

ادارة التعاون التقني لأغراض التنمية

الموارد الطبيعية / سلسلة دراسات عن المياه رقم (٩)

المياه الجوفية في  
شرقي البحر المتوسط وغربي آسيا



الأمم المتحدة

نيويورك، ١٩٨٢.

## ملاحظة

تتألف رموز وثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام .  
ويعني إيراد أحد هذه الرموز الاحالة الى إحدى وثائق

الأمم المتحدة

ST/ESA/112

منشورات الأمم المتحدة

رقم المبيع : A.82.II.A.8

01700

تقديم

رجا المجلس الاقتصادى والاجتماعى فى قراره ٦٧٥ ( د - ٢٥ ) بتاريخ ٢ آيار / مايو ١٩٥٨ من الامين العام أن يتخذ التدابير المناسبه لانشاء مركز ضمن الامانه العامه لتشجيع الجهود المنسقة من أجل تنمية الموارد المائيه . واختص أيضا مشاكل المياه الجوفية باعتبارها من المواضيع ذات الاولوية عند وضع برنامج للدراسات . وكانت الدراسة المعنونة " تنمية المياه الجوفية على نطاق واسع " والتي نشرت فى عام ١٩٦٠ (١) ، أول دراسة أعدتها فى هذا الميدان مركز تنمية الموارد المائية ( ويعرف الآن باسم فرع الموارد المائيه التابع لشعبة الموارد الطبيعية والطاقة ، بإدارة التعاون التقنى لاغراض التنمية ) .

وأعطت اللجنة الاستشارية المعنية بتطبيق العلم والتكنولوجيا على التنمية فى خطة العمل العالمية (٢) ، أولوية لاستكشاف المياه الجوفية وتنميتها ، حتى أنه خلال عقد الامم المتحدة الانمائى الأول والثانى ، أدرج أكثر من ١٠٠ مشروع يتلقى مساعدة برنامج الامم المتحدة الانمائى وغيره من برامج التعاون التقنى التابعة للامم المتحدة

---

(١) منشورات الامم المتحدة ، رقم المبيع 60.II.B.3.

(٢) منشورات الامم المتحدة ، رقم المبيع E.71.II.A.15.

أو كرسى جزئيا للتنقيب عن المياه الجوفية أو تقديرها أو تنميتها  
تجريبيا . ( وترد فى مرفق هذا التقرير قائمة بمشاريع المياه الجوفية  
فى شرقى البحر المتوسط وغربى آسيا والتي يرهاها برنامج الامم  
المتحدة الانمائى . )

وأثناء تطوير مثل هذه الأنشطة التشغيلية ، أصبحت الحاجة  
الى استعراض شامل لنتائج المشاريع ، ونشر المعلومات ذات الصلة  
أكثر وضوحا . ونتيجة لهذا ، رجا المجلس الاقتصادى والاجتماعى  
فى قراره ١٧٦١ ( باء ) ( د - ٥٤ ) بتاريخ ١٨ آيار / مايو ١٩٧٣ ،  
من الامين العام ، أن يتخذ التدابير اللازمة ، فى حدود الميزانية  
لتحسين وتعزيز خدمات الامم المتحدة المالية لتحليل وتقييم ونشر  
البيانات العالمية التطاق عن الموارد الطبيعية ، بما فى ذلك الموارد  
المائية .

وفيما يتعلق بالمياه الجوفية ، نشر أول عرض شامل عن القارة  
الافريقية فى عامى ١٩٧٢ و ١٩٧٣ تحت عنوان " المياه الجوفية  
فى افريقيا " (٣) ، كتجميع للمواد المتوفرة فى محاضر ووثائق الامم  
المتحدة . وأخذت مادة المجلد الثانى فى هذه السلسلة " المياه الجوفية  
فى نصف الكرة الغربى " (٤) من الدراسات القطرية التى أعدها خبراء  
الجيولوجيا المائية ومهندسو المياه الجوفية ، وأخصائيو البلدان  
المعنية . كذلك جمعت مادة المجلد الحالى ( الثالث فى هذه السلسلة )

---

(٣) منشورات الامم المتحدة ، رقم المبيع E.71.II.A.16.

(٤) منشورات الامم المتحدة ، رقم المبيع E.76.II.A.5

" المياه الجوفية فى شرقى البحر المتوسط وغربى آسيا " ، من الدراسات الفطرية التى أعدها أخصائيو المياه الجوفية . ونظرا لوفرة المعلومات الهامة والمتخصصة التى تم الحصول عليها على أساس قطري ، ونظرا للحدود التى يقتضيها شكل المجلد ، لم يتيسر تقديم عرض شامل عن حالة المياه الجوفية وتنميتها فى المنطقة بأكملها ، كما كان الحال فى الجزء الأول من " المياه الجوفية فى افريقيا " .

ومن المأمول أن يسهم هذا المجلد ، وهو أول مجلد يقدم عرضا شاملا عن موارد المياه الجوفية فى شرقى البحر المتوسط وغربى آسيا فى تنمية هذه الموارد ، ولاسيما فى تلك المناطق التى تمثل فيها المياه الجوفية المصدر الوحيد لامدادات المياه ، وتعد عاملا أساسيا من عوامل التنمية الاقتصادية والاجتماعية .

وتود الامم المتحدة أن تقدم الشكر على المساعدة القيمة التى قدمتها المنظمات الحكومية ، والاستشاريون والاختصاصيين الذين ساعدوا فى اعداد الدراسات القطرية وتخص بالذكر و. ر. أغا ، م. برغمان ، س. بزرغان ، ر. ل. دى جونج ، ا. م. البوشى ، ج. ه. جونسون ، ج. كارنجاك ، ج. خورى ، و. س. كيريسى ، أ. أ. مالح ، س. مانديل ، س. عمر ، أ. أ. شطا ، أ. سورسفىل ، وم. عبيد . وقد استعرض المسودة النهائية دكتور ب. أ. لامورىه استاذ الجيولوجيا بجامعة الباما ، توسكالوزا ، بالولايات المتحدة الامريكية ، ورئيس الرابطة الدولية للجيولوجيين المائتين .

## المحتويات

<u>الصفحة</u>	
ج	تقديم .....
ك	ملاحظات توضيحية .....
١	مقدمة .....
١٥	الأردن .....
٤٠	اسرائيل .....
٥٩	الامارات العربية المتحدة .....
٩١	ايران .....
١٢٤	البحرين .....
١٣٧	تركيا .....
٢٠٠	الجمهورية العربية السورية .....
٢٧٣	العراق .....
٣١٢	عمان .....
٣٣٦	قبرص .....
٣٦٢	قطر .....
٣٧٥	الكويت .....
٣٩٥	لبنان .....
٤١٥	مصر .....
٤٣٣	المملكة العربية السعودية .....
٤٨٦	اليمن .....
٥٢٩	اليمن الديمقراطية .....

## العرفق

٥٤٨	مشاريع المياه الجوفية في شرقي البحر المتوسط وغربي اسيا التي يرهاها برنامج الأمم المتحدة الانمائي .....
-----	--

المحتويات ( تابع )

قائمة الجداول

<u>الصفحة</u>	<u>الجدول</u>
٢٣	١ - الأردن : موجز لخصائص الطبقات الحاملة للمياه
٤٧	٢ - اسرائيل : الطبقات الحاملة للمياه
٦٦	٣ - الامارات العربية المتحدة : ذروة التصريفات من الوديان
٧٣	٤ - الامارات العربية المتحدة : الفلجان أو الينابيع في المنطقة الجبلية الوسطى
٧٥	٥ - الامارات العربية المتحدة : الفلجان أو الينابيع في منطقة قطينة الساحلية ، وسهل الحصيا الأوسط وسهل رأس الخيفة - جبرى
١١٢	٦ - ايران : الخصائص الهيدروليكية للطبقات الحاملة للمياه
١٣٣	٧ - البحرين : تحليلات هيدروكيميائية مختارة
١٤٨	٨ - تركيا : الأنهار الرئيسية
١٤٩	٩ - تركيا : الأنهار الدولية
١٦٨	١٠ - تركيا : موجز لنتائج أبحاث المياه الجوفية
٢٠٤	١١ - الجمهورية العربية السورية : توزيع سقوط الأمطار
٢٠٨	١٢ - الجمهورية العربية السورية : الأنهار
٢٥٧	١٣ - الجمهورية العربية السورية : تصنيف تقريبي لاستعمال المياه الحالي والاحتياجات المتوقعة لعام ١٩٨٥
٢٥٩	١٤ - الجمهورية العربية السورية : الاستعمال الحالي لمياه البلديات والمياه المستخدمة للأغراض الصناعية في المحافظات والاحتياجات المتوقعة لعام ١٩٨٥
٢٩٢	١٥ - العراق : نتائج أبحاث المياه الجوفية
٣٠١	١٦ - العراق : امدادات المياه للمدن والصناعة والمستوطنات الريفية ، ١٩٧٥

المحتويات ( تابع )

قائمة الجداول ( تابع )

<u>الصفحة</u>	<u>الجدول</u>
٣٠٢	١٧ - العراق : استهلاك المياه في المدن والمستوطنات الريفية ، ١٩٧٥ . . . . .
٣٠٥	١٨ - العراق : بيانات تقنية من آبار المياه ، ١٩٧٨ . . . . .
٣٠٧	١٩ - العراق : المسحوبات السنوية من مياه الشرب والمياه المستخدمة للأغراض الصناعية . . . . .
٣٤١	٢٠ - قبرص : التوزيع الشهري التقريبي لتدفق أهم الأنهار التي تنبع من جبال ترودو . . . . .
٣٤٢	٢١ - قبرص : ذروة التدفقات لأضخم الفيضانات . . . . .
٣٥٤	٢٢ - قبرص : معلومات عن الطبقات الرئيسية الحاملة للمياه . . . . .
٣٥٨	٢٣ - قبرص : الاستعمال السنوي للمياه . . . . .
٣٧٢	٢٤ - قطر : تقدير ميزان المياه للسنوات ١٩٧٢ - ١٩٧٥ . . . . .
٣٨٧	٢٥ - الكويت : موجز لخصائص الطبقات الحاملة للمياه . . . . .
٤١٠	٢٦ - لبنان : خصائص سقوط الأمطار . . . . .
٤٩٠	٢٧ - اليمن : الملامح المناخية الرئيسية . . . . .
٥٣٨	٢٨ - اليمن الديمقراطية : موجز لخصائص الطبقات الحاملة للمياه . . . . .

قائمة الأشكال

	<u>الشكل</u>
١٣٨	الأول - تركيا : تقسيمات هيكلية رئيسية . . . . .
	الثاني - المملكة العربية السعودية : تتابع الطبقات تحت السطح - المنطقة الأولى (مامدا وادي السرحان) . . . . .
٤٤١	
٤٤٢	الثالث - المملكة العربية السعودية : تتابع الطبقات في المنطقة الثانية . . . . .
	الرابع - المملكة العربية السعودية : قسم عام عن دراسة القشرة الأرضية في منطقة معينة . . . . .
٤٤٣	
٤٤٤	الخامس - المملكة العربية السعودية : مقطع عرضي هيدروجيولوجي تخطيطي للحوض الرسوبي شرقي الجزيرة العربية . . . . .



المحتويات (تابع)

قائمة الأشكال (تابع)

<u>الصفحة</u>	<u>الشكل</u>
٤٧٦	السادس - المملكة العربية السعودية : خطوط تصريف وتجدد المستنقع الجاف .....
٤٩٢	السابع - اليمن : مقطع مرضي تخطيطي .....

قائمة الخرائط

	<u>الخرائط</u>
٢	١ - حدود المنطقة موضوع الدراسة والتقسيمات المناخية الرئيسية .....
٤	٢ - توزيع السكان والكثافة السكانية .....
٧	٣ - سقوط الأمطار السنوى .....
٩	٤ - التضاريس الرئيسية .....
١٢	٥ - الخصائص الجيولوجية .....
٤١	٦ - اسرائيل : موارد المياه الجوفية .....
٦٠	٧ - الامارات العربية المتحدة .....
٩٢	٨ - ايران .....
١٥٧	٩ - تركيا : أبحاث المياه الجوفية .....
٢٠٣	١٠ - الجمهورية العربية السورية : الأقاليم المناخية .....
٢٢٤	١١ - الجمهورية العربية السورية : مناطق المياه الجوفية .....
٢٤٠	١٢ - الجمهورية العربية السورية : ملوحة المياه الجوفية .....
٢٦١	١٣ - الجمهورية العربية السورية : انتاجية الطبقات الحاملة للمياه .....
٢٧٦	١٤ - العراق : متوسط سقوط الأمطار السنوى .....
٢٨٠	١٥ - العراق : الخصائص الجيولوجية .....
٢٨٨	١٦ - العراق : المياه الجوفية .....
٣١٣	١٧ - عمان : المناطق الجغرافية الرئيسية .....

المحتويات ( تابع )

قائمة الخرائط ( تابع )

<u>الصفحة</u>	<u>الخريطة</u>
٣٤٥	١٨ - قبرص : الخصائص الجيولوجية
٣٦٧	١٩ - قطر : الخصائص الجيولوجية
٢٦٨	٢٠ - قطر : منحنيات المياه الجوفية ، أيار/ مايو - حزيران / يونيو ١٩٧٢
٣٧٤	٢١ - قطر : انخفاض مناسيب المياه الجوفية ، ١٩٥٨-١٩٧٢
٣٧٦	٢٢ - الكويت
٤١٦	٢٣ - مصر
٤٣٦	٢٤ - المملكة العربية السعودية : الخصائص الجيولوجية
٤٣٩	٢٥ - المملكة العربية السعودية : موقع المناطق الثماني المسوحة
٥٠٨	٢٦ - اليمن : الطبقات الحاملة للمياه
٥٣٠	٢٧ - اليمن الديمقراطية

ملاحظات توضيحية

استخدمت الرموز التالية فى الجداول الواردة بالتقرير: تشير العلامة (•••) الى أن البيانات غير متوفرة أو أنها لم تُرد بشكل مستقل •

تشير المسافة الخالية الى أن البند لا ينطبق •  
يستخدم الحرف (ر) لتحديد العلامة العشرية •  
تشير العلامة (/) الى السنة المحصولية أو السنة المالية مثل ١٩٧٧/١٩٧٦ •

ان الواصلة (-) التى تستعمل بين عامين ، مثل ١٩٧٥ - ١٩٧٨ تشير الى كل الفترة المعنية ، بما فى ذلك السنة المبدوء بها ، والسنة المنتهى عندها •  
ان الاشارة الى الدولارات تعنى دولارات الولايات المتحدة •

ان اجمالى المبالغ والنسب المئوية فى الجداول لاتعادل بالضرورة المجموع ، بسبب تقريب الأرقام •

ان التسميات المستخدمة فى هذه الوثيقة ، وطريقة عرض المواد فيها لاتنطوى على تعبير الامانة العامة للامم المتحدة عن أى رأى كان فى المركز القانونى لأى بلد أو اقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أى بلد أو اقليم أو مدينة أو منطقة ولا فى تعيين حدود أو تخوم أى منها •

ان تعبير " بلد " كما هو مستخدم فى نص هذا التقرير يشير أيضا حسب الاقتضاء ، الى الاقاليم أو المناطق •

تعرف المنطقة التي تغطيها هذه الوثيقة عادة باسم الشرق الاوسط. فمعظم حدودها واضحة المعالم ( انظر الخريطة رقم 1 ) فيمدها من الشمال البحر الاسود والسلاسل الجنوبية لجبال القوقاز وبحر قزوين ، ومن الغرب بحر ايغه والبحر المتوسط والبحر الأحمر ، ومن الجنوب خليج عدن وبحر العرب ، وتبدو الحدود أقل تحديداً الى الغرب عبر الصحراء الليبية ، والى الشمال الشرقى وشرق ايران

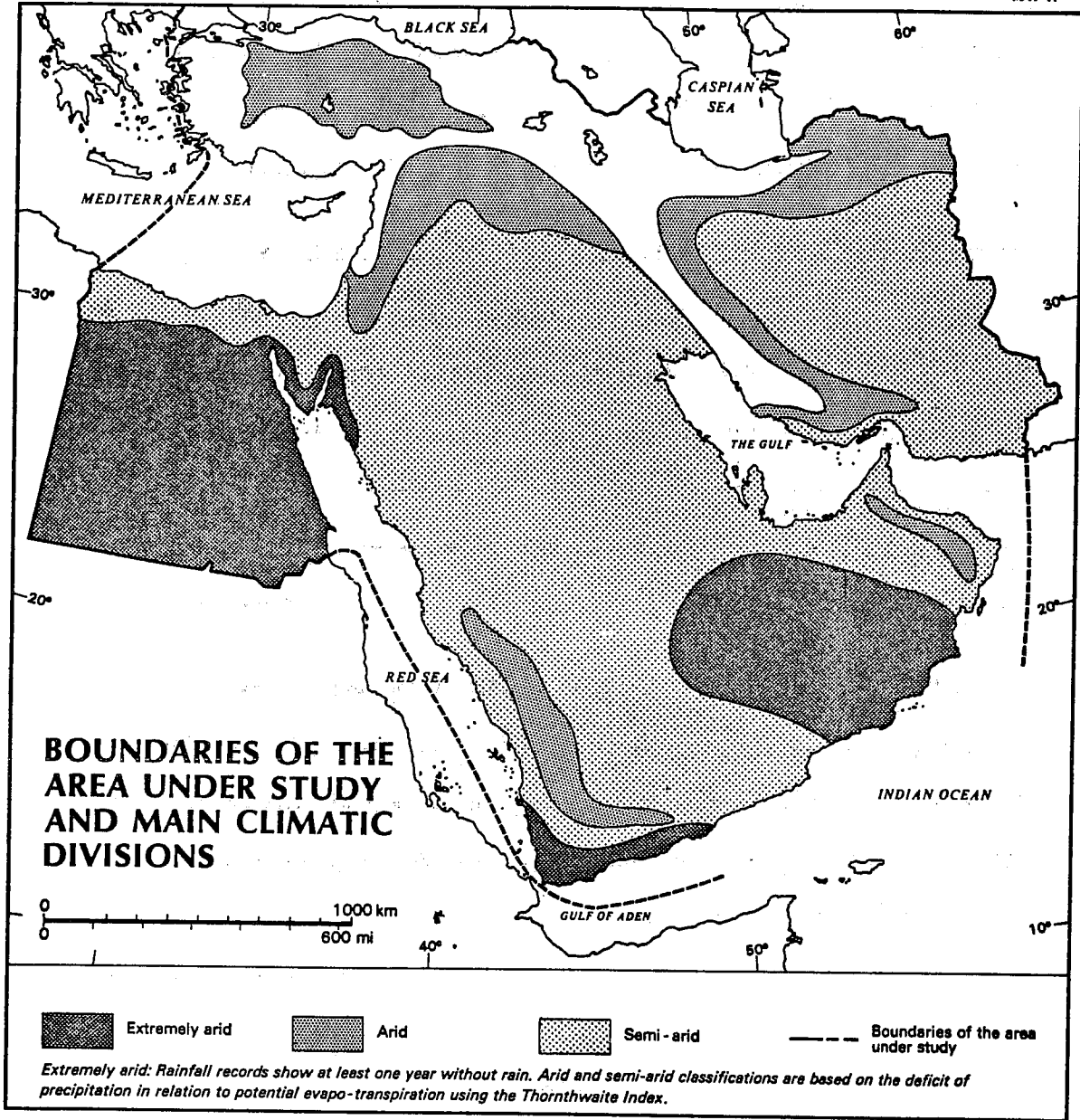
ولا يعكس تعبير " الشرق الاوسط " الطبيعة الاساسية للمنطقة ، حيث يأتي موقعها الفريد في ملتقى ثلاث قارات ويمكن اعتبارها الحافة الهشة لنصف الكرة الشرقى ، أن لم يكن للعالم . ولأنها مهد الديانات التي تنادى بالتوحيد فهي تزخر بالحضارات ، وعاشت فيها شعوب من اجناس مختلفة ولها تاريخ حافل بالاحداث والاضطرابات وجغرافية سياسية غير مستقره .

وفي الاعوام الثلاثين الماضية أو مايقرب من ذلك اكتسبت المنطقة التي لعبت دائماً دوراً رئيسياً في الشؤون الدولية . أهمية جديدة ، وهذا يرجع بصفة خاصة الى اكتشاف مخزونات كبيرة من النفط . ويقدر أن ثلثي

خريطة رقم (١)

حدود المنطقة موضوع الدراسة والتقسيمات المناخية الرئيسية .

MAP 1



احتياطيات العالم المعروفه من النفط موجوده فى هذه المنطقة  
التي انتجت أكثر من ربع الانتاج العالمى الحالى من النفط  
فى عام ١٩٧٨ .

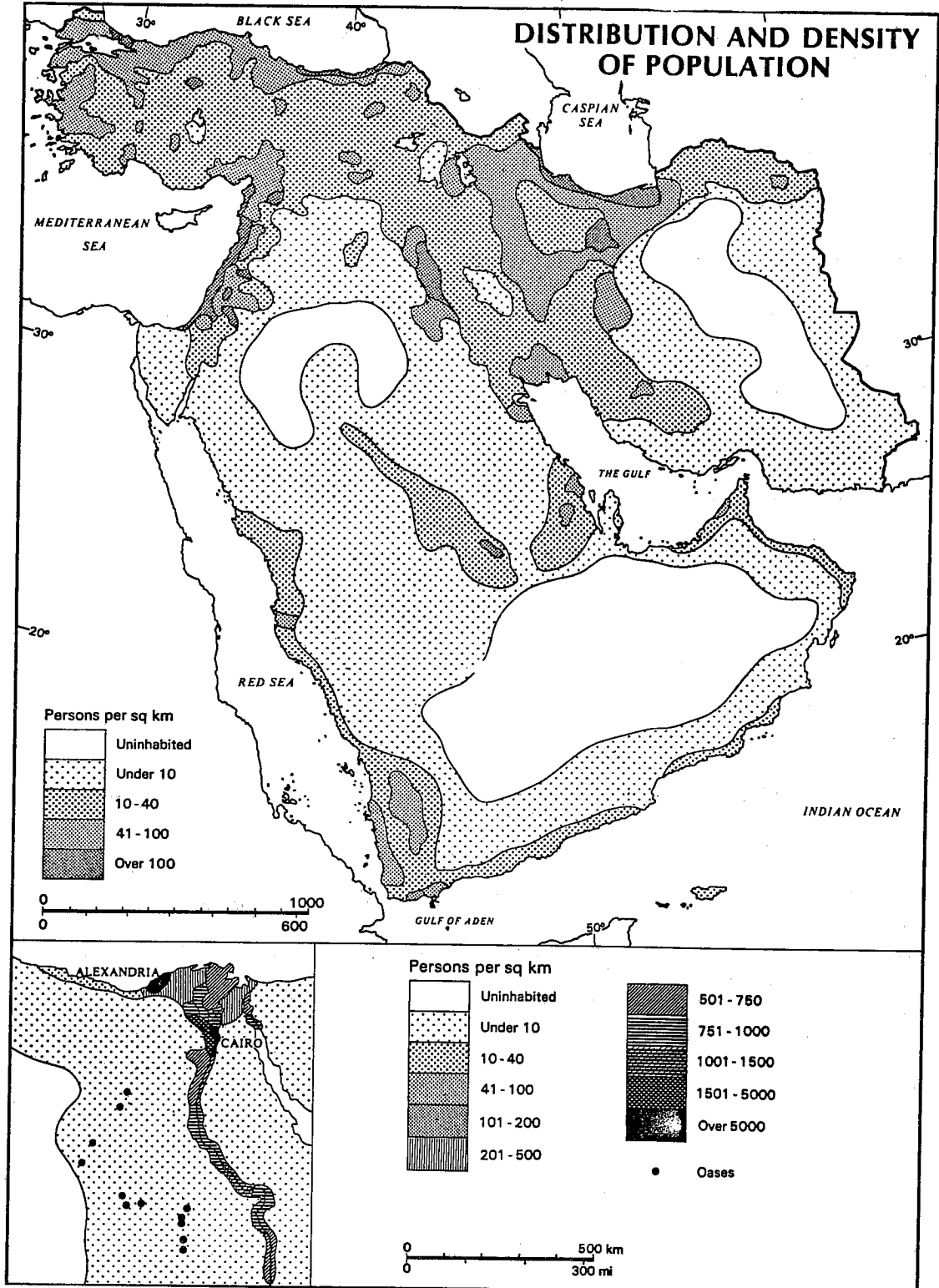
ولكن من الجدير بالملاحظة أن معظم مخزونات النفط تتركز  
فى منطقة صغيرة نسبيا أشبه بحدوة الحصان ، حول الخليج  
الفارسى ، وأن نصف بلدان المنطقة فقط عن منتجى النفط .

وقد تم استخراج خامات معدنيه من المنطقة ، ولكن  
المخزونات ليست ذات أهمية دولية ، ولا تبشر بصادرات كبيرة من  
هذه الخامات باستثناء الكروم فى تركيا ، يليه النحاس فى  
ايران وتركيا وقبرص .

وتشغل الغالبية الكبرى من السكان ( الثلثان ) بالإنشطة  
الزراعيه او الرعوية التي تتركز فى ٥ فى المائة من  
الأراضى ، خاصة على طول شواطئ البحر المتوسط والبحر  
الاسود وبحر قزوين وفى وادى النيل وفى أرض الرافديين  
( الحضارة القديمة التي تقع بين نهري دجلة والفرات ، وهى الآن  
جزء من العراق ) وفى مناطق المرتفعات فى تركيا وايران ( انظر  
الخريطة رقم ٢ ) ويشكل ٩٥ فى المائة من الأراضى جزء ١ من  
المنطقة الجافه أو الصحراوية ( انظر الخريطة رقم ١ ) ويضم  
واحات متناثرة .

خريطة رقم (٢)

توزيع السكان والكثافة السكانية .



ويمتد أحد المناطق الزراعيه .الرئيسية فى المنطقه  
والذى يعرف بالهلال الخصيب ، من دلتا النيل على طول  
شواطئ البحر المتوسط الى الشمال ، ثم الى الشرق والجنوب  
الشرقى عبر أرض الرافدين حتى الطرف الشمالى للخليج الفارسى  
ويقع الهلال الخصيب ذاته عند ملتقى ثلاثة أقاليم فرعيه:  
سهول مصر والجزيرة العربية الى الجنوب ، والهضاب التى تحدها  
الجبال الملتويه الممتده الى الشمال فى تركيا وايران ، -  
والمنطقة الانتقالية التى تضم بلدان شرقى البحر المتوسط  
والتي تمثل القطاع الأوسط من الهلال .

ومعظم الأراضى فى مصر ، وفى شبه الجزيرة العربية  
وشمالا حتى نهر الفرات ، وفى وسط وشرقى ايران أراضى  
صحراوية قليلة السكان ، فيما عدا بعض المناطق الجبلية  
والوديان والواحات . ويبلغ السكان حوالى ١٧٠ مليوناً  
منهم أكثر من ٥٥ فى المائة من العرب ، وفى الأربعين  
عاما الماضية ، حدثت كثير من التحركات السكانية التى  
بلغت أبعادا مثيرة فى بعض الاحيان ، وقد أثرت فى ملايين  
من السكان ، وعلى سبيل المثال تحركات اليهود الى  
اسرائيل ، والفلسطينيين الى مختلف البلدان العربية ، وتدفق  
القوى البشرية (بما فى ذلك العمال والمهنيون من بلدان  
خارج المنطقة ، مثل الهند وباكستان والسودان ) الى المناطق  
المنتجة للنفط .



وقد أدت تنمية المناطق الصناعيه والحضرية ، والحاجة الى زيادة الانتاج الزراعى ، وبعبارة أشمل ، الاتجاه العام لحكومات وشعوب البلدان النامية نحو تحقيق ظروف اجتماعية واقتصادية ومعيشيه أفضل ، الى زيادة سريعة فى الطلب على المياه ، ولاسيما المياه الجوفيه التى تعد المصدر الوحيد لامدادات المياه فى معظم انحاء المنطقة . وفى بعض البلدان وصل استكشاف المياه الجوفيه وتنميتها ، والذى يمول من الدخل الناتج عن انتاج النفط ، الى مستويات مذهلة ، ولكنه اثبت فى حالات كثيرة انه باهظ التكاليف ويرد فيما بعد موجز للظروف الطبيعية العامه فى المنطقة ، اى المناخ والتضاريس والخصائص الجيولوجية ، والتى يرتبط بها وجود المياه الجوفيه فيما عدا المناطق الصحراوية فى مصر ، وداخل شبه الجزيرة العربية ، ووسط وشرقى ايران .

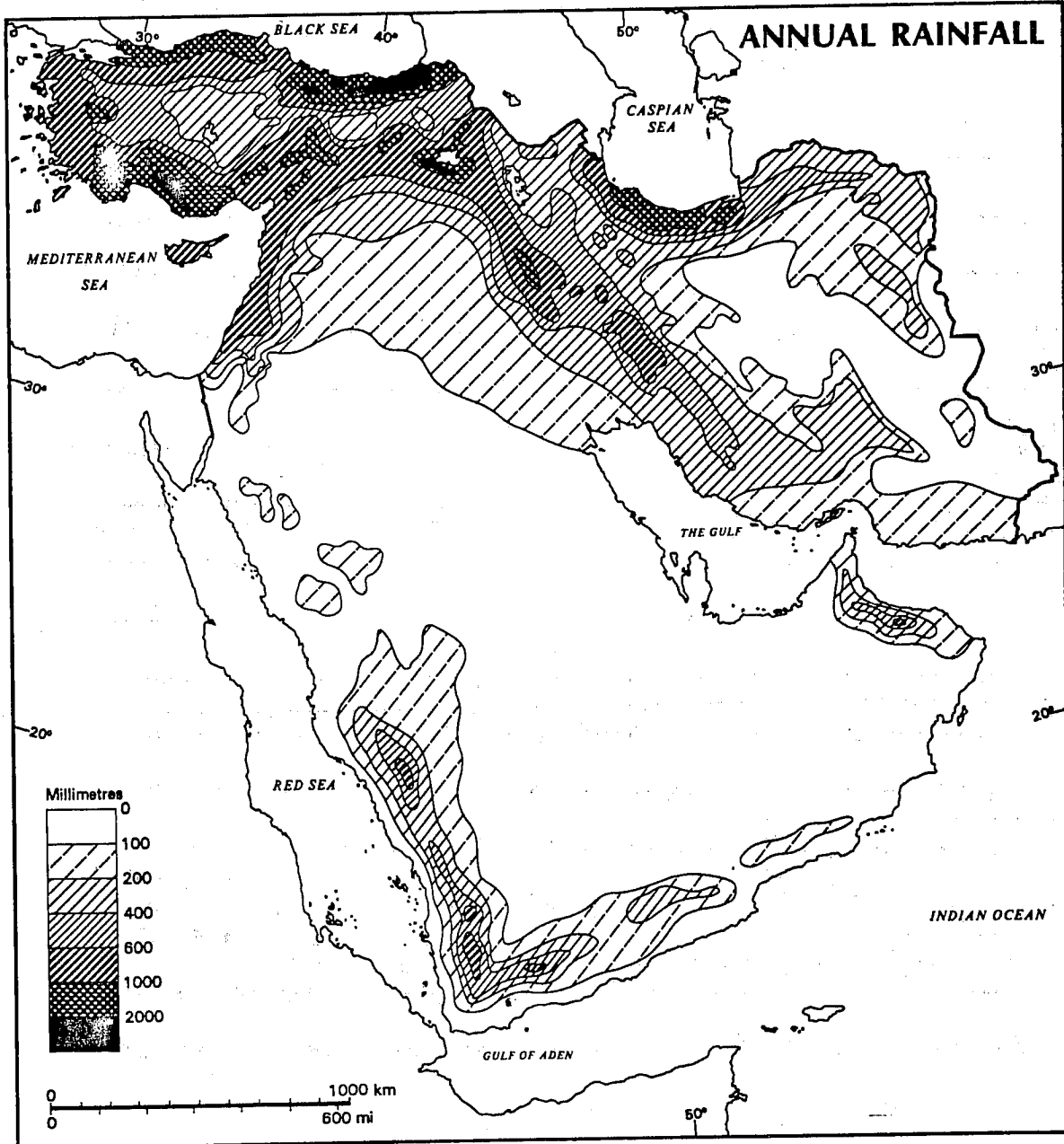
### المناخ

يغلب مناخ البحر المتوسط على غرب المنطقة ، فموسم الامطار فى الشتاء ، وموسم الجفاف فى الصيف ، والمناطق التى يكثر فيها سقوط الامطار هى تلك التى تواجه البحر الأسود والبحر المتوسط ، ويبلغ متوسط الكمية السنوية ١ - ٢ مترا وفى الداخل يصل معدل سقوط الامطار الى ٢٥٠ مم أو أقل

خريطة رقم (٣)

سقوط الأمطار السنوي .

MAP 3



(أنظر الخريطة رقم ٣) وتشهد كثير من المناطق فروقاً حادة في درجات الحرارة على أساس يومي أو موسمي ، والشتاء بارد في الجبال والمرتفعات في تركيا وإيران ، ولكنه معتدل بشكل عام في الأماكن الأخرى - ومنطقة الخليج شديدة الحرارة خلال الصيف ، إذ تصل درجات الحرارة إلى أكثر من ٤٠ درجة مئوية .

### التضاريس

توضح الخريطة رقم ٤ أهم مظاهر التضاريس . وتنقسم المنطقة - من حيث التضاريس وتكوينات الأرض ، إلى الوحدات الرئيسية التالية :

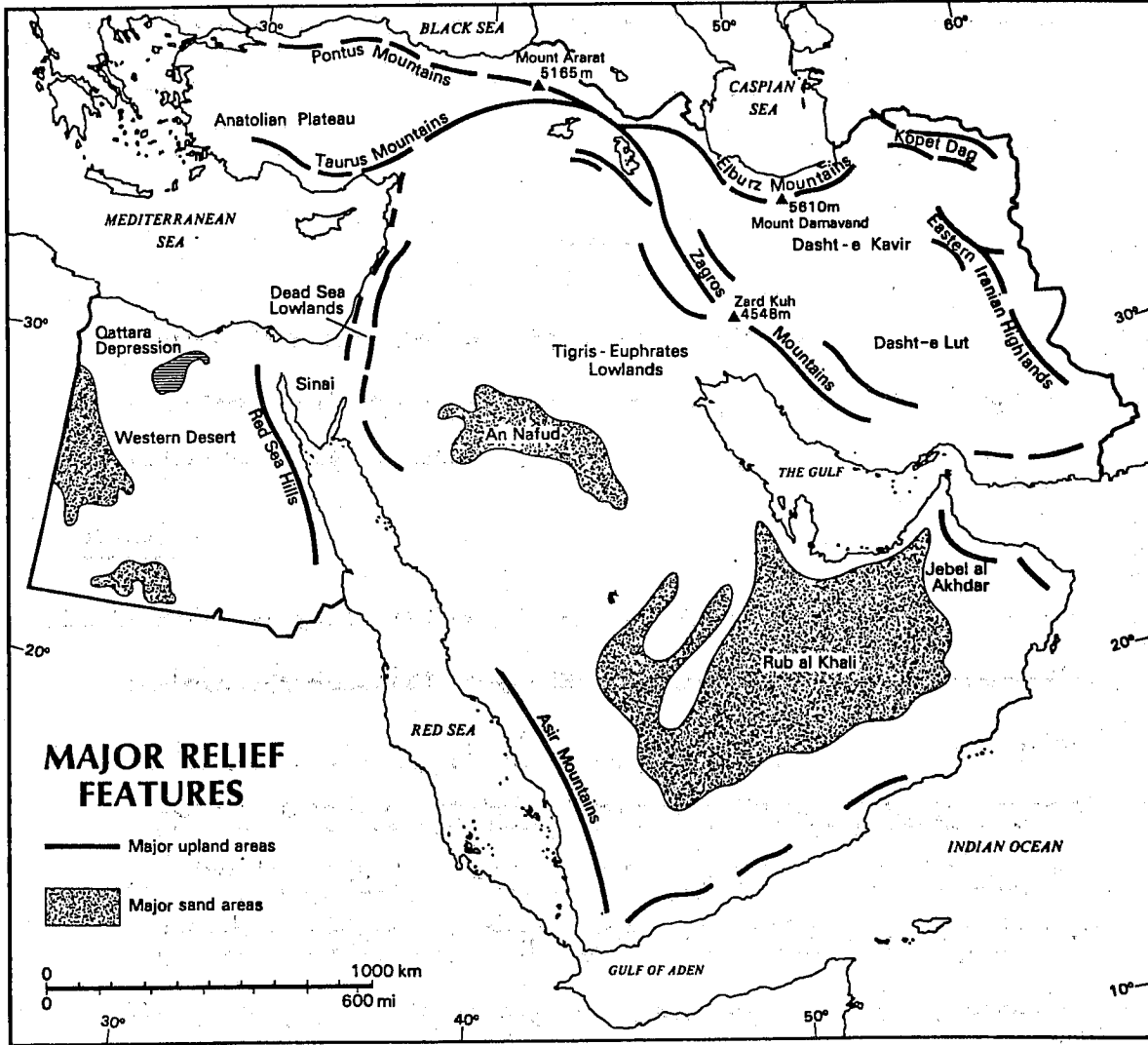
#### الجبال :

جبال طوروس ( ٣٧٠٠ متر ) وجبال بونتين ( ٢٥٠٠ متر إلى الغرب ، وحتى ٣٩٠٠ متر إلى الشرق ) في تركيا ، وجبال البورز ( حتى ٥٦٠٠ متر ) وجبال زاغروس ( ٤٥٠٠ متر ) في إيران ، والسلاسل الجبلية التي تحدد البحر الأحمر في مصر ( حتى ٢١٠٠ متر ) ، وشبه الجزيرة العربية ( ٢٥٠٠ متر إلى الشمال ، بالقرب من خليج العقبة ، و ٣٢٠٠ متر إلى الجنوب

خريطة رقم (٤)

التضاريس الرئيسية .

MAP 4



و ٢٥٠٠ متر فى حضرموت ، و ٢٠٠٠ فى عمان ) ، و جبال  
لبنان ( ٣٠٠٠ متر )

#### الهضاب :

هى وحدات التضاريس السائدة فى تركيا وايران والجزء  
الغربى من شبه الجزيرة العربية . ومعظم هذه المناطق  
بها قليل من منافذ الصرف على البحر ، أو لاتوجد  
بها هذه المنافذ على الاطلاق ونتيجة لهذا ، فانها  
تحتوى على بحيرات بعضها ذات أبعاد كبيرة ( فى تركيا  
وايران ) ، وأحيانا تحتوى على مياه مالحة ، ويمكن  
مشاهدة بحيرات مالحة جافة وواسعة فى المناطق الصحراوية  
الجافة بايران .

#### السهول :

تضم المنطقة مساحتين منبسطين واسعتين ، وفى مصر تقلل  
الارتفاعات عن ٥٠٠ متر فى الجنوب على مسافة تصل الى ١٠٠٠ كم  
تقريبا فى اتجاه شواطئ البحر المتوسط ، مع وجود منخفضات  
دون مستوى سطح البحر ، وفى شبه الجزيرة العربية تقلل  
الارتفاعات عن ١٠٠٠ متر فى الغرب ( السلاسل الجبلية الموازية  
للبحر الاحمر ) فى اتجاه نحو الشرق عبر صحراء النفود والدهناء  
الى الخليج ، على مسافة تصل من ٤٠٠ - ٦٠٠ كم .

## السواحل :

هى وعرة بصفة عامة ، وتكثر فيها الصخور . وتقع السهول الساحليه الرئيسية حول بحر قزوين وعلى طول الخليج ويلاحظ من الوصف العام السابق ، انه فيما يتعلق بالمناخ ولاسيما سقوط الامطار والطوبوغرافية ( باستثناء الوديان الجبلية والسفوح ) ، تعتبر الظروف الطبيعية غير مواتية لتجميع المياه الجوفيه عن طريق الارتشاح المباشر لمياه الامطار . أو الانسياب وذلك للاسباب التالية :

- (أ) لا يحدث ارتشاح مباشر لمياه الامطار فى المناطق المنبسطة فى الظروف المناخية الحارة ، نظرا لان المياه تتبخر قبل أن تتمكن من الارتشاح .
- (ب) لا يحدث الانسياب الا فى فترات قصيرة ، ويضع فى البحر فى المناطق الجبلية الساحليه " لبنان " أو المنخفضات المالحة داخل الهضاب .

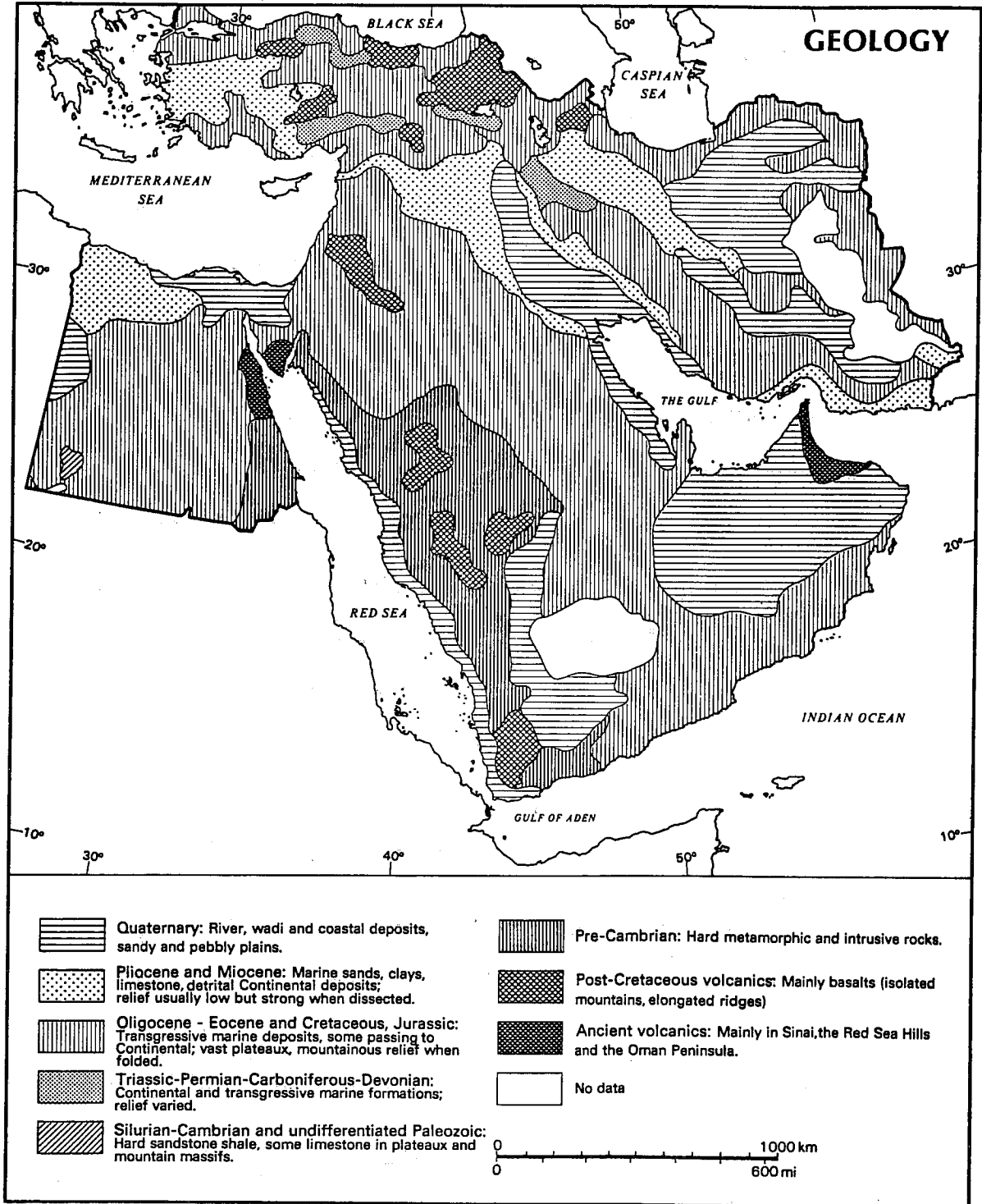
## الخصائص الجيولوجية

- توضح الخريطة رقم ٥ الخصائص الجيولوجية للمنطقة .
- ان التكوينات الرئيسية الحاملة للمياه الجوفيه هى بصفة عامة كما يلى :
- (أ) الطمي النهري فى وادى النيل والدلتا ، وفى وادى دجلة والفرات

خريطة رقم (٥)

الخصائص الجيولوجية

MAP 5



وفى وادى حضر موت ، وفى الوديان الجبلية المختلفة ،  
وفى وديان شبه الجزيرة العربية .

(ب) الحجر الجيري الصلصالى الذى يرجع الى العصر الاوسط  
فى منطقة البحر المتوسط ( تركيا ، الجمهورية العربية  
السورية ، لبنان ) وفى ايران ،

(ج) الطبقات الرملية السميقة والممتدة الحاملة للمياه  
والتي ترجع الى العصر الاوسط والعصر الحديث فى مصر  
وفى شبه الجزيرة العربية. وفى الاخيرة تحتوى كتله سميكة  
مركبة من المواد الرسوبية على طبقات حاملة للمياه ، وهى  
فى الغالب طبقات محدودة وفى بعض الاحيان تتدفق الأبار  
على السطح عند الحفر .

والمشاكل الرئيسية التى ظهرت تتعلق بما يلى :

(أ) استنفاد المياه الجوفية غير المتجددة فى الطبقات الارتوازية  
الحاملة للمياه ،

(ب) ارتفاع نسبة المواد الذائبة فى المياه العميقة والمياه  
الجوفية الضحلة فى المناطق الصحراوية ، بما فى ذلك أرض  
الرافدين وتسلل مياه البحر الى المناطق الساحلية بسبب  
زيادة الضخ .



(ج) عدم انتظام المياه وقلة تجميعها في وديان الطمي ، وبصفة عامة - عدم التناسب القائم بين الاحتياجات المائية المتزايدة باطراد ، والكميات المتاحة من المياه الجوفية .

وكان المعتقد لفترة من الوقت أن ازالة ملوحة المياه سوف تساعد على تخفيف حالات نقص المياه في بعض المناطق ولاسيما في الخليج . وقد انشئت بعض المحطات الضخمة لازالة ملوحة المياه - وهذه المحطات تحتاج الى الغاز الطبيعي ، وكانت قيمة الغاز الطبيعي في ذلك الوقت تعتبر تافهة . غير أن تكلفة هذه المحطات الضخمة وعمرها القصير نسبيا وارتفاع تكلفة استهلاك الدين ، وقيمة الغاز الطبيعي المسال القابل للتصدير أدى الى ارتفاع تكلفة الوحدة من المياه التي تتم تحليتها مما استبعد استخدامها في الري .

ولهذا يبدو أن تنمية وتديبير موارد المياه الجوفية على نحو سليم في هذا الجزء من العالم - أكثر من أى منطقة اخرى يعتبر من المسائل ذات الاولوية لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية بما في ذلك انتاج الاغذية وتحسين الظروف المعيشية للسكان الذين يتطلعون منذ قرون الى التغلب على الظروف الطبيعية المعاكسة .

## الأردن

المساحة : ٩٧٩٤٠ كيلومتر مربع  
عدد السكان : ٢٧٧٩٠٠٠٠ ( طبقا لتقديرات الأمم المتحدة  
لسنة ١٩٧٦ )

### عام

يتألف معظم الأردن - وهو بلد مغلق باستثناء منفذ ساحلى ضيق على خليج العقبة - من تلال وسهول صخرية ورملية قاحلة ونجود خصبة غربى نهر الأردن . ويحصل الأردن على احتياجاته الحالية من المياه اللازمة للزراعة من ماء المطر الذى يسقط سنويا مع ندرته من حيث الكمية ، وتباين مواضع وأوقات سقوطه . وعلى ذلك ، يضى تأكيدا بالغا على مشروعات المياه السطحية والجوفية ، لمواجهة الاحتياجات المتزايدة للزراعة والصناعة وكذلك الاحتياجات المتزايدة للبلديات وتتركز المياه السطحية فى الاردن بمنطقة وادى الأردن وبحوض البحر الميت ومنطقة وادى عربة . ويبلغ متوسط مقدار التصريف السنوى ٨٥٠ مليون م<sup>٣</sup> . والمياه الجوفية مورد هام للمياه فى البلد فهى توفر كثيرا من احتياجات المياه التى تستخدم فى الأغراض المنزلية ولأغراض الصناعة التى بلغت ٤٢١ مليون م<sup>٣</sup> سنويا فى نهاية عام ١٩٧٥ . ومن المتوقع أن ترتفع هذه الاحتياجات بحلول عام ١٩٨٠ الى ٥٥٥ مليون م<sup>٣</sup> موزعة على النحو التالى :

( بالمليون متر مكعب )

١٩٨٠	١٩٧٥	المتطلبات
٦٠	٤٠	الأغراض المنزلية
٣٠	٦	أغراض الصناعة
٤٦٥	٣٧٥	أغراض الزراعة
٥٥٥	٤٢١	المجموع

والطقس في الأردن لطيف غالبا ، ففي الصيف ، قلما تتجاوز درجة الحرارة في الظل ٣٨ درجة . وفي الليل يغدو الليل معتدل البرودة . وفي الشتاء يكون الجو باردا في الجبال ، وجو الشتاء في الأردن على أية حال يتسم بالدفء والاعتدال بينما يتسم بالحرارة البالغة في فصل الصيف .

ويحدث المطر بسبب انخفاضات الضغط وتحرك الجبهات الباردة من الشمال الغربي ، فتجلب الجبهات الباردة هواء رطبا غير مستقر وينشط سقوط المطر من جراء التغيير الجبهوي ولوجود المرتفعات الغربية في البلد . وتناقض المطر حدث موسمي شتوي بدرجة كبيرة ، فهو يتساقط من أواخر تشرين الأول / أكتوبر حتى آذار / مارس . ويبلغ متوسطه من ٧٠٠ - ٨٥٠ مم في المناطق الجبلية المرتفعة ، ومن ٤٠٠ - ٥٠٠ مم في المناطق الأكثر انخفاضا . ويقل هطول الأمطار كما تتناقض قوة الجبهيات

الباردة كلما اتجهنا شرقا وجنوبا فتحدث سحب محملة بالامطار فـ من المناطق المحجوبة عن الرياح في الجبال . وبصفة عامة ، يقل هطول الأمطار تدريجيا من الشمال الى الجنوب ، كما يتناقص بسرعة من الغرب الى الشرق . ويحصل معظم الأردن في المتوسط على مايقـل عن ٢٠٠ مم في العام ، بينما يحصل ١٣ /٠ فقط من البلد على مايزيد عن ذلك . وفي شرق الأردن يتناقص هطول المطر بسرعة من ٢٠٠ الى ١٠٠ والى ٥٠ مم . ويتسبب حدوث الجبهات الباردة في هبوب العواصف الصحراوية المتفرقة . وكثافة المطر منخفضة عامة ولاتؤدي السـاى تجميع ذى أهمية . وفيما يتعلق بالتجميع ، هناك ثمة ملاحظة مشيرة للاهتمام وهي أن مناسيب المياه الجوفية المسجلة على مدى ثلاثين عاما تبدو غير متفقة مع مواعيد سقوط الأمطار . وكقاعدة عامة فان المناسيب المرتفعة للمياه الجوفية تسجل في أشهر أب / أغسطس بينما تسجل المناسيب المنخفضة في شهر شباط / فبراير .

وفي الشهور الاكثر رطوبة في فصل الشتاء في غرب الأردن يمكن أن تصل درجة الرطوبة في الغالب الى نحو ٩٠ في المائة ، علما بأن متوسط درجة الرطوبة هي ٥٥ في المائة . وفي شهور الصيف يقل المتوسط لـيبلغ نحو ٣٥ في المائة . وأيا كان الأمر ، ففي المناطق الصحراوية الشرقية ، يمكن أن يصل الانخفاض الى ٦ في المائة ولاسيما حينما تتحرك كتل الهواء الحار الجاف من العراق والسعودية . ونسبة التبخر تتقارب مع المناطق المتاخمة حيث تبلغ ٢ مم في المتوسط أو أما يزيد قليلا .

## الخصائص الجيولوجية

يقع الأردن على الضلع الشمالى للدرع العربى ، وتمتد صخور مجمع الدرع فى جنوب الأردن وتظهر عند طرف وعلى جانبى خليج العقبة مع وجود تكوينات فى اتجاه الشمال على شكل شريط رفيع حتى نحو ٣٠ كم الى الجنوب من البحر الميت . وتشتمل صخور القاعدة على الغرانيت ومتداخلات قاعدية ، الى جانب الصخور المتكوره من النوع الأركوازى ( الرسوبية الفتاتية ) التى ترجع الى عصر ما قبل الكامبرى وتعرف محليا باسم صخور سراموج المتكورة وتعلو تكوينات الدرع سلسلة سميكة من رواسب أرض /بحرية ، وهذه بدورها مغطاة بطبقات تالية من الكلس البحرى الأحدث عهدا . ومن حيث الزمن، فان هذه الرسوبيات تغطى الفترة من العصر الكامبرى حتى العصر الحديث . والمجمع الأرضى / بحيرى الأقدم عهدا له نظائر مواكبة له فى البحر الرملى فى " الساق " وفى تكوينات تبوك بالمملكة العربية السعودية وفى حجارة النوبة الرملية بشمال شرق أفريقيا . وبالنسبة لخصائص سلسلة الحجر الرملى ، فهى تتكون من حجر رملى وكوارتز وحجارة رملية خشنة وصخور متكورة ، أما السلسلة البحرية الأحدث عهدا فتتنقسم الى مجموعة عجلون الأقدم ومجموعة بلقا الأحدث عهدا ، وهى مؤلفة من الحجر الجيرى والدولوميت وحجر الصوان والطباشير والطين الجيرى والطفل التى لها أيضا نظائرها المواكبة

لها فى المملكة العربية السعودية فى تكويينات أروما أم الرضومة  
والرس وضمنان . والتطورات التى مرت بها الصخور الرملية فى  
العصر الطباشيرى الأدنى ( قبل مجموعة عجلون مباشرة ) مناظرة  
ومواكبة أيضا لصخور وسية - بياض بالمملكة العربية السعودية .

وحتى العصر الثالث الأوسط أو العصر المايوسينى ، كانت  
الرسوبيات جزءا لا يتجزأ من الحوض العربى . وخلال العصر المايوسينى  
الأدنى ، كانت هناك فترة من الارتفاعات المصحوبة بالتواجات  
وانكسارات على نطاق واسع ، وفى تلك الفترة تكون فالق بحيرة  
طبرية - البحر الميت .

وفى أواخر العصر البليوسينى وأوائل العصر البليستوسينى  
تسببت التحركات على طول الفالق الانكسارى فى تعميق وادى بحيرة  
طبرية - البحر الميت ، وكونت لأول مرة صدع وادى عربيه - خليج  
العقبة .

ومن العصر الثالث حتى الحديث انهالت رسوبيات ( الغمار )  
البحيرانية ورسوبيات الزور الغرينية على الوادى الانكسارى لتغطى  
مجموعتى عجلون والبلقا .

وتغلب الصخور البركانية وخاصة البازلت والطوفية على الشمال الشرقى من الهضبة الشرقية ، ويتراوح عمرها ما بين العصر المايوسينى حتى البليوسينى فى جبل الـدروز بالجزء الجنوبى من الجمهورية العربية السورية وهى منطقة المصدر البركانى ، وقد حدثت المسيلات فى الأردن فيما بين العصر الأوليغوسينى والعصر البليستوسينى ويزيد سمكها عن ٣٠٠ م .

ويمكننا ، باطمئنان ، تقسيم الأردن طبوغرافياً وهيدرولوجياً الى ثلاثة أقاليم رئيسية :-

- أ - صخور وادى الأردن ووادى عربة والفالق ، ويضم الجزء من البلد الواقع ضمن وادى الصدع ويشتمل على رسوبيات بحيرانية وغرينية .
- ب - مقسم مياه الضفة الشرقية والضفة الغربية لنهر الأردن ( مناطق الصرف المجددة والمتعمقة ) ومقسم المياه الشرقى لوادى عربة ، ويستثنى من ذلك الرسوبيات البحيرانية والغرينية لقاعدة الوادى .

ج - الهضبة الشرقية والصحراء الجنوبية وتشتملان على  
أراضى الصرف الداخلى والمناطق التى تتصرف مياهها  
فى وادى سرحان فى المملكة العربية السعودية .

### الطبقات الحاملة للمياه

تتلخص خصائص الطبقات الحاملة للمياه فى الجدول رقم

٠ ١

### النظام الجيولوجى لفالق وادى الأردن - وادى عربيه :-

يتألف حوضا بحيرة طبرية والبحر الميت من سلاسل ضمن سلاسل  
لفوالق كبرى وصغرى تمتلىء بالصخور المتكورة من العصر النيوجينى ومن  
الطين الجيرى الذى يرجع الى عصر البليستوسين ومن رسوبيات غرينية  
حديثة . وتشكل تكوينات اللسان الطينية الجيرية سلسلة هامة من  
حيث انها تتألف من طبقات صماء من الصلصال والجبس الحديدي والطين  
الجيرى ، وهى تقوم بدور هام فى التحكم فى تجميع مياه الطبقة  
الحاملة للمياه . ويتدفق نهر الأردن فوق الطين الجيرى . والمعتقد  
أن الطبقة الغرينية الحاملة للمياه لاتتمتع بالاستمرارية



الهيدروليكية مع النهر ، وأيا كان الأمر ، فإن للطين الجيـرى  
طبقة جانبية مناظرة أكثر خشونة وأكثر نفاذية ، وهى فى حالة  
استمرارية هيدروليكية مع المزاوح الرسوبية النهرية المحيطة  
ومن خلالها يتم تجمع مياه كثيرة فى طبقات الوادى الحاملة للمياه  
كما أن الطبقات الحاملة للمياه تتجمع فيها المياه أساسا من  
الأودية ومن تدفق الينابيع ومن التسرب فى الحوض العميق .

جدول ١ - الاردن : موجز لخصائص الطبقات الحاملة للمياه

وصف خصائص المخزون	امكانية انتاج المياه	السمك بالامتار	التكوين أو المرحلية		الموقع	المحيط	تعمق	تعمق
			الضفة الشرقية	الضفة الغربية				
خصياء ، رمل ، طين	ممتازة - ضعيفة	٣٠٠	غرينس	غرينس	الحديث			
طين كلس وحمصيا وطين كلس اصم ، وحمصيا	ضعيفة - جيدة ضعيفة	٣٠٠٠ ٣٠٠٠	لسان سمرا	لسان سمرا	البلايستوسين			
صخور متكونة صلبة	ضعيفة		نيوجينية	نيوجينيس	البلايوت - مايسين			
بازلت وصخور متكونة	متوسطة - جيدة	١٠٠ -	بازلت وصخور متكونة	بازلت وصخور متكونة	الاوليغوسين ؟			
حجر جيري وطين جيري وصوان وطباشير	متوسطة - ممتازة	٣٠٠	فلج ( ب ٤ )	ايبيال جيريونيم	الايوسين			
حجر جيري وطباشير	ضعيفة	١٩٠	الرموشه أو	تاباليس	البلايوسين			
طين جيري وصوان وطفل	متوسطة	٢٥٠	موقر ( ب ٣ )	الرزقا	الدانان			
حجر جيري وصوان وطين جيري	متوسطة - جيدة	١٠٠ - ١٥٠	عمان ( ب ٢ )	عممان	الماسترين			
طباشير وطين جيري وصوان وحجر جيري	ضعيفة	١٠٠ - ٢٥٠	رصفية ( ب ١ )	ابوديس	الكامبالان			
حجر جيري: وحجر رمل وطين جيري	جيدة	٧٠ - ٢٠٠	وادي سر ( ٧ ١ )	القدس	التورونين			
حجر جيري وطين جيري	ضعيفة متوسطة	٧٠ - ١٥٠	شعب ( ١٥ - ٦ )	بيت لحم	الاعلى			
حجر جيري دولوميتي - طين جيري وطباشير و حجر جيري	طبقات حاسية جيدة - ممتازة ضعيفة	٣٠ - ٢٠٠ ٨٠ - ١٥٠	خمير ( ٤ ١ ) فوهيس ( ٣ ١ )	الظليل يطه	الاطول			
حجر جيري وطين جيري وطباشير حجر جيري دولوميتي وطين جيري	جيدة ممتازة	١٢٠ - ٣٠٠	ناعور ( ٢ ١ ) ( ١ ١ )	بيت ( الاعلى ) كامل ( الادنى )	الادنى			

حجر رملي ناعم - طفل - حجر جيري	ضعيفة - متوسطة - جيدة	٢٠٠	الاعلى الاردن	كوزب الاردن	كوزب الاردن	الاردن	؟ الجوراس ؟ الترياس
حجر رملي خشن ابيض							
حجر جيري دولوميت - حجر رملي		١١٠	الاعلى الاردن	البرقا الاردن	البرقا الاردن		

اللائحة الموافقة للتطبيقات

حجر رملي ناعم	ضعيفة	٤٠٠ - ٠	خرم	السيلاوري اوردفيس ( الاعلى )	
حجر طيني وطفل					
بنتية قاعدية حجر رملي	جيدة	٢٥٠ ١٢٠ ٢٥٠ ١٩٠ ٢٥٠	ديسس	اوردفيس ( الاوسط ) اوردفيس ( الادنى ) الكامبري ( الادنى )	
بنتية كتلية الى خشن					
حجر رملي اركوزي	متوسطة	٥٠ - ٦٠	ام صالب	الكامبري ( الادنى )	
فراكتيت ودياسين	ضعيفة	٠٠٠	المعقبة	ماقبل الكامبري	

المصدر : جمع البيانات جون و . هارشيانجر من تقارير مطبوعة وغير مطبوعة بسجلات هيئة الموارد الطبيعية وطلقات بروناسج الأمم المتحدة الانساني ، عمان ، الاردن ، ١٩٦٦

وتتفاوت نوعية المياه تفاوتاً متبايناً لاسيما وأن هناك  
تغيراً سريعاً في نوع المياه وفي اجمالي المواد الصلبة  
المذابة فيها مساحة وعمقا . والحق أن هذا التغير يبلغ من  
سرعته وأن الظروف يبلغ من تعقيدها ما يستحيل معه فعلاً  
التكهن بنجاح أو اخفاق المجسات الأرضية حينما يكون من  
الضروري الوصول الى مستويات ذات نوعية خاصة . والمياه  
التي أخذت عيناتها من التدفق القاعدي لنهر الأردن تحتوي  
على كلوريد الصوديوم . وتحتوي المياه الحدية لنهر  
اليرموك والزرقا على بيكربونات صوديوم وكالسيوم . وعلى هذا  
يحتمل أن تكون مزيجاً من فيض ينبوع حديث وتسرب حوض عميق  
وبصفة عامة ، فإن المياه الأكثر ارتفاعاً بمستجمعات الصرف  
الحدية تحتوي على بيكربونات الكالسيوم ويتراوح ما تشتمل عليه  
المياه السطحية من اجمالي المواد الصلبة المذابة ما بين  
٣٠٠ - ٤٠٠ جزء في المليون . وتحتوي أنواع المياه الجوفية  
على كالسيوم وبيكربونات كالسيوم ومغنسيوم وبيكربونات مغنسيوم  
وكبريتات الكالسيوم وكبريتات الصوديوم وكلوريد المغنسيوم  
والصوديوم . ويغطي هذا بالكامل تقريباً عملية التحول الصخري  
المعدني للمياه الجوفية ابتداءً من التحديد الى التصريف .  
ويصعب تفسير ذلك حيث أن أنواع المياه هذه تحدث كما هي عليه  
وليست هناك فكرة هيدروجيولوجية معقولة باستثناء تاريخ معقد  
لتصرف أحواض مغلقة ومكشوفة ونظم تدفق معقدة . ويصل اجمالي

نسبة المواد الصلبة المذابة بالمياه الجوفية الى ٧٧٠٠ جزء في  
المليون من الطين الجيرى بمنطقة الغار علما بأن المتوسط هو  
حوالى ٣٨٠٠ - ٢٠٠٠ جزء فى المليون .

#### الحوض الرسوبى الرئيسى :

تم انجاز قدر كبير من العمل بالمجموعات البحرية  
العلية وبمجموعات الحجر الرملى الدنيا . وقد تمت دراسة  
كل من مجموعتى عجلون وبلقا بالتفصيل وحددت طبقاتها الحاملة  
للمياه بأنها من أ ١ الى أ ٧ و ب ١ الى ب ٤ على التوالى  
( انظر الجدول رقم ١٤ ) .

وتتألف مجموعة عجلون من الحجر الجيرى المتداخل  
الطبقات والطين الجيرى وتكون الصخور الحديثة، وهى الطبقات  
الحاملة للمياه أساسا ، أما الطين الجيرى فيكون بمثابة  
الطبقات الحاصرة ، والطبقات الرئيسية الحاملة للمياه هى :

#### تكوينات ناعور أ ١ و أ ٢ :

يتألف هذا الجزء وهو أدنى جزء فى مجموعة عجلون  
من حجر جيرى خشن لونه ما بين الرمادى والوردى ، ومن الدولوميت  
والطين الجيرى ، والصخور الحديثة صلصالية متكسرة بصفة عامة

فى حين أن الطين الجيرى داخل التكوين يكون بمشابة طبقة حاصرة غير مستمرة . وقد تم انماء كميات مفيدة من المياه فى هذه الطبقة الحاملة للمياه ولاسيما فى المناطق الشمالية أما فى الجنوب الأوسط وجنوبى البلد ، فليست الطبقة الحاملة للمياه منتجة كالتبقات الأخرى الحاملة للمياه . والماء جيد النوعية .

### تكوين الحمرا أ ٤ :

يتألف هذا التكوين من حجر جيرى لونه مائىن الرمادى الخفيف والرمادى الداكن مع وجود طبقات ورديئة من موضع الى آخر ، وهو فى معظمة حجر جيرى دولوميتى صلب متبلر خشن وكثيف . وهو متكسر بدرجة وذو تجاريف ويتخذ شكل خلايا النحل ، والمقطع النموذجى البارز يوجد على بعد ١٦ كيلو مترا الى الشمال الغربى من عمان حيث يبلغ متوسط سمكه من ٤٠ - ٥٠ مترا . والتكوين طبقة جيدة حاملة للمياه فى الاجزاء الشمالية والوسطى والغربية من البلد ، وهو مصدر لكثير من الينابيع . ومعظم آبار المنطقة أ ٤ ذات مناسيب مياه مرتفعة . وفى منطقة عمان تتدفق مياه أ ٤ من روعوس يبلغ ارتفاعها الى ٦٩ مترا فوق سطح الأرض .

تكوين وادى السر أ ٧ :

هذه الصخور الجيرية منشطرة ومتكسرة تماما ولونها بين الأبيض والرمادى ، وهى صلبة شبه متبلرة وناعمة وأحيانا تكون ذات درنات صخرية ، ورقيقة الطبقات ، وتصير صوانية أو طباشيرية كلما اتجهنا صوب القاعدة ، وتحتوى على درنات صوانية كلما اتجهنا صوب القمة ويتراوح سمكها ما بين ٩٠ - ١٢٠ مترا . والتكوين طبقة جيدة حاملة للمياه ، وهو خزان رئيسى للمياه الجوفية . وتستمد ينابيع كثيرة مياهها من الطبقة أ ٧ الحاملة للمياه .

والطبقات الرئيسية الحاملة للمياه فى مجموعة

بلقا هي :

تكوين عمان ب ٢ :

يوجد تكوين عمان بلا توافق طبقى على قمم  
تكوين وادى السر . ويتراوح سمكه ما بين ٩٠ - ١٢٠ مترا  
وتكوين عمان المتشم والمتكسر ذو نفاذية عالية ، وهو طبقة  
جيدة حاملة للمياه فى معظم أنحاء البلد ، ويمد آبارا  
عديدة .

تكوين الرمثة ب ٤ :

يشكل هذا التكوين أعلى طبقة حاملة للمياه فى مجموعة بلقا فيما عدا المناطق التى يعلوها تكوين أحدث عهدا ( ب ٥ ) . ويتألف ب ٤ من صخور صوان سوداء قارية تتداخل طبقاتها مع صخور جيرية طباشيرية وطين جيرى ، وفى معظم المناطق تكون طبقات الصوان رقيقة ولكنها تزداد سمكا صوب الشرق والجنوب الشرقى ، وأكبر سمك معروف لها هو ٢٨٧ م تم تحديده بحفر جسة فى الصحراء الشمالية الشرقية .

والتكوين ب ٤ طبقة جيدة حاملة للمياه وخاصة فى الهضبة الشمالية الشرقية وفى الصحراء الشرقية . وآبار هذه الطبقة منتجة فى كل من الزرقا ومناطق ب ٤ . ونوعية المياه بين المتوسطة والجيدة .

طبقة الصخور الرملية الحاملة للمياه :

توجد صخور العصر القديم والعصر الوسيط بصفة رئيسية فى الجزء الجنوبى من البلد ، وتظهر الصخور الرملية التى ترجع الى العصر الجوراسى والطباشيرى الأدنى بمنطقة نهر الزرقا فى الشمال ، وباستثناء القليل من الموارد المائية الصغرى بالمنطقة الجنوبية، فان للصخر الرمالى



امكانيات اقتصادية محدودة علما بأن المزيد من أعمال البحث قد تثبت خلاف ذلك .

وخلال السنوات الأخيرة تم حفر آبار كثيرة فى طبقات الحجر الجيرى الحاملة للمياه بالصحراء الجنوبية والشمال . وأمكن الحصول على نواتج بين المتوسطة والمرتفعة من الآبار التى حفرت بالجنوب حيث بلغت مستويات الضخ نحو ١٠٠ م ، وأيضا فى الجزء الشمالى من الأردن باستثناء تلك المناطق المتاخمة لوادى الزرقا . وتعلو طبقات الصخور الرملية الحاملة للمياه صخور كربونية أكثر حداثة ، ويبلغ العمق حتى الصخور الرملية نحو ١٠٠٠ مترا ، وتبلغ مناسيب المياه فى الطبقة الحاملة للمياه نحو ٣٠٠ - ٣٥٠ مترا تحت سطح الأرض ، ولا تكون تنمية المياه عند هذا الحد اقتصادية .

#### طبقات أخرى حاملة للمياه :

تشتمل الطبقات الأخرى الحاملة للمياه على صخور غرينية هضبية وبارلتية ، ويعد حصاء الوادى على الهضبة بمثابة طبقات جيدة حاملة للمياه فى بعض الأجزاء فى هذا البلد وخاصة على طول الوديان الرئيسية مثل وادى التيم ووادى عمان الزرقا ووادى ذوليل الأدنى . وتعد منطقة عوجان

على بعد ٢ كيلو مترات الى الشمال نموذجا لرواسب حصباء  
الهضبة ، وتختلف المياه عمقا وكما ونوعا من موضع لأخر  
فى الوديان والحصباء .

وتغطى صخور البازلت مساحة تبلغ ١١٠٠٠ كيلو متر  
مربع فى الهضبتين الشمالية والشرقية ، وقد ثبت أنها طبقات  
جيدة حاملة للمياه فى مناطق وادى ذوليل والزرقا . والطبقة  
الرئيسية المنتجة الحاملة للمياه هى صخور بازلتية  
اسكورياسية اسفنجية يتراوح لونها ما بين الأرجوانى الى البنى  
الضارب الى السواد أو الى الرمادى . وتعتبر هذه الصخور  
اكثر كثافة واندماجا كلما اتجهنا صوب قاع التدفق . وقد  
قامت هيئة الموارد الطبيعية بحفر ثلاثين بئرا فى منطقة ذوليل  
وكانت بعض هذه الآبار مرتفعة الانتاجية حيث كانت تنتج ٤٥٠ متر  
مكعب فى الساعة من المياه الممتازة النوعية . وأيا كان الأمر  
فنظرا الى طبيعة البازلت غير المتجانسة ، فان الانتاجية  
محدودة وقاصرة على مناطق واضحة التكرس وجيدة النفاذية ، وقد  
حفر احدى عشر بئرا بالطبقة الرئيسية المنتجة الحاملة للمياه  
ويبلغ اجمالى انتاجها نحو ٣٠٠٠ متر مكعب فى الساعة .

## بحوث وتنمية المياه الجوفية

بدأت بحوث المياه الجوفية في الأردن منذ نحو عشرين سنة ، ومنذ ذلك الحين والمنطقة موضع دراسة مستمرة . ويعتمد الأردن في تنفيذه للدراسات المتعددة على مصادر برنامج الأمم المتحدة الإنمائي والوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الأغذية والزراعة والموارد الوطنية كذلك . وتقوم هيئة الموارد الطبيعية بإدارة الموارد المائية في البلد ، فهي مسؤولة عن التخطيط والتصميم ومشروعات الري والقيام بالأعمال المتعلقة بذلك ، وفرض المنازعات الناشئة عن استخدام الموارد المائية . . . الى ما غير ذلك ، وهي مسؤولة كذلك عن تنظيم وإدارة بناء الآبار الارتوازية الخاصة والعامه ، وتسجيل أصحاب الحفارات والمجموعات المتخصصة في حفر الآبار ومنحهم التراخيص وتضم هيئة الموارد الطبيعية أربع إدارات هي : الموارد المائية ، والموارد المعدنية والبحوث الجيولوجية ، والري ، والبتروول .

وتدير هيئة الموارد الطبيعية أكبر مؤسسة لحفر الآبار في البلد ، وتقوم في الوقت الحاضر بحفر نحو ٤٠ بئرا في العام وذلك بتشغيل ثمانى معدات بالكابل وأربعة حفارات دوارة ، وعلى الرغم من التدريب العملى الواسع الذى أتيح لعدد كبير من الحفارين فى السنوات الماضية ، فان الأردن مازال يعاني من نقص فى الحفارين المدربين ، ويرجع هذا أساسا الى

هجرة الحفارين الى الدول الأفريقية والآسيوية والعربية المجاورة  
سعيًا وراء مكاسب مالية أكبر وقد اعترف بهذه المشكلة فيما بين  
عامي ١٩٧٥ - ١٩٧٦ ، وفي سنة ١٩٧٦ تم الشروع في برنامج لتدريب  
نحو ٣٠ حفارًا في السنة ، والمتوقع أن يتوفر لدى هيئة الموارد  
الطبيعية في أوائل ١٩٧٩ عدد كاف من الحفارين المدربين .

### حقول المياه الجوفية

يوجد الكثير من حقول المياه الجوفية في هذا البلد  
ولكل منها خصائص متميزة ، وأعظمها أهمية من حيث امكانية  
التنمية ، باستثناء وادي الأردن ، هي :

في الشمال في الجنوب في الضفة الغربية لنهر

الأردن

الزرقا	الحسا	فوار الخليل
ذوليله	الشويك	بيت فجار
ساما سدود	الجفرة	شيبتيين
عمان - الزرقا	بسطة عرجا	دير شرف النبتة
	وادي يتم	قليليه
	منطقة رام قديس	قبطيه ( جنين )

الحقول الرئيسية :

حقل الزرقا للمياه الجوفية

يقع حقل المياه الجوفية بالزرقا بواحة الزرقا على بعد نحو ٨٥ كيلو مترا جنوب شرق عمان ، وهناك ثلاثة نظم جيولوجية للطبقات الحاملة للمياه بالمنطقة وهي :-

أ - نظام تتصل فيه صخور البازلت بالوحدة ب ٤ برسوبات العصر الرابع هيدروليكيًا ، وتشكل الطبقة العليا الحاملة للمياه .

ب - أسفل ذلك ، توجد الوحدة ب ٣ ( وهي صخور جيرية طباشيرية وأحيانا قارية ) وهو نظام فقير كطبقة حاملة للمياه ، مع أن هناك آبارا عديدة تستمد مياهها بالفعل من ذلك التكوين .

ج - التكوين ب ٢ ( حجر صوان وحجر طباشيري ) ، وهو طبقة جيدة حاملة للمياه نظرا للتكسر فتتفرق الامتدادات الأفقية للصوان . وتتفرج مجموعتان من الينابيع من الطبقة العليا الحاملة للمياه ، المجموعة الأولى في قرية شيشان وتنتج نحو ١٢٠٠ متر مكعب في الساعة ، والمجموعة الثانية

بقرية الدروز وتنتج نحو ٣٨٠ متر مكعب فى الساعة ، ومياه الينابيع ذات نوعية جيدة بصفة عامة .

وقد تم حفر نحو ٤٠ بئرا فى مجمع هذه الطبقة الحاملة للمياه ، منها ٢٣ بئرا عالية الانتاجية ، ومياهها جيدة النوعية . وقد تم حفر عشرة آبار بالطبقة ب ٣ الحاملة للمياه ، وهذه الآبار منخفضة الانتاجية بصفة عامة ، ومياهها ضعيفة النوعية بعض الشيء وتم تصنيفها على أنها كبريتية كبرونية. ويعتبر التكوين ب ٢ - وهو على عمق نحو ٤٥ مترا - طبقة جيدة حاملة للمياه . وتدلل الآبار الثمانية التى حفرت بهذه الطبقة الحاملة للمياه على أنها ارتوازية ذات منسوب مياه ثابت يتراوح ما بين ٧ متر فوق سطح الأرض الى ٨٥ مترا تحت سطح الأرض .

#### حقل ذوليله للمياه الجوفية :

تقع منطقة وادى ذوليله على حافة الصحراء الشرقية على بعد ٤٥ كيلو مترا شمال شرق عمان ، والمنطقة عبارة عن هضبة متدرجة قليلا ولها وديان صغيرة عديدة تتصرف فى وادى ذوليله الأكثر اتساعا والذى يتصل بنهر الزرقا على بعد

## ٢٠ كيلومترًا غرب منطقة المشروع .

وأجريت أبحاث جيولوجيا الماء منذ عام ١٩٦٢ وحتى عام ١٩٦٥ ، والطبقة الرئيسية الحاملة للمياه هي البازلت . وقد أمكن تحديد ست مسيلات أثناء اجراء الأبحاث ، ويتدفق المسيل الرابع منها من أعلى ، والطبقة الرئيسية الحاملة للمياه هي التكوين ب ٣ من صخور البازلت السكوربائية الاسفنجية ذات اللون الذى يتراوح ما بين الرمادى والبني الضارب الى السواد . أما التكوينات الواقعة الى أسفل وهي وادى السر أ ٧ وعمان ب ٣ ، فهى طبقات محلية ضعيفة . وإلى الجنوب من طبقات البازلت الحاملة للمياه ، فان الصخور الجيرية والصوان بالتكوينات أ ٧ و ب ٢ طبقات جيدة حاملة للمياه . وكثير من الآبار التى تم حفرها بهذه الطبقات الحاملة للمياه ينتج بعضها منفردا ما يربو على ١٢٠ مترًا مكعبًا فى الساعة . ويبلغ اجمالى ماتم حفره من آبار فى هذه المنطقة ٢١ بئرا منها ١١ بئرا عالية الانتاجية و ٦ آبار متوسطة الانتاجية .

والمياه بهذا الحقل جيدة النوعية . ويتراوح اجمالى محتويها معظم المنطقة من اجمالى المواد الصلبة المذابة ما بين ٢٣٠ - ٤٣٠ جزءا فى المليون ، وتترايد الملوحة صوب الجنوب والغرب .

حقل المياه الجوفية بعمان - الزرقا :

يعد هذا الحقل واحدا من أكبر المناطق تطورا بالاردن وتتجه اليه الصناعات العديدة والمزارع ومشروعات الري ومشروعات البلدية ، ويمتد الحقل من عمان شمالا بطول وادي عمان - الزرقا لمسافة ٣٠ كيلو مترا الى الشمال الشرقي من عمان . والمنطقة جبلية ذات سهول متسعة مفتوحة وبها عدد كبير من الوديان الصغيرة . وتتصرف وديان هذه المنطقة في نهر الزرقا والتكوينات البارزة لهذه المنطقة هي أساسا تكوينات أ ٧ و ب ٢ . وبالإضافة الى ذلك ، فان رواسب الحصى السميقة بالمنطقة تشكل وحيدة منفصلة . والطبقات الرئيسية الحاملة للمياه هي رواسب الحصى وتكوين عمان ب ٢ ، وتكوين وادي السر أ ٧ ، وتكوين الحممر أ ٤ .

وتم حفر مائتي بئرا منتجة يأتي معظم انتاجها من طبقة الحصى الحاملة للمياه ، بينما لا يتعمق الا القليل منها حتى الطبقة أ ٤ الحاملة للمياه . وتتراوح أعماق الآبار ما بين ١٠ مترا ( في طبقة الحصى الحاملة للمياه ) حتى ٣٥٠ مترا ( في الطبقة أ ٤ الحاملة للمياه ) . والمياه في الطبقة أ ٤ تتعرض للضغط ولها روعوس عالية ثابتة يتراوح ارتفاعها ما بين ٦٩ مترا فوق سطح الأرض ( بئر بلدية عمان رقم ١١ ) و ٤٥ مترا تحت السطح



( بئر التكرير رقم ٥ ) . وقدر تجديد المياه في هذا الحقل بنحو ٤٥ مليون متر مكعب سنويا بينما قدر الاستهلاك بحوالى ٢٥ مليون متر مكعب سنويا . والمياه جيدة النوعية بصفة عامة .

#### حقل المياه الجوفية بالجفرا :

يقع حقل الجفرا بالصحراء الجنوبية على بعد ٥٠ كيلو مترا من مدينة معن ، والمنطقة حوضية البنية وتبلغ مساحتها نحو ١٢٠٠٠ كيلو متر مربع وهي شرق منطقة مستجمع سرحان على امتداد الحدود السعودية . والتكوينات الصخرية الرئيسية بالحوض هي ب٤ ، ب٣ ، و أ٧ . وقد تم حفر أكثر من ٢٠ بئرا بمنطقة الجفرا منها ١٤ بئرا منتجة . والمياه جيدة النوعية عامة وتتراوح درجة الملوحة ما بين ٣٨٠ - ١٢٠٠ جزء في المليون .

مراجع مختارة

Burdon, D. J. Groundwater in the Hashemite Kingdom of Jordan. 1958.

\_\_\_\_\_. Infiltration rates in the Yarmouk basin of Syria-Jordan.  
International Association of Hydrology, publication No. 37, 1958.

Harshbarger, J. W. Second review of the sandstone aquifers of east Jordan.  
United Nations Development Programme/Food and Agriculture Organization of  
the United Nations. Rome, 1968.

Lloyd, J. W. and others. The hydrogeology of the southern desert of Jordan.

Mudallal, U. H. Land and water use in the Hashemite Kingdom of Jordan, part II,  
ground-water resources. Natural Resources Authority, Amman, 1969.

Parker, D. H. and others. The hydrogeology of the Mesozoic-Cainozoic aquifers  
of the western highlands and plateau of east Jordan. UNDP/FAO. Rome, 1970.

UNDP/FAO. Development and use of ground-water resources of east Jordan.  
Rome, 1975.

UNDP/United Nations. Ground-water survey in the Azraq area. 1965.

Wilson, G. R. and D. H. Wozab. Chemical quality of waters occurring in the  
Jordan valley. International Association of Hydrology, publication No. 37,  
1958.

اسرائيل

المساحة : ٢٠٧٠٠ كيلو متر مربع

عدد السكان : ٣٧٥٠٠٠٠٠

عـام

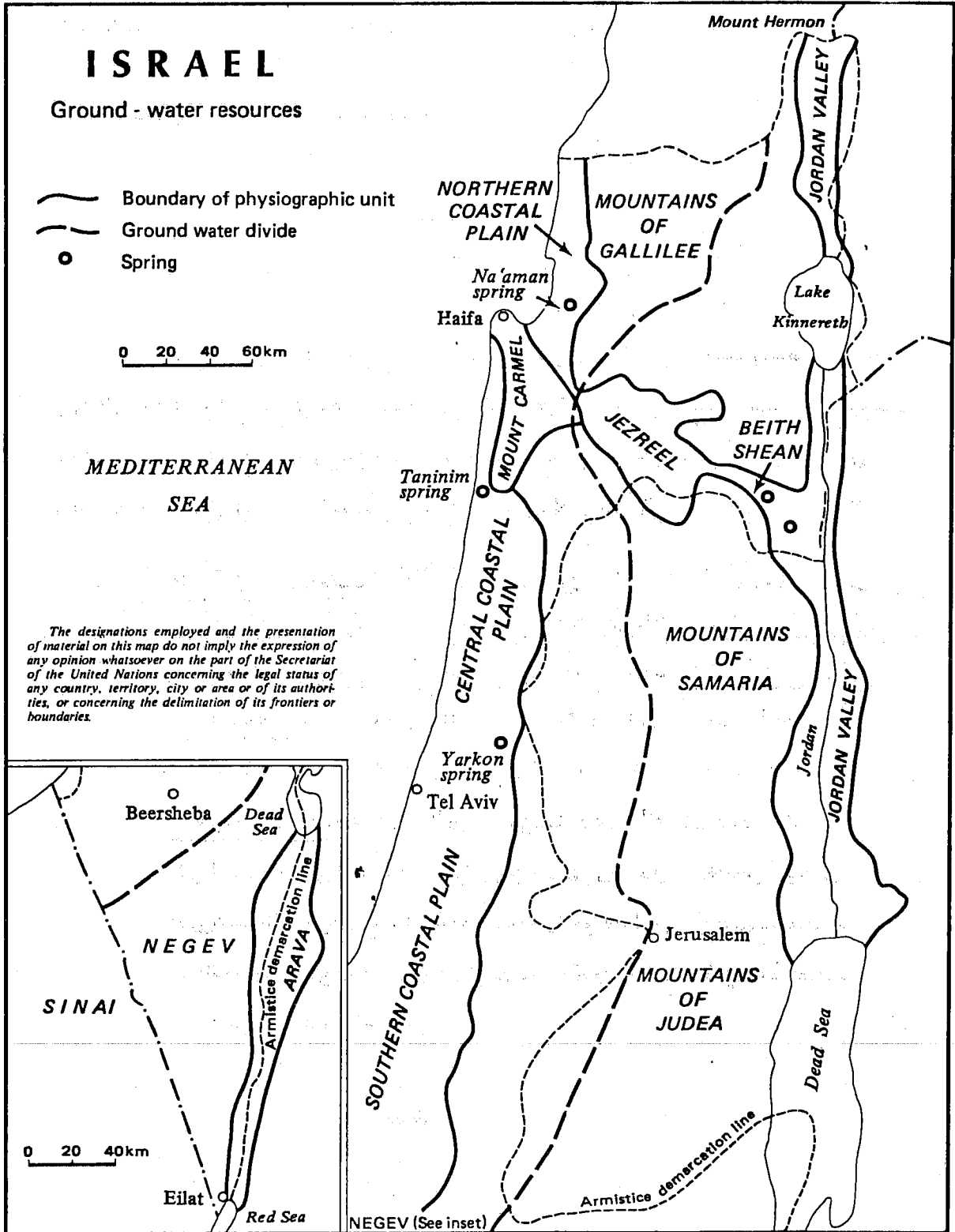
تقع اسرائيل على الشاطئ الشرقى للبحر المتوسط ويشكل هذا البلد شريطا ضيقا يبلغ طوله ٥٠٠ كيلو متر يمتد من الشمال الى الجنوب ويتكون هذا الشريط من أربع وحدات فيزيوغرافية رئيسية ( انظر الخريطة رقم ٦ ) .

١ - السهول الساحلية : تشكل السهول الساحلية مناطق - متموجه مكونة من الحجر الرملى الكلسى الذى تكسوه طبقة من التربه يتراوح سمكها من الخفيف الى المتوسط .

ب - منطقة الجبال : تبلغ الارتفاعات فى منطقة الجبال الى اكثر من ١٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر ويصل الى هذا الارتفاع جبال الخليل وساماريا وجودية - أما جبل كارمل فيصل ارتفاعه الى ٥٥٠ مترا فقط

خريطة رقم ٦

اسرائيل : موارد المياه الجوفية .



وتتكون سلاسل الجبال المرتفعة أساساً من الحجر الجيري الصلب والدولوميت ، أما مناطق الجبال المنخفضة فيغطيها الطباشير ويغطي البازلت منطقة الخليل الشرقية .

ج - الواديان الداخليتان : وهي وديان يحدها جانبيها منحدرات الجبال ويمتد نهر الأردن من سفح جبل هرمون ( ٢٨٠٠ متر فوق سطح البحر ) في الشمال الى البحر الميت ( ٤٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر ) في الجنوب . وتقع بحيرة طبرية ( ٢١٠ متراً تحت مستوى سطح البحر ) في الجزء الشمالي . وتغطي قاع الوادي تربة غرينية عميقة في الشمال ويغطي الطين الجيري الحصى الجزء الجنوبي ويتعرج نهر الأردن في منطقة الوادي الضيق العميق في قلب الوادي ويشكل ارافاً الامتداد الجنوبي لوادي الأردن من البحر الميت الى البحر الاحمر ويعتبر فرعا من المحيط الهندي . ويملأ الوادي مواد متفتته ورمال ورمال غرينية يصل عمقها الى عدة مئات من الامتار . ويوجد على جوانب الجبل في الشرق والغرب مراوح غرينية كبيرة وتعد المستنقعات الملحية المتعددة احدى الخواص - المميزة لمنطقة الصحراء وقد تكونت نتيجة نشوء المياه الجوفية على السطح .

ويمتد واديا جزريل وبيت شين من جبل الكرمل الى وادى الاردن من الشمال الغربى الى الجنوب الشرقى وتغطيها تربه سميقة وعميقة من الغرين .

د - صحراء النقب : وتتكون النقب من جزئين ويسود الجزء الاكبر منها جبال وعرة يتراوح ارتفاعها من ٨٠٠ الى ١٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر وتتكون الصخور البارزة فوق سطح الارض فى الطرف الجنوبى لصحراء النقب من الطباشير والحجر الجيرى والدولوميت والحجر الرملى متعدد الالوان والعُرانيت . اما الجزء الجنوبى الغربى الاصفر فهو منطقة متموجة تغطيها اساسا الرمال التى تحملها الرياح والرواسب الحبيبية .

والمناخ فى اسراييل بين جاف وشبه جاف من حيث الأساس، ويمتد موسم الامطار من شهر تشرين الاول / اكتوبر الى شهر نيسان / ابريل ويسقط حوالى ثلثى الامطار السنويه خلال اشهر الشتاء الممتدة من شهر تشرين الاول / نوفمبر الى شباط / فبراير

وتشكل السهول الساحلية والمنحدرات الغربية لمنطقة الجبال أقل من نصف مساحة اسرائيل والتي يسودها مناخ البحر المتوسط وتسقط عليها امطار سنوية ما بين ٧٥٠ و ٥٠٠ ملليمتر أما المناطق الشمالية الشرقية والتي تقع في ظل امطار الجبال والاهداب الجنوبيه لصحراء النقب فيسودها مناخ متقلب ويقل سقوط الامطار فتتراوح ما بين ٤٠٠ الى ٢٥٠ ملليمترًا سنويا ويسود المناخ الصحراوى النصف الجنوبي الشرقى لمنطقة الجبال والنقب وارقًا ويتراوح تساقط مياه الامطار جنوبى النقب من ٢٠٠ الى ١٥٠ ملليمترًا سنويا على شاطئ البحر الاحمر ويبلغ الانحراف  $\pm ٢٥$  فى المائة من متوسط الثلاثين عاما وهى نسبة شائعة فى منطقة البحر المتوسط. وغالبا ما تقع نسب انحراف اكبر فى المناطق الصحراوية ويصل تدفق الأنهار الى الحد الأدنى وبأستثناء نهر الاردن فهناك القليل من الجداول دائمة التدفق أو الموسميـه والتي تغذيها الينابيع . وتحتل معظم الأنهار بالمياه وتمتلئ بها فترات قصيره فى السنة اذا ما حدث ذلك .

### الخصائص الجيولوجية

بدأ التكوين الجيولوجي المتعدد الطبقات والسدى يكون هذا البلد الجبلى فى الظهور من البحر خلال العصر السيونيتى ومن المحتمل أن يكون قد أخذ شكله النهائى خلال العصر المايوسينى المبكر . وتمتد محاور التكوين الجيولوجى من الشمال والشمال الشرقى الى الجنوب والجنوب الغربى فى النصف الشمالى للبلد ومن الشمال الشرقى الى الجنوب الغربى فى صحراء النقب .

وتبرز الأحجار الجيرية والدولوميت والتي ترجع الى العصر التسيروتىانى السينومانىانى فى مواضع مقببة وتغطيها طبقه طباشيريه مقعره من العصر السينونينى الايوسينى وقد تآكلت عدة تقبيبات فى صحراء النقب وتحولت الى حجر رملى يرجع الى العصر الطباشيرى الأدنى وترجع فى بعض الاماكن الاخرى الى العصر الجوراسى والعصر الترياسى .

وترتبط احدى مراحل التصدع بتكوين الأخدود الافريقى حيث نشأت النتوءات والاخاديد والكتل الصخرية المنحدرة وقد حدث اكبر تصدع قرب نهاية العصر الباليستوسينى وعاصره انسان العصر الحجرى الأول. ويعد كل من منخفض الاردن وارفا ووادى جزريل ووادى بيت شين اخاديد صدعية عمودية . وقد تكسرت فى كل من كرمل والجليل شيبات



ترجع الى ما قبل الوجود واصبحت كتل منحدره . وقد رسبت التدفقات البركانية التي تصاحب التصدع فُرش اليبازلت في الجليل الشرقى . ومن المحتمل ان يكون قد صاحب تغير منسوب مياه البحر بعض التحركات العمودية - للقشرة الارضية والتي احدثت عمليات طفيان وحسر متكرره لمياه البحر المتوسط ورسبت الرمل والحجر الرملى في السهول الساحليه وفي الوقت نفسه امتلأت الاودية الداخلية بالمواد المفتته والتربة الغرينية .

ويعطى جدول (٢) ملخصا للطبقات الحامله للمياه . كما ان العصور الجيولوجية للتدليل فقط. كما حذفنا الاسماء المحلية للتكوينات .

الجدول رقم ٢ . اسرائيل :

الطبقات الحاملة للمياه

<u>الاهمية الجيولوجية الماضيه</u>	<u>الوصف</u>	<u>العصر الجيولوجى</u> <u>على وجه التقريب</u>
طبقات حاملة للمياه فى السهول الساحليه	رمال ساحليه واحجار رملية مع طبقات متداخلة من الغرين الرملى يصل السمك الى اكثر من ١٥٠ م	الباليستوسينى
طبقة حاملة للمياه فى ارافا	مواد مفتتة ، رمل وغرين	
قاع للطبقة الحاملة للمياه بالسهل الساحلى فى الجزء الجنوبى من اسرائيل .	طين بحرى غامق تتداخل معه قيعان رقيقه من الرمل	النيوجينى
قاع حاصر فى منطقة الجبال	صخور طباشيريه وسليكون موضعى	الايوسينى
قاع حاصر فوق الطبقة الحاملة للمياه من العصر الثالث الى الطباشيرى .	قيعان طباشيريه ناعمه وقار موضعى	السينونيانى
طبقة حاملة للمياه بمنطقة الجبال .	دولوميت وحجر رملى يتجاوز سمكه ٨٠٠ م وينقسم فى بعض الاماكن الى سحنة الحجر الرملى الاعلى والسحنة الطباشيريه المارليه والسحنه الدولوميتيه المتأخره .	التيرونيانى السينومانيانى

- الالبانى  
الابتيانى  
النيوكوميانى  
الجوراسى
- من الطين الجيرى اساسا  
حييات خشنه وحجر رملى  
ارضى  
احجار جيرية ضخمة فى جبل  
هرمون وهى طبقه من الطباشير  
الطفلى من حيث الاساس ثبت صحتها  
من خلال الجسات فى اسراييل .
- قاع كل الطبقات الحامله  
للمياه فى النصف الشمالى  
للبلد .
- طبقه حامله للمياه فى صحراء  
النقب .
- تغذى ينابيع نهر الاردن  
ودون ذلك فهى غير ذات  
اهمية جيولوجية مائيه

## المياه الجوفية

### تجدد المياه الجوفية واتجاهات الصرف :

تتجدد المياه الجوفية فى النصف الشمالى للبلاد من خلال الامطار التى تسقط على الطبقات الصخرية البارزة للطبقات المختلفه الحاملة للمياه . وميزان المياه فى منطقة البحر المتوسط على النحو التقريبى كما يلى: يتخلل من ٣٠ - ٣٣ فى المائة من متوسط كمية الامطار الى الطبقات الحاملة وتشكل نسبة من ٢ - ٥ فى المائة مياه الامطار الجارية فوق الارض وتعود النسبة المتبقية الى الجو من خلال التبخير . وتخضع عملية التجدد هذه لتفاوت كبير يقاس بادنى درجة ولا يقاس بنسبه سقوط المطر السنوى لأن هناك كمية تتراوح ما بين ٣٠٠ - ٤٠٠ ملليمتر تستخدم سنويا فى الزراعة وتشكل الكمية المتبقية ما يستخدم فى تجدد المياه الجوفية ومياه الامطار الجارية فوق سطح الارض .

وتتجدد المياه الجوفية فى منطقتى النقب وارافا من خلال الارتشاح الجزئى للفيضانات النادرة . وتحسب بيانات النظائر ان الجزء الاكبر من المياه الجوفية يستبقى وخاصة فى الطبقات الحاملة للمياه المكونه

من الصخور الطباشيرية المتأخره حيث توجد أحافير قد  
ترجع الى العصر الباليستوسينى .

وتصرف المياه الجوفيه فى مستويين منخفضين وهما  
البحر المتوسط فى الغرب والاولدية الداخلية التى تقع  
تحت مستوى تصريف المياه فى معظم مناطق امتدادها فى  
الشرق وتظهر ملاحظة منسوب المياه ان المياه الجوفية  
تطابق محاور التراكيب المتدفقة حتى يرتفع الطين  
الجيرى الألبانى فوق مستوى المياه فى الأرض محدثاً  
حاجز لا يمكن اختراقه .

اما فى الجزء الجنوبى للجليل فان التكوينات الصدعية  
تزيل هذه التراكيب ونتيجة لذلك فان المياه الجوفية  
المحمولة تنتقل الى الشمال الغربى .

ويصل منسوب المياه فى المناطق الجبلية الحاملة للمياه  
فى النقب قرب أو ادنى مستوى سطح البحر ويحدد ذلك  
ان هناك قدراً بسيطاً من المياه الجوفية المتدفقة يوجه  
الى ارافا من الشرق . وتصرف الطبقات الحاملة للمياه  
الضحلة وغير المدمجة فى جنوب غرب النقب مياهها  
صوب البحر المتوسط .

مناطق المياه الجوفية :

تتكون الطبقة الحاملة للمياه فى السهل الساحلى الاوسط والجنوبى من الرمال الكلسية والحجر الرملى مع وجود طبقات متداخلة من الرمل الغرينى . ويصل سمك هذه الطبقة فى منطقة شاطئ البحر الى ١٢٠ - ١٥٠ مترا وتنفلق عن الطرف السفلى لمنطقة الجبال .

وتتراوح درجة النفاذية وفق قياسات اختبارات الضخ من ١٠ - ٦٠ مترا فى اليوم ويتراوح متوسط النسبة التى اعطتها معايير النفاذية من ٢٠ - ٣٠ مترا فى اليوم ويتراوح الناتج المحدد من ٢٥ - ٣٠ فى المائه .

ويتراوح عمق الآبار من ٨٠ - ١٤٠ مترا ولها سعة من السحب تتراوح من ٢٥ - ٥٠ مترا مكعباً فى الساعة . وتصرف الطبقة الحاملة للمياه والتى ترجع الى العصر الطباشيرى الثالث فى منطقتى جوديا الغربيه وساماريا مياهها فى ينبوعين هما ينبوع ياركون بالقرب من تل ابيب وهو ينبوع تميل مياهه الى الملوحه ( ٧٥٠ جزءاً من المليون كلوريد ) وينبوع ناغيم والذي يبلغ حجم المياه المتصرفه منه ٣٠٠ مليون متر مكعب فى السنه . ويرجع تركيز المياه الجوفيه من مساحة كبيرة فى ينبوعين الى تنمية مجار ذات مكونات صلصاليه .

وتتميز الطبقة الحاملة للمياه بآبار تنتشر بطول سفوح الجبال . وتتراوح سعة هذه الآبار من ٥٠ - ٣٠٠ متر مكعب هكتومتر . وتعظم قيمة ما يمكن نقله من مياه من منطقة هذه الطبقة الحاملة حيث تتراوح من ٥٠٠٠٠ - ١٠٠٠٠٠٠ متر مكعب في اليوم كما تبلغ قدرتها على تخزين المياه حوالي ٥ في المائة . وقد انخفض تصريف الينابيع بصورة ملحوظة بسبب الزيادة الشديدة في سحب المياه الجوفية .

وتتميز منطقة جبال كارمل التي ترجع الى العصر الطباشيري الثالث بآبار يتراوح عمقها من ٦٠ - ٢٠٠ متر ويتأثر التصرف الطبيعي للمياه الجوفية اساسا بالنزح المباشر في البحر المتوسط على الرغم من وجود القليل من الينابيع . وقد حلت منطقة انتقال يبلغ سمكها عدة مئات من الامتار مكان السطح البيئي الذي يفصل بين مياه البحر والمياه العذبة الا انه يجب السيطرة والتحكم في عملية استغلال الآبار حتى تظل درجة الملوحة في مستوى مقبول .

وينقسم الجليل الغربي ، والذي يرجع الى العصر الطباشيري والعصر الثالث ، الى قسمين منفصلين بفعل صدع طولسي





اما في الجليل الشرقى فتتمس المياه الجوفية  
الموجودة في الجزء السفلى للطبقات الحاملة للمياه والتي  
ترجع الى العصرين الطباشيري الثالث والبارزلي ولكن  
طاقاتها صغيرة حيث تتراوح من ٢ - ١٠ متر مكعب هكتومتر  
عدا موقع واحد بالقرب من احد الينابيع الجيرية  
حيث يبلغ تدفقه ١٠٠٠ متر مكعب / هكتومتر .

