مورفولوجية مدينة الدوحة وعلاقتها بارتفاع منسوب المياه الجوفية

الدكتور احمد عبد الله أحمد بابكر(*)
والدكتور على ابراهيم الشـــيب (**)

مقدمة :

تعاني مدن كثيرة في العالم من ظاهرة ارتفاع منسوب المياه الجوفية ، وبالأخص تلك المدن التي تقع على السواحل والشواطئ ، أو التي تحيط بها مياه البحار من أكثر من جانب ، أو التي تكون منخفضة نسبيا عن مستوي البحر ، فضلا عن المناطق التي تهطل فيها الأمطار بمعدلات عالية ، ولا تجد تلك المياه طريقها إلى الطبقات الدنيا من الأرض لأسباب تتعلق بخواص التربة ، وبتدني نسبة التبخر (انظر Wilkinson, 1985 Poal, 1984) ففي بعض مناطق وسط مدينة القاهرة على سبيل المثال ظهرت المياه الجوفية فوق السطح خاصة في المناطق ذات الطبوغرافية المنخفضة (كمال حفني ١٩٩٠) . وقد أصبحت هذه الظاهرة ملموسة ومتزايدة في الآونة الأخيرة في مدن مجلس التعاون لدول الخليج العربية وخاصة الكبيرة منها ومدن السواحل ، باستثناء مدن سلطنة عمان حيث لا تسمح طبيعة تضاريس السلطنة التي تتكون من تلال ومرتفعات صخرية تمتد على طول ساحل خليج عمان ومدن الخليج العربي من ارتفاع مناسيب المياه الجوفية (بلدية مسقط ، ١٩٩٠) .

أما في المدن الكبرى في بقية دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية فقد أصبحت ظاهرة ارتفاع منسوب المياه الجوفية ظاهرة خطيرة ترتبت عليها مشكلات ومخاطر جمة – مشكلات عمرانية وصحية وبيئية ، ومشكلات قانونية ، ومشكلات اقتصادية ؛ ففي مدينة جدة بالمملكة العربية السعودية وجد أن المعدل اليومي لارتفاع المياه الجوفية يتراوح مابين ٠,٧ –

(*) أستاذ الجغرافيا المساعد – جامعة قطر .
(**) مدرس الجغرافيا – جامعة قطر

(مجلة البحوث والدراسات العربية، ع٢٠ ، ١٩٩٢، ص٦١: ٨٤)

١,٥ ملم (المملكة العربية السعودية – وزارة الشئون البلدية والقروية ، ١٩٩٠) وفي أجزاء من مدينة الكويت تصدعت المباني والمنشآت (Al - Sanad and Shaqour 1990) . وقد لوحظ في البحرين أن المناطق المنخفضة بدأت تكون مستنقعات دائمة حيث بدأت المشكلة تتفاقم بعد دفن مساحات كبيرة في الجهة الشمالية الشرقية من جزر البحرين ، الأمر الذي أدى إلى انسداد المجاري ، ومن ثم إلى بطء تصريف مياه التربة (يوسف الصائغ ، ١٩٩٠) . وفي مدينة أبو ظبي حيث مسامية التربة منخفضة جدا وحركة الماء محدودة ارتفع منسوب المياه الجوفيه إلى مابين متر واحد تحت سطح الأرض نفسه (إبراهيم باقر وصالح محمود عمر ، ١٩٩٠) . وفي مدينة دبي أدى وجود طبقة غير منفذة قريبة من سطح الأرض إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية بصورة خطيرة الأمر الذى أثر على الهياكل الخرسانية وأساسيات المبانى وأتلف المساحات الخضراء . وزاد تثبيت الدعامات الحديدية على طول جانبي خور دبي الأمر سوءاً حيث أدى إلى إغلاق مناسيب الصرف الطبيعى الصحية (حسين لوتاه ١٩٩٠).

ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدينة الدوحة :

يرتبط تباين منسوب المياه الجوفية أو مستوى سقف الخزان الجوفي ارتباطا وثيقا بالوضع الطبوغرافي للمنطقة . فلاشك أن الارتفاع عن سطح البحر ودرجة الانحدار ووجود المنخفضات والمسيلات المائية عوامل تؤثر بطرائق مباشرة وغير مباشرة على كميات المياه المتسربة ، وعلى حركة انسياب المياه السطحية والجوفية عن سطح الأرض .

وعلى الرغم من عدم وجود تباين شديد في التضاريس ، وتواضع التضرس بصفة عامة في مدينة الدوحة حيث إن الفارق لا يتعدى بضعة أمتار قليلة ، إلاّ أن ذلك الفارق الطفيف يلعب دورا لا يستهان به في تحديد اتجاهات الانسياب السطحي وتجمع مياه الأمطار في المنخفضات والأودية السيلية ، ومن ثم في منسوب المياه الجوفية .

خلفية تاريخية :

تعتبر ظاهرة ارتفاع منسوب المياه الجوفية تحت مدينة الدوحة نتاجا طبيعيا لحركة العمران والتشييد التي تشهدها الدوحة منذ بداية السبعينيات ، فبعد أن كان منسوب المياه في فترة ماقبل النفط (ماقبل ١٩٥٠) ينحدر من ارتفاع متر واحد فوق سطح البحر تحت المدينة إلى مستوى البحر على الساحل – ومن ثم كانت المياه تسيل بسهولة إلى نقاط

منافذها على سطح البحر – ارتفع ارتفاعا هائلا وبلغ ارتفاعه في بعض الأحيان أكثر من ٨ أمتار في عقد واحد (مدينة خليفة واسكان الهتمي) ، وأصبح عمق المياه أقل من المتر الواحد تحت السطح في بعض المواقع كما في وادي مشرب والمنتزه . وقد تفاقمت المشكلة وظهر منسوب المياه إلى سطح الأرض في المناطق المنخفضة في الريان وأجزاء أخرى من المدينة .

وكان خبراء منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة أول من لفت الانتباه (سنة ١٩٧٥) إلى أن منسوب المياه الجوفية في مدينة الدوحة يرتفع بمعدل متر واحد في السنة (انظر FAO,1981) .

وقد اهتمت الجهات المسؤولة اهتماما «كبيرا» بالموضوع وتمت دراسته من بيوتات خبرة عالمية ومنظمات دولية . وأهم تلك الدراسات الدراسة التي قامت بها آسكو (ASCO,1981) والدراسة التي قام بها برنامج التعاون التقني والفني التابع للأمم المتحدة (U.N.,1986) والوكالة اليابانية للتعاون الدولى (جايكا) (JICA, 1989) .

