إحصاءات المياه حتى عام 2006

Water Statistics Up to 2006

فهرس المحتويات

الصفحة

شـــــكر وعرفـــان ---------- v
تـــــقـــــديـــم ---------- vii
ملخص تـنفيذي ---------- ١

الآبار وعدادات المياه

جدول (١) وشكل (١) عدد الآبار حسب الطبقة المائية والإجمالي ١٩٨٠ – ٢٠٠٨ ---------- ٨ و ٩
جدول (٢) عدد الآبار حسب الاستخدام والإجمالي ١٩٨٠ – ٢٠٠٨ ---------- ١٠
شكل (٢ – أ) عدد الآبار المنجزة حسب الاستخدام ١٩٨٠ – ٢٠٠٨ ---------- ١١
شكل (٢ – ب) إجمالي عدد الآبار المنجزة ١٩٨٠ – ٢٠٠٨ ---------- ١١
جدول (٣) عدادات المياه المركبة على الآبار حسب مناطق الاستهلاك والإجمالي حتى عام ٢٠٠٨ ---------- ١٢

استخدامات المياه الجوفية

شكل (٣) خريطة توضح مناطق الاستهلاك واستهلاك المياه الجوفية في كل منطقة للعام ٢٠٠٦ ---------- ١٣
جدول (٤) وشكل (٤) السحب من المياه الجوفية حسب مناطق الاستهلاك والطبقة المائية والإجمالي للعام ٢٠٠٦ ---------- ١٤ و ١٥
جدول (٥) وشكل (٥) استخدام المياه الجوفية من طبقة الدمام حسب القطاع والإجمالي ١٩٧٩ – ٢٠٠٦ ---------- ١٦ و ١٧
جدول (٦) وشكل (٦) استخدام المياه الجوفية من طبقة الروس – أم الرضمة حسب القطاع والإجمالي ١٩٧٩ – ٢٠٠٦ ---------- ١٨ و ١٩
جدول (٧) وشكل (٧) استخدام المياه الجوفية حسب الطبقة المائية والإجمالي ١٩٧٩ – ٢٠٠٦ ---------- ٢٠ و ٢١
جدول (٨) وشكل (٨) الاستخدام اليومي من المياه الجوفية حسب الطبقة المائية والإجمالي ١٩٧٩ – ٢٠٠٦ ---------- ٢٢ و ٢٣

استخدامات المياه غير التقليدية

جدول (٩) وشكل (٩) استخدام مياه التحلية حسب القطاع والإجمالي ١٩٨٧ – ٢٠٠٦ ---------- ٢٤
جدول (١٠) وشكل (١٠) استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ١٩٨٧ – ٢٠٠٦ ---------- ٢٥

إجمالي استخدام المياه

جدول (١١) وشكل (١١) إجمالي استخدام المياه حسب المصدر ١٩٨٧ – ٢٠٠٦ ---------- ٢٦
جدول (١٢) وشكل (١٢) إجمالي استخدام المياه حسب القطاع ١٩٧٩ – ٢٠٠٦ ---------- ٢٧

مراقبة مناسيب المياه الجوفية

شكل (١٣) خريطة توضح مواقع آبار مراقبة مناسيب المياه الجوفية ---------- ٢٨
جدول (١٣) المتوسطات الشهرية والسنوية لمناسيب المياه الجوفية في طبقة العلات ١٩٨٨ – ٢٠٠٨ ---------- ٢٩

الصفحـة

شكل (١٤) هيدروجراف للمتوسط السنوي للتغيرات في مناسيب المياه الجوفية في طبقة العلات ٣٠
١٩٨٨ – ٢٠٠٧

شكل (١٥) هيدروجراف يوضح التغيرات الموسمية في مناسيب المياه الجوفية في طبقة العلات ٣١
١٩٨٨ – ٢٠٠٧

شكل (١٦) خريطة كنتورية لمناسيب المياه الجوفية في طبقة العلات ٢٠٠٧ ٣٢

جدول (١٤) المتوسطات الشهرية والسنوية لمناسيب المياه الجوفية في طبقة الخبر ١٩٨٨ – ٢٠٠٧ ٣٣

شكل (١٧) هيدروجراف للمتوسط السنوي للتغيرات في مناسيب المياه الجوفية في طبقة الخبر ٣٤
١٩٨٨ – ٢٠٠٧

شكل (١٨) هيدروجراف يوضح التغيرات الموسمية في مناسيب المياه الجوفية في طبقة الخبر ٣٥
١٩٨٨ – ٢٠٠٧

شكل (١٩) خريطة كنتورية لمناسيب المياه الجوفية في طبقة الخبر ٢٠٠٧ ٣٦

جدول (١٥) المتوسطات الشهرية والسنوية لمناسيب المياه الجوفية في طبقة أم الرضمة ٣٧
١٩٨٨ – ٢٠٠٧

شكل (٢٠) هيدروجراف للمتوسط السنوي للتغيرات في مناسيب المياه الجوفية في طبقة أم الرضمة ٣٨
١٩٨٨ – ٢٠٠٧

شكل (٢١) هيدروجراف يوضح التغيرات الموسمية في مناسيب المياه الجوفية في طبقة أم الرضمة ٣٩
١٩٨٨ – ٢٠٠٧

شكل (٢٢) خريطة كنتورية لمناسيب المياه الجوفية في طبقة أم الرضمة ٢٠٠٧ ٤٠

مراقبة ملوحة المياه الجوفية

شكل (٢٣) خريطة توضح مواقع آبار مراقبة ملوحة المياه الجوفية ٤١

شكل (٢٤) خريطة كنتورية لتوزيع الملوحة في طبقة العلات ٢٠٠٧ ٤٢

شكل (٢٥) خريطة كنتورية لتوزيع الملوحة في طبقة الخبر ٢٠٠٧ ٤٣

شكل (٢٦) خريطة كنتورية لتوزيع الملوحة في طبقة الروس – أم الرضمة ٢٠٠٧ ٤٤

Page

Monitoring of Groundwater Levels

Figure (13) Map showing the locations of groundwater level monitoring wells ------ 28

Table (13) Monthly and annual averages of groundwater levels in the Alat aquifer 1988 - 2007 ---- 29

Figure (14) Annual groundwater level hydrograph for the Alat aquifer 1988 - 2007 ---- 30

Figure (15) Groundwater level hydrograph showing the seasonal fluctuations in the Alat aquifer 1988 - 2007 --- 31

Figure (16) Contour map on the groundwater levels in the Alat aquifer 2007 -------- 32

Table (14) Monthly and annual averages of groundwater levels in the Khobar aquifer 1988 - 2007 -------- 33

Figure (17) Annual groundwater level hydrograph for the Khobar aquifer 1988 - 2007 ---------- 34

Figure (18) Groundwater level hydrograph showing the seasonal fluctuations in the Khobar aquifer 1988 - 2007 --- 35

Figure (19) Contour map on the groundwater levels in the Khobar aquifer 2007 ------ 36

Table (15) Monthly and annual averages of groundwater levels in the Umm Er Radhuma aquifer 1988 - 2007 -------- 37

Figure (20) Annual groundwater level hydrograph for the Umm Er Radhuma aquifer 1988 - 2007 -------- 38

Figure (21) Groundwater level hydrograph showing the seasonal fluctuations in the Umm Er Radhuma aquifer 1988 - 2007 --- 39

Figure (22) Contour map on the groundwater levels in the Umm Er Radhuma aquifer 2007 ------ 40

Monitoring of Groundwater Quality

Figure (23) Map showing the locations of the water quality monitoring wells ------ 41

Figure (24) Contour map on the salinity distribution in the Alat aquifer 2007 ------ 42

Figure (25) Contour map on the salinity distribution in the Khobar aquifer 2007 ------ 43

Figure (26) Contour map on the salinity distribution in the Rus - Umm Er Radhuma aquifer 2007 ---------- 44

Table of Contents

Page

Acknowledgment ---------- vi

Preface ---------- viii

Executive Summary ---------- 5

Wells and Water Meters

Table (1) and Figure (1) Number of wells drilled per aquifer and total 1980 – 2008 ---- 8 & 9

Table (2) Number of wells drilled by use and total 1980 - 2008 ---------- 10

Figure (2 - A) Number of wells drilled by use 1980 - 2008 ---------- 11

Figure (2 - B) Total number of wells drilled 1980 - 2008 ---------- 11

Table (3) Number of water meters installed per abstraction area and total up to 2008 --- 12

Groundwater Uses

Figure (3) Map showing the abstraction areas and groundwater abstraction per each area 2006 ---------- 13

Table (4) and Figure (4) Groundwater withdrawal per abstraction area and aquifer, and total 2006 ---- 14 & 15

Table (5) and Figure (5) Groundwater use from the Dammam aquifer by sector and total 1979 - 2006 ---------- 16 & 17

Table (6) and Figure (6) Groundwater use from the Rus - Umm Er Radhuma aquifer by sector and total 1979 - 2006 ------- 18 & 19

Table (7) and Figure (7) Groundwater use by aquifer and total 1979 - 2006 ------- 20 & 21

Table (8) and Figure (8) Daily groundwater use by aquifer and total 1979 - 2006 ---------- 22 & 23

Non-conventional Water Uses

Table (9) and Figure (9) Water use from desalination by sector and total 1987 - 2006 --- 24

Table (10) and Figure (10) Water use from treated sewage effluent 1987 - 2006 ------ 25

Total Water Use

Table (11) and Figure (11) Total water use by source 1987 - 2006 ---------- 26

Table (12) and Figure (12) Total water use by sector 1979 - 2006 ---------- 27

شكر وعرفان

لا يسعني إلا أن أدون عميق شكري وعظيم امتناني إلى زملائي في إدارة مصادر المياه سابقاً على مساهمتهم القيمة وجهودهم المتميزة طوال فترة إعداد هذا التقرير. فأنا مدين بالتقدير والعرفان لعلي حميد الشعباني وأمينة عبد الله رضي والدكتور براديب نايك ومحمد علي سوار وحسين ميرزا ناصر. الشكر أيضاً موصول لكل من ساهم بصورة أو بأخرى في تجهيز بعض البيانات والإحصاءات المائية.

Acknowledgment

I gratefully acknowledge my colleagues at the former Water Resources Directorate for their valuable contribution and dedicated efforts throughout the preparation of this statistical report. I am deeply indebted to Ali Hameed Al-Shaabani, Amina Abdulla Radhi, Dr Pradeep Naik, Mohammed Ali Suwar, and Hussain Mirza Nasser. Sincere thanks are also due to those who have helped in a way or another in providing some data and statistics.

تقـــديـــم

تلعب البيانات والمعلومات المائية دوراً كبيراً في تقويم موارد المياه وزيادة الحالة المعرفية بسلوك الخزانات المائية ومتابعة التغيرات التي تطرأ على أوضاع المياه كماً ونوعاً، والتنبؤ باتجاهاتها المستقبلية، مما يعين على تحديد توجهات التخطيط المائي المستقبلي ورسم السياسات المائية الفعالة ووضع إستراتيجيات بعيدة المدى لتنمية وإدارة موارد المياه، بما يتناسب مع طبيعة التحديات والمشكلات التي تفرضها المتغيرات والمستجدات في أوضاع المياه. كما تعتبر المعلومات المائية ركيزة أساسية من ركائز إعداد الدراسات والأبحاث المائية والتقارير الدورية الروتينية.

ومن هذا المنطلق، فقد أولت إدارة مصادر المياه (سابقاً) أهمية خاصة للمعلومات المائية، حيث ضمنت خطتها الإستراتيجية للأعوام ٢٠٠٩ – ٢٠١٤ بناء نظام معلوماتي مائي شامل مرتبط بأنظمة للمعلومات الجغرافية لتسهيل الحصول على المعلومات المائية بصورة ميسرة والتعاطي معها وفق اعتبارات مهنية عالية، والارتقاء بمستوى التدقيق والتحليل والتفسير للمعطيات المائية وإعداد التقارير الفنية المرتبطة بها. وتأتي هذه الخطوة مترافقة مع خطوات أخرى تمثلت في السعي لتطوير أنظمة وتقنيات المراقبة والرصد المائي وتحسين أساليب القياس، وزيادة كفاءة شبكات آبار المراقبة، فضلاً عن تطوير البنية التحتية لأنظمة المعلومات، الأمر الذي يعبر عن فهم دقيق ورؤية صائبة وتكاملية لماهية ودور قواعد المعلومات المائية في دعم عملية صنع القرار وتوجهات التخطيط المائي.

ويأتي إصدار تقرير إحصائي يتضمن معلومات وإحصاءات حول المياه في مملكة البحرين، ليشكل خطوة أخرى متميزة على هذا الصعيد. ويحوي هذا االتقرير بيانات حول أنشطة حفر الآبار الارتوازية، والتقدم المحرز في جهود تركيب عدادات المياه، ويستعرض المسار التاريخي لاستخدامات المياه بمختلف مصادرها (مياه جوفية ومياه تحلية ومياه صرف صحي معالجة) وتوزيعها القطاعي. وأفرد جزء من التقرير لتتبع المسار التاريخي للتغيرات التي طرأت على مناسيب المياه الجوفية خلال العقدين الماضيين، وخصص جزء آخر لبيان توزيع الملوحة والمناسيب المائية في مختلف الطبقات الحاملة للمياه. وجرى الحرص على تضمينه خلاصة تنفيذية تقدم شروحات مختصرة لأهم المعطيات الإحصائية والهيدروجيولوجية التي يحتويها هذا التقرير.

ويهدف هذا التقرير إلى توفير البيانات والمعلومات الإحصائية حول موارد المياه والأنشطة المرتبطة بمراقبة وتقنين استخدامات المياه الجوفية، لصانعي القرار ومخططي موارد المياه والمراكز البحثية والمؤسسات الأكاديمية والباحثين والمهتمين بقضايا المياه. لقد كان طموحنا هو أن يطبع هذا التقرير – الذي كان جاهزاً للطبع في يونيو من العام ٢٠٠٩ – في هيئة كتاب إحصائي وبمستوى فني رفيع يتناسب والجهد المبذول في إعداده. على أية حال، نأمل أن يحقق هذا التقرير الأهداف السامية التي وضع من أجلها.

والله ولي التوفيق،،،

الدكتور مبارك أمان النعيمي

Preface

Water data and information play a very important role in water resources assessment, improving our understanding of groundwater aquifers' behavior, following up of quantitative and qualitative changes in water resources conditions, and in predicting their future trends. Such data and information would enable establishing effective water policies and management strategies that correspond to the recent challenges and constraints imposed on the water resources. In addition, water information is the basic requirement for water studies, researches, and routine periodical reports.

Realising this importance, the former Water Resources Directorate has given special importance to the water information as a key element in its strategic vision and objectives. The Directorate's Strategic Plan for the years 2009 - 2014 includes setting up of a comprehensive and fully advanced water information system that would be linked to geographic information systems to facilitate easy access to water resources information, and to enhance data collection, analysis, processing, interpretation, and reporting capabilities. This step comes in association with other steps represented by the efforts and initiatives to upgrade the existing groundwater monitoring and data collection system in terms of network design and efficiency, monitoring facilities, measurement techniques, and quality control. In parallel, efforts are being made to develop the existing information systems infrastructure; this reflects a thorough understanding and correct integral vision of the role of water information systems and databases in supporting the decision–making processes and water planning directives.

The issuance of a statistical report that contains valuable statistics and information on the water resources in Bahrain represents another distinct step in this regard. This report contains information on the water well drilling activities, progress made in water meters installation, and historical data on the total and sectoral water uses. Part of the report is devoted to follow the spatial and temporal variations in groundwater level during the last two decades or so. Another part is allocated to identify the distribution of groundwater salinity and levels in the various aquifer systems. Moreover, we found it necessary to include an executive summary that briefly explains the main statistical data and hydrogeological information contained in the report.

This report aims at providing valuable statistical data and information on the water resources in the country and other activities related to groundwater monitoring and regulation, for the decision-makers, water resources planners, research centers, academic institutions, researchers and other individuals who are interested in water issues. Our ambition was to produce this report, which was made ready for printing in June 2009, in the form of a high standard statistical book that corresponds with the dedicated efforts made to prepare it. However, we hope that the report would achieve its sublime objectives.

Allah is the purveyor of success,,,

Dr. Mubarak Aman Al-Noaimi

ملخص تنفيذي

يقدم هذا التقرير الإحصائي بيانات ومعلومات ومؤشرات إحصائية هامة حول المياه في مملكة البحرين والأنشطة المرتبطة بالمياه الجوفية. وتتضمن هذه الإحصاءات المسار التاريخي لإستخدامات المياه (تقليدية وغير تقليدية) والتغيرات التي طرأت على مناسيب المياه الجوفية، وواقع توزيع الملوحة في مختلف الطبقات المائية. كما تضمن التقرير بيانات حول التقدم المحرز في أنشطة حفر الآبار الارتوازية وتركيب عدادات المياه. وجرى الحرص على أن تغطي هذه البيانات سلاسل زمنية طويلة نسبياً تراوحت ما بين ٢٠ و٢٨ سنة، لوضعها في صورة قابلة للتقييم والتحليل وعقد المقارنات التاريخية. وتقدم هذه الخلاصة التنفيذية شروحات مختصرة لأهم مخرجات التقرير، وتشير لبعض القضايا ذات الدلالات الهامة بالنسبة لجهود إدارة وتخطيط موارد المياه.

الأرقام المعروضة في الجدول (١) تبين أن عدد الآبار التي تم حفرها خلال الفترة من ١٩٨٠ – ٢٠٠٨ قد بلغ ٧٧٣ بئراً، أي بمعدل حوالي ٢٨ بئراً في السنة. ويشير الجدول إلى أن ٥٩٢ بئراً أي ما نسبته نحو ٧٧٪ قد تم حفرها في طبقات تكوين الدمام، على أنه يمكن ملاحظة زيادة عدد الآبار المنجزة في طبقة الروس – أم الرضمة خلال الفترة من ٢٠٠٤ إلى ٢٠٠٨ (٤٠ بئراً، بنسبة ٥١ في المائة من عدد الآبار المنجزة في هذه الطبقة)، نتيجة لتنامي عجلة التطور الاقتصادي والنهضة التنموية الشاملة التي شهدتها المملكة خلال الفترة المشار إليها. وعلى العكس من ذلك، يشير الجدول إلى تناقص عدد الآبار المنجزة في طبقات تكوين الدمام، الأمر الذي يعني تحقيق بعض النجاحات فيما يتعلق بسياسات وجهود تقنين أنشطة حفر الآبار من الطبقة المائية الرئيسية، مع أهمية التأكيد على أن تراخيص الحفر في طبقات الدمام قد منحت للحالات التي تقتضيها المصلحة العامة والحالات الخاصة باستبدال الآبار تمشياً مع القوانين المنظمة لاستعمال المياه الجوفية.