اما الطبقات الحاملة للمياه والتي تصرف مياهها  
في ينابيع يزرافيل وبيت شين فتكون من الاحجار  
الجيرية والدولوميتية والطباشير الايوسيني والبارزلي  
النيولستوسيني . ومعظم الينابيع مالحة وتتراوح نسبة  
الملوحة بها من ٣٠٠ - ١٠٠٠ جزء من المليون كلوريد .  
وتبلغ جملة ما تصرفه الينابيع من مياه حوالي ١٠٠ مليون  
متر مكعب في السنة .

اما المياه الجوفية ذات الخواص الجيدة فيتم الحصول  
عليها من آبار توجد في الطبقة الحاملة للمياه والتي  
ترجع الى العصر الطباشيري الثالث . وقد انخفض تصرف  
الينابيع نتيجة لسنوات الجفاف المتعاقبه والسحب الشديد  
للمياه الجوفية .

وتستخرج المياه الجوفية في منطقة الثقب من  
طبقات حاملة للمياه ترجع الى العصر الطباشيري الثالث

وكذا من طبقات تتكون من الحجر الرملى وترجع الى العصر الطباشيرى السحيق . ويتراوح عمق الآبار لأكثر من ٥٠٠ - ١٠٠٠ متر وتضخ منها كميات كبيرة من المياه تزيد على ٢٠٠ متر فى بعض الاماكن . وتتراوح نسبة الملوحة بها من ٤٠٠ - ١٥٠٠ جزء من المليون كلوريد كما تستمد بعض الآبار الضحلة مياهها من الكشبان الرملية فى الجزء الجنوبى الغربى من النقب .

أما فى منطقة أرافا فتستخرج المياه الجوفية من ثلاث طبقات حاملة للمياه وهى الطبقة الحثائية الواقعه فى منطقة سفح الجبل ، وطبقة الحجر الرملى الذى يرجع الى العصرين الطباشيرى الثالث والطباشيرى السحيق وكذلك الطبقة المكونة من الحجر الرملى .

وقد جرى العرف ان تستخدم المياه التى ترتفع - نسبة المعادن بها فى رى اشجار النخيل وقد امكن زراعة الخضروات والزهور بغرض التصدير وذلك باستخدام الرى بالتنقيط وبالتحكم العلمى فى اضافة الاسمدة . وقد ادى السحب الشديد والمكثف للمياه الجوفيه الى انكماش المستنقعات الملحية .

السيطرة على المياه الجوفية والتحكم فيها :

تبلغ جملة ما يتم سحبه من المياه الجوفية حوالى مليون متر مكعب فى السنة وتشكل هذه الكمية على وجه التحديد ثلثى مجموع ما تحصل عليه اسراييل من مياه . وتقرب هذه الكمية من الحد المقدر للأستغلال الموضوع بصورة شابهة ودائمه . ولذا ، تتضح الحاجة لسن قوانين شابهة تنظم عملية سحب المياه الجوفية .

وطبقا لقوانين المياه فى اسراييل ، فان كل مصادر المياه ملكية عامه تخضع لسيطرة الدوله . والسلطة التنفيذية فى هذا الصدد مخولة لادارة مفوض المياه ويتطلب حفر الآبار وسحب المياه الجوفية تصريحاً ويخضع هذا التصريح لتعديلات سنويه وفقاً لحالة جيولوجية المياه . وتمتلك شركة حكومية للمياه معظم الآبار وتقوم بقياس حجم المياه المسحوبة منها اما الآبار التى تخضع للملكية الخاصة ، فىتم السيطرة عليها وفقاً لاستهلاك الكهرباء حيث لم تعد تستعمل اجهزة الديزل .

ويتم مراقبة واختبار مناسيب المياه وجودتها وكذلك بعض مقادير إمتفيرات القيمة الخاصه مثل مكان السطح البيئى فى الطبقة الساحلية الحامله للمياه

عن طريق الخدمات الهيدرولوجيه وهى فرع من ادارة مفوض  
المياه ويتم جمع البيانات الجيولوجيه عن الآبار المحفورة  
حديثا عن طريق هيئة المسح الجيولوجى .

وتقوم هيئة الخدمات الهيدرولوجيه والمسح  
الجيولوجى ، وهى شركة متخصصة فى تخطيط مد المياه  
خاضعة لملكية الدولة والعديد من المعاهد الاكاديميه  
بتقييم البيانات واجراء البحوث الهيدرولوجيه .

ويهدف التحكم فى المياه الجوفية الى تحقيق ثلاثة

أمور :

- أ - الانتفاع لأبعد مدى بكل مصادر المياه .
- ب - توفير مصادر مياه يمكن الاعتماد عليها بغض  
النظر عن الامطار الموسمية والتي لا يمكن الاعتماد  
عليها .
- ج - احلال المياه الصالحة للاستعمال والتي تضر من  
الآبار مكان مياه الينابيع المالحة ما امكن ذلك .

ويتم تجديد الآبار والمخزون الجوفى صناعيا بغية الوصول

للهدفين الاول والثانى . ويتم تجميع مياه قناة الاردن

خلال فصل الشتاء فى الطبقات الحاملة للمياه البليتونية

وكذلك الطبقات التى ترجع الى العصر الطباشيرى الثالث

في الجزء الاوسط من اسراييل كما أن هناك منشآتــــين  
لتجميع المياه من الينابيع الموسميــــه خلال الطبقات  
القاعديه في الطبقات الحاملة للمياه في المناطق  
الساحليه. وهكذا ، يتم تجميع قدر من المياه يتراوح من  
٨٠ - ١٧٠ متراً مكعباً في السنة في طبقات حاملة للمياه للتخزين  
الموسمي والطويل المدى .

ويتوقف مايمكن تخزينه من مياه على حجم الامطار التي  
تسقط سنوياً . وقد تعرضنا لمسألة احلال المياه الصالحة  
محل مياه الينابيع المالحة عندمناقشتنا للأوضاع الأقليمية

#### مراجع مختارة

- Arlosoroff, S. Israel - a model of efficient utilization of a country's water resources (E/CONF.70/TP 150). Submitted to the United Nations Water Conference, Mar del Plata, Argentina, 1977.
- Central Bureau of Statistics. Statistical Abstract of Israel, No. 29, 1978.
- Mandel, S. The Turonian Cenomanian Aquifer in Western Israel. Haifa, Technion, 1961. Hebrew, English summary.
- Ministry of Agriculture. Water Commissioner's Office, the Hydrological Service. Hydrological Yearbooks of Israel.
- Ministry of Labour. Department of Surveys. Atlas of Israel, sections III-V.
- Picard, L. Structure and Evolution of Palestine. Jerusalem, Hebrew University, 1944.
- Prushansky, Y. Water Development. Fifth revised edition. Jerusalem, Israel Digest, 1967.

الامارات العربية المتحدة

المساحة : ١٠٠ر٠٠٠ كيلومتر مربع  
عدد السكان : ٦٥٣ر٠٠٠ ( طبقا لتعداد سنة ١٩٧٥ )

عام

تقع خمس من الامارات السبعة على امتداد الساحل الجنوبي للخليج وتنحصر بين دولة قطر الى الغرب وجزيرة منسندم الى الشرق وتقع امانة من الامارات على ساحل خليج عمان وتطل امانة اخرى على مياه الخليجين ( انظر الخريطة رقم ٧ ) وتدخل معظم اراضي البلاد في الاقليم المناخى الجاف الصحراوى الحار . ويتميز سقوط الأمطار بعدم الانتظام الشديد ويقل معدله فى معظم الأحيان عن ١٠٠ مم سنويا على الأراضى السهلية المنخفضة التى تغطى معظم أراضى هذا البلد وتغزر على سلاسل الجبال التى تمتد من جبل حريم فى الشمال ( ٢٠٤٣ مترا ) الى جبل حفيت فى الجنوب ( ١١٨٩ مترا ) وتزيد درجة الحرارة فى الظل عن ٤٥° مئوية

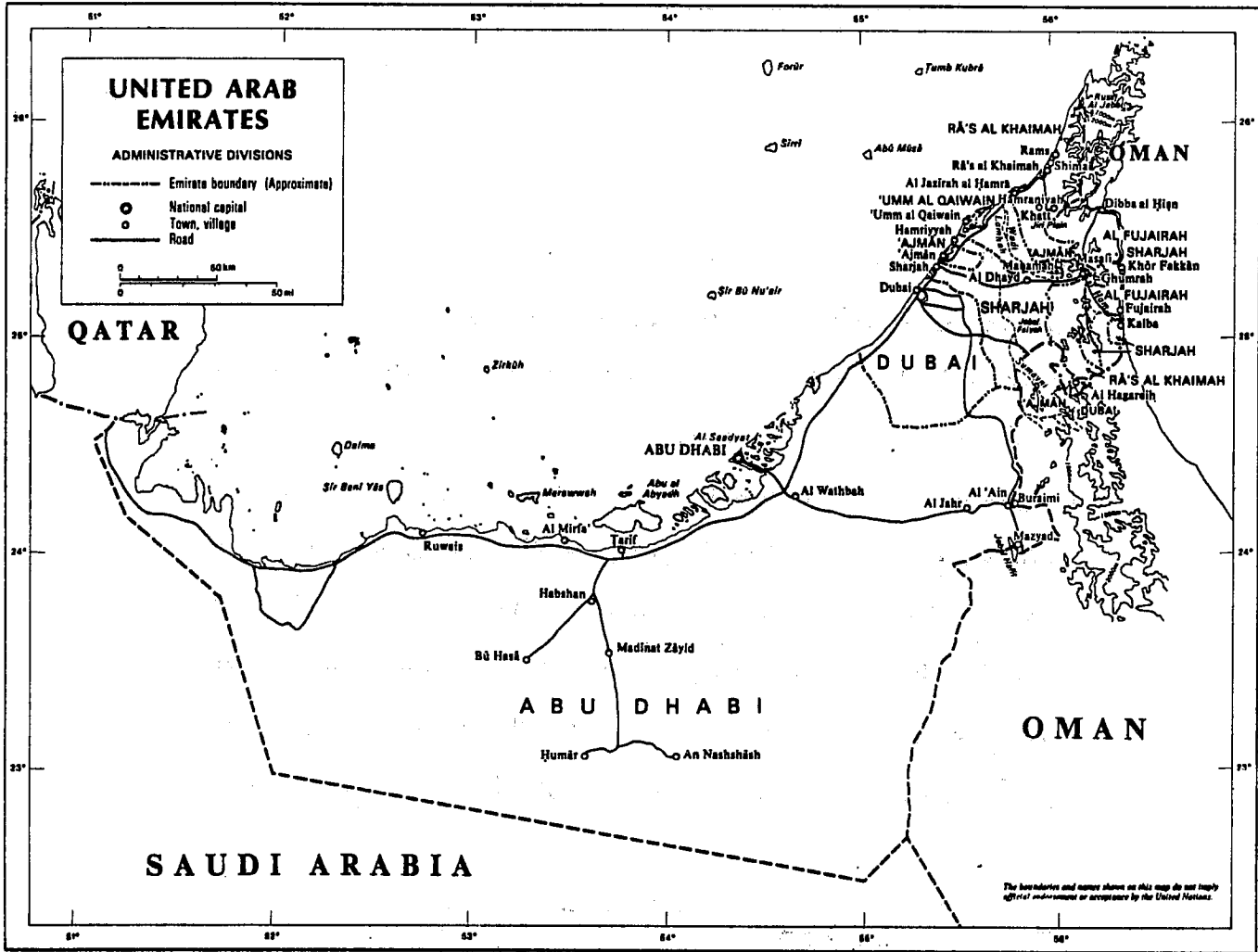
ويمكن تقسيم هذا البلد الى ست مناطق فيزيوغرافية :

أ - راس الجبل :

وهى المنطقة الجبلية التى تقع فى الطرف الشمالى وتحتوى هذه الجبال على صخور الحجر الجيرى

خريطة رقم (٧)

الامارات العربية المتحدة .



والدولوميت والطين الجيرى التى تألفت طبقاتها من العصر البرمى الى العصر الطباشيرى الاعلى ويزيد سمكها عن ٣٠٠٠ متر . وتبين الصور الجوية للمنطقة بعض التكوينات الصلصالية القليلة فى حين أنه من المحتمل أن يحتوى الحجر الجيرى على صلصال أحפורى تكون فى عصور التعريسة السابقة ، الأمر الذى يقوى احتمال وجود طبقات حامله للمياه به . ويشير العدد القليل نسبيا من مجارى الصرف الى درجة النفاذية العالية لصخور الأحجار الجيرية .

ب - الجبال الوسطى :

وهى سلسلة الجبال الرئيسية التى تمتد جنوب رأس الجبل وطبوغرافية الجبال الوسطى أقل ظهورا من تلك المميزة لرأس الجبل حيث أن منحدراتها أكثر تدرجا ويقل عدد جوانبها المحدبة وبالرغم من التكوينات الصخرية فى المنطقة ، فإنها تتآكل بصورة متجانسة .

وتشير مجارى الصرف الكثيرة الموجودة بها الى درجة نفاذية منخفضة للتركيبات الصخرية . وهذه



الصخور تتكون من صخور حثائية وصخور متحولة أخرى ، بالإضافة الى صخور كلسية صوانية وصخور متعرجة وصخور الغابرو وصخور أخرى متداخلة ومعظم هذه الصخور تنتمي الى تكوينات مجموعتي - الحواصنة والسمايل من العصر الطباشيري الاعلى .

ج - صحارى سهل الحصاء :

تمتد هذه الصحارى من رأس الخيمة فى الشمال الى البريمي فى الجنوب وتبين طبوغرافيتها أنها ارض منبسطة وبدون ملامح بارزة . وتقذف مياه السيول بالمجروفات الى مخارج الاودية الهابطة من على جوانب الجبال وترسبها على سهل الحصاء فتتألف دالات مروحية حصائية متجاورة ومتراكبة نتيجة لتجمع الرسوبيات عند سفوح الجبال مثل وادى بيح بالقرب من رأس الخيمة الذى يعتبر من الأمثلة البارزة . وهذه الرسوبيات من العصر الرابع الجيولوجى . ويعتبر هذا السهل منطقة المستودعات الرئيسية للمياه الجوفية .

د - الصحراء الرملية :

وهى منطقة على شكل مثلث تحده المستنقعات الساحلية من الشمال الغربى وصحراء المملكة العربية السعودية من الجنوب وسهل الحصاء من

الشرق . وشغمر الرمال هذه المنطقة على هيئة  
كثبان رملية ويقطعها وادى لمحمة ووادى يوديه .

هـ - قطاع الساحل الغربى :

وهى المنطقة التى تطل على الخليج وتشالف من  
أراضى شاطئية منبسطة ومستنقعات جافة وتتميز  
خط الساحل الشرقى بوجود المستنقعات الجافة  
الواسعة على أراضية المنبسطة وتتكون هذه  
المستنقعات من رسوبيات كربونية فى حجم الرمال  
الناعمة مختلطة بتكوينات الأنهدريت والهاليت  
التي يرجح أن تكون قد تكونت فى البحيرات  
الشاطئية .

و- الساحل الشرقى :

توجد على امتداد الجزء الشمالى من هذا  
الساحل مجموعات متتالية من الأراضى الغرينية  
المنبسطة التى تتخلل المنخفضات الفاصلة بين  
نتوءات التمام الصخرية المتقدمة باتجاه خليج  
عمان . وتتلاحم الأراضى المنبسطة ودالات الوادى  
المروحية لتكون قطاعات شاطئية شبه متصل ينحصر

بين الجبال ومياه البحر . وتتألف الدالات المروحية المتكونة عند سفوح الجبال من الحصاء الخشنة مثل دالات سهل الحصاء كلما بعدت المسافة من الجبال . وبالرغم من أن بعض الأودية تقذف بالحصاء الخشنة والكتل الصخرية حتى شاطئ البحر فـى بعض الأحيان ، فكأن الأراضي المنبسطة الأكثر اتساعا تتألف من الغرين الرملى وتستغل فى الزراعة على نطاق واسع . وتظهر قطاعات طولية من المستنقعات الجافة على طول الساحل وتحتفظ الحصاء والرمال بمياة جوفية عذبة نسبيا تنساب من الدالات المروحية للوادي متجه الى البحر . والأودية الرئيسية ( قيعان نهريـة جافة ) هى :  
وادي حام ويتجه شرقا ويصب فى خليج عمان  
وادي بيح ووادي لمحـه ويتجهان غربا ويصبان فى الخليج .  
وادي سماعينى ويتجه غربا وينتهى فى سهل الحصاء .  
والفيضانـات فى هذه الأودية متقطعة وتتميز هذه الأقاليم القاحلة جدا بالسيول الخاطفة التى لاتستمر عادة أكثر من بضع ساعات

وقد تحدث أثناءها اضرار جسيمة قد تصل في بعض الأحيان الى حدوث خسائر في الأرواح . ومن حين لآخر ، تصل قوة هذه السيول الخاطفة الى الحد الذي تجرف معه الشاحنات المحملة والتدفقات المائية في الأودية متغيرة ولا يمكن الاعتماد عليها تماما مثل مياه الأمطار ، ويتم قياسها في ثمانى محطات قياس آليه .

جدول رقم ٣ : الامارات العربية المتحدة - ذروة التصريفات من الوديان

موقع قياس تدفق المجرى المائى	تاريخ مراقبة التدفق	ذروة التدفق (م <sup>٣</sup> / ثانية )	المدة المحتملة ( بالساعات )	الحجم المحتمل ( بالمتر المكعب )
وادي تور بالقرب من جبل فايح	٦٨/١٢/٩	٠ ر ٢	٢ ساعة	قليل جدا
	٦٩/١/٧	٢٥ ر ٢	٨ ساعة	٢٦٣ر٠٠٠
	٦٩/١/١٠	٤٢ ر ٥	٢٠ ساعة	١ر٥٢٠ر٠٠٠
وادي حام بالقرب من شبهه	٦٩/١/٧	٢٩ ر ٤	٢ ساعة	١٠٦ر٠٠٠
وادي سيجى بالقرب من سيجى	٦٨/١٢/٦	٥٠ ر ٥	٤ ساعة	٣٦٤ر٠٠٠
	٦٨/١٢/٩	١٠ ر ٥	٥ ساعة	٩٥ر٠٠٠
	٦٨/١٢/٩	٥ ر ٦	٥ ساعة	٥٠ر٠٠٠
	٦٩/١/٧	٦٢ ر	٣ ساعة	٢٣٥ر٠٠٠
	٦٩/١/٩	١٣ ر	٣ ساعة	٧١ر٠٠٠
وادي لمحة بالقرب من فلج المعلا	٦٨/١٢/٩	٠ر٧	٢ ساعة	قليل جدا
	٦٩/١/١٠	٨٧ ر ٤	٢٠ ساعة	٢ر١٤٠ر٠٠٠
وادي لمحة بالقرب من قزان	٦٩/٠/١٠	٥٤ ر ٧	١٢ ساعة	١ر١٨٠ر٠٠٠
وادي بيح بالقرب من بريرات	٦٨/١٢/٩	٤٧ ر ٣	١٢ ساعة	١ر٠٢٠ر٠٠٠
	٦٩/١/٣	قليل	محلنى	التدفق فى الوادي
	٦٩/١/٧	١٩٠ ر ٥	٥٤ ساعة	١٧ر٤٤٠ر٠٠٠
	٦٩/١٠/١٠	قليل	محلنى	التدفق فى الوادي

موقع قياس تدفق المجرى المائى	تاريخ مراقبة التدفق	ذروة التدفق ( م <sup>٣</sup> / ثانية )	المدة المحتملة ( بالساعات )	الحجم المحتمل ( بالمتر المكعب )
	٦٩/١/١١	قليل	مطلّى	التفق فى الوادى
وادى سماعينى بالقرب من بحيسى	٦٩/١/١ ٦٩/١/١٠	٢ ر ٢٥ ٥ ر ٧٦	٨ ساعة ٢٠ ساعة	٣٦٣.٠٠٠ ٢ ر ٧٦٠.٠٠٠
وادى بيح بالقرب من فليفا	٦٨/١٢/٩ ٦٩/١/٧	١ ر ٢٤ ٤ ر ٥٨	٦ ساعة ١٥ ساعة	٥٧٠.٠٠٠ ١٥٨٠.٠٠٠

### جيولوجيا الطبقات الحاملة للمياه

يتألف الداخل الصحراوي وسهل الحصباء بصفة أساسية من رمال الكوارتز وبعض المواد الغرينية وحصباء زجاجية دقيقة أحيانا . وتختلط رواسب صخرية متكورة مع الحصباء تحت الرمال فى تجوفيات طويلة فى طبقات الصخر السفلية ولا يبدو أن لسمك طبقات الصخور المتكورة والحصباء تأثيرا كبيرا على نوعية مياه الآبار الا أنه يلاحظ أن السنة مياه ذات نسبة ملوحة منخفضة ترتبط بشكل ما بوجود هذه الطبقات . وقد تم اختراق طبقات من رسوبيات الحصباء المغشاه بالرمال التى ترجع الى العصر الرابع الجيولوجى فى أعماق تصل الى ٦٠ مترا تحت سطح الأرض وعلى مسافات تصل الى ٧٠ كم من سلسلة الجبال وذلك فى معظم الجسات التى حفرت فى سهل الحصباء والصحراء .

وتتألف المستنقعات الجافة والرسوبيات الجيرية الأخرى الممتدة على طول الساحل من الجص ،رواسب الأئنهيدريت والهاليت رواسب تنخيرية أخرى وتبين النتائج التى ظهرت من تجربتين شم اجراؤهما أن هذه الطبقات لها درجة نفاذية منخفضة بالرغم من تركيباتها الرملية والغرينية ونسبة الملوحة فى المياه الجوفيه عالية جدا تصل الى

سبعة أمثال نسبتها فى مياه البحر .

وتصهر تكوينات العصر المايوسينى الى الأوليفوسينى  
أسفل تكوينات العصر الرابع وعلى مسافة تصل الى حوالى  
٣٠ كم من الساحل ، وهى تتألف من طبقات الطين الجيرى  
السميكة والحجر الجيرى والدولوميت والمواد التبخيرية  
التي تحتوى على الجص ، وتحتوى هذه التكوينات على  
المياه الجوفيه فى مواضع ارتوازية ولكن نسبة ملوحتها  
عالية جدا فى جميع الجسات التى حفرت حتى الآن .

ويحتوى جبل حفيت والجبال الممتدة الى الشرق على  
طبقات صخرية من الطين الجيرى والحجر الجيرى ويصل سمكها  
الى ٢٥٠ مترا وهى تنتج كميات غزيرة من المياه المختزنة  
فى منطقة عقبوية الواقعة غرب حفيت .

وتمتد طبقات من الحجر الجيرى والطين الجيرى  
ورواسب والصخور المتكورة والجلاميد الصوانية وصخور  
الدولوميت ، والصخور المتعرجة فى التكوينات التى  
ترجع الى العصر المايستريتى وذلك فى اتجاه الشرق  
ثم تظهر عند جبل الغايه وعلى الجانب الغربى لسلسلة  
الجبال الرئيسية . وقد تحول الحجر الجيرى فى بعض  
الأماكن الى طبقات سميكة مركزة من الصلصال بفعل عوامل  
التعرية . وهى غالبا ماتعمل كطبقات حابسه للمياه



ويحتوى الحجر الجيرى أيضا على مياه لها نسبة  
ملوحة متغيرة .

ويتألف اقليم الجبال من تكوينات السمايل التى  
تحتوى على الصخور المتعرجة وصخور فوق القاعدية المتعرجة  
وصخور الغابرو . وعادة ماتغطيها التكوينات التى ترجع الى  
العصر المايستريتى على الجانب الغربى للجبال .

وتتألف تكوينات مجموعة الحواسنة من صخور متحولة  
منخفضة المرتبة وصخور راديولورية صوانية وبعض الحجر  
الجيرى والطين الجيرى والطفل ورواسب الصخور المتكورة  
الكونغلوميراطية بالاضافة الى سدود أفقية متعرجة وبعض الصخور  
البركانية . وتظهر هذه التكوينات فى موضعين رئيسيين فى  
المنطقة ، الأول الى الجنوب من محور خط دبا والثانى  
على الجانب الغربى للجبال الواقعة جنوب جبل سماعيل  
واحتمالات وجود المياه الجوفية فى هذه التكوينات غير  
معروفة ولكنه ليس من المحتمل أن تتجاوز الأقاليم التى  
تعرضت لعوامل التعرية . وقد وجدت سحنة بحرية أسفل  
تكوينات العصر الرابع الجيولوجى تتألف من الطين الجيرى  
وطبقات رقيقة من الحجر الجيرى وذلك فى الجسات التى حفرت  
الى الغرب من الخط الوهمى المار من الشمال الى الجنوب والواصل

بين جبل فاية وجبل سماعينى . وهى عادة طبقات  
حايسة للمياه .

ورسوبيات حجر منسندم الجيرى ( والتي ترجع الى  
العصر الجوراس الى الطباشيرى الأدنى ) هى فى الغالب  
رمادية اللون ومتماسكة ومن الممكن أن تكون من الطين  
الجيرى اورواسب دولوميتية أو جيرية فى بعض المواضع  
وهى تكون جزءا من شبه جزيرة رأس الجبل وتظهر على  
جوانبه الغربية فى الجزء الواقع بين وادى بيح ووادى  
بطحاء مهانى ، كما تظهر أيضا فى عدة أماكن بالقرب  
من جبل سماعينى .

وتتألف صخور العصر البرمى الى العصر الترياسى  
بصفة أساسية من الحجر الجيرى والودلوميت وتزداد طبقات  
الصخور الرملية أعلى التكوينات المتتالية .

## الجيولوجيا المائية

### الفلجان والينابيع:

يتم استغلال تسعة عشر فلجا فقط من فلجان الامارات العربية المتحدة البالغ عددها سبعة وثلاثين فلجا والينابيع الرئيسية هي :

ينابيع خت ، وهباب وعين مسانى وعين السخنة .

ويصعب التمييز بصورة واضحة بين الينابيع ومسيلات الوادى والفلجان . وتوجد عدة مواقع يمكن اعتبارها فى الواقع جزءا من مجرى قاعدة الوادى ولكنها أصبحت - تسمى بالفلجان طبقا للتسمية المحلية وذلك من جراء أعمال الحفر التى أجريت عند المتبع وكذا تحويل مجرى المياه - ويعتبر ينبوع خت أكثر الينابيع اشارة للانتباه اذ ترتفع درجة حرارة مياهه الى ٥٣٩ مئوية بالمقارنة - بالمياه الجوفية الأخرى فى الامارات والتى تتراوح درجة حرارتها ما بين ٥٢٧ - ٥٣٢ مئوية .

وقد تفاوتت كميات المياه الناتجة أثناء فترة القياس الى حد بعيد واتسمت البيانات بعدم الانتظام فى انحاء هذا البلد حيث ازدادت هذه الكميات فى بعض المنابع وتناقصت فى البعض الآخر ( أنظر الجدولين رقم ٤ ، ٥ )

جدول رقم ٤ : الامارات العربية المتحدة : الفلجان أو الينابيع في المنطقة الجبلية الوسطى

رقم الاستدلال والاسم والموقع	تاريخ القياس	التوصيل الكهربى ( ميكرومء / سم )	التدفق ( متر فى الثانية )
اقليم رقم ١ - الجبال الوسطى وادي سيجى ١٠٥	٦٨/١١/٢٢ ٦٩/٣/٤	٦٠٠ ٥٩٠	٤٧٢ ٤٤٤
عين مساندى ١٠٨	٦٨/١١/٢٤ ٦٩/٣/٢٦	٣٩٥ ٤٠٠	١١٣ ٧١
١١١ بته ( قناة الرى وراء السد على الجسر الايمن )	٦٨/١١/٢٦ ٦٩/٥/٢٣	٧١٥ ٦٠٠	٨٧ ٥٤
١١٢ بته ( قناة الرى على الجس الايسر للسد )	٦٩/٥/٢٤	٦٤	٣٩٤
١١٤ فلاج حويلات	٦٨/١٢/٣٠ ٦٩/٣/١٥	١٢٦٠ ١٣٠٠	١٦٦ ٦١

( تاريخ )

التدفق ( متر في الثانية )	التوصل الكهربى ( ميكروم / سم )	تاريخ القياس	رقم الاستدلال والاسم والموقع
١٦١ ٢٣	٦١٥ ٧٠٠	٢٨/١٢/٢٨ ٦٩/٣/١٥	فلج مسفوت ( قناة الرى على الجسر الايمن )
٣٦٣ ٢١١٢	٥٠٠ ٥٢٥	٦٨/١٢/٢٧ ٦٩/٣/١٣	فلج وره ، مسفوت

جدول رقم ٥ : الامارات العربية المتحدة : الفلجان او الينابيع في منطقة قطيعة الساحليه وسهل الحماد الاوسط  
وسهل رأس الخيمة - جوي

التدفق ( متر في الثانية )	التوصيل الكهربى ( ميكروم٤ / سم )	تاريخ القياس	رقم الاستلال والاسم والموقع
١٥١	١٠٥٠	٦٨/١١/٢٨	اقليم رقم ٣ : ساحل قطيعة
٨٨	١٠٢٠	٦٩/٥/٢٣	٢٤١ فلج عوينه سقمم
١١٣	١٤٠٥	٦٨/١١/٢٣	اقليم رقم ٤ : سهل الحمباء الاوسط
١٣١	١٢٨٠	٦٩/٣/٢٢	٤٠٢ فلج العسلا
١٧٢	١٠٨٠	٦٨/١٢/٢٥	٤٠٤ فلج شيخ
١٥٨	١٢٢٠	٦٩/٥/٤	٤٠٨ فلج منامه
٧١١	٦٣٠	٦٩/١١/١	
٢٨٨	٦٠٠	٦٩/٥/٥	

(تابع)

التدفق ( متر في الثانية )	التحمل الكهربى ( ميكرومتر / سم )	تاريخ القياس	رقم الاستدلال والاسم والموقع
١٣٧	٢٣٧٠	٦٨/١١/١٢	اقليم رقم ٦ سهل رأس الخيمة - جبرى
٧٥	٢٢٠٠	٦٩/٣/٥	٦١٦ ينوع خات الشمالى
١٦٩	٢٢٠٠	٦٨/١١/١٢	٦١٧ ينوع خات ، الجبرى
٩٧	٢١٥٠	٦٩/٣/٥	
٩٩	٢٣٠٠	٦٨/١١/١٣	
٥٤	٢١٩٠	٦٩/٣/١٥	٦١٨ فليح العسلى

الشكل العام لمستوى المياه الأرضية :

تتوازي خطوط المنحنيات لمستوى المياه الجوفية فى الارض بوجه عام مع خط جبهة الجبال وذلك من الشمال الى الجنوب وحينما تتجه نحو أسفل النهر مع التيار ، ينحرف المنحنى فى اتجاه غرب - شرق ثم جنوب - غرب بالقرب من الخط الساحلى للخليج وموازيا له . ومستوى المياه فى الارض غير محدود بوجه عام ، ويعكس شكله العام طبوغرافيه السطح الى حد كبير .

ويتضح أن خطوط منحنيات المياه الجوفيه فى وادى - جبرى تتوازي مع الخط الساحلى وليس مع خط جبهة الجبال ويحكمها قرب البحر ، وطبوغرافيه سطح الأرض التى تنحدر بشدة فى اتجاه الشمال وليس التجدد المحدود لموارد المياه من سلسلة تكوينات الحجر الجبرى .

ويتضح أيضا أن معدل انحدار مستوى المياه فى الارض فى منطقة العين يبلغ من ١ - ٣٨ وذلك فى بعض الاماكن التى تم حفر جسات استكشافية فيها ،

ويوحى الشكل العام لمستوى المياه الارضيه فى سهل



الخصباء بوجود بعض المواقع تحت مستوى سطح الأرض فى  
عدة أماكن بالقرب من جبل فايه .

ويصبح التأشير الرجعى لمياه البحر فى المستنقعات  
الجافة ملحوظا على مسافة تقرب من ٢٥ كم من ساحل  
الخليج ويتسطح معدل انحدار مستوى المياه من الأرض بسرعة  
ويتلاشى أى تأثير كبير لطبوغرافية السطح على انحدار  
مستوى المياه فى الأرض .

ويتجه انحدار مستوى المياه فى الأرض نحو المستوى  
الأفقى بالقرب من شاطئ البحر وخصوصا فى مناطق المستنقعات  
الجافة ، الا أنه يلاحظ أنه يتجه الى أسفل قليلا بالقرب  
من البحيرات الشاطئية والخلجان الصغيرة ، الأمر الذى يظهر  
من تصريف المياه الجوفيه فى البحر .

ويقترب مستوى المياه الارضية من السطح على امتداد  
اراضى المستنقعات الجافة وذلك يعنى أن تبخر المياه عن طريق  
الخاصة الشعرية يزيد من تدهور نوعية المياه وقد تصل  
نسبة المواد المذابه فى المياه الى ٢٢٠.٠٠٠ جزء من المليون .

ويتناقص مستوى المياه الارضية فى بعض المناطق المزروعه  
بسبب الاسراف فى الضخ من الآبار .

نوعية المياه الجوفية :

تتغير نوعية المياه الجوفية أثناء تدفقها من الجبال نحو البحر . وقد تم اختراق طبقتين حاملتين للمياه في عدد من الجسات التي حفرت في مسافات من ميامه ووجد أن المياه المخزنة في الطبقة المتعرجة السفلى الواقعة تحت التكونيات والحصباء التي تعرضت لعوامل التعرية تحتوي على نسبة عالية من كلوريد الصوديوم مجهول المصدر وتكتسب المياه الجوفية المخزنة في طبقات الحصباء المتعرجة نسبة متزايدة من كلوريد الصوديوم أثناء تحركها في اتجاه الساحل وذلك من طبقات الطين الجيري الحابسة للمياه وربما بصورة أكبر من الغمر السريع للأملاح المتبقية من متداخلات بحرية سابقة . وتوجد أيضا بعض الكبريتات المشتقة من بللورات الجص في حصباء العصر الرابع كما تظهر نسبة عالية من الكالسيوم في وجود الحجر الجيري كما هو الحال في وادي جيري . وتتحول المياه - الحاملة للمغنسيوم والبيكروونات بالاحلال الكيميائي ، بمعنى أن بعض شقوق الأملاح تستبدل بأخرى أثناء مرورها في اتجاه الساحل فتتكون مياه حاملة للمغنسيوم والصوديوم وأخرى حاملة للكبريتات الكلوريد . وفي نهاية المطاف تتحول إلى

مياه حاملة للصوديوم والكلوريد حينما تقترب من الساحل

وتشكل سلسلة جبال فاية وحفيت مجموعة حواجز تمنع تدفق المياه الجوفية كما انها تتسبب فى تكوين مياه جوفية ذات نسبة ملوحة أقل فى هذه المناطق .

تنخفض نوعية المياه عادة على امتداد الساحل الغربى لارتفاع نسبة الملوحة بدرجة كبيرة ولزيادة نسبة الكلوريد أحيانا كما هو الحال فى الشارقة وللزيادة المتكررة فى نسبة البورون كما هو الحال فى بعض الآبار فى دبي .

وتصلح المياه الجوفية فى سهل الحصاء للشرب وكذا للاستغلال الزراعى وتتغير نوعيتها فيما بين السهل والبحر وقد لوحظ أن ارتفاع منسوب المياه الجوفية مصحوب بانخفاض فى نسبة المواد المذابة فيها اثر تجدد موارد المياه الجوفية بارتشاح مجارى المياه فى الوادى .

كما لوحظ أيضا ارتفاع نسبة الملوحة فى المياه دون أدنى انخفاض فى منسوب المياه الجوفية . ويرجع ذلك إلى ما تحمله مياه الرى اليها من الاملاح التى تذيبها فى التربة الزراعية .

ميزان المياه :

تم حساب ميزان المياه وفقا للأسس التالية :

- أ - افتراض أن اجمالى الفاقد يسبب نتح النباتات الطبيعية مساو لبخر المياه من المسطحات المزروعة وتبلغ نسبة ٧٠ فى المائة من سطح البحر من الفئة " الف "
  - ب - تقدير اعادة دوران مياه الضخ للتخزين وفقـــــــــــــــــا لتجارب ميدانية .
  - ج - اعتبار أن ٤٠ فى المائة من المياه المفقودة كانت نتيجة للبخر المباشر .
  - د - تقدير كمية انسياب المياه وفقا للبيانات الخاصة بسقوط الامطار والمتاحة فى ٢٠ محطة لقياس الامطار .
- ويبلغ مخزون المياه فى سهل الحصاء وفى الصحراء فى أعلى النهر خارج حدود الملوحة الخطرة ٢٨٠ مليون متر مكعب . وتبلغ كمية المياه الجوفية المتدفقة من هذا السهل وفقا للتقديرات ١٥٧ مليون متر مكعب سنويا .
- فإذا انخفض هذا المعدل لأى سبب من الأسباب ، فسوف

يحدث توغل لمياه البحر عن طريق التسرب ، على أن مخزون المياه وافر وليس من المرجح أن يتأثر بعجز قصير الأجل فى معدل سقوط الأمطار أو بضح المياه .

ويتكون الساحل الشرقى من قطاع ضيق من الأرض ينحصر بين البحر وسلسلة الجبال ، وتقل الحواجز الطبيعية السماء بصورة كبيرة على طول امتداده ، الأمر الذى يسمح بتوغل مياه البحر اذا كان هناك أى اسراف فى الضخ .

وقد تعرضت سقمم لذلك بالفعل فى الأقليم المزروع بالقرب من سفوح الجبال مما جعل عددا كبيرا من آبار الساحل الشرقى تقع تحت تأثير مياه المد . وتستخرج معظم المياه المستخدمه فى الزراعة والاستهلاك السكانى فى قطاع الساحل الشرقى من الآبار فيما عدا كلبا والفجيرة وخورفكان . وتعتبر المنطقة الواقعة فى أعلى النهر من الدالة المروحية لوادى حام ومن وادى شمل بالقرب من دبا المصدر الوحيد المأمون للامداد المستمر بالمياه ذات النوعية الجيدة .

### تنمية المياه الجوفية

كانت الآبار المكشوفة والفلجان قديما هي مصدر توفير المياه ، وكانت الآبار المكشوفة تحفر يدويا وترفع المياه من الآبار الواقعة في مناطق الجبال باستخدام الشادوف ( وهو عبارة عن حبل مربوط في عصا ويتدلى منه قادوس او دلو ) أو باستخدام اليازرى ، وهي طريقة أخرى لرفع المياه لأغراض الري والشرب - ( وتستخدم فيها الدواب لتحريك الدلاء بواسطة مجموعة من الحبال والبكر ) وتتألف المصارف التقليدية أو الفلجان من مجاري اصطناعية مفتوحة تمتد افقيا في اجناب التلال ، وقنوات مغطاه لسحب المياه وأنفاق . وتعرف الفلجان في ايران بالقنوات الجوفية وهي تنتشر في جميع انحاء الامارات العربية المتحدة ويصل الانتاج المستمر للفلجان في البوريمي الى اكثر من ٣٤٠ لتر في الثانية من المياه ذات النوعية المجيدة ولا توجد اى دلائل تشير الى عمليات التبطين أو التدعيم داخل معظم الفلجان سوى تلك التي توجد نحو أسفل النهر عندما يقترب الماء من سطح الأرض . ويبلغ طول الفلج في الامارات العربية المتحدة من ١ - ٦ كم تقريبا . ويقال ان حفر الفلجان قد نشأ في بلاد فارس في الفترة ما قبل الحضارة الأخمينية ( ٣٢٠ - ٦٤٠ ق م ) .

وتم تنفيذ عمليات حفر آبار المياه على مدى العشرين سنة الماضية بخطى مستمرة وسريعة وانتشرت الطرق الميكانيكية لاستخراج المياه الجوفية . وكانت هذه الخطوات ذات ضرورة هامة لمواجهة الطلب المتزايد على المياه اثر التوسع الذى حدث فى قطاعات الزراعة والصناعة والاستهلاك المنزلى . فقد ارتفع استهلاك المياه فى الأقاليم الحضرية من ٣٣ مليون متر مكعب عام ١٩٧٣ الى ١٤٠ مليون متر مكعب فى ٧٥-١٩٧٦ .

ويقترب معدل استهلاك الضر للمياه فى اكثر الامارات تقديما من ٧٠٠ لتر يوميا .

وتتولى خمس هيئات تدبير موارد المياه فى الامارات العربية المتحدة ، وهى وزارة الزراعة ومصائد الاسماك ووزارة الكهرباء والمياه ، وادارة المياه بدى وادارة المياه بأبو ظبي ، وادارة المياه بالشارقة . وقد تقدمت وزارة الزراعة ومصائد الأسماك باقتراح لاقامة هيئة مركزية تقوم بتدبير موارد المياه فى هذا البلد وتقتصر - انشطة وزارة الزراعة ومصائد الاسماك على الأقاليم الريفية وهى مسئولة عن امداد القرى بالمياه اللازمة لاستهلاك المنزلى وكذا توفير مياه الري .

وتمتلك الوزارة سبعة حفارات مخصصة لحفر آبار المياه  
تعمل لصالح المزارعين دون مقابل وتقوم الوزارة بتقديم القروض  
الى المزارعين لشراء المضخات الآلية اللازمة حيث يقوم المزارع  
بتسديد نصف ثمن الآلة والمضخة . وقد ازدادت المناطق  
الزراعية زيادة سريعة نتيجة لما تقدمه الحكومة  
من تسهيلات في هذا المجال .

وتنتشر نظم الري بالقنوات وري الحياض في جميع  
انحاء هذا البلد وترتفع معدلات الفاقد من المياه بسبب  
الارتشاح ان مجارى الري غير مبطنه ونظرا لارتفاع درجة  
نفاذية التربة بصورة كبيرة في معظم المناطق التي  
يتم ربيها . وقد أجريت سلسلة من التجارب في محطتي  
التجارب بدقداقة في حزيران / يونيو ١٩٦٦ وكلبيبا في  
آب / أغسطس ١٩٦٦ لتقدير معدلات الفاقد بسبب الارتشاح في  
القنوات غير المبطنة . وقد بلغ أعلى معدل للفاقد ٢٨٣  
سم / ساعة ثم تسجيله في مجرى شق حديثا في تربة رملية  
بالقرب من مليحة . أما بالنسبة للمجرى الأقدم في كلبيبا  
ودقداقة فقد انخفضت درجة النفاذيه بالقاع نتيجة لعمليات  
ترسيب التربة وكانت معدلات الفاقد في كلبيبا أقل بكثير  
حيث بلغ متوسط معدل الارتشاح ٧٤ سم / ساعة .



أما فى ذقداقة فقد انخفض معدل التسرب بعد عملية الامتصاص الأولى الى ٢٦ سم / ساعة ويحتمل وصوله الى حالة استقرار عند حوالى ٤٤ سم / ساعة . وقد قدرت نسبة الفاقد من جراء نقل المياه بثلاثى صافى الاستهلاك . وتعمل نظم الري المتبعة على زيارة نسبة الملوحة فى المياه الجوفيه بسبب دورة الري . وليس للحكومة أدنى سيطرة على عمليات استخراج المياه الجوفيه

وقد تم ادخال نظم الري الحديثه الى المنطقه فى السنوات الأخيرة وذلك باستخدام طريقة الـرى بالتنقيط فى الغابات التى تزرع على جانبى طريق دى العين .

وتجرى حالياً التجارب على طريقة الرى بالتنقيط فى مزيد والمحطة الحكوميه التجريبية بالسعديات وأبوظبى والحرانية برأس الخيمة .

وتقوم وزارة الكهرباء والمياه بتوفير مياه الاستهلاك

المنزلى المستخرجة من الآبار التى تم حفرها سواء  
بالحفارات الحكومية أو الخاصة .

وقد تقدمت بعثة تابعة لبرنامج الامم المتحدة  
الاغائى أثناء زيارتها للامارات العربية المتحدة عام  
١٩٧٢ باقتراح لتخصيص المياه الجوفيه لأغراض السرى  
حيث ان كمياتها محدوده على أن تقوم المحطات الخاصة  
بتحلية مياه البحر بتوفير المياه اللازمه للاستهلاك  
المنزلى .

وتختلف نسبة المواد المذابة فى المياه المخصصة  
للاستهلاك المنزلى من اماره الى أخرى على النحوالتالى:

الامارة	جملة المواد المذابة بالجزء من المليون
أبو ظبى	٢٠٠
دبي	١٢٦٠
الشارقة	١٣٤٠
عجمان	١٤٠٠
أم القيوين	٨٠٠
رأس الخيمه	٢١٠٠
الفجيرة	٨٤٠

وتعتبر حقول الآبار الآتية مصادر للمياه  
المخصصة للاستهلاك المنزلى فى الامارات ، ويتعرض البعض  
منها لاسراف فى الضخ :

<u>الامارة</u>	<u>مصدر المياه للاستهلاك المنزلى</u>
ابوظبى	مياه مالحة مخلاه مخلوطة بمياه جوفيه من العين
دبى	حقل آبار عوير ووحوش
الشارقة	حقل آبار بداعات
عجمان	حقل آبار طوى رشيد
أم القيوين	حقل آبار زرقا
رأس الخيمة	حقل آبار بريرات
الفجيرة	حقل آبار الفجيرة

#### اتجاهات فى السياسة المائية

يتم تجديد موارد المياه فى الطبقات الحاملة لها فى  
الارض عن طريق المياه المنحدرة من الجبال فى الأيام الممطرة  
ونظرا لان هذه السيول قصيرة الأجل وشديدة الاندفاع ، فان معدل

ارتشاح المياه في الأرض لا يكفي لاستعواض الانخفاض في مستوى المياه في بعض المناطق . ولا يوجد في وادي بيج سوى قطاع قصير من الأرض يسمح بارتشاح المياه قبل وصولها الى المياه الجوفية المعدنية بالقرب من الخط الساحلي ، الأمر الذي تدهورت معه نوعية مياه السيول . وقد قامت الحكومة بوضع خطة للسيطرة على مياه السيول واستخدامها في تحديد موارد المياه الجوفية لرفع منسوب المياه وتحسين نوعيتها وتقوم ايضا حكومة الامارات العربية المتحدة بالتعاون مع مكتب استصلاح الأراضي بالولايات المتحدة الأمريكية بعمل دراسة الجدوى لمشروع اقامة سدود أو خزانات لتجديد موارد المياه .

وتزعم وزارة الزراعة ومصائد الأسماك العمل على تنظيم وتخفيض استهلاك المياه ، ومعدلات الضخ التي الحد الأدنى ، الأمر الذي سيوفر قدرا أكبر من المياه للمناطق التي تحتاج الى ري . وسوف تستخدم اساليب الري بالتنقيط والري بالرش لعمليات الري المركزي بالإضافة الى المجارى المبطنة أو المواسير .

وتهدف الخطة الرئيسية إلى التوصل إلى الاستخدام الأمثل لموارد المياه الوطنية ، ويحتاج هذا البلد إلى هيئة مركزية للمياه للسيطرة على موارد المائية.

### مراجع مختارة

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Technical Advisory Mission. Agricultural Development in the United Arab Emirates.

Sir Alexander Gibb and Partners. Survey of Water Resources at Al Ain.

Hunting Technical Service, Ltd., in association with Sir Alexander Gibb and Partners. Falaj Dhaid Feasibility Study. November, 1975.

Khalil, Ataya. The ground water and agriculture expansion in the United Arab Emirates. 1974.

Ministry of Agriculture and Fisheries. Yearbook, 1973.

Morton, D. M. The geology of Oman. 1959.

Trucial States Council, Water Resources Survey. Hydrological Yearbook, 1968/69. Water Division, Public Works Department. Dubai, 1970.

## ايران

المساحة : ١٦٥٠ ٠٠٠ كيلو متر مربع  
عدد السكان : ٣٣ مليون ( تقدير الامم المتحدة ١٩٧٥ )

### عام

تحتل ايران هضبة صحراوية ملحبة مغطاة بالصخور والزمنال وتحيط بها سلاسل جبلية من كل جانب تقريبا ( انظر الخريطة رقم ٨ ) وهناك أربع مناطق فيزيوغرافية رئيسية في هذا البلد ، لكل منها خصائصها المتميزة .

#### ( أ ) سلاسل جبال البورز وتراغروس في الشمال والجنوب الغربي

تشكل جبال البورز وما يرتبط بها من سلاسل جدارا متصلا على امتداد شمالي ايران من منطقة آارات في تركيا حتى الطرف الشمالي الغربي لايران . وتتكون هذه المجموعة من سلاسل متوازية يزداد ارتفاعها من الشمال والجنوب ويوجد في السلاسل الوسطى لجبال البورز جبل ديمافاند ، وهو أعلى الجبال في ايران ، اذ يصل ارتفاعه الى ٥٧٦٦ مترا .

وتبدأ جبال تراغروس بالسلاسل الممتدة على طول الحدود مع تركيا ، وتتكون من عدة سلاسل تبدأ من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي ، وكلها في خط متواز تقريبا . وهي تشكل جدارا متصلا يبلغ طوله حوالي ١٠٠٠ كيلو متر ، ويزيد اتساعه في أغلب الاحيان على ٢٠٠ كيلو متر .

خریطة رقم (ا)

ایران



ويصل ارتفاع هذه السلاسل الى اكثر من ٤٥٠٠ متر ، وتقوم بدور هام فى التغييرات المناخية وتكوينات التربة فى هذا البلد .

وتتجه سلاسل جبال زاغروس نحو الجنوب الشرقى قبيل أن تصل الى خوزستان ، ثم تمتد عبر أقاليم فارس وكرمان لمسافة تزيد على ٨٠٠ كيلو متر .

وتنقسم جبال زاغروس ، جنوب كرمان ، الى فرعين : الفرع الشمالى ويصل الى سلسلة سرهد الممتدة من الشمال الى الجنوب على طول الحدود الشرقية ويمتد الفرع الجنوبى فى محاذاة الخط الساحلى لخليج عمان ، ويستمر حتى باكستان .

#### (ب) الهضبة الوسطى :

تعتبر المنطقة الواقعة بين فرعى السلاسل الجبلية هضبة مرتفعة بها سلاسلها الجبلية الثانوية ، وهى تنحدر تدريجيا الى أسفل لتصبح منطقة صحراوية تستمر حتى جنوب أفغانستان وباكستان . وتضم الهضبة التى يتراوح ارتفاعها بين ٥٠٠ و ٢٥٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر أربع وحدات فيزيوغرافية رئيسية .

" ١ " الهضبة المرتفعة شمال غربى وسط ايران ( ارتفاعها ما بين ١٢٠٠ و ٢٥٠٠ متر ) .

" ٢ " حوض اصفهان سيدباد ( ارتفاعها ما بين ٦٠٠ و ١٠٠٠ متر ) .

" ٣ " الصحراء الملحية ( مسيلة - كغير ) ارتفاعها حوالى

٦٠٠ - ١٠٠٠ متر ) .



" ٤ " حوض صحراء لوت ( ارتفاعها ٥٠٠ - ٦٠٠ متر ) .

(ج) منطقة خوزستان والسهول الساحلية الجنوبية المنخفضة :

يعتبر سهل خوزستان المنخفض الشاسع ( ٣٠ ٠٠٠ كيلو متر مربع ) فى جنوب غربى ايران استمرار لسهل مابين الرافدين . وعلى شواطئ الخليج الفارسى وخليج عمان تتفاوت المناطق الساحلية بين شريط ضيق للغاية تحده فجأة تلال وجبال شديدة الانحدار وسهول واسعة دلتية أو طميية .

وهناك حزام ضيق من السهول المنخفضة على حدود العراق الشمالية يصل الى نهر دجلة الذى يلتقى مع نهـر الفرات ويصل الى الخليج عن طريق شط العرب .

والانهار الطويلة فى السهول الساحلية الجنوبية من الغرب الى الشرق هى : نهر شهبور الذى كون سهول بومشير وبرزان ونهر مارذ الذى يكون سهلا كبيرا فى فارس ، ونهر ميناب بالقرب من بندر عباس ، ويكون سهولا كبيرة تعتبر ذات أهمية زراعية طفيفة بسبب ملوحة المياه الجوفية والتربة .

(و) منطقة ساحل بحر قزوين :

يعتبر ساحل بحر قزوين سهلا ضيقا يبلغ متوسط اتساعه حوالى ٥٠ كيلو مترا ، وقد نتج عن انحسار البحر الذى يحتمل أنه كان يمتد فى وقت من الاوقات حتى أسفل جبال البورز . وتنبع أنهار عديدة عن المنحدرات الجنوبية أسفل جبال البورز . ولكنها جميعا لاتغطى سوى مسافات قصيرة قبل أن تصل

الى البحر بيـد أن هناك أربعة أنهار هامة تبدأ منابعها فى المناطق البعيدة وتصب فى بحر قزوين ، وهى أنهار أراس ، وصفدروود ، وغورغان ، وأتراك . وقد كونت هذه الأنهار على الترتيب سهل موغان ودلتا صفدروود ( سهل راشت ) وسهل غورغان وسهل أتراك . وبالإضافة الى هذا فقد عملت مجموعة من الأنهار ، وهى تالار ، وهراز بايل وتيجان على تكوين سهل ماز اندران .

### المناخ

الجزء الأكبر من هذا البلد جاف أو شبه جاف والأمطار نادرة وغير منتظمة ، وقاصرة على أشهر الشتاء ، باستثناء الجوانب الشمالية لجبال البورز حيث يتراوح سقوط الأمطار بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ مم سنويا . وعلى الهضبة يصل المتوسط السنوى لسقوط الأمطار الى أقل من ١٢٠ مم فى الجنوب والجنوب الشرقى .

ويتركز معظم سكان ايران وسكان الاراضى الزراعية فى الشمال ( أذربيجان ، ومنطقة بحر قزوين وخوراسان ) ، وفى سهل خوزستان الغنى وعند أسفل الجبال . ويضم النصف الأخر من البلد أقل من ١٠ فى المائة من السكان .

وهناك اختلافات كبيرة فى المناخ من مكان الى آخر فى هذا البلد وتظهر هذه الاختلافات ، التى تتأثر بتكوينات الجبال والتضاريس فى الأقاليم المناخية بايران .

ويظهر المناخ الصحراوى على طول سواحل البحر الجنوبى وفى الداخل .

وعلى طول المناطق الساحلية الجنوبية يرتبط الجفاف بارتفاع درجات الحرارة وغالبا بالرطوبة العالية . والامطار قليلة للغاية ومتباينة ، وتقتصر على أشهر الشتاء الباردة .

ويظهر اتساع نطاق الصحراء ، والمناخ الصحراوي المرتبط به في داخل ايران . وهناك تفاوت كبير في درجات الحرارة اليومية والسنوية على السواء . والامطار قليلة ، بل وتقل عنها في المناطق الساحلية . ومن بين المحطات الموجودة في هذا القطاع ، سجلت محطة يازد معدلا يبلغ حوالي ٦٧ مم ، ومحطة نهبوندان حوالي ٩٨ مم .

وتغطي المنطقة شبه الجافة ، ومعظمها منطقة انتقالية بين الصحاري الجافة والمناطق الشديدة الرطوبة ، حوالي نصف مليون كيلو متر مربع من الاراضي الايرانية ، وتحتل في معظم الاحوال السفوح السفلى للجبال العالية . وتظهر عادة بين ١٠٠٠ و ١٥٠٠ متر من الكنتسورات باستثناء السفوح السفلية في سهل خوزستان وهي ذات ارتفاع أكثر انخفاضا والامطار ضئيلة وتتراوح من ٣٠٠ مم في ديزفول الى ١٤٠ مم في اصفهان . ويتصادف موسم الامطار مع فترة انخفاض الشمس وانخفاض درجات الحرارة ، ولهذا تزداد فعالية الأمطار وتعمل مياه الامطار - الا عندما تكون كثيفه وتحدث قدرا كبيرا من - على تجديد موارد المياه الجوفية التي يمكن استخدامها في الشهور الأكثر جفافا ويعتبر وجود الينابيع والقنوات الجوفية كمصادر للمياه الجوفية من أهم ملامح الحياة الزراعية في ايران .

ويخضع حوالي ٤٠٠.٠٠٠ كيلو متر مربع ( ٢٥ في المائة من مجموع مساحة الأرض ) للاقليم المناخي المتوسط الحرارة .

وتقع أكثر مناطق ايران كشافة من حيث عدد السكان في هذا الاقليم المناخى ، بما فى ذلك أعلى مناطق جبال زاغروس وجزء كبير من أذربيجان ، والسهول الساحلية عند بحر قزوين .

وفى المرتفعات تسود ظروف مناخية مماثلة لمناخ البحر المتوسط، لاسيما فى الجنوب ( فارس ) ، بينما يتعرض الشمال لموجات باردة أثناء فترة الشتاء .

وتختلف السهول الساحلية لبحر قزوين والسفوح الشمالية للجبال المطلة على هذا البحر اختلافا كبيرا من الناحية المناخية عن بقية أنحاء ايران ويتميز مناخ بحر قزوين بدرجات الحرارة المعتدلة ذات الفروق السنوية واليومية الطفيفة ، والرطوبة العالية . ونسيم البحر والبر الشديدين ، والرياح المحليه وارتفاع معدل الامطار ( وتتراوح عادة بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ مم فى السنة ) وهى تسقط فى الفصول المختلفة .

وهناك حوالى ٤٠ ٠٠٠ كيلو متر مربع من مساحة الارض الاجمالية فى ايران يسودها مناخ ثقل فيه درجة الحرارة خلال الشهر الباردة عن ٣ درجات مئوية وتزيد فيها خلال الشهر الدافئة عن ١٠ درجات مئوية . ويظهر هذا المناخ عادة فى الاراضى المرتفعة - مع أنه لايسرى على المناطق الشديدة الارتفاع . ويظهر المناخ الذى يصل فيه متوسط درجات الحرارة خلال الشهر الدافئة الى أقل من ١٠ درجات مئوية على السفوح الجبلية التى تغطيها الثلوج بصورة مستديمة . ومن الامثلة على ذلك القمة البركانية لجبل ديمافاند وسبلان ، ومنطقة حول سيلان على هضبة أذربيجان .

### الشبكة الهيدروغرافية

تضم ايران مليون هكتار من البحيرات والمسطحات المائية الاخرى . ويتم تحديد وتعريف جميع أحواض الأنهار فى ايران بواسطة رقم رمزى مكون من أربعة أرقام . الرقم الاول ( من الشمال ) يشير الى وحدة من الوحدات الستة التالية :

- ١ - الأنهار التى تصب فى بحر قزوين .
- ٢ - الأنهار التى تصب فى الخليج ، ونهر قارون ( الذى اقيم عليه سد محمد رضا شاه ) ونهر كارخه اللذان يعبران خوزستان ، ونهر مائد ونهر كول .
- ٣ - حوض بحيرة رضايه المغلق فى أذربيجان ( نهــــــــــــــــر زارنيه رود ) .
- ٤ - وسط الصحراء حيث يوجد نهران رئيسيان ليست لهما منافذ على البحر ، وهما نهر زايندى ( سد شاه عباس ) الذى يعبر أصفهان ، ونهر خور شمال شيراز .
- ٥ - الى الشرق ، الأنهار التى تصب فى أفغانستان .
- ٦ - الى الشمال الشرقى ، الأنهار التى تصب فى سهــــــــــــــــول كاراكوم باتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية .

ويرمز الرقم الثانى الى الوحدة الفرعية للحوض ، ويرمز الرقم الثالث الى مجرى النهر . أما الرقم الرابع فيرمز الى السهل الطمىي . وهناك ٢٣٣ سهلا طمىيا ( وحدة السهل ) تحتوى على موارد كبيرة من المياه الجوفية فى ايران .

### الخصائص الجيولوجية

يمكن تقسيم ايران الى سبع وحدات تكوينيه رئيسية —————  
الجنوب الغربى الى الشمال الشرقى على النحو التالى :

#### (أ) سهل خوزستان :

ويغطى هذا السهل دلتا نهر قارون ، ودلتا نهر ديزره ودلتا نهر كارخه ويتكون من رواسب طمىية تزداد خشونه فى اتجاه الجبال ، وتصبح أكثر نعومة فى اتجاه السهول كما يتكون من الغرين والملصال اللذين ترسبا بكميات كبيرة عن طريق نهر قارون ونهر كارخه ( شمال غرب الاهواز )

#### (ب) منطقة جبال زاغروس الصخرية الملتوية :

ويبدأ تتابع الطبقات فى هذه المنطقة بالحجر الجيرى الذى يرجع الى العصر الطباشيرى وينتهى بالعصر المايوسينى وتكوينات هذه المنطقة عبارة عن سلسلة متتابعة من الملامج المنتظمة التى تشكل طيات محدبة وطيات مقعرة تظهر فى

وسطها طبقات ترجع الى العصر الطباشيرى الاوسط . وهناك طبقة من الصخور الخضراء والقرمزية يبلغ سمكها حوالى ٤٠٠ متر ، وربما ترجع الى بداية العصر الأيوسينى ويظهر الجص فى نهاية التتابعات الصخرية التى ترجع الى العصر الأيوسينى - الاوليفوسينى . وتعزى الطبيعة الجرداء للاطراف الجنوبية من ايران الى التتابعات التى ترجع الى العصر المايوسينى - البلايوسينى . وتتكون هذه التتابعات عند القاعدة من الحجر الجيرى الأسمرى الذى يشكل طبقة صلبة يبلغ سمكها حوالى ٣٠٠ متر ويعلو طبقة الحجر الجيرى الأسمرى طبقات سميكة من الجص الفارسى - وملح الأنهيدريت والطين الجيرى والغريين والحجر الرملى ، وهى عموما ذات لون أحمر داكن وتعتبر نموذجا " للارض السيئة " . ويبلغ سمك هذه التتابعات عدة آلاف من الامتار ، وتوجد بها تغيييرات جانبية كثيرة بسبب ظروف الترسيب الاصلية ، وبسبب عوامل صخرية . وتظهر فوق طبقات فارس ، طبقات بختيارى ، ويبلغ سمكها عدة مئات من الامتار ، وتتكون من صخور متكورة مع الصلصال والحجر الطينى .

وتظهر صخور بختيارى المتكورة عادة على الطرف الخارجى للمنطقة الملتوية . وتتخلل رواسب هذه الطبقة الملتوية فى بعض الاجزاء قباب ملحيه من العصر الكامبرى .

(ج) تكوينات ايرانيد ( المنطقة الملتوية البارزه من جبال

زاغروس ) :

وتضم منطقة راديولاريت وأوفيولايت ، وتتكون من أحجار الصوان الأحمر والأخضر والطفل السيليكونى ، وصخور قاعدية بارزة ( متعرجة ) .

وتتكون منطقة الحجر الجيري فى بيزيتون من كتل سميقة من الحجر الجيري الذى يرجع الى العصر الطباشيرى وتظهر منطقة الحجر الجيري فى بيزيتون بين منطقة راديولاريت وأوفيولايت ومنطقة همدان غرب همدان .

وتتكون منطقة همدان من الطفل الداكن والحجر الرملى وصخور الفليت الداكنة ، وحتات الكلوريت التى ترجع الى العصر الوسيط . وفى سلسلة جبال البورز ، جنوب غرب همدان ، توغلت صخور الغرانيت السوداء فى صخور الفليت وهذه المنطقة واسعة للغاية ( حوالى ١٤٠ كم ) ، وتميل فى بعض الحالات الى الانحسار .

وتتقترن الحدود الجنوبية الغربية لمنطقة همدان بتقسيمات جيومائية ومناخية . وفى جنوب غرب هذه الحدود يتجه الصرف نحو الخليج الفارسى ، وتنشط عمليات النحر وتسقط الامطار فى المناطق الجبلية ، وتعتبر تكوينات الحجر الجيري الغالبة فى هذه المنطقة طبقات جيدة لحمل المياه ، مع وجود ينابيع عديدة بالقرب من قاع الوديان



وفى شمال غرب هذه الحدود ، تتجه عمليات الصرف الاصليه نحو وسط ايران ، مع وجود هضاب عالية ومنتسعة ، ونحر محدود وأمطار أقل مما فى الجنوب الغربى ، وقاع مشبع بالمياه عادة وغطاء نباتى متدرج .

(د) الهضبة الوسطى :

وهى منطقة صخرية ضخمة تفصل منطقة وسط ايران عن تكوينات الايرانيد . وفى العصر الطباشيرى الأعلى والعصر الثالث ظهرت صخور على شكل طفح مثل صخور الأندسيت فى أماكن مختلفة على هذا الخط الصخرى . وتظهر ينابيع كثيرة ذات رواسب متقاطعة . وتظهر أيضا فى وسط ايران رواسب ترجع الى العصر القديم والعصر الوسيط والعصر الثالث .

وتتميز هذه الوحدة بالرواسب الجصية والملحية التى ترجع الى العصر الأيوسينى والمايوسينى ، وتتكون من الملح والجص والصلصال والحجر الطينى والحجر الغرينى والحجر الرملى . وأدى نحر الجص الى تكوين بحيرات مالحة ( منطقة كافير) وتغطى الرواسب البحرية التى ترجع الى العصر المايوسينى جزءا من وسط ايران ، وقد تكون هناك صلة بين هذه الرواسب وبين امكانيات العثور على مياه جوفية ملائمة ( منطقة قسم ) .

أما النشاط البركاني الذي حدث في وسط إيران ، فقد بدأ في العصر الطباشيري الأعلى ووصل الى ذروته في العصر الأيوسيني ، ونتج عنه ترسب مواد على شكل طفوح متكون من الطوف والصخور البازلتية . وفي العصر الأوليفوسيني والمايوسيني قل النشاط البركاني بدرجة كبيرة اذا قورن بالعصر الأيوسيني ، وتكون المزيد من الصخور الحمضية ( الاندسيت ، والديوريت وغيرها ) وهي صخور ترتبط عادة بالطوف .

وتم اكتشاف صخور تحولية وبركانية ترجع الى العصر قبل الكامبري في وسط إيران غرب كافيير ( ١٣٠ كيلو مترا شمال تباس ) ، وفي جنوب شرق كافار ( كرمان ) .

#### (هـ) سلسلة جبال البورز :

تتكون جبال البورز من طبقات سميكة من الحجر الجيري والحجر الرملي والطوف . ولا توجد صخور جصية أو ملححية وتتراوح عمر هذه التكوينات بين العصر الكامبري والعصر الثالث . وفي جبال البورز ، تعطى التكوينات التي ترجع الى العصر القديم مساحة كبيرة نسبيا . وفي العصر الوسيط ، كان هناك امتداد نسبي كبير للعصر الجوراسي ، ويعتبر وجود الفحم ذا قيمة اقتصادية كبيرة .

وعلى طول السطح الجنوبي لجبال البورز ، ترك العصر الأيوسيني ، وربما العصر الأوليفوسيني الأدنى طبقات سمكها ٣٠٠٠ متر مع وجود صخور بركانية وصخور متداخلة .  
وتنتشر فى جبال البورز على نطاق واسع صخور تحوليه ، وصخور على شكل طفح ترجع الى العصر اليرمى - الديقونى وتظهر صخور الفليت والكوارتز والغنيس والميكا السوداء والغرانيت فى منطقة راش ، والحثات ، والرخبام والأنفيبوليت والصخور الغرانيتية فى جبال البورز الوسطى ، والحثات الأخضر ، والصخور القاعدية التى تظهر على شكل طفح فى منطقة غورغان .

(و) سلاسل جبال ترميمان - خوراسان :

تحتل هذه الجبال ، التى تعرف أيضا بجبال " كوبيت داغ " ، الجزء الشمالى الشرقى من جبال البورز، وتتكون أساسا من الحجر الجيرى والطفل الذى يرجع الى العصر الطباشيرى .

(ز) ساحل بحر قزوين :

تظهر فى منطقة غورغان مازاندران وسهول راش فى الشمال مواد طميية ، وكذلك رواسب من النوع الخاص ببحر قزوين والتى ترجع الى العصر الثالث ، ويعتبر الرواسب المفككة ، لاسيما فى منطقة أتراك .

## المياه الجوفية

### الجوانب الموعسية :

بدأ اهتمام الحكومة بتنمية المياه الجوفية في عام ١٩٤٣ بإنشاء  
مؤسسة الري . وكانت معظم الأنشطة الهيدرولوجية في ذلك الوقت تتمثل  
في تقديم المساعدة لملاك القنوات . وبرزت أهمية الجوانب الاقليمية  
لهيدرولوجيا المياه الجوفية في عام ١٩٥٩ عندما انشئت شعبة للمياه  
الجوفية في مؤسسة الري ، بغية اجراء دراسة منتظمة لموارد المياه  
الجوفية في ايران . وأصبح من الضروري الحصول على أفراد مدربين  
ولهذا الغرض بدأ برنامج مكثف للتدريب والدراسة في عام ١٩٦١ بمساعدة  
تقنية من المنظمات الدولية ، بما في ذلك الامم المتحدة ومنظمة  
الاغذية والزراعة . ومنذ عام ١٩٦١ بدأ اجراء دراسات اقليمية عن  
المياه الجوفية في جميع اقاليم ايران .

ومنذ ذلك الوقت تمت عمليات تنقيب على ثلاث مراحل ، الأولى  
مرحلة استكشافية بغرض تحديد الطبقات الحاملة للمياه ، وحصرت نقط  
تصريف المياه الجوفية ( الابار والقنوات الجوفية والينابيع ، وانشاء  
شبكة للمراقبة .

وتتكون المرحلة الثانية من دراسة شعبة تفصيلية توجه نحو تقدير  
الجوانب الكمية لموارد المياه الجوفية ، بما في ذلك أعمال الحفر  
الاستكشافية والاختبارات الهيدرولوجية ، وتقييم حالة الاستغلال الحالية  
وقياس مستويات المياه ، وقياس المناسيب ، وحساب ميزان المياه

وفى المرحلة الثالثة والاخيرة لعملية التنقيب ، يتم جمع البيانات التكميلية ومعالجتها للمساعدة فى وضع خطة لتنمية المياه الجوفية . وكان تدريب الأفراد الايرانيين يتم على ايدى خبراء الامم المتحدة والخبراء المحليين . ويتم التدريب أيضا عن طريق حضور دورات دراسية متخصصة فى الخارج ومتابعة الدراسات على مستوى الخريجين . وكان يتناول موضوعات مثل هيدرولوجيا المياه الجوفية والجيولوجيا التصورية ، ومراقبة الحفر والجيوفيزيكا وقياس التصريف ، والاختبارات الهيدرولوجية والكيمياء الأرضية ومسح الاراضى ، وقياس المناسيب ، والشفط .

وعلى مستوى الحكومة المركزية ، كانت جميع المسائل المتعلقة بالمياه الجوفية تتولاها وحدة المياه بوزارة الطاقة ، وكذلك السلطات الاقليمية .

ويشمل عمل وحدة المياه بوزارة الطاقة ، ويرأسها وكيل وزارة لشؤون المياه ، برمجة المشاريع ، والهندسة المائية ، ومراقبة انتاج المياه ، والاشراف على تنفيذ المشاريع ، وموارد المياه السطحية ، والمياه الجوفية ، وحماية الموارد المائية .

ومكتب المياه الجوفية مسؤؤل عن انشاء وتشغيل وصيانة شبكات التنقيب عن المياه الجوفية ، وكذلك عن جمع كافة البيانات المتعلقة بالمياه الجوفية ، وتقييم موارد المياه الجوفية على جميع مستويات التنقيب ( ابتداء من الاستكشاف حتى تحديد الجدوى ) . ويقوم مكتب المياه الجوفية بتحديد ميزان المياه الجوفية فى ايران ، وتقييم

المياه التي لاتزال متاحة للاستغلال ، كما أنه يقدم المشورة للسلطات المحلية حول تنفيذ عمليات التنقيب عن المياه الجوفية فى جميع أنحاء البلد . وتتولى السلطات الاقليمية معالجة مشاكل المياه الجوفية ، وهى سلطات المياه والقوى فى أذربيجان ( لها مكاتب فى تبريز ) ، وشومال ( واشت ) ، وخوزستان ( الأهواز ) ، وكرمان ( كرمان ) ، وهولمزغان ( بندر عباس ) ؛ وسلطات المياه فى طهران ( ولها مكاتب فى طهران ) ، وأصفهان ( اصفهان ) ، وخوراسان ( مشهد ) ، وجنوب شانغى ( زاهدان ) ؛ وسلطات التنمية فى المنطقة الغربية ( كرمانشاه ) .

والسلطات الإقليمية مسؤولة عن مراقبة وتنفيذ جميع مشاريع المياه فى الاقاليم ، وتصريف المياه المتخلفة عن الاستخدامات المنزلية والصناعية ، وتوزيع المياه وتديرها ، وحماية الموارد المائية وحقوق المياه وفقا للقوانين السائدة . وتأخذ أنشطة المتخصصين فى المياه الجوفية فى السلطات الإقليمية اتجاها تقنيا ، ويشرف على هذه الأنشطة مكتب المياه الجوفية .

ويتكون مكتب المياه الجوفية فى الوقت الحاضر من خمسة أقسام تختص بالتنقيب عن المياه الجوفية ، وتنمية المياه الجوفية ، وعمل النماذج ، وأعمال الحفر الاستكشافية والجيوفيزيكا ، وكذلك البحوث والتنمية .

وقد استخدمت وسائل التنقيب التالية فى الدراسات الإقليميه المتعلقة بالمياه الجوفية :

الجيولوجيا التصويرية والتحليل بطريقتي التصوير الجوى :

وقد استخدمت هذه الطريقة أساسا فى الدراسات الاستكشافية لتحديد الملاح الصخرية والجيولوجيه المائيه للتعرف على مواقع الطبقات المختلفه الحامله للمياه وحدود السهول الطميه ، ورسم خرائط للمناطق المائيه الحاليه . وكان مقياس الرسم المستخدم فى التصوير الجوى ١ : ٢٠ ٠٠٠ أو ١ : ٥٠ ٠٠٠

الجيولوجيا الميدانيه : استخدمت الجيولوجيا الميدانيه

أساسا فى الدراسات الاستكشافية للحصول على معلومات أساسيه عن الجيولوجيا المائيه ، كما استخدمت فى الدراسات التكميليه لتحديد أبعاد الطبقات الحامله للمياه ، وتحديد مواقع الأبار وامكانيه الاستكشاف والاستغلال وتقديم وصف تفصيلى عن مواقع الطبقات .

الجيوفيزيقيها : أجريت عمليات مسح جيولوجيه كهربائيه فى

اطار الدراسات شبه التفصيليه . واستخدمت هذه المسوحات فى تحديد سمك طبقة الطين ومكوناتها ، وموقع أحواض الأنهار القديمه ، وموقع المناطق ذات النفاذيه القصى ، وكذلك لتحديد طبيعة القساع الصخرى . واستخدمت المسوحات فى بعض الحالات لتحديد شكل أحـد التكوينات الظاهره التى قد تكون من الطبقات الحامله للمياه .

وعندما استخدمت طريقة انكسار الأهرزازات ، كانت تستخدم فقط لاستكمال الطريقة الكهربائية عندما لم تظهر البارامترات الكهربائية تناقضات كافية ، وعندما كان من الصعب التمييز بين الطبقات العليا التي ترجع الى العصر الرابع ، والطبقات الصخرية السفلى . وكانت كشافاً القياسات الكهربائية فى الدراسات الاستكشافية ا وحدة قياسية لكل ١٠ كيلومترات مربعة . وفى الدراسات شبه التفصيلية كانت الكشافة ا وحدة قياسية لكل ٥ كيلومترات مربعة .

اختبار الآبار : تم اختبار جميع آبار الاستكشاف " فى كل بئر ، شملت عملية الاختبار الجهد الذاتى ، والجهد وحيد المقطع واستخدام أشعة غاما .

#### الطبقات الرئيسية الحاملة للمياه :

الطبقات الطميية . توجد الطبقات الطميية الرئيسية الحاملة للمياه فى ايران عند النهايات السفلى لجميع الجبال على شكل مسراوح طميية تغطى معظم السهول . وتتكون هذه الطبقات من الحصى الكبير والحصى الصغير بالقرب من النهايات السفلى للجبال ، وتصبح هذه المواد أكثر نعومة وسط السهول ، ويبلغ أقصى سمك لهذه الطبقات حوالى ٦٠٠ متر . وتوجد الانواع المنتجة والممتدة من هذه الطبقات عند النهايات السفلى لجبال البورز حول غازوين وطهران ، وفارامين وكراج ، ويوجد بعضها أيضا فى الجزء الجنوبى الشرقى من ايران حول جيروفت .



طبقات الحجر الجيري المصلالى . توجد أفضل الطبقات المصلالية الحاملة للمياه فى طبقات الحجر الجيرى التى ترجع الى العصر الطباشيرى . ويتراوح سمك هذه الطبقات بين ٥٠٠ و ١٠٠٠ متر وتوجد هذه الطبقات فى اقليم خوراسان ، وكذلك فى كرمانشاه حيث يصل سمكها الى ٥٠٠٠ متر فى تشكيلات ترجع الى العصر الجوراسى ويوجد الحجر الجيرى المصلالى أيضا - ويبلغ سمكه من ٣٠٠٠ الى ٣٧٠٠ متر- فى سلسلة جبال البورز . وفى اقليم فارس ، تنتمى أفضل طبقات الحجر الجيرى المصلالى الى تكوينات أسمرى ويتراوح سمكها بين ٥٠ مترًا و ٦٠٠ متر .

طبقات الحجر الجيرى الدولوميتى . وتوجد هذه الصخور فى كل عصر جيولوجى ، ويتراوح سمكها بين بضعة أمتار و ١٠٠٠ متر . وتوجد طبقات الحجر الجيرى الدولوميتى الحقيقية فى ناى بندان جنوب كرمان .

طبقات طوف الأندمسيث . وترجع هذه التكوينات الى العصر الأيوسينى والادليفسينى ، وتوجد فى سلسلة جبال البورز حيث تعرف باسم " الطبقات الخضراء " . وهى ليست من الطبقات الجيدة الحاملة للمياه ، ولكنها قد توصل المياه الجوفية الى المواد الطميية التى تعلوها بسبب اتساع منطقة التلامس . وقد يتراوح سمك هذه الطبقات بين بضعة أمتار و ٣٠٠٠ متر .

طبقات الحجر الرملى . ترجع أهم تكوينات الحجر الرملى الى العصر الديفونى والجوارسى ، ويتراوح سمكها فى سلسلة جبال البورز بين بضعة أمتار و ٢٥٠٠ متر .

ويعرض الجدول رقم ٦ موجزا للخصائص الهيدروليكية للطبقات

الحاملة للمياه .

جدول رقم ٦ - ايران : الخصائص الهيدروليكية للطبقات الحاملة للمياه

الطبقة الحاملة للمياه	الموقع الجغرافي	عمق البئر ( متر )	التمسرف (م <sup>٣</sup> /ساعة )	القدرة النوعية ( م <sup>٣</sup> /ساعة / م )	البارامترات الهيدروليكية
الطبقة الطميية	جميع أنحاء ايران	٢٥-٤٠٠	٥٠-٢٠٠	٣-٢٠	١٠٠-٤٠٠٠-٥٢٥
الحجر الجيري الدولوميتي	اقليم فارس ، كرمانشاه اقليم خوراسان	٢٥٠	٣٦٠	١-٣	٥٠٠
الحجر الجيري الصلصالي	فارس ، سمنان ، اقليم خوراسان ، كرمانشاه ، شرق البورز	٨٠-٢٥٠	٥٠-٥٠٠	٠٠٠	١٥٠٠-٢٥٠٠-٥
طوف الاندسيت	الطرف الجنوبي لجيل البورز	٥٠-٢٠٠	١٠-٥٠	١-٥	لم تختبر لم تختبر لم تختبر
بارلت الاندسيت	اذربيجان ، سلسلة جبال البورز	٦٠-٨٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠
حجرات الحجر الجيري	سلسلة جبال البورز ، كرمان	٢-٥٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠

### نوعية المياه الجوفية

السهل الساحلى لبحر قزوين • تتميز المياه فى الجزء الجنوبى من هذا السهل القريب من الاطراف الشمالية لجبال البورز بنوعية جيدة ، بسبب سقوط الامطار بمعدل يزيد عن ١٠٠٠ مم سنويا ، بسبب الطبيعة المحدودة للتكوينات القارية التى ترجع الى العصر المايوسينى • وتتجدد مياه الطبقة الحاملة للمياه أساسا عن طريق الامطار التى تسقط على السهل وعلى الأطراف الشمالية لسلسلة جبال البورز التى تتكون من الحجر الجيرى والصخور النارية • والمياه فى هذه الاجزاء من نـوع البيكربونات • وبالقرب من الساحل ، وفى مواقع أخرى معزولة توجد المياه أيضا ، ولها خصائص القدرة على توصيل الكهرباء بمعدل ٣٠٠٠ - ٥٠٠٠ ميكروموم/سم • ويتسبب البخر من مستوى المياه العالى فى ملوحة المياه الجوفية فى المناطق المنخفضة • وفى الأنهار الكبيرة مثل صفد وغورغان وهزاز ، تعتبر المياه السطحية ذات نوعية جيدة جدا وتصل قدرتها على التوصيل عن ١٠٠٠ ميكروموم/سم • وتوجد أيضا طبقات عميقة وأحفورية فيما يبدو ، وتبلغ قدرتها على التوصيل ٦٠٠٠ ميكروموم/سم •

حوض رضائية • يقع هذا الحوض الذى تبلغ مساحته حوالى ٤٠ ٠٠٠ كيلومتر مربع بين سلاسل جبال زاغروس وألبورز • وتتألف التكوينات الجيولوجية الموجودة فى هذه المنطقة أساسا من الحجر الجيرى والصخور البركانية ، وكذلك من تكوينات قارية تحتوى على طبقات تبخيرية •

والمياه الجوفية التي تكونت من سقوط الامطار على الحجر الجيري وعلى الصخور النارية هي من نوع البيكربونات ، كما أن الينابيع التي تخرج من الاحجار الجيرية التي ترجع الى العصر الطباشيري تحتوى على مجموعة من الأجسام الصلبة الذائبة تقل عن ٣٠٠ جزء من المليون وتحوى الأنهار الواقعة غرب وجنوب وجنوب شرق بحيرة نزلو تشيل سمينة ، وبحيرة زارين وغيرهما على مياه تقل قدرتها على التوصيل عن ١٠٠٠ ميكروموة/سم .

وتوجد مياه جوفية مالحة فى الجزء الشمالى من الحوض ، وقد نتجت عن مياه نهر آجى شاي . ويتلوث هذا النهر أثناء مروره عبر تكوينات قارية ظهرت فى العصر المايوسينى تحتوى على طبقات تبخيرية وهكذا قد تكون لدى المياه الجوفية فى التكوينات العلوية القدرة على توصيل الكهرباء بمعدل ١٠٠٠٠ ميكروموة/سم . على حين تصل قدرة المياه العذبة على التوصيل الى ٦٠٠ ميكروموة/سم . وتوجد ينابيع المياه المعدنية عند حدود التكوينات البركانية فى صهند وسبلان وتحتوى الينابيع الموجودة عند فارجيفى بالقرب من مراغى والينابيع الساخنة مثل بيزون آباد وسراين على الكبريت كما تحتوى على غازات .

حوض التجمع الرئيسى . ويغضى هذا الحوض مساحة تبلغ حوالى ٧٠٠٠٠ كيلو متر مربع . وتحده من الشمال سلسلة جبال البورز ، ومن الجنوب والغرب جبال زاغروس ، ومن الشرق سلاسل جبلية صغيرة شرقى ايران . وهو عبارة عن حوض مفلق ، ومنه تتجه مياه الانهار والفيضانات الى البحيرات والمستنقعات المالحة . وتتكون الجبال

المحيطة بهذا المستجمع من صخور كربونية وناارية ، بينما تنتمي معظم التكوينات فى الجزء الاوسط الى الطبقات التبخرية النارية التى ترجع الى العصر الأيوسينى - الاوليفوسينى والعصر المايوسينى - البلايومسينى . وتوجد الطبقات الملحية بكثرة . وفى الاجزاء الشمالية من سهول شارود - فارامين - كراج - غازوين - همـدان وكذلك فى مناطق دفعان - فيروزكه ، توجد مياه من نوع البيكربونات وتبلغ درجة توصيلها للكهرباء حوالى ١٠٠٠ ميكروموة/سم . والانهار التى تصب فى المستجمعات جنوب جبال البورز تحمل مياه عذبه عند مرورها أسفل الجبال . ولكنها تصبح مالحة بعد أن تعبر التكوينات الجصية المالحة التى ترجع الى العصر المايوسينى . وتعزى ملوحة المياه الجوفية فى حوض التجمع الرئيسى الى اذابة التكوينات الملحية التى ترجع الى العصر الاوليفوسينى - المايوسينى ، والعصر المايوسينى - البلايومسينى ، ولاسيما فى الاجزاء الشمالية من الهضبة ، خاصة فى المنطقة المحيطة بصحراء داشت - كافـيره كذلك تتسبب عدم كفاية تجدد المياه عن طريق الامطار ، وزيادة البخر فى الاجزاء الجنوبية من السهول الشمالية فى ملوحة المياه الجوفية بالقرب من مناطق السهول التى يتم فيها تجدد المياه . وتتراوح نسبة الملوحة ما بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ ميكروموة/سم . ولكن بالقرب من ماطق التصريف عند السهول على حدود كافير، تزيد نسبة الملوحة الى حوالى ٥٠٠٠ و ٧٠٠٠ ميكروموة/سم .

أحواض تجمع المياه عند الخليج . يستمد السهل الساحلى فى الجزء الغربى من الخليج مياهه من جبال زاغروس التى تتكون أساسا من الحجر الجيرى ، ومن الصخور النارية . وفى الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية ، توجد تكوينات قارية ، ويمكن رؤية طبقات تبخيرية وملحية ( منطقة بندر عباس ) ؛ ولايتجاوز معدل سقوط الأمطار هنا ١٥٠ مم . وتتميز مياه الأنهار التى تصب فى الجزء الغربى من الخليج ، مثل نهر كارفن ، بأنها ذات نوعية جيدة إذ تبلغ درجة توصيلها للكهرباء ٧٠٠ ميكروموة/سم ؛ غير أن المياه الجوفية تصبح مالحة بسبب البحر على عمق ضحل ، ووجود قبـاب ملحية وتكوينات تبخيرية . وتوجد بعض الينابيع المعدنية ، التى تحتوى على مواد كبريتية نتيجة للبراكين المحلية ، جنوب شرق منطقة خاش .

#### تقييم موارد المياه الجوفية

بدأ تقييم موارد المياه الجوفية فى إيران منذ ٢٠ عاما . وقد أمكن نتيجة لهذا التوصل الى تقدير لموارد المياه الجوفية المتوفره فى السهول الطميية ، وان كان هذا التقدير لايزال مبدئيا . وقد أثبتت الدراسات المتعلقة بالمياه الجوفية التى يمكن توفيرها عن طريق الحفر فى تكوينات الحجر الجيرى وغيرها من التكوينات الصخرية الصلبة ، الجدوى الاقتصادية لاستغلال المياه الجوفية من طبقات الحجر الجيرى ، ولكن لم يتم التوصل بعد الى تقدير شامل لحجم المياه .

ويقدر الحجم الشامل لموارد المياه الجوفية فى السهول الطمئية بمعدل  $910 \times 42$  متر مكعب سنويا يصل منها  $910 \times 20$  متر مكعب سنويا الى السهول كتدفق تحت السطح من الاحجار الجيرية المحيطة والتكوينات الصخرية الصلبة ، ويصل حوالى  $910 \times 19$  متر مكعب سنويا من المياه السطحية الى الطبقات الحاملة للمياه ؛ ويشتم التجدد الطبيعى لمخزون الطبقات الحاملة للمياه من الامطار بمعدل  $910 \times 2$  متر مكعب سنويا فقط ؛ ويصل الى الطبقات الحاملة للمياه  $910 \times 1$  متر مكعب سنويا كتدفق تحت السطح من مصادر خارج ايران وتغطى دراسات تقييم المياه الجوفية عن المستوى شبه التفصيلى فى الوقت الحاضر مايقرب من 90 فى المائة من منطقة التجمع الرئيسى وتشمل برامج الدراسات الحالية خمس دراسات شبه تفصيلية لموارد المياه الجوفية فى الاحواض الطمئية كل سنة ، وتوجه الجهود البحثية نحو تقييم موارد المياه الجوفية والاستغلال الصحيح لطبقات الحجر الجيرى الصلصالى والبازلت وطوف الاندمسيت .

وبصرف النظر عن الحاجة الواضحة للسير بخطى سريعة فى دراسات تقييم المياه الجوفية فى تكوينات الحجر الجيرى ، هناك نقص خطير فى المعلومات الهيدروجيولوجية ، كما أن هناك حاجة الى مواصلة البحث فيما يتعلق بالتجديد الصناعى لمخزونات الطبقات الحاملة للمياه وادارة موارد المياه الجوفية عن طريق التحكم فى تدفق ميناه الينابيع والقنوات ، فضلا عن اجراء دراسة أكثر جدية عن التفاعلات بين المياه السطحية والمياه الجوفية فى السهول المختلفة .



ومن المعتقد أيضا أن هناك حاجة الى استخدام أدوات أكثر تقدما فى مراحل البحث ، مثل عمل النماذج الرياضية والدراسات الاستكشافية ، وتحليل النظم الذى يطبق على الاستخدام المشترك لموارد المياه الجوفية والسطحية . وفيما يتعلق بالحاجة العاجلة لحصر ومعالجة الكميات الهائلة من المعلومات الهيدروجيولوجية التى جمعها حتى الآن ، تبذل جهود لانشاء مصرف مركزى للبيانات الهيدروجيولوجية لترجمة نتائج دراسات تقييم موارد المياه الجوفية الى خطط لتنمية المياه الجوفية .

تقدير مقارن لموارد المياه الجوفية والسطحية .

وتقدر موارد المياه الجوفية المتوفرة بحوالى  $42 \times 10^9$  متر مكعب سنويا . وطبقا لاحد التقديرات المنشورة تبلغ موارد المياه السطحية حوالى  $107 \times 10^9$  متر مكعب سنويا ، منها  $44 \times 10^9$  متر مكعب سنويا فى شكل تدفق أساس ، و  $64 \times 10^9$  متر مكعب سنويا فى شكل تدفق فيض . وتتدخل بعض التدفقات السطحية ، وتقدر بنحو  $4 \times 10^9$  متر مكعب سنويا ، الى ايران عن طريق حدودها مع البلدان المجاورة . ويأتى حوالى  $14 \times 10^9$  متر مكعب سنويا من مياه الامطار ومياه الصرف فى السهول ، ويضيع حوالى  $19 \times 10^9$  متر مكعب سنويا بسبب التسرب الى الطبقات الحاملة للمياه الجوفية .

وهكذا يتبين أن المياه السطحية تسهم فى تجدد موارد المياه الجوفية المتوفرة . وتقدر موارد المياه السطحية المتوفرة أيضا بأكثر من ضعف موارد المياه الجوفية المتوفرة ، ويقدر اجمالى الموارد المائية فى ايران فى الوقت الحاضر بنحو  $149 \times 10^9$  متر

مكعب سنويا ، منها حوالى ٢٨ فى المائة مياه جوفيه ، وحوالى ٧٢ فى المائة مياه سطحية .

### تنمية المياه الجوفية

كانت تتولى عمليات التنقيب عن المياه فى ايران شركة حكومية واحدة و ١٩٠ شركة تعمل بترخيص خاص . ومعظم الشركات تقوم بأعمال الحفر فى التكوينات الطميية وفى طبقات الحجر الجيرى ، وتمتلك حفارات ضاغطة ودوارة . ويبلغ العدد الاجمالى للحفارات التابعة للشركات المرخصة والحكومية حوالى ٢٥٠ حفارا ، منها ٢٠٠ حفار ضاغط والباقي حفارات دوارة . ويتم حفر حوالى ٥٠٠ متر سنويا بواسطة الحفارات الضاغطة بينما تحفر الحفارات الدوارة حوالى ١٠٠٠٠ متر سنويا . ويقدر عدد الحفارين ذوى الخبرة بحوالى ٢٥٠ الى ٣٠٠ حفارا للحفارات الضاغطة ، وحوالى ٩٠ الى ١٢٠ حفارا للحفارات الدوارة وقد تتراوح الخبرة الفنية للحفارين بين عامين و ٢٠ عاما وتلتزم كل شركة تنقيب بتعيين مهندس حفر للاشراف على عمليات الحفر فى الموقع الهيدروجيولوجى .

وتستخدم المياه الجوفية بمعدل ٢٩ x ٩١٠ متر مكعب سنويا ، منها ١٣٥ x ٩١٠ متر مكعب سنويا يتم ضخها من حوالى ٢١٠٠٠٠ بئر عميقة و ٥٤٠٠٠ بئر ضحلة ، وهناك حوالى ٩ x ٩١٠ متر مكعب سنويا توفرها القنوات الجوفية البالغ عددها ٢٨٠٠٠ قناة . ويبلغ معدل التصريف السنوى من ١٢٠٠٠ ينبوع حوالى ٦٥ x ٩١٠ متر مكعب .

## المشاكل

هناك عوائق هيدروجيولوجية تحد من استخدام المياه الجوفية فالقنوات الجوفية التي توفر نصف المياه الجوفية التي يتم تطويرها في إيران تعتمد اعتمادا كبيرا في مواردها على ارتفاع مستوى سطح المياه الجوفية .

ومع أن القانون يمنع حفر آبار على مسافة معينة من القنوات الجوفية ، إلا أن عمليات الضخ الزائد من الآبار التي تقع على مسافة كبيرة توءثر حتما على مستوى سطح المياه الجوفية ، وتسبب جحوطا في انتاجية القنوات الجوفية . وتكاليف صيانة القنوات الجوفية مرتفعة للغاية ، ولكن بالرغم من أن تطوير الآبار المحفورة يعتبر أكثر كفاءة ( فالمياه التي تتدفق من القنوات الجوفية في الشتاء وأثناء الليل تضع سد ) ، إلا أنه لا بد من الإبقاء على القنوات الجوفية الحالية في حالة صالحة لعدة أسباب ، وهذا لا يغير عن التنمية الرشيدة .

وفي بعض المناطق ، في يازد مثلا ، وفي منطقة تجمع المياه الرئيسية في فاروم ، وفي جنوب مشهد وفارامين وأماكن أخرى ، ظلت المياه الجوفية تستخرج بشكل مفرط لضع سنوات مما أدى إلى هبوط تدريجي في مستوى سطح المياه الجوفية . وقد اتخذت تدابير في بعض المناطق لزيادة الموارد المائية عن طريق إعادة التغذية الصناعية التي لاتزال الآن في مرحلتها التجريبية ( جهاروم وفارامين ) . وتتم هذه العملية في غازوين كجزء من برنامج للاستعمال المشترك للمياه

الجوفية ومياه الأنهار . وليس هناك حل متوفر لجميع المناطق لان تجمعات المياه المالحة تشكل عوائق أيضا في كثير من السهول . وتأتى هذه المياه المالحة من عملية البخر عنـد ارتفاع مستوى المياه الجوفية ، أو من تدفق المياه عنـد تكوينات ملحية من النوع التبخيري القارى الذى يرجع إلى العصر الأيوسينى - الأوليغوسينى ، والعصر المايوسينى - البلايوسينى ( والتكوينات الجصية الملحية التى ترجع إلى العصر المايوسينى ) . ويشكل توغل مياه البحر أيضا أحد العوائق فى السهل الساحلى لبحر قزوين . غير أن المياه المالحة قد توجد أيضا فى الآبار العميقة فى صورة مياه مختلطة أو مياه أحفورية .

ونظرا لارتفاع معدل تجدد المياه الجوفية عن طريق المياه السطحية وقلة نفاذية التكوينات ، يرتفع مستوى سطح المياه بالقرب من الساحل مما يسبب مشاكل تتعلق بالتصريف والبخر . وتظهر بعض مشاكل التصريف فى مرداشت باقليم فارس بسبب فيضانات نهر كور . وتظهر مشاكل التصريف أيضا فى بعض السهول بمنطقة كرمانشاه . وقد تساعد عمليات الضخ المكثفة على تحسين هذا الوضع ، ولكن الطبيعة الزراعية للتربة لاتسمح بهذا . وتوجد مشاكل تصريف خطيرة فى الجزء الجنوبى من المنطقة العمرانية ل طهران . وقد زادت كمية المياه التى تصل إلى طهران الكبرى زيادة كبيرة فى السنوات الأخيرة . ويتسرب جزء كبير من هذه المياه إلى مستوى المياه الجوفية ، ويتدفق فى اتجاه جنوبى

ليرفع مستوى المياه الى حد خطير في الجزء الجنوبي من العاصمة  
ويجرى ضخ حوالى ٣٠ مليون متر مكعب سنويا من هذه المنطقة لمنع  
تسرب المياه الجوفية الى المخازن الأرضية والمنازل .

مراجع مختارة

- Alamouti, A. M. Groundwater resources of Iran. CENTO Symposium on Hydrology and Water Resources Development, Ankara, 1966, pp. 415-430.
- Amouzgard, K. Some statistical data about sources of water supply and water supply systems in Iran. International Conference on Water for Peace, Washington, D.C., 1967, vol. 8, pp. 821-827.
- Azimi, M. A. Géologie et hydrologie des environs de Kermanschah, Iran occidental. Dissertation. Technische Hochschule, Aachen, Federal Republic of Germany, 1971.
- Banihachemi, M. Climatologie et hydrologie de surface du bassin versant du Sefid-Roud (Iran). Analyse de l'ensemble des caractères climatiques et hydrologiques classiques du bassin de Sefid-Roud. Calcul du bilan d'eau, et tentative d'approche de la ration de variabilité sur les précipitations. Thèse doctorale, Université scientifique et médicale, Grenoble, 1971.
- Beaumont, P. Qanat systems in Iran. Bulletin of the International Association of Hydrological Sciences, vol. 16, No. 1, 1971, pp. 39-50.
- Bierschenk, W. H. and G. R. Wilson. The Exploration and Development of Ground Water Resources in Iran. International Association of Scientific Hydrology, publication No. 57, Symposium of Athens, 1961, pp. 607-627.
- Engalenc, M. Contribution à l'étude géologique, géomorphologique et Hydrogéologique de la région de Téhéran (Iran). Thèse doctorale, Université de Montpellier, novembre 1968.
- Esfandiari, F. Procedure and results of groundwater pollution studies in Teheran area, Iran. Association internationale des hydrogéologues, Mémoires, t. 9, réunion de Tokyo, 1971, p. 3-7.
- Fookes, P. G. and J. L. Knill. The application of engineering geology in the regional development of northern and central Iran. Engineering Geology, April 1969, vol. 3, No. 2, pp. 81-120.

مراجع مختارة (تابع)

- Hariri, D. A study of interrelationship between surface water and ground water in the Karaj river basin. CENTO Symposium on Hydrology and Water Resources Development, Ankara, 1966, pp. 227-241.
- \_\_\_\_\_ and P. Akbari. Contribution à l'étude hydrogéologique du bassin versant du Kordan-Rud, Iran. Thèse doctorale, troisième cycle, Université de Strasbourg, 1971.
- Issar, A. The groundwater provinces of Iran. Bulletin of the International Association of Scientific Hydrology, vol. 14, No. 1, March 1969, pp. 87-99.
- Kniul, J. L. and K. S. Jones. Ground-water conditions in greater Tehran. Quarterly Journal of Engineering Geology, December 1968, vol. 1, No. 3, pp. 181-194.
- Kutchekpour, A. Contribution à l'étude hydrogéologique du bassin versant du lac Rezaieh, Iran. Thèse doctorale, troisième cycle, Université de Strasbourg, 1971.
- Laurent, H. Prospection hydrogéologique de la plaine de Karadj à l'Ouest de Téhéran, Iran. Thèse doctorale, troisième cycle, Université de Paris, 1967.
- Mahdavi, H. Summary of water resources development in Iran. International Conference on Water for Peace, Washington, D.C., 1967, vol. 6, pp. 68-73.
- Nadji, M. Géologie et hydrogéologie de la région de Kashan, Iran. Dissertation, Technische Hochschule, Aachen, Federal Republic of Germany, 1971.
- Rieben, H. Final report to the Government of Iran on groundwater investigations. Document No. 1324. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1961.
- Sutcliffe, J. V. and W. R. Rangeley. An Estimation of the Long Term Yield of a Large Aquifer at Tehran. International Association of Scientific Hydrology, publication No. 52, General Assembly of Helsinki, 1960, pp. 264-271.
- Torabi Teherani, H. Étude hydrogéologique de la plaine de Kashan (Iran). Exploitation des eaux salées en bordure du désert. Thèse doctorale, troisième cycle, Université de Strasbourg, 1971.
- Tscheltzoff, O. W. L'Institut d'hydrogéologie de Téhéran. Chronique hydrogéologique, mars 1967, No. 10, pp. 129-132.
- Vistamehr, H. Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du bassin versant du Zaiandehrud (Zagros et Iran central). Thèse doctorale, Université des Sciences et Techniques du Languedoc-Montpellier, 1973.

## البحرين

المساحة : ٦٢٢ كيلو مترا مربعا

عدد السكان : ٢٥٩٠٠٠ ( تقرير الأمم المتحدة ، ١٩٧٦ )

عام

تضم البحرين ٣٣ جزيرة أكبرها جزيرة البحرين والمناخ حار ورطب ، وترتفع درجات الحرارة أثناء الصيف وغالبا في أيلول / سبتمبر الى ٤٥ و ٥٠ درجة مئوية . وأشهر الشتاء أكثر اعتدالا ، وتتراوح درجات الحرارة بين ١٠ و ٢٠ درجة مئوية . والأمطار غير منتظمة ، ان تسقط عادة خلال الشتاء في شهرى كانون الاول / ديسمبر وكانون الثانى / يناير . ويتراوح المعدل السنوى لسقوط الأمطار بين ٥٠ و ١٢٠ ملليمترا ، مع أن العواصف الحملية الشديدة يمكن أن ترفع معدل سقوط الامطار الى ٦٠ - ٧٠ ملليمترا فى الساعة ونظرا للموقع الجغرافى للبحرين فى الخليج فانها تتميز برطوبة مرتفعة نسبيا تقترب فى أغلب الاحيان من ١٠٠ فى المائة ويتراوح معدل البخر بين ١٨ مترا ومترين فى السنة ورياح الشمال الساعده التى تهب من الشمال الغربى هبى رياح نهائية تصل سرعتها الى ٢٠ كم فى الساعة وتهب

رياح القوس الرطبة الجافة من الجنوب .