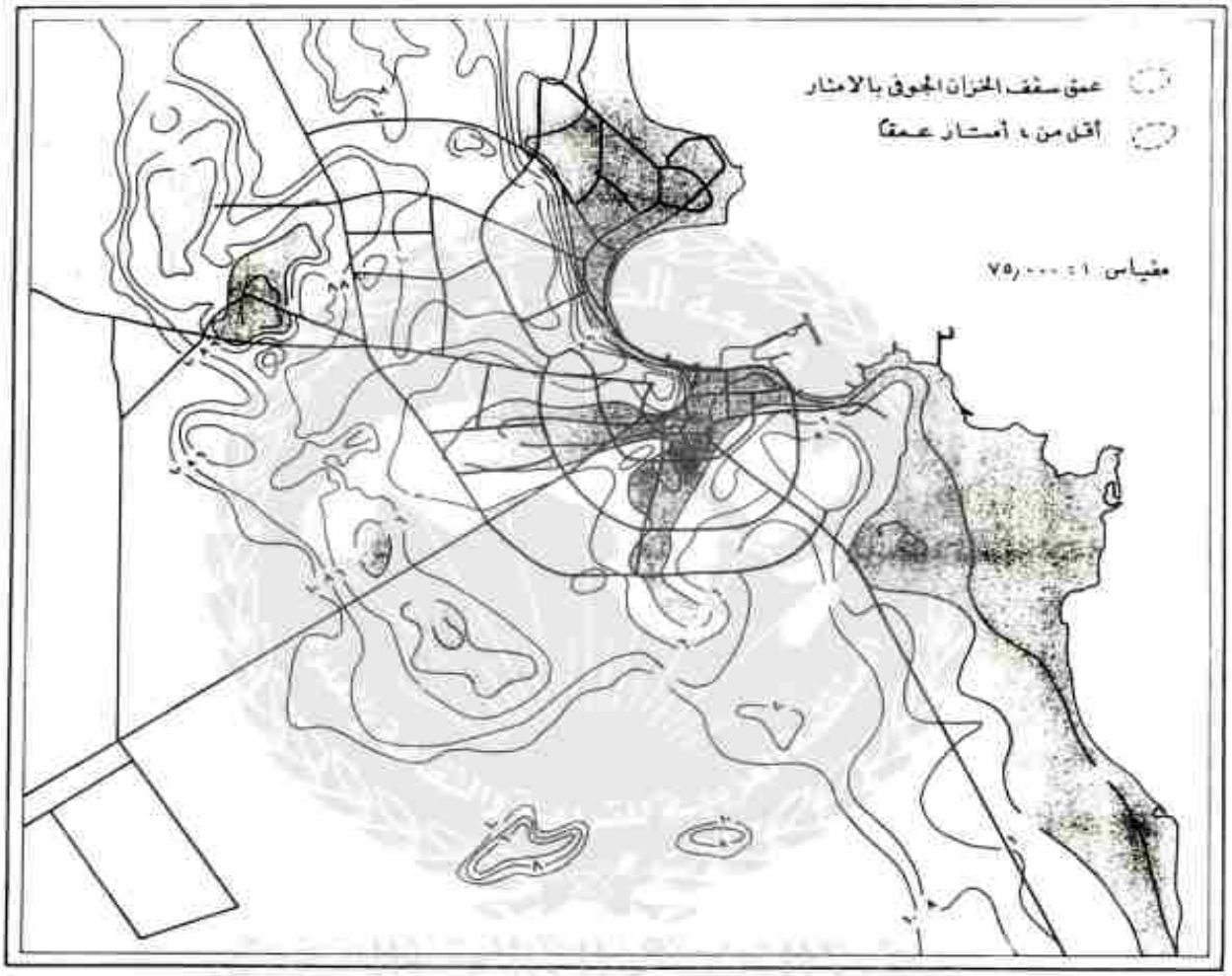
وكما هو معروف فقد أدى التحول الكبير في فترة مابعد النفط إلى نمو مدينة الدوحة وزيادة سكانها حيث زاد سكان المدينة أكثر من ١٥ مثلا في الفترة مابين ١٩٥٠ و ١٩٩٠ ، ومن ثم زاد استخدام المياه المنزلي والصناعى ، وفي رى الحدائق العامة والخاصة (انظر دولة قطر وزارة الكهرباء والماء ١٩٨٧) . وكما تدل البيانات المتوافرة من وزارة الكهرباء والماء فإن استهلاك المياه للاستخدامات المنزلية والتجارية والصناعية قد زاد من ٤ ملايين متر مكعب سنة ١٩٦٤ إلى ٤٨ مليون متر مكعب سنة ١٩٨٠ إلى ٨٠ مليون متر مكعب سنة ١٩٨٧ ، ويقدر بأنه سيرتفع إلى ١٠٤ ملايين متر مكعب سنة ٢٠٠٠ (انظر هالكروبلفور ١٩٨١ ودولة قطر ، وزارة الكهرباء والماء ، ١٩٨٧).

وترتب على تلك الزيادة الهائلة في الاستهلاك معدلات عالية لتغذية التكوينات الحاملة للماء . وتتسرب تلك المياه إلى التكوينات الحاملة للماء أسفل المدينة علي شكل مياه ضائعة أو مفقودة من شبكة مياه الشرب حيث يقدر الفاقد من المياه من شبكة التوزيع والخزانات بحوالى ٢٥ – ٤٠ ٪ (انظر دولة قطر – وزارة الشؤون البلدية ، ١٩٨٦) . وتقدر دراسة آسكو لسنة ١٩٨٦ –(ASCO, 1986) أن الماء الضائع في مدينة الدوحة يقدر بـ ٤٠ ٪ من اجمالى إنتاج المياه من محطات التحلية أي ٣١ مليون متر مكعب ، يضيع حوالى نصف ذلك في ري الحدائق العامة والخاصة . وتضيع كميات اضافية من مجاري الصرف الصحى وبالوعات

الصرف الثابتة وفتحات المجارير . وتقدر دراسة أسكو سنة ١٩٨٣ (ASCO,1983) ماتهدره بالوعات الصرف الثابتة للمياه الجوفية بحوالى ٦٠٤١ مليون متر مكعب في السنة . وفوق ذلك كله تأتي التغذية غير المباشرة من مياه الأمطار والتي تقدر بـ ٦ ٪ من كمية الأمطار السنوية (انظر تقرير الفاو ١٩٨١ FAO, 1981) .

ويعتقد الخبراء (ASCO, 1983) أن ارتفاع منسوب الماء وصل إلى هذا المستوى بالتدرج ؛ فقد تزامن مع ازدياد انتاج المياه فبعد أن كان الارتفاع محصورا في نطاق الطريق الدائري الثاني حيث كانت توجد كثافة العمران ارتفع في السبعينيات إلى ٨ أمتار وبلغ ٩ أمتار في الثمانينيات في بعض أجزاء المدينة كمدينة خليفة وفريق الهتمي ، ووصل إلى السطح في المناطق المنخفضة في وادى مشيرب والريان (انظر الشكلين ١ و ٢) . ويعتقد والتون (Walton,1983) أن منسوب الماء الجوفي كان بين ٨ – ١٠ أمتار تحت مستوى سطح الأرض قبل سنة ١٩٥٠ ، ولكنه ارتفع في بداية الثمانينيات إلى مابين ٢ –٤ أمتار تحت مستوى سطح الأرض وفي بعض المناطق المنخفضة كوادى مشيرب ومنطقة المنتزه مابين متر واحد إلى مترين (انظر الشكلين ١ و ٢) . وتفيد تقارير وزارة الشؤون البلدية أن منسوب الخزان الجوفي يرتفع بمعدل ٠,٨٢ من المتر في السنة (انظر دولة قطر – وزارة الشؤون البلدية ، بلدية الدوحة ١٩٨٧) . وبمقارنة الشكلين ١ و ٢ يتضح أن المناطق التى يقل فيها عمق منسوب الماء الجوفي عن ٤ أمتار في زيادة كبيرة . وقد جاء في وثائق لجنة الحصر والمراجعة للتقارير والدراسات الخاصة بتطوير المياه الجوفية في دولة قطر (١٩٨٧) أن التخزين المتنامي للتكوينات الحاملة للماء الجوفي سوف يرتفع ٣٠٧٥ مليون متر مكعب في السنة إلى ١٠ ملايين متر مكعب في السنة بحلول عام ٢٠٠٠ .

ويؤدى ارتفاع منسوب المياه الجوفية إلى مخاطر شديدة على الإنشاءات التحتية للمباني وامدادات الخدمات (ككوابل الكهرباء والهاتف وخطوط الصرف حيث يقدر أنها تمثل ٤٠ ٪ من المياه الموجودة فيها) . ويقصر من الفترة الحياتية للطرق الأسفلتية ، فضلا عن تدمير الحياة النباتية والروائح الكريهة ، واحتمالات التلوث ، ومايترتب عليها من أخطار وتهديدات للصحة العامة . وقد قسم تقرير جايكا (JICA, 1987) الأضرار المترتبة على ارتفاع منسوب الماء الجوفي إلى ثلاثة أنواع هي : الأضرار بسبب المياه الراكدة كتلوث المياه وتوالد الحشرات . وثانيا الأضرار في المناطق المتأثرة بنشاط الخاصية الشعرية كتجمع الأملاح والتأثير على المنشآت . وثالثا الأضرار في المناطق التي ارتفع المنسوب فيها وأصبح قريبا من السطح كالآثار الضارة على الطرقات والمباني .



