغط السكاني ودعما لاقتصادها بالتحويلات. نجد أن دول مجلس التعاون الخليجي كانت تشجع الهجرة الوافدة إليها باعتبارها حلا مؤقتا لتغطية حاجاتها من العمالة. كما أن هناك دول تنتهج سياسة مواجهة الهجرة الوطنية للخارج للحد منها و / أو ربط المهاجرين من المواطنين بالوطن الأم (الجزائر والعراق). ثم أن بعض الدول، ككندا واستراليا، تشترط نوعية معينة من المهاجرين أخذا بالاعتبار الخصائص الاجتماعية والاقتصادية والثقافية. إلا أن لكل دولة من تلك الدول أهدافها الخاصة ولو لمرحلة زمنية ما.

---

[40] د. جمال مظلوم، مركز الخليج للدراسات الإستراتيجية، نقلا عن: جريدة أخبار الخليج، العدد 8217، 21 سبتمبر 2000.

أما بصدد العمالة الأجنبية وهجرتها لدول مجلس التعاون، فيقول عبدالرحمن (1988) "لقد طغى في أقطار المنطقة طوفان من العمالة الوافدة، وتدفق العمالة الوافدة لم يكن وفق سياسة مرسومة، و لم يكن انتقائيا". ويقول " .. فإنها (العمالة الوافدة) في ضخامة حجمها تمثل تكلفة كبيرة من الناحية المالية، ناهيك عن التكلفة الاجتماعية والاقتصادية وربما السياسة".

ولإظهار عبء السكان غير البحرينيين على قطاع المياه في دولة البحرين، نذكر أن نصيبهم من تكلفة المياه الموجهة للاستخدامات البلدية فقط، والمحتسبة وفقا لتكلفة الفرصة البديلة[41] بلغ في عام 1995 اكثر من 18.7 مليون دينار، وهذا ما يدخل في صلب السياسة السكانية المؤزمة للواقع المائي، وهو يمثل في مجمله دعما حكوميا دون مقابل، ويعكس في أحد أبعاده التكلفة الاجتماعية للسكان والعمالة الأجنبية [42].

إن هذه الحقيقة تطرح جدوى تضمين التكلفة الإجمالية للعمالة الأجنبية عند البحث في عنصر الهجرة السكانية، باعتبارها مكونا هاما في السياسة السكانية، مع توزيع تلك التكاليف قطاعيا وصولا للدقة المنشودة. وبصدد التأكيد الرسمي على أهمية الموضوع، أكد وزير العمل والشؤون الاجتماعية على أن موضوع العمالة قد "تصدر جداول أعمال العديد من دورات مجلس وزراء العمل والشؤون الاجتماعية، وما زال محل حوارات ومناقشات في العديد من اللجان الوزارية المنبثقة من مجلس التعاون" [43].

ه. الرأي الآخر في قضية السكان :

حتى نكون منصفين الرأي الآخر، ونمارس ممارسة صحية تجاه الاختلاف في الرأي بصدد قضية السكان، نشير لكتاب "الإمكانات العربية : إعادة نظر وتقويم في ضوء تنمية بديلة" (نصار، 1985). والذي يذكر فيه قوله "نحب لدى المقارنة بالمعدلات المشاهدة لإهدار البيئة، التقليل من أهمية التزايد السكاني كأحد العوامل"، ساردا أربع حجج داعمة ما ذهب إليه. وقوله "يبدو أن المتابعة الإحصائية لتوقعات ما سمي "بالانفجار السكاني" في العالم، لا بد أن تكون قد خيبت ظن المتشائمين في حركة النماذج العالمية والدراسات المستقبلية. ويبدو انه كانت هناك مغالاة مقصودة في التركيز على مشكلة تزايد السكان. فمنذ ظهور نتائج النموذج العالمي المتمثل في التقرير الأول لنادي روما، لاحظ البعض بان الأمر قد تجاوز المغالاة إلى المغالطة".

---

[41] راجع الفصل السادس، البند السادس: صيغة غير تقليدية لاحتساب تكلفة الاحتياجات من المياه.

[42] تجدر الإشارة إلى أن دارسة سابقة أظهرت أن نصيب غير البحرينيين من الإنفاق الحكومي الموجه نحو الخدمات الصحية بلغ حوالي 18.8 مليون دينار في عام 1994، حيث بلغت مخصصات الصحة في ذلك العام حوالي 55.9 مليون دينار، بينما بلغ نصيب الفرد من تلك المصروفات حوالي 98.4 دينار، وتوقعات السكان غير البحرينيين حوالي 190583 نسمة. وذلك الإنفاق شكل حوالي 33.7% من جملة الإنفاق على الصحة، وهو يمثل في مجمله دعما حكوميا، ويعكس في أحد أبعاده التكلفة الاجتماعية للعمالة الأجنبية في قطاع الصحة (عبدالغفار، 1996).

[43] كلمة وزير العمل والشؤون الاجتماعية بمناسبة انعقاد أعمال الندوة الإقليمية حول التشغيل في إطار تنمية الموارد البشرية بدول مجلس التعاون الخليجي (6 – 8 ديسمبر 1997).

أما اغزر تفصيلات هذا الاتجاه، فنجدها في كتاب "المشكلة السكانية وخرافة المالثوسية الجديدة" (زكي، 1984) الذي أكد كاتبه فيه على التالي :

- على عكس ما درج كتاب النمو التقليديون الذين رأوا في هذه المشكلة عقبة من أهم عقبات التنمية، نعتقد أن المشكلة السكانية تبقى نتيجة للتخلف وليست سببا لها.
- نختلف مع أنصار تنظيم الأسرة الذين يعتقدون أن التركيز فقط على هذا المحور، من خلال وسائل الدعاية والوعظ والإرشاد، وإتاحة الوسائل الطبية اللازمة لذلك، كفيل بان يحل المعضلة السكانية.
- إن تلك الإشارات لا تهون من شأن رسم وتطبيق سياسة سكانية حكيمة وممكنة، وتتلاءم مع أوضاع المجتمع وتقاليده الحضارية والدينية والقيمية. ولكن هذه السياسة إذا ما رسمت في فراغ، ودون أن تتكامل مع منهج واضح لمواجهة المشكلة السكانية من جذورها، فسوف يكون مصيرها الفشل، وضياع الموارد التي استخدمت فيها بلا جدوى.

في ضوء المنهج الذي اختطه المؤلف لتحليل المشكلة، فان ثمة خطوطا أربعة أساسية يتعين أن تبذل فيها الجهود حتى يتسنى اقتلاع شأفة عدم التناسب بين النمو السكاني المرتفع، وبطء أو جمود التطور الاقتصادي والاجتماعي التي يمر بها التطور الديمغرافي في هذه الدول (دول العالم الثالث). وهذه الخطوط هي : التحرر الاقتصادي، والتنمية المستقلة، والاعتماد على الذات، والعدالة الاجتماعية.

3) التشريعات والبناء الإداري

(1) مدخل:

يعتبر **القرآن الكريم المصدر الرئيسي للتشريع** في الدول الإسلامية، وقد ورد ذكر "ماء" في القرآن 34 مرة، كما ورد ذكر "الماء"، 17 مرة، مثلما ورد ذكر للزرع والنبات والنخل والزيتون والسدر، وكل ما يتصل بالمياه. وقد وجه الإسلام دعوته للتفكر في موضوع المياه، بقوله في سورة الواقعة (الآية 68) "**أفرأيتم الماء الذي تشربون**، أأنتم أنزلتموه من المزن أم نحن المنزلون، لو نشاء جعلناه أجاجا فلولا تشكرون". أما **عنصر الندرة** فتظهرها سورة الزخرف (الآية 11) "والذي نزل من السماء ماء بقدر فأنشرنا به بلدة ميتا كذلك تخرجون". كما دعا إلى نبذ الأعراف بقوله في سورة الأنعام (الآية 31) "**وكلوا واشربوا ولا تسرفوا إنه لا يحب المسرفين**".

وقد وردت عرف الإسلام التلوث المائي في مواضع شتى، فعن أبي إمامه رضي الله عنه قال، قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "الماء طهور لا ينجسه شئ إلا ما غير لونه أو طعمه لو ريحه .." (المصري، 1999). كما ورد في مواضع عدة في القرآن الكريم دعوة صريحة **لمقاومة التلوث**، وبدعوته **لنبذ الإفساد** في الأرض، إنما يدعو سبحانه وتعالى إلى عدم العبث بهذا الكون واتزانه المحكم. يقول جلت قدرته :كلوا واشربوا من رزق الله ولا تعثوا في الأرض مفسدين" وقوله في سورة البقرة (الآية 11) " وإذا قيل لهم **لا تفسدوا في الأرض** قالوا إنما نحن مصلحون"(11). وقوله في سورة الأعراف (الآية 56) " **ولا تفسدوا في الأرض** بعد إصلاحها وادعوه خوفا وطمعا إن رحمة الله قريب من

المحسنين (56)". إن نتيجة عبث الإنسان بالاتزان الطبيعي يظهره اليوم هذا الفزع البشري الذي نجم عن عمليات التلوث الواسعة الامتداد في الجو والبحر واليابسة. هذا هو الإفساد في الأرض الذي نهى الله سبحانه وتعالى عنه في آيات كثيرة، والذي أصاب المورد المائي المحدود في منطقة الخليج العربي التي تتسم بشح شديد في المياه.

ويلاحظ بان الأنبياء محمد وعيسى وموسى مثلوا ثلاثة أديان، بزغت جميعا من مناطق تتسم بمناخ جاف، يعتبر فيها لكل نهر ونبع أو بئر أهمية قصوى. إذن، فمن غير المعقول أن تتم معالجة موضوع بهذه الأهمية بدون استنباط العبر من قراءة القرآن الكريم ومعرفة ما للماء فيه من أهمية في الحياة (جانا، 1981). ولعل في قوله سبحانه وتعالى في سورة الأنبياء (الآية 30) "وجعلنا من الماء كل شيء حي" دلالات غاية في البلاغة.

أما الاتزان البيئي الذي يدعو الإسلام إلى تحقيقه فتظهره الأحاديث النبوية الشريفة، والتي من بينها الدعوة إلى نبذ التلويث البشري، وفي هذا الصدد نذكر قوله صلى الله عليه وسلم "**اتقوا الملاعن الثلاث: البراز في الموارد، وقارعة الطريق، والظل**". كما حث الرسول صلى الله عليه وسلم على نبذ الإسراف. فعن عبدالله بن عمر رضي الله عنهما أن النبي صلى الله عليه وسلم مر بسعد وهو يتوضأ، فقال : ما هذا السرف يا سعد ؟ فقال : وهل في الماء سرف؟ قال : نعم، وان كنت على نهر جار (رواه احمد وابن ماجه).

وعن انس رضي الله عنه قال : " كان النبي صلى ا لله عليه وسلم يغتسل بالصاع إلى خمسة أمداد ويتوضأ بالمد "، متفق عليه (الصاع يساوي أربعة امداد، والمد يساوي 404 سنتيمتر مكعب). وعن عبيدالله بين أبي يزيد، أن رجلا قال لابن عباس رضي اله عنهما : " كم يكفيني من الوضوء ؟. فقال: مد. قال: كم يكفيني للغسل ؟. قال: صاع. فقال الرجل: لا يكفيني. فقال: لا أم لك، قد كفى من هو خير منك: رسول الله صلى الله عليه وسلم" (رواه احمد والبزار والطبراني). وعن عمرو بن شعيب عن أبيه عن جده رضي الله عنهم قال : " جاء أعرابي إلى النبي صلى الله عليه وسلم يسأل عن الوضوء، فأراه ثلاثا ثلاثا، قال: "هذا الوضوء، من زاد على هذا فقد أساء وتعدى وظلم" (رواه احمد والنسائي وابن ماجه وابن خزيمة). وعن عبدالله بن مغفل رضي الله عنه قال: " سمعت رسول الله صلى الله عليه وسلم يقول: " انه سيكون في هذه الأمة قوم يعتدون في الطهور والدعاء" (رواه احمد وأبو داود وابن ماجه). وقال البخاري : كره أهل العلم في ماء الوضوء أن يتجاوز فعل النبي صلى الله عليه وسلم. والإسراف يتحقق بالزيادة في الغسل على الثلاث.

واعتقد أنه من مجمل ما سبق يتضح دعوة الإسلام الصريحة إلى المحافظة على استدامة المياه، بما تعنيه الاستدامة بالمفهوم المعاصر من محافظة لحقوق الأجيال المقبلة في المياه باعتبارها أساس الحياة وعنصر حيوي للكائن الحي.

ولئلا يعبث الإنسان بالمورد المائي، وحفاظا عليها من التلوث باعتبارها موردا حيويا، ، دعاه لحسن إدارته للمياه، وفي هذا يقول سبحانه في سورة الحجر (الآية 22) " وأرسلنا الرياح لواقح فأنزلنا من السماء ماء فأسقيناكموه وما أنتم له بخازنين"[44].

---

[44] لإظهار أهمية الإدارة المائية في الإسلام "اصبح عبس بن عبدالمطلب بن هشام أول مسؤول عن إدارة المياه في الإسلام" (جانا، 1981).

وعودا على بدء، نقول انه **من الصعوبة استهداف تخفيض الطلب على المياه الجوفية وصولا لاستدامتها دون الخوض في الإدارة المائية، وبالمثل، يصعب في واقع الأمر فصل موضوع التلوث بوجه عام عن تلوث المياه الجوفية**، لذا كان لا بد من عرض تطور الجانب الإداري المعني بالإدارة البيئية، بما تعنيه من تطور الأجهزة المؤسسية المختصة بالبيئة، إيمانا بان غايات حماية البيئة لا يمكن لها أن تتحقق في ظل التلقائية، وخصوصا أن بين بنية وهيكل الأجهزة البيئية المعنية بحماية البيئة، وشكل خطط وبرامج حماية البيئة، والتشريعات المرافقة لها، علاقة وثيقة لا يمكن بأي حال من الأحوال فصلهما عن بعض، فكلاهما وجهين لعملة واحدة، ولا يمكن تطور الجانب التشريعي دون إحداث تطورات مناظرة في الجانب المؤسسي. **إذن، فالمحور الرئيسي لهذا الجزء، يعنى بتطور الجانب التشريعي المعني بحماية البيئة بمفهومها الواسع، مع التركيز على البعد المائي، باعتباره بعدا نافرا في موضوعات البيئة المحلية.**

وليس هناك من شك، بأن أهمية هذا الموضوع تفرض إفراد فصلا كاملا، إن لم يكن بحاجة لدراسة منفصلة، إلا أننا آثرنا هنا عرضه باقتضاب، بالقدر الذي يخدم غايات هذه الدراسة، ولئلا نكون بذلك قد أغفلنا جانبا مهما يعنى بجانب إدارة الطلب على المياه الجوفية.

توصلنا فيما سبق إلى أن مبعث القلق يتبين من معرفة مستوى التدهور الذي بلغته نوعية المياه في دولة البحرين بسبب ارتفاع تركز الأملاح فيها، الأمر الذي يمس مفهوم استدامة المورد المائي الجوفي، ومن ثم استدامة التنمية الاقتصادية الاجتماعية. وما ذهبنا إليه ينسجم مع ما ورد في المرسوم بقانون رقم 21 لسنة 1996 بشأن البيئة، في البند الرابع من المادة الثانية من تعريف "**تلوث البيئة**"، والذي ورد فيه ما نصه "تلوث البيئة: أن يتواجد في البيئة أي من المواد أو العوامل الملوثة، بكميات أو صفات لمدة زمنية قد تؤدي بطريق مباشر أو غير مباشر، وحدها أو بالتفاعل مع غيرها، إلى الإخلال بالتوازن البيئي، والإضرار بالصحة العامة، أو تؤثر بأية صفة على الاستمتاع بالحياة **والاستفادة من الموارد** والممتلكات".

كما وينسجم مع ما ورد في نفس المرسوم في بنده الخامس من المادة الثانية، من تعريف "**تدهور البيئة**"، والذي عرفه بأنه "**التأثير على أحد مقومات البيئة الطبيعية، مما يقلل من قيمتها** التاريخية أو الحضارية أو الاقتصادية، أو يؤدي إلى الإضرار بالكائنات الحية التي تعيش فيها أو تعتمد عليها، أو يؤدي بصفة عاجلة أو آجلة، إلى أي إضرار بالبيئة أو **بإمكانيات الاستفادة منها أو يغير من طبيعتها**". كما وينسجم مع ما ورد في نفس المرسوم في بنده السادس من المادة الثانية، من تعريف "**للمواد والعوامل الملوثة**"، والذي عرفها بأنها "**أية مواد** صلبة أو سائلة أو غازية أو أدخنة أو أبخرة أو روائح أو ضوضاء أو إشعاعات أو حرارة أو اهتزازات، **تنتج بفعل الإنسان**، أو الملوثات الإحيائية، كالقوارض والحشرات والميكروبات المختلفة، أو أية ظواهر طبيعية **تؤدي بطريق مباشر أو غير مباشر إلى تلوث البيئة أو تدهورها**".

أما مفهوم البيئة، فلم يتفق على تعريف موحد لها، وان كانت في مجملها تعني الظروف الطبيعية والاجتماعية التي يعيش فيها الإنسان، والسبب في صعوبة إيجاد تعريف موحد للبيئة، أو حتى مفهوم عام لها، ربما يرجع إلى أن البيئة مصطلح يتطور ويتوسع. فقد عرفها العالم الألماني هيغل H aeckel في عام 1866 بأنها: علم دراسة الكائنات الحية وعالم محيطها الخارجي. على انه قد يكون من السهل تحديد العناصر المشكلة للنظام البيئي، والتي يمكن حصرها في

نوعين: الأول، هو العناصر الحية، والتي تشمل الإنسان والحيوان والنبات والحشرات وكل حي. أما الثاني، فيشمل العناصر غير الحية، كالماء والهواء والتربة وما يدور في محيطها (الدغيثر، 1998).

(2) فاعلية التشريعات في المحافظة على المورد من المياه الجوفية من التلوث بالأملاح:

تعنى **وزارة الأشغال والزراعة** راهنا بإعداد البيانات المعنية بالعرض من المياه الجوفية وفقا لمصادرها المختلفة، والطلب القطاعي على المياه الجوفية، بينما تهتم **وزارة الكهرباء والماء** بموضوع المياه الموزعة عبر شبكات التوزيع، وتحديد التعرفة الخاصة بها. أما **الهيئة البلدية المركزية** فتعنى باستخدام المياه لتجميل الشوارع والمتنزهات العامة. وأخيرا، ينصب اهتمام محطة توبلي التابعة لوزارة الأشغال والزراعة بعمليات معالجة جزءا من مياه الصرف الصحي معالجة ثلاثية، وتوجيهها للجهات المحتاجة إليها، بينما تصرف الجزء الأعظم من المياه باتجاه البحر بعد معالجتها معالجة ثنائية. وقد ظل الوضع على حاله حتى بعد تشكيل **شؤون البيئة بوزارة الإسكان والبلديات والبيئة**، الأمر الذي يؤكد **غياب أي جهاز خاص يعنى بمتابعة أزمة المياه الجوفية من منظور بيئي**. كما يلاحظ عدم ورود أي بند يخول الجهة المعنية بالبيئة القيام بمراقبة التلوث في المياه الجوفية.

وقد اسهم ضعف التنسيق وتضافر الجهود والفعاليات فيما بين الجهات أعلاه في تردي نوعية المورد المائي، ولعل أهم دلالات ذلك، استمرار تردي نوعية المياه الجوفية، بالرغم من صدور العديد من التشريعات المائية الهادفة في مجملها إلى تصحيح الوضع القائم. وبالرغم من صدور المرسوم بقانون رقم 21 لسنة 1996 بشأن البيئة في 13 يوليو 1996، والذي أتى معززا للقوانين البيئية القائمة، ومؤكدا على مراعاة مفهوم التنمية المستدامة الذي اعتمدته قمة الأرض، وبالرغم من أن القانون قد أتى ضامنا لفاعلية وعدم تناقض القوانين المعنية بحماية البيئة بوجه عام، وبالرغم من احتواء هذا المرسوم على 33 مادة، إلا انه يلاحظ **عدم تضمينه أي بندا صريحا بالمحافظة على المياه الجوفية**، حيث حصرت مهامه في خطوط عامة عريضة حددتها المادة الثالثة في التالي:

1) وضع الخطط والسياسات، والإشراف على تنفيذها، بما يحقق أغراضه.
2) المشاركة في رسم سياسة الأبحاث العلمية المتعلقة بالبيئة، وذلك بالتنسيق مع الجهات المختصة.
3) الحق في طلب البيانات التي يراها ضرورية من أي جهة تمارس نشاطا قد يؤدي إلى تلوث أو تدهور البيئة.
4) دراسة العقود والاتفاقات، التي تقرر حقوقا لجهاز البيئة أو ترتب التزامات عليه.
5) الاختصاصات الأخرى، المنصوص عليها في هذا القانون.

وباستثناء البند الثامن من المادة الرابعة، من المرسوم بقانون رقم 21 لسنة 1996 بشأن البيئة والصادر في 13 يوليو 1996، والذي ينص على "دراسة طبيعة التربة والمياه والطاقة، واقتراح وسائل المحافظة عليها من التدهور وانخفاض كفايتها، وذلك عن طريق الضوابط اللازمة، للحد من سوء استخدامها أو استنزافها"، يمكن القول **أن القانون في مجمله لم يفرد مادة خاصة تعنى بالمحافظة على المياه الجوفية من التلوث**، وعلى الأخص تلوثها بالأملاح، بالرغم من كونها **المصدر الرئيسي للمياه بدولة البحرين**، وخصوصا إذا علمنا بان العلاقة وثيقة بين تدهور نوعية المياه الجوفية ومعدلات الطلب عليها.

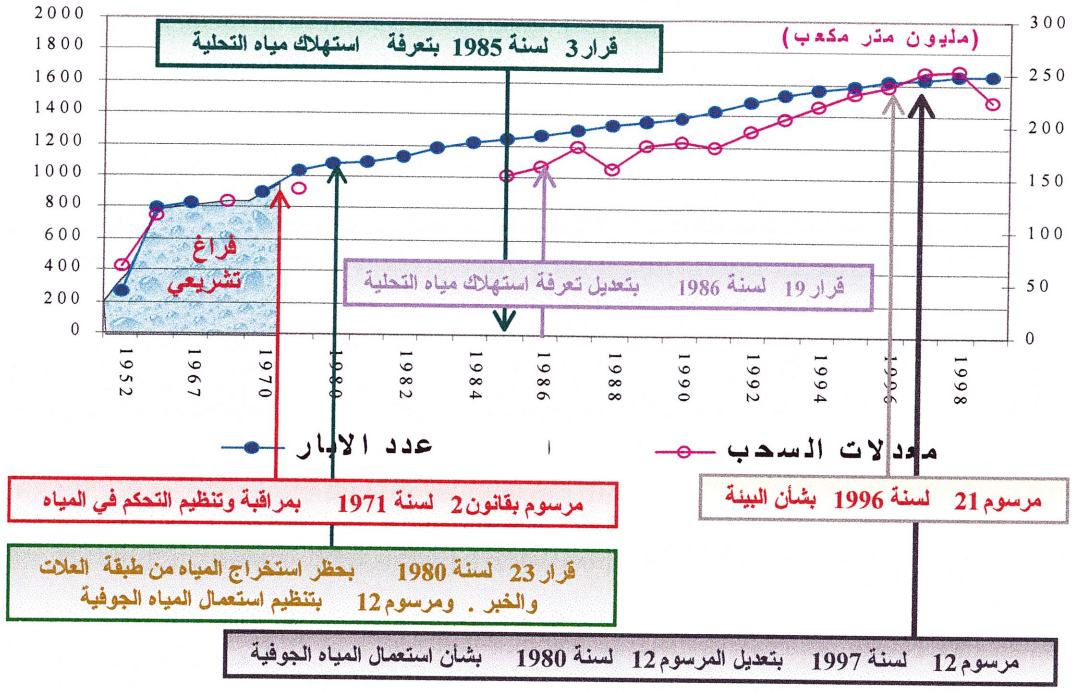
وما يؤكد ذلك، الارتفاع الكبير جدا في **عدد الآبار**، حيث ارتفعت من بئر واحد عام 1925 إلى 900 بئر عام 1970. وبالرغم من صدور المرسوم بقانون رقم 2 لسنة 1971 بشأن **مراقبة وتنظيم التحكم في المياه**، ارتفع عددها إلى 1084 بئر عام 1980، أي بزيادة 184 بئر. وبالرغم من صدور القرار رقم 23 لسنة 1980 **بحظر استخراج المياه من طبقة العلات والخبر**، والمرسوم بقانون رقم 12 لسنة 1980 بشأن **تنظيم استعمال المياه الجوفية**، ارتفع عدد الآبار إلى 1381 بئر عام 1990، أي بزيادة 297 بئر. وبالرغم من صدور المرسوم بقانون رقم 12 لسنة 1997 بتعديل بعض أحكام المرسوم بقانون رقم 12 لسنة 1980 بشأن **تنظيم استعمال المياه الجوفية**، ارتفع عدد الآبار إلى 1656 بئر عام 1999، أي بزيادة وعددها 275 بئر. وبوجه عام، **ارتفعت عدد الآبار من 900 بئر عام 1970، إلى 1656 بئر عام 1999**، بزيادة 756 بئر، وبمعدل نمو 84% لكامل الفترة. وبمعنى آخر، سجل نمو عدد الآبار ارتفاعا سنويا بلغ في المتوسط حوالي 3% خلال السنوات 1970-1999، بالرغم من صدور تلك المراسيم والقرارات التي تستهدف معالجة الأزمة المائية. والجدول (3-9) مع الشكل (3-9) والشكل (3-10) يظهروا تطور عدد الآبار خلال السنوات 1925-1999.

جدول (3-9): تطور عدد الآبار خلال السنوات 1925-1999

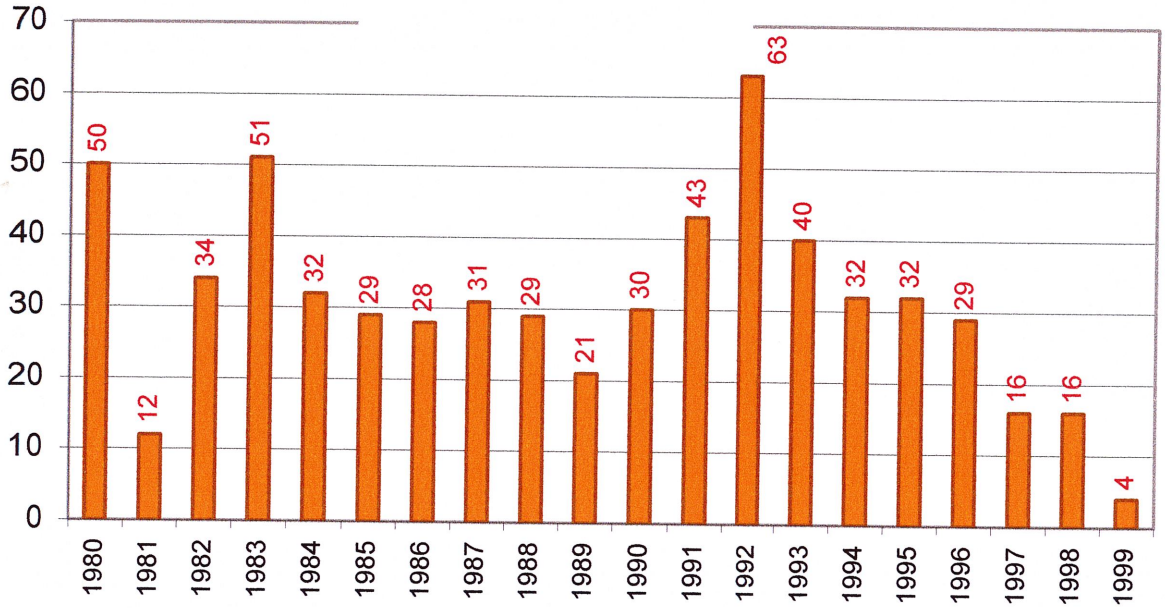
السنة	عدد الآبار المحفورة سنويا	إجمالي عدد الآبار	معدل النمو (%)
1925		**1**	
1941	175	175	17400
1949	55	230	31.4
1951	30	260	13.0
1952	10	270	3.8
1966	525	795	194.4
1967	35	830	4.4
1970	**70**	**900**	**8.4**
1979	134	1034	14.9
1980	**50**	**1084**	**4.8**
1981	12	1096	1.1
1982	34	1130	3.1
1983	51	1181	4.5
1984	32	1213	2.7
1985	29	1242	2.4
1986	28	1270	2.3
1987	31	1301	2.4
1988	29	1330	2.2
1989	21	1351	1.6
1990	30	1381	2.2
1991	43	1424	3.1
1992	63	1487	4.4
1993	40	1527	2.7

السنة	عدد الآبار المحفورة سنويا	إجمالي عدد الآبار	معدل النمو (%)
1994	32	1559	2.1
1995	32	1591	2.1
1996	29	1620	1.8
1997	**16**	**1636**	**1.0**
1998	16	1652	1.0
1999	**4**	**1656**	**0.2**

المصدر : وزارة الأشغال والزراعة، إدارة مصادر المياه، التقارير السنوية.



شكل (3–9): صدور التشريعات المائية في مقابل تطور حجم الطلب المائي وعدد الآبار (1952–2000)



شكل (3–10): عدد الآبار المحفورة سنويا منذ عام 1980 ولغاية عام 2000

ونتيجة لذلك، استمر كل من تطور إجمالي الطلب على المياه الجوفية، وتطور عدد الآبار الجديدة بعد سن المراسيم المعنية بحماية المياه الجوفية من التلوث. فبالنسبة إلى تطور **إجمالي الطلب على المياه الجوفية**، ارتفع في عام 1997 بأكثر من 5.5 ضعف عما كان عليه في عام 1952، بينما **ارتفع بعد صدور المراسيم والتشريعات المعنية بحماية المياه الجوفية، والتي بدأت في عام 1971، بحوالي 3.2 ضعف عما كان عليه في عام 1971**. وبالنتيجة، ارتفع المتوسط العام

للأملاح في المياه الجوفية بطبقة الدمام من 2,677 مليجرام للتر في عام 1943 إلى 3,814 مليجرام للتر عـلم 1971، والى 4,530 مليجرام للتر عام 1995 (راجع في الفصل الرابع الجدول (4-3).

بيد أن المتوسط العام لا يكشف كل الحقيقة، حيث يسجل تردي نوعية المياه الجوفية منذ صدور المراسيم والتشريعات المذكورة في منطقة الزلاق والوسمية وما حولها من 3,825 مليجرام للتر في عام 1971، وهو العام الذي بـــدأت فيـــه صدور أهم المراسيم المعنية بالمحافظة على المياه، إلى 6,126 مليجرام للتر في عام 1995، مقابل 2,703 مليجرام للـــتر في عام 1943. أما منطقة عالي وسلماباد وما حولها، فقد ارتفعت معدلات الأملاح فيها من 4,276 مليجرام للتر عـــام 1971، إلى 7,737 مليجرام للتر في عام 1995، مقارنة بحوالي 2,678 مليجرام للتر في عام 1943. وبوجه عام تـــردت نوعية المياه في كافة مناطق البلاد منذ صدور المراسيم التي كانت في الأساس تستهدف حماية المورد المائي من التلـوث والنضوب.

جملة القول، أن المراسيم والتشريعات المختلفة التي استهدفت في مجملها حماية المياه الجوفية من التملح لم تتمكن مـــن لجم الطلب على المياه الجوفية، بل **ما حدث هو ارتفاع كبير في عدد الآبار الارتوازيـــة أعقـــب صـــدور تلـــك التشريعات الداعية إلي تقييد حفر الآبار**، وارتفاع مماثل في إجمالي الطلب على المياه الجوفيـــة تلبـــية لاحتياجـــات القطاعات المختلفة، الأمر الذي **عطل فاعلية القوانين والتشريعات والمراسيم عن تحقيق أهدافها المنشودة**، مما نجـــم عنه استمرار تردي نوعية المياه الجوفية العالية الملوحة أصلا.

(3) الإدارة المائية :

مما سبق يتبين أن الإدارة المائية لم تتمكن في السنوات السابقة من معالجة الأزمة المائية بدولة البحرين ، حيث لم يتـول أي جهاز مختص قضية المياه الجوفية أو غير الجوفية الاهتمام المنشود قبل عام 1980 [45]، "وقد ركزت مجمـــل قضايـــا حماية البيئة قبل عام 1980 على أمور المخالفات الصحية، والتي تضمنها قانون الصحة العامة لسنة 1975 في مـــواده 4 و61 و62 و65" (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 1996).

وقد شكل **تأسيس لجنة حماية البيئة** بتاريخ 31 أغسطس 1980 بمرسوم رقم 7 لسنة 1980 نقلة نوعية، باعتبـــاره **أول قانون إطاري لحماية البيئة**، وقد ورد في مادتيه الأولى والثانية ما معناه أنه تنشأ لجنة تسمى "**لجنة حماية البيئة**" تلحـق بمجلس الوزراء، ويترأسها وزير الصحة، وتضم في عضويتها مندوبين عن وزارات الصحـــة والتنميـــة والصناعـــة والأشغال والكهرباء والماء والإسكان والتجارة والزراعة والمواصلات والتربية والتعليم والداخلية والدولـــة للشـــؤون القانونية والمالية والاقتصاد الوطني والإعلام والهيئة البلدية المركزية. وقد حددت مهام اللجنة في التحكم في مختلـــف أنواع النفايات من خلال عملية رصدها بصفة دورية، وتصدر تقارير سنوية تستهدف مقارنة النتـــائج بتركـــيزات الملوثات المسموح بها عالميا. وتختص اللجنة بالآتي:

1) دراسة الوضع البيئي ومصادر تلوث البيئة وتقويم هذه الدراسات وتقديم التوصيات بشأنها.

---

[45] للمزيد من التفاصيل راجع: عبدالحميد عبدالغفار، "التشريعات المائية في دولة البحرين"، جامعة الخليج العربي، بحث غـــير منشور، مارس 2000.

2) التنسيق بين كافة الوزارات المعنية بتنفيذ مشروعات التنمية للتأكد من مراعاتها للاعتبارات البيئية.

3) التأكد من أن أجهزة المراقبة تعمل بصفة دائمة عندما تتطلب الحاجة ذلك.

4) اقتراح التشريعات المنظمة لضمان سلامة البيئة، والتأكد من قيام الجهات المختلفة بتنفيذ هذه التشريعات.

5) إدخال البعد البيئي في دراسات مشروعات التنمية وعند التخطيط لها قبل البدء في تنفيذها.

6) اقتراح وسائل التمويل التي تكفل المساهمة في تغطية نفقات القيام ببرامج تنظيم وتقويم البيئة.

7) تدريب الفنيين والاختصاصيين ووضع البرامج التدريبية المناسبة في مجال حماية البيئة.

8) إدخال التثقيف البيئي في برامج التعليم الدراسية وفي برامج أجهزة الإعلام.

9) رفع أي موضوعات أخرى لها علاقة بالوضع البيئي إلى الجهات العليا للتقرير بشأنها

ويلاحظ حتى هذه اللحظة، عدم وجود ما يشير إلى الاهتمام بقضية المياه الجوفية وحمايتها من التلوث في إطار شؤون البيئة بوزارة الإسكان والبلديات والبيئة، حيث **أن محدودية إمكاناتها لم تمكنها من رصد تلوث المياه الجوفية بالأملاح**، وقد ظلت تلك المهام متناثرة في إطارات أخرى لا يربطها رابط، وعليه رفع مجلس الشورى في 21 مارس 1995 توصية للإسراع في **إصدار قانون البيئة** واستكمال التشريعات اللازمة لحماية البيئة والحد من التلوث البيئي وتطوير الجهاز المعني بالبيئة، وإعطائه الصفة التنفيذية، ودعم ميزانيته وتوفير الكوادر والخبرات الفنية له لتمكينه من القيام بدوره على نحو أفضل.

وقد عبر المختصين بشؤون المياه عن ضرورة تفعيل الأجهزة المؤسسية في سبيل تحقيق إدارة مائية سليمة، وفي هذا الصدد، يقول النعيمي (1999)، **إن إخفاقات الإدارة المائية تظل مرهونة بمدى كفاءة وقدرة البناءين الإداري والتشريعي على مواجهة التحديات والتغلب عليها، لتحقيق إدارة سليمة وفعالة لموارد المياه** [46].

وعليه، يتضح أهمية تفعيل البناءين الإداري والتشريعي والتنسيق الدقيق فيما بينهما، بما يكفل نجاح الخطط والبرامج والسياسات والإجراءات التي يفترض أنها تخدم رؤى بعيدة المدى، واستراتيجيات واضحة ومعلنة ودقيقة. فهذه العملية في مجملها، والتي تأتى في إطار التخطيط البيئي، لا تخرج في الواقع عن كونها "جزءا من التخطيط الشامل، وان اختلفت عنه في مفهومه ومنهجه. لذلك يجب أن تكون عمليات التخطيط البيئي متكاملة مع عمليات التخطيط للتنمية الشاملة. كما أن السياسات الخاصة بالتنمية البيئية تعتبر جزءا لا يتجزأ من السياسات العامة للتنمية الشاملة (والمستدامة)" (الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية والمعهد العربي للتخطيط، 1996) [47].

---

[46] يذكر النعيمي أن البناء الإداري يعني "مجموعة المنظومات والمؤسسات والهيئات والهياكل الإدارية والفنية والتنظيمية، وأوضاع التدريب والهياكل التدريبية المسؤولة عن صياغة الخطط المائية القومية لإدارة موارد المياه وتنفيذها ومتابعة تنفيذها، بما يضمن تحقيق استثمار امثل للموارد المائية (والمالية) المتاحة". أما البناء التشريعي فيقصد به "منظومة التشريعات المائية والقوانين والقواعد العامة، التي تهدف إلى تنظيم وتقنين استثمار الموارد المائية والمحافظة عليها، بما في ذلك الأطر التنظيمية والقانونية المسؤولة عن متابعة تنفيذ هذه التشريعات والقوانين".

[47] تعرف التنمية المستدامة بأنها تلك التنمية التي تمكن من المحافظة على المخزون من راس المال الاصطناعي والطبيعي من جيل لآخر، من اجل تحقيق الرفاهية الاجتماعية. وبالرغم من اختلاف التيارات الفكرية، فانه يمكن الاتفاق على أن مفهوم التنمية

(4) القوانين الجزائية في التشريع البحريني:

لن تجد القوانين والقواعد التنظيمية لنفسها مكانتها المطلوبة ما لم تستكمل بإيجاد نوع من الحماية الجزائية عن طريق تحديد الجزاءات تحديدا، نظرا لما لها من قوة جبر تلزم الخارجين عليها باحترامها والرضوخ للقواعد العامة حماية للفرد والجماعة. وقد وجد من القراءات أن هذا المدخل يشوبه الكثير من التعقيد نظرا لكون الجرائم المعنية بالبيئة ليست كبقية الجرائم التي ينص عليها القانون الجزائي، وهي ليست جرائم عادية تنتهي بمجرد إتيان السلوك الإجرامي نظرا لتنوع عناصر البيئة، ومن ثم تنوع أشكال الإضرار وارتباط أشكال الإضرار بالبيئة بآثار قد تمتد فترة طويلة من الزمن.

ويكتسب التشريع المعني بالبيئة بمعناه الواسع، أهميته القصوى من منطلق أنه تعبير عن التقدير العام للأضرار الناجمة عن العبث بالبيئة والإضرار بقيمة مجتمعية لا بد من حمايتها، ومن هذا المنطلق لا بد من النظر إلى المعتدين على البيئة باعتبارهم خارجين على القانون باعتدائهم على المجتمع، كونهم يشكلون خرقا لحقوق الجماعة. ومثلما تتدخل القوانين الجنائية للحفاظ على الكثير من القيم المجتمعية، يجب على الأقل أن تتدخل نفس القوة الجزائية للحفاظ على البيئة باعتبارها قيمة مجتمعية، فإذا كان القانون يجرم السرقة اعترافا منه بحق الملكية، وإذا كان يجرم فعل القتل باعتباره اعترافا بالحق في الحياة كقيمة يسعى المجتمع لحمايتها، فمن الأولى تجريم الاعتداء على البيئة والإضرار بها، حيث إن الإضرار بها يمس حقوق المجتمع بكافة أفراده، فالبيئة وسط طبيعي لصيق بحياة الإنسان، وصحته تساوي قيمة من المستحيل تقديرها رقميا، وهي كتقدير عناصر الطبيعة من هواء وماء وارض، والطمأنينة من خلو الوطن من المركبات الكيميائية السمية و.. الخ، إن هذا الإدراك هو ما دعا الكثير من الدول المتقدمة في الواقع إلى إنشاء وزارات معنية بالبيئة، ترصد كافة النواحي البيئية، وتجمع كافة القواعد المنظمة ذات الصلة بالبيئة في إطار واحد وواضح (عبدالهادي، 1985).

وبصدد ضرورة التطبيق[48] لاستكمال فاعلية التشريعات الصادرة يذكر "انه بالرغم من أن القانون رقم 12 لسنة 1980 بشأن تنظيم استعمال المياه الجوفية، والقرارات والمراسيم التي اعتبرت بمثابة لوائح تشريعية وتنظيمية مكملة له، قد

المستدامة يشترط حماية وصيانة الموارد البيئة، بما فيها العناصر الحرجة ذات الوظائف الحياتية الأساسية والموارد المتجددة وغير المتجددة (الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية والمعهد العربي للتخطيط، 1996).

[48] لعل ابلغ مثال من الواقع المحلي على ضرورة وجود مواد قانونية رادعة، عدم الالتزام بالمحافظة على التنوع البيولوجي بخليج توبلي مثلا، بالرغم من سن العديد من القوانين والمراسيم الأميرية الداعية إلى حماية التنوع البيولوجي، وقد استفرد بعضها بالتأكيد على حماية الحياة الفطرية في خليج توبلي، من خلال كبح الزحف العمراني غير المراعي للاعتبارات البيئية، نظرا للآثار السلبية الناتجة عن القضاء على التنوع البيولوجي في مواطنها. بيد أن هذا الخليج الثري في تنوعه البيولوجي، تقلص بالرغم من تلك القوانين والمراسيم من 24 كيلومتر مربع في الستينات، إلى 16 كيلومتر مربع عام 1995، و10 كيلومتر مربع عام 2000 (المدني وخلف، 1999)، بفعل عمليات الدفان غير القانونية، التي تتعارض والمرسوم بقانون رقم 21 لسنة 1993، والمرسوم بقانون رقم 2 لسنة 1995، والقرار رقم 16 لسنة 1996. والمرسوم بقانون رقم 16 لسنة 1996 بشأن البيئة، والذي ورد بوضوح في مادته 27 "يحضر تدمير البيئات والموائل للحيوانات والنباتات البحرية والبرية أو الإضرار بها، التي تحدد أنواعها بموجب قرار من وزير الإسكان والبلديات والبيئة، بالاتفاق مع وزير الأشغال والزراعة، واللجنة الوطنية لحماية الحياة الفطرية، والجهات المعنية الأخرى. وتحدد بقرار من وزير الإسكان والبلديات والبيئة، بالتنسيق مع الجهات المشار

حملت نظرة وتوجهات تشريعية متطورة في التعاطي مع المورد المائي المحدود كما والمتدهورة نوعا، إلا أنها افتقـــدت كفاءة التطبيق، وفي احسن الفروض فشلت في إيجاد أرضية تطبيقية مناسبة". " والقرار الوحيد الذي طبق بشـــكل فعال منذ العام 1986 وكان له ابلغ الأثر في خفض مستويات استهلاكات مياه الشرب، هو القرار الوزاري رقـــم 19 لسنة 1986 بشأن تعديل تعرفة مياه التحلية للاستهلاكات المترلية وغير المترلية، والذي عدلت بموجبه تعرفة اســـتهلاك المياه المحلاة التي صدرت بالقرار الوزاري رقم 3 لسنة 1985 بشأن تعرفة استهلاك مياه التحلية" (النعيمي، 1999).

(5) أهمية إدراج التشريعات المائية في قوانين الاستثمار ومشاريع التنمية:

لا بد من إدخال الاعتبارات المائية في الحسبان عند الشروع في رسم السياسات التي من شأنها استقطاب الاستثمارات الأجنبية في الصناعات الصغيرة والمتوسطة والكبيرة، أسوة بالاعتبارات المهمة الأخرى، كالاعتبارات البيئية والمالية. إن هذه الحقيقة تظهرها اليوم الأخطاء التي وقعت فيها بعض دول جنوب وجنوب شرق آسيا التي بلـــغ فيـــها النمـــو الاقتصادي معدلات عالية، مثلما بلغ فيها التلوث مبلغا مقلقا إلى حد بعيد.

إن ذلك يفرض اعتماد **التخطيط** منهاجا للتنمية، باعتباره "**أسلوبا علمي يساعد في التوصل إلى افضـــل النتـــائج لتحقيق أهداف موضوعة سلفا، عن طريق وسائل محددة وفق جدول زمني معين**" (العجمي ومصطفـــى، 1995). وفي هذا الصدد، يؤكد الخبراء على "إن الجهات المعنية بالتخطيط وحماية البيئة، مسؤولة عن دراسة جميع الجوانـــب البيئية لمشاريع التنمية المختلفة، وهي مطالبة بالاستعانة بالمتخصصين في علوم البيئة والمجالات الأخرى، كـــالمتخصصين في تصميم طرق سير المركبات، وهندسة التربة، والمياه الجوفية، والهندسة البحرية، للوصول إلى الحلول التي من شـــأنها جعل المشاريع ناجحة عمليا، وذات آثار بيئية محدودة يمكن التغلب عليها" (النعيمي، 1999).

إن هذه الحقيقة تفرض علينا وضع قيود مدروسة عند انتقاء المشروعات للمناطق الصناعية التي تفرض عبئـــا علـــى وحدات البنية الأساسية. فعلى سبيل المثال هناك قيدا يجب الإحاطة به إحاطة دقيقة، فمصادرنا المالية والمائية تحديـــدا تفرض علينا انتقاء تلك المشروعات التي لا تشكل عبئا كبيرا على مصادرنا المحدودة، وعلى خلاف ما يدعـــو إليـــه البعض، تستترف بعض المشروعات الصناعية دون غيرها جزءا كبيرا من مصادر الطاقة الكهربائية ومصادر المـــوارد المائية، الأمر الذي يشكل عبئا مرهقا على الميزانية العامة للدولة، وعبئا كبيرا كذلك على مواردنا الطبيعية المحـــدودة أصلا. فطاقتنا الكهربائية مثلا لا تتأتى في المنطقة من مساقط للشلالات التي تعتبر مورد متجددا (غير ناضب) كمـــا هو الحال في كندا مثلا، بل أنها تنتج في المنطقة عبر عملية استترافٍ مستمر لمورد ناضب في الأساس، وهـــو المـــورد

إليها، المناطق التي تنطبق عليها أحكام هذه المادة". أن تهديد التنوع البيولوجي بخليج توبلي، وتهديد ما تبقى فيه من أشـــجار القرم مثالا للخروقات وعدم التقيد بما ورد في المراسيم والقرارات المعنية، علما بأن لهذا الخليج انعكاسات مؤكد على حمايـــة البيئة التي تشكل ظلا لمسيرة التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وعلى قطاعات حيوية أخرى، كالسياحة والـــثروة الســـمكية وغيرها. وعليه، لا بد من النظر إلى المعتدين على البيئة باعتبارهم خارجين على القانون، ولا بد أن تتدخل القوة الجزائيـــة للحفاظ على البيئة باعتبارها قيمة مجتمعية. فالقوانين والقواعد التنظيمية لن تجد لنفسها مكانتها المطلوبة مـــا لم تســـتكمل بإيجاد نوع من الحماية الجزائية عن طريق تحديد الجزاءات تحديدا، ومراقبة التقيد الصارم والدقيق بالقوانين والتشريعات عـــبر قوة الجبر التي تلزم الخارجين عليها باحترامها والرضوخ للقواعد العامة حماية للفرد والجماعة.

النفطي والغازي الذي يضيف مصدرا مهما للتلوث. لذا لا بد من إدخال هذا العنصر في الاعتبار عند اختيار المشروعات في المناطق الصناعية التي من المؤمل أن تشهد تطورا واستقطابا كبيرا للاستثمارات خلال السنوات المقبلة. وهذه الحقيقة ليست غائبة في الواقع عن إدارات المناطق الصناعية في العديد من دول العالم.

من جهة أخرى، يرى البعض في المستويات العالية من كثافة استخدام الطاقة مدخلا للحديث عن مراحل الانطلاق واللحاق بالآخرين، بيد أن المعرفة المتاحة اليوم تسمح بإنتاج اكبر مع طاقة اقل. ثم أن عملية الانطلاق لا تتأتى بتصدير منتجات بأسعار رخيصة ذات محتوى طاقة عالي ومدعوم. ولا ننسى انه في حدود معرفتنا الحالية فان الاحتياطي النفطي المؤكد لكل من مصر ثم **البحرين**، فعمان فسوريا فتونس فقطر فالجزائر، **قد لا يكفي للحديث عن اطراد التنمية** (نصار، 1996).

انطلاقا من ذلك، لا بد من وضع معيار رئيسي يحدد خياراتنا واستراتيجياتنا لاستقطاب الصناعات، ولا بد من تبني نظام جديد تحتسب بمقتضاه القيمة الحقيقة المضافة التي تضيفها كل وحدة صناعية في نطاق المناطق الصناعية الجديدة في ظل المعرفة بالدعوم الحقيقية المقدمة لكل من قطاعي الكهرباء والماء. ومن باب العلم بالشيء، نذكر أن حاجات الصناعة المختلفة للمياه مثلا تتغير تغيرا كبيرا وفقا لطبيعة الإنتاج المستهدف، وفي هذا الصدد، تذكر حقيقة مهمة، مفادها أن إنتاج طنا واحدا من الفولاذ مثلا يحتاج إلى 100–200 متر مكعب من المياه، بينما إنتاج طنا واحدا من الأسمنت، يحتاج إلى 3.5 متر مكعب من المياه، وإنتاج طنا واحدا من المواد البلاستيكية والأنسجة يحتاج إلى 750–2500 متر مكعب من المياه (النيش، 1997). وعليه لا بد من إدخال الاعتبارات المائية في الحسبان عند صياغة قوانين الاستثمار التي تستهدف جذب الاستثمارات الأجنبية للداخل.

من جهة أخرى، لا بد من تفعيل البناءين الإداري والتشريعي والتنسيق الدقيق والمتناغم فيما بينهما، بما يكفل نجاح الخطط والبرامج والسياسات والإجراءات التي يفترض فيها أنها تخدم رؤى بعيدة المدى، واستراتيجيات واضحة ومعلنة ودقيقة. فهذه العملية في مجملها، والتي تأتي في إطار التخطيط البيئي، لا تخرج في الواقع عن كونها جزءا من التخطيط الشامل. لذلك يجب أن تكون عمليات التخطيط البيئي متكاملة مع عمليات التخطيط للتنمية الشاملة. وفي هذا الصدد يلزم التنسيق الدقيق بين الجهات العاملة في مجال المياه، وتنظيم استغلال المياه، تحقيقا لحسن استثمارها. وعليه، لا بد من تفعيل جهود مجلس الموارد المائية، من خلال تنسيق جهوده مع جهود شؤون البيئة بوزارة الإسكان والبلديات والبيئة، ووزارة الكهرباء والماء، ووزارة الأشغال والزراعة، ووزارة النفط والصناعة، ووزارة المالية والاقتصاد الوطني، ومركز البحرين للدارسات والبحوث، والهيئة البلدية المركزية، وجامعة الخليج العربي، وجامعة البحرين. وجدوى مركزة المعلومات المعنية بالمياه ومعالجتها وتحليلها في إطار فعال لنظم المعلومات الجغرافية. فقد ثبت بالواقع العملي أن الصيغة الراهنة لا تكفل نجاعة السياسات المائية المنشودة، كما **إن ندرة الموارد التي تعتبر الركيزة الأساسية في علم الاقتصاد تبرر تضافر الجهود وإدخال الجهات المعنية بالتخطيط الاقتصادي في عملية تقييم الإثر البيئي للتنمية.**

الفصل الرابع

تقدير المعدلات السنوية للأملاح وحجم الطلب على المياه الجوفية وتحليل علاقتهما السلوكية

القسم الأول : مقدمة

1) مدخل:

مع ظهور مشكلة ندرة المياه العذبة، بدأت تحتل المياه مراتب متقدمة في اهتمامات العديد من دول العالم ومنظماته المختلفة. وعربيا، بدأ القلق الشديد يصيب دولا عربية عديدة، عرف عنها الوفرة النسبية في مواردها المائية [49]. وإذا كان عنصر ندرة الموارد يعتبر الركيزة الأساسية في علم الاقتصاد، فان مورد المياه يعتبر المورد الحيوي الذي بدأت دول ومنظمات العالم المختصة بالبيئة توليه أهمية استثنائية. وانطلاقا من هذا الاهتمام، أولت العديد من المنظمات الإقليمية المعنية بالمياه والبيئة اهتمامها بالمياه، بغية إخضاعه للمزيد من البحث والمعالجة.