وتضم تضاريس البحرين قليلا من الملامح المتميزة . فهي عبارة عن سهل ساحلي ممهد منبسط نسبيا ، يرتفع بشكل غير ملحوظ حتى يصل الى حوالي ٦٠ مترا فوق مستوى سطح البحر في المنطقة الجنوبية الوسطى من الجزيرة . وتعد السبخات أو المستنقعات ( وهي مناطق منخفضة ) من ملامح السهل الساحلي وهي تستقبل وتبخّر جانبا كبيرا من المياه السطحية القليلة التي تناسب من المناطق المرتفعة في الداخل عن طريق نظام بدائي للصرف .

وقد أجرت شركة نفط البحرين ( بابكو ) أول دراسات عن الجيولوجيا المائية في الجزيرة وقامت بأول تسجيل للبيانات الهيدروليكية والهيدروكيميائية في بداية الأربعينيات وتم الاحتفاظ بالبيانات بشكل مستمر منذ ذلك الوقت ، وقد سجل هبوط تدريجي في منسوب المياه وتدهور في كمية المياه . وفي ١٩٦٧ و ١٩٧١ أجرت شركات هندسيه دراسات واسعة .

وترجع تنمية المياه الجوفية في البحرين الى عصور بعيدة عندما كان السكان المحليون يستخدمون المياه المتدفقة



من الينابيع ، ويوزعونها اما بواسطة قنوات مكشوفة أو انابيب تحت الأرض . وقد جفت الآن كثير من هذه الينابيع والقنوات مثلما كانت على الأرجح عندما اجريت أول دراسة عام ١٩٢٤ . وفى عام ١٩٥٣ قامت ( بايكو ) بحصر الينابيع المعروفه فى الجزيرة والبالغ عددها ١٥٣ وقررت أن ٦٣ فى المائة منها توقفت عن التدفق. وفى ١٩٧١ قامت مؤسسه " ايتالكونسلت " بحصر النسبة الباقية وهى ٣٧ فى المائة وقررت أن ٨٠ فى المائة منها قد توقفت عن التدفق خلال الثمانية عشر عاما السابقة على ذلك التاريخ .

وبدأ حفر الابار فى منتصف العشرينيات ، ونشط خلال الأربعينيات لتوفير المياه للمنازل وللأغراض الصناعية حتى يمكن تعويض خسارة مياه الينابيع ، وامدادات الرى الجديدة , واستمر الحفر بشكل عام فى طبقتى علات والخبر الحاملتين للمياه ، ولكن بقيت الابار بدون تبطين فيما عدا الطوق العلوى. وفى ١٩٧١ كانت هناك أكثر من ٩٠٠ بئر محفوره ولم تجر أية دراسات جديدة فى الفترة من ١٩٧١ حتى ١٩٧٩ .

## الخصائص الجيولوجية

تقع جزيرة البحرين على قبة تركيبية فوق قمة طية محدبة تتجه من الشمال الى الجنوب . وتميل الطبقات بعيدا عن محور الطية بزاوية مقدارها ٣٠ درجة ، وتعلو الطبقات مابعد الطباشيرية وحدات هيدروجيولوجية هامة على النحو التالى :-

- (أ) رمال من العصر الرابع الجيولوجى ورمال حديثة ومجموعات من المستنقعات ، وأحجار رملية وأحجار جيرية
- (ب) مجموعة حديثة التكوين من الأحجار الجيرية الطباشيرية الحثائية والطفل والطين الجيرى الرمادى ، والأحجار الجيرية الرملية ، والأحجار الجيرية الغرينية والجص والصوان .
- (ج) تكوينات الدمام وتتألف من :-
- (١) الحجر الجيرى فى علات ، ويتكون من حجر جيرى مسامى هيكلى حثاتى ذى لون أبيض أو يميل الى الصفرة ، وهو عادة متدلت جزئيا ،
- (٢) طبقة رقيقه من الطين الجيرى الاصفر والبرتقالى

- (٣) الحجر الجيري فى الخبر ، ويتكون من أحجار  
جيرية مسامية هشة وأحجار جيرية دولوميتية ،  
(٤) الحجر الجيري من نوع الفولينا ، وأنواع من  
طفل ميدرا وسايلا ،

- (د) تكوينات الرس من الحجر الجيري الصلب والدولوميتى  
والذى يحتوى على الجص والانهيدريت ،  
(هـ) تكوينات أم الرضومه ، وتتكون من حجر جيري مسامى  
فجوى هيكلى دولوميتى ، أما الطبقة الطباشيرية  
الأكثر عمقا ، ومجموعه الوصية - البياض ، فهى  
طبقة حاملة للنفط .

#### الطبقات الحاملة للمياه

تتكون مجموعة الطبقات الحاملة للمياه فى البحرين مما

يأتى :-

- المجموعه ( أ لف ) : الحجر الجيري فى علات ،  
المجموعه ( باء ) : الحجر الجيري فى الخبر ،  
المجموعه ( جيم ) : تكوينات أم الرضومه مع اجزاء  
مسامية من تكوينات الرس  
والطبقة الحاملة للمياه فى علات والخبر هى الأكثر تطويرا

في البحرين ، كما هو الحال في الجزء الساحلي المجاور من المملكة العربية السعودية .

ونظرا للتشققات على طول محور الطية المحدبة والطبيعية غير الفعالة للقاع الفاصل الذي يحجز المياه فان الطبقات تنطوي على مزايا هيدروليكية مستمرة ومن الصعب تفسير هذه الظاهرة الهيدرولوجية نظرا لأن الطبقة الحاملة للمياه تتعرض لعوامل حاجزة وغير حاجزة للمياه ومن المعتقد أن تدرجا هيدروليكيًا بمعدل ٢ر٠ الى ٠٥ر٠ x ١٠ - ٣ يحدث في اتجاه شرقي . ويشير هذا الى وجود انفراج هام يبدأ من معدل التدرج الهيدروليكي الرئيسي المتجه نحو الشمال الشرقي وهو معدل ٨ر٠ x ١٠ - ٣ ويبلغ معدل الارتفاع البيزمترى في جنوب البحرين من مترين الى ثلاثة أمتار فوق مستوى سطح البحر ، بينما يصل منسوب المياه في الجزء الشمالي الى ارتفاع لا يحجز المياه ويبلغ ٦ أمتار فوق مستوى سطح البحر .

ويتضح من سجلات التضاريس في الطبقة الحاملة للمياه في غلات والخبر أن طبقات الخبر شديدة المسامية وفجوية في بعض الأماكن ، وتتراوح نسبة المسام من ٢٧ الى ٤٣ في المائة . وتشير تجارب الضخ التي أجريت عبر كل من غلات والخبر الى أن معدلات انتقال المياه تتراوح من ٤ر١ x ١٠ - ٢ الى ٧ر٧ x ١٠ - ٣ متر مربع في الثانية . وقد حققت التجارب

الفردية فى الطبقة الحاملة للمياه فى الخبر نتائج عن انتقال المياه تتراوح من ٢ × ١٠ - ١ الى ٢٥ × ١٠ - ١ متر مربع فى الثانية .

ولم تطور طبقة أم الرضومة الى أى مدى فى البحرين نظراً لأن المياه مالحة تماماً . ونتيجة لهذا لا يعرف الكثير عن السطح البيزمترى . ولكن تبين من تقرير أعدته مؤسسة ايتالكونسلت فى عام ١٩٧٢ أن ارتفاع منسوب المياه يتراوح ما بين ٥ أمتار و ٧٥ متراً فوق مستوى سطح البحر ولا تتوفر بيانات عن البحرين فيما يتعلق بانتقال المياه ولكن أجريت كثير من تجارب الضخ فى المنطقة الساحلية الرئيسية ، ويتبين منها أن انتقال المياه يتراوح من ٤ × ١٠ - ١ الى ٧٥ × ١٠ - ٢ متر مربع فى الثانية فى منطقة القطيف - الدمام - الخبر ، ومن ١ × ١٠ - ٢ الى ٣٢ × ١٠ - ٤ متر مربع فى الثانية فى منطقة الهفوف .

وهناك مصدر آخر للمياه فى البحرين ، وهو التدفق عبر الطبقة الحاملة للمياه والتي تبدأ من ساحل المملكة العربية السعودية . وقد تأكد هذا التدفق من التدرجات الهيدروليكية ، والكيمياء المائية وعدم وجود أية عوائق جيولوجية معروفة

تحول دون التدفق . وتشير معدلات التدفق الى أن المياه تتحرك تجاه البحرين من الجنوب الغربي بمعدل ——— درج هيدروليكي يتراوح من  $٢ \times ١٠ - ٣$  الى  $٨ \times ١٠ - ٣$  وعلى فرض وجود معدل لانتقال المياه يبلغ  $٣ \times ١٠ - ٢$  ( وهو متوسط الانتقال عبر الخبر وعلات وأم الرضومة ) ، يمكن حساب متوسط الحجم السنوي للمياه التي تتدفق في اتجاه البحرين بحوالى  $١٤٠ \times ١٠$  متر مكعب في السنة . وفي عام ١٩٧١ قدر أن متوسط الاستعمال في البحرين يتراوح ما بين  $١٠ \times ٣٣٣$  و  $١٠ \times ١٦٨$  متر مكعب في السنة .

#### نوع المياه

الموارد المائية في البحرين خلاط مركبة ناتجة عن التلوث بسبب الارتفاع القديم عن مستوى سطح البحر ، والغمر بمياه الصرف من الحوض المكشوف بالجزيرة الرئيسي ، أو بمياه غنيه بالكبريتات ، والمياه المتجمعه من الأمطار المحلية . وكما هو الحال في ساحل المملكة العربية السعودية ، كان حزام المستنقعات الرئيسي يشكل في السابق خطا ساحليا وجميع المياه التي تكونت

تدرجيا تحت هذا الخط ، نتجت عن ازاحة مياه البحر فى الماضى بواسطة مياه تحمل نسبة عالية من الحصى ، وفى اجزاء من الجزيرة عملت احدى الطبقات الضحلة الحاملة للمياه ، والتي تبدو على شكل عدسة ، على تحسين نوعية مياه الضخ بسبب عملية التسرب . ويبين الجدول رقم ٧ بعض التحليلات الهيدروكيميائية المختارة .

ويشمل مجموع العناصر الصلبة المذابة ، كمية كبيرة تتراوح ما بين ٣٠٠ و ٢٠٠٠٠ مغ / ١ ، ويرجع هذا التفاوت الى اختلاط مياه الطبقة الرئيسية بالمياه العذبة ، وقد شكلت المياه العذبة الحديثة طبقه من النوع الضحل نتيجة للأمطار الساحلية التى تسقط على الجزء الشمالى من الجزيرة . وتكونت طبقات ثانوية من هذا النوع فى منطقتى الظهران وقطر الشماليه نتيجة للنمط الخاص للأمطار الساحلية ، وتكوين مناطق محلية عالية التخزين ، حيث أرتفعت نسبة التخزين بسبب ظهور تكوينات منهارة نتجت عن تحلل تكوينات النرس من الجص والأنهيدريت وما نتج عن ذلك من انهيار بسبب زيادة الضغط .

جدول رقم ٧ - البحرين : تخطيطات هيدروكيميائية مختارة  
( الأجزاء بالمليون ، مالم يرد خلاف ذلك )

اسم البئر	المواد المداهة	توصيل الكهرباء ( ميكروموم/سم )	كاسنج	ص + بو	كل كب آء	بذك آء ق يد	اسم البئر
- ديراز	١٤٨١	٣ ٦٤٠	١١٢	٣٦٠	٦٧٠	١٨٦	٨٦٠
- جورده	٢ ٥٩٠	٤ ٧٤٠	٣٣٤	٦١١	١٠٠٠	١٧٩	٨٦٣
- رأس رمان	٣ ٠٧٦	٤ ٧٦٠	٣٨٤	٨٧٥	٤٤٩	٣٨٤	٧٦١
- مارخ	٣ ٣٦٦	٥ ٩٧٠	٤٣٣	٥٨٢	٩١٠	١٧٦	٨٦٢
- ايغور	٣ ٥٧٤	٦ ٥٤٠	١٣١	٨٨٨	١٠٠٠	٣٥٤	٨٦١
- جساو	٤ ٨٨٩	٩ ٥٠٠	٣٠٩	١٠٦	٢٠٠	١٥٢	٨٦١
- ريف الشرق	٦ ٠٠٣	١٠ ٨٤٠	٥٠٥	١٧٦	٣٧٠	١٥٢	٨٦١
- سسند	٦ ٠٧٠	١٠ ٥١٠	١٣٣	١٥٩٠	٥٩٠	١٨٣	٧٦٧
- ألبا	١١ ٠٣١	١٩ ١٧٠	٦١٧	١٦٣	٤٢٠	١٥٥	٧٦٩
- المصفاة	١٦ ٩٧٥	...	٣١٤	٣٧١	٥٠٩	٢٢٥	٧٦٦

١٠٣١



## المشاكل

ان مايشير قلق البحرين أكثر من أى شىء آخر هو سرعة تدهور المجموعة الهيدروليكية ، وفى الوقت الحاضر ، - يتفاوت ارتفاع المجموعة الهيدروليكية لطبقة علات - الخبر بين مترين و ٦ أمتار فوق سطح البحر ، وفى عام ١٩٧١ كانت تهبط بمعدل سنوى قدره ١٠ سم . ويبدو أن هبوط منسوب المياه يتم بصورة مستمرة دون أية بوادر تشير الى أنه يقترب من حالة الاستقرار . وقد اقترن بتدهور المجموعه الهيدروليكية تدهور نوعيه المياه . فيلاحظ أن مياه البحر تقتحم محيط الجزيرة ، وتبين أن هناك غزوا من المياه العميقة فيما بين الطبقات الحاملة للمياه . وبينما يدور كثير من الجدل حول طبيعة الطبقة الحاملة للمياه ، يبدو أنها تعمل كطبقة أشبه بالعدسة ، يساعدها وجود مياه ارتوازية كثيفة ترتفع فيها نسبة العناصر الصلبة المذابة الى ٦٠٠٠٠ مغ / ١ .

وتشير الحسابات التى تعتمد على حالة الطبقة الحاجزة للمياه وحجم الضخ من ساحل المملكة العربية السعودية ومن البحرين الى أن تداخل الضخ بمقدار ١٠٠ متر أو أكثر لابد أنه حدث فى البحرين ، ويبلغ الانخفاض الفعلى ، استنادا

الى أفضل الادلة المتاحة عن منسوب المياه ، ما بين ٣٥ مترا  
و ٤ أمتار ، ويجرى اعداد ابحاث فى الوقت الحاضر فى  
محاولة لتوضيح الموقف ، وتحديد حجم هذا المورد ، واذا ثبت  
أن هبوط منسوب المياه هو أحد الاعراض التى تتعلق بوضع  
اقليمى ، فقد تواجه البحرين احتمال استيراد المياه .

مراجع مختارة

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Survey and evaluation of available data on shared water resources in the Gulf States and the Arabian Peninsula. Rome, 1979.

Itaconsult. Water and agricultural studies in Bahrain. Unpublished report. 1971

Wright, E.P. Report on the groundwater resources of Bahrain. Unpublished report. 1967.

## تركيبا

المساحة : ٧٨٠٥٧٦ كم<sup>٢</sup> تشمل البحيرات و ٧٧٤٨١٥ كم<sup>٢</sup> بدون البحيرات  
عدد السكان : ٤٠١٩٧٦٧٠ (طبقا لتعداد الأمم المتحدة سنة ١٩٧٥)

### الحالات التي تتوفر فيها المياه الجوفية

#### التضاريس :

يمكن تقسيم البلد الى أربع وحدات فيزيوغرافية رئيسية

من حيث التركيب الصخري :

- ١- الكتلة الصخرية الوسطى
- ٢- الاقليم المطوى الشمالى
- ٣- الاقليم المطوى الجنوبى و
- ٤- الرصيف القارى العربى

( أنظر الشكل السادس )

ولكل وحدة من هذه الوحدات تضاريس وأشكال للأرض وأنماط

صرف خاصة .

#### الكتلة الصخرية الوسطى :

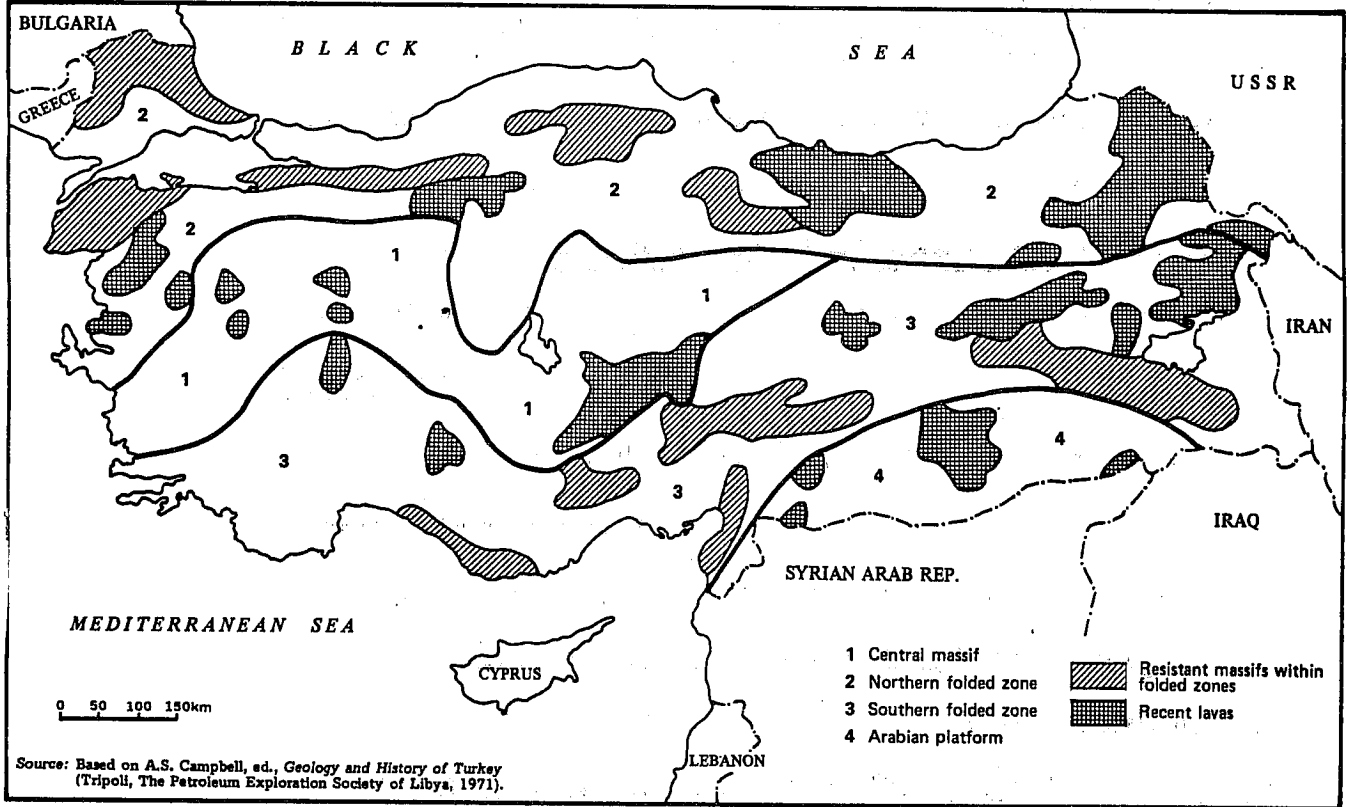
تمتد الكتلة الصخرية الوسطى من بحر ايجه الى

الداخل وتمر الى الجنوب من مدينة أنقره وتنتهى حدودها

بالقرب من مدينة سيفاس حيث يلتحم الاقليم المطوى الشمالى

# الشكل الأول

## تقسيمات هيكلية رئيسية



مع الجنوبي . وتقل التضاريس البارزة فى هذا الاقليم الى حد كبير عنها فى الأقاليم الواقعة فى الشمال والجنوب ويعتبر لفظ " هضبة الأناضول " لفظا خادعا بالرغم من عدم وجود تركيبات صخرية مطوية فى هذا الاقليم ، اذ أنه يتميز بتركيبات صخرية وتضاريس غير منتظمة . وبالإضافة الى السهول الكبيرة المرتفعة التى تغطى الجزء الاوسط من الاقليم توجد أيضا هضاب عالية متعددة فضلا عن سلاسل الجبال التى تختلف فيما بينها من حيث منشأها وطبيعة صخورها .

#### الاقليم المطوى الشمالى :

يحتل الاقليم المطوى الشمالى جميع اراضى شمال تركيا الى مسافة تتراوح بين ١٥٠ و ٢٠٠ كيلومتر الى الداخل من البحر الأسود . وتتألف التركيبات الصخرية السائدة فى هذا الاقليم من صدوع حديثة المنشأ ترجع غالبا الى العصور الوسطى والعصر الجيولوجى الثالث كما يوجد هناك عدد من الكتل الصخرية المتحولة وطبقات ترجع الى العصور القديمة فضلا عن صخور بركانية واسعة الانتشار ترجع الى العصر الجيولوجى الثالث . وتقع هذه المجموعة من الجبال التى تسمى عادة بسلسلة بونت على

محور يتجه من الغرب الى الشرق بشكل واضح . وتفصل  
أحواض الوديان العميقة بين سلاسل الجبال الطويلة  
الضيقة والهضاب العالية التى تحفها الصدوع . وتشكل  
سلسلة بونت حاجزا هائلا يفصل بين البحر الاسود والاراضى  
فى الداخل وينكسر هذا الحاجز فى ثلاثة مواقع فقط  
حيث قامت أنهار قيزل ارماك ويزل ارماك وقره بنحت  
خنادق لها فى طريقها الى البحر .

#### الاقليم المطوى الجنوبى :

يحتل الاقليم المطوى الجنوبى الذى يعرف بطوروس  
معظم اراضى تركيا الجنوبية والشرقية . ويفصل الجزء  
الغربى لهذا الاقليم بين الكتلة الصخرية الوسطى والبحر  
الأبيض المتوسط ويتلاحم مع الاقليم المطوى الشمالى فى  
الشرق فى حين تحفه الكتلة المستقرة للرصيف القارى العربى  
من الجنوب . وترتفع سلاسل طوروس بشكل حاد على امتداد  
ساحل البحر الأبيض المتوسط حيث يبلغ ارتفاعها من  
٢٥٠٠ الى ٣٠٠٠ متر فوق سطح البحر . ويتميز الجزء الشرقى  
من الاقليم بانتشار الأحواض ذات الصدوع العمودية فيه التى  
تغطى الرسوبيات التى ترجع الى العصر النيوجينى قيعانها  
المسطحة . وتقع أعلى القمم فى هذا الاقليم على الحافة

الشمالية منه وبصفة خاصة حيث تبرز التركيبات البركانية فوق المستوى العام للأرض مثل بيوك أغر داغ ( جبل أرارات ) الذى يعتبر أعلى جبال تركيا إذ يصل ارتفاعه الى ٥١٦٥ مترا .

#### الرصيف القارى العربى :

يعتبر الرصيف القارى العربى منطقة تضاريس سهلة نسبيا . وهو كتلة صخرية مستقرة تقع الى الجنوب من جبال طوروس الشرقية ويتألف من مجموعات متتالية من - الهضاب العريضة على ارتفاعات تصل من ٤٠٠ الى ٧٠٠ متر فوق سطح البحر . ويتم تصريف المنطقة بالكامل الى العراق عن طريق نهري الفرات ودجلة .

#### المناخ :

تتشرك العوامل الاساسية من تضاريس وارتفاع ويعود المسافة عن البحر فى احداث اختلافات كبيرة فى المناخ بين اقاليم تركيا المتعددة . ويمكن تمييز ستة اقاليم مناخية :



وتتأثر الأراضى الواقعة على سواحل البحر الاسود بالمؤثرات البحرية على مدار السنة وتتميز بجو رطب معتدل نسبيا ويصل متوسط درجة الحرارة عند مستوى سطح البحر الى ٦ أو ٧ درجات فى شهر كانون الثانى / يناير فى حين تشتد الحرارة صيفا . ويزيد معدل سقوط الأمطار فى المنطقة كلها عن ١٠٠٠ ملليمتر . وتتسبب المنخفضات الجوية الشتوية فى سقوط الأمطار على منطقتى تراقية - ومرمره وتتميز الرياح الشمالية التى تنشط فى الصيف بنسبة أعلى من الجفاف . وتسجل معظم أراضى تراقية المنخفضة المعدلات تقل من ٦٠٠ ملليمتر . وتشتد البرودة فى هذه المنطقة شتاء وترتفع الحرارة صيفا حيث يقترب معدلها فى شهر تموز / يولية من ٢٥° .

وتتميز الأراضى الواقعة على سواحل البحر ايجة بمناخ البحر الأبيض المتوسط اذ يتراوح معدل الحرارة فى كانون الثانى / يناير بين ٧ و ٩° وتشتد الحرارة صيفا حيث تزيد معدلاتها فى شهرى تموز / يولية وآب / أغسطس . عن ٢٥° ويتراوح معدل التساقط عند مستوى سطح البحر بين ٦٠٠ و ٧٠٠ ملليمتر ويزيد عن ١٠٠٠ ملليمتر فوق الجبال .

وتعتبر الأراضى الواقعة على سواحل البحر الابيض

المتوسط أكثر الأقاليم دفئا في الشتاء إذ يتراوح معدل الحرارة في كانون الثاني / يناير بين ٩ و ١٠ °. ويتميز الصيف بالحرارة الشديدة وبصفة خاصة في سهل أنطاليّة حيث يتجاوز معدلها في تموز / يولييه ٢٨ °، ويحدث جفافا ملحوظا في الصيف في حين يغرر التساقط في الشتاء وخصوصا في الغرب حيث يصل معدله في أنطالييه الى ١٠٣٠ ملليمترًا. وينخفض المعدل السنوي لسقوط الأمطار في اتجاه الشرق حيث تم تسجيل ٦١١ ملليمترًا فقط في أضنه

وتعتبر المنطقة الجنوبية - الشرقية منطقة جفاف أخرى في فصل الصيف ويحدث التساقط غالبا في الشتاء إلا أن معدلاته السنوية منخفضة حيث تتراوح بين ٣٠٠ و ٦٠٠ ملليمترًا. ويتميز فصل الصيف بالحرارة الشديدة حيث يزيد معدلها في تموز / يولية عن ٣٠ ° في معظم أراضي المنطقة.

وتتميز أراضي الأناضول الداخلية بمناخ شبه قارى وتصل معدلات الحرارة في كانون الثاني / يناير الى تحت الصفر في معظم أراضي الاقليم. وتتغير درجات الحرارة صيفا

مع الارتفاع حيث تتراوح فى تموز / يوليه بين ٢٣° فى حوض قونيه و١٥° فى الجبال الشرقية ويتغير التساقط أيضا مع الارتفاع اذ بينما يزيد عن ١٠٠٠ ملليمتر فى الجبال الأكثر ارتفاعا الا أنه ينخفض الى أقل من ٤٠٠ ملليمتر فى مناطق واسعة من السهول الوسطى ولا يكاد يتجاوز ٣٠٠ ملليمتر فى حوض قونيه .

#### المياه السطحية :

يمكن القول بأن تركيا غنية بموارد المياه حيث يصل معدل التساقط السنوى فى أنحاء البلد الى نحو ٦٧٠ ملليمترا أو ما يعادل نحو ٥١٨ مليار متر مكعب من المياه المكتسبه . وتقل المياه السطحية قليلا عن ثلث هذا المقدار حيث تقدر بنحو ١٦٦ مليار متر مكعب . وتوجد أعلى امكانيات للمياه السطحية فى تجمع المياه لنهرى الفرات ودجلة فى الجزء الشرقى من البلد . ويبين الجدولان رقم ٨ ورقم ٩ الأنهار الرئيسية ومناطق صرفها ومعدلات تصريفها مقاسا بملايين الأمتار المكعبة من المياه .

ويحتوى الكتاب السنوى لتدفق المياه الذى نشرته هيئة المرافق المائية للدولة ( ديفلت صو اصليرى ) فى مدينة أنقره على مزيد من المعلومات عن معطيات التدفق

( يوميا ، وشهريا وسنوياً ) والفيضانات ومسيلات القمم فضلا  
عن نسب الغرين فى المياه ومعامل التدفق السطحي .

### جيولوجية الأرض :

يتشكل النظام الجيولوجى السائد فى تركيا نتيجة  
لتحركات القشرة الأرضية . وتمثل عملية إعادة البناء  
الجغرافى القديم أمرا غاية فى الصعوبة فى بعض المناطق  
ويغطى الغرين والمواد الطينية حوالى سدس مساحة الأراضى  
فى حين تغطى الصخور المتحولة ثلثها . ويفترض أن هناك  
كتلة أرضية هائلة قد شقت المياه البحرية التركية فى  
العصر الديفونى . ومن المحتمل أن تكون قد أغرقت هذه  
المياه معظم أراضى البلد فى العصر البوريمي . وقد انحصرت  
هذه المياه فى العصر الترياسى مما أدى الى ظهور عدد من  
الكتل الرئيسية واحدة الى الجنوب من البحر الأسود والأخرى  
فى تركيا الغربية . وقد حدث توغل اكبر لمياه البحر فى  
العصر الجوراسى . ومن المعتقد أن مياه البحر كادت أن -  
تبتلع تركيا بالكامل ابتداءً من العصر الجوراسى ومرورا  
بالعصر الطباشيرى والطباشيرى الأعلى ، ويتميز العصر الطباشيرى  
الأعلى بمناطق واسعة من الرواسب الفتاتية . وتعتبر هذه  
الرواسب سواء الخشنة أو الناعمة منها بمثابة حاجز فتاتىء

وقد حدث انحسار مفاجئ بعد التعدي الكاسح الذى تم فى العصر الطباشيرى الأعلى ثم طفت مياه البحر مرة أخرى على أراضى البلد فى العصر الايوسينى وتراجعت بعد ذلك خلال العصر الأوليغوسينى وبصفة خاصة فى شمال وسط وشمال غربى تركيا . ويتميز العصر المايوسينى بأنه كان فترة تعدى فى حين يتميز العصر البلايوسينى والعصر الجيولوجى الرابع أساسا بحدوث نتوءات فى القشرة الأرضية بل بحدوث ثورة وبصفة خاصة ظهور عمليات الطي

وقد أبرز عديد من المؤلفين الطبيعة الألبية لمعظم أراضى تركيا والتي تتميز بشدة التشوه والتصدع - حيث تنتشر كتل الصدوع وصدوع الدسر . وتفتحم الدفعة الرئيسية أراضى تركيا عن طريق العراق حيث تفصل الجزء الألبى للبلد فى الشمال عن النطاق المطوى فى الجنوب . وقد قسم البلد الى أربعة أقاليم : اقليم تكتونى شمالى يرجع الى العصور القديمة والوسطى ، واطليم تكتونى أوسط ذو طبيعة ألبية متوسطة ، واطليم تكتونى جنوبى ذو - طبيعة ألبية قديمة واطليم تكتونى جنوب شرقى يتألف من نطاقات مطوية .

جيولوجية الماء :

تكاد تحتوى معظم تكوينات طبقة القشرة على دلالات فيما يختص بـ جيولوجية الماء . وتنتشر الوجودات الحاملة للمياه فى جميع مراحل الطبقة أى من الرخام الذى يرجع الى العصور القديمة ( مثل الذى يوجد فى حوض قونية المغلق ) الى الغرين الذى يرجع الى العصر الجيولوجى الرابع .

جدول رقم ٨ . تركيا : الأنهار الرئيسية

النهر	منطقة الصرف ( كم ٢ )	معدل التصريف السنوي (بملايين الأمتار المكعبة)
الفرات	١٢٨٤٢٨	—
قيزل ارمك	٧٨١٨٠	٥١٧٢
دجلة	٥٧٦١٤	—
سقاريا	٥٨١٦٠	٥٨٩٨
يزل ارمك	٣٦١١٤	٥٨٩٨
بيوك مندريس	٢٤٩٧٦	٢٦٤٩
غوكسو	٢٢٠٤٨	—
العاصي	٢١٧٩٠	٥٤٢٥
قيحان	٢١٩٨٢	—
سيحان	٢٠٤٥٠	—
قـرة	١٩٨٧٢	—
جديز	١٨٠٠٠	٢٤٦٠ اكثر من
ميريك (ماريترا)	١٤٥٦٠	١٤٨٢
أكسو	٦٤٧٢	١٢٦٢
دلمان	٥٢٣٠	١٣٠٣
كبروصاس	٢٠٦٢	٣٦٥٩
منفغات	٩٢٨	٤٨٨٩

جدول رقم ٩ . تركيا : الأنهار الدولية

حوض النهر	الصرف الكلى ( كم )	الصرف داخل تركيا ( كم )	النسبة المئوية داخل تركيا
الفرات	٤٠٠ ٠٠٠	١٠٥٠٠٠	٢٦ر٣
دجلة	٣٧٨ ٢٣٤	٤٨٠٠٠	١٣
كورا - أراكس	٢٢٥ ٠٠٠	٥٧٠٠٠	٢٥ر٣
ميريك (ماريتزا)	٥٦ ٠٠٠	١٤٦٠٠	٢٦ر١
قـرة	٢١ ٠٠٠	١٩٣٠٠	٩١ر١
العاصى	١٣٣٠٠	٢٠٠٠	١٥

ويعتبر التكوين الشامل لصخور الحجر الجيري الواقع فى جنوب غربى الأناضول وحدة صخرية بارزة ترجع الى الفترة من العصر الجوراسى الى العصر الطباشيرى الأعلى ولكنها ترجع غالبا الى العصر الطباشيرى الأعلى . فهى تستقبل المياه الساقطة على سلسلة جبال طوروس وتقوم بنقلها ثم تصريفها عند الينابيع الصلصالية الكبيرة. ويوجد الحاجز الفتاتى السفلى بصفة تكاد تكون دائمة بالقرب من نقط الصرف. ويعتبر تكوين المولاس الذى يرجع الى العصر المايوسينى مانعا آخر لتدفق المياه الجوفيه من صخور الحجر الجيرى الطباشيرى وهو يتكون غالبا من صخور الطين الجيرى مع



حجر الغرين والحجر الرملى وبه طبقات متداخلة من الحجر الجيرى والصخور المتكورة . ويحتل تكوين المولاس معظم السهل الساحلى فى اقليم الأناضول حيث يزيد سمكه عن ١٠٠٠ متر فى أسفل تجمع المياه لنهر كوبروصاى . وقد تطلعت صخور الحجر الجيرى التى ترجع الى العصر الطباشيرى والحديثة المنشأ ، وتصرف جزءا كبيرا من مياهها من خلال الينابيع . وقد تطلعت أيضا الصخور المتكورة التى ترجع الى العصر المايوسينى والتى يزيد سمكها عن ١٠٠٠ متر فى وادى كوبروصاى .

ويوجد تكوين بارز للغاية فى اقليم أنطاليه يحتل مساحة تبلغ نحو ٦٠٠ كيلومتر مربع ، ويقع بين مستوى سطح البحر ويصل ارتفاعه الى ٣٠٠ متر وهو تكوين أنطاليه الترافرتينى الذى يرجع الى العصر الجيولوجى الرابع . وتظهر سمات عديدة من عملية الصلصلة فى تكوين أنطاليه الترافرتينى وتعتبر هذه العملية صفة مميزة لثلث مساحة تركيا تقريبا

وتتألف التكوينات الحاملة للمياه فى سهل قونيه قومه الهائل من رخام يرجع الى العصور القديمة وصخور الحجر الجيرى التى ترجع الى العصور الوسطى والعصر النيوجينى ، وطبقات غير مدمجة ترجع الى العصر البلايوسينى

فضلا عن طبقات رملية وحصوية من الغرين . ويعتبر  
الحجير الجيرى الذى يرجع الى العصر الايوسينى  
التكوين الوحيد الحامل للمياه فى سهل سيلان بينار وهو  
سهل هائل آخر فى جنوب غربى الأناضول تبلغ مساحته -  
٦٠٠ كيلومتر مربع . وتوجد معظم الطبقات الرئيسة  
الحاملة للمياه فى كثير من السهول فى رواسب غرينية  
ترجع الى العصر الجيولوجى الرابع والعصر الميلايوسينى  
( انظر الجدول رقم ١٠ ادناه )

#### موارد المياه الجوفية

ان تاريخ تنمية المياه الجوفية فى تركيا عن طريق  
الآبار المحفورة لا يتعدى خمسين سنة . ولقد تم بناء قرى  
ومدن الأناضول فى الأزمنة القديمة بالقرب من الينابيع  
أو مجارى المياه أما القرى الأخرى فقد استخدمت الصهاريج  
والقنوات والآبار الضحلة لتزويدها بمياه الاستهلاك المنزلى .  
وقد بات الأمر واضحا فى السنوات التى تلت عام ١٩٢٣ عندما  
قام النظام الجمهورى فى البلد . أن مورد المياه السطحية  
لم يعد كافيا لتلبية احتياجات كثير من القرى والمدن من  
مياه الاستهلاك المنزلى . وقد تم حفر الآبار العميقة  
الأولى فى عام ١٩٣٢ لامداد مدينتى اسطنبول وسمون بمياه

الاستهلاك المنزلى . وقام عدد من المؤسسات الحكومية فى الفترة من سنة ١٩٣٢ الى ١٩٤٩ باجراء بحوث متفرقة عن موارد المياه الجوفيه كما قامت هذه المؤسسات بحفر عدد محدود من الآبار . ومن هذه المؤسسات بنك الأقاليم ( ايلر بنكازى ) ، وإدارة مسح الموارد الكهربيه ومعهد بحوث واستكشاف المعادن .

وقد قامت د.ص.أ ( ديفلت صو اصليرى ، هيئة المرافق المائية ) فى عام ١٩٥٢ بإنشاء مكتب المياه الجوفيه التابع لها والذي تطور منذ ذلك الوقت الى ان أصبح الجهاز الرئيسى للحكومة فى قطاع المياه الجوفيه . وقد تم حفر ١٩٤ بئرا استكشافية وللمياه فى مناطق مختلفة من تركيا معظمها عن طريق هيئة د.ص.أ وذلك فى الفترة ما بين عامى ١٩٥٢ و ١٩٥٦ . وقد ازدادت عمليات البحث عن المياه الجوفيه فى عام ١٩٥٦ حينما أنشئ قسم المياه الجوفيه فى هيئة د.ص.أ وتم تزويده باثنين وعشرين جهازا للحفر من نوع فيلنج اس اس .

ويعتبر مورد المياه الجوفيه ملكا للدولة طبقا للملك رقم ١٦٧ بقانون المياه الجوفيه الذى صدق عليه سنة ٩٦٠ وتعتبر هيئة د.ص.أ مسؤولة عن عمليات البحث والتقييم

والاستخدام وحماية هذا المورد من الناحية القانونية. ويلزم تصريح منها نيابة عن الحكومة لحفر الجسات والآبار وإنشاء قنوات الامداد بالمياه والأنفاق الخ ٠٠٠٠ ويحمل القانون هيئة د ص أ مسؤولية اجراء البحوث على المياه الجوفية فى جميع السهول والأحواض الواقعة داخل الأراضى التركيبية .

ويعتبر قسم الخدمات الجيولوجية التقنية والمياه الجوفية بهيئة د ص أ اكبر جهاز حكومى منفرد يقوم بأعمال استكشافات وتقييم وتنمية المياه الجوفية . وقد بلغ عدد العاملين فى مقر رئاسة هذا القسم فى مدينة أنقرة ١٨٨ - موظفا سنة ١٩٧٧ منهم ٨٨ فنياً و ١٠٠ من غير الفنيين وهناك ١٥ مكتباً فرعياً للمياه الجوفية تتبع الادارات الاقليمية للهيئة . وقد قدرت المصروفات المتوقعة فى ميزانية عام ١٩٧٧ فى مجال تنمية المياه الجوفية بنحو مليار ليرة تركية ( حوالى ٥٠ مليون دولار امريكى ) وعلى الرغم من تخصيص هذه المصروفات لقطاعى الخدمات الجيولوجية التقنية والمياه الجوفية فقد كان النصيب الأكبر منها لعمليات الري بالمياه الجوفية . وتقوم هيئتان حكوميتان أخرتان بنشاط فى مجال المياه الجوفية : ايلر بنكازى ( بنك الأقاليم ) ، والادارة العامة للطرق والمياه والكهرباء ( واى . اس . اى ) وهما مسؤولتان من الناحية القانونية عن احتياجات السكان من المياه : ايلر بنكازى - بالنسبة للمدن التى يتراوح عدد سكانها بين ٣٠٠٠ و ١٠٠٠٠٠ -

نسمة وإدارة وإى . اس . اى بالنسبة للقرى التى يقل تعدادها عن ٣٠٠٠ نسمة . وتنحصر مهمتهم الرئيسية فى إنشاء شبكات المياه التى تعتمد فى الغالب على المياه السطحية والينابيع دون الدخول فى برامج منهجية أو معقدة تتعلق بالأبحاث الخاصة بالمياه الجوفية وعمليات تقييمها . وتقوم إدارة وإى . اس . اى . فضلا عن ذلك بحفر الآبار لبعض شبكات المياه المسؤولة عنها .

### أسلوب تنفيذ أعمال البحث التى تجرىها هيئة د ص أ

#### عن المياه الجوفية

تتم أعمال البحث الخاصة بموارد المياه الجوفية فى تركيا بواسطة قسم المياه الجوفية بالهيئة على مرحلتين: (١) التغطية المنهجية للأراضى التركىة ( السهول فى المقام الاول) مرحلة الاستطلاع و (٢) أبحاث تفصيلية فى مناطق مختارة ، مرحلة - التخطيط، كما يتم إجراء بحوث منفردة خاصة بجيولوجية الماء .

وتجرى الأبحاث الخاصة بجيولوجية الماء فى مرحلة الاستطلاع بغرض تقييم الطبقات الحاملة للمياه الواقعة فى السهول والأحواض من حيث عمقها وسمكها وحدودها والخواص الجيولوجية

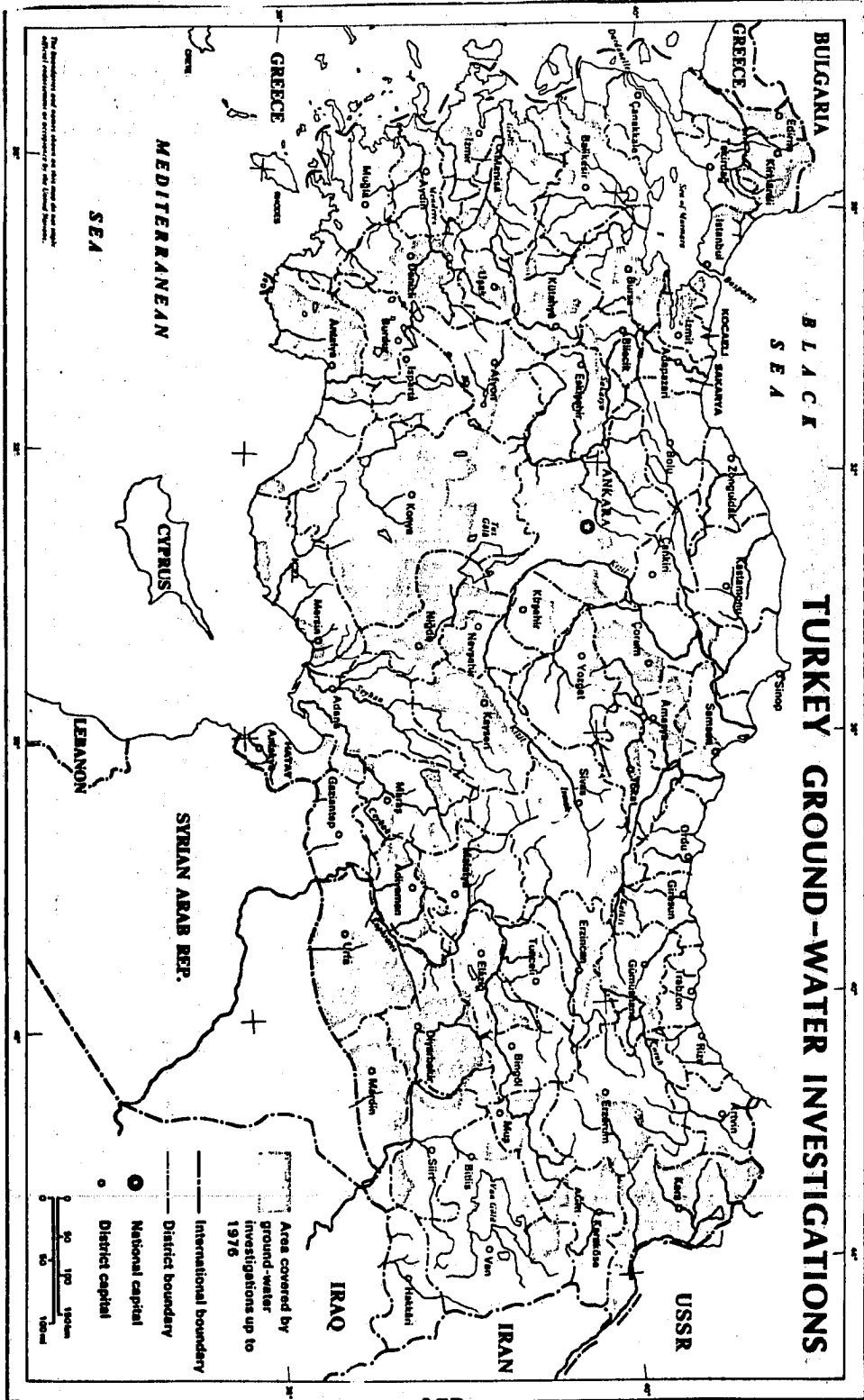
وخواص التكوينات الصخرية فضلا عن نوعية المياه ومقدارها وتتجه الدراسات الى عمل تقييم مبدئى لامكانيات التنمية فى السهول والأحواض . وتستخدم الطرق التقليدية بوجه عام حيث تتضمن عملية حصر آبار المياه . وجيولوجية السطح - وبيانات محدودة جدا عن الحفر ، وتسجيل لمستوى المياه فضلا عن أخذ عينات منها لتحليلها . وتستخدم خرائط بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠٠ فى هذه الابحاث . وقد تمت هذه التغطية المنهجية لسهول تركيا تقريبا نهاية عام ١٩٦٩ ، ويقال انه تم اجراء الأبحاث على ٣٤٢ سهلا تبلغ مساحتها حوالي ٥٩٦٥٢٧ كيلومترا مربعا وذلك فى مرحلة الاستطلاع .

وتجرى دراسات جيولوجية الماء فى مرحلة التخطيط فى مناطق مختارة وفقا للأولويات التى وضعت بناء على التقييم المبدئى لامكانيات التنمية . وتتميز الأبحاث فى هذه المرحلة بالصعوبة والتعقيد اذ أنها تقوم بادماج الأنشطة الخاصة بجيولوجية الأرض وجيولوجية الماء والجيولوجية الطبيعية وأعمال الحفر كما تجرى عمليات أخذ عينات الماء وتحليل نوعياتها بشكل واسع . ويستخدم مقياس رسم ١ : ٢٥٠٠٠ للخرائط الطبوغرافية فى هذه الابحاث . كما تدون النتائج على خرائط بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠٠ وفى بعض

الأحيان بمقياس ١ : ٥٠٠٠٠ . وقد تم الانتهاء من  
البحوث التفصيلية لجيولوجية الماء في ١٣٩ سهلا تبلغ  
مساحتها الكلية نحو ١٠٣٧٠١ كيلو مترا مربعا وذلك بنهاية  
عام ١٩٧٦ ( انظر الخريطة رقم ٩ )

الخريطة رقم ٩

تركيا : أبحاث المياه الجوفية





وما زال برنامج الأبحاث والتقييم يعتمد بشكل كبير على الطرق التقليدية. ومع ذلك تقوم حاليا هيئة د ص أ باستخدام الطرق الحديثة تدريجيا بصورة روتينية . وقد تم انشاء أول نموذج نسبي كهربائي ( م - س ) فى عام ١٩٧٠ لحوض ارغين فى تراقية كما تم انشاء أول نموذج رياضى فى عام ١٩٧٦ - لاستخدامه فى سهل الأزج - أولوفا فى تركيا الشرقية . ويقوم برنامج الأمم المتحدة الانمائى بتوفير التدريب الخاص على النماذج الرياضية لموظفى هيئة المرافق المائية عن طريق برنامج المعونة الأخير الجارى تنفيذه . كما تقوم نظائر علم الماء بدور فى عملية التقييم المعقدة لموارد المياه الجوفية. وكذلك تقوم الأساليب المنهجية للاستشعار عن بعد بدور مماثل . وعلى الرغم من أن معمل الهيئة لم يصل بعد الى مرحلة الاكتفاء الذاتى فيما يتعلق بتنفيذ برامج التقييم لمعطيات النظائر بل يجب عليه الاعتماد على ما تقدمه له وكالهيئة الطاقة الذرية الدولية من مساعدة فى هذا الشأن فانه من المنتظر أن تدعم خدمات الهيئة الخاصة بالاستشعار عن بعد فى المستقبل القريب ، الأمر الذى سيشجع لها تنفيذ البرامج المعقدة .

القدرات التقنية لهيئة د. ص. أ :

تتلخص القدرات التقنية لهيئة د. ص. أ التي تعتبر أكثر الأجهزة الحكومية نشاطا في القيام بتنفيذ برامج الأبحاث والقياس الكلى والتقييم الخاصة بموارد المياه الجوفية في جميع أنحاء البلد . وقد تظهر صعوبات في تقييم الطبقات الحاملة للمياه بالصخور الكربونية الصلصالية وفي الأقاليم الساحلية حيث يوجد احتمال تداخل المياه المالحة أو التلوث فيها وكذلك حيث تقوم ينابيع تحت البحر بتصريف كميات كبيرة من المياه العذبة في البحر .

وتشمل معدات الحفر الرئيسية لهيئة د. ص. أ ما يقرب من سبعين جهازا ذات أقطار كبيرة لحفر الآبار لايزيد عمـر عشرين منها عن سنتين . وبجانب هيئة د. ص. أ تقوم الإدارة العامة للطرق والمياه والكهرباء واى . اس . اى بتشغيل ما يقرب من أربعين جهازا للحفر كما تمتلك كثير من الشركات الخاصة جهازا أو أكثر ويقدر عدد آبار المياه الجديدة التي يتم حفرها سنويا بنحو ١٢٠٠ بئر .

وعلى الرغم من أن هيئة د. ص. أ التي تعتبر من الناحية القانونية الجهاز المركزى ويتعين أن يكون لديها

سجلا كاملا لجميع الآبار المحفورة فضلا عن بيانات أخرى فيما يختص بمراد المياه الجوفية، إلا أنها قد فشلت في إنشاء نظام متطور للاعداد الآلي للمعطيات . وقد قام برنامج الأمم المتحدة الانمائي بتقديم المعونته في هذا الصدد والأمل معقود على إنشاء نظام مناسب فى السنوات القليلة القادمة . ويستخدم قسم المياه الجوفيه بالهيئة الحاسبة الالكترونية المتوفرة من نوع آى . ب - ام ١٤٥ / ٣٧٠ .

#### خرائط جيولوجية الماء :

تقدم خرائط بمقياس رقم ١ : ٥٠ ٠٠٠ و ١ : ١٠٠ ٠٠٠ امع كل تقرير يعد فى مرحلة التخطيط ولا توجد هناك تغطية - منهجية شاملة للأراضى التركية بكل أرجائها بخرائط جيولوجيه الماء بمقياس رسم ١ : ١٠٠ ٠٠٠ أو بمقياس اكبر . وقد تم تغطية حوالى ٢٠٠ ٠٠٠ كيلومتر مربع من الأراضى التركيّة بخرائط جيولوجية الماء بمقياس رسم ١ : ١٠٠ ٠٠٠ و ١ : ٥٠٠٠٠ وذلك طبقا للتقارير التى تم اعدادها فى الوقت الحاضر . وقسمت الأراضى التركية الى ثمانية عشر لوحة لخرائط جيولوجية الماء بمقياس رسم ١ : ٥٠٠ ٠٠٠ نشر منها اثنتا عشر لوحة حتى عام ١٩٧٣ ونشرت الست لوحات الأخرى بحلول عام ١٩٧٧ . وتشتمل خرائط جيولوجية الماء للأراضى التركية بمقياس

رسم ١ : ١٥٠٠٠٠٠ كجزء من خريطة جيولوجية الماء للأراضى الأوروبية على ثلاث لوحات<sup>هـ</sup> ٦ ، ٥<sup>هـ</sup> ، ٤<sup>هـ</sup> . وتلتزم هذه الخرائط بالتعليمات التى جاءت فى المفتاح الدولى لخرائط جيولوجية الماء الذى وضعته هيئة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة ( اليونسكو )

تدريب العاملين بهيئة د . ص . أ :

قام معهد علوم الماء باعداد وبدء البرنامج الخاص لتدريب التقنيين الذى قامت هيئة اليونسكو بوضعه تحت رعايتها وتم احاقه بالجامعة التقنية باسطنبول وذلك فى الفترة ما بين عامى ١٩٥٩ و ١٩٦٢ ، وقد استفاد كثير من العاملين فى مجال المياه الجوفيه من المنح الدراسية التى قدمتها هيئات مختلفة مثل وكالة الولايات المتحدة الأمريكية للتنمية الدولية ( اليوساد ) ، ومنظمة حلف شمال الأطلس ( ناتو ) ، واليونسكو وبرنامج الأمم المتحدة الانمائى . كما قامت هيئة الأمم المتحدة منذ عام ١٩٧٥ بتوفير التدريب عن طريق المشروعات الآتية بعد التى يقوم برنامج الأمم المتحدة الانمائى بتمويلها : النهوض بقدرات هيئة د . ص . أ فى مجال المياه الجوفيه ، تقديم المعونة فيما يختص باستخدام النظائر فى علوم الماء والتدريب وتقديم المعاونة للعاملين فى الهيئة .

أمثلة للطرق المتطورة التي تستخدم في تركيا :

قامت وكالة الطاقة الذرية الدولية بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة وهيئة د . ص . أ وإدارة مسح الموارد الكهربية بإجراء بحوث النظائر منذ عام ١٩٦٣ فى حوض منغغات ( الأقليم الصلصالى الجنوبى لتركيا ) . كما قامت وكالة الطاقة الذرية الدولية بالتعاون مع ادارة مسح الموارد الكهربية بإجراء بحوث تكميلية فى نفس الاقليم فى الفترة من عام ١٩٧٠ الى ١٩٧٢ . وكان الهدف الاساسى من البحوث التكميلية للنظائر هو الوصول الى تفسير يتضمن مزيدا من التفاصيل للأنظمة المختارة والروابط المحتملة بين الينابيع والثقوب البالوعية فى حوض نهر منغغات التى تحظى بأهمية خاصة فيما يتعلق بالقرارات الهندسية التى يجب اتخاذها عند التخطيط لمشروع خزان أو يما بينار . وقد تم تحليل العينات التى أخذت من الينابيع الرئيسية والثقوب البالوعية ونهر منغغات لتقدير نسبة أكسوجين ١٨ ( ١٨ أ ) وديوتيريوم ( ه ٢ ) وتريتيوم ( ه ٣ ) . وعلاوة على ذلك تقوم محطة أنطالية بالتسجيل الشهرى المنتظم للتركيب البيئى للنظائر فيما يختص بالتساقط ، (وهى احدى المحطات التابعة لشبكة مخطات المنظمة العالمية للأرصاد الحويصة ووكالة الطاقة الذرية الدولية والمستخدمه لهذا الغرض)

وقد تمت بحوث النظائر فى عام ١٩٧٦ فى سهل نجد -  
مصرى ، وحوض قونيه المغلق ، وحوض ارجين فى تراقية . ويتضمن  
مشروع برنامج الأمم المتحدة الانمائى للنهوض بقدرات هيئـة  
د . ص . أ فى البحث عن المياه الجوفيه والجارى تنفيذه  
برنامجا مستمرا عن تجميع وتفسير معطيات النظائر .

وتعتبر عملية تتبع تدفق المياه الجوفيه من الأساليب  
المعروفة فى تركيا التى تستخدم فى أعمال البحث عن  
السمات الاقليمية المميزة فى الطبقات الصلصالية الحاملة  
للمياه وفى حل المشكلات التى تنشأ فى هندسة السدود . وقد  
أجريت عدة تجارب فى عامى ١٩٧٦ و ١٩٧٧ لعمليات التتبع  
باستخدام مجموعة رودامين للأصباغ وأصباغ الفلوروسين وذلك  
فى منطقة أنطالية ونظام بولجى - منفغات وينابيع قرك -  
نموصلر وينبوع دود نياصى ، بالإضافة الى التجارب التى  
أجريت فى منطقة ينابيع أوفاسيك الواقعة تحت البحر فى  
عام ١٩٧٢ ، والبحوث الخاصة بعمليات التسرب والنشع التى  
أجريت فى عام ١٩٧٥ فى سد وبحيرة كيبان . ويوجد فى  
الوقت الحالى بهيئة د . ص . أ ثلاثة أجهزة لقياس الفلورية  
من نوع تيريز ١١١ تستخدم بصفة مستمرة فى عمليات التتبع الكمي

#### النموذج الرياضى :

تم بناء نموذج رياضى واحد فقط فى تركيا وهو نموذج

لسهل الأذج - أولوفا . وقد غطى مساحة تبلغ ٥٥٥ كيلو مترا مربعا ويقوم بمحاكاة سلوك النظام عندما يتعرض للاجهـاد وذلك فى الفترة من ١٩٧٦ الى ١٩٨٥ . وقد تضمن النموذج تأثير بحيرة كيبان التى تفيض على جزء من السهل .

#### النموذج النسبى الكهربائى :

تم بناء نموذج نسبى كهربائى واحد فى عام ١٩٧٠ وقد حاكى هذا النموذج وهو من نوع م - س (مقاومة - سعة ) لحوض ارحين ( تراقية ) الاستجابة الناتجة من نظام المياه الجوفية البالغ مساحته ٦٠٠٠ كيلو متر مربع . وقامت مرحلة المعايرة بتغطية الفترة من عام ١٩٥٧ الى ١٩٦٩ ، ومرحلة التنبؤ الفترة من عام ١٩٧٠ الى ١٩٩٠

وتستخدم أساليب الاستشعار عن بعد لتحديد مسار الصدوع فى أقاليم جبال طوروس للربط بينها وبين الطرق الرئيسية للصرف الذى يتم تحت السطح . وتتوفر صور ايرتز ولانسسات المستخدمة لهذا الغرض لدى هيئة د . ص أ .

#### نتائج الأبحاث الخاصة بالمياه الجوفية :

يبين الجدول رقم ٢٤ ملخصا للأبحاث الخاصة بالمياه الجوفية بالنسبة للسهول المختارة فقط . وقد تم تجهيز كل

تقرير طبقا لتصميم معد من قبل فيما يتعلق بطريقة عرض المعلومات . ويوجد لمعظم التقارير نسخة مترجمة أو ملخص باللغة الانجليزية . ويعبر مفهوم " مقدار الأمان " فى النسخة التركية عن نسبة اختيارية ، لإجمالى كمية المياه الداخلة فى نظام ما للمياه الجوفية . وتتراوح هذه النسبة فى معظم الأحوال بين ٦٠ و ٧٠ وتستنبط متغيرات جيولوجية الماء من اختبارات الضخ المتعددة . ومع ذلك فى الوقت الذى تمثل فيه أرقام معدلات النقل قيمة معقولة فان الأرقام الخاصة بمعاملات التخزين تعتبر خادعة لأن اختبارات الضخ قصيرة الأجل وتعطى دائما قيما لمعاملات التخزين تقل بكثير عن تلك المنتظر تسجيلها تحت ظروف الضخ المستمر . وسوف نلاحظ أنه حتى طبقات الغرين الحاملة للمياه والمحصورة تماما والتي ترجع الى العصر الجيولوجى الرابع تعطى معامل تخزين ناتج من اختبار قصير الأجل تقع قيمته فى المجال الارتوازي أى ٣-١٠ و ٤-١٠ .

#### الطبقات الرئيسية الحاملة للمياه :

يمكن استغلال حوالى ٩ مليون متر مكعب من المياه الجوفية سنويا دون الاضرار بالأنظمة المختلفة بها وذلك وفقا لبحوث جيولوجية الماء التى أجريت فى مرحلتى الاستطلاع والتخطيط .



وتحتوى عدة مجموعات من الطبقات الضخمة الحاملة للمياه على الجزء الاكبر من هذا المورد . ويحتل سهل سيلان بينار الهائل الذى يقع جنوب شرقى الأناضول مساحة تبلغ ٧٠٠٠ كيلومتر مربع فى تركيا ويمتد داخل أراضي الجمهورية العربية السورية . ويحدث تجدد الطبقات الحاملة للمياه فى أراضي تركيا ويتم الصرف عن طريق ينابيع صلالية ضخمة يصل معدل تصريفها الى نحو ٤٢ مترا مكعبا من المياه فى الثانية وتتدفق فى الجمهورية العربية السورية . ويمكن استغلال مايقرب من ٨٥٢ مليون متر مكعب من المياه سنويا وفقا للتقديرات ودون حدوث أى أضرار بالطبقة الجيرية الحاملة للمياه التى ترجع الى العصر الايوسينى . وتغطى الطبقات الحاملة للمياه فى قونيه - قومه وسهول قره بينار فى وسط الأناضول مساحة تبلغ نحو ٥٠٠٠ كيلومتر مربع . وتعتبر صخور الحجر الجيرى التى ترجع الى العصر النيوجينى أغزر الطبقات الحاملة للمياه اذ اراد للمياه الا ان المياه الجوفية تتجمع فى تكوينات كثيرة بدءا من الرخام الذى يرجع الى العصور القديمة الى الغرين الذى يرجع من العصر البلايوسينى الى العصر الجيولوجى الرابع . وتتميز المنطقة بمناخ شبه قاحل ويمنع الغطاء السميك الذى يرجع الى العصر البلايوسينى أى ارتشاح موعى للتساقط ولذلك يصل الناتج السنوى الصافى وفقا للتقديرات الى ٣١٨ مليون متر مكعب . وتمتد طبقات الرمال المركبة فى حوض ارغين فى

تراقبه والتي ترجع الى العصر البلايوسيني فوق مساحة تبلغ نحو ٥٨٥٥ كيلومترا مربعا ويصل انتاجها السنوى الصافى الى ١٨٤ مليون متر مكعب من المياه. الا ان - الموارد الرئيسية للمياه الجوفيه تقع فى المنطقه الساحلية على الجوانب الجنوبية لسلاسل جبال طوروس حيث تنتج الينابيع الصلصالية الكبيرة مثل دومنلى وأولوكوبرو وقرك غوزلر وغوكصو وغولد غزمينى وسيركيز ما بين ٣٠٠ و١٥٠٠ مليون متر مكعب من المياه سنويا . وتتولد هذه المياه نتيجة لتغلغل الأمطار فى التكوينات الجيرية فى جبال طوروس وتدفقها تحت سطح الأرض ثم تفجرها من الينابيع. ويزيد اجمالى المياه المتدفقة من مجموع هذه الينابيع من اجمالى امكانيات السهول من المياه الجوفيه والتي تقدر حاليا بحوالى ٩ مليار متر مكعب .

جدول رقم ١٠ تركيا : موجز لتنتائج أبحاث المبيدات الحشرية

ملاحظات	متوسط التغير السنوي (مم)	متوسط التساقط السنوي (مم)	مقدار الامان السنوي (بملايين م <sup>٣</sup> )	معامل التخزين	مبيدات حيولوجية المماء			الموقع الجغرافي	السموم الجيولوجية وموقع الطبقة الحاملة للمبيدات	سنة التقرير	
					معدل النقل (م <sup>٣</sup> /م <sup>٢</sup> )	التعميل الهيدروليكي (م <sup>٣</sup> /م <sup>٢</sup> )	السمعة النوعية (م <sup>٣</sup> /ل/م <sup>٢</sup> )				
	١٥٢٤	٢٥٦١	٤٥	١١١٠ (اختيار واحد)	٢٠٠٠-١٠٠٠٠	—	١٨-١	١٠٠-٣٧	سهل صافى بالقرب من مدينة نجده (وسط الأناضول) ٢٤٦ كم <sup>٢</sup>	مضور بركانية من العمس النيوجيني (٢٥٠ م)	١٩٧١
	—	٣٧١	٧٧	١٠٠٠-٤٠٠٠	٢٠٠٠-٣٠٠٠	—	٥-٢ (متوسط)	٣١٧-١٠	سهل قيصري صاريم مقلبي (وسط الأناضول) ٢٥٥ كم <sup>٢</sup>	طبقات من العمس النيوجيني والعمس الجيولوجي الرابع (٢٥٠ - ٣٤٠ م)	١٩٦٩
	٩٨٣٢	٤٦١٣	٢١	—	١٩٠-١٢٠	—	٢٨-١	٣٠٠-٣٦	سهل أفيون - سوجوت (وسط الأناضول) ١٢٥ كم <sup>٢</sup>	غربين من العمس الجيولوجي الرابع	١٩٧٠

سابع جدول رقم ١٠

١٩٧٠	طبقات فريجية من العصر الجولونج الرابع (تتضمن طبقات العصر النيوجيني) (٢٠٠-٢٥٠م في الشرق ١٠٠-١٥٠م في الغرب)	سهل دقلجبول حيثهر (وسط الأناطول) ٨٠٠ كم <sup>٢</sup>	٢٠٠-١٠	١٠-١	١٠-٢	١٠-٢	١٩٠٠-١٠٠	٠٠٠٠٠٤ (بحر الرزازي)	٦٥	٢٩٠	—
١٩٧٠	العصر الباليوسين العصر الجولونج الرابع (١٥٠-٤٠٠ م)	سهل الأناج - أورفا (الأناطول الشرقية حوض القنرات) ٢٠٠ كم <sup>٢</sup>	٢٠٠-٢٨	٨-٦٦	١-١٠	١٠-٢	٢٠٠٠-٠٠٠	٠٠٠٣-٠٠١٤	٧٤	١٢١	—
١٩٧٥	رخام من العصر القديم حوض جبرى من العصر النيوجيني - العصر الباليوسين - العصر الجولونج الرابع (أكثر من ٢٥٠م)	سهل قونية - قومه - قنار - (وسط الأناطول) ٥٠٠ كم <sup>٢</sup>	٤٠٩-٢٣	٨-١١	—	—	٥١٣-٥٧٦ (العصر النيوجيني) ٢٠٠٠-٨٠٠ (بالقريين) قومه	٠٠٠١-٠٠٠١ (قومه)	٢١٨	٢٥٠-٢٥٠	—

تابع جدول رقم ١٠

١٩٧٠	جمن جمرى من المعص الأيوبيين	سهل سيلان بينار (جنوب شرقى الانافول) ٢ كم ٧٠٠٠ يتابع رزولين	٢٠-١٢-٢٠	من ١- أكثر من ١٠٠ من الحجر الجيري، ٢٠-١٠-٢٠ في السيارات	—	٥١٧٠-١٦٩	—	٨٥٢	٥٠٠	١١١	يتابع مماللية من ٣/٣ في الجمهورية العربية السورية
١٩٧٢	غرين في المعص الجيولوجى الرابع محجر بركانية من المعص النيوجيني (١٠٠ الى أكثر من ٣٠٠ م)	سهل قول (الانافول الغربية) ١٠٠ كم ٢	٢٠-٣٠	١ - ٣٣	—	٥١٧٠-١٦٩	—	٥١	٣٤٥	١١١	١٢٠-١٢٠
١٩٧٢	رمان من المعص المايوسينى واليوسينى وحق جمرى من المعص الأيوبيين	سهل حران (جنوب شرقى الانافول) ٢ كم ١٥٠٠	٤٠٠-١٠	٣٦-١	—	٥١٧٠-١٦٩	—	٥١	٤٥٣	—	١٢٠-١٢٠

تابع جدول رقم

١٠٠٠ محفورة مشكلات الطلوحة	—	١٦٩٩ (غرب) ٢٨٤٤(شرق)	١٢٢	٠٠٠٥ (اختصاص الاجل)	٢١٠٠-١٠٠٠	—	١٠ - ٥	٤٠٠-٢٩	سهل اريغلي سور (وسط الاثاقول) ٢ ٢١٧٠ كم	رمال وحمصا من العصم السيلويين (اكثر من ٥٠٠)	١٩٧٢
—	—	٦٢١٠٩	٨٢٥	— ٠٠٠١ ٠٠٠١	٢٠٠٠-١٠٠٠	—	٢٤ حتى ٢٤-٢٤ (اكثرها نحو ٢٠٠)	سهل ربارناس (الاثاقول الشرقية) ٢ ٢٥٠ كم	رمال وحمصا من العصم السيلويين والعصم الجولويين الارابع (حوالي ٢٠٠)	١٩٧١	
—	—	٦٩٠	١٥٦	—	٤٠٠٠-٢٠٠٠	—	٥٠-٥٥ حتى ٢٢٤	سهل من اسي (وسط حوزي سيهان) ٢ ٧٥٨ كم	رمال وحمصا من العصم السيلويين والعصم الجولويين الارابع (حتى ٢٠٠)	١٩٧٢	
—	—	٤٢٧	١٢	— ٠٠٢ ٠١٢	٢٠٠٠-٢٤٠	—	١٠-٠١ ٢٦٨-٢٥ (١٠٠) وجه عام	سهل ماردين- قبول تب (جنوب شرق الاقول) ٢ ١٠٠ كم داخل الاراضي التركية	رخام ومخورد متكونة من العصم السيلويين والعصم الجولويين الارابع (حوالي ١١٠٠)	١٩٧٠	

تابع جدول رقم ١٠

١٩٧٧	فريت من العصور الجيولوجي الرابع (١٠-٢٤٤٠ م) بارت	سهل فان - اركيس (الأنافول) الشرقية ١١٤ كم <sup>٢</sup>	١٨-٢٠	٢٠-٢٤ م (١٠) بوجه عام	١١٣-٤٨٩	—	٢٦٥	٤٩٧	—
١٩٧١	بارت فتاتي من العصور السلاويستين والعصر الجيولوجي الرابع - حجر جيري من العصور الماسيوسينين والأويسينين	سهل صوراك (جنوب الأناضول) ٢٨٧ كم <sup>٢</sup>	١٠-٢٧	٤-١٦ م	١٠٠-٤٠٠	٢٠٢	٥٠	٢٣٨	—
١٩٧١	حجر جيري من العصور الماسيوسينين رمال من العصور السلاويستين والعصر الجيولوجي الرابع	سهول سيمانينين ينيموييا قورلو (وسط الأناضول - حوض الصحرة المالحة) ٢١٠ كم <sup>٢</sup>	٩٥-٢٣٦ (٤٥)	٤-١٠ م	٢٠-٢٥٠	—	—	٢٩٥	٦٨٢

تابع جدول رقم ١٠

١٩٧٣	العصر البللوريني العصر الجيولوجي الرابع (طال ٢٤٠٠ م)	سهل مرزيفون -- غومشاق -- كوى (القلبيم البحر الاسود) ٢ ٤٧٠-١٦٠ كم	٤٧٠-١٦٠	٧٨-٧٠	—	٣٤-١٧١	١٥-٦٨	—	٨-٤ ٧٠٧-٢٣	٢٠٠-٣٠٠ (برمه) ١٢ ٣٧٨-٥٤ (كبيرقوى) ٢ آبار	٢٢	٢٣٤	٧١١	١٤٣٠
١٩٧٣	العصر الجيولوجي الرابع (١٠٠٠-٢٠٠ م) حجر جبرى من العصر النورجيني مخور متكونة - مخور بركانية فتاتية (اكثر من ٤٠٠ م )	سهل كورتوك مندرير (الاناضول الشرقية) ٢ ٢٤٧٠ كم	٢٣٩-٢٠ (١١ ميلى)	٦٨-٦٨	—	١٠٠-٣٣٠	—	—	٨-٤ ٧٠٧-٢٣	٢٠٠-٣٠٠ (برمه) ١٢ ٣٧٨-٥٤ (كبيرقوى) ٢ آبار	٢٢	٢٣٤	٧١١	١٤٣٠
١٩٧٣	غرين من العصر الجيولوجي الرابع (٨٠٠-٢٠٠ م) كبيرقوى (٢٤٠٠ م) كبيرقوى (٢٤٠٠ م)	سهل برمه -- كبيرقوى (القلبيم بحر مرمرة) ٢ ٢٤٠ كم	٢٠٠-٣٠٠ (برمه) ١٢ ٣٧٨-٥٤ (كبيرقوى) ٢ آبار	٨-٤ ٧٠٧-٢٣	—	١٥-٦٨	—	—	٨-٤ ٧٠٧-٢٣	٢٠٠-٣٠٠ (برمه) ١٢ ٣٧٨-٥٤ (كبيرقوى) ٢ آبار	٢٢	٢٣٤	٧١١	١٤٣٠





تابع جدول رقم ١٠

١٩٧٥	١٠ - ١٩٥ م) الجيولوجي الرابع من العمس	سهول اسكيشهر وانونوز ( وسط الانشافول ) ٢ ١١٠ كم	١٠٠-١٠٠ ١٤٢ (بغش)	٧-٤	—	٢٠٠٠٠١٠	—	٨٨٥	٠٧٣	—
١٩٧٦	العمس البلايوسين العمس الجيولوجي الرابع (١٠٠ م) ، حجر جيري وصخور متكونة من العمس النيوجيني ؛ وحجر جيري من العمس الطباشيري الاعلى (٨٠-١٤٠ م) ، الامتداد غير معلوم	سهول اظيه ( اسبارطه - وسط الانشافول ) ٢ ٢١١ كم	٢٥٠-٣٣٤ ١٦ (بغش)	٢-١٦ (البحار العمس الجيولوجي الرابع	—	٧٨٥٠٣٠٣٠٤ العمس الطباشيري الاعلى	٥	٥٥٥	—	—
١٩٧٦	غرين من العمس الجيولوجي الرابع (٢٠-٣٠ م) ؛ صخور متكونة وحجر جيري من العمس المايوسين (٦٠ - ٢٤٠ م)	سهول اورسك ، سانان ، سيفاطين (وسط الانشافول ) ٢ ٧٨٨ كم	٢٩٦-١٦٦ ١٤ (بغش)	٢-٨-٤ (١٧) البحر الجيوري	—	٢٠٠٠١٣٠ (نيوجين قاري ) ١١٠ (غرين)	٢٧	١٤٠٣٥	٢٧	—

تابع جدول رقم ١٠

١٩٧٧	رمال وحصيا من المعصر الحيولوي، المشالست مجر جبرى (اكثر من ٢٥٥٠ )	سهول قرقوتلى بوروزفا، كيستل ٥٦٥ كم <sup>٢</sup>	٣٥-٣٠ قرقوتلى (قرقوتلى ٢٩٢-٥٥٠ ١٣٤١ (بوروزفا)	١٥٠ (قرقوتلى) ٥-٥٤ (بوروزفا)	—	٤٠٠ (قرقوتلى) ٤٠٠-١٦٠ (بوروزفا)	—	٣٠	٣٤٠	١٣١٦٩	١٩٧٥
١٩٧٤	غرين من المعصر السلالوسينى- المعصر الحيولوي، الرابع (٧٠ - ١٥٥ م )	سهول ازينيك - اورنغازى وغطليك (جنوب غرين بحر مرموه) ١٧٣ كم <sup>٢</sup>	٣٥-٢٧ ١٣٩ (١٢٩)	١-٤	—	٢٥٠-١٢٠ (ارنبيك) ٢٠٠ (اورنغازى) ٥٠٠-٢٠٠ (فمليك)	—	٣٠	٣٤٠	١٣١٦٩	١٩٧٤

تابع جدول رقم ١٠

١٩٧٥	غرين من العمص الجيولوجي الرابع (٥٠ - ١٠٠ م)	سهل عثمانية (أقليم البحر الأبيض المتوسط) ١٠٥ كم <sup>٢</sup>	٢٥-٢٠٦ (١٧م)	٥٠-٢٧	—	٢٤٠٠-٥٠٠	—	٢٧	١٤٨١-٩٧	١٢٥٠-٤٥٠ (غرب شرق) ٢٠٠-١٠٠ (جنوب شرق شمال) —	—	٩٣	١١٨٢-٣٥٢	٧٣٩	—
١٩٧٤	غرين من العمص البيالوجيستي العمص الجيولوجي الرابع (٢٠ - ١٠٠ م)	سهل حروفينه ( أقليم البحر الأبيض المتوسط) ٩٠ كم <sup>٢</sup>	١٧٥-٢٧٥ (١٠ آبار)	—	—	١٤٨١-٩٧	—	٢٧	١٤٨١-٩٧	١٢٥٠-٤٥٠ (غرب شرق) ٢٠٠-١٠٠ (جنوب شرق شمال) —	—	٩٣	١١٨٢-٣٥٢	٧٣٩	—
١٩٧٥	مجر جيري وصفور مكورة من العمص البيالوجيستي - العمص الجيولوجي الرابع العمص المايوستيني بارالست	حوض الفاصي (جنوب شرق تركيا) منطقة مرف ٤٧٥٥ كم <sup>٢</sup>	٢١-٣١٢ (١٩ بئر) ٤٧٧٤ (بهرتول)	٤	٢	١٢٥٠-٤٥٠ (غرب شرق) ٢٠٠-١٠٠ (جنوب شرق شمال) —	—	٢	١١٨٢-٣٥٢	٧٣٩	—	٩٣	١١٨٢-٣٥٢	٧٣٩	—

تاسع جدول رقم ١٠

١٩٧٥	حجر جبرى من العمر النيوجين (٨٧٥) رخام من العمر القديم (٢٥-٢٢٥م)	سهول كرمات - ابرايم - اى شهر ( وسط الأناضول القربى من قونيه ) ١٠٠ كم <sup>٢</sup>	٣٠٠-٧٤ (٣٨) استكشافيا ٤٩ انتاجية ٦ مياه	٨ (العمر النيوجين) ٢٥-١٠ (العمر القديم)	-	-	٢٠٠-١٣٠٠ (العمر النيوجين) ٢٥٠-١٢٥٠ (العمر القديم)	-	٥٢	٢٤٥	١١٧٥
١٩٧٧	حجر جبرى من العمر النيوجين القديم (٢٥-٢٢٥م)	شمال ارغين ( ترافيه ) ٦٠٠ كم <sup>٢</sup>	٦٠-١٥ (٢١)	-	-	-	-	٧٨	٨٦٤-٦٣٢	١١٧٥	
١٩٧٦	العمر البلابو سينى العمر الجيولوجى الرابيع ( ٥٠ - ٢٢٥ م )	سهل افرى - ايليكوت ( الأناضول المرقية ) منطقة صرف ٤٥٠٠ كم <sup>٢</sup>	٣٢٤-١٠ (١١)	٩-١	-	-	١٢٥٠-١٨٦	٢٧	٥٣٢-٤٣٤	١١٧٥	

تابع جدول رقم ١٠

١٩٧٦	العمى البلايوستينى العمى الجيولوجى الرايح (٢٠-٢٥ م) جزر جبرى من العمى النيوجينى ( ١٠٠ - ١٥٠ م )	سهل اسكيشير - البر ( وسط الأنافول ) ٥٢٥ كم <sup>٢</sup>	٢٠-٣٠ (٢٤متر)	٢-٥	٥ - ١	—	١٧٢٨-١٥ العمى (١) الجيولوجى الرايح ٢٥٢٨-٣ العمى ( النيوجينى)	٢٩-٢٠-١٠ ١١	٢٣-٥	٢٢٧	—	١٩٧٦
١٩٧٦	رجال من العمى الجيولوجى الرايح ( ٢٠ - ٥ م ) جزر جبرى من العمى النيوجينى ( اكس من ٤٠٠ م )	سهل الطيطان (وسط الأنافول) ٢٦٢ كم <sup>٢</sup>	٢٠٢-١٢ (٢٥متر)	٥ - ١	٥ - ١	—	١٧٢٨-١٥ العمى (١) الجيولوجى الرايح ٢٥٢٨-٣ العمى ( النيوجينى)	٢٩-٢٠-١٠ ١١	٢٣-٥	٤٢٠	—	١٩٧٦
١٩٧٦	جزر جبرى من العمى النيوجينى ( ١٥٠ - ١٨٠ م )	سهل كوتاهية - كاف دارجيشير (وسط الأنافول) ١٢٠ كم <sup>٢</sup>	٢١١-٢١ (٢٤متر) ١٦٠متر محفورة	٢-٤	٢١-٤	—	٢٤٦٦-١٥١	٢٣-١	٢٦	٥٧٢	—	١٩٧٦

١١٧٩

١٦٧٠

تابع : جدول رقم ١٠

١٠٧٥ج١	٤٨٤-٤٦١	٧٨	—	٨٩٥-٢٤٥ ٢٠٠٠-١٤٥٦	—	٦٦-٣ (جزء واحد) ٨-١٢٣(٩)	٢٨-٣٠ (٢٩بغفر)	سهل توكات - قروفا - طور حمال (شرق البحر الأسود ) ٢ ٢٨٥ كم	غرين من العصور الجيولوجي الرابع ( ٢٥ - ١٥٠ م )	١٩٧٧
—	٧٥٠-١٠٢	حوالي ١١٠	—	حوالي ٥٠٠ (بقران)	—	٢٨ حتى	٢٠٠-٢٠ (٢١بغفر)	سهل بكير صاي (بالقرب من ارميسر ) ٢ ٧٠٠ كم	العصر الجيولوجي الرابع ( ١٠٠ م ) جزء من العصر السوري من العصر الترياسي	١٩٧٦
فاقمة بها ٥٢٦٦ نقطة مياه	٦٠٧-٥٦٥	١٨٤	ار (الرمال ) ( اختيار قصير الأجل ) ٠٠٠١	٢٨٠٢-١١٥ (حوالي ١٠٠٠ بوجه عام في الرمال)	١٢٩ (القيمة المتوسطة)	٤٩ (القيمة المتوسطة ٢٣بغفر)	حفر ٢٥٠١٢ (٢٧١بغفر) ٤٥٠-٨ مقسمها من ٢٥٠-٢٠٠	حوض ارقين (ترافقية) ٢ ٥٨٥ كم في الرمال	طبقات مركبة من الرمال من العصر البلاتيو سينين - حجر جيري من العصر الايوسينين - العصر البلاتيو سينين طبقات مركبة من الرمال من العصر الجيولوجي الرابع ( ٢٥٠ م حد أقصى)	١٩٧٠

نوعية المياه :

يـتـضمـن كل برنامج للأبحاث النتائج الخاصة بالتحليل الكيمياءى لعينات المياه الجوفية . وتتميز الأنواع المختلفة من المياه الجوفية فى معظم الأراضى التركيبية بجودة عالية اذ تقل درجة الملوحة بوجه عام عمن ٥٠٠ جزء فى المليون وتظهر المشكلة الخاصة بالملوحة الثانوية التى تنتج من عملية التبخر بعد غسيل التربة من الأملاح وذلك فى الأقاليم شبه القاحلة مثل حوض قونيه المغلق بالقرب من البحيرة المالحة الكبيرة ( تونز جول ) وفى بعض المناطق الواقعة فى الجنوب الغربى من البلد كما يوجد عديد من الينابيع الساحلية ويناابيع تحت البحر بها مياه مالحة وجرارى حاليا تجهيز برنامج للحصول على المياه العذبة من الأراضى الواقعة الى - الداخل من يناابيع تحت البحر فى منطقة أوفاسيك بالقرب من سيلفك .

وترتفع درجة الملوحة فى الآبار التى تم حفرها فى الطبقات الضحلة الحاملة للمياه فى المناطق شبه القاحلة حيث تصل الى اكثر من ١٠٠٠ جزء فى المليون وفى بعض الأحيان تزيد عن ذلك بكثير . ومن ناحية أخرى تتفجر مياه من الينابيع الصلصالية الهائلة



الواقعة فى سهل سيلان بينار تتراوح نسبة المواد المذابة فيها بين ٣٠٠ و ٥٠٠ جزء فى المليون. ويقع هذا السهل فى اقليم شبه قاحل نموذجى يصل معدل التساقط فيه الى نحو ٥٠٠ ملليمتر سنويا . وتقل نسبة المواد الصلبة المذابة فى الينابيع الصلصالية الواقعة فى اقليم البحر الأبيض المتوسط والتي تقوم بصرف مياه جبال طوروس عن ٢٠٠ جزء فى المليون .

ويقوم العاملون بقسم المياه الجوفيه بهيئه د . ص . ا باعداد المعطيات الخاصة بنوعية المياه الجوفيه بواسطة الحاسبة الالكترونية على هيئة رسوم بيانية من نوع ستيف أو بايبر . ولا تتم هذه العملية بصورة منتظمة كما لا يتم اصدار هذه الرسوم فى نشرة علمية . ومن ناحية أخرى يحتوى كل تقرير من التقارير البالغ عددها ١٣٩ والخاصة بوحدات جيولوجية الماء التى تم استكشافها فى مرحلة التخطيط على كثير من المعطيات الخاصة بنوعية المياه .

#### تقييم موارد المياه الجوفيه :

تبين التقديرات الصادرة عن هيئة د.ص.أ أنه يمكن استخراج ما يقرب من ٩ مليون متر مكعب من المياه

الجوفيه سنويا من السهول . واذما ما أمكن استخراج نفس الكمية ( وهو تقدير معتدل ) من الينابيع الضلصالية التى تقوم بصرف مياه سلسلة جبال طوروس ، فسوف تبلغ كمية المياه التى يمكن استغلالها سنويا نحو ١٨ مليون متر مكعب. ويمثل هذا الرقم حوالى ١٠ ٪ من اجمالى المياه السطحية فى تركيا . واذما أخذ فى الاعتبار أن معدل رى الأراضى الزراعية هو ارا لتر / دقيقة / هكتار أو حوالى ٦٠٠٠ متر مكعب للهكتار فى الموسم الزراعى فيمكننا استخدام المياه الجوفيه فى رى مساحة من الأرض تصل الى ٣ مليون هكتار وبذلك قد تصبح موارد المياه الجوفيه كافيه لأغراض الرى اللازمة لحوالى ٣٦ فى المائة من اجمالى مساحة الأراضى الصالحة للرى فى تركيا (١)

وتستخدم المياه الجوفية فى امداد كثير من مدن وقرى تركيا بالمياه اللازمة لها. واذما ما بلغ معدل استهلاك الفرد يوميا للمياه ١٠٠ لتر، واذما افترضنا أن ٥٠ فى المائة من عدد السكان يحصلون على المياه اللازمة لهم من المياه الجوفيه فان اجمالى استهلاك المياه الجوفية

---

(١) قامت الحكومة بتقدير مساحة الأراضى التى يمكن رىها بطريقة اقتصادية بحوالى ٨ مليون هكتار .

سيصل الى ٧٣٠ مليون متر مكعب سنويا . وقد تم بالفعل تنمية موارد المياه الجوفيه فى حالات كثيرة ومع ذلك فان نسبة استغلال هذه الموارد مازالت اقل بكثير من النسبة المثلئ فى حالات اكثر .

### تنمية المياه الجوفية

#### امكانيات الحفر :

تتفوق امكانيات الحفر الخاصة بهيئة د.ص.أ على جميع الشركات والهيئات الأخرى العاملة فى هذا المجال . وتمتلك الهيئة ٧٢ جهازا للحفر تشمل ٢٤ جهازا من نوع فالينج ١٥٠٠ و ٢٠ جهازا من نوع سيدستار . وتتألف أجهزة الحفر من أنواع مختلفة منها ٥ دافى ، ٤ فرانك ، ٢ بورتادريل ، فالينج جد ، جهاز فيلج ٢٥٠٠ ، ٢ انجرسول راند . وتصل امكانية الحفر من ١٠٠ متر ( باستخدام أجهزة فالينج ٢٥٠٠ ودافى ) وتقوم الهيئة بحفر حوالى ١٣٠ ٠٠٠ متر فى المتوسط سنويا .

وتشترك حوالى عشرون شركة للحفر فى أعمال البحث  
عن المياه الجوفيه . وهى شركات خاصة تمتلك كل واحدة  
منها جهازا أو جهازين للحفر وتقوم هذه الشركات مجتمعة  
بتشغيل نحو ثلاثين جهازا للحفر كما تتراوح امكانياتها  
بين ٣٠.٠٠٠ و ٤٠.٠٠٠ متر / سنة .

وتقوم الادارة العامة للطرق والمياه والكبارى ( اى .  
اس . اى ) بتشغيل ما يقرب من أربعين جهازا للحفر .  
وتستطيع بهذه الامكانيات أن تقوم بتجهيز حوالى  
٥٥٠ بئرا وحفر ما لا يقل عن ٥٠.٠٠٠ متر سنويا .

### الوضع الراهن وخطط المستقبل لاستخدام المياه الجوفية :

#### الرى :

بلغ مجموع مساحة الأراضى التى تم ريها بالمياه  
الجوفيه فى القطاع العام ١٢٠.٠٠٠ هكتار فى نهاية عام  
١٩٧٥ . ومن المحتمل أن يكون القطاع الخاص قد استخدم  
المياه الجوفيه فى رى حوالى ٥٠ فى المائة من مساحة أراضيه  
وبذلك يصل اجمالى مساحة الأراضى التى يعتمد ريها على  
المياه الجوفيه الى حوالى ٦٢٠.٠٠٠ هكتار . ومن المتوقع  
زيادة مساحة الأراضى التى يتم ريها بالمياه الجوفيه عن  
طريق هيئة د.ص.أ. والتى بلغت ١٢٠.٠٠٠ هكتار عام ١٩٧٥ ، بمعدل  
٢٠.٠٠٠ هكتار سنويا . وبذلك يصل اجمالى الأراضى التى

يتم ربيها بالمياه الجوفية عن طريق الهيئة فى نهاية عام ١٩٨٢ ( فى نهاية الخطة الخمسية الرابعة للتنمية ) الى ٢٦٠.٠٠٠ هكتار .

وتعتمد الخطة الرئيسية لتنمية حوض قونيه - قومره على رى ٢٧٣.٠٠٠ هكتار بمياه من مصادر معلومة منها ٤٦٧.٠٠ هكتار بالمياه الجوفية كما يمكن رى ٥٠.٠٠٠ هكتار أخرى فى نفس الحوض اذا ما توفرت المياه . ومن المتوقع طبقا لمشروع الفرات السفلى أن يتم رى حوالى ٨٠.٠٠٠ - هكتار باستخدام المياه الجوفية .

وتبين الخطة الرئيسية لحوض ارغين فى تراقية فضلا عن التقارير الأولية ، توافر مصادر المياه الجوفية لرى ٣٠.٠٠٠ هكتار . ويمكن استخراج المياه الجوفية من سهل الأزج - أولوفا فى شرق تركيا ضمن عدد من السهول تكفى احتياجات رى حوالى ١٠.٠٠٠ هكتار . كما تكفى مصادر المياه الجوفية فى سهل سيلان بينار بالقرب من الحدود السورية ( والتي يتم تصريفها من ينابيع صلالية هائلة ) لرى أكثر من ١٠٠.٠٠٠ هكتار .

وليس من السهل تحديد نسبة مياه الرى التى تأتى من المياه السطحية أو من المياه الجوفية فى السهول

الواقعة على ساحل البحر الأبيض المتوسط التي يتم ريها  
بالاستخدام المياه السطحية . ويتم استخدام معظم المياه  
التي تتفجر من ينابيع قوك غوزلر شمال أنطالية والتي  
تبلغ نحو ٦٠٠ مليون متر مكعب سنويا في رى القطن .  
ويستمد نهرا كوبروصاي ومنفغات اللذان يمران بنفــــس  
الاقليم ثلث ما يتم تصريفه سنويا من الينابيع  
الصلصالية أولو كوبرو ودومانلى على التوالي . وتوجد  
مشروعات كثيرة لرى الأراضى المتاخمة للنهرين .

#### الامداد بالمياه :

يتركز الهدف الذى ترمى اليه سياسة التنمية للبلد  
على المدى البعيد فى توصيل مياه الأنابيب لجميع المدن  
والقرى، وتصل نسبة السكان الذين تتوفر احتياجاتهم من  
المياه فى الوقت الحاضر الى حوالى ٦٠ فى المائة يفضل استخدام  
المياه الجوفيه فى القرى بدلا من المياه السطحية لأن  
الأخيرة تحتاج الى معالجة خاصة تعجز المجتمعات القروية  
عن تحمل أعباء تكاليفها، ويجب توفير حوالى ٧٣٠ مليون  
متر مكعب من المياه الجوفيه سنويا لمواجهة احتياجات  
مياه الاستهلاك المنزلى لحوالى ٥٠ فى المائة من مجموع السكان،  
وإذا ما قدر لنصف عدد سكان المدن ( حوالى ١٢ مليون فرد )  
ان تتوفر احتياجاتهم من المياه عن طريق المياه الجوفيه  
فى الست سنوات القادمة فسوف تصل الزيادة فى استهلاك

المياه الجوفية الى حوالي ٢٠٠ مليون متر مكعب سنويا على أساس استهلاك الفرد للمياه الذي يبلغ ٥٠ لترا يوميا. وتوجه سياسة الامداد بالمياه في المدن المزدوحمة بالسكان مثل اسطنبول وازمير الى استخدام المياه السطحية والجوفية معا كما تشمل عمليات التجدد الاصطناعي للطبقات الحاملة للمياه باستخدام المياه السطحية .

وبين الجدول الآتي بعد البرنامج الذي وضعتة الادارة العامة للطرق والمياه والكبارى لانشاء وحدات جديدة للامداد بالمياه حتى عام ١٩٨٢ حينما يتحقق الهدف المنشود لامداد ٩٠.٠٠٠ قرية بمياه الأنابيب اللازمة للاستهلاك المنزلى .

<u>وحدات جديدة</u>	<u>السنة</u>
٤٨٥١٦	حتى سنة ١٩٧٥
٤٠٠٠	١٩٧٦
٥٠٠٠	١٩٧٧
٦٥١٣	١٩٧٨
٧٥٠٠	١٩٧٩
٧٥٠٠	١٩٨٠
٦٠٠٠	١٩٨١
٥٠٠٠	١٩٨٢
٩٠.٠٠٠	اجمالي الوحدات القائمة والجديدة

وقد وضعت الادارة اصابعها على عدد من المشكلات  
التي من شأنها اعاقه مسيرة التقدم والتأثير على نوعية  
الخدمات . وفيما يلي بعض المصاعب التقنية فى هذا  
الصدد مع استبعاد مشكلة توفير الموارد المالية  
وعلاقتها بالضغط السياسية التي تنادى بامداد القرى  
بالمياه دون توفر مصادر كافية لذلك :

(أ) ليس هناك ما يمنع من تصميم شبكات الامداد  
بالمياه دون اجراء محاولات كافية لعمليات المسح  
اللازمة لمصادر المياه المتاحة أو دون اجراء  
أى محاولات فى هذا الصدد . ومن المعروف أنه  
يلزم اجراء الملاحظة لمدة لا تقل عن سنة  
اذا كان المصدر ينبوعا أو بئرا ليتسنى  
تحديد نوعيته ومقدار المياه الناتج منه .  
وتعمل الادارة تحت ضغوط مختلفة لكى تقوم  
بانشاء عدة الاف من الوحدات كل عام كما انها  
لاستطيع أن تولى كل مصدر العناية الواجبة .  
وقد يؤدى توثيق التعاون مع هيئة د . ص . أ  
الى فائدة ماء ولكن الأمر يتطلب دعم الادارة  
بمزيد من العاملين فى مجالى جيولوجية الأرض  
والماء . وقد يؤدى استنفاد مصادر المياه  
الجوفية ، وان لم يكن قد تطرق الشك الى ذلك



فى بداية عملية الانشاء، الى نظام للامداد يتسم بالقصور أو الى ضرورة اعادة عملية البناء.

(ب) تعتبر أجهزة الحفر التى تستخدمها ادارة الطرق والمياه والكبارى غير كافية كما أن قطع الغيار غير متوفره، اذ أن هذه الأجهزة قديمة وتظهر الحاجة فى أحوال كثيرة الى قطع غيار لها. وقد تم تنفيذ ٦٢ فى المائة فقط من برنامج الحفر الذى وضعته الادارة لسنة ١٩٧٥ لتجهيز ٤٠٠ بئرا للمياه . ومن المنتظر تحسين هذا الوضع بعد وصول ١٣ حفارا جديدا .

(ج) يتعين على الادارة معالجة النقص فى مفاضى الآبار من حيث كمياتها والتصميمات الخاصة بها. فان استخدام مفاضى ذات تصميمات غير مطابقة للمواصفات يؤدى الى انسداد فى الآبار وانخفاض فى سعتها والى الأعطال التى تحدث فى نهاية الأمر فى شبكات الامداد بالمياه بعد فترة تشغيل قصيرة . وقد أعلنت الادارة أيضا عن افتقار السوق المحلية الى المحركات الكهربائية ذات السعة الكبيرة ومحركات الديزل فضلا عن الظلميات الغاطسة .

### البحوث والتنمية

لقد أقرت حكومة تركيا منذ زمن طويل أن التنمية المنتظمة للمياه الجوفية تتطلب برامج للأبحاث والقياس الكمي والتقييم معدة اعداد جيدا وقد بدأت د . ص . أ في تنفيذ برنامج رئيسي طويل المدى في جميع أنحاء البلد لأعمال البحث والتنمية الخاصة بالمياه الجوفية. وقد أعطى هذا البرنامج أولوية للمناطق التي يتزايد الطلب فيها على المياه بصورة ملحّة . وقد بنيت البحوث التي أجرتها الهيئة حتى الآن أن امكانيات التنمية للمياه الجوفية متوفرة .

وفي الوقت الذي يتم فيه الحفر بطريقة الدق في الطبقات الضحلة الحاملة للمياه واستغلالها بصورة كاملة يلتزم استخدام أساليب للبحث أكثر تخصصا لاجراء عمليات - القياس الكمي والتقييم بالطرق السليمة لباقي موارد المياه الجوفية ( الأقاليم الملصالية ، الينابيع الساحلية ، ينابيع تحت البحر ، والمناطق شبه القا حلة ) قد تحسن هذا الوضع بعد - المعونة التي دفعتهنا الأمم المتحدة الى الهيئة خلال السنتين الماضيتين. وقد يحتاج الأمر الى مزيد من التدريب في المجالات الآتية :

(أ) دراسة وتطبيق عمليات التجدد الاصطناعي للمياه الجوفية: وقد تم تنفيذ عدد من المشروعات الصغيرة فقط حتى الآن في تركيا ولم ينفذ أى مشروع منها عن طريق الآبار .

(ب) تنمية ينبوع الطصالى : يحتاج كل ينبوع كبير- الى برنامج محدد لأعمال البحث والتقدير والتقييم. وقد تمت دراسات فى بعض الحالات ( التى أعطيت أهمية اقتصادية أولى ) كما تم تنمية الينابيع. وتعتبر شبكة امداد المياه بمدينة ازمير والتى تضح عدة امطار مكعبة من المياه فى الثانية مثلا بارزا لما أمكن تحقيقه فى هذا المجال. وقد صممت هذه الشبكة لاستغلال المياه الجوفية من ينابيع نمو كمو ، نمولد غرمينى ، وسركيز ضمن ينابيع أخرى عن طريق آبار عميقة تخترق خزان المياه الجوفية الرئيسى وليس من الينابيع مباشرة. وقد تم انشاء جزء من هذه الشبكة بنجاح .

(ج) أعمال البحث الخاصة بتسرب ونشع المياه فى السدود ومن الخزانات فى المناطق الطصالية : وتقع أكبر السدود فى مناطق طصالية سواء تلك التى أنشئت حديثا أو التى ستقام فى المستقبل . وقد ظهرت مشكلات تسرب خطيرة فى سد كيبان وهو أكبر سدود تركيا. وجرى حاليا تنفيذ برنامج معالجة التسرب

الذى ظهر فيه. ولكن قد تظهر حالات أخرى في المستقبل . ويقع سد أويماء بينار الجديد فى وسط التكوين المصالى . وتوجد ينابيع هائلة ( عدة أمتار مكعبة من المياه فى الثانية ) على مسافة عدة مئات من الأمتار نحو أسفل النهر مع التيار من محور السد .

(د) تنمية ينابيع تحت البحر والينابيع الساحلية المالحة: قد يفيد إجراء مسح حرارى بالأشعة تحت الحمراء لساحل البحر الأبيض المتوسط فى تحديد مزيد من ينابيع تحت البحر. وجرى فى الوقت الحاضر تنفيذ برنامج لتحديد المياه العذبة فى منطقة أوفاسيك . والنتائج التى تم التوصل إليها لم تصبح نهائية بعد ولكن المشكلة جد خطيرة .

(هـ) تدبير موارد المياه : ان تقييم امكانيات التنمية بعمل نماذج بواسطة الحاسبات الالكترونية اسلوب غير مستخدم فى تركيا. ويتعين اعطاء مزيد من الاهتمام للاستخدام المشترك للمياه السطحية والجوفية وتدبير موارد المياه الاجمالية اذا ما أردنا للنتائج مواكبة التوقعات الاقتصادية المتزايدة .