ويستدل من أرقام الجدول (٢) والممثلة بيانياً في الشكل (٢ – أ)، أن حصة القطاع الزراعي من إجمالي عدد الآبار المنجزة في الفترة من ١٩٨٠ – ٢٠٠٨ قد وصلت إلى ٤٧١ بئراً، أي ما نسبته حوالي ٦١٪، بينما سجل نصيب آبار الأغراض الصناعية زيادة ملحوظة خلال السنوات من ٢٠٠٤ – ٢٠٠٨ للأسباب سالفة الذكر. ونقرأ في معطيات الجدول (٣) أنه حتى العام ٢٠٠٨ تم تركيب ما مجموعه ١,٢٧٠ عداد مياه على ١,١٢٦ بئراً. ومن البديهي أن نلاحظ أن هناك علاقة طردية تربط بين عدد عدادات المياه في كل منطقة استهلاك (الشكل ٣) وحجم النشاط الزراعي، وهي العلاقة المماثلة إلى حدٍ كبير لتلك التي تكشفها أرقام الجدول (٤)، على فرض ربط معدلات السحب من المياه الجوفية بزيادة أنشطة التكثيف الزراعي.

ويظهر الجدول (٥) إن إجمالي السحب من المياه الجوفية من طبقة الدمام قد بلغ ١٦٢,٢ مليون متر مكعب في العام ٢٠٠٦، أي بنسبة انخفاض وقدرها حوالي ٣٢٪ عن تلك الأرقام المسجلة للعام ١٩٩٦. ومرد ذلك هو التوسع الكبير في استغلال مياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري من جهة، وتقلص مساحة الأراضي الزراعية وانحسار الأنشطة الزراعية بصورة

عامة خلال العشر سنوات الأخيرة نتيجة للطفرة العمرانية والتنموية، من جهة أخرى. وإذا ما وقفنا عند الاستهلاك القطاعي من مياه طبقة الدمام، سنلاحظ أن الزراعة لازالت تستأثر بنصيب الأسد من إجمالي استهلاك مياه هذه الطبقة، إذ بلغت حصتها ٦٤٪ وفقاً لأرقام العام ٢٠٠٦. وبمقارنة أرقام العام ٢٠٠٦ بتلك المسجلة في ١٩٩٦، سنجد أن هذا يعني تراجعاً بواقع ٧ في المائة، مما يؤكد على صحة ما ذهبنا إليه.

واللافت، وفقاً لبيانات الجدول (٦)، إنه بينما انخفضت معدلات السحب من مياه طبقة الدمام في السنوات الأخيرة، اتخذ إجمالي السحب من مياه الروس – أم الرضمة منحناً تصاعدياً منذ العام ١٩٨٥ وهي الفترة التي تزامنت مع تشغيل محطة رأس أبوجرجور لتحلية المياه. فعلى سبيل المثال، نما معدل الاستهلاك من هذه الطبقة بواقع ٤,٧٪ في المتوسط سنوياً خلال العشر سنوات الأخيرة، ليصل إلى ٥٤,٣ مليون متر مكعب في العام ٢٠٠٦. وتشير الأرقام المبينة في الجدول (٧) والممثلة لإجمالي الاستهلاك من المياه الجوفية، أن هناك حوالي ٢١٦,٥ مليون متر مكعب قد تم ضخها من طبقتي الدمام والروس – أم الرضمة خلال العام ٢٠٠٦، أي بنسبة انخفاض وقدرها ٢١٪ مقارنتاً بتقديرات العام ١٩٩٦. ولا شك أن ذلك يعتبر مؤشر ذو دلالة هامة فيما يختص بتوجهات التخطيط المائي. وتستعرض أرقام الجدول (٨) معدلات الاستهلاك اليومي من المياه الجوفية للفترة من ١٩٧٩ – ٢٠٠٦، بغرض مقابلتها مع معدلات الاستهلاك اليومي من المياه المحلاة.

ونتعرف من خلال الجدول (٩) على التوزيع القطاعي لاستخدامات المياه المحلاة للفترة من ١٩٨٧ – ٢٠٠٦. بطبيعة الحال، إستأثرت حصة الاستخدامات البلدية بحوالي ٩٠٪ من إجمالي استهلاك المياه المحلاة حسب أرقام العام ٢٠٠٦، مع أهمية الإشارة إلى أن تقديرات قطاعات الزراعة والصناعة من هذه المياه قد حسبت وفقاً لمنهجيات وافتراضات محددة، واعتماداً على مخرجات بعض الدراسات (النعيمي، ٢٠٠٤). وخصص الجدول (١٠) لبيان مساهمة مياه الصرف الصحي المعالجة في تلبية متطلبات الري للفترة ذاتها، حيث يشير إلى التقدم الكبير الذي أحرز في هذا المجال، فقد قفزت الكمية المعاد استخدامها لأغراض الري من هذه المياه، من ٠,٧ مليون متر مكعب في سنة الأساس إلى ٢٩,٥ مليون متر مكعب في العام ٢٠٠٦.

أرقام الجدول (١١) تقدم لنا صورة شاملة عن استخدامات المياه حسب المصدر للفترة من ١٩٨٧ وحتى ٢٠٠٦. وتكشف هذه الأرقام أن المياه الجوفية لازالت تستحوذ على النصيب الأكبر ضمن إجمالي المياه المستغلة، حيث بلغت نسبتها ٥٩٪ وفقاً لتقديرات العام ٢٠٠٦، في مقابل ٣٣٪ و ٨٪ بالنسبة لمياه التحلية ومياه الصرف الصحي المعالجة، على التوالي. ويشير الجدول إلى أنه في حين لازالت المياه الجوفية تلبي الجزء الأكبر من الطلب على المياه، أظهرت مساهمة المصادر المائية الأخرى تزايداً ملحوظاً خلال فترة المقارنة، وتحديداً منذ العام ٢٠٠٣.

في الجدول (١٢) والشكل (١٢)، نستعرض التوزيع القطاعي لإجمالي الموارد المائية المستغلة للفترة ١٩٧٩ – ٢٠٠٦. هنا نرى أن الزراعة قد ظلت المستثمر الأكبر للموارد المائية المتاحة حتى العام ٢٠٠٢، بعدها ظهر بوضوح تأثير التوسع الكبير في إمدادات المياه المحلاة مما أدى إلى تزايد نصيب الاستخدامات البلدية على حساب حصة القطاع الزراعي. وبحسب أرقام العام ٢٠٠٦، فإن ما نسبته ٥٥ في المائة، أي حوالي ١٩٩,١ مليون متر مكعب قد ذهبت لإيفاء متطلبات القطاع البلدي، بعد أن كان هذا القطاع قد استخدم ما نسبته ٤١٪ في العام ١٩٩٦. وفي ظل استمرار التوسع في إمدادات مياه التحلية وتسارع عجلة التنمية وبالمقابل تراجع الأنشطة الزراعية، فإن حصص قطاعي الاستخدامات البلدية والصناعة ضمن إجمالي الموارد المائية المستغلة، مرشحة لأن تواصل نموها خلال السنوات المقبلة.

وعلى صعيد آخر، يستدل من تتبع المسار التاريخي للتغيرات في مناسيب المياه الجوفية أن هناك العديد من المؤشرات السلبية، فقد شهدت السنوات العشرين الأخيرة معدلات هبوط كبيرة في مناسيب المياه الجوفية لمختلف الطبقات المائية. لتحليل سلوك هذه المناسيب، تم حساب المتوسطات الشهرية والسنوية لمناسيب المياه في طبقة العلات خلال الفترة الممتدة من ١٩٨٨ – ٢٠٠٧ (الجدول ١٣)، وتم التعبير عن المتوسطات السنوية لمناسيب هذه الطبقة بيانياً في الشكل (١٤)، أما التغيرات الموسمية في مناسيب طبقة العلات فقد تم عرضها بيانياً في الشكل (١٥). في التفاصيل، سنجد أن هذه الطبقة قد فقدت نحو ٢,٥ متر من مناسيبها خلال الفترة المذكورة، وبمعدل هبوط سنوي بلغ حوالي ٠,١٣ متر، على أنه يمكن ملاحظة حدوث تحسن طفيف على مناسيب هذه الطبقة خلال العام٢٠٠٧، وهو الأمر الذي يمكن النظر إليه بإيجابية من وجهة نظر الإدارة المائية. وإذا ما توقفنا عند الشكل (١٦) الذي يوضح توزيع مناسيب المياه في طبقة العلات للعام ٢٠٠٧، سنلمس بوضوح سيادة القيم السالبة لهذه المناسيب، فيما عدا مناطق الهملة والجنبية التي توجد فيها هذه الطبقة كمنكشف سطحي، وتستقبل تغذية محلية محدودة.

ويظهر حساب المتوسطات الشهرية والسنوية لمناسيب المياه في طبقة الخبر كما هو موضح في الجدول (١٤) وممثل بيانياً في الشكل (١٧)، معدلات هبوط في مناسيب هذه الطبقة مشابهة إلى حدٍ كبير لتلك الممثلة لطبقة العلات. ففي خلال الفترة الممتدة من ١٩٨٠ إلى ٢٠٠٧، خسرت هذه الطبقة نحو ٢,٣٧ متر من مناسيبها، بمتوسط هبوط سنوي بلغ حوالي ٠,١٢ متر. أما الشكل (١٨) فيقدم لنا صورة عن التغيرات الموسمية في مناسيب طبقة الخبر التي لا تختلف هي الأخرى عن مثيلتها في طبقة العلات. وما قد يسترعي الانتباه في تفاصيل الشكل (١٩) الذي يكشف عن توزيع مناسيب المياه في طبقة الخبر للعام ٢٠٠٧، أنه على الرغم من انخفاض معدلات الاستهلاك من مياه طبقة الدمام بصورة عامة في السنوات الأخيرة، فقد واصل هبوط المناسيب المائية في هذه الطبقة بمعدلات خطيرة، وهو الأمر الثاني الذي يتوجب التعاطي معه بجدية في إطار توجهات الإدارة المائية.

وبحسب بيانات الجدول (١٥)، سجلت مناسيب المياه في طبقة الروس – أم الرضمة هبوط مقداره ٤,٥٦ متر خلال العقدين الماضيين، بمعدل إنخفاض سنوي بلغ ٠,٢٣ متر. ويوضح التمثيل البياني في الشكل (٢٠) استمرار معدلات الهبوط في مناسيب هذه الطبقة مترافقاً ذلك بالدرجة الأساسية، مع زيادة الضخ من حقل آبار المياه برأس أبوجرجور. ويظهر ذلك بصورة أوضح عند تتبع مسار التغيرات الموسمية في مناسيب هذه الطبقة على النحو المبين في الشكل (٢١) التي يبدو تأثرها الواضح بتفاوت مستويات الضخ الموسمية من هذا الحقل. ونستطيع أن نرصد من صورة توزيع مناسيب المياه في طبقة الروس – أم الرضمة للعام ٢٠٠٧ (الشكل ٢٢)، تأثر اتجاهات المناسيب ومعدلات هبوطها بمدى قربها أو بعدها عن مركز الضخ الرئيسي برأس أبوجرجور ومواقع التغذية الاصطناعية في حقل البحرين.

فيما يتعلق بتوزيع المستويات الملحية في الطبقات المائية، يلاحظ تدهور ملوحة مياه الدمام بمعدلات خطيرة، وإن كان توزيع الملوحة في طبقة العلات يتميز بأفضلية نسبية عن مثيله في طبقة الخبر. الشكل (٢٤) يعكس نمط توزيع المستويات الملحية في طبقة العلات للعام ٢٠٠٧، وفيه نلحظ التوزيع النمطي لملوحة مياه طبقة الدمام، حيث تزداد ملوحة مياه طبقة العلات في المناطق الشرقية والجنوبية الشرقية وبدرجة أقل في المناطق الشمالية الشرقية، بتأثير ظاهرة تداخل مياه البحر.

الشكل (٢٥) يوضح توزيع الملوحة في طبقة الخبر لنفس الفترة، ويقدم صورة أشد وضوحاً للتدهور الحاصل في ملوحة مياه تكوين الدمام وعلاقته بظاهرتي غزو مياه البحر في المناطق الشرقية والشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية، والتسرب العلوي من مياه الروس – أم الرضمة المالحة في المنطقة الشمالية الوسطى، وأجزاء من المنطقة الغربية. بالمقارنة، نجد أن توزيع الملوحة في طبقة الروس – أم الرضمة على النحو المبين في الشكل (٢٦) يسير بنمط مغاير عن مثيليه في طبقتي العلات والخبر، فعلى الرغم من تواصل إزدياد الضخ من هذه الطبقة خلال العقدين الأخيرين، لم تسجل أية تغيرات سلبية ذات دلالة في أنماط توزيع مستوياتها الملحية.

Executive Summary

This statistical report presents statistical data and information on the water resources in the Kingdom of Bahrain. It also contains statistics on other activities related to the groundwater resources in the country such as progress achieved on water well drilling and installation of water meters. The report provides a historical overview of groundwater trends and levels, and highlights the current (2007) situation with regard to the salinity distribution in the various aquifer systems. Emphasis is given in this report to cover relatively long time-series data ranging from 20 – 28 years, to enable meaningful historical comparison and effective data analysis, assessment, and manipulation.

This executive summary briefly explains the contents of the report and raises the main hydrogeological and policy issues that might have important implications from the water resources planning and management point of view.

Table 1 presents data on the number of wells drilled between 1980 and 2008. It shows that a total of 773 wells, or about 28 wells per year, were drilled during this period. The table shows that 592 wells, or 77% were drilled in the Dammam aquifer, and that the number of wells drilled in the Rus - Umm Er Radhuma aquifer has notably increased over the period 2004 – 2008 (40 wells, or 51% of the total number of wells drilled in this aquifer) compared to those completed in the Dammam aquifer. Clearly, this is attributed to the extensive economic development and urbanisation witnessed during those years, and suggests that major success have been achieved in the efforts of regulating water wells drilling from the Dammam aquifer. It should also be noted that water wells permitted in the Dammam aquifer represent cases of public interest and those related to well replacement in accordance with the laws regulating the use of groundwater.

As shown in Table 2 and illustrated graphically in Figure (2 - A), water wells drilled for agriculture purposes during the period 1980 – 2008 accounted for 61%, or 471 wells, whilst the share of the industrial wells has recorded a remarkable increase during 2004 – 2008. Table 3 indicates that up to the year 2008, a total of 1,270 water meters have been installed on 1,126 wells. It can be deduced that a direct relationship exists between the number of water meters in each abstraction area (Figure 3) and the extent of agricultural activity. This relationship may be further substantiated by the statistics given in Table 4, on the assumption that groundwater withdrawal rates are directly correlated to agriculture intensity.

Table 5 demonstrates that a total of 162.2 million cubic metres (Mm^3) was withdrawn from the Dammam aquifer in 2006, a 32% decrease compared with the abstraction estimate reported for 1996. This can be explained by the increase in the amount of treated effluent that have been re-used for irrigation, and the overall decline in agriculture due to the economic development and large-scale urbanisation during the last ten years. From the sectoral context, it is evident that agriculture still has the lion's share, accounting for 64% of the total groundwater withdrawn from the Dammam aquifer in 2006. This is a 7% decrease compared to the 1996 estimates, which perhaps confirms our aforementioned argument.

It is evident from Table 6 that, while groundwater withdrawal from the Dammam aquifers has considerably declined in the recent years, groundwater withdrawal from the Rus - Umm Radhuma aquifer has progressively increased since 1985, coinciding with the onset of the large-scale abstraction from

the Ras Abu-Jarjur Wellfield. For example, abstraction from the Rus - Umm Radhuma aquifer has increased by 4.7% on annual average during the last ten years, reaching 54.3 Mm^3 in 2006. Table 7 shows that total groundwater withdrawal during 2006 from both the Dammam and Rus - Umm Er Radhuma aquifers was about 216.5 Mm^3, a 21% less than that withdrawn in 1996. This fact should have important implications from the water resources planning and management perspectives. Table 8 displays the daily groundwater consumption for the years 1979 - 2006 per aquifer and total with the aim of comparing these figures with the average daily consumption from desalinated water.

The water use from desalination by categories of use for the period 1987 - 2006 is presented in Table 9. Apparently, the data show dominance of the municipal sector (about 90% according to the 2006 statistics). It is perhaps worth mentioning that the sectoral estimates for agriculture and industry have been calculated based on certain assumptions and findings of recent studies (Al-Noaimi, 2004). Table 10 gives estimates on the water use from treated sewage effluent over the last 20 years. Quantity of treated sewage effluent re-used for irrigation has significantly increased from 0.7 Mm^3 in the base year to 29.5 Mm^3 in 2006.

Table 11 presents the total water use by source for the period 1987 - 2006. It can be noted that groundwater still accounts for the biggest share of the total water use (59% according to the 2006 estimates). Desalinated water and treated sewage effluent accounted for 33% and 8%, respectively. However, the table reveals that, while it is true that groundwater is still the major source of water supply, contributions of the non-conventional water resources have shown remarkable increases during the comparison period, notably since 2003.

The sectoral distribution of the total water uses for the years 1979 - 2006 as shown in Table 12 and illustrated graphically in Figure 12 indicates that, up to the year 2002, agriculture remained by far the largest consumer of the available water resources. Since then, the share of the municipal sector has steadily increased in response to the expansion in desalination capacity. In 2006, for instance, about 199.1 Mm^3, or almost 55% was claimed by the municipal sector compared to a sectoral share of 41% in 1996. With more desalinated water continued to be produced coupled with a progressive deterioration in the agricultural activity, one could assume that the shares of both the municipal and industrial sectors would continue to rise in the coming years.