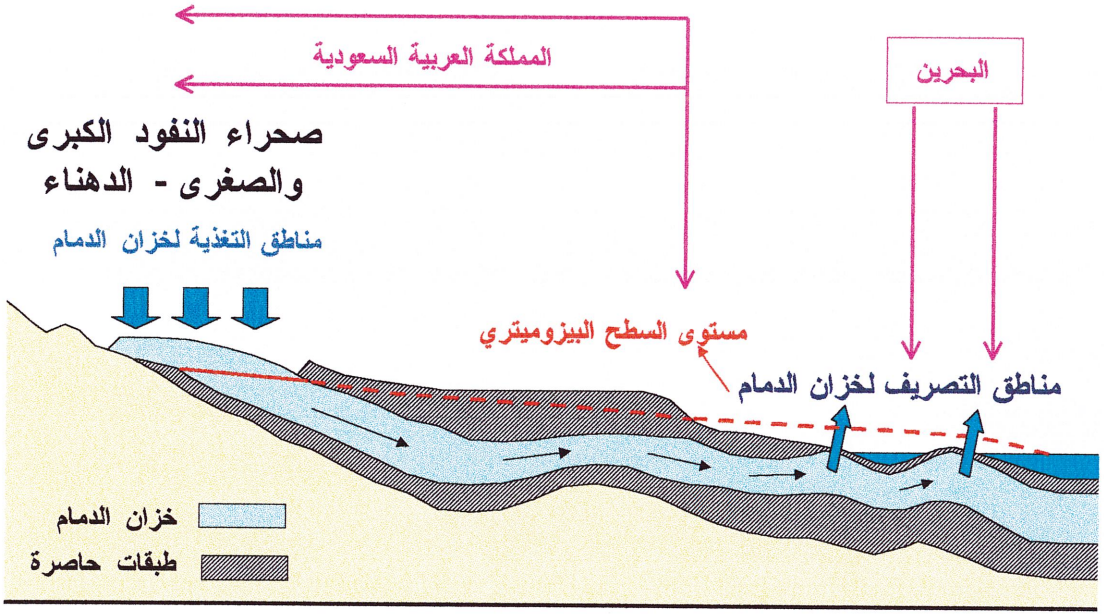
وإذا كان الوضع المائي كذلك في دول لديها موارد مائية جوفيه ومياه سطحية متجددة، فان الأمر مقلق بالفعل إلى حد كبير في دولة كالبحرين، لا تتوافر فيها من موارد المياه سوى كميات جوفية محدودة، وغير صالحة من حيث النوعية للاستهلاك الآدمي المباشر، بل وتؤكد مصادر المعلومات المائية مجتمعة، أنه بسبب رداءة نوعيتها تم ردم العديد من الآبار، وتسجل فوق ذلك تدهور مستمرا عبر الزمن، بشكل يدعو للقلق الشديد، الأمر الذي يهدد بالفعل بفقد هذا المورد الطبيعي من أساسه باعتباره أصلا رأسماليا.

تعتمد البحرين في تلبية احتياجاتها من المياه الجوفية على خزانين رئيسيين، هما خزان الدمام، وخزان الروس – أم الرضمة، ويعتبر الأول الخزان الجوفي الرئيسي، حيث يوفر معظم المياه الكلية المطلوبة في البحرين [50]، ويمثل هذا الخزان المائي جزءا صغيرا من الخزان الجوفي الإقليمي المسمى بالخزان العربي الشرقي، الذي يمتد من صحراء النفود الكبرى بالمملكة العربية السعودية، مرورا بالنفود الصغرى (الدهناء)، إلى المنطقة الشرقية. إذن، يعتبر تدفق المياه من الجانب السعودي والمقدر بـ 112 مليون متر مكعب في العام، مصدر التغذية الرئيسي لخزان الدمام، حيث يستمد مياهه منه. والشكل (4–1) يلقي ضوءا على ذلك.

---

[49] بدأ الحديث يتردد بصوت عال في سوريا عن سيناريو العطش ببلوغ عام 2002. يقول أستاذ هندسة المياه والبيئة في جامعة دمشق، شبلي الشامي: "أن المياه تراجعت في الحوض الجوفي لمدينة دمشق الموجود في الغوطة، فاصبح استخراج المياه يتطلب حفرا على عمق 60 مترا، بعدما كان يكفي الحفر على عمق ما بين خمسة وعشرة أمتار، وهذا يظهر أن عمق المياه المتبقية لا يتجاوز 20 مترا نظرا لوجود طبقة بازلتية كتيمة تتجمع المياه فوقها" (جريدة النهار، " دمشق تعطش بعد ثلاث سنوات"، 2 أكتوبر 1999.

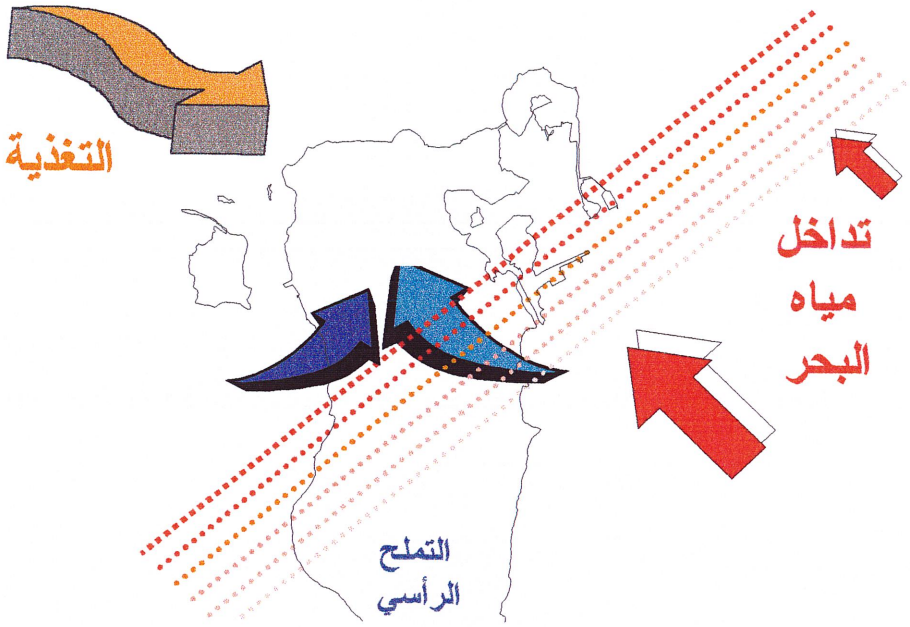
[50] للمزيد من التفصيل حول هذه النقطة يمكن الاطلاع على الجدول (4–1) والجدول (4–4).



شكل (4-1): شكل هيدرولوجي مبسط للخزان العربي الشرقي

إن الاختلال بين الطلب الإجمالي على المياه الجوفية من تكوين الدمام، والذي بلغ 254 مليون متر مكعب في عام 1997، والتعويض الطبيعي للمياه الجوفية، الذي لا يزيد عن 112 مليون متر مكعب في السنة (النعيمي، 1989)، قاد إلى اتساع فجوة العجز المائي الذي حمل في طياته خطر نفور التحدي البيئي، والمعبر عنه بتلوث المياه الجوفية بالأملاح، علما بان ارتفاع معدلات الأملاح في المياه الجوفية يعتبر شكلا من أشكال التلوث الذي يصيب مورد المياه الطبيعي.

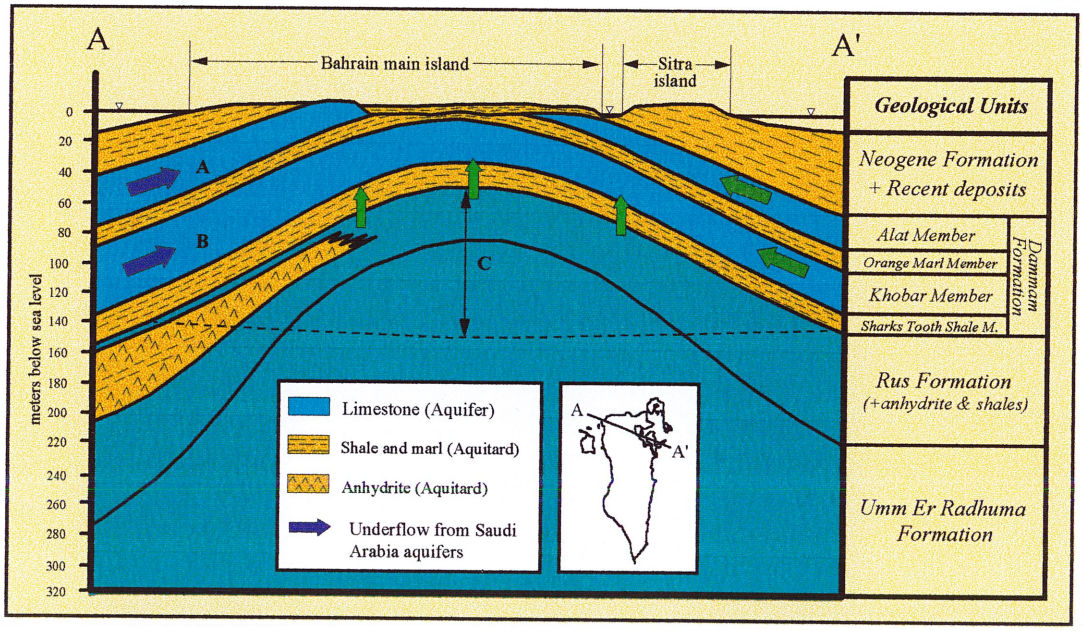
من الجدير بالذكر، أن ارتفاع العجز المائي، تسبب في ارتفاع تركز الأملاح في المياه الجوفية بطريقين، فمن جهة، نجم عن تزايد استخراج المياه الجوفية هبوط الضغط المائي في تلك الطبقات، الأمر الذي أدى إلى غزو مياه البحر إليها، وبالأخص في المنطقة الجنوبية الشرقية، والشكل (4-2) يبين مصادر التغذية وتملح المياه الجوفية في دولة البحرين، بينما يبين الشكل (4-3) كيفية تأثر المياه الجوفية بالتسرب الرأسي للأملاح من الطبقات العميقة.



المصدر: من إعداد الباحث.

شكل (4-2) مصادر التغذية وتملح المياه الجوفية

ومن جهة أخرى، تسبب هبوط الضغط المشار إليه أعلاه، في تسرب الملوحة من الطبقات المائية العميقة (طبقة الروس- أم الرضمة) في بعض المناطق، والتي تتصف بأنها سيئة للغاية، بحيث لا تصلح إلا لتغذية محطات التحلية وللاستخدامات الصناعية بعد تحليتها. والشكل (4-3) يبين كيفية تأثر المياه الجوفية بالتسرب الرأسي للأملاح من الطبقات العميقة.



المصدر: (زباري وآخرون، 1995)

شكل (4-3): كيفية تأثر المياه الجوفية بالتسرب الرأسي للأملاح من الطبقات العميقة.

أن الشكلين السابقين يفسران الارتفاع الكبير في معدلات الأملاح في المياه الجوفية، فبعد أن كان متوسط معـــدلات الأملاح في المياه الجوفية في حدود 3,786 مليجرام للتر في مطلع السبعينات، ارتفع إلى حوالي 4,530 ملليجرام للتر في عام 1995[51]، أي بمعدل نمو بلغ حوالي 19.7% خلال الفترة 1970-1995، وبمتوسط نمو سنوي قدره 0.8%.

يجدر التذكير إلى أن استخراج المياه الجوفية من خزان الدمام شكل حوالي 85% مقابل 15% لخزان الروس أم الرضمة في عام 1997 [52]. والجدول (4-1) يظهر درجة الاعتماد على كل خزان من الخزانات الجوفية في عام 1997.

جدول (4-1): معدلات استخراج المياه من الخزانات الجوفية لعام 1997

المصدر	الكميات المستخرجة (مليون متر مكعب)	
	الكميات	الوزن النسبي للإجمالي المتاح
تكوين الدمام:		
قطاع الزراعة	178.3	
القطاع البلدي	65.2	
القطاع الصناعي	7.3	
المجموع	**250.8**	**86.8**
حاملة مياه الروس - أم الرضمة		
قطاع الزراعة	6.5	
القطاع البلدي	28.0	
القطاع الصناعي	3.5	
المجموع	**38.0**	**13.2**
المجموع الكلي	**288.8**	**100**

المصدر: إدارة مصادر المياه، وزارة الأشغال والزراعة، مارس 1999.

يبقى أن نذكر أن الدراسات البيئية اعتبرت المياه الجوفية ملوثة إذا تجاوزت نسبة الأملاح فيها تلك المعـــدلات الـــتي تفقدها خواصها المفيدة للاستخدام المباشر. والمقصود بتلوث المياه ليس احتواءها على المواد السامة فحســـب، بـــل وتعتبر كذلك إذا تجاوزت نسبة الأملاح فيها معدلات معينة. الأمر الذي يعني عدم إمكانية إتاحتـــها للاســـتخدام المباشر، بل وعدم جدوى استخدامها لري الكثير من الأصناف النباتية.

من جهة أخرى، يعتبر تلوث المياه الجوفية بالأملاح واحدة من أهم المعضلات المتعلقة ببنك معلومات المياه في دولـــة البحرين، حيث لا توفر أي جهة حكومية أو غير حكومية **بيانات منتظمة وسنوية لمتوسطات معدلات الأمـــلاح في المياه الجوفية** وفقا لمصادرها، عبر سلسلة زمنية يعتد بها في الدراسات الإحصائية. وانطلاقا من ذلك، ينصـــب هـــذا الجهد على **إيجاد صيغة من شأنها احتساب معدلات تركز الأملاح السنوية في المياه الجوفية للفترة 1943-1997.**

---

[51] راجع الجدول 4-3 في الفصل الرابع.

[52] راجع كذلك الجدول (4-4).

2) أهداف هذا الفصل:

يهدف هذا الفصل إلى تقدير المتوسط السنوي العام لتركز الأملاح في المياه الجوفية بطبقة الدمام بدولة البحرين للسنوات 1943–1997. وبناء على نتائج الهدف الأول، تنطلق باتجاه تحقيق ثاني أهدافها، والمتمثل في توقع إجمالي الطلب على المياه الجوفية للفترة 1952–1997. وبناء على افتراضات محددة سنتطرق إليها بالتفصيل لاحقا، انطلقت الدراسة إلى توزيع إجمالي الطلب على المياه الجوفية وفقا للقطاعات المستهلكة الرئيسية (القطاع الزراعي والبلدي والصناعي). وأخيرا استهدفت إظهار العلاقة السلوكية التي تربط الاتجاه العام للأملاح في المياه الجوفية بإجمالي الطلب على المياه الجوفية. جملة القول أن الدراسة تحاول الإجابة على الأسئلة التالية:

1. ما هو المتوسط السنوي العام لمعدلات الأملاح في المياه الجوفية خلال الفترة 1943–1997؟
2. ما هو حجم الطلب على المياه الجوفية بدولة البحرين خلال الفترة 1952–1997؟
3. ما هو شكل ومقدار التغيير في معدلات الأملاح في المياه الجوفية في ظل المعرفة باتجاهات الطلب على المياه الجوفية في دولة البحرين؟

وتأمل الدراسة من ذلك، تعميم نتائجها على كافة مصادر البحث في حقل المياه، باعتبارها أرقام فعلية، وذلك تجنبا للإرباك الذي قد يسببه نقص مثل هذه البيانات التفصيلية، وما قد ينجم عن ذلك من تباين واختلاف بين مصدر البحث. إذن، ما هي المعدلات السنوية في المياه الجوفية خلال العقود الست الماضية، وما هو اتجاهها العام عبر سلسلة زمنية طويلة نسبيا؟ هذا ما سنحاول استهدافه في الجزء التالي.

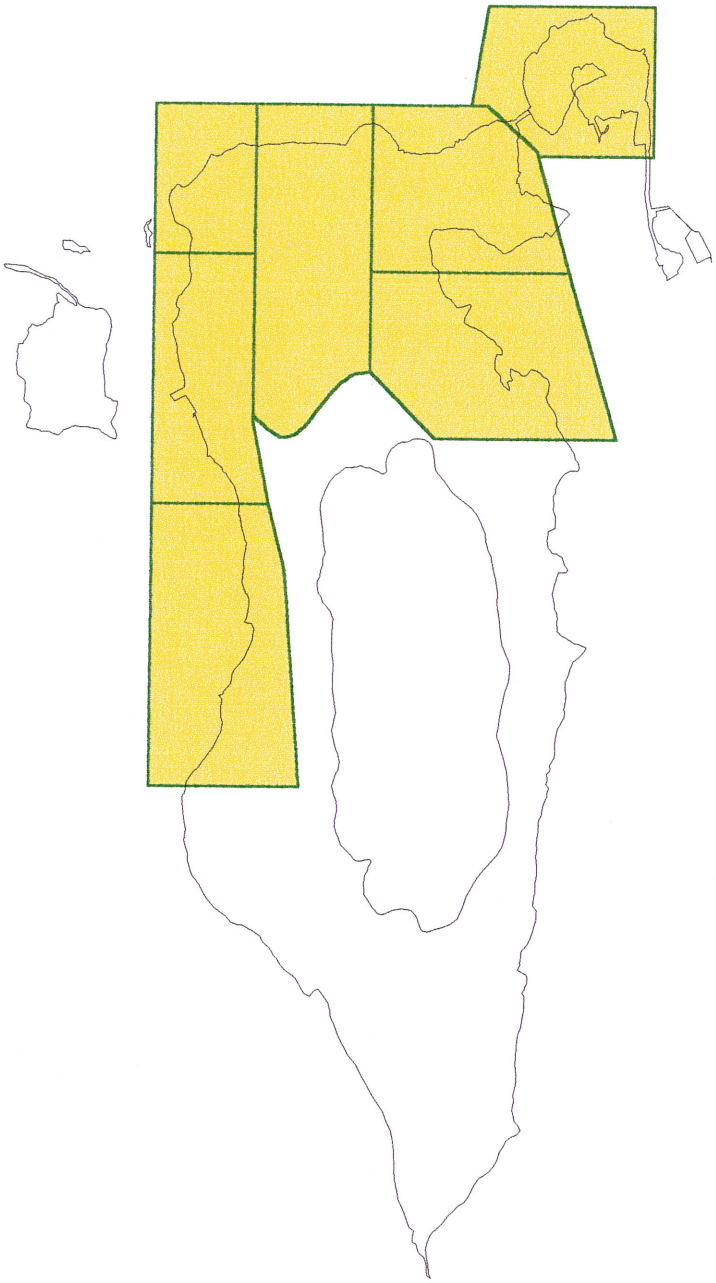
3) المنهجية المستخدمة:

استنادا على ما تمخضت عنه دراسة "التغير في ملوحة المياه الجوفية" (زباري وآخرون، 1995)، تم توظيف المنهج الرياضي الإحصائي لتوقع **المعدلات السنوية للأملاح** خلال السنوات 1943–1997، عبر صياغة سبع نماذج رياضية لتوقع المتوسط السنوي لمعدلات الأملاح في المناطق الخاضعة للدراسة كل على حده.

من جهة أخرى تم توظيف المنهجية ذاتها المستخدمة في استخلاص معدل تركز الأملاح في المياه الجوفية، بغية إيجاد بيانات الطلب على المياه الجوفية للفترة 1952–1997. وسوف نأتي على تفصيل هذه المنهجية في حينه.

4) الحدود الجغرافية للدراسة:

تشكل المناطق الخاضعة للدراسة مجمل المساحة المأهولة بالسكان، حيث تغطي كل من منطقة المحرق، والمنامة وما حولها، وسترة وما حولها، وعالي وسلماباد وما حولها، وشاطئ البديع وما حوله، والهملة والجسرة وما حولها، والزلاق والوسمية وما حولها. والشكل (4–4) يظهر أن هذه المناطق تغطي اكثر من نصف يابسة البحرين، وتتضمن أهم المناطق المختزنة للمياه الجوفية بخزان الدمام.



المصدر: (زباري وآخرون، 1995).

شكل (4-4): الحدود الجغرافية للدراسة

5) الدراسات السابقة:

بوجه عام، تجمع الدراسات المائية على خطورة اتجاهات التغير في ملوحة المياه الجوفية في البحرين، فعلى سبيل المثال، أكدت دراسة " التغير في ملوحة المياه الجوفية" (زباري وآخرون، 1995)، ارتفاع معدلات الملوحة في المتوسط خلال الفترة 1941-1992، بنسبة 4.9% سنويا في منطقة المحرق، و 3.4% في منطقة المنامة، و3.7% في منطقة سترة، و5.4% في منطقة عالي وسلماباد، و3.5% في منطقة البديع، و 5.8% في منطقة الهملة والجسرة، و 11.4% في منطقة الزلاق والوسمية. والجدول (4-2) يلقي ضوءا على ذلك.

جدول (4-2): اتجاهات التغير في ملوحة المياه الجوفية في البحرين من 1941 - 1992 (ملليجرام / لتر) [53]

السنة	جزيرة المحرق	المنامة وما حولها	سترة وما حولها	عالي وسلماباد وما حولها	شاطئ البديع وما حوله	الهملة والجسرة وما حولها	الزلاق والوسمية وما حولها
1945-1941	2325	2262	4140	2772	2143	2655	2694
1950-1946	2286	2445	4285	2985	2270	2669	2786
1955-1951	2417	2590	4383	3052	2263	2612	2711
1960-1956	2765	2984	5211	3314	2302	2663	2799
1965-1961	2743	3074	7402	4083	2288	2652	2922
1970-1966	2882	3300	7547	4751	2573	2548	3076
1975-1971	3053	3305	5843	3387	2379	2707	4596
1980-1976	3122	3157	6828	5302	3081	3834	4910
1985-1981	3028	4068	6027	3498	3027	3554	5161
1990-1986	**3320**	**2941**	**5353**	**3878**	**2844**	**3569**	**5528**
1995-1991	**3412**	**3181**	**6451**	**4979**	**3177**	**4898**	**5252**

المصدر: (زباري وآخرون، 1995).

ويستخلص من الجدول (4-2) أن **أدنى متوسط** لمعدلات الملوحة في المياه الجوفية في البحرين سجلت تزايدا خلال فترة الدراسة في كافة المناطق دون استثناء، فقد أظهرت بيانات الفترة 1991-1995 في منطقة شاطئ البديع، والتي تحتوي في المتوسط على افضل نوعية للمياه، مقارنة بالمناطق الأخرى، أن متوسط معدلات الأملاح بلغت 3,177 مليجرام للتر خلال الفترة 1991-1995، مقارنة بـ 2,143 مليجرام للتر للفترة 1941-1945، وهذا ما يشكل نموا في معدلات الأملاح في افضل المناطق المحتوية للمياه الجوفية في البحرين بحوالي 48% لكامل الفترة موضع الدراسة. بينما أسوأها شهدته منطقة سترة التي ارتفع فيها متوسط معدلات الأملاح من 4,140 مليجرام للتر خلال الفترة 1941-1945، إلى 6,451 مليجرام للتر خلال الفترة 1991-1995. وهذا ما يشكل نموا في معدلات الأملاح في أسوء المناطق المحتوية للمياه الجوفية في البحرين بحوالي 55.8% لكامل الفترة موضع الدراسة.

من جهة أخرى، يظهر الجدول (4-2)، أن متوسط نوعية المياه للفترة 1991-1995 قد قفز إلى 3,177 مليجرام للتر في منطقة البديع، تليها منطقة المنامة وما حولها، بمعدل 3,181 مليجرام للتر. تليها في الترتيب الثالث منطقة المحرق، بمعدل 3,412 مليجرام للتر. تليها في المرتبة الرابعة منطقة الهملة والجسرة وما حولها بمعدل 4,898 مليجرام للتر. وتأتي عالي وسلماباد في الترتيب الخامس بمعدل 4,979 مليجرام للتر. فالزلاق والوسمية وما حولها في الترتيب السادس بمعدل 5,252 مليجرام للتر. وأخيرا، سترة وما حولها بمعدل 6,451 مليجرام للتر.

---

[53] أجريت في وقت لاحق تعديلات طفيفة على المدى 1986-1990 من قبل معدي الدراسة ضمن تقرير غير منشور، كما وأضيف مدا جديد وهو 1991-1995.

وقد خلصت الدراسة إلى أن المياه الجوفية في البحرين تعتبر عالية الملوحة، حيث أدى الاستنزاف المتزايد للخزان الجوفي إلى تداخل مياه البحر، خصوصا في الجزء الشرقي، وبشكل أقل في الجزء الجنوبي الغربي. كما أن ثلث آبار المياه الواقعة في الأجزاء الوسطى من جزيرة البحرين زادت ملوحتها عن 4000 ملليجرام للتر خلال الفترة 1986-1992 (زباري وآخرون، 1995). وقد نجم عن ذلك تلوث المياه الجوفية وارتفاع ملوحتها، وقاد بالنتيجة إلى إغلاق العديد من الآبار بسبب عدم صلاحيتها للاستخدام الآدمي.

مما تقدم يتضح **أن بنك المعلومات المائية يفتقد بوجه عام إلى سلسلة زمنية سنوية متفقا عليها حول متوسط معدلات الأملاح في المياه الجوفية منذ بدء مراقبة المياه الجوفية في دولة البحرين.** وقد قاد هذا الأمر إما لتناول بعض الدراسات للحد الأدنى للأملاح في المياه الجوفية ضمن المجال، وإما للتعرض لمتوسط الأملاح ضمن فئة زمنية تقصر أو تطول وفقا لطبيعة كل دراسة. ومن دون شك، فان تلك التباينات في البيانات ربما سببت إرباكا للمعنيين بالدراسات المائية والدراسات المتكئة عليها، كالدراسات الاقتصادية والبيئية.

القسم الثاني : توقع متوسط معدلات الأملاح في المياه الجوفية للفترة 1943 – 1995

1) المنهجية المستخدمة :

في ضوء البيانات الواردة في دراسة " التغير في ملوحة المياه الجوفية" (زباري وآخرون، 1995) (راجع الجدول 4-2) بصدد اتجاهات التغير في ملوحة المياه الجوفية، يمكن ملاحظة أن متوسط معدلات الأملاح أمكن الحصول عليها كمتوسط لكل خمس سنوات لفترة (مدى أو مجال Range) تبدأ من 1941-1945، وتمتد لغاية 1991-1995، ولسبعة مناطق بدولة البحرين. وهي بذلك تتسق مع فهمنا الداعي لاحتساب المتوسط العام للأملاح عوضا عن المدى. وحيث أن غايات هذا الجزء (كما سبقت الإشارة) تنصب في إيجاد سلسلة زمنية سنوية متصلة ومنتظمة تعكس تطور معدلات الأملاح في المياه الجوفية بدولة البحرين بشكل عام، وفي ظل غياب هذه المعلومة الأخيرة، لذا سيكون إمعاننا هنا في الكيفية التي من شأنها تمكيننا من الوصول لهذه الغاية. ولا بد لنا بادئ ذي بدء، من استعراض المنهجية المستخدمة في التنبؤ، والتي يمكن استعراضها بالتفصيل على النحو التالي :

أ. انطلقنا للحصول على المشاهدات في السنوات الماضية من البيانات المحدثة في دراسة " التغير في ملوحة المياه الجوفية " باعتبارها أدق البيانات المتوفرة، نظرا لاعتمادها على مشاهدات فعلية استقيت من مسوح ميدانية. من الجدير بالإشارة، أن التحديث في الدراسة آل إلى اعتماد 11 مجالا، تبدأ من المجال (السنوات) 1941-1945 وتنتهي في 1991-1995.

ب. أعتمد متوسط المجال المشار إليه في دراسة "التغير في ملوحة المياه الجوفية"، باعتباره الوسيط، أي قيمة المشاهدة الواقعة في المنتصف، والتي تمثل إحدى مقاييس النزعة المركزية. فعلى سبيل المثال، اعتبر متوسط الأملاح للمجال (السنوات) 1941-1945 والبالغ لمنطقة المحرق 2325 ملليجرام للتر، وسيطا Median للسنة 1943، بينما المتوسط لنفس المنطقة والبالغ 3412 ملليجرام للتر للسنوات 1991-1995 ممثلا وسيطا لسنة 1993. وبذلك أتاحت لنا دراسة " التغير في ملوحة المياه الجوفية " 77 مشاهدة لمجمل المنطقة والبالغة سبعة مناطق، بواقع 11 مشاهدة لكل منطقة، ولكامل الفترة موضع الدراسة 1941-1995.

ج. حيث أننا معنيون بالوسيط Median ، فإننا نكون حيال 77 مشاهدة، بواقع 11 مشاهدة لسبعة مناطق مختلفة في البلاد.

د. استخدم المنهج الرياضي للوصول لأفضل تمثيل بياني لقيم المشاهدات (معدلات الأملاح) المعلن عنها. وقد تم وفقا لذلك، تقدير افضل تمثيل بياني في السبعة المناطق المختلفة كل على حده، وهي المناطق التي تتوافر فيها الغالبية الساحقة من آبار المياه، وتغطي حدود خزان الدمام بدولة البحرين. كما أنها تشكل المناطق المأهولة بالسكان، وتشغلها الغالبية العظمى من الأنشطة الاقتصادية. وهي تحديدا، منطقة المحرق، والمنامة وما حولها، وسترة وما حولها، وعالي وسلماباد وما حولها، وشاطئ البديع وما حوله، والهملة والجسرة وما حولها، والزلاق والوسمية وما حولها.

ه. باستخدام المنهج الرياضي، وعبر توظيف الحاسب الآلي، تم استخراج افضل تمثيل بياني للمشاهدات المتاحة لكل منطقة على حده، واستخلاص المعادلات الرياضية المعبرة عن ذلك التمثيل البياني. وعليه نكون حيال 350 مشاهدة، بواقع 50 مشاهدة لكل منطقة من المناطق السبع، تبدأ من عام 1943، وتنتهي عند عام 1993

و. بالتطبيق المباشر للمعادلات الرياضية المستخرجة لكل منطقة على حده، تم حساب قيم معدلات الملوحة للسنوات 1943–1993. بيد أننا آثرنا مد فترة التوقع لغاية عام 1997، بالاستفادة من نفس المعادلات الرياضية المعبرة عن التمثيل البياني. وبذلك نكون قد توقعنا السنوات السبع التالية لآخر مشاهدة، باعتبارها امتداد للتمثيل البياني، أو امتداد للتطبيق الرياضي.

ز. باستخدام المنهج الإحصائي، وانطلاقا من أن الوسط الحسابي يعتبر أحد أهم مقاييس النزعة المركزية، استخرج متوسط الأملاح في المياه الجوفية للمنطقة الجغرافية محل الدراسة برمتها، بقسمة مجموع القيم المشاهدة للمناطق المختلفة محل الدراسة على عددها. وقد استخدمت هذه الصيغة في استخراج المتوسطات السنوية لكل منطقة من مناطق الدراسة على حده، ولكامل الفترة الممتدة من عام 1943 إلى عام 1997.

2) حساب متوسط معدلات الأملاح في المياه الجوفية للفترة 1943 – 1995

إن عملية البحث عن افضل تمثيل بياني، أسفرت عن سيناريوهات مختلفة ومتباينة بشكل كبير من حيث دقتها، حيث كان لا بد من اختبار كافة الصيغ المتاحة، والتي تتمثل في الصيغة الخطية، والاسية، واللوغاريتمية، والمتعددة الحدود. بيد إننا راعينا وفقا لاعتبارات إحصائية بحتة، تفضيل الخيار الذي يراعي افضل معامل تحديد. كما وضع في الحسبان عند الترجيح الإحاطة بأمور أخرى دون التطرق لها بالتفصيل، كمراعاة متغير السكان، واتجاه الطلب على المياه في القطاعات المختلفة المحكومة بأنشطة تنموية دون أخرى، كالأنشطة الزراعية في منطقة سترة مثلا. فضلا عن التحسن في مستوى المعيشة بوجه عام، وانعكاس ذلك على إجمالي الطلب على المياه الجوفية، ومن ثم معدلات تركز الأملاح في المياه الجوفية.

وفيما يلي عرض للمعادلات الرياضية المستخدمة في التوقع بمعدلات تركز الأملاح، وعرض لقيم معاملات التحديد في كل منطقة من المناطق الخاضعة للدراسة على حده[54].

[54] راجع الملاحق: من 1–1 إلى 1–15 لمعرفة المستويات المختلفة للتمثيل البياني لكل منطقة من مناطق الدراسة على حده.

1. منطقة المحرق:

$$Y = 2325 + 19.68X$$
$$(R^2 = 0.92531)$$

2. منطقة المنامة وما حولها:

$$Y = 2262 + 14.873X + 1.5362X^2 - 0.0287X^3$$
$$(R^2 = 0.7215)$$

3. منطقة ستره وما حولها:

$$Y = 4140 - 237.97X - 35.3X^2 - 1.119X^3 + 0.0118X^4$$
$$(R^2 = 0.7844)$$

4. منطقة عالي وسلماباد وما حولها:

$$Y = 2772 - 110.73X + 17.157X^2 - 0.5521X^3 + 0.0053X^4$$
$$(R^2 = 0.5976)$$

5. منطقة شاطئ البديع وما حوله:

$$Y = 2143 + 8.0205X + 0.2439X^2$$
$$(R^2 = 0.8273)$$

6. منطقة الهمله والجسرة وما حولها:

$$Y = 2655 - 3.6181X - 0.3006X^2 + 0.0226X^3$$
$$(R^2 = 0.8607)$$

7. منطقة الزلاق والوسمية وما حولها:

$$Y = 2694 + 7.8674X + 1.0732X^2$$
$$(R^2 = 0.8731)$$

8. المتوسط العام: ويمثل مجموع قيم النتائج المستخلصة أعلاه، مقسوما على عددها.

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{N}$$

تجدر الإشارة إلى أن قيم X تمثل رقم المشاهدة في كل سنة من السنوات المعنية، ففي السنة الأولى (1943) تمثل المشاهدة X القيمة (1)، بينما تمثلها القيمة (5) في السنة الخامس، وهكذا. وعليه يمكن أن نستخلص معدلات الأملاح في السنة الخامسة لمنطقة البديع وما حولها على سبيل المثال من واقع المعادلة أعلاه على النحو التالي:

$$Y_5 = 2143 + 8.0205(5) + 0.2439(5)^2 = 2189$$

3) النتائج:

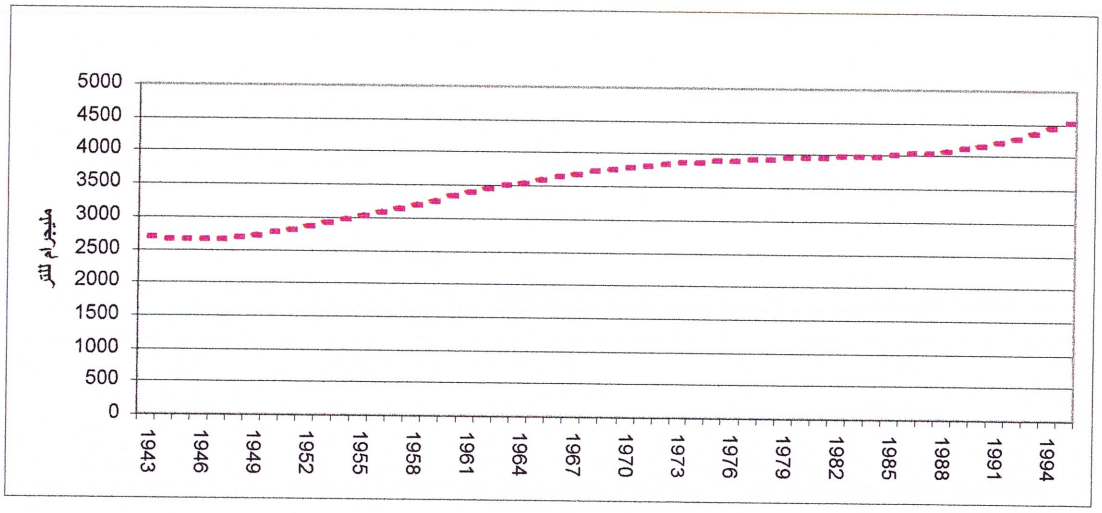
بتطبيق المعادلات أعلاه، تم حساب معدلات الأملاح في كل منطقة من المناطق السبع علـــى حـــده، واســـتخلاص المتوسط العام. والجدول (4-3) مع الشكل (4-5) يعرضان نتائج التطبيق المباشر للمعادلات الرياضية المستخدمة.

جدول (4-3) : نتائج التطبيق المباشر للمعادلات الرياضية لاستخلاص متوسط معدلات الأملاح *

السنوات	المتوسط السنوي العام	جزيرة المحرق	المنامة وما حولها	سترة وما حولها	عالي وسلماباد وما حولها	شاطئ البديع وما حوله	الهملة والجسرة وما حولها	الزلاق والوسمية وما حولها
1943	2677	2345	2278	3936	2678	2151	2651	2703
1944	2656	2364	2298	3796	2615	2160	2647	2714
1945	2648	2384	2320	3714	2580	2169	2642	2727
1946	2651	2404	2344	3684	2570	2179	2637	2743
1947	2665	2423	2371	3699	2582	2189	2632	2760
1948	2688	2443	2400	3755	2613	2200	2627	2780
1949	2719	2463	2432	3845	2661	2211	2623	2802
1950	2757	2482	2465	3965	2723	2223	2618	2826
1951	2801	2502	2499	4110	2798	2235	2615	2852
1952	2850	2522	2536	4275	2881	2248	2611	2880
1953	2903	2542	2573	4457	2973	2261	2609	2910
1954	2960	2561	2612	4650	3070	2274	2607	2943
1955	3018	2581	2652	4851	3171	2288	2607	2978
1956	3078	2601	2693	5056	3273	2303	2607	3014
1957	3139	2620	2734	5263	3377	2318	2609	3053
1958	3200	2640	2776	5467	3479	2334	2613	3095
1959	3261	2660	2818	5667	3579	2350	2618	3138
1960	3321	2679	2860	5859	3675	2366	2624	3183
1961	3380	2699	2902	6042	3766	2383	2633	3231
1962	3436	2719	2944	6213	3852	2401	2643	3281
1963	3490	2738	2986	6369	3932	2419	2656	3332
1964	3542	2758	3027	6511	4004	2437	2671	3387
1965	3591	2778	3068	6636	4068	2456	2688	3443
1966	3637	2797	3107	6743	4124	2476	2707	3501
1967	3679	2817	3146	6831	4172	2496	2730	3561
1968	3718	2837	3183	6901	4211	2516	2755	3624
1969	3754	2856	3219	6950	4241	2537	2783	3689
1970	3786	2876	3253	6980	4263	2559	2814	3756

السنوات	المتوسط السنوي العام	جزيرة المحرق	المنامة وما حولها	سترة وما حولها	عالي وسلماباد وما حولها	شاطئ البديع وما حوله	الهملة والجسرة وما حولها	الزلاق والوسمية وما حولها
1971	3814	2896	3285	6991	4276	2581	2848	3825
1972	3840	2916	3316	6982	4280	2603	2886	3896
1973	3862	2935	3344	6955	4277	2626	2927	3969
1974	3881	2955	3371	6910	4267	2649	2972	4045
1975	3898	2975	3394	6849	4250	2673	3020	4122
1976	3912	2994	3416	6773	4227	2698	3073	4202
1977	3924	3014	3434	6683	4200	2722	3129	4284
1978	3934	3034	3449	6582	4169	2748	3190	4368
1979	3943	3053	3462	6471	4136	2774	3254	4454
1980	3952	3073	3471	6354	4101	2800	3324	4543
1981	3961	3093	3476	6232	4066	2827	3397	4633
1982	3970	3112	3478	6109	4034	2854	3476	4726
1983	3980	3132	3476	5988	4005	2882	3559	4821
1984	3993	3152	3470	5872	3982	2910	3647	4918
1985	4008	3171	3460	5764	3966	2939	3740	5017
1986	4027	3191	3446	5669	3959	2968	3839	5118
1987	4051	3211	3427	5591	3964	2998	3943	5221
1988	4080	3230	3403	5535	3984	3028	4052	5327
1989	4116	3250	3375	5504	4020	3059	4167	5434
1990	4159	3270	3341	5504	4075	3090	4288	5544
1991	4211	3290	3303	5539	4151	3122	4415	5656
1992	4273	3309	3259	5617	4253	3154	4548	5770
1993	4346	3329	3209	5740	4382	3186	4687	5887
1994	4431	3349	3154	5917	4543	3220	4832	6005
1995	4530	3368	3093	6153	4737	3253	4983	6126

* للاطلاع على نماذج معدلات الأملاح في كل منطقة من مناطق الدراسة وقياس قدرتها على المحاكـــــاة، يرجـــى مراجعة الملحق الأول بتفرعاته في الصفحة 152–169.



شكل (4-5): الاتجاه العام لمتوسط معدلات الأملاح في المياه الجوفية بطبقة الدمام للفترة 1943-1995

يجدر التذكير هنا، أن الحسابات يفترض أنها تبدأ في عام 1943 وتنتهي وفقا للمنهجية المبينة أعلاه في عام 1993، بيد أننا آثرنا مد فترة التوقع إلى عام 1995، إدراكا منا أن للنماذج المذكورة قدرة جيدة على التوقع قصير المدى لمعدلات الأملاح، والبالغة هنا سنتين فقط.

4) تقييم قدرة النماذج على المحاكاة:

إن الركون للنتائج المستخلصة تعتمد إلى حد بعيد على قدره تلك النماذج السبع على التوقع، أي قدرتها على محاكلة واقع الحال في السنوات الماضية. وبالرغم من أن معامل التحديد يظهر ذلك رقميا، آثرنا إبراز ذلك بيانيا ورقميا. وبغية إظهار ذلك، وجدنا ضرورة مقارنة نتائج التوقع للسنوات الماضية (الإسقاط الخلفي) بالقيم المستخدمة في التمثيل البياني، باعتبارها مشاهدات فعلية للسنوات 1943، و1948، و1953، و1958، و1963، و1968، 1973، و1978، و1983، و1988، و1993. وللأهمية، وبغية إظهار قدرة النماذج على المحاكاة، أرفقنا ذلك في الملاحق[55]. بيد انه على وجه الإجمال، أظهرت النماذج في مجملها دقة كبيرة على المحاكاة. وأقوى النتائج الإحصائية مثلتها منطقة المحرق، حيث قدر معامل التحديد بحوالي 93%. تلتها الزلاق والوسمية وما حولها، بواقع 87%، فالهمله والجسرة وما حولها، بواقع 86%، فالبديع وما حولها، بواقع 83%، فستره وما حولها، بواقع 79%، فالمنامة وما حولها، بواقع 72%. وأخيرا، عالي وسلماباد وما حولها، بواقع 60%.

من الجدير بالإشارة هنا، أن القيم الضعيفة نسبيا، والمتمثلة في منطقة عالي وسلماباد وما حولها، يقل أثرها باعتماد المتوسط الحسابي، وخصوصا إذا أدركنا وجود علاقات قوية ومقنعة في غالبية المناطق التي تمثل حوالي 84% من إجمالي المناطق محل الدراسة.

وفي هذا الصدد نود الإشارة إلى انه بالنظر لقدرة النماذج التوقعية، **سنعتمد نتائج هذه الحسابات باعتبارها مشاهدات فعلية للفترة 1943-1995**. بمعنى اعتماد معدلات الأملاح لعام 1943 لمنطقة المحرق مثلا، والبالغة 2345

[55] راجع في الملاحق : من 1-1 إلى 1-15 في صفحة 155-169.

ملليجرام للتر (راجع الجدول 4-3)، عوضا عن المعدل المعلن والبالغ 2,325 ملليجرام للتر (راجع الجدول 4-2). وعلى هذا الغرار، سنعتمد المعدل 3,329 ملليجرام للتر في عام 1993 عوضا عن المعدل المعلن والبالغ 3,412 ملليجرام للتر، وهلم جرا. بينما سنعتمد المتوسط العام للأملاح في البحرين، والبالغ على سبيل المثال 4,346 مليجرام للتر لعام 1993 (راجع الجدول 4-3) باعتباره ممثلا للمتوسط العام لمعدلات تركز الأملاح في المياه الجوفية في دولة البحرين. **وبذلك نكون إزاء سلسلة زمنية منتظمة ومتصلة تمتد لما يربو على ستة عقود.**

القسم الثالث: توقع إجمالي الطلب على المياه الجوفية خلال الفترة 1952-1995

1) هدف هذا القسم:

أن بيانات الطلب على المياه الجوفية لكامل الفترة 1951 - 1995 غير متوفرة كسلسلة سنوية منتظمة ومتصلة، لذا كان لا بد لنا من توظيف نفس المنهجية المستخدمة في استخلاص معدل تركز الأملاح في المياه الجوفية للفترة 1943 - 1990، لإيجاد بيانات الطلب على المياه الجوفية للفترة 1952 - 1995، حيث أن بيانات الطلب على المياه الجوفية وفقا للقطاعات المستهلكة للمياه، وهي القطاع الزراعي، والقطاع البلدي، والقطاع الصناعي، ليست متوفرة إلا لسنوات محدودة. تجدر الإشارة إلى انه قد تم استخلاص بيانات السنوات 1952، و1966، 1971، و1979 من دراسة "آثار التنمية على مصادر المياه الجوفية في البحرين" (Z ubari et al.، 1993)، أما بيانات السنوات التالية لعام 1985، فقد استقيت من إدارة مصادر المياه بوزارة الأشغال والزراعة.

2) منهجية التوقع:

على غرار المنهجية المستخدمة في حساب معدلات الأملاح في المياه الجوفية، تم حساب الطلب على المياه الجوفية من خزان الدمام للفترة 1952 - 1995، حيث لم تتيسر بيانات حول إجمالي الطلب على المياه الجوفية للفترة السابقة لعام 1952. من جهة أخرى، **إن إجمالي الطلب على المياه الجوفية الذي سنمعن النظر فيه، يتمثل في إجمالي الطلب المتأتي من خزان الدمام**، باعتباره مصدر التجدد الوحيد في المستودع المائي، وكونه يمثل حوالي 87% مقارنة بإجمالي المياه المسحوبة من الخزانات الجوفية، حيث أن إجمالي الطلب على المياه الجوفية بلغ 288.8 مليون متر مكعب في عام 1997، موزعة على 250.39 مليون متر مكعب لتكوين الدمام، و38 مليون متر مكعب لحاملة مياه الروس أم الرضمة، بواقع 86.8%، 13.2% لكل منهما على التوالي (جدول 4-4). أما الصيغة المستخدمة للوصول لمعدلات الطلب على المياه الجوفية لخزان الدمام، فهي على النحو التالي:

1. أخذا بالاعتبار القيم المتوفرة، وعبر توظيف المنهج الرياضي، تم الحصول على أفضل تمثيل بياني لقيم المشاهدات المذكورة أعلاه. وقد تم وفقا لذلك الحصول على افضل تمثيل بياني لإجمالي الطلب على المياه الجوفية من خزان الدمام لأغراض القطاع الزراعي، والقطاع البلدي، والقطاع الصناعي.

2. باستخدام المنهج الرياضي، وعبر توظيف الحاسب الآلي، تم استخراج معادلة امثل تمثيل بياني لكل قطاع على حده، وبالتطبيق المباشر للمعادلات الرياضية المستخرجة، تم حساب القيم السنوية للفترة 1952 - 1984، في

حين ثبتت بيانات السنوات 1985 – 1997 باعتبارها بيانات فعلية حديثة وموثوقا بها. وبذلك تم الحصول على بيانات كلا من القطاع الزراعي والبلدي والصناعي للسنوات 1952 – 1995.

3. بجمع إجمالي الطلب في القطاعات الثلاثة، تم الوصول لإجمالي الطلب على المياه الجوفية من خزان الدمام.

من الجدير بالإشارة، أن عملية البحث عن افضل تمثيل بياني، أسفرت في هذا القسم، كما في القسم الأول، عن سيناريوهات مختلفة ومتباينة من حيث دقتها، حيث كان لا بد من اختيار افضل الصيغ الرياضية، من بين صيغ متعددة. وقد راعينا وفقا لاعتبارات إحصائية بحتة، تفضيل الخيار الذي يراعي افضل معامل تحديد.

3) الدراسات السابقة:

من خلال الاطلاع على الدراسات السابقة، وباستثناء الفترة 1985–1997، يتضح عدم وجود دراسات سابقة تظهر سلسلة زمنية سنوية تظهر إجمالي الطلب على المياه الجوفية بدولة البحرين، حيث أن ما هو متوفر خلال 32 عاما (تبدأ من عام 1952 وتنتهي عند عام 1984)، هي 9 مشاهدات فقط. وحيث أننا معنيون بدراسة العلاقة الإحصائية بين إجمالي الطلب على المياه الجوفية، ومعدلات الأملاح في المياه الجوفية خلال سلسلة زمنية طويلة نسبيا، كان لا بد من إيجاد المعلومات المائية المعنية، وبما لا يقل عن 45 مشاهدة على الأقل. وبداية نورد الجدول (4–4) الذي يعطي ملخصا للبيانات التي أتاحتها الجهات المعنية بدراسة وضع المياه الجوفية، والتي اعتمدتها الدراسات اللاحقة.

جدول (4–4): إجمالي الطلب على المياه الجوفية موزعا وفقا للقطاعات (مليون متر مكعب)

المصدر / القطاع	بابكو 1952	ساتكليف 1966	ايتالكونسلت 1971	G.D.C. 1979	1985	1990	1992	1994	1997
تكوين الدمـــــام									
الزراعة	48.0	89	97.0	90.0	99.9	124.7	136.1	150.8	178.3
البلدي	5.0	15.5	20.0	41.1	47.4	59.8	52.5	61.2	65.2
الصناعي	10.0	8.0	8.0	7.0	4.9	5.8	5.63	6.345	7.3
المجموع	**63.0**	**112.5**	**125.0**	**138.1**	**152.2**	**190.3**	**194.2**	**218.3**	**250.8**
حاملة الروس– أم الرضمة									
الزراعة	-	-	-	1.3	5.5	5.0	6.1	6.2	6.5
البلدي	-	-	-	-	25.7	23.0	27.3	28.3	28.0
الصناعي	2.0	2.0	2.0	8.0	4.6	4.0	3.4	3.5	3.5
المجموع	**2.0**	**2.0**	**2.0**	**9.3**	**35.8**	**32.0**	**36.8**	**38.1**	**38.0**
الإجمالي	**65.0**	**114.5**	**127.0**	**147.4**	**188.0**	**222.3**	**231.1**	**256.4**	**288.8**

المصدر: جدول مركب استقي من (النعيمي، 1999)، والتقارير السنوية لوزارة الأشغال والزراعة (عدلت المجاميع من قبل الباحث).

4) احتساب إجمالي الطلب على المياه الجوفية خلال الفترة 1952–1995:

فيما يلي عرض للمعادلات الرياضية المستخدمة في التوقع بإجمالي الطلب على المياه الجوفية وفقا للقطاعات المختلفة [56].

1. إجمالي الطلب على المياه الجوفية لأغراض القطاع الزراعي:

$$W.D_{Agr} = 32.261 + 8.4788X - 0.3915X^2 + 0.0059X^3$$
$$(R^2 = 0.9807)$$

2. إجمالي الطلب على المياه الجوفية لأغراض القطاع البلدي:

$$W.D_{Dom} = 6.4583 - 1.2405X + 0.1461X^2 - 0.0021X^3$$
$$(R^2 = 0.9409)$$

3. إجمالي الطلب على المياه الجوفية لأغراض القطاع الصناعي:

$$W.D_{Ind.} = 10.1 - 0.4091X + 0.0372X^2 - 0.0015X^3 + 0.00002X^4$$
$$(R^2 = 0.9478)$$

4. إجمالي الطلب الكلي على المياه الجوفية:

$$W.D_{Total} = 63.2 + 6.7119X - 0.2875X^2 + 0.005X^3$$
$$(R^2 = 0.9841)$$

تجدر الإشارة إلى أن قيم X تمثل رقم المشاهدة في كل سنة من السنوات المعنية، ففي السنة الأولى (1952) تمثل المشاهدة X القيمة (1)، بينما تمثلها القيمة (5) في السنة الخامس (1957)، وهكذا.

5) النتائج:

بتطبيق المعادلات الثلاث الأولى، وجدنا أن مجموعهم معا قد أتى بعيد عن قيم المشاهدات الفعلية، بالرغم من الحصول على معاملات تحديد مقبولة، الأمر الذي دعانا لترجيح المعادلة الرابعة، والتي عنيت بتوقع إجمالي الطلب على المياه الجوفية بالاتكاء على الأرقام الفعلية للاجماليات في سنوات متفرقة، باستثناء السنوات 1985–1997، والتي تم اعتمادها كما وردت في مصادرها الأصلية (وزارة الأشغال والزراعة). وهي معادلة أعطت قيمة جيدة لمعامل التحديد (للمزيد من التفاصيل يرجى الرجوع لملاحق الفصل الرابع). والجدول (4–5) يعرض نتائج التطبيق المباشر للمعادلة رقم (4) المستخدمة لتوقع الطلب الإجمالي على المياه الجوفية.

---

[56] راجع ملاحق الفصل الرابع لمعرفة المستويات المختلفة للتمثيل البياني في مختلف المناطق الخاضعة للدراسة.

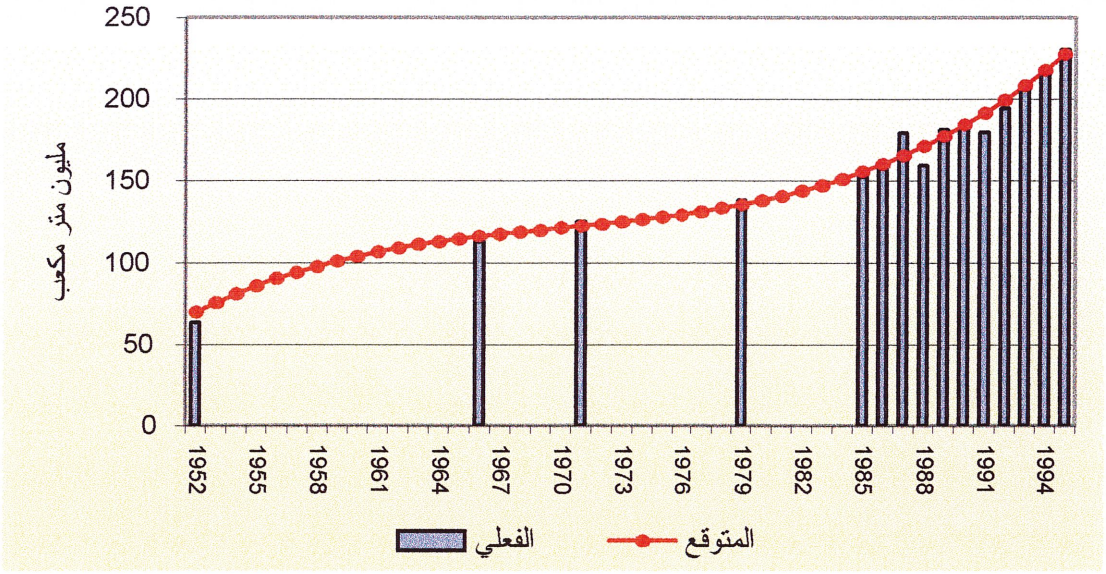
جدول (4-5): إجمالي الطلب الفعلي والمتوقع على المياه الجوفية (مليون متر مكعب).