(و) مراقبة تلوث المياه الجوفية : يجب تنمية التدابير الخاصة بالضوابط ومكافحة التلوث فضلا عن أنظمة المراقبة كما يجب تقييم الأخطار المحتملة حدوثها في المناطق الريفية ( حيث تفتقر الى نظم الصرف الصحي الحديثة وحيث تستخرج المياه من باطن الأرض ) والمناطق الصناعية ، والضواحي الجديدة للمدن ، والمناجم الرئيسية ، والمناطق الصليبية الخ . . . . .

(ز) انشاء نظام متطور لمعالجة المعطيات باستخدام الحاسيات الالكترونية يقوم بعمليات تخزين - واسترجاع المعلومات ؛ ويتم حفظ المعلومات الخاصة بأكثر من ٢٠.٠٠٠ نقطة للمياه في الوقت الحالي في ملفات هيئة د . ص . أ . ويستفيد جميع المستخدمين بما في ذلك الهيئات الأخرى والجامعات والقطاعات الخاص من المعلومات الوفيرة التي تقوم الهيئة بتجميعها وذلك على ضوء الوضع القانوني الخاص - الذي تتمتع به الهيئة في قطاع المياه الجوفية . ومع ذلك فلم يعد من اليسير الحصول على معلومات دون استخدام نظام آلي متطور لمعالجة المعطيات .

الخاتمة

- تعتبر المياه الجوفية ذات أهمية اقتصادية كبيرة لتركيا للأسباب الرئيسية التالية :
- (أ) يقل التساقط السنوي للمطر في أقاليم كثيرة عن ٤٠٠ - ٥٠٠ ملليمتر كما ان توزيعه يتسم بعدم الانتظام من حيث المكان والزمان. ولا يمكن مواجهة الاحتياجات الخاصة بمياه الري باستخدام المياه السطحية فقط. ويعتبر مصدر المياه الجوفية في كثير من السهول شبه القاحلة المورد الرئيس للمياه المستخدمه في الزراعة والأغراض المنزلية .
- (ب) تقل المياه السطحية نسبيًا في مناطق الحجر الجيري البعيدة عن سلسلة جبال طوروس نتيجة للصف السطحي الضعيف لصخور الحجر الجيري. وتصيح الينابيع الصلصالية التي تقوم بتصريف كميات هائلة من المياه البديل لذلك .
- (ج) يعتمد عدد من الأنهار التي ينتظر استغلال مياهها لتوليد الطاقة على الينابيع الصلصالية (منفغات وكوبروصاي) بشكل كبير .
- (د) يمتاز مصدر المياه الجوفية عن غيره من الناحية الاقتصادية ومن حيث سهوله الاستخدام،

فهو يحتاج الى أقل معالجة ممكنة كما انه يقع أقرب مايمكن من نقط الاستخدام . وينطبق ذلك بصورة كبيرة على نقط الامداد بالمياه فى المناطق الريفية الجارى توفيرها عن طريق الادارة العامة للطرق والمياه والكبارى لمجموع سكان الريف فى تركيا .

ويتزايد الاهتمام بالمياه الجوفيه فى تركيا - يوما بعد يوم . وقد تم تنمية مصادر المياه السطحية والجوفيه التى يمكن الوصول اليها كما أن الطلب على المياه فى تزايد مستمر .

وتعتمد ازمير ، ثالث مدن تركيا ، كلية على المياه الجوفيه لامدادها بالمياه . وتوجد فى الوقت الحاضر مجموعة مكونة من ستة عشر بئرا ( حلكا بينار ) تنتج حوالى ١٠٠٠ لتر / ثانية من المياه تعد المصدر الوحيد للاستهلاك المنزلى فى المدينة. وسوف تتوفر كميات اضافية من المياه تصل الى ٣٠٠٠ لتر / ثانية بعد اجراء مزيد من التنمية للينابيع . وتظهر أهمية هذه الاضافة عندما نعلم أن الاحتياجات المتوقفه فى ازمير سوف تبلغ من ٥ الى ٦ متر مكعب / ثانيه من

المياه سنة ١٩٨٥ ومن ٩٥ الى ١١ متر مكعب

• ثمانية سنة ٢٠٠٠ •

وتعتزم بلدية مدينة أنطاليه زيادة معدل الامداد -  
الحالى بنحو ٢ متر مكعب / ثمانية من المياه، وينتظر  
أن تحصل عليها من ينابيع ضوراليلر وآبار قيصون  
(مجمعات أفقية) والمصدر الحالى للمياه هو: المياه  
الجوفية •

ويمكن رى مالا يقل عن ٥٠ مليون هكتار من  
الأراضى الخصبة بالمياه الجوفية • وتدرك الحكومة  
التركية امكانية تحقيق ذلك • ويقوم الجهاز الحكومى  
د. ص. أ فى الوقت الحاضر بتنفيذ برنامج عن أعمال  
البحث التفصيلية لجيولوجية الماء بهدف تكثيف الاستفادة  
من المياه الجوفية • ويعتبر نقص الأفراد المدربين  
سواء كان تدريباً متوسطاً أو تقنياً احدى المشكلات التى  
تعانى منها تركيا فى مجال تنمية مصادر المياه الجوفية.  
ومازال عدد الجيولوجيين أو المهندسين المتخصصين فى  
علوم جيولوجية الماء قليلاً نسبياً • وتفتقر د. ص. أ •  
ومكاتبها الميدانية الى الأفراد المدربين على أعمال  
جيولوجية الماء. بيد أن النتائج التى حققها علماء  
جيولوجية الماء الأتراك حتى الان تعتبر مشجعة بل  
وممتازة فى بعض الحالات •



مراجع مختارة

- Brinkman, R. Geology of Turkey. Stuttgart, Federal Republic of Germany, Elsevier Scientific Publishing Company, 1976.
- Campbell, A. S., ed. Geology and History of Turkey. Tripoli, The Petroleum Exploration Society of Libya, 1971.
- DSI. More than 150 individual hydrogeological survey reports with detailed small-area maps, inventories, chemical analyses etc. Ankara, 1963-1977.
- \_\_\_\_\_. Statistical Bulletins, with maps. Ankara, 1968, 1973 and 1975.
- \_\_\_\_\_. More than 50 published Hydrogeological Investigation Reports, with hydrogeological maps on a scale of 1:100,000 or 1:50,000. Ankara, 1969-1977.
- \_\_\_\_\_. Geotechnical Services and Ground Water Division activities. Ankara, 1973.
- \_\_\_\_\_. Altinkaya Dam Project. Prefeasibility report. Ankara, 1975.
- \_\_\_\_\_. Hydrogeological Map of Turkey on a scale of 1:500,000. Eighteen published sheets.
- EIE, Electrical Survey Department. Publications on the geology and hydrogeology of potential dam sites. Ankara.
- Eroskay, O. Geological investigation of the Beskonak Reservoir area. EIE, Ankara, 1968.
- Ilhan, E. Geology of Turkey. Ankara, Middle East Technical University, 1976. Turkish.
- Istanbul Technical University and the Mineral Research and Exploration Institute (Maden Tetkik ve Arama (MTA)), Ankara. Periodic publications on the geology and hydrogeology of selected areas.
- Italconsult. Ergene Basin (Thrace) Ground Water Development Project. Complete hydrogeological coverage of almost the whole of Thrace.

مراجع مختارة (تابع)

Keban Dam Project, Euphrates River. Numerous publications by EIE, DSI and foreign consulting companies, 1964-1974.

Linsley, R. and K. Anderson. Sections on ground water in the Master Plan of Development of Konya-Cumra Closed Basin. 1967.

Oymapinar Dam Project, Manavgat River. Numerous publications by EIE, DSI, Coyne et Belier (France) and Energoprojekt (Yugoslavia), among others 1965-1977.

United Nations Development Programme/United Nations. Report of Mission on Energy, Minerals and Water Resources. Ankara, 1976.

\_\_\_\_\_. Strengthening ground-water capability of DSI, phase II (TUR 77-015). Project document. Ankara, 1976.

\_\_\_\_\_. Strengthening ground-water capability of DSI, phase II (TUR 77-015). Technical reports. Ankara, 1976 and 1977.

Water resources of the Lower Dalaman River, The. Overseas Technical Co-operation Agency. Japan, 1966.

الجمهورية العربية السورية

—

المساحة : ١٠٠ و ١٨٥ كيلو متر مربع  
عدد السكان : ٠٠٠ و ٢٠٠ و ٧ (طبقاً لتعداد الأمم المتحدة لسنة ١٩٧٤)

عام

—

يمكن تقسيم أراضى الجمهورية العربية السورية الى ثلاث وحدات فيزيوغرافية أساسية : سلاسل الجبال الغربية ، الهضاب الجنوبية ، والسهول الشرقية . ويعتبر جبل الشيخ أعلى القمم الجبلية ( ٢٨١٤ متراً ) ويقع فى الجزء الجنوبى - الغربى من هذا البلد، وينخفض منسوب القاع فى بحيرة طبرية الى ٢١٢ متراً تحت مستوى سطح البحر ، وبذلك يصل ارتفاع التضاريس الى أكثر من ٣٠٠٠ متر .

وتمتد سلاسل الجبال الغربية نحو الشمال على امتداد شاطئ البحر المتوسط فى الجزء الشمالى من البلد . وهى تتألف من جبل العلويين ( ١٥٢٠ متراً ) وتلال البسيط ، وجبل الأقرع وتمتد سلسلتا جبال كاوور داغ ( ١٢٠٠ متر ) والأمانوس ( ١٨٠٠ متر )

فى اتجاه الشمال - الشرقى وذلك فى الجزء الواقع فى أقصى الشمال - الغربى من البلد . ويتألف الجزء الجنوبى من سلاسل الجبال الغربية من جبال لبنان الشرقية ( ٢٦٠٠ متر ) وجبل الشيخ ، وتتفرع جبال بلميرا من جبال لبنان الشرقية متجهة نحو الشمال - الشرقى وهى تتكون من سلسلة من الجبال المنخفضة والتلال تمتد حتى الجسر الأيمن من نهر الفرات وتنتهى عند جبل بشرى . ويفصل جبال بلميرا الشمالية والجنوبية حوض مغلق شاسع يسمى بحوض دوى .

وتتألف الهضاب الجنوبية من هضبة حوران البركانية فى الجنوب - الغربى وهضبة حجار فى الجنوب - الشرقى من البلد ، وترتفع هضبة حوران ، التى يقطعها نهر اليرموك وروافده ، تدريجيا نحو الشرق حيث تلتحم بجبل العرب وهو جبل بركانى منخفض . وتتألف هضبة حماد من الصخور الكربونية ، وهى تنحدر تدريجيا فى اتجاه الشمال وبها عدد من أحواض الصرف الصحراوية وليست لها منافذ الى البحر .

وتتألف السهول الشرقية من سهوب قاحلة فضلا عن اقليم شبه قاحل به أخصب الأراضى فى هذا البلد وتتألف السهوب من بادية الشام ، وبادية الرصافى الى الجنوب من نهر الفرات وبادية الجزيرة الى الشمال منه .

ويتألف الاقليم شبه القاحل من سهول حمص - حماة  
سهل ادلب - حلب ، وسهول الجزيرة الشمالية .

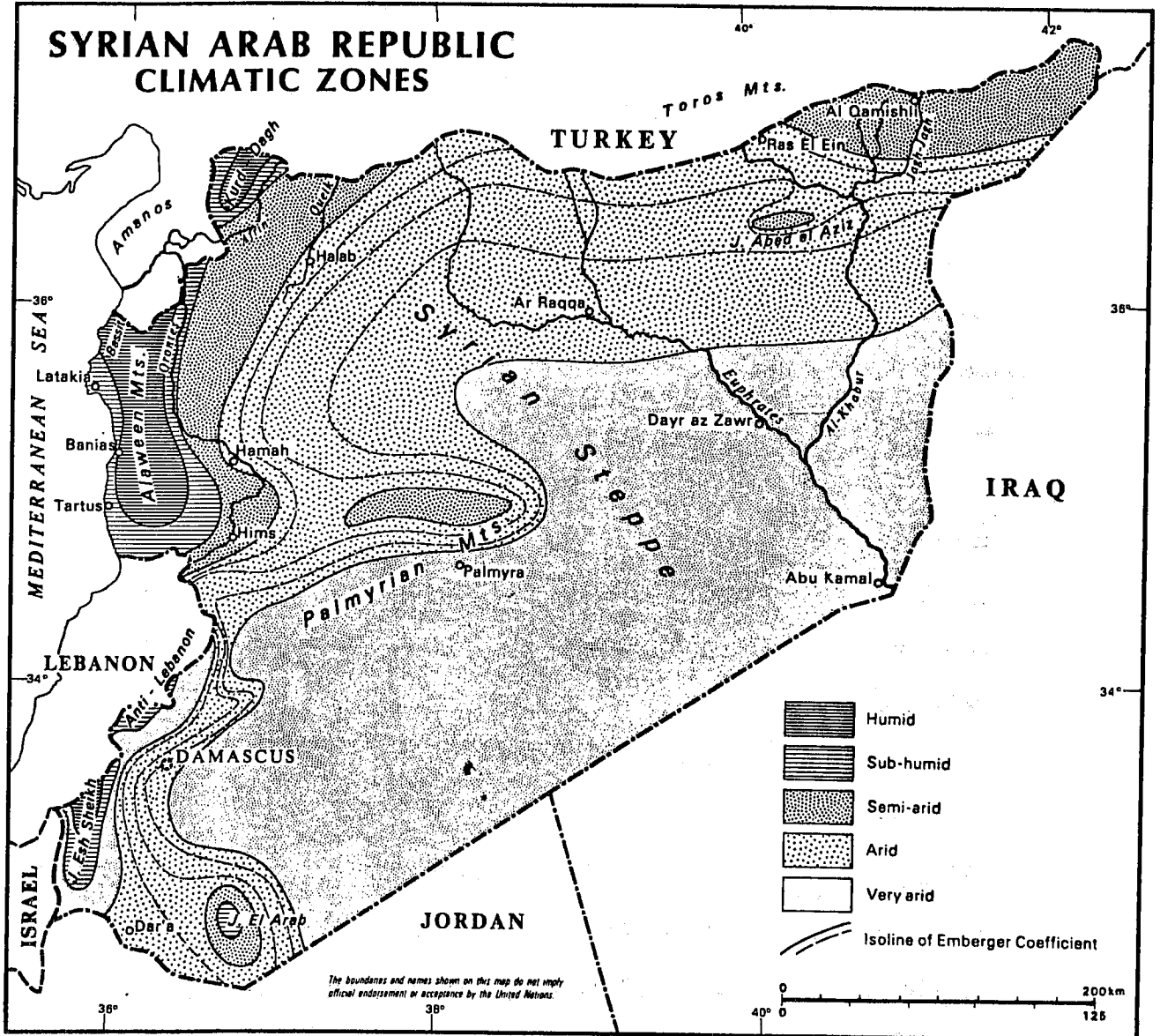
### المنـيـاخ

وتتمتع الجمهورية العربية السورية بمناخ البحر  
المتوسط الذى يتميز بجو بارد ممطر شتاء ، حار  
جاف صيفا مع وجود فترتين انتقاليتين فى فصلى الربيع  
والخريف ويتأثر نظام الامطار فى البلد بصفة أساسية  
بمناطقين من الجبال :  
سلسلة الجبال الغربية التى تتجه شمالا على امتداد  
خط الساحل ، وسلسلة جبال طوروس الممتدة على الحدود  
الشمالية والتى يقع معظمها خارج حدود هذا البلد .  
وتبين الخريطة رقم ٢١ الأقاليم المناخية المختلفة فى -  
الجمهورية العربية السورية .

وعادة ما يبدأ موسم الأمطار فى شهر أيلول/ سبتمبر  
وينتهى فى شهر نيسان / أبريل مع احتمال سقوط أمطار  
غزيرة فى شهر أيار/ مايو ويتساقط الجليد فى منطقة

خريطة رقم ١٠

الجمهورية العربية السورية : الاقاليم المناخية .



المرتفعات الغربية . ويقل سقوط الأمطار من الشمال إلى الجنوب ومن الغرب إلى الشرق وعادة ما تسجل معدلات عالية في الأقاليم الشمالية شتاء وفي الأقاليم الجنوبية والجنوبية الشرقية في فصل الربيع أو الخريف . ويعطى الجدول رقم ١٨ ملخصاً لتوزيع معدلات سقوط الأمطار في أنحاء البلاد وتتراوح معدلات التبخر بين ١٠٠٠ و ٣٠٠٠ ملليمتر سنوياً ( بمقياس لامبريخت للتبخر الجوي ) .

جدول رقم ١١ - الجمهورية العربية السورية : توزيع سقوط  
الأمطار ( ملليمترات )

الاقليم	المعدل السنوي	اعلى معدل
الاقليم الجنوبي - الشرقى	أقل من ٢٠٠	خلال ٢٤ ساعة ٢٠ - ٤٠
الاقليم الشمالى وجبل العرب	٢٠٠ - ٤٠٠	٤٠ - ٧٠
الجولان وأقصى الشمال-الشرقى	٤٠٠ - ٦٠٠	٦٠ - ٩٠
السهول الساحلية	٨٠٠ - ١٠٠٠	٩٠ - ١٢٠
اقليم الجبال الغربية الممتد على الساحل	١٢٠٠-١٦٠٠	٢٣٥

وتنخفض درجات الحرارة الى تحت الصفر فى فترة تبلغ حوالى ستة أشهر مابين شهرى أيلول / سبتمبر ونيسان/ أبريل وذلك فى معظم الاقليم عدا السهول الساحلية . وتعتبر المنطقة الواقعة فى الشمال - الشرقى أكثر المناطق برودة حيث تنخفض درجات الحرارة الى مابين ١٠° و ١٥° تحت الصفر .

وتزيد درجة الحرارة القصوى فى الاقليم الداخلى عن ٤٠° ابتداء من شهر أيار/ مايو وتزيد فى الأقاليم الشرقية والشمالية الشرقيه عن ٤٥° فى شهر تموز/ يولية وعادة تقل درجات الحرارة فى الأجزاء الأخرى من البلد عن ٣٥°.

#### المياه السطحية

يعتبر نهر الفرات الذى يتدفق عبر الجزء الشرقى من البلد ونهر العاصى الذى ينبع من جبال لبنان ولبنان - الشرقية ويجرى شمالا عبر الجزء الغربى من أطول الأنهار ويجرى نهر دجلة الذى يعتبر ثانى أكبر نهر فى أرض - الرافدين على الحدود الشمالية الشرقية مع العراق .



ويقوم نهر الفرات بتصريف مياه سهل الجزيرة، يبلغ طول الجزء الواقع في الجمهورية العربية السورية ٦٧٥ كيلومتراً ويغطي مستجمع مياهه مساحة تبلغ ٢٠,٠٠٠ كيلومتر مربع في حين يبلغ معدل تصريف المياه ٨٣٠ مترًا مكعبًا في الثانية . ويقوم نهر العاص بتصريف المياه المتجمعة في الكتل الصخرية الكلسية الواقعة في الغرب .

وتقوم أنهار بردى والأعوج واليرموك بتصريف المياه في الأجزاء الشرقية من جبال لبنان الشرقية وجبل الشيخ وهضبة حوران البركانية وذلك في الجزء الجنوبي الغربي من البلد، وتتراوح معدلات التصريف لهذه الأنهار بين حوالي ٢٥ و ١٤ مترًا في الثانية من المياه . وتتميز المنطقة الساحلية بكثافة عالية من الأنهار ذات مجارى قصيرة كما أن مناطق تصريفها محدودة .

تنبع ثلاثة مجارى للمياه من الميول الجنوبية لسلاسل جبال طوروس وهي أنهار قويق وعفرين والساجور في الاقليم الشمالى الغربى من البلد، وتقوم بتصريف المياه من الجزء

الأكبر من هضبة حلب . وتتراوح معدلات تصريف هذه الأنهار بين ٣ و ٨ متراً مكعباً في الثانية من المياه ( أنظر الجدول رقم ١٩ ) .

وتتميز السهوب السورية التي تغطي ٦٠ في المائة من مساحة البلد بالأحواض الصحراوية المغلقة وتتصرف المياه من بعض الوديان الكبيرة في بادية الشام ومن الوديان الأصغر حجماً في بادية الرصافي إلى نهر الفرات وتقطع القيعان النهرية لعدد من المجاري الوقئية والوديان الكبيرة الميول الجنوبية لجبال بلميرا وجبل العرب .

جدول رقم ١٢ : الجمهورية العربية السورية : الانهار

مساحة المستجمع ( كيلو متر مربع )	الطول داخل الجمهورية العربية السورية ( كم )	الطول ( كيلو متر )	معدل تصريف المياه ( م <sup>٣</sup> / ث )			النهر
			المتوسط	الأعلى	الأدنى	
٣٥٠٠٠٠	٦٧٥	٢٢٣٠	٨٣٠	٢٥٠٠	٢٥٠	الفرات
٢٧٨٠	٨٥	١٤٩	٨	٤٥٠	٢	عفرين
٤٢١٤	١٠٠	١٢٤	٢٥	٦٠	-	قويق
-	١٠٠	١٢٤	٣	٨	١	الجفجف
١٠٤٠	٥٦	٨٠	٣	١٥٠	٨	الكبير الشمالي
٦٩٩٠	٤٧	٥٧	١٥	١٠٠	٧	اليرموك
٢٣٧٢	٤٨	١٠٨	٣	٢٥	-	الساجور
-	٣٢٥	٥٧١	-	٤٠٠	١٠	العاصي
٣١٨٠٠	-	٤٦٠	٥٢	٣٠٠	٣٥	الخابور
١٣٠٨٨	-	١٠٥	٦	١٢	٥	البلخ
١٥٠	-	٦	١٢	٢٢	٨٥	السن
٧٤٨	-	٧١	٧	٢٥	٥	بردي
٢٦٢	-	٦٦	٢٥	١٢	٧	الأعوج
٩٩٢	-	٩٠	-	-	-	الكبير الجنوبي

## الخصائص الجيولوجية

تقع الجمهورية العربية السورية فى الجزء الشمالى من الرصيف القارى العربى . وتبرز الصخور القاعية العائدة الى ما قبل العصر الكامبرى فى منطقة خليج العقبة ، وهى تتألف فى الأردن من صخور متحولة وتكون البروز الشمالى للدرع الغربى-النوبى الذى يمتد شمالا فى منحدر الرصيف القارى . ويتألف الدرع فى الجمهورية العربية السورية من رسوبيات العصور القديمة والوسطى والحديثة .

ويمكن تمييز الأقاليم الجيولوجية التالية :

الرصيف القارى فى جنوب سوريا :

يحتل جزء من منحدر الرصيف القارى المناطق الجنوبية فى البلد وهو يتميز بالاستقرار نسبيا وبه صخور قاعية ضحلة وطبقات رسوبية مسطحة أو ذات ميول سهلة وتفصل هضبة حماد الواقعة فى هذا الاقليم والتي ترتكز على رسوبيات ترجع الى العصر الطباشيرى والباليوسينى بين منخفضين رئيسيين : منخفض دمشق فى الجنوب الغربى ومنخفض الفرات فى الشمال الشرقى . ويرتكز الأول على طبقات من

الصخور البازلتية السميكة والطين الجبرى والحصباء  
التي ترجع الى العصر النيوجينى والعصر الرابع،  
فى حين يتألف الثانى من صخور بحرية سميكة وصخور  
البحيرات الشاطئية وصخور قارية ترجع الى العصر  
النيوجينى .

#### اقليم بلميرا الالتوائى :

هو اقليم ممتد به التواءات كثيفة تجسده  
جبال بلميرا وتلالها من الناحية المورفولوجية . ويتصدع  
الاقليم الالتوائى بشكل كبير وتحده من الجانبين  
مجموعات من الصدوع العميقة ، وتتألف صخوره من الحجر  
الجبرى والدولوميت وحجر الصوان التي ترجع الى العصر  
الطباشيرى والباليوسينى وتكثر الرسوبيات القارية  
التي ترجع الى العصر النيوجينى والعصر الرابع  
فى المنخفضات الواقعة ما بين الجبال .

#### مرتفع حلب :

يتكون من كتلة كبيرة تحدها صدوع عميقة،  
ويرتكز الجزء الأكبر من هضبة حلب على صخور الطين  
الجبرى والحجر الجبرى التي ترجع الى العصر

الباليوسيني . وتنتشر الصخور البركانية البازلتية  
العائدة الى العصر النيوجيني في منطقة حلب . وذلك  
في مركز المرتفع حيث تغطي الصخور الكربونية  
التي ترجع الى العصر الباليوسيني والمايوسيني  
الأدنى .

سلاسل الجبال الغربية :

تعتبر مجموعة الصدوع اللبنانية - السورية  
أهم معالم هذا الاقليم وهي الامتداد الشمالى لمجموعة  
الصدوع الأردنية . ويمثل الوادى الانكسارى في الجمهورية  
العربية السورية بأخدود الغاب . وتتألف الجبال  
الساحلية وجبال لبنان الشرقية وجبل الشيخ وجبل  
الزاوية بصفة أساسية من صخور الحجر الجيري  
والدولوميت التي ترجع الى العصر الجوارس  
والطباشيرى .

وتنتشر في جوانب الطيه طبقات صخرية تتألف غالبا  
من الطين الجيرى والصخور المتكورة وتمتد الطبقة  
البارزة المتكونة من المركبات الكربونية في اتجاه  
الشمال .

ويمثل التكوين الشمال الشرقى لاقليم البسيط الواقع  
في أقصى الشمال التكوين الناشئ عن الحزام الألبى

المجاور. ويتألف اقليم البسيط غالباً من الصخر  
الأفيوليتية والكربونية .

#### أخدود أرض الرافدين :

تكون أخدود أرض الرافدين خلال المرحلة  
النهائية من التحركات الأرضية التي أدت الى نشوء  
الجال الالبية والتواتسمت بالقوة الشديده فى العصر البليوسينى  
والعصر الرابع وذلك فى البحر الجيولوجى المجاور  
فى منطقة جبال زاغروس وطوروس . ويرتكز الأخدود  
على طبقات صخرية من الحصاء والصخور المتكورة والحجر  
الرملى والطين ترجع الى العصر البليوسينى والعصر  
الرابع كما يحتوى هذا الاقليم على صخور بركانية  
بازلتية .

ويمكن تلخيص وصف طبقات الأرض فى هذا البلد  
على النحو التالى :-

#### العصور الوسطى :

تسود التكوينات المتتالية لصخور الحجر الجيرى  
والدولوميت . ويحدث تغيير كبير فى التكوينات الصخرية

فى اتجاه العصر الطباشيرى الأعلى فتتألف تكوينات العصر  
الكامباني من حجر الصوان وطبقات الفوسفات والحجر  
الجيرى والطين الجيرى فى حين تتألف تكوينات العصر  
المايسترى من الطين والطين الجيرى والحجر الجيرى  
الطينى .

#### العصر الباليوسينى :

تسود تكوينات الطين الجيرى والطين وتعاقب  
طبقات حجر الصوان فى الطبقات الأعلى التى ترجع  
الى العصر الأيوسينى الأدنى . وتتميز التكوينات العائدة  
الى العصر الأيوسينى الأوسط والأعلى بطبقات من الحجر  
الجيرى النيوميوليتى والحجر الجيرى المتفتت .

#### العصر النيوجينى :

تمثله الصخور البحرية والقارية والبركانية  
وتظهر الرسوبيات البحرية فى الجزء الشمالى الغربى من  
البلد حيث تحتوى على الطين الجيرى وشعب الحجر الجيرى .  
وكان حوض أرض الرافدين الواقع فى الشمال الشرقى  
معزولا عن البحر الى حد ما فى العصر النيوجينى وتتألف



رسوبياته من الجص والملح والحجر الجيري والطين الجيري والطين، وتقع الرسوبيات القارية التي ترجع الى العصر النيوجيني في الأجزاء الجنوبية والوسطى من هذا البلد، وتتألف من الصخور المتكورة والحجر الرملي والطين وتغطي الصخور البركانية مناطق شاسعة في الجزء الجنوبي الغربي من البلد ( هضبة حوران ) كما أنها توجد في حمص وحلب وأرض الجزيرة وتتألف غالبا من البازلت مع الرواسب البركانية الفتاتية أحيانا .

#### العصر الرابع :

تتنوع التكوينات التي ترجع الى العصر الرابع وتحتوى على رسوبيات غرينية وبحرية وبحيرية كما تكثر الصخور البركانية العائدة الى هذا العصر . وتتألف الرسوبيات الغرينية من الرمال والحصاء والطين والصخور المتكورة وتوجد رواسب منها سميكة نسبيا في مناطق دمشق ودوا وراض .

## موارد المياه الجوفية

---

تم تكليف عدد من الأجهزة الحكومية بأعمال البحث والتنمية الخاصة بالمياه الجوفية . ويوجد بإدارة الري والقوى المائية التابعة لوزارة المرافق العامة والموارد المائية مكتبان أحدهما يختص بشؤون المياه الجوفية والآخر بشؤون المياه السطحية . ويقوم المكتب الأول بأعمال البحث عن المياه الجوفية في حين يقوم الثاني بقياس معدلات الصرف للمجارى المائية . وتقوم المكاتب الأخرى بإدارة الري بمسؤولية تنمية موارد المياه السطحية والإشراف عليها . وتعتبر إدارة المشروعات الكبرى مسؤولة عن بناء السدود الضخمة حيث تقوم بإجراء البحوث الهيدروليكية والمائية فيما يختص بتصميم وبناء وتشغيل هذه السدود . وتعتبر وزارة سد الفرات مسؤولة عن الأعمال المماثلة في حوض الفرات . وتقوم إدارة الهندسة الصحية بوزارة البلديات والإدارة الجيولوجية بوزارة الدفاع بتوفير المياه للأغراض المنزلية .

## اعمال البحث

---

قام الجيولوجيون الفرنسيون بأعمال جيولوجية

منظمة في الفترة ما بين عام ١٩٢٤ و ١٩٤٥، واعتبرت الخرائط الجيولوجية وخرائط التكوينات الصخرية للبلد والتي نشرت في عامي ١٩٣٣ و ١٩٤٥ الاساس الذي قامت عليه أعمال جيولوجيا الماء التي أجريت بعد ذلك .

وقد ضم قسم الحفر بوزارة المرافق العامة الذي أنشئ في كانون الثاني/يناير عام ١٩٥٢ جيولوجيا سوريا واحدا وخبيراً في الجيولوجيا المائية موفد في بعثة من عام ١٩٥٢ الى ١٩٦٠ من منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة لتقديم المعاونة التقنية . وقد قام قسم الحفر بعمل دراسات محلية في الجيولوجيا المائية كما قام بالاشراف على حفر ٢٥٩ جسة لتوفير المياه لأغراض الري وللأغراض المنزلية . وقد تم تدوين المعلومات التي تجمعت خلال هذه السنوات الثمانية في حوالى ٩٥ تقريراً لم تنشر ، كما تم نشر سبعة بحوث علمية عن جيولوجية وكيمياء الماء في هذا البلد . وقد بدأ الجيولوجيون السوفييات عام ١٩٥٨ في اجراء مسح جيولوجى منظم بالتعاون الوثيق مع الجيولوجيين السوريين . وقد ساهمت المعلومات التي توصلوا اليها من هذا المسح الذي تضمن أعمالا استطلاعية لدراسة جيولوجية الماء في اعيداد خريطة بمقياس رسم ١ الى ١٠٠.٠٠٠ ر ل جيولوجية الماء في البلد .

وقامت شركة تكنو اكسبورت في عام ١٩٦١ بأعمال

التنقيب الكهربى للأرض فى السهوب السورية فى مساحة  
تصل الى حوالى ٥٠.٠٠٠ كيلو متر مربع وتم تمييز عدد  
من اقاليم جيولوجيا الماء وفقا لهذه الأعمال . كما  
قام برنامج الأمم المتحدة الانمائى فى الفترة ما بين  
عامى ١٩٦١ و ١٩٦٣ وبالتعاون مع ادارة المشروعات الكبرى  
باجراء أبحاث شاملة لمصادر المياه الجوفية فى أرض  
الجزيرة بالجمهورية العربية السورية  
( ٥٠.٠٠٠ كيلو متر مربع ) وقد تضمن هذا المشروع أعمال  
التنقيب الجيوفيزيائية ( الكهربية ) ودراسات كيمياء  
الماء والمياه الجوفية وميزان المياه .

وقد قامت بعثة جيولوجية من جمهورية المانيا  
الاتحادية باجراء الأبحاث الاقليمية فى جيولوجية وكيمياء  
الماء عامى ١٩٦٦ و ١٩٦٧ حيث استخدمت الحاسبات الإلكترونية  
فى اعداد مجموعة من البحوث الاقليمية فى جيولوجيا الماء .

وقد بدأ العمل فى مشروع تقييم موارد المياه  
السطحية والجوفية عام ١٩٧٤ فى الأحواض الهيدروغرافية  
بدمشق والعاصى وألب والساحل . ويقوم خبراء المياه  
السطحية والجوفية السوفيات والسوريون باجراء هذه الأبحاث .  
وقد قام المركز العربى لدراسة الأقاليم القاحلة والإراضى  
الجافة باجراء بحوث مستفيضة فى جيولوجية الماء فى  
حوض دوا وهى بيئة قاحلة وذلك فى الفترة من عام

١٩٧٢ الى ١٩٧٧. ويتضمن مشروع حوض دوا أيضا دراسات للمياه السطحية أجريت في حوض نموذجي يقع الى الغرب من بلميرا .

ويقوم مكتب شؤون المياه الجوفية بوزارة المرافق العامة منذ عام ١٩٦٤ . وبالتعاون مع قسم جيولوجية الماء بوزارة البلديات باجراء بحوث مستفيضة لجيولوجية الماء في مناطق تقع في أجزاء البلاد الغربية والشمالية الآهلة بالسكان . ويتم تدبير موارد المياه الجوفية وتوفير المياه بالمدن والقرى وفقا لهذه الدراسات .

#### طرق البحث

تستخدم الطرق التقليدية في عمليات البحث عن المياه الجوفية . وهي عادة ما تتضمن عمليات المسح الجيولوجي والاستطلاع الجيولوجي للمياه وتفسير الصور الجوية . ولا يتم عادة اعداد الخرائط الجيولوجية وفقا لمعلومات الاستطلاع الجيولوجي للمياه . وتتوفر خرائط جيولوجية حديثة نسبيا بمقياس رسم ١ الى ٢٠٠.٠٠٠ لجميع أنحاء البلاد . كما

تتوفر خرائط بمقياس رسم ١ الى ٥٠.٠٠٠ أو بمقياس أكبر لبعض المناطق السكانية الكثيفة أو المناطق الصناعية. وتهدف الأعمال الجيولوجية عادة الى الحصول على مزيد من المعلومات عن التكوينات المختلفة للفوالق والصدوع أو تغير السحنة في الرسوبيات التي ترجع الى العصر النيوجيني والعصر الجيولوجي الرابع كما تهدف هذه الدراسات التي تجري محليا الى تحديد مواقع الحفر لتوفير المياه للأغراض المنزلية أو لأغراض الري . ويقوم اخصائى علم الماء الذى أدار - أعمال الاستطلاع بالاشراف على عمليات الحفر . وعادة ما تؤدي عمليات حفر الجسات الاستغلالية الى الحصول على معلومات قيمة فيما يتعلق بالخصائص الجيولوجية لطبقات ما تحت التربة ونوعية المياه ودرجة حرارة المياه الجوفية والسعة النوعية وخصائص أخرى للطبقات الحاملة للمياه .

وقد استخدمت الكاشفات الاصطناعية والنظائر البيئية فى دراسات جيولوجية الماء للينابيع الصلصالية الكبيرة فى البلد ( رأس العين : ٤٠ متراً مكعباً فى الثانية ، عين الفيحة : ٨ متر مكعب فى الثانية ) ، وطرق المقاومة النوعية لدراسة الطبقات الحاملة والخابسة للمياه وذلك بالقرب من نقاط تصريفها . كما استخدمت الاساليب التقنية لاستكشاف ما تحت الماء لمنطقة التصريف المتكيفة لينبوع عين الفيحة . وقد

تضمنت أعمال البحث عن الموارد المائية الطرق الكهروجيولوجية التي استخدمت على نطاق واسع في أقاليم جيولوجية الماء الشاسعة أو أحواض المياه الجوفية الكبيرة . ويستخدم سبر الأعماق الكهربي العمودي في دراسة ما تحت التربة من الطبقات الغرينية والكربونية الحاملة للمياه . ويجرى استخدام التشكيل الكهربي الجانبي في دراسة الفوالق والصدوع بالأقاليم الواقعة على حدود سلاسل جبال بلмира والجبال الغربية . وقد استخدم سبر الأعماق الكهربي الشعاعي في منطقة بلмира في دراسة الأقاليم المتصدعة التي يتركز عليها وادي الفريسن وقد استخدمت طريقة القياس الكهربي للآبار لأول مرة في عام ١٩٧٣ أما الآن فتستخدم طرق معقدة للقياس الجيوفيزيائي على نطاق واسع ( المقاومة النوعية ، الجهد التلقائي ، أشعة جاما ، درجة الحرارة ، الفرجار )

وقد أجريت البحوث الخاصة لتكوينات الفوالق والصدوع الطولية المكشوفة باستخدام الصور الجوية . وبدء العمل بنماذج كيمياء الماء والنماذج الرياضية في عام ١٩٧٦ . كما أدخلت الحاسبات الالكترونية ابتداءً من عام ١٩٧٠ لأجراء عمليات التخزين والاعداد والاترداد والتحليل الاحصائي لمعطيات كيمياء الماء . وتستخدم الاساليب التقنية للحاسبات بصورة منظمة

في البحوث التي تجرى حاليا تحت اشراف المركز العربي  
لدراسة الأقاليم القاحلة والأراضي الجافة في حوض دوا -  
وأقاليم أخرى .

### أقليم المياه الجوفية

تتميز الأقاليم الغربية والشمالية بطبقات جيوية  
وبازلتية حاملة للمياه تزيد سعتها نسبيا من حيث تخزين  
وتوصيل المياه . وتتغزر الأمطار على سلاسل الجبال الغربية  
في البلد والتي تتألف عادة من صخور الحجر الجيري  
الصلصالي والبازلت المتشقق وتشكل مناطق تجمع من الدرجة  
الأولى للطبقات الحاملة للمياه ذات الإنتاج الغزير التي  
تقع في السهول الساحلية وأقاليم حمص - حماة وسهول  
حوران ودمشق .

وتفتقر الأقاليم الداخلية القاحلة الى المياه الجوفية  
بدرجة نسبية . وهي تتضمن بصفة أساسية تكوينات جيولوجية  
يمكن اعتبارها طبقات حابسة أو مانعة للمياه . وتتجمع  
المياه الجوفية في السهول الغربية والأودية كما توجد



طبقات ثانوية حاملة للمياه ذات أبعاد صغيرة نسبياً فى التكوينات الصخرية لحجر الصوان والحجر الجيري الرملى التى تتداخل مع الطبقات السميقة المتتالية للطين الجيرى .

وتتألف التكوينات الجيولوجية المتتابعة بصفة أساسية من الصخور الكربونية وهى تحتوى على عدد من الطبقات الحاملة للمياه الرئيسة والثانوية . وتشغل صخور الحجر الجيرى والدولوميت التى ترجع الى العصرى — السينومانى والتورونى من العصور الوسطى احدى الطبقات الحاملة للمياه الرئيسة . وتتميز صخور الحجر الجيرى التى ترجع الى العصر الجوراسى بدرجة نفاذية عالية ولكنها غير مكشوفة بدرجة ملحوظة . وتتألف الصخور التى ترجع الى العصر المايستريتى الأعلى والبالوسينى بصفة أساسية من الطين الجيرى والطين وهى تشكل وحدة سميقة وغيرسامية لجيولوجية الماء .

وتكون صخور حجر الصوان والحجر الجيرى مع طبقات الطين الجيرى التى ترجع الى العصر الايوسينى الأعلى طبقات ثانوية حاملة للمياه فى جنوب البلد . كما تكون صخور الحجر الجيرى الواقعة فى أقصى الشمال الشرقى والتى ترجع الى العصر البالوسينى طبقات ارتوازية حاملة للمياه ذات انتاج غزير حيث تتدفق منها ينبع الكبرى لرأس العين ( ٤٠ متراً مكعباً فى الثانية ) وعين العاروس ( ٦ متر مكعب فى الثانية )

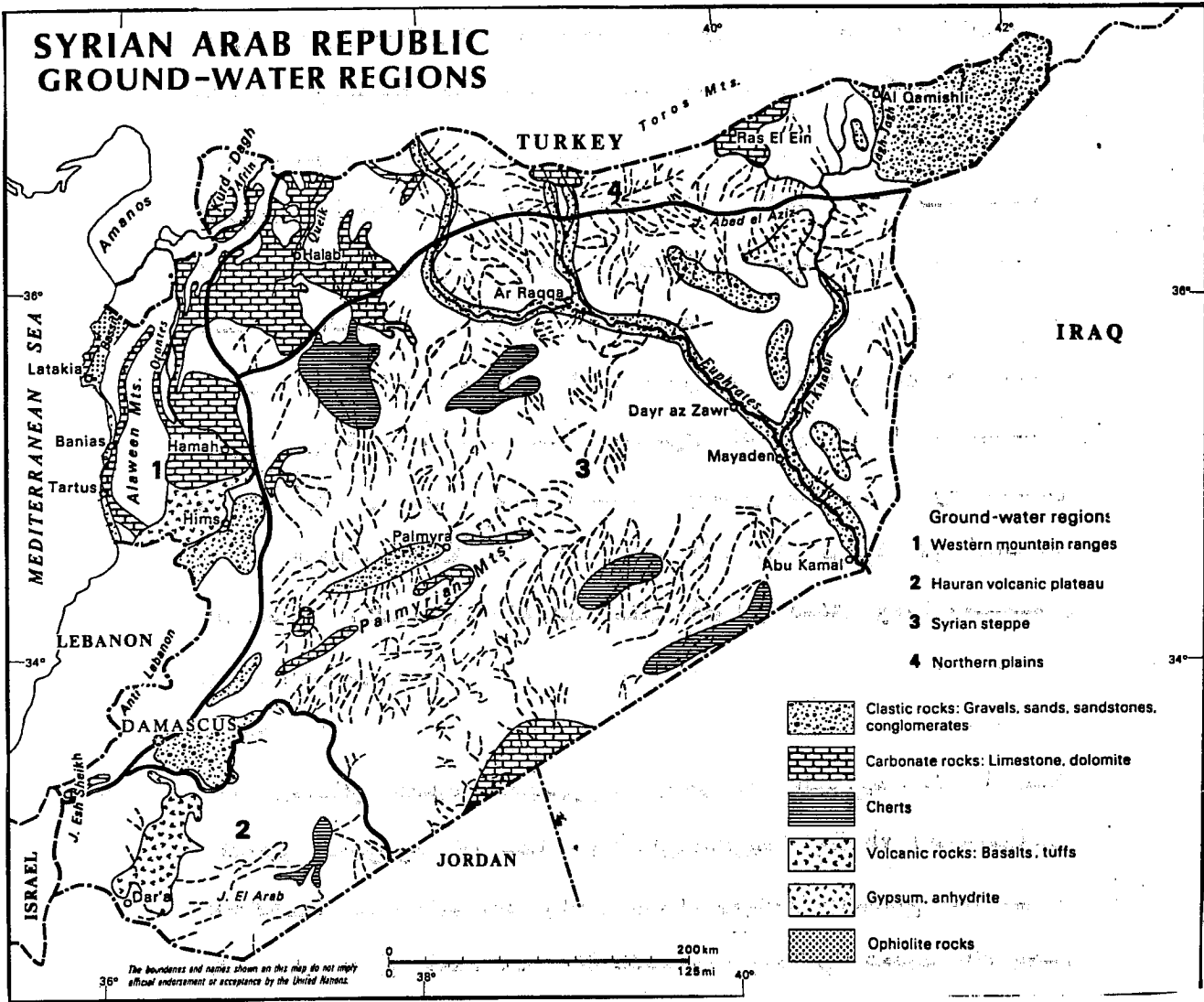
وتحتوى الصخور التى ترجع الى العصر النيوجينى والعصر الرابع على مجموعتين من الطبقات الحاملة للمياه الرئيسية والثانوية . وتتألف المجموعة الأولى من تكوينات متصدعة ومتكهفة فى حين تتألف الثانية من تكوينات مسامية .

وتوجد الطبقات البازلتية المتصدعة الحاملة للمياه فى منطقة حمص وفى الجزء الجنوبى الغربى من البلد وتتألف الطبقات الحاملة للمياه بفارس السفلى التى تمتد شمال نهر الفرات الى أرض الجزيرة السفلى من جـص متصدع ومتكهف وأنهيدريت . وتحتوى التكوينات الفتاتية والمسامية على حجر رملى وحصاء وصخور متكورة . وهى تكون طبقات حاملة للمياه ذات انتاجية غزيرة فى الأقاليم الساحلية والداخلية للبلد مثل أحواض دمشق ودوا وحوض راد الغربى .

ويمكن تقسيم الجمهورية العربية السورية الى أربعة أقاليم لجيولوجيا المياه ( أنظر الخريطة رقم ٢٢ ) . وتعتبر التكوينات الصخرية والتركيب الجيولوجى والمناخ أهم العوامل التى تحدد هذه الأقاليم . وقد تم تحديد عدد من المجموعات الاقليمية لمجارى المياه الجوفية كما يمكن تمييز شبكة معقدة من مجارى المياه الجوفية فى الكتل

خريطة رقم ١١

الجمهورية العربية السورية : مناطق المياه الجوفية .



الصخرية الرطبة وشبه الرطبة فى الجزء الغربى من  
البلد، وتوجد مجموعة اقليمية عميقة نسبيا فى السهوب  
السورية . ويبدو أن هناك ثمة علاقة واضحة بين  
العمق والطول ودرجة القحولة .

وفيما يلى ملخص لخصائص جيولوجية الماء لكل  
أقليم .

#### سلاسل الجبال الغربية :

##### جيولوجية الماء :

تتألف سلاسل الجبال الغربية بصفة أساسية من  
الصخور الكربونية وتظهر صخور الحجر الجيرى والدولوميت  
والحجر الجيرى الدولوميتى التى ترجع الى العصر  
الجوارى والسينومانى والتورونى فى جوف هذه  
الجبال . وتتألف كتلة البسيط فى أقصى الشمال بصفة  
أساسية من الصخور فوق القاعدية والقاعدية وتغزر  
الأمطار على الكتل الصخرية الجيرية الواقعة فى الغرب .  
وتساعد السطوح الصلصالية المنتشرة فى هذه الجبال بصورة  
كبيرة على ارتشاح المياه اذ يتفجر عدد لا يحصى من

الينابيع من الاقليم المتصدع الممتد من الشمال الى الجنوب فى منطقة عرفه وجبل الشيخ ومناطق الزبدانى وسرايه . كما تتدفق ينابيع اكبر من اقليم الخسف المتصدع فى أخدود الغاب . وتعتبر الينابيع الحارة ( حمه وشيخ عيسى ) دليلا على حركة الدوران العميقة للمياه الجوفية فى بعض أجزاء نظام الصدوع . ويتم تصريف المياه الجوفية المتجه نحو الغرب بصفة أساسية فى الجزء الأوسط من الساحل السورى . وتوجد ينابيع تحت البحر فى عدد من المواقع بالقرب من طرطوس وبانياس . وتشير الصور التى التقطت عن طريق الأقمار الصناعية الى احتمال وجود تصريف ملحوظ تحت البحر فى هذه المواقع .

وقد تكونت اقاليم صلصالية ومتكهفة فى بعض المناطق فى أعماق مختلفة تحت الأرض . ويتم تصريف المياه من الكتل الصخرية الجيرية فى جبال لبنان الشرقية وجبل الشيخ وذلك فى اتجاه الجنوب على امتداد الاقاليم المسامية التى تتوازي مع محاور هذه الكتل ثم تتفجر على هيئة ينابيع كبيرة . وتتفجر الينابيع الكبرى لعين الفيحة وبردى من الطرف الجنوبى للكتل الصخرية بجبال لبنان الشرقية وجبل الشيخ على التوالى .

وتتصدع كتل الصخر الجيري المتقشرة في بعض المناطق من جانب واحد فقط أو ربما تصغر نسبة ازاحة الصدع وتميل طبقات الصخر الجيري ميلا سهلا أسفل طبقات الطين الجيري الحابسة للمياه والتي ترجع من العصر المايستريتي الى العصر الباليوسيني مكونة طبقات رئيسية حاملة للمياه ويصل معدل المياه الناتجة من الطبقات المحصورة الحاملة لها في منطقة حماه والتي ترجع من العصر السينوماني الى العصر التورونياني الى ٥٠ لترا في الثانية للآبار المنفردة . وقد تم استخراج المياه الارتوازية من جزيرة أرواد في المناطق الغربية . وتتأرجح انتاجية المياه من الطبقات المحصورة الحاملة لها الواقعة في سهول الساحل السوري بين منخفضة ومتوسطة تغطي الطبقات الغرينية والبازلتية الحاملة للمياه والصخور الكربونية في بعض الأحيان ويبدو ذلك واضحا بصفة خاصة في مناطق جبلة والغاب وحمص .

وتوجد المياه الجوفية في صدوع الصخور فوق القاعدية والقاعدية في الجزء الشمالي من سلاسل الجبال الغربية حيث تتفجر ينابيع ذات معدلات منخفضة ( ٢ - ٣ لتر في الثانية ) وتكون صخور السرينتين وهي اكثر الصخور انتشارا في هذه المنطقة طبقات ثانوية حاملة للمياه للغاية وذلك بعد أن تبدلت خواصها تماما .

نوعية المياه

تنخفض نسبة الأملاح المذابة فى المياه الجوفية فى الاقليم الغربى اذ تتراوح نسبة المواد المذابة بهـا بين ٢٥٠ و ٥٥٠ جزء فى المليون . وتحتوى المياه الجوفية بصفة أساسية فى الجزء الأكبر من السلاسل الغربية الجيرية على بيكربونات الكالسيوم وبيكربونات الصوديوم وتبرز رسوبيات الجص التى ترجع الى العصر المايوسينى الأعلى على الجانب الشمال الغربى لجبال العلويين غرب منطقة الحفا مما يرفع نسبة الكبريت المذاب فى المياه الجوفية بطبقات الحصاء فى وادى نهر الكيش . ويمكن ارجاع الزيادة فى نسبة الكبريتات والكالسيوم فى مياه عدد من ينابيع الحدود الغربية لأخدود الغاب الى وجود طبقات الجص المتداخلة فى تكوينات جبال العلويين التى ترجع الى العصر الجوراسى الأوسط .

ويظهر تأثير صخور الطين الجيرى التى ترجع الى العصر الطباشيرى الأعلى والتى تغطى الطبقات المحصورة الحاملة للمياه فى اقليم حماه التى ترجع من العصر السنومانيانى الى العصر الثورونيانى فى نسبة الصوديوم والكلور والكبريتات المذابة فى المياه الجوفية .

وقد حدث تداخل لمياه البحر في منطقة الحميدية في الجزء الجنوبي للساحل السوري وفي شمال اللاذقية ويرجع السبب الرئيسي لهذا التداخل لمياه البحر الى الاسراف في الضخ لأغراض الري وللأغراض المنزلية .

### هضبة حوران البركانية :

#### جيولوجية الماء

تشكل الصخور البركانية في الجنوب الغربي التي ترجع الى العصر النيوجينى والعصر الرابع هضبة متموجة تمتد خارج حدود الجمهورية العربية السورية الى الاردن والمملكة العربية السعودية ويصل ارتفاع جبل العرب الذى يقع على حافتها الغربية الى ١٦٠٠ متر كما يزيد سمك طبقة البازلت في هذه الكتلة البركانية عن ٨٠٠ متر، ويشطر وادى اليرموك الهضبة البركانية بعمق في جزئها الجنوبي ويرتكز سهل حوران وهو من اكثر أجزاء البلاد خصوبة على صخور البازلت التي ترجع الى العصر الرابع ويشكل الطبقة الرئيسية الحاملة للمياه في الهضبة . ويرجع تكوين الأقاليم المسامية في الطبقات الحاملة للمياه بحوران الى الشقوق التي نتجت عن عمليات تبريد الأرض وتكوين أنابيب الحمم البركانية كما يرجع أيضا الى بعض الصدوع المتشكلة بتحركات القشرة الأرضية . وتتكون الطبقات



الثانوية الحاملة للمياه من الرواسب البركانية الفتاتية  
الخشنة وقد ترتبط بصورة ما بالطبقات الرئيسية الحاملة  
للمياه فيما يختص بحركة الماء . وتفتقر الأقاليم  
الغربية والشرقية للهضبة حيث تنتشر صخور البازلت  
التي ترجع الى العصر النيوجيني الى المياه الجوفية بصورة  
كبيرة. وعلاوة على ذلك تمنع الأحجار المسامية ذات الحبيبات  
الدقيقة فى هذه المناطق والمتشكلة من رماد البراكين  
المياه الجوفية من التحرك فى اتجاه النظام الرئيسى  
لجيولوجية الماء . وتتكون بذلك شبكات محلية من مجارى  
المياه الجوفية ويتفجر عدد من الينابيع الصغيرة على  
مستويات مختلفة فى جبل العرب . وتتغير معدلات المياه  
الناجة من الآبار الى أبعد حد . وقد تم قياس أعلى  
معدلات للمياه فى منطقة مزيريب وفى المناطق التى تقع  
فى اتجاه الأجزاء الجنوبية لسهول حوران الوسطى وتتراوح  
هذه المعدلات عادة بين ٥ و ١٥ لتر من المياه فى الثانية  
وتتراوح أعماق الآبار المنتجة للمياه بين ١٢٠ و ٢٠٠ متر  
ولم تعط الحسات الاستكشافية التى حفرت فى أعماق أكبر  
( ٢٠٠ - ٣٠٠ متر ) أى نتائج ايجابية .

وتعتبر مرتفعات الجولان وجبل الشيخ فى الغرب وجبل  
العرب فى الشرق أقاليم التجميع الرئيسية فى منطقة

جيولوجية الماء بحوران . ويزيد معدل الامطار عن ٤٥٠ ملليمترا في الشرق وعن ١٠٠٠ ملليمتر في الغرب وينساب جزء كبير من هذا التساقط الذي يرتشح في هذه المرتفعات شرقا وغربا حتى يصل الى سهل حوران الذي يرتكز على صخور البازلت التي ترجع الى العصور الرابع . ويتم تصريف المياه من الطبقات الحاملة لها في حوران الى نهر اليرموك وينابيع مزيريب الواقعة في أقصى الجنوب الغربي من البلد ويوجد ايضا عدد من الينابيع ومساقط المياه بالأودية العميقة في الجنوب الغربي .

وتعتبر طبوغرافية وطبيعة التكوينات الصخرية لصخور القاعدة الرسوبية والأودية العميقة الواقعة في اقليم الصرف من العوامل الهامة التي تؤثر في حركة المياه الجوفية في صخور البازلت . ويبدو أنها تقلل من مقدار السمك المتشبع في الطبقات البازلتية الحاملة للمياه في اقليم حوران . وترتكز المناطق الوسطى والشرقية على صخور الطين الجيري والطين غير المسامية التي ترجع الى العصر الباليوسينى . وقد تغطى عروق الصخور البازلتية صخور الحجر الجيري في المناطق الغربية مما يشكل طبقات متعددة حاملة للمياه . ويلزم اجراء

مزيد من الاستكشاف لهذه الطبقات لتقييم امكانياتها  
من المياه الجوفية بالكامل .

نوعية المياه :

تتميز هضبة حوران البركانية بمياه بيكربونية  
عذبة تتراوح نسبة المواد المذابة فيها بين ١٥٥ و  
٥٥٠ جزءاً في المليون . وتحتوى المياه الناتجة  
من الجسات التى تم حفرها فى منطقة القنيطرة  
على ١٥٤ جزءاً فى المليون وهى تمثل اكثر المياه  
التى تم تحليلها عذوبة فى البلد . وترتفع درجة  
ملوحة المياه الجوفية فى منطقة تصريف مزيريب  
الى ٦٠٠ جزء فى المليون. وتعتبر المياه الجوفية  
فى اقاليم التجميع الغربية والشرقية من النوع الذى  
يحتوى على بيكربونات الكالسيوم فى حين تحتوى  
المياه الجوفية فى منطقة تصريف مزيريب وفى  
اتجاه الجزء السفلى من نظام جيولوجية المــــاء  
أساسا على بيكربونات الصوديوم . وقد لوحظ ارتفاع  
حاد فى نسبة الملوحة محليا . وتصل نسبة المواد  
المذابة فى اقليم مسمية الى ٢٣٠٠ جزء فى المليون.

ويرجع السبب الرئيسى للملوحة الى صخور الطين  
الجبرى البحرية التى تغطى هذه المنطقة .

### السهوب السورية ( بادية الشام )

#### جيولوجية الماء

تتألف السهوب السورية من هضبة حماد فى  
الجنوب وسهول صحراوية شاسعة فى الشمال وتحتل  
سلسلة جبال بلميرا الجزء الأوسط منها .

وتوجد المياه الجوفية فى الصخور الكربونية  
وصخور حجر الصوان والرسوبيات الفتاتية فى  
المناطق الواقعة جنوب نهر الفرات كما توجد  
تكوينات نموذجية لها فى السهول الغربية التى  
تحيط بالمرتفعات أو فى الأحواض الواقعة ما بين  
الجبال .

ترتجع المياه الجوفية فى الأودية المهجورة  
وفى رسوبيات الجص المتكثفة شمال نهر الفرات . -  
وتختلف معدلات المياه الناتجة من الطبقات الحاملة  
لها بصورة كبيرة فى السهوب السورية حيث تتراوح  
معدلاتها من الآبار المحفورة بين ٥٠ و ١ لتر  
من المياه فى الثانية للطبقات التى ترجع الى العصر

الباليوسينى ٥٠ لتراً فى الثانية للطبقات الغرينية

وتشكل صخور الحجر الجيرى والدولوميت فى  
منطقة بالميرا والتي ترجع من العصر السينومانىانى  
الى العصر التوروثيانى طبقات حاملة للمياه ذات -  
ابعاد صغيرة نسبياً . وتوجد هذه الطبقات عادة فى  
الأحواض الواقعة ما بين الجبال وفى الأودية . وقد  
حفرت آبار فى هذه الطبقات تتراوح أعماقها بين  
١٠٠ و ٢٠٠ متر فى منطقتى النصيرية والسوانية  
وتتراوح معدلات المياه الناتجة منها فى هذه المواقع  
بين ٦ و ١٢ لتراً فى الثانية .

وقد تصدعت الطبقات الحاملة للمياه التى ترجع  
من العصر السينومانىانى الى العصر التوروثيانى  
والواقعة فى السهول الصحراوية الممتدة الى الشرق  
والشمال من جبال بالميرا بواسطة اقليم صدوع بالميرا  
الجنوبى . وقد تم حفر جسات عميقة نسبياً فى طبقات  
جيرية حاملة للمياه ترجع الى العصر الجوراسى فى  
منطقة تنف المتقببة . وتقع أعلى هذه الطبقات  
على مسافة ٤٠٠ متر تحت سطح الأرض . ويلزم حفر

مزيد من الجسات الاستكشافية العميقة لتحديد الطبقات الجيرية الحاملة للمياه فى هذه المنطقة والتي ترجع الى العصر الجوراسى والطباشيرى . وقد تم استخراج مياه جوفية من طبقات ترجع من العصر السينومانى الى العصر التورونى . وتوجد طبقات محصورة حاملة للمياه ترجع الى العصر الكامبانى والايوسينى الأدنى . وتنتشر الصخور الصوانية الحاملة للمياه التى ترجع الى العصر الكامبانى بصورة كبيرة فى حوض خناصر وحوض وادى المياه كما توجد طبقات حاملة للمياه ترجع الى نفس العصر فى تدمر وبردى وعرق وعدد من المناطق الأخرى الواقعة ما بين الجبال بسلاسل بالميرا .

ويتألف التكوين الحامل للمياه الذى يرجع الى العصر الأيوسينى الأدنى ( إقليم اكارينينا بنتا كاميراتا ) من صخور الصوان والحجر الجيرى المتسلكت وهو مغطى بصخور الطين الجيرى غير المسامية التى ترجع الى العصر الأيوسينى الأوسط . وتنتشر الطبقات الحاملة للمياه العائدة الى العصر الأيوسينى الأدنى انتشارا كبيرا فى السهوب السورية ولكن نتاجها من المياه قليل جدا . وتتراوح القدرة النوعية للآبار التى اخترقت هذه الطبقات تماما

بين ١٥ و٣٠ متر مكعب / ساعة / متر . وقد تم قياس معدلات أقل تصل من ٠.٢ الى ٠.٤ متر مكعب / ساعة / متر

وتشكل الصخور المترسبة التي ترجع الى العصر النيوجيني والعصر الرابع عددا من الطبقات الحاملة للمياه الهامة في السهوب السورية .

ويعتبر سهل الغوطة الذي يمتد الى الشرق من دمشق من اكثر مناطق هذا البلد تنمية ونتاجا . يتركز هذا السهل الشاسع الذي يجاور جبال لبنان الشرقية على الحصباء والصخور المتكورة والبازلت وصخور الحجر الجيري البحيرية والطين الجيري، وهو يتميز بارتفاع مستوى المياه في الارض كما ان طبقاته الحاملة للمياه متصلة بنهرى بردى والأعوج فيما يختص بحركة الماء في الأرض .

وبذلك يصبح تلوث المياه الجوفية إحدى المشكلات الرئيسية في غوطة دمشق، وتتجدد موارد الطبقات الحاملة للمياه بالغوطة من المياه السطحية ومياه الأودية التي تنشأ في المرتفعات الغربية . وتتراوح معدلات المياه الناتجة من الآبار التي تم حفرها الى أعماق لاتزيد عن ٥٠ متراً بين ١٠ و٢٥ لتراً في الثانية، وتزيد هذه المعدلات في المناطق التي تتركز على سحنة سميكة من الحصباء حيث تصل من ٤٠ الى ٥٠ لتراً من المياه في الثانية .

ويمتد وادى دوا الى الغرب من بلميرا ويرتكز على  
الصخور الرملية والحجر الرملى والحصاء والصخور المتكسورة  
وتمثل الصخور الحتاتية المرحلة الأخيرة من عملية ترسيب  
معقدة بدأت بترسيب رسوبيات كربونية سميكة فى منخفض هائل  
تحده صدوع عميقة . ويقل حجم حبيبات الرسوبيات الفتاتية فى  
اتجاه الشمال والجنوب نحو المنطقة الوسطى للحوض الذى يتألف  
من صخور الطين والطين الجيرى . وتمثل طبقات الحصاء التى قد  
تقع أسفل صخور الطين والطين الجيرى فترات زمنية من العصر  
البليستوسينى تميزت بتزايد فى معدلات سقوط الامطار .

وقد أجرى المركز العربى لدراسات الأقاليم القاحلة  
والأراضى الجافة أبحاثا حديثة على الطبقات المركبة والمتعددة  
الحاملة للمياه المتألفة من الصخور الكربونية والحتاتية فى  
حوض دوا . وقد تم اكتشاف عدد من مستويات المياه المحصورة فى  
الصخور الكربونية التى ترجع الى عصور التورونيانى والسنتونيانى  
والكمبانيانى وذلك فى المنطقة الشرقية للحوض . وترتفع عدوية  
المياه الجوفية فى التكوين الجيرى الحامل لها الذى يوجد فى  
أعماق اكبر الى درجة فائقة اذ تصل نسبة المواد المذابة من  
٣٥٠ الى ٤٠٠ جزء فى المليون . وتتجدد مياه الطبقات الحتاتية  
العليا الحاملة لها فى منطقة تدمر من طبقة الحجر الجيرى



السليكونى الحاملة للمياه التى ترجع الى العصر الكمبانيانى وذلك على امتداد أقاليم الصدوع . وتعتبر الأراضى المحصورة فى المناطق الغربية ( سهل دوا ) أراضى عميقة نسبيا لها درجة ملوحة أعلى ، وقد تم تسجيل درجات حرارة مرتفعة فى بعض المواقع بها ( ٥٥° فى زملة الماهر و ١٠٠° فى أبورباح) . ويتم تجميع المياه فى الطبقات الحتاتية العليا الحاملة لها بصفة أساسية من المياه السطحية الجارية التى تنشأ فى المرتفعات الشمالية والجنوبية . وتوجد مياه جوفية عذبة نسبيا فى بعض مناطق الجزء الجنوبى لسهل دوا بينما توجد طبقات حاملة للمياه المالحة فى الجزء الشمالى من السهل الصحراوى .

نوعىة المياه :

=====

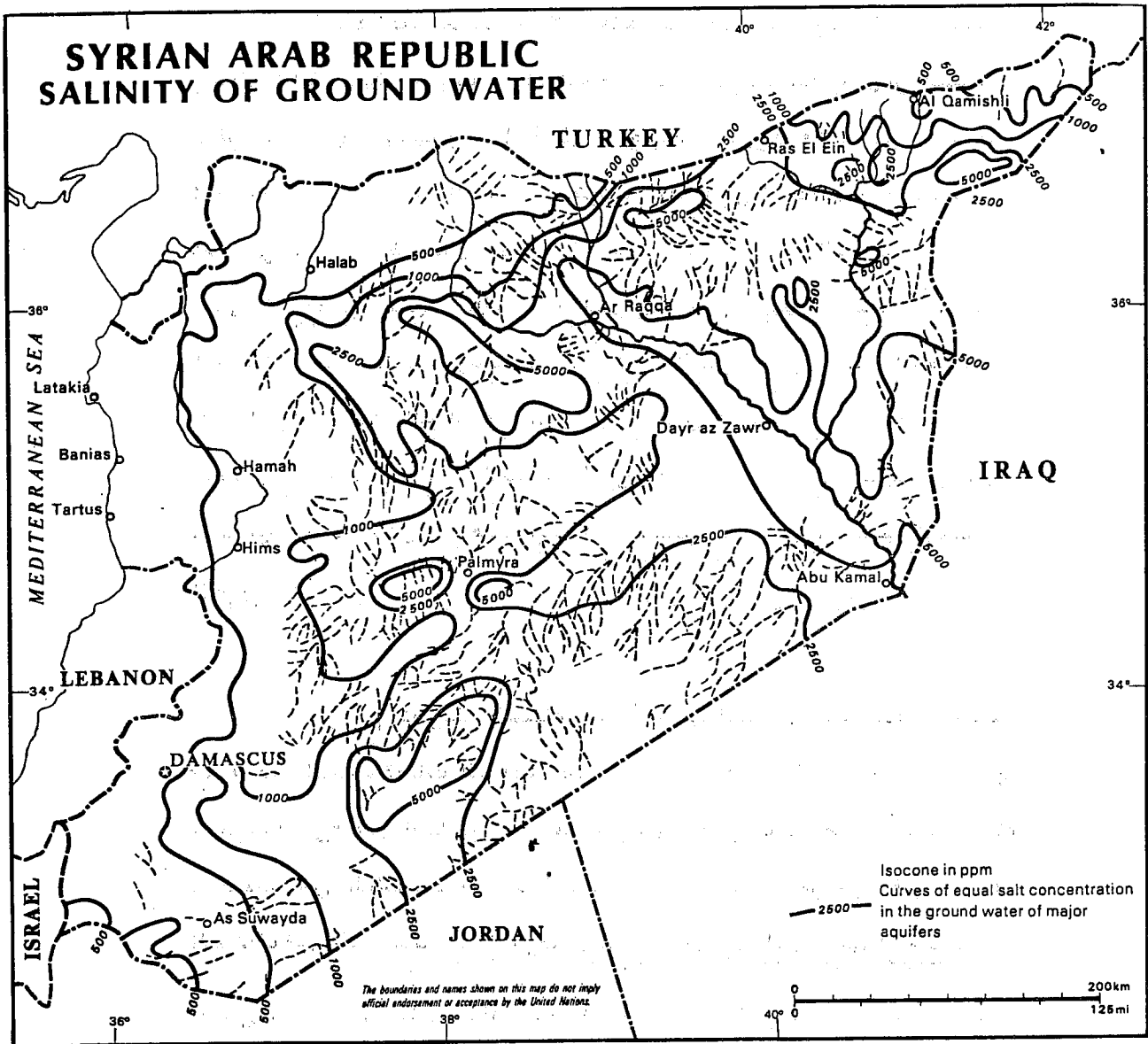
تحتوى الطبقات الكربونية الحاملة للمياه بمناطق النصيرية والقرتيين وعرق ووادى المياه على مياه جوفية عذبة تتراوح نسبة المواد المذابة فيها بين ٤٠٠ ، ٦٠٠ جزءا فى المليون . وتوجد أيضا مياه جوفية ذات أملاح منخفضة فى الرسوبيات الفتاتية بغوطة دمشق وحوض جبرود والسهل الفيضى لنهر الفرات وفى الرواسب النهرية لعدد من الأودية بالسهول الصحراوية الشمالية . وتعتبر الطبقات الحاملة لهذا النوع من المياه بالسهوب السورية ذات أهمية عظمى إذ أنها توفر مياه الشرب لعدد من المناطق الحضرية والصناعية والريفية

ومناطق التعدين . ومعظم هذه الطبقات لها أبعاد صغيرة نسبياً .  
وتدر الطبقات الحاملة للمياه فى منطقة بالميرا مياه جوفية  
تتراوح نسبة المواد المذابة فيها بين ٢٠٠ و ١١٠٠ جزء فى  
المليون وهى تعتبر مياه ذات نوعية جيدة فى السهوب السورية  
كما تدر الطبقات المحصورة الحاملة للمياه فى حوض وادى المياه  
وحوض خناصر مياه جوفية تصل نسبة المواد المذابة فيها الى  
٣٠٠٠ جزء فى المليون . ( أنظر الخريطة رقم ١٢ ) . وتوجد  
المياه الجوفية المالحة فى تكوينات فارس السفلى الجصية  
كما توجد فى نقط تصريف مجموعة الطبقات للمياه المحصورة  
وغير المحصورة منها بالسهوب السورية . وقد بينت مقاطع  
كيمياة الماء التى رسمت عبر نهر الفرات أن نسبة ملوحة  
المياه الجوفية الواقعة أسفل الضرين تتجاوز ٨٠٠٠ جزء فى  
المليون . ويتم تصريف المياه الجوفية المالحة فى السهل  
الفيضى الغرينى ، هذا وقد تم تمييز عدد من أقاليم كيمياة  
الماء .

ويتم تصريف المياه فى أحواض المياه الجوفية المغلقة  
عادة فى المستنقعات الجافة حيث تزيد نسبة الملوحة عن  
١٠٠٠٠ جزء فى المليون . وقد يوءدى الاسراف فى ضخ المياه  
الجوفية من الطبقات الحاملة لها . والتى يتم تصريفها فى نهاية  
المطاف فى المستنقعات الجافة الى التعدى التدريجى للمياه

خريطة رقم ١٢

الجمهورية العربية السورية : ملوحة المياه الجوفية .



المالحة . وقد وضحت هذه الظاهرة فى منطقة رمضان شمال شرقى دمشق ومنطقة بيضا الى الغرب من تدمر .

وتبين نسبة الأملاح المذابة فى المياه الجوفية عدداً من الخصائص مثل طبيعة الصخور ، ودرجة التوصيل، والمناخ وطول المسافة بين مناطق التجدد ونقط التصريف .

وتوجد المياه الجوفية التى تحتوى على بيكربونات الكالسيوم فى طبقات الحجر الجيرى الحاملة لها فى منطقتى النصيرية وعرق وفى التكونيات الفتاتية بغوطة دمشق حيث تحيط المرتفعات بكل هذه المناطق التى تتلقى كميات متوسطة من الامطار . كما توجد هذا النوعية من المياه فى وادى الصواب ووادى المياه وهما أطول واديين فى المناطق القاحلة للغاية التى تقع فى الجزء الشرقى من البلد .

وتتجمع المياه اليكربوتاتية العذبة فى السهوب السورية من ارتشاح مياه الأمطار فى غرين الوديان الكبرى ومن الارتشاح المباشر نتيجة للتساقط الذى يحدث على الأجزاء المرتفعة

من جبال لبنان الشرقية وجبال بلميرا الكربونية .

وتوجد المياه التي تحتوى على كبريتات الكالسيوم فى طبقات فارس السفلى والعليا الحاملة للمياه التي تقع فى أرض الجزيرة السفلى والتي تحتوى على صخور الجص والحجر الطينى والرملى ، كما توجد هذه المياه فى الطبقات الصوانية الارتوازية الحاملة لها فى حوض خناصر . ويرجع انخفاض الكبريتات نسبيا فى الطبقات الحاملة للمياه فى منطقة بلميرا والتي ترجع الى العصر الكمبانيانى الى عملية اختزالها اذ تمثل صخور الحجر الطينى القيرية وحجر الصوان العصر الكمبانيانى فى هذه المنطقة وتقتزن عملية أكسدة المواد العضوية بعملية اختزال للكبريتات . وتنتج الينابيع التي تتفجر من الطبقات الحاملة للمياه فى حوض بلميرا والتي ترجع الى العصر الكمبانيانى مياه حرارية تحتوى على نسبة مختلفة من كبريتيد الهيدروجين والكبريتات . وتوجد مياه تحتوى على كلوريد الصوديوم فى الرسوبيات الحثائية فى الجزء الأكبر من سهل دوا وفى أجزاء من سهول بلميرا ودمشق . ويعتبر التركيز الذى ينتج عن التبخر فى مناطق المستنقعات الجافة ومنخفضات الصحارى العامل الرئيسى المؤثر ، وتدخل الحركة البطيئة للمياه الجوفية فى صخور الحجر الطينى البحرية التي قد تحتوى على الجص واملاح

الصوديوم والمغنيسيوم ضمن العوامل الهامة الأخرى . وتوجد مياه تحتوى على كلوريد الصوديوم بها نسبة عالية جدا من الأملاح فى صخور الحجر الطينى وحجر الصوان التى ترجع الى العصر الباليوسينى فى منطقتى الرصافى وحماه . ويعتبر التجميع المحدود ودرجة التوصيل المنخفضة جدا لهذه الطبقات الحاملة للمياه من العوامل الرئيسية التى تؤثر فى تركيب المياه الجوفية فى هذه المناطق .

السهول الشمالية :

جيولوجيا الماء :

تعتبر السهول الشمالية من أكثر الأقاليم ادرارا للمياه الجوفية بالجمهورية العربية السورية حيث توجد الصخور الفتاتية والبازلتية فى الأجزاء الشرقية منها والتكوينات الكربونية فى الأجزاء الغربية . وقد تم تحديد عدد من الطبقات الحاملة للمياه الهامة بها : الطبقات الحاملة للمياه بمناطق راض ، ورأس العين وتل أبيض وحلب .

وتوجد طبقات ثانوية حاملة للمياه فى الاقليم بالاضافة الى هذه الطبقات الرئيسية وذلك فى صخور الحجر الطينى التى تعرضت لعوامل الحت والتعرية وصخور الحجر الجيرى والحجر الجيرى الطباشيرى . وتقع مناطق التجدد الرئيسية فى أقصى الشمال الغربى والشمال الشرقى من البلد حيث تمتد شمالا خارج الحدود الى الجزء الجنوبى لسلسلة جبال طوروس ويصل معدل سقوط الأمطار الى ٤٠٠ ملليمتر سنويا فى الأجزاء الشمالية الغربية والشمالية الشرقية من هذه المنطقة ويزيد الى ١٠٠٠ ملليمتر فى اتجاه الشمال فى مرتفعات طوروس فى حين يصل هذا المعدل الى ٥٥٠ ملليمتر فى الهضبة المجاورة حيث ترتفع درجة ارتشاح الأمطار الذى يحدث على صخور الحجر الجيرى المتشققة والبالزت المنتشرة فى أراضيها وذلك بصورة نسبية . ويحدث التجدد الناتج من المياه السطحية على امتداد الأنهار الصغيرة والوديان التى تنشأ فى المرتفعات الشمالية .

وتتألف الطبقات الحاملة للمياه بمنطقة راض من الحصياء والصخور المتكورة والرمال والحجر الرملى التى ترجع الى العصر المايوسينى الأعلى والعصر الرابع . وينتشر عدد من الأقاليم المسامية الكبيرة بين قامشلى كراتشوك تتراوح درجة نفاذيتها بين معتدلة وعالية . ويبلغ حجم التجدد الناتج

من التساقط والمياه السطحية بوديان الجفجف وبريبتش وجاره  
وخيزر ورميلان ٣٥٠ x ٦١٠ متر مكعب سنويا . وتبلغ كمية  
المياه المتبخرة الناتجة من نتح النباتات بالمستنقعات  
الجافة الشاسعة براض فى الجنوب ٢٧٠ x ٦١٠ متر مكعب  
سنويا .

وتعتبر الطبقة الارتوازية الحاملة للمياه برأس  
العين أكثر الطبقات ادراارا للمياه فى البلد . وهى  
تشألف من صخور الحجر الجيرى المتكهفة والدولوميت التى  
ترجع الى العصر الايوسينى والمايوسينى . وتحتوى منطقة  
التجدد الرئيسية الواقعة فى الشمال على صخور الحجر الجيرى  
التى ترجع الى العصر الايوسينى والبازلت وتقدر مساحتها  
بحوالى ٧٥٠٠ كيلو متر مربع ويصل معدل التساقط على هذا  
الاقليم الى ٤٥٠ ملليمتر سنويا ويبلغ معدل التجدد حوالى  
٦١ مليار متر مكعب من المياه سنويا .

ويعتبر ينبوع رأس العين الذى يتفجر من الطبقة  
الارتوازية الحاملة للمياه واحدا من أكبر الينابيع  
الصلصالية فى العالم، اذ يصل معدل تصريفه الى ٤٠ مترا  
مكعبا فى الثانية، ويقع هذا الينبوع فى منطقة ذات تكوينات  
متداعية تشكلت نتيجة لاذابة التكوينات العميقة بحركة المياه



الجوفية . وتمتد طبقة رأس العين الارتوازية الحاملة للمياه جنوبا الى تل تامر ولم يتم تحديد الحدود الجنوبية لهذه الطبقة بشكل واضح حتى اليوم .

وتتشابه خصائص جيولوجيا الماء لطبقات رأس العين مع الطبقات الجيرية الحاملة للمياه فى تلال أبيض التى تكون حزاما ذا عرض محدود . ويمثل معدل تصريف ينبوع عين العاروس الى ٦ متر مكعب فى الثانية .

وتوجد المياه الجوفية فى منطقة حلب فى صخور الحجر الجيرى الطباشيرى والحجر الجيرى الطينى بصفحة أساسية والتى ترجع الى العصر الايوسينى . وتتألف قاعدة الطبقات الحاملة للمياه من صخور الحجر الطينى غير المسامية التى ترجع الى العصرين الباليوسينى والطباشيرى الأعلى . وتوجد المياه الجوفية الضحلة فى الرواسب الفتاتية غير المدمجة التى ترجع الى العصر الباليوسينى والعصر الرابع فى المناطق المنخفضة بالجبول ومادخ . وتكون صخور الحجر الجيرى التى ترجع الى العصر النيوجينى طبقات متعددة حاملة للمياه فى عدد من المناطق التى تقع الى الغرب والشمال والجنوب الغربى من حلب .

ويتم تجديد المياه الجوفية بارتشاح التساقط المحلى  
والمياه السطحية فى حوض نهر قويق . ويعتبر مادخ والجبول  
من أهم نقط التصريف لتكوينات المياه الجوفيه الضحلة .

نوعية المياه :

تعتبر المياه الجوفية الواقعة فى الجزء الشمالى  
من منطقة راض من النوع الذى يحتوى على أملاح البيكربونات  
ويتبدل العنصر الأساسى فى هذه الاملاح من الكالسيوم فى  
الشمال الشرقى الى المغنيسيوم والصوديوم فى الجنوب . وتحتوى  
هذه المياه الجوفية على نسبة منخفضة من المواد المذابة  
اذ تتراوح درجة ملوحتها بين ٥٠٠ و ١٠٠٠ جزء فى المليون فى  
معظم مناطق راض الجنوبية . وتتحول المياه البيكربونية  
مع انسياب المياه الجوفية فى اتجاه الجنوب الى مياه تحتوى  
على كبريتات الكالسيوم وكلوريد الصوديوم وذلك فى مستنقعات  
راض الجافة حيث تصح مياه جوفية معدنية تتراوح درجة ملوحتها  
بين ٥٠٠٠ و ٥٥٠٠٠ جزء فى المليون .

وتنتشر مناطق المياه الجوفية البيكربونية فى  
الشمال نتيجة لغزارة الأمطار وتمتد هذه المناطق جنوبا فى  
أودية جاره وجنيزر ورميلان اثر التجدد الناتج من الميــــــــــــــــاه  
السطحية الجارية فيها .

وتتميز الطبقات الجيرية الحاملة للمياه فى رأس العين وتل أبيض التى ترجع الى العصر الايوسينى بمياه تحتوى على بيكربونات الكالسيوم بها نسبة أملاح منخفضة اذ تتراوح المواد المذابة فيها بين ٢٥٠ و ٥١٠ جزءاً فى المليون .

وتوجد بالطبقات الحاملة للمياه التى تتألف من صخور الحجر الجيرى والحجر الجيرى الطباشيرى فى منطقة ألب مياه جوفيه تحتوى على بيكربونات الكالسيوم وبيكربونات المغنيسيوم لها درجة ملوحة منخفضة، ويزيد سمك صخور الحجر الطينى التى ترجع من العصر الطباشيرى الى العصر الباليوسينى عن ٣٠٠ متر فى بعض المواقع بمنطقة حلب. وترتفع ملوحة المياه الجوفية العميقة بدرجة كبيرة، وتنخفض ملوحة المياه فى الطبقات العميقة الحاملة لها كلما ازداد التجدد من المياه العذبة الموجودة فوق سطح الأرض أو من التكونيات الضحلة للمياه الجوفية .

## تقييم موارد المياه المتاحة

---

سيكون الأمر مغايرا للواقع اذا ما أعطينا أرقاماً دقيقة ومحددة لموارد المياه السطحية والجوفية المتاحة، وسوف توءدى التقديرات الآتية بعد الى القاء بعض الضوء على الأهمية النسبية لهذه الموارد فى البلد . ولقد تضمنت البحوث السابقة الحسابات الخاصة لموازن المياه فى مناطق راض ورأس العين ودمشق وحران . وعندما أجريت الأبحاث الميدانية فى هذه المناطق كان هناك قصور واضح فى البيانات الخاصة بجيولوجيا وعلوم الماء من حيث طول مسدة تسجيل هذه البيانات وكثافة الشبكات التى تقوم بأعمال الملاحظة . على أنه يمكن قياس معدلات التصريف فى المناطق التى تم دراستها بكل دقة ان ذلك مقصور على عدد قليل من الينابيع الكبيرة التى تتفجر من التكوينات المتشققة أو المتكهفة أو الصلصالية .

ويبين الجدول التالى ملخصاً للمعلومات المتاحة فيما يتعلق بتجدد وتصريف المياه . وتعتبر راض منطقة شاذة ان أنها احدى المناطق القليلة التى يحدث فيها تبخر كبير للمياه نتيجة لعمليات النتج . وقد تم تقدير متوسط تجميع المياه الجوفية بحوالى ٥ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً ووفقاً لهذه النتائج يشمل هذا الرقم تصريف مياه الينابيع الواقعة تحت البحر بعيداً عن الشاطئ .

<u>متوسط التصريف السنوي</u> (بملايين الامتار المكعبة)	<u>متوسط التجدد السنوي</u> (بملايين الامتار المكعبة)	<u>منطقة المياه الجوفية</u>	<u>اقليم المياه الجوفية</u>
٦٥	٣٥٠	راض	السهول الشمالية
١٤٥٠	١٦٤٠	رأس العين	
—	—	تل أبيض	
٣٣٤	—	حلب	
—	٣١٤		هضبة حوران البركانية
٥١٨	٥٠١	دمشق	السهول السورية
—	—	دوا	
٦٠	٧٥	جبل عبدالعزيز	
—	١٥	بادية الجزيرة	
—	—	بادية الشام	
٨٠٠	—	غاب	سلاسل الجبال الغربية
٦٦	—	ادلب	
٣٧٥	—	الساحلية	
—	—	السهول البعيدة عن	
—	—	الشاطئ	
—	—	الينابيع الواقعة تحت	
—	—	البحر	

ويقدر معدل المياه الجارية فى الانهار الدائمة والموسمية فى الجمهورية العربية السورية بحوالى ٣٠ مليار متر مكعب سنويا . وعلى الرغم من أن التقديرات الحالية تشير الى أن نسبة موارد المياه السطحية المتجددة الى موارد المياه الجوفية تبلغ ١ : ٦ فانه يجب أن ننظر الى هذه النسبة بحذر شديد . فلن تتوفر تقديرات لموارد المياه موثوق بها الا فى نهاية العقد الحالى . وسوف يتم وضع تقديرات جديدة وفقـاً لنتائج الأبحاث التى تجرى حاليا على موارد المياه فى المنطقة الساحلية ومناطق حلب والعاصى ودمشق والبلخ وبادية الشام .

#### تنمية المياه الجوفية

تم حفر قناتى أبو الفوارس وعيمى ( قنوات ارتشاح ) لتوفير المياه بمملكة بالميرا ( ٢٦٠ - ٢٧٢ بعد الميلاد ) . وقام الروم ثم العرب فيما بعد بالمحافظة على القنوات القديمة وحفر قنوات جديدة فى منطقة قلمون وأقاليم قاحلة أخرى ومازال بعض هذه القنوات تستخدم حتى الان فى مناطق قلمون وقطيفة الواقعة ما بين الجبال . وقد أكدت البحوث التى أجريت مؤخراً أن القنوات التى تقوم بحجز وتجميع المياه الجوفية الضحلة تناسب أوضاع جيولوجيا الماء السائدة فى هذه المناطق تماما .

وقد تم حفر ٢٥ جسة فى الفترة من عام ١٩٢٥ الى ١٩٥٢ وتم الاحتفاظ بسجلات خاصة لعمليات الحفر . ولا توجد فى البلاد سجلات لعمليات الحفر التى أجريت خلال الحرب العالمية الثانية والتى وصلت الى ٨١ جسة ولو أنه يمكن الحصول على معلومات عنها من نشرة صدرت فى عام ١٩٤٧ . وقامت ادارة الري والقوى المائية بحفر مايقرب من ١٥٠ بئرا فى الفترة من عام ١٩٣٥ الى ١٩٤٥ . وقد أنشع قسم الحفر التابع للادارة فى عام ١٩٥٢، وتم حفر ٢٤٣ جسة ( ٥٣٠٠٠ م ) مابين كانون الثانى / يناير ١٩٥٢، آذار/ مارس عام ١٩٦٠ .

وقد أجريت أعمال الحفر والأعمال الأخرى التى تتعلق بتطوير المياه الجوفية فيما بين عامى ١٩٥٧ و ١٩٧٧ كما هو موضح بعد :

أ - تم حفر ٥٧ جسة مابين استكشافية واستغلالية فى الفترة من ١٩٥٩ الى ١٩٦١ لتحسين مستوى المراعى والانتاج الحيوانى فى السهوب السورية .

ب - تضمن مشروع المياه الجوفية بأرض الجزيرة ( برنامج الأمم المتحدة الانمائى / منظمة الأغذية والزراعة ) حفر ٣٣ جسة استكشافية و ٨ جسات لأغراض المراقبة خلال عام ١٩٦١ و ١٩٦٢ .

ج - قامت الهيئات الخاصة بحفر عدة مئات من الجسات

لتوفير المياه المنزلية للمدن والقرى .

د - قام الأفراد والشركات الخاصة للبناء والحفر

بحفر عدة آلاف من الآبار والجسات للأغراض الصناعية وأغراض الري كما يجرى حفر الآبار فى الطبقات الفتاتية والكربونية الضحلة الحاملة للمياه. وكثيرا ما يتم توصيل عدد من القنوات الأفقية اليها . وتعتبر هذه الآبار النظير المحلى لآبار التجميع ولو أنها تختلف عنها من حيث الطبقات الحاملة للمياه التى تحفر فيها والتي تتميز بسمكها المحدود ودرجة توصيلها المنخفضة للمياه .

ويقوم قطاع الحفر بالحكومة بتشغيل حوالى ٣٠ جهازا

للحفر ويتم حفر ما بين ١٥٠ و ٢٠٠ بئرا سنويا ( ٢٠.٠٠٠ متر ) لتوفير المياه للأغراض المنزلية وللثروة الحيوانية . ومن المرجح أن يتزايد الحفر بشكل كبير فى المستقبل القريب .

وقد تم استخدام ١٨ جهاز حفر دوار فى عام ١٩٧٧

للبحث عن المياه الجوفية فى الأجزاء الغربية من البلد . وجرى استخدام حوالى ٢٠ جهازا للحفر تصل قدراتها الى ٢٠٠ م يمتلكها الأفراد والشركات الخاصة . وتستخدم هذه الشركات الصغيرة أجهزة الحفر بالضغط بصفة أساسية ويبدو أن ذلك حل مناسب واقتصادى لتطوير



المياه الجوفية لأغراض الري فى الطبقات الغرينية أو الكربونية الضحلة الحاملة لها .

وتقدم وزارة البترول برنامجا دراسيا مدته سنتين لتأهيل أفراد الحفر للعمل فى الهيئات الحكومية المعنية بحفر الآبار . ويقوم أفراد الحفر المهرة بإدارة مايقرب من ٠/٠٢٥ من شركات الحفر الخاصة . ويحتاج معظم هؤلاء الى مزيد من العلم والتدريب فيما يتعلق بتصميم الآبار واختبارات الضخ ونواح أخرى فى مجال تكنولوجيا آبار المياه .

وتكثر مجارى المياه الدائمة النابعة من أراضي البلد أو العابرة فيها . وقد تم تقدير معدل المياه الجارية لجميع الأنهار الدائمة بحوالى ٣٠ مليار متر مكعب سنويا . وقد يبدو مع هذه الوفرة فى موارد المياه السطحية أن المياه الجوفية قد أصبحت ذات أهمية ثانوية . ولكن وجود المياه الجوفية فى بعض الحالات بعيدا عن أى مورد للمياه السطحية يعطى أهمية خاصة لهذا المورد . ويتعين إقامة نظم مستقلة للإمداد بالمياه لتوفير احتياجات القرى الصغيرة المنتشرة فى المناطق الزراعية وشبه القاحلة والبدو الرحل فى جميع أنحاء السهوب السورية . ويمكن تطوير واستغلال المياه الجوفية فى اطار وحدات صغيرة مستقلة لكن متكاملة . وعادة ما يتم الاستثمار الكامل للأموال والوقت والعمالة والمعدات والادارة فى حدود الموارد المتاحة .

ومن الواضح أن عملية تنمية المياه الجوفية لأغراض الري تقع  
فى مقدرة المزارعين المستغلين وحدود امكاناتهم المالية .

ويعتبر اسلوب المعيشة والظروف الاجتماعية  
والمالية فضلا عن الاعتبارات الاقتصادية والتقنية من العوامل  
التي تضى أهمية كبرى على تنمية المياه الجوفية كجزء من  
الصورة الشاملة لتطوير البلد فى المستقبل .

#### استخدام المياه

تبلغ المساحة الاجمالية للأراضى المزروعة فى  
الجمهورية العربية السورية عن طريق موارد المياه السطحية  
والجوفية ٥٧٨,٠٠٠ هكتار . وتشير التقارير التى صدرت مؤخرًا  
الى استخدام المياه الجوفية فى رى حوالى ٣٩ فى المائة من  
اجمالى الأراضى المنزرعة . ويصل معدل السحب الجارى للمياه  
فى البلد الى ٣٥ مليار متر مكعب سنويًا ومن المتوقع ارتفاع  
هذا المعدل الى ٧ مليار متر مكعب سنويًا فى عام ١٩٨٥ .

ويبين الجدول رقم ١٣ ملخصاً لاستهلاك المياه للأغراض المنزلية والصناعية ولأغراض الري ، بالإضافة إلى الاحتياجات المتوقعة لها . ويقل استهلاك المياه في مجال السياحة في الوقت الحالي ومن المتوقع أن يزيد معدله إلى ٢٤ مليون متر مكعب سنوياً في عام ١٩٨٥ .

جدول رقم ١٣ : الجمهورية العربية السورية : تصنيف تقريبي لاستعمال المياه الحالي والاحتياجات المتوقعة لعام ١٩٨٥ ( بمللين الامتار المكعبة / سنة )

اجمالي	الاحتياجات المتوقعة ١٩٨٥		اجمالي	الاستعمال الحالي ١٩٧٦				المناطق
	الأغراض المنزلية والمنشآت			الأغراض المنزلية والمنشآت		أغراض الري		
	مياه سطحية	مياه جوفية		مياه سطحية	مياه جوفية	مياه سطحية	مياه جوفية	
٩٣٥	١٤٠	٧٩٥	٥٩٠	٨٠	—	٢٥٠	٢١٠	دمشق
١١٣٣	١١٨	١٠١٥	٧١١	٢٦	—	١٠٥	٥٨٠	العاصم
٥٣٦٦	٤٩٦	٤٨٧	١٦٨٢	١٢٢	٤	٧١	٨١	الساحلية
٥٦٠٧	١١٠٧	٤٥٠	٢٩٠٨	٧٨	٣٣	٢٠٠	٥٠	حلب
٣٦٤٨٩	٦٨٩	٣٥٨٠	١٦٠٥	٤	٢١	٢٤٠	١٣٤٠	الجزيرة
١٤٨	٣٨	١١٠	٧٣٣	١٣٣	—	٦٠	—	حوران
٦٩٦٢٢	٥٢٥٢	٦٤٣٦	٣٤٣٨٣	١٤٣٣	٥٨	٩٢٦	٢٣١١	المجموع

وتعتبر الينابيع الكبيرة التي تتفجر من صخور الحجر الجيري المتكيفة والبازلت المتشقق المصدر الرئيسى للمياه لمدينة دمشق والمدن الكبيرة الأخرى الواقعة فى الجزء الغربى من البلد مثل درعا والسويداء وحماه وحمص واللاذقية . وتحصل المدن الكبيرة الواقعة فى الشمال مثل حلب والثوره ودير الزور والرقه والحسكه والقامشلى ، على مياهها للأغراض المنزلية من بحيرة أسد ونهر الفرات وروافده . وتعتمد المدن الصغيرة والمجتمعات الريفية على المياه الجوفية أساسا فى الحصول على كفايتها من المياه للأغراض المنزلية . ومن المتوقع أن تواجه مدينة دمشق من بين كل هذه المدن والمجتمعات الصغيرة مشكلات كبرى بالنسبة للمياه سواء كانت للأغراض المنزلية أو لاستهلاك المناطق الصناعية التى تقع فى نطاقها .

ويبين الجدول رقم ١٤ استهلاك المياه للأغراض المنزلية والصناعية فى محافظات الجمهورية العربية السورية، وينخفض متوسط استهلاك الفرد للمياه واجمالى الاستهلاك نسبيا فى المناطق الريفية فى كل محافظة بالمقارنة باستهلاك المياه للأغراض المنزلية فى مجتمعات المدن ، فى حين يرتفع استهلاك المياه للأغراض الصناعية نسبيا فى محافظات دمشق وحمص وحلب وقد يفوق ذلك ماتستهلكه من مياه للأغراض المنزلية .

الجدول رقم ١٤ : الجمهورية العربية السورية: الاستعمال الحالي لمياه البلديات  
والمياه المستخدمة للأغراض المنزلية والصناعية في المحافظات  
والاحتياجات المتوقعة لعام ١٩٨٥ .

( بملايين الأمتار المكعبة في السنة )

مدينة أو بلدة	الاستعمال الحالي		اجمالي	الاحتياجات المتوقعة	
	مياه سطحيه	مياه سطحيه		مياه سطحيه	مياه سطحيه
قنيطرة	—	٣٩٩	٣٩	١١٩٤	—
درعا	—	٥٥٩	٥٥٩	١٦٦٩	—
سويداء	—	٣٥٥	٣٥٥	٩٧٧	—
دمشق	—	٨٠	٨٠	١٤٠	—
حمص	—	١٥٥	١٥٥	٩٠	—
حماء	—	١٠٥	١٠٥	٢٨	—
ادلب	—	٧٨	٧٨	٢٠٧	—
حلب	٣٣	—	٣٣	—	٩٠
طرطوس	١	٦٣	٧٣	٢٣	—
اللاذقية	٣	٥٩	٨٩	٢٦٦	—
رقه	٦١	—	٦١	—	١٦٩
دير الزور	٧٣	—	٧٣	—	٢٠
حسكة	٧٦	٤	١١٦	—	٣٢
المجموع	٥٨	١٤٣٣	٢٠١٣	٣٦٦٣	٥٢٥٢

تنمية المياه الجوفية في المستقبل

---

---

تعتبر الطبقات الحاملة للمياه التالية ذات أهمية  
قصوى فيما يتعلق بتنمية المياه الجوفية في المستقبل :

الطبقة الغرينية الفتاتية الحاملة للمياه في راض (ترجع  
من العصر النيوجيني الى العصر الرابع ) .

الطبقة الجيرية الارتوازية الحاملة للمياه في رأس العين  
( ترجع الى العصر الايوسيني ) .

الطبقة الجيرية الارتوازية الحاملة للمياه في تل أبيب  
( ترجع الى العصر الايوسيني ) .

الطبقة الجيرية الحاملة للمياه في حماه ( ترجع من العصر  
التورونياني الى العصر السينوماني ) .

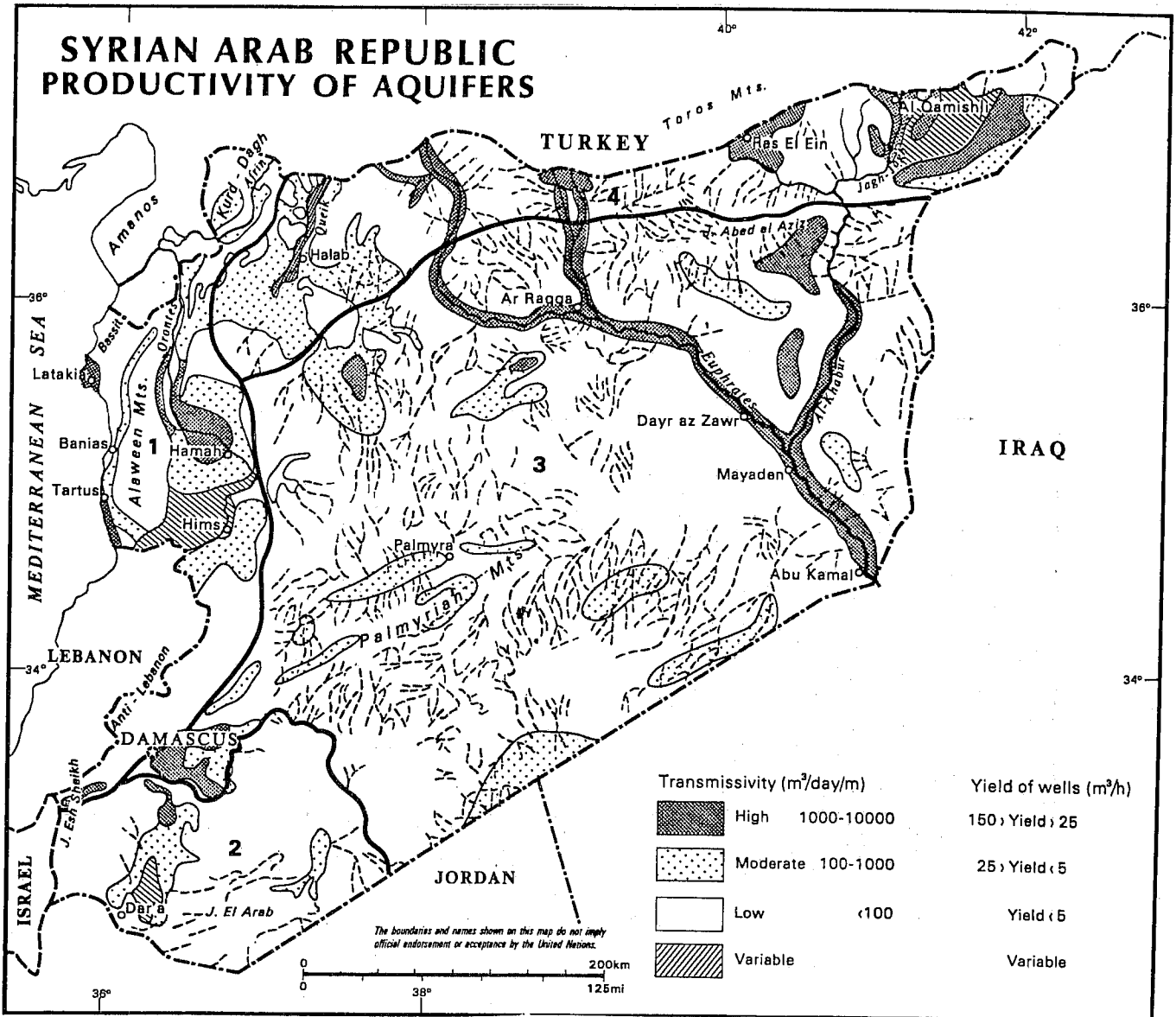
الطبقة الغرينية الحاملة للمياه في الغوطة ( ترجع من  
العصر النيوجيني الى العصر الرابع ) .

طبقة البازلت الحاملة للمياه في حوران ( ترجع من العصر  
النيوجيني الى العصر الرابع ) .

وتتميز معظم هذه الطبقات الرئيسية بارتفاع  
سعتها التخزينية ( أنظر الخريطة رقم ١٣ ) وتقوم الينابيع

خريطة ١٣

الجمهورية العربية السورية : انتاجية الطبقات الحاملة للمياه .