In another context, groundwater trends and levels in both the Dammam and Rus - Umm Er Radhuma aquifers have shown serious decline over the last twenty years. Table 13 shows the monthly and annual averages of water levels in the Alat aquifer for the period 1988 - 2007. Figure 14 is a water levels hydrograph for the Alat aquifer for the same period, while the seasonal fluctuations in the Alat aquifer water level are illustrated in Figure 15. Figure 14 suggests that the aquifer has lost nearly 2.5m of its piezometric levels over the mentioned period, indicating an annual decline rate of 0.13m. It can be noted, however, that the hydrograph showed a slightly increasing trend in 2007. Figure 16 displays the distribution of the groundwater levels in the Alat aquifer for the year 2007. With the exception of the Hamala - Janabiya area where a water level mound can be observed possibly due to local recharge from rainfall and irrigation returned flow over the outcrop area of the aquifer, negative head values appear to dominate.

The monthly and annual averages of water level changes in the Khobar aquifer are shown in Table 14 and represented graphically in Figure 17. Over the period 1980 to 2007, the Khobar aquifer has lost nearly 2.37m of its heads, with an annual average drop of 0.12m. The hydrograph pattern in Figure 17 generally exhibits similar falling water level trends to that of the Alat aquifer. Figure 18 depicts the seasonal variations in the Khobar water levels over the same monitoring period. Again, the hydrograph analysis suggests that Khobar produces seasonal behaviour that is identical to that observed for the Alat aquifer.

Figure 19 illustrates the groundwater levels distribution in the Khobar aquifer for the year 2007. It is interesting to note that, despite the decrease in groundwater withdrawal from this aquifer over the last ten years or so, water levels have continued to steadily decline at alarming rates. This fact probably warrants a particular consideration as far as the groundwater management is concerned.

Table 15 exhibits that the water levels in the Rus - Umm Er Radhuma aquifer have declined by about 4.56m during the last two decades, indicating that water levels in this aquifer are falling at an annual rate of about 0.23m. The hydrograph in Figure 20 confirms this decreasing trend which is in consistent with the heavy abstraction from the Ras Abu Jarjur Wellfield. Figure 21 reveals the long-term seasonal water level fluctuations in the Rus - Umm Er Radhuma aquifer, while Figure 22 shows the piezometric levels distribution in the aquifer for the year 2007. It can be seen that Figure 21 translates the effects of the seasonal groundwater abstraction from the Ras Abu-Jarjur Wellfield, and Figure 22 clearly illustrates the influence of the degree of remoteness from the main pumping centre (i.e. Ras Abu-Jarjur Wellfield) as well as from the artificial recharge sites within the Bahrain Oil Field, on the water levels behaviour in this aquifer.

The spatial salinity distribution in the Dammam aquifer indicates serious water quality deterioration, although the Alat salinity appears to be slightly better than that of the Khobar. Figure 24 presents the salinity distribution in the Alat aquifer for the year 2007. Typically, the figure indicates severe salinity degradation along the eastern and southeastern areas and, to a less extent, in the northeastern area duo to the seawater intrusion phenomenon.

The total dissolved solids distribution in the Khobar aquifer for the year 2007 is given in Figure 25. It provides more evidences on the salinity degradation of the Dammam's groundwater. The salinity increases in the eastern, northeastern, and southeastern areas are ascribed to the seawater intrusion, whereas the marked salinity deterioration in the north central area (Aali and Samabad Area) is attributed to the saline water upflow from the deeper Rus - Umm Er Radhuma aquifer. Further salinisation is also evident along the western coast of Bahrain, possibly due to increased abstraction for agriculture.

On the contrary, the salinity contour map of the Rus - Umm Er Radhuma aquifer as shown in Figure 26 provides somewhat positive salinity trends. Here it appears that, in spite of the large-scale abstraction from this aquifer during the last two decades, particularly from the Ras Abu-Jarjur Wellfield, no significant negative salinity variations have been recorded.

الآبار وعدادات المياه

Wells and Water Meters

Table (1) جدول (١)

عدد الآبار المنجزة حسب الطبقة المائية والإجمالي ١٩٨٠ – ٢٠٠٨

Number of wells drilled per aquifer and total 1980 - 2008

Year السنه	عدد الآبار حسب الطبقة المائية Number of wells drilled per aquifer								Total إجمالي عدد الآبار
	Alat العلات	Alat + Khobar العلات + الخبر	Khobar الخبر	Khobar + Rus الخبر + الرس	Rus الرس	Rus - Uer الرس – أم الرضمة	Uer أم الرضمة	Aruma العرومه	
1980	2	1	51	-	-	-	-	-	54
1981	2	-	7	-	-	-	1	-	10
1982	2	-	14	-	-	-	10	2	28
1983	6	-	25	-	1	2	19	1	54
1984	7	-	21	-	2	1	2	-	33
1985	5	2	18	-	2	-	1	-	28
1986	3	-	24	1	-	-	-	-	28
1987	4	1	24	-	2	-	-	-	31
1988	1	-	27	1	-	-	-	-	29
1989	1	2	15	-	-	1	-	-	19
1990	2	5	17	-	-	1	-	-	25
1991	5	1	38	-	1	3	-	-	48
1992	1	3	52	1	-	5	1	-	63
1993	3	-	33	-	3	2	1	-	42
1994	2	1	25	-	3	-	-	-	31
1995	4	1	16	-	4	1	4	-	30
1996	3	1	17	-	7	2	1	-	31
1997	1	-	12	-	-	-	2	-	15
1998	4	-	6	-	2	3	1	-	16
1999	1	-	2	-	-	1	-	-	4
2000	-	1	9	-	-	-	-	-	10
2001	4	-	3	-	1	4	1	-	13
2002	-	-	4	-	2	5	-	-	11
2003	3	1	14	-	1	7	-	-	26
2004	1	-	6	-	2	5	1	-	15
2005	-	-	3	-	1	6	6	-	16
2006	6	-	3	-	1	12	-	-	22
2007	2	-	3	-	3	14	-	-	22
2008	2	-	6	-	1	3	7	-	19
Total	**77**	**20**	**495**	**3**	**39**	**78**	**58**	**3**	**773**

Figure (1) شكل (١)

عدد الآبار المنجزة حسب الطبقة المائية والإجمالي ١٩٨٠ – ٢٠٠٨

Number of wells drilled per aquifer and total 1980 - 2008

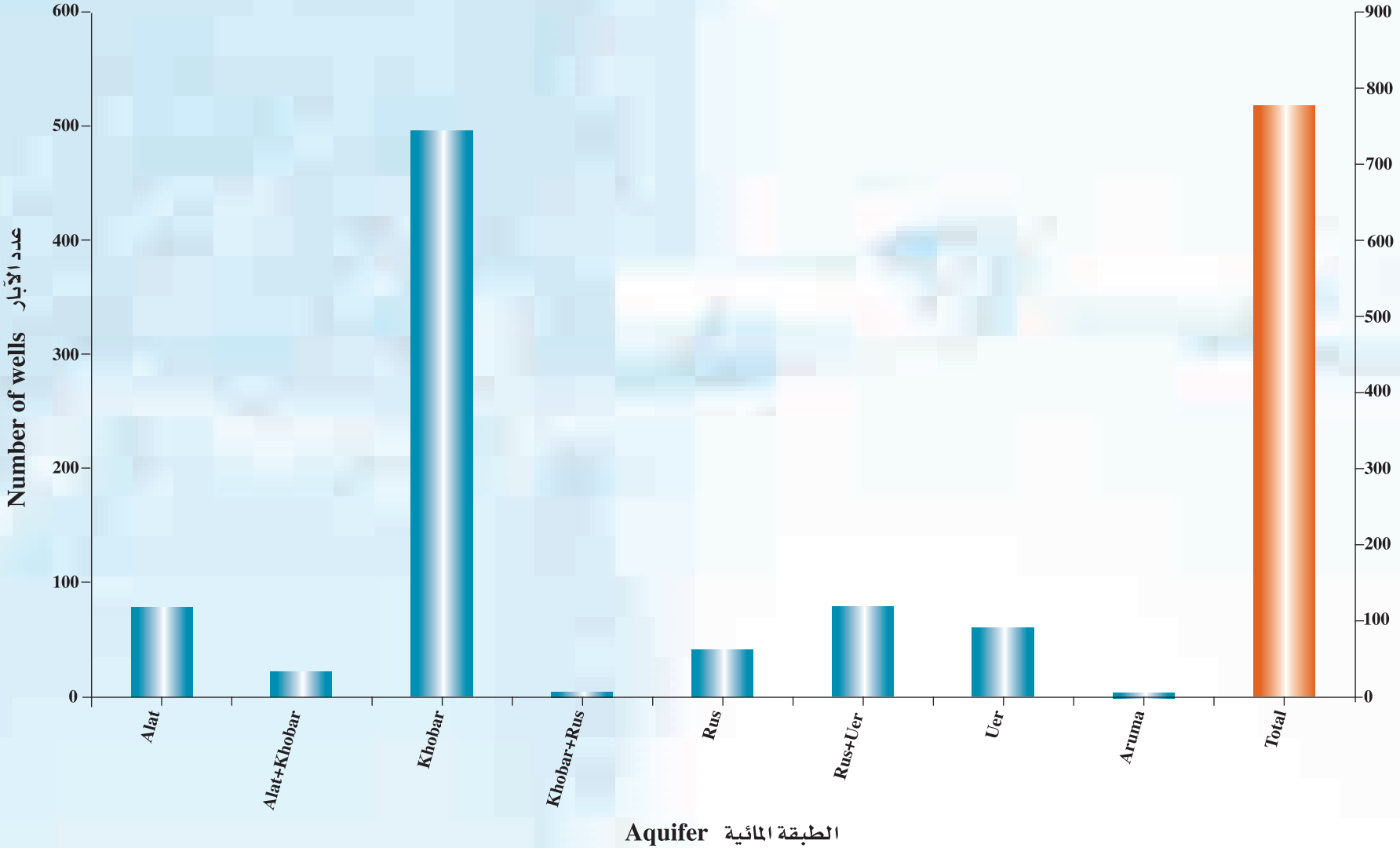


Table (2) جدول (٢)

عدد الآبار حسب الاستخدام والإجمالي ١٩٨٠ – ٢٠٠٨

Number of wells drilled by use and total 1980 - 2008

Year السنه	Number of wells drilled by use عدد الآبار الارتوازية حسب الاستخدام						Total إجمالي عدد الآبار
	Agricultural الزراعي	Municipal البلدي	Industrial الصناعي	Observation wells آبار مراقبة	Recharge wells آبار تغذية	Waste disposal wells آبار تصريف النفايات	
1980	25	24	1	4	-	-	54
1981	4	3	3	-	-	-	10
1982	6	2	3	15	-	2	28
1983	16	19	1	18	-	-	54
1984	20	-	-	10	2	1	33
1985	22	3	1	2	-	-	28
1986	23	2	-	3	-	-	28
1987	24	7	-	-	-	-	31
1988	16	12	1	-	-	-	29
1989	17	-	1	1	-	-	19
1990	19	3	1	1	1	-	25
1991	35	7	4	1	1	-	48
1992	59	2	1	-	-	1	63
1993	31	6	-	-	4	1	42
1994	24	3	1	1	1	1	31
1995	17	5	3	-	2	3	30
1996	24	2	1	-	4	-	31
1997	7	6	2	-	-	-	15
1998	11	1	3	-	-	1	16
1999	2	-	1	-	1	-	4
2000	7	-	-	-	3	-	10
2001	6	4	3	-	-	-	13
2002	6	2	2	-	1	-	11
2003	18	-	5	-	3	-	26
2004	7	-	7	-	1	-	15
2005	3	6	6	-	1	-	16
2006	11	1	9	-	-	1	22
2007	7	-	14	1	-	-	22
2008	4	3	7	3	2	-	19
Total	**471**	**123**	**81**	**60**	**27**	**11**	**773**

Figure (2 - A) شكل (٢ - أ)

عدد الآبار المنجزة حسب الاستخدام ١٩٨٠ – ٢٠٠٨

Number of wells drilled by use 1980 - 2008

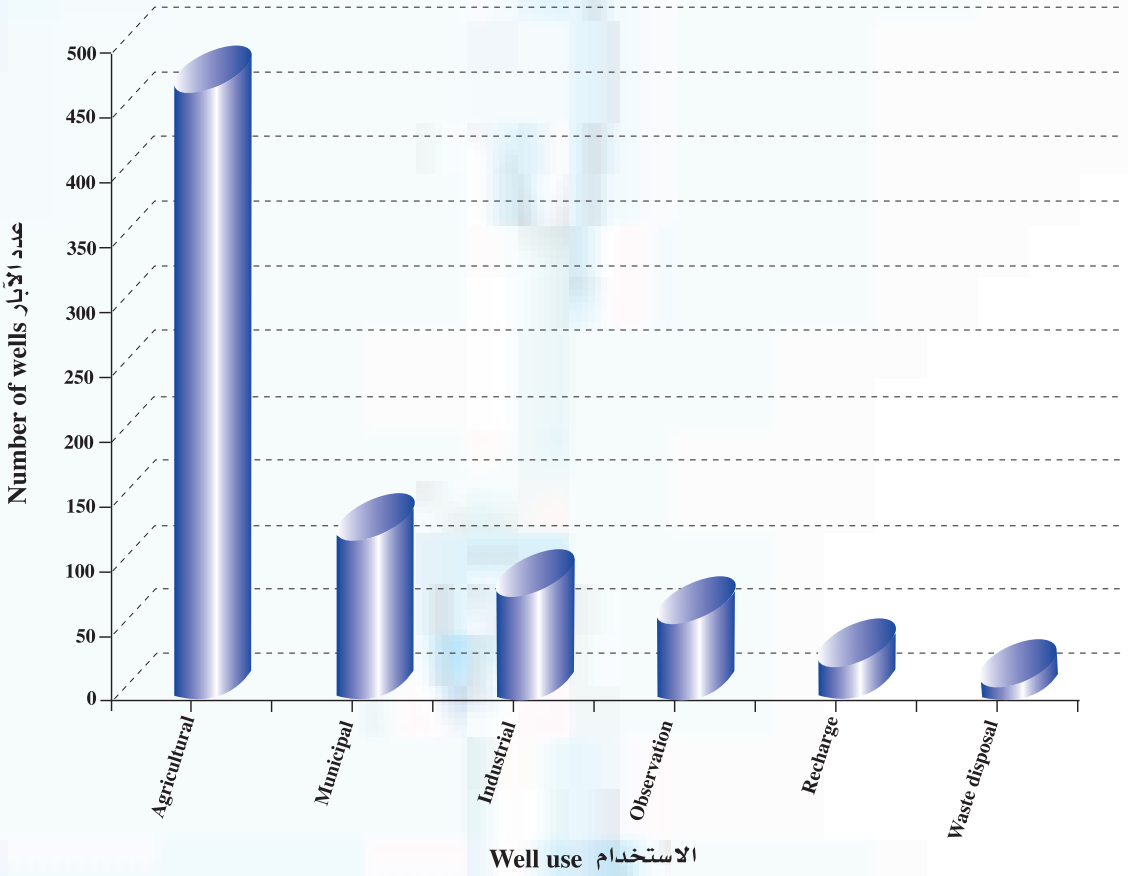


Figure (2 - B) شكل (٢ - ب)

إجمالي عدد الآبار المنجزة ١٩٨٠ – ٢٠٠٨

Total number of wells drilled 1980 - 2008

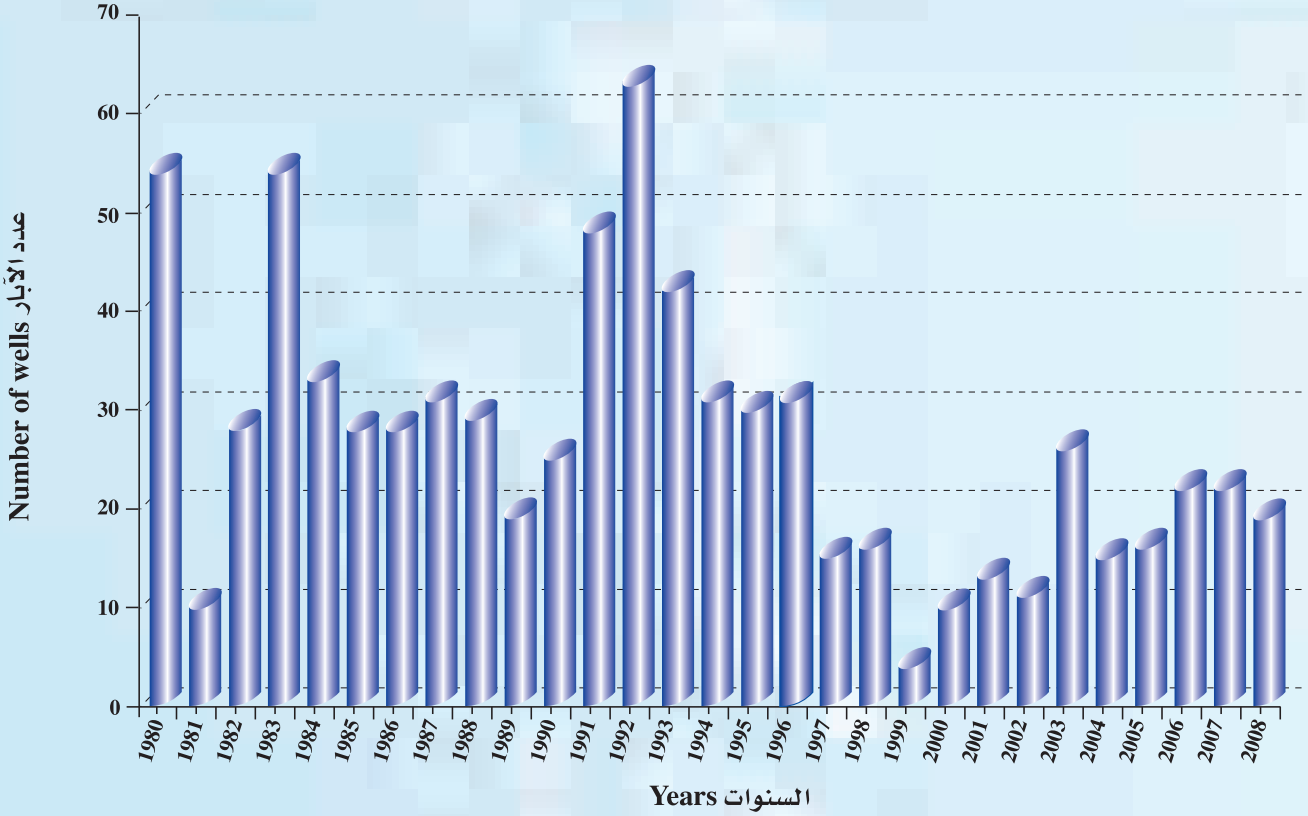
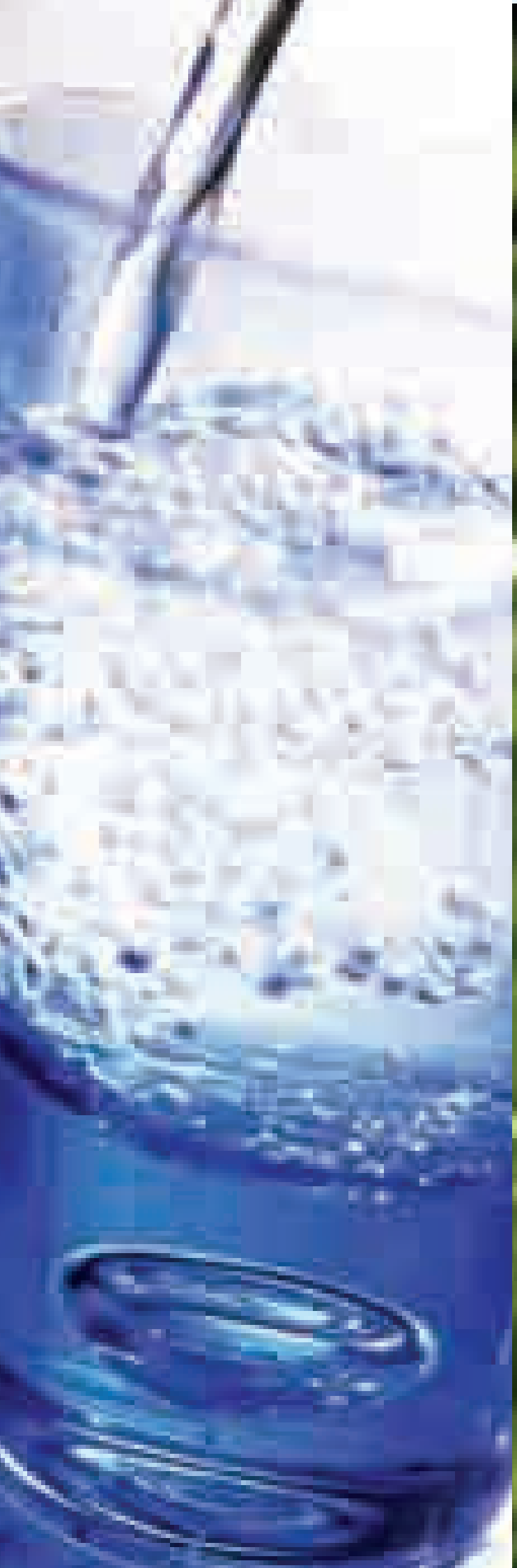