شكل رقم (١)

عمق منسوب المَاء الجوفي «بالأمتار تحت سطح الأرض»

(خَارطة الأسَاس : أسكو ١٩٨٣م)

وسائل البحث :

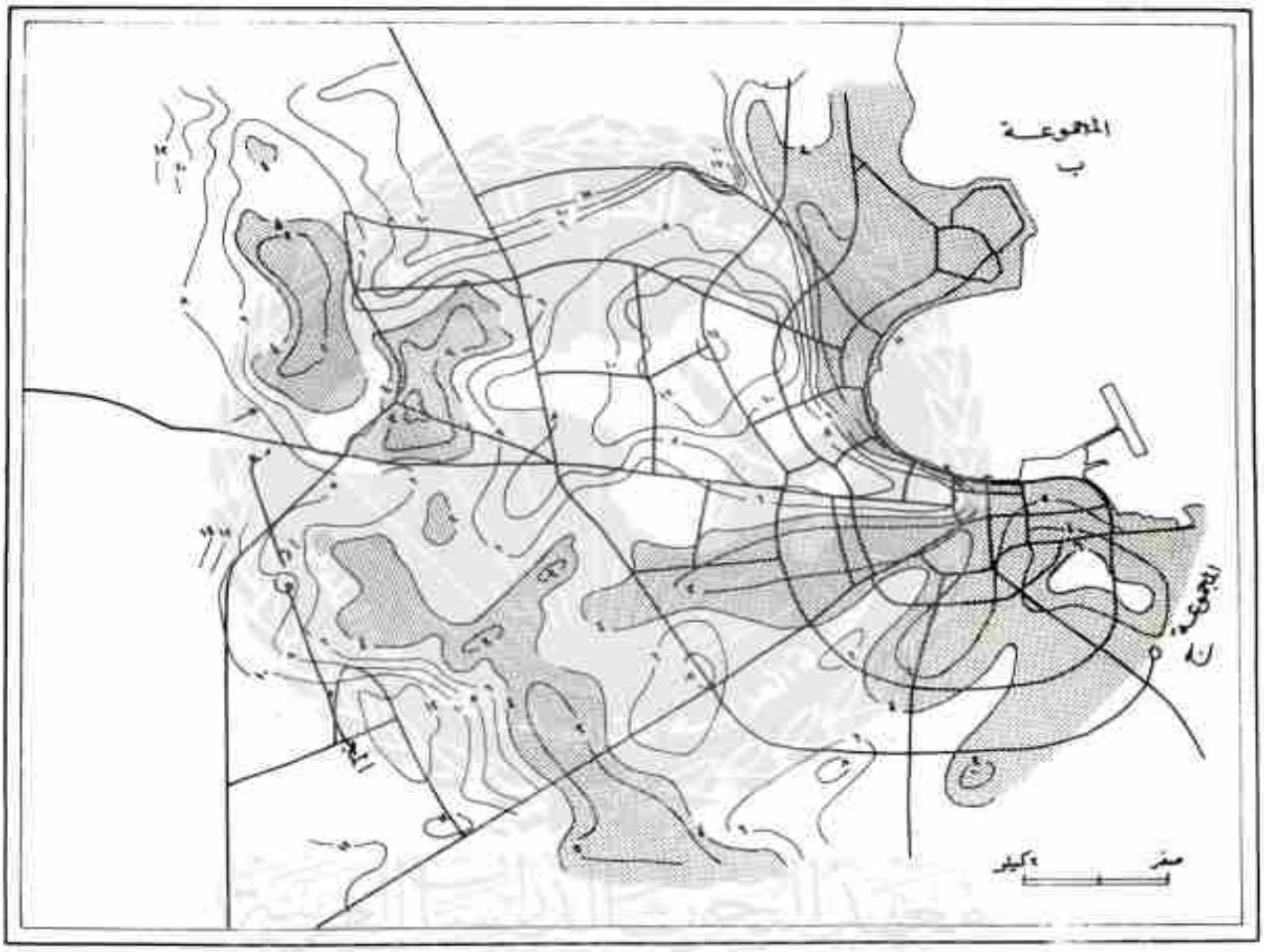
قامت الدراسات السابقة (أسكو ١٩٨٣ و ١٩٨٦ وبرنامج التعاون التقني والفني التابع للأمم المتحدة (١٩٨٦) والوكالة اليابانية للتعاون الدولى (جايكا ١٩٨٧) بدراسة وتحليل جيولوجية وهيدرولوجية المياه الجوفية وميزانية المياه من حيث تحديد العائد والفاقد ، كما اهتمت بتحديد خصائص التكوينات الحاملة للماء من حيث درجة نفاذيتها ومساميتها وعلاقة ذلك بحركة المياه الجوفية وتغيير مناسيبها . واهتمت أيضا تلك الدراسات بتحليل الخواص الكيميائية والهيدرولوكية فضلا عن وضع التوصيات والخطط المستقبلية للحد من خطورة الوضع .

وتهدف الدراسة الحالية إلى إبراز العلاقة بين مورفولوجية مدنية الدوحة وارتفاع منسوب المياه الجوفية . وتحاول الدراسة أن تتوصل لذلك عن طريق تحليل الخرائط الكنتورية من أجل التعرف على أشكال سطح الأرض ومن ثم ربطها بوضع منسوب المياه الجوفية . وتعتبر دراسة الخريطة الكنتورية وتحليلها من أهم المبادئ الأساسية التي تقوم عليها الدراسات الجغرافية التفصيلية حيث يستطيع الجغرافي من خلال دراسة خطوط الكنتور على الخريطة الوقوف على خصائصها الشكلية من أجل التعرف على مدلولاتها الجيومورفلوجية . وأن البيانات التي يمكن الحصول عليها من خلال تحليل الخريطة الكنتورية تمثل الأساس الذي تقوم عليه الدراسات الجغرافية المتخصصة والتفصيلية لمختلف الأغراض طبيعية كانت أم بشرية (انظر Miller, 1949)

واعتمدت هذه الدراسه بالدرجه الأولي على خريطة قطر الكنتورية مقياس : ٥٠٠٠٠٠ لوحه رقم ٢٠٠ / ٣٧٥ . واستخدمت أيضا « خرائط أسكو (١٩٨٣ ، ١٩٨٦) وجايكا (١٩٨٧) وادارة الكهرباء والماء (١٩٨٧) وأدخلت عليها بعض الإضافات والتعديلات . وكذلك تم استخدام الصور الجوية لمدينة الدوحة للسنوات ١٩٧٣ و ١٩٧٨ و ١٩٨٠ و ١٩٨٨ واالتركيب الفسيفسائي (موزاييك) الملون للصور الفضائية مقياس رسم ١ : ١٣٠٠٠٠ وذلك لتحديد المنخفضات والأدوية السيلية . ولأجل المقارنة فقد استخدمت المنطقة التي حددتها دراسة جايكا للدوحة الكبرى (١٩٨٧) كمنطقة للدراسة .

جيولوجية الدوحة الكبري وهيدرولوجيتها :

تقع مدينة الدوحة على طرف الجناح الشرقي لقبة قطر الرئيسية وهي طية محدبة تمتد على طول شبه جزيرة قطر بمحور شمالى – جنوبي ، وبميل خفيف نحو الشرق والغرب . وعلى الرغم من أن هذا التحدب يتميز بانحداره الخفيف عبر قمته ، إلا أن ميله



شكل رقم (٢)

عمق منسوب المَاء الجوفي ١٩٨٧ م بالأمتار تحت سطح الأرض
(بلدية الدوحَة ١٩٨٧م)

يشتد نسبيا عند الأطراف حيث تقع مدينة الدوحة . وقد أثبتت الدراسات الجيولوجية (cavlier and salat , 1970 , fao , 1981) أن تكوينات السطح في منطقة الدوحة تنتمي إلى الزمن الثلاثي والرباعي والحديث ، متمثله في رواسب الزمن الثلاثي من الصخور الجيرية من تكوينات الرس التابعه لأسفل الأيوسين وصخور الحجر الجيري الطباشيري والدولوميت التابعه لتكوين الدمام الأعلى ، والتي تنتمي إلى عصر الأيوسين الأوسط ، كما تشتمل على الرواسب الحديثة من الزمن الرباعي والحديث والمتمثلة في الرمال الجيرية الشاطئية والسبخات ، مع رواسب قبضيه في المنخفضات والوديان الصغيرة . ومعظم هذه الرواسب مستمده من مواد متعريه من طبقة الدمام ، وهي مواد طباشيرية وحجر جيري دولوميتي وطين صفحي .

وتمثل طبقة الدمام العليل التكوين الحامل للماء تحت مدينة الدوحة ، وتتحكم في حركة المياه مجموعة الشروخ والانكسارات الناتجة عن وفرة الدولوميت فيها . وقد ساعدت كثرة هذه الشقوق والمفاصل على زيادة معدلات التسرب (انظر حرحش وعبد الرحمن يوسف ، ١٩٨٥) . وتمثل طبقة الطين الصفحي الطبقة الكتمية أسفل التكوين الحامل للماء . ويبلغ متوسط سمك طبقة الدمام العليا ما بين ٢٠ – ٣٠ مترا ، ونسبة لأن انحدارها بسيط جدا فان حركة الماء نحو البحر بطيئة جدا . وبما أن نفاذيتها ليست جيدة تماما فان سعتها لتخزين المياه ليست سعة كبيرة ، أي أن معامل التخزين صغيرة جدا ، ومن ثم فان أي اضافه بسيطة من الماء تملأ مساحة كبيرة (انظر دولة قطر ، وزارة الشؤون البلدية ، بلدية الدوحة (١٩٨٧) .