السنوات	الفعلي	المتوقع
1952	63.2	69.6
1953		75.5
1954		80.9
1955		85.8
1956		90.2
1957		94.2
1958		97.8
1959		101.1
1960		104.0
1961		106.6
1962		108.9
1963		111.0
1964		112.9
1965		114.5
1966	112.5	116.1
1967		117.5
1968		118.8
1969		120.0
1970		121.2
1971	125.1	122.4
1972		123.7
1973		125.0
1974		126.3
1975		127.8
1976		129.4
1977		131.2
1978		133.2
1979	138.1	135.5
1980		138.0
1981		140.8
1982		143.9
1983		147.4
1984		151.3
1985	152.2	155.6
1986	159.8	160.3
1987	179.3	165.5
1988	159.4	171.2
1989	181.0	177.5
1990	185.3	184.3
1991	179.8	191.7
1992	194.2	199.7
1993	206.1	208.4
1994	218.3	217.8
1995	230.3	227.8

* للاطلاع على نماذج الطلب الإجمالي والقطاعي على المياه الجوفية، يرجى مراجعة الملحق الثاني بتفرعاته في الصفحة 170-174.

6) تقييم قدرة النماذج على المحاكاة:

بالنظر لقدرة النموذج على التوقع، سنعتمد نتائجه باعتبارها مشاهدات فعلية للفترة 1952 – 1995. بيد إن الركـــون للنتائج المستخلصة يعتمد إلى حد كبير على قدرة النماذج على محاكاة واقع الحال في السنوات الماضية. وبغية إظـــهار ذلك، أرفقنا الشكل (4-6) الذي يبين قدرة النموذج على توقع إجمالي الطلب على المياه الجوفية، من خلال مقارنـــة نتائج التوقع بالمشاهدات الفعلية في السنوات الماضية.



شكل (4-6): قياس قدرة النموذج على المحاكاة بإجمالي الطلب على المياه الجوفية بطبقة الدمام.

القسم الرابع: دراسة العلاقة بين إجمالي الطلب على المياه الجوفية ومعدلات تركز الأملاح في المياه الجوفية

1) هدف هذا القسم:

يهدف هذا القسم إلى الوقوف على طبيعة العلاقة بين إجمالي الطلب على المياه الجوفية، ومعدلات تركز الأمـــلاح في المياه الجوفية بخزان الدمام. وأهمية ذلك يكمن في الإجابة على السؤال التالي: بأي قدر ترتفع معـــدلات الأمـــلاح في المياه الجوفية من خزان الدمام في المتوسط، إذا علم حجم الطلب الإجمالي على المياه الجوفية المسحوبة مـــن الخـــزان نفسه؟

2) المنهجية المستخدمة:

من الواضح أن المنهج الإحصائي هو وحده القادر على الإجابة على هذا السؤال. ولأجل ذلـــك صيغـــت معادلـــة سلوكية تربط معدلات الأملاح في المياه الجوفية بإجمالي الطلب على المياه الجوفية. وسوف نوظف بيانات متوســـط الأملاح في المياه الجوفية، وإجمالي الطلب على المياه الجوفية التي تم استخلاصها في هذا الفصل، لتحقيق هذا الهدف.

3) النتائج الإحصائية للعلاقة بين معدلات الأملاح وإجمالي الطلب على المياه الجوفية:

مما تقدم، تم التوصل للنتائج المبينة في الجدول (4-6)، والتي تمثل المتغيرين المستهدفين في دراسة العلاقات السلوكية.

جدول (4-6) : المتغيرين المستهدفين في دراسة العلاقة السلوكية

السنوات	معدلات الأملاح في المياه الجوفية (ملليجرام للتر)	إجمالي الطلب على المياه الجوفية (مليون متر مكعب)
1952	2850	69.6
1953	2903	75.5
1954	2960	80.9
1955	3018	85.8
1956	3078	90.2
1957	3139	94.2
1958	3200	97.8
1959	3261	101.1
1960	3321	104.0
1961	3380	106.6
1962	3436	108.9
1963	3490	111.0
1964	3542	112.9
1965	3591	114.5
1966	3637	116.1
1967	3679	117.5
1968	3718	118.8
1969	3754	120.0
1970	3786	121.2
1971	3814	122.4
1972	3840	123.7
1973	3862	125.0
1974	3881	126.3
1975	3898	127.8
1976	3912	129.4
1977	3924	131.2
1978	3934	133.2
1979	3943	135.5
1980	3952	138.0
1981	3961	140.8
1982	3970	143.9
1983	3980	147.4
1984	3993	151.3
1985	4008	155.6
1986	4027	160.3
1987	4051	165.5
1988	4080	171.2
1989	4116	177.5
1990	4159	184.3
1991	4211	191.7
1992	4273	199.7
1993	4346	208.4
1994	4431	218.4
1995	4530	227.8

أظهرت النتائج الإحصائية للعلاقة بين إجمالي الطلب على المياه الجوفية ومعدلات الأملاح في المياه الجوفية، النتـــــائج التالية:

R. Square	0.859088	
Adjusted R. Square	0.855733	
Standard Error	159.9301	
Observations	44	
	Coefficients	*t. Statistic*
Intercept	2367.400	26.45638
X	10.31352	16.00186

يتبين من الاختبارات الإحصائية وجود علاقة قوية بين معدلات تركز الأملاح في المياه الجوفية، وإجمالي الطلب علـــى المياه الجوفية، حيث بلغ معامل التحديد المعدل حوالي 85.6%. وقد تبين من **ذلك أن كل زيادة في إجمالي الطلـــب على المياه الجوفية بمليون متر مكعب، ترفع معدلات الأملاح في المياه الجوفية من طبقة الدمام بحوالي 10 ملليجرام للتر في الفترة محل الدراسة 1952–1995.**

تجدر الإشارة هنا إلى انه قد تم إجراء العديد من الاختبارات الإحصائية بغية الحصول على امثل النتائج، وحيـــث انه يصعب إدراجها جميعا في متن الدراسة، لذا وجدنا إرفاق أهم النتائج الإحصائية في الملحق الثالث: نتائج بعض الاختبارات الإحصائية (الصفحة 176 – 193).

الفصل الخامس

التنبؤ بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية لغاية عام 2020

1) هدف هذا الفصل:

يهدف هذا الفصل إلى التنبؤ بمعدلات تركز الأملاح في المياه الجوفية خلال الفترة 1996 ولغاية عام 2020، في ظل سيناريوهات عدة، من بينها سيناريو يستهدف دراسة اثر السياسة السكانية، وعلى الأخص الموجهة منها نحو عنصر الهجرة على نوعية المياه الجوفية من طبقة الدمام، وسيناريو آخر يستهدف احتساب الآثار الإيجابية لإنشاء محطة الحد لتوليد الطاقة الكهربائية وإنتاج المياه المحلاة، إضافة إلى محطة ألبا على نوعية المياه الجوفية، مما سيؤدي إلى تخفيض نسبة المياه الجوفية الموجهة للقطاع البلدي، وسيناريو يستهدف فضلا عن ذلك قياس اثر توسعة طاقة معالجة مياه الصرف الصحي وإحلالها محل المياه الجوفية للأغراض الزراعية. وسوف نعتمد على معدلات الأملاح في المياه الجوفية للفترة السابقة لعام 1996 التي تم استخلاصها في الفصل السابق، بغية التنبؤ بمتغيري إجمالي الطلب على المياه الجوفية، ومعدل تركز الأملاح في المياه الجوفية خلال الفترة 1996 ولغاية عام 2020.

2) وسيلة التنبؤ :

تم صياغة **نموذجين** منفصلين أحدهما "رئيسي" والآخر "فرعي". **الأول** يستهدف التنبؤ بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية، من خلال علاقة سلوكية تربط إجمالي الطلب على المياه، بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية. بينما يستهدف **النموذج الثاني** التنبؤ بإجمالي الطلب على المياه الجوفية، من خلال علاقة سلوكية تربط إجمالي الطلب على المياه الجوفية بإجمالي السكان.

من الجدير بالإشارة، أن صياغة النموذج الثاني بصورة منفصلة، عوضا عن إدغامه في النموذج الرئيسي، بالرغم من إمكانية تحقيق ذلك، هدفه إكساب النموذج الرئيسي المرونة الكافية، بمعنى إفساح الطريق لاعتماد النموذج الرئيسي عبر ترجيح طرق أخرى في تقدير إجمالي الطلب على المياه الجوفية. وهذا الأمر من شأنه المحافظة على قيمة النموذج الرئيسي (الأول)، وقدرته على استهداف توقع معدلات الأملاح في المياه الجوفية لغاية عام 2020 بالدرجة الأولى.

من جهة أخرى، تم ترجيح فصل النموذجين لاعتبارات عملية، حيث أن تقدير إجمالي الطلب على المياه الجوفية يخضع في حقيقة الأمر إلى متغيرات عديدة يصعب صياغتها جميعا في نموذج واحد، وهي متغيرات على قدر كبير من الأهمية، كالتغير في الأسعار العالمية للطاقة (النفط والغاز)، والتكاليف الحقيقية لإنتاج وتوزيع المياه، وما يرافق ذلك من تكاليف البنية الأساسية، ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، وحركة التوسعات العمرانية، والتغيرات المحتملة في السياسة الزراعية، والتوسعات المحتملة في إنتاج كل من محطات تحلية مياه البحر، ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي، والتغير في درجة تلوث وتملح مياه الخليج، واحتساب الآثار المحتملة لتغيير مقدار التعرفة على المياه الجوفية والمياه الموزعة عبر شبكة التوزيع كل على حدة. ومما يزيد الأمر تعقيدا، صعوبة تحويل بعض المتغيرات إلى وحدات كمية، ومثالها، الاعتبارات الجمالية المترتبة عن اتجاهات التشجير خلال عقدين من الزمان في ظل خيارات عديدة ذات صلة إما بالسياسات والإجراءات الحكومية، وإما بالرغبات الخاصة.

ويتطلب هذا العمل في الواقع فريق عمل يجمع بين تخصصات عدة، كما يتطلب تنسيقا وثيقا بين كافة الجهات المعنية بالأمر، كوزارة الأشغال والزراعة، ووزارة المالية والاقتصاد الوطني، وشؤون البيئة بوزارة الإسكان والبلديات والبيئة،

ووزارة الكهرباء والماء، ، والهيئة البلدية المركزية، ووزارة النفط والصناعة، ومركز البحرين للدارسات والبحـــوث، والجهاز المركزي للإحصاء، وجامعة الخليج العربي، وجامعة البحرين.

وأمام هذا الموقف، كان لا بد من إعداد نموذج مبسط يستهدف التنبؤ بمتغير إجمالي الطلب على المياه الجوفية. وهـذه الدراسة إذ تقر بان النموذج المعتمد في هذه الدراسة (النموذج الثاني)، لا يمثل النموذج الأمثل، فإنها تؤكد أن الأهمية تفرض إعداد نموذج اشمل، يتيح التنبؤ بإجمالي الطلب على المياه، الجوفية منها والمحلاة، أخذا بالاعتبار كافة المتغـيرات الآنفة الذكر، والتي تم إغفالها للأسباب المشار إليها آنفا.

3) مصادر بيانات النموذجين:

قبل الخوض في التفاصيل، تجدر الإشارة إلى بعض الأمور الهامة على النحو التالي:

1) استقيت بيانات معدلات الأملاح في المياه الجوفية للفترة 1943 – 1995 من النتائج التي تمخض عنـها الفصـل الرابع من هذه الدراسة.

2) استقيت بيانات الطلب القطاعي على المياه الجوفية للفترة 1952 – 1984 من النتائج التي تمخض عنـها الفصـل الرابع من هذه الدراسة. أما بيانات الفترة 1985 – 1997، فقد استقيت من واقع الإحصاءات الفعلية المعتمدة من قبل وزرة الأشغال والزراعة.

3) استخدمت النتائج المذكورة أعلاه في تلقيم النموذجين، "النموذج الرئيسي" والذي تمت صياغته لتحقيق هـدف التنبؤ بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية، وقد أسميناه "النموذج الرئيسي"، تمييزا له عن "النموذج الفرعي" الـذي يستهدف التنبؤ بإجمالي الطلب على المياه الجوفية.

4) استقيت بيانات السكان البحرينيين وغير البحرينيين من الجهاز المركزي للإحصاء (راجع الملحق رقم 4).

4) بنية النموذج الفرعي ومزاياه :

كما سبقت الإشارة، يستهدف هذا النموذج التنبؤ بإجمالي الطلب على المياه الجوفية، من خلال علاقة سلوكية تربـط إجمالي الطلب على المياه الجوفية بإجمالي السكان، باعتبار متغير السكان أحد المحددات الرئيسية المؤثرة في نمو الطلـب على المياه الجوفية. وبذلك يصبح متغير السكان (التقديرات المتوسطة للسكان) المتغير المستقل الوحيد المؤثر في إجمـالي الطلب على المياه في النموذج الفرعي. وحيث أن إجمالي الطلب على المياه الجوفية قد يتأثر بمتغيرات أخـرى مهمـة للغاية، كتطور متوسط دخل الفرد، ومقدار التعرفة على المياه، وسياسات التنمية بما فيها السياسات القطاعية، لـذا رجحنا فصل هذا النموذج عن "النموذج الرئيسي". يتكون "النموذج الفرعي"، من ثلاث متغـيرات ومعـادلتين، نستعرضها على النحو التالي:

(أ) المتغيرات الداخلة في النموذج الفرعي:

1) **المتغيرات الخارجية** : اعتبر إجمالي السكان البحرينيين، وإجمالي السكان غير البحرينيين، متغيرين خـــارجيين. وبذلك فانه يمكن الوصول لتوقعات إجمالي الطلب على المياه الجوفية في حالة اعتماد سياسات مختلفة تســـتهدف تغيير حجم السكان البحرينيين وغير البحرينيين، مما يظهر اثر السياسة السكانية بما في ذلك عنصـــــر الهجـــرة، باعتباره مكون أساسي في السياسة السكانية.

2) **المتغير الداخلي** : يمثل إجمالي الطلب على المياه الجوفية المتغير الداخلي الوحيد.

(ب) المعادلات الداخلة في النموذج الفرعي:

1. **المعادلات التعريفية** : يتكون النموذج من معادلة تعريفية واحدة فقط، تظهر أن إجمالي السكان عبارة عـــن مجموع السكان البحرينيين وغير البحرينيين.

2. **المعادلات السلوكية** : يتكون النموذج من معادلة سلوكية واحدة فقط تربط إجمالي الطلب علـــى الميـــاه الجوفية بإجمالي السكان (البحرينيين وغير البحرينيين). وقد أظهرت النتائج الإحصائية لعلاقة إجمالي الطلب علـى المياه الجوفية بالسكان النتائج التالية:

R. Square	0.973428402
Adjusted R. Square	0.946314351
Standard Error	8.767762949
Observations	44

	Coefficients:	t. Statistic
Intercept	58.82746046	19.46491678
X	0.000261119	27.54920915

يتبين من الاختبارات الإحصائية وجود علاقة قوية بين الطلب على المياه الجوفية وإجمالي السكان، حيث أن كل زيادة في السكان بألف نسمة ترفع الطلب على المياه الجوفية بـــ 261 ألف متر مكعب في السنة.

5) بنية النموذج الرئيسي ومزاياه :

كما سبقت الإشارة، يستهدف هذا النموذج التنبؤ بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية، من خلال علاقة سلوكية تربط إجمالي الطلب على المياه الجوفية بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية. ويتكون النموذج من متغيرين ومعادلة ســـلوكية وحيدة، نستعرضها على النحو التالي :

(أ) المتغيرات الداخلة في النموذج الرئيسي :

- **المتغيرات الخارجية** : يمثل إجمالي الطلب على المياه الجوفية، المتغير الخارجي الوحيد.

- **المتغيرات الداخلية** : يمثل معدلات الأملاح في المياه الجوفية المتغير الداخلي الوحيد.

(ب) المعادلة الداخلة في النموذج : يتكون النموذج من معادلة سلوكية واحدة فقط تربط التغير في معـــدلات الأملاح بالتغير في الطلب الإجمالي على المياه الجوفية. وقد أظهرت علاقة إجمالي الطلب على المياه الجوفية بمعـــدلات الأملاح في المياه الجوفية النتائج :

R. Square	0.859088494
Adjusted R. Square	0.855733458
Standard Error	159.9301479
Observations	44

	Coefficients:	t. Statistic
Intercept	2367.400256	26.45638261
X	10.31351693	16.00185640

يتبين من الاختبارات الإحصائية وجود علاقة قوية بين الطلب على المياه الجوفية، ومعدلات الأملاح في المياه الجوفيـة. كما تبين أن كل زيادة في الطلب على المياه الجوفية بمليون متر مكعب، ترفع معدلات الأملاح في المياه الجوفية بـــــ 10.3 ملليجرام للتر.

6) افتراضات السيناريو المرجعي :

ينطلق السيناريو المرجعي من افتراضات محددة نوردها للأهمية على النحو التالي :

1) المحافظة على خط الاتجاه العام لنمو كل من السكان البحرينيين وغير البحرينيين[57]، بمعنى اســـتمرار غيـــاب السياسة السكانية .

2) عدم تضمين الآثار الإيجابية المؤكدة لمحطات التحلية الجديدة كمرحلة أولى. بمعنى، البحث عن خـــط الاتجـــاه العام للمتغيرات الداخلية في ظل عدم تدخل الدولة للحد من تدهور نوعية المورد المائي. وهذا يعني أن الآثـــار الإيجابية التي يؤمل أن تلعبها محطة الحد لإنتاج كل من الكهرباء والماء لم تضمن في هذا الســـيناريو كمرحلـــة أولى، مما يمكننا بالمقارنة مع التوقعات المؤمل أن تنجم عن محطة الحد لتحلية المياه على المياه الجوفية من الوقوف على حجم النتائج الإيجابية المؤمل تحقيقها من تنفيذ المشروعات المائية الجديدة في المرحلة المقبلة، علمـــا بأننـــا سندخل الآثار الإيجابية لمحطات التحلية الجديدة على المياه الجوفية في وقت لاحق، للوقوف على آثارها الكميـة الإيجابية.

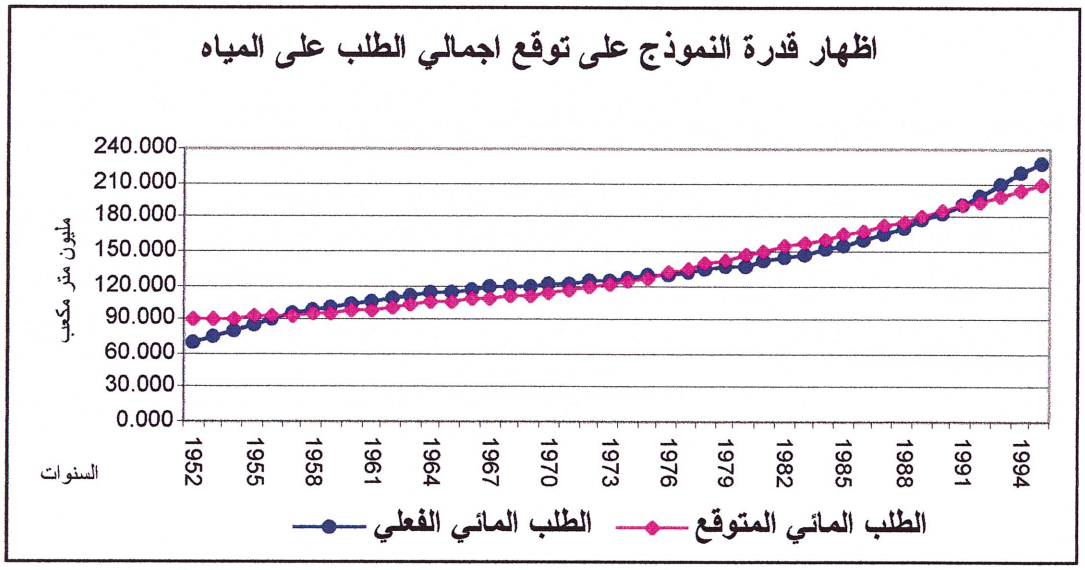
3) لا يتضمن هذا السيناريو كذلك الآثار الإيجابية المؤكدة التي من المؤمل أن تنجم عن توسيع الطاقة الاســـتيعابية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي، والتي يفترض أنها ستلبي جزءا كبيرا من احتياجات القطـــــاع الزراعـــي، وستحل بذلك محل المياه الجوفية المستخدمة في الري. لذا فالسيناريو المرجعي تعمد إرجـــاء إدخـــال الآثـــار الإيجابية لتوسيع محطات المعالجة على المياه الجوفية لاحقا.

---

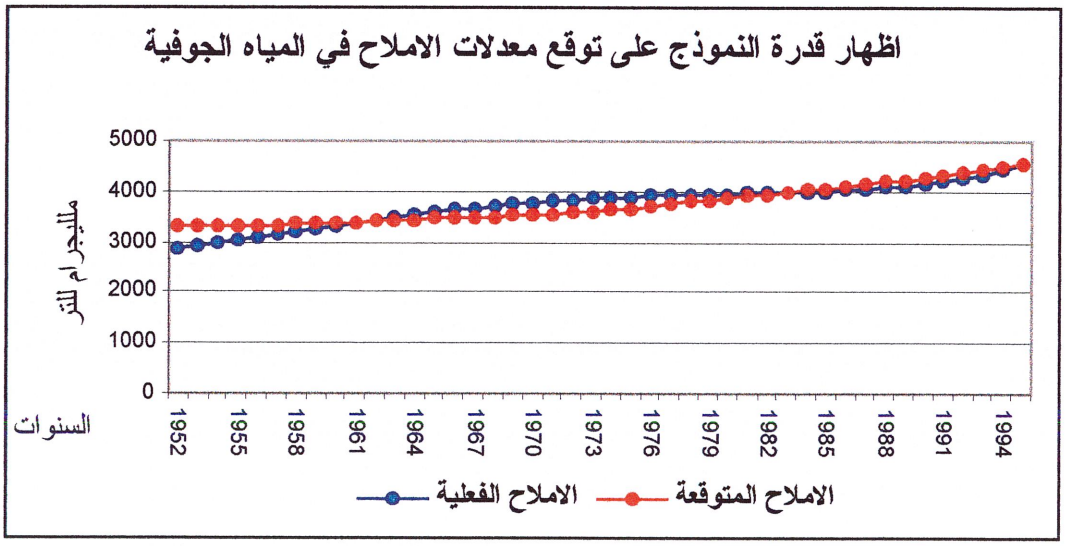
[57] راجع الملحق الرابع في الصفحة 194.

7) تقييم قدرة النموذج التنبئية :

تظهر المقارنة بين البيانات الفعلية لكل من إجمالي الطلب على المياه الجوفية (طبقة الدمام) ومعدلات الأملاح في الميـاه الجوفية في السنوات الماضية 1952 — 1995 من جهة، ونتائج الإسقاط الخلفي (التوقع للسـنوات الماضيـة 1952 - 1995) من جهة أخرى، قدرة النموذج على التقدير. وللأهمية القصوى لهذه الجزئية، وجد إرفاق الشكلين البيـانيين (5-1) و(5-2) لإظهار القيم الفعلية والمتوقعة للمتغيرين الآنفي الذكر، وذلك بغية رفـع درجـة الثقـة في نتـائج النموذج.



شكل (5-1): الطلب الفعلي والمتوقع على المياه الجوفية خلال الفترة 1952 - 1995 (مليون متر مكعب).



شكل (5-2): معدلات الأملاح الفعلية والمتوقعة خلال الفترة 1952 - 1995 (ملليجرام للتر).

8) نتائج السيناريو المرجعي :

إن تشغيل النموذج بعد تثبيت المتغيرات الخارجية، أظهرت توقعات كل من إجمالي الطلب على الميـــاه، ومعـــدلات الأملاح في المياه الجوفية للفترة 1996–2020، وهذا السيناريو نطلق عليه السيناريو المرجعي، حيث انه يعطي التوقعات في ظل المحافظة على المعدلات السائدة للمتغيرات المعنية، بما فيها متغير النمو السكاني. أي التنبؤ بالمتغيرات المعنيـــة في ظل غياب السياسة السكانية. والجدول (5–1) يظهر نتائج السيناريو المرجعي.

جدول (5–1): نتائج السيناريو المرجعي

السـنة	التطور الطبيعي لإجمالي السكان	التطور الطبيعي للطلب على المياه مليون متر مكعب	التطور الطبيعي للأملاح ملليجرام للتر
1996	598,624	215.140	4586
1997	620,378	220.820	4645
1998	642,972	226.720	4706
1999	666,441	232.848	4769
2000	**690,821**	**239.214**	**4835**
2001	716,150	245.828	4903
2002	742,466	252.700	4974
2003	769,810	259.840	5047
2004	788,227	264.649	5097
2005	827,757	274.971	5203
2006	858,448	282.985	5286
2007	890,650	291.393	5373
2008	923,512	299.974	5461
2009	957,986	308.976	5554
2010	993,828	318.335	5651
2011	1,031,095	328.066	5751
2012	1,069,845	338.185	5855
2013	1,110,144	348.707	5964
2014	1,152,054	359.651	6077
2015	1,195,644	371.033	6194
2016	1,240,984	382.872	6316
2017	1,288,153	395.189	6443
2018	1,337,219	408.001	6575
2019	1,388,270	421.332	6713
2020	1,441,389	435.202	6856

9) تحليل النتائج :

- يتبين من النتائج أن معدلات الأملاح ستصل إلى مستويات خطيرة في حالة عدم اتخاذ إجراءات حاسمة من شأنها تخفيض إجمالي الطلب على المياه الجوفية، حيث أن متوسط معدلات الأملاح العالية أصلا في عام 1995 والبالغة حوالي 4,530 ملليجرام للتر، من المتوقع أن تصل إلى 6,856 ملليجرام للتر في عام 2020. أي أنها ستتضاعف بأكثر من مرتين مع حلول العام 2020 مقارنة بما كانت عليه في عام 1952.

- بالنتيجة، يتبين أن الميزانية العامة للدولة، مقبلة على مشروعات لتحلية المياه تتصف بارتفاع تكاليفها إلى حد لا قبل للميزانية العامة على تحملها، بسبب ارتفاع تكاليف مشروعات التحلية عموما. وهذا ما سنأتي على ذكره بالتفصيل في الفصل اللاحق.

- لأجل تقدير كمية الإنتاج في سنة معينة (q_t) استنادا إلى معرفة حجم الإنتاج في سنة الأساس (q_o) بعد اخذ معدل نمو معين (r) للإنتاج بين الفترتين الزمنيتين في الاعتبار، تستخدم الصيغة الرياضية التالي (العصفور، 1998):

$$q_t = q_o (1 + r)^n$$

ومن خلال الصيغة المذكورة، يمكن احتساب حجم الإنتاج (n) بعد 25 سنة من الآن مثلا، بافتراض أن هذا الإنتاج ينمو بمعدل ثابت، وليكن 5% مثلا، مع معرفة حجم الإنتاج (q_o) يمكن تطبيق الصيغة:

$$q_{25} = q_0 (1.05)^{25}$$

ومن خلال هذه الصيغة يمكن احتساب حجم الإنتاج بعد عددا من السنوات بافتراض أن الإنتاج ينمو بمعدل معين. ومن خلال هذه الصيغة، يمكن تقدير عدد السنوات التي تمر حتى يتضاعف حجم الإنتاج أو يصل إلى قدر معين مقارنة بسنة الأساس، ومن اجل ذلك يمكن كتابة المعادلة السابقة كما يلي:

$$\frac{q_n}{q_0} = (1 + r)^n$$

$$n = \frac{Log\left(\frac{q_n}{q_0}\right)}{Log\,(1 + r)}$$

وبتطبيق هذه المعادلة على التطور الطبيعي على المياه الجوفية ومقارنتها بنتائج السيناريو المرجعي، علما بان نمو الطلب السنوي بلغ في المتوسط 2.98 من واقع السيناريو المرجعي للفترة 1996-2020، نحصل على التالي:

$$n = \frac{Log(\frac{435.202}{215.140})}{Log(1.02979629)} = \frac{0.30597}{0.01275} = 24$$

وهذا يعني أن إجمالي الطلب على المياه يتضاعف في البحرين كل 24 سنة، الأمر الذي يجعلنا نقرر أنه من المحتمل أن يبلغ 870 مليون متر مكعب عام 2044، هذا مع افتراض ثبات المتغيرات المؤثرة في الطلب الإجمالي على المياه الجوفية. إن **الواقع العملي يكشف صحة هذه الصيغة النظرية إذا استهدفت احتساب إجمالي الطلب على المياه بوجه عام، وليس إجمالي الطلب على المياه الجوفية**، حيث أن الواقع يظهر أن هناك متغيرات مؤثرة بشكل كبير على حجم الطلب الإجمالي على المياه الجوفية، ولأهمية ذلك، سنتناول فيما يلي بعض السيناريوهات التي تكشف العوامل المؤثرة في حجم الطلب على المياه الجوفية في دولة البحرين.

10) سيناريوهات مختارة باستخدام النموذج :

بغية احتساب اثر التغيير في المكونات السكانية على كل من إجمالي الطلب على المياه الجوفية ومعدلات تركز الأملاح في المياه الجوفية، يمكن إعداد سيناريوهات لا حصر لها تعنى بالسياسة السكانية. كما يمكن احتساب اثر الإنتاج المتوقع الحصول عليه من محطات التحلية الجديدة بصدد التحسن المحتمل لمستوى تركز الأملاح في المياه الجوفية. واحتساب الآثار الإيجابية المؤكدة التي من المؤمل أن تنجم عن توسيع الطاقة الاستيعابية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي، والتي يفترض أنها ستلبي جزءا كبيرا من احتياجات القطاع الزراعي. لذا فالسيناريو المرجعي تعمد إرجاء إدخال الآثار الإيجابية لتوسيع محطات المعالجة على المياه الجوفية. وحيث انه يمكن إعداد سيناريوهات لا حصر لها في هذا المجال، لذا فقد اختير من بين تلك الخيارات السيناريوهات التالية :

السيناريو الأول : اثر تخفيض نمو السكان غير البحرينيين من 4.8% سنويا إلى 1% للفترة 2001 ــ 2020 :

يظهر هذا السيناريو الأثر الكبير الممكن التحكم فيه من خلال إدارة السياسة السكانية، وعلى الأخص منها عنصر الهجرة السكانية. والجدول (5-2) يبين نتائج تخفيض معدل نمو السكان غير البحرينيين من 4.8% سنويا إلى 1% فقط بدءا من عام 2001، مع ترك الاتجاه العام لحركة السكان البحرينيين على ما هو عليه، أي انتهاج سياسة سكانية موجهة نحو عنصر الهجرة باعتبارها محور رئيسي في السياسة السكانية.

جدول (5-2) : نتائج السيناريو الأول

البيان / السنة	معدلات الأملاح (اثر السياسة) ملليجرام للتر	التطور الطبيعي للأملاح (السيناريو المرجعي) ملليجرام للتر	تطور الطلب على المياه الجوفية (اثر السياسة) مليون متر مكعب	التطور الطبيعي للطلب على المياه الجوفية (السيناريو المرجعي) مليون متر مكعب	إجمالي السكان (اثر السياسة) بالآلاف	التطور الطبيعي لإجمالي السكان
2000	4835	4835	239.214	239.214	690,821	690,821
2001	4874	4903	243.086	245.828	705,647	716,150
2002	4915	4974	247.056	252.700	720,852	742,466
2003	4957	5047	251.128	259.840	736,445	769,810

البيان السنة	معدلات الأملاح (اثر السياسة) ملليجرام للتر	التطور الطبيعي للأملاح (السيناريو المرجعي) ملليجرام للتر	تطور الطلب على المياه الجوفية (اثر السياسة) مليون متر مكعب	التطور الطبيعي للطلب على المياه الجوفية (السيناريو المرجعي) مليون متر مكعب	إجمالي السكان (اثر السياسة) بالآلاف	التطور الطبيعي لإجمالي السكان
2004	4974	5097	252.693	264.649	742,440	788,227
2005	5045	5203	259.588	274.971	768,845	827,757
2006	5090	5286	263.982	282.985	785,673	858,448
2007	5137	5373	268.568	291.393	803,235	890,650
2008	5184	5461	273.114	299.974	820,644	923,512
2009	5233	5554	277.857	308.976	838,812	957,986
2010	5283	5651	282.725	318.335	857,452	993,828
2011	5335	5751	287.718	328.066	876,576	1,031,095
2012	5388	5855	292.842	338.185	896,198	1,069,845
2013	5442	5964	298.100	348.707	916,334	1,110,144
2014	5498	6077	303.495	359.651	936,996	1,152,054
2015	5555	6194	309.032	371.033	958,200	1,195,644
2016	5613	6316	314.714	382.872	979,959	1,240,984
2017	5673	6443	320.546	395.189	1,002,294	1,288,153
2018	5735	6575	326.530	408.001	1,025,212	1,337,219
2019	5798	6713	332.673	421.332	1,048,738	1,388,270
2020	5863	6856	338.978	435.202	1,072,884	1,441,389

نتائج السيناريو الأول: يتبين من الجدول (5-2) التالي :

1) إن تخفيض معدل نمو السكان غير البحرينيين من 4.8% سنويا إلى 1% سنويا ابتداء من عام 2001 ولغاية عام 2020، مع المحافظة على نمو السكان البحرينيين عند معدلاته الطبيعية، من شأنه تخفيض إجمالي السكان من 1,441,389 نسمة إلى 1,072.884 نسمة في عام 2020، أي بفارق يبلغ 368,505 نسمه، وهو ما يشكل حوالي 53% من جملة السكان عام 2000، والبالغ 690,821 نسمة.

2) بالنتيجة، سيتحقق انخفاض في إجمالي الطلب على المياه الجوفية من 435.202 مليون متر مكعب في عام 2020، إلى 338.978 مليون متر مكعب في نفس العام، أي بفارق 96.224 مليون متر مكعب.

3) بالنتيجة سيتحقق انخفاض في تركز الأملاح في المياه الجوفية عام 2020 من 6,856 ملليجرام للتر إلى 5,863 ملليجرام للتر، بانخفاض وقدره 14.5%، مقارنة بالسيناريو المرجعي.

السيناريو الثاني : تثبيت السكان غير البحرينيين عند مستواهم في عام 2000 ولغاية 2020 :

الجدول (5-3) يفصل نتائج تقييد حجم السكان غير البحرينيين عند معدله في عام 2000، أي تثبيته عند 276,699 نسمة، مع ترك الاتجاه العام لحركة السكان البحرينيين على ما هو عليه، بمعنى انتهاج سياسة سكانية موجهة نحو عنصر الهجرة باعتبارها مكون حيوي في السياسة السكانية.

جدول (5-3) : نتائج السيناريو الثاني

البيان السنة	معدلات الأملاح (اثر السياسة) ملليجرام للتر	التطور الطبيعي للأملاح (السيناريو المرجعي) ملليجرام للتر	تطور الطلب على المياه الجوفية (اثر السياسة) مليون متر مكعب	التطور الطبيعي للطلب على المياه الجوفية (السيناريو المرجعي) مليون متر مكعب	إجمالي السكان (اثر السياسة)	التطور الطبيعي لإجمالي السكان
2000	4835	4835	239.214	239.214	690,821	690,821
2001	4867	4903	242.363	245.828	702,880	716,150
2002	4900	4974	245.603	252.700	715,290	742,466
2003	4935	5047	248.938	259.840	728,061	769,810
2004	4943	5097	249.759	264.649	731,205	788,227
2005	5007	5203	255.902	274.971	754,731	827,757
2006	5044	5286	259.537	282.985	768,650	858,448
2007	5084	5373	263.356	291.393	783,275	890,650
2008	5122	5461	267.127	299.974	797,718	923,512
2009	5163	5554	271.088	308.976	812,889	957,986
2010	5205	5651	275.166	318.335	828,503	993,828
2011	5249	5751	279.361	328.066	844,571	1,031,095
2012	5293	5855	283.679	338.185	861,106	1,069,845
2013	5339	5964	288.123	348.707	878,124	1,110,144
2014	5386	6077	292.696	359.651	895,637	1,152,054
2015	5435	6194	297.402	371.033	913,660	1,195,644
2016	5485	6316	302.245	382.872	932,207	1,240,984
2017	5536	6443	307.229	395.189	951,297	1,288,153
2018	5589	6575	312.358	408.001	970,938	1,337,219
2019	5643	6713	317.637	421.332	991,154	1,388,270
2020	5699	6856	323.069	435.202	1,011,958	1,441,389

نتائج السيناريو الثاني: يتبين من الجدول (5-3) التالي :

1) إن تثبيت حجم السكان غير البحرينيين ابتداء من عام 2001 ولغاية عام 2020، مع المحافظة على نمو السكان البحرينيين عند معدلاته الطبيعية، من شأنه تخفيض إجمالي السكان من 1,441,389 نسمة إلى 1,011.958 نسمة في عام 2020، أي بفارق يبلغ 439,431 نسمه، وهو ما يشكل حوالي 64% من جملة السكان عام 2000، والبالغ 690,821 نسمة.

2) بالنتيجة، سيتحقق انخفاض في إجمالي الطلب على المياه الجوفية بنسبة 25.8%، أي من 435.202 مليون متر مكعب في عام 2020، إلى 323.069 مليون متر مكعب في نفس العام، وبفارق 112.133 مليون متر مكعب.

3) بالنتيجة سيتحقق انخفاض في تركز الأملاح في المياه الجوفية عام 2020 من 6,856 ملليجرام للـــتر إلى 5,699 ملليجرام للتر، بانخفاض وقدره 16.9%، مقارنة بالسيناريو المرجعي.

السيناريو الثالث : الأخذ بالاعتبار الآثار المترتبة على المياه المحلاة المؤمل إنتاجها من محطتي الحد وألبا [58]

في الوقت الذي تشير فيه الدراسات إلى أن محطة التحلية في الحد ستمكن من تخفيض المياه الجوفية لأغراض الشـــبكة من 33 مليون جالون في عام 1997 إلى 10 مليون جالون يوميا بحلول عام 2000، الأمر الذي سيخفض مـــن درجـــة ملوحة المياه الموزعة إلى 600 ملليجرام للتر، مقابل 1650 ملليجرام للتر عام 1997 (المنصور، 1998)، لا نجد من بـــين جميع المصادر المتاحة ما يشير للآثار الإيجابية التي يمكن أن تترتب عن إنجاز محطات التحلية الجديدة بصدد التحســـن المحتمل في مستوى تركز الأملاح في المياه الجوفية في المدى المتوسط أو البعيد. وفي هذا الصدد نشير إلى أهميـــة إدراج اثر إنشاء محطات التحلية الجديدة على نوعية المياه الجوفية، باعتبارها ممارسة عملية وتعبيرا عن الاهتمام باستدامة هـــذا المورد الناضب.

وبالنظر لأهمية معرفة دور كل من محطتي الحد وألبا في الإنتاج في المستقبل، نورد الجدول (5-4) الذي يظهر المســـاهمة السنوية لكل من المحطتين في الإنتاج، علما بأنه من المؤمل تشغيل المرحلة الأولى لمحطة الحد في عـــام 2000، علـــى أن تتبعها الثانية في عام 2003، فالثالثة بحلول عام 2006، وستضيف كل مرحلة 49.78 مليون متر مكعب في العـــام (30 مليون جالون من المياه المحلاة يوميا). أما محطة ألبا، فمن المقرر أن تباشر الإنتاج عام 2000 بطاقة وقدرها حوالي 16.6 مليون متر مكعب في العام (10 مليون جالون يوميا).

---

[58] ورد في تصريح صحفي لوزارة الكهرباء نشرته جريدة الأيام في عددها 3800 بتاريخ 30 يوليو 1999، انه وفق اتفاقية موقعة مع وزارة الكهرباء والماء في عام 1994 وتستمر حتى عام 2004 تلتزم ألبا بإمداد وزارة الكهرباء والماء بكمية من الكـــهرباء خلال فترات الصيف. وقد دفع مبلغ وقدرة 50 مليون دينار نظير تلبية تلك الخدمات.

جدول (5-4) : التغير في إجمالي الطلب على المياه الجوفية في ضوء الإنتاج المضاف من كل من محطتي الحد وألبا لتحلية المياه (مليون متر مكعب).

السنة	التوقع الطبيعي للطلب على المياه الجوفية (السيناريو المرجعي)	إنتاج محطة الحد	إنتاج محطة ألبا	إجمالي الإنتاج المضاف من المحطتين	اثر إنشاء المحطتين على التوقع الطبيعي للطلب على المياه الجوفية
2000	239.214	49.787	15.26	65.047	174.167
2001	245.828	49.787	15.26	65.047	180.781
2002	252.700	49.787	15.26	65.047	187.653
2003	259.840	99.574	15.26	114.834	145.006
2004	264.649	99.574	15.26	114.834	149.815
2005	274.971	99.574	15.26	114.834	160.137
2006	282.985	149.336	15.26	164.596	118.389
2007	291.393	149.336	15.26	164.596	126.797
2008	299.974	149.336	15.26	164.596	135.378
2009	308.976	149.336	15.26	164.596	144.380
2010	318.335	149.336	15.26	164.596	153.739
2011	328.066	149.336	15.26	164.596	163.470
2012	338.185	149.336	15.26	164.596	173.589
2013	348.707	149.336	15.26	164.596	184.111
2014	359.651	149.336	15.26	164.596	195.055
2015	371.033	149.336	15.26	164.596	206.437
2016	382.872	149.336	15.26	164.596	218.276
2017	395.189	149.336	15.26	164.596	230.593
2018	408.001	149.336	15.26	164.596	243.405
2019	421.332	149.336	15.26	164.596	256.736
2020	435.202	149.336	15.26	164.596	270.606

إذن، وأخذا بالاعتبار إنتاج المياه من محطتي الحد وألبا في المستقبل، وتضمينهما في هذا السيناريو، تم الحصول على النتائج الواردة في الجدول (5-5):

جدول (5-5) : نتائج السيناريو الثالث

البيان السنة	معدلات الأملاح (اثر السياسة) ملليجرام للتر	التطور الطبيعي للأملاح (السيناريو المرجعي) ملليجرام للتر	تطور الطلب على المياه الجوفية (اثر السياسة) مليون متر مكعب	التطور الطبيعي للطلب على المياه الجوفية (السيناريو المرجعي) مليون متر مكعب	إجمالي السكان (اثر السياسة) بالآلاف	التطور الطبيعي لإجمالي السكان
2000	4835	4835	174.167	239.214	690,821	690,821
2001	4232	4903	180.781	245.828	716,150	716,150
2002	4303	4974	187.653	252.700	742,466	742,466
2003	3863	5047	145.006	259.840	769,810	769,810

البيان السنة	معدلات الأملاح (أثر السياسة) ملليجرام للتر	التطور الطبيعي للأملاح (السيناريو المرجعي) ملليجرام للتر	تطور الطلب على المياه الجوفية (أثر السياسة) مليون متر مكعب	التطور الطبيعي للطلب على المياه الجوفية (السيناريو المرجعي) مليون متر مكعب	إجمالي السكان (أثر السياسة) بالآلاف	التطور الطبيعي لإجمالي السكان
2004	3913	5097	149.815	264.649	788,227	788,227
2005	4019	5203	160.137	274.971	827,757	827,757
2006	3588	5286	118.389	282.985	858,448	858,448
2007	3675	5373	126.797	291.393	890,650	890,650
2008	3764	5461	135.378	299.974	923,512	923,512
2009	3856	5554	144.380	308.976	957,986	957,986
2010	3953	5651	153.739	318.335	993,828	993,828
2011	4053	5751	163.470	328.066	1,031,095	1,031,095
2012	4158	5855	173.589	338.185	1,069,845	1,069,845
2013	4266	5964	184.111	348.707	1,110,144	1,110,144
2014	4379	6077	195.055	359.651	1,152,054	1,152,054
2015	4496	6194	206.437	371.033	1,195,644	1,195,644
2016	4619	6316	218.276	382.872	1,240,984	1,240,984
2017	4746	6443	230.593	395.189	1,288,153	1,288,153
2018	4878	6575	243.405	408.001	1,337,219	1,337,219
2019	5015	6713	256.736	421.332	1,388,270	1,388,270
2020	5158	6856	270.606	435.202	1,441,389	1,441,389

نتائج السيناريو الثالث: يتبين من الجدول (5-5) التالي :

1) إن هذا السيناريو، لن يؤثر بطبيعة الحال في النمو السكاني، أي تم استبعاد اتخاذ أي سياسة سكانية، الأمر الذي سيجعل عدد السكان يرتفع بنفس معدله في السيناريو المرجعي، أي من 690,821 نسمة في عام 2000 إلى 1,441,389 نسمة في عام 2000.

2) سيساهم الإنتاج المضاف من محطتي الحد وألبا في تخفيض إجمالي الطلب على المياه الجوفية من 435.202 مليون متر مكعب في عام 2020، إلى 270.612 مليون متر مكعب في نفس العام، أي بفارق 164.590 مليون متر مكعب، وبنسبة 38%. وذلك على افتراض أن محطات التحلية ستستعين بالكامل بمياه البحر في عمليات التحلية، أي أنها لن تلجأ للمياه الجوفية في عمليات التحلية.

3) بالنتيجة سيتحقق انخفاض في تركز الأملاح في المياه الجوفية عام 2020 من 6,856 ملليجرام للتر عام 2020 إلى 5,158 ملليجرام للتر، بانخفاض وقدره 24.8%، مقارنة بالسيناريو المرجعي.

4) سيحقق هذا السيناريو أقصى انخفاض له في تركز الأملاح في المياه الجوفية في عام 2006 ببلوغها 3,588 ملليجرام للتر مقارنة 5,286 ملليجرام للتر لنفس العام في السيناريو المرجعي، أي بانخفاض 32% مقارنة بالسيناريو المرجعي.

السيناريو الرابع : الأخذ بالاعتبار كل من الآثار المترتبة على المياه المحلاة المؤمل إنتاجها من محطتي الحد وألبا **وتوسعة طاقة إنتاج محطة معالجة مياه الصرف الصحي:**

تبلغ إجمالي المياه المعالجة بمحطة توبلي حوالي 160 ألف متر مكعب يوميا، يعالج منها ثنائيا 120 ألف متر مكعب يوميا وتلقى في البحر، بينما تعالج الكميات المتبقية ثلاثيا، يستفاد منها في ري الأعلاف وأشجار الزينة في بعض مناطق البحرين. وقد قدرت احدث البحوث المعنية الكميات المعالجة ثلاثيا بنحو 40,000 متر مكعب في اليوم، أي 14.6 مليون متر مكعب في العام (العرادي، 2000)، ومنه نستنتج أن الكميات المعالجة ثنائيا بمحطة توبلي تعادل أربع أضعاف الكميات المعالجة ثلاثيا. أما إجمالي المياه المعالجة بالبلاد من خلال إحدى عشر محطة، فبلغت عام 1999 حوالي 167,430 متر مكعب يوميا، تعالج منها ثلاثيا 42,130 متر مكعب، أي حوالي 25% من جملة المياه المعالجة، بينما تعالج الكميات المتبقية، والبالغة 125,300 متر مكعب معالجة ثنائية وتلقى في البحر، وهو ما يشكل حوالي 75% من جملة المياه المعالجة، الأمر الذي يعد هدرا في أحد الموارد المائية بالبلاد. وبنظرة اكثر شمولا، يتبين أن البحرين لا تستخدم سوى 13% من إجمالي المياه الموجهة نحو القطاع البلدي. إذ لا يزيد حجم المستخدم من هذه المياه عن 15.4 مليون متر مكعب سنويا، مقارنة بـ 118.1 مليون متر مكعب سنويا، تمثل مجمل طلب القطاع البلدي في عام 1999.

من جهة أخرى، باشرت وزارة الأشغال والزراعة تنفيذ مشروع إنتاج واستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في سبتمبر 1997، على أن ينفذ خلال 4 – 5 سنوات. وسيتم بمقتضاه رفع مستوى أداء النظام القائم للمعالجة، مع زيادة القدرة الإنتاجية للمياه المعالجة ثنائيا إلى 200 ألف متر مكعب في اليوم، مع رفع كفاءة المعالجة الثلاثية لضمان إنتاج 60 ألف متر مكعب يوميا بدءا من عام 2002. وتخطط الدولة على المدى البعيد لإعادة استخدام معظم المياه المعالجة ثلاثيا في الري، من خلال توسعة طاقة المعالجة الثلاثية لتصل إلى 100 ألف متر مكعب يوميا بحلول عام 2011.

مما تقدم، يمكن إعادة تحديد إجمالي الطلب على المياه الجوفية في ضوء الإنتاج المضاف من كل من محطتي الحد وألبا لتحلية المياه، إضافة لإنتاج مياه الصرف الصحي المعالجة، وإعادة رسم الإنتاج المتراكم وفقا للجدول (5-6):

جدول (5-6) : التغير في إجمالي الطلب على المياه الجوفية في ضوء

الإنتاج المضاف من كل من محطتي الحد وألبا لتحلية المياه (مليون متر مكعب)

السنة	التوقع الطبيعي للطلب على المياه الجوفية (السيناريو المرجعي)	إنتاج محطة الحد	إنتاج محطة ألبا	إجمالي الإنتاج المضاف من المحطتين	إنتاج محطة معالجة مياه الصرف وبافتراض استغلالها بالكامل	اثر إنشاء المحطتين على التوقع الطبيعي للطلب على المياه الجوفية
1997	220.820				14.6	206.220
1998	226.720				14.6	212.120
1999	232.848				14.6	218.248
2000	239.214	49.78	15.26	65.04	14.6	159.574
2001	245.828	99.56	15.26	114.81	14.6	116.418
2002	252.700	99.56	15.26	114.81	21.9	115.99
2003	259.840	99.56	15.26	114.81	21.9	123.13
2004	264.649	149.34	15.26	164.59	21.9	78.159
2005	274.971	149.34	15.26	164.59	21.9	88.481
2006	282.985	149.34	15.26	164.59	21.9	96.495
2007	291.393	149.34	15.26	164.59	21.9	104.903
2008	299.974	149.34	15.26	164.59	21.9	113.484
2009	308.976	149.34	15.26	164.59	21.9	122.486
2010	318.335	149.34	15.26	164.59	21.9	131.845
2011	328.066	149.34	15.26	164.59	36.5	126.976
2012	338.185	149.34	15.26	164.59	36.5	137.095
2013	348.707	149.34	15.26	164.59	36.5	147.617
2014	359.651	149.34	15.26	164.59	36.5	158.561
2015	371.033	149.34	15.26	164.59	36.5	169.943
2016	382.872	149.34	15.26	164.59	36.5	181.782
2017	395.189	149.34	15.26	164.59	36.5	194.099
2018	408.001	149.34	15.26	164.59	36.5	206.911
2019	421.332	149.34	15.26	164.59	36.5	220.242
2020	435.202	149.34	15.26	164.59	36.5	234.112

أخذا بالاعتبار ما تقدم، مع عدم انتهاج أي سياسة سكانية، تم الحصول على النتائج الواردة في الجدول (5-7):

جدول (5-7) : نتائج السيناريو الرابع

البيان السنة	معدلات الأملاح (اثر السياسة) ملليجرام للتر	التطور الطبيعي للأملاح (السيناريو المرجعي) ملليجرام للتر	تطور الطلب على المياه الجوفية (اثر السياسة) مليون متر مكعب	التطور الطبيعي للطلب على المياه الجوفية (السيناريو المرجعي) مليون متر مكعب	التطور الطبيعي لإجمالي السكان
2000	4835	4835	159.567	239.214	690,821
2001	4081	4903	166.181	245.828	716,150
2002	3700	4974	129.253	252.700	742,466
2003	3261	5047	86.606	259.840	769,810
2004	3310	5097	91.415	264.649	788,227
2005	3266	5203	87.137	274.971	827,757
2006	2836	5286	45.389	282.985	858,448
2007	2922	5373	53.797	291.393	890,650
2008	3011	5461	62.378	299.974	923,512
2009	3104	5554	71.380	308.976	957,986
2010	3200	5651	80.739	318.335	993,828
2011	3300	5751	90.470	328.066	1,031,095
2012	3405	5855	100.589	338.185	1,069,845
2013	3513	5964	111.111	348.707	1,110,144
2014	3626	6077	122.055	359.651	1,152,054
2015	3744	6194	133.437	371.033	1,195,644
2016	3866	6316	145.276	382.872	1,240,984
2017	3993	6443	157.593	395.189	1,288,153
2018	4125	6575	170.405	408.001	1,337,219
2019	4262	6713	183.736	421.332	1,388,270
2020	4405	6856	197.606	435.202	1,441,389

نتائج السيناريو الرابع: يتبين من الجدول (5-7) التالي :

1) سيتحقق نتيجة لتشغيل محطة الحد وألبا، ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي بأقصى إنتاجهما، انخفاض في إجمالي الطلب على المياه الجوفية من 435.202 مليون متر مكعب في عام 2020، إلى 234.112 مليون متر مكعب في نفس العام، أي بفارق 201.090 مليون متر مكعب، أي بنسبة 46.2%.

2) بالنتيجة سيتحقق انخفاض في تركز الأملاح في المياه الجوفية عام 2020 من 6,856 ملليجرام للتر إلى 4,782 ملليجرام للتر، بانخفاض وقدره 30.3%، مقارنة بالسيناريو المرجعي.

3) سيحقق هذا السيناريو أقصى انخفاض له في تركز الأملاح في المياه الجوفية في عام 2006 ببلوغها 2,836 ملليجرام للتر مقارنة 5,286 ملليجرام للتر لنفس العام في السيناريو المرجعي، أي بانخفاض 46% مقارنة بالسيناريو المرجعي.

السيناريو الخامس : الأخذ بالاعتبار كل من الآثار المترتبة على المياه المحلاة المؤمل إنتاجها من محطتي الحد وألبا وتوسعة طاقة إنتاج محطة معالجة مياه الصرف الصحي، مع تخفيض السكان غير البحرينيين من 4.8% إلى 1% سنويا بدءا من عام 2001 (السيناريو الأول):

الجدول (5-8) يبين أن هذا السيناريو يعطي افضل النتائج على الإطلاق مقارنة بالسيناريوهات السابقة، حيث انه يأخذ في الاعتبار اثر السياسات الثلاث مجتمعة. السياسة السكانية، وسياسة توسعة طاقة إنتاج محطات التحلية، وسياسة توسعة طاقة إنتاج محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

جدول (5-8) : نتائج السيناريو الخامس

البيان السنة	معدلات الأملاح (اثر السياسة) ملليجرام للتر	التطور الطبيعي للأملاح (السيناريو المرجعي) ملليجرام للتر	تطور الطلب على المياه الجوفية (اثر السياسة) مليون متر مكعب	التطور الطبيعي للطلب على المياه الجوفية (السيناريو المرجعي) مليون متر مكعب	إجمالي السكان (اثر السياسة) بالآلاف	التطور الطبيعي لإجمالي السكان
2000	4835	4835	159.567	239.214	690,821	690,821
2001	3540	4903	163.439	245.828	705,647	716,150
2002	3129	4974	123.609	252.700	720,852	742,466
2003	3171	5047	77.894	259.840	736,445	769,810
2004	2674	5097	79.459	264.649	742,440	788,227
2005	2594	5203	71.754	274.971	768,845	827,757
2006	2639	5286	26.386	282.985	785,673	858,448
2007	2687	5373	30.972	291.393	803,235	890,650
2008	2734	5461	35.518	299.974	820,644	923,512
2009	2783	5554	40.261	308.976	838,812	957,986
2010	2833	5651	45.129	318.335	857,452	993,828
2011	2884	5751	50.122	328.066	876,576	1,031,095
2012	2937	5855	55.246	338.185	896,198	1,069,845
2013	2991	5964	60.504	348.707	916,334	1,110,144
2014	3047	6077	65.899	359.651	936,996	1,152,054
2015	3104	6194	71.436	371.033	958,200	1,195,644
2016	3163	6316	77.118	382.872	979,959	1,240,984
2017	3223	6443	82.950	395.189	1,002,294	1,288,153
2018	3285	6575	88.934	408.001	1,025,212	1,337,219
2019	3348	6713	95.077	421.332	1,048,738	1,388,270
2020	3413	6856	101.382	435.202	1,072,884	1,441,389

نتائج السيناريو الخامس:

يظهر الجدول (5-8) النتائج التالية :

1) سيحقق هذا السيناريو انخفاضا في إجمالي السكان من 1,441,389 نسمة إلى 1,072,884 نسمة عام 2020.