الصلصالية التي تتفجر منها فى رأس العين وتل أبيض فى الجزء الشمالى من البلد بتغذية نهري الخابور والبليخ على التوالي . وسوف تتناقص المياه الناتجة من هذين الينموعين اذا ماتزايد استغلال مثل هذه الطبقات . وبذلك سوف يتطلب التطوير المتكامل لموارد المياه السطحية والجوفية تطويراً ترشيدياً شاملاً للموارد المتاحة . وتظهر الحاجة الملحة لذلك فى حوض البليخ والخابور بصفة خاصة اذ أن الظروف الطبوغرافية والمناخية والظروف الخاصة بجيولوجيا الماء لاتساعد على التخزين السطحي فى المستودعات . ويستخدم التجدد المستحث فى وادى الجفجف وقويى حيث أنه يوفر التخزين الجوفى للمياه التى قد تفقد فى نقط التصريف بمنطقتى راض ومادخ عن طريق التبخر الناتج من النتح . وفضلا عن ذلك فانه يمكن رفع معدل التصريف لبعض الينابيع صيفا وخفضه شتاءً باجراء تغييرات مصطنعة فى معدلات المياه الناتجة .

وتعتبر غوطة دمشق منطقة مناسبة للتجدد المستحث . وينحدر عدد من الأنهار والأودية من المرتفعات الواقعة فى الغرب والشمال فى السهل الغربي وتناسب هذه المجارى الدائمة على رواسب غرينية خشنة أثناء عبورها للسهل . فيصغر حجم حبيبات الحصاء فى اتجاه الشرق حيث

توجد أيضا صخور الحجر الطيني البحرية والحجر الجيري .

وسوف يوءدى توزيع المياه فى منطقة حوران فى

الجنوب الغربى من البلد الى تخزين :

(أ) الرطوبة فى التربة من أجل المحاصيل الصيفيــــــــــــة

وب) نسبة من مياه الشتاء فى الوديان فى الطبقات السفلية

الحاملة للمياه .

#### مشكلات تنمية المياه الجوفية

قد توءدى تنمية المياه الجوفية الى ظهور

مشكلات بيئية خطيرة فى الأقاليم التى تعاني من القحولة

أو من ظروف الجفاف المتكررة كما أن القصور فى المعلومات

اللازمة لادارة هذه الموارد وتنميتها يبعث على القلق .

وقد اكتسبت عملية تنمية واستغلال المياه الجوفية قوة دافعة في هذا البلد ، وأدى هذا النجاح الى ظهور مشكلات مبعثها الاساسى الاسراف فى عمليات الضخ . وأصبح تداخل المياه المالحة يشكل تهديدا خطيرا فى السهول الساحلية السورية ( منطقتى الحميدية واللاذقية ) وفى بعض الأقاليم القاحلة ( منطقتى رمضان وبيضا ) التى تنتشر فيها الطبقات الحاملة للمياه المالحة وتتدهور نوعية المياه كذلك فى المناطق التى يتم ريها بالمياه الآسنة وفى الطبقات المتعددة الحاملة للمياه عندما تنحصر المياه العذبة بين طبقات حاملة للمياه الجوفية المالحة ( منطقة راض السفلى ) . وتزرع المحاصيل المقاومة للأملح فى بعض المناطق على أن هذا يؤدى الى بوار التربة فى آخر الأمر نتيجة لتراكم الأملاح .

وقد حدث اسراف فى الضخ لعدد من خزانات المياه الجوفية الواقعة فى الأقاليم شبه القاحلة فى البلد خلال العقد الماضى مثل الطبقات الحاملة للمياه فى قلمون والسلمية ومسلميه والباب ومنيج وجيرود والتى تتميز بسمكها المحدود وبمستوى عال للمياه الأرضية مع درجة توصيل تتراوح قيمتها ما بين متوسطة ومرتفعة . وتقع معظم هذه الطبقات الضحلة

فى مناطق غنية بالموارد الزراعية القابلة للتنمية . وقد أعطت هذه الطبقات فى مراحل استغلالها الأولى عائدات اقتصادية كبيرة، ولكن الاسراف فى الضخ وظروف الجفاف التى مرت بالمنطقة أدت الى استنفاد مخزونها من المياه حتى اقتضت الحاجة الى اتخاذ تدابير خاصة لمعالجة هذا الأمر والتى تضمنت خفض الضخ للآبار ، ومنع أى تنمية اضافية وأخيرا اجراء عمليات استعواض اصطناعية للمياه الجوفية من المياه السطحية . وقد تم بناء السدود الصغيرة فى كثير من المناطق كما ثبت أن الاستخدام المتكامل للمياه السطحية والجوفية له فوائده .

وقد وجد أنه لايمكن حل مشكلة الاسراف فى الضخ فى بعض المناطق الا عن طريق استيراد المياه .

#### الابحاث الحالية والمستقبلية

---

يحتاج البلد الى مزيد من الأبحاث بالرغم من التقدم الذى حدث مؤخرا والأبحاث الاقليمية التى أجريت فى مجالات الجيولوجية والجيولوجية الطبيعية وعلم المناخ، وعلوم الماء والجيولوجيا وذلك فيما يتعلق بالموضوعات التالية

على سبيل المثال :

- أ - البحوث الخاصة بميزان المياه .
- ب - شبكات الملاحظه للمياه الجوفية والسطحية .
- ج - عمل نماذج لجيولوجيا الماء فى المناطق التى تطورت بشكل كبير .
- د - تحديد السطح الفاصل بين المياه المالحة والعذبة فى المناطق الساحلية والقاحلة .
- هـ - وضع نظام مبرمج فى الحاسبات الالكترونية لتخزين واعداد واسترجاع معطيات جيولوجية وعلم الماء .
- و - مراجعة التشريعات الخاصة بالمياه .
- ز - الكشف عن المياه الجوفية فى الطبقات العميقة الحاملة لها .
- ح - التجديد الاصطناعى للطبقات الحاملة للمياه فى الأقاليم شبه القاحلة .
- ط - تحلية موارد المياه الجوفية المالحة .

وتشمل الأبحاث الجارية خمسة مشروعات كبرى :

- أ - الأبحاث الخاصة بموارد المياه فى أربعة أحواض لجيولوجيا الماء ، أحواض دوا ، والعاصى ، وحب والأحواض الساحلية .

- ب - دراسة المياه السطحية فى حوض نهر البليخ .
- ج - تقييم موارد المياه فى السهوب السورية .
- د - الأبحاث الخاصة بمياه المراعى فى حوض حماد ( وهو مشروع اقليمى تشترك فيه الجمهورية العربية السورية والعراق والأردن والسعودية ) .
- هـ - الأبحاث الخاصة بالمياه السطحية فى حوض نهر الكبير الشمالى والأعوج .

#### الاستنتاجات

---

تطغى الأراضى الصحراوية على أنواع الأراضى الأخرى فى الجمهورية العربية السورية . وتشكل المناطق التى يزيد معدل الامطار السنوى فيها عن ٢٥٠ ملليمترًا هلالا يمتد فى الأجزاء الغربية والشمالية من البلد . ويعيش حوالى ٨٠ فى المائة من مجموع السكان فى هذه الأراضى الخصبة شبه القاحلة التى تشكل مايقرب من ٤٠ فى المائة من مساحة البلد . ولايمكن حل المشكلات الناجمة عن الاختلافات فى معدلات الامطار من ناحية التوقيت والمكان الا باستخدام وسائل اضافية للرى .

وتشترك الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية فى  
اظهار الأهمية الكبرى لتنمية المياه الجوفية فى هـذا  
البلد شبه القاحل فيما يتعلق بخطط التنمية فى المستقبل .

ويقدر متوسط معدل المياه لمجموع الأنهار الدائمة  
بحوالى ٣٠ مليون متر مكعب سنويا . وقد أنجزت الحكومة  
شوطا كبيرا فيما يتعلق بتنمية موارد المياه السطحية  
وقد ارتفعت سعة التخزين الاجمالية الى ١٢٦ مليار  
متر مكعب . ويدخل فى ذلك خزان أسد الذى استكمل بنـاؤه  
مؤخرا والذى تبلغ سعة تخزينه ١١٩ مليار متر مكعب .

وتتراوح تكاليف استخراج المياه الجوفية من  
الطبقات الرئيسية الحاملة لها بين ٠٣٤ - ٣٤١ سنت أمريكى  
للمتر المكعب . وتتراوح هذه التكاليف فى اقليم حماه و غوطه  
والجزيرة ذات الانتاج الكبير بين ٠٣٤ و ٠٦١ سنت  
للمتر المكعب . وترتفع التكاليف اذا لم يزد معدل انتـاج  
الأبار عن ٥ لتر/ ث أو اذا زاد عامود مياه الضخ عن ٧٥ مترا .

وتوجد اختلافات كبيرة فى تكاليف المياه الجوفية فى  
المناطق الحديه لبعض الطبقات الرئيسية الحاملة  
للمياه نتيجة لانتشار المواد الفتاتية الدقيقة أو التكوينات  
الناقصة فى أنظمة الصدوع .

وقد ازدادت المشكلة تفاقماً بارتفاع تكاليف العمالة فى الآونة الأخيرة وأصبحت تنمية موارد المياه الجوفية فى بعض أجزاء هذا البلد غير اقتصادية مالم تستخدم طرق حديثة للرى وعادات زراعية متقدمة . وقد بينت الأبحاث السابقة التى أجريت على المياه الجوفية وجود مستودعات منها فى البلد فى معظم مراحل تنميتها بدءاً بالمستودعات التى يمكن تطويرها بشكل كبير الى تلك التى يصعب استغلالها لفترات مستمرة والتى أسرف فى تطويرها بشكل ضار .

وتقوم الينابيع الكبيرة التى تتفجر من الطبقات الرئيسية الارتوازية الحاملة للمياه بتوفير المياه الأساسية لنهر الفرات وروافده فى الجزء الشمالى من البلد . وسوف يكون للتنمية المتكاملة لموارد المياه السطحية والجوفية فوائدها فى هذا الاقليم . ويعتبر التجميع الاصطناعى للطبقات الغرينية والبركانية الحاملة للمياه الواقعة فى الجنوب الغربى حلاً عملياً واقتصادياً للمشكلات القائمة بالفعل وتلك التى ينتظر ظهورها فى المستقبل .

وتشمل الأبحاث الجارية الاقليم الغربى والسهوب السورية . وهى تتضمن أعمال مسح المياه الجوفية ودراسات لموازن المياه ، وأعمال الكشف عن المياه



الجوفية • والتقييم الكمي والنوعي للموارد المتاحة وسوف توعدي نتائج هذه الأبحاث والدراسات الخاصة بجيولوجية الماء الى اضاء مزيد من الفاعلية للتشريعات القائمة الخاصة بالمياه الجوفية من ناحية التطبيق اذ سيتوفر لصانعي القرار في البلد معلومات أكثر دقة عن حجم موارد المياه الجوفية ونوعيتها ومن ثم يمكن تعديل قانون المياه وفقا للميزات السابقة والتطورات الأخيرة •

وهناك حاجة الى اجراء مزيد من البحوث فى عدد من المجالات التى تتعلق بتنمية وتدبير موارد المياه وكذا أعمال البحث الخاصة بها • وتشمل الموضوعات الهامة : حركة المياه الجوفية فى التكوينات المتصدعه والمتكهفة - تداخل المياه المالحة - تصريف المياه الجوفية تحت البحر - التخزين السطحى للمياه الجارية - تصميم الآبار - وعمل النماذج الرياضية لمناطق المياه الجوفية التى تم تنميتها بشكل كبير أو التى أسرفى تنميتها • ومن المطلوب ادخال هذه الأمور وما قد ينشأ منها خلال عمليات التنمية فى المستقبل فى برامج طويلة الأجل قد تشمل البحوث والتدريب والاستكشاف والتخطيط الانمائى .

مراجع مختارة

Papers and reports

- Boeckh, E. Geological mission in the Syrian Arab Republic, 1966-1970. Final report. Hannover, Federal Republic of Germany, 1970.
- Burdon, D. J. The location, the amount and the future development of the underground water resources of south-west Syria. Unpublished report. Damascus, 1954.
- Burdon, D. J. and S. Mazloun. Some chemical types of ground water in Syria. Proceedings of the Teheran Symposium. 1958.
- \_\_\_\_\_. Ground-water development and conservation in Syria. FAO Report No. 1270. Rome, 1961.
- Dubertret, L. L'hydrologie et aperçu sur l'hydrographie de la Syrie et du Liban dans leur relations avec la géologie. Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique. No. 6, Paris, 1933.
- FAO. Etude des ressources en eaux souterraines de la Jezireh Syrienne. Report Final, FAO/SF: SYR. Rome, 1966.
- Kawasmi, Y. Climatological conditions in the Dawwa basin. Water Resources Report R-4. ACSAD, Damascus, 1977.
- Khouri, J. Chemical characteristics of ground water in the Syrian Arab Republic. Arab Engineer, No. 27. Damascus, 1969.
- \_\_\_\_\_. Occurrence of ground water in the Syrian Arab Republic. Arab Engineer, No. 28. Damascus, 1969.
- \_\_\_\_\_. Hydrochemical investigations in some arid and semi-arid zones in the Syrian Arab Republic. Proceedings. Seminar on ground water. UNESCO and the Foundation of Scientific Research. Baghdad, 1973.
- \_\_\_\_\_. The cost of ground water in the Syrian Arab Republic. FAO Report. Rome, 1977.
- \_\_\_\_\_ and W. Rasoul Agha. Salt water intrusion in the central region of the Dawwa basin. A hydrogeological and a geophysical study. Water Resources Report P-5. ACSAD, Damascus, 1977.
- Rasoul Agha, W. Geophysical prospecting for searching ground water in the Syrian Arab Republic. Unpublished doctoral dissertation, State University, Moscow, 1973.

مراجع مختارة (تابع)

\_\_\_\_\_. Use of geophysical methods for the study of the ground water resources of the Dawwa basin. Water Resources Report P-6. ACSAD, Damascus, 1977.

Safadi, C. Hydrogéologie des terrains volcaniques de la Syrie meridionale. Thèse. Nancy, France, 1956.

Selkhozpromexport. Programme of hydrogeological and hydrological surveys and investigations in three areas of the Syrian Arab Republic. Damascus, 1971.

Technopromexport. Report on water supply of pastures in the Syrian Arab Republic. Moscow, 1962.

Hydrogeological maps

ACSAD. The International Hydrogeological map of the Arab World. Sheet Cl. Damascus, 1977.

ACSAD. The International Hydrogeological Map of Europe. Sheet F6. Halab. UNESCO, Paris.

Khouri, J. A hydrogeological map of the Syrian Arab Republic. Damascus, 1969.

Technoexport. Schematic map of the first below the surface water bearing formation of Syria. Moscow, 1961.

العراق

-

المساحة :	٩٢٤ ر ٤٣٤	كيلومترا مربعا
عدد السكان :	١٢٨٠ر١٧١ر١٢٨٠	( طبقا لتعداد تشرين الأول / اكتوبر ١٩٧٧ )

عام

-

يعتبر العراق في مجمله بلدا منبسطا ، ويحتل سهل ما بين الرافدين الشاسع الجزء الأوسط من هذا البلد ويحده من الغرب والجنوب الهضاب الصحراوية بارتفاعات تتراوح بين ٢٠٠ و ٣٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر ، ويحده من الشمال والشرق سلاسل جبال زاغروس الملتوية ومجموعة - تكوينات طوروس الشرقية بارتفاعات تصل الى ٣٠٠٠ و ٤٠٠٠متر فوق مستوى سطح البحر ، وتغطي الجبال المرتفعة والأودية العميقة في الشمال والشمال الشرقي مساحة تباينها ٢٣٥٠٠ كم ٢ ( ٦ في المائة من المساحة الكلية للعراق ) يتراوح ارتفاع هذه الجبال بين ٧٥٠ ر ٣٦٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر ويحيط هذا الاقليم من الشمال الشرقي حتى الجنوب الشرقي اقليم التلال السفحية التي تغطي مساحة ٦٧٠٠٠ كم ٢ ( ١٥ في المائة من المساحة الكلية لهذا البلد ) بارتفاعات تتراوح بين ٦٥٠ ر ٢٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر ويقطع هذه المساحة أودية

عريضة ذات أهمية اقتصادية .

وتجرى فى هذه المناطق أنهار وجداول عديدة  
تمد نهر دجلة بحوالى ٠/٠٦٥ من مياهه .

وتكون الهضاب الغربية الكبرى ، والتي تتميز  
بمنحدر متدرج صاعد ناحية الغرب ، الجزء الرئيسى من  
غربى العراق الذى يغطى مساحة تبلغ ٢٦٣ر٠٠٠ كم٢ ( ٥٨ فى  
المائة من المساحة الكلية لهذا البلد ) ، ويصل ارتفاع  
هذا السهل الى ١٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر .

ويتميز مناخ العراق أساسا بأنه مناخ شبه  
مدارى قارى حار جاف صيفا طيلة أربعة شهور ونصف الشهر  
تقريبا ، وهو معتدل شتاء لمدة ثلاثة شهور ، فضلا عن  
موسمين انتقاليين قَصيرين هما الربيع والخريف . ويتأثر  
هذا التقسيم العام للمناخ محليا تبعا لطبوغرافية المنطقة .

ويتميز المناخ فى جبال الشمال والشمال الشرقى

بانخفاض درجات الحرارة ، فالشتاء بارد والصيف معتدل  
مع وفرة الثلوج والأمطار .

اما فى منطقة هضبة التل السفحى والسهول  
فيتميز المناخ بأنه قارى شبه مدارى حار صيفا بارد  
شتاء . وفى الشتاء تسقط على المنطقة أمطار أكثر من  
تلك التى تسقط على الجبال المرتفعة .

وللهضبة الغربية مناخ مدارى صحراوى يتميز بصيف  
حار مع سقوط كميات قليلة جدا من الأمطار فى فصل الشتاء  
ولللخليج تأثير محدود على مناخ العراق حيث ترتفع الرطوبة  
النسبية بالقرب من الخليج عنها فى باقى أنحاء هذا البلد.

وفى الواقع ، لاتسقط الأمطار فى فصل الصيف  
ولا تتساقط الثلوج الا فى منطقة الجبل الشمالى وتتراوح -  
نسبة التساقط السنوى من ٨٠٠ الى ١٠٠٠ مم . ولا يزيد سقوط  
الأمطار عن ١٠٠ - ١٥٠ مم فى السهول . ( أنظر الخريطة رقم ١٠ )

ويتراوح المتوسط السنوى لدرجة حرارة الهواء من

خريطة رقم ١٤

العراق : متوسط سقوط الأمطار السنوي .



١٥ - ١٦ درجة مئوية في الجبال الشمالية و ٢٤ درجة مئوية في الأجزاء الوسطى والجنوبية ، ويعتبر شهر تموز / يولييه أشد شهور السنة حرارة حيث يتراوح متوسط درجة الحرارة فيه ما بين ٣٠ و ٣٥ درجة مئوية في حين يعتبر شهر كانون الثاني / يناير من أشد الشهور برودة ويتراوح متوسط درجة الحرارة فيه ما بين ٢ درجة مئوية شمالا الى ١٢ درجة مئوية جنوبا وفي فصل الشتاء تنخفض درجة حرارة الهواء تحت الصفر وخاصة أثناء الليل . وقد تم تسجيل أقصى درجات الحرارة القصوى المطلقة في شهر تموز / يولية حيث بلغت ٥٠ - ٥١ درجة مئوية .

ويتميز هذا البلد عامة بارتفاع نسبة البخر ، الأمر الذي يتسبب في فقد كميات ضخمة من المياه السطحية والجوفية وتختلف نسبة البخر من مكان الى آخر وتتراوح ما بين ١٥ - ٢٥ مم يوم صيفا ، ويتجاوز معدل البخر السنوي ٢٥٥ مم .

وتهب الرياح المستمرة في جميع المواسم في اتجاه الشمال الغربي ويتردد هبوبها بنسبة ٤٠ في المائة تقريبا كما يقترب التردد الكلي لهبوب رياح الشمال والشمال الغربي والغرب من ٧٠ في المائة .



وينبع نهر الفرات - وهو من اكبر أنهار المنطقة  
فى تركيا من ملتقى نهري قزل ومورات . ويبلغ طول نهر  
الفرات من منبعه من مورات حتى التقائه مع نهر دجله  
٣٠٦٥ كم ( منها ١٢١٣ كم فى العراق ) وتبلغ مساحة المستجمع  
حوالى ٥٣٤٠٠٠ كم ٢ . ويأتى نهر دجلة فى المرتبة الثانية  
من حيث الأهمية فى غرب آسيا حيث يبلغ طول مجراه ١٩٠٠ كم  
(منها ١٤١٨ كم فى العراق ) وتبلغ مساحة المستجمع  
٣٧٥٠٠٠ كم ٢ ، ويكون فيضه أهم بكثير من فيض نهر الفرات  
ويلتقى نهر دجله مع روافده الكبرى فى اتجاه المجرى عند  
مدينة الموصل ، وينبع نهر شط العرب من ملتقى نهري دجلة  
والفرات عند القرنة شمالا ويصب فى الخليج بطول يبلغ حوالى  
١٩٥ كم . كما يبلغ متوسط عمقه حوالى ٥٠٠ متر - ويزيد الامداد  
السوى لمياه جميع الأنهار على ٦٩ بليون متر مكعب وتسهم  
العراق بنسبة ٢٣ فى المائة من امداد المياه الكلى للحوض

وتضم الأحواض المائية البحيرات الضحلة  
والمستنقعات والسبخات الضحلة ، وهى الأراضى المنخفضة  
المنبسطة المتاخمة لمجرى نهري دجلة والفرات فى اقليم  
الرافدين المنخفض ، وذلك فضلا عن البحيرات الصناعية

أو خزانات المياه التي تستغل بصفة أساسية للتحكم  
في الفيضان والرى .

والى جانب الأنهار والبحيرات السابق ذكرها  
يفيض الكثير من الجداول الموسمية والأودية فى فصلى  
الشتاء والربيع فى الأجزاء الشمالية من هذا البلد وكذا  
فى الصحراء الغربية .

#### الخصائص الجيولوجية

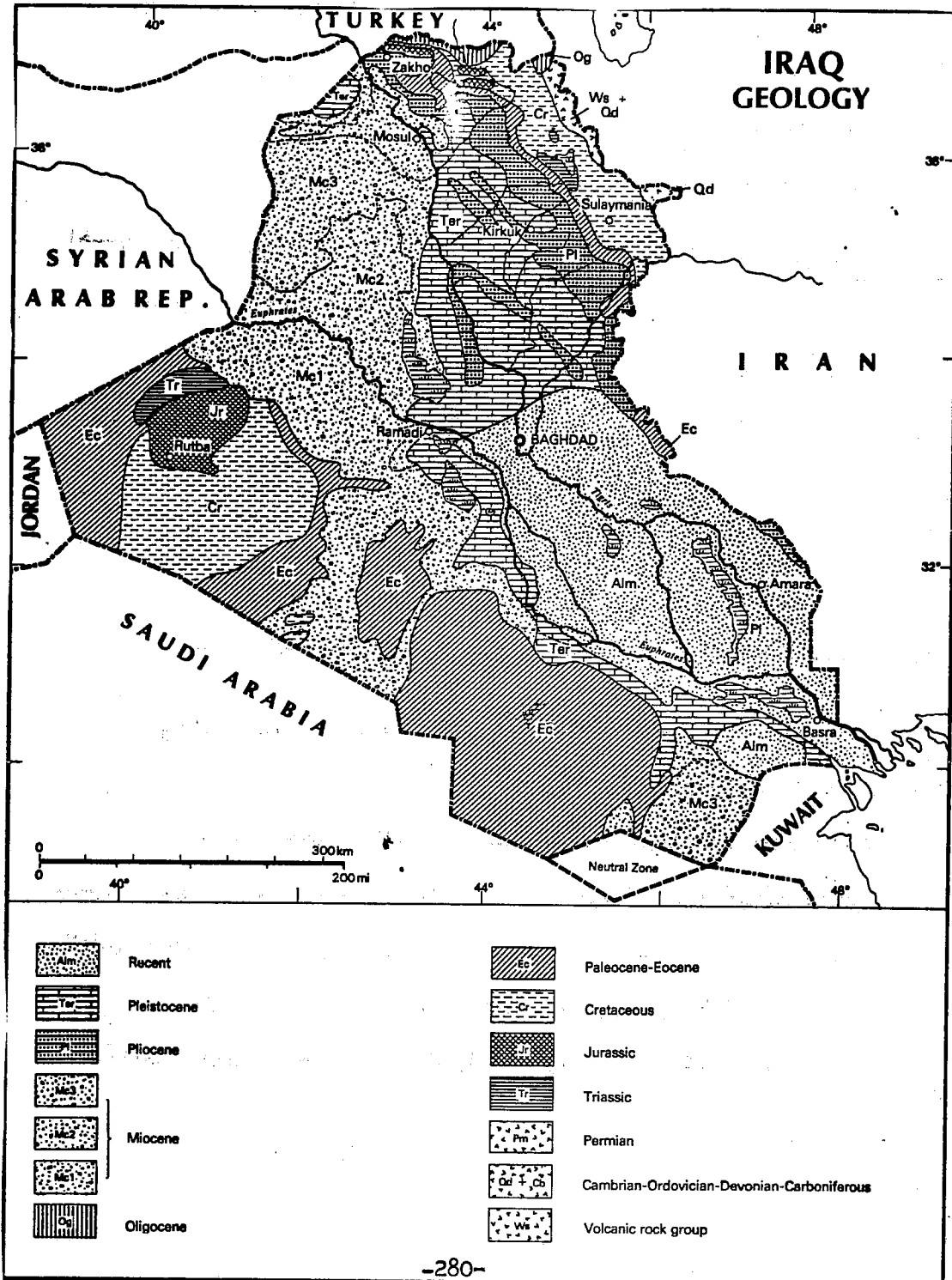
---

تبين الخريطة رقم ١٥ الخصائص الجيولوجية فى  
العراق .

وتتمثل صخور العصر القديم فى مركب من ثلاث  
سلاسل أغلبها من العصر الكامبرى الديقونى والديقونى  
الأعلى والبرمى . وتمثل صخور العصر الكامبرى الديقونى  
فى الكوارتز والحجر الرملى وحجر الغرين والطفل والحثات  
الميكائى ، وهى تنشأ فى الأجزاء الوسطى فى كثير من

خريطة رقم ١٥

العراق : الخصائص الجيولوجية .



الحدبات شمالى العراق ويصل السمك الكلى لهذه الصخور الى ٦٠٠ متر .

وتضم تكوينات العصر الديفونى الأعلى الحجر الرملى والطفل ومتداخلات رقيقة من الحجر الجيرى والحتات الميكائى ، وهى تختل مساحات واسعة بالقرب من العماديه وزاخو فى شمال العراق .

أما تكوينات العصر البرمى فهى مختلفة عن التكوينات السايقة وتتمثل فى الرواسب الشديدة الاختلاف والبالغ سمكها حوالى ٨٠٠ متر وهى تضم بالقرب من الحدود مع تركيا الحجر الرملى والطفل وطبقات رقيقه من الحجر الجيرى الدولوميتى .

وتظهر صخور العصر الترياسى فى الجزء الشمالى من العراق وكذا منخفض جارا فى الشمال الغربى وتتمثل صخور العصر الترياسى الأدنى فى الطفل الرمادى والأصفر مع طبقات داخلية ناعمة من الطين الجيرى والحجر الرملى

أو الطفل والطين الجيرى الأرجوانى الذى يتألف من طبقات ناعمة من الحجر الرملى والحجر الجيرى . وتتكون: صخور العصر الترياسى الأوسط من دولوميت ناعم الحبيبات رمادى - أرجوانى مغطى بطبقة من الطين الجيرى الرمادى الأصفر مع حجر جيرى وطين جيرى وبريشة ، ويبلغ سمك الصخور حوالى ٥٥ مترا كما تمتد صخور العصر الترياسى الأعلى أساسا فى شمال العراق وهى تتألف من حجر جيرى من الدولوميت - الرمادى الداكن مع بريشة . وفى منخفض جارا ينتشر الحجر الجيرى فى طبقات الطين الجيرى المتراففة الداخلىة وطبقات الحجر الرملى المتراففة الرمادية والحمراء .

وتظهر رواسب العصر الجوراسى فى الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من العراق وفى الجزء الجنوبى من منخفض جارا وتتكون: صخور العصر اللياسى الأدنى الأولى من الحجر الرملى الدولوميتى ودولوميت فى شكل طبقات رقيقة متراففة ناعمة الحبيبات ذات لون قاتم ، كما يتراصف بينها الطفل الأخضر وكتل من الأنهدريت فى بعض الحالات .

وتتكون صخور العصر اللياسى الأعلى من دولوميت قارى ضخ رمادى قاتم أو أسود وحجر جيرى من الدولوميت

رمادى أزرق يتراوح سمكه الكلى من ١٠٠ - ٣٥٠ مترا وتتكون رواسب العصر الجوراس الأوسط من طفل أسود تتداخل فيه طبقات رقيقة من الحجر الجيري ، كما تتكون صخور العصر الجوراس الأعلى من طبقات رقيقة من الدولوميت والحجر الجيري الذى يتداخل فيه الطفل القارى .

ولم تتحدد ثمات الصلة بين صخور العصرين الجوارس والطباشيرى حيث تشمل صخور العصر الطباشيرى الطين الجيرى والطفل والحجر الجيرى ، بينما تتمثل صخور العصر الطباشيرى الأعلى فى الحجر الجيرى الدولوميتى المدمج ذى الحبيبات الناعمة ( متبلر موضعيا ) ( يبلغ سمكها من ٥٠ - ١٥٠ مترا ) ونادرا ما تتمثل فى الطين الجيرى .

وتظهر رواسب العصر الباليوسينى فى الجزء الشمالى الشرقى من العراق ، وهى تتألف من حجر رملى قارى عدسى الشكل رمادى أخضر مع طبقات رقيقة من الحجر الجيرى المارلى والطفل والطين الجيرى والحجر الجيرى الفتاتى والعضوى ، كما تتميز الأجزاء العليا التى ترجع الى العصر الباليوسينى بسلاسل بركانية وتنشأ فى المنطقة الناتئة شمال شرق العراق .

وتتمتد صخور العصر الأيوسينى فى الأجزاء الشمالية

والشمالية الشرقية للعراق وكذلك فى الأجزاء الجنوبية  
ويمكن أن تتمثل صخور العصر الأيوسيتى بالمنطقة  
الناثئة فى سلاسل قنديل المتحولة والتي تظهر  
بالقرب من الحدود مع ايران ، وتشمل صخور العصر  
الأيوسيتى أيضا تكوينات وهوك الحمراء ( الحجر الجيرى  
والصخور المتكورة والطفل ) ، وتتكون صخور العصر  
الأيوسيتى فى مناطق أخرى من الصخور المتكورة المتفرقة  
والحجر الجيرى الذى يتراصف فيما بينها مع حجر جيرى  
ضخم من الدولوميت ويقع فوق صخور متكورة قاعدية .

وتتألف التكوينات التى ترجع الى العصر  
الايوسيتى فى الصحراء الغربية من الحجر الجيرى الذى  
يتميز عادة بطبقات داخلية تشبه الطين الجيرى والطباشير  
والعديد من الأشكال المتنوعة من الصلصال مثل الحفر  
البالوعية والأقماع والأوفالات .

وفى الأجزاء الشمالية الغربية من المنطقة الناثئة  
يرجع الحجر الجيرى " والسلاسل الحمراء " الى العصر  
الأوليغوسينى وهى تتكون من طفل تبادلى وحجر رملنى

وصخور متكورة ، ويمثل الحجر الجيري العصر الاوليوسيني من منطقة " عنه " في الغرب ،

وتعرف صخور العصر المايوسيني الأوسط والأعلى بتكوينات فارس الدنيا والعليا ، وتشمل صخور العصر المايوسيني الأدنى شعب الحجر الجيري المسماه بحجر الفرات الجيري ، وتظهر صخور العصر المايوسيني ( تكوينات فارس الدنيا ) شمال العراق مع طبقات من الطلصال والطين الجيري والطفل والحجر الجيري والجص .

وتظهر صخور العصر المايوسيني الأعلى ( تكوينات فارس العليا ) في كل مكان داخل المنطقة الناتئة، ويمكن ملاحظتها على منحدرات الكثير من سلاسل الحديبات حيث تقع فوق تكوينات فارس الدنيا وهي تشمل الرواسب القارية مثل الطلصال والطين الجيري والصخور المتكورة ذات الحبيبات الناعمة ،

وتعرف رواسب العصر البلايوسيني بصفة أساسية في الجزء الشمالي والشمالي الغربي من العراق " بتكوين



• بختياري "

ويتم تصنيف جميع الصخور المتكورة في الجزء الأوسط من العراق بانتمائها الى العصر البلستوسيتي باستثناء الاقليم الضيق الممتد على طول نهر دجلة فهو ينتمي الى العصر البلايوسيني ، بينما يتميز تكوين بختياري في المنطقة الجبلية بوجود متداخلات كثيرة من الطين الجيري والطفلسل  
وسط الصخور المتكورة •

وتظهر تكوينات العصر الرابع من حيث الأساس في أودية النهر والمنخفضات وتتميز بوجود الرواسب الآتية : -  
رواسب غرينية ورواسب غير غرينية وشبه غرينية ورواسب غرينية عذبة ورواسب جارفة ورواسب فتاتية ورواسب ريحية ورواسب كيميائية ورواسب الري •

## المياه الجوفية

بدأت أبحاث الجيولوجيا المائيه في العراق بعد عام ١٩٢٠ حينما وضعت مواقع مختلفة من هذا البلد موضع بحث بهدف تحديد مدى امكانية استخدام المياه الجوفية حيث ان زيادة المتطلبات المائية تبرز الحاجة الى الحصول على معلومات أفضل عن الطبقات الحاملة للمياه وخاصة في المناطق الصحراوية والتي لايتسنى الحصول فيها على مصادر دائمة للإمداد بالمياه .

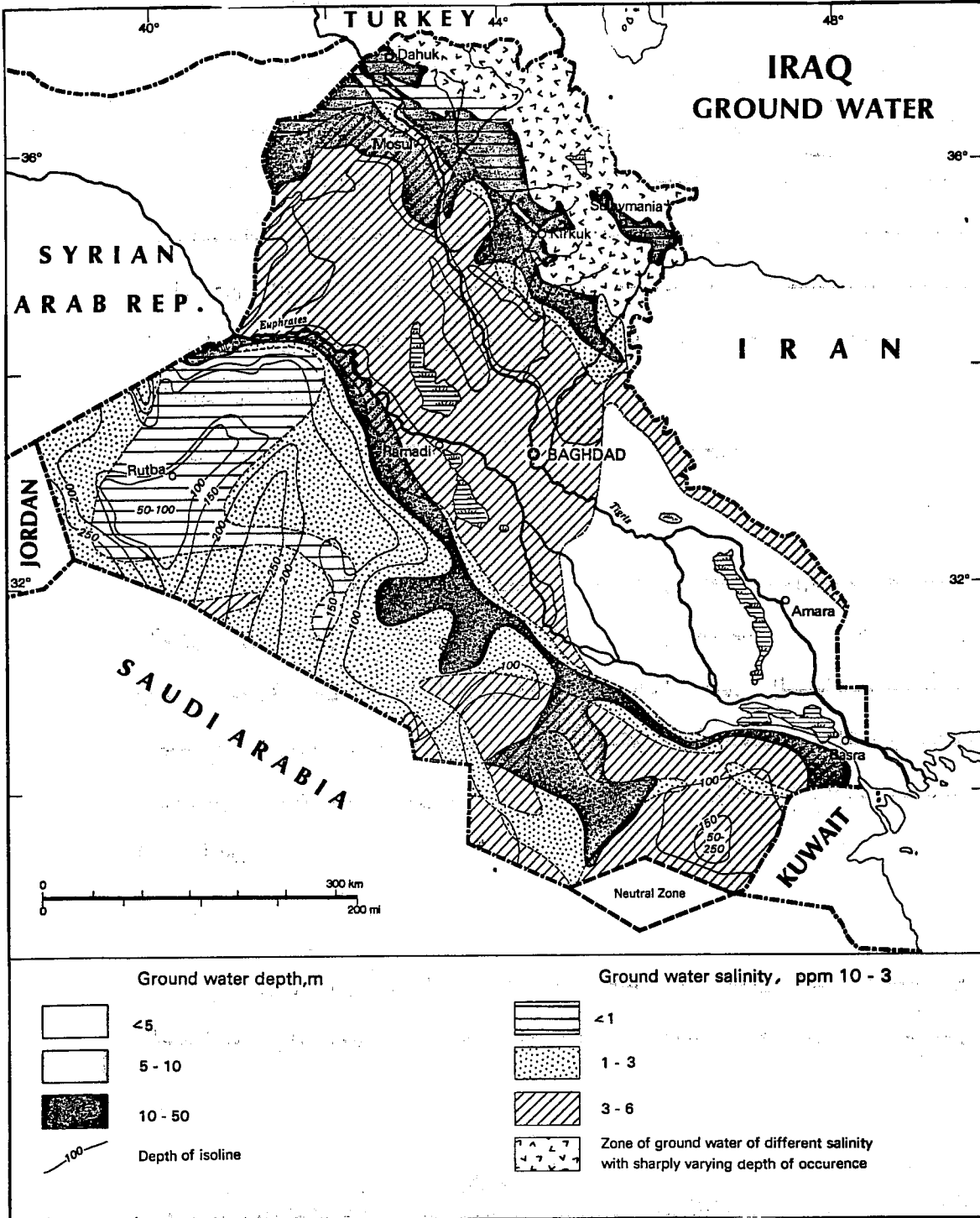
وتبين الخريطة رقم ١٦ مناطق المياه الجوفية .

وفي عام ١٩٥٠ تقريبا ، تم حفر عدد متواضع من الآبار من الأجزاء الشمالية والغربية والوسطى من العراق وفي الفترة من ١٩٥٣ الى ١٩٥٧ ، واستنادا الى البيانات المتاحة آنذاك وبناء على طلب الحكومة ، قامت شركة رالف بارسونز الهندسية بدراسة شاملة لأوضاع جيولوجيا المياه في العراق .

وفي أوائل الستينات تم حفر ١١٠ بئرا في المحارى الشمالية والجنوبيه ، كما تم اعداد تقرير احصائى عن

خريطة رقم ١٦

العراق : المياه الجوفية .



أوضاع جيولوجية الماء في المنطقة وكذا تقارير أخرى بالاستعانة ببيانات الحفر وسجلات الآبار التي أمكن الحصول عليها من قسم المياه الجوفية بوزارة الزراعة . وخلال العشرين عاما الماضية ، قامت الهيئات الحكومية المختلفة والشركات الأجنبية بحفر ما يزيد على ٢٥٠٠ بئرا أغلبها صالح للاستغلال . ويبلغ عدد الآبار التي تم حفرها يدويا أضعاف ماتم حفره بالحفارات .

#### طرق التنقيب

تعد طريقة الحفر الاختباري أكثر طرق التنقيب شيوعا في العراق ويستعان فيها برسم الخرائط الجيولوجية والتوضيح بالصور . وفي العادة لا يستخدم المسح الجيولوجي الاقليمي لتحديد مواقع الآبار . وفي السنوات الأخيرة ، قام معهد البحوث التطبيقية للموارد الطبيعية باستخدام هذه الطرق في اجراء ابحاث منتظمة عن جيولوجية الماء في مناطق قليلة مختارة في البلد .

وقد تم تحديد خواص حيولوجيا الماء والبيانات  
مثل معامل الانتقال ومعامل التخزين والتوصيل المائى  
والنتاج النوعى والمناسيب الساكنة والدينامية والمكونات  
الكيميائية للمياه .

الطبقات الرئيسية الحاملة للمياه :

تم تحديد الأحواض الارتوازية الآتية :-

- أ - الحوض الارتوازي بشرق الخليج العربى .
- ب - الحوض الارتوازي فى الرافدين .
- ج - مجموعة زاغروس - طوروس للأحواض الارتوازية .

ونظرا لاحتمال وجود رواسب ترجع الى عصر واحد  
فى أحواض مختلفه ، فان وصف التكوينات الحاملة للمياه  
ومجموعة التكوينات يرد حسب التمييز الطبقي للرواسب  
الحاملة للمياه .

ولم تتم دراسة الطبقات الحاملة للمياه فى رواسب  
العصر الوسيط على وجه الدقه ، وقد كشفت البيانات التى  
تم جمعها عن العديد من الآبار عن وجود المياه الجوفية  
فى صخور العصر الطباشيرى الممتدة فى هضبة الصحراء الغربية  
والتي توجد على عمق ١٥٠ مترا ، ويتنوع الناتج فيها من

متوسط الى منخفض ، وتنتمى طبقات العصر الطباشيرى الارتوازية الحاملة للمياه الى الاحجار الجيرية المتصدعة والموجودة فى شمال العراق وفى الصحراء الغربية . ويوجد الحجر الرملى فى أجزاء أخرى من الصحراء الغربية ، وتتراوح درجة ملوحة المياه الجوفيه التى اكتشفت على عمق اكثر من ٢٠٠ متر فى الحجر الجيرى والحجر الرملى المتشقق نسبيا ما بين ١٠٠٠ و ١٥٠٠ جزء فى المليون ، وترتفع درجة عسر المياه ويكون تفاعلها قلويا ، كما ينخفض الناتج النوعى للآبار الى حد ما . وفى شرق العراق داخل حدود المجموعة الثالثة للأحواض الارتوازية ترتفع انتاجية طبقات العصر الطباشيرى الحاملة للمياه وتكون المياه ذات نوعية جديدة .

جدول رقم ١٥ : العراق - نتائج ابحاث المياه  
الجوفية فى العراق .

الأقليم	الخصائص الجيولوجية	عمق الآبار بالمتر	الناتج النوعى (لتر فى الثانية / م)	الانتقالية (م <sup>٢</sup> فى اليوم)
(أ) <u>شمال العراق</u> :				
أ - ١ حجر جبرى	العصر الطباشيرى	٢٠	-	-
أ - ٢ صخور رضىخية	العصر الطباشيرى	٥-٣	١-٥ر	-
أ - ١ غرين	العصر البلايوسينى والعصر الرابع	-	-	-
(ب) <u>المنطقة الملتوية</u> <u>والمدرجات</u>				
ب - ١ بختيارى	العصر البلايوسينى والبليستوسينى	٤٠-١٠	٢-٧	١٠٠٠
ب - ٢ فارس	العصر المايوسينى والأيوسينى	٢٠-٥	٠١-٠٣و	٨٠-٧٠
(ج) <u>سهل الدلتا</u>	العصر الرابع	٥-١	-	-
(د) <u>سهل الجزيرة</u>				
د - ١ فارس الدنيا د - ٢ فارس العليا	العصر المايوسينى	٥-٢٠	-	-

الأقليم	الخصائص الجيولوجية	عمق الآبار بالامتار	النتائج النوعية ( لتر في الثانية / م )	الانتقالية ( م في اليوم )
(هـ) الصحراء				
هـ - ادبية	العصر المايوسيني والبلايوسيني	١٠٠٠-٧٠	-	-
هـ - ٢ حجر جيري	العصر الايوسيني والباليوسيني	١٠٠-٥٠ ٣٠٠-٢٠٠	٥-٢	٥٠٠-٣٠٠
هـ - ٣ حجر رملي	العصر الطباشيري والأقنيدم	٣٠٠-١٥٠	٠.٦-٠.٢	٥٠٠-٣٠٠



وتحتوى تكوينيات العصر الباليوسينى - الأيوسينى على الموارد الرئيسية للمياه الجوفية فى منطقة الهضبة الغربية ويعتبر التدفق داخل حدود الامتداد المركب هو مصدر التجدد والتصريف الكامل والذي يحدث بالفعل فى اقليم فالق ابو جبر التكتونى .

وتنشأ طبقات العصر الايوسينى الحاملة للمياه ( سواء كانت فى شكل متداخلات فى الرمل أو الحجر الرملى داخل الدولوميت أو الحجر الجيرى ) على أعماق مختلفة ( ٤٠ - ٣٠ مترا ) أما انتاجية المياه وناتج الآبار فهو قليل .

وتمثل تكوينيات الفرات فى العصر المايوسينى الأدنى أهم وأفضل مصدر محتمل للمياه الجوفية . وتعتبر الطبقات الحاملة للمياه محصورة بحجر جيرى متشقق ومتراص مع طين جيرى وجص . كما يعتبر ناتج الآبار وفيرا ومرتفعا نسبيا على المستوى المحلى . وتنشأ هذه الطبقات بصفة أساسية على طول وادى الفرات على أعماق قليلة ( ٢٠ - ٧٥ مترا ) ونوعية المياه فيها مختلفة .

أما طبقات فارس الدنيا الحاملة للمياه والتي ترجع الى العصر المايوسيني الأوسط فهي محصورة بحجر جيرى ومتراصة مع صلصال وطين جيرى وجص ، وهي تظهر فى مناطق كثيرة فى العراق على أعماق مختلفة ( اكثر انخفاضا من ٥٠ مترا ) ، كما تنخفض انتاجية المياه وناتج الآبار وغالبا ما تكون المياه مشبعة بالمواد المعدنية .

أما طبقات فارس العليا الحاملة للمياه ( العصر المايوسيني الأعلى ) فهي محصورة بحجر رملى متراصف مع صلصال وطين جيرى . وتظهر هذه الطبقات فى مناطق كثيرة فى العراق على أعماق من ٣٠-٥٠ مترا . ويحدث تجدد موارد الطبقات عن طريق الامطار والمياه التى تتدفق من الطبقات التحتية كما تتكون المياه الارتوازية فى بعض طبقات الحجر الرملى الحاملة للمياه ، ويتراوح المستوى البيزومتري فى كل مكان تقريبا من ٢٠-٥ مترا وتزداد درجة الملوحة مع الفيض لتصل الى الحد الأقصى فى مناطق التصريف من ٥٠٠ - ٣٥٠٠ جزء فى المليون .

وتتمثل طبقات العصر البليوسيني والبليستوسيني الحاملة للمياه بالشمال فى رواسب بختيارى ورواسب شبه غرينية ناعمه

سطحية ويحدث تجدد موارد الطبقات الحاملة للمياه فى الجزء الشمالى للعراق عن طريق التدفق والتصريف كفيض طبيعى فى أودية الأنهار ونادرا ما يتجاوز عمق المياه الجوفية فى هذا الاقليم ٤٠ مترا ، وتتراوح درجة الملوحة ما بين ٣٠٠ و ٣٥٠٠ جزء فى المليون .

ولم تتم دراسة الاقليم الشرقى الذى تنشأ فيه طبقة العصر البلايوسينى - البليستوسينى الحاملة للمياه دراسة كاملة . ويحدث تجدد موارد المياه الجوفية بصفة أساسية من الفيض السطحى ، أما التصريف فعادة ما يتم من خلال الينابيع والبحر .

وتتنمى طبقات العصر الرابع الغرينية الحاملة للمياه الى الرواسب الحديثة بصفة أساسية ، ويتراوح انتاجها من متوسط الى مرتفع فى حالة احتوائها على حصاء ناعمة وطبقات رملية يتراوح سمكها من ١٠ - ٢٥ مترا ، ويرتبط تجديد المياه الجوفية وتصريفها ارتباطا وثيقا بشكل الأنهار بالاضافة الى الطبقات الحاملة للمياه التى تعتمد على المدرجات كمنطقة تصريف . وتتراوح نسبة الملح من ٨٠٠ - ٢٥٠٠٠ جزء فى المليون .

### نوعية المياه

وبشكل عام ، فان المياه الجوفية صالحة للاستخدام المنزلى أو لأغراض الري ، الا أنها بصفة عامة مياه معدنية . ولعل من أبرز سمات المياه ارتفاع نسبة الكربون ثم الكبريت والكلوريد . أما أخطر المشاكل ، فهي ارتفاع نسبة الملوحة والكبريت فى المياه والتي قد تتجاوز ٣٠٠٠ جزء فى المليون، ومثل هذه المياه تتكون فوق سهل الزافدين وحتى بحيرة ثرثار .

وعادة ما يكون ازدياد تركيز الأيون بالكبريتات والكلوريد والنترات مقترنا بطبقات تبخيرية فى فارس الدنيا ( أنهيدريت ، جص ، وكلوريد الصوديوم الطبيعى) وتشغل المياه مع نسبة مرتفعة من النترات مناطق صغيرة نسبيا ، وقد تم تسجيلها فى بعض أجزاء سهل الجزيرة والصحراء الشمالية . ويمكن أن تكون المياه الغرينية وشبه الغرينية المحلية مياه كبريتية أو ملحية كبريتية .

وتعتبر المياه الجوفية ذات التركيز الذى يصل الى ٢٥٠٠ جزء فى المليون صالحة للشرب فى المناطق الريفية

فى العراق وكذا المياه التى تصل نسبة المواد المذابة فيها الى ٣٠٠٠ جزء فى المليون شريطة أن تكون نسبة النترات أقل من ٥٠ جزء فى المليون . ولم يتم اجراء الاختبارات البكتريولوجية فى العراق ، ولذا فان المياه التى تعتبر صالحة للشرب فى المناطق الريفية ربما لا تتوافق فيها المواصفات الدولية .

٤٥٥

### تنمية المياه الجوفية

تعد المياه السطحية المصدر الرئيسى للمياه فى معظم أنحاء العراق ، الا أن المياه الجوفية تمثل أحد المصادر المائية القيمة فى العراق وخاصة عند التل السفحى وفى مناطق السهل الصحراوى .

وتعتبر ادارة استعمال المياه الجوفية التابعة لوزارة الزراعة بما فيها أطقم مدربة تضم اخصائين فى الجيولوجيا المائية ومهندسين وتقنيين وحفارين مسؤولة عن حفر الآبار واستخراج المياه الجوفية ، كما تعتبر مسؤولة ايضا عن صيانة الآبار الحالية بمعرفة فروعها الاقليمية ، وفى

الوقت الراهن ، تقوم بعض الشركات الخاصة المحلية بحفر بعض الآبار غير العميقة لتوفير مياه الري والمياه التي تستخدم في الأغراض المنزلية . وتقوم الشركات ، من حين الى آخر ، بتنفيذ برامج الحفر بتمويل من الحكومة .

ولا تتولى وكالات تقدير المياه الجوفية وتضميتها مع ذلك تقوم كل من مؤسسة البحث العلمى والهيئة العامة للمعادن ووزارة الري بتنفيذ أبحاث المياه الجوفية لتحقيق أغراضها الخاصة وليس من أجل تنمية المياه الجوفية .

ولكل من الشركات والهيئات السابق ذكرها طاقمها الخاص من الجيولوجيين والمهندسين والحفارين ومساعدى المعامل المدرسين جدا ، كما أن لديها أدوات حفر ذات أنواع وطاقات متعددة .

#### الانتفاع بالمياه الجوفية

تصل مياه الأنابيب التي مدتها البلدية في العراق الى ٥٢ فى المائة من سكان المدن والى ٣ و ٢ فى المائة فقط من سكان

الريف، ويستخدم مايقرب من ١٥ فى المائة من سكان المدن مياه الآبار المحفورة آليا أو يدويا .

ويتراوح استهلاك سكان المدن للمياه للأغراض المنزلية وأغراض الصناعة من ٩٠ - ١٠٠ لتر فى اليوم للفرد الواحد .

ويتراوح الاستهلاك الفعلى لسكان المناطق الريفية من من المياه لأغراض الاستخدام المنزلى بين ٣٠ - ٣٠ لترا فى اليوم للفرد الواحد ( باستثناء احتياجات الانتساج الزراعى )

ويشير تحليل البيانات الخاصة بالوضع الحالى لامداد المياه لسكان المدن والمناطق الريفية الى أن الامداد لايفى بالمتطلبات .

( أنظر الجدولين رقم ١٧،١٦ )

جدول رقم ١٦ : ( العراق )

امدادات المياه للمدن والصناعة والمستوطنات

( ١٩٧٥ ) ( بالآلاف الامتار المكعبة يوميا )

الاقليم				مجالات استهلاك المياه ومصادرها
المجموع	الجنوبي	الاوسط	الشمالي	
				<u>المدن</u>
٢٣٥	٥٨	٢٣٥	٢٧	المياه السطحية
٤٠	١	٩	٣٠	المياه الجوفية
				<u>الصناعة ومحطات القوى الحرارية</u>
١٢٧٠	٤٥٣	٦١٧	٢٠٠	المياه السطحية
٢٥	-	٥	٢٠	المياه الجوفية
				<u>المستوطنات الريفية</u>
٤٠٣	١٣٢	٢٤٣	٢٨	المياه السطحية
١١٢	٢	٣٠	٨٠	المياه الجوفية
				<u>المجموع</u>
٢٠٠٣	٦٤٣	١٠٩٥	٢٦٥	المياه السطحية
١٧٧	٣	٤٤	١٣٠	المياه الجوفية



استهلاك المياه في المدن والمستوطنات الريفية ٠٩٧٥  
( استهلاك الفرد في اليوم باللتتر )

الاقليم		
الجنوبي	الأوسط	الشمالي
المتوسط القياسي		
<u>لجميع المدن</u>		
١٢٠	١٠٨	١٠٨
امداد المياه المنزليه ومياه الشرب		
٦	٥	٥
اعداد المياه للصناعه المطية		
٢٦	٢٣	١١
مياه الحدائق والشوارع ٠٠ الخ		
١٥٢	١٣٦	١٢٤
المجموع		
<u>اعداد المياه للاحتياجات الزراعية</u>		
<u>اعداد المياه المنزليه ومياه الشرب</u>		
٦٠	٥٤	٤٩
منطقة الانتاج		
٥	٤	٤
تربية الحيوانات		
٨٥	٥٦	٦٤
مياه الحدائق والشوارع ٠٠ الخ		
٢٠٠	١٩٠	٧٦
المجموع		
٣٠٥	٣٠٤	١٩٣

### امدادات المياه الريفية

يوجد في ريف العراق ما يقرب من ١٠,٠٠٠ قرية موزعة في أنحاء هذا البلد توزيعا غير متساو ، ففي الشمال يبلغ متوسط مساحة الأرض التي تشغلها قرية واحدة ١٨ كم<sup>٢</sup> ، وفي الجزء الأوسط ١٢٠ كم<sup>٢</sup> وفي الجنوب ٧١ كم<sup>٢</sup> .

ويتم امداد ٧٠ في المائة من قرى الشمال بمياه الآبار والينابيع و ٢٣ في المائة من الأنهار وقنوات الري والنسبة الباقية من المياه وهي ٧ في المائة فيتم الحصول عليها من مصادر مختلفة . ويستخدم المياه السطحية ٨٤ في المائة من قرى الجزء الأوسط و ٩١ في المائة من قرى الشمال .

ويبين تحليل امدادات المياه الحالية أن معدل السحب من مواقع الامداد يبلغ في المتوسط ٤٢ لترا في اليوم للفرد الواحد . ويتم نقل المياه الى المستهلكين في خزانات يجري توزيعها بواقع ٢٤ لترا في اليوم للفرد الواحد . ويعاني السكان الريفيون في فصل الصيف في المناطق التي تمتد اليها

المياه من الآبار المحفورة يدويا من صعوبات كثيرة نظرا  
لإنخفاض الحاد في منسوب مياه هذه الآبار مع ازدياد -  
درجة ملوحتها . وكثيرا ما تجف هذه الآبار .

وتمتد أنابيب المياه الى ٩٣ر٠٠٠ فرد فقط أو الى  
٢٣ في المائة من سكان ٢١٧ قرية . ويحصل حوالى ٧٠ في  
المائة من السكان على المياه مباشرة من الأنهار والبحيرات  
والبرك ومجارى المياه الموسمية وقنوات الري ، أو يستخدمون  
مياه الأمطار المتراكمة فى المنخفضات الطبيعية للأغراض -  
المنزلية أو للشرب . ويتم الحصول على المياه الجوفية  
والمالحة بكميات متواضعة من آبار محفورة يدويا ذات  
هياكل تقليدية ومزودة بوسائل عادية لاستخراج المياه .

وبعد عام ١٩٥٥ تم التوسع فى الآبار المحفورة يدويا  
وتحقق هذه الآبار غرضا مزدوجا وهو الامداد بالمياه والرى  
وبالقرب من الآبار المستخدمة للامداد بالمياه توجد نقاط  
امداد تتكون من محطة ضخ وحوض تخزين بطاقة تصل الى  
٥٠ مترا مكعبا ويبين الجدول رقم ١٨ البيانات التقنية  
الخاصة بآبار المياه .

جدول رقم ١٨ : ( العراق )

بيانات تقنيه عن آبار المياه ، ١٩٧٨

الاقليم			
المجموع	الجنوبي	الاطوسط	الشمالي
١٤٩٨	٢٩	٧٩٨	٦٧١
عدد الآبار			
٤٨١-١٠٠	٢٣٠-١٧	٤٨١-١٠	٣٣٩-١٠
العمق ( بالامتار )			
٢٠٧	١٥-١٢	٢٠٧	٦٣-١٥
المستوى البيزومتري			
٢٩٠	٨٤-١٢	٢٩٠	١٣٨-١٣
المستوى الدينامية (بالامتار)			
٢٦٣-١٢٣	١٨٢-٢٢٨	١٧٧-١٠	٢٦٣-١٢٤
انتاج البئر (م <sup>٣</sup> /ساعة)			
١٠٠٠٠-١٩٠	١٠٠٠٠-١٤٠٠	١٠٠٠٠-٢٤٦	٩٥٠-١٩٠
درجة الملوحة (جزء في المليون)			

الاحتياجات المتوقعة ؛ تبين الدراسات التي أعدها وزارة التخطيط ان الموقف سوف يتحسن بشكل ملحوظ عام ١٩٩٥ ، فمن المتوقع ان تصل أنابيب امداد المياه الى ٩٥ في المائة من سكان المدن و ٨٠ في المائة من سكان المناطق الريفية . ومن المقرر ان يرتفع تخصيص المياه من ٣٣٠ - ٤٦٠ لترا في اليوم للفرد

الواحد فى المدن ، أما فى المناطق الريفية فسوف يرتفع من ٣١٥ - ٥٢٥ لتر فى اليوم للفرد مع وضع احتياجات الانتاج الزراعى فى الاعتبار .

وسوف يرتفع استهلاك المياه من جانب السكان فى المدن والريف والانتاج الزراعى والصناعة بما فيها محطات القوى الحرارية من ٢٢ كم<sup>٣</sup> / سنة عام ١٩٧٥ الى ١٢٢ كم<sup>٣</sup> / سنة عام ١٩٩٥ ويشمل ذلك ١٢ كم<sup>٣</sup> / سنة من المياه السطحية و ١٠ كم<sup>٣</sup> / سنة من المياه الجوفية ، ويتناسب حجم سحب المياه الجوفية مع الموارد المكتشفه من المياه العذبة والمياه قليلة الملوحة ، وفى عام ١٩٩٥ سيمثل ذلك مايقرب من ٦ فى المائة من السحب الكلى للمياه ( أنظر الجدول رقم ١٩ )

جدول رقم ١٩ : ( العراق )

المسحوبات السنوية من مياه الشرب والمياه المستخدمة لأغراض  
الصناعة ( بالمليون متر مكعب في السنة )

١٩٩٥	١٩٧٥	مجالات استهلاك المياه
<u>المياه الصالحة للشرب</u>		
١٩٨٢	٥٤١	الاحتياجات المنزلية لسكان المدن والريف واحتياجات الصناعات الخفيفة
٥٦	٦	الصناعة ومحطات الطاقة الحرارية
٢٠٣٨	٥٤٧	المجموع الفرعي
١٦٤١	٤٥٠	من المياه السطحية
٣٩٧	٩٧	من المياه الجوفية
<u>المياه المستخدمة في الأغراض الصناعية</u>		
٩٢٤٤	١٢٨٩	الصناعة ومحطات القوى الحرارية
١٥٤١	٣٤٤	رى مزارع الخضروات والحدائق
١٠٧٨٥	١٦٣٣	المجموع الفرعي
١٠٤٢٥	١٥٥٣	من المياه السطحية
٣٦٠	٨٠	من المياه الجوفية
١٢٨٢٣	٢١٨٠	المجموع
١٢٠٦٦	٢٠٠٣	من المياه السطحية
٦٥٧	١٧٧	من المياه الجوفية
٣٦٠٣	١٢٠٧	الاستهلاك النهائي للمياه

المشكلات :

طبقا لبيانات الأرصاد المائية ، يقل معدل سقوط الأمطار بشكل ملحوظ من الشمال الشرقى الى الجنوب الغربى كما يقل أيضا تدفق المياه الجوفيه فى هذا الاتجاه،ويمكن أن يزيد عن طريق احواض الارتشاح التى تحتجز التدفق السطحى ويمكن استغلال هياكل تجميع المياه الجوفيه التى تقام فى الأقاليم التى تستخدم الأحواض، بشكل اكثر كثافة من استغلالها فى ظل ظروف تجدد الموارد بشكل طبيعى .

الخلاصة

على الرغم من أن المياه السطحية هى المصدر الرئيسى لامداد المياه طوالى ٥٠ فى المائة من البلد فان المياه الجوفية تمثل مصدرا أساسيا للامداد فى المناطق الصحراوية (والتي تغطى مايقرب من ٥٨ فى المائة من مساحية العراق ) وبعض اجزاء الجزيرة والتلال السفحية، وتعتبر المياه الجوفيه من أهم عوامل تنمية بعض المناطق فى الصحراء الغربية فى المستقبل . وعلى ذلك ، سوف يكرس الاهتمام للوقوف على أدق تفاصيل ظروف جيولوجيا الماء وتنمية موارد المياه الجوفيه بصورة رشيدة ومن المقرر

حفر ١٦٠ بئرا عميقة فى جميع انحاء الصحراء الغربية خلال بضع سنوات .

وبصفة عامة ، تعتبر تكلفة المياه الجوفية - ( بالمترا المكعب ) مرتفعة نسبيا بسبب عمق الآبار وتكاليف الصيانة . ومن المؤكد أن عددا كبيرا من الآبار التى تم حفرها حديثا قد أصيب بالحفاف أو كان ذا إنتاج ضعيف . ويجف الكثير من هذه الآبار بعد فترة من الزمن كما أن المياه مشبعة بالمواد المعدنية بدرجة عالية ولذلك وجب معالجتها قبل استعمالها . ولهذا ينبغى أن يحظى الامداد بمياه الشرب والمياه المستخدمة فى الأغراض الصناعية بأولوية متقدمة عن مياه الري .

ويجرى التفكير فى عمل مسوحات على نطاق واسع ووضع مخططات انمائية لجميع الطبقات الحاملة للمياه وثقوم وزارة الزراعة والاصلاح الزراعى بتطوير هذه المخططات وطبقا لهذه السخطط تقرر حفر ١٠٠٠ بئر عميق سنويا فى الفترة ما بين ١٩٧٦ - ١٩٨٠ على أن يكون عدد الآبار الجديدة التى تستخرج منها المياه قد وصل الى ٤٥٠٠ بئر فى عام ١٩٨٠ .



ولم تبحث مشكلة ازالة ملوحة المياه الجوفيه  
ولكن ينبغي ايجاد حل لها فى فترة زمنية تتراوح من  
١٠ - ١٥ سنة ويمثل حل هذه المشكلة أهمية خاصة لمنطقة  
الرافدين الشاسعة .

مراجع مختارة

Adnan, M. and W. Kraft. A contribution to the hydrogeology of the Western Desert. Journal of the Geological Society of Iraq, vol. V, July 1972.

Baghdadi, A. Ground Water in Iraq and its domestic use, supply and planned utilization. Report submitted to the twentieth International Geological Congress. Mexico, 1957.

\_\_\_\_\_. Ground water in Iraq. Bulletin of the College of Arts Baghdad University. 1960.

\_\_\_\_\_. Ground water - an important resource of Iraq. Proceedings of the seventh Arab Engineers Congress. 1964.

Elerdashvilli. Hydrogeology and Engineering Geology of Iraq. Moscow, 1973.

El Kiki F., T. S. Al Din and H. A. Hassan. Hydrogeological conditions of Bakhtiari aquifer in Shari lake basin. Journal of the Geological Society of Iraq, vol. VII.

Haddad, R. H. and others. Ground water resources of Altun Kopri area. Foundation of Scientific Research. Technical Bulletin No. 69, 1974.

\_\_\_\_\_. Ground water resources of Erbil area. Foundation of Scientific Research. Technical Bulletin No. 70, 1975.

Hassan, H. A. Hydrological, Hydrogeological and Hydrochemical Investigations of Bahr el Najaf Area. M.Sc. thesis. College of Science, Baghdad University. 1973.

مراجع مختارة (تابع)

- \_\_\_\_\_, A. El Obeidy and F. El Kiki. Hydrogeological conditions of Al Hamad area in Iraq. Institute of Applied Research on Natural Resources. Technical Report No. 3, 1974.
- \_\_\_\_\_, C. Griplet and S. M. Ayob. Galal Badra Project area - Hydrogeological conditions Foundation of Scientific Research. Technical Bulletin No. 106, 1977.
- Jabrael, N. An evaluation of ground water resources in Iraq. Institute of Applied Research on Natural Resources. 1973.
- Khashab, W. Facts and speculations about the water supply of Iraq. Baghdad, 1960.
- MacFadyen, W. Water Supplies in Iraq. Publication of Iraq Geology Department. 1938.
- Nelson, J. Water resources in Iraq. 1938.
- Parsons, Ralph, Engineering Company. Ground water resources in Iraq (13 volumes). Baghdad. 1955-1957. Supplemented with a geological map on a scale of 1:317,000. In 1957, the following maps were compiled on a scale of 1,200,000:
- Geological map;
  - Map of ground-water depth;
  - Isohyet map;
  - Nitrate-ion concentration map;
  - Ground-water salinity map;
  - Physiographical map;
  - Soil salinity contour lines map.
- Sedow, A. W., H. A. Hassan and A. Al-Dakhil. Present state of knowledge on hydrogeology in Iraq and desired future development. Journal of the Geological Society of Iraq, vol. IV, 1971.
- Selkhozpromexport. General scheme of water resources and land development in Iraq. Baghdad and Moscow, 1975.

عمان

المساحة : ٢١٣ر٠٠٠ كيلو متر مربع  
عدد السكان : ٧٤٣ر٠٠٠ ( طبقا لتقديرات الأمم المتحدة ١٩٧٥ )

عمان

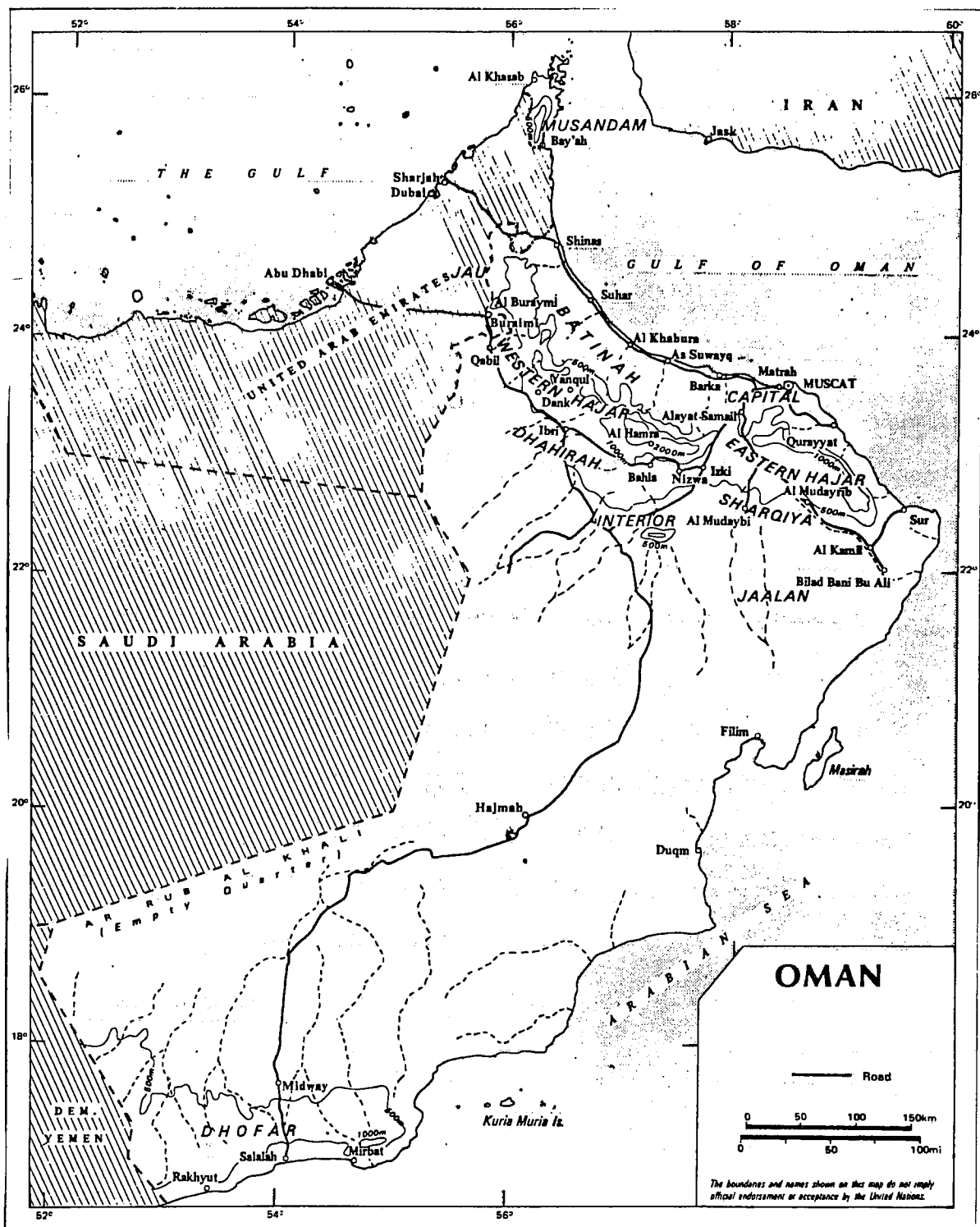
تتحكم سلسلة جبال عمان طبوغرافيا فى القسم الشمالى من عمان ، وهى مساحة من الأرض على شكل قوس تقطع أجزاءه تقطعا عميقا . ويبلغ أقصى ارتفاعها ٢٩٨٠ مترا فوق سطح البحر عند جبل شام احدى قمم سلسلة الجبل الأخضر . ويحد الجبال شرقا سهل ساحلى خصيب ( سهل الباطنة ) ومن الغرب تحدها سهول الحصباء والصحراء ويفصل اقليم ظفار عن الشمال الجبلى مائتا كيلو متر من الأراضى الصحراوية فى معظمها والتي يدخل امتدادها الغربى فى الربع الخالى وهو المنطقة الزلمية الكبرى من شبه الجزيرة العربية وتحدد الخريطة رقم ١٧ المناطق الجغرافية ويرد فيما يلى وصف لها بشئ من التفصيل .

منطقة العاصمة :

منطقة العاصمة هى اكثر المناطق كثافة

خريطة رقم ١٧

عمان : المناطق الجغرافية الرئيسية .



بالسكان فى عمان وتتألف من أربع مناطق مسقط ومطرح  
وبوشر وصيب .

مسندم :

تتألف منطقة مسندم الشمالية المنعزلة من جبال  
وعرة يصل ارتفاعها الى ١٨٠٠ متر وتمتد من الشريط  
الساحلى الملىء بالفيوردات العميقة . والقرى الرئيسية  
بالمنطقة هى خصب وبايح وبوفا .

سهل الباطنة :

يمتد سهل الباطنة من الحدود مع الامارات العربية  
المتحدة لمسافة ٢٧٠ كم تقريبا الى الشمال الشرقى من مسقط  
ويقع السهل بين الساحل وبين الحجر الغربى ، ويتراوح عرضه  
من ١٠ - ٣٠ كم . وتنحصر الزراعة فى قطاع ضيق قلمسا  
يتجاوز عرضه ٣ كم بمحاذاة البحر . وسهل الباطنة من  
اكثر بقاع عمان كثافة سكانية . والمدن الرئيسية هى برقا  
ومصناع وسويق وخابورة وشام وصحار ولواء وشناص .

### الحجر الغربى :

تمتد السلسلة الجبلية الموازية لسهل الباطنة من الحدود مع الامارات العربية المتحدة شمالا حتى شعب صوميل جنوبا . وتوجد اكثر قممها ارتفاعا فى الجنوب الشرقى حيث يوجد الجبل الأخضر بقممة التى يكاد يبلغ ارتفاعها ٣٠٠٠ متر وثمة مجموعات من المستوطنات الرئيسية على كل جانب من جوانب الحجر الغربى . وتشكل المنطقة التى توجد فى الجنوب ما يعرف باسم عمان الأصلية . أما المدن الرئيسية الواقعة على جانب الجبل المطل على البحر فهى رستق وأوابى ونخل .

### الحجر الشرقى :

الحجر الشرقى هو امتداد لجبال عمان الرئيسية وتبدأ من شعب صوميل حتى جبل خميس فى الشرق ، وهى مسافة تربو قليلا على ٢٠٠ كم . وتصل الجبال حتى البحر شمالا ، كما يحدها من الجنوب كل من الشرقية والجعلان ويصل أقصى ارتفاع لهما ٢١٠٠ متر والمدن الرئيسية الواقعة على جانب الجبل المتجه للبحر هى صور وطوى وقريات .

### الظاهرة :

الظاهرة هى ذلك السهل شبه الصحراوى الذى ينحدر من

الأطراف الجنوبية لحجر الغربى ممتدا حتى الربع الخالى  
ويحد ذلك السهل شمالا جاو والبورىمى ، ويفصله عن عمان  
الأصلية فى الجنوب جبل الكور . وتوجد المستوطنات  
الكبرى فى واديين رئيسيين هما وادى ضنك ووادى العين  
ومدنها هى ضنك عبرى وبثقل .

### جاو :

يعرف الامتداد الشمالى لسهل الظاهرة باسم جاو  
وفى هذه المنطقة الصغيرة الواقعة بين الحدود مـمع  
الامارات العربية المتحدة والحجر الغربى يتركز السكان  
حول واحة البورىمى حيث يزرع النخيل على مياه الرى.

### عمان الداخلية :

عمان الداخلية هى عن هضبة وسطى تنحدر من  
الجبل الأخضر فى الشمال تجاه الصحراء فى الجنوب  
وتحد عمان الأصلية الظاهرة غربا وتحدها الشرقية من  
الشرق . وهناك أربعة أودية رئيسية هى الوادى الكبير  
ووادى خلفين ووادى بهلة ووادى صوميل . ويشكل واديا  
خلفين وصوميل معا ممرا جبليا طبيعيا فى سلسلة الجبال  
الرئيسية ، وهو طريق تقليدى بين مسقط والداخل كما أنه

من أكثر مناطق عمان ازدحاما بالسكان . والمدن الرئيسية  
هى نزوة وبهلة وايزكى ومناح وآدم وصوميل .

#### الشرقية :

الشرقية هى منطقة من السهول الرملية والأودية  
وتقع فى الجهة الداخلية من الحجر الشرقى ، ويحدها اقليم  
الجعلان من الجنوب الشرقى ورمال وهيبه من الجنوب . والمدن  
الرئيسية هى عبرى ومديبى وحمد وبدية ومضرب .

#### الجعلان :

الجعلان سهل رملى يشكل الامتداد الجنوبى للشرقية  
وهو يمتد حتى بحر العرب ويحده الحجر الشرقى من الشمال  
ورمال وهيبه من الجنوب . والمدن الرئيسية هى بلاد بنى  
بوعلى وبلاد بنى بوحسن ووافى وكامل .

#### مصيرة :

تقع جزيرة مصيرة فى بحر العرب ويبلغ طولها  
نحو ٦٠ كم والجزر الهامة الأخرى فى بحر العرب ايضا  
هى مجموعة جزر كوربا موربا واكبرها جزيرة حلانية .



ظفار :

يشغل اقليم ظفار الجنوبى ثلث عمان تقريبا وينقسم الى منطقتين مناخيتين متباينتين . فالسهل الساحلى الممتد من ريوط غربا مارا بصلالة لايزيد عرضه فى أى مكان عن نحو ثمانية كيلومترات الا ان تربته الخصبة تحظى بالرى الجيد فى الفترة ما بين حزيران/ يونيه وأيلول / سبتمبر بسبب الرياح الموسمية الجنوبية الغربية . وتصل الرياح الموسمية أيضا الى التلال المكسوة بالغابات والتي يبلغ ارتفاعها ١٥٠٠ متر فيما وراء السهل الساحلى . والى الشمال من الجبال ، وفى اتجاه الحدود - مع المملكة العربية السعودية حتى الربع الخالى ، لا يوجد سوى القليل من المطر . وتنمو النباتات الصحراوية بالمنطقة أما المدن والقرى الرئيسية فهى صلالة ومربط وتقا وثماريط ورخيوط ومفشش .

ولا تتوفر البيانات الخاصة بمعدلات سقوط الأمطار الشهرية وكذلك متوسط درجات الحرارة الا لعدد قليل من المحطات فى عمان . وتبين الارقام الخاصة بسقوط الأمطار على مسقط أن المتوسط السنوى يقدر بحوالى ١٠٧ مم منها ٧٨ مم تسقط فيما بين كانون الأول / ديسمبر ونيسان / ابريل . ويتضح التفاوت الاقليمي فى مقادير سقوط الامطار حيث يبلغ جملة

ما يسقط على صحار في العام ٣٨ مم ، بينما يسقط على اقليم ظفار نحو ١١٥ مم في العام غالبا ما بين آيار / مايو وتشرين الثاني / نوفمبر وتتراوح أقصى متوسطات درجات الحرارة في مسقط ما بين ٤١ درجة مئوية في حزيران / يونيو و ٢٧ درجة مئوية في كانون الثاني / يناير . وتتمتع صلالة عاصمة اقليم ظفار بأكثر درجات الحرارة تقريبا فهي تبلغ ٣٢ درجة مئوية كحد أقصى في حزيران / يونيو و ٢٧ درجة مئوية في كانون الثاني / يناير . ورغم - المناخ القاري ، فالمياه متوفرة في كثير من الأودية الجبلية التي شقت مجاريها بعمق وتتوفر المياه أيضا تحت السهول المحيطة . ويسقط المطر أثناء العواصف الشديدة القصيرة الأمد مما يتسبب في حدوث سيول سريعة على الجبال ، غير أنه من الممكن أن تستمر تجمعات السحب أياما عدة دون سقوط أمطار تذكر وتكون الرياح خفيفة حينما يسود طقس صاف . ولكن الرياح يمكن أن تشتد ليلا على الجبال ، فتتحول الى رياح هوجاء . وحينما تسود أحوال جوية عاصفة تشير الرياح القوية كميات كبيرة من الأتربة .

ويجرى العمل حاليا لإنشاء شبكة شاملة

من محطات الأرصاد الجوية ستؤدى بوجه عام الى تحسين المعرفة بالاختلافات والظواهر المناخية ، كما ستوفر أيضا بيانات اكثر دقة للملاحة البحرية والجوية .

#### الخصائص الجيولوجية

تبدو الصخور القاعدية التى ترجع الى العصر القديم مكشوفة تماما فى جبال عمان الشمالية مثل الأخضر وسيح وحتات وجبل جعلان وتشتمل على صخور الفيليت والصخور الحثائية الخضراء والغرانيت والكوارتز المتداخلة مع العروق الكوارتزية . وفى اقليم ظفار توجد الصخور القاعدية مكشوفة تماما فى المنطقة شرقى سلالة بين تقا ومريط والحسيك ، وهى هنا تشمل على صخور الصوان والحتات وجدر البجماتيت . وتعلو الصخور القاعدية بشكل غير متوافق أضلع طولانية من طبقات متراسة من الحص والصخور المتكورة وتظهر الأحجار الجيرية فى بنيتها كما أنها فجوية . ويتراوح عمر هذه الصخور الأصلية البيئة ما بين العصر البرمى الى العصر الطباشيرى الأعلى ، وهى جميعا مكشوفة تماما على جوانب الجبل الأخضر وسيح حتات .

وهذا النسق المتراكب يعلوه بلا توافق طبقة  
أصلية البيئة تسمى صخور حواسنة المغتربة وهي فى  
تماس معها نتيجة ضغط علوى وتتألف صخور حواسنة  
المغتربة من صخور الحجر الجيرى ومن الصخور المتكسرة  
والحصن والرمل وصخور الصوان الراديولى ومن الطفـل  
ويرجع عمر صخور حواسنة الى الفترة ما بين العصر البرمى  
الى العصر الطباشيرى . وتوجد فوق صخور حواسنة صخور  
صوميل النارية المغتربة وهي فى تماس مع الصخور السفلى  
نتيجة ضغط علوى ويتمثل أثر الضغط العلوى فى الصخور  
التحولية وفى خليط عمان ، وهو خليط ميكانيكى من حجر  
الصوان والحجر الجيرى واللاف والصخور التعرجية المكشوفة  
عامة . أما الصخور النارية فتشمل - من أعلى الى أسفل -  
على صخور طفحية قاعدية ووسائد من اللاف وحواجز صخرية  
وصخور جوفقا عدية ونطاقات من صخور الغابرو وصخور  
البيريدوتيت وهي متعرجة التكوين فى مواضع كثيرة  
وكذلك صخور الدونيت والهارز يرغاييت ، ويعلو الصخور النارية  
بلا توافق صخور جيرية ترجع الى الفترة ما بين العصر  
المايستريتى الى العصر الثالث ، وتتألف من صخور جيرية  
مرجانية متبلرة فى بعض المواضع .

وعلى رأس الصمور الجيولوجى توجد ترسيبات نهريّة  
حديثة كما توجد رواسب مروحية . وتتكون هذه من صخور

متكورة مختلطة صلبة وشديدة التماسك ومن حصاء الوادى  
ومن رصيى مروحي .

وبوجه عام ، فان صخور عمان تعكس آثار تحركات  
واسعة النطاق فى القشرة الأرضية ، واندفاعات وتعاقب  
للطبقات المترابطة لوحداث متماثلة الجوانب فى الأصل  
وتعبر حيال عمان عن هذا الوصف أفضل تعبير ، فلقد حدثت  
تكوينات الصخور المغتربة فى نهاية العصر الطباشيرى  
الأعلى ، كذلك تعرضت صخور عمان للتحديب الى أعلى وللضغط  
الذى حدث فى وقت مبكر فى العصر الثالث . وقد أسفر  
هذا عن تكوين حدة سيح حتات وتحديات الجبل الأخضر  
وأشرت كل هذه الأشياء فى صخور عمان ولذا فهى مليئة  
بالصدوع والالتواءات .

#### المياه السطحية

نظرا لوجود المنحدرات الشديدة ولقلة نقاذية  
الصخور على طول الأودية وكذلك بسبب هطول الامطار بصورة  
متقطعة وبكثافة عالية نوعا ما ، يرتفع معدل الانسياب

فى الجبال وىأتى جانب من هذا الانسياب فى شكل  
تدفقات سطحية قصيرة الأمد ، بينما يتغلغل الباقى  
فى حصاء الأودية ورمالها ، ثم ينطلق على شكل  
تدفق قاعدى دائم . وتعتبر أودية الجيزى والحواسنة  
وصوميل وبنى عمر فى جبال عمان الشمالية أمثلة  
واضحة لهذه الظروف . وتأخذ بعض المجارى المائية من  
الاحجار الجيرية الفجوية وخاصة على طول تماسى  
البروز العلوى للصخور النارية ورف الاحجار الجيرية  
العتيق . وهذه الأودية هى وادى ضيقة وبنى خالد  
وهناك مجارى مائية كثيرة أخرى وينابيع ولاسيما عند  
سفح الجبل الأخضر فى رستق وطفوف .

#### المياه الجوفية

---

تم القيام بعمليات مسح عديدة وواسعة النطاق  
كرست للتحقق من مدى توفر المياه الجوفية للمساعدة  
على مواصلة الرى والتنمية الحضرية . وتم تحديد التقارير  
الأساسية التى غطت هذه الابحاث وذلك فى قائمة المراجع  
الآتية بعد .

بصفة عامة ، تستمد المياه الجوفية في عمان  
مياها اما من طبقات عميقة متحجرة خازنة للمياه -  
تمتد في انحاء كثيرة من شبه الجزيرة العربية  
او من مستودعات الأودية حديثة التكوين ، ومن المراوح  
الرسوبية والسهول الساحلية بطول السلاسل الجبلية . ونظرا  
لارتفاع تكلفة الانتاج من الطبقات العميقة الحاملة  
للمياه وندرة الأراض القابلة للاستزراع في الداخل  
فقد استلزم الأمر أن يقتصر استغلال ذلك المورد على  
الاستخدامات المتعلقة بتنمية الموارد البترولية المعدنية  
ويجرى سحب أغلب المياه من الطبقات غير العميقة الحاملة  
للمياه حسبما هو مبين أدناه بالنسبة للمناطق الرئيسية  
الثلاث .

#### السهل الساحلى الشمالى :

توجد صخور الطبقة الحاملة للمياه لسهل -  
الباطنة ضمن نسق اسفينى الشكل من الرواسب الغرينية  
يأخذ سمكها في الازدياد ابتداء من حدها المستقيم  
المتاخم للجبهة المتجهة للبحر . ويتألف الجزء الأعلى

للصخور من الجص فى الغالب . ويبلغ السمك المشبع  
١٠٠ متر محليا ، ولكنه لايزيد بصفة عامة عن ٣٠ - ٤٠ مترا  
ثم يضيق ليصبح رقيق الحد على مسافة من ٥ - ١٥ كم من  
الساحل ويتكون الجزء الأسفل للصخور من الجص الطينى  
ويبلغ أقصى سمك له أكثر من ١٠٠ متر قرب الساحل .

الحد الأدنى وخاصة اللانفاذى يتكون اما من  
وحدة سمكية لطبقة متراكبة من الحصى والرمل ومن الطين  
أو من صخور القاع أما فيما يتعلق بتنمية المياه  
الجوفية فان هناك حدا هيدروليكيًا يبينه خط التماس  
الحيوى بين المياه العذبة والمياه المالحة ، ويختلف  
وضعة تبعاً للفروق الرئيسية بين المياه العذبة ومستوى  
البحر . وفى ظل الظروف العابرة ، يعتمد وضع خط التماس  
الحيوى على درجة النفاذية الكلية لذلك الجزء من التكوين  
الذى يتحرك فيه خط التماس الحيوى .

ومعدل نفاذية مقطع الحصى الأعلى مرتفع ويبلغ  
متوسطه ٥٠ مترا فى اليوم بالرغم من أن هناك تفاوتاً  
جانبياً وأفقياً ملحوظاً . ومعدل نفاذية مقطع الحصى  
الطينى منخفض مع وجود عدسات من الجص النظيف الذى



يمد آبارا مرتفعة الانتاجية نسبيا ويتجه ممال الانحدار الهيوروليكي نحو البحر ومتوسطه ١ فى المائة حيث يكون التدفق غالبا فى الحصاء الطينية ولكنه يأخذ فى الركود بسرعة ليبلغ أقل من ١ فى ٢٥٠٠ عندما يزداد سمك الحصاء المشعة العليا المتاخمة للساحل . ويتركز الاستخراج الحالى للمياه لاغراض الري فى القطاع الساحلى أساسا حيث تقل مناسبة المياه عن مترين فوق مستوى سطح البحر .

وتوضح الدراسات أنه مع وجود استثناءات محلية ، فان شبكة المياه الجوفية فى حالة توازن اساسا وتتمثل نواتج ميزان المياه الجوفية فى الاستعمال الاستهلاكى للزراعة المروية ، وفتح الغطاء النباتى الطبيعى والتبخر من السطح المائى الضحل (فى منطقة السبخة بصفة رئيسية) والتدفق فى البحر . ويمتد غطاء متصل من النباتات الطبيعية وأشجار النخيل التى تظلها حدائق مرويه حتى الكثبان الرملية الساحلية . وفى وجود الغطاء النباتى الأخضر عند المداخل المؤدية الى البحر ما يشير الى تدفق المياه العذبة بيد أن منطقة السبخة واسعة ، والقيمة الاقتصادية والاجتماعية للغطاء النباتى الطبيعى غير معروفة ، ولكن لابد من التسليم بأن المياه التى تخرج بفعل النتح تشكل جزءا هاما فى توازن نظام الطبقة الساحلية الحاملة للمياه .

ومن المحتمل أن يكون التدفق للبحر محدودا وأن معظم التدفق الجوفى المار شمالى المنطقة المزروعة يتم استهلاكه بالتبخر فى منطقة السبخة .

### جبال عمان والسهول الداخلية :

تجرى تنمية موارد المياه الطبيعية لجبال عمان فى القيعان الضيقة للأودية المتقطعة بعمق والتي تشكل خطا من الحفر البالوعية لتصريف المياه الجوفية من التلال ويتم تصريف المياه الجوفية اما بطريقة طبيعية على شكل ينابيع أو تدفقات قاعدية أو يتم تنميتها من خلال مسارب صرف تسمى فلجان . وتحول حدود الأرض دون أى توسع فى المساحات المروية كما وأن المياه المتاحة غالبا ماتزيد عن المطلوب . وعلى أى حال لايجب اعتبار هذه الزيادة بمثابة فاقد حيث تشكل الأودية شبكات مغلقة . وتتحرك المياه بميل انحدارى لما فيه مصلحة من يستخدمون الطبقات المنخفضة الحاملة للمياه فى السهول . وربما كانت المشكلة الرئيسية على ما يبدو هى صيانة شبكة الفلجان التى يمكن أن تكون أكثر الوسائل كفاءة لاستخراج المياه فى ظل ظروف معينة ، والتي ربما يكون تغييرها مكلفا للغاية .

وتوجد المياه الجوفية للسهول الداخلية داخل غطاء رقيق

نسبياً من مواد متفتتة خشنة تعلو رواسب طينية ، وهذه بدورها تعلو صخور القاع ذات النفاذية المنخفضة . وعندما تتماسك المواد الخشنة المحتوية على الحصى والرمل والغرين تشكل طبقات حاملة للمياه ، ويقل سمكها عادة على أية حال عن ١٠ أمتار ، مع أنها يمكن أن تبلغ ٥٠ متراً في بعض المنخفضات المحلية وعلى طول مجارى الوادى وعلى هذا فان المياه الجوفية القابلة للاستخدام موزعة توزيعاً خاطئاً وفضلاً عن ذلك ، فان الاراضى القابلة للبرى موزعة هي الأخرى مع استثناءات قليلة - على مساحات صغيرة لا تتلاءم بالضرورة مع توفير المياه ، ويستثنى من هذا وادى قريات حيث تم وضع خرائط ٢٩٠٠ هكتار من الاراضى الجديدة مع أنه لم يتم بعد تحديد المورد المائى لتزويد هذه الاراضى .

#### ظفار :

يبلغ عرض سهل صلالة مايقرب من ٥٠ كم وأقصى طول له هو ١٥ كم ويحده البحر من الجنوب والجنال شمالا - ويعزى وجود المياه الجوفيه الى الصخور الكربونية والسلى الصخور المتكورة والرمل ، وتتجدد المياه بالتدفق الجوفى من سلسلة الجبال ومن الينابيع التى تتدفق مياها عند

سفوح الجبال . ويندر للغاية أن تحدث الفياضانات فى السهل . كما يبدو تجدد المياه خفيفا جدا مع أن الامطار تسقط باعتدال على المستجمع الجبلى . وعلى أية حال فإن الكثير من هذا يحدث على شكل حناب ثقيل والمياه الجوفيه فقيرة النوعية عامة باستثناء الجزء الأوسط من السهل فيما وراء صلالة .

وفيما يخص الطبقات الكربونية الحاملة للمياه فتتحد كل من المناسيب المنخفضة للمياه وارتفاع تكاليف انشاء الآبار وضعف الانتاجية لتستبعد استخدام المياه الجوفية فى الري . بالاضافة الى ذلك ، فإن التربة غير متجانسة النوعية ورقيقة ولكن تبدو هناك امكانية لتنمية المياه من أجل الاستخدام المنزلى ولسقاية قطعان الماشية .

ولا يعرف سوى القليل من ظروف المياه الجوفيه فى الهضبة الداخلية ( النجد ) ويعتقد ان تحت الهضبة طبقات من الصخور الكربونية الحاملة للمياه ذات امتداد اقليمى وتوجد تدفقات ارتوازية فى بعض المواضع . والمياه

فقيرة النوعيه بوجه عام ، والتربة عديمة البنية  
ومرتفعة النفاذية وفقيرة فى خصوبتها .

### شبكة الفلجان

بالنظر الى الأهمية التاريخية لشبكة الفلجان  
ستخصص المناقشة التالية لدراسة الفلجان دراسة مفصلة  
وكذلك لدراسة دورها فى تنمية موارد المياه فى عمان  
وعند النظر الى الفلجان كنظام هندسى ، فانها تأخذ  
المياه الجوفية الموجودة فى الرواسب الخشنة من مناطق  
سفوح الجبال حيث تكون المياه قريبة نسبيا من السطح ،  
وتحتوى على قدر قليل من الاملاح المذابة وتنتج العوامل  
المتعلقة بالخصائص الجيولوجيه وبشكل الارض تجمعات مائية  
مركزة وشبكة لتدفق المياه الجوفيه . وفى معظم الاحيان  
يوجد الفلج بحيث يتحكم فى مثل هذه التركيزات عن  
طريق " البئر الأم " ثم يحمل المياه الجوفيه بعد ذلك  
لتنزل مع المنحدر الى مناطق أفضل من حيث رسوبياتها  
وملاءمتها للزراعة . ويجب ان يكون ميل الانحدار بين  
المجارى المائية والانفاق متماثلا تقريبا على الدوام ومن ثم

يختلف عن ميل الانحدار السطحي المتفاوت وينبغى  
تمرير قطاعات الفلج الجوفية عبر أنواع من الرواسب  
المفككة ( الخشنة والناعمة ) ، وكذلك عبر صخور قاعدية  
وراسب أسمنتية ، وبهذا يمكن للقطاعات الجوفية أن تتحكم  
أيضا فى التدفقات الجوفية المساعدة .

ويكون المجرى الرئيس للفلج اكثر عرضة للتلف  
الميكانيكى حينما تكون :-

- أ - القطاعات الجوفية ضحلة أو توجد فى راسب مفككة
- ب - او عندما يوجد المجرى داخل الأودية أو حينما  
يعبر الأودية الرافدية معرضا للفيضانات القاسية .
- ج - وحينما تقام جسور على قطاعات السطحية .

ويتحدد معدل التدفق فى الفلج بواسطة مستجمع  
أمطار كبيرة المساحة نسبيا يغذى مجموعة مركزة صغيرة  
نسبيا من مجارى المياه الجوفيه ، وعلى ذلك ، فان تذبذب  
التدفق يكون محدودا نسبيا الا فى أثناء فترات المطر او  
الجفاف الطويلة ، وتشيد الفلج مضمم ليكفل ظروفًا من

التدفق المتعادل ، فاذا حدث لسبب ما أن هذه الظروف لم تتحقق ، يصبح من الضروري إعادة تشييد الفلج .

### تدبير المياه الجوفية

---

لقد نجم عن غزارة المياه نسبيا وتنميتها في عدد من المحليات المتفرقة ، أن انعدمت السرقابية المركزية والتنظيم بيد أن التنمية السريعة ومشاكل المياه ظهرت أثناء ذلك ، أوجدت الحاجة لكي تتدخل الحكومه وتمد يد العون . وتشتمل مجالات المشاكل لبعض المسائل التقنية ( المياه المالحة - والتوغل والحاجة الى إعادة تغذية المورد اصطناعيا ، وتدخل انماط الاستخراج ) ، وبعض الجوانب القانونية ( مثل حقوق المياه الجوفية ، وتحديد الأولويات ) وللتنسيق بين هذه المسائل ، انشء مجلس موارد المياه كهيئة حكومية عليا وأنيط به تنظيم ادارة المياه حسبما تم تنسيقه . ويجرى تنفيذ عدد من التدابير في هذا الصدد .

أ - فتجرى دراسة قانون لموارد المياه يحدد مهام التنسيق ويسهل الاجراءات المتعلقة بمنح الأذن - والتراخيص .

- ب - تدرس الحكومة سبلا بديلة لتنظيم الادارة المركزية  
ج - يجرى الآن القيام بأبحاث تهدف الى مواصلة واستكمال  
الجهود السابقة وتتضمن دراسات بالحاسبات  
الاليكترونية لنماذج الطبقات الحاملة للمياه على  
الساحل ، ومشاريع اعادة التغذية الصناعية للأدوية  
الأكثر انتاجية .  
د - تم الشروع فى وضع تخطيط بعيد المدى لسد احتياجات  
وامداد كافة البلديات الكبرى بالمياه .

وتشارك عدة هيئات حكومية حاليا فى تحمل مسؤولية  
هذه الأنشطة مثل مجلس الوارد ( التنسيق والتشريع ) ، ووزارة  
المواصلات . ( لتوفير المياه للمدن ، ولجميع البيانات  
الخاصة بالارصاد ولانشاء محطات لازالة الملوحة ) ، ووزارة الزراعة  
ومصائد الاسماك والبتروول والمعادن ولجمع البيانات الهيدروليكية  
والرى ومراقبة الفياضانات (

ويقوم عدد من الشركات المتخصصة بعمليات الكفر ، وهى  
عادة ماتكون ذات خبرة واسعة بالمنطقة . كما أن الحكومة  
يمكنها استجابة من جانبها لطلبات طارئة معينة ما أن توفر  
معداتها لمساعدة القرى أو الفلاحين على تأمين امداداتهم من



المياه التي يحتاجونها على وجه السرعة .

ان المشاكل الرئيسية التي تؤثر في موارد المياه الجوفية هي كما يلي :

أ - توغل مياه البحر المالحة .

تجرى مراقبة هذه الظاهرة في أماكن عدة ، ويجرى التصدي لها بتحريك منطقة الاستخراج الى الخلف بعيدا عن الساحل .

ب - صافي الفقد السطحي ( الى البحر أو الى الصحراء )

يجرى اعداد مشاريع الاعارة التغذية التي لن تقلل فحسب من الفناقد أو تعيد ملء المراوح الغرينية بل ستساعد أيضا على التحكم في توغل المياه المالحة

ج - عدم كفاءة استخدام المياه :

وللتغلب على هذه المشكلة توجه الجهود التعليمية للتصريف بأساليب وطرق التدبير في استخدام المياه ومن المتوقع أن تكون هناك نتيجة من وراء طبع المعلومات الخاصة بالموضوع وكذلك من وراء برامج التوسع الفعالة .

الخلاصة

ان المياه الجوفية هي احدى الموارد الطبيعية الرئيسية في عمان . ويعد توافرها من العوامل المقيّدة لقطاعات عديدة من اقتصاد هذا البلد . ولقد نالت المياه الجوفية في السنوات الأخيرة اهتماما اثناعيا لدرجة كبيرة وسوف يؤدي الى تحسين دور الحكومة في تنسيق واقامة البنية الأساسية السليمة واستنادا الى البيانات والتقارير التي تم تقديمها حتى عام ١٩٧٧ ، يبدو أن التفاؤل المشوب بالحدر له ما يبرره فيما يتعلق بكفاية موارد عمان المائية لدعم التنمية الاقتصادية القائمة على التخطيط .

مراجع مختاره

ILACO, Arnhem, Netherlands. Water Resources Development Project, Northern Oman. Final Report. July 1975.

Sir Alexander Gibb and Partners, London, England. Water Resources Survey of Northern Oman. Final Report. June 1976.

Renardet-Sauti-ICE, Muscat, Oman. Water Resources Survey in North East Oman. Interim Report. March 1975.

Sir William Halcrow and Partners, London, England. Surveys and Investigations for Land and Water Resources Development in Dhofar. Final Report. August 1975.

قبرص

المساحة ٩٢٧٠ كيلومترا مربعا .

عدد السكان ٦٣٠ ٠٠٠ ( تعداد ١٩٧٣ )

الملامح الجغرافية الرئيسية

تتمثل الملامح الجغرافية الغالبة على الجزيرة فى سلسلتين من الجبال : سلسلة جبال بند أدا كتيلوس على طول الساحل الشمالى ويبلغ ارتفاع قممها ١٠٢٤ مترا ، وتعرف باسم ( كيبار يسوفونو )؛ سلسلة جبال ترودو ، وتحتل الجزء الأوسط تقريبا من الجزيرة ويصل ارتفاع قممها الى ١٩٥١ مترا ، وتعرف باسم ( جبال أوليمبوس ) . ويمتد سهل ميزوريا بين سلسلتى الجبال ، وتقع مدينة نيقوسيا عاصمة الجزيرة ، على ارتفاع حوالى ١٨٠ مترا فوق مستوى سطح البحر .

ونظرا لأن الجبال مرتفعة بالنسبة لحجم الجزيرة ، فـان طوبوغرافيتها تنطوى على تناقضات جادة : منحدرات شديدة الانحدار نسبيا تشكل وديانا ضيقة ذات جوانب منحدره ، تميل السهول الساحلية الى أشرطة ضيقة ذات اتساع غير منتظم . ونظرا لعدم

وجود أنهار كبيرة تتخلص من كميات ضخمة من الرواسب في البحر ، فان المياه الساحلية تبدو صافية . والشواطئ صخرية حيث تصل سفوح التلال الى البحر ، ولكن توجد شواطئ رملية واسعة في الخلجان المحمية من الرياح .

### المناخ

يسود قبرص التي تقع في شرق البحر المتوسط ، مناخ البحر المتوسط ، فالشتاء معتدل ممطر ابتداءً من تشرين الثاني / نوفمبر حتى شباط / فبراير . والصيف حار جاف ويبدأ من حزيران / يونيو حتى آب / أغسطس . والربيع والخريف قصيران وهما من الفصول الانتقالية ، ويسودهما طقس معتدل .

ويسقط ٩٠ في المائة من الامطار في قبرص في الفترة ما بين تشرين الثاني / نوفمبر وآذار / مارس بمعدل قدرة حوالى ٥٠٠ مم ؛ ويسقط ٥٠ في المائة تقريبا من هذه الكمية خلال شهري كانون الأول / ديسمبر وكانون الثاني / يناير .