مورفلوجية الدوحة الكبرى :

من خلال دراسة خرائط الدوحة الكنتورية نلاحظ أن الفارق الراسي بين خطوط الكنتور يتفاوت بين مترين إلى ٢٠ مترا . وبشكل عام تخلو خريطة الدوحة الكنتورية من التعقيد حيث لم يظهر فيها تقارب في خطوط الكنتور سوي في الحد الفاصل بين الاراضي المرتفعه نسبيا والسهل الساحلي حيث تبدو خطوط الكنتور متقاربه اذا ما قورنت ببقية منطقة الدوحة الكبري . وعموما تبدو خطوط الكنتور متباعده ومنتظمة باستثناء مناطق المنخفضات الداخيليه التي يصل التضرس فيها إلى ١٥ مترا .

وتعكس الخارطه الكنتوريه بصفه عامه بساطة السطح وتموجه البسيط . فالطبوغرافيا بسيطه ومنتظمه إلى حد كبير حيث يحدث تغير الارتفاع من نقطة إلى أخري على مسافات متباعده (يفصل بين أي خط وآخر حوالى ٥٠٠ متر) مما يوحي بأن

شكل رقم (٣)

طبوغرافية مدينة الدوحة وماحولها (معدلة من خارطة جيكا ١٩٨٩)

التضرس بسيط نحو الساحل ، وأن الانحدار يترواح ما بين نصف درجة ودرجة واحده (انظر الشكل رقم ٣) .

وقد قسمت الدراسات السابقه الدوحة الكبري إلى عدة أقاليم طبوغرافيه . فجاء تقسيم آسكو (ASCO , 1983) على ثلاثة أقاليم هى المناطق المرتفعه والأحواض والأوديه ثم السهل الساحلي ، في حين أن دراسه جايكا (JICA, 1987) قسمتها إلى اقليمين فقط هما اقليم المناطق المرتفعه التي تتخللها الأحواض واقليم السهل الساحلي . أما في الدراسه الحاليه فقد قسمت الدوحة الكبري طبوغرافيا إلى أربعة أقاليم هي :

١ - الأراضي المرتفعة .

٢ - الحافه الصخرية .

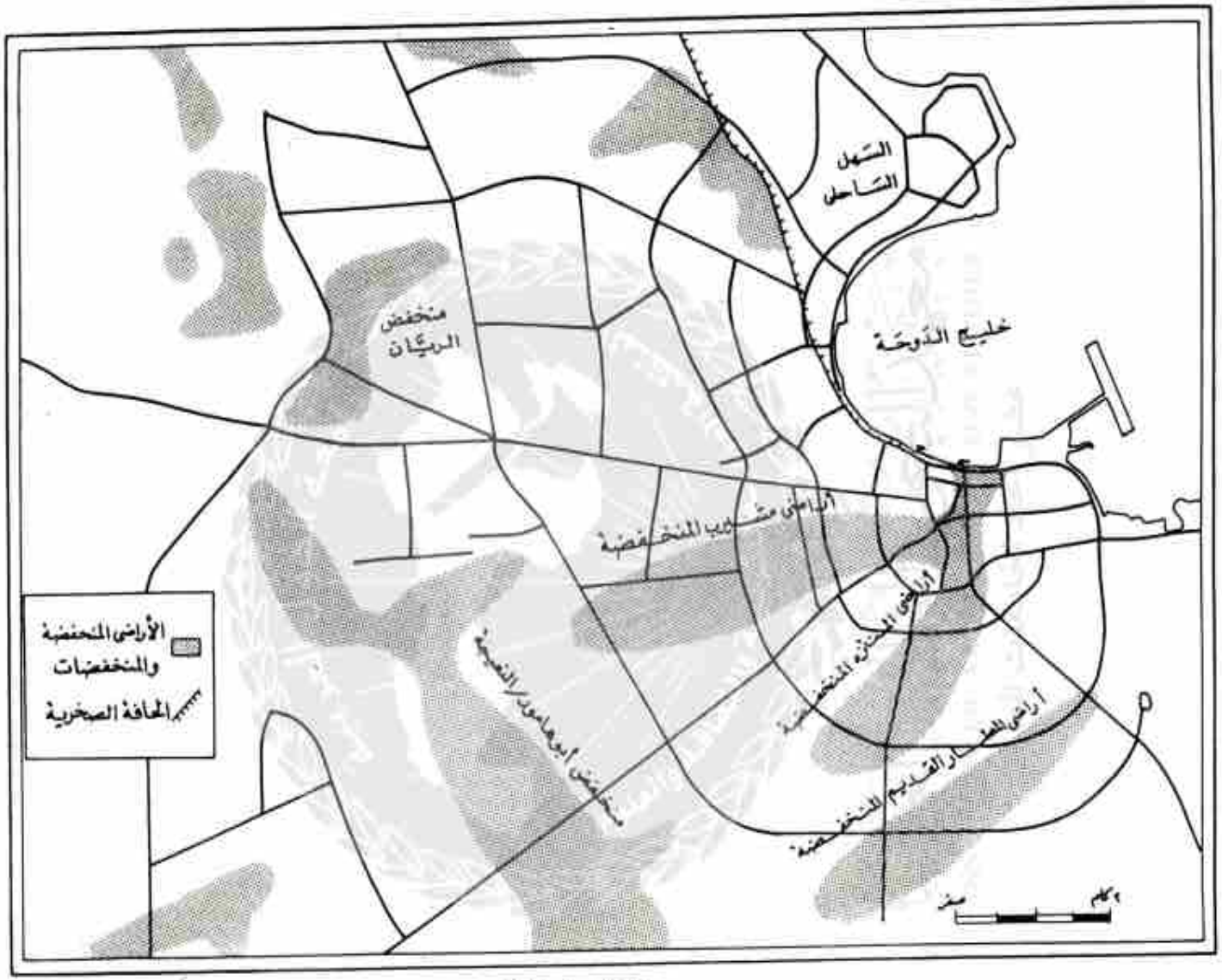
٣ - المنخفضات والأودية .

٤ - السهل الساحلي .

١- الأراضي المرتفعة :

وتمثل الأراضي المرتفعة (أكثر من مترين فوق سطح البحر) أكبر الأقاليم الطبوغرافيه حيث تبلغ مساحتها حوالى ١٦٣ كيلو متراً مربعاً أي بنسبة ٦٠٪ من مساحة منطقة الدراسة (انظر الشكل رقم ٣) . والمقصود هنا بالأراضي المرتفعة تلك التي تعلو ما يجاورها من منخفضات أو وديان أي أن ارتفاعها نسبي . وتمتد الأراضي المرتفعة بصفة عامه امتدادا شمالياً جنوبيا وتنحدر تدريجيا نحو البحر . ويمكن تقسيمها إلى نطاقين رئسيين الأول يتبع خط الساحل في شكل قوس من جهة الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي ، ويترواحج ارتفاعها بين ٢ - ٢٠ مترا ، ويترواح عرضه بين ١٨ متر في الشمال إلى حوإلى ٢٥ كيلوا مترا في جنوب الدوحة الكبري . ويتميز هذا النطاق بالتدرج في الانحدار نحو خط الساحل ، وتتخلله المنخفضات وفي الاطراف الشرقيه تقطعه المسيلات المائيه القصيره التي تنحدر نحو السهل الساحلي . وفي اماكن متفرقه يرتفع السطح قليلا عن ٢٠ مترا عن سطح البحر كما في منطقة المرخيه (راجع الشكل رقم ٣ ٩ هذا السطح - الذى يتكون من الصخور الجيرية - ذو الانحدار البسيط ، هو الذي يعطي مدينة الدوحة شخصيتها التضاريسية .

أما المحور الثاني فهو المحور الداخلي الذي يقع على الهامش الغربي من الدوحة الكبري . ويمتد هذا المحور في اتجاه شمإلى جنوبي ، وتبلغ مساحته حوالى ٥٠ كيلو متراً مربعاً ، أي بنسبة ١٨.٩٪ من المساحة الكليه لمنطقة الدراسه . ويرتفع هذا المحور اكثر من ٢٠ مترا عن سطح البحر ، ويتميز بالانحدار البسيط وتوضع التضاريس .