2) سيحقق انخفاضا في الطلب على المياه بمقدار 297 مليون متر مكعب في عام 2020، حيث سيتقلص إجمالي الطلب على المياه من 435 مليون متر مكعب إلى 101 مليون متر مكعب، أي بنسبة قدرها 76.8%.

3) بالنتيجة، سيتحقق انخفاض في تركز الأملاح في المياه الجوفية عام 2020 من 6,856 ملليجرام للتر عام 2020 إلى 3,413 ملليجرام للتر، بانخفاض وقدره 50%، مقارنة بالسيناريو المرجعي. وبمعنى آخر، فنتيجة لتضافر جهود السياسات الثلاث، سنصل في عام 2020 لنفس معدلات الأملاح في المياه الجوفية التي كانت سائدة في عام 1962، الأمر الذي يسهم في تحقيق قدرا كبيرا من استدامة المورد المائي في دولة البحرين.

4) سيحقق هذا السيناريو أقصى انخفاض له في تركز الأملاح في المياه الجوفية في عام 2005 ببلوغها 2,594 ملليجرام للتر مقارنة 5,090 ملليجرام للتر لنفس العام في السيناريو المرجعي، أي بانخفاض 49% مقارنة بالسيناريو المرجعي.

11) خلاصة الفصل الخامس:

يلاحظ أن نتائج السيناريو الخامس تمثل افضل النتائج مقارنة بالسيناريوهات السابقة، ومرجع ذلك تضافر جهود السياسة السكانية التي تستهدف كبح نمو السكان غير البحرينيين، بجانب سياسة توسعة الطاقة القصوى لإنتاج المياه المحلاة، وسياسة توسعة الطاقة القصوى لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي. والجدول (5-9) يستعرض نتائج توقعات السكان وإجمالي الطلب على المياه الجوفية، ومعدلات الأملاح في المياه الجوفية وفقا للسيناريوهات المختلفة.

جدول (5-9) : ملخص نتائج سيناريوهات السياسة السكانية والمائية.

السيناريوهات	الإفتراضات	إجمالي الطلب على المياه الجوفية (مليون متر مكعب)			معدلات الأملاح في المياه الجوفية (ملليغرام للتر)			إجمالي السكان (بالآلاف)		
السنوات		2000	2010	2020	2000	2010	2020	2000	2010	2020
المرجعي	المحافظة على اتجاه المتغيرات الداخلة في النموذج									
		239	318	435	4835	5651	6856	691	994	1441
الأول	تخفيض نمو السكان غير البحرينيين من 4.8% إلى 1% سنويا									
		239	283	339	4835	5283	5863	691	858	1073
الثاني	تثبيت السكان غير البحرينيين لغاية 2020 عند المعدل في 2001									
		239	275	323	4835	5205	5699	691	829	1012
الثالث	اثر إنتاج محطتي الحد وألبا لإنتاج المياه وفي ظل غياب سياسة سكانية									
		174	154	271	4835	3953	5158	691	994	1441
الرابع	اثر إنتاج محطتي الحد وألبا، وتوسعة طاقة معالجة مياه الصرف الصحي، وفي ظل غياب سياسة سكانية									
		160	81	198	4835	3200	4405	691	994	1441
الخامس	تضافر جهود السياسات الثلاث (السيناريو الأول + السيناريو الرابع)									
		160	45	101	4835	2833	3413	691	858	1073

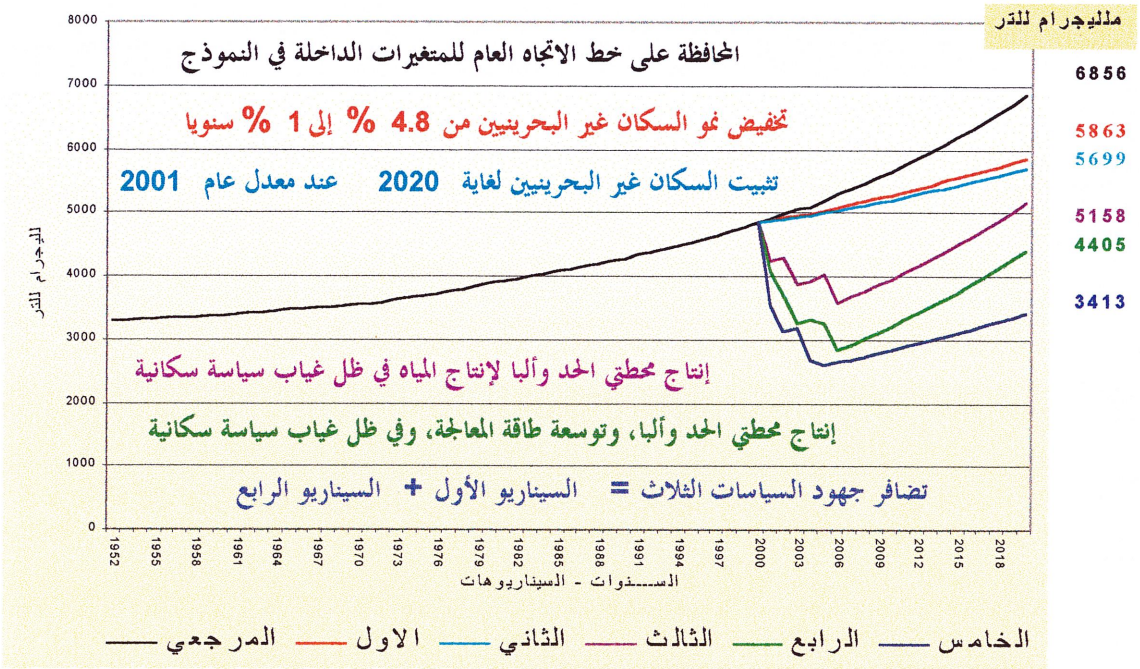
وفقا للسيناريو الأخير (الذي يجمع بين الأثر الإيجابي للسياسة السكانية، وتشغيل محطة الحد وألبا، ومحطة معالجة مياه الصرف بأقصى إنتاجهما)، ستبلغ معدلات الأملاح في عام 2020 حوالي 3413 ملليجرام للتر، وهي قريبة للمتوسط الذي كان سائدا في عام 1962، الأمر الذي سيحقق انخفاض في تركز الأملاح في المياه الجوفية بنسبة 50%.

من جهة أخرى، تبين أن تثبيت حجم السكان غير البحرينيين ابتداء من عام 2001 ولغاية عام 2020، مع المحافظة على نمو السكان البحرينيين عند معدلاته الطبيعية، من شأنه تخفيض إجمالي الطلب على المياه الجوفية بنسبة 25.8%، وبالنتيجة سيتحقق انخفاض في تركز الأملاح في المياه الجوفية بنسبة 16.9%، مقارنة بالسيناريو المرجعي.

أن هذه النتيجة تظهر **أن تأثير السياسة السكانية على المتغيرات المؤزمة في الوضع المائي تأثير كبير، بيد أن تلك السياسة (كما أظهرت النتائج) بالرغم من أهميتها القصوى في معالجة الأزمة المائية، تبقى غير كافية لوحدها،**

حيث أنها بحاجة لإجراءات مساندة، لا تتوقف عند إنتاج محطات التحلية الجديدة وتوسعة طاقة محطات معالجة مياه الصرف الصحي. وعليه لا مناص من دراسة تطورات الطلب على المياه في مختلف القطاعات الاقتصادية في ظل المعرفة بمعدلات النمو السكاني الراهنة والمتوقعة، ودراسة واقع وآفاق تطور كافة قطاعات الاقتصاد في إطار استراتيجية اقتصادية – اجتماعية شاملة ومعلنة، حيث إن للتنمية أبعادا شتى لا يمكن إغفالها، وأحد أهم تلك الأبعاد البعد السكاني. وبجانب ذلك يصح القول أيضا أن إدارة السياسة السكانية، بالرغم من أهميتها القصوى في معالجة الأزمة المائية، إلا أنها غير كافية لوحدها للمحافظة على المورد المائي، حيث أنها بحاجة ماسة لتضافر الجهود الأخرى في إطارها التكاملي، بغية المحافظة على المورد المائي الطبيعي الوحيد في دولة البحرين.

الشكل (5–3): يعطي ملخصا لكافة السيناريوهات المذكورة أعلاه، واثر كل سياسة في تخفيض إجمالي الطلب على المياه ومعدلات الأملاح في المياه الجوفية من طبقة الدمام.



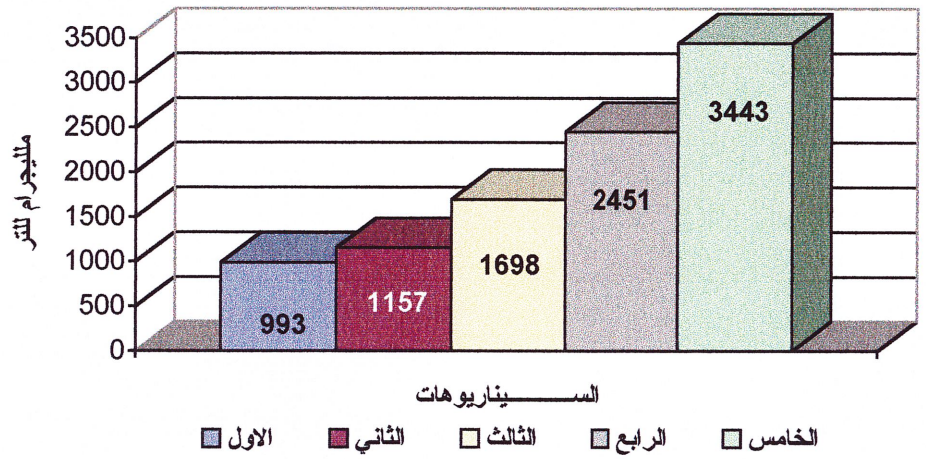
شكل (5–3): اثر سياسات تخفيض إجمالي الطلب على المياه ومعدلات الأملاح في المياه الجوفية.

لقد بينت السيناريوهات السابقة وجود تفاوتا كبيرا في نتائج السياسات المختلفة التي تستهدف تخفيض معدلات الأملاح في المياه الجوفية، ففي حين خفض السيناريو الأول (السياسة السكانية الأولى) تركز الأملاح في عام 2020 بمقدار 993 ملليجرام للتر مقارنة بالسيناريو المرجعي، لم تتجاوز إضافة السيناريو الثاني (السياسة السكانية الثانية) 1,157 ملليجرام للتر مقارنة بالسيناريو المرجعي، أي بفارق 164 ملليجرام للتر مقارنة بالسيناريو الأول (السياسة السكانية الأولى) فقط. وبهذا يكون السيناريو الثاني قد خفض معدلات الأملاح بنسبة 16.9% مقابل 14.5% للسيناريو الأول، وبفارق 164 ملليجرام فقط بينهما.

من جهة أخرى، اظهر السيناريو الثالث كبر اثر محطات تحلية مياه البحر (محطتي الحد وألبا) حتى في ظل غياب أي سياسة سكانية، حيث خفض تركز الأملاح بمقدار 1,698 ملليجرام للتر مقارنة بالسيناريو المرجعي، وهو بذلك تجاوز اثر السيناريو الأول بمقدار 705 ملليجرام للتر، ومخفضا بذلك معدل الأملاح بنسبة 24.8%.

وبإضافة اثر توسعة طاقة محطة معالجة المياه (السيناريو الرابع) إلى السيناريو الثالث، أمكن تحقيق تخفيض إضافي للسيناريو الثالث بحوالي 753 ملليجرام للتر، وبذلك يكون السيناريو الرابع (اثر محطات التحلية والمعالجة معا) قد خفض المعدل بحوالي 2,451 ملليجرام للتر مقارنة بالسيناريو المرجعي، وبذلك يكون قد تجاوز اثر السياسة السكانية في السيناريو الأول بحوالي ضعفين ونصف.

أما السيناريو الخامس الذي يمثل تضافر جهود السياسة السكانية، وسياسة توسعة طاقة معالجة محطات التحلية والمعالجة مجتمعة، فقد مكن من تخفيض المعدل بمقدار 3,443 ملليجرام للتر، وهو ما يشكل ثلاثة أمثال ونصف الأثر المتحقق في السيناريو الأول (السياسة السكانية الأولى). والشكل (5-4) يظهر مقدار التخفيض في تركز الأملاح في المياه الجوفية في السيناريوهات الخمس كلا على حده.



شكل (5-4) مقدار التخفيض في تركز الأملاح في المياه الجوفية في كل سيناريو على حده (ملليجرام للتر).

من الشكل (5-3) يتبين أن هناك انخفاضا دراماتيكيا في تركز الأملاح في المياه الجوفية سيحققه السيناريو الثالث، حيث سيبلغ أقصى انخفاض لهذا السيناريو في عام 2006 ببلوغ معدلات تركز الأملاح 3,588 ملليجرام للتر مقارنة 5,286 ملليجرام للتر لنفس العام في السيناريو المرجعي، أي بانخفاض 32% مقارنة بالسيناريو المرجعي. بينما سيحقق السيناريو الرابع أقصى انخفاض له في عام 2006 ببلوغ معدلات تركز الأملاح 2,836 ملليجرام للتر، أي بانخفاض 46% مقارنة بالسيناريو المرجعي. أما السيناريو الخامس فسيحقق أقصى انخفاض له في عام 2005 ببلوغ معدلات تركز الأملاح 2,594 ملليجرام للتر مقارنة 5,090 ملليجرام للتر لنفس العام في السيناريو المرجعي، أي بانخفاض 49% مقارنة بالسيناريو المرجعي.

من جانب آخر، يتبين انه لبلوغ معدلات الأملاح في المياه الجوفية في عام 1995 مثلا ذلك المعدل الذي كان سائدا في عام 1952 والبالغ 2850 ملليجرام للتر، فانه يلزم تخفيض الطلب على المياه الجوفية من 228 مليون متر

مكعب (عام 1995) إلى 47 مليون متر مكعب فقط، وهذا يعني تدبير كمية من المياه عن طريق بعيد عن السحب من الخزان الجوفي بمقدار 181 مليون متر مكعب في عام 1995[59].

مما تقدم، نستخلص عدم جدوى أي جهد أحادى الجانب، وخصوصا إننا تجاه صعوبة التحكم في إيرادات الميزانية العامة للدولة المرهونة بالأسعار العالمية للنفط، هذا من جهة، ومن جهة أخرى فنحن إزاء استحالة تغيير الخريطة الديمغرافية للسكان البحرينيين في الامدين القصير والمتوسط، وربما البعيد أيضا. الأمر الذي يعزز القناعة بضرورة تضافر كل الجهود. فابتداء بجهود السياسة السكانية، وعلى الأخص منها عنصر الهجرة، والتي تندرج ضمن إطار تخفيض وإدارة الطلب على المياه، ومرورا بسياسة رفع إنتاج محطات التحلية الجديدة، وتوسعة طاقة محطات معالجة مياه الصرف الصحي، والتي تندرج ضمن إطار تعظيم المتاح من موارد المياه، فضلا عن تنسيق تلك السياسات مجتمعة مع التوجهات الزراعية واتجاهات التشجير وتلبية متطلبات القطاعات الأخرى المستخدمة للمياه، وانتهاء بتنسيق الجهود الإقليمية في إطارها التكاملي. وبدون تضافر تلك الجهود مجتمعة ضمن رؤية واضحة وشاملة وبعيدة المدى للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، لا يمكن المحافظة على المورد المائي الطبيعي الوحيد.

يبقى القول، بأنه وبالرغم من السبق الذي سجلته البحرين في ميدان المسوح السكانية في المنطقة، إلا أنها كسائر دول المنطقة، لا تنتهج سياسة سكانية شاملة ومعلنة، مما عبر بالنتيجة عن دور هذا المحور في تأزيم الوضع المائي الحرج. ومنه يستدل على جدية البحث في موضوع " السياسة السكانية " باعتبارها إحدى أهم محددات التحدي المائي، لما للطلب على المياه من ارتباط وثيق بالنمو السكاني.

وهنا يجدر التركيز على السكان غير البحرينيين عند صياغة أي نماذج معنية بالمياه، لما تحمله من مشكلات عديدة ذات أبعاد خطيرة على الأصعدة الاجتماعية والاقتصادية والسياسية [60]، بيد أن ذلك التركيز يجب ألا يغيب حقيقة أن معدلات استهلاك الفرد في البحرين غير متساوية بطبيعة الحال، بمعنى أن متوسط استهلاك الفرد البحريني لا بد وانه يفوق متوسط استهلاك الوافد. والإحصاءات المتوفرة لا تتيح بيانات تفصيلية في هذا الشأن، إلا انه من المرجح أن نمط الاستهلاك يرتبط ارتباطا واضحا بالدخل، وهذا الأخير يتفاوت تفاوتا كبيرا بين البحرينيين وغير البحرينيين. وفي هذا الصدد يذكر كيتز [61] " **إن حدوث ارتفاعات في الدخل يؤدي إلى حدوث زيادة في الاستهلاك**، ولكن ليس بنفس السرعة. فعندما يرتفع الدخل ينخفض النزوع الحدي للاستهلاك" (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 1998).

---

[59] يمكن الحصول على هذه النتائج باستخدام الـ Solver ببرنامج Excel.

[60] إدراكا من دول المجلس بخطورة الأمر، "أبعدت بالفعل خلال عامي 1997 و1998 فقط حوالي 750 ألف، وعلى الأخص مخالفي أنظمة الإقامة منهم، إدراكا منها بضخامة كلفتهم الاقتصادية والاجتماعية. بيد أن تلك التدابير لا تزال ناقصة، فالسكان غير البحرينيين يمثلون راهنا 85% من سكان دولة الإمارات، مقابل 80% في قطر، و34% في الكويت، و33% لكل من السعودية وعمان والبحرين. بينما تقدر تحويلاتهم للخارج بعشرات المليارات من الدولارات" (تصريحات للامين العام لمجلس التعاون، جريدة الأيام، العدد 3520، 23 أكتوبر 1998).

[61] جون مينار كيتز (1883–1946): اقتصادي إنجليزي، ومؤسس النظرية التي عرفت باسمه والتي ضمنها كتابه الشهير "النظرية العامة في التشغيل والفائدة والنقود" (1936م). ولكتز كتب أخرى على جانب كبير من الأهمية، في نظرية النقود ونظرية الاحتمالات الرياضية (الموسوعة العربية الميسرة، 1995، صفحة 1532).

وفي ظل شح مصادر البيانات حول البحرين، نذكر أن دول مجلس التعاون الخليجي قد كثفت في الآونة الأخيرة جهودها الرامية إلى الاستعاضة قدر الإمكان عن العمالة المغتربة بعمالة مواطنة، وفي سبيل ذلك خلقت حوافز تشجع على توظيف المواطنين في القطاع الخاص، بل وفرضت في بعض الأحيان عقوبات على الشركات الخاصة التي لا تفي بالحصص الموصى بتخصيصها للموظفين المواطنين. بيد أن نصيب برامج الإحلال من النجاح، تفاوت من دولة خليجية إلى أخرى. وبوجه عام كانت البحرين اكثر بلدان المجلس نجاحا في برامج الإحلال في عام 1998، تلتها عمان[62]. فنسبة البحرنة تراوحت بين 68% و96% في قطاع النفط، و80% إلى 92% في قطاع الألمنيوم، وهذا تطور إيجابي يعكس تنامي الإدراك بأهمية تنفيذ سياسات البحرنة وتقليص حجم العمالة الأجنبية، ومن ثم، تخفيض السكان غير البحرينيين.

وأخيرا، لا بد من القول، أن الضرورة تفرض صياغة نموذج تنبئي اشمل، يدخل في الاعتبار بجانب المتغيرات الديمغرافية والمائية والمالية، الأسعار العالمية للطاقة، ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، ومتوسط الدخل الفردي التصرفي (المتاح) لكل من البحرينيين وغير البحرينيين، وحركة التوسعات العمرانية، والتغيرات المحتملة في السياسة الزراعية، والتغير في درجة تلوث وتملح مياه الخليج باعتبارها مدخلا في عملية استعذاب مياه البحر، والآثار المحتملة لتغيير مقدار التعرفة على المياه الجوفية، والمياه المحلاة، ومياه الصرف الصحي لكل قطاع من القطاعات المستهلكة، كل على حده. مع الأخذ في الاعتبار السياسات القطاعية التي تعكس آفاق تطور مختلف قطاعات الاقتصاد (صناعي، زراعي، وبلدي)، والاعتبارات الجمالية المترتبة على اتجاهات التشجير في ظل خيارات عديدة ذات صلة إما بالسياسات والإجراءات الحكومية، وإما بالرغبات الخاصة، والآثار المترتبة عن الفعاليات الإعلامية، واثر الوازع الديني والوطني ، وغيرها من المتغيرات ذات الصلة بالطلب على المياه بوجه عام.

---

[62] تقرير للجنة الاقتصادية الاجتماعية لغربي أسيا (اسكوا)، أخبار الخليج، السبت 13 مارس 1999.

الفصل السادس

تكاليف المياه والبحث في المنهجية

(رؤية مغايرة)

1) اقتصاديات البيئة وتدهور الموارد في نظم الحسابات القومية العربية الراهنة :

اكد برنامج الأمم المتحدة للبيئة في تقريره "توقعات البيئة العالمية" (2000) على ضرورة تشجيع التنمية المستدامة باعتبارها محور سياسات الزراعة والتجارة والاستثمار والبحث والتطوير وتأسيس البنية التحتية والتمويل، وذلك بتأكيد القيمة الاقتصادية والاجتماعية العالية للسلع والخدمات التي تقدمها البيئة، والخسائر الباهضة التي تنتج عن ضعف إدارة البيئة.

وفقا للمعايير الحديثة التي بدأ الترويج لها منذ مطلع السبعينيات، وتم التأكيد عليها في قمة الأرض، فان بلوغ غايات التنمية المستدامة غير ممكن دون إدخال التكاليف البيئية في الاعتبار. وثمة إجماع على أن نظم الحسابات القومية في الدول النامية لا تهتم بدراسة اثر الاقتصاديات على البيئة، واثر استنزاف الموارد، كالمياه الجوفية والنفط والموارد الأولية الأخرى.

وكما سبق وان أشرنا في الفصل الثاني، فأن أول من تحدث عن الموارد الناضبة هو الاقتصادي هارولد هوتلنج في عام 1931، والذي نادى بضرورة التفريق بين الموارد الناضبة والمتجددة، وبين أن سعر المورد الناضب يزداد حتى ينتهي المورد تماما. وقد خلص إلى أن سعر المورد الناضب يجب أن ينمو بمعدل سعر الخصم. بيد أن فكرة الموارد الناضبة، وأثرها على الاقتصاديات المتقدمة والنامية على حد سواء، ظلت في دائرة ضيقة للتنظير.

أما طرح موضوع الموارد الناضبة للمرة الأولى على المستوى العربي في جزئه المعني بالنفط، فيعود في الواقع إلى علي توفيق صادق، حيث دعا في عام 1984 في مؤتمر عقد بالمملكة المتحدة إلى إعادة تقييم الواقع الراهن للحسابات القومية في مجمل الدول المنتجة للنفط، وبذلك فتح حوارات طويلة لم تنتهي، وأهمية طرحه تكمن في كونه يمس المفاهيم، حيث انه يدعو لإعادة تقييم الحسابات القومية بالدول النامية المنتجة للمواد الخام القابلة للنضوب بكيفية تختلف عما تم صياغته في الغرب ليتماشى وطبيعة الاقتصاديات المتقدمة المستهلكة للمواد الخام. وبمعنى آخر، فانه يدعو إلى إعادة تقييم الواقع الراهن للحسابات القومية في مجمل الدول المنتجة للنفط بالكيفية التي تأخذ في الاعتبار واقع نضوب الثروات التي تشكل موارد طبيعية غير قابلة للتجدد.

إن الإطار الأساسي للحسابات القومية صاغه في الواقع اقتصاديون غربيون بالكيفية التي تراعي احتياجات الدول المتقدمة، التي لم تكن لمواردها الناضبة مساهمة كبيرة في نشاطها الاقتصادي، لهذا، لم تميز تلك الحسابات بين مساهمة الموارد المتجددة ومساهمة الموارد الناضبة في تقدير الدخل القومي، وعليه، فان تطبيقه على البلدان التي يعتمد نشاطها الاقتصادي على موارد ناضبة، يؤدي إلى مغالطة بين مفهومي الثروة والدخل (صادق، 1988).

وبالرغم من أن الموضوع تم تناوله قبل اكثر من عقد ونصف، وأعاد الكثيرون طرحه لاحقا بصيغ مختلفة، إلا أن قيمته الحقيقية لم تزل قائمة، وخصوصا انه لم يطرأ في ساحة الدول العربية المصدرة للمواد الخام بوجه عام، والنفط بوجه خاص، أي تقييم لواقع الحسابات القومية، بالكيفية التي تأخذ بالاعتبار ما طرح في هذا الصدد قبل عقد من الزمان.

وقد توصلنا في الفصل الثاني إلى أن النظام الجديد للحسابات القومية (1993) بالرغم من انه يتسم بالوضوح والبساطة مقارنة بسابقه (1968)، وبالرغم من **اهتمامه بتناول العلاقة بين الاقتصاد والبيئة، بيد أنه كسابقه، لم يفرق بين مساهمة الموارد المتجددة ومساهمة الموارد الناضبة في تقدير الدخل القومي**، الأمر الذي يعني أن تطبيقه على الدول النفطية ما زال يؤدي لاستمرار المغالطة بين مفهومي الثروة والدخل. وقد قاد هذا إلى إعراب البعض صراحة عن وجود مقاومة لاستنتاجات بعض الدراسات المتعلقة بمصالح الدول النامية، وعن **وجود ضرورة لإجراء تغيير جوهري في الحسابات القومية بحيث تتناول حسابا للثروة** [63]. وعلاقة نضوب النفط بموضوع هذا البحث المعني بالمياه، تكمن في **القواسم المشتركة، واوجه الشبه الكامنة في عدم احتساب تكلفة نضوب المورد النفطي (غير المتجدد)، وعدم احتساب تكلفة قصور تجدد المورد المائي الوحيد المفضي في صورته الراهنة لتدهوره**، والناشئ عن الارتفاع غير الطبيعي في الطلب عليه مقارنة بتجدده الطبيعي.

2) اقتصاديات البيئة واستدامة التنمية :

إن أحد الاعتبارات المهمة في هذا المفهوم يكمن في المواءمة بين النظامين الاقتصادي والبيئي تجنبا للتأثيرات السلبية على البيئة ومن ثم على النظام الاقتصادي. ويعتبر عنصر الزمن مهما في المعادلتين البيئية والاقتصادية، بيد انه يلزم الانتباه إلى أن عنصر الزمن يتسم بالطول في المعادلة البيئية مقارنة بالمعادلة الاقتصادية.

لهذا يقتضي مفهوم التنمية المستدامة مراعاة الأمد البيئي، وترشيد العمل الاقتصادي بكيفية تؤمن شروط الاستمرار أو الديمومة بالنسبة للنظام البيئي، وبالتالي للنظام الاقتصادي، حتى نتجنب الإخلال الذي من شأنه أن يقلل أو يعدم إمكانات الأجيال المقبلة من العيش في ظروف مرضية. ومن هنا نفهم التأكيد في التعريفات السائدة (لجنة برونتناند) على أن التنمية المستدامة هي التي تحقق بشكل منصف الاحتياجات الاقتصادية والبيئية للأجيال الحالية والمقبلة، والتي تلبي حاجيات الحاضر بدون أن يكون ذلك على حساب الأجيال القادمة. ومن هذا المنظور تكون التنمية المستدامة هي التي تمكن من جيل إلى آخر من المحافظة على المخزون[64] من رأس المال الاصطناعي والطبيعي لتحقيق رفاهية متنامية[65]. ورغم وجود فوارق في التيارات الفكرية، يمكن الاتفاق على أن مفهوم التنمية المستدامة يشترط المحافظة على الموارد البيئية، بما فيها العناصر الحرجة ذات الوظائف الحياتية الأساسية، والموارد المتجددة وغير المتجددة. لذا وبغية الدقة التعريفية للاستدامة، لا بد من استعمال الملاءمة بيئيا مع مقتضيات التوازنات الاقتصادية والبيئية، بجانب ديمومة هذه التوازنات (محجوب، 1993).

---

[63] تعليق محمد محمود الإمام على ورقة عزام محجوب، اثر الاعتبارات البيئية على مستقبل التخطيط في الأقطار العربية.

[64] يفرق في الرأس المال الطبيعي بين ما يعتبر في وضع حرج كطبقة الأوزون أو التنوع الحياتي، وما هو في وضع غير حرج، كالموارد الطبيعية المتجددة وغير المتجددة (المؤلف).

[65] هناك من يعوض واو العطف بأو: رأس المال الاصطناعي أو الطبيعي. هذا الفكر يقر بمبدأ قابلية الإحلال بين رأس المال الاصطناعي والطبيعي. والفكر يقر المبدأ المعاكس باعتبار وجود مستويات حرجة ونزعات عديمة الانعكاس في البيئة. ويقع التأكيد هنا على أن التنمية المستدامة هي التي تحافظ على قاعدة الموارد الطبيعية اللازمة لتحقيق رفاهية مستقرة (المؤلف).

تعتبر ندرة الموارد الركيزة الأساسية في علم الاقتصاد. وتعتبر الموارد المائية إحدى الموارد الحيوية الـــتي توليـــها دول ومنظمات العالم المختصة بالبيئة أهمية استثنائية عند احتساب الآثار البيئة للتنمية. ويتضح حجم تلك المشـــكلة مـــن خلال العديد من التقديرات، والتي من بينها تقديرات تكاليف الضرر البيئي بوجه عام في كل من هولندا وألمانيـــا، والتي بلغت 0.5 – 0.9% من الدخل العام لهولندا في عام 1985، بينما ناهزت 34 بليون دولار في ألمانيا عام 1985، مشكلة حوالي 6% من الدخل العام لألمانيا (النيش، 1998). أما الآثار البيئة على موارد المياه، فقد قدرتها بين 100 – 300 مليون دولار في هولندا، و300 مليون دولار في ألمانيا عام 1986. والجدول (6–1) يلقي ضوءا على ذلك:

جدول (6–1) : الأضرار البيئية في هولندا وألمانيا (بليون دولار)

التلوث	تراكم الضرر إلى سنة 1985	الضرر السنوي لعام 1986
الأضرار البيئية في هولندا (بليون دولار)		
1. تلوث الهواء	3.0 – 1.2	0.8 – 0.5
2. تلوث المياه	–	**0.3 – 0.1**
3. الضوضاء	0.5	0.0
المجموع	3.5 – 1.7	1.1 – 0.6
الأضرار البيئية في ألمانيا (بليون دولار)		
1. تلـــوث المـــاء :		
➢ **تدهور المياه العذبة**		**0.1**
➢ **تدهور المياه الجوفية**		**2.9**
2. تلـــوث الهـــواء :		
➢ الصحة (الأمراض النفسية)		1.9 – 0.8
➢ تدهور الموارد		0.8
➢ الزراعة		0.1
➢ فقد الغابات		1.0 – 0.8
➢ استخدام الغابات للترفيه		1.8 1.0
➢ الغابات (أخرى)		0.2 – 0.1
➢ عدم لطافة الجو / تعكير الجو		15.7
3. الضـــوضـــاء :		
➢ أماكن العمل		1.1
➢ انخفاض أسعار المنازل		9.8
➢ أخرى		0.7
المجمـــــوع		**33.9**

Pearce, W. David and Turner R. Kerry., Economics of Natural Resources and the Environment. Harvester Wheatsheaf. 1990

وقد خرج "مؤتمر دبلن" 1992 بمبادئ استرشادية أساسية، كان من بينها المبدأ الذي يقضي باعتبار المياه موردا طبيعيـا وسلعة ذات قيمة اقتصادية واجتماعية، ومكون من مكونات النظام البيئي. وإدراكا لأهمية هذا الأمر، ادرج هذا المبدأ ضمن الباب الـــ 18 في أجندة القرن الـــ 21، الذي تم اعتماده في "مؤتمر البيئة والتنمية" (قمة الأرض) في ريـــو دي جانيرو في عام 1992.

وانطلاقا من الاهتمام الدولي المتأخر بهذا الموضوع، عقدت اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (اسكوا) اجتماعا للخبراء في بيروت خلال الفترة 18-22 مايو 1998 شاركت فيه دولة البحرين، وتناول "تقييم المراحل الأولى من تنفيذ نظام الحسابات القومية 1993". وقد تمخض عنه دعوة لاجتماع خبراء لمناقشة موضوع الموارد الناضبة وكيفية معالجتها في الحسابات القومية، نظرا للإقرار بحقيقة الدور الكبير الذي تلعبه الموارد الناضبة في اقتصاديات منطقة اسكوا. واعتقد بدوري أن اهتمام اسكوا ذاك (في عام 1998) يعتبر استجابة متأخرة لدعوات توفيق صادق التي أطلقها عام 1984.

وفي ضوء مقترحات الدورة الحادية عشر لاجتماعات اللجنة الفنية، عقدت اسكوا اجتماعا آخر في بيروت شاركت فيه دولة البحرين، خلال الفترة 25 – 26 مايو 1999، تقدمت فيه بخطة متوسطة الأجل للفترة 2002 – 2005، تضمنت برنامج للتنمية الاقتصادية والاجتماعية. وما يعنينا في ذلك البرنامج تبني مجموعة من القضايا الإقليمية المشتركة، **كندرة المياه وحماية البيئة**. وقد دعت اللجنة إلى استحداث خمسة برامج فرعية مهمة تمس مختلف نواحي التنمية، من بينها **إدارة المياه والطاقة والبيئة** من أجل **التنمية المستدامة**، حيث دعا البرنامج إلى بذل الجهود لبناء القدرات وزيادة الوعي العام بين متخذي القرار والمستخدمين فيما يتعلق بالحاجة إلى الاستخدام الرشيد للطاقة والموارد المائية وحماية البيئة، وإمكانات تنفيذ المنهجيات المتكاملة. ومن المقرر أن تتولى شعبة الطاقة والموارد الطبيعية والبيئة تنفيذ أهداف هذا البرنامج، والتي تتضمن أساسا مساعدة الدول الأعضاء على تحسين إدارة شؤون المياه والطاقة والبيئة، من خلال الترويج لتطبيق مناهج متكاملة في إدارة موارد المياه والطاقة لزيادة فعالية استخدام هذه الموارد.

لا بد عند البحث في تكلفة المياه، وعلى الأخص في المشرق العربي، وصولا لاحتساب التكلفة الفعلية، من التأكيد على حقيقة أن المياه سلعة اقتصادية. "فهذا الأمر يطرح مبدأ أساسي في الاقتصاد. إذ لو كانت هناك سلعة مجانية، فان الناس سوف يطلبونها بدون حدود. معنى هذا أن الطلب سيكون لانهائيا. ولكن إذا ارتبطت بتكلفة محددة، فان هذا من شأنه أن يغير كلا من الطلب والعرض. ومن ثم فان تحديد سعر معقول للمياه سوف يجعل المستهلكين يحسبون الكمية التي يرغبون في استهلاكها، ويقللون من طلبهم عليها، ويوفرون بذلك كميات لاستخدامات أخرى"(روجرز وليدون، 1997).

من جهة أخرى إن عمليتي استنزاف المورد المائي والنفطي، يدعونا لإمعان النظر في **مفهوم التنمية المستدامة** التي تعرف بأنها "التنمية التي تحقق بشكل منصف الاحتياجات الاقتصادية والبيئية للأجيال الحالية والمقبلة، والتي تلبي حاجيات الحاضر دون التضحية بالمستقبل". وبعبارة أخرى، هي التنمية التي تلبي متطلبات الأجيال الحالية دون أن يكون ذلك على حساب الأجيال القادمة. ومن هذا المنظور فان **التنمية المستدامة هي التي تمكن من المحافظة على المخزون من رأس المال الاصطناعي والطبيعي من جيل لآخر من اجل تحقيق الرفاهية الاجتماعية**. "وبالرغم من اختلاف التيارات الفكرية، يمكن الاتفاق على أن **مفهوم التنمية المستدامة يشترط حماية وصيانة الموارد البيئية، بما فيها العناصر الحرجة ذات الوظائف الحياتية الأساسية والموارد المتجددة وغير المتجددة**" (الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية والمعهد العربي للتخطيط، 1996). وفي تعريف آخر، هي تلك التنمية التي تضمن معدلات نمو اقتصادي مقبولة، وفي نفس الوقت تحافظ على البيئة، **وتتجنب استنزاف الثروات الطبيعية للبلد، وبالتالي تضمن**

للأجيال القادمة بيئة غير ملوثة، ومصادر ثروة غير ناضبة. هذه التنمية تعتمد على المقدرة العلمية والتكنولوجية التي تضمن حسن انتقاء الموارد والعمليات المستعملة في النشاطات التنموية (مرياتي، 1998).

3) المعادلة المائية في دولة البحرين في إطار محددات قطرية مختارة (منظور مختلف):

لا يمكن الخوض في تكاليف التدهور البيئي دون الإحاطة بأهم المحددات التي تمثل ثوابت وقيود بالغة الأهمية في دولة صغرى كدولة البحرين. وفيما يلي محاولة لعرض ابرز تلك القيود والمحددات:

1. أول هذه القيود، تكمن في كون البحرين من بين تلك الدول التي تحكمها محددات طبيعية قاسية. فبجانب محدودية مواردها الطبيعية من المياه، تمتاز بمناخ حار وجاف، ومعدل أمطار يبلغ في المتوسط 72 ملليمتر في السنة، في مقابل معدل سنوي مرتفع للبخر يتراوح بين 1650–2050 ملليمتر في السنة. وعلى خلاف واقع الحال في بعض دول مجلس التعاون الأخرى، لا تستفيد البحرين من كميات الأمطار الشحيحة التي تتلقاها. وبوجه عام، يكتسب مناخ البحرين سمات ومميزات المناطق الجافة من العالم، حيث يتسم مناخها بصيف حار مشبع بنسبة رطوبة عالية، وشتاء يأتي بزخات قليلة من الأمطار لا تسهم في تغذية الخزانات الجوفية من المياه، لوجود طبقات جيولوجية حاصرة.

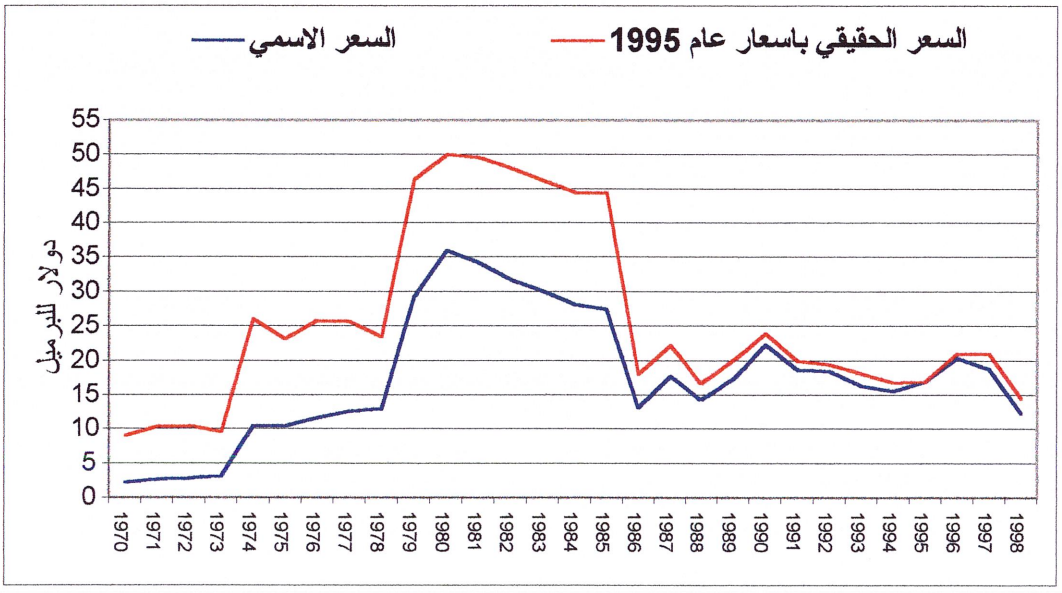
2. إن البحرين ذات موارد طبيعية محدودة جدا، لذا، فهي تتسم بحساسية كبيرة جدا تجاه تقلبات أسعار موردها الطبيعي الوحيد القابلة للتصدير، والمتمثلة في النفط والغاز. لذا فهيكل الإيرادات سيظل مرهونا بالأسعار العالمية للنفط التي تتحكم بدورها في حجم الإنفاق والرفاه العام. وما تشهده الموازنة العامة للدولة من وفر في الوقت الراهن، قد يكون عرضة في أي وقت لتسجيل عجوزات لم تكن في الحسبان، ومرجع ذاك كما هو معروف، هيمنة المورد الواحد على الميزانية العامة.

وفي هذا الصدد، يذكر صندوق النقد العربي (1999) أن تخطي الإمدادات النفطية للطلب العالمي على النفط في عام 1998 أدى إلى تدهور قياسي في الأسعار، حيث تدنت إلى اقل مما كانت عليه خلال العشرين عاما الماضية، متخطية بذلك انهيار الأسعار في عام 1986. ففي عام 1998 بلغ معدل الأسعار لسلة خامات أوبك 12.3 دولار للبرميل، مقارنة بحوالي 13 دولار في عام 1986، **علما بان الأسعار المذكورة تشير إلى المستوى الاسمي لسعر سلة أوبك في الأسواق العالمية.** وعند استبعاد التضخم يتضح أن السعر في عام 1998 يعتبر الأدنى منذ عام 1973، الذي بلغت فيه الأسعار 9.5 دولار للبرميل، مقابل 14.5 دولار عام 1998 (سعر عام 1995). وهذا في الواقع هو أهم تحدي يواجه الاقتصاد المحلي، حيث أن أثره مباشر وسريع على كافة قطاعات الاقتصاد الأخرى. والجدول (6–2)، مع الشكل (6–1) يظهران أسعار النفط الاسمية والحقيقية خلال الفترة 1970–1998 .

جدول (6-2)، أسعار النفط الاسمية والحقيقية خلال الفترة 1970 – 1998

السنة	السعر الاسمي	الرقم القياسي * (100=1985)	السعر الحقيقي بأسعار عام 1995
1970	2.1	23	9.1
1971	2.6	25	10.3
1972	2.8	27	10.4
1973	3.1	33	9.5
1974	10.4	40	26.0
1975	10.4	45	23.2
1976	11.6	45	25.8
1977	12.6	49	25.7
1978	12.9	55	23.5
1979	29.2	63	46.3
1980	36.0	72	50.0
1981	34.2	69	49.5
1982	31.7	66	48.0
1983	30.1	65	46.2
1984	28.1	63	44.5
1985	27.5	62	44.4
1986	13.0	72	18.0
1987	17.7	80	22.2
1988	14.2	86	16.6
1989	17.3	86	20.1
1990	22.3	93	23.9
1991	18.6	93	20.0
1992	18.4	95	19.4
1993	16.3	90	18.1
1994	15.5	93	16.7
1995	16.9	100	16.9
1996	20.3	97	20.9
1997	18.7	92	20.9
1998	12.3	85	14.5

* الرقم القياسي يمثل قيمة وحدة من صادرات الدول الصناعية معبرا عنها بالدولار كما ينشرها صندوق النقد الدولي.



المصدر: (صندوق النقد العربي وآخرون، 1999)

شكل (6-1): أسعار النفط الاسمية والحقيقية خلال الفترة 1970 – 1998.

3. وبجانب النفط والغاز الذي يرجح ألا يزيد عمرهما عن بضعة عقود، فان المورد المائي الحيوي والمحدود جدا، هو الآخر آيل للنضوب إذا ما استمر خط الاتجاه العام للأملاح على معدلاته العالية، الأمر الذي يكسبه أهمية خاصة. **وعلاقة المورد النفطي بالمورد المائي علاقة وثيقة جدا**، حيث أن انهيار الأسعار العالمية للنفط تضعف بالنتيجة قدرة دولة البحرين على تمويل مشروعات بنيتها الأساسية ذات الأعباء الكبيرة، والتي من أهمها وأكثرها حيوية مشروعات الكهرباء والماء، وعليه، يمكن الجزم بان وصول أسعار النفط إلى مستويات متدنية جدا، لا بد وان يضعف بالنتيجة مقومات صياغة أي برامج من شأنها مواجهة المأزق المائي، حيث أن البدائل تتمحور في نهاية المطاف في المزيد من إنتاج المياه المحلاة والمعالجة لملاحقة النمو السكاني، بغية إحلالها محل المياه الجوفية وصولا إلى استدامتها.

4. من جانب آخر يعتبر **النمو السكاني** أحد ابرز مسببات الأزمة المائية، ورغم خطورة هذا المتغير، إلا انه قلما تم تناوله بموضوعية، نظرا لحساسيته الخاصة. وفي البحرين تضاعف السكان 4.4 مرة في عام 1991 مقارنة بعام 1941، حيث ارتفع من 89,970 ألف نسمة في عام 1941 إلى 508,037 نسمة عام 1991. ومن المتوقع وصوله إلى 1,441,389 نسمة في عام 2020 (راجع: الشكل 3-4). وقد أضحت البحرين في الترتيب الرابع على مستوى قارة آسيا من حيث الكثافة السكانية. وعلى مستوى دول مجلس التعاون الخليجي، تعتبر الكثافة السكانية في البحرين الأعلى، فبوصولها إلى حوالي 986 نسمة للكيلومتر عام 2000، فإنها بذلك تزيد بأكثر من مائة ضعف مقارنة بمتوسط الكثافة السكانية في دول مجلس التعاون الخليجي، الذي يبلغ سكانه حوالي 22 مليون نسمة، بينما تزيد مساحته عن 2.7 مليون كيلومتر مربع. كما يمكن القول أن الكثافة السكانية لدولة البحرين تزيد بحوالي 7.5 ضعف ما هي عليه في الصين الشعبية، وحوالي 3.2 مرة مقارنة بالكثافة السكانية في الهند، الأمر الذي ينطوي عليه تحديات مستقبلية كبرى، وعلى الأخص في ظل غياب سياسة سكانية واضحة الملامح والآفاق.

5. إن خزان الدمام الذي يوفر حوالي 85% من المياه المنتجة في البحرين، ويحتوي على افضل نوعية للمياه الجوفية المتاحة، هو خزان مشترك، ويأتي إقليميا **كثاني اصغر خزانات الجزيرة العربية** من حيث حجم الاحتياطي، حيث أن وزنه النسبي مقارنة بحجم الاحتياطي الكلي في شبه الجزيرة لا يتجاوز 2.1% فقط. بينما يأتي ترتيبه السادس من حيث إعادة التغذية. أما نوعية مياهه، فتحتل موقع متأخر نسبيا قياسا بالكثير من الخزانات الإقليمية الأخرى. ومع ذلك يعتبر الخزان الرئيسي، ويمثل جزءا صغيرا من الخزان الجوفي المسمى بالخزان العربي الشرقي، الذي يمتد من صحراء النفود الكبرى بالمملكة العربية السعودية، مرورا بالنفود الصغرى (الدهناء) إلى المنطقة الشرقية. وعليه، فبالرغم من كون خزان الدمام الأهم للبحرين من حيث النوع والكم، فانه عرضة للاستنزاف الإقليمي، والجدول (6-3) يلقي ضوءا على ذلك :

جدول (6-3) : احتياطات المياه الجوفية في مستودعات المياه حتى عمق 300 متر

المستودع	الاحتياطي (بليون متر مكعب)	التغذية (مليون متر مكعب)	نوعية المياه (ملليجرام للتر)
الساق	280	310	1500 – 300
تبوك	205	455	3500 – 200
الوجيد	225	104	3500 – 500
المنجور – دروما	180	80	20000 – 1100
الوسيعة – بياض	590	480	10000 – 900
أم الرضمة	190	406	15000 – 2500
الدمام	**45**	**200**	**6000 – 2600**
الخف والطويل	30	132	6000 – 3800
عرومة	85	80	2000 – 1600
الجوف وسكاكا	100	95	5000 – 400
جلة	115	60	5000 – 3800
النيوجين	130	290	4000 – 3700
الإجمالي	**2175**	**2692**	

المصدر: (العلوي وعبدالرزاق، 1997).

ومما هو جدير بالإشارة أن البحرين تعتمد في تلبية احتياجاتها من المياه الجوفية على ثلاثة خزانات رئيسية، ففضلا عن خزان الدمام الذي يغطي غالبية الجزء الشرقي في السعودية والبحرين والكويت وقطر والإمارات وعمان، هناك خزان الروس – أم الرضمة والنيوجين الذي يغطي شرق السعودية والكويت والبحرين. وتعتبر الخزانات الأخرى خزانات تحتوي على نوعية رديئة من المياه، نظرا للتركز العالي فيها من الأملاح.

6. أما بصدد **المتغيرات** التي تمثل مصدر عبث وإرباك للاتزان البيئي، فيظهرها متغير إجمالي الطلب على المياه الذي لعب دورا مؤزما للواقع المائي، كما أظهرت الفصول السابقة. حيث قاد الاختلال بين الطلب الإجمالي على المياه، والتعويض الطبيعي للمياه الجوفية الذي لا يتعدى 112 مليون متر مكعب (النعيمي، 1999) إلى اتساع فجوة العجز المائي، الذي حمل في طياته تحديا بيئيا واقتصاديا خطيرين. الأمر الذي قاد إلى تدهور نوعية المياه الجوفية. فبعد أن كان متوسط معدلات الأملاح في المياه الجوفية في دولة البحرين في حدود 2850 مليجرام للتر في عام 1941 [66]، ارتفعت بفعل النمو ونمط التنمية وتحسن مستوى المعيشة والنمو السكاني إلى حوالي 4,835 ملليجرام للتر في عام 2000، ومن المتوقع أن تصل إلى 6,856 ملليجرام للتر في عام 2020، إذا ما استمر اتجاه نمو حركة المتغيرات على ما هي عليه. وإذا علمنا بان متوسط تركز الأملاح في مياه الخليج العربي تبلغ في المتوسط

[66] بلغت افضل نوعية للمياه في دولة البحرين في المتوسط 2143 ملليجرام للتر في الفترة 1941–1945 في شاطئ البديع.

40 ألف ملليجرام للتر، أمكن لنا إدراك خطورة اتجاهات المتغيرات المائية، واستحالة استغلال المورد الجوفي من المياه للاستخدام الآدمي المباشر. الأمر الذي يمس مفهوم استدامة المورد المائي، الذي يعتبر جزئية في مفهوم اشمل يعنى باستدامة التنمية الاقتصادية الاجتماعية، وهذا ما سنتطرق له لاحقا بشيء من التفصيل، لارتباطه باقتصاديات المياه والبيئة.

7. من جهة أخرى، فإن الميزانية العامة للدولة التي يتوقع لها أن تشهد صعوبات خلال السنوات المقبلة، مقبلة في المستقبل المنظور على مشروعات توسعة كبرى لمحطات التحلية ومعالجة مياه الصرف الصحي، وهي من المشروعات التي تتصف بارتفاع تكاليفها الرأسمالية، حيث لا سبيل لتخفيض الطلب على المياه الجوفية وتصحيح المعادلة المائية، دون اللجوء لخيارات محدودة للغاية، لعل أهمها رفع طاقة إنتاج المياه المستعذبة ومياه الصرف الصحي المعالجة، وانتهاج رؤى واستراتيجيات بديلة كفيلة بترتيب الأولويات، وصولا لتخفيض الطلب المائي بوجه عام في كافة القطاعات. ومن المتوقع بالفعل أن تتمكن تلك **المشروعات الحكومية**، إذا ما نفذت وفقا للبرنامج الزمني المقرر، أن تسهم في تخفيض متوسط تركز الأملاح في المياه الجوفية من حوالي 6,856 ملليجرام للتر في عام 2000، إلى 4,405 ملليجرام للتر في عام 2000.

بيد أن تنفيذ تلك المشروعات في ظل ارتهان الميزانية العامة للدولة بأسعار النفط العالمية، واحتمالات نضوب الاحتياطي النفطي والغازي بدولة البحرين، يطرح تحديا حقيقيا. ولإظهار عبء هذه المشروعات على الميزانية العامة لدولة، نشير لتكلفة إنشاء محطة الحد لإنتاج الكهرباء والماء، وتكلفة المشروعات المصاحبة لها في الجدول (4-6).

جدول (6-4) : تكلفة محطة الحد لإنتاج الكهرباء والماء والمشاريع المصاحبة لها (مليون دينار).

البيـــــــــــــــان	التكاليف
أولا : محطة إنتاج الكهرباء والماء	
1. تكلفة الاستشاري	0.8
2. إنشاء محطة إنتاج الكهرباء والماء	172.7
3. التكلفة الإجمالية لإنشاء المحطة	173.5
ثانيا : محطة المحولات جهد 220 كيلو فولت	
1. تكلفة الاستشاري	0.5
2. الأعمال المدنية	11.8
3. الكابلات الأرضية والبحرية	14.0
4. التكلفة الإجمالية لمحطة المحولات	26.3
ثالثا : مشروع نقل المياه	
1. تكلفة الاستشاري	0.9
2. تكلفة أنابيب المياه	6.8
3. مد خطوط المياه الرئيسية	7.0
4. خزانات المياه	8.5
5. محطة ضخ المياه	15.0
6. الأعمال المصاحبة للمشاريع الستة	0.3
7. التكلفة الإجمالية لمشروع النقل	38.5
التكلفة الإجمالية لمشروع محطة الحد والمشاريع المصاحبة له	**238.3**

المصدر: وزارة الكهرباء والماء، نشرة إحصائية بمناسبة تفقد صاحب السمو الشيخ خليفة بن سلمان آل خليفة لتنفيـــذ العمل في محطة الحد، يناير 1999.