ونظرا لطبيعة الارض الوعرة فان الامطار لا توزع بالتساوى . ففي بعض المناطق المنخفضة يقل متوسط سقوط

الامطار عن ٣٠٠ مم فى السنة ، بينما يزيد هذا المعدل  
عن متر فى السنة فى الاجزاء العليا من جبال تـرودو  
وتسقط بعض الامطار فى شكل ثلوج خلال أشهر الشتاء .

وتختلف الرياح السائدة باختلاف الشهور . فهى  
عموما فى الفترة من كانون الاول / ديسمبر حتى  
شباط / فبراير ، رياح جنوبية غربية ، وغربية الى  
شمالية غربية وهى فى الفترة من آذار / مارس حتى آيار/  
مايو ، رياح غربية وشمالية غربية الى شمالية  
وشمالية شرقية ؛ أما فى الفترة من حزيران / يونيه  
حتى آب / أغسطس فهى رياح غربية وشمالية غربية الى  
شمالية ؛ وفى الفترة من أيلول / سبتمبر حتى تشرين  
الثانى / نوفمبر رياح شمالية غربية وشمالية الى  
شمالية شرقية وقلمما تصل الرياح الى حد العاصفة .

والرياح المحلية مهمة للغاية أيضا ، فهى  
تهب اما من السلاسل الجبلية فى الجزيرة ( رياح  
صاعدة ورياح هابطة ) أو بسبب التأثيرات الحرارية  
المحلية ( نسيم البر والبحر ) .

ويتراوح متوسط معدلات البخر - طبقا للقياسات  
المأخوذة من مسطحات البخر - ما بين حوالى ١٢٠٠ مم

فى السنة فى الأماكن المرتفعة فى جبال ترودو ، الى  
حوالى ٢٠٠٠ مم فى السهول الوسطى ، مع وجود معـدلات  
متوسطة على طول السواحل .

### المياه السطحية

تتعدد نظم الأنهار مع ارتفاع التدرجات ، وقلـة  
عدد المستجمعات المائية نسبيا . وتنبع أهم الأنهار من  
جبال ترودو . ويعد تكوين الجبال ( معظمها من صخور  
نارية ) وتعرضها لكمية كبيرة نسبيا من الامطار ظروفـا  
مواتية لوجود الأنهار . وكان من الطبيعى أن تصبح معظم  
هذه الأنهار مستديمة ، ولكن نتيجة لاستخدام منابعها فى  
أغراض الرى ، فانها تعتبر أنهارا مستديمة فقط عند  
المنبع .

وقد تم حساب معدل الانسياب فى أهم ١٧ نهرا تنبع من  
جبال ترودو ، وتوازى معامل انسياب اجمالـى يبلغ حوالـى  
٤٠٠ مليون متر مكعب سنويا ، باستخدام نموذج رياضـى  
معاير . وتبين أن المتوسط المثقل لمعامل الانسياب  
حوالى ٢٣ فى المائة .

ويوضح الجدول رقم ٢٠ متوسط التوزيع الشهري التقريبي  
لتدفق تلك الانهار ، والتوزيع الشهري لمتوسط التدفق  
في حالتين متطرفتين ، في صورة نسب مئوية من اجمالي  
التدفق .

جدول رقم ٢٠

قبرص : التوزيع الشهري التقريبي لتدفق أهم الأنهار التي تتنوع من جبال ترودو

( نسب مئوية )

أيلول	تشرين أول / ثاني	تشرين أول / ثاني	كانون أول / ثاني	كانون أول / ثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب
أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يولية	أغسطس	سبتمبر
١٧	١٥	١٤	١٤	٢٣	٢٤	١٦	٨	٢٠	٢٠	١٥	١٥
١٠	١٩	١٥	١٥	٢٦	٢٧	١٥	١٦	٢٨	٢٢	١٠	٠
٢٣	٢٣	١٠	١٨	١٦	١٨	١٤	٩	٧	٤	٢	٣

المتوسط التقريبي

-١٣٦-



وفيما يتعلق بذروة التدفقات ، ترد فيما يلي معلومات  
عن أهم الفيضانات المشهورة التي حدثت في أنهار مختارة  
( ولا يمكن تقديم تحليل للامطار التي سقطت في مستجمع كل نهر  
للحصول على مثل هذه النتائج . )

جدول رقم ٢١

قبرص : ذروة التدفقات لاضخم الفيضانات

النهر	محطة القياس	المستجمع ( كم <sup>٢</sup> )	ذروة التصريف ( م <sup>٣</sup> / ثانية )	التاريخ
كوريس	كالاسا	٢٩٣	٣٩٠	٦٨/١٢/٢٦
دياريزوس	كوكليا	٢٦٤	٣٠٠	٦٨/١٢/٢٦
ايرمازويكا	فينيكاريا	١١٠	٢٩٠	٦٨/١٢/٢٦
سيراكيس	مسد مورفو	٤٥٧	٢٦٠	٦٨/١٢/٢٦
ستافروس	ايفريتو	٩٣	٢٥٠	٦٥/١٠/١٢
فاتيس	أتالاسا	٣٠	١٦٠	٦٩/١٢/٣٠

وتتفاوت نسبة الطمي في مياه النهر بدرجة كبيرة . فهي تتوقف على عدة عوامل لا يمكن تحديدها حتى بدرجة معقولة من الدقة ولم تسفر الدراسة التي أجريت على نتائج تحليل نسبة الرواسب في عينات تم الحصول عليها من أنهار مختلفة في مراحل وتدفقات مختلفة عن أية نتائج مفيدة . ولكن يستطيع المرء من دراسة معدل الترسيب في المستودعات الحالية ، أن يحصل على أرقام قد تشير الى النسبة التقريبية للمواد العالقة وعلى سبيل المثال ، يمكن اعتبار معدل ٣ غرامات من المواد العالقة في كل لتر من المياه الجارية تقديراً معقولاً والنسبة للأنهار التي تنبع من صخور نارية . وتنساب فوق منحدرات طفيفة ، ولها غطاء نباتي جيد . أما بالنسبة للأنهار التي تنبع من صخور نارية ، وتنساب فوق منحدرات حادة ، ولها غطاء نباتي قليل ، فقد تصل نسبة المواد العالقة بها الى ١٥ غراماً لكل لتر . ولما كانت نسبة الطمي في الأنهار التي تنبع من صخور رسوبية عالية بدرجة كبيرة ، فيمكن تقديرها بنحو ٤٠ غراماً لكل لتر .

### الخصائص الجيولوجية

تطفي الطبيعة الصخرية لجبال ترودو على الخصائص الجيولوجية لقبرص ( انظر الخريطة رقم ١٨ ) ، وهي مجموعة صخور نارية تحتل حوالى ثلث الجزيرة ، وتتكون من صخور بلوتونية فوق الصخور القاعدية وصخور ناتئة ذات تكوين مشابه وكلها مرتبة على هيئة سلاسل متمركزة .

ويتكون قلب هذه المجموعة الصخرية من تدرجات كثانية تتجه الى الخارج ، وأنواع مختلفة من الصخور الزبرجوية باشكالها المتعرجة تحيط بها سلسلة من صخور الغابرو . وتسمى أكبر سلسلة تحيط بالهيكل السابق بمجموعة الصخور الصفاحية المتداخلة ، وتتكون من سلسلة من السدود الصخرية التى تكونت معا بطريقة جعلت كلا منها تستند فوق الأخرى . ويتراوح عرضها عادة ما بين ٣ر٠ الى ٣ أمتار ، وتمتد فى معظم الأحوال من الشمال الى الجنوب مع منحدرات شحيقة نحو الشرق والغرب . وهى تتكون أساسا من صخور الغابرو الدقيقة وصخور الديوريت الدقيقة .



وتحتل اللافا السلسلة الخارجية من هذه المجموعة الصخرية وقد برزت هذه اللافا تحت البحر على مرحلتين أساسيتين وشكلت ما يسمى بطبقة اللافا السفلى وطبقة اللافا العليا . وتوجد تكوينات جديدة نادرة من الطفل والخضاب ترجع الى العصر الكامباني .

ومع أن تكوين السلسلة السالفة ينطبق بصفة عامة على مجموعة الصخور النارية لجبال ترودو ، إلا أن التلال الجنوبية للكتلة الصخرية النارية تنفصل عن الكتلة الرئيسية بواسطة صدوع كبيرة تمتد من الشرق الى الغرب . ونظرا لأنها تتكون الى حد ما من صخور زبرجوية وصخور غابرية فانها تمثل خروجا عن النمط العام للسلاسل الجبلية .

وتغلب العناصر الكربونية على الصخور الرسوبية التي تحتل حوالي ثلثي الجزيرة . وأقدم هذه الصخور الرسوبية هي أنواع الرخام المحتوية على الميكا ، والأحجار الجيرية الدولوميتية المتبرشة ، والحجر الجيري والرخام المتبلر ، والتي تتفاوت عصورها بين العصر الكربوني والعصر الطباشيري ، وهي تشكل قلب السلسلة الشمالية بالجزيرة ، حيث ظهرت خلال المراحل الأخيرة لنشوء الجبال . وعلاقة هذه الطبقات بالتكوينات الأخرى علاقة

معقدة ، ويصفها معظم الجيولوجيين بأنها طبقات متحركة بعوامل الدفع ، وصخور أوليسية • ولكن من الجدير بالملاحظة أن هذه الصخور الرخامية والاحجار الجيرية تحولت الى مادة صلصالية تحت مستوى المياه الحالى فى المنطقة •

وهناك نوع آخر من الصخور الرسوبية التى تعتبر من الصخور المتحركة وهى مجموعة صخور مامونيا ، وقد ظهرت نتوءاتها الرئيسية فى غربى قبرص ، بينما لوحظت بعض مظاهرها فى الجزء الجنوبى الشرقى من الجزيرة • وهى تتكون من صخور مسامية تضم كتلا ضخمة من الأحجار الجيرية • والصخور الجيرية المتعرجة والكوارتزية • وهى تتميز بتوزيعها غير المنتظم واختلافها من حيث السمك بسبب عملية الترسيب على سطح مغمور •

والرواسب التى حدثت من العصر المايستريتى حتى العصر المايوسينى الأدنى ، عبارة عن مواد طباشيرية ( متحجرة فى بعض الاماكن ) وطين جيزى وحجر جيزى ، ولكن تغلب عليها المواد الطباشيرية • وتظهر حول جبال ترودو طبقات يمل سمكها الى ٦٠٠ متر ، وتمتد من المركز بعيدا عن الكتلة الصخرية النارية ووجدت طبقات مماثلة على طول سلسلة جبال كيرينيا ، وهى طبقات شديدة التشوه ومعقدة التركيب ، بسبب الضغط الذى مارسته قوة الدفع العلوية لهذه السلسلة الشمالية • وهناك بعض مظاهر

" البريشة " وطبقات رسوبية من الحجر الرملى ترجع الى العصر الأوليغوسينى والايوسينى ، ويصل سمكها الى حوالى ٧٠٠ متر وتتصل اتصالا وثيقا بالمواد الطباشيرية فى هذه المنطقة .

وخلال العصر المايوسينى الأوسط ، حدث ارتفاع سريع فى السلسلة الشمالية ، مع استمرار عملية الترسيب على السفوح المنحدرة والممتدة تحت البحر على جانبى سلسلة جبال كيرينيا ، وكان هذا هو السبب الرئيسى فى التيارات العكسة التى رسبت طبقة الحجر الرملى الرسوبية التى تتكون من طبقات متبادلة سمكها ٣٠٠٠ متر من الصخور الرمادية والطين الجيرى والحجر الرملى المتكلس . وتبدو هذه الطبقات فى شكل طيات محكمة فى مواجهة السلسلة الشمالية ، ويقل ظهورها بالقرب من هذه السلسلة . وفى الوقت ذاته ، ترسبت مجموعة من المواد الطباشيرية والطين الجيرى والاحجار الرملية حول جبال ترودو ، وانتشرت فى الجزء الجنوبى من الجزيرة ، وتميزت بتغيرات مفاجئة ويبلغ أقصى سمك لها ٤٥٠ مترا ، وتمتد بالتدرج بعيدا عن الكتلة الصخرية لجبال ترودو . وترتبط عملية ترسيب الجص فى مناطق كثيرة من الجزيرة ارتباطا وثيقا بهذه الطبقة

الرسوبية . ومن المظاهر المعاصرة أيضا ، تكون الحجر الجيرى البحرى . وهناك رواسب ترجع الى العصر المايوسينى الأعلى والأدنى ، والعصر البليستوسينى ، وتمثل فى الطبقات التى تتكون أساسا من الطين الجيرى والطين الجيرى الرملى وتضم فى بعض الاحيان الاحجار الرملية والصخور المتكورة وفى معظم المناطق ، شكلت المراحل الأخيرة من تكون هذه الطبقات صخورا متكلسة ترسبت فى المياه الضحلة .

والمكان الرئيسى الذى تكونت فيه هذه الطبقات عبارة عن مجرى متعرج يقع بين سلسلة جبال كرينيا وجبال ترودو ويشكل الأرض المنخفضة الرئيسية فى الجزيرة ، والتى تعرف باسم سهل ميسوريا . وقدر أقصى سمك لهذه الطبقة الرسوبية فى الحوض الاوسط بنحو ٨٠٠ متر .

وأدى الارتفاع السريع فى الجزيرة ، أو انحسار البحر أثناء العصر البليستوسينى الى تفتت الأرض وتحولها الى رمال وحصى ، انتشرت بواسطة الانهار التى تنبع من جبال ترودو، ولاسيما شمال الكتلة الصخرية النارية ، لتشكل نوعا من الرواسب الصخرية البروحية . وتتكون هذه الرواسب كما سبق القول



من مواد خشنة ، بعضها ترسبت فى ظل الظروف الساحلية  
وبعضها أصبح رواسب بريئة تتشابه مع الرواسب الاخرى  
ويصل سمكها فى أضخم شكل لها فى سهل ميسوريا الغربى  
الى حوالى ٦٠ مترا .

### موارد المياه الجوفية

تقع مسؤولة تنمية موارد المياه الجوفية فى قبرص  
على ادارة تنمية المياه ( التابعة لوزارة الزراعة والموارد  
الطبيعية ) ، وهى مسؤولة عن تنمية الموارد المائية  
فى الجزيرة بأكملها . وهناك ادارة أخرى تتصل بتنمية المياه  
الجوفية وهى ادارة المسح الجيولوجى وبها قسم يقوم بعمليات  
مسح هيدروجيولوجية ، وعمليات تنقيب عن المياه الجوفية .

وكانت تنمية موارد المياه الجوفية فى الجزيرة  
ضرورة منذ العصور الرومانية لان هناك قليلا من الينابيع  
وفى العصور القديمة حفرت ينابيع تعرف محليا بسلسلة من  
الآبار ، وهذه الينابيع التى تتألف من سلسلة آبار متصلة  
بسرخاب ، صممت بتدرج طفيف بحيث تتدفق المياه بحرية الى  
السطح عند فتحة السرداب وتوجد هذه السلسلة من الآبار

أيضا فى ايران حيث تعرف باسم القنوات الجوفية .

وكان حفر الآبار التى تؤخذ منها المياه بواسطة الدلاء حرفة معروفة فى قبرص منذ العصور القديمة . وفى ذلك الوقت أيضا ساعد تطوير نظام سحب المياه باستخدام سلسلة من الدلاء ( العلاقات ) التى تدبرها الحيوانات ، على حفر المزيد من الآبار ، وكانت المياه الاضافية تستخدم فى رى الأراضى .

وظهر الاهتمام الحقيقى بتنمية المياه الجوفية فى الاربعينيات عندما انشأت السلطات البريطانية ادارة موارد المياه والرى ، وتوسعت فى عمليات حفر الآبار التى كانت تتم فى السابق على نطاق ضيق من جانب ادارة الاشغال العامة .

وبدا جمع البيانات المنتظمة ودراسة المياه الجوفية فى عام ١٩٥٤ عندما حلت ادارة تنمية المياه محل ادارة موارد المياه والرى ، وضمت هذه الادارة شعبة جديدة سميت بشعبة الموارد المائية ، وكان من بين مسؤلياتها جمع وتقييم البيانات عن المياه الجوفية . وكان هناك اعتقاد بضرورة اجراء عمليات مسح للمياه الجوفية لأن مستوى المياه الجوفية

فى عدد من المناطق التى تستغل هذه المياه بصورة مكثفة  
انخفض بدرجة كبيرة ، بل ووصل الى مادون مستوى سطح  
البحر فى المناطق الساحلية . ومنذ ذلك الوقت بدأت متابعة  
موارد المياه الجوفية لتسجيل التغيرات فى مستوى المياه  
ونوعيتها عن طريق جسات اختبارية يتم حفرها لهذا الغرض  
وكذلك عن طريق عدد من جسات الضخ خلال الفترات التى  
لا يتم فيها الضخ من الآبار .

ويقوم بجمع البيانات مساعدون تقنيون دربوا خصيصا  
فى الادارة لهذه المهمة . ويقوم مفتشو الاعمال بالمراحل  
الأولية لتجهيز واعداد الخرائط الهيدروجيولوجية . ويتولى  
الجيولوجيون الفنيون وخبراء الجيولوجيا المائية تقييم  
النتائج واجراء المزيد من عمليات التحضير للحصول على  
موازن مائية أو استخلاص النتائج عن الاتجاهات فى الطبقات  
الحاملة للمياه ، وذلك باستخدام نماذج رياضية وعمليات  
حسابية رقمية . وتدخل الجيولوجيا ضمن الوسائل المعتادة  
المستخدمة فى هذا الغرض ، وذلك فيما يتعلق بالتنقيب عن  
المياه الجوفية وتحديد مواقع آبار الاختبار . غير أنه  
استخدمت أيضا أساليب جيوفيزيائية . وقد استخدمت طريقة  
انكسار الهزات الأرضية لتحديد موقع بئر الاختبار فى أعماق

جزء من وادى نهر مدفون . وباستخدام طريقة المقاومة الكهربية تم تحديد موقع طبقات الرمل والحصى فى الطين الجيرى ، كما تم تحديد سمك رواسب الحصى .

وقد تم استغلال معظم الطبقات الحاملة للمياه فى الجزيرة على نطاق واسع . وتم تسجيل حوالى ٥٠٠٠ بئر عادية وبئر اختبارية فى المناطق التى توجد بها معظم الطبقات الحاملة للمياه . ويتضمن الجدول رقم ٢٢ معلومات عن الطبقات الرئيسية الحاملة للمياه فى قبرص .

جدول رقم ٢٢ - معلومات عن الطبقات الرئيسية الحاملة للمياه

الاسم و الموقع	العمق	الخصائص الحجرية	متوسط عمق البئر (11/ثانية م)	القدرة النوعية البئر (متر/يوم)	البيدر وجير لوجية ت م / يوم
الحجر الجيري فن كيرينيا ( على طول السلسلة الشمالية )	من الكربون الى الطباشيري	حجر جيري ملهالسي ، ودولوميت ورخام	١٥٠ - ٣٠٠ ( اقل من ٤٥ متر )	١ - ١٠٠	٠٠٠
ميسوريا الجنوبية الغربية ( جنوب شرق قبرص )	الاعلى السن الحديد	حجر رملي متكلس يتخلله طين جيري ، وفي بعض الأماكن حجر جيري وجص	٣٠ - ١٠٠ ( ويصل عمق بعض الابار الى ٢٠٠ متر )	٥٠ - ٣٥	٢ - ١٥
ميسوريا الغربية ( الجزء الغربي من السهل بين السلاسل الجبلية )	البلايستوسين - البليستوسين	مخور متكلس ، وجص وطنين جيري ورمل وطمس	٥٠ - ١٥٠ ( ويصل عمق بعض الابار الى ٢٠٠ متر او اكثر )	٢ - ١٥	٢ - ٢٠
اكرتيري ( جنوب قبرص )	البلايستوسين - البليستوسين	حصن ، ورمل وطمس	٢٠ - ٢٠	٥ - ٥٠	٥ - ١٠٠
الحصن النوري ( في الوردان المحيطة بجبال تروندو )	الحديت	حصن ، ورمل وطمس	١٥ - ٥٠	١ - ١٠٠	٥ - ٥٠

ت = الاستغالية

ك = التوسيلة أو انفادية المياه

ملاحظة :

والى جانب الطبقات الرئيسية الحاملة للمياه ، توجد كثير من الطبقات الفرعية الممتدة على طول السواحل أو فى الداخل وتنتشر فى جميع انحاء الجزيرة .

ومعظم الطبقات الحاملة للمياه مستغلة ، وفيما يتعلق بالطبقات الموجودة فى غربى ميسوريا وجنوب شرقى ميسوريا وأكروتيرى حدث توغل للمياه البحر الى الحد الذى أتلغ مساحات زراعية واسعة بسبب ملوحة المياه التى تحملها هذه الطبقات .

وتعتبر المياه فى الطبقات الرئيسية الحاملة للمياه المشار اليها فى الجدول رقم ٤ جيدة حيث يبلغ مجموع الاجسام الذائبة فيها من ٥٠٠ الى ١٠٠٠ جزء فى المليون . غير أنه قد توجد مياه عالية الملوحة فى المناطق التى تتوغل فيها مياه البحر وفى بعض المناطق المعزولة . وفى بعض الطبقات الصغيرة الحاملة للمياه فى الداخل ، يكثر وجود المياه التى تصل فيها نسبة الأجسام الذائبة الى ١٠٠٠ و ٣٠٠٠ جزء فى المليون . وفى عدد من الطبقات الجسيمة الحاملة للمياه تنخفض نسبة الكلوريد بينما ترتفع نسبة الكبريتات .

وقد جاءت تنمية المياه الجوفية فى أعقاب تنمية مياه الينابيع باعتبارها ثانى مصدر اقتصادى هام للمياه . واتجه الاهتمام الى تنمية المياه السطحية عندما أصبحت امكانيات تنمية

المياه الجوفية محدودة . ونظرا للطوبوغرافية الشديدة الانحدار فى  
قبرص فان المشاريع المائية لتنمية المياه السطحية لاغراض  
الاستخدام الدائم تتكلف كثيرا . وعلى حين يستخدم حوالى ٣٠٠ مليون  
متر مكعب من المياه الجوفية طوال السنة ، فان كمية مياه الأنهار  
المستديمة المستخدمة لاتتجاوز ٣٠ مليون متر مكعب . ولكن بعد  
الفيضانات السريعة تستخدم كمية كبيرة من مياه الأنهار فى أغراض  
الرى .

### تنمية المياه الجوفية

تلقت تنمية المياه الجوفية عن طريق حفر الآبار دفعة قوية  
عندما استوردت الحكومة الحفارات لأول مرة ، وقامت بتشغيلها كجزء  
من خدمات الحكومة لحفر الآبار الانبوبية للبحث عن المياه  
للأفراد والمشاريع المائية الحكومية على السواء فى بادئ الأمر  
وبعد ذلك للمشاريع الحكومية فقط . وتعمل الآن حفارات مختلفة  
تمتلكها الحكومة . وهناك اثنا عشر حفارا ضاغطا ، وحفاران  
دواران ، وحفار ذو مطرقة ، وكلها تستخدم فى التنقيب عن المياه  
والحفارون الذين يقومون بتشغيل هذه الحفارات هم تقنيون مدربون  
تدريباً جيداً ولديهم خبرة طويلة ، ويشرف عليهم جيولوجيون  
ومهندسين ميكانيكيين . وفى القطاع الخاص يتفاوت عدد الحفارات

المستخدمة للتنقيب عن المياه ، نظرا لأن بعض الحفارات قد تعمل من وقت لآخر بموجب عقود خارج قبرص . ويعمل في قبرص حوالي ٦٠ حفارا مملوكا للقطاع الخاص . وأحد هذه الحفارات من النوع ذى المطرقة والحفارات الباقية من النوع الضاغط .

ويبلغ المجموع النهائي لأطوال الآبار الانبوية التي تحفرها الحفارات المملوكة للحكومة كل عام حوالي ١٥ ٠٠٠ متر ومن الصعب تماما وضع تقدير دقيق لمجموع أطوال الآبار الانبوية التي تحفرها حفارات القطاع الخاص ولكن الرقم الذي يعتبر معقولا هو حوالي ١٥٠ ٠٠٠ متر في السنة .

وتستخدم معظم المياه التي تضح من الآبار الانبوية والآبار العادية في أغراض الري . بيد أن الشيء الذي لا يقل أهمية هو استخدام المياه الجوفية لامتداد المجتمعات السكانية بالمياه وعلى سبيل المثال ، تحصل نيقوسيا ، عاصمة قبرص ، على ٧ مليون متر مكعب من احتياجاتها المائية كل عام من الآبار الانبوية وتستخدم مدينة ليماسول ٥٥ مليون متر مكعب من المياه سنويا ، منها ٤ مليون متر مكعب تأتي من الآبار الانبوية و٥١ مليون متر مكعب من الينابيع . وتستخدم مدينة بافوس ٥١ مليون متر مكعب من المياه سنويا من الآبار الانبوية وتستخدم مدينة لارناكا مليون



متر مكعب سنويا من الابار الانبوبية ، ومليوننا آخر من الميــــــــاه  
السطحية المعالجة . وتحصل المناطق الريفية على معظم امداداتها  
من مياه الشرب من الابار الانبوبية ، والباقي من الينابيع  
ويوضح الجدول رقم ٢٣ استعمال المياه حسب القطاع ومساهمة المياه  
الجوفية .

جدول رقم ٢٣ - الاستعمال السنوي للمياه

القطاع	استعمال المياه ( ملايين الامتار المكعبه سنويا )	مساهمة المياه الجوفية ( فى المائه )	ملاحظات
الزراعة	٣٠٠	٨٠	رى حوالى ١٢ فى المائه من الأراضى الزراعية .
امدادات المياه المحلية .	٣٠	٩٠	يتم توفير الكميــــــــه الباقية عن طريق مستجمعات المياه السطحية المعالجة (وتعتبر مياه الينابيع من المياه الجوفية ) .
الصناعة	١٠	١٠٠	المستهلك الرئيس هو صناعة التعدين .

وتعتبر المياه فى قبرص من أهم العوامل التى تؤثر فى التنمية . ومن الموعسف أن حوالى ١٢ فى المائة فقط من الأراضى الزراعية تعتمد فى الوقت الحاضر على الرى المستديم ويعتمد الباقى على مياه الامطار . وتبذل الحكومة كل جهد لزيادة المياه اللازمة للاستخدام الدائم . ويستمر البحث عن مصادر اضافية للمياه الجوفية ، وقد أحرز تقدم فى بناء السدود لتخزين مياه الأنهار . وقد تم أيضا وضع نظم تحقق الاستخدام الأمثل للمياه السطحية والجوفية معا . غير أن تحقيق زيادة قدرها ٥٠ فى المائة فى امدادات المياه المتوفرة اقتصاديا بالاسعار الحالية ، شأنه أن يحقق نتائج رائعة . وينبغى ملاحظة أنه من المنتظر أن تكون الزيادة الرئيسية فى المياه السطحية ، وتنمية هذه المياه تتكلف كثيرا بالمقارنة بالمستويات الدولية ، نظرا للتضاريس الحادة التى تسود الجزيرة وقد تكون محطات التحلية مصدرا آخر من مصادر المياه . غير أن الدراسات المختلفة التى أجريت تشير الى أن ازالة ملوحة مياه البحر لاتزال مكلفة للغاية ، ولهذا فليس من المتوقع أن تستخدم على نطاق واسع فى المستقبل القريب .

### الخلاصة

يأتى حوالى ٨٠ فى المائة من امدادات المياه الدائمة فى الجزيرة فى الوقت الحاضر من مصادر المياه الجوفية . وهكذا تتضح القيمة الاقتصادية والاجتماعية للمياه . وتنمية المياه السطحية تتكلف كثيرا بسبب طبيعة الأرض فى هذا البلد . وعلى سبيل المثال تتكلف المياه الجوفية من ٣ الى ٥ مليمات قبرصية لكل متر مكعب بينما تتكلف مياه المستجمعات السطحية التى توزع على الحقول ما بين ١٩ ، ٥٦ مليما قبرصيا لكل متر مكعب . وتعتبر تكاليف المياه التى تنزع ملوحتها باهظة فى الوقت الحاضر .

ونتيجة لهذا فقد جرت تنمية المياه الجوفية بخطوات سريعة على مر السنين ، وترتبت على ذلك آثار معاكسة على البيئة فى مناطق معينة ، ولاسيما فيما يتعلق بتوغل مياه البحر والافراط فى الضخ .

مراجع مختارة

- Burdon, D. J. Groundwater in the Island of Cyprus. International Association of Scientific Hydrology. Publication No. 37. 1953.
- Dixey, F. Recommended water boring sites in the Vasilikos-Tremithios area, Cyprus, Department of Water Development. Unpublished report. Nicosia, 1967.
- Fink, M. Preliminary Report on the Hydrogeology of Akrotiri Peninsula, United Nations Special Fund Project. TAHAL (Water Planning) Ltd., Tel Aviv. Publication No. 473. 1975.
- \_\_\_\_\_. Report on the Hydrogeology of the South-Eastern Mesaoria, United Nations Special Fund Project. TAHAL (Water Planning) Ltd., Tel Aviv. Publications Nos. 693 and 693A. 1967.
- Grehan, M. Water Resources of Cyprus, Department of Water Development. Nicosia, 1958.
- Hji Stavrinou, Y. Groundwater Resources of the Karstic Regions of Cyprus, Department of Water Development, Nicosia, 1963.
- \_\_\_\_\_. Some Notes on Deep Drilling for Water in Cyprus, Geological Survey Department, Nicosia, 1964.
- Lytras, S. The geology and hydrology of the Avlona-Yerolakkos area, Cyprus, with a summary of the general geology and hydrology of the island. Unpublished M.Sc. thesis. London, 1964.
- Mixius, F. K. and Kreysing. Hydrogeological Investigations and Groundwater Development in the Kyrenia Range of Cyprus, Bundesanstalt fuer Bodenforschung, Hannover, Federal Republic of Germany, 1965.
- TAHAL Consulting Engineers Ltd. Interim Assessment of the Water Resources of the Island of Cyprus. Publication No. 682A. Tel Aviv, 1967.
- Ward, I. L., D. P. McGregor and M. Grehan. Hydrology and Water Development in Cyprus. Institute of Civil Engineering, London. Paper No. 6256, 1958, pp. 233-280.

قطر

=====

المساحة : ١١ ٠٠٠ ر كيلو متر مربع  
عدد السكان : ٨٩ ٠٠٠

عام

\_\_\_\_\_

تشغل شبه جزيرة قطر الأراضى الممتدة من شبة الجزيرة العربية داخل الخليج بطول يبلغ حوالى ١٩٠ كيلو متراً وعرض أقصاه ٨٥ كيلو متراً ومتوسط ارتفاع فوق مستوى سطح البحر لايزيد عن ٤٠ متراً . ويرجع عدم وجود نظام صرف محدد الى التضاريس السهلة التى تتميز بها هذه الأراضى وتعمد المنخفضات الكثيرة المنتشرة فى قطر بمشابة مستجمعات مستقلة وغالبا ما يكون التصريف عندئذ من النوع الذاتى الى باطن الأرض أما المجروفات فلا تجد طريقا الى البحر الا من خلال بعض المنافذ الساحلية .

وتقع كل الأراضى القطرية داخل الحزام الصحراوى الممتد فى النصف الشمالى للكرة الأرضية وتتجاوز درجات الحرارة

القصى ٥٤٠ مئوية صيفا بينما يكون الشتاء أكثر اعتدالا  
والرطوبة النسبية عالية . ويزيد معدل السبخر عن  
٢٠٠٠ ملليمتر سنويا ( طبقا لمقياس بنمان ) . وقد  
تراوح معدل سقوط الأمطار فى الدوحة ما بين ١٩٠ و ٢١٠ ملليمتر  
سنويا خلال ثلاثة عشر عاما بمتوسط بلغ حوالى ٧٥ ملليمتر  
سنويا ، وتشهد الفترة من كانون الأول / ديسمبر الى  
أيار / مايو احتمالات سقوط أمطار غزيرة على مناطق  
محدودة من الأراضى .

وحيث أنه لا توجد موارد للمياه السطحية فى قطر  
فانه يعتمد فى البداية على استغلال خزانات المياه الجوفية .  
ولكن مع زيادة عدد السكان والتنمية الصناعية والزراعية  
وبالتالى ازدياد الطلب على المياه ، فقد استلزم الأمر  
انشاء وحدات تقطير للمياه المالحة لتوفير كميات  
اضافية من المياه العذبة .

#### الخصائص الجيولوجية

---

تنتشر النتوءات الجيرية الطلمالية كبيرة الحجم  
ذات تكوين دماى فى معظم الأراضى ( ترجع الى العصر

الايوسينى الأوسط ) وهى مغطاة برمال ريحية ويرتكز التكوين الأحمر الذى يرجع الى العصر الايوسينى الأدنى على تكوين أم الرهوة ( حجر جبرى مدملت يرجع الى العصر البلايوسينى ) .

وتبين الخريطة رقم ( ١٦ ) الخصائص الجيولوجية للبلد .

### المياه الجوفية

---

يتضح من دراسة شكل الأرض فى الأقاليم القطرية أنه من الصعب العثور على مياه عذبة الا فى النصف الشمالى من البلد بوجه عام ( تتراوح نسبة المواد المذابة بين ٥٠٠ و ٢٠٠٠ جزء فى المليون ) حيث توجد المياه الجوفية على شكل طبقة رقيقة من المياه العذبة عائمة فوق قاععدة من المياه المالحة والزقاق . وتزداد ملوحة المياه فى الاقليم الجنوبى باستثناء بعض الحالات الارتوازية المحصورة بالقرب من الساحل الشمالى .

ويمكن تقسيم الطبقات الحاملة للمياه فى قطر الى مجموعتين :

الطبقات الجيرية الرئيسية الموجودة فى تكوينات الرس ودمام الأدنى ، والطبقة التى تقع فى أعماق أكبر بأم الرضومة .

وتعطى الطبقات الرئيسية التى تقع فى شمال قطر مياه عذبة الى أعماق تصل الى حوالى ١٠٠ متر تحتى مستوى سطح البحر ، أما فى الجنوب فيتراوح إنتاج الآبار التى يتم حفرها الى مثل هذا العمق بين مياه زعاق ومالحة . وتحتوى الطبقة الحاملة للمياه بأم الرضومة على مياه زعاق تنتشر تحت أراضى هذا البلد .

وتقع منطقة أبو سمره فى الركن الجنوب الغربى من قطر وتنتج الآبار المحفورة هناك فى التكوين الآلى ( دمام الأعلى ) الى أعماق لاتزيد عن ٣٠ مترا ، مياه ارتوازية صالحة لأغراض الري .

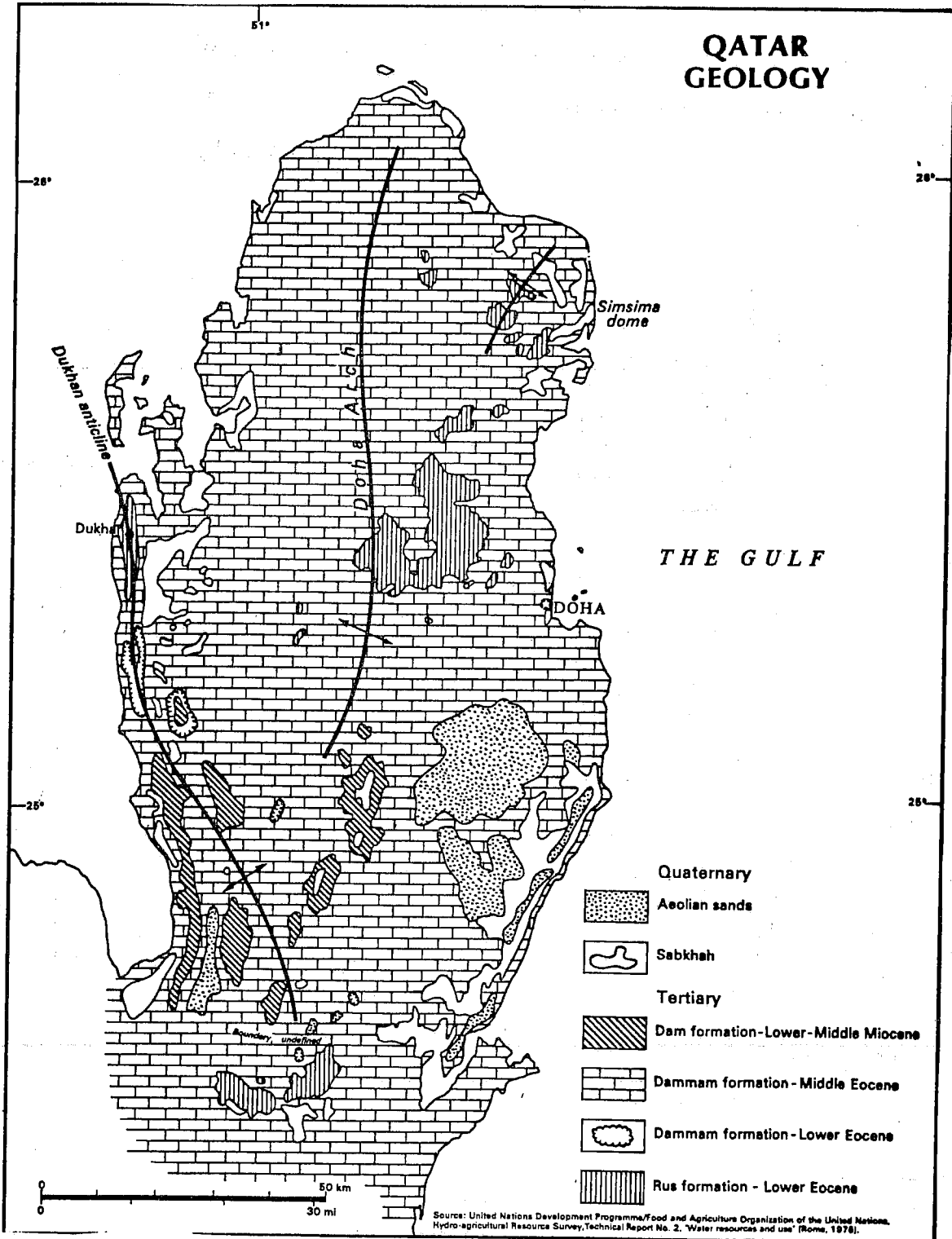
ويبلغ ارتفاع سطح المياه العذبة حوالى ٤ متر فى منتصف شبه الجزيرة آخذا فى الانحدار نحو الساحل



وذلك فى الفترة من أيار/ مايو الى حزيران / يونيه  
عام ١٩٧٢ ( أنظر الخريطة رقم ٢٠ ) وقد تم تقديـــــر  
أقصى عمق لطبقة المياه العذبة بمائة متر تحت مستوى  
سطح البحر فى حين يصل أقصى مدى للمد والجزر الـــــى  
حوالى ٢ متر .

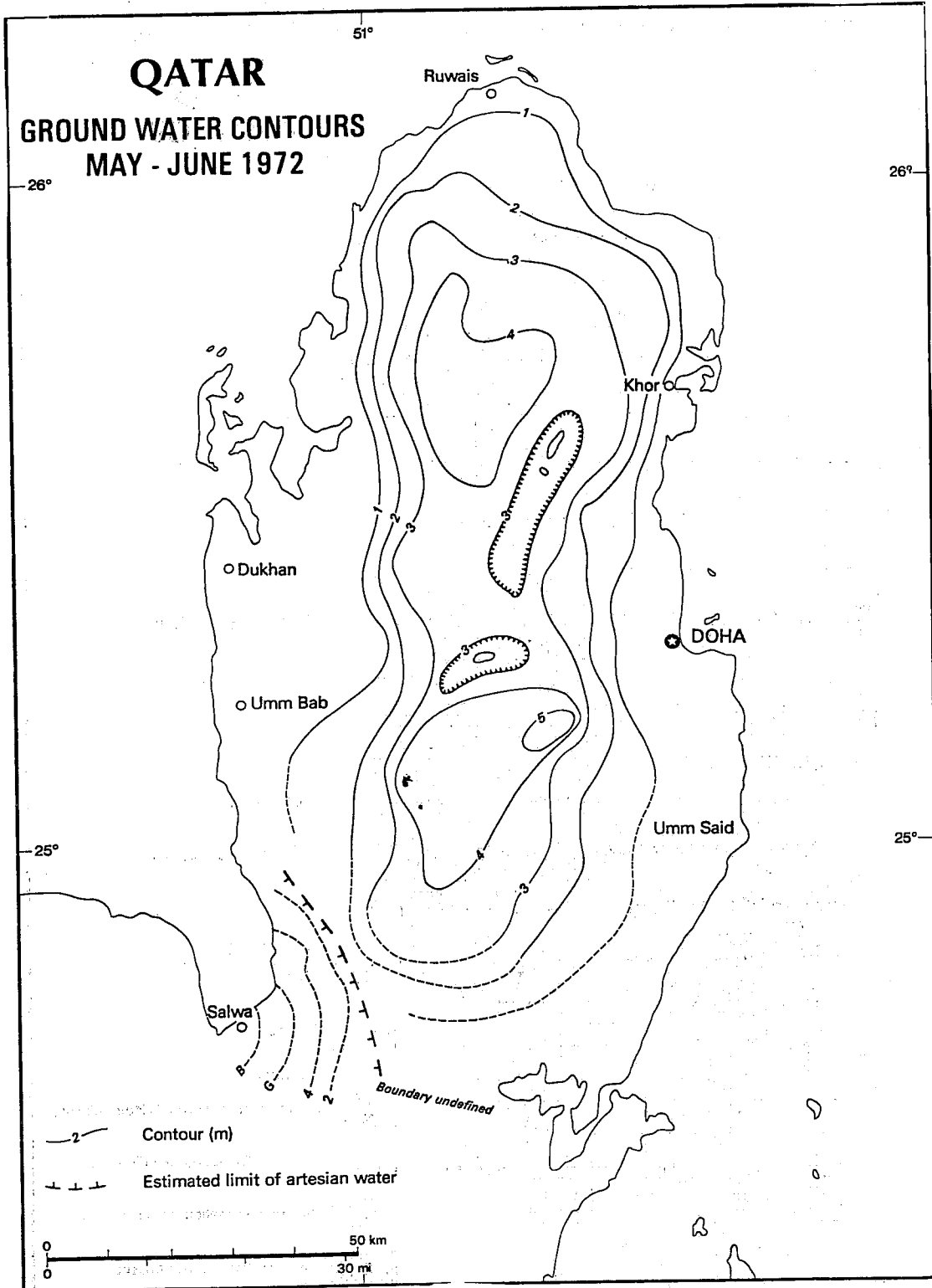
خريطة رقم (١٩)

قطر : الخصائص الجيولوجية .



خريطة رقم (٢٠)

قطر: منحنيات المياه الجوفية ، أيار/مايو- حزيران/يونيه ١٩٧٢



رتجدد طبقة المياه العذبة بطريقة طبيعية عن طريق العواصف الممطرة الغزيرة التي تسقط بين حين وآخر فى أماكن محدودة نسبيا حيث يتم تصريفها ذاتيا الى المنخفضات المتداعية وثقل احتمالات تجدد هذه الطبقة فى المناطق البعيدة عن المنخفضات لعدم وجود تشققات عمودية فى الأرض أو ظهورها بشكل محدود للغاية الا فى المناطق القريبة منها .

وقد تم تنمية الزراعة بتطبيق وسائل الري فى مناطق متفرقة فى الجزء الشمالى من البلد على وجه الخصوص وذلك خلال الخمسة عشر سنة الماضية وفى عام ١٩٥٦ كاد الري بواسطة المياه الجوفية أن يكون معدوما ولكنه زاد حاليا الى الحد الذى يمكن معه أن تفوق كمية المياه الجوفية المسحوبة الامكانات الضئيلة للتجدد الطبيعى من مياه الامطار (٦٠ ملليمتر سنويا فى الدوحة ) .

وقد تم اجراء مسح شامل للموارد المائية فى البلد بموجب مشروع " مسح الموارد المائية المستخدمة فى الزراعة " الذى قام برنامج الأمم المتحدة الانمائى بوضعه وقامت منظمة الأغذية والزراعة بتنفيذه . وقد عنى المشروع بعمل

ميزان للمياه للسنوات من ١٩٧٢ الى ١٩٧٥ ( أنظر الجدول رقم ١٧ ) حيث يتبين أن التجدد الذى تم تقديره يصل الى ٥٠ ٪ فقط من المياه المستخرجة فى المناطق الشمالية فى حين تصل هذه النسبة الى حوالى ٥٧ ٪ فى الجنوب . وقد لوحظ انخفاض متزايد فى مستويات المياه فى الآبار فى الفترة من عام ١٩٥٨ الى ١٩٧٢ وصل الى ١٠ متر كحد أقصى فى شمال شرقى الدوحة . ( أنظر الخريطة رقم ٢١ ) ويبلغ معدل انتاج المياه المقطره ٣٠ مليون متر مكعب سنويا ( ١٩٧٧ ) .

#### المشكلات

---

تواجه قطر مشكلات خطيرة فيما يتعلق بضمان توفير المياه اللازمة خلال العشرين سنة القادمة . وسوف يصبح فى الامكان ، وفقا للتقديرات توفير المياه اللازمة للأغراض الصناعية والمنزلية خلال الخمس وعشرين عاما القادمة عن طريق مياه البحر التى يتم تحليتها والمياه الجوفية التى يتوقع أن يصل معدل استخراجها الى ٢٠ مليون متر مكعب فى سنة ٢٠٠٠ . ويعتبر التجدد الاصطناعى للمنطقة الشمالية الرئيسية الرئيسية بالمياه التى تم تحليتها أحد التدابير الرئيسية

الجارى دراستها بهدف الحفاظ على الموارد المائية  
فى البلاد والعمل على زيادتها وذلك باستخدام  
فائض الغاز الطبيعى كمصدر للطاقة .

جدول رقم ٢٤ : قطر : تقدير ميزان المياه للسنوات  
١٩٧٢ - ١٩٧٥ ( بملايين الأمتار المكعبه  
سنويا )

نقص أو زيادة في المخزون	صافي معدل استخراج المياه			مقدار التجدد	منطقة المياه الجوفية
	التدفق الخلفي	للأغراض المنزلية والصناعية	للزراعة		

المنطقة الشمالية

٧١٧ -	٣ر	-	١٠٩٩	٤١٢	أ
٧٨ +	٣ر	١٤ر	٣٦	١٤٨	ب
١٧٦ -	٣ر	٢٨٩ر	٢٧٧	٥٢٠	ج
١٨٣ +	٣ر	١ر	٢٠	٢٤٣	د
٤٥٢ -	٣ر	١٤٨ر	٥١٤	٢٤٠	هـ
٥١٨ -	٣ر	٠٢ر	٦٢٤	١٣٨	و
١٦٠٢ -	١٨ر	٤٦٣ر	٢٦٦	١٧٠١	المجموع

المنطقة الجنوبية

١٢٢ +	٣ر	-	٠٧	١٥٩	ز
٥٨ -	٣ر	-	٠٢	١٧٤	ح
٠٥ -	٣ر	-	-	٢٥	ط
٠٣ +	٣ر	-	-	٣٣	ي
٦٢ +	١٢ر	-	٢٠٩	٣٩١	المجموع
١٥٤ -	٣	٤٦٣ر	٢٨٦٩	٢٠٩٢	الاجمالي

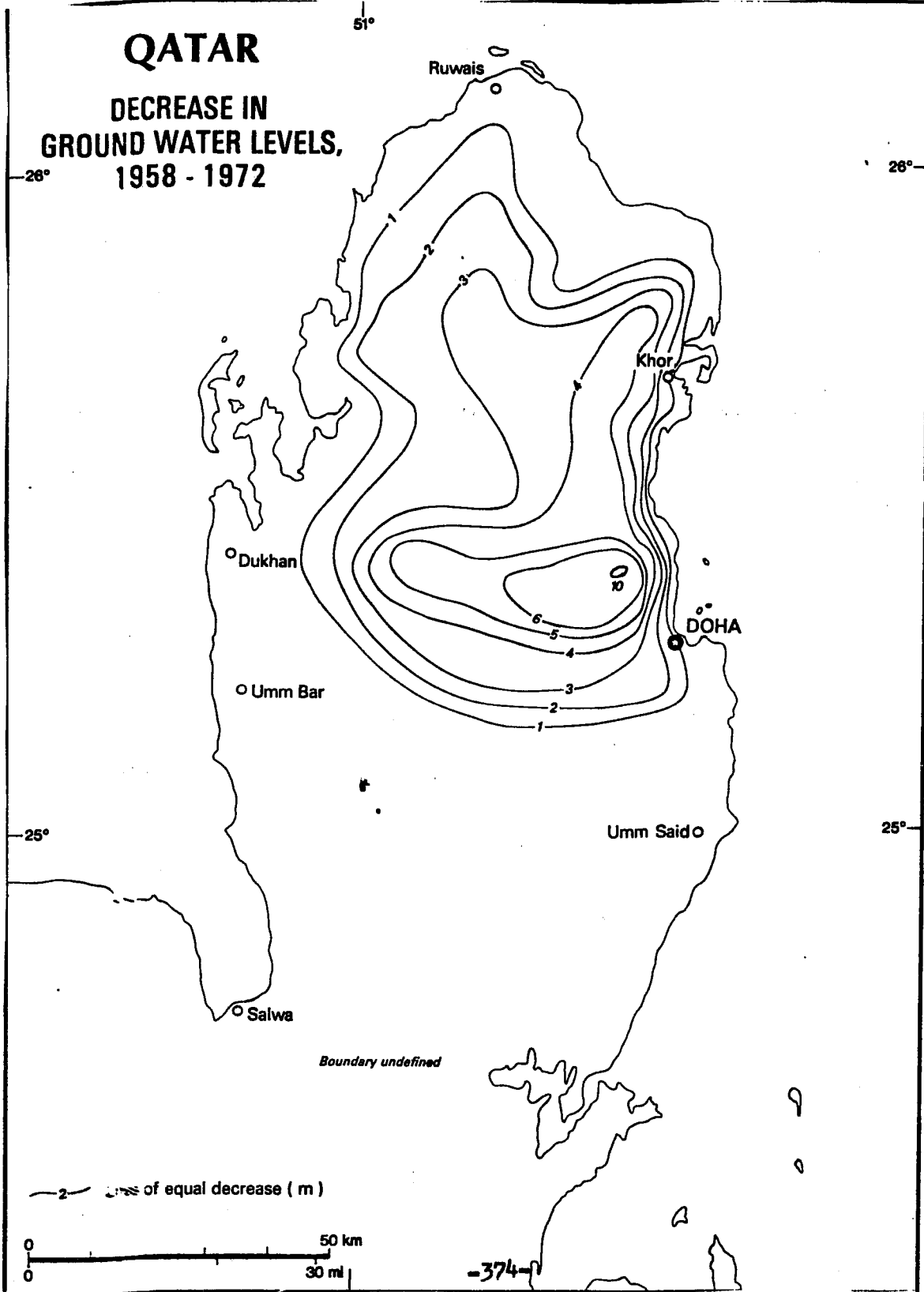
تابع الجدول رقم ٢٤

المصدر : مسح للموارد المائية المستخدمة فى الزراعة ، المذكرة التقنية رقم ٢٤  
( روما ، ١٩٧٦ )  
برنامج الأمم المتحدة الانمائى / منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة .



خريطة رقم ٢١

قطر : انخفاض مناسيب المياه الجوفية ١٩٥٨ - ١٩٧٢



الكويت

المساحة ١٧ ٨١٨ كيلو مترا مربعا

عدد السكان ٩٢٩ ٠٠٠

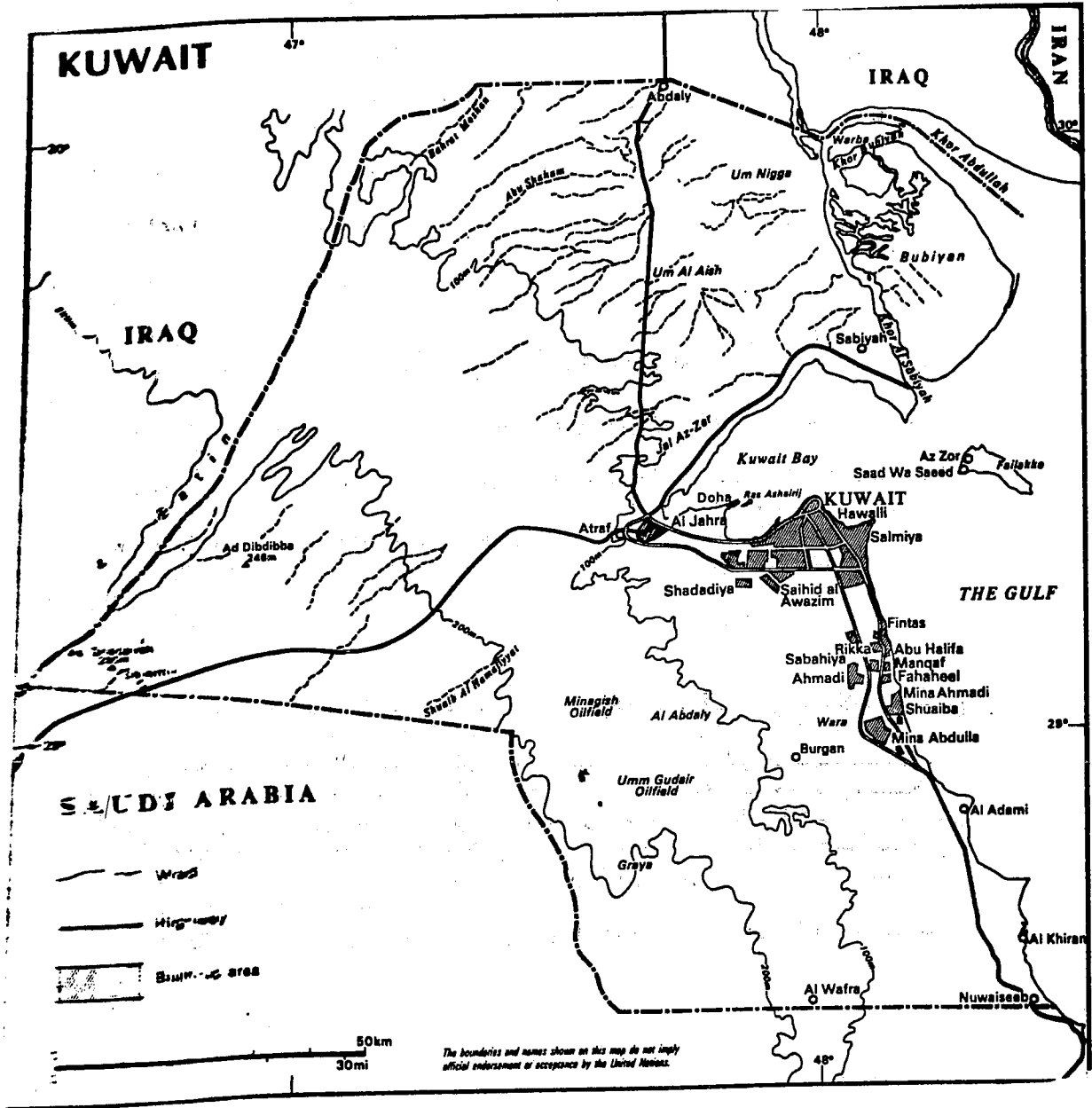
عام

يتميز هذا البلد بطوبوغرافية منبسطة مع وجود بعض التلال والمنخفضات . وينحدر سطح الارض برفق ناحية الشمال الشرقى بمعدل تدرج مقداره ٢ فى الألف . وتغلب التشكيلات الصخرية الى حد كبير على التفاصيل الطبوغرافية . ( انظر الخريطة رقم ) .

ويمتد جرف " جال عزر " - وهو من أبرز الملامح الجغرافية فى هذا البلد - على طول الساحل الشمالى لخليج الكويت . وتقع حدود هذا الجرف المنحدر على الساحل الشمالى الشرقى لخليج الكويت ، ويصل أقصى ارتفاع الى ١١٠ مترا فوق مستوى سطح البحر . ثم ينحدر فى اتجاه الشمال الغربى بمعدل

خريطة رقم ٢٢

الكويت



تدرج مقداره ٦ فى الألف . والمنخفض الرئيسى الوحيد هو وادى  
البطين الضحل العريض والذى يشكل الحدود الغربية للكويت  
وفى وسط الكويت ، ينخفض الوادى بمقدار ٤٥ مترا تحسب  
مستوى الهضبة ، ولكنه يصبح أكثر ضيقا بالقرب من الحدود  
مع العراق . ويبلغ متوسط عرض وادى البطين من ٦ إلى  
٨ كيلو مترات . وفى جنوب الكويت توجد تلال الورى التى يصل  
ارتفاعها إلى حوالى ٣٠ مترا . كذلك تمتد سلسلة الأحمدى  
فى محاذاة الخط الساحلى جنوب الكويت لتفصل سهل برغمان  
عن ساحل الخليج . أما السفوح الشرقية والغربية لهذه السلسلة  
فتنحدر برفق شديد .

وتوجد الكثبان الرملية فى منطقة محدودة فقط فى  
الجزء الشمالى الشرقى من البلد بالقرب من الحدود مع العراق  
ويصل أقصى ارتفاع لها إلى ٢٥ مترا ، عند أم نجة .

ويتميز المناخ بصيف مترب جاف شديد الحرارة ، حيث  
يبلغ الحد الأقصى لدرجة الحرارة اليوميه ٤٥ درجة مئوية  
فى المتوسط ، وشتاء معتدل إلى بارد حيث تبلغ درجة  
الحرارة ١ درجة مئوية .

ويتراوح المتوسط السنوي لسقوط الامطار بين ٥٠ و ١٢٠ سم  
ويغلب البحر على السنة المناخية كلها . وتحدث أعلى  
المعدلات في حزيران / يونيه و تموز / يوليه ( حوالي  
١٥ مم يوميا ) . ولا توجد أية جداول أو أنهار أو بحيرات  
في هذا البلد .

### الخصائص الجيولوجية

تقع الكويت عند حافة المقدمة الأمامية لشبه الجزيرة  
العربية على الطرف الجنوبي الغربي من الطيه المقعرة للخليج  
ويتهجه الميل الاقليمي الى الشمال الشرقي بمعدل تدرج يبلغ  
حوالي ٢ في الألف .

ويعترض السطح المائل المنتظم قوس الكويت ، وتكوينات  
رئيسية أخرى توجد عند الروضتين وأم قدير ومناجش . وهذه  
التكوينات ذات تدرجات معتدلة ، ولم تشاهد أية انحدارات  
تزيد عن ثلاث درجات . وتشير المعلومات المتعلقة بطبقة ماتحت

السطح الى أن هذه التكوينات ظهرت بانتظام منذ العصر الطباشيري الأوسط على الأقل ، ويحتمل أن يرجع عمرها الى أواخر الجوارس وتشير الدلائل الى أن ظهور هذه التكوينات يرجع الى حركات رأسية وليس الى عمليات انضغاط أقصى ، ولاسيما فيما قبل العصر المايوسيني ، ولكن لم يعرف السبب الحقيقي لهذه الحركات . ويرجع تاريخ التكوينات التي تظهر عند السطح الى ما بين العصر المايوسيني الأوسط والعصر الحديث . ويصعب الربط بين هذه التكوينات على المستوى الإقليمي بسبب تشابه الخصائص الحجرية ، وعدم وجود أية دلائل أحفورية .

وتتكون الطبقات الحديثه ( العصر الرابع ) من رواسب ساحلية ، مثل الحجر الرملي ، والحجر الرملي المقوى ب كربونات الكالسيوم ، والاحجار الجيرية المختلطة بالصخور البتروخيسة ، والاحجار الجيرية الصدفية . وهناك طبقات طينية مديية وعلى غرار الطبقات التي تتكون منها الدلتا ، وتتكون أساسا من الصلصال المرن والظمي المحتوى على نسبة عالية من الأملاح ، وتظهر هذه الطبقات في شمال شرقي الكويت ، وفي جزيرة بابيان وعلى طول الشاطئ الشمالي لخليج الكويت وتتكون رواسب حوض الصرف الداخلي من ظمي دقيق وصلصال يختلط بنسب متفاوتة من الرمال .

وينقسم تكوين الطبقات بصورة طبيعية الى مجموعتين رئيسيتين : وحدة من الصخور الرشيخية العليا ، وهى مجموعة الكويت ، ووحدة من الصخور الكربونية السفلى ، وهى مجموعة الأحساء . وتنقسم مجموعة الكويت بصفة عامة الى ثلاثة تكوينات فرعية :

( أ ) تكوينات ديدبية ( العصر البليستوسينى ) ، وهى الطبقات العليا من مجموعة الكويت وتتكون من الرمال والحصى مع بعض الملمص ، وطبقات من الحصى والملمص الرملى ، وتبدو ذات ملامح طبقية مشوهة أو محددة نسبيا ، ومقواه فى بعض الأماكن بكربونات الكالسيوم والحصى ؛

( ب ) تكوينات فارس ( من العصر المايوسينى الى العصر البلاوسينى ) ، وتتكون من الحجر الرملى الأحمر والأصفر، والملمص الأحمر والأخضر وأنواع مختلفة من الملمص المخلوط بالحجر الرملى والطمى ؛

( ج ) تكوينات غار ( من العصر الاوليغوسينى الى العصر المايوسينى الأدنى ) ، وهى الجزء السفلى من مجموعة الكويت

وتتكون من حجر رملى محبب أو مختلط بالحصى ، وبعضه مشوي ومتكلس . وتوجد طبقات الضلصال الأخضر فى الجزء السفلى :

وتنقسم مجموعة الأحساء ( العصر المايوسينى الاوسط )

الى التكوينات الفرعية التالية :

( أ ) تكوينات الدمام وتنقسم الى ثلاث مجموعات فرعية على

أساس اختلاف الخصائص الحجرية :

" ١ " المجموعة الثالثة ، وتضم الطبقات العليا من تكوينات الدمام التى تقع بصورة غير منتظمة تحت مجموعة الكويت وتتكون من الحجر الجيرى المسامى الصدفى أو الطباشيرى أو الحصى ، مع وجود أحجار جيريه سيلكونية صلبة فى الجزء العلوى :

" ٢ " المجموعة الثانية ، وتضم الحجر الجيرى الطباشيرى الصدفى مع وجود أحجار جيرية سيلكونيه صلبه ورقيقة فى الجزء العلوى ، وأحجار جيريه سيلكونية مختلفة بالطبقات الرملية عند الجزء السفلى :



" ٣ " المجموعة الأولى ، وتضم أحجار جيرية دولوميتية كثيفة مع طبقات سفلية من الانهيدريت الأحفوري الرقيق ( حجر جيرى نوموليتى دولوميتى ) والطفل الأخضر فى الجزء الأسفل ؛

وينطوى الحجر الجيرى فى تكوينات الدمام على أهمية اقتصادية باعتباره الطبقة الرئيسية الحاملة للماء الزعاق ( بيــــن العذب والمالح ) . وقد كشفت عمليات الحفر فى محاجر الاحمدى ( جنوب الأ حمدى ) عن تكوينات الدمام على عمق أمتار قليلة تحت طبقات حديثة من مجموعة الكويت العلوية ؛

( ب ) تكوينات الرس ( العصر المايوسينى الأدنى ) ، وتقع تحت طبقة الحجر الجيرى فى تكوينات الدمام ، وتتكون من الانهيدريت الصلب الكثيف المتكتل مع بعض الأحجار الجيرية اللاأحفورية ؛

( ج ) تكوينات أم الرضومة ( العصر البلايوسينى الى العصر الأيوسينى الأدنى ) ، وتتكون من الحجر الجيرى الانهيدريتى الدولوميتى والطينى .

موارد المياه الجوفية

قامت شركة بارسونز بأول دراسة هيدروجيولوجية على نطاق واسع في الكويت في أوائل الستينيات لصالح وزارة الكهرباء والمياه . وكان الهدف هو استكشاف موارد المياه الجوفية في الكويت وتقييمها وتنمية حقل المياه العذبة في الروضتين وتقييم حقل الماء الرعاق في المليبية . وأجريت دراسات هيدروجيولوجية نوعية ابتداء من عام ١٩٦٠ حتى عام ١٩٦٤ في نطاق " مشروع المياه الجوفية " .

وخلال الفترة من ١٩٦٨ الى ١٩٧٤ أجرى قسم المياه الجوفية بوزارة الكهرباء والمياه دراسات هيدروجيولوجية لتحديد القدرة الانتاجية بطبقة الدمام الحاملة للمياه تحت الجزء الغربي من الكويت ، وبحث امكانية تنمية مناطق أخرى بغرض زيادة هذا المورد من الماء الرعاق . وأدت هذه الدراسات الى وضع " مشروع السقاية " الذي أسفر عن تنمية ثلاثة حقول لأبار المياه ( عام ١٩٧٧ ) .

وفي عام ١٩٧٣ أجرى قسم المياه الجوفية بوزارة الكهرباء

والمياه تقييما " لمشروع الروضتين - أم العيش للمياه الجوفية " .  
وأجريت أيضا دراسات هيدروجيولوجية في منطقة " العبدلى - أم النجا " شمال الكويت ، وفي منطقة " وفرة - جراية " ، و " وفرة " من عام ١٩٧٤ إلى عام ١٩٧٦ .

وأجرى قسم المياه الجوفية أيضا دراسات هيدروجيولوجية فى الفترة من ١٩٧٦ حتى ١٩٧٧ لبحث امكانيات تجديد الموارد المائيه بالطرق الصناعيه فى الكويت .

وتقوم عملية تدبير المياه الجوفية على أساس استغلال موارد المياه الجوفية فى مجموعة الكويت وتكوينات الدمام . وتم التنبؤ بانخفاض مستوى المياه ، وحدثت تغييرات فى النوعية بمرور الوقت باستخدام الطرق التحليلية ، بينما يتم تحديد خصائص الطبقات الحاملة للمياه عن طريق اختبارات الضخ .

والطبقات الرئيسية الحاملة للمياه فى الكويت هى مجموعة الكويت وتكوينات الدمام فى مجموعة الأحساء . ويظهر الطين والصلصال بنسب مختلفة فى مجموعة الكويت ، وهى مجموعة غير متماسكة ، بينما تتألف تكوينات الدمام من الحجر الرملى المتصدع . ويتراوح سمك مجموعة الكويت من ٦٠ الى ٣٠٠ متر ، وتعلو تكوينات الدمام بمسافة تتراوح من ١٢٠ الى ٢٠٠ متر ، وهذه التكوينات بدورها

تعلو تكوينات الرس التي لاتنفذ منها المياه . وعموما يمكن اعتبار مجموعة الطبقات الحاملة للمياه بأنها مجموعة متعددة الطبقات ، وتسمح بتسرب المياه ، كما أنها ذات أبعاد متفاوتة .

ومن حيث نوعية المياه يوجد في الكويت مصدران أساسيان للمياه الجوفية : مياه جوفية عذبة في حقل الروضتين وحقل أم العيش ، ومياه جوفية نصف عذبة ونصف مالحة في الصليبية ولاتجرى في الوقت الحاضر ، من الناحية العلمية أية بحوث موجبة أو مفررة . ويتجه نشاط قسم المياه الجوفية في معظمه الى تنمية موارد المياه الجوفية . وفي هذا الصدد ، كانت المعلومات المتوفرة ، لاسيما في ميدان هيدروليكا المياه الجوفية ، كافية لحل معظم المشاكل التي ظهرت . ويرد في الجدول رقم ١٥ عرض موجز لخصائص الطبقات الحاملة للمياه .

#### تنمية المياه الجوفية

يعتبر قسم المياه الجوفية التابع لإدارة المياه والغاز

بوزارة الكهرباء والمياه مسؤولا عن تنمية موارد المياه الجوفيه  
فى الكويت .

وتشمل أنشطة قسم المياه الجوفيه القيام بأعمال استكشاف  
ودراسات خاصة عن مناطق معينة ؛ وحفر آبار المياه الجوفيه ؛  
وتنمية حقول آبار المياه ؛ وتشغيل وصيانة آبار المياه .

جدول رقم ٢٥ - الكويت : موجز لخصائص الطبقات الحاملة للمياه

معامل التخزين	الانتقالية (م <sup>٢</sup> / يوم)	التوصيلية الهيدروليكية (م / يوم)	عمق البئر (بالمتر)	الموقع الجيولوجي	العمر الجيولوجي والعمق (بالمتر)
١- ١٠ x ١٥	٤٥٠ - ٩٠٠	١٥ - ٢٥	٢٥ - ٧٠	الروصتين - أم العيش	البلستوسيني (٢٠-٣٠)
٣- ١٠ x ٦	٧٥ - ٢٢٥	٥٠ - ١٥٠	٢٥٠ - ٣٠٠	الطليبي	الأيسيني الأوسط (١٢٠-١٣٠)
٣- ١٠ x ٣	٧٥٠ - ١٥٠٠	٨ - ٤٢	٢١٥ - ٤٢٥	السفاري	الأيسيني الأوسط (١٨٠-٢٥٠)
٣- ١٠ x ١	١٢٠٠ - ٧٥٠	٨ - ١٢	٢٢٥ - ٢٥٠	وف	الأيسيني الأوسط (٦٠)

### الموظفون :

ويضم الموظفون الفنيون تسعة جيولوجيين ، وأخصائيي جيوفيزيائي ، واثنين من الفنيين الجيوفيزيائيين . ويوجد بينهم أيضا عمال حفر ، ومهندسون ميكانيكيون ، ومهندسون إنتاج يشرفون على آبار المياه وعلى تشغيل وصيانة هذه الآبار .

ويجرى تشغيل أربعة حفارات يستطيع كل منها أن يحفر لمسافة تصل إلى ٨٠٠٠ متر في السنة .

### استخدام المياه الجوفية

تستخدم المياه الجوفية التي تستخرج من حقل الروضتين وأم العيش ، بعد إضافة مادة الكلور اليها ، كمياه للشرب في بلدة جهرة المجاورة ، وفي المناطق المحيطة بها . وتستخرج المياه العذبة بمعدل ١٠٠٠٠ متر مكعب يوميا من كلا الحقليين .

وتستخدم المياه الجوفية نصف العذبة المستخرجة من حقل

الصليبية والسقاية لمزجها بالمياه التي أزيلت ملوحتها  
لكي تستخدم كمياه للشرب في مدينة الكويت وأجزاء أخرى من  
هذا البلد . وتتم عملية المزج بنسبة ١٢ في المائة . وأثناء  
الصيف يزداد انتاج حقل الصليبية ، ليصل الى ٥٥ .٠٠٠ متر  
مكعب يوميا . وتستخدم مياه الصليبية في الأغراض البلدية التي  
لا تتطلب نسبة قليلة من المواد المعدنية المذابة .

### المشاكل

#### السحب الزائد :

لم يعرف حجم عملية إعادة تجدد موارد المياه من  
المصادر الطبيعية ويأتى جزء من هذه المياه عن طريق الترشيح  
المحلى الذى يتم من خلال الوديان والمنخفضات المتناثرة في أنحاء  
هذا البلد . ويأتى جزء آخر من التدفق السفلى القادم من المملكة  
العربية السعودية تحت ظروف طبيعية عن طريق تكوينات الدمام  
ويقل حجم تجدد المياه عن مستوى السحب الحالى .



توغل المياه المالحة :

يتفاوت نوع المياه فى حوض الروضتين من مياه عذبه ( حوالى ٢٠٠ وحدة فى المتر من مجموع المواد المذابه ) الى مياه نصف عذبه ( حوالى ٨٠٠٠ وحدة فى المتر من مجموع المواد المذابه ) . وتوجد كتلة المياه العذبه فى طبقة أعلى ولكن تحاصرها مزيد من المياه نصف العذبه ، حيث أن سطح المياه العذبة يبدأ عند الطبقة العلوية الحاملة للمياه وتتحرك المياه الجوفية خلال الطبقة العلوية تحت ظروف مستوى سطح الماء الأرضى ، وخلال الطبقة الوسطى والدنيا تحت طبقة ارتوازية . وظهر عند ضخ المياه من هذا الحقل بمعدل أعلى أن نوعية المياه تتدهور ، لاسيما عندما يصل الطلب على مياه الروضتين الى الحد الأقصى فى فصل الصيف .

وهناك مشاكل أخرى لم تدرس ، ولكن من المحتمل أن يكون هناك استقرار فى المستقبل بسبب ارتفاع نسبة الضخ فى حقل الصليبية .

التجدد الصناعي :

تولت شركة بارسونز في آب / أغسطس ١٩٦٢ تنفيذ مشروع لتجديد موارد المياه بالطرق الصناعية . وكان المشروع يقضى بتجديد المياه الجوفية العذبة في حقل الروضتين وأم العيش بواسطة مياه البرك التي تتكون بصورة طبيعية وتتراكم في بعض الأحيان نتيجة لأمطار الشتاء .

وكان الغرض من المشروع هو حفر فجوات تجديد لتوصيل المياه الذائدة الى الطبقة الخاملة للمياه في مجموعة الكويت العلوية ، حيث أصبح مستوى المياه الأرضية ضحلا . وتبين من دراسة الطرق الصناعية أن فجوات التجديد التي يتكون قاعها من الحصى لترشيح المياه ، ستكون طريقة ناجحة . وأنشئت فجوة تجديد حجمها ٢٥٠٠٠ متر مكعب بالقرب من مركز منخفض الروضتين .

ويقوم قسم المياه الجوفية في الوقت الحاضر بدراسة امكانيات توصيل المياه العذبة الزائدة الى الطبقة الحاملة للمياه في مجموعة الكويت السفلية وفي الدمام .

### الخلاصة

تستخدم المياه الجوفية فى الرى اذا كانت نوعيتها ملائمة كما يحدث فى حقلى الصليبية والسقاية . وفى منطقة دفرة تحتوى المياه الجوفية على حوالى ٥٠٠٠ وحدة فى المتر من مجموع المواد المذابة ، وهذه النسبة تلائم بعض النباتات .

وفضلا عن هذا ، تستخدم المياه الجوفية ، كما ذكر آنفا ، لمزجها بالمياه التى أزيلت ملوحتها للأغراض المنزلية وتكاليف الانتاج النسبية أقل بكثير من تكاليف المياه التى أزيلت ملوحتها .

ويجرى فى الوقت الحاضر (١٩٧٧) اعداد خطط للاستفادة الى أقصى حد من تنمية المياه الجوفية ، من حيث النوعية والكمية ومن الناحية الاقتصادية ، بيد أن هناك احتمالات للكشف عن المياه الجوفية فى مناطق أخرى عندما تظهر الحاجة الى ذلك مع أن النوعية والكمية المتوقعة لن تكون ملائمة . وفضلا عن هذا ، هناك احتمالات لتخزين المياه العذبة عن طريق عمليات

التجديد الصناعية للطبقات الحاملة للمياه  
المالحة .

مراجع مختارة

Burdon, D. J. and J. W. Harshbarger. The water components of hydro-agricultural development - LEB 13. Unpublished report. FAO, Rome, 1969.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). World Conference on Agrarian Reform and Rural Development. Country review paper No. 10: Lebanon. Rome, 1978.

Guerre, A. Etude hydrologique préliminaire des karsts libanais. Revue libanaise de Géographie, vol. IV, Hannon. 1969.

UNDP/FAO. Etude hydrogéologique de la plaine d'Akkar. Unpublished report. 1970.

\_\_\_\_\_. Planification de l'utilisation des eaux dans le nord du Liban. Rome, 1976.

\_\_\_\_\_. Etude hydrogéologique de la région de Koura-Zgharta. Unpublished report 1972.

\_\_\_\_\_. Travaux de reconnaissance hydrogéologique dans la plaine de Bouqiaie. Unpublished report. 1972.

مراجع مختارة (تابع)

\_\_\_\_\_. Projet de développement hydro-agricole du sud du Liban. Unpublished report. 1974.

\_\_\_\_\_. Projet de développement hydro-agricole de la Bekaa centrale. Unpublished report. 1974.

UNDP/United Nations. Liban: étude des eaux souterraines. 1970.

لبنان

المساحة	:	١٠٤٠٠	كيلو متر مربع
عدد السكان	:	٢٩٦١٠٠٠	( طبقا لتقديرات الامم المتحدة ١٩٧٦ )

عام

لبنان بلد جبلى تتحكم فيه سلسلتان متوازيتان من الجبال تمتدان من الشمال الى الجنوب وهما سلسلة ساحل لبنان وسلسلة جبال لبنان الشرقية التى تمتد داخل لبنان. ويتسع الشريط الساحلى الضيق فى بعض الاماكن مكونا سهل عكار فى الشمال وكذلك بعض المناطق الغربية صغيرة المساحة فى منطقتى طرابلس وبيروت. ويعد سهل البقاع المرتفع والذى يخترق لبنان لمسافة تتراوح من ٦٥٠ الى ١٠٠٠ متر منبع النهرين الرئيسيين فى لبنان وهما العاصى والليطانى. كما أن للمرتفعات التى تمتد بطول لبنان والتى يبلغ ارتفاعها ٣٠٠٠ متر وكذلك المرتفعات الممتدة داخل لبنان والتى يصل ارتفاعها الى ٢٣٠٠ متر فى منطقة الجبل الشرقى أثر ملحوظ على مناخ هذا البلد. وينقسم الشكل الطبوغرافى فى لبنان بما فى ذلك تكويناته الجبلية والجيولوجية الى منطقتين رئيسيتين :

أ- منطقة تجمع مياه حوض البحر المتوسط ( ٥٥٠٠ كم<sup>٢</sup> ) حيث ينحدر مباشرة العديد من الأنهار الساحلية القصيرة على منحدرات لبنان الغربية وتصب في البحر .

ب- المنطقة الداخلية لتجمع المياه ( ٧٠٠ كم<sup>٢</sup> ) حيث يصب نهرا الليطاني والعاصي مياههما في البحر .

ويتنوع مناخ لبنان بصورة ملحوظة نتيجة لهـذـه التضاريس الفريدة حيث تقوم جبال الساحل بالوقوف أمام كل من الأمطار والرطوبة الآتية من الغرب فيتدرج المناخ والحياة النباتية ومصادر المياه من مناخ حوض البحر المتوسط إلى مناخ أرض الرافدين الصحراوي . ويرتبط سقوط الأمطار بالطبوغرافية والارتفاع والبعد عن سطح البحر فالشريط الساحلي تسقط عليه أمطار سنوية تتراوح بين ٩٠٠ - ١٠٠٠ مم وتسقط على سلسلة الجبال الساحلية التي يصل ارتفاعها إلى ١٥٠٠ متر حوالي ١٤٠٠ مم من الأمطار سنويا وتسقط على سهل البقاع الأوسط في بعلبك ٤٠٠ مم من الأمطار سنويا كما يسقط على الجانب الغربي من سلسلة جبال لبنان الشرقية أمطار ما بين ٥٠٠ إلى ٧٠٠ مم . وتسقط الأمطار في الشتاء في الفترة من تشرين الثاني / نوفمبر إلى نيسان / أبريل كما يعتبر شهر كانون الثاني / يناير أغزر شهور السنة من حيث الأمطار . وتكسو الثلوج المناطق التي يزيد ارتفاعها عن ١٥٠٠ متر ويعتبر الثلج الذائب مصدرا قيما لتجميع

مياه الامطار فى المصادر الجوفية وعلى وجه العموم فلا يمكن الاعتماد على سقوط الامطار ولذا تعتبر زراعة المحاصيل البعلية نوعا من المخاطرة ولهذا السبب يعتبر الري عاملا هاما ، وتتطلب تنمية الزراعة فى المستقبل الاعتماد الكلى على اكتشاف مصادر جديدة للمياه الجوفية وتنمية المصادر الحالية .

#### الخصائص الجيولوجية

ان أغلبية التكوينات ذات اصل رسوبى بحرى وتمتد من العصر الجوارسى الى العصر الرابع وتبلغ مساحة الطبقة الجوراسية ١١٠٠ كم<sup>٢</sup> ( ٦٠٠ فى لبنان و ٥٥٠ فى سلسلة جبال لبنان الشرقية ) وتبلغ مساحة الصخور الطباشيرية اكثر من ٤٢٠٠ كم<sup>٢</sup> ( ٣٠٠٠ فى لبنان و ١٢٠٠ فى سلسلة جبال لبنان الشرقية ) كما تبلغ مساحة صخور العصر الايوسينى اكثر من ٢٠٠ كم<sup>٢</sup> فى منطقة سهل البقاع الاوسط اما شمال لبنان فتغطيه صخور البازلت وبقاى لبنان مغطى برواسب غرينية ومتماسكة ترجع الى العصر الرابع .

#### الطبقة الجوراسية :

وتشتمل اساسا على الدولوميت والحجر الجيرى الدولوميتى



والحجر الجيري المرجاني ويصل سمك هذه الطبقة الى  
١٦٠٠ مترا .

#### الصخور الطباشيرية :

وهي طبقة سميكة تمتد من ٦٠٠ الى ١٠٠٠ م . وتشتمل  
على الحجر الجيري والحجر الجيري المارلس والدولوميت  
وتعتبر هذه التكوينات اهم الرسوبيات الجيرية المكونة  
وطبيعتها الصلصالية المتسعة والمتداخلة تجعلها مصدرا  
لاهم الينابيع في لبنان .

#### صخور العصر الايوسيني الاوسط :

وتقع في سهل البقاع فقط حيث تكونت طبقة من الحجر  
الجيري المرجاني على شكل صخور جيرية مرجانية ذات شظايا  
حادة . وتختلف درجة سمك هذه الطبقة لكنها تصل الى  
١٠٠٠ مترا .

#### الصخور الفترويونية ( من العصر الثالث الأدنى )

تقتصر هذه الصخور على منطقة بارزة وتقع ناحية طرابلس  
ومصب نهر الكلب ويبلغ سمك هذه الصخور حوالي ٢٥٠ مترا ويحتوي  
على الحجر الجيري والطين الجيري الرملى كما أن البنية  
الجيولوجية التي نتجت عن فترات الصدوع تتحكم لدرجة

كبيرة فى الجيولوجيا المائية فى لبنان وتوزيع منابع الانهار واماكنها ونظام سريانها . ولذلك يتميز لبنان بتضاريس الكسر والقصى التى اوجدت مناطق شاسعة مستقلة حاملة للمياه وكذلك العديد من الينابيع الفياضة .

ويعد صدع يامون الموجود بسلسلة جبال لبنان اهم الصدوع الناتجة عن قشرة الأرض التى تتحكم فى الجيولوجيا المائية ، ويتراوح مداه ما بين ٤٠٠ و ٢٠٠٠ متر . ويوجد بصدع يامون منطقة غير محددة تتراوح مساحتها بين ٢٠٠ م و ٣٠٠ م وهى عبارة عن صدع أو صخر مؤلف من شظايا متزاوية ومتلاحمة تعمل كحاجز يفصل ما بين منطقة الاحجار الصلصالية والطبقات الحاملة للمياه الممتدة من الجانبين الشرقى والغربى لجبال لبنان .

#### الظروف الهيدروجيولوجية وخزانات المياه الجوفية :

باستثناء بعض المناطق الساحلية والرواسب الهليئة ومنطقة سهل البقاع الاوسط ، تتحدد الجيولوجيا المائية فى لبنان وفق توزيع الحجر الجيرى والدولوميت وسماتهم الصلصالية وفيما يختص بجيولوجية الماء ، فيمكن تقسيم لبنان الى منطقتين وهما المنطقة الصلصالية ومنطقة التكوينات التمامية .

### المنطقة الصلصالية :

وتغطي المنطقة الصلصالية مساحة تصل الى ٦٠٠٠ كيلومتر مربع او مايقرب من ٦٠ في المائة من مساحة هذا البلد . ويتميز سطح هذه المنطقة بسأنه من النوع الصلصالي الذي تنتشر فيه الحفر البالوعية والأنهار الجوفية التي تنبع من الجوانب الجبلية التحتية ويمكن تقسيم هذه الينابيع طبقا للظروف الهيدروجيولوجية التي تغذيها الى اربعة أقسام :

- أ - ينابيع تغذيها طبقات حاملة للمياه عمودية غير محصورة .
- ب - ينابيع تغذيها طبقات حاملة للمياه غير محصورة ناتجة على سبيل المثال عن :

- ملأحد الخزانات الجوفية وطفحها او الانسياب فوق تصدع لايسمح بنفاذ المياه والسريان فوق حاجز طبقي.

- ج - ينابيع تغذيها طبقات حاملة للمياه محصورة او ارتوازية .
- د - ينابيع تغذيها ينابيع اخرى تكونت نتيجة لاختلاف انواع الينابيع السابقة .

ويمكن تلخيص شكل ومواضع المنطقة الصلصالية كما يلي:-

### الطبقة الجوراسية :

الطبقة الحاملة للمياه الجوراسية الأولى : وتقع فى منطقة تجمع مياه الأمطار الشمالية الغربية لجبال لبنان، ومعظم

الينابيع من النوع الفياض نتيجة السريان فوق حاجز طبقي الطبقة الحاملة للمياه الجوراسية الثانية : وتقع فى منطقة تجمع المياه الغربية بلبنان . وتحدث هذه الينابيع نتيجة سريان المياه فوق حواجز طبقية بالرغم من كونها فى اقصى النتوء الجوراسى وتكثر فى وديان الأنهار الساحلية .

الطبقة الحاملة للمياه الجوراسية الثالثة : وتقع فى الجانب الغربى لجبل الهرمل ، وهى اكثر المناطق ارتفاعا فى سلسلة جبال لبنان الشرقية ، والينابيع الموجودة من النوع الفياض غير انها ليست من النوع المستديم وان كان فيضها يزيد فى الفترة من نيسان / أبريل الى تموز/ يوليو حيث تكثر المياه نتيجة ذوبان الجليد .

الطبقة الحاملة للمياه الجوراسية الخامسة : وتوجد بمنطقة جبال الباروك نبحا حيث توجد ينابيع من النوع الفياض فى منطقتى تجمع مياه الأمطار الغربية والشرقية وتكونت هذه الينابيع نتيجة الانسياب ووجود حاجز لايسمح بتسرب المياه .

#### طبقة السينو مانو - ثورونيان :

الطبقة الحاملة للمياه السينومانوية الأولى: وتوجد فى منطقة تجمع مياه الامطار بشمال لبنان . وتحدث الكسور المستعرضة تكوينات ملتوية تسبب وجود خزانات جوفية أو مستجمعات مائية والينابيع من النوع العمودى غير المحصور ذات الطبقات الحاملة

للمياه كما أن فيضها ينساب فوق طبقات متلامسة . اما الينابيع

الموجودة بمنطقة شكا فهي من النوع الارتوازي .

الطبقة الحاملة للمياه السينومانية الثانية : وتوجد في

السهل الواسع المرتفع بلبنان الاوسط وتعد الينابيع هناك أعلى

الينابيع الموجودة بلبنان وهي من النوع الفياض وتكونت نتيجة

انسياب المياه فوق حاجز صدعى ضعيف .

الطبقة الحاملة للمياه السينومانية الثالثة : وتوجد في

السهل الساحلى الواسع المرتفع بجنوب لبنان ، وتتكون الينابيع

الارتوازية نتيجة احاطة الطبقة الحاملة للمياه بغطاء من الطين

الجبرى والحجر الجبرى المارلى من العصرين الطباشيرى الأعلى

والايوسينى الأدنى .

الطبقة الحاملة للمياه السينومانية الرابعة : وتوجد في

الجانب الغربى لسلسلة جبال لبنان الشرقية . وتوجد الينابيع من

النوع ذات الطبقات المتصلة مع بعض مصادر المياه الارتوازية في

الطبقة التورونيانية السينومانية .

الطبقة الحاملة للمياه السينومانية السادسة : وتوجد في

جنوب البقاع حيث يوجد قاع منبع النهر .

الطبقة الحاملة للمياه السينومانية الثامنة : وتوجد في

تلال الحد الغربى لسهل البقاع حيث توجد ينابيع فياضة في الخزان

الجوفى لصدع يامون .

#### الايوسين :

الطبقة الحاملة للمياه الايوسينية الأولى : وتوجد في

البقاع الاوسط حيث توجد ينابيع ارتوازية ثانوية تتوقف عن

التدفق فى سنوات الجفاف .  
الطبقة الحاملة للمياه الايوسينية الثانية : وتوجد فى  
البقاع الجنوبى حيث توجد ينابيع فى قاع النهر فى منطقة  
اختراق نهر الليطانى لتكوين مقعر ضخم .

وتتمت دراسة هيدرولوجيا الينابيع بالتفصيل وتدل  
النتائج على ان الينابيع موسمية ويزداد تدفقها عقب سقوط  
الامطار الرئيسية وخاصة امطار كانون الثانى / يناير التى تعد  
اغزر الامطار . وعندما يوجد تجدد مباشر للمياه الجوفية ، يمكن  
تسجيل استجابة فورية لسقوط الامطار ، بينما تبدو الاستجابة  
بطيئة أو متأخرة فيما يتعلق بالينابيع التى تستمد  
مياهها من الخزانات الضخمة ومن اعادة التغذية بصورة غير  
مباشرة ، وتواجه بعض الينابيع العمودية عجزا فى المياه لعدة  
شهور نتيجة لاحتفاظ الجليد بالمياه . ويتم ملأ هذه الينابيع  
خلال فترة ذوبان الثلوج وهى الفترة من نيسان / ابريل الى  
أيار / مايو . وسجلت أقل درجة لتدفق الينابيع فى شهرى تشرين  
الاول / اكتوبر وتشرين الثانى / نوفمبر .

#### منطقة التكوينات المسامية :

تغطى منطقة التكوينات المسامية مساحة تصل الى ٤٢٠٠ كم<sup>٢</sup>

وقد تكون منطقة البقاع الاوسط او السهل الاوسط اهم المناطق  
وهى التى تضم نهر العاصى ونهر الليطانى . ويعد السهل  
صالحا تماما لأغراض الزراعة ويبلغ اجمالى مساحته اكثر من  
٣١٠٠٠ هكتار مرويه منها ١٧٠٠٠ هكتار فى حوض نهر  
العاصى و ١٤٠٠٠ هكتار فى حوض نهر الليطانى . وتضخ  
المياه مباشرة من النهرين والينابيع والآبار الضحلة  
ونهر العاصى له تدفق شهرى وآخر سنوى ، ويصل اجمالى  
هذا التدفق الى ٤١٦ مليون متر مكعب فى السنة وعلى النقيض  
نجد ان تدفق نهر الليطانى غير منتظم ولا يتأثر بالفيض كما  
ان تدفقه السنوى غير منتظم ويصل الى ٢٣١ مليون متر مكعب  
سنويا .

وتشتمل الطبقات الحاملة للمياه فى منطقة البقاع على

مايلى :-

أ- الطباشيرى الاوسط لسلسلة جبال لبنان وهى حجر جيبى  
صلصالى ومصدر المياه لثلاثة ينابيع وهى البردونى ويامون فى  
الجبال والعين الزرقاء بالسهل . وتستغل هذه الطبقة  
الحاملة للمياه فى الوقت الحالى على نطاق ضيق  
للاغاية بسبب عمق المياه .

ب- الطباشيرى الاوسط لسلسلة جبال لبنان الشرقية وهى ايضا

حجر جبرى صلصالى وبها ينابيع هامة على الحافة الشرقية  
للسهل وهى انچار ولابونة ورأس عين بعلبك وشمين . ويصل  
استغلال هذه الينابيع الى ٣ مليون م<sup>٣</sup> سنويا . وهناك  
مشروعات لزيادة هذا الاستغلال حتى يصل الى ٢١ مليون م<sup>٣</sup> .

ج - الايوسينى بلبنان وهى حجر جبرى صلصالى ذات امتداد  
محدود وهى ايضا ذات قدرة محدودة على تجميع المياه .

د - الايوسينى بسلسلة جبال لبنان الشرقية وهى حجر جبرى  
صلصالى ذات قدرة عالية على تجميع المياه ويصل حجم  
استغلال المياه منها فى الوقت الحالى الى ٢١ مليون م<sup>٣</sup>

سنويا ، وهناك خطط لزيادة ضخ المياه حتى يصل حجم الاستغلال

الى ما بين ٣٠ مليون و٣٧ مليون متر مكعب سنويا .

هـ - طبقة حاملة للمياه من البيوجينى الرباعى وهى موجودة

بالسهل . هى عبارة عن صخور متكوررة وجرينية . وتعد

هذه الطبقة الحاملة للمياه اسهل من حيث

الاستغلال عن كل الطبقات الاخرى الحاملة للمياه ويصل

حجم المياه التى تضخ منها فى الوقت الحالى الى

٣٦ مليون متر مكعب سنويا ومن المتوقع ان تصل الى ٦٠ مليون

متر مكعب سنويا .



وقد تم تقدير حجم المياه المستخرجة في عام ١٩٧٥ من منطقة البقاع  
الاورسط بحوالي ٦٣ مليون متر مكعب سنويا . وقد قدر انه من  
الممكن ان يصل حجم انتاجية المياه المستخرجة الى ١١١ مليون  
متر مكعب سنويا .

ويعتبر سهل عكار الساحلى مع منطقة طرابلس اهم اقليم  
في منطقة التكوينات المسامية على طول الساحل .  
ويقع سهل عكار في اقصى شمال لبنان ويفطى مساحة ١١٠ كم<sup>٢</sup>  
وتوجد تحته طبقة تصل الى ٣٠ مترا من الحجر الجيري البحرى  
البلستوسينى والكتل الفلزية الصخرية الرباعية والرسوبيات  
المروحية والغرين . ويوجد على امتداد السهل بطول البلد  
مناطق من البازلت تتخلل الرسوبيات . وتتكون الصخور الصلدة  
الموجودة تحت سطح الأرض بالسهل من الطين البليوسينى والطين  
الجيرى ويتراوح سمكها بين ٣٠ و ١٩٨ مترا كما توجد طبقات  
تخريه بلايوسينية بالاضافة الى الحجر الجيري والطين الجيرى  
ويصل سمكها الى ٣٢٥ مترا ويحوى السهل مناطق حاملة للمياه -  
ضحلة وعميقة . وتستقبل المناطق الحاملة للمياه الضحلة  
تجمع المياه من نهري الكبير واستوين ويقدر صافى انتاجهما  
بحوالى ١٥ مليون متر مكعب سنويا ، غير أن هناك تقديرا  
آخر بنى على اساس المياه الموجودة تحت التربة وتسررب  
مياه البحر . وجاء في ذلك التقدير الآخر أن حجم المياه

يقدر بحوالي ٣٤ مليون متر مكعب .

وتقع شبكة المنطقة العميقة الحاملة للمياه في منطقة الحجر الجيري التورانيون سينومانيان ولم تستغل هذه الشبكة بعد بصورة جيدة في لبنان لكنها استغلت في الجمهورية العربية السورية حيث تتلقى التجميع الرئيسي للأمطار . ويقع تحت سهل عكار الطبقة الحاملة للمياه تحت مستوى الأرض بمسافة تتراوح بين ٤٩٥ و ٥٤٧ مترا وهي من النوع الارتوازي . وقد تم قياس احدى الفتحات بمعدل ٩٥ لتر / ثانية ولها معدل ضغط يبلغ ٢٥ مترا فوق مستوى سطح الأرض .

ومياه الطبقة الحاملة الضحلة ذات خصائص جيدة بوجهه عام وتتراوح نسبة المواد الصلبة المذابة ما بين ٢٠٠ الى ٤٠٠ ملليجرام في اللتر وتزداد نسبة الملوحة تجاه الشاطئ بسبب قلة توغل ماء البحر حيث تبلغ نسبة المواد الصلبة المذابة الى ١٠٠٠ - ملليجرام في اللتر . اما الطبقة الحاملة للمياه والاكثر عمقا فتبلغ نسبة المواد الصلبة المذابة الى ٣٧٢٥ ملليجرام في اللتر حيث تتميز مياهها بوفرة كلوريد الصوديوم ، ويعتقد انه ملوث بماء البحر .

وتعد منطقة زغرتا بطرابلس منطقة هامة ايضا . والطبقة الرئيسية الحاملة للمياه فيها طبقة صلصالية فندوبونية مرجانية

وحجر جيرى ، وتشمل الخصائص الجيولوجية للمنطقة قشره رباعيه من الصخور المتكورة ذات خليط من الطين الجيرى والرمل يغطى الطين الجيرى الذى يرجع الى العصر الثالث الاعلى - الاوسط والصخور المتكورة .

أما الطبقة الغندوبونية والتي ترجع الى العصر الجيولوجى الأدنى فيتكون معظمها من الحجر الجيرى رغم وجود قطاعات متعددة بها من الرمل والطين الجيرى ويصل سمك هذه الطبقة الى ٣٠٠ م رغم أن سمكها قد قل بفعل نخر المياه فى بعض الأماكن . ومعظم تكوينات هذه الطبقة صلصالية. وتكون المنطقة الصلصالية مجرى النهر الجوفى هاب . وتم تسجيل افضل معدلات فى منطقة طرابلس وتتراوح ما بين ١٠<sup>٢</sup> الى ٣٠<sup>٣</sup> متر مربع / ثانية بينما كانت المعدلات التى سجلت فى منطقة سهل كورا زغرترتا المرتفع ١٠<sup>٤</sup> الى ١٠ x ٥<sup>٤</sup> متر مربع / ثانيه ويصل عمق المياه الراكدة فى هذه المنطقة الى مايقرب من ١٦٠ مترا ويصل عمق هذه الطبقة الحاملة للمياه الى ما بين ٣٠٠ - ٤٠٠ متر .

ويقدر تدفق الينابيع التحت مائية فى شكا بحوالى ١٠ م<sup>٣</sup> / ثانية وتستمد من طبقة الاحجار الجيرية التوروينان سينومايانان على عمق ١٢٠ مترا تحت مستوى سطح البحر .

وقد أجريت كثير من الأبحاث على الينابيع بهدف الاستغلال البرى وقد ثبت ان المياه تتحرك تجاه البحر من خلال مناطق صـدوع ومناطق مسامية وينابيع شكا شأنها شأن الينابيع الأخرى ، تحدث فيها تغيرات تبعا لفصول السنة وقد تم تسجيل ان اعلى تدفق يحدث فى فصل الشتاء وينتهى مع حلول فصل الربيع .

### توافر المياه الجوفية واستخدامها

يعطى الجدول رقم ٢٦ تقديرا عاما لرصيد لبنان من المياه - وكذا الحجم النسبى لمخزون المياه . كما يوضح ايضا ان نسبة سقوط الامطار تبلغ فى جملتها ٩٧٠٠ مليون متر مكعب أى حوالى ٩٧٠ ٠٠٠ - متر مكعب فى الكيلومتر المربع من مساحة البلد ويضيع من هذا الاجمالى حوالى ٤٥٠٠ متر مكعب وذلك من خلال البخر والارتشاح او التصريف الى خزانات المياه الجوفية كما يتسرب ٤٣٠٠ مليون متر مكعب يذهب منها ٥١٠ مليون متر مكعب الى الجمهورية العربية السورية ( ٤١٥ مليون متر مكعب من خلال نهر العاصى و ٩٥ مليون متر مكعب من خلال نهر الكبير ) و ١٤٠ مليون متر مكعب الى اسرائيل ( خلال نهر الحاصبانى ) . وهكذا يتضح ان كمية المياه المتوفرة للاستخدام تصل على وجه التحديد الى ٣٣٧٥ مليون متر مكعب يوزع منها ٨٢٠ مليون متر مكعب للاستخدام فى فصل الجفاف و ٢٥٥٥ مليون متر مكعب فى موسم الامطار . ويبلغ اجمالى كمية المياه المخزونة حاليا بما فيها المياه المحتجزة خلف سد قارون على نهر الليطانى حوالى ٥٠٠ مليون متر مكعب .

جدول رقم ٢٦ : لبنان - خصائص سقوط الامطار  
( بملايين الامتار المكعبة مالم يذكر غير ذلك )

الاجمالي بالتقريب	المنطقة الداخليه	منطقة البحر المتوسط	البيسند
٩ ٧٠٠ (٩٥٠ ملليمتر)	٣ ٣٤٠ (٧١١ ملليمتر)	٦ ٣٩٦ (١٦٣ ملليمتر)	سقوط الامطار
٤ ٣٠٠ (٣٠٠ م/ث)	١ ٣٥١ (١٠٣٣ م/ث)	٢ ٩٤٢ (١٦٣ م/ث)	اجمالي التدفق التدفق الجوفي
١ ٣٠٠	٣٠٣	٩٦٢	الجداول
٥ ٤٠٠ (٥٢٠ ملليمتر)	١ ٩٨٨ (٤٢٤ ملليمتر)	٣ ٤٤٥ (٦٢٨ ملليمتر)	فاقد التدفق
٤٤	٤٠	٤٦	النسبة المئوية لمعامل سقوط الامطار
٧٠	٧٨	٦٧	النسبة المئوية لمعامل التدفق الجوفي (١)

(١) نسبة التدفق تحت الأرض الى التدفق الكلي

ويصل حجم المياه الجوفية الصالحة للاستخدام من الناحية النظرية الى ٦٠٠ مليون متر مكعب سنويا ، يستخدم منها الآن ١٦٠ مليون متر مكعب فقط ، وبذلك يتبقى ٤٤٠ مليون متر مكعب . وقد اظهرت الدراسات ان تجدد موارد الطبقات الحاملة للمياه يمكن ان يزيد المياه الجوفية خلال فصل الرطوبة بمقدار ١٦٠ مليون متر مكعب على النحو التالي :-

١٥ مليون متر مكعب	سهل عكار
" " " ١٠	منطقة بيروت
" " " ٥٠	جبال الباروك/ نيحا
" " " ٢٠	المنطقة الساحلية
" " " ٦٥	جنوب البقاع

وعلى ذلك فان اجمالى المياه الصالحة للاستعمال يصل الى حوالي ١٧٤٠ مليون متر مكعب موزعة كما يلى :-

٨٢٠ مليون متر مكعب	تدفق فوق سطح الارض
" " " ٥٠٠	تخزين خلف السدود
" " " ٣٢٠	مياه جوفية
" " " ١٠٠	ينابيع تحت مائية ( ينابيع شكا )

وبالنسبة لمشروعات الري الرئيسية المزمع تنفيذها فـلى

لبنان فهى كما يلى :-

#### مشروع ري جنوب لبنان

يهدف هذا المشروع الى ري ٢٣٠٠٠ هكتار فى جنوب لبنان ويشمل هذا الرقم ري ١٢٠٠ هكتار بالقرب من صيدا واعادة تنظيم ري مايزيد عن ٦٠٠٠ هكتار تروى بالفعل فى منطقة القاسمية . وقد أعد فريق من الامم المتحدة دراسات جدوى عن المشروع فى عام ١٩٧٢ .