Table (3) جدول (٣)

عدادات المياه المركبة على الآبار حسب مناطق الاستهلاك والإجمالي حتى العام ٢٠٠٨

Number of water meters installed per abstraction area and total up to 2008

Area No. رقم المنطقة	Production wells الآبار الإنتاجية			No. of water meters installed إجمالي عدادات المياه
	Used مستخدمة	Not used غير مستخدمة	Total المجموع	
1	29	-	29	27
2	36	2	38	43
3	50	1	51	67
4	43	1	44	54
5	33	2	35	45
6	10	-	10	14
7	48	4	52	49
8	16	12	28	33
9	25	4	29	21
10	39	5	44	49
11	28	2	30	32
12	42	3	45	54
13	18	4	22	50
14	38	9	47	71
15	13	3	16	14
16	42	5	47	55
17	7	4	11	8
18	53	6	59	71
19	45	9	54	59
20	32	8	40	53
21	14	1	15	21
22	41	6	47	69
23	22	3	25	25
24	59	21	80	67
25	24	9	33	30
26	14	9	23	23
27	20	3	23	20
28	20	2	22	21
29	15	2	17	14
30	42	1	43	43
31	30	1	31	34
32	21	1	22	27
33	14	-	14	7
Total	**983**	**143**	**1126**	**1270**



استخدامات المياه الجوفية
Groundwater Uses

Table (4) جدول (٤)

السحب من المياه الجوفية حسب مناطق الاستهلاك والطبقة المائية والإجمالي للعام ٢٠٠٦

Groundwater withdrawal per abstraction area and aquifer, and total 2006

Area No. رقم المنطقة	Groundwater withdrawal per abstraction area السحب من المياه الجوفية حسب مناطق الاستهلاك (مليون متر مكعب)		Total المجموع (Mm^3 مليون متر مكعب)
	Dammam aquifer طبقة الدمام	Rus - Uer aquifer طبقة الرس – أم الرضمة	
1	4.5	0.1	4.6
2	7.0	---	7.0
3	4.6	---	4.6
4	2.8	---	2.8
5	2.3	---	2.3
6	3.5	---	3.5
7	5.7	---	5.7
8	2.4	0.3	2.7
9	1.3	---	1.3
10	2.4	---	2.4
11	2.9	---	2.9
12	3.9	---	3.9
13	3.4	---	3.4
14	6.5	---	6.5
15	3.2	---	3.2
16	26.9	---	26.9
17	1.7	0.1	1.8
18	5.8	---	5.8
19	7.3	---	7.3
20	5.6	---	5.6
21	8.5	1.0	9.5
22	5.3	0.1	5.4
23	1.8	0.4	2.2
24	6.5	0.8	7.3
25	5.2	1.4	6.6
26	4.9	0.2	5.1
27	3.2	0.4	3.6
28	9.8	---	9.8
29	7.1	0.2	7.3
30	3.0	---	3.0
31	1.7	0.9	2.6
32	0.2	48.4	48.6
33	1.3	---	1.3
Total	**162.2**	**54.3**	**216.5**

Figure (4) شكل (٤)

السحب من المياه الجوفية حسب مناطق الاستهلاك والطبقة المائية والإجمالي للعام ٢٠٠٦

Groundwater withdrawal per abstraction area and aquifer, and total 2006

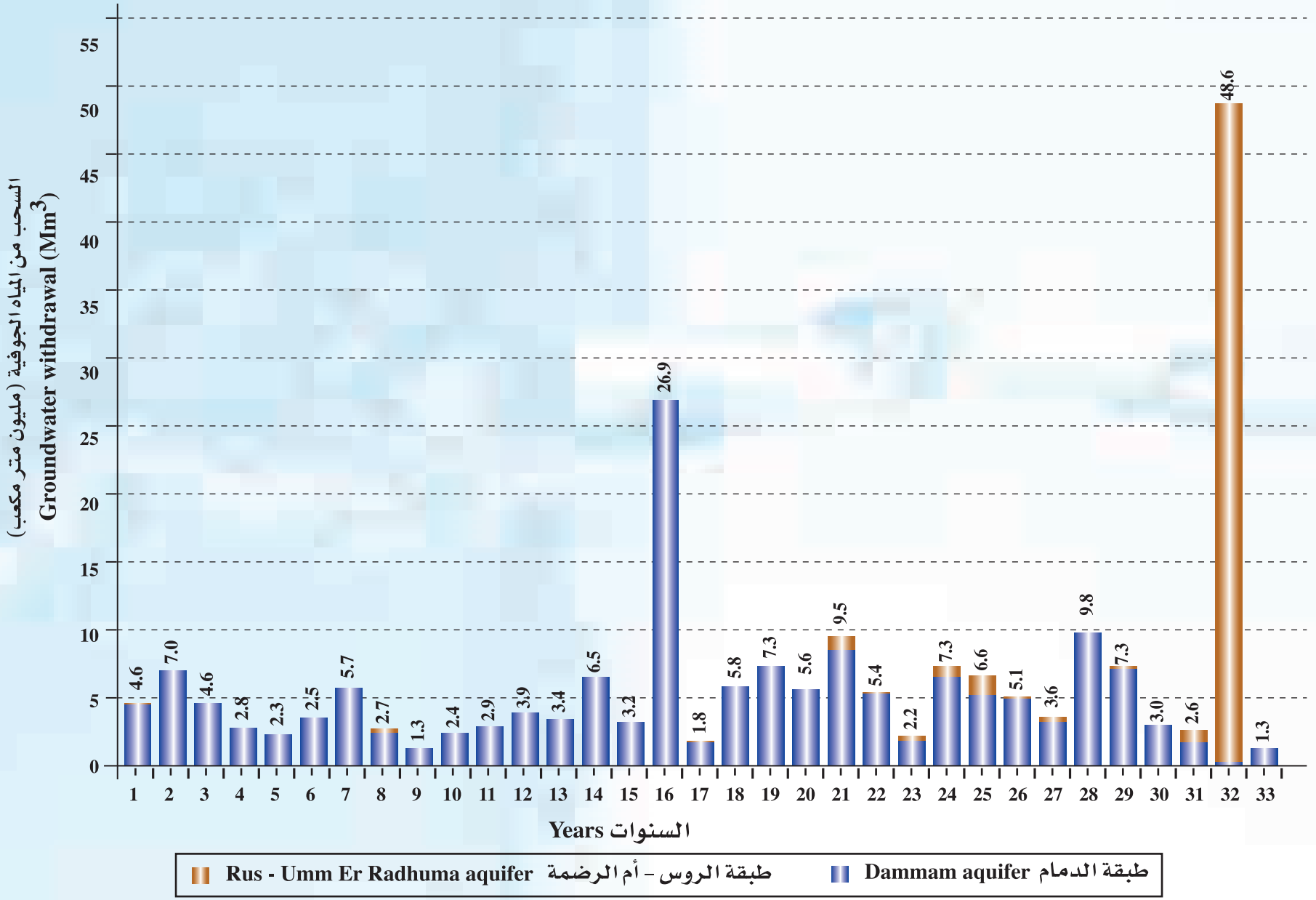


Table (5) جدول (٥)

استخدام المياه الجوفية من طبقة الدمام حسب القطاع والإجمالي ١٩٧٩ – ٢٠٠٦

Groundwater use from the Dammam aquifer by sector and total 1979 – 2006

Year السنة	Sectoral groundwater use from the Dammam aquifer (Mm^3) الاستخدام القطاعي من مياه طبقة الدمام (مليون متر مكعب)			Total use إجمالي الاستخدام (مليون متر مكعب Mm^3)	Percentage increase/ decrease الزيادة السنوية/النقصان (%)
	Agriculture الزراعي	Municipal البلدي	Industrial الصناعي		
1979	90.0	41.1	7.0	138.1	--
1980	95.6	46.7	6.3	148.6	7.6
1981	102.5	53.4	5.8	161.7	8.8
1982	108.0	55.3	4.0	167.3	3.5
1983	111.0	57.0	4.5	172.5	3.1
1984	91.0	46.7	6.5	144.2	-16.4
1985	100.0	47.4	4.9	152.3	5.6
1986	108.8	45.6	5.4	159.8	4.9
1987	117.2	56.5	5.6	179.3	12.2
1988	107.9	54.9	5.6	168.4	-6.1
1989	114.4	60.8	5.8	181.0	7.5
1990	124.7	56.8	5.9	187.4	3.5
1991	121.3	53.1	5.3	179.7	-4.1
1992	136.1	52.5	5.6	194.2	8.1
1993	139.0	61.1	6.0	206.1	6.1
1994	150.8	61.2	6.3	218.3	5.9
1995	159.0	64.6	6.7	230.3	5.5
1996	169.0	61.8	7.1	237.9	3.3
1997	178.3	65.2	7.4	250.9	5.5
1998	180.5	66.0	7.5	254.0	1.2
1999	170.3	52.8	6.2	229.3	-9.7
2000	159.9	52.7	6.2	218.8	-4.6
2001	137.4	45.2	5.1	187.7	-14.2
2002	141.9	53.9	5.3	201.1	7.1
2003	135.9	54.4	5.1	195.4	-2.8
2004	123.2	54.7	4.6	182.5	-6.6
2005	110.8	56.0	4.1	170.9	-6.4
2006	104.4	53.9	3.9	162.2	-5.1

Figure (5) شكل (٥)

استخدام المياه الجوفية من طبقة الدمام حسب القطاع والإجمالي ١٩٧٩ – ٢٠٠٦

Groundwater use from the Damman aquifer by sector and total 1979 - 2006

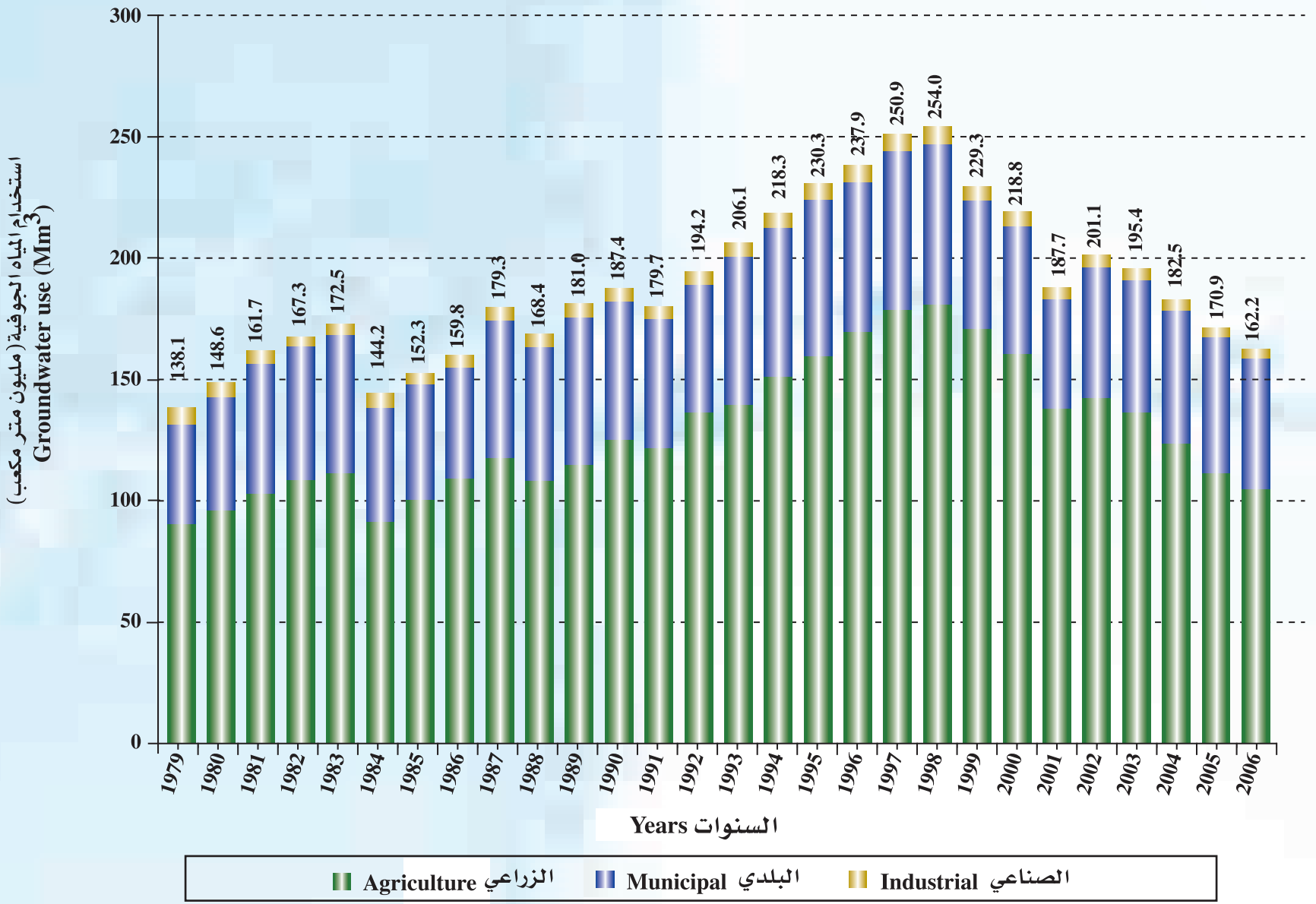


Table (6) جدول (٦)

استخدام المياه الجوفية من طبقة الروس - أم الرضمة حسب القطاع والإجمالي ١٩٧٩ - ٢٠٠٦

Groundwater use from the Rus – Umm Er Radhuma aquifer by sector and total 1979 – 2006

Year السنة	Sectoral groundwater use from Rus – Umm Er Radhuma aquifer (Mm^3) الاستخدام القطاعي من مياه الروس – أم الرضمة (مليون متر مكعب)			Total use إجمالي الاستخدام (مليون متر مكعب Mm^3)	Percentage increase/ decrease الزيادة السنوية/النقصان (%)
	Agriculture الزراعي	Municipal البلدي	Industrial الصناعي		
1979	1.3	0.7	7.3	9.3	--
1980	1.8	0.9	6.4	9.1	-2.2
1981	2.1	0.7	6.2	9.0	-1.1
1982	2.3	0.5	5.8	8.6	-4.4
1983	2.3	0.3	5.5	8.1	-5.8
1984	2.5	2.9	4.6	10.0	23.5
1985	2.5	25.7	4.6	32.8	228.0
1986	2.8	24.8	3.8	31.4	-4.3
1987	4.1	24.2	5.4	33.7	7.3
1988	5.1	23.0	6.4	34.5	2.4
1989	5.0	22.2	5.2	32.4	-6.1
1990	5.0	23.1	4.0	32.1	-0.9
1991	4.9	26.6	3.6	35.1	9.3
1992	6.1	27.3	3.5	36.9	5.1
1993	6.1	27.3	3.5	36.9	0.0
1994	6.2	28.3	3.5	38.0	3.0
1995	6.5	26.9	3.2	36.6	-3.7
1996	6.8	26.6	3.3	36.7	0.3
1997	6.4	26.9	3.7	37.0	0.8
1998	7.3	29.0	3.1	39.4	6.5
1999	7.6	30.5	4.9	43.0	9.1
2000	7.3	31.0	5.7	44.0	2.3
2001	7.5	30.5	6.2	44.2	0.5
2002	7.8	29.2	6.8	43.8	-0.9
2003	7.8	29.2	7.1	44.1	0.7
2004	8.4	31.2	9.5	49.1	11.3
2005	7.1	23.2	7.3	37.6	-23.4
2006	7.3	39.1	7.9	54.3	44.4

Figure (6) شكل (٦)

استخدام المياه الجوفية من طبقة الروس – أم الرضمة حسب القطاع والإجمالي ١٩٧٩ – ٢٠٠٦

Groundwater use from the Rus - Umm Er Radhuma aquifer by sector and total 1979 - 2006