إن معنى ذلك ببساطة شديدة، أن التكلفة الإجمالية لمشروع محطة الحد والمشاريع المصاحبة لـــــه فقـــط (دون تكاليف محطات التحلية الأخرى، وتكاليف توسعة معالجة مياه الصرف الصحي) والبالغة 238.3 مليون دينار، تخطت ثلث (34.54%) إجمالي المصروفات الفعلية للدولة في عام 1997، والبالغة 690 مليون دينار!.

8. أما في حالة إمعان النظر في المصروفات التراكمية في قطاع الكهرباء والماء خلال الفترة 1980 - 1998، فسنكون إزاء مبالغ هائلة مقارنة بحجم اقتصاد البحرين، وقدرة الدولة على توليد الدخل من مصادر متجددة. والجـــدول (6-5) يظهر ضخامة الاعتمادات الحكومية الموجهة نحو قطاعي المياه والكهرباء خلال الفـــــترة 1980 - 1998، حيث بلغت جملة المصروفات 1.6 بليون دينار (4.3 بليون دولار)، أي حوالي 72% مقارنة بإجمالي الناتج المحلي الإجمالي بالأسعار الثابتة في عام 1997!.

جدول (6-5) : ميزانية وزارة الكهرباء والماء ومعدلات نموها خلال سنوات مختارة (ألف دينار).

السنة	الإيرادات	النمو	المصروفات ومعدلات نموها السنوية					
			المتكررة	%	المشاريع	%	الإجمالي	%
1980	14,119		11,561		45,810		57,371	
1981	17,980	27.3	12,964	12.1	51,256	11.9	76,356	33.1
1982	21,720	20.8	21,456	65.5	67,322	31.3	154,282	102.1
1983	24,542	13.0	24,275	13.1	73,809	9.6	111,223	-27.9
1984	27,540	12.2	28,288	16.5	88,863	20.4	133,682	20.2
1985	31,782	15.4	32,981	16.6	74,660	-16.0	124,231	-7.1
1986	34,510	8.6	34,452	4.5	33,106	-55.7	72,018	-42.0
1987	37,469	8.6	35,995	4.5	37,229	12.5	77,703	7.9
1988	37,670	0.5	35,891	-0.3	32,963	-11.5	68,565	-11.8
1989	37,481	-0.5	33,243	-7.4	26,825	-18.6	52,690	-23.2
1990	40,344	7.6	35,069	5.5	23,790	-11.3	64,352	22.1
1991	37,942	-6.0	33,137	-5.5	21,661	-8.9	49,289	-23.4
1992	41,543	9.5	34,923	5.4	36,090	66.6	76,403	55.0
1993	42,400	2.1	36,639	4.9	28,204	-21.9	69,757	-8.7
1994	46,850	10.5	36,856	0.6	39,124	38.7	76,572	9.8
1995	48,267	3.0	34,387	-6.7	43,172	10.3	70,860	-7.5
1996	51,511	6.7	35,035	1.9	43,763	1.4	80,682	13.9
1997	52,027	1.0	36,068	2.9	73,228	67.3	112,244	39.1
1998	57,117	9.8	36,900	2.3	64,545	-11.9	103,752	-7.6
المجموع	**702.8**		**590.1**		**905.4**		**1,632.0**	

المصدر : الحسابات الختامية السنوية، وزارة المالية والاقتصاد الوطني.

9. تظهر الإحصاءات أنه بينما بلغ الإنفاق الفعلي الموجه نحو قطاع الكهرباء والماء خلال السنوات 1980-1998 حوالي 1,632 مليون دينار، لم تتخط الإيرادات المتأتية من المبيعات 702.8 مليون دينار فقط، أي 43% فقط. أي أن الدولة تدعم هذين القطاعين معا بنسبة 57%.

10. أن **نسبة الدعم** الذي تقدمه الدولة لقطاع المياه يفوق بكثير نسبة الدعم الذي تقدمه لقطاع الكهرباء، وتظهر إحصاءات الجدول (6-6) أنه بينما بلغ الإنفاق الفعلي الموجه نحو مرافق المياه خلال السنوات 1987-1998 حوالي 217.3 مليون دينار خلال الفترة 1988 - 1998، لم تتخط الإيرادات المتأتية من مبيعات المياه 53.1 مليون دينار فقط. وهذا يعني أن الإيرادات المتأتية من مبيعات المياه لم تتجاوز 24.4% فقط، وبمعنى آخر، فان الدعم الحكومي المقدم لقطاع المياه يفوق 75.5%.

جدول (6-6) : العجز المالي في قطاع المياه خلال السنوات 1987 - 1998 (مليون دينار)

السنوات	المصروفات	الإيرادات	العجز
1987	*11.7*	*3.0*	*8.7*
1988	*18.4*	*4.4*	*14.0*
1989	*13.3*	*3.9*	*9.4*
1990	*17.5*	*5.0*	*12.5*
1991	*14.8*	*5.3*	*9.5*
1992	*20.3*	*5.5*	*14.8*
1993	*18.9*	*4.9*	*14.0*
1994	*19.5*	*5.3*	*14.2*
1995	*21.0*	*4.7*	*16.3*
1996	*17.3*	*5.5*	*11.8*
1997	*23.5*	*5.6*	*17.9*
1998	*21.1*	*5.5*	*15.6*
المجموع	***217.3***	***53.1***	***143.1***

المصدر : جدول مركب استقيت بياناته من الكتاب الإحصائي 1997، وزارة الكهرباء والماء، صفحة 32، ووزارة المالية والاقتصاد الوطني.

بفضل المصروفات الحكومية في السنوات الماضية، بلغت قيمة أصول قطاع المياه نحو 113.2 مليون دينار في عام 1997. في حين بلغ متوسطها للفترة 1989 - 1997 حوالي 123.9 مليون دينار للفترة 1989-1997، أي ما يقارب إجمالي اعتمادات المشروعات في ميزانية عام 1999، أو ما يقارب 17% من جملة ميزانية الدولة في عام 1999. بينما بلغت قيمة إجمالي الأصول الرأسمالية في قطاعي الكهرباء والماء معا حوالي 350.2 مليون دينار في عام 1997، أي ما يعادل 931.4 مليون دولار، وهو ما يشكل حوالي 24% مقارنة بإجمالي ميزانية الدولة في عام 1999. علما بأن غالبية المياه المحلاة المنتجة في البحرين تأتي من خلال توليد الطاقة الكهربائية في محطة سترة للكهرباء والماء، وللضرورة عمدنا إلى فصل تكلفة كل منهما في جدول (6-7).

جدول (6-7) : قيمة الأصول الرأسمالية في قطاعي الكهرباء والماء للفترة 1991 - 1997 (مليون دينار)

البيـــــان	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
قطاع المياه	122.0	123.3	135.2	129.2	123.3	116.7	113.2
قطاع الكهرباء	286.9	268.3	255.1	259.1	243.5	234.5	237.0
المجموع	408.9	391.6	390.3	388.3	366.8	351.2	350.2

المصدر : وزارة الكهرباء والماء، المجموعة الإحصائية 1997.

وبفضل ذلك الإنفاق، أمكن رفع نسبة المياه المحلاة من 7.5% من جملة المياه المستغلة والموجهة لشبكات التوزيع عام 1981، إلى حوالي 58.4% عام 1986. إلا أنه سرعان ما انخفضت إلى 52.2% عام 1997، نتيجة للارتفاع المتواصل في متغير السكان بوجه خاص، والذي يصعب في واقع الأمر لجمه في المدى المتوسط، وربما البعيد.

جملة القول، إن إحدى الوسائل الممكن اللجوء إليها في سبيل حل المعضلة المائية تكمن في إمكانية تحلية مياه البحـــر، بيد أن الواقع يظهر أن تلك الحلول النظرية هي حلول عسيرة للغاية في المدى البعيد، وربما المنظور، حيث تصطـدم في الواقع بمحدودية الموارد المالية المتاحة، وبثقل تكلفة مشروعات تحلية مياه البحر في الميزانية العامة للدولة، التي تواجـــه بدورها باحتمالات انهيار أسعار النفط الذي يشكل عصب الإيرادات العامة في الدولة.

4) صعوبات احتساب آثار التنمية والتلوث البيئي في دولة البحرين :

لم يرصد التلوث الجزئي محليا إلا في وقت متأخر، و لم تكن هناك أي محاولة لترجمة آثاره إلى تكـــاليف مـــن واقـــع دراسات متعمقة، ناهيك عن بناء سلسلة زمنية رقمية لمعدلات التلوث، وتكلفة التدهـــور البيئـــي وفقـــا لمصـــادره القطاعية. وانطلاقا من ذلك، وفي ظل قصور البيانات الإحصائية المعنية، يمكن التيقن بأن أي محاولة لترجمـــة آثـــار التلوث رقميا سوف لن تخلو من المجازفة، كونها لا تتكئ على دراسات مرجعية متخصصة يعتـــد بهـــا. حيـــث أن احتساب أثر التلوث على كل قطاع على حدة مرهون بغزارة البيانات القطاعية وجودتها، وجودة القـــائمين علـــى تحليلها. علما بأن تلك البيانات رغم أهميتها القصوى، قلما توفرت في الواقع في الدول النامية عمومـــا. إن درجـــة التعقيد تلك ألزمت الدول المتقدمة لتفريغ فرق عمل بأكملها لدراسة حالات التلوث ورصدها بصفة دائمة، للوقوف على مستجداتها وتطوير المعلومات اللازمة بخصوصها، للتقرير فيما بعد بشأنها وبشأن سياسات وإستراتيجيات النمـــو الاقتصادي.

وعليه، فهناك اتفاق على وجود درجة كبيرة من التعقيد في قياسات الآثار البيئية على التنمية، بل إن هـــذا التعقيـــد يؤكده خبراء الأمم المتحدة أنفسهم (البنك الدولي، 1992)، كما تؤكدها الكثير من الإسهامات الفكرية. ومرجـــع ذلك عدم التأكد الذي يكتنف علاقة التلوث بالخسائر المادية. وإزاء هذه المشكلة، يمكننا القول، انه إذا كانت الآثـــار البيئة على موارد المياه في دولة لديها موارد مائية هائلة كهولندا وألمانيا، قد قدرت بحوالي بـــين 100 – 300 مليـــون دولار، و300 مليون دولار عام 1986 على التوالي. فلنا أن نتساءل عن تكلفة التلوث الذي أصـــاب المـــورد المـــائي الوحيد في دولة البحرين، التي تتسم بمحدودية مواردها الطبيعية والمالية بوجه عام.

تقرر ورقة متحفظة للبنك الدولي من واقع بيانات عام 1993، أن **مشكلات البيئة تكلف العالم العربي** أكثر مـــن 10 مليارات دولار سنويا، وهو ما يمثل 3% **تقريبا من إجمالي ناتجها المحلي**، وأكثر من نصف هذه التكاليف يرجـــع إلى التأثير على صحة الإنسان الناجمة عن مشكلات الهواء والماء (فيشر، 1994). وهذا يعني أن بيانـــات النـــاتج المحلـــي الإجمالي العربي التي تصدرها المنظمات العربية المتخصصة كصندوق النقد العربي، هي بيانات مضخمـــة بحـــوالي 15 بليون دولار عام 1993، و18 بليون دولار في كل من عامي 1997 و1998 [67]، الأمـــر الـــذي يســـتدعي تطبيـــق الحسابات البيئية في الإحصاءات العربية، ومطالبة المنظمات العربية المتخصصة كصندوق النقد العربي بإدغامها ضمـــن مجموعاتها وتقاريرها السنوية.

---

[67] صندوق النقد العربي وآخرون، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، 1994 و1998 و1999.

وإذا قبلنا بهذا الافتراض باعتباره أكثر الافتراضات تشاؤما، حيث إنه يشكل المتوسط العام لمجموع الدول العربية. فإن النتائج ستكون كبيرة للغاية، حيث إن إسقاط ذلك على واقع نمو الناتج المحلي الإجمالي للبحرين مثلا سيقود إلى **تقليص معدل نمو الناتج بالأسعار الثابتة لعام 1998 من 4.8% إلى 1.8%**. أي أن تكلفة التلوث البيئي وفقا لذلك ستكون في حدود 71 مليون دينار، أي ما يعادل 189 مليون دولار ، وهذا ما يشكل حوالي 70% من إجمالي اعتمادات المصروفات الرأسمالية على قطاع البنية الأساسية برمته عام 1999. والجدول (6-8) يظهر اثر التدهور البيئي وفقا لتلك المنهجية :

جدول (6-8) : الناتج المحلي الإجمالي الاسمي وفقا للحسابات التقليدية والحسابات البيئية.

السنة	الناتج المحلي الإجمالي (الحسابات التقليدية)	**الناتج المحلي الإجمالي الأخضر (النظيف)**	معدل النمو وفقا للحسابات التقليدية	معدل النمو وفقا للحسابات البيئية	**تكلفة التدهور البيئي بالدينار البحريني**
الناتج المحلي الإجمالي بالأسعار الثابتة					
1997	2,261.5	**2,193.7**	3.1	0.1	67.8
1998	2,369.7	**2,298.6**	4.8	1.8	71.1
الناتج المحلي الإجمالي بالأسعار الجارية					
1997	2,387.3	**2,315.7**	4.1	1.1	71.6
1998	2,325.1	**2,255.3**	2.6 –	5.6 –	69.8

المصدر : من إعداد الباحث.

من الجدير بالذكر، أن دراسات أخرى أكدت أن تدهور البيئة يؤدي بالفعل إلى تخفيضات كبيرة في معدلات النمو الاقتصادي، وان **عائد الإنفاق هو عال أيضا في الأجل المنظور**، كما إن تكاليف تقنيات الرقابة على الأثر البيئي السلبي وتداركه هي في انخفاض مستمر. وقد **قدرت احتياج البلد النامي في حدود 3-5 % من ناتجها** لمعالجة الأوضاع البيئية (Anderson, 1991).

5) منظور مغاير لاحتساب تكاليف تلوث وإنتاج المياه في دولة البحرين:

اصبح من الواضح انه بالإمكان احتساب عدد السنوات التي يتوقع فيها استنفاذ الاحتياطي المؤكد من المورد الطبيعي غير المتجدد كالنفط مثلا. ولتوضيح ذلك نستعين بمثال عملي على النحو التالي:

لنفترض أن الاحتياطي المؤكد (R) يبلغ 1000 وحدة من مورد طبيعي، وان حجم الاستهلاك السنوي منه (q_0) يبلغ راهنا 10 وحدات، ومعدل نمو الاستهلاك السنوي (r) يبلغ 5%، فوفقا لتلك الافتراضات يمكن تحديد العمر المتوقع لهذا الاحتياطي (n) كالتالي:

$$n = \frac{Log\left(1 + r(\frac{R}{q_o})\right)}{r}$$

$$= \frac{Log\left(1 + 0.05(\frac{1000}{10})\right)}{0.05}$$

$$\frac{Log(6)}{0.05} = \frac{1.791759}{0.05} = 36$$

أي أن الاحتياطات المؤكدة يتوقع لها أن تنفذ بعد مضي حوالي 36 عاما (العصفور، 1998).

وبالرغم من أن هذه المعادلة تبدو سهلة التطبيق بالنسبة لكافة الموارد الناضبة، كالنفط والحديد والنحاس وحتى الموارد المائية غير المتجددة، إلا أنها ليست كذلك بالنسبة للمياه الجوفية في دولة البحرين، لأسباب يمكن إجمالها في التالي:

1. أن المياه الجوفية في دولة البحرين متجددة، بيد أنها تكتسب صفة النضوب من خلال فقدانها لخواصها المفيدة بسبب طغيان الطلب على قدرتها على التجدد الطبيعي (العرض).
2. من الممكن أن لا تنفد كميات المياه الجوفية إطلاقا، بيد أن نوعيتها تتأثر عبر الزمن بفعل تسرب مياه البحر إليها، كما هو حاصل بالفعل في حالة المياه الجوفية في دولة البحرين، وهذا ما سبق الإفاضة فيه في الفصول السابقة.
3. تعتبر **مياه البحر في حد ذاتها موردا اقتصاديا** بالرغم من ارتفاع معدلات تركز الأملاح فيها، وليس بخاف أنها تعتبر **أهم مدخل في عمليات إنتاج المياه المحلاة**، وعليه يمكن القول أن تكلفة استعذاب مياه البحر لصالح المدن البعيدة عن البحار، كمدينة الرياض مثلا، تعتبر تكلفة عالية مقارنة بتكلفة إنتاجها لصالح المدن الساحلية، حيث تدخل في هذه الحالة تكاليف النقل المرتفعة جدا.

من جهة أخرى، تعرف الملوثات المائية بأنها "تلك المواد التي إن تسربت إلى البيئة المائية فقد ينتج عنها أضرار على الصحة العامة، أو قد تؤدي إلى إضعاف الخواص المفيدة للمياه" (ابوشوشة، 1994). وتصنف الملوثات المائية إلى ثلاثة أنواع، هي الملوثات البيولوجية والملوثات الفيزيائية والملوثات الكيميائية، وتندرج الأملاح المذابة في المياه الجوفية ضمن الملوثات الكيميائية (ابوشوشة، 1994). كما تعرف الملوثات الفيزيائية كذلك بأنها "التغير في الصفات الفيزيائية للبيئة الطبيعية، كدرجات الحرارة ودرجة التعكير والملوحة" (خريبط، 1996).

إن الاختلال بين الطلب الإجمالي على المياه الجوفية في دولة البحرين من جهة، والتعويض الطبيعي المحدود للمياه الجوفية من جهة أخرى، قاد إلى اتساع فجوة العجز المائي الذي حمل في طياته خطر نفور التحدي البيئي، والمعبر عنه بتلوث المياه الجوفية بالأملاح. وقد خلصنا إلى أن ارتفاع معدلات الأملاح في المياه الجوفية يعتبر شكلا من أشكال التلوث الذي يصيب مورد المياه الطبيعي في دولة البحرين. وان الواقع المائي في البحرين صعب للغاية، فبعد أن كان

متوسط معدلات الأملاح في المياه الجوفية في حدود 2,850 مليجرام للتر في 1952، ارتفع إلى معدلات عالية بوصوله إلى حوالي 4,835 ملليجرام للتر في عام 2000 ، ومن المتوقع أن يصل إلى 6,856 ملليجرام للتر في عام 2020 في حالة عدم اتخاذ سياسات من شأنها مواجهة الوضع القائم، والى 3,413 في حالة اتخاذ أقصى ما يمكن اتخاذه من سياسات (السيناريو الخامس بالفصل الخامس)، وفي جميع الأحوال، **فان خط الاتجاه الصاعد للأملاح عبر الزمن يمس مفهوم استدامة المورد المائي** الذي يعتبر جزئية مهمة في مفهوم اشمل يعنى باستدامة التنمية.

أن هذا يعني أن معدلات الأملاح ستصل إلى خمس تركيزات الأملاح في مياه الخليج العربي في حالة عدم اتخاذ سياسات وقائية. وهذا احتمال قائم، ما دامت تلك السياسات الوقائية مرهونة بالمشروعات العامة، التي ترهن هي الأخرى بميزانية تعتمد اعتمادا كبيرا على موارد طبيعية قابلة للنضوب وعرضة لتقلبات أسعارها العالمية وفي ظل غياب دور الضريبة. وفي هذا يقول الشيخ (1973)، أن الميزانية في هذه الأقطار (دول مجلس التعاون الخليجي) لا تزال أداة هامشية في إدارة الاقتصاد القومي، أو إحداث التغيرات المطلوبة على الرغم من أن ظروف الاعتماد على مصدر واحد قابل للنضوب تقتضي أن تكون الميزانية أداة لتنمية الموارد البشرية والرأسمالية والاجتماعية والتنظيمية بأوسع معانيها، وذلك حتى يمكن أن تحل هذه الموارد محل النفط. بينما يقول عبدالرحمن (1988) "وبحكم اتجاه هذه الدول (دول مجلس التعاون) إلى الإنفاق على الرفاه الاقتصادي والرعاية الاجتماعية، فانه يتضح جليا احتلال جانب الإنفاق الاستهلاكي والجاري قطاعا كبيرا من الميزانية. ولا شك في أن اعتماد الميزانية على الوفرة (آنذاك) قد ألغى دور الضريبة التي تعتمد عليها الميزانية في اكثر الدول الأخرى. ورغم انه قد يبدو من غير المنطقي في غمرة هذه الوفرة اللجوء إلى الضريبة، إلا أن لغيابها تأثيرات سلبية متعددة، لعل أبرزها غياب مشاركة أفراد المجتمع في الخطط والبرامج التي تنفذها الحكومة، وكذلك غياب الشعور بالانتماء أو الشعور بالدور الرقابي على أداء الأجهزة المسؤولة عن تنفيذ الخطط والبرامج".

وإذا أدركنا أن المعيار ألف ملليجرام للتر يعتبر حد الأملاح في مياه الشرب، الذي تشدد منظمة الصحة العالمية على ضرورة ألا تتجاوزه بأي حال من الأحوال، وإلا اعتبر ضارا بالصحة العامة، أدركنا خطورة التلوث المائي الجوفي في البحرين، حيث أن الدراسات البيئية اعتبرت المياه الجوفية ملوثة إذا تجاوزت نسبة الأملاح فيها معدلات معينة تفقدها خواصها المفيدة للاستخدام المباشر. والمقصود هنا من تلوث المياه ليس احتواؤها على المواد السامة فحسب، بل وتعتبر كذلك إذا تجاوزت نسبة الأملاح فيها معدلات معينة.

وقد توصلنا في الأجزاء السابقة إلى أن المياه الجوفية في اكبر طبقات المياه (طبقة الدمام)، والتي تختزن افضل نوعية، قد تدهورت بشكل كبير بوصول متوسط تركز الأملاح بها إلى 4530 ملليجرام للتر عام 1995، بعدما كانت في حدود 2677 ملليجرام للتر عام 1943، الأمر الذي يعني عدم إمكانية إتاحتها للاستخدام المباشر، بل وعدم جدوى استخدامها لري الكثير من الأصناف النباتية، حيث أن وصولها لتلك المستويات جعلها لا تصلح إلا لعملية خلطها بالمياه المحلاة، أو لتغذية محطات التحلية، حالها حال مياه البحر. وواقع الأمر يظهر أن الصورة ستظل قائمة ما لم تتخذ تدابير وقائية متشددة وعاجلة عبر تضافر جهود مختلف السياسات الممكنة، حيث يتوقع أن تصل في المتوسط إلى 6856 ملليجرام للتر في عام 2020 في حالة عدم رفع طاقات تحلية المياه ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي، أما في

حالة تنفيذ كافة سياسات تطوير الطاقة الإنتاجية للتحلية والمعالجة، فإنها ستصل في المتوسط إلى 4405 ملليجرام للـــتر في عام 2020.

من جهة أخرى، اقترحت الدراسات البيئية "إعطاء رأس المال الطبيعي قيما تتمثل في تكلفة الفرصة البديلة، حيـث أن بعض الموارد الطبيعية ليس لها بديل، أو أن بدائلها ضئيلة، وبذلك يكون سعر الفرصة البديلة عاليا. كمـــا أن شـــح الموارد الطبيعية وتدهور الرصيد الطبيعي، يفرض إيجاد بدائل نادرة وعالية التكلفة، وتعتبر هذه التكاليف معبرة عـــن تقدير قيمة التدهور البيئي"(Goodland and Edmundson, 1994). **وتعتبر المياه الجوفية في كافة دول مجلس التعـاون الخليجي، من بين تلك الموارد التي تكون فيها سعر الفرصة البديلة عاليا جدا وفي ارتفاع مستمر عبر الزمن.**

ويعتبر المورد المائي موردا طبيعيا أو أصلا رأسماليا ناضبا كالنفط، وهو ناضب في الواقع في وقت أقصر مما يعتقـد (إذا ما استمر خط الاتجاه العام للاستهلاك على ما هو عليه). وحقيقة الأمر، **فإن إتلافنا للمورد المائي، إنمـا يجعلنـا في مواجهة تكلفة الفرصة البديلة الوحيدة المتبقية، متمثلة في تحلية مياه البحر**، والبالغة وفقا للحسابات الرسمية حـوالي 0.274 دينار للمتر المكعب من المياه.

بيد أن تلك الحسابات الرسمية لنا عليها مآخذ تستند على حجج دامغة. أولها، **إن تلك التكلفة لا تأخذ في اعتبارهـا الأسعار الحقيقية للطاقة**. ففي حين تثبت وزارة الكهرباء والماء تكلفة وحدة الطاقة عند 0.008 دينار فقط لإنتاج متر مكعب من المياه، تؤكد ذاتها اعتمادها سعر مخفض للوقود، بواقع 25 سنت فقط للمليون وحدة حراريـــة بريطانيـــة MBTU (المنصور، 1998). وثاني تلك الحجج هو **أن أسعار الطاقة الكهربائية الداخلة في عملية الإنتاج هي أسـعار مدعومة بشكل كبير**، وهذا ما سبق وان أفضنا فيه. والجدول (6-9) يبين تطور تكلفة إنتاج وحـــدة الميـــاه وفقـــا **للأسلوب التقليدي.**

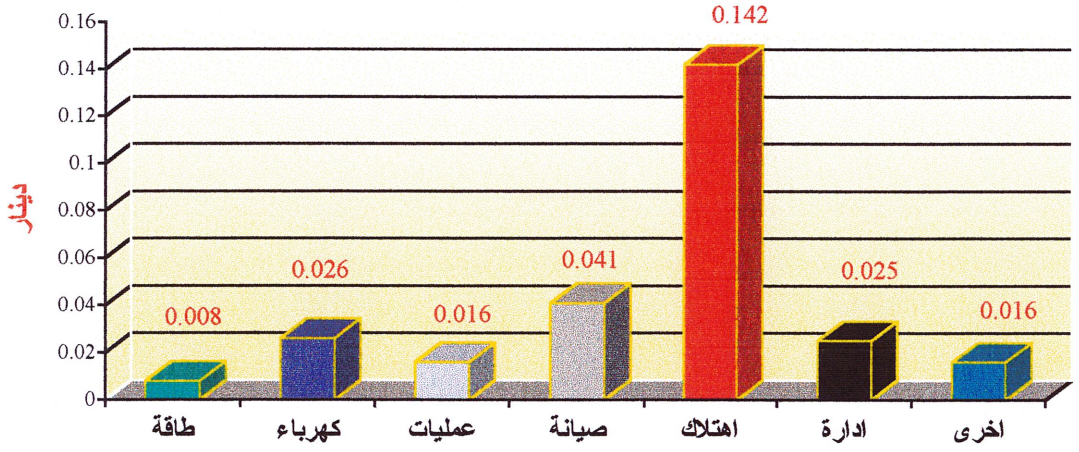
جدول (6-9): تطور متوسط تكلفة إنتاج المتر المكعب من المياه المحلاة (التكلفة بالفلس).

التكاليف	1992	%	1993	%	1996	%	1997	%	النمو لكامل الفترة
الطاقة	**8**	**3.0**	**8**	**3.0**	**8**	**2.9**	**8**	**2.9**	**0.0**
الكهرباء	**30**	**11.3**	**27**	**10.2**	**27**	**9.6**	**26**	**9.5**	**13.3 -**
العمليات	18	6.8	16	6.0	17	6.1	16	5.8	11.1 -
الصيانة	35	13.2	48	18.1	42	15.0	41	15.0	17.1
الاهتلاك	**134**	**50.6**	**142**	**53.6**	**143**	**50.9**	**142**	**51.8**	**6.0**
الإدارة	24	9.1	21	7.9	23	8.2	25	9.1	4.2
أخرى	16	6.0	18	6.8	21	7.5	16	5.8	0.0
المجموع	**265**	**100**	**280**	**100**	**281**	**100**	**274**	**100**	**3.4**

المصدر : وزارة الكهرباء والماء (جدول مركب من أربعة جداول).

يستنتج مما تقدم، أن إجمالي الإنفاق الموجه لتحلية وحدة المياه قد ارتفع بنسبة 3.4% في عام 1997 مقارنة بعـــام 1992 لأسباب خارجية، **وهذا يتناقض مع ما يتردد من أن التقدم التكنولوجي قد اسهم في خفض تكاليف تحلية مياه البحر** (صادق والبرغوثي، 1997)[68].

الأمر الآخر، وكما يبدو من الشكل (6-2)، فإن **الإهتلاك** الذي يستحوذ على اكثر من نصف التكاليف الإجمالية، ارتفع بنسبة قاربت الـــ 6% خلال الفترة 1992- 1997. وهذا يعزز القناعة بأن اتجاه تكاليف التحلية مرجعه عوامل خارجية لا قبل للدول المعتمدة على التحلية بالتحكم فيها.



شكل (6-2): مكونات تكلفة وحدة المياه في عام 1997 بالدينار

---

[68] يذكر في هذا الصدد " إنه وبغض النظر عن التفاوت بين تقنيات تحلية مياه البحر والتكاليف المقترنة بهـــا، فـــإن التقـــدم التكنولوجي – وإن كان بطيئا – قد أسهم في خفض تكاليفها (صادق والبرغوثي، 1997).

والاهم من ذلك هو **أن تكلفة الوقود** باعتباره مدخلا حيويا في عملية الإنتاج أتى في ذيل قائمة التكاليف، مما يؤكد أن تلك التكلفة **لا تعبر عن الأسعار الحقيقية للطاقة**. الأمر الذي جعل تكاليف **التحلية الرسمية تقل كثيرا عن متوسط التكلفة التي تعتمدها دول المنطقة المتماثلة في هياكل إنتاجها واستهلاكها.**

إن هذه الحقيقية تؤكدها حسابات مماثلة في المملكة العربية السعودية أظهرت إن تكلفة إنتاج وحدة المياه (المتر المكعب) بلغت دولارا واحدا (0.376 دينار) في المصانع الكبيرة، و1.9 دولار (0.714 دينار) في المصانع الصغيرة. بينما تراوحت في دولة الإمارات العربية المتحدة بين 1 – 1.45 دولارا (0.376 – 0.545 دينار)، وفي دولة قطر بين 1.14 – 1.64 دولارا (0.428 – **0.617 دينار**)، وفي دولة الكويت 0.94 دولار (0.353 دينار)، إضافة إلى 0.72 دولار للتوزيع (0.271 دينار) (بوشناق، 1995). ومن الواضح إن اتجاه التكاليف تتصاعد عبر الزمن، ويمكن ملاحظة ذلك من تفاصيل تكاليف وحدة التحلية في البحرين، وتقرير اظهر أن تكلفة التحلية بلغت في قطر حوالي 0.661 دينار للمتر المكعب من المياه في عام 1994. مقارنة- 0.617 دينار عام 1997 (غرفة تجارة وصناعة الكويت، 1998).

تأسيسا على ما سبق، فإننا نرجح إن "متوسط التكلفة المدعومة لإنتاج المياه بالتحلية، يبلغ حوالي 0.350 دينار للمتر المكعب من المياه، بالإضافة إلى كلفة الفرصة الناتجة عن دعم الطاقة المستخدمة في عملية التحلية، والتي يبلغ نصيب المتر المكعب منها 285 فلس، مقدرة بالسعر العالمي للطاقة" (خاطر، 1995). **وبذلك فان تكلفة إنتاج المياه المحلاة بالسعر العالمي للطاقة تقدر بحوالي 0.635 دينار للمتر المكعب من المياه بأسعار عام 1995**، أي ما يعادل 1.7 دولار، عوضا عن 0.274 دينار في عام 1997 وفقا للبيانات الرسمية. وبهذا يتبين **أن التكلفة الحقيقية لتحلية وحدة المياه، تمثل 2.3 ضعف التكاليف الرسمية المعلنة**، وهي تكلفة كبيرة إذا ما قورنت بمتوسط تكلفة استخراج النفط الخام في دول الخليج، والبالغة دولارين.

أما إذا أردنا احتساب التكاليف الحقيقية لتحلية وحدة المياه بأسعار عام 2000، فلا بد من إدخال عنصر جديد إلى التكاليف المذكورة أعلاه، ونعني بذلك عنصر التضخم. وهنا نرجح تقسيم مجمل تكاليف وحدة المياه إلى قسمين وفقا للجدول (6–10)، الأول، نضمنه نسبة تضخم بمقدار 1%، وهي تشمل كافة وحدات التكاليف المذكورة في الجدول (6–9)، والتي يصل وزنها النسبي إلى 48.2% من جملة تكاليف وحدة المياه. أما الثاني والمتمثل في عنصر الاهتلاك (الاندثار في الأصول) فنضمنه نسبة تضخم متحفظة، وقدرها 2.5%، حيث أنها تمثل سلع وسيطة مستوردة في مجملها من الخارج، الأمر الذي يعني تضمين التضخم المستورد في التكلفة الكلية لوحدة المياه المنتجة.

جدول (6-10): تطور متوسط تكلفة إنتاج المتر المكعب من المياه المحلاة (دينار)

تطور إجمالي تكلفة الوحدة		نصيب بقية العناصر الأخرى		نصيب الاهتلاك في التكلفة		السنة
0.635 دينار (إجمالي تكلفة الوحدة)		0.30607 دينار (48% من الإجمالي)		0.32893 دينار (52% من الإجمالي)		1995
النمو السنوي	المبلغ	معدل التضخم	المبلغ	معدل التضخم	المبلغ	
	0.64793	%1	0.309131	%2.5	0.338798	1996
2.046	0.66118	%1	0.31222	%2.5	0.348962	1997
2.056	0.67478	%1	0.31534	%2.5	0.359431	1998
2.065	0.68871	%1	0.31850	%2.5	0.370214	1999
2.075	0.70300	%1	0.321680	%2.5	0.381320	2000

من الجدول (6-10)، يتبين ارتفاع تكاليف **إنتاج وحدة التحلية**، من 0.635 دينار في عام 1995، إلى 0.703 دينار في عام 2000 وفقا للافتراضات المذكورة أعلاه، ويرتهن ارتفاع أو انخفاض تلك التكلفة على معدلات التضخم في الدول التي تستورد منها دولة البحرين السلع الوسيطة الداخلة في عملية الإنتاج، كما وتتوقف كذلك على نسبة التضخم في الداخل.

أما إذا أخذنا في الاعتبار الارتفاع في تكلفة توزيع مياه شبكة التوزيع عبر الزمن، والبالغة 0.140 دينار للمتر المكعب في عام 1995، وبافتراض اعتماد سيناريو متحفظ جدا ترتفع بمقتضاه بواقع 1% سنويا فقط بدءا من عام 1999، فإننا سنكون حيال تكلفة إجمالية لإنتاج وتوزيع المتر المكعب من المياه وقدرها 0.850 دينار في عام 2000. ومن جهة أخرى يرجح ارتفاع تكاليف وحدة معالجة مياه الصرف الصحي المعالجة على نفس الغرار عبر الزمن، وهذا ما لا يمكن تدعيمه بالإحصاءات في ظل نقص وشح البيانات المعنية.

والأمر الجدير بالذكر هنا، هو انه بينما تفوق تكلفة استخراج وحدة واحدة من النفط الخام تكلفة استعذاب المياه بحوالي 7.4 ضعفا فقط (**على افتراض أن التكلفة تساوي 0.635 دينار فقط**)، نجد أن القيمة المضافة للنفط، تساهم بحوالي 20% في الناتج المحلي الإجمالي، مقارنة بـ 0.15 % للمياه. وفي حين تبلغ مساهمة قطاع النفط 60% في إيرادات الدولة، لا تتعدى مساهمة المياه 1 % فقط، وبينما لا تظهر بطبيعة الحال مكونات متعلقة بالمياه في ميزان المدفوعات، فان الصادرات النفطية كنسبة من إجمالي الصادرات السلعية ارتفعت من 59.7% عام 1995، إلى 67.2% عام 1996، الأمر الذي يدعونا للتأمل في مدى نجاح سياسة تنويع مصادر الدخل وتوسيع القاعدة الإنتاجية التي شرع فيها منذ عام 1967، أي قبل 33 عاما.

أما الدول ذات الشح في موارد المياه والتي تصر على زراعة بعض السلع الغذائية كالقمح مثلا، فهي بذلك إنما تصر على تصدير مياهها التي تمثل أهم عناصر الندرة في اقتصادياتها، وهي بذلك تخسر الدعوم التي تقدمها لقطاع الزراعة، كما تخسر التحويلات التي تحولها **العمالة الزراعية الوافدة** إلى خارج الاقتصاد الوطني.

وبيانات جدول (6-11) تظهر تكلفة الحصول على كل من البرميل والمتر المكعب من كل من النفط والمياه المحـــلاة، علما بان تكلفة المياه تنطلق من أن التكلفة الحقيقية للمتر المكعب من المياه تبلغ 0.635 دينار، علما بان هذه التكلفـــة تأخذ بعين الاعتبار الأسعار الحقيقة (العالمية) للطاقة (المشتقات النفطية)، ولا تـــدرج الأســعار الحقيقيـــة للطاقـــة الكهربائية:

جدول (6-11): تكلفة الحصول على كل من البرميل والمتر المكعب من كل من النفط والمياه المحلاة لعام 1995

عدد اللترات في البرميل	عدد اللترات في المتر المكعب	عدد البراميل في المتر المكعب	تكلفة برميل النفط بالدولار	تكلفة برميل النفط بالدينار	تكلفة المتر المكعب من النفط بالدولار	**تكلفة المتر المكعب من النفط بالدينار**
1	2	3 = 2 / 1	4	5 = 4 * 8	6 = 3 * 4	7=6 * 8
158.99	1000	6.29	2	0.752	12.58	**4.73**
الدولار مقابل الدينار			تكلفة برميل الماء بالدولار	تكلفة برميل الماء بالدينار	تكلفة المتر المكعب من الماء بالدولار	**تكلفة المتر المكعب من الماء بالدينار**
8			9 = 10 / 8	10 = 12 / 3	11 = 12 / 3	12
0.376			0.27	0.101	1.69	**0.635**

من جهة أخرى، فإن عملية **استعذاب المياه تساهم بشكل أو بآخر في استنزاف المورد النفطي**، حيث أن إنتاج المياه المحلاة تحتاج إلى استخدام المنتجات النفطية المكررة (كالديزل والبنكرس والغاز الطبيعي) كلقيم في عمليـــة الإنتـــاج. وبالرغم من عدم توفر بيانات خاصة بالبحرين تدعم هذا الرأي، إلا انه تبين أن دول المجلس مجتمعة قد "استهلكت في المتوسط ما يعادل 170 ألف طن متري من الوقود يوميا (62 مليون طن متري سنويا) لتغطية إنتاجها الفعلي من الميـــاه المحلاة عام 1990. بينما استهلكت خلال السنوات 1985-1990 ما يزيد على 300 ألف طن مـــن الوقـــود لتشـــغيل محطات التحلية العاملة بها" (إسماعيل، 1995).

وبوجه عام يمكن القول، إذا كان النفط مثله كمثل الكثير من الموارد الطبيعية غير المتجددة آيل للنضوب، كالنحـــاس والحديد وغيرها، فان **الكثير من الموارد المتجددة هي الأخرى أضحت موارد مهددة بالنضوب**، بفعـــل طغيـــان الطلب البشري. فعلى سبيل المثال أصبحت الكثير من الغابات عرضة للاندثار بفعل غلو الإنسان في تقطيع الأشـــجار بحثا عن الأخشاب باعتباره لقيم في عمليات إنتاج الأثاث. كما أصبحت الأسماك في الخليج العربي مهددة بفعل الجور على المخزون السمكي، وكذلك، أصبحت المورد المائي الجوفية غير المتجدد بالكيفية المتناسبة مع الطلـــب عليـــها، مهددة مهددة هي الأخرى بالنضوب. وفي هذا الصدد ادرج تقرير التنمية البشرية لعام 1998 المياه المتجددة ضمـــن تلك الموارد المستنزفة، بقوله، **إن استنزاف المياه يصبح لا رجعة فيه نتيجة للإفراط في ضخ المياه الجوفية** واســتنزاف مستودعاتها. ويذكر انه في شبه الجزيرة العربية تستخدم المياه بمعدل يزيد ثلاث مرات عن معدل تجدد المخزونـــات، وبمعدلات الاستنزاف الحالية، ستصبح احتياطات المياه الجوفية التي يمكن استغلالها قد نفدت في غضـــون 50 عامـــا (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 1998).

إذن، وبالرغم من ذلك التدهور المستمر في المورد المائي، والتآكل في قيمة المخزون النفطي الذي يمثل ثروة وطنية تتعرض للنضوب، فإن مساهمة قطاع الماء في الناتج المحلي الإجمالي وفقا للحسابات التقليدية التي لم تتجاوز 0.15‰ (في عام 1995)، تثير مغالطة وإشكالية منهجية. حيث **لا تميز الحسابات القومية "التقليدية" بين مساهمة الموارد الناضبة كالنفط والماء، والتي يمثل إنتاجها استبدال جزء من مكونات الثروة الوطنية بأصول مالية أو مؤشرات رفاه، والموارد المتجددة فعلا في الدخل القومي من جهة أخرى.** وعلاقة هذا الموضوع (نضوب النفط) بموضوع هذا البحث المعني بالمياه، تكمن في **القواسم المشتركة، واوجه الشبه الكامنة في عدم احتساب تكلفة نضوب المورد النفطي (غير المتجدد)، وعدم احتساب تكلفة قصور تجدد المورد المائي الوحيد المفضي في صورته الراهنة لتدهوره**، والناشئ عن الارتفاع غير الطبيعي في الطلب عليه مقارنة بتجدده الطبيعي. فإذا كان إهتلاك (الإهلاك أو الاندثار) الأصول يؤخذ في الحسبان في الحسابات القومية، أفليس من الأجدر احتساب تآكل المخزون من الموارد الطبيعية باعتبارها أصلا ناضبا؟

انطلاقا من ذلك، سنحاول تقديم مقترح بمنهجية أخرى أو رؤية مغايرة، تستهدف احتساب التكاليف الحقيقية للمياه، باعتماد تكلفة الفرصة البديلة ممثلة في التكلفة الحقيقية لتحلية وحدة المياه.

6) صيغة غير تقليدية لاحتساب تكلفة الاحتياجات من المياه بدولة البحرين:

خلصنا فيما سبق إلى انه **من واقع مراقبة بيانات تكلفة وحدة المياه في البحرين** خلال السنوات الماضية، يلاحظ ارتفاع اتجاه متوسط التكلفة في البحرين عبر الزمن، حيث ارتفعت تكلفة المتر المكعب من المياه **وفقا للإحصاءات الرسمية** في المتوسط من 0.265 دينار في عام 1992 إلى 0.274 دينار في عام 1997، أي بمعدل نمو 3.4%، الأمر الذي ينفي حدوث تقدم تكنولوجي من شأنه تخفيض تكلفة تحلية المياه في المدى المنظور[69]، وخصوصا أن المصادر الرسمية قدرت متوسط التكلفة بحوالي دينار مع اكتمال محطة الحد الجديدة في عام 2006 (المنصور، 1998).

كما تبين أن تلك التكلفة تشوهها حقيقة الدعوم الكبيرة التي لا تؤخذ في الاعتبار عند احتساب التكاليف. حيث أن نصيب الكهرباء في تكلفة إنتاج وحدة المياه انخفضت بنسبة 13.3% عام 1997 مقارنة بعام 1992، في حين أننا لا نجد أي تفسير مقنع لذلك. **بينما تكلفة الوقود باعتباره مدخلا حيويا في عملية الإنتاج أتى في ذيل قائمة التكاليف بتثبيته لسنوات عدة عند تكلفة هي دون سعرها العالمي بكثير. مما يؤكد أن تلك التكلفة لا تعبر في الواقع عن الأسعار الحقيقية للطاقة.** الأمر الذي جعل تكاليف التحلية المعتمدة رسميا تقل كثيرا عن متوسط التكلفة التي تعتمدها العديد من المصادر الأخرى، بما فيها المصادر الرسمية في بعض دول مجلس التعاون. وعليه، **فإن أسعار الطاقة وأسعار**

---

[69] عرضت تقنية "بيما" الليزرية لتحلية المياه للمرة الأولى في عام 1999 على هامش مؤتمر الخليج الرابع للمياه، وتتناقل المصادر ذات العلاقة، بان هذه التقنية ربما اعتبرت ثورة جديدة في مجال تقنية التحلية، ولعل أهم ميزاتها قدرتها على تحقيق وفرا دراماتيكيا في التكلفة، مقارنة بالتقنيات المعمول بها راهنا. بيد أنها لا تزال قيد الدراسة في المملكة العربية لسعودية، حيث تخضع راهنا للتجربة عبر نموذج تجريبي لوحدة إنتاجية على ناقلة نفط يبلغ إنتاجها 100 مليون جالون من الماء العذب يوميا باستخدام 101 مليون جالون من مياه البحر.

المياه في البحرين لا تعكسان الندرة النسبية للموردين، مما يفرز بالنتيجة تشوهات كبيرة في الأسعار، لا تستقيم والأوضاع المطلوبة في الاقتصاديات الصحية.

يثار هنا تساؤل حول تلك التكلفة التي يمكن أن تترتب على توفير مياه نقية، بما يعادل الكميات المستهلكة فعلا في سنة ماضية، انطلاقا من افتراض محدد يتمثل في **تدهور المياه الجوفية بالكامل (تملحها)، إلى الحد الذي يجعل تكلفة تحليتها قريبة من تكلفة تحلية مياه البحر**. أي بمعنى : **ما هي تكلفة تلبية الاحتياجات من المياه في حالة فقد (تلوث) المورد المائي الجوفي.**

قبل الخوض في تفاصيل هذا السيناريو (سيناريو الكارثة) الذي يستهدف توضيح صعوبة الوضع في المرحلة المقبلة، نوجز الواقع الراهن للمياه وفقا للحسابات التقليدية، مع انتقاء مؤشرات تظهر صعوبة الوضع الراهن، وذلك من خلال الجدول (6-12).

جدول (6-12) : الواقع الاقتصادي للمياه من خلال مؤشرات مختارة (مليون دينار)

البيان / السنوات	1985	1990	1995	1998
1) إجمالي مصروفات الدولة (مليون دينار)	487.7	510.8	634.7	704.5
2) الإنفاق العام على قطاع المياه (مليون دينار)		17.5	21.0	21.1
3) نصيب الإنفاق على المياه من إجمالي إنفاق الدولة (%)		3.4	3.3	3.0
4) نصيب الفرد من إجمالي الإنفاق على المياه (دينار)		36	36	33
5) إجمالي إيرادات الدولة (مليون دينار)	531.3	643.2	560.5	554.0
6) إجمالي إيرادات المياه (مليون دينار)	1.4	5.0	4.7	5.5
7) إيرادات المياه لإجمالي إيرادات الدولة (%)	0.26	0.78	0.84	0.99
8) الناتج المحلي الإجمالي (مليون دينار) *	1373.1	1506.3	1900.2	2325.2
9) الإنفاق على المياه كنسبة من الناتج المحلي (مليون دينار)*		%1.2	1.1	0.9
10) نصيب المياه في الناتج المحلي الإجمالي (%) *	0.05	0.2	0.15	0.15
11) نصيب الزراعة في الناتج المحلي الإجمالي (%) *	0.66	0.54	0.54	0.6
12) نصيب المياه والزراعة في الناتج المحلي الإجمالي (%)*	0.71	0.74	0.69	0.75

* بالأسعار الجارية.

ولأجل إظهار تكلفة تلبية كافة احتياجات القطاعات من المياه في عام 1995 في حالة فقد المورد المائي، سنعمد إلى **احتساب قيمة إجمالي المياه المستغلة فعلا في عام 1995 وفقا لتكلفة الفرصة البديلة في عام 1995**، ولأجل ذلك فإننا ملزمون بداية بتحديد إجمالي الطلب على المياه في ذلك العام، وهو بذلك يساوي إجمالي الكميات المسحوبة من المخزون الجوفي وفقا للبيانات المتاحة، وقدرها 230.3 مليون متر مكعب، مضافا إليها إجمالي المياه المحلاة والبالغة 52.5 مليون متر مكعب. وعليه فإننا حيال كمية وقدرها 282.8 مليون متر مكعب تمثل مجمل المياه المنتجة الخاضعة للحصر في عام 1995.

وحيث إن **تكلفة الفرصة البديلة في عام 1995 (تكلفة تحلية مياه البحر) تبلغ 0.635 دينار** (حـــوالي 1.689 دولار) للمتر المكعب من المياه، فإننا حيال 179.6 مليون دينار، أي حوالي 478 مليون دولار ، يمثل تكلفة توفير الاحتياجـات من المياه في عام 1995. منها **132 مليون دينار للأغراض الزراعية** (73.5%)، و**5.6 مليـــون دينـــار للأغـــراض الصناعية** (3.1%)، و **42 مليون دينار للاستخدامات البلدية** (23.4%). وهو ما يشكل في مجموعه حوالي **28.3% مقارنة بإجمالي مصروفات الدولة** في عام 1995، بينما يزيد على إجمالي المصروفات الحكومية الموجهة نحـــو مرافـــق الصحة والإسكان والمواصلات والأشغال والزراعة مجتمعة في نفس العام. والجدول رقم (6-13) يفصـــل المنهجيـــة المذكورة ويوجز نتائج هذا السيناريو (سيناريو الكارثة).

جدول (6-13): **سيناريو الكارثة** : التكاليف الحقيقية للمياه في البحرين من واقع بيانات عام 1995 وفقا لتكلفة الفرصة البديلة ومؤشرات مختارة ذات مغزى

البيـــــان		الملاحظات
إجمالي كميات المياه المنتجة الخاضعة للحصر (مليون متر مكعب)		
الكميات المسحوبة من المخزون الجوفي	230.3	✓ لا تشمل الكميات غير الخاضعة للحصر.
إجمالي المياه المحلاة	52.5	✓ تمثل الطاقة القصوى للإنتاج في عام 1995.
إجمالي المياه المتاحة	282.8	✓ تمثل احتياجات مختلف القطاعات من المياه.
التكاليف الإجمالية لإنتاج مياه شبكة التوزيع (مليون دينار)		
التكلفة الحقيقية لإنتاج الاحتياجات المائية الإجمالية	179.6	✓ محتسبة وفقا لتكلفة الفرصة البديلة، أي بواقع 0.635 دينار للمتر المكعب [70].
التكلفة الإجمالية لنقل وتوزيع المياه	39.59	✓ بواقع 0.140 دينار للمتر المكعب.
التكلفة الإجمالية لإنتاج وتوزيع المياه للشبكة	**219.2**	✓ **حوالي 583 مليون دولار** (باعتباره أصلا رأسماليا)
تكلفة استنزاف المورد النفطي والغازي	**غير معروف**	✓ باعتباره أصلا رأسماليا ولقيما في عملية الإنتاج.
التكاليف الإجمالية لاستنزاف الموارد الاحفورية	**غير معروف**	✓ تمثل التكاليف الحقيقية الكلية لاستنزاف الموارد.
توزيع التكاليف الإجمالية للمياه وفقا للقطاعات المستهلكة		
القطاع الزراعي (مليون دينار)	161.1	✓ يمثل 73.5% من الإجمالي *
القطاع البلدي (مليون دينار)	51.3	✓ يمثل 23.4% من الإجمالي *
القطاع الصناعي (مليون دينار)	6.8	✓ يمثل 3.1% من الإجمالي *
التكاليف الإجمالية لمعالجة مياه الصرف الصحي (مليون دينار)		
تكلفة مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثيا	0.876	✓ بواقع 0.060 دينار للمتر المكعب.
تكلفة مياه الصرف الصحي المعالجة ثنائيا	1.460	✓ بواقع 0.050 دينار للمتر المكعب.
إجمالي تكاليف مياه الصرف الصحي المعالجة	2.336	✓ لا تتضمن تكلفة النقل والتوزيع.
إجمالي تكاليف إنتاج وتوزيع المياه	**221.54**	✓ لا تتضمن تكلفة استنزاف المورد النفطي والغازي.
مؤشرات عامة (%)		
نصيب الفرد من إجمالي تكاليف إنتاج وتوزيع المياه (دينار).	384	✓ بلغ إجمالي السكان 577,678 في عام 1995 (راجع الملحق 4 في الصفحة 194).
التكلفة الحقيقية للمياه إلى إجمالي إنفاق الدولة وفقا لتكلفة الفرصة البديلة (%)	34.5	✓ عوضا عن 3.3% وفقا للحسابات التقليدية.
الإنفاق على المياه كنسبة من الناتج المحلي وفقا لتكلفة الفرصة البديلة (%)	10.4	✓ عوضا عن 1.1% وفقا للحسابات التقليدية.

* الوزن النسبي للقطاع في عام 1995 (راجع الجدول 3-2 في الصفحة 32).

[70] تحتسب وزارة الكهرباء والماء سعر مخفض للوقود (الغاز الطبيعي) بواقع 25 سنت فقط للمليون وحدة حرارية بريطانية (المنصور، 1998).

إن هذه التكلفة التي نطمح للوصول إليها لم يسبق طرقها على حد علمنا من قبل في إطار دراسة حالة في أي دولة عربية. وليس بخاف أن الأسباب تكمن فيما يكتنف تلك العملية من تعقيدات لا حصر لها، لارتباطها باقتصاديات البيئة والطاقة من جهة، ولارتباطها بنظم ومنهجيات إعداد الحسابات القومية التي لم تزل تتجاهل تكلفة فقد الموارد الطبيعية في كافة دول المجلس من جهة أخرى.

وهنا لا بد من الإشارة إلى التالي:

1) إن تلك التكلفة من المرجح أن ترتفع إذا اخذ في الاعتبار حقيقة أن الكميات المستخرجة من المياه الجوفية (المعتمدة أعلاه) **لا تشمل المياه المستخرجة غير الخاضعة للحصر**، المترلية منها وغير المترلية.