#### مشروع ري جنوب البقاع

كانت المساحة المروية فى عام ١٩٧٢ حوالى ١٠٠٠٠ هكتار ويهدف هذا المشروع الى الوصول بالمنطقة المروية الى حالة سوية ومنتظمة مع اضافة ١٣٠٠٠ هكتار وبذلك يصل اجمالى المساحة المروية الى ٢٣٠٠٠ هكتار .

ويصل حجم المياه التى يتطلبها المشروع الى ١٤٠ مليون متر مكعب سيحصل منها على ٣٠ مليون متر مكعب من بحيرة قارون و٧٤ مليون متر مكعب من المياه الجوفية و ٣٦ مليون متر مكعب من مصادر أخرى للمياه السطحية .

### مشروع رى الهرمل

يهدف المشروع الى رى ٦٠٠٠ هكتار بمنطقة الهرمل من نهر

العاصى على مرحلتين .

تهدف المرحلة الاولى الى رى ٤٠٠٠ هكتار عن طريق الجاذبية

و ٢٥٠٠ هكتار فى منطقة الكا و ١٥٠٠ هكتار بمنطقة الهرمل . وتشمل

المرحلة الثانية رى ٢٠٠٠ هكتار عن طريق الضخ من منطقة الكا و ٥٠٠

هكتار اخرى عن طريق الضخ بمنطقة الهرمل .

### مشروع رى عكار

يهدف المشروع الى رى ٤٠٠٠ هكتار اضافية فى منطقة عكار بالاضافة

الى تنظيم رى ٦٠٠٠ هكتار لاتروى حاليا بصورة منتظمة بالاضافة الى

تحسين وسائل رى ٢٣٠٠ هكتار بمنطقة سهل البقاع .

### مشروع رى كورا وزغرتا

يهدف المشروع الى رى ١٢٠٠ هكتار باستخدام المياه المحتجزة خلف

سد على نهر عصفور فى منطقة بشرى والتي يبلغ حجمها ٤٠ مليون متر مكعب

وتقع المساحة التى ستروى فى واحات كورا وزغرتا .



مراجع مختارة

- Burdon, D. J. and J. W. Harshbarger. The water components of hydro-agricultural development - LEB 13. Unpublished report. FAO, Rome, 1969.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). World Conference on Agrarian Reform and Rural Development. Country review paper No. 10: Lebanon. Rome, 1978.
- Guerre, A. Etude hydrologique préliminaire des karsts libanais. Revue libanaise de Géographie, vol. IV, Hannon. 1969.
- UNDP/FAO. Etude hydrogéologique de la plaine d'Akkar. Unpublished report. 1970.
- \_\_\_\_\_. Planification de l'utilisation des eaux dans le nord du Liban. Rome, 1976.
- \_\_\_\_\_. Etude hydrogéologique de la région de Koura-Zgharta. Unpublished report 1972.
- \_\_\_\_\_. Travaux de reconnaissance hydrogéologique dans la plaine de Bouqaie. Unpublished report. 1972.
- \_\_\_\_\_. Projet de développement hydro-agricole du sud du Liban. Unpublished report. 1974.
- \_\_\_\_\_. Projet de développement hydro-agricole de la Bekaa centrale. Unpublished report. 1974.
- UNDP/United Nations. Liban: étude des eaux souterraines. 1970.

مصر

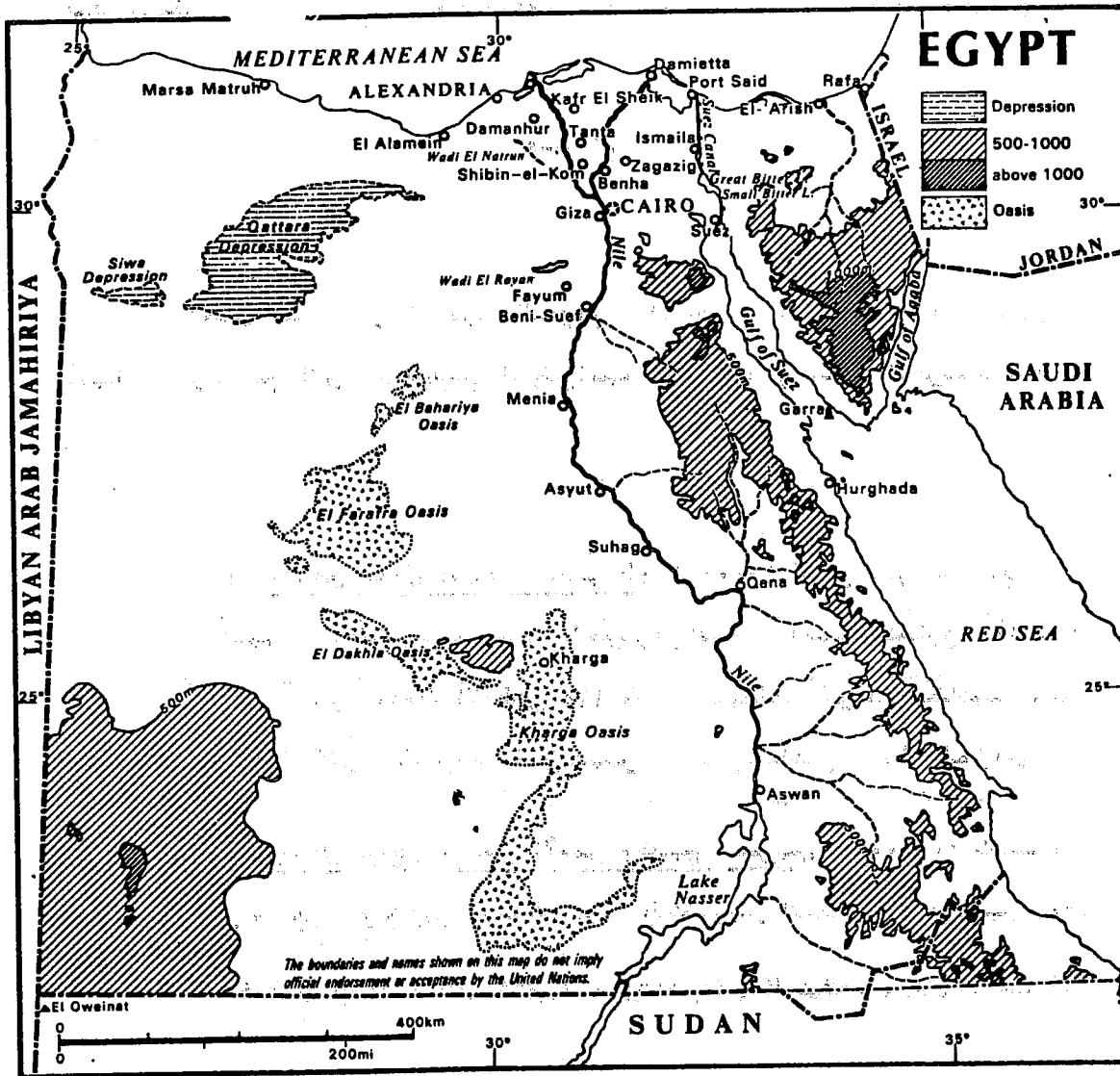
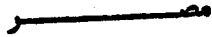
المساحة	:	١٠٠١ ٠٠٠	كيلو متر مربع
عدد السكان	:	٣٧٢٠٠ ٠٠٠	( تقدير الامم المتحدة ١٩٧٥ )

عام

تحتل مصر جزءا من الحزام الجاف شمال افريقيا وغربا  
آسيا ، وتنقسم الى الاقاليم الجغرافية التالية ( انظر الخريطة  
رقم ٨ ) :

- (أ) مناطق ساحل البحر المتوسط: ( ٢٠٠٠٠ كيلو متر مربع )  
وتتميز بانخفاض تضاريسها الطوبوغرافية ( قلما تتجاوز ١٠٠متر)  
ويبلغ معدل سقوط الامطار ١٢٥ مم ، وبذلك توجد امكانيات  
مائية تكفي للزراعة ، وتدير المخزونات وتنمية المراعي .
- (ب) مناطق ساحل البحر الأحمر وخليج السويس: ( ١٠ ٠٠٠ كيلو  
متر مربع ) وتتميز بنمط من التضاريس المعقدة ، وظروف  
مناخية جافة ( أمطار شتوية ، وتندر في الصيف ، ويقل معدل

خريطة رقم ٢٣



سقوط الامطار عن ٢٥ مم ) . و يبلغ ارتفاع الارض حوالى ٢٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر . وتخرق هذا الاقليم الأجزاء السفلى لكثيرون احواض الانهار الجافه ، وتوجد مساحات شاسعة تكسوها طبقات طينية معرضة للتملح ولهذا فان امكانيه الزراعة محدودة فى هذا الاقليم .

(ج) وادي النيل بين الدلتا وبحيرة السدالعالى ( ٢٠ ٠٠٠ كيلو متر مربع ) ويتكون معظمه من المنطقة الزراعية الرئيسية فى مصر ( السهل الفيضى ) ومساحات مسطحة يمكن استصلاحها ( مسطحات ومستودع المياه الصناعى الضخم وقلما يتجاوز ارتفاع الارض ٢٠٠ متر .

(د) السلاسل الغرانييتية جنوب سيناء والبحر الاحمر :

( ٧٥ ٠٠٠ كيلو متر مربع ) ، وتشكل العمود الفقرى لسلاسل الجبال المرتفعة فى مصر ، وتقل الى ارتفاع ٢٦٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر ، ويتميز هذا الجزء من مصر بطوبوغرافية شديدة الوعورة ، وتتخلل كثير من وديان الصرف الجافة التى تنتهى عند البحر الاحمر وخليج السويس أو فى وادى النيل .

(هـ) مناطق الهضبة ( ٣٥٠ ٠٠٠ كيلو متر مربع ) وتغطيها صخور كربونية وتقع فى وسط وجنوبى سيناء ، وفى المنطقة

الواقعة بين النيل وخليج السويس ، وفى كل المنطقه  
التي تقع غرب النيل ابتداءً من خط العرض عند اسسوان  
وفى سيناء وفى المنطقه الواقعة شرق النيل يصل ارتفاع  
سطح الهضبه الى حوالى ١٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر  
بينما يبلغ متوسط الارتفاع فى المنطقه غرب النيل الى  
٣٥٠ مترا فوق مستوى سطح البحر . ويتخلل سطح الهضبة  
شبكة من المجارى المائية الجافة ، تنتهى اما عند  
المنخفضات الداخلية أو فى وادى النيل أو فى البحر  
وتظهر الملامح الجغرافيه المختلفه التالية على سطح  
الهضبة فى المنطقه غرب وادى النيل :

"١" منخفضات طبيعية يقل بعضها عن مستوى سطح البحر

وتضم هذه المنخفضات من الشمال الى الجنوب :

وادي النطرون ( - ٢٠ مترا ) ؛

منخفض القطارة ( - ١٣٤ مترا ) ؛

واحه سيوة ( - ١٨ مترا ) ؛

الفيوم ( - ٦٠ مترا ) ؛

الواحات البحرية ( + ١٠٠ مترا ) ؛

واحه الغرافرة ( + ١٠٠ مترا ) ؛

الواحات الداخلة ( + ١٠٠ مترا ) ؛

الواحات الخارجة ( + ٥٠ مترا ) ؛

"٢" سهل الكشبان الرملية وطبقات الرمال ، سواء  
مجتمعة أم متفرقة ؛

"٣" سهول الحصاء جنوب وشرق منخفض القطارة .

(و) السهول الرملية المرتفعة ، وتقع بين المنحدرات  
الغرانيتية والجوانب الرأسية الجنوبية لمنطقة الهضبة  
الكربونية ( ٣٥٠ . ٠٠٠ كيلو متر مربع ) وتمتد هذه السهول  
جنوبا داخل السودان وغربا داخل الجماهيرية العربية  
الليبية ويبلغ ارتفاع الأرض حوالى ٥٠٠ متر فوق مستوى  
سطح البحر ، ولكنه قد يرتفع محليا الى ١٠٠٠ متر فوق  
مستوى سطح البحر ( الجلف الكبير ) وتنتشر على سطح هذه -  
السهول المرتفعة فى بعض المناطق انفجارات بركانية  
مخروطية وسلاسل غرانيتية ، وسدود صخرية مستديرة  
( العينات ١٦٠٠ متر ) وتنتشر على السطح ايضا منخفضات  
دايرة تمتلئ بالرواسب البحرية وتغطيها طبقات رملية  
وكشبان بارخان .

وفى مصر تنحصر الزراعة اساسا فى وادى النيل ، وفى ساحل  
البحر المتوسط ، وفى الواحات الواقعة فى المنخفضات بمنطقة الهضبة  
غرب النيل ( ٣ فى المائة من المساحة الاجمالية لهذا البلد ) .

وتبذل محاولات لاستصلاح المناطق التى زحفت عليها الصحراء فى مصر ، ومن المتوقع أن تزداد المساحة المهنروعة بحلول نهاية القرن الى ٥ فى المائة من المساحة الاجمالية لهذا البلد (حوالى خمسة ملايين هكتار)

### الخصائص الجيولوجية

تحتل مصر جزءا من التكوين الامامى للطرف الشمالى من الدرع العربى النوبى . وفى الجنوب والجنوب الشرقى لمصر تظهر صخور القاعدة التى ترجع الى ما قبل العصر الكاميرى والعصر الكاميرى الأدنى أو على أعماق ضحلة ( جنوب سيناء ، وجبال البحر الاحمر وأسوان والعونيات ) . وتضم صخورا نارية وصخورا متحولة وتنطوى على احتمالات طيبة للتنقيب عن المعادن .

ويعلو صخور القاعدة طبقات من الحجر الرملى تمثلى البيئات فوق القارية للرواسب . ويزداد السمك تدريجيا من الجنوب ( ٥٠٠ متر ) الى الشمال ( يصل فى بعض الجسرات الى ٢٥٠٠م ) ، ويمكن ملاحظة بعض الملامح التى تكونت محليا ويرجع هذا الجزء الى العصر القديم والى بداية العصر الوسيط وترتبط الطبقات الحاملة للمياه الجوفيه فى مصر بهذه المجموعة

من الطبقات التى تعرف بأسم الحجر الرملى النوبى .

ويلى طبقات الحجر الرملى التى ترجع الى العصر القديم والعصر الوسيط فى اتجاه الشمال طبقات كربونية ( تتخللها وسائد من الصلصال ) يبلغ سمكها الظاهر حوالى ٢٥٠٠ متر . وهذا الجزء الذى يرجع الى العصر الوسيط الاعلى ( الجوراسى والطباشيرى ) والى بداية العصر الثالث ( البلايوسينى ) يضم قطاعات معروفة من الطبقات الصلصالية المائية ، ويحتل جانبا كبيرا من منطقة الهضبة ويتحكم التكوين الجيولوجى فى التوزيع الجغرافى لهذا الجزء الكربونى أسفل السطح ، وفى تنوع الخصائص الحجرية . وقد اكتسبت صفحة الأرض فى مصر جزءا كبيرا من شكلها الحالى فيما بعد العصر البلايوسينى وقد تجدر الاشارة الى الاحداث الجيولوجية التالية :

(أ) ارتفاع عام فى سطح الأرض ، وتراجع البحر ، وظهور تطورات أرضية مصحوبة بأنشطة بركانية وحرارية مائية فى العصر الأوليغوسينى والمايوسينى الأدنى ؛

(ب) تكوين المواد الهيدروكربونية فى البحر الأحمر ؛

(ج) توغل محلى للبحر من الشمال أثناء العصر الأوليغوسينى والمايوسينى والبلايوسينى ( بعد حدوث تغيرات مثالية فى



مستوى سطح البحر المتوسط ) :

(د) تكوين حوض نهر النيل ، كخليج بحرى فى البداية أثناء العصر البلايوسينى ، ثم كخليج من المياه العذبة والتي تتدفق من الجنوب الى الشمال أثناء العصر البليستوسينى ؛

(هـ) تغيرات تدريجية فى الظروف المناخية ، انتهت بتكوين المناطق الجافة التي تتمثل الآن فى تكوين الكشبان الرملية ، وتدهور معظم أجزاء المنطقة السطحية فيما يتعلق بالتربة والغطاء النباتى ، واتساع نطاق الملوحة وقلة الأمطار .

### المياه الجوفية

الطبقات الرئيسية الحاملة للمياه هي كما يلي  
( حسب الترتيب التنازلى للانتاجيه ) :

(أ) الصخور الرشيخة السفلى : ( وتعرف عادة باسم طبقة الحجر الرملى النوبية ) وتقع من حيث ترتيب الطبقات بين الجزء العلوى من الصخور القاعدية والجزء السفلى من الصخور الكربونية . ويتراوح سمك هذه الطبقة بين ١٠٠ متر أو أقل

و ٢٥٠٠ متر ، وتتكون المياه عادة تحت طبقات ارتوازية. وداخل حدود مصر ، ينخفض المستوى البيزومتري لهذه الطبقة من ٥٠٠ متر فى الجزء الجنوبى الغربى ، الى مستوى سطح البحر تقريبا فى الجزء الشمالى والشمالى الشرقى من المنطقة الشاسعة الواقعة غربى النيل . وقد اصبح هذا الجزء من مصر مستودعا أو ( حوضا ) معروفا للمياه الجوفيه ، ويتصل هيدروليكيًا بأحواض أخرى فى شمال السودان ، وفى الجزء الشمالى الشرقى من الجماهيرية العربية الليبية ، وكلها تشكل جزءا مما يعرف بالأحواض الارتوازية شمال شرقى أفريقيا وتشير الخصائص الكيميائية للمياه المأخوذه من هذه الأحواض الى وجود تشابه كبير فيها ، وتقل ملوحة المياه عادة عن ٥٠٠ جزء من المليون ( المياه الطبيعية ) ، ويتبين من قياس عمر المياه باستخدام طريقة الكربون-١٤- وكذلك باستخدام النظائر المشعة الأخرى أن معظم المياه تراكمت فى مكانها خلال فترة أو عدة فترات مطيرة . ويتراوح عمرها من ٢٠٠٠٠ الى ٤٠٠٠٠ سنة ( المياه الأحفورية ) ومن المتفق عليه بين علماء الجيولوجيا المائية انه يحتمل ان تكون هذه المياه قد تجددت ( فى الوقت الحاضر ) بكميات صغيرة من مصادر أخرى تقع خارج مصر ، من بينها الأمطار فى افريقيا الاستوائية ونهر النيل فى شمال السودان

ويتم تصريف المياه بصورة طبيعية أو صناعية الى مواقع عديدة فى المنطقة الشاسعة غربى النيل ، والتي تضم :

"١" منخفضات القطار سيوة فى شمال مصر ( منافذ طبيعية ) حيث يتجاوز تصريف المياه ٣ مليون متر مكعب يوميا وتوجد مناطق للمياه العذبة والمالحة فى شمال هـ المنخفضات .

"٢" الواحات الخارجة والداخلة ، وتقع فى الجزء الجنوبى الشرقى من هذه المنطقة ( منطقة تصريف طبيعية وصناعية ) ، وفى هذه الواحات ، تم حفر حوالى ٤٠٠ بئر ضحلة نسبيا ( لايتجاوز عمقها ١٠٠ متر ) ، وأبار عميقة ( يتراوح عمقها بين ٥٠٠ و ١٠٠٠ متر ) وتبلغ كمية المياه المستخرجة من الواحات الخارجة والداخلة فى الوقت الحاضر أكثر من مليون متر مكعب يوميا ، ومن المتوقع ان ترتفع هذه الكمية الى ٣ مليون متر مكعب يوميا خلال فترة السنوات الخمس من ١٩٧٩ الى ١٩٨٣ . وسوف تستخدم المياه فى استصلاح الاراضى ، ومن المتوقع ألا يسمح باساعة استعمال المياه . وتشمل الخطة الخمسية ادخال تحسينات على تصميم الأبار واتساعها ، فضلا عن تحسين أساليب الري . وسوف تبلغ المساحة الاجمالية للاراضى المستصلحة خلال هذه الفترة حوالى ٤٠.٠٠٠ هكتار ؛

"٣" واحات الفرافرة والبحرية ، وتقع فى الجزء الاوسط من المساحة الشاسعة غربى وادى النيل ، حيث يتم تصريف المياه بطريقه طبيعية وصناعية . وتبلغ كمية تصريف المياه فى هذه المنطقة الشاسعة حوالى ٤٠٠ ٠٠٠ متر مكعب يوميا ؛ وعدد الآبار العميقة محدود نسبيا ولكن بعضها يصل الى ٢٥٠٠ متر . وسوف ترتفع كمية تصريف المياه اثناء الخطة الخمسية ١٩٧٩ - ١٩٨٣ الى مليون متر مكعب يوميا ، كما سترتفع مساحة الأراضى الى ١٥٠٠٠ هكتار .

ولا يعرف سوى القليل عن كمية المياه التى تتسرب رأسيًا الى طبقة الصخور الكربونية المتصدعة من الطبقة الرملية الارتوازية الحاملة للمياه والواقعة تحتها ويمكن الاشاره فقط الى واحدة سيوة حيث يوجد حوالى ٢٠٠ عين طبيعية فى الصخور الكربونية التى ترجع الى العصر المايوسينى ، ويصل انتاجها اليومى الى حوالى ٢٠٠ ٠٠٠ متر مكعب .

وفيما يتعلق بالمنطقة الواقعه شرق النيل ( باستثناء شبه جزيرة سيناء ) ، تقوم الصخور الرضخية السفلى بدور الطبقة الحاملة للمياه ، ولكن طاقتها محدوده نوعا ما بسبب ظروف طوبوغرافية

غير مواتييه على الجانب الغربى للسلسلة الغرانيثية العالية  
ولأن الجزء المكون من الاحجار الرملية رقيق نسبيا اذا قورن  
بالمنطقة الواقعة غرب النيل ( لانتوافر كثير من التفاصيل )  
وتوجد بعض العيون الطبيعية الساخنة ( العين الساخنة ) على طول  
خليج السويس ، وترتبط بوجود بعض الفوالق . وتشير عينات المياه  
المأخوذة من هذه العيون الى وجود نسبة عالية من المعادن -  
وتستخدم كمياه ملحية ساخنة .

وفيما يتعلق بشبه جزيرة سيناء ، تم العثور على مياه  
ذات قوة اندفاع عالية ، أثناء عمليات التنقيب عن النفط ، فى  
طبقة الحجر الرملى للمياه ، والتي يبلغ سمكها حوالى ٥٠٠ متر  
وفى بعض الآبار الموجوده فى وسط سيناء ( مثل بئر نخل رقم ١ -  
التابع لشركة اسو ) ترتفع المياه الى حوالى ٢٠٠ متر فوق مستوى  
سطح البحر وتصل نسبة الملوحة الى حوالى ١٥٠٠ جزء من المليون  
وفى غربى سيناء ، تتدفق المياه من طبقة الحجر الرملى الى السطح  
عند عين موسى جنوب السويس . وهناك أقل من ٢٠ بئرا تستمد مياهها  
من طبقة الحجر الرملى الحاملة للمياه فى سيناء . ولكن من  
المتوقع أن تقوم هذه الطبقة بدور هام فى توفير المياه لسيناء  
وقد تم تحليل عينات من المياه المأخوذة من هذه الطبقة باستخدام  
طريقة الكربون - ١٤ ، وتبين من هذا التحليل وجود اوجه تشابه مع

المياه الموجوده فى المناطق الواقعة غرب النيل ، ومن ناحية  
أخرى ، يعتقد بصفة عامه أن بعض مياه طبقة الحجر الرملى  
تتجدد عن طريق منطقة التجمع الواسعة للمياه ، والتي تقع  
شرق البحر المتوسط ( فى لبنان والجمهورية العربية السورية  
واسرائيل ) بيد انه سيكون من الضرورى اجراء دراسات  
مفصلة لتحديد نمط تدفق المياه الجوفية .

(ب) طبقة الرمال والحصى التى ترسبت فى النيل  
ومنخفض الدلتا ( رواسب العصر البليستوسينى والنيلى )  
ويبلغ سمك هذه الطبقة حوالى ٣٥٠ مترا ، وتقع أسفلها  
طبقة من الصلصال ترجع الى العصر البليوسينى ، ويمكن  
اعتبارها طبقة تحتوى على المياه . وهذه الطبقة تكاد  
تكون مشبعة بالمياه ( وتبلغ درجة الملوحة فى حدود  
٥٠٠ جزء من المليون ) ، وتعتمد فى تجديد مواردها على  
مياه النيل ، وكذلك على شبكة قنوات الري . وقد  
تأكد ان مستوى المياه الارضية ثابت فى هذا الجزء من مصر  
وينخفض تدريجيا من الجنوب الى الشمال وبعد بناء السد  
العالى ، بدأ مستوى المياه الأرضية يرتفع فى طبقة  
الرواسب التى ترجع الى العصر النيلى ، وربما يرجع  
هذا الى الفرق الواضح بين ارتفاع المياه فى بحيرة

السد العالى ( + ١٧٨ مترا ) وبين مستوى المياه السطحية فى النهر ناحية الشمال ( اقصا ارتفاع حوالى + ٩٠ مترا ) ونظرا لأن الرواسب فى وادى النيل ليست متجانسة من ناحية الخصائص الحجرية ، فقد لوحظ وجود طبقات صلصالية منفصلة ، يرجع اليها حدوث تطورات محلية فى الطبقات دون الارتوازية . وتعتبر كميته المياه التى تحتزنها هذه الطبقة مصدرا متجددا ، وربما تصل الى حوالى ٦٠٠ مليون متر مكعب ، وتشتمل منطقة التصريف على ما يلى :-

"١" وادى النطرون ( - ٢٠ مترا ) ، وربما منخفض القطارة ( - ١٣٤ مترا ) على الجانب الغربى ؛

"٢" وادى الطميلات ، والبحيرات المرة ، وقناة السويس على الجانب الشرقى ؛

"٣" البحيرات الساحلية على طول ساحل البحر المتوسط على الجانب الشمالى ؛

"٤" العدد الكبير من الآبار المحفورة فى هذه المنطقة الطويلة الضيقة .

وتستخدم المياه فى استكمال الرى وفى الاغراض البلدية . ويقوم موظفو معهد ابحاث المياه الجوفيه بحصر الآبار واجراء دراسة عن انتاجها .

وقد شوهدت على الطرف الشمالى للدلتا مظاهر خطيرة لتوغل مياه البحر المالحة ، ويرجع هذا الى الافراط فى ضخ المياه الجوفية . ومرة اخرى ظهرت اثار للمياه المالحة فى المناطق المستصلحة حديثا ( مشروع غرب النوبارية ) ، ومن الواضح انها ترجع الى الافراط فى استخدام المياه لأغراض الري ، والى عدم كفاية شبكة الصرف .

(ج) الطبقات الجيرية المتصدعة الحاملة للمياه ، وتنتشر على نطاق واسع فى مصر ، وتعتبر من الأمثلة الواضحة على الملامح الصلصالية وقد تجدر الإشارة الى بعض مصادر المياه الهامة التى تعتمد على هذه الطبقة الجيرية والتى لم تتعرض لها الدراسات بعد:

"١" فى المنطقة غرب النيل جميع العيون الطبيعية فى الفرافرة والخارجة وشكرة وعرج والبحرين وجرة وسيوة ووادى الريان وغيرها ، وجميع الآبار فى الهضبة الجيرية شمال منخفض القطارة ؛

"٢" فى المنطقة شرق النيل ( بما فى ذلك سيناء ) : عدد كبير من العيون الطبيعية على طول جبال



البحر الأحمر ؛ وعند حلوان والضواحي الواقعة شرق القاهرة ( مياه ترتفع فيها نسبة المعادن ) وفى منطقة الفوالق الصخرية غرب سيناء (عيون حمام فاروم الكبرى ، والعيون الساخنة ) ؛ وعند طرف الهضبة الكربونية شرق سيناء .

(د) صخور البحر المتوسط الجيرية ، التى ظهرت فى السهل الساحلى على شكل سلاسل مجدولة . وتشكل هذه الرواسب البرية أو البحرية الضحلة طبقة هامة حاملة للمياه على امتداد ١٠٠٠ كيلو متر على طول الخط الساحلى ، وبارتفاع يقترب من مستوى سطح البحر . وتسبح هذه الكتلة المائية التى تبلغ درجة ملوحتها حوالى ١٠٠٠ جزء من المليون فوق كتلة اخرى من المياه المالحة نتجت عن توغل مياه البحر بيد أن هذه الظروف تحدث بصورة محلية تحت الطبقة الارتوازية ، والطبقة التى تعلوها وتعزى الى تغيرات فى الشكل وفى التكوين الجيولوجى . وتتجدد مياه هذه الطبقة عن طريق التسرب المباشر لمياه الامطار المحلية ( يبلغ متوسط سقوط الامطار فى الشتاء ١٢٥ مم ) وتستخرج المياه

هذه الطبقة بواسطة انواع مختلفه من الآبار:

"١" آبار محفورة ، تصل الى عمق حوالى ٣٠ مترا، وتستخدم

المضخات ذات الطرد المركزى ( شمال شرق سيناء ) .

وقد تم حفر أكثر من ١٠٠ بئر من هذا النوع ؛

"٢" آبار مكشوفة ذات فوهة واسعة ، وتحفر يدويا ، وتبطن

وتزود بمضخات ماصة عادية . ويوجد كثيرة من هذه

الآبار أيضا فى شمال شرق سيناء ؛

"٣" آبار ضحلة محفورة يدويا ، وهى مزودة بطواحين

هوائية ويتراوح عمقها بين ٥ أمتار و٢٠ مترا ، -

وتوجد مثل هذه الآبار بأعداد كبيرة فى المنطقة

الساحلية غرب دلتا النيل .

"٤" آبار مكشوفة أكثر اتساعا ، ( يبلغ قطرها حوالى ٥

امتار ) وبها خنادق نصف قطرية تصل الى مستوى سطح

المياه الارضية ( سراديب ) . ويوجد عدد قليل من

هذه الآبار غرب الاسكندرية ؛

"٥" آبار افقية ( سراديب ) وتحفر الى عمق أقل من

متر تحت مستوى سطح المياه الارضية . وتوجد مثل

هذه الآبار الافقية فى مرسى مطروح ، وبين العريش

ورفح فى سيناء .

(هـ) وتعمل مياه الوديان كطبقة مائية ذات أهمية محدودة في سيناء وعلى طول ساحل البحر الأحمر وتوجد مئات الآبار الضحلة المحفورة يدويا وتعتمد مياه هذه الوديان على الامطار المحلية وعلى انسياب المياه السطحية .

#### دراسات المياه الجوفية

تجرى الآن دراسات مفصلة عن مختلف الطبقات الحاملة للمياه سواء باستخدام الطرق التقليدية ، أو باستخدام الأساليب الحديثة وتشمل هذه الطرق استخدام أنواع مختلفه من النماذج ( القياسية والرياضية ) ، والنظائر المشعة وأساليب الاستشعار عن بعد . وسوف يكون الهدف النهائى لهذه الدراسات تقييم امكانيات هذه الطبقات الحاملة للمياه بعد أن ازداد الاهتمام باحتمالات استغلالها، ويقوم معهد الصحراء بجميع الانشطة المتصلة باستكشاف واستغلال المياه الجوفية في مصر .

المملكة العربية السعودية

المساحة : ٢١٤٩٠٠٠ كيلو متر مربع

عدد السكان : ٩ ٢٤٠ ٠٠٠ ( تقدير الأمم المتحدة ١٩٧٦ )

عمان

يمكن تقسيم شبه الجزيرة العربية الى ست وحدات فيزيوغرافية : الأقاليم الجبلية والسهول المرتفعة وحزام المنحدر والهضبة الوسطى والأقاليم الساحلية ومناطق رمال الريح .

وتضم الأقاليم الجبلية جبال عمان فى الشرق والجبال المحاذية لخليج عدن وهضبة حضرموت وجبال اليمن وسلاسل جبال البحر الأحمر الساحلية . وتضم السهول المرتفعة سهول الحصاء الواسعة والعديد من جبال الودع المفردة الفرانيتية ، ويضم حزام المنحدر منحدرات الواجهة الغربية ومنها منحدر جبل الطويق ويمتد لمسافة ٨٠٠ كيلو متر ، وتتميز هذه المنحدرات بمعالم محدبة

مراجعة وهي ترجع الى طبقات عصر الحياة القديمة المائلة الشرقية ، وتتكون الهضبة الوسطى اساسا - وهي اقليم من رواسب العصر الثالث يقع بين حزام المنحدر والسهل الساحلى - من منطقة منبسطة من الصخر الجبرى مع رقعة صلصالية واسعة وقشرة جيرية - ويتكون سهل الخليج الساحلى من منطقة مسطحة من المستنقعات الجافة وسهول الحصاء الناعمة والمصاطب البحرية الصغيرة وخطوط الشاطئ ، وهي منطقة غنية بالمواد التبخرية ورغم قلة الرواسب بسبب تدرية الرياح ، ويرجع ذلك الى التصريف الحالى لحوض المياه الجوفية فى هذا الاقليم ، وتغطى مناطق رمال الرياح مايقرب من نصف شبه الجزيرة : الربع الخالى والنفود الكبرى والدهناء والجفورة ، ويضم الربع الخالى المناطق الشاسعة من كثبان الرمل الجبلية والسهول والمستنقعات الواقعة بين الكثبان . وتعتبر النفود الكبرى الواقعة شمال المملكة العربية السعودية منطقة زاخرة بالكثبان الرملية ، وذلك مع ندرة وجود أى حياة نباتية أو واحات ، أما الدهناء فهي عبارة عن شريط دقيق من الرمال يمتد على طول المسافة من النفود الكبرى حتى الربع الخالى ويغضى النتوء الصخري لطبقات أم الرهومة .

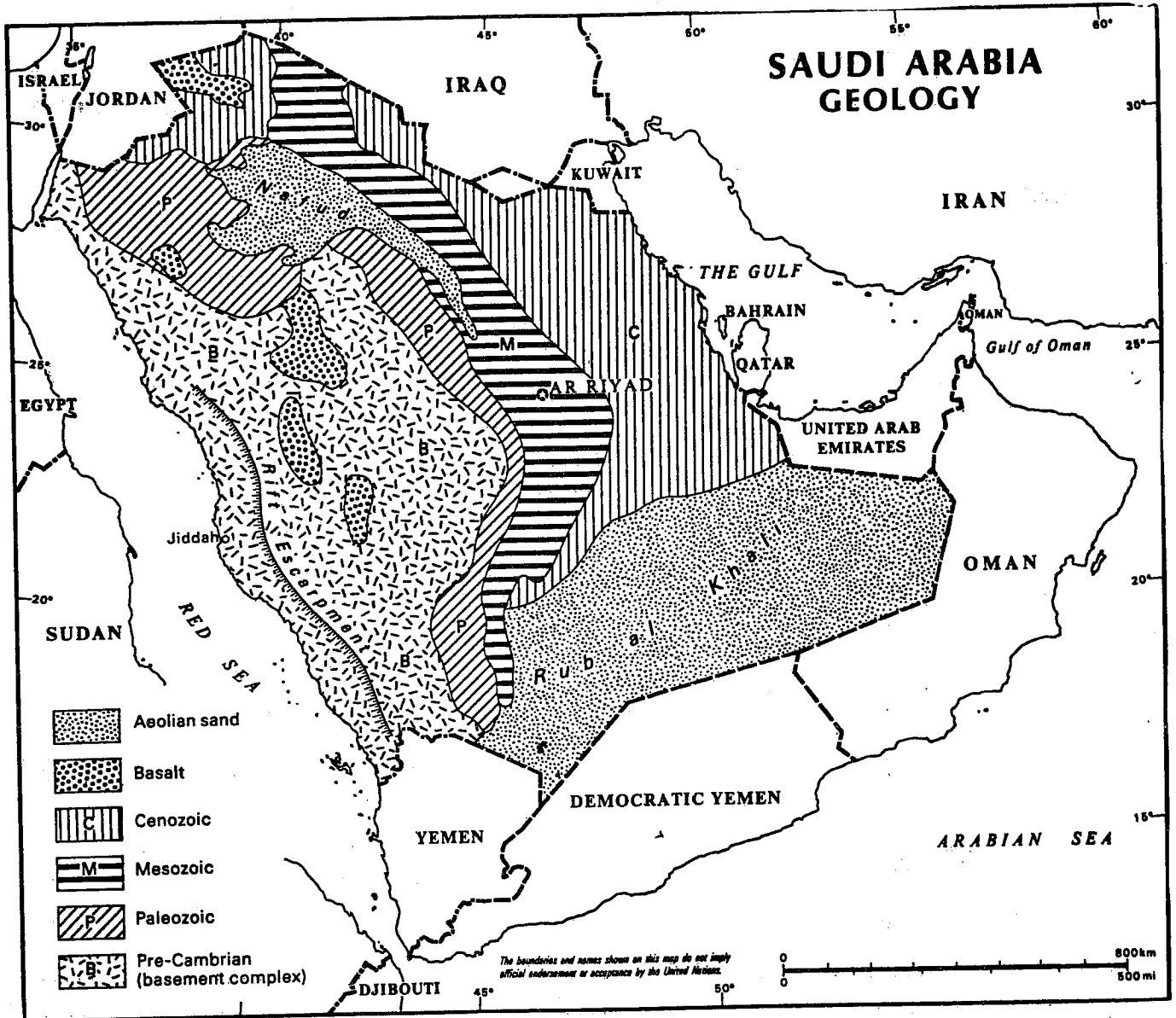
وتمتد وديان التدفق الكبرى الشرقية من خلال حزام المنحدر وهي شديدة التدفق بسبب انتفاء خاصية التجدد

عن طبقات عصر الحياة القديمة ، وبصفة عامة ، فانها تتوقف عن التدفق عند امتدادها فوق طبقات التجدد الحاملة للمياه الأقل عمرا حيث تترك اكثر من دلتا حصاء كبرى تقف شاهدا على وجود تدفقات هائلة لعصر غزير الأمطار. ومن المثير أن مجرى الوادى القديم لا يصل الى البحر الأمر الذى يوحى بأن مستوى سطح البحر خلال العصور السابقة كان اكثر ارتفاعا أو كان سطح الأرض أكثر انخفاضاً . ويشير كثير من الكتاب الى احتمال ان يكون خط المستنقعات الجافة - الذى يمتد من العراق حتى عمان بطول ١٢٥ مترا منحنى طبوغرافى - كان خطا شاطئيا قديما .

ويبدأ التاريخ الجيولوجى لشبه الجزيرة العربية (انظر الخريطة رقم ٩٩) بتصدع البحر الأحمر فى العصر الطباشيرى المتأخر والعصر الثالث الهكبر وذلك حين انفصل الدرع الأفريقى العربى بسبب انشقاق الفالق ، وقبل هذا الحدث ، أدت عوامل التعرية فى الدرع الى ظهور سطح الرواسب الرضخية لعصر الحياه القديمة فى عصور الكامبىرى والأردوفيشى والسيلورى والديفونى والكربونى والبرمى الا أنه فى اقليم الرياض الذى يمتد من ٢٠° - ٢٤° شمالا أزالت عوامل التعرية فى القوس العربى الأوسط جميع

خريطة رقم (٢٤)

المملكة العربية السعودية : الخصائص الجيولوجية .



الطبقات التى نشأت قبل العصر البرمى ، ولذلك فان طبقات العصر البرمى فى الوقت الحالى تقع مباشرة على قاع متبلر . وقد نتج عن هذا صورة طبقية غريبة تضم نتوءا صخريا لطبقات عصر الحياه القديمه فى الشمال والجنوب - رغم وجود ما يماثلها جانبيا بصورة شبه مؤكدة - وقد تم عمل خريطة خاصة لهذه الطبقات وأطلقت عليها أسماء مختلفة. وتمتد طبقة العصرين البرمى وما قبل البرمى فى شكل نتوء صخرى من الشمال الى الجنوب .

وفى العصر الطباشيرى الأدنى ، كان الترسيب لا يزال ذا طبيعة رضية الا أنه قد تغير منذ العصر الطباشيرى الأوسط والعصر الطباشيرى الأعلى واتخذ شكلا بحريا ضحلا . وقد استمر هذا خلال العصر الثالث حتى اليوم ، وقد نشأت الطبقات الحاملة للمياه من خلال الترسيب المتعاقب ، وقد ورد وصفها فى الشكلين ٢ ، ٣ وهى تمثل الأعمدة الطبقيه لجيولوجيا الماء .

وتتميز المملكة العربية السعودية بمناخ حار جاف حيث أدى عدم وجود المياه السطحية ، فضلا عن ندرة سقوط الأمطار وعدم انتظامها ، الى أن أصبحت تعتمد تقريبا



اعتمادا كاملا على المياه الجوفية ، وترتب على ذلك أن قامت الحكومة ممثلة في وزارة الزراعة والمياه بالانفاق بسخاء في مجال ابحاث المياه الجوفية وتنميتها ، ففي عام ١٩٥٣ بدأت الدراسات في منطقة وادي جيزان واستمرت حتى منتصف الستينيات . وهناك دراسات اقليمية منذ عام ١٩٧٦ تغطي المناطق الثمانية المرقمة من ١ - ٨ ( انظر الخريطة رقم ٧٥ ) . وتمت دراسة مشكلات ومناطق نوعية أخرى حينما سمح الوقت بذلك . وتوجد حاليا معلومات اقليمية طيبة عن المياه الجوفية في هذا البلد ، فضلا عن معلومات ممتازة على المستوى المحلي في المناطق الأكثر ازدهاما بالسكان .

ويمكن تقسيم المملكة العربية السعودية من حيث وجود المياه الجوفية تقسيما مناسباً الى ثلاثة أقاليم رئيسية :

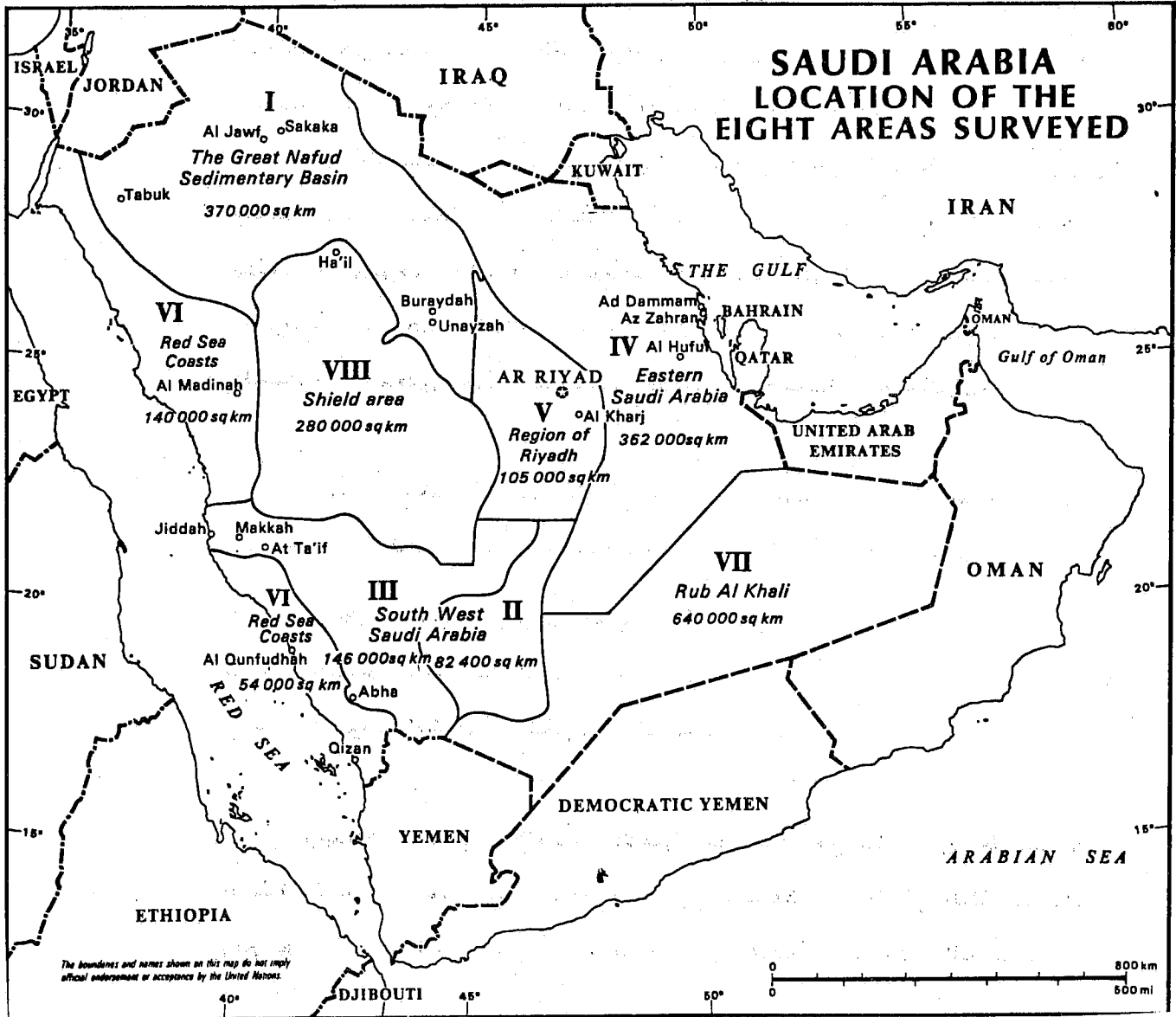
- أ - ساحل تهامة وحوض البحر الأحمر .
- ب - الدرع العربي .
- ج - الحوض الشرقي العربي الرسوبي .

ويمكن تقسيم الاقليم الأخير تقسيما فرعيا الى طبقات حاملة للمياه مستنفذة وأخرى غير مستنفذة ( انظر الشكل رقم ٥ ) ، والطبقات المستنفذة هي طبقات ما بعد العصر

خريطة رقم ٢٥

المملكة العربية السعودية : موقع المناطق الثمانية

الممسوحة .



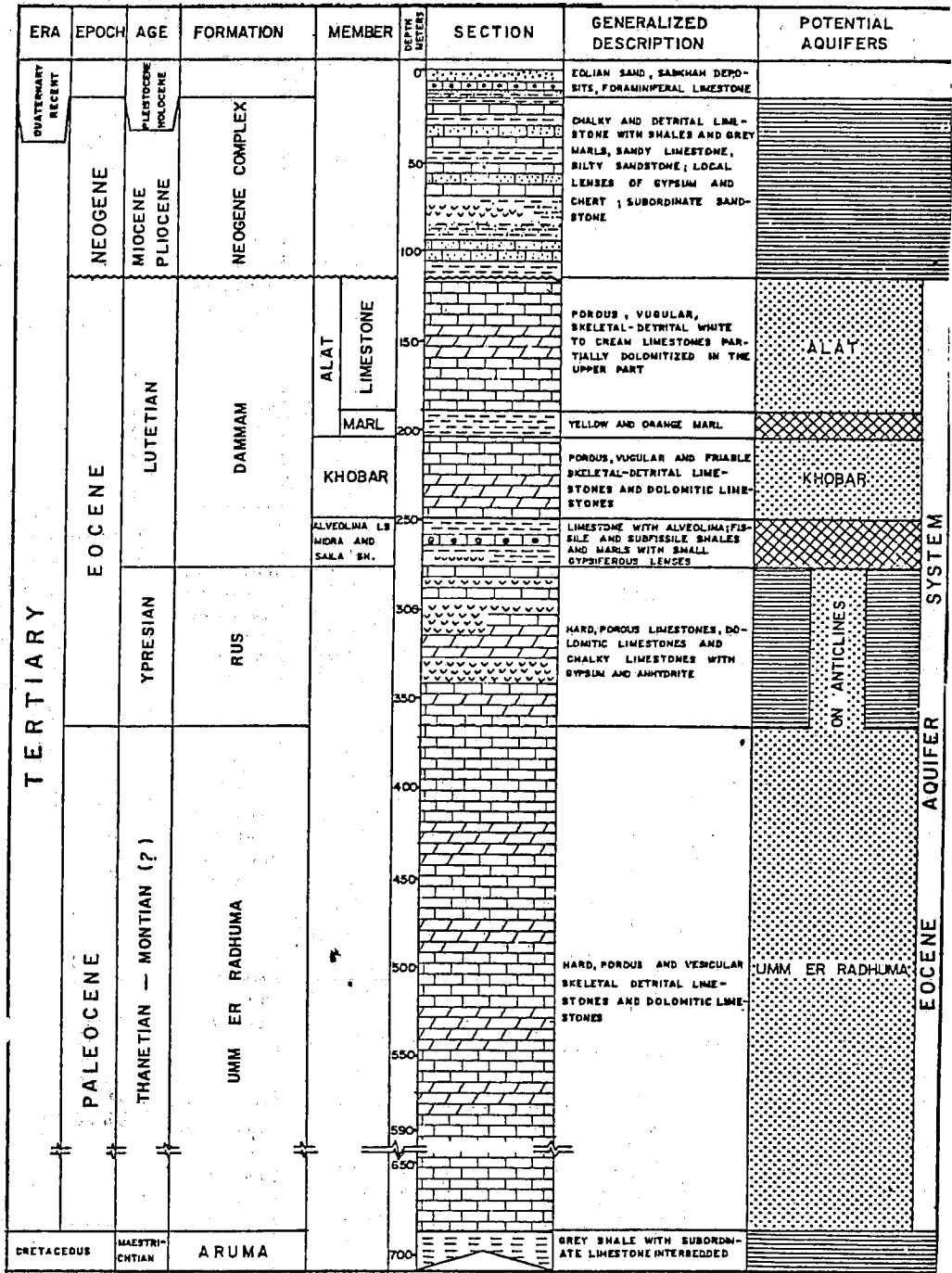
الجوراسى وتتميز بتجدد عادى وتدفق سفلى للطبقات ونظام تصريف . أما الطبقات غير المستنفذة فهى طبقات ما قبل العصر الطباشيرى ، وهى بلا تصريف أو نظام تدفق سفلى عادى ، ومن ثم ، تكون بمعزل عن التجدد ، وفى الطبقة المستنفذة يمكن ضخ امداد المياه من التدفق السفلى أو التخزين أو التجدد ، أما فى الطبقة غير المستنفذة فيأتى الناتج من التخزين كما فى حالة الضخ ، الخاص بالرياض من طبقة المنجور الحاملة للمياه حيث يتخذ مخروط المنخفض أبعادا كبيرة .



الشكل رقم ٣ : المملكة العربية السعودية : التعاقب الطبقي في المنطقة ٢

AGE	FORMATION AND MEMBER	GENERALIZED LITHOLOGIC DESCRIPTION	ORIGINAL THICKNESS RANGE (m)	MAJOR STRATIGRAPHIC DIVISION	ENVIRONMENT & SEDIMENTATION					AQUIFER	
					CONTINENTAL	MAR & LAGOON	CLASTIC	CLASTIC	CLASTIC		CLASTIC
QUATERNARY		Gravel sand and silt.	0-96	QUATERNARY ALLUVIAL DEPOSITS						QUATERNARY	
	NEOGENE	Sandy limestone marl, sandstone with chert.	-40	NEOGENE CLASTICS							
CRETACEOUS	MAESTRICHTIAN	ARUMA	Limestone dolomite and shale, latter sometimes variegated, lignite.	-247	LOWER AND UPPER CRETACEOUS COARSE CLASTIC ROCKS						
	CAMPANIAN		Friable sandstone and sand with some shale interbedded.								
	TURONIAN										
	CENOMANIAN	WASIA	Friable sandstone and sand, sometimes pebbly with shale interbedded, some lignite dolomite bed at the top.	-485							
	ALBIAN										
	APTIAN	SHUFAIBA	Limestone and dolomitic limestone.	40							
	BARREMIAN	BIYADH	Friable sandstone and sand, sometimes pebbly with red and varicolored shale interbedded more frequently towards the base, lignite streaks.	520							
	HAUTERIVIAN	BUWAIB	Limestone argillaceous limestone and marl, near top dolomite.	96							
	TITHONIAN	HITH-ARAB	Anhydrite and/or gypsum, with limestone and dolomite. Frequent fissile shale interbeddings, some rock salt.	07-188		UPPER JURASSIC AND EARLY LOWER CRETACEOUS CARBONATE AND EVAPORITE ROCKS					
	JURASSIC	KIMMERIDGIAN	JUBAILA HANIFA	Limestone, dolomitic limestone, rarely dolomite interbedded with calcarenite and oolitic limestone, latter in upper part.		211-218	UPPER TRIASSIC AND JURASSIC COARSE CLASTIC ROCKS				
OXFORDIAN CALLOVIAN		TUWAYQ	Limestone and dolomitic limestone, towards the base typically pellet limestone.	70-128							
BATHONIAN		DHRUMA	In the north: Calcarenite and calcareous shale frequently interbedded, in the lower part dark grey fissile shale and sandstone with some lignite. In the south: Sandy limestone and marl highly ferro-oolitic on the top, in the lower part dark grey, fissile and green blocky shale with friable sandstone interbedded.	0-296							
BAJOCIAN											
TOARCIAN ?		MARRAT EQUIVALENT ?									
TRIASSIC	UPPER	MINJUR	Friable sandstone with red silt and shale interbeddings.	07-300?	PERMIAN AND TRIASSIC FINE CLASTIC ROCKS						
	MIDDLE LOWER	JIEH	Red and greenish shale frequently dolomitic-anhydric or gypsumiferous, with a dolomite interval in the middle part.	07-260							
		SUDAIR									
PERMIAN	UPPER	KUMDAH	Friable sandstone with red shale interbedded. Silicified wood.	342-160?	LOWER AND UPPER PALEOZOIC FINE CLASTIC ROCKS						
		DAWASIR	Red and greenish shale, sometimes dolomitic gypsumiferous with one dolomite bed in the middle part, towards the west and south more frequent fine sandstone and silt interbedding. Some lignite.								
	LOWER	RUHAYA	Friable and dolomitic sandstone with chert varicolored shale and some dolomite.								
CARBONIFEROUS	UPPER		Glacial deposits in outcrop.	345	LOWER AND UPPER PALEOZOIC FINE CLASTIC ROCKS						
	MIDDLE										
	LOWER		Grey fissile shale with very fine grained micaceous sandstone stringers interbedded; in the middle part 60-80 meters thick friable coarse sandstone member.								
DEVONIAN											
SILURIAN											
ORDOVICIAN											
CAMBRIAN	UPPER	WAJID	Friable sandstone with some white to varicolored shale and silt finely interbedded.	434	CAMBRIAN-ORDOVICIAN COARSE CLASTIC ROCKS						
PRE-CAMBRIAN	BASEMENT COMPLEX	Granite and black slate.		PRECAMBRIAN SHIELD							

الشكل رقم ٤ : المملكة العربية السعودية : القسم العام لطبقة  
القشرة في منطقة البحث



LEGEND

 AQUIFER

 ADIUCLUDE

 LEAKY ADIUCLUDE



ساحل تهامه وحوض البحر الأحمر :

يمتد ساحل تهامه لمسافة ١٧٠٠ كيلو متر من اليمين جنوبا حتى الأردن شمالا ، ويتراوح اتساعه من ٤٠ كيلو مترا جنوبا الى صفر شمالا ، ويحده من الداخل قناة صرف الشمال والجنوب ، ويفصل بين حوض البحر الأحمر والخليج ، وتبلغ مساحته ١٩٠٠٠٠ كيلو متر مربع ، وفى عام ١٩٦٧ ، قامت مؤسسة سوجريه بدراسة هذا الاقليم ( أنظر الخريطة رقم ٢٥ المنطقه ٦ ) كما قامت مؤسسة ايطال الاستشارية سنة ١٩٦٩ بدراسة جودة ومكة ومنطقة الطائف ، وهى تضم بيئتين جيولوجيتين ، وتضم المناطق الداخلية المحيط الغربى المرتفع ومنحدر الدرعى العربى ، وتغطى قمة الدرعى فى الشمال طبقة رقيقة من الحجر الرملى والصخور المتكورة التى ترجع الى العصر القديم والعصر الوسيط مع بارزت من العصر الحديث . وتتميز منطقة الهضبة بغطاء رقيق من التربة حيث تقع مجارى الوادى الجافة فى شكل خطوط تركيبية قديمة ومناطق بها تشققات وتصدعات وما الى ذلك . وتتميز واجهة المنحدر بوديان عميقة مملوءة بالجلاميد أما الشريط الساحلى أو سهل تهامه فهو عبارة عن حافة من الرواسب غير المتماسكة يتراوح سمكها من ١٢ مترا جنوبا الى أكثر من ٨٠ مترا شمالا .



ويقع السهل فوق صخور متعرجة ، ترجع الى العصر الثالث من الصلصال والطين الجيرى والحجر الجيرى والمواد التبخرية

ويضم الاقليم نطاقا واسعا من الظروف المناخية التى تتباين من الشمال الى الجنوب ومن الداخل الى الساحل. وترتفع درجات الحرارة فى الداخل وعلى الساحل الا أنها اكثر تطرفا فى الداخل حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة فى الصيف فى المدينة ٣٦<sup>°</sup> مئوية ، كما ترتفع نسبة الرطوبة على طول الساحل ولكنها تنخفض فى الداخل ، فهى على سبيل المثال ٧٥ فى المائة فى جدة و ٢٦ فى المائة فى المدينة ، وتتنوع نسبة سقوط الأمطار فتتراوح ما بين ٢٢ ملليمتر فى السنة فى المدينة الى ٢١٥ و ٣٠٠ ملليمتر فى الجنوب المتأثر بالرياح الموسمية ، أما معظم الأمطار النافعة فتأتى نتيجة العواصف الشديدة التى تسبب تدفقات الوادى الجارفه فى منطقة المنحدر ، وعادة ما يكون معدل البخر من ٢ - ٣ مترا .

#### الموارد :

وهناك موارد طيبة يمكن وجودها فى التدفقات السطحية للوديان الا أن الاستفادة من المياه محدودة بسبب

قصر فترة بقائها ويسبب التدفق الجارف .

والطبقات الحاملة للمياه فى تهامه نوعان : طبقات  
الوادى ورواسب السهل الساحلى - وبصفة عامة ، فان حصباء  
الوادى ناعمة وضحلة وتتميز بخاصية النفاذية بدرجة عالية.  
أما منسوب المياه الجوفيه فسرعان ما يرتفع وينخفض  
حسب قوة تيار التدفق الا أن الأقاليم التى يصل اليها  
التجدد المستمر تمثل مصادر امداد صغيرة ، وفى الاقليم  
الداخلى الشمالى يسد البازلت مناطق الغرين ومجـارى  
الوادى القديمة ويغطيها مما يؤدى الى وجود مناطق  
شبع كثيرة .

وتتميز رواسب السهل الساحلى بأنها من نوع مركب  
الرواسب الجاذبية غير المتجانسة ، وباستثناء وادى جيزان  
وتهامه الشاعور ليس هناك سوى تنمية محدودة لمناطق غرينيه .  
وبشكل عام ، فان طبقات السهل الساحلى الجاذبية الحاملة  
للمياه هى طبقات ذات انتاج محلى منخفض .

ويحتوى أعلى صخر القاع الذى يرجع الى العصر  
الثالث على حجر جبرى مرجانى مساس ، ويمكن عن طريق هذه

الطبقة تنمية خواص التخزين المناسبة للمادة القوقيسة .  
الا أن تداخل الماء الملحي قد يمثل مشكلة فى حالة عدم  
وضع مقننات للتنمية .

#### استخدام المياه :

يجزى سحب المياه فى أغلب الأحيان من الينابيع  
وسراذيب الصرف الجوفى (١) والآبار ، وفى الماضى ، كانت  
هذه السراذيب تستخدم على نطاق واسع على طول الساحل  
كله الا أن العطب قد أصابها الى حد كبير بسبب عدم  
الصيانة ، وبصفة عامة ، لايمكن استخدام المياه الجوفية  
الى أقصى حد فى هذا الاقليم رغم وجود طبقات جيدة حاملة  
للمياه فى وادى جيزان ومناطق تهامه الشاءور ، وتمثل  
الأمطار الغزيرة ومشروعات المياه الفيضية المنتشرة والآبار  
موردا كافيا لمياه الري حاليا .

وتتطلب تنمية المياه مستقبلا دراسات أكثر تفصيلا  
عن حالة المياه الجوفية ولا سيما المسائل المتعلقة  
بتصميم الجسات حيث ان تنمية المياه الجوفية فى تهامه  
غالبا ما ستبرز الحاجة الى استخدام نسبة انتقال المياه  
فى صخور القاع للاستفادة من تخزين الزيادة الطفيفة .

(١) تعرف سراذيب الصرف الجوفى فى ايران بالأيون والقنوات وتعرف  
فى عمان بالفلجان .

### الدرع العربي :

ان منطقة الدرع العربي عبارة عن سهل تحاتى شاسع يتميز بطبقات قاع ضحلة عريضة ومنحدرات ركامية قاحلة وسهول حصاء وجبال مفردة من الغرانيت وهضاب واسعة من البازلت ( حارات ) ورمال ريح . وتتميز الرياح بأنها مستمرة مع وجود اغبرار شديد وعواصف ترايبية متتالية وبشكل عام ، فان الدرع اقليم صحراوى بخلاف الجنوب الذى يصبح - بسبب ما يتخلله من رياح موسمية - شبه رطب ووافر الخصوبة .

ويتراوح سقوط الأمطار فى المناطق الشمالية والداخلية من ٥٠ - ١٠٠ ملليمتر ، وفى الجنوب يرتفع المعدل الى حوالى ٤٠٠ ملليمتر ولا يعتمد على المطر الا فى المناطق الجنوبية حيث يغلب سقوطه فى أيار / مايو ونيسان / ابريل . وفى أماكن أخرى خلال شهور الصيف تصحب العواصف الرعدية المصدر الاساسى للأمطار وغالبا ما يصبح الماء الجارى أمرا لا يمكن التنبؤ به باعتبار ان ذلك يعتمد على كمية المخزون الموجود فى رمال قاع الوادى الواسع وعلى مدى قدرتها على امتصاص التدفق السطحى ، ويتراوح البخر بين ١٨ - ٢ متر جنوبا الى اكثر من ٣ مترا شمالا فى

الأقاليم الداخلية . أما نسبة الرطوبة ، فتتراوح من ٦٠ في المائة في الأراضي المرتفعة والجبال الى ٢٠ في المائة في الأقاليم المنخفضة والأقاليم الصحراوية الداخلية . وترتبط درجات الحرارة بالارتفاع أكثر من ارتباطها بخطوط العرض ، فغالبا ما تصل الى أقصى معدلاتها في الأقاليم الصحراوية المنخفضة إذ تصل الى ٤٨° و ٥٠° مئوية أما بالنسبة للارتفاعات التي تصل الى ٢٠٠٠ متر ، فلا تتعدى درجات الحرارة ١٠° أو ١٨° مئوية ، وفي شهور الشتاء ، غالبا ما يتكون الصقيع والثلوج على القمم الأكثر ارتفاعا .

ويتكون الدرع بصفة أساسية من مركب من صخور الغرانيت والغرانوديوزيت والديوريت والجينيس والصخور الحثائية مع رواسب مثل الفلسبار والكوارتز البرشيا والأركوس ، وتوجد في الجنوب بقايا حجر رملي واجد من عصرى الكامبرى والأردوفيش ، ويمتد الدرع موازيا للبحر الأحمر ومتطابقا مع الجبهة الداخلية الممتدة من الشمال الغربى الى الجنوب الشرقى متخذا نفس اتجاه مجموعة تكوينات الفالق ، وهو عبارة عن سلسلة من صخور البازلت ترجع الى العصر الطباشيرى والعصر الثالث ، ويكون سهولا مرتفعة فسيحة الى حد ما مكسوة بالكتل المختلفة وكسارة الحجارة . وفي الشمال ، غالبا

ما تغطى صخور البازلت الرواسب الغرينية وتسد خطوط التصريف وتتسبب فى ارتفاع العديد من أقاليم الشبع . وقد إما كانت عين الزرقا والتي جفت الآن موردا لمياه مدينة " المدينة "

ومن أكثر النماذج التركيبية تعقيدا هو ما تم تسجيله عن الحركات القشرية الكبرى فى عصرى الأركى وطلائع الأحياء وعصر تصدع البحر الأحمر . وقد أدى ذلك الى ظهور فالسوق بارز يمتد من الشمال الغربى الى الجنوب الشرقى وصدع فى الدرغ وهو يتحكم الآن فى شكل الماء الجارى كما سبق أن - تحكم فى الانصبابات البركانية فى العصر الطباشيرى حتى العصر الثالث، كما ظهرت مجموعة فوالق أقل بروزا تمتد من الشمال الشرقى الى الجنوب الغربى .

وتتميز الوديان فى المناطق المرتفعة بممراتها الضيقة أما فى السهول فيصل اتساع عرض كل منها الى حد ضخم مع انتشار الحصاء وكسارة الحجارة؛ وغالبا ما يكون ذلك لعدة مئات من الأمتار بالنسبة لعدة كيلومترات على كل من جانبي مجارى الوادى . وتتميز السهول الغرينية بالضحالسة ولا يزيد سمكها غالبا على ٥ - ١٠ مترا وتتكون من طمى وصلصال راسخ وان اختلط بها الأسمنت جزئيا فى بعض الأحيان .

أما قاع الوادى فيتكون من مادة غير راسخة أكثر خشونة ورمل وحصاء وبصفة عامة يظهر الغرين الرقيق فضلاً عن مناطق جرداء ضخمة من النتوء الصخرى فى منطقة الدرع .

ويقتصر وجود المياه الجوفية فى الأقليم على غرين قاع الوادى أو الأقاليم المتصدعة أو المتأثرة بالعوامل الجوية فى الأماكن التى تتقاطع فيها مع الوديان . وتعتبر التشققات الكبرى وخاصة عند منابع المياه فى الوادى الشكل المميز لأقليم عسير فى الجنوب وهى تكون ، مع الأمطار الغزيرة والتجدد ، مياه جوفية أفضل حيث تستقر فى الجنوب ، أما حارات البازلت الموجودة فى الغرب فهى بمثابة أحواض لتجدد مياه الأمطار التى تتدفق من خلال التخوم وطبقات صخور اللاتريت أو الليمونيتك وأقاليم النبع المحيطة . وفى الأماكن التى يعلو البازلت فيها الغرين ، يجرى سحب المياه عن طريق الآبار التى تخترق البازلت ثم يتم ضخها من الغرين . وتعد مناطق البازلت الضخمة هذه مصادر كبرى للمياه الجوفية .

وكما هو الحال فى مناطق الدرع الأخرى ، يغلب

أن تكون المياه غير محصورة ، الا أنه قد تم الكشف عن حالات تكون فيها المياه محصورة وذلك عن طريق تجارب الضخ فى طبقات الوادى الغرينية الحاملة للمياه الاكثر عمقا ، وفى هذه الطبقات تبدو درجة النفاذية الأفقية اكبر من الرأسية .

وتعتبر نوعية المياه نموذجا لمياه المناطق القاحلة ولا يوجد فى الواقع شكل ثابت ، فالمياه الجوفية الموجودة فى منابع المياه فى الوادى من نوع بيكربونى ثقل فيه نسبة المواد المذابة ، وكقاعدة عامة ، تصبح المياه فى مسارات الوادى مشبعة بالكلوريد مع نسبة متزايدة من المواد المذابة . والبيكربونات هى الأيون السائد حيث تصل نسبته الى ١٠٠٠ جزء فى المليون مع الكلوريد الذى تزداد نسبته بزيادة نسبة المواد المذابة . ويتم الحصول على ماء السلفات كعينة من ماء الجص الملوث من الاحواض المغلقة الصغيرة . وغالبا ما تتراوح نسبتها بين ٣٠٠٠ و ٦٠٠٠ جزء فى المليون .

ويستخدم المياه من أجل سقى الدواب وأغراض الاستخدام المنزلى الا أن التنمية لأغراض الري تكون دائما محدودة على طول الوديان الرئيسية ، وقد تمت دراسة أغلب الوديان الكبرى دراسة تفصيلية . وشملت الدراسات الاقليمية



دراسات خاصة عن طبيعة الأرض وحفر الآبار وحركة المياه .

الحوض الشرقى العربى الرسوبى :

تشابه الظروف المناخية على طول شرقى المملكة العربية السعودية بشكل ملحوظ وتسقط الأمطار فى كل مكان بنسبة تتراوح بين ٥٠ و ١٠٠ ملليمتر . وعلى الرغم من ذلك تعتبر العواصف الشديدة - وهى ليست نادرة الحدوث المصدر الرئيسى لتجدد المياه بالطبقات الحاملة للمياه . وتصل درجة الحرارة فى الداخل صيفا الى ٥٠° مئوية بينما تصبح اكثر اعتدالا فى الشتاء حيث تنخفض الى ١٠ و ٢٠ درجة مئوية . وتصل درجة الحرارة على ساحل الخليج الى ٣٧° مئوية ، كما تتنوع درجة الرطوبة فى الداخل الى حد كبير حسب مدى تخلل كتل الهواء المشبعة بها فى الداخل وتتراوح بين ٥٠ و ٩٠ درجة مئوية . اما درجة الرطوبة على ساحل الخليج فتصل الى أقصى حد ، فهى عادة تتراوح بين ٩٥ و ١٠٠ درجة مئوية . أما بالنسبة للبحر فيتراوح بين ٢ و ٨ متراً بينما تصل نسبته فى الداخل الى ٤ متراً . وتهب رياح الشمال السائدة من الشمال بينما

تهب رياح القوس من الجنوب الشرقى ، ورياح الشمال  
هى رياح نهائية يبلغ متوسط سرعتها ٢٠ كيلومتر فى  
الساعة ، وتحرك كل من رياح الشمال ورياح القوس الأكثر  
تشعبا بالرطوبة كميات ضخمة من الرمال وتعتبر السبب  
وراء العواصف الترابية الشديدة فى شبه الجزيرة .

وفى عام ١٩٦٩ طرحت مؤسسة ابطال الاستشارية  
مشروعا يتعلق بمجموعة التكوينات غير المستنفذة اوالتى  
لا تقبل التجدد ومجموعة التكوينات المستنفذة او التى تقبل  
التجدد . ويتضمن هذا المشروع أفضل وصف لمجموعة  
تكوينات الطبقة الحاملة للمياه فى الحوض الشرقى  
وهكذا - وعلى اساس اقليمي - توجد مجموعة تكوينات  
للطبقات الحاملة للمياه غير المستنفذة من عصر الحياة  
القديمة : حجر رملى ساق فى الشمال وحجر رملى واجيد  
فى الجنوب فضلا عن مجموعة تكوينات منجور ، وتبدأ مجموعة  
التكوينات المستنفذة بمجموعة تكوينات العصر الطباشيرى  
وسية بياض .

وتشمل طبقات الايوسين الحاملة للمياه الأكثر ضحالة والأقل عمقاً وهي أم الرطوبة والضمان ( بما فيها تكوينى علات والخبر ) والنيوجين<sup>(٢)</sup> وتتميز مجموعة التكوينات المستنفذة الأخيرة بأنها ذات طبقات حاملة للمياه تتميز بالحركة مع تجدد نشط وتدفق سفلى ونظام تصريف . ويصور الشكل رقم ٥ صورة هذه الطبقة . كما تبين الأشكال من ٢ - ٤ الأعمدة الطبقيّة وأعمدة جيولوجية الماء ، ويبين الشكلان ٢ و ٣ الطبقات الحاملة للمياه غير المستنفذة فى شمال وجنوب القوس العربى الأوسط على التوالى . كما يبين الشكل رقم ٤ الطبقات الحاملة للمياه المستنفذة الأقل عمراً أو طبقات ما بعد العصر الجوراسى .

وتميل الطبقات بعيداً عن الاتصال بمركب قاع البحر العربى بزوايا بسيطة ، وهكذا تبدو ثنيات حول الجوف الأوسط للبحر . ويعتبر القوس العربى الأوسط فى غرب الرياض وقوس البرد فى الشمال المنطقتين اللتين تبلغ عندهما الطبقات أقصى درجات الانحناء كما تبين ذلك الخريطة الجيولوجية .

---

(٢) وضعت الدراسات ( التى أجرتها منظمة الأغذية والزراعة عام ١٩٦٩ ) حداً فاصلاً بين الطبقات الحاملة للمياه المستنفذة وغير المستنفذة عند طفل شعيبه الذى يبدأ ماثلاً الى أسفل عند النتوء الصخرى فى وسية بياض ويقسم الطبقتين الى طبقة وسية الحاملة للمياه النشطة العليا وطبقة بياض الحاملة للمياه الساكنة السفلى .

أما معالم الحوض الرئيسية فهي انثناء الاقليم الساحلى  
وتصدعه وتركيب كل من الأخدود والحوض غرب الرياض حيث تسبب فوالق  
القاع المزاحة الى أسفل على شكل خط من خلال مجيئة الى ضرومة  
ووادى نيسة زيادة سمك رواسب الحوض الى ١٢٠٠٠ متر ويسود تركيب  
غور الهام المحذب مع حذباته الصغيرة المترابطة والانثناء  
البسيط للاقليم الساحلى كما يؤشر على اشكال التدفق الموضعى من  
الاحساء الى اقليم حرض . وتعد حدة غور ايضا التركيب الرئيسى  
للبنترول فى المملكة العربية السعودية . وتكمن خزانات التفط  
فى التكوينات العربية وتكوينات هيث .

#### الطبقات الحاملة للمياه غير المستنفذة

ان الطبقات الرئيسية الحاملة للمياه غير المستنفذة  
شمالى القطاع هى طبقة حجر رملى ساق وطبقة تبوك .

ويغطى حجر رملى ساق فى شكل نتوء صخرى مساحة تبلغ  
١٦ ٠٠٠ كيلو متر مربع فى شمال الاقليم وتعتبر المناطق المحصورة أكثر  
اتساعا ويمكن تتبعها من قرية الجوف حتى الاردن ، ويتنوع سمك الطبقة  
الحاملة للمياه ما بين صفر و ٩٠٠ متر ، ويفحص عينات منها تبين  
أنها من حجر رملى خشن الى حجر رملى متوسط ذى حبيبات سهلة التفط

تكون أساسا من حبيبات الكوارتز المستديرة أو شبه المستديرة كما يوجد بها الاسمنت الطيني والجيري بكميات قليلة ويتميز الصخر بدرجة مسامية عالية .

ولم يتحدد تماما حتى الان ضغط الطبقة الحاملة للمياه رغم الدلائل التي تشير الى وجود تحرك نحو الجنوب الشرقى والشمال الشرقى بعيدا عن الاتصال بالدرع . والطبقة الحاملة للمياه غير محصورة فى منطقة النتوء الصخرى وتمتد فى مثل هذه الحالات الى أعماق تصل الى حوالى ٣٥٠ مترا وتصبح الطبقة اسفل هذا العمق محصورة وفى اماكن اخرى بعيدا عن منطقة النتوء الصخرى تصبح الطبقة محصورة ، كما تنشأ منابع مائية بارتفاع ١٥٠ مترافوق سطح الأرض . ولم يتم التأكد تماما من وجود تجدد حديث للطبقة الحاملة للمياه .

وتتميز المياه الجوفية فى حجر رملى ساق بارتفاع درجة حرارتها ويزداد ارتفاعها بازدياد العمق ، وفى المناطق المحصورة تتراوح درجات الحرارة بين ٥٠ و ٨٠ درجة مئوية ، أما فى المناطق غير المحصورة فتتراوح بين ٢٧ و ٣٢ درجة مئوية .

وقد أجرى العديد من تجارب الضخ وكانت نسبة الانتقال تتراوح من ٢٥٧ x ٣١٠ الى ١٩ x ٣١٠ متر مربع فى الثانية بمتوسط

١٢ x ١٠<sup>٣</sup> متر مربع فى الشائبة ، أما نسبة معامل التخزين فكانت  
٨٩ x ١٠<sup>٤</sup> .

ومياه اقليم النتوء مشبعه بالصوديوم والكلوريد  
رغم قلة المواد الصلبة المذابة فى المياه البيكربونية على طول  
مسارات الوادى . ويشير تحليل النظائر الى أن عمر المياه يرجع  
الى ٢٠ ٠٠٠ - ٢٨ ٠٠٠ سنة ولكن على طول الوديان يشير التحليل الى  
أن المياه ذات أصل حديث .

وبصفة عامة تعتبر نوعية المياه فى طبقة ساق جيدة  
وهى بالتأكد من أفضل النوعيات فى المملكة وتراوح نسبة المواد  
المذابة فيها من ٤٠٠ الى ١٢٠٠ ملليجرام فى المتر المكعب الا أن النوعية  
تتدهور كلما تعمقنا ، وعلى سبيل المثال فان جسة قباء التى يصل  
عمقها الى ٢٤٠٠ متر تنتج ماء مشبعاً بكلوريد الصوديوم يحتوى على  
٣٢٨٠٠ ملليجرام فى المتر المكعب من المواد المذابة .

وتستخدم المياه فى اقليم كاظم لرى الحنطة والبرسيم  
الحجازى والخضروات والفاكهة وتشمل البلح والعنب والموالح ،  
وتستخدم المياه فى اماكن اخرى لسقى الماشية ، ورغم استخراج  
المياه من الطبقة الحاملة للمياه فان ارتفاع درجة المسامية وعدم  
انحصار التخزين يكفلان استمرار امداد المياه لمدة طويلة من  
الزمن .

وتقل طبقة تبوك فى الاهمية عن حجر رملى ساق فهى  
تظهر فى منطقة صغيرة ولم يتم تنميتها نسبيا وذلك رغم أنها توفر  
امدادات المياه المنزلية ومياه الرى الى مدينتى تبوك وبريده  
ومع أن المياه محصورة فان للطبقة الحاملة للمياه منبعا مائيا  
أكثر انخفاضا من طبقة ساق ويرتفع منسوب المياه بضعة أمتار  
أو يقل حسب مستوى سطح الارض ، وتتشابه طبقة تبوك فى الخسواص  
الكيميائية مع طبقة ساق وتشير تحليلات النظائر ان المياه ليست  
ذات أصل حديث .

وتوجد فى القطاع الجنوبى طبقة حجر رملى واجد  
الحاملة للمياه وتقع مباشرة فوق قناع متبلر ولا تعرف منطقة نتوئها  
الصخرى كلها الا أنها لاتقل عن ٥٠.٠٠٠ كيلو متر مربع. ولا يعرف أيضا على  
وجه التأكيد سمك الطبقة ولكن يقال أنها تزيد فى اتجاه الجنوب وتقل  
فى اتجاه الشرق ، أما العمود الطبقي ( انظر الشكل رقم ٦) فيبلغ  
سمكه ٤٣٤ مترا .

وحجر رملى واجد ذو حبيبات خشنة من الكوارتز سهلة  
التنقيب يتنوع لونه بين الابيض والاحمر الفاتح أو يميل الى اللون  
البنى وتتميز حبيباته بأنها كاملة الاستدارة وذات احجام متساوية  
وتتمتع بدرجة عالية من المسامية ، وكثيرا ما يترافق الحجر الرملى  
الموجود فى النتوء الصخرى على مجموعة اشربة عارضة من حجر الغرين

والحجر المصالى والكوارتزيت الحديدى كنموذج لبيئة قارية دلتاوية  
نهربية بحيرية .

ولم يعرف اتجاه حركة المياه الجوفية على وجـة  
التفصيل الا أن الفكرة العامة هى أن المياه تتحرك من الجنوب الى  
الشمال ، وبعد أن انتشرت الآبار فى المناطق المحصورة وصلت المنابع  
الى ٤ ر ٩١ مترافوق سطح الارض .

وقد أجرى العديد من تجارب الضخ وظهرت نسبة الانتقال  
الفعلية وتتراوح من ٥٧ x ١٠-٤ الى ٢١ x ١٠-٢ متر مربع فى  
الثانية كما يتراوح معامل التخزين من ٢ الى ٤ x ١٠-٤، وعلى الرغم  
من عدم تحديده الا أن نسبة التخزين غير المحصور سوف ترتفع مما  
يشير الى أن استخراج المياه من الطبقة سوف يستمر لفترة زمنية  
طويلة .

ومثلما هو الحال فى نوعية مياه طبقة حجر رملى ساق  
فان مياه حجر رملى واجد طيبة جيدا . وتتراوح نسبة المواد المذابة  
فيها من ٥٠٠ الى ٨٠٠ ملليجرام فى المتر، المكعب وتعود البيكربونات  
فتغلب على النسب المنخفضة للمواد المذابة . كما يرتبط تزايد المواد  
المذابة بتزايد كلوريد الصوديوم ورغم وجود ماء السلفات فانه نادرا  
ما يتوفر بكثرة . وعادة ما ترتفع نسبة المواد المذابة فى المياه غير  
المحصورة وترتفع نسبة السلفات نسبيا .



وهناك القليل من البيانات عن التجدد فى الطبقة الحاملة للمياه رغم وجود ملاحظة هامة وهى أن تدفقات الوادى الكبرى فقط هى التى تعبر النتوء الصخرى واجد ، وتبين تقديرات النظائر أن عينات المياه المأخوذة أثناء عملية الضخ عبارة عن مخاليط، مركبة ، وقد ترجع عملية الخلط الى الارتشاح ويرجع عمر المياه فى الآبار الأكثر عمقا الى حوالى ٢٠٠٠ سنة .

ورغم قلة تنمية طبقة حجر جبرى واجد الحاملة للمياه فانها تعد بصفة عامة مركزا ممتازا لاستخراج المياه .

ويحتل تكوين منجورالذى يرجع الى العصر الثالث مع الاجزاء المتاخمة لتكوينى زورما وجيلة بما فيها من طبقات الحجر الجبرى المرتبة الثانية فى الاهمية بالنسبة للطبقات الحاملة للمياه فى الحوض ، وتتكون صخور المنجور التى يتراوح الحد الأقصى لسمكها من ٣٠٠ الى ٣٥٠ مترا من مركب تبادلى من الحجر الرملى والطفلى، وتتميز طبقات الحجر الرملى بأنها سميكة متراففة ذات حبيبات شبه مستديرة خشنة الى شديدة الخشونة فضلا عن أنها طبقات حصوية وهى نموذج للطبيعة القارية الدلتاوية كما أنها على درجة عالية من المسامية ، وتسجيل درجة المسامية كانت النسبة تتراوح بين ١٠ الى ٢٥ فى المائة ، وعادة ماتكون الطبقات مختلطة بالحديدوشانى اكسيد السيليكون ، ويتنوع لون الطفل المتراففين الطبقات بشكل نموذجى بين اللونين الأحمر والارجوانى ، ويتشابه تكوين جيلة مع

تكوين منجور الا أن الحجر الرملى به أقل تنمية ، وحيثما ينشأ يتكون من حبيبات رملية خشنة شبه مستديرة مع أسمنت ثانى أكسيد السيليكون فضلا عن تميزها بدرجة مسامية جيدة .

ويوجد الحجر الرملى فى بئر الاستكشاف العميق

بالرياض كما يلى :

طبقات منجور العليا	١٣٥٢	-	١٤٣٢	مترا
طبقات منجور السفلى	١٥٦٩	-	١٦٥٣	مترا
طبقات جيلة العليا	١٧٥٢	-	١٧٩٨	مترا
طبقات جيلة السفلى	١٩٠٥	-	١٩٧٧	مترا

وتوفر طبقة منجور - جيلة الحاملة للمياه الى جانب مجموعة تكوينات طبقة وسية بياض المياه لمدينة الرياض . وتعتبر مجموعة تكوينات منجور - جيلة، مثل الطبقة الحاملة للمياه التى تم بحشها فيما سبق، احدى الطبقات الحاملة للمياه غير المستنفذة وغير القابلة للتجدد ، ولهذا يتم ضخ المياه من المخزون الموجود بها ونتيجة لذلك وطبقا لمشروع الضخ الخاص بالرياض بلغ طول السحب السفلى ٧٠ مترا كما بلغ مخروط المنخفض حوالى ٢٠٠ كيلو متر تقريبا . وعند هذا العمق يقطع وديان شابا وحينفة ونيسة ، وقد تغير شكل مخروط المنخفض بسبب حدوث صدوع خسيفة غرب الرياض .

وقد تم تسجيل نسبة الانتقال عبر الجسات لطبقات منجور العليا فجاءت تتراوح من ٣ر١ الى ٢٧ر٢×١٠<sup>-٣</sup> متر مربع في الثانية فضلا عن درجة نفاذية الطبقات بنسبة تتراوح من ٢×١٠<sup>-٥</sup> الى ٦ر١×١٠<sup>-٤</sup> متر في الثانية وتبلغ نسبة التخزين النموذجي في الرياض ١ × ١٠<sup>-٤</sup> .

وتوجد المياه في الطبقة الحاملة لها في منطقة النتوء الصخري مشبعة بالسلفات رغم تعادل نسبتي الكلوريد والسلفات في العديد من الاماكن ، وقد تم تسجيل نسبة المواد المذابة في الطبقة الحاملة للمياه في منطقة النتوء الصخري في الرياض وخورايس فبلغت على التوالي ٢٠٠٠ و ١٥٠٠ و ٥٠٠٠ ملليجرام في المتر المكعب . وعامة ، تتميز مياه طبقات منجور العليا بنوعية أفضل من طبقات منجور السفلى وطبقات جيلة .

ويشير تاريخ النظائر الى أن عمر مياه الرياض يتراوح بين ٢٥٠٠ و ٣٠٠٠ سنة .

وبصفة عامة تعتبر تكوينات منجور - جيلة تكوينات غير منماه بسبب شدة عمق مناسب المياه الساكنة والذي يبلغ في الرياض حوالي ١٠٠ متر .

### الطبقات الحاملة للمياه المستنفذة

ان أول الطبقات الحاملة للمياه سواء الطبقات المستنفذة أو طبقات التجدد هي مجموعة تكوينات وسية بياض الطباشيرية أو كما تسمى دائما الرمل الطباشيري . وهي تقع شرق الرياض على شكل شريط ضيق يمتد شمالا وجنوبا لمسافة ١٤ ٠٠٠ كيلو متر ويبلغ سمكه في منطقة خشم واسى ٤٢ مترا بينما يصل في الشمال عند سكاكة ( حيث يسمى أيضا حجر سكاكة الرملى ) الى ٢٨٥ مترا ، وهكذا يزداد سمك طبقة وسية بياض كما هو الحال في أغلب التكوينات من الجنوب الى الشمال ومن الغرب الى الشرق . وفي الاقليم الساحلى بالقرب من جنوب الكويت تكشف الفتحات التى يتم حفرها لاكتشاف النفط عن سمك يبلغ ٧٥٠ مترا .

ويتميز تكوين النتوء الصخرى في منطقة وسية بياض بحجر رملى من الكوارتز ناعم الى شديد النعومة ذي لون بنى أو أصفر قارى متراسف بشكل متقاطع مع حصاء منثورة من الكوارتز ، والصخور ضعيفة التماسك وعامة يسهل تفتيتها كما تحتوى على متداخلات من طفل أحمر وارجوانى وبللورات من الدولوميت الرملى الاحمر مع توفر الحجر الجيرى العقدى بكثرة .

وتتبعد مجموعة تكوينات وسية بياض عن الميل السفلى بمقدمة تكوين طفل شعيبية ، ويعتبر هذا التكوين أهم طبقة منذ أشتبت

الكيمياء المائية للطبقة الحاملة للمياه أن طبقات بياض من هذه الناحية طبقات غير مستنفذة ، وتتميز طبقة وسية بياض أيضا بتغيير شكل ميلها السفلى التدريجي حيث يتحول الحجر الرملى تحولا غير ملموس الى طمى شرق تركيب غور والى طفل فى قطر .

وتقع بين طبقة وسية بياض وطبقة أم الرضومة الفوقية طبقة حابسة للمياه فى تكوين اروما . وتتكون طبقة اروما من الطفل والحجر الجيرى والدولوميت وهى تؤدى بصفة عامة وظيفة طبقة حابسة للمياه فعالة برغم أنها تغذى الارتشاح لأعلى من طبقة وسية بياض بسبب الانكسارات المنتشرة الصغيرة واشتراك منبع المياه العالسى بين طبقة وسية بياض والطبقات الفوقية ويبلغ اكثر اجزاء اروما سمكا ٦٨٥ مترا .

ولعل طبقة ام الرضومة الحاملة للمياه هى أهم طبقة فى المملكة العربية السعودية بسبب ارتفاع نسبة الانتقال بها وهى ترجع الى العصر القديم والعصر الايوسينى الأعلى ويتراوح سمكها ما بين ١١٠ الى ٤٥٠ مترا ، ويظهر نتوؤها الصخرى فى مساحة واسعة تمتد من الصحراء الغربية فى العراق عبر وسط المملكة العربية السعودية حتى اقليم اليمن ومن منطقة وادى حضر موت عبر ظفار حتى غرب عمان .

وتتكون هذه الطبقة من تراكم بحرى متعاقب منتظم نسبيا من حجر جيرى طباشيرى مختلط جزئيا بالدولوميت ويتنوع لونه من الرمادى الفاتح الى الأسود الضارب الى الصفرة والبرتقالى مع طبقات متعاقبة من الدولوميت الاصفر الاملس المتبلر فضلا عن الحجر الجيرى الطباشيرى من صخر الافانيت السيليكونى . وهناك تغيير تدريجى من أسفل هذا التراكم حتى قمته حيث تزيد نسبة الحجر الجيرى الدولوميتى وعمامة تظل خصائص التكوينات الصخرية هي الخصائص السائدة تماما داخل شبة الجزيرة .

وتقع بين طبقتى ام الرهومة والضممان الحاملتين للمياه طبقة تكوين الرس الحابسة للمياه والمتجانسة ، ويبلغ سمك نوع طبقات الرس ٥٦ مترا وان كان يتراوح فى مناطق أخرى من ٢٠ - ١٠٠ متر وهو من حجر جيرى ناعم طباشيرى وردى اللون الى اصفر باهت سهل التفتيت وحجر جيرى من الدولوميت مع كثير من بلورات الانهيدريت ، وعلى المستوى الاقليمى فانها لاتكون طبقة حابسة للمياه فعالة حيث تتأثر باستمرار بعوامل التعرية وتفقد ارتفاعات بنيتها ، وفى بعض المناطق خارج المملكة العربية السعودية تتحول الى طبقة حاملة للمياه بسبب تغيرات التضاريس ، وعلى أية حال فمن المحتمل أن تكون أهم منطقة جيولوجية وأهم طبقات الاقليم باكملة .

ومن أهم الطبقات الحاملة للمياه على طول ساحل الخليج وفي البلدان المجاورة للمملكة العربية السعودية تكوين الضمان والتكوين النيوجيني الفوقى ، ويضم تكوين الضمان طبقتين رئيسيتين هما طبقة الخبر وطبقة علات ، وتتكون طبقة الخبر أساسا من حجر جيرى سهل التفتت عظمى حتاتى بحرى وأحيانا مايكون طينيا الى حد ما مع بعض متداخلات من الطين الجيرى . ولطبقة علات خصائص التكوينات الصخرية . أما المركب النيوجينى فيتكون من تراكم متعاقب من صخور رشيخية ناعمة الى خشنة وهى تتراكم بغير توافق فوق تكوين الضمان رغم وجود اتصال مائى بينها .

ويشير قياس الضغط لمجموعة تكوينات الطبقة الحاملة للمياه المستنفذة العليا الى أنه يمكن تقسيمها على أساس اقليمى الى مجموعتين من التكوينات المنفصلة وذلك أما من حيث الماء أو من حيث الطبقة الحاملة للمياه وهى مجموعة تكوينات وسية بياض ومجموعة تكوينات ام الرهومة والضمان والنيوجين . وتبين خرائط قياس الضغط اختلافا كبيرا فى المنبع بين كل من مجموعتى التكوينات حيث يرتفع المنبع المائى لطبقة وسية بياض عند الخط الساحلى ١٥٠ مترا فوق سطح البحر متجاوزا بذلك منابع مجموعـة تكوينات الطبقة الحاملة للمياه الفوقية بحوالى ١٤٥ مترا .

وتؤكد حركة المياه الجوفية فى وسية والتى لاتعرف تفصيلا الا فى المنطقة من الرياض الى الظهران ان المياه الجوفية

تتدفق فى اتجاه الخليج بتأثير منبع مائى ثابت بمعدل  $25 \times 10^3$  ويدل هذا المنبع المائى الصغير على وجود تدفق سفلى لطبقة صغيرة حاملة للمياه قد تؤدى الى انتشار ارتشاح رأسى خيـلال طبقة ارومـا الحابسة للمياه المتاخمة ، ومن المعتقد ان تغيير شكل وسمية بياض من حجر رملى الى طفـل يحول دون أى تصريف ملموس من الطبقة الحاملة للمياه الى الخليج .

وكما هو الحال مع مستوى الماء الباطنى فلا يعرف المعامل المائى للطبقة الحاملة للمياه الا فى نفس المنطقة وتتراوح نسبة الانتقال فى طبقة وسمية من  $1.4 \times 10^{-3}$  الى  $2 \times 10^{-1}$  متر مربع فى الثانية بمعدل انتقال  $5 \times 10^{-2}$  متر مربع فى الثانية تقريبا . ويشير هذا الى أن معدل التدفق تحت السطح بالكيلومتر لمقدمة التدفق يبلغ  $39 \times 10^6$  متر مكعب فى السنة .

ومن أجل الاغراض الاقتصادية ورغم أن مستوى الماء الباطنى الاقليمى يشير الى أن هذه الطبقات طبقة حاملة للمياه واحدة ، فان مركب طبقة ام الرهومة والضمان والنيوجين يعتبر طبقتين اشنتين وعلى ذلك تعامل ام الرهومة معاملة مستقلة .

ويشير مستوى الماء الباطنى الاقليمى الى اتجاه التدفق الى الشمال نحو وادى الفرات والى الشرق نحو الخليج فى وسط المملكة العربية السعودية ، والى الشمال نحو الخليج من اقليم



الربع الخالى ، ويبلغ متوسط درجة الميل لأم الرهومة ٨ x ١٠<sup>-٣</sup> رغم انها بارتفاع ٥ x ١٠<sup>-٣</sup> عند طبقات الدخول فى وسط المملكة العربية السعودية . ومرة اخرى تقتصر المعلومات الخاصة بنسبة الانتقال على الاقليم الاوسط حيث ترتفع الارقام بصفة عامة كما يكون مقدار النسب الساحلية بارتفاع ١٦ x ١٠<sup>-١</sup> متر مربع فى الثانية، وتنخفض النسبة فى الداخلى وتبلغ ٧ x ١٠<sup>-٢</sup> متر مربع فى الثانية وطبقا للرأى الغالب يعتبر التغير فى نسبة الانتقال مؤشرا على وجود تغير فى التدفق من تدفق طبقى الى تدفق صدعى فى الطبقة الحاملة للمياه .

وكما هو الحال بالنسبة لشقى الطبقة الفوقية الحاملة للمياه ، فان الخط الذى يصور التغير المشار اليه فى أنظمة التدفق يماثل الخط الداخلى للمستنقعات والذى يمتد من العراق الى الكويت الى وسط المملكة العربية السعودية وسقط الربع الخالى ومنه يتجه شمالا ويستمر فى الامتداد الى ما وراء التلال السفحية لجبال عمان . ولم يتم ادراك مغزى هذا الخط بصورة تامة ، الا أنه يعرف باسم خط الشاطئ القديم وهو المنطقة الرئيسية للتصريف والحد الداخلى للتلوث القديم لمياه البحر لمجموعة تكوينات الطبقة الساحلية الحاملة للمياه .

وباجراء الفحص مرة أخرى لحالة التدفق السفلى للطبقة الحاملة للمياه أعلى وأسفل خط المستنقع الجاف قد تبين أن نسبة الانتقال تبلغ ٧ x ١٠<sup>-٢</sup> متر مربع فى الثانية ودرجة

الميل تصل هر  $3-10 \times$  وتحدث تدفق يبلغ  $10 \times 10^5$  متر مكعب سنويا  
للكيلو متر الواحد أعلى خط المستنقع الجاف، في حين أنه إذا كانت  
نسبة الانتقال  $10 \times 10^6$  متر مربع في الثانية ودرجة الميل  
 $3 \times 10^3$  تكون نسبة التدفق  $10^2 \times 10^5$  متر مكعب سنويا للكيلو  
متر الواحد، وهذه الحالة غريبة تماما وربما يرجع هذا الى عدم  
توفر البيانات الكافية أو الى تفسيرها حيث أن ضغط مجموعة تكوينات  
وسيمة بياض - التي تعد المصدر الوحيد للمياه الاضافية - لم يتأثر  
بهذه المنطقة .

وتعتبر حركة المياه الجوفية بصفة عامة في الطبقة  
العليا الحاملة للمياه في الضمان والنيوجين مطابقة تماما لحركة  
المياه الجوفية في طبقة ام الرهومة من حيث المنبع ودرجة الميل .

ويتراوح متوسط نسب الانتقال وهو مجموع نسب الانتقال  
للطبقات المكونة الحاملة للمياه من  $3 \times 10^2$  الى  $4 \times 10^2$  متر  
مربع في الثانية بنسبة  $4 \times 10^3$  متر مربع في الثانية كمتوسط أعلى  
خط المستنقع الجاف ، أما أسفل خط المستنقع الجاف فيبلغ  $5 \times 10^2$   
متر مكعب في الثانية . ومرة اخرى فقد تم تسجيل درجات ميل أكثر  
انحدارا أسفل خط المستنقع الجاف منها في أعلاه وهي  $4 \times 10^3$   
مقابل هر  $3 \times 10^3$  مما سبب تدفقا يبلغ  $2 \times 10^6$  متر مكعب في السنة  
للكيلو متر الواحد أسفل الخط مقابل  $0.63 \times 10^6$  متر مكعب في  
السنة للكيلو متر الواحد أعلى الخط .

ولما كان التدفق الكلى أعلى خط المستنقع الجاف لايسبب حالياً انخفاض منسوب المياه فى الطبقات الحاملة للمياه المستنفذة سواء كانت طبقات محصورة ومناطق طبقات دخول فمن المقدر ان يبلغ التجدد الذى تتسع له الطبقة ٦٩ ملليمترافى السنة الا أن الملاحظات الخاصة بكيمياء الماء والنظائر تشير الى أن مياه التجدد الحديث لاتنشأ فى النتوء الصخرى أو فى مناطق التجدد المحتملة سواء فى طبقات ام الرطوبة أو طبقات الضمان والنيوجين . وهكذا فمن أجل اشباع مكون التدفق السفلى للطبقة يمكن اعادة الحسابات حيث يجب أن تتسع مجموعة تكوينات طبقات وسية بياض الى ١٧ ملليمترافى التجدد حتى تكون مجموعة تكوينات مستقره ثابتة ، وتبين دراسة الصور التى تلتقطها الاقمار الصناعية كثرة ماتصرفه الوديان الصغيرة ويمتصه النتوء الصخرى فى وسية بياض ، كما تبين أيضا هذه الدراسة ماتعانيه الوديان الكبيرة من ضيق ملحوظ فى العرض عبر هذه المنطقة الجيولوجية المائية .

ويتم التصريف من الحوض عن طريق بخر المستنقعات الجافة وتدفق الينابيع ( فى كل من المناطق اليابسة والمغمورة بالمياه فى الخليج ) والضخ وذلك من أجل توفير المياه للمدينة لأغراض الرى والمشروعات الصناعية .

وحتى عهد قريب كان يجرى الضخ من مجموعة تكوينات وسية المجاورة

لتكوين غور من أجل عمليات ملء خزان النفط، وتتشابه حالات التصريف الطبيعي مع حالات الحوض المكشوف أو حالات تصريف السلفات . وقد ترسب الجص والانهيدريت بسمك كبير لكل منهما ( مع تعاضد تكوينيهما مع طبقاتهما الرئيسية ) خلال العصرين الثالث والرابع حتى الآن ، ويمكن ملاحظة حالات مشابهة لتصريف الحوض المكشوف من خلال الحوض في حالات نشوء الطبقة الحمراء وفي مناطق اللاتريت والسيلكريت و الكالكريت . وهكذا يعتبر خط تصريف المستنقع الجاف ( انظر شكل رقم ٦ ) خطأ هاماً في جيولوجية الماء في الحوض فهو يفصل مناطق تجدد درجة الميل العليا عن مناطق تصريف درجة الميل السفلى .

ولم يتم حتى الآن الوقوف على مغزى خط تصريف المستنقع الجاف بالنسبة لجيولوجية ماء الحوض ، وتهدف الدراسات المستقبلية الى ادراك وظائفه المختلفة وخاصة تأثيره على تطورات درجة الميل السفلى للمياه الجوفية وعلى أية حال فمن المعروف أن :

- أ - الصورة المائية التي توضح درجة الميل تعد صورة شاذة .
- ب - بحر المستنقعات الجافة أو ازدياد التصريف ينشأ من التدفق الجوفى في طبقات التجدد الداخلية .
- ج - رغم احتفاظ المستنقعات الجافة بمعالم مائية فعالة الا أنها لاتسمح بالمرور الا لكمية ثابتة من المياه الجوفية تقاس بالامتار .

د - الحد الداخلى للمستنقعات الجافة والذي يبلغ ١٢٥ متراً منحني  
طبوغرافى كان خطأ شاطئيا قديما .

هـ - المنطقة المحصورة ما بين ١٢٥ متراً منحني الى الخط الساحلى  
الحالى وتشمل البحرين وقطر كانت عرضه لتداخل مياه البحر  
فيها فى طور قديم .