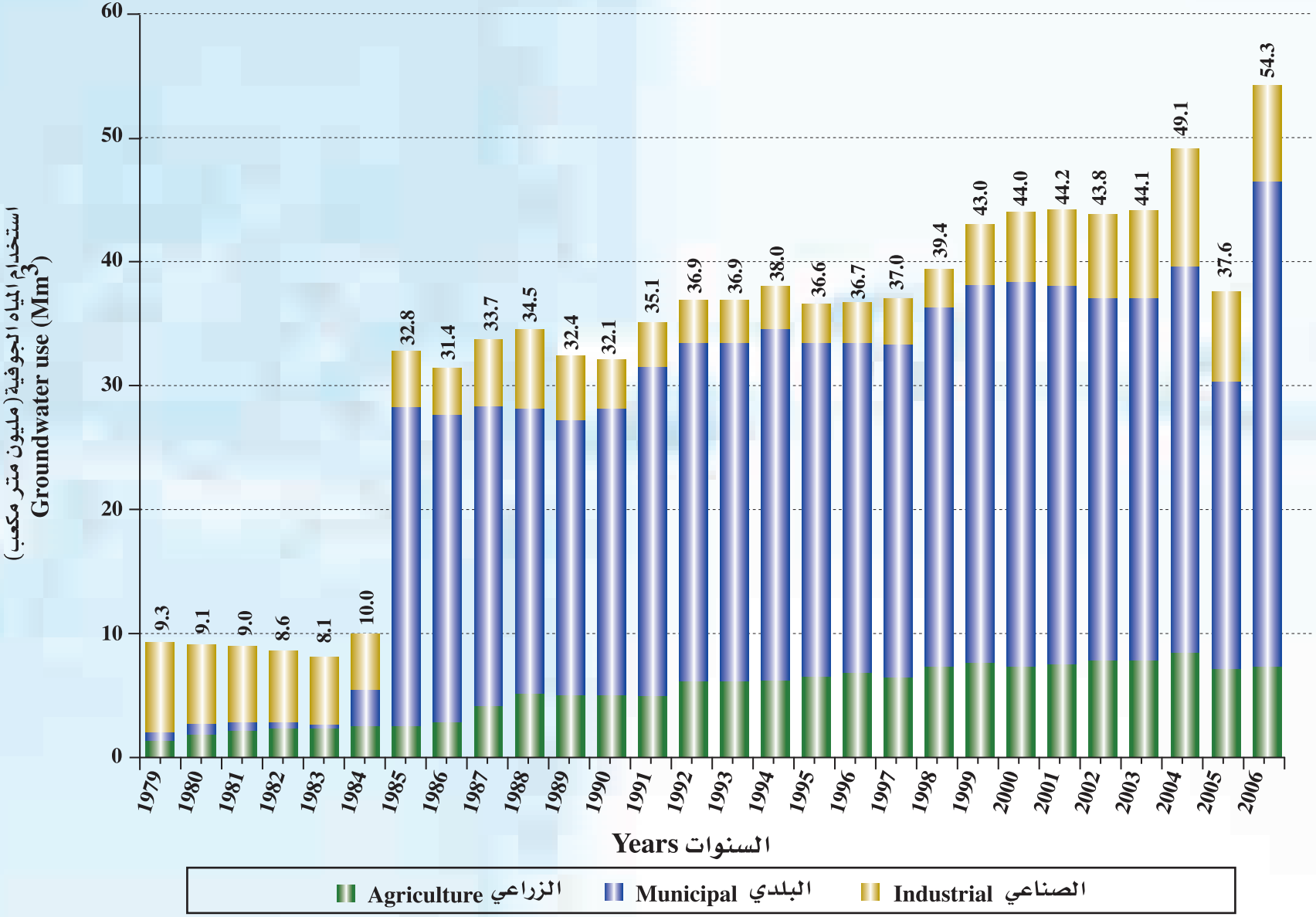


Table (7) جدول (٧)

استخدام المياه الجوفية حسب الطبقة المائية والإجمالي ١٩٧٩ – ٢٠٠٦

Groundwater use by aquifer and total 1979 – 2006

Year السنة	Dammam aquifer طبقة الدمام (مليون متر مكعب) (Mm^3)	Rus - Umm Er Radhuma aquifer طبقة الروس – أم الرضمة (مليون متر مكعب) (Mm^3)	Total use إجمالي الاستخدام (مليون متر مكعب) (Mm^3)	Percentage increase/ decrease الزيادة السنوية/النقصان (%)
1979	138.1	9.3	147.4	--
1980	148.6	9.1	157.7	7.0
1981	161.7	9.0	170.7	8.2
1982	167.3	8.6	175.9	3.0
1983	172.5	8.1	180.6	2.7
1984	144.2	10.0	154.2	-14.6
1985	152.3	32.8	185.1	20.0
1986	159.8	31.4	191.2	3.3
1987	179.3	33.7	213.0	11.4
1988	168.4	34.5	202.9	-4.7
1989	181.0	32.4	213.4	5.2
1990	187.4	32.1	219.5	2.9
1991	179.7	35.1	214.8	-2.1
1992	194.2	36.9	231.1	7.6
1993	206.1	36.9	243.0	5.1
1994	218.3	38.0	256.3	5.5
1995	230.3	36.6	266.9	4.1
1996	237.9	36.7	274.6	2.9
1997	250.9	37.0	287.9	4.8
1998	254.0	39.4	293.4	1.9
1999	229.3	43.0	272.3	-7.2
2000	218.8	44.0	262.8	-3.5
2001	187.7	44.2	231.9	-11.8
2002	201.1	43.8	244.9	5.6
2003	195.4	44.1	239.5	-2.2
2004	182.5	49.1	231.6	-3.3
2005	170.9	37.6	208.5	-10.0
2006	162.2	54.3	216.5	3.8

Figure (7) شكل (٧)

استخدام المياه الجوفية حسب الطبقة المائية والإجمالي ١٩٧٩ - ٢٠٠٦

Groundwater use by aquifer and total 1979 - 2006

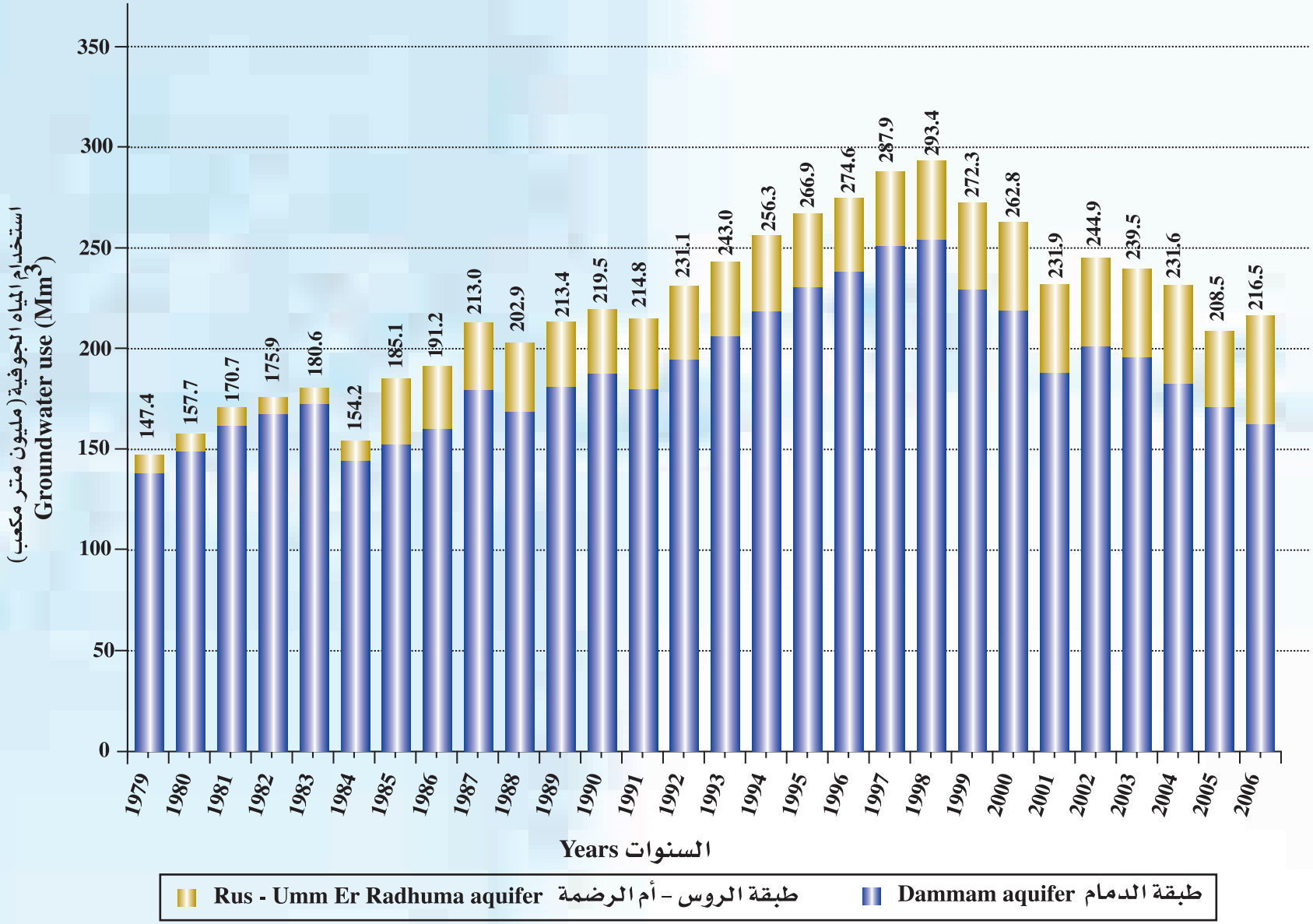


Table (8) جدول (٨)

الاستخدام اليومي من المياه الجوفية حسب الطبقة المائية والإجمالي ١٩٧٩ – ٢٠٠٦

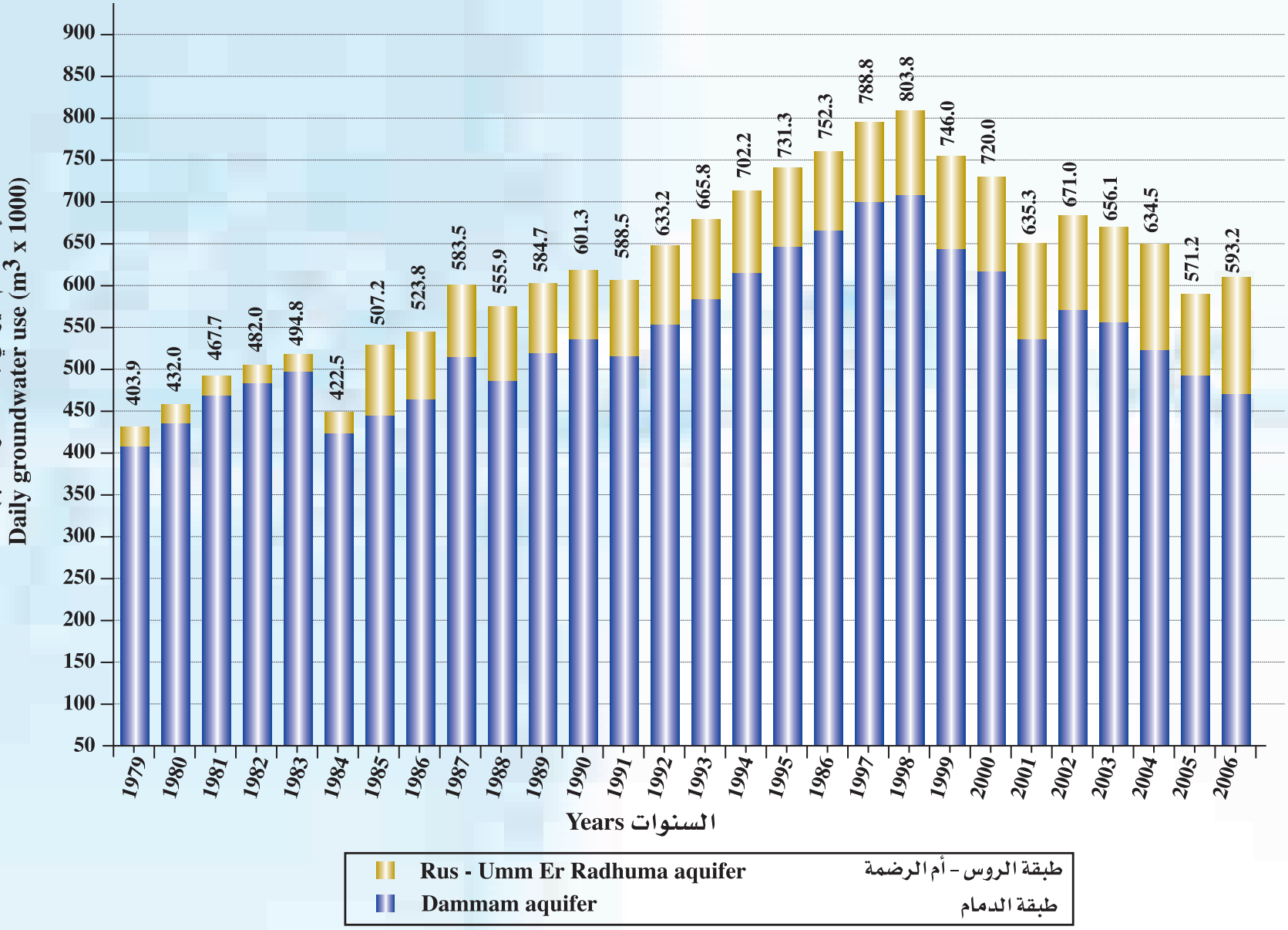
Daily groundwater use by aquifer and total 1979 - 2006

Year السنة	Daily Dammam groundwater use (m^3 x 1000) الاستخدام اليومي من طبقة الدمام (ألف متر مكعب)	Daily Rus - Umm Er Radhuma groundwater use (m^3 x 1000) الاستخدام اليومي من طبقة الروس – أم الرضمة (ألف متر مكعب)	Daily total groundwater use (m^3 x 1000) الاستخدام اليومي من المياه الجوفية (ألف متر مكعب)	Percentage increase/decrease الزيادة السنوية/النقصان (%)
1979	378.4	25.5	403.9	--
1980	407.1	24.9	432.0	7.0
1981	443.0	24.7	467.7	8.3
1982	458.4	23.6	482.0	3.1
1983	472.6	22.2	494.8	2.7
1984	395.1	27.4	422.5	-14.6
1985	417.3	89.9	507.2	20.0
1986	437.8	86.0	523.8	3.3
1987	491.2	92.3	583.5	11.4
1988	461.4	94.5	555.9	-4.7
1989	495.9	88.8	584.7	5.2
1990	513.4	87.9	601.3	2.8
1991	492.3	96.2	588.5	-2.1
1992	532.1	101.1	633.2	7.6
1993	564.7	101.1	665.8	5.1
1994	598.1	104.1	702.2	5.5
1995	631.0	100.3	731.3	4.1
1996	651.8	100.5	752.3	2.9
1997	687.4	101.4	788.8	4.9
1998	695.9	107.9	803.8	1.9
1999	628.2	117.8	746.0	-7.2
2000	599.5	120.5	720.0	-3.5
2001	514.2	121.1	635.3	-11.8
2002	551.0	120.0	671.0	5.6
2003	535.3	120.8	656.1	-2.2
2004	500.0	134.5	634.5	-3.3
2005	468.2	103.0	571.2	-10.0
2006	444.4	148.8	593.2	3.9

Figure (8) شكل (٨)

الاستخدام اليومي من المياه الجوفية حسب الطبقة المائية والإجمالي ١٩٧٩ - ٢٠٠٦

Daily groundwater use by aquifer and total 1979 - 2006



استخدامات المياه غير التقليدية

Non-conventional Water Uses

Table (9) جدول (٩)

استخدام مياه التحلية حسب القطاع والإجمالي ١٩٨٧ – ٢٠٠٦

Water use from desalination by sector and total 1987 – 2006

Year السنة	Sectoral water use from desalination الاستخدام القطاعي من مياه التحلية			Total water use from desalination إجمالي استخدام مياه التحلية (مليون متر مكعب) (Mm^3)	Percentage increase/ decrease الزيادة السنوية/النقصان (%)
	Agriculture الزراعي	Municipal البلدي	Industrial الصناعي		
1987	1.7	39.8	2.6	44.1	--
1988	1.9	44.4	2.9	49.2	11.6
1989	2.1	43.4	3.1	48.6	-1.2
1990	2.5	48.4	3.3	54.2	11.5
1991	2.5	49.9	3.6	56.0	3.3
1992	2.3	55.2	3.8	61.3	9.5
1993	2.1	52.4	3.8	58.3	-4.9
1994	2.0	54.0	3.8	59.8	2.6
1995	1.9	47.1	3.7	52.7	-11.9
1996	1.8	54.9	3.9	60.6	15.0
1997	1.8	53.3	3.8	58.9	-2.8
1998	2.3	55.1	4.0	61.4	4.2
1999	2.5	55.9	4.3	62.7	2.1
2000	3.0	80.0	6.2	89.2	42.3
2001	3.3	83.9	6.7	93.9	5.3
2002	3.3	83.4	7.0	93.7	-0.2
2003	3.6	90.7	8.1	102.4	9.3
2004	3.6	93.6	8.3	105.5	3.0
2005	3.3	96.9	8.8	109.0	3.3
2006	3.1	106.1	9.4	118.6	8.8

استهلاك قطاعي الزراعة والصناعة من مياه التحلية، قدرت وفقاً لحسابات إدارة مصادر المياه.

Water uses for agriculture and industrial sectors are based on the Water Resources Directorate's estimates.