2) **إن نصيب الفرد من إجمالي تكلفة المياه المنتجة لشبكة التوزيع ستبلغ وفقا لتلك الافتراضات 380 دينار في عام 1995، أي حوالي 1,011 دولار، وهو ما يزيد عن ضعف متوسط دخل الفرد في الكثير من الدول العربية.** ومنه نستنتج أن السكان غير البحرينيين (بلغت نسبتهم لإجمالي السكان وفق تعداد عام 1991 حوالي 36.4%) قد استنزفوا لوحدهم حوالي 83.2 مليون دينار، تمثل نصيبهم في تكلفة المياه الإجمالية، أي ما يزيد على 14.8% مقارنة بإجمالي إيرادات الدولة في عام 1995، والبالغة 560.8 مليون دينار. أو 40.7% مقارنة بالإيرادات غير النفطية في نفس العام، والبالغة 204.7 مليون دينار. بينما **يبلغ نصيبهم بالمقارنة لتكلفة المياه الموجهة نحو القطاع البلدي اكثر من 18.7 مليون دينار**، وهذا ما يدخل في صلب السياسة السكانية المؤزمة للواقع المائي.

3) أن تكلفة الفرصة البديلة التي انطلقنا منها، والمقدرة لعام 1995 بحوالي 0.635 دينار للمتر المكعب، وبحوالي 0.703 دينار لعام 2000، ليس مبالغا فيها كما قد يعتقد، فهناك **مصادر رسمية قدرت المتوسط بحوالي دينار مع اكتمال محطة الحد الجديدة في عام 2006** (المنصور، 1998).

4) **أن القيمة المضافة لقطاعي الزراعة والمياه معا لم تتجاوزا 14.3 مليون دينار بالأسعار الجارية في عام 1995 (0.69% من الناتج المحلي الاجمالي)**، وبمقارنة ذلك بالبيانات الواردة في الجدول (6-12)، نجد **أن القيمة المضافة لقطاعي الزراعية والمياه لم تتخط 28% مقارنة بالتكاليف الحقيقية لمدخل المياه وحده**، علما بان تعريف الحسابات القومية للقطاع الزراعي يشمل فضلا عن الزراعة وصيد الأسماك، تربية المواشي والدواجن والمناحل وإنتاج الألبان ومشتقاتها.

5) الأهم من كل ذلك، هو **أن استمرار قطاع الزراعة في صورته الراهنة، والذي يستحوذ على 73.5% من جملة المياه الجوفية، يبدو وكأنه قائم بالفعل على استمرار تدمير المورد الطبيعي، ممثلا في المخزون الجوفي من المياه، وما يحتويه ذلك من بعد بيئي**، فضلا عن تعديه على إنجازات القطاعات الاقتصادية الأخرى. والواقع أن تلك الصورة السلبية تبدو أكثر تشاؤما بالنسبة للقطاع الزراعي، إذا أخذنا في الحسبان مجمل قيم مدخلاته، كالعمل والمواد الوسيطة من أسمدة ومبيدات حشرية ومصروفات جارية أخرى. وعليه، وفي ظروف شح المياه في مجمل دول الخليج العربي، يصبح من المجدي بالفعل "التشديد على احتساب عائد المتر المكعب من المياه عوضا عن عائد المتر المربع من الأرض" (علاء الدين، 1995).

من الجدير بالإشارة، أن الإصرار الإقليمي على التمسك بالشعارات الداعية لتحقيق تقدما كبيرا في الإنتاج الزراعي، إنما هو في حقيقة الأمر دعوة لتصدير المياه من دول ذات شح واضح في المياه. بل إنها دعوة لتصدير الدعم الحكومي عبر الحدود لمستهلكين خارجيين. حيث أن الغذاء المنتج في دول المجلس، إنما هو منتج مائي في دول لا تمتلك أي ميزة نسبة لإنتاج الغالبية الساحقة من الأصناف الزراعية، وهذا تعبيرا صريحا في الواقع عن عدم استيعاب خصوصية المياه في دول المجلس، ومفهوم استدامة المورد المائي في معادلة التنمية المستدامة.

6) لإكساب الموضوع الأهمية التي يستحقها، لنتذكر دوما بعد معرفة التكلفة الكبيرة للمياه، وفي ظل الإحاطة بالمساحة الإجمالية للبلاد (706 كيلومتر مربع) وحجم السكان (لا يتجاوز 0.2% مقارنة بإجمالي سكان العالم العربي) .. أقول، لنتذكر أننا لم نعتمد أعلاه منهجا يمكننا من احتساب تكلفة فقدان المورد المائي من جهة، وفقدان مورد الغاز المحدود كذلك، باعتباره مدخلا لازما في عملية إنتاج المياه من جهة أخري. مما يدعو للمطالبة بإعداد سيناريو واقعي يحيط بمجمل تلك المحددات، في إطار دراسة منفصلة على قدر كبير من الدقة والنزاهة. وهنا اعتقد إن جامعات ومراكز الأبحاث الكثيرة في المنطقة مدعوة قبل غيرها لاحتساب هذه التكاليف.

7) وأخيرا، وبغية معرفة حجم التكاليف الكلية في دول مجلس التعاون باستخدام هذه المنهجية، لنتذكر **أن مجمل المياه المنتجة (المياه التقليدية وغير التقليدية) في دولة البحرين يعتبر ضئيلا مقارنة بمثيله في دول مجلس التعاون الخليجي**، حيث انه يشكل ما نسبته 2% مقارنة بإجمالي الإنتاج في دول مجلس التعاون، مقابل 63% للمملكة العربية السعودية، و8% للإمارات، و6% لدولة الكويت، و2% لدولة قطر، و19% لسلطنة عمان[71]. ولنا إن نتصور تكاليف إنتاج المياه في دول المجلس مجتمعة باستخدام هذه المنهجية.

إن نتائج هذه الدراسة تمثل دعوة لانتهاج استراتيجيات تستهدف معالجة سريعة وجدية لوقف التدهور في نوعية المياه، ليس في البحرين فحسب، بل وفي دول مجلس التعاون برمتها. ويعتبر عامل الزمن في معادلة البيئة مهما للغاية. إلا أن ما لا خلاف بصدده، هو أن التدابير الوقائية أصبحت أرخص من الإجراءات العلاجية التي لا بد أن تنجم عن احتمالات ارتفاع معدلات التلوث في المستقبل. وهذه حقيقة غدت باعتراف الجميع ثابتة. وتبقى عملية التوفيق في اختيار بدائل لاستمرار التنمية بأقل قدر من التلوث حماية للبيئة والإنسان بيد متخذي القرار، فالقرار يؤثر على البيئة وهذه الأخيرة تؤثر على أداء التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

وفي سبيل حل أزمة تلوث المياه الجوفية، تقترح الدراسة تحميل مستخدمي المياه الجوفية للأغراض الصناعية والزراعية عبئا ماليا مباشرا يتناسب مع تكلفة الإضرار بالبيئة، أو مع القيمة الحقيقية للمياه المستخدمة، وبهذا إنما تدعو الدراسة إلى تعديل التعرفة المعمول بها في القطاع الصناعي والزراعي على حد سواء. علما بان التعرفة **المقترحة** للمياه الجوفية تبلغ **للقطاع الزراعي 0.005 دينار للمتر المكعب، بينما لا تقابلها أي تكلفة للقطاع الصناعي.**

---

[71] استخلصت هذه النتائج من واقع بيانات تضمنها تقرير المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، 1997 (راجع الملاحق الرابع: موارد المياه التقليدية وغير التقليدية في مجلس التعاون الخليجي مقارنة بموارد المياه في العالم العربي).

وبهذا المعنى فان الدراسة تطالب بإلزام مسببي تلوث المياه الجوفية بدفع ما يعادل القيمة الحقيقية للمياه الجوفية المستغلة وفقا لتكلفة الفرصة البديلة. وفي هذا الصدد تتقدم الدراسة هنا بمنجية مقترحة لاحتساب تعرفة استغلال المياه الجوفية على النحو لتالي:

بافتراض أن تكلفة تحلية وحدة المياه (المتر المكعب من مياه البحر) تبلغ 0.8 دينار، علما بان معدلات الأملاح في مياه البحر تبلغ 40 ألف ملليجرام للتر، فعلى المستفيدين من استغلال المياه الجوفية في منطقة ما والتي تبلغ أملاحها على سبيل المثال لا الحصر 10 ألف ملليجرام للتر، أن يدفعوا ما يعادل ثلاثة أرباع تكلفة التحلية، أي 0.6 دينار مقابل الاستفادة من هذه المياه الجوفية. وبالمثل، إذا كانت معدلات الأملاح في المياه الجوفية في حدود 24 ألف ملليجرام للتر، فعلى المستفيد من تلك المياه دفع 0.32 دينار للمتر المكعب، عوضا عن استمرار الوضع القائم، والمتمثل في غياب أي تعرفة على المياه الجوفية في القطاعين الزراعي والصناعي[72]. وفيما يلي توضيح لمنهجية احتساب ضريبة تلويث المياه الجوفية بالأملاح.

السنوات	الاملاح	دينار	التعرفة المقترحة	تكلفة تحلية وحدة المياه بالدينار
T	*Salt*	*Cost*	*TARIFF*	
1	40000	0.800	0.000	0.800
2	38000	0.760	0.040	
3	32000	0.640	0.160	
4	30000	0.600	0.200	
5	24000	0.480	0.320	
6	21000	0.420	0.380	
7	20000	0.400	0.400	
8	19000	0.380	0.420	
9	18000	0.360	0.440	
10	17255	0.345	0.455	
11	16555	0.331	0.469	
12	10000	0.200	0.600	
13	5000	0.100	0.700	
14	4000	0.080	0.720	
15	3000	0.060	0.740	
16	2000	0.040	0.760	
17	1000	0.020	0.780	

$$Cost_{T+1} = \frac{Cost_T * Salinity_{T+1}}{Salinity_T}$$

$$Tariff_{14} = 0.8 - 0.080 = 0.720$$

يبقى القول، إن الجهات المتحكمة في تكنولوجيا تحلية المياه تحقق نجاحات كبيرة في هذا الميدان، ألا انه يرجح عدم تحمسها لترويج وتسويق إنجازاتها الحديثة، بل ربما فرضت طوقا من السرية عليها. فعلى سبيل المثال، أمكن لمعاهد المياه في كاليفورنيا، ومعهد "اكينون" الإسرائيلي **تخفيض سعر تحلية مياه البحر من 1.5 دولار إلى 60 سنتا للمتر**

[72] بالرغم من وجود مشروع لتطبيق تعرفة متدنية على المياه الجوفية للاستخدامات الزراعية (0.005 دينار للمتر المكعب) ، إلا أنها لم تجد طريقها للتنفيذ حتى لحظة كتابه هذا الدراسة.

المكعب، علما بأنها تحتسب الأسعار الحقيقية للطاقة. وتصل اليوم في افضل مراكز التحلية في الولايات المتحدة إلى 40 سنتا للمتر المكعب[73]، أي ما يعادل 0.150 دينار بحريني فقط.

أما آرثر غولدشتاين – رئيس شركة ايونيكس – وهو من رواد إزالة ملوحة المياه في واترتاون فيقول، انه في افضل مراكز التحلية في الولايات المتحدة لا تزال تكلفة إزالة ملوحة ألف جالون من المياه تصل إلى دولارين، وبمعنى آخر، فان التكلفة الحقيقية للمتر المكعب من المياه تصل هناك كحد أقصى إلى حوالي 0.44 دولار فقط. وفي فلوريدا، كلفت هيئة مياه تامباباي، ببناء مركز لتحلية المياه لإنتاج 25 مليون جالون يوميا، ويصل متوسط التكلفة دولارين لكل ألف جالون على مدى عشر سنوات، ومن المقرر أن يبدأ المشروع في عام 2002 [74].

وحيث أن إنتاج المياه في المنطقة مصدرا لأرباح مصادر تصدير تكنولوجيا المياه، فبالنتيجة سيظل من مصلحة الدول المتحكمة فيها، المحافظة على الوضع القائم لأطول فترة ممكنة، حيث أنها بذلك ترسخ حالة من التبعية المطلقة مع الأطراف المستفيدة من هذه التكنولوجيا. وهذا ما يتوقف على كسر احتكار التكنولوجيا بوصول جهات أخرى لعرض تقنيات بديلة قادرة على المنافسة في نظام عالمي جديد يرتكز في المقام الأول على المنافسة.

وبالفعل، توصلت شركة "بنكور تكنولوجيز" الكندية، إلى ابتكار **تقنية "بيما" الليزرية لتحلية المياه وإنتاج الأملاح**، بعد ثلاثة عقود من التجارب. بينما تمكنت شركة "سبيكتروم اريبيا" الأمريكية، من الحصول على الحقوق الحصرية لتقنية بيما بموجب اتفاق عقدته مطلع عام 1999، وقد منحت الأخيرة إحدى الشركات العاملة في الإمارات العربية المتحدة تراخيص استغلال هذه التقنية في خمس دول هي البحرين وعمان والهند وتركيا وايرلندا. وهناك في الوقت الحاضر نموذج تجريبي لوحدة إنتاجية تستخدم هذه التقنية على ناقلة نفط **يبلغ إنتاجها 100 مليون جالون من الماء العذب يوميا باستخدام 101 مليون جالون من مياه البحر**. جدير بالذكر أن تقنية الترشيح الازموزي تتطلب 500 مليون جالون من مياه البحر لإنتاج 100 مليون جالون من الماء العذب، كما تتطلب معالجة كيميائية لتنقيتها ثم تسخينها باستخدام الطاقة الكهربائية. وقد عرضت التقنية للمرة الأولى في "مؤتمر الخليج الرابع للمياه" الذي عقد بالمنامة في يناير 1999. ولعل أهم ما في هذه التقنية، قدرتها على **تحقق وفرا دراماتيكيا في التكلفة**، مقارنة بالتقنيات السائدة في المنطقة، فضلا عن أنها تتعدى تحلية المياه إلى إنتاج الأملاح المعدنية، وبشكل خاص المغنيسيوم، بكلفة تقل بنسبة 60% عن كلفة إنتاجها باستخدام التقنيات الشائعة. وهذا ما يفسر الطلب عليها من دول ذات وفر هائل في المياه، كتركيا مثلا[75].

---

[73] محمد سيد احمد، القنبلة المائية (مقالة)، جريدة الأيام، العدد 3694، في 15 إبريل 1999.

[74] كلوديا دويتش، جريدة الشرق الأوسط، نقلا عن "نيويورك تايمز"، صفحة الاقتصاد.

[75] تشير الدراسات الاقتصادية إلى احتمال ازدياد الطلب العالمي على أملاح ذات استخدامات صناعية متعددة، ومن بين هذه المؤشرات، إعلان شركة فورد زيادة استخدام المغنيسيوم في سياراتها من خمسة أرطال للسيارة الواحدة حاليا إلى 250 رطلا اعتبار من عام 2000. وفضلا عن ذلك، يستخدم المغنيسيوم في صناعة الطائرات والكمبيوتر، وقد بلغت أسعاره في عام 1999 نحو ثلاثة آلاف دولار للطن الواحد.

الفصل السابع

الخلاصة والتوصيات

صنفت الهيئات الدولية البحرين بأنها من اكثر مناطق العالم تأثرا بدائرة الخطر المائي، حيث أن نصيب الفرد فيها من المياه يقل عن ألف متر مكعب سنويا، وتتجه المياه بالفعل لان تكون من أهم السلع في الأسواق العالمية. من جهة أخرى، تتحكم في المياه محددات طبيعية لا قدرة للإنسان على السيطرة عليها، ومتغيرات اقتصادية تفرضها طموحات التنمية، ومحددات اجتماعية متعددة، لعل أخطرها النمو المضطرد للسكان.

وفي ظل الإحاطة بمجمل ذلك، سعت الدراسة للكشف عن حجم التحديات المائية في دولة البحرين، باعتبارها إحدى المحددات الرئيسية التي لا بد وان تفرض نفسها بقوة عند صياغة أي رؤية لاستراتيجية التنمية الاقتصادية والاجتماعية. وفي هذا السياق، دعت الدراسة إلى إعادة النظر في منهجية احتساب تكلفة تلبية الطلب على المياه، واحتساب التكلفة الحقيقية لاستنزاف المخزون الجوفي منه، باعتباره أحد الموارد المحدودة المعرضة للنضوب والتلوث. وعليه، خرجت بصيغة لاحتساب التكاليف الحقيقية للمياه، باعتبارها مدخلا رئيسيا في العديد من القطاعات الاقتصادية، حيث أن القيمة المضافة في مجمل قطاعات الاقتصاد، وعلى الأخص القطاع الزراعي، لا تحتسب التكلفة الحقيقية للمياه باعتبارها سلعة وسيطة وحيوية في الإنتاج الزراعي، الأمر الذي يدعو إلى إعادة احتساب المساهمة الحقيقية للقطاع الزراعي في الناتج المحلي الإجمالي. وهي بذلك إنما تستجيب للدعوات المنادية باحتساب ما عاد يدعى بالناتج المحلي الإجمالي الأخضر أو النظيف.

من جهة أخرى، تتناول الدراسة بالعرض والتحليل العبء المتنامي للنمو السكاني الذي لا تحكمه سياسة سكانية معلنة وواضحة، مما يشكل تحديا جديا إذا ما قورن بحجم الموارد العامة وهيكل الإيرادات العامة. وانطلاقا من ذلك، سعت الدراسة، في إطار سيناريوهات منتقاة، إلى احتساب اثر انتهاج سياسات سكانية مختلفة ومتباينة في تأثيراتها على متغيري الطلب الإجمالي على المياه الجوفية، ومعدلات تركز الأملاح في المياه الجوفية. كما سعت الدراسة إلى احتساب الآثار الإيجابية المترتبة على توسعة طاقة كل من تحلية مياه البحر ومياه الصرف الصحي المعالجة، على نوعية المياه الجوفية.

وقد خلصت مجمل السيناريوهات المختارة، إلى انه بالرغم من الأهمية القصوى لسياسة توسيع طاقة إنتاج محطات التحلية الجديدة وتوسعة طاقة محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي شكلت عبئا ثقيلا على الموزانة العامة للدولة، إلا أن تلك السياسات ستظل غير قادرة لوحدها على معالجة الأزمة المائية، حيث أنها ستظل بحاجة لإجراءات مساندة متعددة، لعل أهمها انتهاج سياسة سكانية واضحة ومعلنة وصولا لتحقيق إدارة مثلى ومستدامة للمياه الجوفية. وعليه، لا مناص من دراسة تطورات الطلب على المياه في مختلف القطاعات الاقتصادية في ظل المعرفة بمعدلات النمو السكاني الراهنة والمتوقعة، ودراسة واقع وآفاق تطور كافة قطاعات الاقتصاد في إطار استراتيجية اقتصادية واجتماعية شاملة ومعلنة، حيث إن للتنمية أبعادا شتى لا يمكن إغفالها، وأحد أهم تلك الأبعاد البعد السكاني البالغ التأثير.

جملة القول، انه بالرغم من الأهمية القصوى للسياسة السكانية في معالجة الأزمة المائية، إلا أنها بحاجة ماسة لتضافر كل الجهود في إطارها التكاملي، بغية المحافظة على المورد المائي الطبيعي الوحيد في دولة البحرين، فحقيقة الاختبارات أكدت عدم جدوى أي جهد أحادي الجانب، الأمر الذي يعزز القناعة بضرورة تضافر كل الجهود، بما فيها جهود السياسة السكانية، وسياسة رفع إنتاج محطات التحلية الجديدة، وتوسعة طاقة محطات معالجة مياه الصرف الصحي،

وتنسيق تلك السياسات مجتمعة مع التوجهات الزراعية، بغية المحافظة على المورد المائي الطبيعي الوحيد، بما في ذلك تنسيق الجهود الإقليمية في إطارها التكاملي، حيث أن دول المجلس برمتها يجمعها معا ثالوث الجفاف والتلوث وتزايد السكان. وهذا ما لا يمكن تحقيقه دون استراتيجية قطرية شاملة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية في كل دولة من دول المجلس على حده، مع تبني استراتيجية إقليمية فيما بينها لمواجهة المشاكل الإقليمية المشتركة، وتحقيق التطلعات المستقبلية المنشودة.

كما سعت الدراسة، في إطار نموذج اعد لذلك، إلى تقدير متغير الطلب الإجمالي على المياه الجوفية، ومتغير معدلات تركز الأملاح في المخزون الجوفي منه، باعتباره مؤشرا لفقد هذا المورد الذي يعد أصلا رأسماليا، وفي ضوء ذلك، وبناء على المنهجية المقترحة في هذه الدراسة، تم تقدير تكلفة توفير الاحتياجات العامة من المياه في عام 1995 باستخدام منهجية جديدة في احتساب التكلفة، عوضا عن المنهجية التقليدية التي لم تزل سائدة، أي وفقا لتكلفة الفرصة البديلة، ممثلة في تكلفة تحلية مياه البحر. كما تم في هذا السياق التنبؤ بالمتغيرات الرئيسية المعنية لغاية عام 2020، للوقوف على ما سيؤول إليه واقع الحال بعد عقدين من الزمان، إذا لم تتخذ سياسات وإجراءات عاجلة لتصحيح الوضع المائي الشديد التعقيد.

من جهة أخرى تدعو الدراسة في ظل الإحاطة بأعباء القطاع الزراعي بوجه خاص على الاقتصاد الوطني، إلى إعادة النظر في جدوى الهدر في المياه المنصرفة للزراعة بحجة تأمين الاكتفاء الذاتي محليا من الغذاء، على حساب الأمن المائي البيئي. وفي ضوء الإحاطة بتلك المحددات، والأبعاد البيئية الناجمة عن تعاظم حجم الطلب الزراعي بوجه خاص على المياه الجوفية، وفي ضوء التحديات المالية والسكانية والبيئية، تستعرض الدراسة من بين خيارات عديدة للخروج من الأزمة، أو المأزق المائي، بدائل عدة في سبيل مواجهة الموقف المائي المتأزم في البحرين، ومن بين تلك البدائل، الاستغناء محليا عن تلك الزراعة التي تستهلك قدرا من المورد المائي وغير المائي يفوق ما تضيفه من قيمة مضافة للاقتصاد، أو قيمة جمالية أو بيئية للوطن، انطلاقا من أن الأمن الغذائي والاكتفاء الذاتي من الغذاء، قضية لا بد وان يكون إطارها عربي أو إقليمي حيثما تتواجد الميزة النسبية. الأمر الذي يحتم تضافر جهود مختلف السياسات الكفيلة بمواجهة الأزمة المائية، مع الشروع في اتخاذ الإجراءات التي من شأنها تفعيل وتنسيق خطط العمل على أعلى المستويات إقليميا وعربيا في المجالين المائي والزراعي، وصولا للتكامل في المنتج المائي.

ومن بين المعايير المقترح تبنيها في سبيل كبح جماح حدة الطلب على المياه للأغراض الزراعية، احتساب عائد المتر المكعب من المياه، عوضا عن عائد المتر المربع من الأرض، وتقييم اتجاهات التشجير الراهنة، في ظل الإحاطة بالمحددات الطبيعية القاسية على قطاع الزراعة. مع البحث عن أمثل الأصناف الشجرية في البيئة المحلية بالكيفية التي تراعي تلك المحددات.

وحيث أن حقيقة الموقف تكشف أن تكلفة تحلية المياه الجوفية، تتجه مع التقادم الزمني للاقتراب من تكلفة تحلية مياه البحر، بسبب ارتفاع وتيرة تركز الأملاح في المياه الجوفية، إلى الحد الذي يجعلها غير صالحة للاستخدام المباشر، سعت الدراسة إلى احتساب التكاليف الحقيقية لإنتاج المياه باعتماد منهجية تنطلق من تكلفة الفرصة البديلة ممثلة في تكلفة تحلية مياه البحر.

مما تقدم يمكن صياغة جملة من التوصيات التي يمكن لها أن تبلور إطار مناسبا لحل المشكلة المائية والزراعية في دولة البحرين، ولعل أهم تلك التوصيات :

1) تشجيع التنمية المستدامة كمفهوم وممارسة باعتبارها محور النشاط الإنساني.

2) تحقيق إدارة مثلى ومستدامة للمياه الجوفية عبر **صياغة استراتيجية مائية واضحة ومعلنة، مدعومة بسياسة وتشريعات مائية كفيلة بالمحافظة على المورد المائي الجوفية من التلوث والنضوب**، باعتباره المصدر الطبيعي الوحيد في بيئتنا القاحلة.

3) إجراء بحوث دورية تعنى **باحتساب التكاليف الحقيقية للمياه**، وتوزيعها وفقا للقطاعات المستهلكة لها.

4) تحميل مستخدمي المياه الجوفية للأغراض الزراعية والصناعية عبئا ماليا مباشرا يتناسب مع القيمة الحقيقية للمياه. وعليه، لا بد من دراسة جدوى **فرض تعرفة مؤثرة على استهلاك المياه الموجهة للأغراض الزراعية والصناعية.**

5) تضافر كل الجهود، بما فيها جهود **السياسة السكانية**، وسياسة رفع إنتاج محطات التحلية الجديد، وتوسعة طاقة محطات معالجة مياه الصرف الصحي، وتنسيق تلك السياسات مجتمعة مع التوجهات الزراعية، بغية المحافظة على المورد المائي الطبيعي الوحيد في الدولة.

6) **إرساء قاعدة للبيانات المائية والزراعية** ونشرها دوريا في مجموعات إحصائية لرفد البحوث الاقتصادية والبيئية ذات العلاقة.

7) **إعداد توقعات بعيدة المدى حول تكلفة توفير المياه** في ظل خيارات ذات صلة بالسياسة السكانية، وتحديدا منها عنصر الهجرة، وإعداد توقعات دورية بعيدة المدى حول تكلفة الدعوم المقدمة للسكان غير البحرينيين في مجال المياه.

8) **دراسة جدوى الاستغناء عن زراعة تلك المحاصيل التي تستهلك قدرا من المورد المائي وغير المائي يفوق ما تضيفه من قيمة مضافة للاقتصاد، أو قيمة جمالية للوطن.** مع اعتماد ذلك كمعيار رئيسي في تقييم مختلف خيارات التشجير.

9) **تقييم جدوى الهدر في المياه المنصرفة للزراعة بحجة تأمين الاكتفاء الذاتي من الغذاء على حساب الأمن المائي،** وإعادة النظر في الموضوع برمته انطلاقا من أن الأمن الغذائي قضية إطارها عربي أو إقليمي حيثما تتواجد الميزة النسبية.

10) **ضبط كافة مصادر استنزاف المياه الجوفية من خلال الحصر الصارم لإجمالي الآبار العاملة** في البلاد، بغية الوقوف على الكميات الحقيقية منها.

11) **الإشراف على إغلاق كافة الآبار المستخدمة لغير المصلحة العامة، والتي تم حفرها بعد صدور المرسوم الأميري رقم 12 لسنة 1980 بشأن تنظيم استخدامات المياه الجوفية**، ومتابعة التقيد بالمراسيم الأميرية والقرارات الوزارية اللاحقة، كالمرسوم بقانون رقم 12 لسنة 97 بتعديل بعض أحكام المرسوم بقانون رقم 12 لسنة 1980 بشأن تنظيم استعمال المياه الجوفية، والتوقف عن حفر الآبار إلا لاستخدامات المصلحة العامة، مع تشديد العقوبات على المخالفين.

12) **التوسع في استغلال الطاقة القصوى لمحطة توبلي** لمعالجة المياه، من خلال استكمال البنية التحتية التي تساعد على تطوير قطاع الزراعة، كاستكمال شبكة توزيع مياه الصرف الصحي الموجهة للزراعة المترلية وغير المترلية.

13) **تنسيق الأهداف بين مختلف الجهات عند الشروع في وضع الخطط** القطاعية، بما فيها خطط الزراعة وبرامج التشجير.

14) العمل على **إعداد نماذج اشمل تتيح التنبؤ بمعدلات الأملاح في المياه الجوفية**، وإجمالي الطلب على المياه، الجوفية منها والمحلاة، وعلى أن تأخذ في اعتبارها متغيرات على قدر كبير من الأهمية، كالتغير في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، وأسعار الطاقة، وحركة التوسعات العمرانية والتغيرات المحتملة في السياسة الزراعية واتجاهات التشجير، ومستوى الضغط على الموارد الطبيعية، وما إلى ذلك.

15) تنشيط الفعل الإعلامي لرفع درجة الوعي لدى المستهلكين للاستفادة من توسيع طاقة إنتاج المياه المعالجة المخطط لها.

16) حث مراكز الأبحاث على تطوير تقنية تحلية مياه البحر والمياه المعالجة بغية تخفيض تكلفتهما إلى أدنى حد ممكن، بالتعاون والتنسيق مع مراكز الأبحاث في المنطقة.

المراجع

أولا: المراجع العربية :

- أبوشوشة، محمد حسين، مقدمة في تلوث الماء ومعالجته، الجمعية الكويتية لحماية البيئة، الكويت، 1994.
- أرسدول، فان، ديناميكية السكان وتقدير النمو السكاني، ترجمة عبدالخالق ذكري، الإحصاءات السكانية مصادرها وطرق تحليلها، إدارة الإحصاء، دولة البحرين 1982.
- الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية، النشرة الإحصائية، 1997.
- الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية، السياسة الزراعية المشتركة لدول مجلس التعاون، نوفمبر 1985.
- الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية والمعهد العربي للتخطيط، الدليل الموحد لمفاهيم ومصطلحات التخطيط في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 1996.
- الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية، السياسة الزراعية المشتركة لدول مجلس التعاون، نوفمبر 1985.
- إسماعيل، علي نور الدين، التوقعات الاستراتيجية لتخطيط وإدارة موارد المياه في دول مجلس التعاون، التعاون، السنة 10، رقم 38، السنة 1995.
- البنك الدولي، تقرير حول التنمية في العالم 1992، التنمية والبيئة، 1992.
- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، تقرير التنمية البشرية لعام 1998.
- بوشناق، عادل، تقرير غير منشور قدم إلى الاسكوا، 1995.
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة ، توقعات البيئة العالمية، (2000).
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة، المكتب الإقليمي لغربي آسيا، "مجموعة القوانين الاطارية وقوانين أخرى لحماية البيئة في بلدان غرب آسيا"، سلسلة التقارير والمطبوعات، مركز النشاط البرنامجي للقانون البيئي والمؤسسات (اليونيب)، 1996.
- جانا، فتحي ، التشريع المائي في الوطن العربي، الأسس الاجتماعية والاقتصادية والثقافية والدينية، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (إكساد)، والمعهد الدولي للتدريب على إدارة الموارد المائية، (ندوة)، دمشق 16-19 مارس 1981.
- دار الجيل والجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية، الموسوعة العربية الميسرة، 1995.

- الدغيثر، خالد بن عبدالله، حول تحقيق التوازن الاقتصادي بين متطلبات البيئة والدخول إلى منظومة التجارة الدولية، التعاون الصناعي، العدد 72، إبريل 1998.
- ديفارجان، س، وفيشر، أ، ترجمة سامر عبدالجبار، اقتصاديات الموارد الناضبة لهوتلينج بعد خمسين عاما، النفط والتنمية، العدد 4، 1984.
- وزارة الكهرباء الماء، الكتاب الإحصائي، دولة البحرين، 1997.
- زكي، رمزي، المشكلة السكانية ومشكلة المالثوسية الجديدة، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 1984، دولة الكويت.
- زباري، وليد خليل، "خيارات السياسة المائية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية" ورقة مقدمة إلى "الندوة الأولى لترشيد استخدام المياه وتنمية مصادرها"، الرياض، 14-2000/4/17.
- زباري، وليد خليل، "الموارد المائية في دول مجلس التعاون الخليجي" ورقة مقدمة إلى "ورشة عمل حول التقنيات و المهارات الفرنسية في إدارة المياه والنفايات"، 14 يونيو 1999، دولة البحرين.
- زباري، وليد خليل، تقرير الري في منطقة الشرق الأوسط، مكتب الأمم المتحدة، 1998.
- زباري، وليد خليل، وإسماعيل المدني وصباح الجنيد وشوقي المناعي، "التغير في ملوحة المياه الجوفية"، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، العدد 78، يوليو 1995.
- حموده، أحمد عبدالرحمن، السياسات السكانية في الوطن العربي، دراسات، الجامعة الأردنية، العدد الأول 1989.
- حسن، عدنان السيد، المشكلة السكانية والسلم الدولي، مركز الإمارات للدراسات الاستراتيجية، العدد السادس، 1997.
- طاهر، جميل، تطور مفهوم التنمية المستدامة وانعكاساته على مستقبل التخطيط في الأقطار العربية، مجلة بحوث اقتصادية عربية، الجمعية العربية للبحوث الاقتصادية، العدد التاسع، خريف 1997، القاهرة.
- يونس، محمود، ومحمدي فوزي أبو السعود، "مدخل إلى الموارد واقتصادياتها"، كلية التجارة بجامعتي الإسكندرية وبيروت العربية، الدار الجامعية، 1993.
- الكندري، عبدالله رمضان عبدالله، " البيئة والتنمية المستديمة "، مكتبة المهند، دولة الكويت، 1992.
- المدني، إسماعيل محمد، وابتسام عبدالله خلف، خليج توبلي، الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية، سلسلة كتب حول الحياة الفطرية، دولة البحرين، 1999.
- محجوب، عزام، اثر الاعتبارات البيئية على مستقبل التخطيط في الأقطار العربية، جميل طاهر وصالح العصفور (تحرير)، مستقبل التخطيط في الأقطار العربية، بحوث ومناقشات ندوة عقدت في تونس، 20-22 إبريل 1993، المعهد العربي للتخطيط.
- المعهد العربي للتخطيط في الكويت وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، المكتب الإقليمي لغرب آسيا، البحرين، "أزمة المياه في الوطن العربي"، أحمد الكواز (تحرير)، أعمال حلقة نقاشية 15 – 16 يونيو 1993، البحرين.

- معهد الموارد العالمية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، والبنك الدولي، موارد العالم 1998 – 1999.
- المناعي، جاسم، تحديات ومعوقات الاستثمار في دول مجلس التعاون الخليجي، جريدة الأيام، العدد 287، 18 ديسمبر 1989.
- المنصور، خليفة إبراهيم، واقع ومستقبل مياه الشرب في البحرين، أعمال حلقة نقاشية خاصة حول جودة مياه الشرب في البحرين، 27 يونيو 1998.
- المصري، عبدالعزيز، قانون المياه في الإسلام، دار الفكر، دمشق، 1999.
- مكتب الأمم المتحدة الإحصائي، وثيقة رقم ST-ESA-STAT-SER.S-2-REV.4 ، مكتب نيويورك، 1993.
- مرياتي، محمد، تفعيل دور منظومة العلم والتكنولوجيا عبر رسم السياسة ووضع الاستراتيجية وتنفيذها، ورقة عمل للاسكوا مقدمة إلى "المؤتمر العلمي الأول حول البحث العلمي والتطوير التكنولوجي ودورهما في تعزيز المقدرة التنافسية للقطاع الصناعي في دول مجلس التعاون الخليجي"، 12–14 أكتوبر 1998.
- مركز الخليج للدراسات الاستراتيجية، مشكلة المياه في دول مجلس التعاون .. الأبعاد والحلول، جريدة أخبار الخليج، العدد 8172، 7 أغسطس، 2000.
- المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، الموارد المائية واستخداماتها في الوطن العربي، أعمال الندوة الثانية لمصادر المياه واستخداماتها في الوطن العربي، الكويت 8–10 مارس 1997.
- مرسوم بقانون رقم 12 لسنة 1980 بشأن تنظيم استعمال المياه الجوفية، دولة البحرين.
- مرسوم بقانون رقم 21 لسنة 1996 بشأن قانون البيئة الصادر في 13 يوليو 1996، دولة البحرين..
- مرسوم بقانون رقم 12 لسنة 1997 بتعديل بعض أحكام المرسوم بقانون رقم 12 لسنة 1980، دولة البحرين..
- مرسوم بقانون رقم 12 لسنة 1997 بتعديل بعض أحكام المرسوم بقانون رقم 12 لسنة 1980 بشأن تنظيم استعمال المياه الجوفية، دولة البحرين.
- مرسوم أميري صادر في عام 1999 بشأن تحديد العقوبات والغرامات لمخالفي استخدام المياه.
- النعيمي، مبارك أمان، تصورات حول أزمة المياه في البحرين، ورقة عمل مقدمة لملتقى الخبراء، دمشق 1989.
- النعيمي، مبارك أمان، تقييم الموارد المائية المتاحة واوجه الاستخدامات في دولة البحرين، سلسلة الدراسات والبحوث العلمية (24)، مركز البحرين للدراسات والبحوث، 1999.
- نصار، علي، الإمكانات العربية: إعادة نظر وتقويم في ضوء تنمية بديلة، مركز دراسات الوحدة العربية، 1985.
- نصار، علي، المؤشرات للبيئة والموارد الطبيعية، برنامج "أساليب التحليل الاقتصادي للقضايا البيئية للتنمية في الأقطار العربية"، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، 6–17 إبريل 1996.

- النيش، نجاة، تكاليف التدهور البيئي وشحة الموارد الطبيعية: بين النظرية وقابلية التطبيق في الدول العربية، المعهد العربي للتخطيط، دولة الكويت، 1998.
- النيش، نجاة، برنامج " السياسات البيئية "، المعهد العربي للتخطيط في الكويت، 6-10 ديسمبر 1997.
- السعدون، جاسم خالد، تحديات التنمية في مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 11 مايو 1991، دولة الكويت.
- خاطر، احمد رشاد، الواقع المائي في البحرين: الخيارات المطروحة وواقعية الحلول (ورقة عمل)، جمعية الاقتصاديين البحرينية، ندوة اقتصاديات إصلاح الوضع المائي، 7 مارس 1995.
- الخولي، أسامة أمين، دراسة تقييم الأثر البيئي: المفهوم والمنهجية، ورقة غير منشورة، جامعة الخليج العربي، 1999.
- الخولي، سيد، اقتصاديات البترول، دار حافظ للنشر، جدة، 1988.
- خريبط، علي محمد، المفاهيم البيئية الجديدة وكيفية تقييم المردود البيئي لمشاريع التنمية، بحث مقدم لبرنامج أساليب التحليل الاقتصادي للقضايا البيئية في الأقطار العربية، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، إبريل 1996.
- صادق، عبد الكريم، والبرغوثي، شوقي، مشكلات المياه في الوطن العربي: إدارة الموارد النادرة، المياه في الوطن العربي آفاق واحتمالات المستقبل، بيتر روجرز وبيتر ليدون (تحرير)، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، دولة الإمارات العربية المتحدة، ترجمة شوقي جلال، الطبعة الأولى، 1997.
- صادق، علي توفيق، النفط ضمن إطار الحسابات القومية، النفط والتعاون العربي، المجلد 14، العدد 51، 1988.
- صندوق النقد العربي والأمانة العامة لجامعة الدول العربية، والصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي ومنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، 1994.
- صندوق النقد العربي والأمانة العامة لجامعة الدول العربية، والصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي ومنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، 1998.
- صندوق النقد العربي والأمانة العامة لجامعة الدول العربية، والصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي ومنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، 1999.
- العبيد، نصر الدين، اقتصاديات التدهور البيئي، دورية الزراعة والمياه، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (اكساد)، مايو 2000.
- عبيدات، ذوقان، وعبدالرحمن عدس، وكايد عبدالحق، "البحث العلمي: مفهومه وأدواته وأساليبه"، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، عمان، 1998.
- علاء الدين، محمد نبيل، جمعية الاقتصاديين البحرينية، ندوة اقتصاديات إصلاح الوضع المائي (ورقة عمل)، دولة البحرين، 7 مارس 1995.
- العليان، أمل حمد علي، الأمن المائي العربي مطلب اقتصادي أم سياسي، دار العلم للطباعة والنشر، 1996.

- عقيل، محمد فاتح، المرجع في الجغرافيا الاقتصادية، منشأة المعارف، الإسكندرية، 1990.
- العرادي، أمل مجيد، كمية ونوعية مياه الصرف الصحي التي تضخ إلى خليج توبلي، ندوة "خليج توبلي الواقع والتطلعات"، اللجنة الوطنية لحماية الحياة الفطرية، دولة البحرين، 2 فبراير 2000.
- عبدالله، عادل، التحليل الاقتصادي للمشكلات البيئية، بحث مقدم لبرنامج أساليب التحليل الاقتصادي للقضايا البيئية في الأقطار العربية، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، 6-17 إبريل 1996.
- عبدالهادي، عبدالعزيز مخيمر، حماية البيئة من النفايات الصناعية في ضوء أحكام التشريعات الوطنية والأجنبية والدولية، سلسلة دراسات قانون البيئة، الجزء الأول، دار النهضة العربية، القاهرة 1985.
- عبدالهادي، عبدالعزيز مخيمر، دور المنظمات الدولية في حماية البيئة، سلسلة دراسات قانون البيئة، الجزء الثاني، دار النهضة العربية، القاهرة 1986.
- عبدالرحمن، أسامة، المورد الواحد والتوجه الانفاقي السائد، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 1988.
- عبدالغفار، عبدالحميد احمد، رؤية اقتصادية حول الخدمات الصحية والبيئية في دولة البحرين، جمعية الاقتصاديين البحرينية، البحرين، 1996.
- عبده، فؤاد راشد، الإدارة البيئية .. أهميتها في الحفاظ على الموارد وأثرها على التنمية: نموذج اليمن، مجلة بحوث اقتصادية عربية، الجمعية العربية للبحوث الاقتصادية، العدد 13، القاهرة، خريف 1998.
- العجمي، ضاري ناصر، مصطفى، عبدالمنعم مصطفى، الإنسان وقضايا البيئة، الكويت، 1995.
- العلوي، جميل، ومحمد عبدالرزاق، ، المياه في شبه الجزيرة العربي، المشكلات وآفاق المستقبل، وثائق "مؤتمر المياه في العالم العربي: آفاق واحتمالات المستقبل"، جامعة هارفرد، تحرير بيتر روجرز وبيتر ليدون، مركز الإمارات للدراسات الاستراتيجية، ترجمة شوقي جلال، الطبعة الأولى، دولة الإمارات العربية المتحدة، 1997.
- العصفور، صالح، برنامج "إدارة الموارد القابلة للنضوب والبيئة"، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، 1998.
- روجرز، بيتر، وبيتر ليدون (المحرر)، المياه في الوطن العربي .. آفاق واحتمالات المستقبل، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، ترجمة شوقي جلال، الطبعة الأولى، 1997.
- الشيخ، رياض، خصائص نظام الميزانية العامة لدولة الكويت، الجمعية الاقتصادية الكويتية، الكويت، 1973.
- سفر، إسماعيل، وعارف دليلة، تاريخ الأفكار الاقتصادية، منشورات جامعة حلب، 1977.
- فيشر، كايو كوخ، تقرير نائب رئيس البنك الدولي مقدم إلى اجتماع وزراء البيئة العرب الذي دعت إليه الجامعة العربية وعقد بالقاهرة في الفترة 5 - 6 ديسمبر 1994.
- الصديقي، عبداللطيف يوسف، التطور التاريخي للتعدادات السكانية والأهداف القومية لتعدادات السكان، الإحصاءات السكانية مصادرها وطرق تحليلها، إدارة الإحصاء، دولة البحرين 1982.
- قرار رقم 23 لسنة 1980 بحظر استخراج المياه من طبقة العلات والخبر، ، دولة البحرين.

- تقرير البنك الدولي حول التنمية في العالم "التنمية والبيئة"، 1992.
- التقرير الاقتصادي العربي الموحد، والأمانة العامة لجامعة الدول العربية، وصندوق النقد العربي، والصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي، ومنظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، 1999.
- تقرير للجنة الاقتصادية الاجتماعية لغربي أسيا (ألاسكوا)، أخبار الخليج، السبت 13 مارس 1999.
- غنيمي، زين الدين عبدالمقصود، تقييم المردود البيئي وصناعة القرار، جمعية حماية البيئة، الكويت، مارس 1994.
- غنيمي، زين الدين عبدالمقصود، التخطيط البيئي : مفهومه ومرتكزاته وسبل نجاحه، ندوة الجغرافيا والتخطيط البيئي، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت ومؤسسة الكويت للتقدم العلمي، الكويت، 20-1998/4/22.
- غرفة تجارة وصناعة الكويت، الاقتصاد الكويتي، العدد 659، دولة الكويت، ديسمبر 1998.

ثانيا: المراجع الأجنبية :

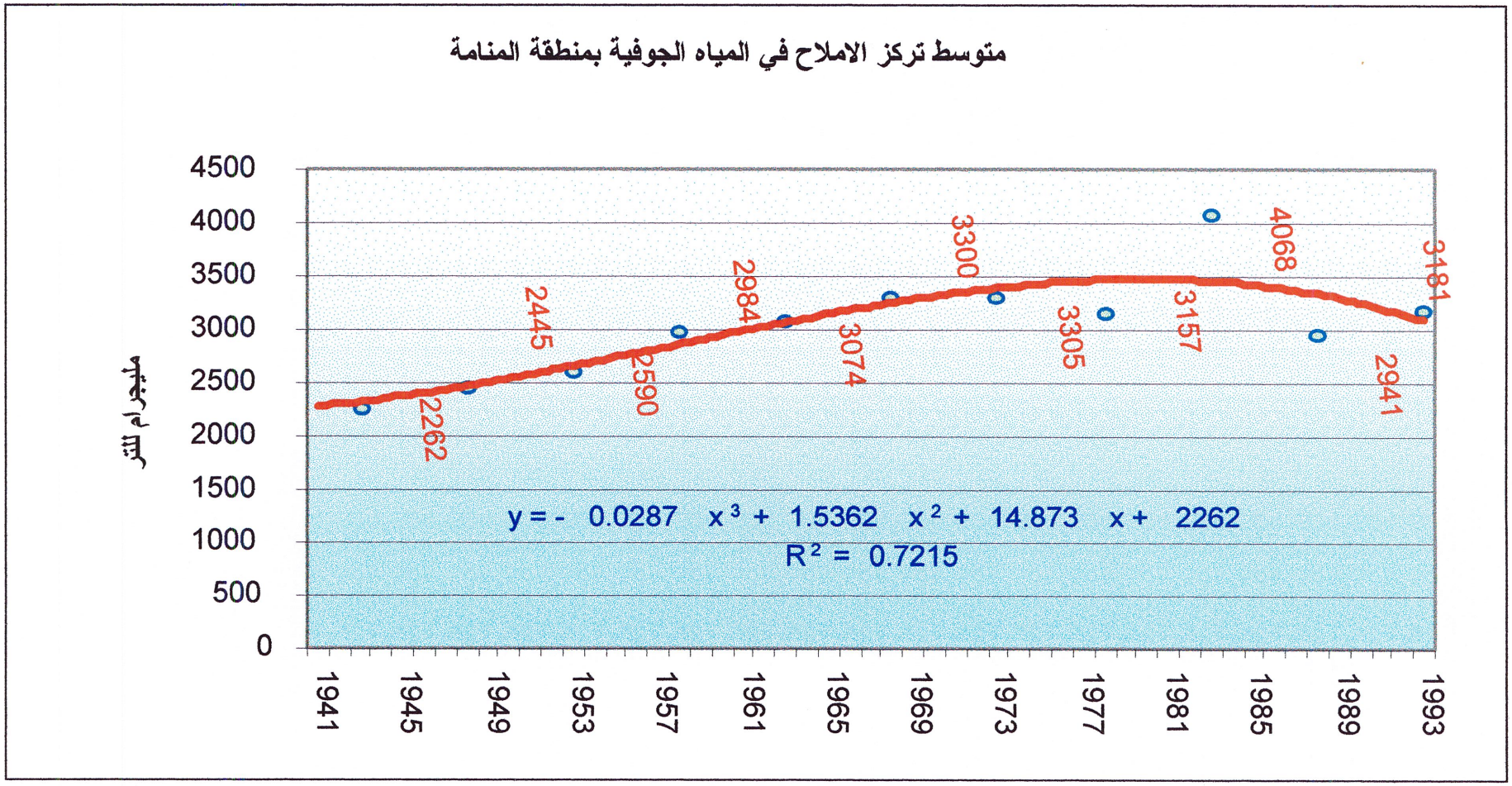
- ANDERSON, D., OIL, GAS, AND ENVIRONMENT, WB-EDI WORKING PAPERS, ENERGY SERIES, 1991.
- BALL, PHILP, A BIOGRAPHY OF WATER, WEIDEMFELD AND NICOLSON, LONDON, 1999.
- GOODLAND, ROBERT AND EDMUNDSON, VALERIE, ENVIRONMENT ASSESSMENT AND DEVELOPMENT, WORLD BANK, IAIA SYMPOSIUM, 1994.
- PEARCE DAVID, W., ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE DEVELOPMENT PROCEEDINGS, SERIES NO. 2, THE WORLD BANK, WASHINGTON, D.C., 1993. VALUING THE ENVIRONMENT: PROCEEDINGS OF THE FIRST ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE DEVELOPMENT, SERAGELDIN AND STEER (eds.)
- PEARCE, W. DAVID AND TURNER R. KERRY, ECONOMICS OF NATIONAL RESOURCES AND THE ENVIRONMENT, HARVESTER WHEATSHEAF, 1990.
- SWANSON, TIMOTHY T., THE ECONOMICS OF ENVIRONMENTAL DEGRADATION (UNDP), 2000.
- ZUBARI, WALEED K, MUBARAK, A. MUBARAK, MADANY, ISMAIL M., DEVELOPMENT IMPACTS ON GROUNDWATER RESOURCES IN BAHRAIN, WATER RESOURCES DEVELOPMENT, VOL. 9, NO. 3, 1993.