شكل رقم (٤)

الأراضي المنخفضة والمنخفضات (المصدر جيكا ١٩٨٧م)

٢ - الحافة الصخرية :

وتفصل بين المنطقة المرتفعة والسهل الساحلى حافة صخرية تقع على بعد كيلو مترا واحد عن الساحل القديم ، وحوالى ثلاثة كيلو مترات عن ساحل المنطقة المستصلحة بواسطة الردم (الدفنه) . وبالنظر الى الخارطه الكنتورية نلاحظ ان خطوط الكنتور تبدأ فى التقارب بصورة ملحوظه ، وتكاد تلتصق بعضها مع بعض . ويصل أقصى ارتفاع لهذه الحافة ١٠ أمتار عن سطح البحر ، ثم يحدث هبوط مفاجى الى حوالى مترين عن سطح البحر (انظر الشكلين رقم ٣ ، ٤) . وتمتد الحافه فى نفس اتجاه المحور الشرقى للمنطقه المرتفعة ، أى من جهة الشمال الغربى الى الجنوب الشرقى . ويعتقد أن هذه الحافة حافة بحرية متعرية ، أو قد تكون ذات طبيعة جيولوجية ، أي أنها حافة صدعية أو مصطبة انثنائية (انظر أسكو ASCO, 1983 وجايكا JICA, 1986) . ونسبة لأن اتجاه الحافة الصخرية يتماشى مع اتجاه الظاهرات التركيبية والبنيوية الأخرى كالمنخفضات الداخلية ومجموعة الانكسارات الصغيرة فان من المرجح أن تكون ذات أصل انكسارى . ويتماشى هذا الاستنتاج مع التحليل الذي أجرى على الصور الجيولوجية التي أرسلتها سفينة الفضاء لاندسات سنة ١٩٧٦ لشبه جزيرة قطر ، والتي اظهرت أن هناك تكسرات تظهر على شكل خطوط مستقيمة تنتظم في محورين احدهما شمالى شرقى جنوبي غربي والآخر شمالى غربي - جنوبي شرقي (انظر Pike, 1977 وكذلك انظر القصاص وعاشور Kassas and Ashour, 1984) .

وبمراجعة الشكلين رقم ١ و ٢ نلاحظ أن الحافة الصخرية تمثل حدودا واضحة بين المنطقة التي يقل فيها عمق الخزان الجوفي عن ٤ أمتار ، والمنطقة التي يبعد فيها المنسوب مابين ٦ و ١٠ أمتار عن سطح الأرض . ومن ناحية أخرى أيضاً تساعد هذه الحافة في انسياب الجريان السطحى باتجاه السهل الساحلى المنخفض خاصة عند حدوث العواصف الرعدية العنيفة .

٣ - المنخفضات والأودية :

(أ) **المنخفضات** : أما أكثر الظاهرات الطبوغرافية ارتباطا بموضوع ارتفاع منسوب الماء الجوفي هي المنخفضات التي تتوزع على شكل خطى على طول المحور الشرقى من النطاق المرتفع من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقى ، أى بشكل مواز لخط الساحل والحافة الصخرية . ويعتقد أن هذا الشكل الخطى مرتبط بتواحد الشروخ والمفاصل . فقد أوضحت الصور الجوية التي التقطتها سفن الفضاء لشبه جزيرة قطر ،

وكذلك الخرائط الطبوغرافية امتداد المنخفضات بشكل خطى الأمر الذي يؤكد احتمال توافق هذه الظاهرات في مواقع لبعض الشروخ ولامفاصل التي تكونت خلال حركة الرفع التي تعرضت لها قطر في نهاية الأمن الثلاثى (انظر الشلالدة ، ١٩٨٦) (راجع الشكل رقم ٣) . ويعتقد بعض الباحثين (JICA, 1987) أن الحركات التكتونية قد لعبت دورا بجانب التركيبة الجيولوجية حيث أن المخفضات الحوضية تتوافق في اتجاهاتها مع الصدوع والانكسارات في الاتجاه الشمالى الغربي / الجنوبي الشرقي .

وتمثل المنخفضات نسبة ١٢,٦ ٪ من مساحة منطقة الدراسة ، وتتباين بشكل واضح من حيث الاتساع والعمق والشكل ، فهي تتراوح مساحاتها مابين بضعة أمتار مربعة إلى أكثر من ٨ كيلو مترات مربعة ، وتتراوح أعماقها مابين بضعة سنتيمترات إلى عدة أمتار ، ويتراوح الارتفاع عن سطح البحر داخل هذه المنخفضات بين ٥ و ١٠ أمتار ، أى أن قيعانها تقع دون مايحيط بها من أرض على أعماق قد تصل إلى حوإلى عشرين مترا (راجع الشكلين رقم ٣ ورقم ٥) . وبصفة عامة فان معظم المنخفضات داخل حدود الدوحة الكبرى هي من المنخفضات الضحلة اليت تتميز بضآلة الفارق الرأسى بين قاعها والأرض المحيطة بها . وتتميز أيضا معظم هذه المنخفضات بالتصيرف المركزى (الداخلي) حيث لا تصل مياهها إلى البحر .

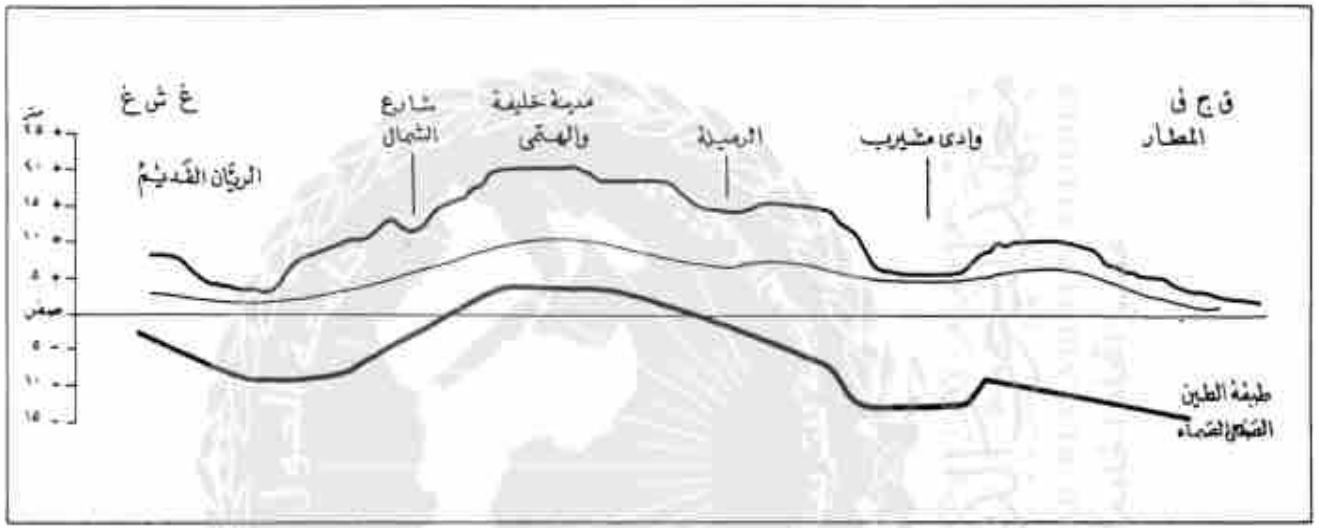
وفي واقع الأمر أن ظاهرة المنخفضات هي احدى الظاهرات المميزة لسطح شبه جزيرة قطر ككل . وقد قدرت بعض الدراسات أن عددها يفوق ١٨٠٠ منخفضا (انظر الأمم المتحدة ١٩٨٦ – U.N,1986 والشلالده ١٩٨٦) . وترجع معظم الدراسات أصل المنخضات إلى هبوط في الطبقات الصخرية بسبب التجوية الكيميائية في الصخور الجيرية . وقد أطلق كافيليه (Cavelier, 1970) عليها «البنيات الانهيارية» "Collapse Structures" وقد جاء المصطلح الذي استخدمه مشابها للمصطلح الذى استخدمه عالم الجيومورفولوجيا المشهور ثورنبرى (Thornbury, 1959) وهو حفر الانهيار "Collapse Sinks" ويعتقد أنها تكونت نتيجة عمليات الاذابة الداخلية لفرشات الجبس والانهدرايت ضمن تكوينات الرس حيث تسربت المياه الجوفيه عبر شقوق وفواصل في الصخور السطحية التي تغلب عليها التكوينات الجيرية . وقد عملت هذه المياه المتسربة عبر الشقوق والمفاصل على اتساع الشقوق بسبب عمليات الاذابة ، كما عملت المياه التي وصلت إلى فرشات الجبس ضمن تكوين الرس على إذابة فرشات الجبس ، ونتج عن ذلك تكوين الكهوف المخفية والتي استمرت فيها عمليات الاذابة

الكارستية حتى اتسعت واسترقت سقوفها وانهارت ونتجت عنها حفر كبيرة اطلق عليها صلاح بحيرى (١٩٧٩) «فجوات الاذابة» ، وتعرف في قطر بالدحول والتي منها تتطور البنيات الانهيارية . والنظر إلى الشكل رقم (٥) نلاحظ التوافق الكبير بين هبوط سطح الأرض والهبوط الذي يتواجد اسفله في طبقة الطين الصفحي الأمر الذي يدعم الرأي القائل بأن اذابة الجبس المتوفر في تكوينات الرس تحت طبقة الدمام السفلي هي السبب المباشر للهبوط الذي يحدث فوق سطح الأرض . ويعتقد خبراء جايكا (JICA,1987) والشلالدة (١٩٨٦) أن أصل بعض المخفضات يرجع إلى غسيل الواجهات الكربونية أو السلفتية التي هي عبارة عن سطوح اتصال تفصل بين تكوينات الدمام وتكوينات الرس . ونتيجة لذلك الغسيل تبدأ البنيات الانهيارية في التشكل .