Figure (9) شكل (٩)

استخدام مياه التحلية حسب القطاع والإجمالي ١٩٨٧ – ٢٠٠٦

Water use from desalination by sector and total 1987 - 2006

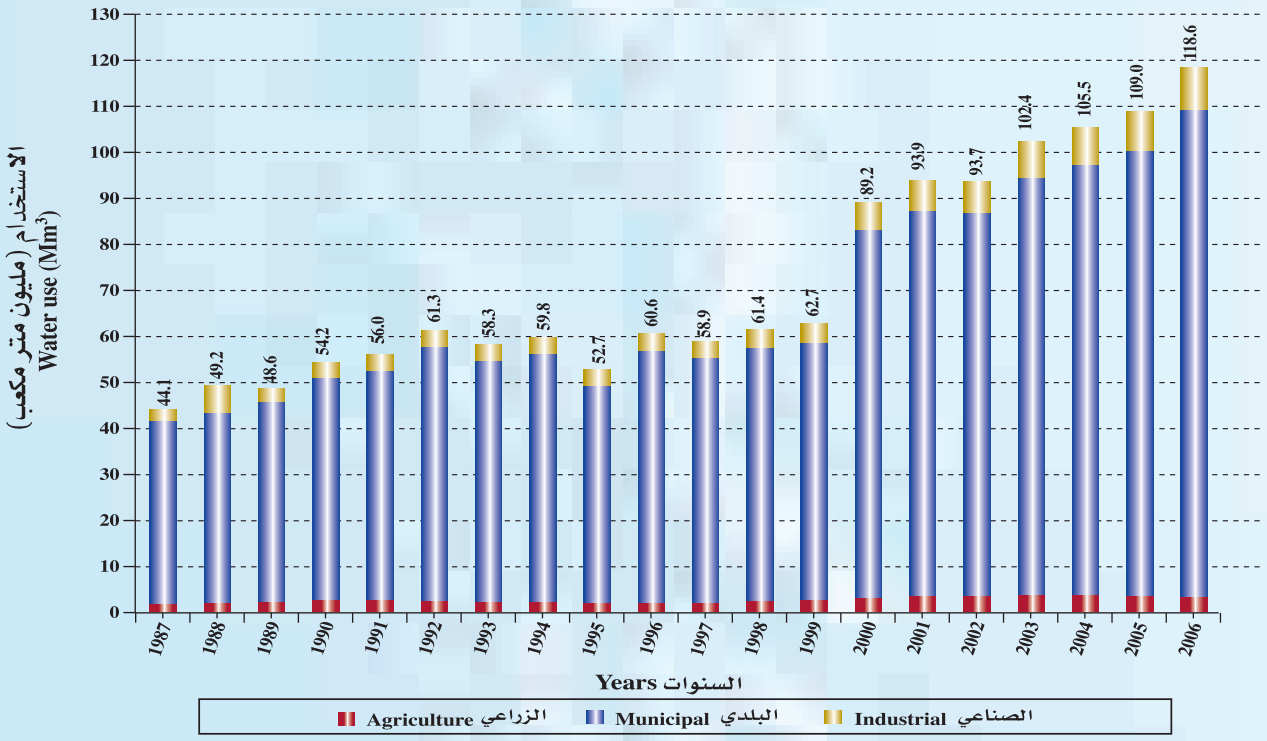


Table (10) جدول (١٠)

استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ١٩٨٧ – ٢٠٠٦

Water use from treated sewage effluent 1987 – 2006

Year السنة	Water use from treated sewage effluent (Mm^3) الاستخدام من مياه الصرف الصحي المعالجة (مليون متر مكعب)	Percentage increase/ decrease الزيادة السنوية/النقصان (%)
1987	0.7	--
1988	1.5	114.3
1989	2.3	53.3
1990	4.4	91.3
1991	5.9	34.1
1992	7.5	27.1
1993	8.3	10.7
1994	12.9	55.4
1995	11.9	-7.8
1996	13.2	10.9
1997	12.8	-3.0
1998	12.2	-4.7
1999	14.0	14.8
2000	14.6	4.3
2001	15.4	5.5
2002	14.1	-8.4
2003	18.8	33.3
2004	22.6	20.2
2005	24.0	6.2
2006	29.5	22.9

ملاحظة

١- المعلومات مستقاة من إدارة الهندسة الزراعية مع تقديرات إدارة مصادر المياه للسنوات البينية.

٢- بافتراض استخدام كامل الكمية المتاحة من هذا المصدر لأغراض الري.

Note:

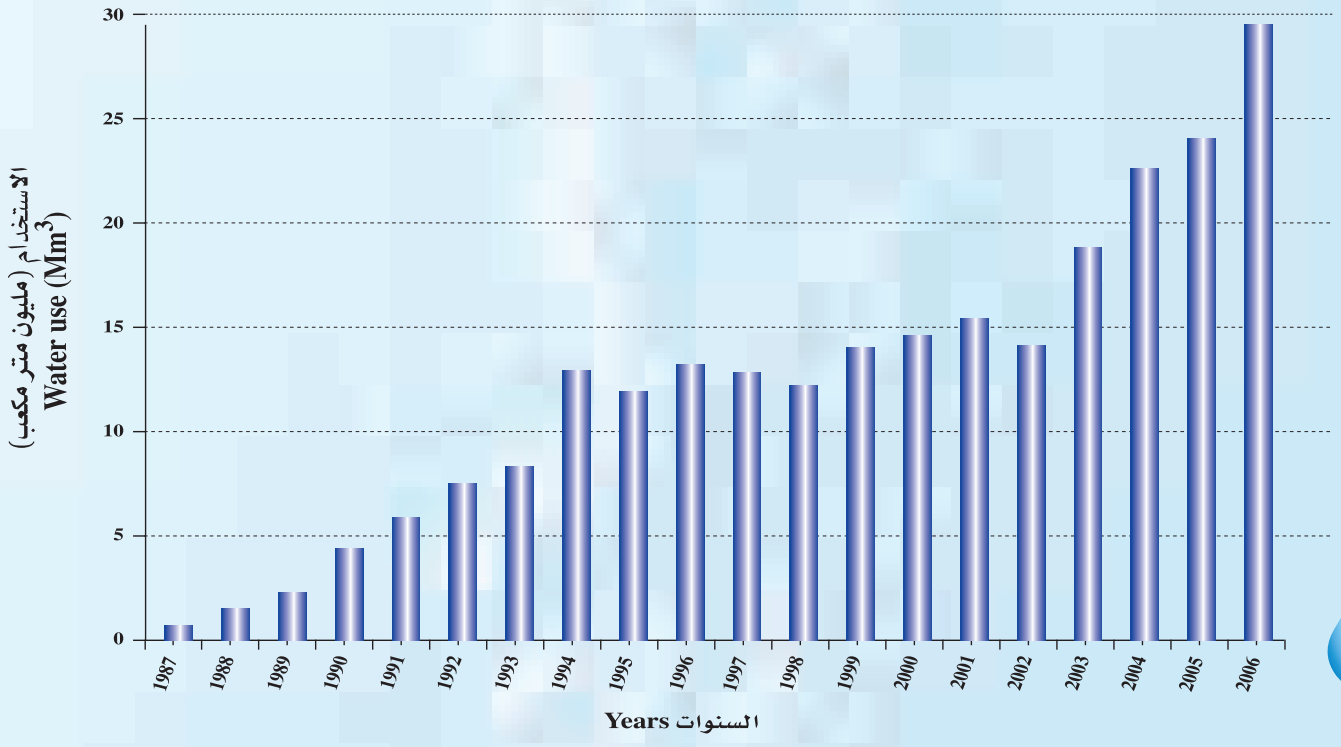
1- Based on data made available from Agricultural Engineering Directorate and estimates for the interval years by the Water Resources Directorate.

2- On the assumption that the whole amount of this source is used by agriculture.

Figure (10) شكل (١٠)

استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ١٩٨٧ – ٢٠٠٦

Water use from treated sewage effluent 1987 - 2006



إجمالي استخدام المياه
Total Water Use

Table (11) جدول (١١)

إجمالي استخدام المياه حسب المصدر ١٩٨٧ – ٢٠٠٦

Total water use by source 1987 – 2006

Year السنة	Water use by source (Mm^3) استخدام المياه حسب المصدر (مليون متر مكعب)			Total water use (Mm^3) إجمالي استخدام المياه (مليون متر مكعب)	Percentage increase/ decrease الزيادة السنوية/النقصان (%)
	Groundwater مياه جوفية	Desalinated water مياه تحلية	Treated sewage effluent مياه صرف صحي معالجة		
1987	213.0	44.1	0.7	257.8	--
1988	202.9	49.2	1.5	253.6	-1.6
1989	213.4	48.6	2.3	264.3	4.2
1990	219.5	54.2	4.4	278.1	5.2
1991	214.8	56.0	5.9	276.7	-0.5
1992	231.1	61.3	7.5	299.9	8.4
1993	243.0	58.3	8.3	309.6	3.2
1994	256.3	59.8	12.9	329.0	6.3
1995	266.9	52.7	11.9	331.5	0.8
1996	274.6	60.6	13.2	348.4	5.1
1997	287.9	58.9	12.8	359.6	3.2
1998	293.4	61.4	12.2	367.0	2.1
1999	272.3	62.7	14.0	349.0	-4.9
2000	262.8	89.2	14.6	366.6	5.0
2001	231.9	93.9	15.4	341.2	-6.9
2002	244.9	93.7	14.1	352.7	3.4
2003	239.5	102.4	18.8	360.7	2.3
2004	231.6	105.5	22.6	359.7	-0.3
2005	208.5	109.0	24.0	341.5	-5.1
2006	216.5	118.6	29.5	364.6	6.8

Figure (11) شكل (١١)

إجمالي استخدام المياه حسب المصدر ١٩٨٧ – ٢٠٠٦

Total water use by source 1987 - 2006

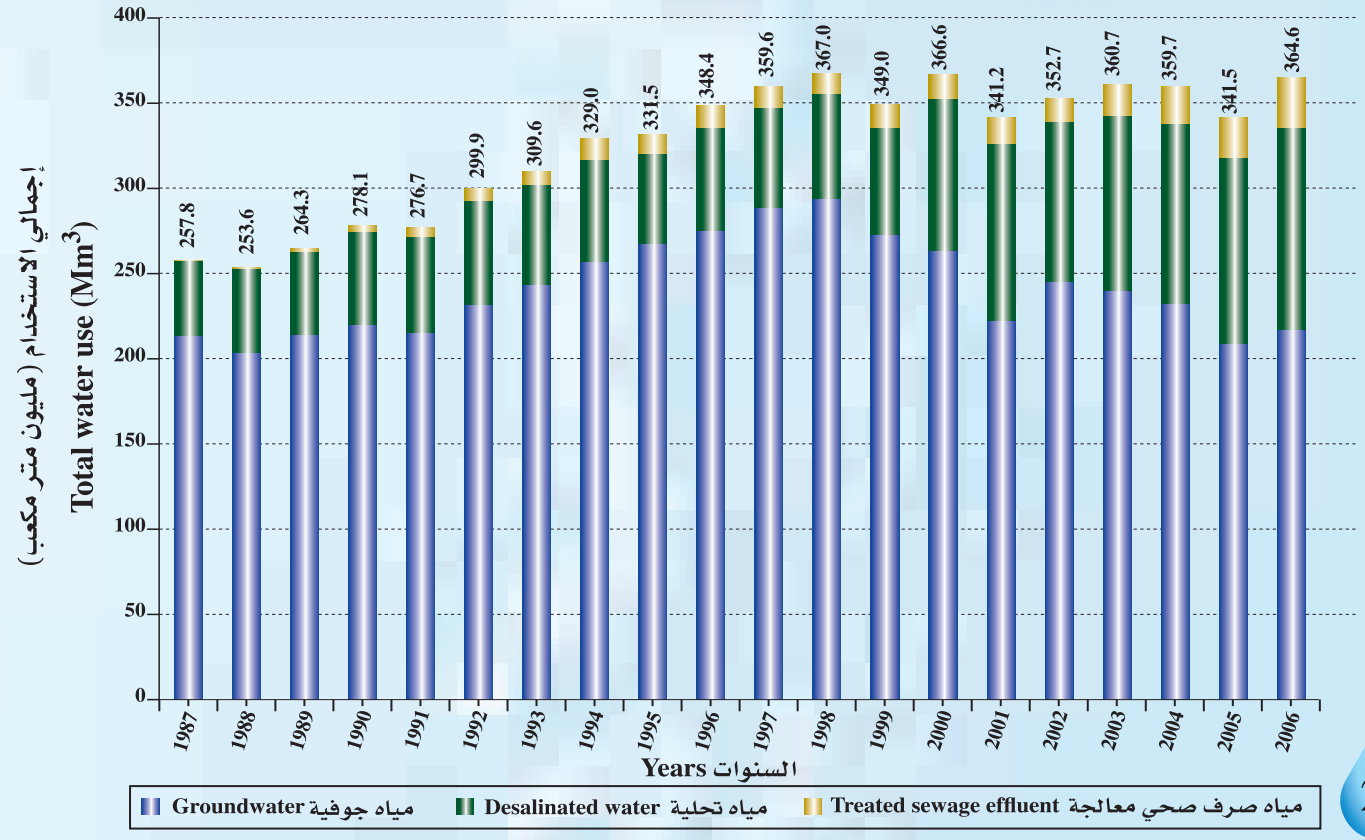
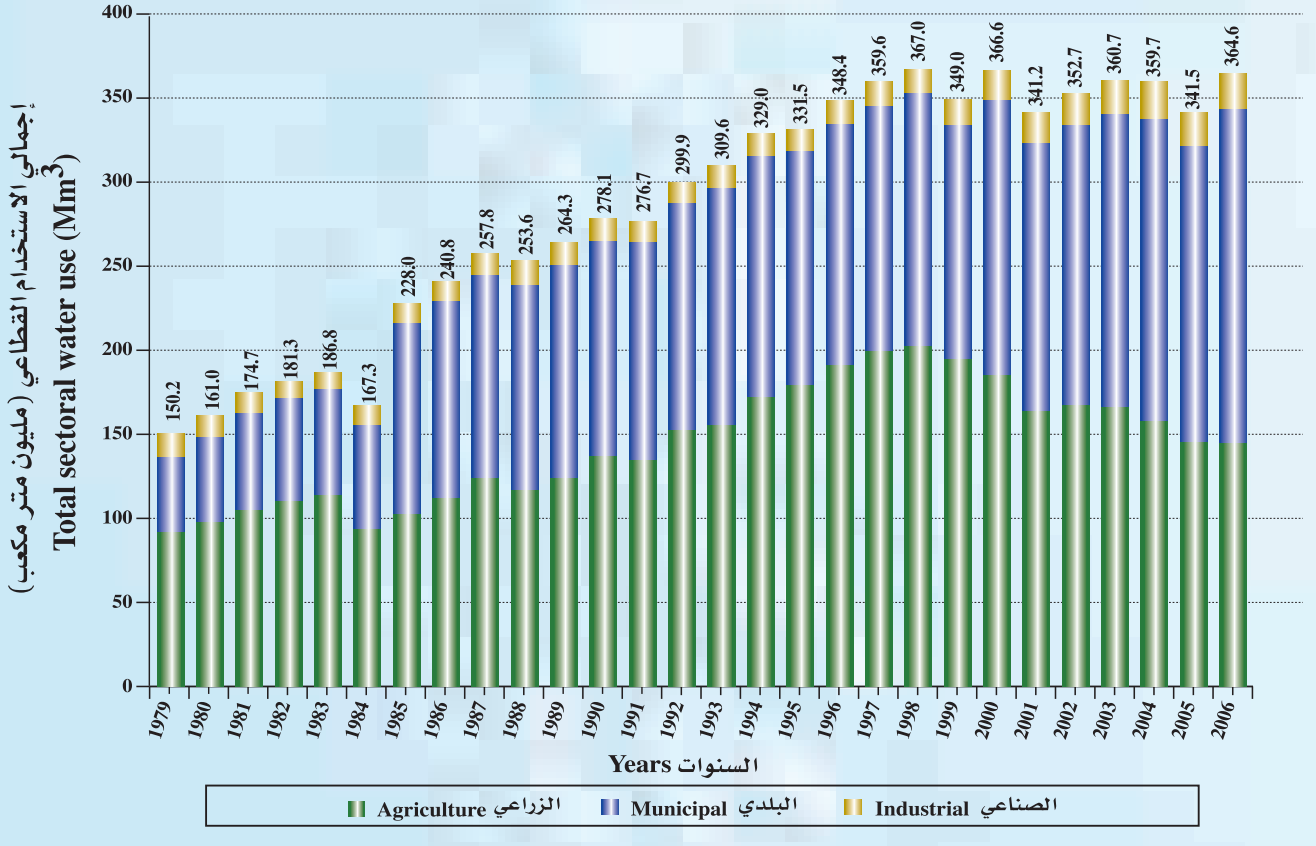


Table (12) جدول (١٢)
إجمالي استخدام المياه حسب القطاع ١٩٧٩ – ٢٠٠٦
Total water use by sector 1979 – 2006

Year السنة	Water use by sector (Mm^3) استخدام المياه حسب القطاع (مليون متر مكعب)			Total water use (Mm^3) إجمالي استخدام المياه (مليون متر مكعب)	Percentage increase/ decrease الزيادة السنوية/النقصان (%)
	Agriculture الزراعي	Municipal البلدي	Industrial الصناعي		
1979	91.3	44.6	14.3	150.2	--
1980	97.4	50.7	12.9	161.0	7.2
1981	104.6	57.9	12.2	174.7	8.5
1982	110.3	60.9	10.1	181.3	3.8
1983	113.3	63.1	10.4	186.8	3.0
1984	93.5	62.0	11.8	167.3	-10.4
1985	102.5	113.5	12.0	228.0	36.3
1986	111.6	117.1	12.1	240.8	5.6
1987	123.7	120.5	13.6	257.8	7.1
1988	116.4	122.3	14.9	253.6	-1.6
1989	123.8	126.4	14.1	264.3	4.2
1990	136.6	128.3	13.2	278.1	5.2
1991	134.6	129.6	12.5	276.7	-0.5
1992	152.0	135.0	12.9	299.9	8.4
1993	155.5	140.8	13.3	309.6	3.2
1994	171.9	143.5	13.6	329.0	6.3
1995	179.3	138.6	13.6	331.5	0.8
1996	190.8	143.3	14.3	348.4	5.1
1997	199.3	145.4	14.9	359.6	3.2
1998	202.3	150.1	14.6	367.0	2.1
1999	194.4	139.2	15.4	349.0	-4.9
2000	184.8	163.7	18.1	366.6	5.0
2001	163.6	159.6	18.0	341.2	-6.9
2002	167.1	166.5	19.1	352.7	3.4
2003	166.1	174.3	20.3	360.7	2.3
2004	157.8	179.5	22.4	359.7	-0.3
2005	145.2	176.1	20.2	341.5	-5.1
2006	144.3	199.1	21.2	364.6	6.8

Figure (12) شكل (١٢)
إجمالي استخدام المياه حسب القطاع ١٩٧٩ – ٢٠٠٦
Total water use by sector 1979 - 2006