الملاحق

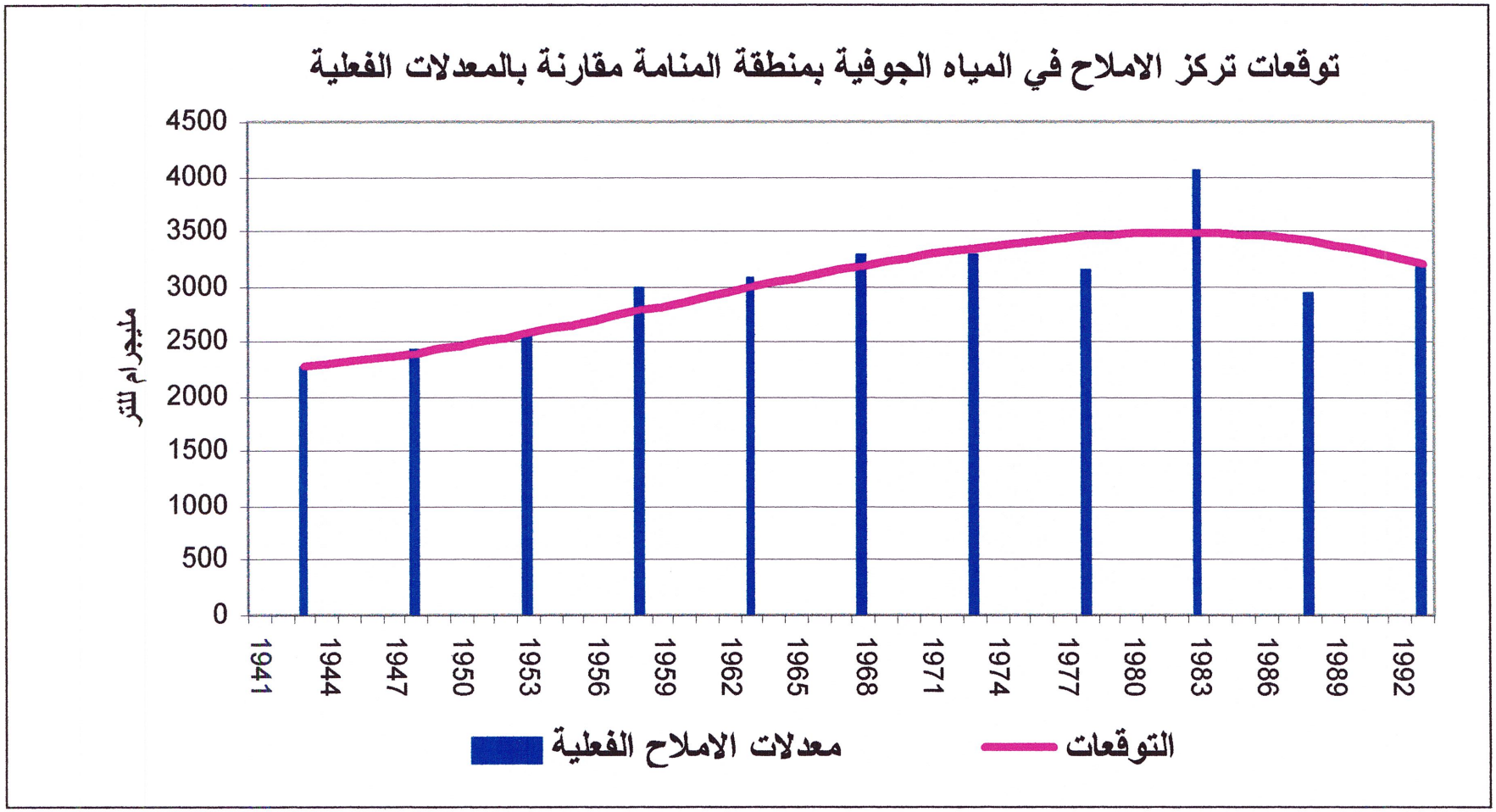
ملحق رقم (1)

نماذج معدلات الأملاح في مناطق الدراسة وقياس قدرتها على المحاكاة

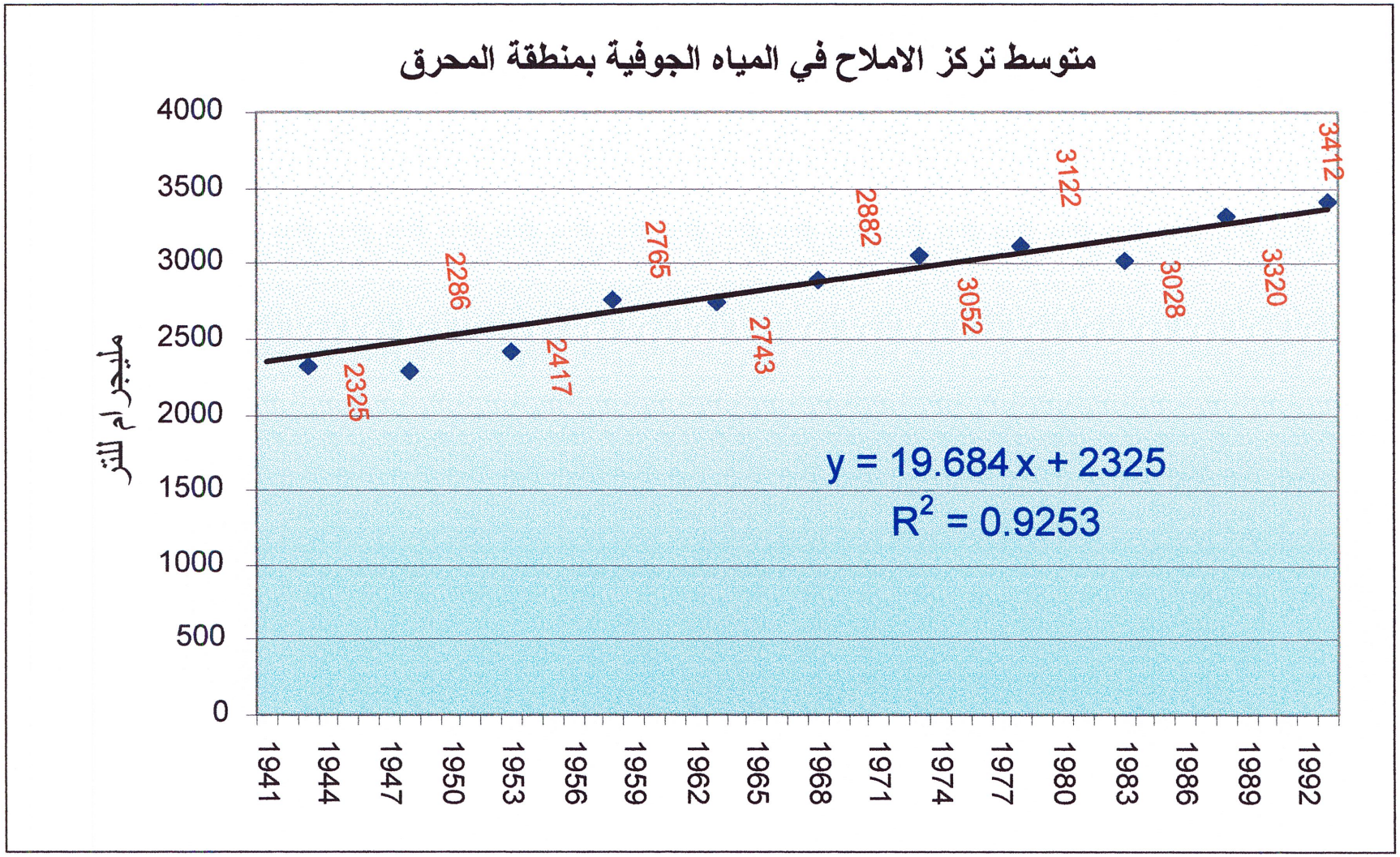
ملحق رقم (1 – 1)


متوسط تركز الاملاح في المياه الجوفية بمنطقة المنامة
مليجرام للتر
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
1941
1945
1949
1953
1957
1961
1965
1969
1973
1977
1981
1985
1989
1993
2262
2445
2590
2984
3074
3300
3305
3157
4068
2941
3181
y = - 0.0287 x³ + 1.5362 x² + 14.873 x + 2262
R² = 0.7215

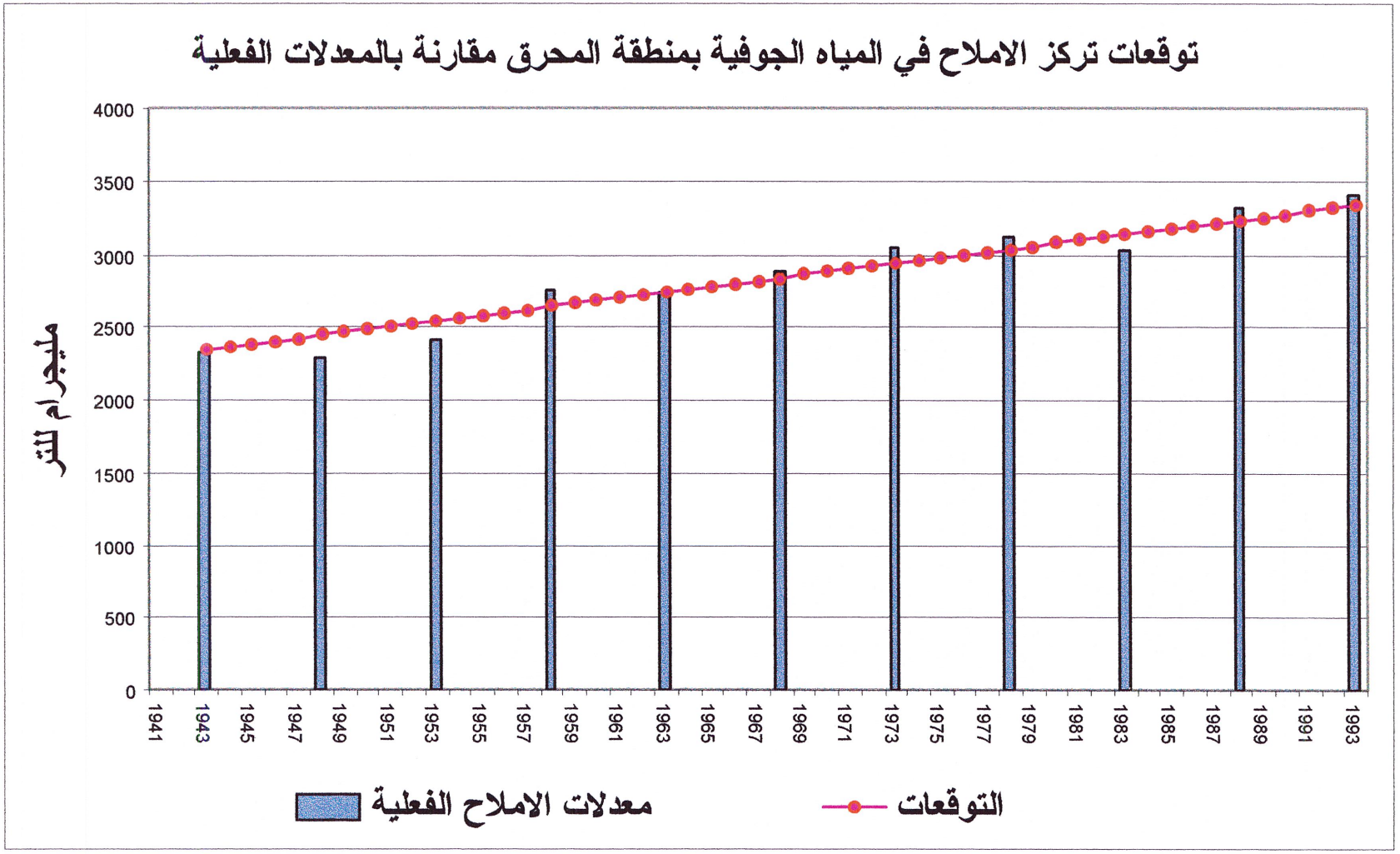
ملحق رقم (1 – 2)


توقعات تركز الاملاح في المياه الجوفية بمنطقة المنامة مقارنة بالمعدلات الفعلية
ملليجرام للتر
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
1941
1944
1947
1950
1953
1956
1959
1962
1965
1968
1971
1974
1977
1980
1983
1986
1989
1992
معدلات الاملاح الفعلية
التوقعات

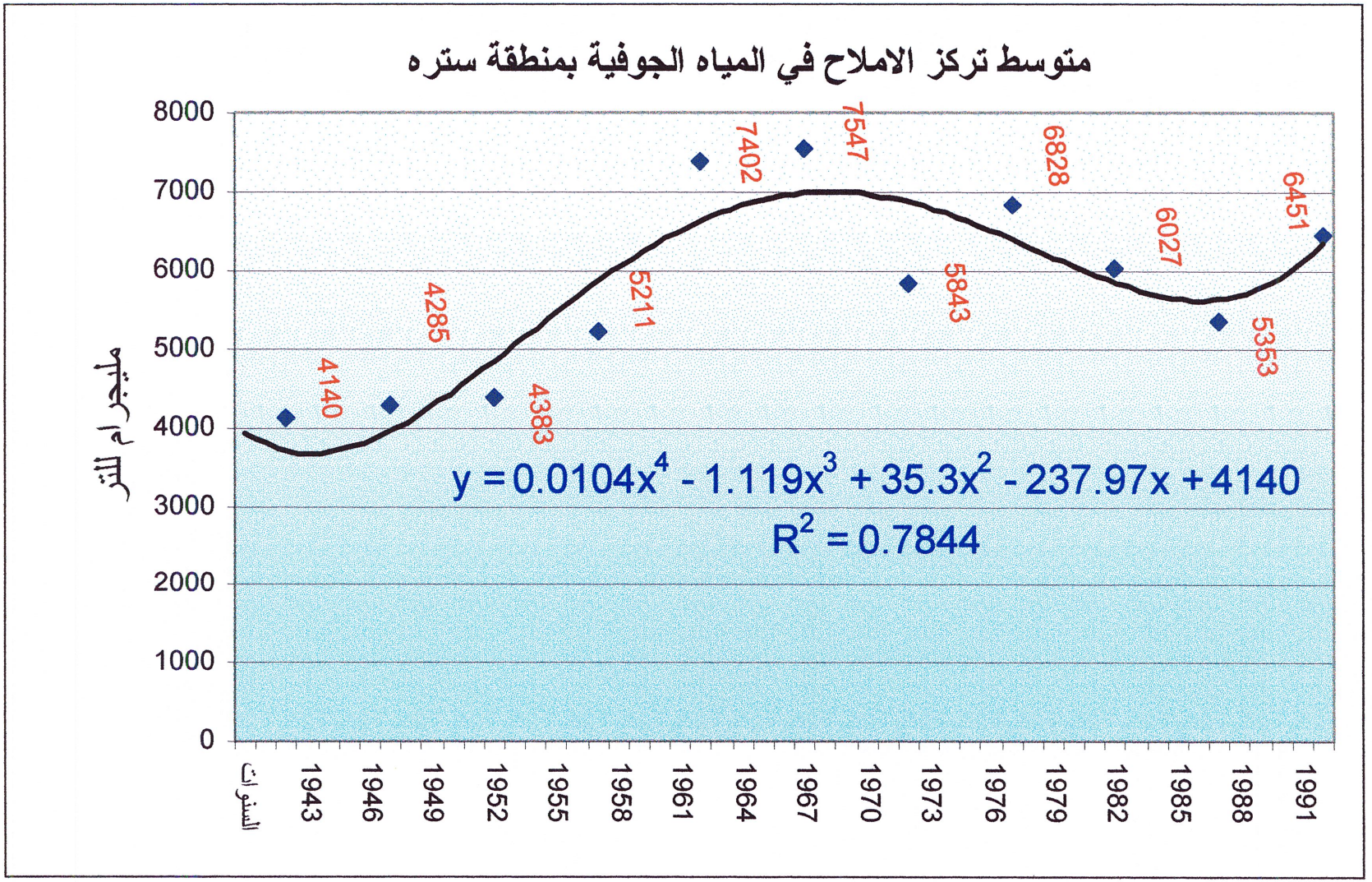
ملحق رقم (1 – 3)


متوسط تركز الاملاح في المياه الجوفية بمنطقة المحرق
مليجرام للتر
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
2325
2286
2417
2765
2743
2882
3052
3122
3028
3320
3412
y = 19.684 x + 2325
R2 = 0.9253
1941
1944
1947
1950
1953
1956
1959
1962
1965
1968
1971
1974
1977
1980
1983
1986
1989
1992

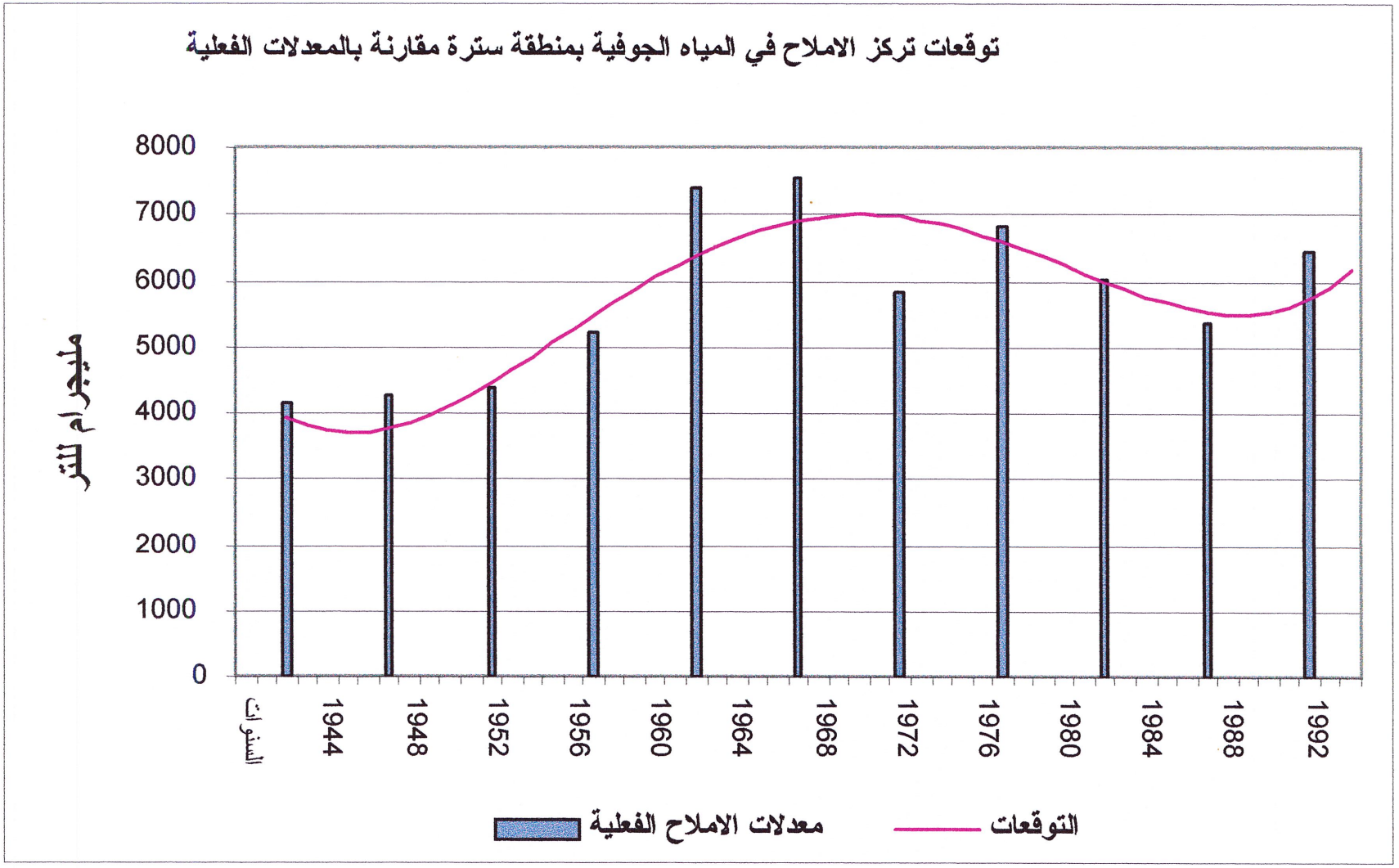
ملحق رقم (1 – 4)


توقعات تركز الاملاح في المياه الجوفية بمنطقة المحرق مقارنة بالمعدلات الفعلية
مليجرام للتر
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
1941
1943
1945
1947
1949
1951
1953
1955
1957
1959
1961
1963
1965
1967
1969
1971
1973
1975
1977
1979
1981
1983
1985
1987
1989
1991
1993
معدلات الاملاح الفعلية
التوقعات

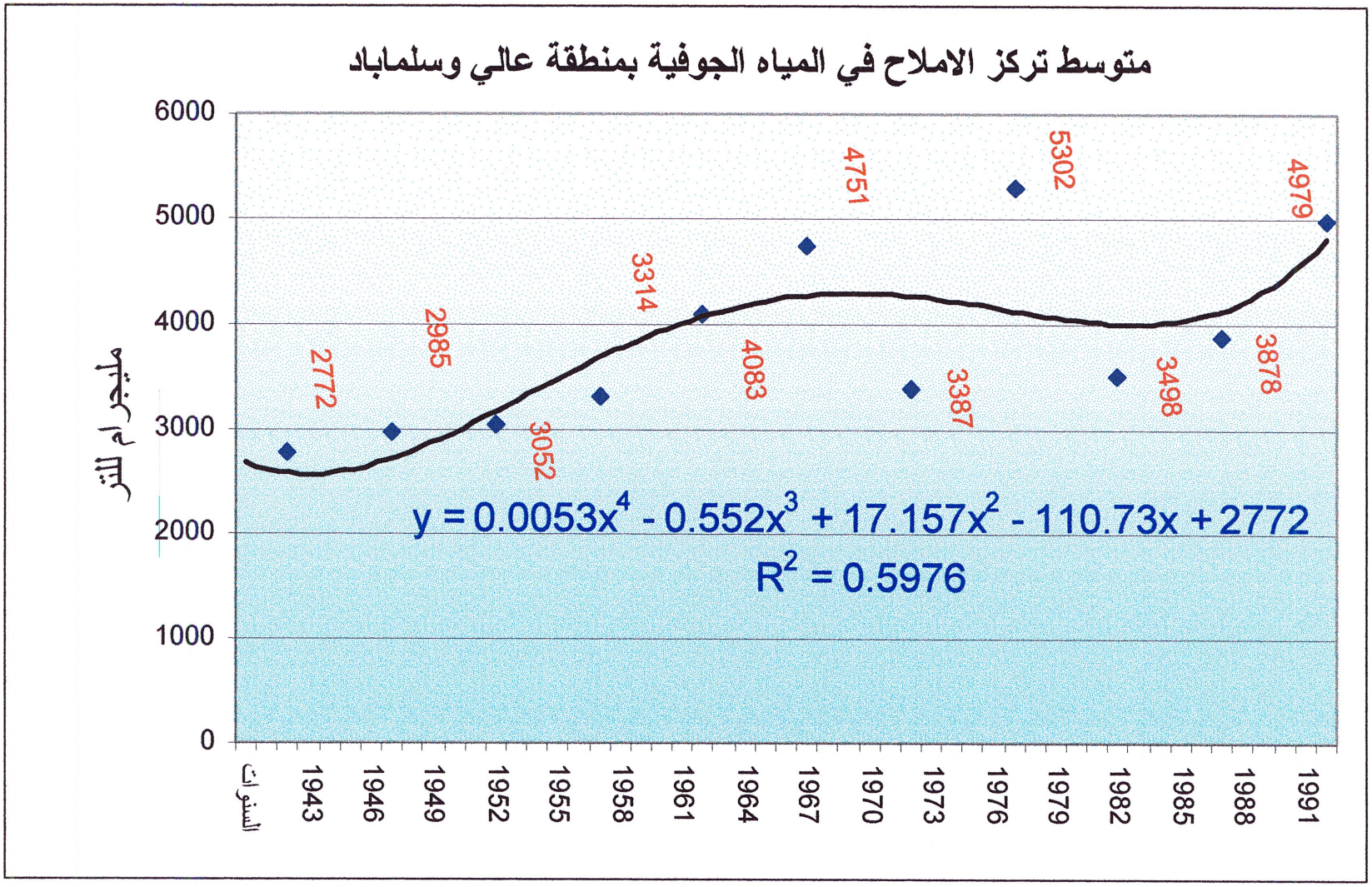
ملحق رقم (1 – 5)


متوسط تركز الاملاح في المياه الجوفية بمنطقة ستره
مليجرام للتر
السنوات
4140
4285
4383
5211
7402
7547
6828
5843
6027
5353
6451
y = 0.0104x^4 - 1.119x^3 + 35.3x^2 - 237.97x + 4140
R^2 = 0.7844

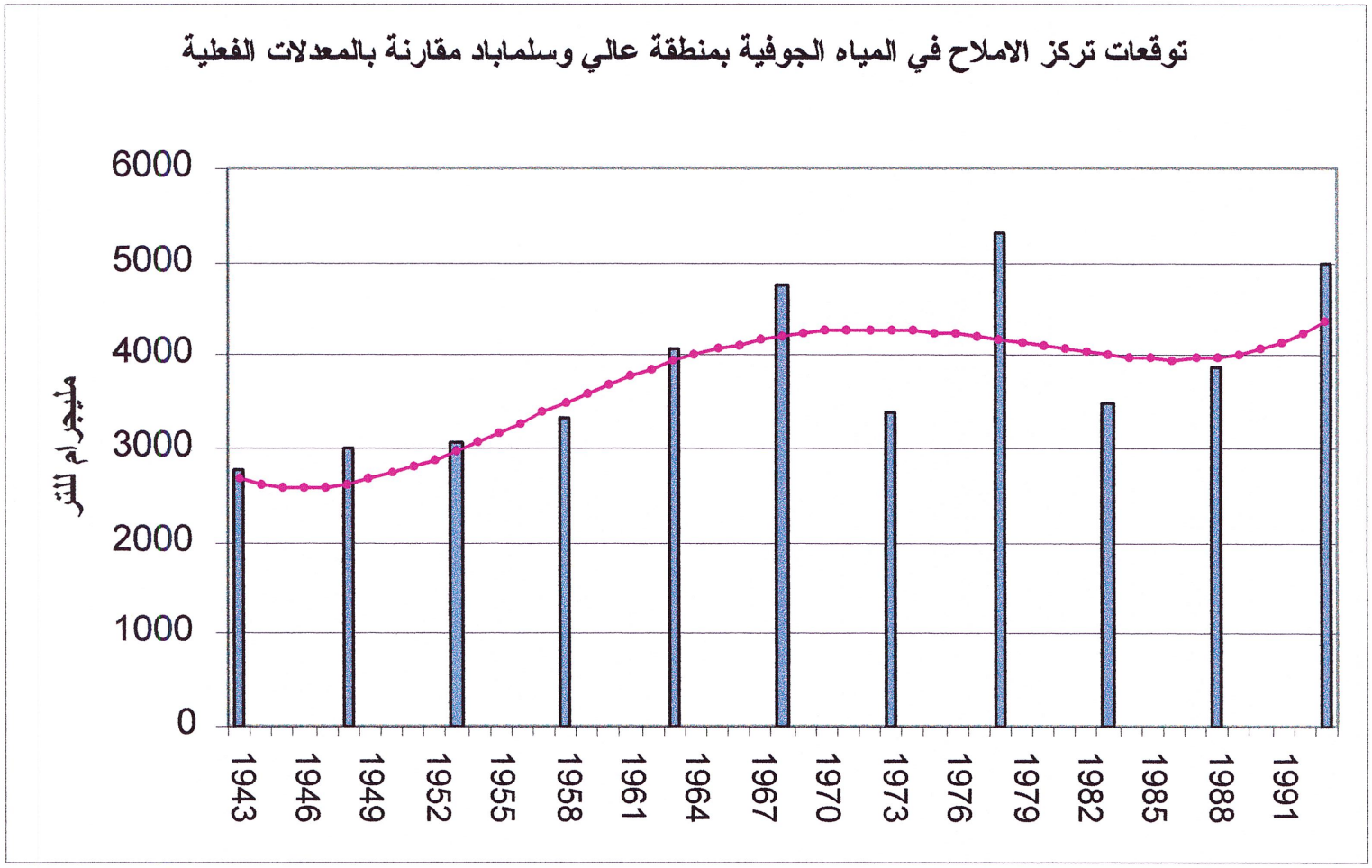
ملحق رقم (1 – 6)


توقعات تركز الاملاح في المياه الجوفية بمنطقة سترة مقارنة بالمعدلات الفعلية
ملليجرام للتر
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
السنوات
1944
1948
1952
1956
1960
1964
1968
1972
1976
1980
1984
1988
1992
معدلات الاملاح الفعلية
التوقعات

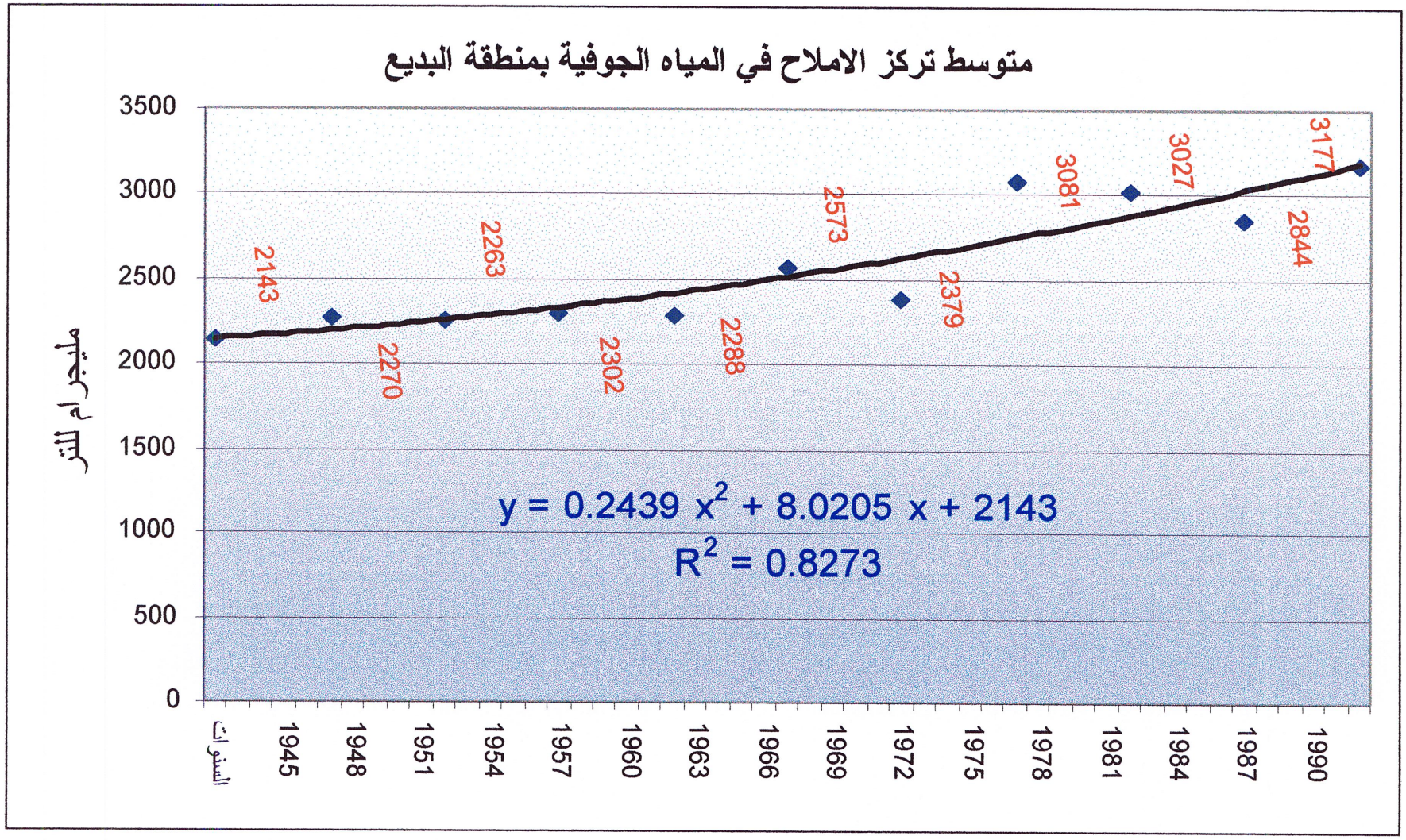
ملحق رقم (1 – 7)


متوسط تركز الاملاح في المياه الجوفية بمنطقة عالي وسلماباد
ملليجرام للتر
السنوات
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
1943
1946
1949
1952
1955
1958
1961
1964
1967
1970
1973
1976
1979
1982
1985
1988
1991
2772
2985
3052
3314
4083
4751
3387
5302
3498
3878
4979
y = 0.0053x4 - 0.552x3 + 17.157x2 - 110.73x + 2772
R2 = 0.5976

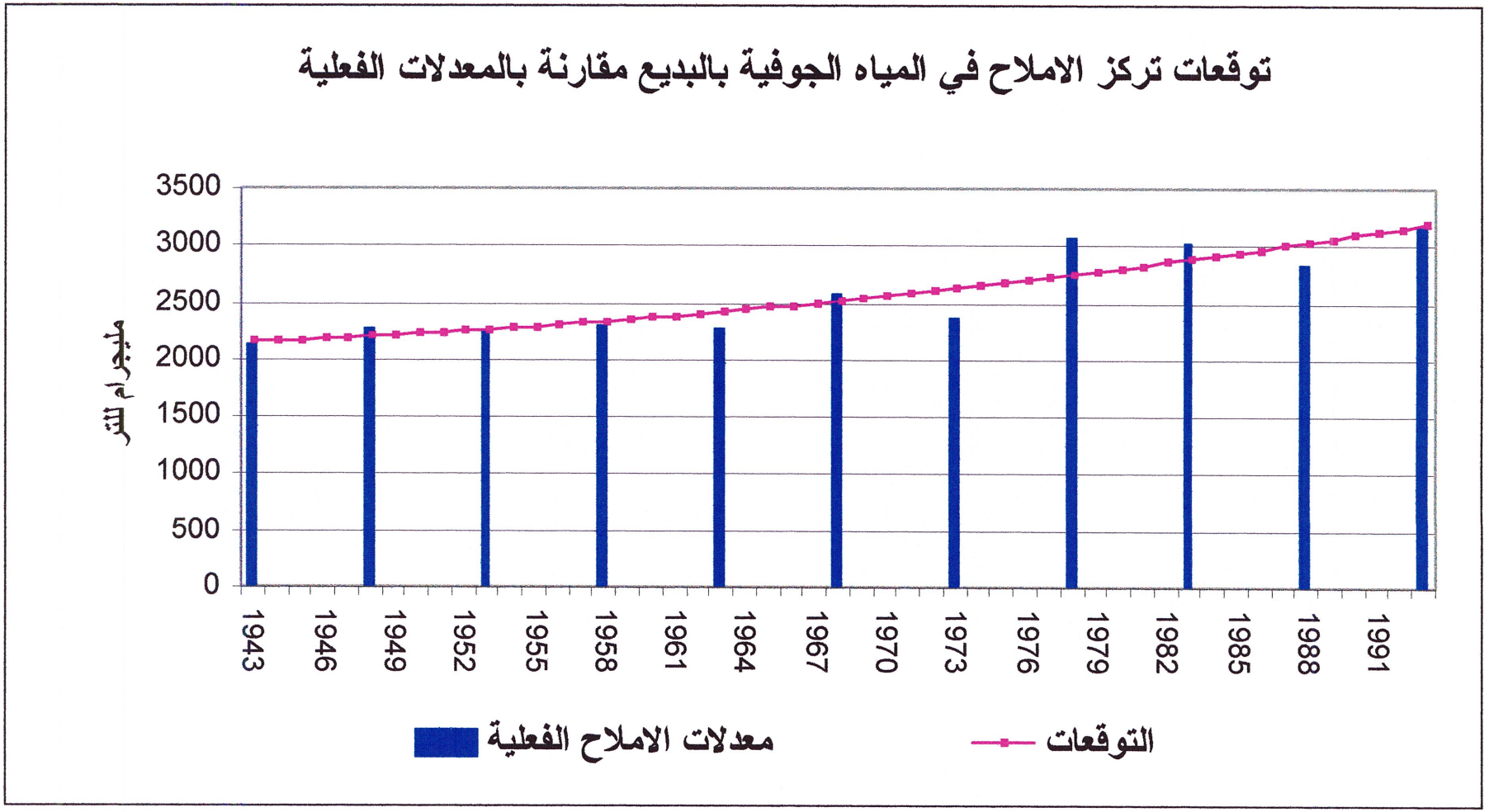
ملحق رقم (1 – 8)


توقعات تركز الاملاح في المياه الجوفية بمنطقة عالي وسلماباد مقارنة بالمعدلات الفعلية
مليجرام للتر
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
1943
1946
1949
1952
1955
1958
1961
1964
1967
1970
1973
1976
1979
1982
1985
1988
1991

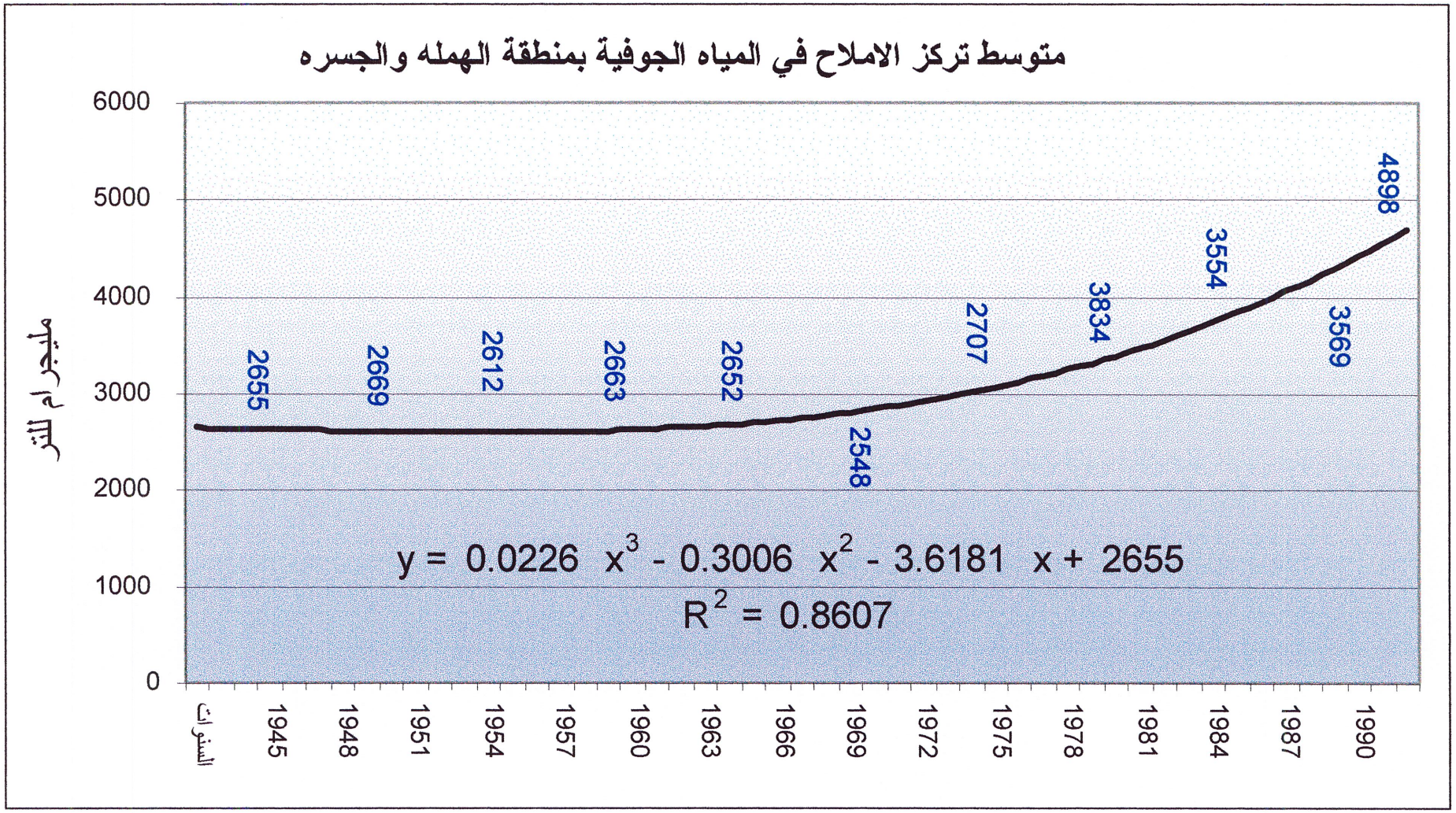
ملحق رقم (1 – 9)


متوسط تركز الاملاح في المياه الجوفية بمنطقة البديع
مليجرام للتر
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
2143
2270
2263
2302
2288
2573
2379
3081
3027
2844
3177
y = 0.2439 x2 + 8.0205 x + 2143
R2 = 0.8273
السنوات
1945
1948
1951
1954
1957
1960
1963
1966
1969
1972
1975
1978
1981
1984
1987
1990

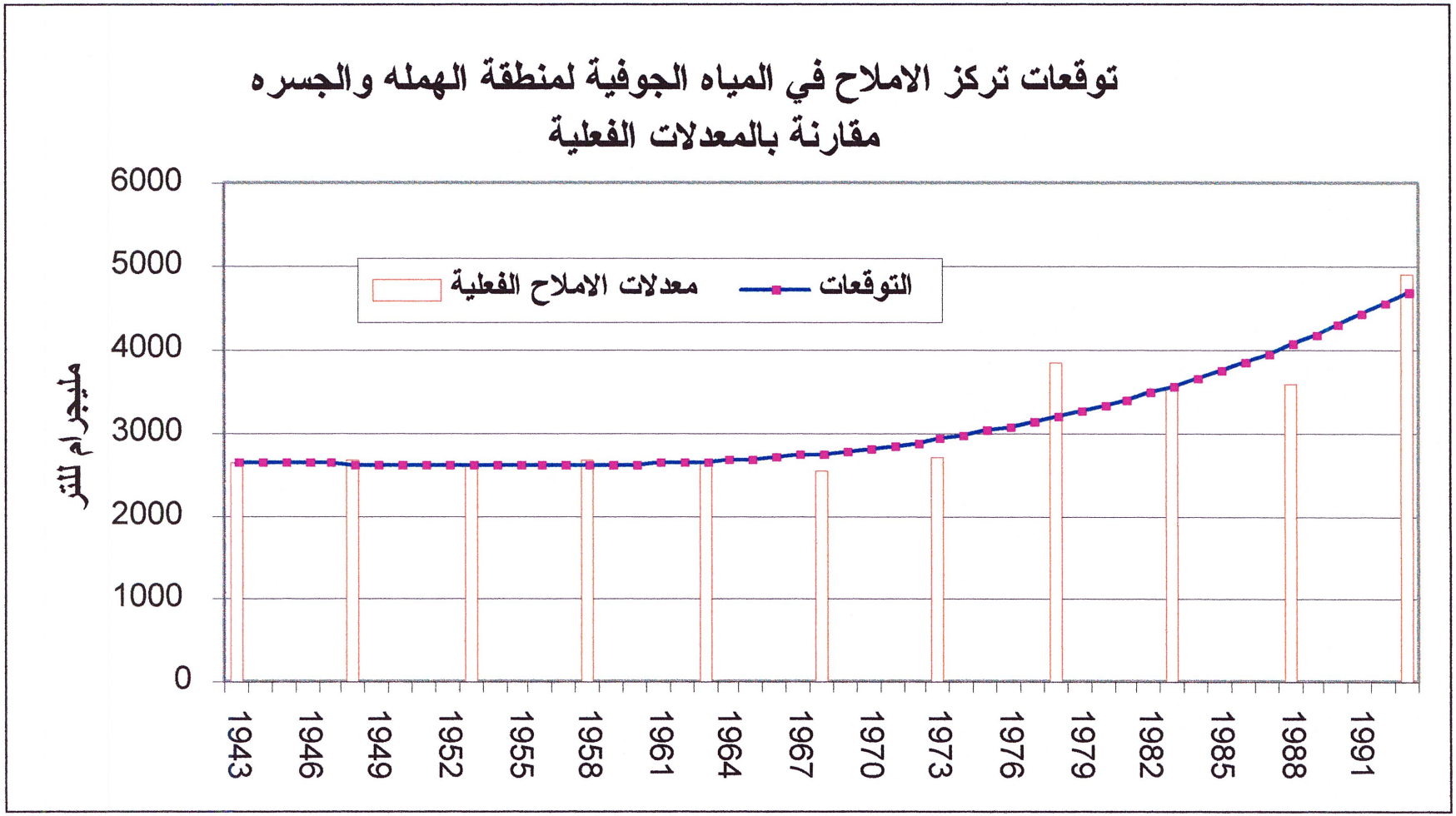
ملحق رقم (1 – 10)


توقعات تركز الاملاح في المياه الجوفية بالبديع مقارنة بالمعدلات الفعلية
مليجرام للتر
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
1943
1946
1949
1952
1955
1958
1961
1964
1967
1970
1973
1976
1979
1982
1985
1988
1991
معدلات الاملاح الفعلية
التوقعات

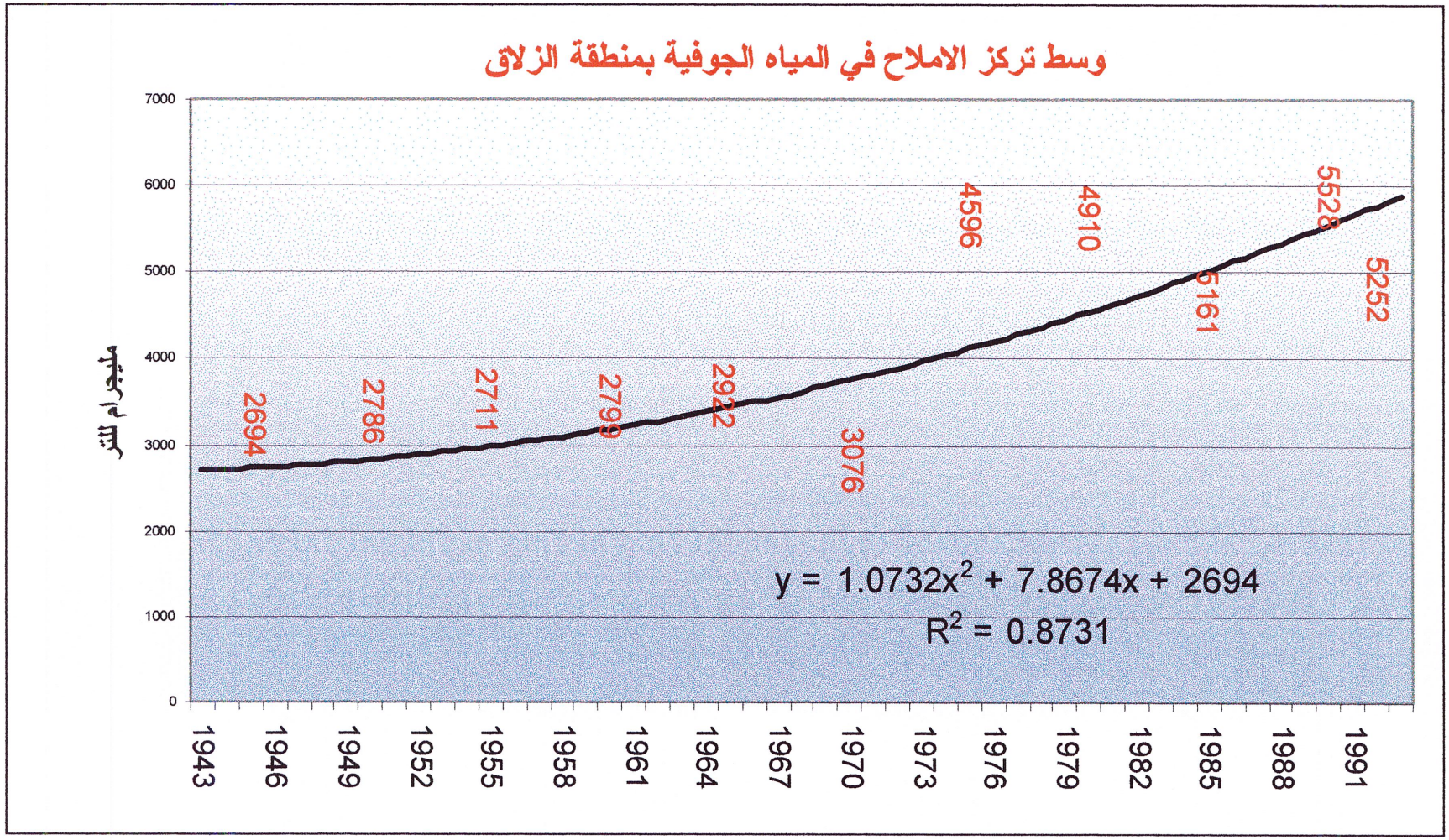
ملحق رقم (1 – 11)


متوسط تركز الاملاح في المياه الجوفية بمنطقة الهمله والجسره
مليجرام للتر
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
2655
2669
2612
2663
2652
2548
2707
3834
3554
3569
4898
y = 0.0226 x3 - 0.3006 x2 - 3.6181 x + 2655
R2 = 0.8607
السنوات
1945
1948
1951
1954
1957
1960
1963
1966
1969
1972
1975
1978
1981
1984
1987
1990

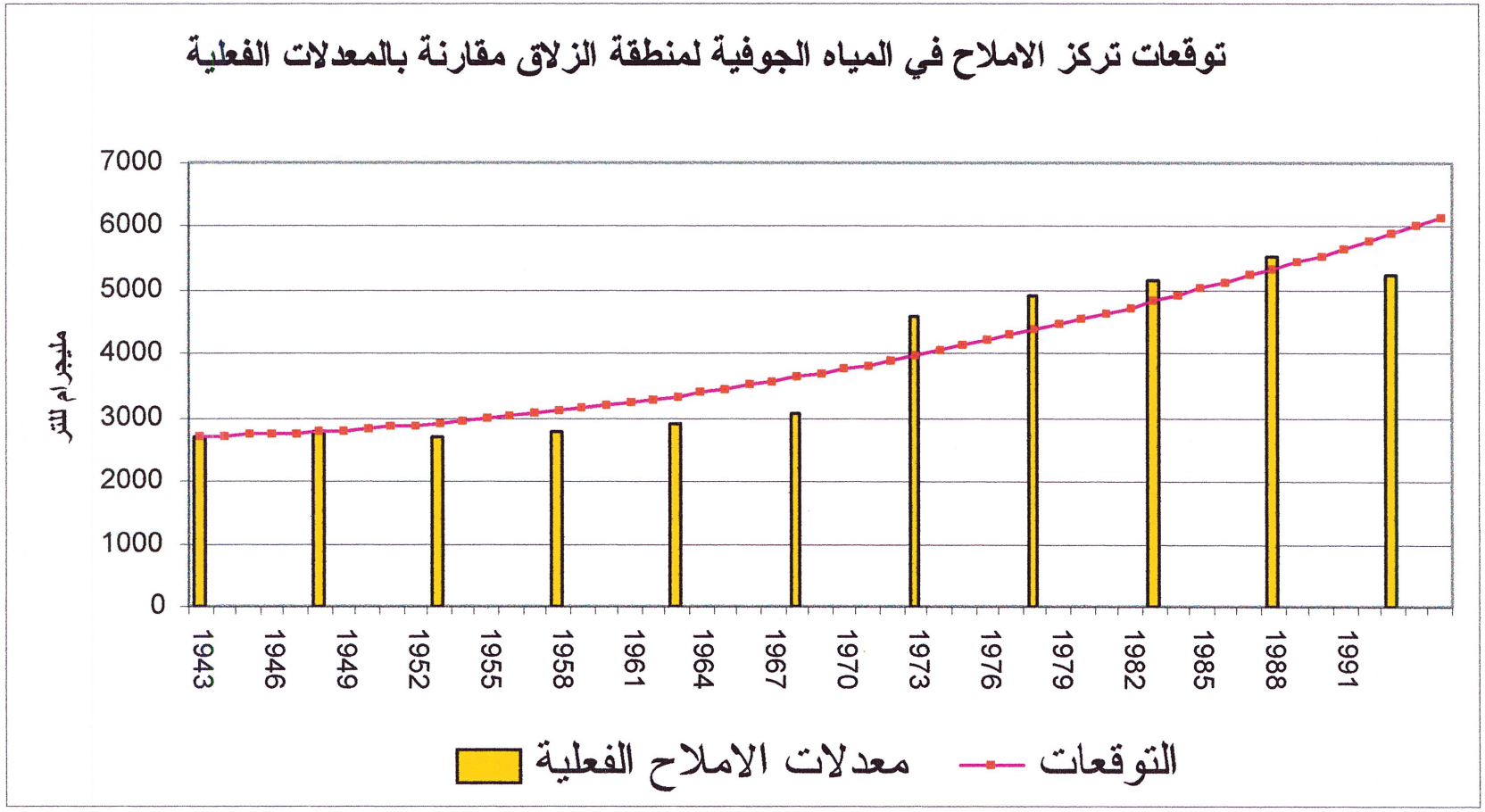
ملحق رقم (1 – 12)


توقعات تركز الاملاح في المياه الجوفية لمنطقة الهمله والجسره
مقارنة بالمعدلات الفعلية
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
مليجرام للتر
معدلات الاملاح الفعلية
التوقعات
1943
1946
1949
1952
1955
1958
1961
1964
1967
1970
1973
1976
1979
1982
1985
1988
1991

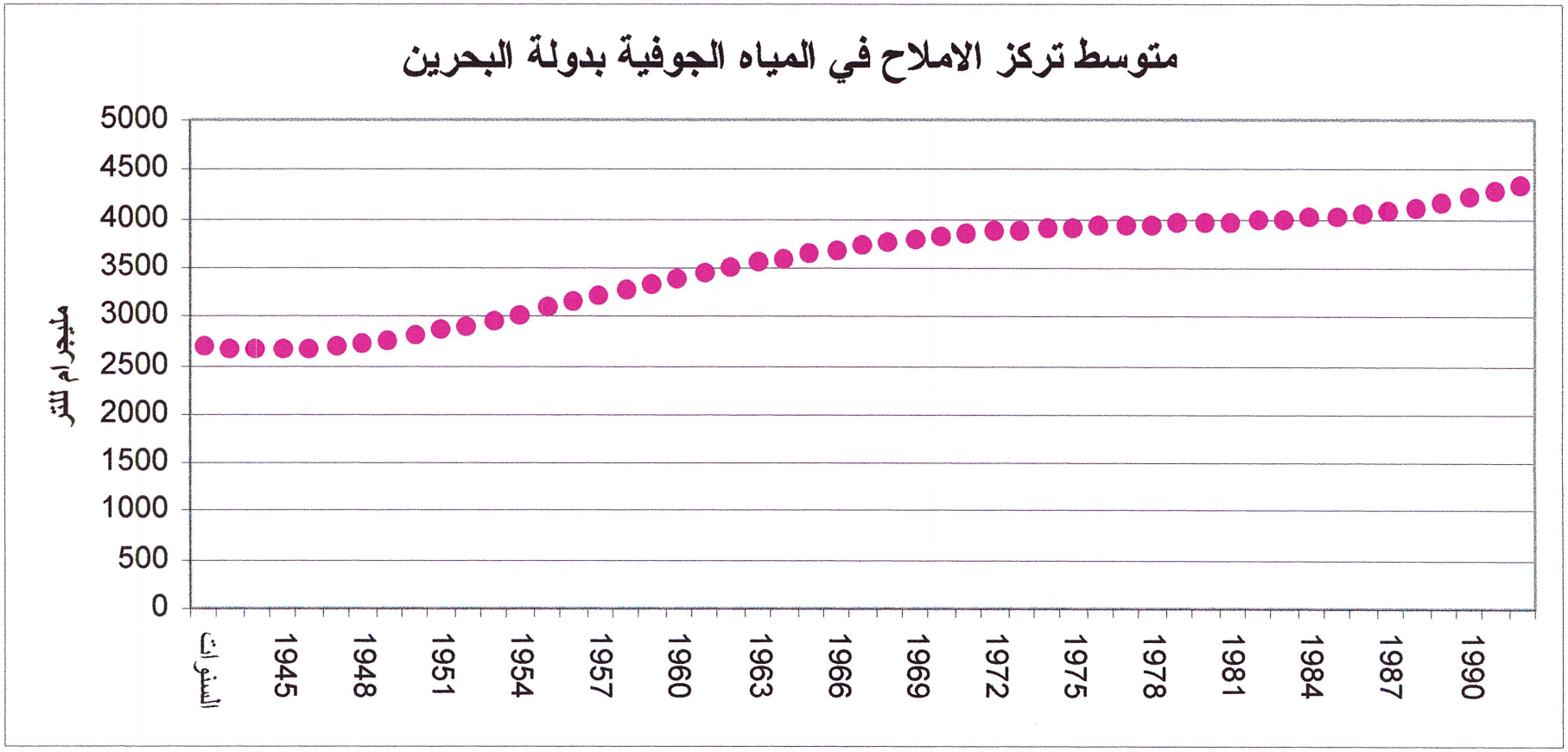
ملحق رقم (1 – 13)


وسط تركز الاملاح في المياه الجوفية بمنطقة الزلاق
مليجرام للتر
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
2694
2786
2711
2799
2922
3076
4596
4910
5161
5529
5252
y = 1.0732x2 + 7.8674x + 2694
R2 = 0.8731
1943
1946
1949
1952
1955
1958
1961
1964
1967
1970
1973
1976
1979
1982
1985
1988
1991

ملحق رقم (1 – 14)


توقعات تركز الاملاح في المياه الجوفية لمنطقة الزلاق مقارنة بالمعدلات الفعلية
مليجرام للتر
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
1943
1946
1949
1952
1955
1958
1961
1964
1967
1970
1973
1976
1979
1982
1985
1988
1991
معدلات الاملاح الفعلية
التوقعات