وبذلك فان بنية التكوينات الصخرية في شبه جزيرة قطر هي التي أوجدت ظروفا مناسبة في مواضع عدة لتكوين تلك المنخفضات وخاصة في ظل ظروف سابقة سادت فيها العصور المطيرة . وتعتبر تكوينات الرس (الايوسين الاسفل) سواء كانت مكشوفة على السطح أو مخفية تحت تكوينات الدمام الأحدث – كما هي الحال تحت الدوحة – هي أفضل التكوينات الصخرية فيوق شبه جزيرة قطر لحدوث البنيات الانهيارية .

والمنخفضات داخل حدود منطقة الدراسة (الدوحة الكبرى) نوعان : منخفضات حوضية ، وهي عبارة عن حوض مغلق بخطوط كنتور مغلقة امتلأت بالرواسب الطينية ، ومنخفضات الفيضانات الغطائية التي تتكون على أرض منبسطة وعلى خطوط كنتور مختلفة وعلى مساحات مفتوحة . ومنخفضات الاحواض هي في الأصل حفر اذابة كارستية نشأت نتيجة عمليات الأذابة والانهيارات في الصخور الجيرية ، وتتمثل في منخفضات الغرافة / الريان ومنخفضات نعيجة وأبوهامور ، في حين أن النوع الثاني يتمثل في منخفضات المنتزة ووادى مشيرب والنجمة والمنصورة والمطار القديم (راجع الشكلين رقم ٣ و ٤) . وقد ميزت الدراسات السابقة أيضاً بين لانوعين حيث سمي الشلالده (١٩٨٦) النوع الأول منخفضات والثاني روضات . وفرق خبراء جايكا (JICA, 1987) بين الأثنين وسموا الأولى منخفضات حوضية والثانية أراضى منخفضة .

وتتواجد المنخفضات الغطائية (نسبة إلى الفياضانات الغطائية التي تغطيها عقب الأمطار) عادة على أطراف قبة قطر الرئيسية ، وتقع في مجاري المسيلات المائية ذات التصريف الخارجي الذي عادة ماينتهي في السبخات الداخلية . وتمتد هذه المنخفضات في



شكل رقم (٥)

قطاع غربي شرقي يبين طبوغرافية السطح وتوافقها مع طبقة الطين الصفحي الصماء

(المصدر : أسكو ١٩٨٣م)

شكل أذرع تتفق واتجاه المسيلات المائية كما في وادى مشيرب والمطار القديم (راجع الشكل رقم ٤) . وترتبط هذه المنخفضات بالأودية والمسيلات المائية كما هي الحال في وادي مشيرب .

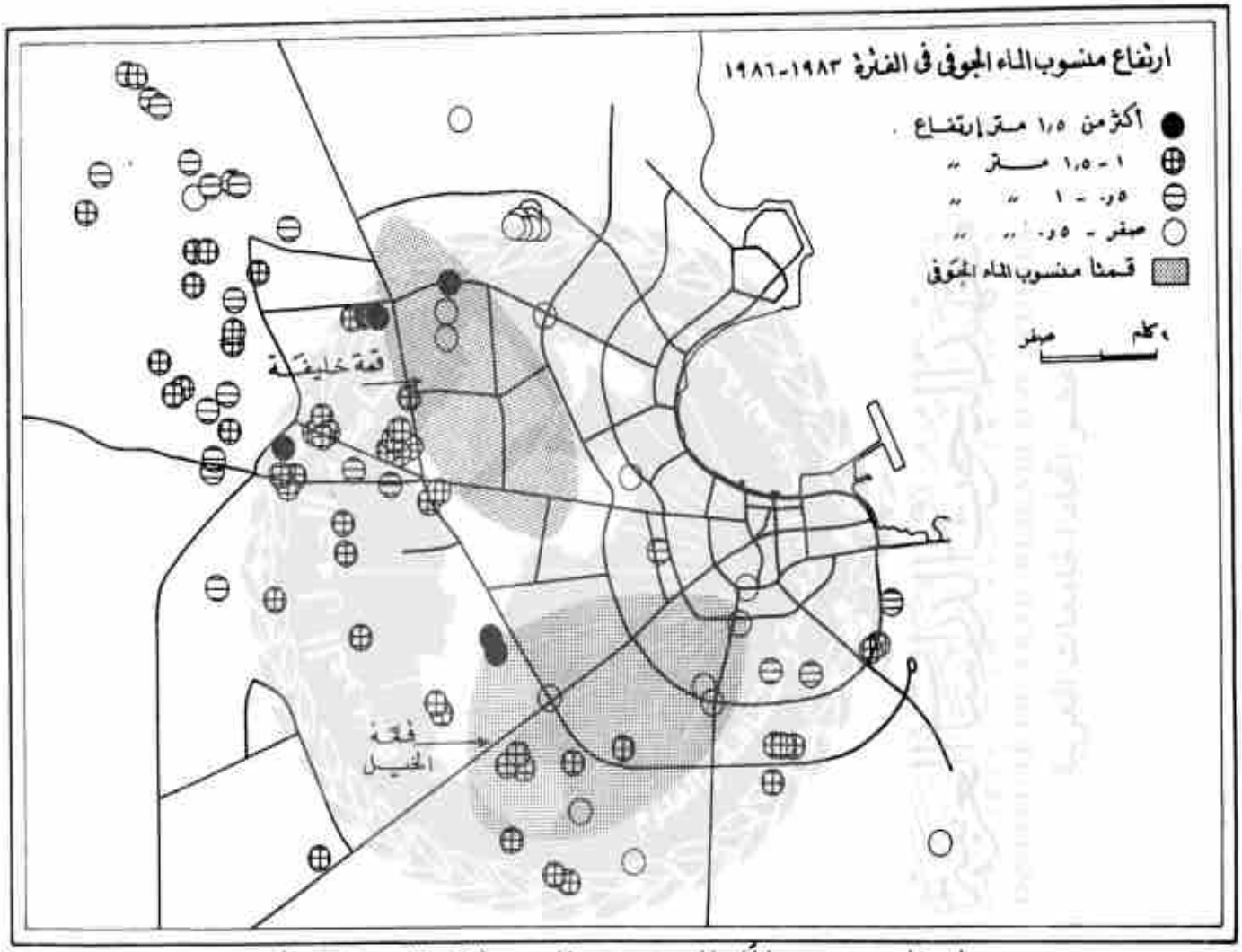
(ب) **الأودية** : أن أثر الجريان السطحي خارج نطاق المنخفضات الغطائية أثر محدود جدا . وذلك لأن شبة جزيرة قطر تقع مناخيا ضمن الأقليم الجاف حيث ترتفع نسبة الفاقد من مياه الأمطار بالبخر النتحي . ويتمثل الجريان السطحي في مسيلات ماذية محدودة الجريان ينتهى غالبها في أحواض التصريف الداخلي ، وقليل منها ينحدر نحو السهل الساحلى كالمسيلات إلى الشرق من رأس أبو عبود وإلى الشمال من الخليج الغربي (الدفنة) . وعموما لا تتجاوز فترة جريان المياه في هذه المجارى فترة سقوط الامطار حيث تجف ويتوقف جريانها بمجرد توقف الأمطار . أما بالنسبة للجريان السطحي للأودية المتسببة في المنخفضات الغطائية كوادى مشيرب فانه في حالة الامطار الغزيرة يفيض الوادي وينقل كميات كبيرة من المياه ، إلا أن ذلك الجريان تأثر كثيرا باقامة السد في منطقة السد وبالتوسع العمراني الهائل .

٤ - السهل الساحلي :

كان السهل الساحلى في الأصل شريطا ضيقا يمتد في الاتجاه الشمالى الغربي إلى الجنوبي الشرقي تبعا لخط الساحل ولا يتعدى عرضه بضعة أمتار . إلا أن الإنسان لعب دورا كبيرا في توسيع السهل الساحلى وذلك بردم مساحات من البحر ، ومن ثم أصبح السهل الساحلي ممتدا إلى حوالى ٤ أو ٥ كيلو مترات إلى الشرق من الحافة الصخرية في شمال مدينة الدوحة . ولا يتعدى ارتفاع السهل الساحلى في كل اجزائه المترين عن سطح البحر . ويتميز السهل الساحلى بالاستواد وانعدام التضرس ، ونسبة لارتفاع الطاقة التسريبية في المنطقة المستصلحة فان الجريان السطحي محدود جدا .