مراقبة مناسيب المياه الجوفية

Monitoring of Groundwater Levels

Table (13) جدول (١٣)

المتوسطات الشهرية والسنوية لمناسيب المياه الجوفية في طبقة العلات ١٩٨٨ – ٢٠٠٧

Monthly and annual averages of groundwater levels in the Alat aquifer 1988 – 2007

In meter BNLD

متر بالنسبة لمنسوب القياس الوطني لمملكة البحرين

Year السنة	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Anuual average (m) المتوسط السنوي (متر)
1988	2.2	2.4	2.4	2.2	2.0	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.9	2.1	2.0
1989	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	2.0	1.8
1990	2.2	2.2	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.7	1.7
1991	1.9	2.0	2.1	1.8	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.6	1.9	1.7
1992	1.9	1.9	1.9	1.8	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2	1.4	1.7	1.5
1993	2.0	2.1	1.7	1.6	1.4	1.1	0.9	0.8	0.8	0.7	0.9	1.1	1.3
1994	1.3	1.2	1.4	1.0	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.9	0.9
1995	1.0	1.2	1.4	1.2	0.9	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	1.0	0.8
1996	1.2	1.3	1.4	1.2	0.8	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.8	0.8
1997	0.7	0.8	1.1	1.0	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.9	1.1	0.6
1998	1.3	1.3	1.2	0.9	0.6	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.4	0.5
1999	0.8	1.1	1.0	0.6	0.2	0.0	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.2	0.1	0.2
2000	0.5	0.4	0.3	0.2	-0.1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	0.2	0.8	0.1
2001	0.9	0.8	0.8	0.5	0.2	0.0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.3	0.2
2002	0.6	0.6	0.5	0.4	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	0.0	0.3	0.1
2003	0.5	0.7	0.6	0.4	0.1	-0.2	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.3	0.2	0.0
2004	0.5	0.5	0.3	0.2	-0.2	-0.5	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.5	-0.2	-0.3
2005	0.2	0.3	0.2	-0.2	-0.4	-0.7	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.4	-0.5
2006	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.6	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-1.1	-0.8	-0.2	-0.7
2007	0.2	0.3	0.1	-0.1	-0.5	-0.7	-0.7	-1.1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.5
Monthly aver. (m)	**1.10**	**1.20**	**1.12**	**0.92**	**0.63**	**0.39**	**0.24**	**0.19**	**0.15**	**0.21**	**0.42**	**0.75**	

Figure (14) شكل (١٤)

هيدروجراف للمتوسط السنوي للتغيرات في مناسيب المياه الجوفية في طبقة العلات ١٩٨٨ – ٢٠٠٧

Annual groundwater level hydrograph for the Alat aquifer 1988 - 2007

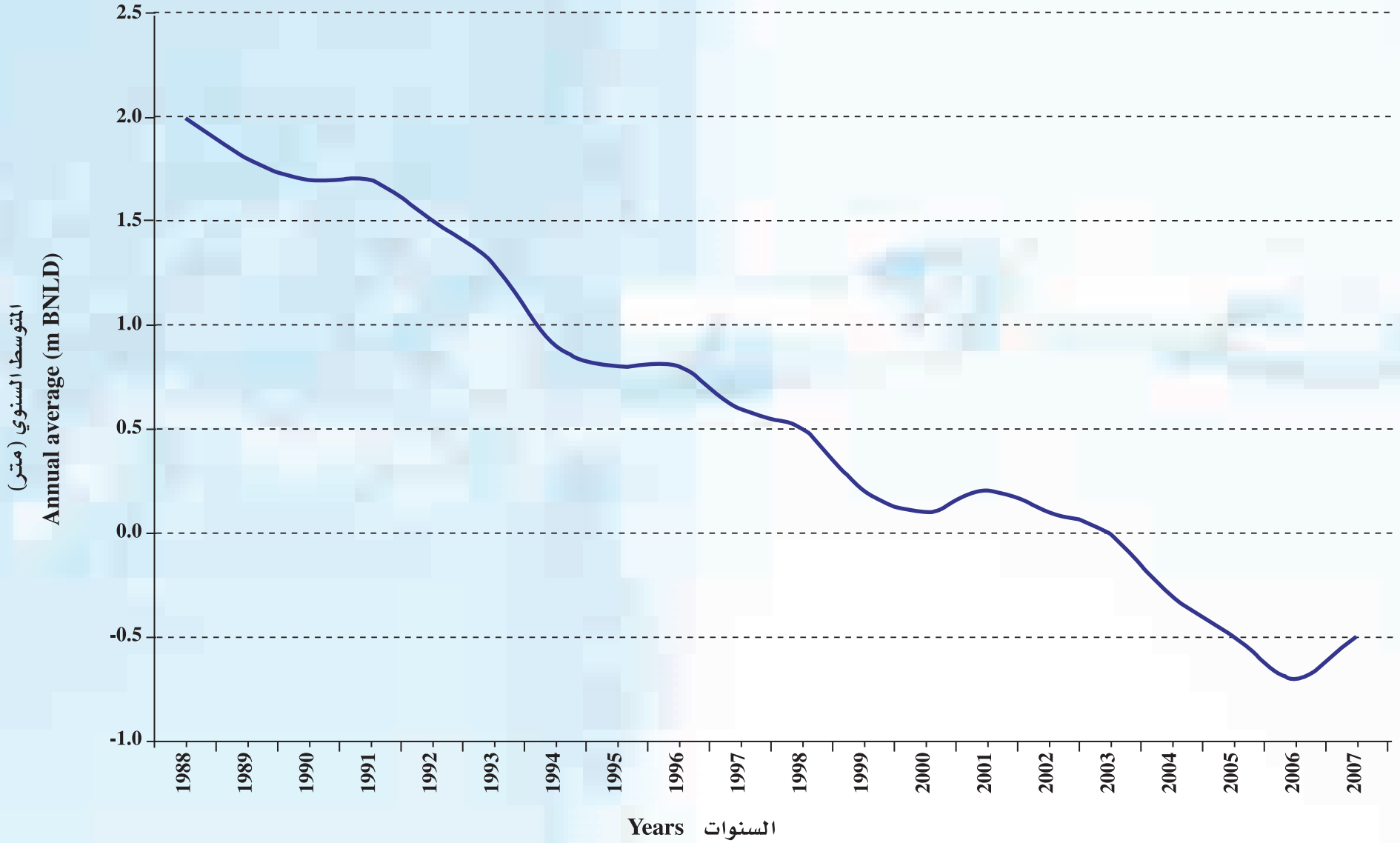
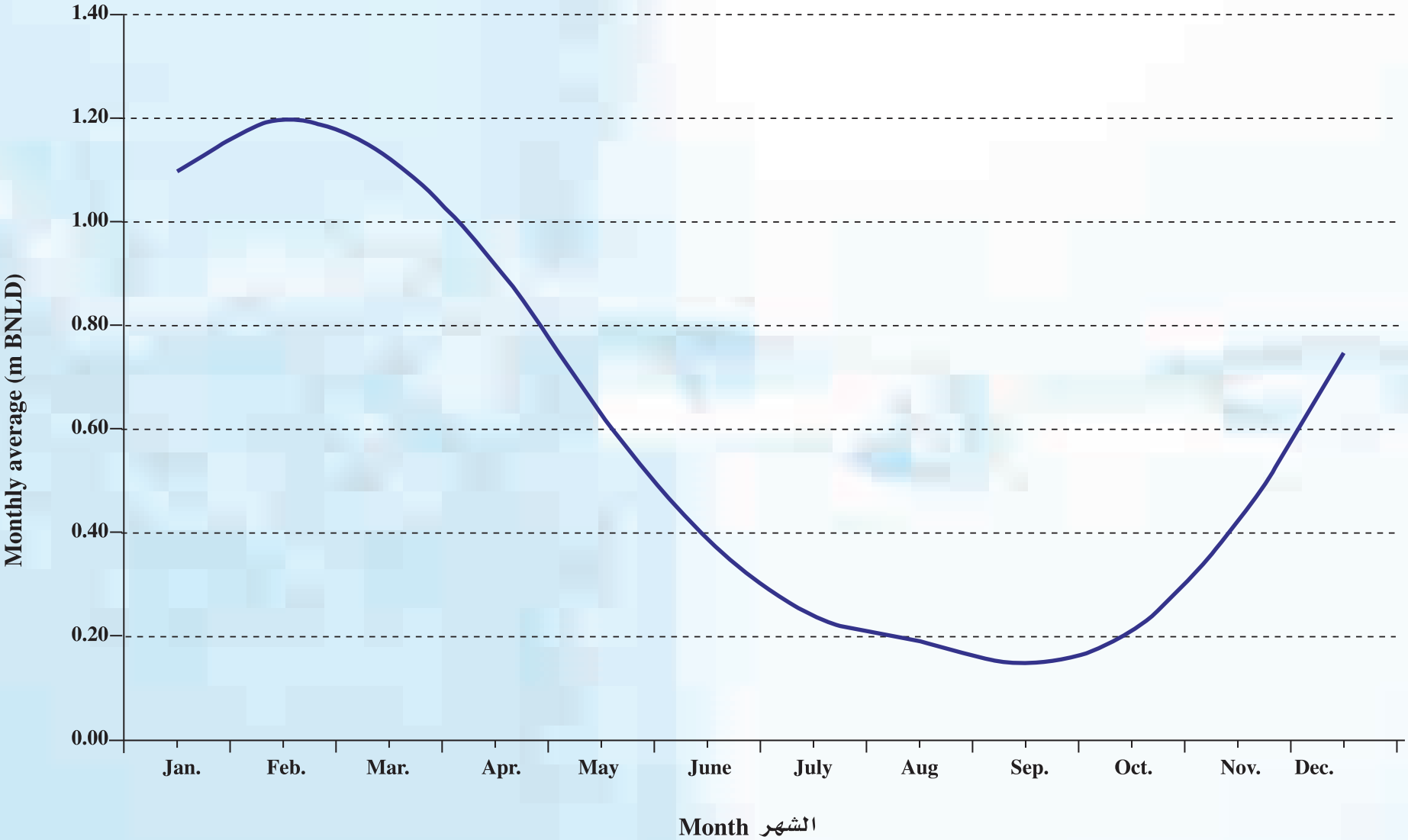


Figure (15) شكل (١٥)

هيدروجراف يوضح التغيرات الموسمية في مناسيب المياه الجوفية في طبقة العلات ١٩٨٨ – ٢٠٠٧

Groundwater level hydrograph showing the seasonal fluctuations in the Alat aquifer 1988 - 2007



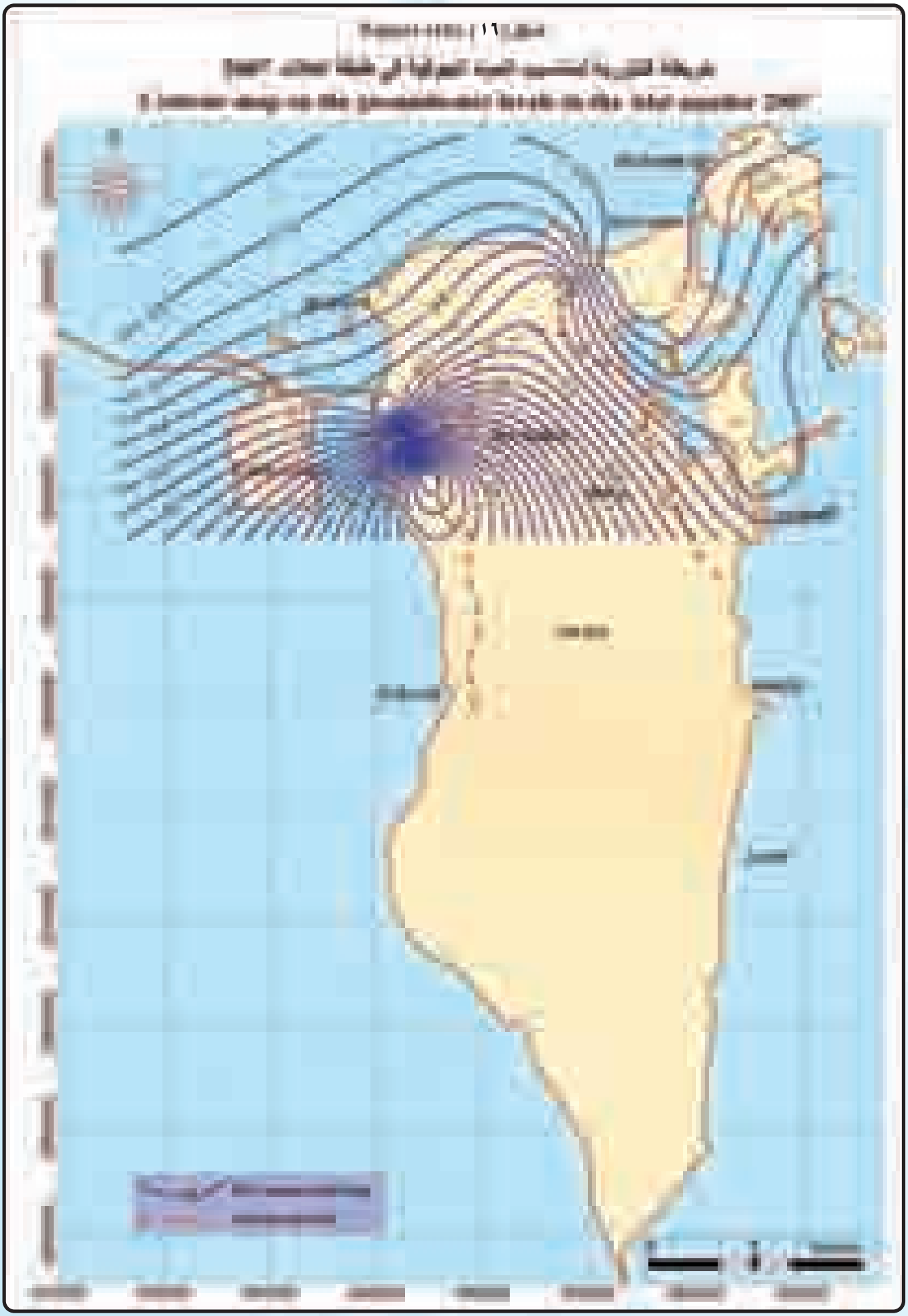


Table (14) جدول (١٤)

المتوسطات الشهرية والسنوية لمناسيب المياه الجوفية في طبقة الخبر ١٩٨٨ – ٢٠٠٧

Monthly and annual averages of groundwater levels in the Khobar aquifer 1988 – 2007

In meter BNLD

متر بالنسبة لمنسوب القياس الوطني لمملكة البحرين

Year السنة	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Anuual average (m) المتوسط السنوي (متر)
1988	1.56	1.70	1.73	1.46	1.22	1.01	0.97	0.96	0.99	1.05	1.18	1.40	1.27
1989	1.4	1.4	1.4	1.3	1.1	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	1.0	1.3	1.1
1990	1.5	1.5	1.3	1.1	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	1.0	1.0
1991	1.2	1.3	1.4	1.2	0.8	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.9	1.2	1.0
1992	1.3	1.3	1.3	1.1	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	1.1	0.8
1993	1.4	1.5	1.2	0.9	0.8	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.6	0.6
1994	0.9	0.8	0.8	0.4	0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.2	0.2
1995	0.4	0.5	0.8	0.8	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	0.4	0.2
1996	0.8	1.0	0.8	0.5	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1	0.2	0.2
1997	0.4	0.5	0.6	0.4	0.0	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.3	0.2	0.4	0.0
1998	0.8	0.7	0.6	0.2	-0.2	-0.5	-0.7	-0.8	-0.8	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2
1999	0.2	0.4	0.3	-0.1	-0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.5	-0.5
2000	-0.1	-0.2	-0.4	-0.6	-0.9	-1.1	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-0.4	0.1	-0.7
2001	0.2	0.1	0.0	-0.3	-0.7	-1.0	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.4	-0.6
2002	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.9	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0	-0.7	-0.3	-0.6
2003	-0.1	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.9	-1.1	-1.2	-1.1	-1.1	-0.9	-0.4	-0.6
2004	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5	-0.8	-1.2	-1.4	-1.4	-1.5	-1.5	-1.1	-0.7	-0.9
2005	-0.3	-0.2	-0.4	-0.7	-0.9	-1.3	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.3	-1.0	-1.0
2006	-0.7	-0.6	-0.7	-0.9	-1.2	-1.5	-1.8	-1.8	-1.7	-1.6	-1.3	-0.6	-1.2
2007	-0.3	-0.3	-0.5	-0.7	-1.1	-1.4	-1.5	-1.6	-1.7	-1.6	- 1. 5	-1.1	-1.1
Monthly aver. (m)	**0.52**	**0.56**	**0.49**	**0.25**	**-0.06**	**-0.34**	**-0.49**	**-0.51**	**-0.52**	**-0.46**	**-0.22**	**0.13**	

Figure (17) شكل (١٧)

هيدروجراف للمتوسط السنوي للتغيرات في مناسيب المياه الجوفية في طبقة الخبر ١٩٨٨ – ٢٠٠٧