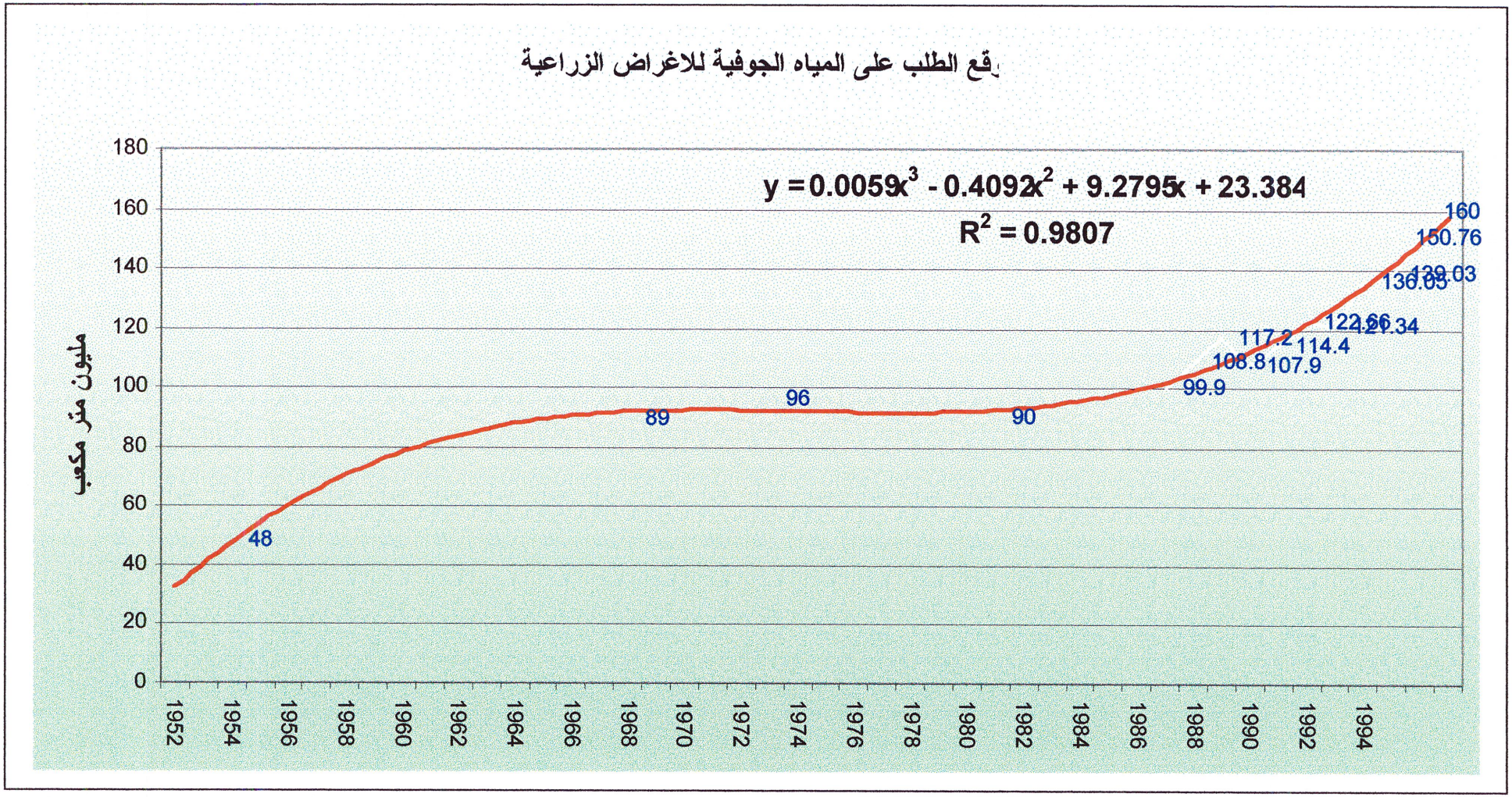
ملحق رقم (1 – 15)


متوسط تركز الاملاح في المياه الجوفية بدولة البحرين
مليجرام للتر
5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
السنوات
1945
1948
1951
1954
1957
1960
1963
1966
1969
1972
1975
1978
1981
1984
1987
1990

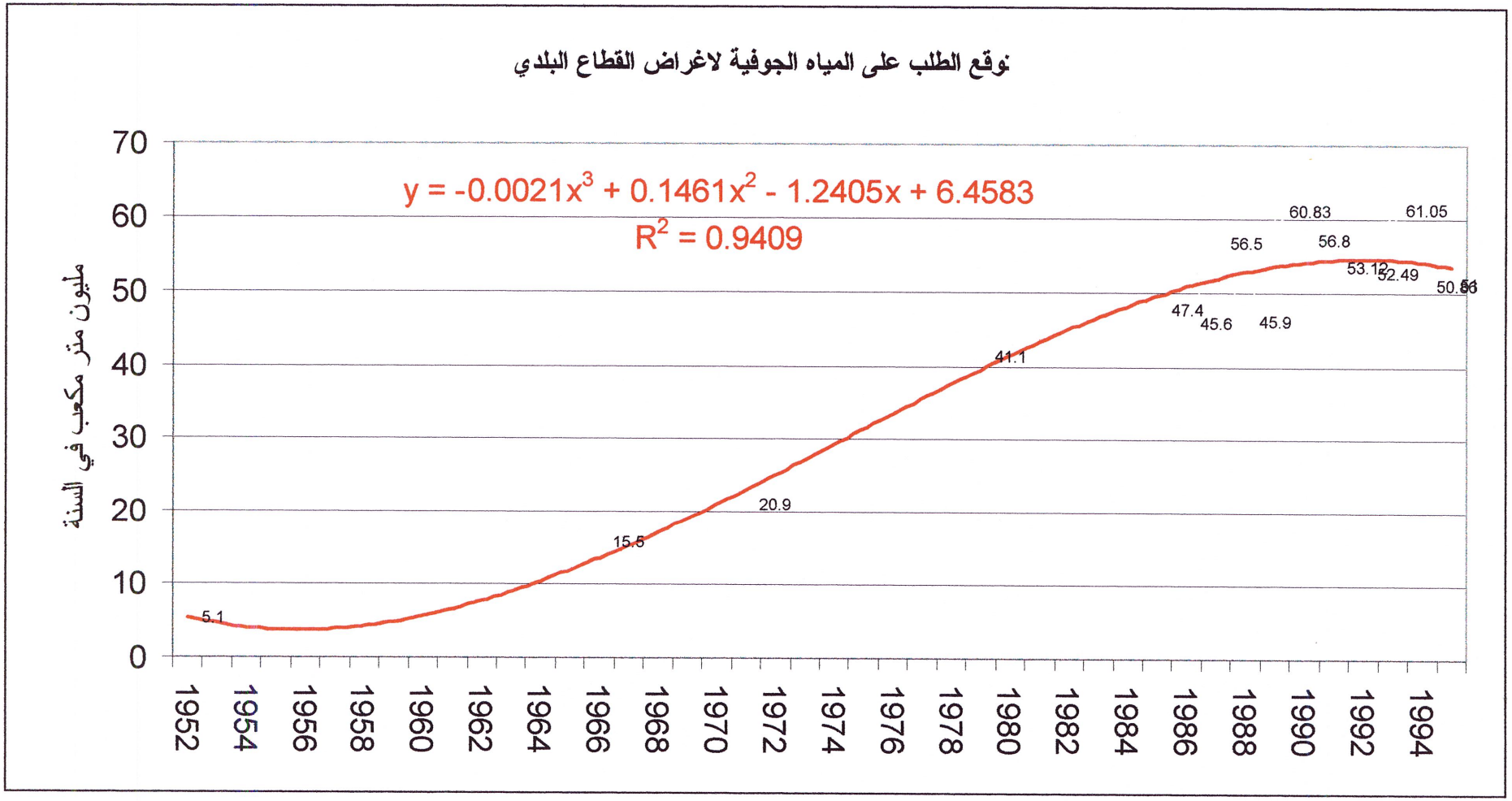
ملحق رقم (2)

نماذج الطلب الإجمالي والقطاعي على المياه الجوفية

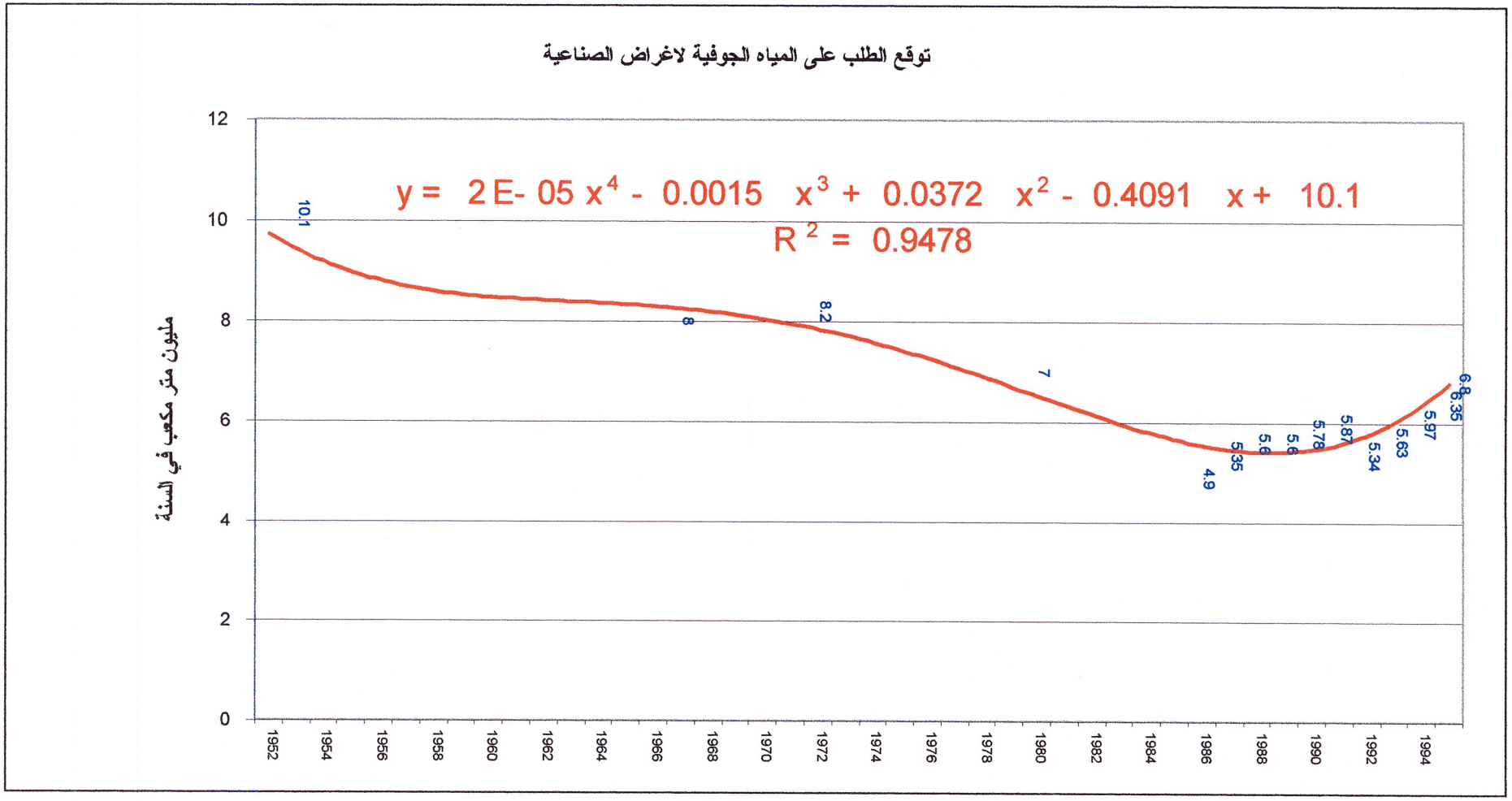
ملحق رقم (2 – 1)


رقع الطلب على المياه الجوفية للاغراض الزراعية
y = 0.0059x3 - 0.4092x2 + 9.2795x + 23.384
R2 = 0.9807
مليون متر مكعب
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1952
1954
1956
1958
1960
1962
1964
1966
1968
1970
1972
1974
1976
1978
1980
1982
1984
1986
1988
1990
1992
1994
48
89
96
90
99.9
108.8
117.2
107.9
114.4
122.66
121.34
136.05
139.03
150.76
160

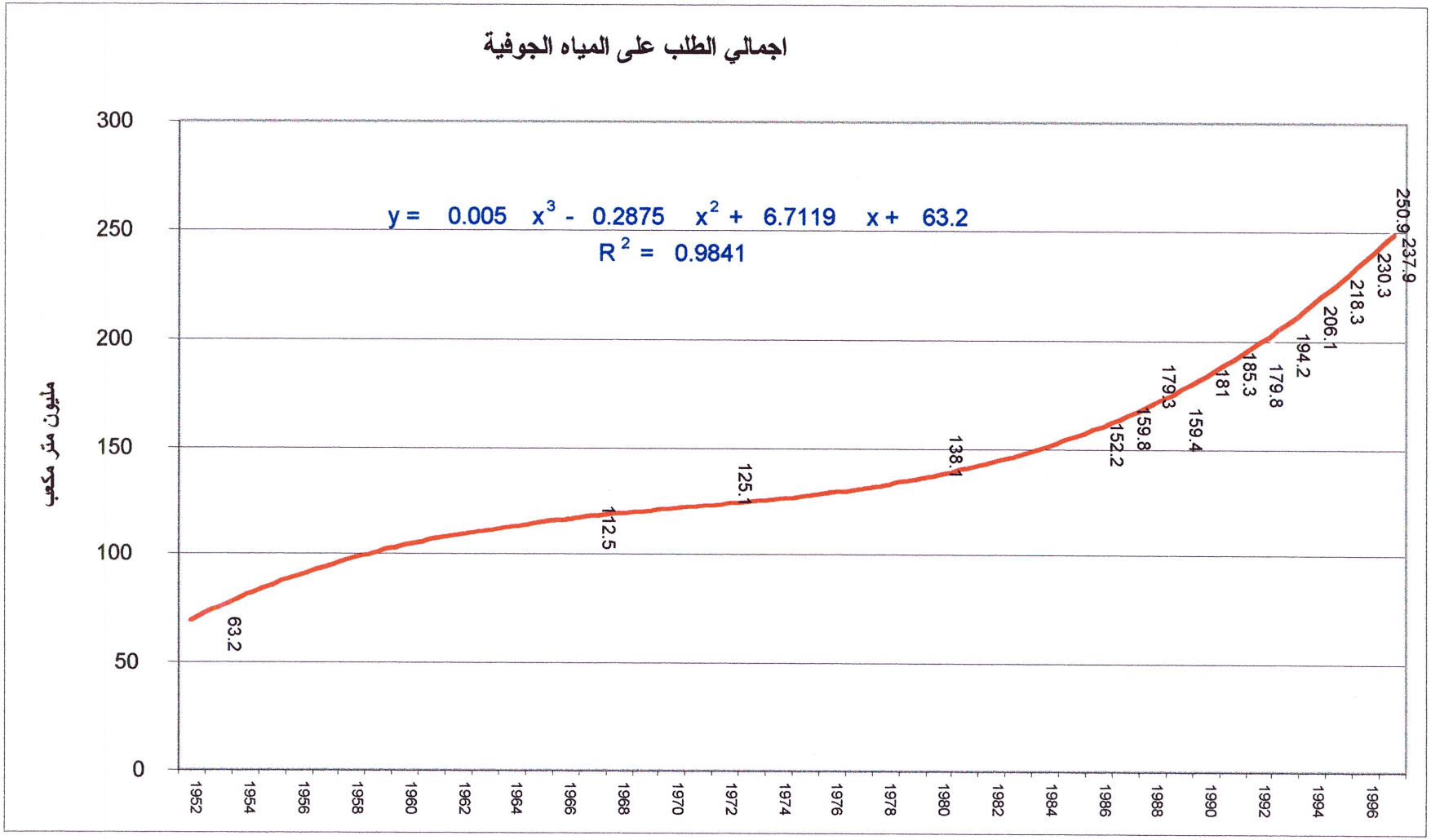
ملحق رقم (2 – 2)


توقع الطلب على المياه الجوفية لاغراض القطاع البلدي
مليون متر مكعب في السنة
y = -0.0021x3 + 0.1461x2 - 1.2405x + 6.4583
R2 = 0.9409
70
60
50
40
30
20
10
0
1952
1954
1956
1958
1960
1962
1964
1966
1968
1970
1972
1974
1976
1978
1980
1982
1984
1986
1988
1990
1992
1994
5.1
15.5
20.9
41.1
47.4
45.6
45.9
56.5
60.83
56.8
53.12
52.49
61.05

ملحق رقم (2 – 3)


توقع الطلب على المياه الجوفية لاغراض الصناعية
y = 2E-05 x^4 - 0.0015 x^3 + 0.0372 x^2 - 0.4091 x + 10.1
R^2 = 0.9478
مليون متر مكعب في السنة
0
2
4
6
8
10
12
1952
1954
1956
1958
1960
1962
1964
1966
1968
1970
1972
1974
1976
1978
1980
1982
1984
1986
1988
1990
1992
1994
10.1
8
8.2
7
4.9
5.35
5.6
5.6
5.78
5.87
5.34
5.63
5.97
6.35
6.8

ملحق رقم (2 – 4)


اجمالي الطلب على المياه الجوفية
y = 0.005 x3 - 0.2875 x2 + 6.7119 x + 63.2
R2 = 0.9841
مليون متر مكعب
300
250
200
150
100
50
0
63.2
112.5
125.1
138.1
152.2
159.8
159.4
179.3
181
185.3
179.8
194.2
206.1
218.3
230.3
237.9
250.9
1952
1954
1956
1958
1960
1962
1964
1966
1968
1970
1972
1974
1976
1978
1980
1982
1984
1986
1988
1990
1992
1994
1996

ملحق رقم (3)

نتائج بعض الاختبارات الإحصائية

ملحق (3-1)

Dependent Variable: WDTOTAL

Method: Least Squares

Date: 07/02/00 Time: 17:59

Sample: 1952 1987 1989 1990 1992 1996

Included observations: 43

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POP	0.000296	1.12E-05	26.53099	0.0000
C	47.39978	3.561130	13.31032	0.0000
R-squared	0.944959	Mean dependent var		131.8718
Adjusted R-squared	0.943616	S.D. dependent var		44.05052
S.E. of regression	10.45993	Akaike info criterion		7.578375
Sum squared resid	4485.812	Schwarz criterion		7.660291
Log likelihood	-160.9351	F-statistic		703.8934
Durbin-Watson stat	0.165885	Prob(F-statistic)		0.000000

التعريفات :

WDTOTAL : إجمالي الطلب **القطاعي** على المياه الجوفية (الزراعي + البلدي + الصناعي).

POP : إجمالي السكان (البحرينيين وغير البحرينيين).

ملحق (3 – 2)

Dependent Variable: SOLT

Method: Least Squares

Date: 07/02/00 Time: 17:59

Sample: 1952 1995

Included observations: 44

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TWD_ADPT	10.31352	0.644520	16.00186	0.0000
C	2367.400	89.48314	26.45638	0.0000

R-squared	0.859088	Mean dependent var	3746.341
Adjusted R-squared	0.855733	S.D. dependent var	421.0634
S.E. of regression	159.9301	Akaike info criterion	13.03174
Sum squared resid	1074261.	Schwarz criterion	13.11284
Log likelihood	-284.6983	F-statistic	256.0594
Durbin-Watson stat	0.020102	Prob(F-statistic)	0.000000

التعريفات :

TWD_ADPT : إجمالي الطلب على المياه الجوفية.

SOLT : معدل تركز الأملاح في المياه الجوفية من طبقة الدمام.

WDTOTAL : إجمالي الطلب **القطاعي** على المياه الجوفية (الزراعي + البلدي + الصناعي).

POP : إجمالي السكان (البحرينيين وغير البحرينيين).

ملحق (3 – 3)

Dependent Variable: TWD_ADPT

Method: Least Squares

Date: 07/02/00 Time: 18:00

Sample: 1952 1997

Included observations: 46

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POP	0.000277	9.66E-06	28.63381	0.0000
C	55.29471	3.254224	16.99167	0.0000
R-squared	0.949068	Mean dependent var		138.5196
Adjusted R-squared	0.947910	S.D. dependent var		43.49322
S.E. of regression	9.926528	Akaike info criterion		7.470803
Sum squared resid	4335.582	Schwarz criterion		7.550309
Log likelihood	-169.8285	F-statistic		819.8949
Durbin-Watson stat	0.092263	Prob(F-statistic)		0.000000

التعريفات :

TWD_ADPT : إجمالي الطلب على المياه الجوفية.

POP : إجمالي السكان (البحرينيين وغير البحرينيين).

ملحق (3 – 4)

Dependent Variable: WDTOTAL

Method: Least Squares

Date: 12/22/99 Time: 10:27

Sample: 1952 1987 1989 1990 1992 1996

Included observations: 43

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POP	0.000330	9.95E-06	33.14111	0.0000
C	36.32147	3.158483	11.49966	0.0000

R-squared	0.964014	Mean dependent var	131.8718
Adjusted R-squared	0.963136	S.D. dependent var	44.05052
S.E. of regression	8.457661	Akaike info criterion	7.153417
Sum squared resid	2932.813	Schwarz criterion	7.235334
Log likelihood	-151.7985	F-statistic	1098.333
Durbin-Watson stat	0.174545	Prob(F-statistic)	0.000000

التعريفات :

WDTOTAL : إجمالي الطلب **القطاعي** على المياه الجوفية (الزراعي + البلدي + الصناعي).

POP : إجمالي السكان (البحرينيين وغير البحرينيين).

ملحق (3 – 5)

Dependent Variable: TWD_ADPT

Method: Least Squares

Date: 04/24/00 Time: 17:47

Sample: 1952 1997

Included observations: 46

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POP	0.000307	8.85E-06	34.68650	0.0000
C	45.18425	2.953701	15.29751	0.0000

R-squared	0.964720	Mean dependent var	138.5196
Adjusted R-squared	0.963918	S.D. dependent var	43.49322
S.E. of regression	8.261670	Akaike info criterion	7.103635
Sum squared resid	3003.229	Schwarz criterion	7.183141
Log likelihood	-161.3836	F-statistic	1203.154
Durbin-Watson stat	0.066558	Prob(F-statistic)	0.000000

التعريفات :

TWD_ADPT : إجمالي الطلب على المياه الجوفية.

POP : إجمالي السكان (البحرينيين وغير البحرينيين).

ملحق (3 – 6)

Dependent Variable: TWD_ADPT

Method: Least Squares

Date: 06/07/00 Time: 11:06

Sample(adjusted): 1953 1997

Included observations: 45 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.508748	1.953780	-0.772220	0.4443
POP	1.07E-05	1.13E-05	0.949880	0.3476
TWD_ADPT(-1)	1.016286	0.038523	26.38115	0.0000

R-squared	0.998030	Mean dependent var	140.0511
Adjusted R-squared	0.997936	S.D. dependent var	42.71184
S.E. of regression	1.940515	Akaike info criterion	4.228124
Sum squared resid	158.1552	Schwarz criterion	4.348569
Log likelihood	-92.13280	F-statistic	10637.23
Durbin-Watson stat	0.045355	Prob(F-statistic)	0.000000

التعريفات :

TWD_ADPT : إجمالي الطلب على المياه الجوفية.

POP : إجمالي السكان (البحرينيين وغير البحرينيين).

ملحق (3 – 7)

Dependent Variable: TWD_ADPT

Method: Least Squares

Date: 06/07/00 Time: 11:16

Sample(adjusted): 1954 1997

Included observations: 44 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.673933	0.288682	-2.334520	0.0247
POP	3.89E-06	1.57E-06	2.483795	0.0173
TWD_ADPT(-1)	1.948978	0.021228	91.81157	0.0000
TWD_ADPT(-2)	-0.950586	0.021739	-43.72800	0.0000
R-squared	0.999965	Mean dependent var		141.5182
Adjusted R-squared	0.999962	S.D. dependent var		42.04309
S.E. of regression	0.258242	Akaike info criterion		0.216670
Sum squared resid	2.667561	Schwarz criterion		0.378869
Log likelihood	-0.766743	F-statistic		379897.8
Durbin-Watson stat	3.337316	Prob(F-statistic)		0.000000

التعريفات :

TWD_ADPT : إجمالي الطلب على المياه الجوفية.

POP : إجمالي السكان (البحرينيين وغير البحرينيين).

ملحق (3 – 8)

Dependent Variable: TWD_ADPT

Method: Least Squares

Date: 06/07/00 Time: 11:24

Sample(adjusted): 1953 1997

Included observations: 45 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	23.40807	0.420821	55.62470	0.0000
POP	0.042505	0.000640	66.37022	0.0000
POP(-1)	-0.044042	0.000664	-66.35353	0.0000
TWD_ADPT(-1)	0.916499	0.004036	227.0908	0.0000

R-squared	0.999982	Mean dependent var	140.0511
Adjusted R-squared	0.999980	S.D. dependent var	42.71184
S.E. of regression	0.188653	Akaike info criterion	-0.413122
Sum squared resid	1.459196	Schwarz criterion	-0.252530
Log likelihood	13.29525	F-statistic	751779.3
Durbin-Watson stat	1.811730	Prob(F-statistic)	0.000000

التعريفات :

TWD_ADPT : إجمالي الطلب على المياه الجوفية.

POP : إجمالي السكان (البحرينيين وغير البحرينيين).

ملحق (3 – 9)

Dependent Variable: LOG(SOLT)

Method: Least Squares

Date: 06/07/00 Time: 12:07

Sample(adjusted): 1953 1997

Included observations: 45 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.784724	0.215811	3.636164	0.0007
LOG(TWD_ADPT)	0.028303	0.013708	2.064628	0.0452
LOG(SOLT(-1))	0.888904	0.033709	26.37006	0.0000
R-squared	0.993423	Mean dependent var		8.234916
Adjusted R-squared	0.993109	S.D. dependent var		0.112767
S.E. of regression	0.009361	Akaike info criterion		-6.440246
Sum squared resid	0.003680	Schwarz criterion		-6.319802
Log likelihood	147.9055	F-statistic		3171.788
Durbin-Watson stat	2.317966	Prob(F-statistic)		0.000000

التعريفات :

TWD_ADPT : إجمالي الطلب على المياه الجوفية.

SOLT : معدل تركز الأملاح في المياه الجوفية من طبقة الدمام.

ملحق (3 – 10)

Dependent Variable: SOLT

Method: Least Squares

Date: 06/07/00 Time: 11:41

Sample(adjusted): 1953 1997

Included observations: 45 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	271.6750	87.16728	3.116709	0.0033
TWD_ADPT	0.519068	0.334765	1.550545	0.1285
SOLT(-1)	0.917502	0.033662	27.25637	0.0000
R-squared	0.990157	Mean dependent var		3793.222
Adjusted R-squared	0.989689	S.D. dependent var		411.7712
S.E. of regression	41.81321	Akaike info criterion		10.36864
Sum squared resid	73430.46	Schwarz criterion		10.48909
Log likelihood	-230.2944	F-statistic		2112.573
Durbin-Watson stat	2.337557	Prob(F-statistic)		0.000000

التعريفات :

TWD_ADPT : إجمالي الطلب على المياه الجوفية.

SOLT : معدل تركز الأملاح في المياه الجوفية من طبقة الدمام.

ملحق (3 – 11)

Dependent Variable: SOLT

Method: Least Squares

Date: 06/07/00 Time: 11:44

Sample(adjusted): 1954 1997

Included observations: 44 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	310.1242	94.35423	3.286808	0.0021
TWD_ADPT	0.520042	0.340700	1.526391	0.1348
SOLT(-1)	0.734401	0.156277	4.699361	0.0000
SOLT(-2)	0.174566	0.149870	1.164781	0.2510

R-squared	0.989408	Mean dependent var	3813.455
Adjusted R-squared	0.988614	S.D. dependent var	393.2552
S.E. of regression	41.96297	Akaike info criterion	10.39796
Sum squared resid	70435.64	Schwarz criterion	10.56016
Log likelihood	-224.7551	F-statistic	1245.487
Durbin-Watson stat	2.023225	Prob(F-statistic)	0.000000

التعريفات :

TWD_ADPT : إجمالي الطلب على المياه الجوفية.

SOLT : معدل تركز الأملاح في المياه الجوفية من طبقة الدمام.

ملحق (3 – 12)

Dependent Variable: SOLT

Method: Least Squares

Date: 06/07/00 Time: 11:45

Sample(adjusted): 1955 1997

Included observations: 43 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	412.0208	167.3897	2.461447	0.0185
TWD_ADPT	0.822147	0.557646	1.474318	0.1486
SOLT(-1)	0.712597	0.161118	4.422814	0.0001
SOLT(-2)	-0.126895	0.512602	-0.247551	0.8058
SOLT(-3)	0.288066	0.465480	0.618857	0.5397
R-squared	0.988284	Mean dependent var		3833.302
Adjusted R-squared	0.987050	S.D. dependent var		374.9480
S.E. of regression	42.66760	Akaike info criterion		10.45370
Sum squared resid	69179.90	Schwarz criterion		10.65849
Log likelihood	-219.7546	F-statistic		801.3396
Durbin-Watson stat	2.018073	Prob(F-statistic)		0.000000

التعريفات :

TWD_ADPT : إجمالي الطلب على المياه الجوفية.

SOLT : معدل تركز الأملاح في المياه الجوفية من طبقة الدمام.

ملحق (3 – 13)

Dependent Variable: SOLT

Method: Least Squares

Date: 04/24/00 Time: 17:47

Sample: 1952 1995

Included observations: 44

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TWD_ADPT	10.31352	0.644520	16.00186	0.0000
C	2367.400	89.48314	26.45638	0.0000

R-squared	0.859088	Mean dependent var	3746.341
Adjusted R-squared	0.855733	S.D. dependent var	421.0634
S.E. of regression	159.9301	Akaike info criterion	13.03174
Sum squared resid	1074261.	Schwarz criterion	13.11284
Log likelihood	-284.6983	F-statistic	256.0594
Durbin-Watson stat	0.020102	Prob(F-statistic)	0.000000

التعريفات :

TWD_ADPT : إجمالي الطلب على المياه الجوفية.

SOLT : معدل تركز الأملاح في المياه الجوفية من طبقة الدمام.

ملحق (3 – 14)

	SOLT	TWD_ADPT	WDTOTAL	WDIND	WDDOM	WDAGR
Mean	3772.717	138.5196	136.0998	7.483968	29.91005	98.20944
Median	3889.500	127.0500	130.2808	7.662070	30.73625	92.24600
Maximum	4530.000	250.3000	250.9000	9.726620	61.05000	188.2020
Minimum	2850.000	69.60000	55.44262	4.900000	3.645800	40.35420
Std. Dev.	430.2653	43.49322	46.64265	1.200551	19.82337	29.71952
Skewness	-0.509466	0.855198	0.571683	-0.416398	-0.007640	1.055510
Kurtosis	2.481210	3.125421	2.916245	2.315503	1.477010	4.681606
Jarque-Bera	2.505785	5.637269	2.519080	2.227330	4.446152	13.96139
Probability	0.285677	0.059687	0.283785	0.328353	0.108276	0.000930
bservations	46	46	46	46	46	46

التعريفات :

1. SOLT : معدل تركز الأملاح في المياه الجوفية من طبقة الدمام.
2. TWD_ADPT : إجمالي الطلب على المياه الجوفية.
3. WDTOTAL : إجمالي الطلب **القطاعي** على المياه الجوفية (الزراعي + البلدي + الصناعي).

1-3 *WDAGR* : إجمالي الطلب **الزراعي** على المياه الجوفية.

2-3 *WDDOM* : إجمالي الطلب **البلدي** على المياه الجوفية.

3-3 *WDIND* : إجمالي الطلب **الصناعي** على المياه الجوفية.

ملحق (3 – 15)

العلاقة بين الطلب على المياه الجوفية من جهة، والتغير في كل من السكان ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي (بالأسعار الثابتة) من جهة أخرى

Dependent Variable: TWD_ADPT

Included observations: 10 : (1985 – 1986), (1989 – 1996)

Variable	Coefficient	t-Statistic
C	4.05309	2.97314
Ln GDP per capita	0.48397	1.54716
Ln Population	0.84716	5.94218
R-squared	0.964116	
Adjusted R-squared	0.953864	

التعريفات :

GDP per capita : نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي بالأسعار الثابتة.

ملحق (3 – 16)

توقعات اجمالي الطلب على المياه من واقع معرفة اجمالي السكان

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.973428402
R Square	0.947562854
Adjusted R Square	0.946314351
Standard Error	8.767762949
Observations	44

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	58343.95575	58343.95575	758.9589248	1.62668E-28
Residual	42	3228.694019	76.87366713		
Total	43	61572.64977			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	**58.82746046**	3.022230258	19.46491678	1.23117E-22	52.72835094	64.92656998	52.72835094	64.92656998
X Variable 1	**0.000261119**	9.47829E-06	27.54920915	1.62668E-28	0.000241991	0.000280247	0.000241991	0.000280247

RESIDUAL OUTPUT

Observation	*Predicted Y*	*Residuals*	*Standard Residuals*
1	89.2052958	-19.6052958	-2.262529145
2	90.11816885	-14.61816885	-1.686994851
3	91.05793719	-10.15793719	-1.17226637
4	92.02642865	-6.226428653	-0.718554642
5	93.02364324	-2.823643237	-0.325859665
6	94.05114766	0.14885234	0.017178152
7	95.10920304	2.690796959	0.310528676
8	96.20277065	4.897229355	0.565159754
9	97.73580202	6.264197978	0.722913372
10	99.33176315	7.268236852	0.838783453
11	100.9932652	7.906734782	0.912468655
12	102.7229194	8.277080577	0.955208033
13	104.523337	8.376663043	0.966700246
14	106.4041792	8.095820766	0.93428993
15	107.7747944	8.325205591	0.960761851
16	109.010672	8.489327971	0.979702227
17	110.6353563	8.164643722	0.942232373
18	112.1279142	7.872085836	0.908470029
19	113.6632956	7.536704386	0.869765675
20	115.2495953	7.150404673	0.825185151
21	118.4266338	5.27336622	0.608567445
22	121.1644696	3.835530419	0.442635472
23	124.0952725	2.20472746	0.254434322
24	127.237321	0.562678993	0.064935395
25	130.6122879	-1.212287886	-0.139902846
26	134.2431517	-3.043151673	-0.351191812
27	138.1502797	-4.950279673	-0.571281972
28	142.3791066	-6.879106643	-0.793876279
29	146.9455609	-8.945560862	-1.032353318
30	150.4275867	-9.627586651	-1.111061808
31	161.475544	-17.57554399	-2.02828771
32	157.7945453	-10.3945453	-1.199571888
33	161.2901493	-9.990149292	-1.152902979
34	164.9168352	-9.31683517	-1.075199851
35	168.6800864	-8.380086439	-0.96709532
36	172.5851255	-7.085125485	-0.817651673
37	176.6379581	-5.437958051	-0.627561997
38	180.8440676	-3.344067643	-0.385918712
39	185.2099822	-0.909982244	-0.105015572
40	191.4857234	0.214276638	0.024728377
41	194.4470773	5.252922722	0.606208184
42	198.8095973	9.590402672	1.106770629
43	204.4038171	13.99618291	1.615215199
44	209.6703321	18.12966787	2.09223581

PROBABILITY OUTPUT

Percentile	*Y*
1.136363636	69.6
3.409090909	75.5
5.681818182	80.9
7.954545455	85.8
10.22727273	90.2
12.5	94.2
14.77272727	97.8
17.04545455	101.1
19.31818182	104
21.59090909	106.6
23.86363636	108.9
26.13636364	111
28.40909091	112.9
30.68181818	114.5
32.95454545	116.1
35.22727273	117.5
37.5	118.8
39.77272727	120
42.04545455	121.2
44.31818182	122.4
46.59090909	123.7
48.86363636	125
51.13636364	126.3
53.40909091	127.8
55.68181818	129.4
57.95454545	131.2
60.22727273	133.2
62.5	135.5
64.77272727	138
67.04545455	140.8
69.31818182	143.9
71.59090909	147.4
73.86363636	151.3
76.13636364	155.6
78.40909091	160.3
80.68181818	165.5
82.95454545	171.2
85.22727273	177.5
87.5	184.3
89.77272727	191.7
92.04545455	199.7
94.31818182	208.4
96.59090909	218.4
98.86363636	227.8

ملحق (3 – 17)

توقعات الاملاح من واقع معرفة اجمالي الطلب على المياه

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.926870268
R Square	0.859088494
Adjusted R Square	0.855733458
Standard Error	159.9301479
Observations	44

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	6549398.493	6549398.493	256.0594083	1.76597E-19
Residual	42	1074261.393	25577.65222		
Total	43	7623659.886			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	**2367.400256**	89.48314252	26.45638261	8.1336E-28	2186.815906	2547.984605	2186.815906	2547.984605
X Variable 1	**10.31351693**	0.644520028	16.0018564	1.76597E-19	9.012822444	11.61421142	9.012822444	11.61421142

RESIDUAL OUTPUT

Observation	*Predicted Y*	*Residuals*	*Standard Residuals*
1	3085.221034	-235.221034	-1.488179776
2	3146.070784	-243.0707839	-1.537843018
3	3201.763775	-241.7637753	-1.529573929
4	3252.300008	-234.3000083	-1.482352696
5	3297.679483	-219.6794828	-1.389852591
6	3338.933551	-199.9335505	-1.264925425
7	3376.062211	-176.0622115	-1.113897928
8	3410.096817	-149.0968173	-0.943295183
9	3440.006016	-119.0060164	-0.752918835
10	3466.82116	-86.82116045	-0.549293968
11	3490.542249	-54.54224939	-0.34507404
12	3512.200635	-22.20063495	-0.140457405
13	3531.796317	10.20368288	0.064555938
14	3548.297944	42.70205579	0.270164342
15	3564.799571	72.2004287	0.456792558
16	3579.238495	99.761505	0.631164023
17	3592.646067	125.353933	0.793080384
18	3605.022287	148.9777127	0.94254164
19	3617.398508	168.6014924	1.066695979
20	3629.774728	184.225272	1.165543402
21	3643.1823	196.8177	1.245212283
22	3656.589872	205.410128	1.299574248
23	3669.997444	211.002556	1.334956025
24	3685.467719	212.5322806	1.344634178
25	3701.969346	210.0306535	1.328807061
26	3720.533677	203.466323	1.28727632
27	3741.160711	192.8392892	1.220041955
28	3764.8818	178.1182002	1.126905612
29	3790.665592	161.3344079	1.020719104
30	3819.543439	141.4565605	0.894957347
31	3851.515342	118.484658	0.749620342
32	3887.612651	92.38734877	0.584509734
33	3927.835367	65.16463274	0.412278983
34	3972.18349	35.81650993	0.226601358
35	4020.65702	6.342980359	0.040130319
36	4074.287308	-23.28730768	-0.147332489
37	4133.074354	-53.07435419	-0.335787065
38	4196.049511	-82.04951085	-0.519105033
39	4268.181426	-109.181426	-0.690761312
40	4344.501451	-133.5014513	-0.844627525
41	4427.009587	-154.0095867	-0.974376944
42	4516.737184	-170.737184	-1.080207922
43	4619.872353	-188.8723533	-1.194944226
44	4716.819412	-186.8194125	-1.181955826

PROBABILITY OUTPUT

Percentile	*Y*
1.136363636	2850
3.409090909	2903
5.681818182	2960
7.954545455	3018
10.22727273	3078
12.5	3139
14.77272727	3200
17.04545455	3261
19.31818182	3321
21.59090909	3380
23.86363636	3436
26.13636364	3490
28.40909091	3542
30.68181818	3591
32.95454545	3637
35.22727273	3679
37.5	3718
39.77272727	3754
42.04545455	3786
44.31818182	3814
46.59090909	3840
48.86363636	3862
51.13636364	3881
53.40909091	3898
55.68181818	3912
57.95454545	3924
60.22727273	3934
62.5	3943
64.77272727	3952
67.04545455	3961
69.31818182	3970
71.59090909	3980
73.86363636	3993
76.13636364	4008
78.40909091	4027
80.68181818	4051
82.95454545	4080
85.22727273	4116
87.5	4159
89.77272727	4211
92.04545455	4273
94.31818182	4346
96.59090909	4431
98.86363636	4530

ملحق رقم (4) : توقعات السكان البحرينيين وغير البحرينيين للفترة 1941 – 2020

السنة	بحريني	غير بحريني	المجموع	السنة	بحريني	غير بحريني	المجموع
1941	74,040	18,930	92,970	1982	247,031	119,077	366,108
1942	75,687	16,284	91,971	1983	254,224	124,787	379,011
1943	77,370	16,647	94,017	1984	261,626	130,772	392,398
1944	79,091	17,017	96,108	1985	269,244	137,043	406,287
1945	80,851	17,395	98,246	1986	277,084	143,615	420,699
1946	82,649	17,782	100,431	1987	285,152	150,502	435,654
1947	84,488	18,178	102,666	1988	293,456	157,719	451,175
1948	86,367	18,582	104,949	1989	302,000	165,283	467,283
1949	88,288	18,996	107,284	1990	310,794	173,209	484,003
1950	91,179	18,471	109,650	1991	323,305	184,732	508,037
1951	93,918	19,026	112,944	1992	329,158	190,220	519,378
1952	96,740	19,597	116,337	1993	336,742	199,343	536,085
1953	99,646	20,187	119,833	1994	348,606	208,903	557,509
1954	102,639	20,793	123,432	1995	358,757	218,921	577,678
1955	105,724	21,417	127,141	1996	369,204	229,420	598,624
1956	108,899	22,061	130,960	1997	379,955	240,423	620,378
1957	112,171	22,724	134,895	1998	391,019	251,953	642,972
1958	115,541	23,406	138,947	1999	402,405	264,036	666,441
1959	118,734	24,401	143,135	2000	414,122	276,699	690,821
1960	123,604	25,402	149,006	2001	426,181	289,969	716,150
1961	128,674	26,444	155,118	2002	438,591	303,875	742,466
1962	133,952	27,529	161,481	2003	451,362	318,448	769,810
1963	139,447	28,658	168,105	2004	454,506	333,721	788,227
1964	145,167	29,833	175,000	2005	478,032	349,725	827,757
1965	143,814	38,389	182,203	2006	491,951	366,497	858,448
1966	147,957	39,495	187,452	2007	506,576	384,074	890,650
1967	151,693	40,492	192,185	2008	521,019	402,493	923,512
1968	156,604	41,803	198,407	2009	536,190	421,796	957,986
1969	161,116	43,007	204,123	2010	551,804	442,024	993,828
1970	165,757	44,246	210,003	2011	567,872	463,223	1,031,095
1971	178,193	37,885	216,078	2012	584,407	485,438	1,069,845
1972	184,900	43,345	228,245	2013	601,425	508,719	1,110,144
1973	190,447	48,283	238,730	2014	618,938	533,116	1,152,054
1974	196,161	53,793	249,954	2015	636,961	558,683	1,195,644
1975	202,045	59,942	261,987	2016	655,508	585,476	1,240,984
1976	208,107	66,805	274,912	2017	674,598	613,555	1,288,153
1977	214,350	74,467	288,817	2018	694,239	642,980	1,337,219
1978	220,760	83,020	303,780	2019	714,455	673,815	1,388,270
1979	227,404	92,571	319,975	2020	735,259	706,130	1,441,389
1980	234,226	103,237	337,463	2040	1,305,427	1,802,031	3,107,458
1981	238,420	112,378	350,798				

المصدر: الجهاز المركزي للإحصاء، دولة البحرين.

ملحق رقم 5 : موارد المياه التقليدية وغير التقليدية في مجلس التعاون الخليجي مقارنة بموارد المياه في العالم العربي

ملحق رقم 5 : موارد المياه التقليدية وغير التقليدية في مجلس التعاون الخليجي مقارنة بموارد المياه في العالم العربي (تقديرات عام 1996 بملايين الامتار المكعبة)

الاقليم	المياه التقليدية			المياه غير التقليدية				الاجمالي	مؤشرات قطرية			مؤشرات قومية			الاقليم
الدولة	سطحية	جوفية	الاجمالي	التحلية	الصرف الزراعي	الصرف الصحي	الاجمالي	العام	نسبة مياه الصرف الصحي للمجموع	نسبة مياه الصرف الزراعي للمجموع	نسبة المياه المستعذبة للمجموع	الاجمالي القطري للعام للاجمالي العربي العام	المياه السطحية القطرية للاجمالي السطحي العربي	المياه الجوفية القطرية للاجمالي الجوفي العربي	الدولة
إقليم المشرق العربي															
الاردن	692.0	276.0	968.0	3.0		51.0	54.0	1,022.0	4.99	0.00	0.29	0.373	0.31	0.70	الاردن
سورية	16,375.0	5,075.0	21,450.0	2.0	1,270.0		1,272.0	22,722.0	0.00	5.59	0.01	8.301	7.27	12.91	سورية
العراق	60,480.0	3,419.0	63,899.0	7.4			7.4	63,906.4	0.00	0.00	0.01	23.347	26.84	8.69	العراق
لبنان	4,800.0	4,250.0	9,050.0	1.7		2.0	3.7	9,053.7	0.02	0.00	0.02	3.308	2.13	10.81	لبنان
فلسطين	306.0	185.0	491.0				0.0	491.0	0.00	0.00	0.00	0.179	0.14	0.47	فلسطين
المجموع	82,653.0	13,205.0	95,858.0	14.1	1,270.0	53.0	1,337.1	97,195.1	0.05	1.31	0.01	35.508	36.68	33.58	المجموع
اقليم شبه الجزيرة العربية															
الامارات	185.0	120.0	305.0	385.0		108.0	493.0	798.0	13.53	0.00	48.25	0.292	0.08	0.31	الامارات
البحرين	8.0	112.0	120.0	75.0		11.0	86.0	206.0	5.34	0.00	36.41	0.075	0.00	0.28	البحرين
السعودية	3,210.0	2,340.0	5,550.0	795.0		100.0	895.0	6,445.0	1.55	0.00	12.34	2.355	1.42	5.95	السعودية
عمان	1,450.0	475.0	1,925.0	47.3		5.5	52.8	1,977.8	0.28	0.00	2.39	0.723	0.64	1.21	عمان
قطر		40.0	40.0	98.6		35.4	134.0	174.0	20.34	0.00	**56.67**	0.064	0.00	0.10	قطر
الكويت		182.1	182.1	350.0		42.0	392.0	574.1	7.32	0.00	60.96	0.210	0.00	0.46	الكويت
اليمن	3,500.0	1,550.0	5,050.0	9.0		6.0	15.0	5,065.0	0.12	0.00	0.18	1.850	1.55	3.94	اليمن
المجموع	8,353.0	4,819.1	13,172.1	1,759.9	0.0	307.9	2,067.8	15,239.9	2.02	0.00	11.55	5.568	3.71	12.25	المجموع
الاقليم الاوسط															
مصر	55,570.0	4,100.0	59,670.0	31.70	3,800.0	600.0	4,431.70	64,101.70	0.94	5.93	0.05	23.418	24.66	10.43	مصر
السودان	26,000.0	1,000.0	27,000.0	0.60			0.60	27,000.60	0.00	0.00	0.00	9.864	11.54	2.54	السودان
الصومال	8,160.0	3,300.0	11,460.0	0.10			0.10	11,460.10	0.00	0.00	0.00	4.187	3.62	8.39	الصومال
جيبوتي	200.0	50.0	250.0	0.15			0.15	250.15	0.00	0.00	0.06	0.091	0.09	0.13	جيبوتي
المجموع	89,930.0	8,450.0	98,380.0	32.55	3,800.0	600.0	4,432.55	102,812.55	0.58	3.70	0.03	37.561	39.91	21.49	المجموع
اقليم المغرب العربي															
المغرب	22,500.0	7,500.0	30,000.0	1.2		350.0	351.2	30,351.2	1.15	0.00	0.00	11.088	9.99	19.07	المغرب
الجزائر	13,000.0	2,000.0	15,000.0	74.6		400.0	474.6	15,474.6	2.58	0.00	0.48	5.653	5.77	5.09	الجزائر
ليبيا	397.0	650.0	1,047.0	210.0		110.0	320.0	1,367.0	8.05	0.00	15.36	0.499	0.18	1.65	ليبيا
تونس	2,700.0	1,200.0	3,900.0	8.7		6.0	14.7	3,914.7	0.15	0.00	0.22	1.430	1.20	3.05	تونس
موريتانيا	5,800.0	1,500.0	7,300.0	1.7		67.6	69.3	7,369.3	0.92	0.00	0.02	2.692	2.57	3.81	موريتانيا
المجموع	44,397.0	12,850.0	57,247.0	296.2		933.6	1,229.8	58,476.8	1.60	0.00	0.51	21.363	19.70	32.68	المجموع
المجموع الكلي	**225,333.0**	**39,324.1**	**264,657.1**	**2,102.8**	**5,070.0**	**1,894.5**	**9,067.3**	**273,724.4**	**0.69**	**1.85**	**0.77**	**100.000**	**100.00**	**100.00**	المجموع الكلي
مجلس التعاون	4,853.0	3,269.1	8,122.10	1,750.90	0.0	301.90	2,052.80	10,174.90	2.97	0.00	17.21	3.717	2.15	8.31	مجلس التعاون
%	2.2	8.3	3.07	83.27	0.0	15.94	22.64	3.72							%

المصدر : المركز العربي لدراسة المناطق الجافة والاراضي القاحلة، "الموارد المائية واستخداماتها في الوطن العربي"، اعمال الندوة العربية الثانية، مصادر المياه واستخداماتها في الوطن العربي، 8-10 مارس 1997، الكويت.

ملاحظة : صوب الجدول حسابيا، واضيفت له ستة اعمدة تمثل مؤشرات مائية قطرية وقومية .

Abstract

There is a unanimous world-wide agreement that a global water crisis does exist, and that water will be one of the most valuable commodities in the world market.

The water situation is complicated and it even gets worse if we take in consideration the fact that most of the Arab countries, including Bahrain, are classified by the international organizations as the most will-be-affected countries by the perils of water shortage.

The per capita water share in these countries is less than 1000 m^3/year, which is the limit approved by the United Nations as the required standard to satisfy the human living needs.

Water availability is controlled by various factors; the most important is the peculiar natural limitations which human has no control upon. It is also controlled by economic variables imposed by the ambition for future development. Social constraints and pressures, e.g. the overwhelming population growth is another factor with a tremendous effect on water needs. In the case of the Arab countries another fourth factor can be added which is the geopolitical factor, the fact that water resources in these countries are originating from put side their political boundaries.

The aim of this study is to disclose the magnitude of water challenges facing the State of Bahrain and to shed some light on the reality of the water crisis from an economic prospective. The water crisis is forcing itself as one of the cardinal issues in any future strategy in both economic and social development. For this reason, the study dealt with depletable (non-renewable) and renewable water resources and their significance on water for Bahrain.

On the other hand, the study calls upon the importance of revising the conceptualization and methodology used in calculating the cost of meeting the demand for water, and the importance of computing the actual cost of groundwater reserves depletion, as groundwater is one of the limited resources and is prone to both depletion and pollution, which is not given the proper attention in the classical national accounts systems. Therefore, an alternative novel method is proposed to calculate the real water cost, which represents a principal input in the various economic sectors, in order to calculate the real cost of water in the gross domestic product. The value added in the majority of economical sectors, especially the agriculture sector, does not calculate the actual water cost, which necessitates the reevaluation of the actual share of the agriculture sector in the gross domestic product, in line with calls for calculating the green gross domestic product.

In contradistinction with its neighboring countries, the State of Bahrain is faced with many challenges, including the reduction of water reserves and the shortness of the duration (or proposed age) of its non-renewable resources represented by oil & gas, in addition to the scarcity of its land and water resources, which is exacerbated by a parallel high population growth rate that requires a concomitant demand in public services and facilities. Therefore, the study, with ample analysis, deals with the burden of the rapid population growth which has no clear and specific policy, creating a serious problem under Bahrain's recent limited resources.

Due to this dilemma, the study, within certain selected scenarios, attempted to calculate the effect of following different population policies under two main variables; the first represented in the gross demand on groundwater and the second embodied in the salt concentration in the groundwater. In other words, the study tries to translate the water demand of all economic sectors into costs using the opportunity cost method that took in consideration the cost of seawater desalination as an alternative solution. The real problem is that, with the progress of time, the cost of groundwater desalination approaches the cost of seawater desalination because of the increase in salinity of groundwater, which makes it invalid for personal use. The study also focused on the positive effects obtained from the increase in seawater desalination and sewage treatment.

All the selected scenarios led to a significant finding. In spite of the ultimate importance in the expansion of the production capacity in both the new desalination plants and sewage treatment stations, these solutions are not effective enough in solving the water crisis. They need various supportive procedures, amongst which is following a clearly stated population policy which helps to create a lasting and optimum administration for groundwater exploitation.

It is necessary to study the development of water demand in the different economic sectors under the recent and anticipated population growth rates, and to study the existing reality and future horizons for the development of all economic sectors within an integrated, comprehensive strategic framework.

In addition to the controlled population growth policy in solving the water crisis, a collaboration of all efforts in a comprehensive manner should be taken seriously in order to preserve the sole water resource in Bahrain.

Population policy, expansion of desalination plants' capacity, and expansion of sewage treatment capacity should be in smooth harmony and collaboration with agricultural policies.

The Arab Gulf States share the same triad, drought, pollution and population growth, so regional cooperation among them is a must. This can be achieved by a comprehensive local, social and economical policies for each state while adopting a regional strategy among these countries to face common regional water threats and to fulfil these countries' future hopes.

A model was developed to estimate the gross groundwater demand variable and the underground salinity rate variable which led to the estimation of the cost of water supply in the year 1995. This was achieved by applying a new method to calculate the opportunity cost represented by the cost of seawater desalination. Accordingly, it was possible to predict the main variables in concern till the year 2020, anticipating the future situation in the coming two decades.

On the other hand, the burdens of the agriculture sector, in specific, on the national economy was also discussed. The study encourages the revision of water preservation in the agriculture sector. There are huge amounts of water wasted under the pretext of providing self-sufficiency in food but at the expense of water and environment security loss.

Because of the hazardous environmental threats resulting from agricultural activities, groundwater demands and the financial and population challenges, the study suggested various alternatives to face the critical water situation in Bahrain. Among these solutions is to give up growing local agricultural crops that consume large amounts of water and fertilizers without participating in developing the national income or having significant esthetical or environmental values.

Among the suggested measures to hinder the ever-growing water demand for agricultural purposes, the study considers the revenue of the cubic meter of water instead of the revenue of the square meter of land as a better restrain. Review of recent landscaping and beautification trends, taking in consideration the most suitable species of plants for our local environment is a feasible water preserving policy.

Food security and self-sufficiency is a case which can be addressed within an Arabic or regional framework in a cooperative and comprehensive context.

LIBRARY
University of Bahrain

IN THE NAME OF GOD THE COMPASSIONATE THE MERCIFUL

ARABIAN GULF UNIVERSITY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

SPHERE OF
TECHNOLOGICAL STUDIES

DESERT AND ARID ZONES
SCIENCES PROGRAMME

COST OF GROUNDWATER DETERIORATION IN BAHRAIN
AN ECONOMIC PERSPECTIVE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE MASTER'S DEGREE IN
DESERT AND ARID ZONES SCIENCES
(DESERT ENVIRONMENT AND RESOURCES – WATER ECONOMICS)

SUBMITTED BY

ABDUL HAMEED AHMED ABDUL GHAFFAR
BSc. IN ECONOMICS
UNIVERSITY OF ALEPPO, SYRIAN ARAB REPUBLIC (1980)

SUPERVISED BY

DR. WALEED K. AL-ZUBARI
ASSOCIATE PROFESSOR OF HYDROGEOLOGY
DESERT AND ARID ZONES
SCIENCES PROGRAMME
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
ARABIAN GULF UNIVERSITY

DR. KHALID ABDULLA TAQI
ASSISTANT PROFESSOR OF ECONOMICS
UNIVERSITY OF BAHRAIN

BAHRAIN

RAJAB 1421H

OCTOBER 2000