المورفولوجية وارتفاع منسوب المياه الجوفية :

يقتصر أثر مورفولوجية مدينة الدوحة على ارتفاع منسوب الماء الجوفى في عدة نقاط . أولا بما أن تضاريس منطقة الدوحة تضاريس بسيطة ومنتظمة بصفة عامة ، وأن تغيير الارتفاع من منطقة إلى أخرى يحدث على مسافات بعيدة ، مما يعنى أن الانحدار تدريجي فان ذلك كله ادى إلى بطء شديد في حركة انسياب المياه الجوفية الأمر الذي أدى



شكل رقم (٦) إرتفاع منسوب المَاء الجوفي في الفترة (١٩٨٣ - ١٩٨٦)

وقمتا منسوب المياه الجوفية (قمة مدينة خليفة وقمة الخيل)

(مصدر خارطتي الأسَاس جيكا ١٩٨٧)

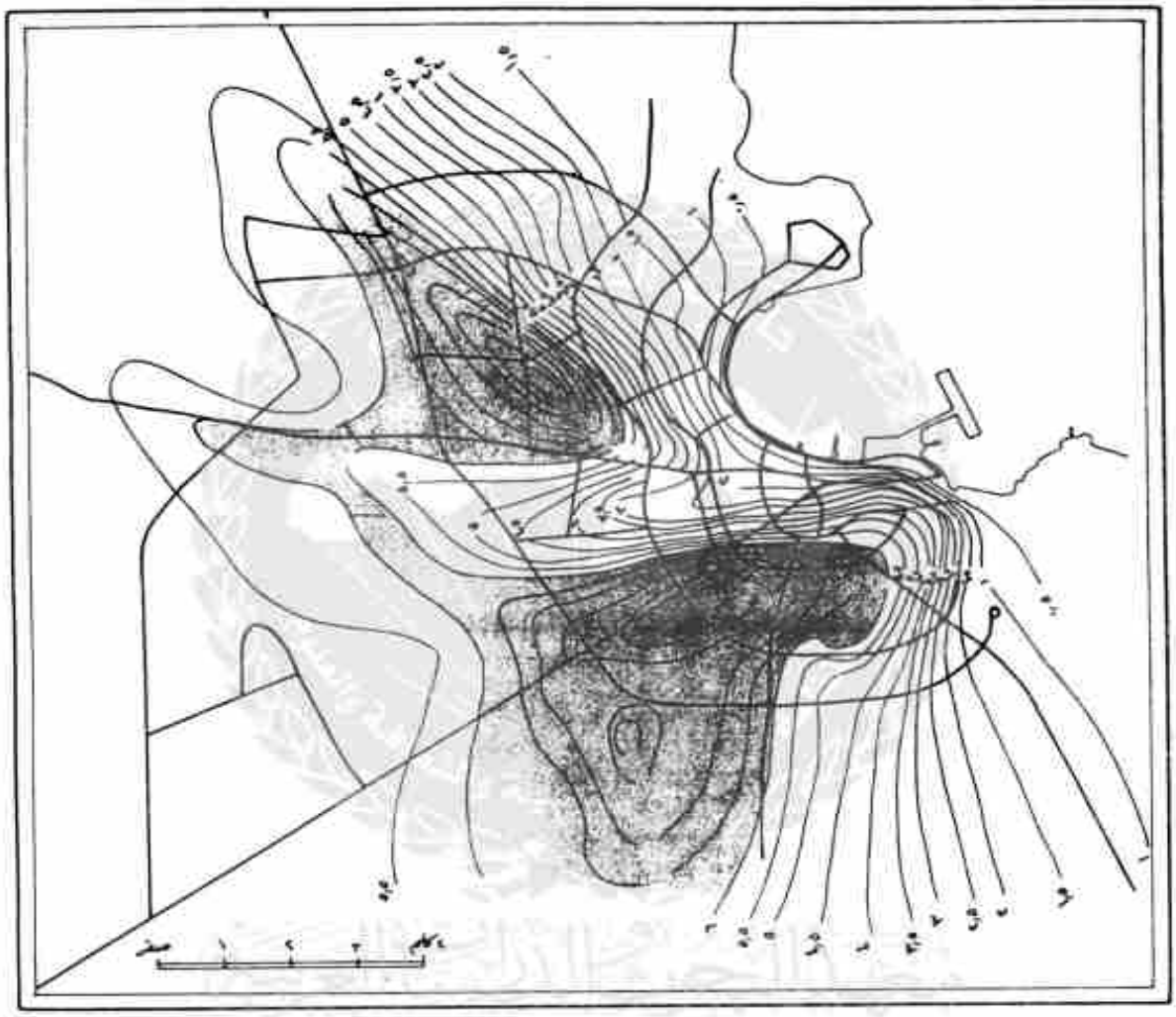
إلى حدوث ظاهرة التلين المائيين تحت مدينة الدوحة ونموهما وزيادة المساحة التي يغطيانها . ففي الفترة مابين سنة ١٩٨٣ ونهاية ١٩٨٧م زادت المسافة التي يغطيها تل مدينة خليفة بنسبة ٦٥ ٪ وتل الخيل بنسبة ١٦٩ ٪ (انظر الشكلين رقم ٦ و ٧) . ويعتبر عامل بطء الانسياب الناتج عن الانحدار البسيط عاملا مساعدا بجانب زيادة استهلاك الماء ، ومن ثم التسرب وصغر السعة التخزينية للتكوينات الحاملة للماء .

أما بالنسبة للسهل الساحلي فبما أن منسوب الماء لا يزال يبعد مترين عن سطح الأرض وأن قابلية التخزين والنفاذية لمواد الردم أعلى من مثيلتيهما في التكوينات الحاملة للماد ، فان من المرجح أن يكون هناك رشح نحو البحر . لكن مع زيادة كميات المياه المتسربة وبخاصة في المنطقة المستصلحة فان الرشح نحو البحر سيتوقف .

وتتجلى العلاقة بين طبوغرافية السطح ومنسوب الماء الجوفي عند النظر إلى المنخفضات : فالمناطق المنخفضة تسهم اسهاما فعالا في تسرب المياه السطحية إلى باطن الأرض ، وفي الوقت ذاته هي أول المناطق المتضررة بارتفاع منسوب بارتفاع منسوب الماء الجوفي ، فكما سبق ذكره فان معظم المنخفضات التي تقل أعماقها عن ٥ أمتار عن سطح البحر تغمرها المياه وتغطيها المستنقعات .

ونسبة لانحدار السطح فوق الأماكن المرتفعة ووجود الصخور والحصى المتماسك فان الماء ينساب بسرعة ولا ينفذ للطبقات الحاملة للماء ، بينما يبقى لفترة أطول في المنخفضات . وتسهم منخفضات الفياضات الغطائية ذات الرواسب الغرينية اسهاما كبيرا في رفع منسوب الماد الجوفي . وكذلك يزداد تسرب المياه السطحية في الأطراف الهامشية للمنخفضات الحوضية حيث تزداد النفاذية بسبب وجود لاتكوينات ذات الوقام الخشن . ويعتقد أن معظم تغذية التكوينات الحاملة للماد تحدث هنا . قود اثبتت ذلك بعض التجارب التي أجريت في المنخفضات الحوضية لزيادة معدلات التغذية الجوفية عن طريق حفر آبار للتغذية .

كذلك تلعب هذه المنخفضات دور المصارف الطبيعية للجريان السطحي والمياه الجوفية في وقت واحد . فعلى سبيل المثال يلعب وادي مشيرب دور المصرف الطبيعى لكل المنطقة التي تقع بين تل المياه الجوفية الشمالى (مدينة خليفة) والتل الجنوبي (تل الخيل) .



شكل رقم (٧)

خطوط كنتور المياه الجوفية – نهاية عَام ١٩٨٧

(بالأمتار فوق مستوى الأسَاس القطرى)

(مصدر خَارطة الأسَاس : أكلستون ١٩٨٧م)

خاتمة

لقد شهدت دولة قطر خلال العقود الثلاثة المنصرمة نموا عظيما أسفر عن تغيرات كبيرة – هي في معظمها ايجابية – إلا أنها لا تخلو من بعض السلبيات . ويأتي موضوع هدر المياه على رأس قائمة السلبيات حيث تقدر كميات الماء الضائع بأكثر من ٣٠ مليون متر مكعب في السنة تكلف خزينة دولة أكثر من ٥٠ مليون ريال قطرى في السنة (انظر ASCO, 1986) . ومرتبط بذلك الهدر موضوع ارتفاع منسوب الماء الجوفي الذي تترتب عليه آثار خطيرة بالنسبة للأبنية والمنشآت والطرقات والنباتات والصحة العامة وغيرها .