Annual groundwater level hydrograph for the Khobar aquifer 1988 - 2007

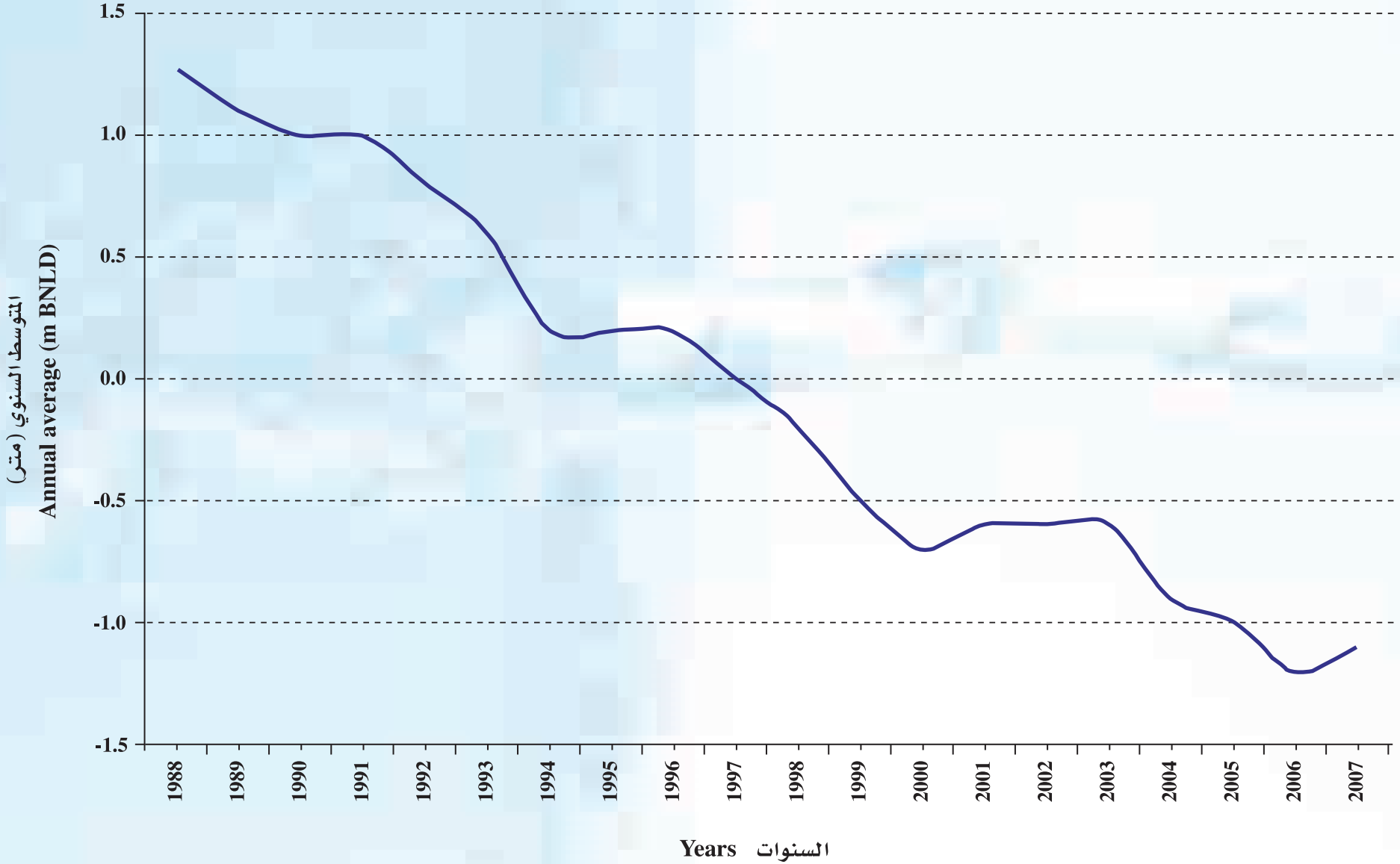


Figure (18) شكل (١٨)

هيدروجراف يوضح التغيرات الموسمية في مناسيب المياه الجوفية في طبقة الخبر ١٩٨٨ – ٢٠٠٧

Groundwater level hydrograph showing the seasonal fluctuations in the Khobar aquifer 1988 - 2007

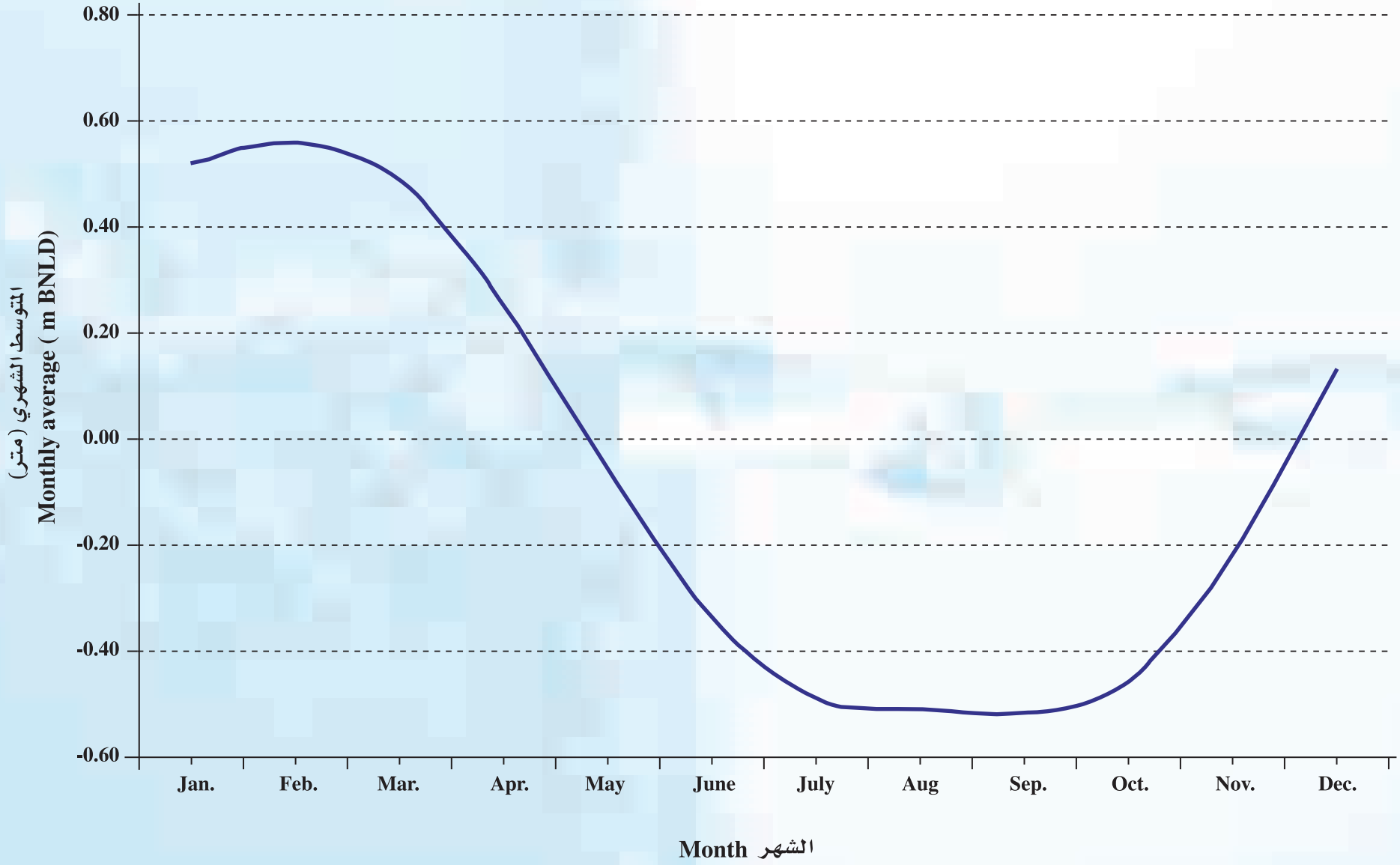


Table (15) جدول (١٥)

المتوسطات الشهرية والسنوية لمناسيب المياه الجوفية في طبقة أم الرضمة ١٩٨٨ – ٢٠٠٧

Monthly and annual averages of groundwater levels in the Umm Er Radhuma aquifer 1988 – 2007

In meter BNLD

متر بالنسبة لمنسوب القياس الوطني لمملكة البحرين

Year السنة	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Anuual average (m) المتوسط السنوي (متر)
1988	3.56	3.57	3.59	3.59	3.57	3.53	3.51	3.47	3.42	3.39	3.36	3.36	3.49
1989	3.35	3.39	3.39	3.36	3.34	3.32	3.29	3.26	3.22	3.18	3.13	3.13	3.28
1990	3.15	3.18	3.18	3.17	3.14	3.12	3.08	3.03	2.98	2.93	2.92	2.91	3.07
1991	2.92	2.92	2.92	2.91	2.89	2.87	2.84	2.80	2.77	2.74	2.73	2.72	2.84
1992	2.73	2.75	2.75	2.71	2.67	2.62	2.56	2.49	2.43	2.39	2.35	2.36	2.57
1993	2.34	2.39	2.42	2.35	2.29	2.31	2.29	2.23	2.14	2.09	2.06	2.13	2.25
1994	2.10	2.06	2.06	2.05	2.02	2.02	1.96	1.91	1.85	1.81	1.78	1.75	1.95
1995	1.81	1.84	1.88	1.90	1.90	1.84	1.77	1.72	1.68	1.64	1.61	1.62	1.77
1996	1.79	1.85	1.84	1.85	1.81	1.76	1.69	1.61	1.53	1.46	1.43	1.43	1.67
1997	1.47	1.49	1.55	1.43	1.41	1.36	1.30	1.18	1.11	1.04	1.07	1.12	1.29
1998	1.11	1.22	1.28	1.25	1.22	1.10	1.03	0.89	0.75	0.69	0.62	0.58	0.98
1999	0.74	0.78	0.82	0.79	0.72	0.64	0.48	0.38	0.27	0.19	0.14	0.17	0.51
2000	0.22	0.22	0.24	0.22	0.23	0.09	0.02	-0.01	-0.01	-0.09	-0.06	0.05	0.09
2001	0.13	0.24	0.29	0.30	0.25	0.18	0.07	-0.05	-0.12	-0.16	-0.18	-0.13	0.07
2002	-0.02	0.08	0.13	0.15	0.14	0.07	-0.02	-0.10	-0.16	-0.19	-0.21	-0.16	-0.02
2003	-0.08	0.04	0.13	0.14	0.14	0.07	-0.03	-0.13	-0.22	-0.28	-0.31	-0.26	-0.07
2004	-0.17	-0.08	-0.03	-0.02	-0.05	-0.14	-0.25	-0.35	-0.43	-0.48	-0.51	-0.50	-0.25
2005	-0.44	-0.35	-0.29	-0.26	-0.31	-0.38	-0.47	-0.56	-0.59	-0.54	-0.47	-0.40	-0.42
2006	-0.32	-0.40	-0.47	-0.50	-0.62	-0.71	-0.81	-0.91	-1.00	-1.05	-1.08	-1.01	-0.74
2007	-1.01	-0.89	-0.83	-0.82	-0.85	-0.93	-1.05	-1.18	-1.25	-1.32	-1.36	-1.37	-1.07
Monthly aver. (m)	**1.27**	**1.32**	**1.34**	**1.33**	**1.30**	**1.24**	**1.16**	**1.08**	**1.02**	**0.97**	**0.95**	**0.98**	

Figure (20) شكل (٢٠)

هيدروجراف للمتوسط السنوي للتغيرات في مناسيب المياه الجوفية في طبقة أم الرضمة ١٩٨٨ – ٢٠٠٧

Annual groundwater level hydrograph for the Umm Er Radhuma aquifer 1988 - 2007

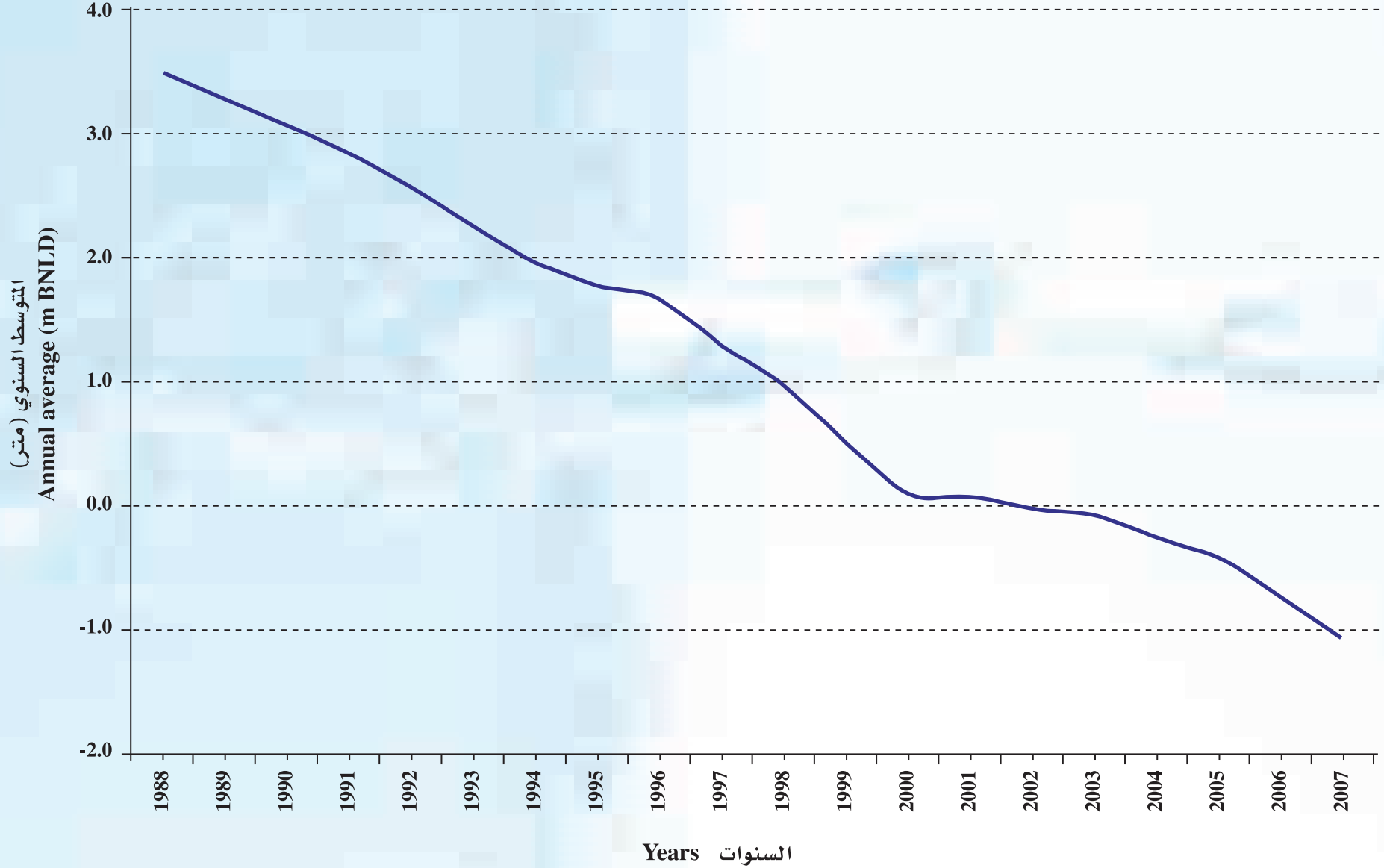
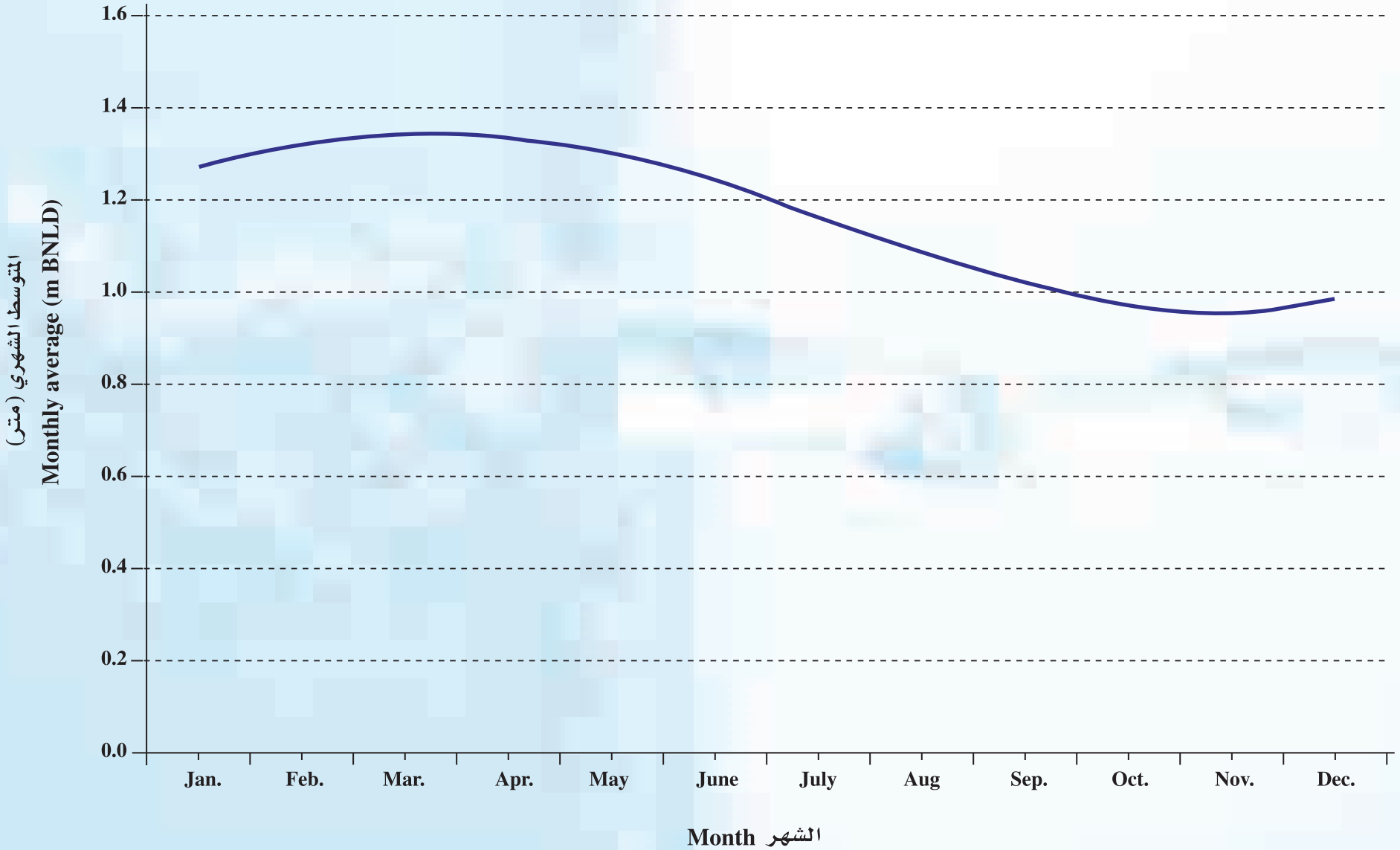


Figure (21) شكل (٢١)

هيدروجراف يوضح التغيرات الموسمية في مناسيب المياه الجوفية في طبقة أم الرضمة ١٩٨٨ – ٢٠٠٧

Groundwater level hydrograph showing the seasonal fluctuations in the Umm Er Radhuma aquifer 1988 - 2007



مراقبة ملوحة المياه الجوفية

Monitoring of Groundwater Quality