ويلعب العاملان الجيولوجي ولامورفولوجي (الطبوغرافي) بجانب زيادة الاستهلاك والهدر الدور الأساسي في تعقيد وضع ارتفاع منسوب المياه الجوفية . فوجود طبقات الطين الصفحي الصماء على أعماق قريبة من سطح الأرض أسفل التكوين الحامل للماء (أعلى تكوينات الدمام السفلي) وفرشات الجبس والمارل ذات النفاذية المنخفضة في تكوينات الرس أدى إلى سرعة تشبع رواسب الطفل والدولوميت ذات النفاذية العالية في تكوينات الدمام الأعلى . وكما أن العامل الجيولوجي أدى إلى سرعة التشبع ، فان العامل الطبوغرافي يعقد الوضع أكثر عن طريق بطء انسياب الماء الناتج عن قلة الانحدار فضلا عن تجمع مياه الأمطار وبقائها لفترات طويلة في المنخفضات . وفوق ذلك فإن قيعان المنخفضات أول المناطق التي تظهر فيا المياه الجوفية نتيجة لصغر سمك التكوينات الحاملة للماد أسفل المخفضات ، ومن ثم قرب سقف الخزان الجوفي من السطح .

وعموما فان العلاقة بين الجيولوجيا والوضع الطبوغرافي في مدينة الدوحة علاقة معقدة ومتشابكة ، ويصعب أحيانا فصل أثرهما بعضهما عن بعض ، بل أنه وفي أحيان كثيرة أيضا يكون العامل الطبوغرافي امتدادا للعامل الجيولوجي ، كما في حالة المنخفضات الحوضية التي هي المشكلة وأول المتأثرين بالنتيجة .

المـراجـــع

أولا : باللغة العربية :

١ – ابراهيم باقر وصالح محمود محمد عمر (١٩٩٠) ورقة بلدية أبو ظبى لندوة مشاكل ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدن مجلس التعاون – الدوحة – قطر – ٥ – ٧ مارس .

٢ – ابراهيم حرحش وعبد الرحمن يوسف (١٩٨٥) المياه الجوفية في قطر ، ادارة البحوث الزراعية والمائية وزارة الزراعة والصناعة ، الدوحة .

٣ – المملكة العربية السعودية – وزارة الشؤون البلدية – وكالة الوزارة للشؤون الفنية (١٩٩٠) ، المشاكل الناجمة عن ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في مدينة جدة والطرق العلمية لحلها – ورقة عمل قدمت في ندوة مشاكل ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدن مجلس التعاون – لدول الخليج العربية – الدوحة – قطر – ٥ – ٧ – مارس.

٤ – بلدية مسقط (١٩٩٠) بحث حول ارتفاع منسوب المياه السطحية – قدم في ندوة مشاكل ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدن مجلس التعاون لدول الخليج العربية الدوحة – قطر – ٥ – ٧ – مارس .

٥ – حسين لوتاه (١٩٩٠) ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدينة دبى ، بحث قدم في ندوة مشاكل ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدن مجلس التعاون لدول الخليج العربية – الدوحة – قطر – ٥ – ٧ مارس .

٦ – دولة قطر ، وزارة الشؤون البلدية ، بلدية الدوحة (١٩٨٦) مشكلة ارتفاع منسوب المياه الجوفية بالدوحة – الدوحة ، قطر .

٧ – دولة قطر ، وزارة الشؤون البلدية ، بلدية الدوحة (١٩٨٧) وضع المياه الجوفية في دولة قطر – تقرير قدم إلى اللجنة الخاصة بدرساة تطوير مصادر المياه الجوفية والحفاظ عليها في دولة قطر – الدوحة ، قطر .

٨ – دولة قطر ، وزارة الصناعة والزراعة ، ادارة البحوث الزراعية والمائية قسم المياه الجوفية (١٩٨٨) تقرير عن مصادر المياه الجوفية بدولة قطر – الدوحة ، قطر .

٩ – دولة قطر ، وزارة الكهرباء والماء – ادارة الكهرباء والماء (١٩٨٧) تقرير احصائي عن الكهرباء والماء لعام ١٩٨٧ ، الدوحة ، قطر .

١٠– دولة قطر ، وزارة الكهرباء والماء ، ادارة الكهرباء والماء (١٩٨٧) ، وثائق لجنة حصر ومراجعة التقارير والدراسات الخاصة بتطوير المياه الجوفية في دولة قطر – الدوحة ، قطر .

١١– صلاح بحيرى (١٩٧٩) نحو تصنيف موروفولوجي لمنخفضات الصحراء . مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية – قسم الجغرافيا – جامعة الكويت – العدد ١٠ .

١٢– كمال حفنى (١٩٩٠) ظاهرة ارتفاع منسوب المياه الجوفية وأثرها على المبانى بمدينة القاهرة . بحث قدم في ندوة مشاكل ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدن مجلس التعاون لدول الخليج العربية – الدوحة – قطر – ٥ – ٧ – مارس .

١٣– محمد كمال محمود الشلالدة (١٩٨٦) الروضات في شبه جزيرة قطر – دراسة جغرافية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة عين شمس ، كلية البنات للعلوم والآداب والتربية ، القاهرة .

١٤– محمود محمد عاشور (١٩٨٩) سطح قطر بين الماضى والحاضر – دراسة في تغيير ملامح السطح. مجلس الجمعية الجغرافية الكويتية – قسم الجغرافيا – جامعة الكويت – العدد ١٢٦ .

١٥– هالكرو بلفور المحدودة (١٩٨١) المخطط الشامل لموارد المياه والتنمية الزراعية – وزارة الصناعة والزراعة – دولة قطر .

١٦ يوسف الصائغ (١٩٩٠) مشكلة ارتفاع منسوب المياه السطحية في البحرين – بحث قدم في ندوة مشاكل ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدن مجلس التعاون الخليجي – الدوحة – قطر – ٥ – ٧ مارس .

ثانيا : باللغة الأجنبية :

17 - Al - Sanad, H. A. and Shagour, F.M. (1990). Geotechnical implication of subsurface water rise in Kuwait : a Paper Presented in the Rising Water Table Seminar in G. C. C. Cities - Doha - march .

18 - ASCO (1983) Rising water table under Doha. Final report, Vol II Water Department, Ministry of Electricity and Water, Doha, Qatar .

19- ASCO (1986) Doha Water Loss Control report, Water Department, Miniistry of Electricity and Water, Doha , Qatar .

20- Cavelier, C. and Dalat, Y.H (1970) Geological description of Qatar Peninsula, Department of Petroleum Affairs, Doha .

21- Eccleston, B . L. (1982) The hydro-geology of Qatar, Department of Agriculture and Water Research - Ministry of Industry and Agriculture, Doha, Qatar.

22- F.A.O (1981) Water resources and agricultural developmment project Qatar, Project Findings and Recommendations, Rome .

23- JICA - Japan International Co-opertion Agency (1987) The Study on drainage improvement plan, Doha City - Supporting Report - Vol, Doha, Qatar.

24- Kassas, 1. A. and Ashour, M.M. (1984) Lineaments analysis of Qatar Peninsula, Based on Landsat imagery , Presented at the International Conference on Remote Sensing for Resource Management and Environmental Planning, Bayreuth, West Germany.

25- Miller, A. A. (1990) The dissection and analysis of maps-Institute of British Geographers. London .

26 - Pike, J. G. (1977) The Water resources of Qatar and their development - Rec. Rep. No. 1, U. N. D. P. and F. A. O., Rome.

27- Poal, T. (1984) Change in ground water level - change of design Parameters, Proceedings of 6 th Budapest conference on Soil mechanics and Foundation Engineering, Budapest .

28- Thornbury, W.D. (1959) Principles of geomorphology - John Wilex and Sons - London .

29 - United Nations - Department of Technical Co-Operation for Development (1986) Assistance in groundwater development and conservation - Project Findings and Recommendations . DP/UN/ QAT- 82 001/1, Qatar .

30 - Wilkinson. W.B. (1985) Rising Groundwater levels in London and possible effects on engineering structures. International Associaation of Hydrologists, 18 th Congress Proceedings, Cambridge, U.K.

❄ ❄ ❄