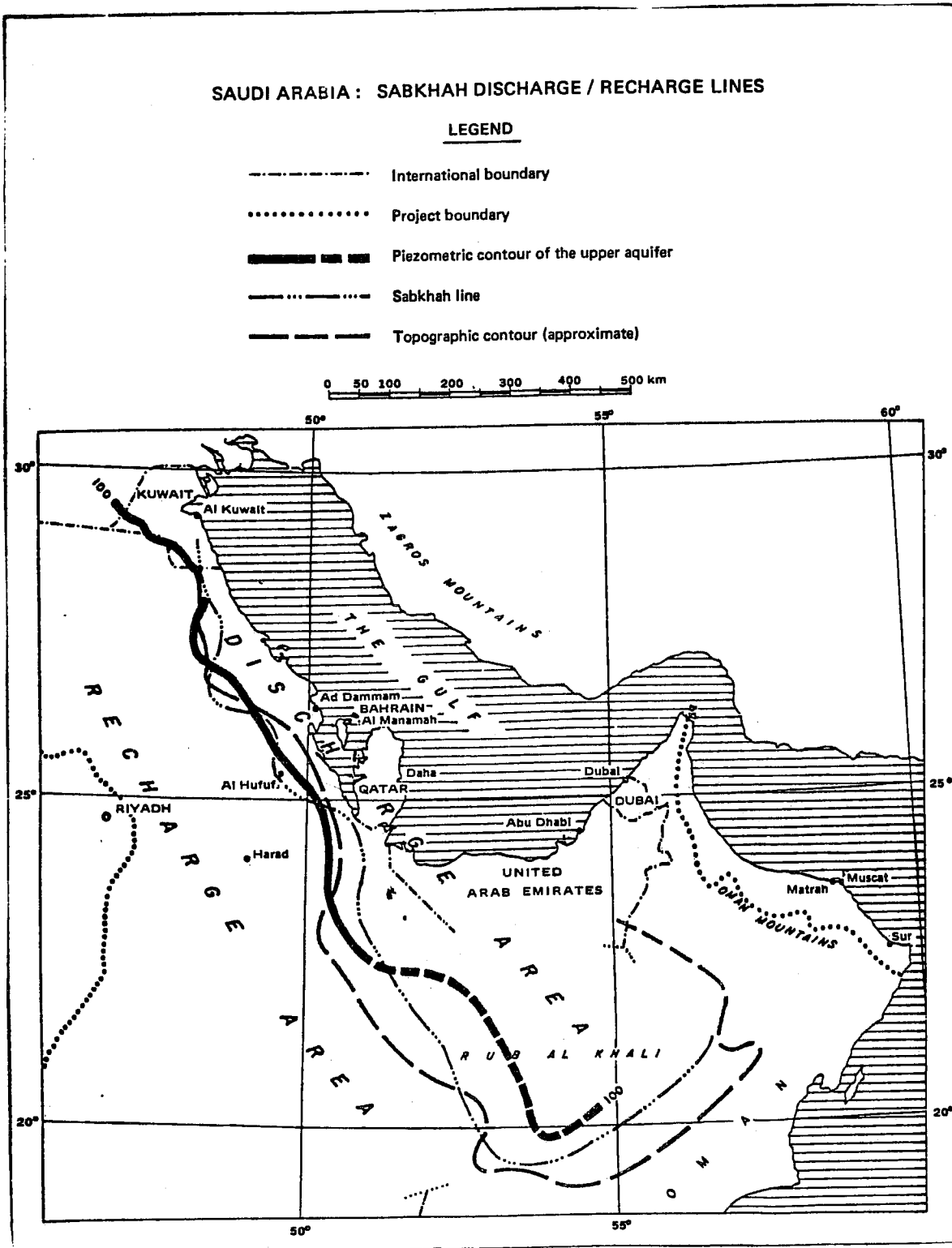
و - هذه المياه الداخلة تدفعها حالياً مياه جوفيه غنيه بالسلفات .

ز - هذا التدفق يكون ذا فعالية فى أجزاء الطبقة الحاملة للمياه  
التي تتميز بدرجة نفاذية عالية ، ويكون أقل فعالية فى  
الاجزاء الأقل نفاذية وكذا فى الطبقات الحاجزة والحابسة  
للمياه .

وتتأثر كيمياء ماء الحوض الى حد كبير بالبيئة  
الصحراوية التخيرية حيث يتكون الكثير من رمل الصحراء من  
بللورات الجص وعادة ما توجد المياه المشبعة بالسلفات فى مجرى  
الدخول لجميع الطبقات الحاملة للمياه أو فى مياه منطقة التجدد  
وفى جميع الطبقات الحاملة للمياه الجاثمة ، كما توجد على طول  
مجرى الوادى ( ولاسيما على طول الحدود مع العراق ) وفى نظام  
التدفق السفلى للحوض عندما يقترب من المستنقعات الجافة ، وتكون  
المياه فى نظام التدفق السفلى مشبعة اما بالكلوريد أو السلفات  
الا أن المياه تصبح فى اتجاه خط المستنقع الجاف مشبعة بكلوريد

الصوديوم وتعتبر نسبة المواد الصلبة المذابة متوازنة اقليمياً  
( رغم عدم حدوث ذلك في بعض المواضع ) في الحوض كما يبلغ متوسط  
قدره ٣٠٠٠ ملليجرام في المتر المكعب أعلى خط المستنقع الجاف  
( مع شذوذ عن ذلك يتراوح بين ٣٠٠٠ و ٦٠٠٠ ملليجرام في المتر  
المكعب حيث تكون المياه مشبعة بالجنس ) ومن ٦٠٠٠ الى ٥٠٠٠ أو  
حتى ١٠٠٠٠ ملليجرام في المتر المكعب اسفل خط المستنقع الجاف .

الشكل رقم ٦ : المملكة العربية السعودية : خطوط تصريف  
وتجدد المستنقع الجاف



وهناك مغزى خاص بالتغير فى مجموعة تكوينات طبقة  
وسية بياض المائلة لأسفل مع بداية طفلة شعبية فمن هذه المنطقه  
تصاب طبقات بياض بالركود وسرعان ما ترتفع نسبة المواد الصلبه  
المذابه من ٤٠٠٠ الى ٨٠٠٠ ملليجرام فى المتر المكعب أو ما يزيد  
على ذلك ، وتتراوح نسبة المواد الصلبه المذابه فى مياه طبقات  
وسية ما بين ٤٠٠٠ و ٥٠٠٠ ملليجرام فى المتر المكعب وهكذا  
تتوافق نوعية مياه وسية مع مجموعة تكوينات التصريف بينما لا يكون  
الامر كذلك مع بياض . ورغم عدم وجود دليل كاف على الانتشار الاقليمي  
للارشاح أو للتصريف من مجموعة تكوينات طبقات وسية الى الطبقات  
الحاملة للمياه الفوقية ، فان هناك دليل قاطع فى حوض حـول  
جنوبى تركيب غور وفى الربع الخالى بصفة عامة ، وبصفة خاصة  
فى الاقليم الذى يقع بين خط العرض ٢١° شمالا وخط الطول ٤٩° شرقا  
وفى كلا الاقليمين يؤكد دليل كيميائى الماء والدليل الحرارى انتشار  
التدفق الرأسى من وسية .

وبمجرد ان تسلك مياه الحوض الجوفية خط تصريف  
المستنقع الجاف تكتسب الخاصية الواضحة والمميزة لكلوريد الصوديوم .  
ورغم ذلك يوجد فى البحرين وعلى الشريط الساحلى حول الظهران أقاليم  
تتراوح فيها نسبة المواد الصلبه المذابه فى المياه - مع احتفاظها  
فى الوقت نفسه بخاصيتها لكلوريد الصوديوم - بين ٥٠٠ و ١٥٠٠ جزء  
فى المليون . وفى هذا الاقليم تحتوى السلاسل العليا من الطبقات



الحاملة للمياه فى مجموعة تكوينات الضمان والنيوجين على سلاسل من عدسات المياه العذبة الضحلة والتي تنشأ نتيجة لارتشاح مياه الامطار أولتحتل الجص فى تكوين الرس والمنطقة الضحلة مع انهيار للحمل الزائد وتعزيز التخزين وعندئذ يتجمع تجدد من مياه الامطار فى منخفضات صغيرة مغلقة ثم تتسرب تدريجيا الى المياه الجوفية . وتمتد العدسات بشكل متقطع عبر ساحل المملكة العربية السعودية والبحرين وقطر وقد تمتد عبر منطقة اللواء فى ابو ظبي ويدعمها الى حدما " طبقة " ارتوازية من مياه ام الرومة الملحية ، وهكذا توجد داخل مناطق العدسات حالات خاصة للتدفق والجسات وتعتبر المياه التى يجرى ضخها من مناطق العدسات مخاليط من مياه الحوض ومياه عدسات المواد الصلبة المذابة المنخفضة .

وقد وفرت المناطق الغرينية الداخلية ، وعامة فى اتجاه النتوء الصخرى فى وسية بياض كثير من مصادر المياه التقليدية الهامة فتوجد الواحات فى مناطق مستوى المياه الارضية الضحلة حيث يستمد العشب واشجار النخيل المياه عن طريق الري الجوفى ، وقد تم تنمية هذه المناطق عن طريق الآبار الضحلة المحفورة يدويا وتستخدم مياهها من أجل سقى الماشية وري الاراضى الخاصة ذات المساحات الصغيرة .

وبصفة عامة يمكن تصنيف الوديان بمناطقها الغرينية مثل الوديان التي توجد فوق تكوينات القاع المتبلر في منطقة الدرع والوديان التي توجد في المناطق الرسوبية صوب الشرق . أما المناطق التي لها نفس نشأة الدرع فتتميز بوجود غلاميد خشنة مقاومة لعوامل التعرية ( في المسارات العليا ) وحصاء ورمال وتتميز المناطق التي تقع في الاحواض الرسوبية بغرين صلصالي طميي ذو رمل ناعم وتتميز عامة بطبقات حاملة للمياه غير واضحة المعالم وعلى الرغم من أهمية التخزين في النوع الاخير فان درجة النفاذية منخفضة حتى أنه لم يتم تنميتها اللهم الا بحفر الآبار الصغيرة أو الجسات من أجل توفير الاحتياجات العادية .

وترسب الوديان الرئيسية غرينها - ومنها وادي الدواسر وهو خير مثال على ذلك - في وديان متماثلة على شكل حرف في والتي يمكن فيها تحديد ثلاث مناطق ترسيبية : قاع الوادي الاوسط والمناطق الغرينية المتاخمة ومنطقة السهل الفيضي الحدية ، وسهول الجاذبية وبصفة عامة يرتبط الاحتمال الاكبر لوجود المياه الجوفية بالطبقات الغرينية في قاع الوادي والتي يتراوح سمكها من ٦٠ الى ١٠٠ متر، وقد ترتفع نسبة الانتقال حيث تتراوح النسب التي تم تسجيلها بين ٣ ر ١٠ x ١٠<sup>١</sup> متر مربع في الثانية و ٥ x ١٠<sup>٣</sup> متر مربع في الثانية كما أن الطبقات الحاملة للمياه فيها غير محصورة .

وكما أن هناك تحديد جانبي لحالات الترسيب ، هناك أيضاً اختلاف فى نفس الاتجاه مع المادة السميكة الخشنة فى المناطق الموجودة عكس اتجاه درجة الميل الشديدة والتي تؤدى الى طبقات رقيقة من الرمال الناعمة والطين والصلصال فى الشرق . ويكـون الغرين فى الشرق مراوح غرينية واسعة أو مناطق دلتاويه . ويوجد فى الربع الخالى ممرات غرينية واسعة بين الكثبان ولكنها اتجاه النتوء الصخرى فى وسية بياض وهى جافة تماما . ويعتبر وادى الدواسر فى الواقع نموذجاً ممتازاً يوضح الاتصال بين الطبقات الحاملة للمياه غير المستنفذة المائلة لأعلى والطبقات الحاملة للمياه المستنفذة المائلة لأسفل فى الحوض . وعندما يتقاطع وادى الدواسر مع الحجر الرملى ، يملأ الارتشاح الارتوازي من الحجر الرملى مرة أخرى غرين الوادى ويفقد غرين الوادى كل مياهه تقريباً فى تجميع الطبقات الحاملة للمياه فى النتوء الصخرى فى وسية بياض .

وتكشف الوديان التى توجد جنوب الرياض وتشمل الوديان التى تبدأ من منطقة اليمن والشمال من جنوب حوض صرف مياه شبه الجزيرة بعض الغرين وامتدادات من المياه لكميات مختلفة ، وعمامة ماتنخفض الوديان نحو الشمال من خلال الغرين داخل طبقة الصخر الفوقية كما تتميز المناطق الغرينية بوجه عام بالجفاف .

وشمة ملاحظة مثيرة فحواها أن الكثير من مسارات التيار كما يبدو فى الصور المأخوذة بالقمر الصناعى - عدا الوديان

القليلة الرئيسية - يتوقف عند خط المستنقع الجاف مما يشير الى أن ١٢٥ مترا منحنى طبوغرافى أو نحو ذلك تمثل الحد الأدنى لعوامل التعرية فى الماضى .

وبغض النظر عن الوديان ، تشكل الواحات الرئيسية مصدرا آخر للمياه ، وأهم هذه الواحات الأحساء والقطيف والجابرين . وتستمد هذه الواحات مياهها عن طريق الارتشاح الرأسى من طبقات الحوض الرئيسية الحاملة للمياه ، وكما هو الحال بالنسبة لمعظم الينابيع الرئيسية فى شتى بقاع العالم ، هناك خلاف بشأن مصدر المياه والنتاج المأمون . وقد تم حفر العديد من الآبار حول واحتى القطيف والأحساء وقد تسبب الضخ فى انخفاض الضغط الارتوازى ومناسيب المياه ، ومن الملاحظ أن ناتج ينبوع الأحساء قد انخفض من ١٢٤ مترا مكعبا فى الثانية عام ١٩٦٦ الى ٩٧ مترا مكعبا فى الثانية عام ١٩٧٤ ، وتعانى منطقة القطيف من مشكلات مماثلة الا أنه من الموءكد فى هذه الحالة أن انخفاض منسوب المياه انما يرجع الى عدم التحكم فى التدفق المتواصل للآبار والحسات . وفى عام ١٩٦٢ حدث ارتفاع مفاجئ فى عدد حفر الحسات حول القطيف ولم يطوق جزء كبير منها الأمر الذى أدى الى ظهور مشكلة حيث يستمر تصريف الطبقات الحاملة للمياه وارتشاح بعضها فى البعض الآخر . اما واحة الجابرين فقد تم تنميتها بدرجة ضعيفة بالمقارنة بغيرها ، الا أن الدراسات فى هذه المنطقة تحقق تقدما .

### استكشاف المياه الجوفية وتنميتها

حينما انشئت وزارة الزراعة والمياه عام ١٩٥٤ وجهت اهتمامها بصفة رئيسية الى الزراعة ولم توجه سوى القليل من الاهتمام للماء . وفى عام ١٩٦٦ وبموجب مرسوم خاص عهد الى الوزارة الاشراف على شؤون الماء وأصبحت بالتالى مسؤولة عن اجراء دراسات حـول موارد المياه وتنميتها فى البلد ، وتحظى شؤون المياه أيضا باهتمام كل من وزارة الدفاع ووزارة البترول والمعادن والحرس الوطنى .

وفى عام ١٩٦٤ ابرمت وزارة الزراعة والمياه مـنظمة الاغذية والزراعة اتفاقية يتم بمقتضاها ارسال فريق استشارى للمساعدة فى الاشراف على الدراسات التى تنفذها مؤسسات استشارية مختارة ، وتضم المناطق التى تشملها الدراسة تلك المناطق المبينة فى الخريطة رقم ٠٢٥ . وخلال عامى ١٩٧٦ ، ١٩٧٧ أجريت دراسات اضافية وهامة بشأن الطبقة الحاملة للمياه فى وسة وينابيع الاحساء كما أجريت دراسات خلال عامى ١٩٧٩ ، ١٩٨٠ بشأن الطبقة الحاملة للمياه فى ام الرضومة ، وقد امتدت هذه الدراسات لتشمل البحرين حيث كانت داخله ضمن دراسة المنطقة الرابعة عام ١٩٦٩ ، ولم تنشر نتائج هذه الابحاث كما أنه لايمكن الاطلاع عليها الا داخل مكتبة

الوزارة بالرياض .

وسوف تشمل الابحاث المستقبلية تقييما دقيقا لموارد المياه فى المناطق الاكثر تنمية وخاصة المناطق التى تنخفض فيها مناسيب المياه ويقل فيها تدفق الينابيع . ويحظى اقليم الظهران الساحلى باهتمام خاص ، ويتم اجراء الدراسات بالاشتراك مع البحرين وقطر لتقييم الموارد المتاحة على نحو دقيق - ويجرى حاليا بالاستعانة بالحسابات الدقيقة - اعداد الخطط لتنمية المياه فى المستقبل وكذا اعداد برامج الضخ .

وتستخدم المياه فى المملكة العربية السعودية بصفة اساسية لأغراض الري وسقى الماشية كما تستخدم نسبة من هالتوفير مياه المدن والقرى ، وحتى عهد قريب كان يجرى ضخ المياه من الطبقة الحاملة للمياه فى وسة لملء خزان النفط العميق الا أن ذلك قد انتهى موعخرا عام ١٩٧٨ حينما تم توصيل الانابيب من مياه البحر الى اقليم غور للوفاء بهذه المتطلبات .

ومن أهداف الوزارة استغلال مناطق الموارد المائية الرئيسية استغلالا كاملا وسوف تبدأ الدراسات التى تهدف الى الاستغلال الأمثل لمياه التخزين فى الطبقة الحاملة للمياه غير المستنفذه فيما قبل العصر الجورسى ، ويجرى فى الوقت الحالى وضع هـ هذه الدراسة موضع التنفيذ بالنسبة لطبقة حجر جيرى واجد فى اقليم

وادی الدواسر .

وخلصة القول أن المملكة العربية السعودية تملك بين  
بيديها موارد مياه جوفية هامة للغاية يتميز بعضها بالحركة كما  
في اقاليم ما بعد العصر الجوراسي الشرقية، ويتميز البعض الآخر  
بالسكون كما في مناطق ما قبل العصر الطباشيري في الاقليم الشرقي.  
ويتم حفر هذه الموارد عند البدء في تنميتها وان كانت الكميات  
المخزونة والمتاحة كميات ضخمة ، ولمنطقة الدرع موارد مائية  
مثمرة تكفي - رغم صغرها - حاجة الري على نطاق محدود وخاصة على  
امتداد الوديان الرئيسية وارضى المراعي . ولعل سهل تهامة هو أقل  
السهول نصيبا من الدراسة رغم وفائه بالحاجات الحالية من المياه  
التي تتدفق من الجبال والمياه الجوفية من الآبار في المناطق  
الغربية الرئيسية في الوداي .

مراجع مختارة غير منشورة

- Aramco. A study of the water resources of the Rub al Khali in southern Saudi Arabia. 1961.
- Bureau de Recherches géologiques et minières (BRGM), Orleans, France. Hydrogeological investigations of the Al Wasia aquifer in the eastern province of Saudi Arabia. 1976.
- \_\_\_\_\_. Al Hassa development project. Groundwater resources study and management programme. 1977.
- El Khatib, A. B. Seven green spikes, 1965-1972. 1974.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Survey and evaluation of available data on shared water resources of the Gulf States and the Arabian Peninsula. 1979.
- Italconsult. Land and water surveys on the Wadi Jizan. Report on geo-electrical investigations. 1965.
- \_\_\_\_\_. Water and agricultural development surveys for Areas II and III. 1969.
- \_\_\_\_\_. Water and agricultural development studies for Area IV. 1969.
- MacDonald, M. and Partners. Riyadh additional water resources study. 1975.
- Oktun, G. Paleozoic sandstone aquifers in Saudi Arabia. 1971.
- \_\_\_\_\_. Observations on Mesozoic sandstone aquifers in Saudi Arabia. 1972.
- \_\_\_\_\_. More about Paleocene karst aquifers in Saudi Arabia. 1975.
- Parsons, Basil. Agricultural and water resources of the Great Nafud sedimentary basin, Kingdom of Saudi Arabia. 1968.
- SOGREAH. Riyadh deep exploratory water well. 1969.
- \_\_\_\_\_. Water and agricultural development studies, Area V. 1968.



اليمن

المساحة : ٢٠٠.٠٠٠ كيلو متر مربع تقريبا  
عدد السكان : ٤٧٠.٠٠٠ ( حسب تعداد ١٩٧٥ )

عام

يمكن تقسيم اليمن الى خمس وحدات فيزيوغرافية  
سهل تهامة الساحلى : ويتراوح اتساعه بين ٦٠ و٣٠ كيلومتراً  
بمتوسط ٤٥ كيلومتراً ، ويمتد عبر منطقه يبلغ طولها  
حوالى ٤٤٠ كيلومتراً بطول البحر الأحمر ويصل أقصى  
ارتفاعه الى ٤٠٠ متراً ، وتبلغ مساحة السطح الكلية  
حوالى ١٨٠.٠٠٠ هكتار .

ويتميز السطح بطبيعته منبسطة الى متعرجة  
قليلاً ويتقاطع فى أماكن متفرقة مع الوديان الضحلة  
الواسعة والتي تمتد أساساً فى الجبهة الغربية  
الشرقية ، وفى فترات سقوط الأمطار تحمل هذه الوديان  
الفيضانات الهائلة من منحدرات الجبال الغربية الى  
البحر الأحمر ، ولذلك تتنوع سلسلة أحجام الجسيمات  
من طين وصلصال الى حصياء وجماميد مما يؤثر  
تأثيراً مباشراً على الحياة النباتية وكذا الهيدروليكية

• ومدى امكانية الزراعة

التلال السفحية ومنحدرات الجبال الغربية المتوسطة الارتفاع  
لسلسلة الجبال الوسطى : وهي تغطي المنطقة بارتفاعات  
تتراوح بين ٤٠٠ و ٢٠٠٠ مترا وتعتبر أكثر مناطق  
اليمين وعورة حيث تسببت الوديان في قطع ممرات ضيقة  
شديدة العمق مع منحدرات شبه عمودية في بعض  
الأحيان . كما أنه الاقليم الذي يكثُر فيه سقوط  
الأمطار ، الأمر الذي يمكن معه زراعة محاصيل جيدة  
على مدار السنة .

الأراضى المرتفعة الوسطى : وتضم الأجزاء العليا من  
سلسلة الجبال الوسطى والتي تتراوح ارتفاعاتها  
ما بين ٢٠٠٠ و ٣٠٠٠ متر وغالبا ما تتجاوز قممها  
٣٥٠٠ متر ، ويعتبر جبل النبي شعيب أعلى جبال  
اليمين حيث يصل ارتفاعه الى ٣٧٦٠ متر ، وتقل تعرجات  
المنطقة كثيرا عن المنحدرات الغربية ، كما تتميز  
المنحدرات الشرقية للأراضى المرتفعة الرئيسية بقلبة  
انحدارها ، كما أنها تنتهى بنجود مرتفعة ، ويصبح  
سقوط الأمطار على الأراضى المرتفعة أقل غزارة منها

على المنحدرات الغربية .

النجود المرتفعة ( السهول الجبلية ) : وتنتشر فيها  
الجبال المفردة البركانية وطفح الحمم البركاني  
( العصر الرابع ) ، وتتركز سهول هذه الأراضى المرتفعة  
حول مدن صنعاء ومعبر وذمار ويرييم ، وهى تتنوع فى  
الاتساع كما تتنوع فى الارتفاع الذى يتراوح بين  
٢٠٢٠٠ الى ٢٧٠٠٠ متر .

ويتجاوز عمق الغرين ٥ متر ، ولا يحد التوسع  
الزراعى الا سقوط الأمطار التى لاتعتبر كافية الا فى  
أقصى جنوب السهول .

وتنمو فى باقى المنطقة محاصيلات ضئيلة القيمة  
نسبيا وتحتاج الى جهود مكثفة . وتتميز المنطقة فى  
أغلب أوقات السنة بمظهر مقفر تقريبا الا فى تلك  
الأجزاء التى تستغل فيها مياه الرى من الآبار التى  
حفرت يدويا أو بالحفار حيث يتغير مظهرها تغييرا  
كاملا . وتضم المنطقة أفضل الموارد المائية المتاحة  
، باستثناء منحدرات الجبال الغربية ، حيث يصبح  
الامتداد أمرا مستحيلا بسبب الافتقار الى الغرين .

منحدرات الجبال الشرقية : وهي ترتفع قليلا نحو الصحراء الشرقية ( وتضم المنطقتان الجزء الأعظم من اليمن ) وتنتهي عند ارتفاع ١٠٠٠ متر في صحراء الربع الخالي وهي من أكثر المناطق المقفرة في العالم . وعلى الرغم من ثدرة سقوط الأمطار ، فإنها تخدم الأنشطة الزراعية الممكنة في واديين فقط من وديان تصريف النجود المرتفعة .

ويبين الجدول رقم ٢٧ الملامح الرئيسية للمناخ :

جدول رقم ٢٧ : اليمن : الملامح المناخية الرئيسية

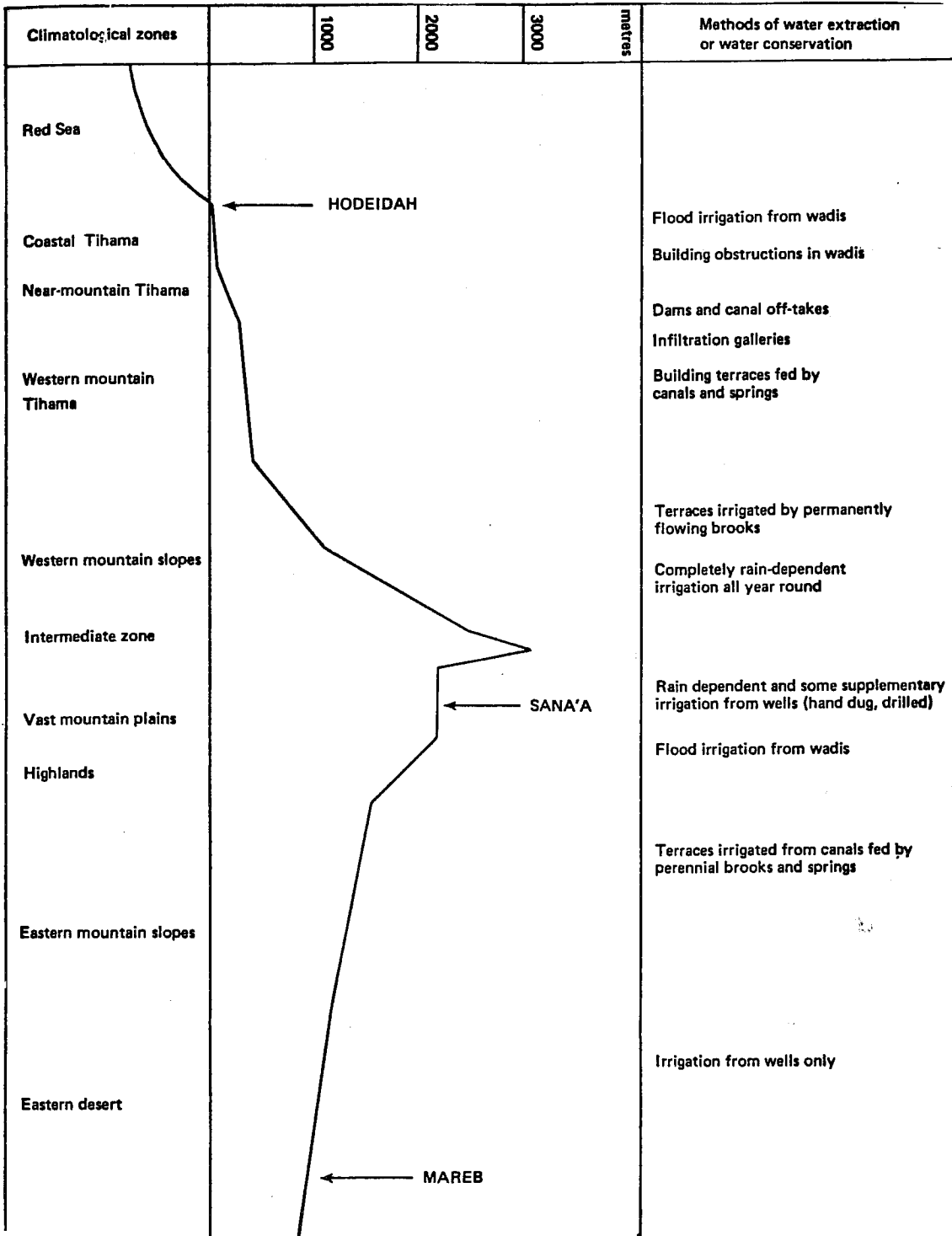
تساقط الامطار	اقصى متوسط لدرجة الحرارة / سنة في السنة (مئوية)	المننخ	الارتفاع (م)	الأقاليم المناخية
٨٠	٣٠	استوائى	٠	البحر الأحمر
٨٠	٢٨	استوائى	٥٠٠	اقليم تهامة الساطى: قليل الامطار رطب
١٢٠	٢٧	استوائى	٢٥٠-٥٠	اقليم تهامة القريب من الجبال: قليل الامطار - جاف
٣٠٠	٢٥	استوائى	٤٠٠-٢٥٠	جبال تهامة الغربية
١٠٠٠-٤٠٠	٢٢	شبه استوائى	١٨٠٠-٤٠٠	منحدرات الجبال الغربية
متوسط ١٠٠٠	١٦	معتدل	٣٧٠٠-١٣٠٠	الاقليم الاوسط
٤٠٠-٣٠٠	١٦	معتدل	٢٥٠٠-١٨٠٠	النجود
٤٠٠-٣٠٠	١٦	معتدل	٢٤٠٠-٢٢٠٠	السهول الجبلية المتوسطة
٢٥٠-١٠٠	٢٢	شبه استوائى	١٥٠٠-١٢٠٠	منحدرات الجبال الشرقية
١٠٠-٨٠	٢٤	صحراوى شبه استوائى	١٢٠٠-٨٠٠	الصحراء الشرقية

وفيما يلي مقطع عرضى مبسط :

- أ- يبين وجه الشبه بين الأقاليم المناخية والوحدات الفيزيوغرافية .
- ب- يبين الامكانيات الطبيعية المتاحة للسكان لرى محصولاتهم .
- ج- يوضح أنه مع التوسع فى استخدام الأساليب التقنية فى حفر الآبار فى جميع مناطق البلاد ، تبذل الجهود لزيادة كميات المياه المتاحة لتحقيق امداد دائم لمياه الشرب أولاً ، ثم توفير مياه الرى اذا ما أمكن ذلك ( أنظر الشكل رقم ٧ ) ، كما تجرى أيضا الأبحاث على طرق جديدة بهدف تحسين النظم القائمة لامداد المياه السطحية .

شكل رقم (٧)

اليمن : مقطع عرضي تخطيطي



## المياه السطحية

يمكن الحصول على المياه السطحية من عدد محدود من الينابيع والفيضانات قصيرة الأمد التي تحدث في الوديان ( قيعان نهريّة جافة ) ، وأهم الينابيع الدائمة هي الينابيع الساخنة والدافئة التي توجد في أماكن متعددة في هذا البلد ، إلا أن ارتفاع نسبة الملوحة في بعض الحالات لا يسمح إلا باستغلالها بشكل محدود .

ويبلغ معدل تصريف ينابيع الخارد ٢٠٠ لتر في الثانية كما تبلغ درجة حرارة المياه بها ٣٤<sup>°</sup> مئوية وهي ذات نوعية ممتازة .

وتتراوح درجة حرارة مياه ينابيع دهب بين ٥٠ و ٦٠<sup>°</sup> مئوية ، ويتسبب تشبعها الزائد بالكربونات في عدم صلاحيتها سواء للشرب أو لأغراض الري .

ويتميز وادي دهر الذي يبعد بضعة كيلومترات شمال صنعاء بحد أدنى من التصريف يبلغ ٦٠ لترا في الثانية في نهاية موسم الجفاف .

وتتميز بعض وديان اليمن بتصريف دائم وينبع أغلبها من منحدرات الجبال الغربية وترشح مياهها بسرمة كبيرة في غرين سهل تهامة الساحلي ، وبذلك تجدد مياه الطبقات الغربية .

ويحدد مسار حوض الصرف في الجزء الأوسط لسلسلة الجبال الوسطى شكل تيار المياه الجوفية في اليمن . وفيما يلي أهم الوديان التي تتصرف في المنحدرات الغربية إلى البحر الأحمر والوديان التي تتصرف في النجود المرتفعة ومنحدرات الجبال الشرقية إلى الصحراء الشرقية :

( أ ) الوديان التي تتصرف ناحية الغرب : وادي هران و وادي ماور و وادي سردود ، و وادي سهام ، و وادي رماه و وادي زبيد ، و وادي حيدان - حميلي ، و وادي الغيل .

( ب ) الوديان التي تتصرف ناحية الشرق : وادي الأرض و وادي مروان ، و وادي عطفين ، و وادي حيشواش ، و وادي خابلو ، و الوادي القديم - جوف ، و وادي رفوان ، و وادي دن ، و وادي حريب .

( ج ) أما وديان الجنوب التي تتصرف في خليج عدن فهي وادي شبان ، و وادي بانا ، و وادي تبانا ، و وادي عشار .



وتؤدى طبيعة تكوين تصريف هذه الوديان —  
فيضانات القمة الجارفة وتدفقات القاع شبه المعدومة  
الى أن يصبح من الصعب أن لم يكن من المستحيل  
الانتفاع ولو بنسبة صغيرة من المياه فى أغراض الري  
أو امداد مياه الشرب .

وقد قام الناس منذ عدة قرون ببناء المصاطب  
والسدود الصغيرة والانشاءات الأخرى التى تعوق تدفق  
التيار من أجل زيادة الارتشاح بيد أنه لايمكن انجاز  
مشروعات أخرى دون توفير استثمارات مالية ضخمة .

ومن الناحية العملية يكاد يكون تعبير " المياه  
السطحية فى اليمن " منعما ، وهو يتردد أساسا فيما  
يتمل بتكوينات المياه الجوفية لأن معظم القرى تعتمد  
كلية فى أغلب شهور السنة على تكويناتها الخاصة  
لامداد المياه الجوفية ، ويشمل ذلك فى المقام الأول -  
الأحواض ومستجمعات الأمطار داخل القرى أو بالقرب منها  
وفى أوقات معينة يعتمد أهل القرى على امداد مياه  
الشرب وغالبا ما يكون ذا نوعية بالغة السوء . ويتوقف  
طول المدة التى يمكنهم خلالها استخدام مياه الشرب على  
كمية سقوط الأمطار وعدد وحجم الأحواض ومدى اتساع مستجمعات  
الأمطار ، كما يتوقف ذلك بالطبع على عدد السكان .

وتجرى الدراسات على أساليب تحسين كمية هذه  
النظم الخاصة باعداد المياه السطحية وكذا نوعية  
المياه التي يتم جمعها في حالة عدم وجود  
امكانيات استخراج المياه الجوفية التي يتم استغلالها

ويعتبر تدفق التيار في الوديان تدفقا سريع  
الزوال كما يعتمد على العواصف الممطرة الغزيرة  
المكثفة على منحدرات الجبال الغربية ، وتصرف  
جميع هذه الوديان في البحر الأحمر وخليج عدن  
في الجنوب ، وهناك بيانات قليلة جدا عن التصريف  
الا فيما يتعلق بواديين اثنين حيث تجرى دراسة  
مشروعات الري .

وتبين القياسات التي تم أخذها على  
مدى ست سنوات في أماكن مختلفة في  
وادي زيد تأثير الاختلافات السنوية للتصريف  
الكل في الملايين الأمتار المكعبة .

الزمن	زبيد عند كوله	زبيد عند معياه
١٩٧٠	١١١ و ٧	٦٧ و ٧
١٩٧١	١٢٥ و ٣	٩١ و ٣
١٩٧٢	١٢٤	٩٤ و ٢
١٩٧٣	١٢٠ و ١	٨٠ و ٣
١٩٧٤	١٤٥ و ٩	١١٨ و ٨
١٩٧٥	٢٣٠ و ٤	١٨٤

وتنشأ الاختلافات بين المنطقتين بسبب التجدد فى الطبقة الغرينية الحامله للمياه فى تهامه من خلال مجرى التيار ومسارب النى .

وقد تم أيضا قياس المجموع الكلى عند هاتين المحطتين وعند محطة أخرى فى وادى ماور . وفى عام ١٩٧٥ حدث تصريف وادى زبيد بنسبه ٠/٠٧٥ من المجموع الكلى السنوى خلال الفترة من تموز/ يوليه الى أيلول / سبتمبر والتى تقترن بما يسمى بالفصل الممطر الكبير . ويتمز وادى ماور بنسبة مرتفعة من التصريف فى شهر نيسان / ابريل ويعرف بالفصل الممطر الصغير ( انظر الجدول التالى :

١٩٧٥	زبيد عند كوله	زبيد عند معاه	ماور
كانون الثانى/يناير	٢٥٤	٠١٥	٣٥٩
شباط/ فبراير	٢٥٢	٠٥٤	٣٥٥
آزار / مارس	٣٥٢	١٥٥	٦٥٣
نيسان/ ابريل	٨٥٥	٧٥٠	٤٦٥٧
آيار / مايو	٥٥٠	٢٥٩	١١٥٧
حزيران/ يونيه	١٠٥٢	٧٥٤	١٥٥٠
تموز / يوليه	٣٥٥٣	٢٩٥١	١٧٥٨
آب / أغسطس	٨٣٥٥	٧٢٥١	٤٣٥١
أيلول / سبتمبر	٤٩٥٥	٤٥١٥	٢٥٥٦
تشرين الاول/ اكتوبر	١٧٥٠	١٣٥٥	٩٥٦
تشرين الثانى/ نوفمبر	٧٥٧	٥٥٥	٦٥٠
كانون الأول/ ديسمبر	٥٥٩	٣٥٤	٧٥٠

مستجمعات الأمطار فى اليمن: تم تنفيذ دراسات النوعية على مايقرب من ٣٠ مستجما من مستجمعات الأمطار الرئيسية فحسب حتى الآن فى اليمن . وكما ذكر آنفا ، فان تدفق التيار يظهر فى شكل فيضانات عنيفة لاتدوم الا لفترة قصيرة فى الوديان الكبرى .

وتحظى الوديان التى تمتد عبر سهل تهامة الى البحر الأحمر بشهرة واسعة لما لها فى بعض الأحيان من قدرة كبيرة على الرى .

ويعتبر وادى الجوف من اكبر الوديان التى تتصرف فى الصحراء الشرقية كما أن به مستجم أمطار تبلغ مساحته ٩٥٠٠ كيلومتر مربع ، ويبلغ منسوب المياه الجوفيه فى الاقليم المنبسط حوالى ٥٠ مترا ، ويتيح ذلك امكانيات كثيرة لتنميتها ، وتقدر الكمية الكلية التى يتم ضخها سنويا الى الوادى بحوالى ١٥ مليون متر مكعب ، وتختلف نوعية المياه فى المنطقة وتتراوح نسبة المواد المذابة من ٥٠٠ - ٢٠٠٠ جزء فى المليون .

أما بالنسبة لباقى وديان اليمن ، فلا توجد اى معلومات عنها من حيث النوعية نظرا لعدم تحديد حجم الطمس او معرفة البارامترات المائية .

#### الخصائص الجيولوجية

ولا تظهر تكوينات ما قبل العصر الكابرى الا فى الاماكن المنعزلة فى اليمن ، الأمر الذى لا يمكن معه وجود اختلافات

فى التركيب، وقد تسبب عصر قارى استمر طويلا فى  
احداث تحول فى المنطقة بعد أن أثرت عوامل التعرية فى  
السهب لمدة طويلة ، وخلال العصر القديم ترسبت رواسب  
طفيان البحر والتي كانت قد تلاشت بصورة شبه كاملة  
خلال عصر قارى فى العصر القديم المتأخر ، وفى العصر  
البرمي ، حدثت بهذا السهب التواءات ، كما أثرت عوامل  
التعرية فى السطح القديم ، ثم ترسب مرة أخرى على  
شكل دلتا فى الغرب وعلى شكل كثبان رملية فى الشمال  
( حجر رملي واحد ) ويتميز العصر الوسيط بمناخ دافئ  
تكونت فيه أحواض ثانوية فى أغلب أنحاء اليمن . وقد  
ترسب فيها الحجر الرملي الأحمر وتلاه طفيل نهري بحيري  
ذو لون أخضر داكن ورمادي داكن ( سلسلة كحلان ) وفى  
الخلجان المنعزلة أو بالقرب من الساحل أسفرت عصور  
النشوء القصيرة عن تكون بللورات الجص .

وخلال العصر الطيني الطباشيري امتد أهم طفيان  
بحري ليشمل البلد بأكمله وكون رواسب المياه الضحلة  
الجيرية ( سلسلة عمران ) وقد حدث هذا الطفيان البحري فى  
بعض الأماكن فوق طبقة القاعدة مباشرة والتي ترجع إلى  
عصر ما قبل الكامبري . وأعقب هذا الطفيان البحري بسدء

مرحلة البحيرات الشاطئية فى وسط المنخفض حيث ترسب  
الجص والملح بينما ظلت حواف الأحواض فوق مستوى سطح البحر  
وبالتالى كانت معرضة لعوامل التعرية . وتظهر الصخور  
المتكورة الرملية القارية التى ترجع الى العصر الطباشيرى  
( تكوينات الطويلة ) حيث كانت تحميها الصخور البركانية  
فى اليمن .

وخلال العصر البلايوسينى امتد بحر ضيق عبر معظم  
البلد ، ويعتبر الشكل البحرى للرواسب دليلا على اتصاله  
بكتلة الأرض .

وقد أثرت الحركات التكتونية التى أسفرت عن القباب  
المتصدعة على الجزء الأوسط من البلد حيث أزالوا عوامل  
التعريب طبقات العصرين الجوارسى والطباشيرى فى بداية  
العصر الثالث . وخلال هذا العصر ازداد النشاط البركانى  
وشمل أنحاء هذا البلد ، وقد أسفرت فترات الهدوء التى  
تخللت العصرين الأوليفوسينى والمايوسينى عن رواسب نهريّة  
بحيرية تداخلت مع الصخور البركانية ، ويتميز النشاط  
البركانى الضخم بتصدع عادى امتد حتى نهاية العصر  
الثالث ، وترسبت المواد البركانية فى العصر الرابع  
فى جميع أنحاء البلد . ويميز الجزء الرئيسى من اليمن

مناطق تدفق البازلت الضخمة والحفر البركانية .

وكنتيجة لنشاط الرياح امتدت رواسب اللوس الرئيسية امتدادا كبيرا على الهضبة ويحد امتدادها الفوالق التي تكونت حديثا .

وقد أحدثت تشوهات التركيب تعديلا كبيرا فى شكل التصريف فى هذا البلد وأمكن ملاحظة أكثر من مثال لآثار التيار .

والشكل الحالى للأرض هو فى المقام الأول نتيجة للنشاط البركانى الذى حدث مؤخرا فى هذا البلد .

وفيما يلى التكوينات الجيولوجية الرئيسية :

أ - صخور القاع : وتتكون من تكوينات ما قبل العصر البرمى مثل الغرانيت والصوان والأردواز والصخور الحثائية والكوارتز ويتسع انتشارها فى الأجزاء الجنوبية الشرقية والشمالية الشرقية فى البلد ، ولا سيما شرق روضه وحول صعدة فى الشمال ، كما تظهر على نحو متقطع فى شكل نتوء صخرى فى التلال السفحية وفى الحزام الأوسط، وتظهر هذه التكوينات الانثناء العام الشمالى والجنوبى .



ب - حجر رملي واجد : ويتكون من تكويينات واضحة العالم في معظمها من الحجر الرملي الكوارتزي تتراصف غالبا بشكل متقاطع مع الصخور المتكورة في بعض المواقع وهي تكويينات ترجع الى العصر الأردوفيشي . ويغنى هذا الحجر الرملي في شمال صعدة تكويينات ماقبل العصر الكامبري .

ج - سلسلة كحلان : وهي تكويينات ترجع الى العصر الجوراسي الوسيط مكونة من طفل أخضر وحجر رملي وصخور متكورة في الأجزاء السفلى كما تكون الصخور المتكورة والحجر الرملي الأجزاء العليا . وتنتشر هذه السلسلة في التلال السفحية والأراضى الوسطى وتغضى القاع مباشرة كما تتدرج في الاتصال مع سلسلة عمران العليا .

د - سلسلة عمران : وتتكون من حجر جيري وطن جيري وطفل وترجع الى العصر الجوراسي وتنتشر انتشارا كبيرا على الأراضى المرتفعة في جبل صعدة ومسور - عمران واقليم مأرب ، كما تبرز على شكل بروز صخري متقطع في أجزاء أخرى من هذا البلد ، ويعلوها تحول أقل انتشارا من العصر الجوراسي الأعلى من الجص والطين الجيري والصلصال والحجر الرملي وبعض الحجر الجيري .

هـ - مجموعة الطويلة وسلسلة مدج - زير : وتتكون من حجر رملى خشن من نوع قارى غير مقسم متراصف الشكل متقاطع مع بللورات من الصخور المتكورة والحصى ويتراصف الطفل - فيما بينهما فى الجزء الأسفل ، ويعلوها حجر رملى مع طفل وحجر رملى جبرى ذو أحافير موضعيه وتغطى صخر العصر الجوراس أو القناع وهى تنتشر فى الأراضى المرتفعة ولا سيما المنطقة الوسطى .

و - صخور اليمى البركانية : وتتكون من صخور بركانية فتاتية وتدفقات قلوية متراصفة وتشمل البازلت والاندسييت والتراكيت والريوليت وصخور الطوف ذات الألوان المتنوعه وصخر البورفيرى . وتمثل هذه الصخور طبقة سميكة جدا قد يتجاوز سمكها ٢٠٠ متر ، وتغطى مساحة واسعة جنوب صنعاء .

ز - الصخور البركانية الحديثة : وتتكون من الصخور البركانية المخروطية وتدفقات البازلت والحواجز الصخرية ويغطيها صخر الطوف والكتل البركانية ، ويصل السمك الكلى لهذا التكوين الى ٢٠٠٠ متر على الأقل .

ح - الرواسب الغرينية والريحية ورواسب أخرى : وتشمل الصلصال والطين والرمل الطينى المشع الى حد كبير بماء الملح وذلك على طول ساحل البحر الأحمر .

ط - رواسب المصاطب النهرية والمرابح الغرينية : وتشمل  
الحصى والرمل والطين .

ى - رواسب اللوس فى السهول الجبلية .

### موارد المياه الجوفية

حتى عهد قريب ، لم تكن الهيئات الحكومية تشارك  
بشكل فعال فى تخطيط وتنفيذ مشروعات امداد المياه ، وكان  
يتولى تنفيذ أغلب المشروعات المستشارون والمقاولون الأجانب  
وفى وزارة الأشغال العامة والمجالس البلدية تعتبر ادارة  
امداد المياه الريفية المسؤولة عن تخطيط وتصميم وتنفيذ  
شبكة امداد المياه لجميع القرى فى جميع انحاء اليمن  
بالنسبة للمياه السطحية والجوفية .

وفى وزارة الزراعة ، تشارك ادارة الري مشاركة  
فعالة فى العديد من مشروعات الري .

وتقع مسئولية انشاء شبكة امداد مياه الشرب فى  
المدن الكبرى على عاتق الهيئة الوطنية للمياه والمجارى  
كما يلى :-

صنعاء : انشاء شبكة امداد المياه ويشمل ذلك الآبار  
المضخات والمولدات وتوزيع الأنابيب والمعالجة بالكلور  
والصهاريج وخدمات هندسية أخرى فضلا عن تدريب العاملين.

الحديده : انشاء شبكة امداد المياه والمجارى .

تعزير : تركيب محطات ضخ مياه الآبار وخزانات المياه  
الصالبة وخط المياه الرئيسي ومحطة توليد الطاقة وصهاريج  
التخزين وشبكة التوزيع .

وقد بدأت أبحاث جيولوجيا الماء فى بداية عام ١٩١٢ مع  
أبحاث المنطقة المحصورة بين صنعاء والحديده، وفى خلال  
الستينات، قام اخصابون من جمهورية المانيا الاتحادية  
باجراء أبحاث على المياه الجوفية فى الجزء الأوسط من  
تهامه، وفى الفترة من عام ١٩٧٠ حتى عام ١٩٧٣ قامت منظمة  
الصحة العالمية باجراء دراسة شاملة تتعلق بالجيولوجيا  
المائية فى حوض صنعاء ومنطقة الحديده . ويعمل باليمن  
فى السنوات الأخيرة العديد من المتخصصين فى مجال  
المياه الجوفية من جمهورية المانيا الاتحادية والمملكة -  
المتحدة وايرلندا الشمالية، أما عمليات حفر الآبار  
ذاتها فقد قامت بتنفيذها شركات محلية ومقاولون أجانب  
وهيئات أجنبية من جمهورية المانيا الاتحادية والولايات

المتحدة الأمريكية والعراق والصين واليابان . وقد تم حفر المئات من الآبار ، كما قامت هيئة تنمية تهامة بصفة خاصة ، بحفر آبار الري فى تهامة ، وكذا قام اخصائيون من المجر والولايات المتحدة الأمريكية باجراء ابحاث على احتمال انتاج المياه الجوفيه فى أقاليم وادى زبيد ووادى ماور ووادى سردور . كما قامت شركة استشارية بتنفيذ الأعمال الخاصة بالجيولوجيا المائية ( المسح فى المقام الأول ) فى منطقة وادى الجوف فى الجزء الشمالى الشرقى من هذا البلد .

ويعتبر التنسيق بين الأنشطة المتصلة بالمياه الجوفيه أمرا ضروريا . وقد شرعت ادارة امداد المياه الريفية قدر الامكان فى جمع المعلومات عن حفر الآبار ، الا أن الشركات الخاصة لم تلزم بعد بنشر معلومات سجلاتها .

#### الطبقات الحاملة للمياه

يمكن تمييز ست طبقات رئيسية حاملة للمياه فى اليمن وهى طبقات الغرين والطبقات البركانية الحديثة وطبقات العصر الثالث البركانية وطبقات الحجر الزملى

وطبقات الحجر الجيري وطبقات صخور القاع ( انظر الخريطة رقم ٢٦ ) وفيما يلي وصف موجز للخصائص المميزة لهذه الطبقات لبيان امكانيات تنمية استخراج المياه الجوفية أو تخزين المياه السطحية .

الغريين : ومن بين الطبقات الغرينية الحاملة للمياه الممتدة ، يمكن تمييز طبقات سهل تهامه الساحلى والسهول الجبلية والصحراء الشرقية ويبلغ عرض تكويتات وادى الجوف ٧٥ كيلومترا كما يبلغ طولها ١٥٠ كيلومترا قبل أن تنتهى فى أقاليم الصحراء الشرقية .

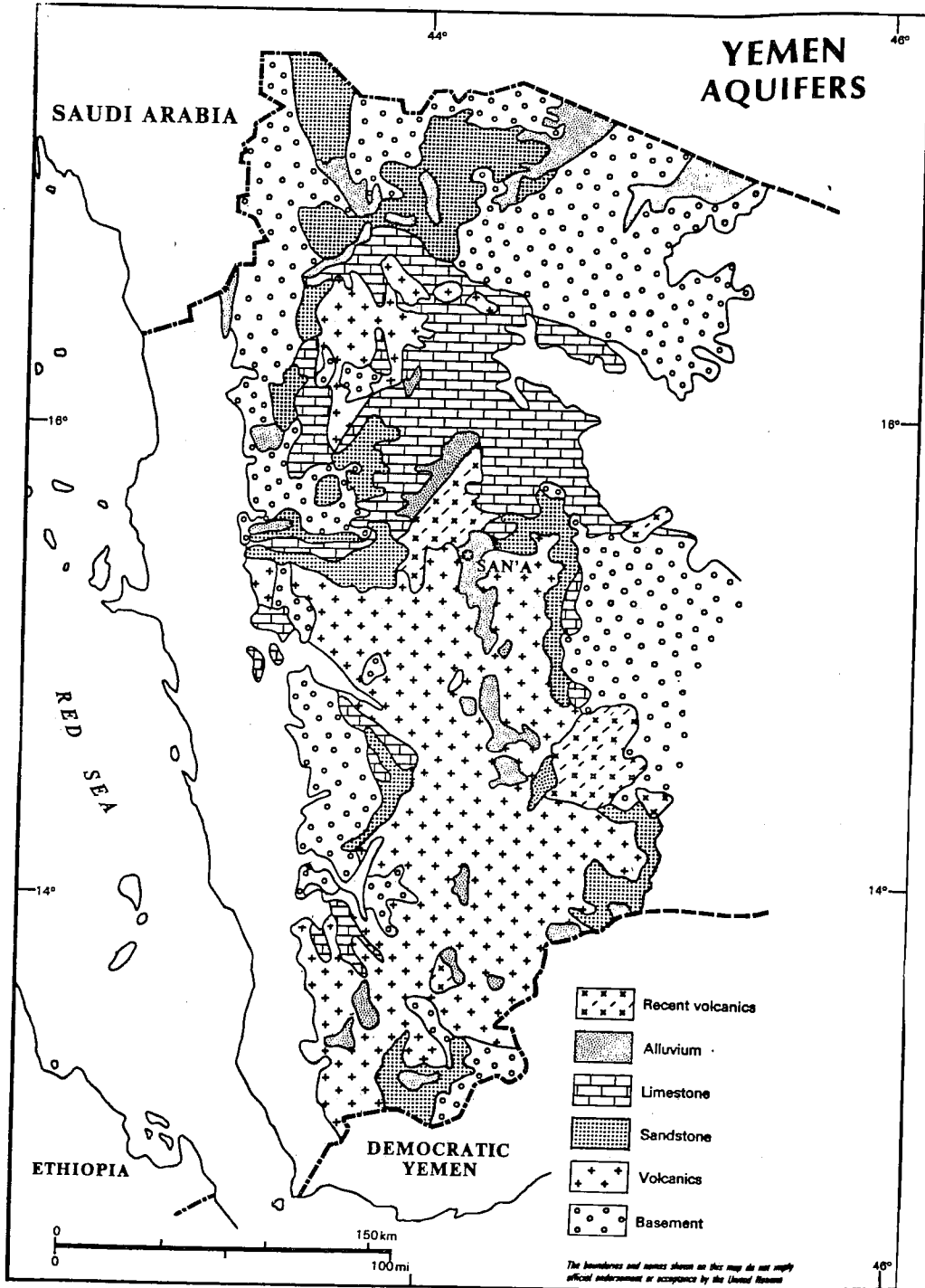
وتختلف خصائص الطبقة الحاملة للمياه فى هذه المناطق الغرينية باختلاف الأصل الجيولوجى والظروف المناخية والعصر الذى نشأت فيه وكذا ، بطبيعة الحال ، باختلاف الظروف الطبوغرافية للتكويبات .

سهل تهامه الساحلى : ويتكون من مراوح غرينية وسهول فيضية مكونه من حصاء ورمل وطين ، وتصحح التكوينات الصخرية فى اتجاه خط الساحل اكثر نعومة وأحيانا نجد رواسب ملحية تتراصف بينها .

ويمكن أن توجد كثبان الرمال المتحركة موضعيا الا ان ارتفاعها فى الغالب لايجاوز أمتارا قليلة ، كما تنشأ على

خريطة رقم (٢٦)

اليمن : الطبقات الحاملة للمياه .



طول الساحل المسطحات الطينية المكونة من الصلصال والطين والرمل الطينى ، وهى مشبعة بماء الملح ومغطاه بقشرة من الملح .

ويتميز السهل بدرجة نفاذيه جيدة ، ويتم الحصول على ناتج مرتفع من الآبار المحفورة يدويا وأليا . وتعتبر نوعية المياه ممتازة بالقرب من الجبال والوديان الرئيسية الا أنها تتدهور فى الأماكن القريبة من الساحل لتداخل مياه البحر أو وجود بللورات الملح . وفى بعض القرى الواقعة بمحاذاة الساحل يكون من الضرورى ضخ المياه من ٢٠ - ٣٠ كيلومترافى الداخل وذلك لضمان جودة النوعية .

ويتكون الغرين فى هذه السهول الجبلية من الكثير من مكونات صخر اللوس الناعم والطين الغرينى المختلط بكميات مختلفة من حصاء الجاذبية .

وتوجد الدرنات الصخرية الجيرية وطبقات نترات الصوديوم على أعماق قليلة وهى دليل على ارتشاح ضعيل ناتج عن



بخر التساقط ، ويقدر الارتشاح بحوالى ٣ - ٥ فى المائة من سقوط الامطار السنوية ، وتجدد الطبقة الغرينية الحاملة للمياه من خلال الغرين ذاته الذى يقدر الارتشاح منه بنسبة ١ فى المائة فقط .

وتعتبر درجة النفاذيه أقل كثيرا منها فى تهامه ، ولا يمكن الضخ من آبار الحفر اليدوى والجسات الا بكميات معتدلة ويتنوع منسوب المياه فى مختلفا السهول الى حد كبير من مترين تحت السطح بالقرب من ضمار الى اكثر من ٦٠ مترا قرب صنعاء .

ويتنوع أيضا السمك الكلى للغرين ما بين بضعة أمتار الى اكثر من ٤٠٠ متر . وفى هذه المنطقة حيث يتم الانتفاع من آبار الحفر اليدوى بأعداد كبيرة من أجل الرى يجرى حفر الكثير من الجسات ، وبسبب انخفاض حجم التجدد فى أغلب الأماكن ، فان استخراج المياه الجوفية يجرى فعلا وبالتالي ينخفض منسوب المياه الجوفية سنويا . ومن الضرورى تعميق آبار الحفر اليدوى فى صنعاء شهريا ، وقد تم تعميق بعضها الى حوالى ٦٠ مترا .

وتعتبر طبقات الغرين الحاملة للمياه فى السهول الجبلية طبقات سريعة الاستجابة للضخ ويجب اتخاذ احتياطات خاصة

لمنع أخطار الاستخراج .

وتترسب الحصى الغرينية والرمل والطين فى القنوات والسهول الفيضية لتكوينات وادى الجوف على مصاطب نهريـة ضخمة . وتتميز بدرجة نفاذية معقولة . وفى بعض الأماكن يرتفع منسوب المياه الجوفية نوعا ويتراوح بين ١٠ و٢٠ مترا تحت السطح الا أن المياه فى كثير من الحالات تكون ذات نوعية سيئة الأمر الذى يجعلها غير صالحة للشرب ، ومن المرجح أن تتحسن النوعية مع ازدياد العمق ، ويمكن أن توفر الجسات العميقة فى المستقبل مياه الشرب لبعض أجزاء المنطقـة

الصحراء الشرقية : ولا يعرف فيها عمق وتكوينات مـخـور الغرين فيما عدا بعض المناطق المحدودة حول بضع مستوطنات وعادة ماتهب الرمال الريحية المتحركة على السطح .

ولما كان اكثر من نصف السطح الكلى لليمن يتصرف صوب الشرق عن طريق تركيز التصريف فى منطقتين ، كان التجدد فى هاتين المنطقتين يفى بالغرض . ويتبخر الكثير من المياه الموجودة ويخلف وراءه الملح فى التربة السطحية ، وبهذا تتعرض امكانية الزراعة فى المستقبل للخطر . وتشير السدود القديمة فى هذه المناطق الى كثرة تنمية الموارد المائية فى الماضى عنها فى الوقت الحاضر .

صخور العصر الثالث ( أو اليمن ) البركانية :

تتميز الطبقة الحاملة للمياه بتباين خصائصها نظرا لطبيعة الرواسب المركبة فيتعاقب طوح الحمم البركانية مع مختلف الصخور البركانية الفتاتية والتي تتراصف موضعيا مع رواسب نهريّة بحيرية عدسية الشكل وأحجار التربة القديمة البركانية ، ويمثل هذا القسم الاعظم من التكوين الجيولوجي ، وتكون الصخور المتكورة التي تحتوى على الفلسبار والطوف وكذا الطوف المتعدد الألوان بمثابة الطبقات الحابسة للمياه تقريبا من خلال التكوين ، كما أن المناطق الضحلة المتأثرة بالطقس هي التي تكون بمثابة الطبقات الحاملة للمياه . وتوفر طبقات الرماد البركاني والرواسب وأحجار التربة القديمة في بعض الأحيان كميات صغيرة من مياه ذات نوعية جيدة . وتتميز أغلب تدفقات البازلت بدرجة مسامية أصلية عالية وخاصة عند السطح الخارجي ، وعادة ماتكون انكسارات التبريد عمودية ، ولذا كانت الحركات الأفقية للمياه الجوفية محدوده ، كما تكون أغلب تدفقات البازلت مغطاه بسهول حصاء تشبه الهضاب القائمة الجوانب وطين ناعم ، الأمر الذي يؤدي الى انخفاض قدرة الارتشاح والتجدد .

ويمكن حفر الآبار التى يصل إنتاجها الى ٥ لتر فى الثانية فى المناطق التى لاينخفض فيها كثيرا منسوب المياه الجوفيه ، الا ان الحفر فى هذه الصخور شديدة الصلابــــــــــــــــة يعد أمرا صعبا .

ويتجاوز السمك الكلى لصخور اليمن البركانية ٢٠٠٠ متر وهى تكون أغلب المناطق الجبلية فى اليمن . وتؤدى الوديان التى تشبه الممرات العميقة الى انخفاض قاع التصريف، ولهذا غالبا مايكون منسوب المياه الجوفية فى الجبال شديد العمق .

والصخور البركانية الحديثة هى بالدرجة الأولى عبارة عن حواجز صخرية وبازلت سوداء الى حالكة السواد ، وأحيانا يصل سمكها الى بضعة أمتار وتغطيها مخاريط بركانية وحفر بركانية متناثرة وطبقات رقيقة من الطوف والرماد .

ولا تؤدى هذه الصخور البركانية الحديثة دورا مؤثرا كطبقة حاملة للمياه بالنسبة للمياه الجوفيه فى اليمن ويرجع ذلك أساسا الى تواضع اتساعها وطبوغرافيتها وضعف خصائص الطبقة الحاملة للمياه فيها .

وبالنسبة للمجارى الجوفية فى الحجر الجيرى فهى اما قليلة أو غير موجودة تماما فى حجر عمران الجيرى فى العصر

الجوراسى والذى يمثل طبقة حاملة للمياه ضعيفة حتى فى الأماكن الملائمة من الناحية الطبوغرافية مثل الوديان العميقة حيث يمكن الوصول الى منسوب المياه الجوفية على عمق معقول . ويمكن أن تعطى الجسات انتاجا متوسطا فى مناطق الانكسارات الحديثة .

ورغم أن الحفر فى الحجر الجيرى ليس أمرا صعبا ، فإنه لم يوضع فى الاعتبار انتشار عمليات الحفر داخل مناطق الانكسارات الأكثر ملائمة .

تكوينات الحجر الرملى : ويوجد فى اليمن ثلاثة تكوينات مختلفة من الحجر الرملى ويرجع السبب فى ذلك الى تنوع الطبوغرافية والتأثيرات البركانية والتكوين الصخرى ، ومن ثم تختلف احيانا خصائص الطبقة الحاملة للمياه فيها اختلافا كبيرا .

حجر رملى واجد : ويعتبر أقدم هذه التكوينات ( الأردوفيس ) كما أنه واضح المعالم وغالبا ما يتراصف بشكل متقاطع . وتعتبر الصخور المتكورة طبقات جيدة حاملة للمياه . وقد يوجد الكثير من الينابيع الصغيرة قرب اتصالها بقاع الارتكاز والصخور المتحولة ، ويمكن فى حالة الضرورة اعتبار تنمية هذه الينابيع بديلا لحفر الآبار ، وغالبا ما تحدث أبسط الحركات التكتونية انكسارات شديدة بها ، وتؤدى هذه السلسلة الى وجود جسات

يتوقف انتاجها على مدى عمق منسوب المياه الجوفية فحسب  
ويتجاوز سمكها الكلى ٢٠٠ متر .

سلسلة كحلان : ( العصر الجوراسى الأدنى ) وتوجد أسفل  
حجر جبرى عمران ، وتتكون أساسا من حجر غرينى وطفـل  
تتراصف فيما بينهما مع الصخور المتكورة والحجر الرملى  
وتنخفض كثيرا درجة النفاذية الرئيسية ، لذا ، تضعف  
فيها خصائص الطبقة الحاملة للمياه ، ويمكن أن تعطى  
الجسات انتاجا معقولا فى المناطق التى تتركز فيها  
الانكسارات ، وذلك اذا لم يكن منسوب المياه على عمق  
كبير . ويبلغ سمكها الكلى حوالى ٣٠٠ متر .

حجر رملى الطويلة ( وسلسلة مدج - زير ) ويرجعان الى العصر  
الثالث وهما أفضل طبقة حاملة للمياه من الحجر الرملى  
فى اليمن . ويتراوح انتاج الطبقة الحاملة للمياه فى  
الأماكن المتأثرة بالعوامل الجوية والشديدة الانكسارات بين  
٢٠ و ٣٠ لترا فى الثانية من الجسة الواحدة ، ويتوقف  
امداد مياه الشرب فى المستقبل ، وبصفة خاصة ، بالنسبة  
للمناطق المحيطة بالعاصمة صنعاء على طبقة حجر رملى  
الطويلة الحاملة للمياه . ويتراوح سمكها الكلى ما بين ٢٠٠ و  
٢٥٠ مترا ، ويوجد حجر رملى الطويلة فوق حجر جبرى عمران

والذى يكون فى بعض الأحيان طبقات غير منفذة - وتنشأ  
الينابيع بالقرب من موضع الاتصال بين هذين التكوينيْن  
الجيولوجيَيْن .

صخور القاع : يوجد فى اليمن الكثير من مكونات صخر  
القاع تتميز الى حد ما بخصائص هيدروليكية مماثلة  
وتنخفض كثيرا معدلات الارتشاح بسبب الانعدام شبه الكامل  
لنسبة المسام المؤثرة ، وتسفر شدة الماء السطحى الجارى  
عن حدوث التعرية بدرجة كبيرة فضلا عن بعض التراكم الغرينى  
فى الوديان ، ويتم استخراج المياه الجوفية عن طريق  
حفر الآبار ، ويمكن أن تقوم السدود الصغيرة ( حتى اذا كانت  
تحت الأرض ) بتخزين المياه - بالنسبة للصخر غير المنفذ  
فى وديان منحدره معينة . وغالبا ما يغطى تكوينات ما قبل  
العصر الكابرى فى الصحراء الشرقية غطاء غرينى ضخم .

#### تنمية المياه الجوفية

---

تعتبر طبقة الغرين الحامله للمياه اكثر الطبقات  
تنمية فى اليمن ويجرى الحصول على المياه بصفة أساسية  
عن طريق آبار الحفر اليدوى . وفى السهول الجبلية لا تتوفر  
آبار الحفر الآلى الا لصنعاء والمناطق المحيطة بها ، وفى  
تهامه ، تم حفر عدد من الآبار يصل انتاجها الى ٥٠ لترا

فى الثانية وهى مخصصة بصفة أساسية لأغراض الرى . أما أغلب الآبار التى تم حفرها فى السهول الجبلية فلا يتجاوز إنتاجها ١٠ - ١٥ لتراً فى الثانية ، وقد تعطى الصخور البركانية إنتاجاً يتراوح بين ١ و ٢ لتراً فى الثانية . أما الحجر الرملى فيمكن أن يعطى إنتاجاً كبيراً إذا ما وصل الحفر فيه الى عمق ٢٠٠ متر ، أما بالنسبة للحجر الجيرى فى اليمن فلم يعط حتى الآن إنتاجاً جيداً ، وقد يرجع السبب الرئيسى فى ذلك الى افتقاره الى المجارى الجوفية بسبب الظروف المناخية .

والجهات التى تتولى ، بصفة أساسية ، تنفيذ عمليات حفر آبار المياه هى :-

أ - الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية وتعتبر أهم الجهات التى تساهم فى عمليات التنقيب والاستغلال والحفر ، وتقدم ادارة اعداد المياه الريفية معدات عبارة عن سبعة أجهزة انجرسول راند ، الا ان نقص قطع الغيار يؤدى الى تعويق عمليات الحفر .

ب - الشركات البريطانية والدانمركية واليابانية ، وتقوم بتشغل مايقرب من ١٢ جهازاً يدور أغلبها على محاور .

ج - شركتان يمينيتان خاصتان ، وتقومان بتنفيذ عمليات الحفر - باستخدام أجهزة الحفر بالدق .



د - الجيش اليمنى ، ويقوم بتشغيل أجهزة لأغراض مشروعات الرى أشنان منها من أجهزة الحفر بالدق .

هـ - وزارة الزراعة ، وتقدم جهازين لأغراض عمليات مشروعات الرى .

وقد شملت عمليات الحفر العديد من مشروعات التنمية حسب أولويتها ، الا أن اكتساب الخبرة الشاملة فيما يتعلق بخصائص الطبقة الحاملة للمياه لم يتحقق بعد ، ومن ثم تتم عمليات الحفر فى أغلب الأحوال بشكل جزافى باعتبار الحل الوحيد ، الأمر الذى تتعرض معه هذه العمليات لمغبة الفشل .

ولا تزال عمليات التنقيب عن المياه الجوفية محدودة حتى الآن بالنسبة لمنطقتين كانتا موضوعا لمشروعات معينة وعلى سبيل المثال ، تقوم الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية بتنفيذ بحث مكثف فى منطقة عمران - جرين على بعد ٤٥ كيلومترا جنوب صنعاء باستخدام جسات استكشافية فحسب، كما تقوم شركة بريطانية بإجراء أبحاث فى المناطق المحيطة بمنطقة معبر باستخدام معدات الكهرباء الأرضية وتبدو النتائج

مباشرة . ويجرى تنفيذ المشروع الهولندى الخاص بامداد المياه الريفية فى منطقة روضة عن طريق المسح بالكهرباء الأرضية أيضا فى العديد من الأماكن ، وتبدو النتائج مشجعة . ويتركز مشروعا المسح فى الرواسب الغرينية ، وفى أماكن أخرى . ولا يمكن تحديد الموقع الأمثل للحفر الا عن طريق جيولوجيا السطح والتصوير من الجو ،

ويعتبر تداخل المياه الملحية فى المنطقة الساحلية مشكلة كبيرة الا أن السبب فى سوء نوعية المياه الجوفية انما يرجع غالبا الى وجود رواسب ملحية فى الغرين .

ويمثل الافراط فى ضخ المياه الجوفية مشكلة كبرى فى جميع انحاء اليمن وخاصة بالنسبة لحقول الآبار التى تمتد المناطق الحضرية الكبرى مثل صنعاء ومعبر وضمار حيث يلاحظ بمرور الزمن انخفاض مضطرد فى منسوب المياه من ٥٢٠ متر ( حد أدنى ) الى ٣٧٥ متر فى السنة فى صنعاء بمتوسط ١٨٠ متر تقريبا .

وتقوم الحكومة بتنفيذ عدد محدود من مشروعات تنمية الموارد المائية الكبرى ، وبصفة خاصة ، بالنسبة لامداد

المياه الى المناطق الحضرية الكبرى .

وفى عام ١٩٧٢ ، قامت منظمة الصحة العالمية ، من خلال برنامج الأمم المتحدة الانمائى ، باجراء تحسينات ودراسة جدوى - ثبتت فعاليتها - كانت تحتاجها شبكة امداد المياه الى صنعاء وقد تم حفر أربع آبار منتجة وبحلول عام ١٩٨٥ ستكون شبكة امداد المياه الى الحديدة قادرة على امداد ٧٠ فى المائة من السكان بالمياه ، وستكلف الشبكة ٣١ مليون دولار . أما شبكة امداد المياه الى تعز فقد بدأت عام ١٩٦٢ ، وتوفر من ٤٠٠٠ - ٦٤٠٠ متر مكعب يوميا لأغراض الاستخدام المنزلى .

ويجرى البدء فى مشروعات امداد المياه الى المدن الأخرى مثل ضمار وروضه وصعدة ، ويمكن تقسيم هذه المشروعات الى ثلاث مجموعات :-

أ - مشروعات امداد المياه الريفية التى توجه نحو تزويد القرى ذات الاحتياجات العاجلة بمياه الشرب عن طريق امداد مناسب من مصادر المياه السطحية أو الجوفية ، وتشمل هذه المشروعات مشروع روضة ، كما تقوم ادارة امداد المياه الريفية وكذا بعض برامج المعونة بتزويد القرى والمؤسسات بشبكات امداد المياه .

ب- مشروعات امداد مياه المناطق الحضرية مثل مشروعات امداد صنعاء والحديدة وتعز والتي لاتزال فى طور الانشاء أو التى يجرى ادخال تحسينات عليها .

ج - مشروعات الرى التى لاتزال تحت الدراسة فى الوقت الحالى وهى مشروعات وادى سردود ووادى رماه ووادى ماور ووادى زبيد ووادى الجوف ، والمشروع الأخير هو الوحيد الذى لم يزل فى طور الاعداد .

ولا تزال غالبية المناطق التى تبشر بانتاجية محل دراسة ، وعلى أية حال ، يمكن - بعد اجراء الابحاث التفصيلية - بحث مناطق أخرى باعتبارها صالحة لتنمية المياه الجوفية بها .

ولما كانت السياحة يمكن أن تصبح أحد عناصر الاقتصاد القومى الهامة ، كما أن الأخطار التى تهدد الصحة تعتبر فى الوقت الحالى أخطارا جسيمة وذلك لعدم صلاحية ظروف امداد المياه ، لذا ، كان من الواجب أن يكون استكشاف المياه الجوفية وحمايتها من التلوث أول خطوة تتخذ فى هذا الصدد .

وقد أنشئ حديثا بنك معلومات عن نوعية المياه الجوفية يتبع ادارة امداد المياه الريفية . وبصفة عامة تتميز المياه الجوفية فى اليمن بنوعية جيدة وذلك رغم هجر آبار بعض الأماكن لما تتميز به مياهها من رائحة كريهة وطعم غير مستساغ . وغالبا ما يرجع ذلك الى وجود كبريتيد الهيدروجين بها .

وفضلا عن ذلك ، يوجد بالقرب من الأحواض التى تملئ من مياه الآبار وآبار الحفر اليدوى ظروف بيئية غير مرضية فى أغلب الأحوال ، لذا ، كانت هذه المياه السطحية غير الجارية ملوثة تقريبا ، وينبغى توعية السكان بالنواحي المتعلقة بالصحة وبما يحمله الماء من مسببات لمعظم الأمراض التى تصيبهم ، فحتى يومنا هذا يقوم السكان بضخ المياه النظيفة داخل أحواض ملوثة . ولا يعد القيام بحفر جسات عميقة للحصول على مياه مأمونة للشرب املاحا لهذا الوضع ، ولكن الحل الأوحد والممكن هو انشاء مايسمى " بالشبكات المغلقة "

وبصفة عامة تتضح ضرورة حفر اكبر عدد ممكن من الآبار الا أنه ينبغى اجراء مسح شامل واتخاذ الترتيبات

الخاصة للتكلفة المطلوبة ان انه لايتسنى للقرى الصغيرة أن تتحمل تكلفة ولو حتى جسة واحدة متوسطة العمق. ففي عام ١٩٧٨ ، كانت أسعار تكلفة الوحدة الواحدة تتراوح بين ٥٠٠٠٠ و ١٠٠٠٠٠ دولار أمريكى .

وقد تم اقرار الخطة الخمسية الوطنية التى تشمل مشروعات امداد مياه الشرب الى المناطق الريفية والحضرية وفى القطاع الريفى ، ينبغى أن يتحقق الهدف بسهولة ألا وهو تزويد ١٥ قرية بالجسات فضلا عن تزويد ٤٠ قرية أخرى بالتصميم الكامل لشبكة امداد المياه السطحية أو اصلاح الشبكة الموجودة سنويا .

وبطبيعة الحال ، توفر المياه من خلال التكوينات السطحية مثل الاحواض التى تملأ بمياه الأمطار ومستجمعات الأمطار الا أن نوعيتها محل شك على الدوام . وينبغى توجيه الاهتمام لحفر اكبر عدد ممكن من الجسات، ومن المحتمل أن تنخفض أسعار تكلفة الجسة كلما ازدادت برامج الحفر .

ولعل اتباع نظام المركزية فى أنشطة الحفر من خلال - الهيئة الوطنية للمياه الجوفية - يفيد فى تسهيل مهمة

التخطيط للمستقبل والرقابة ، وينبغي سن القوانين الخاصة باستخراج المياه لحماية موارد المياه الضئيلة ، كما ينبغي عمل الموازنات الهيدروليكية حتى يمكن تقدير إمكانات الاستكشاف ودراسة مستقبل تنمية المياه فى اليمن ولما كانت المياه الجوفية ستقوم بدور غاية فى الأهمية بالنسبة لمستقبل اليمن ، كان من الضروري تناول هذا الأمر بالعناية الواجبة .

ويختلف سعر المياه الجوفية اختلافا كبيرا من فصل إلى آخر ومن مكان إلى آخر ، فمثلا غالبا ما يتراوح سعر مياه البلدية فى صنعاء من ٢ - ٤ ريال ( من ١ إلى ١ سنت أمريكى ) للمتر المكعب . أما شراء المياه من عربات الجر ، فيمكن أن يصل فى بعض الأحيان إلى عشرة أمثال سعر المياه أثناء فصول الجفاف فى القرى ذات الموقع السيء حيث يصل السعر تقريبا إلى ٣٠٠ ريال ( ٧٥ دولار ) للمتر المكعب . وقد أقيمت معظم القرى فوق قمم التلال لدواعى الأمن ، الأمر الذى أدى إلى صعوبة إمدادها بالمياه ، وتحتاج القرى التى يقل تعداد سكانها عن ٥٠٠ فرد إلى شبكات إمداد مياه تصل تكلفتها فى بعض الأحيان إلى ٥٠٠.٠٠٠ ريال ( ٢٠.٠٠٠ دولار )

وتعتبر آبار الحفر اليدوى ( يتراوح قطرها من ٢ - ٤مترًا ويتنوع عمقها ويصل الى ٤٠مترًا) فى الوقت الحالى المورد الرئيسى للمياه للاحتياجات اليومية لمعظم الشعب اليمنى فضلا عن الأحواض التى تعتمد على مياه الأمطار والينابيع الصغيرة ، ونظرا لسوء استخدام هذه الموارد المائىة غير الكافية ، فانها تتلوث تلوثا كبيرا . وسوف يؤدي امداد المياه النقية الى تقليل الأمراض التى تنقل عن طريق المياه بدرجة كبيرة ، وهذه الأمراض هى السبب الرئيسى وراء ارتفاع نسبة وفيات الأطفال وانخفاض متوسط الأعمار .

وتتعرض أغلب موارد المياه المستخدمة لتقلب موسمى شديد ، وفى الكثير من الأماكن تستنفذ تماما موارد المياه فى نهاية فصل الجفاف ، الأمر الذى يعنى حمل المياه لمسافات تصل أحيانا الى ١٠ كيلومترات وتقوم النساء باحضار المياه وغالبا مايستغرق هذا العمل يوما كاملا لذا ، كان امداد القرى بكميات كافية وليست متواضعة من مياه الشرب النقية الدائمة أمرا اساسيا من أجل التنمية الاجتماعية والاقتصادية فى هذا البلد . ولما كان تحسين تكنولوجيات امداد المياه الحالية لن يؤدي الا الى زيادة كمية المياه الملوثة ، كان حفر الآبار رغم ارتفاع التكلفة هو الحل الوحيد لضمان الحصول على مياه الشرب المأمونة .



وفى عام ١٩٧٨ تم حفر الكثير من الآبار فى اليمن بأعماق تصل الى ٢٥٠ مترا حسب الظروف الطبوغرافية والجيولوجية . ولا يمثل الحصول على مياه جوفيه ذات نوعية جيدة من الآبار العميقة أية صعوبة بشرط اتخاذ التدابير اللازمة لمنع تلوثها من المياه السطحية، وعلى أية حال يمكن أن يؤدى تداخل مياه البحر فى المناطق الساحلية الى خلق صعوبات اذا لم يتم تنفيذ عمليات امداد المياه بالعناية الواجبة .

وادراكا من حكومة اليمن لأهمية تنمية الموارد المائية فقد أعطتها أولوية متقدمة فى الخطة الخمسية الى جانب النقل والمواصلات والتعليم والزراعة . وتم تخصيص نسبة ٧ فى المائة من ميزانية التنمية الكلية لقطاع امداد المياه . ويجرى وضع كثير من الخطط لمشروعات امداد المياه و امداد مياه الشرب للمدن الكبرى ومشروعات الرى فى السهل الساحلى فى الأراضى المرتفعة . وعلى أية حال فليست هناك معلومات شاملة عن موارد المياه فى جميع

أنحاء البلد لتيسر مهمة التخطيط السليم  
والتنسيق بين مشروعات تنمية المياه .

مراجع مختارة

- Ballaeu, W. P. Observation and evaluation at Sana'a well field. American Institute of Professional Geologists. 1976.
- Benfield, A.C. Notes on the hydrogeology of the Montane Plains, Yemen Arab Republic. Montane Plains and Wadi Rima Project. London, Institute of Geological Sciences, 1975.
- Botes, G. Rapport définitif sur les études géo-hydrologiques faites en Yemen. Bucharest, Universala, 1912. Includes two topographical maps.
- Brief investigation of the surface-water hydrology of the Yemen Arab Republic. United States Geological Survey, open-file report 77-150. Reston, Virginia, 1977.
- Geukens, F. Geology of the Arabian Peninsula, Yemen. United States Geological Survey. Professional Paper 560-B, 1955. Includes 17 figures and one table.
- Grolier, M. J. and others. Data from geologic investigations in the Yemen Arab Republic. 1976. Includes nine preliminary maps made from LANDSAT images.
- Geophysical surveys to assist hydrogeological investigations in the Yemen Arab Republic. London, Institute of Geological Sciences, 1977.
- Initial Development Prospects, vols. I and II. Montane Plains and Wadi Rima Project, Yemen Arab Republic. Ministry of Overseas Development of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, Land Resources Division. 1976.
- Italconsult. Land and water surveys on the Wadi Jizan: hydrological report II. Prepared for UNDP/FAO. Rome, 1964.
- \_\_\_\_\_. Sana'a basin ground water studies: water supply for Sana'a and Hodeidah. Prepared for UNDP/WHO (YEM 70-507, WHO Yemen 3202). Rome, 1973.

مراجع مختارة (تابع)

Rathjens, C. Exploration au Yemen. Journal asiatique, vol. 215, No. 1, 1929.

\_\_\_\_\_. Zum Klima von Mittel-und Sud-Arabien. Annalen der Hydrography und maritimen Meteorology, vol. 63, No. 9, 1935. Includes tables and figures.

\_\_\_\_\_. Beobachtungen in Yemen. Geologische Rundschau, vol. 33, 1942.

Robbins, N. S. Results of groundwater drilling. Montane Plains and Wadi Rima Project. London, Institute of Geological Sciences, 1976.

Ruiz, Adelmo. Efforts of the United States Agency for International Development to supply water to the people of Yemen. American Water Works Association Journal, vol. 58, No. 10, 1966.

Statistical Yearbook, 1974-1975. Central Planning Organisation, Statistics Department, Yemen Arab Republic.

Statistical Yearbook, 1976. Central Planning Organisation, Statistics Department, Yemen Arab Republic.

Tesco-Viziterv-Vituki. Survey of the agricultural potential of the Wadi Zabid, Yemen Arab Republic. Technical Report No. 10. Budapest, 1972.

Tipton and Kalmbach Inc. Wadi Zabid groundwater potential: Tihama Development Authority, Yemen Arab Republic. 1956.

اليمن الديمقراطية

المساحة : ٢٨٧ ٦٨٣ كيلو مترا مربعا

عدد السكان : ١ ٦٣٣ ٠٠٠

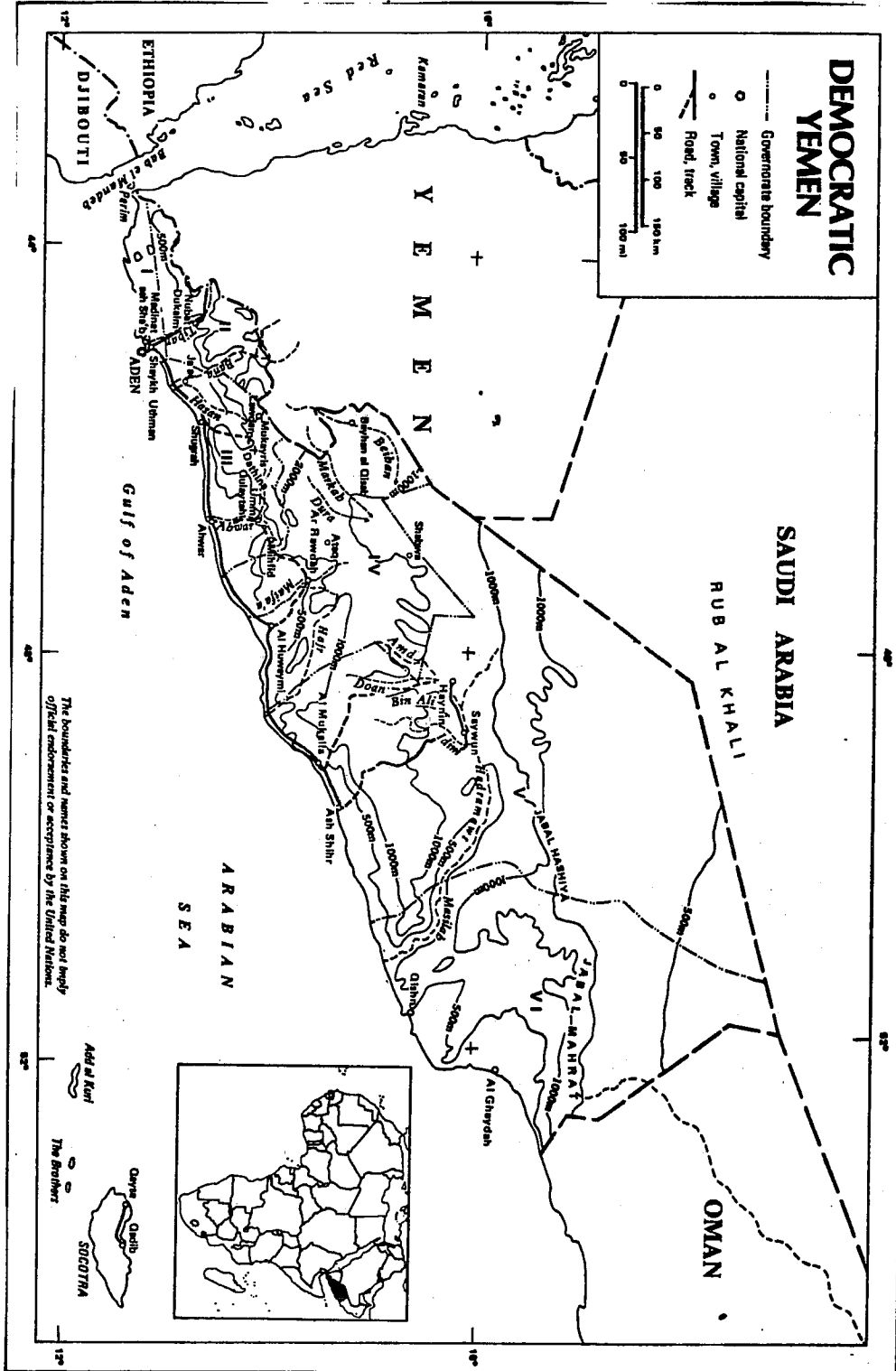
عام

تحتل اليمن الديمقراطية الجزء الجنوبي من شبه الجزيرة العربية وتتكون تضاريسها الرئيسية من سهل ساحلى ضيق يتركز فيه معظم السكان وسلسلة جبال موازية للساحل ، وهضبة صحراوية واسعة فى الداخل تتخللها وديان حضر موت .

وأكثر المناطق ازدحاما بالسكان هى المناطق الساحلية ووادى حضر موت . ودلتا الوديان الساحلية هى أراض صالحة للزراعة ، وتستقبل مياه السيول من مناطق التجمع فى الداخل ، وتتحول معظم هذه المياه الى الحقول قبل أن تصل الى البحر ، وتسمى هذه الوديان : طبيبان وبننا ، وحسن ، والأهوار ، وميفعة ، وحجر ( انظر الخريطة رقم ٢٧ ) وتوجد فى الداخل عدة مناطق زراعية تعتمد كليا أو جزئيا على المياه الجوفية ، وأهم هذه المناطق هى وادى حضر موت ووادى بيجسان ونصاب والوديان المحيطة به ، والوديان المحيطة بمنطقة الأودر ودثينة ويتفاوت ارتفاع هذه الأراض بين ٦٥٠ متر و ١٢٠٠ مترا .

وأعلى القمم الجبلية هى لابو ( ٣٧٠٠ متر ) ومخيرة ( ٢٦٠٠ متر ) ومعظم التلال جرداء أو تنمو الاشجار الصغيرة حول سفوحها .

خريطة رقم (٢٧)  
اليمن الديمقراطية



وفى أقصى الشمال والشمال الشرقى تمتد الصحراء عبر الربيع الخالى والحدود السعودية حيث يوجد البدو فقط . ولاتتجاوز المساحة المزروعة ١ فى المائة من المنطقة كلها .

### المنـاخ

قد يصل المعدل السنوى لسقوط الامطار الى ٦٠٠ مم فى المرتفعات التى يزيد ارتفاعها عن ٢٠٠٠ متر ( وعلى سبيل المثال ، يبلغ المعدل فى تعز الى ٦١٠ مم ، وفى ملاقا ٥١٥ مم ) . وفى المرتفعات التى تصل الى مابين ١٥٠٠ و ١٨٠٠ متر ( الضالع ومخيره ) يبلغ معدل سقوط الامطار مابين ١٨٠ و ٢٢٠ مم . ويقل نصيب المناطق الساحلية من الامطار عن ٥٠ مم . وموسم الامطار هو فترة الرياح الموسمية فى الصيف ( نيسان/ابريل وآيار / أغسطس ) . وتسقط الامطار لفترات قصيرة لاتتجاوز ساعتين الى أربع ساعات ، وتسقط معظمها بعد الظهر وأثناء الشتاء تستمر الامطار لفترات أطول ولكنها ليست غزيرة .

وتتفاوت درجات الحرارة أيضا حسب الارتفاع . وفى المناطق الساحلية تتراوح مابين ٢٠ و ٤٥ درجة مئوية ؛ وفى الداخل حول مخيره ولابو ، قد تنخفض الى ٣ درجات مئوية . وقد تصل الفروق بين درجات الحرارة فى الليل والنهار الى مابين ٢٠ و ٣٠ درجة مئوية .

ويبلغ معدل البخر المحتمل حوالى ٤ أمتار . وقد أخذت جميع القياسات باستخدام مبخر بتمان . وكان الحد الأدنى ٢٤٠٠ مم فى محطة القود عام ١٩٦٥ . وسجلت أعلى الدرجات خلال الفترة من نيسان / ابريل الى تموز / يولية .

ولاتوجد فى اليمن الديمقراطية أنهار مستديمة . فأحواض الأنهار الجافة فى الوديان تحمل مياه السيول القصيرة ( التى تستمر من ساعتين الى أربع ساعات ) فى اتجاه البحر أو الصحراء خلال مواسم الامطار . وتوجد فى وادى حضرموت أطول وأوسع منطقة تجمع للمياه ذات تفرعات متصلة بوديان فرعية أخرى مثل مسيلة وبيحان وماركه . وتعتبر وديان طيبان وبنا والاهوار وميفعة وحجر ذات أهمية كبيرة أيضا نظرا لامكانياتها الزراعية كما توضح الأرقام التالية :

الوادي	منطقة تجمع المياه ( كم ٢ )	السيول (مليون م٣ سنويا)
طيبان	٣٥٠٠	٦٠ - ١٤٠
بنا	١٠٠٠٠	١٦٠ - ٣٦٠
الاهوار	٦٠٠٠	٧٥
ميفعه	٥٥٠٠	٣٠
حجر	٩٣٠٠	٢٨٠
حضرموت	١١٤٠٠٠	١٤٤

وهناك وديان أخرى أقل أهمية تتدفق فى الداخل - ويقع بعضها فى منطقة تجمع المياه بوادى حضرموت ، مثل بيحان ، ودورا وعبدان وهنام وماركه وكوره والجوف ، وأمر ، وادم ودوان وبن على . ويصل معدل تصريف هذه الوديان الى حوالى ٣٠ مليون متر مكعب سنويا - باستثناء وادى بيحان ( حوالى ٥٠ مليون متر مكعب سنويا ) ، ووادى دورا /عبدان ( حوالى ٣٠ مليون متر مكعب سنويا ) . أما الوديان الواقعة بين مديه والوادر فيصل تصريفها حوالى ٣٠ مليون متر

مكعب ولها تفريعات مع وادى الأهوار .

### الخصائص الجيولوجية

تتمثل الملامح التركيبية الرئيسية فى الطية المقعرة بمنطقة  
حضر موت . والطيات المحدبة الشمالية والجنوبية على الجانبين  
الموازين للبحر الأحمر وخليج عدن . وهناك بعض صخور الغرانيت  
المعزولة أو صخور اللافا الشديدة الانحدار ، تمتد مباشرة على  
شاطئ البحر ، ومعظمها على الجوانب الشرقية .

وتتميز المنطقة كلها جنوب شبه الجزيرة العربية بشبكات  
من الصدوع التى تتفاوت فى العمق والاتجاه والعمر .

ويرتبط تاريخ التكوينات الجيولوجية فى المنطقة غرب وشمال  
عدن بحركات تشكيل الصخور على امتداد الاخدود الاثيوبى كما يرتبط  
بتكوين البحر الاحمر .

والطبقات الجيولوجية الرئيسية هى كما يلى :

#### طبقات ما قبل العصر الكامبرى :

وهى تكوينات شبه الجزيرة العربية من الدرغ الذى يرجع الى  
ما قبل العصر الكامبرى ، وتظهر فى بعض المناطق شمال شرق عدن  
وفى شمال غرب البلد ، والمناطق الواقعة شمال عتق حتى بيحسان  
والحدود . وتشمل أساسا صخور الغرانيت والجنيس ، والميتاشيست



والكوارتز والكالسيت .

تكوينات العصر الجورى : مجموعة عمران :

وتظهر هذه التكوينات على شكل نتوءات فى المناطق الشمالية المعروفة باسم جيار وشغراب والأهوار . وتوجد بعض مظاهرها فى منطقة عياد وغرب حجر ( سيفال ) . وتظهر بعض التراكمات الجبلية الملحية التى يرجع تاريخها الى العصر الجورى فى منطقة شابوا .

تكوينات العصر الطباشيرى : مجموعة طويلة :

ويمكن تتبع هذه النتوءات فى المناطق الغربية المتطرفة حول جبل هواب ( شمال رأس العرب ) وحول مسيمر . وتظهر أجزاء أخرى حول منطقة كرش شمال غرب الأهوار ، وعلى امتداد الوديان الرئيسية فى ميفعة وبيحان وماركه وعبدان وهمام وحضر موت وروافدها . ويعتقد أن انفجارا بركانيا بدأ خلال العصر الطباشيرى واستمر حتى أواخر العصر المايوسينى أو العصر الحديث .

تكوينات العصر البلايوسينى والعصر الأيوسينى :

تظهر رقع صغيرة وسط صخور الغرانيت والجنيس والصخور التحولية وحول منطقتى محفد وعتق . وتطل التلال التى ترجع الى العصر البلايوسينى على الاحجار الرملية التى ترجع الى العصر الطباشيرى حول وادى حضر موت وبعض الوديان الشمالية . وهناك تكوينات ترجع الى العصر الأيوسينى الأوسط وتغطى كثيرا من المناطق فى المحافظة السادسة ( جبل محرت وحبشية ) .

تكوينات العصر الرابع :

وتشمل الرواسب التي تملأ الوديان والدلتا حيث يتركز معظم النشاط الزراعي وتستخرج المياه الجوفية من الطبقات الحاملة للمياه والتي ترجع الى العصر الرابع وهذه الطبقات ذات سمك يختلف حسب الموقع . وتضم صخور الجلاميد والحصى الهش والحصاء والرمل والصلصال أو الصخور المتكورة .

موارد المياه الجوفية

تعتبر المياه الجوفية بصفة عامة في اليمن الديمقراطية كما هي الحال في معظم المناطق الجافة وشبه الجافة والشديدة الجفاف المصدر الوحيد للمياه اللازمة للاستعمالات المنزلية والزراعية والاستعمالات الأخرى . وجرت العادة أن تعتمد الزراعة على الامطار الموسمية ، ومعظمها أمطار كثيفة تسقط لفترات قصيرة في الصيف . وتسقط الامطار في مناطق التجمع ( وهي المرتفعات الداخلية في أغلب الأحوال ) ، وتتدفق في صورة سيول عبر الوديان والأراضي المنخفضة وتصل الى البحر في نهاية المطاف . وتتسرب كمية محدودة من مياه هذه السيول الى الطبقات الحاملة للمياه تحت السطح ، وهذا يتوقف على الظروف الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية والنباتية ، مثل زيادة انحدار الأرض نحو البحر أو الصحراء . ووجود مرتفعات محدودة أو صماء تنحدر منها مياه السيول الى البحر قبل اتاحة فرصة كافية لتسربها الى الطبقات الحاملة للمياه تحت السطح وفي بعض الحالات

تكون الطبقات الحاملة للمياه ذاتها غير قابلة لاستقبال مزيد من المياه .

ولزيادة تجميع المياه ، أقيمت سدود تحويل عبر الوديان وقد اقترح بناء سدود فوق السطح وتحت السطح ، واتخاذ تدابير لتعميق الوديان المحلية من أجل زيادة المساحات التي تروى بالوسائل السطحية ودون السطحية وتتخذ الآن اجراءات جادة لانشاء مجلس يختص بتدبير المياه يتكون من الوزارات المعنية . وهناك وزارتان تختصان بحفر الآبار هما وزارة الزراعة ( ادارة الري ) ووزارة الادارة المحلية . ويتعين على أية شركة ترغب فى حفر آبار أن تتعاقد مع قسم الحفر بادارة الري .

ويقوم الاهالى فى جميع انحاء البلد بحفر الآبار للاستعمالات المنزليه والزراعية على السواء . وهناك مساحات قليلة تروى بواسطة الآبار المحفورة . ويتراوح الحد الاقصى للتصريف من ٣ الى ٤ لتر / ثانية مرتين الى ثلاث مرات يوميا ، وتستمر من ساعة الى ثلاث ساعات .

ولتنفذ مثل هذه الآبار المحفورة أكثر من ٢ - ٣ أمتار فى الطبقة الحاملة للمياه . وقد تجف بسرعة اذا استعملت المضخات وقد يحتاج الامر الى الانتظار بعض الوقت قبل أن يصل مستوى المياه الى وضعه السابق . ولهذا كانت سياسة الحكومة ، منذ الخططة الثلاثية عام ١٩٧٠ ، تقضى بحفر الآبار بواسطة الحفارات الحديثة ونتيجة لهذا أصبح هناك ٢٥٠٠٠ هكتار من الأرض تروى بواسطة

المياه الجوفية ، ويمكن اتخاذ تدابير في اطار الخطة الخمسية  
القادمة لمضاعفة هذا الرقم .

وبينما يجرى حفر آبار استكشافية ، الا أنه تم جمع قليل  
من البيانات الدقيقة . ويرد في الجدول رقم ٢٨ موجز لبعض هذه  
النتائج .

جدول رقم ٢٨ - اليمن الديمقراطية  
موجز لخصائص الطبقات الحاملة للمياه

العصر الجيولوجي	الموقع الجغرافي	عمق البئر	الانتاج (ل / ثانية / م)	التوصيلية الانتقالية (م / يوم)	البارامترات الهيدروجيولوجية التخزين (م <sup>٢</sup> / يوم)
الرابع الحديث	(أ) بير أحمد	٨٣٨	٠٠٠	٠٠٠	١٢٠٠
الرابع الحديث	(أ) خيوش	٧٦	٩	٠٠٠	١١٠٠-٩٠٠
الرابع	(أ) لحج	٦١	٨٥	٠٠٠	١٣٠٠
الرابع	مزرعة الانتفاضة (ب)	٤٥	٦	٣٥	٦٤٠
الرابع	مزرعة مليشيا (ب)	٥٠	٠٠٠	٧٠	١٧٠٠
الرابع	مزرعة مايو (ب)	٦٠	٢٩	٢٢٩	٥٦٠٠
الرابع	دلتا أبيان	٦٠-٤٠	٢٠-٤	١٨٠-٣٥	١٨٦٠-٦٢٠
رواسب الرابع	دلتا الاهوار	٥٠-٤٠	١٠-٢	٠٠٠	٩٠٠
رواسب الرابع	ميفعة	٨٠-٥٥	١٢-٦	٠٠٠	١٠٠٠
رواسب الرابع	معدن	٦٥-٤٥	٧	٠٠٠	١٨٠٠
رواسب الرابع	الأودر	٦٥-٤٠	٨-٤	٠٠٠	١٢٠٠
رواسب الرابع	مديعة	٧٠-٥٠	٦	٠٠٠	١٠٠٠
الرابع مع وجود قاع من العصر قبل الكامبري	نصاب	٦٠-٤٥	٨-٥	٠٠٠	١٠٠٠
الرابع مع وجود قاع من العصر قبل الكامبري	بيحان	٦٠-٤٠	٨-٦	٠٠٠	٩٠٠-٧٠٠

تابع جدول رقم ٢٨

العصر الجيولوجي	الموقع الجغرافي	عمق الانتاج البئر (ل/ثانية/م)	البارامترات الهيدروجيولوجية التوصيلية الانتقالية معامل التخزين (م/يوم) (م <sup>٢</sup> /يوم)
الرابع مع أحجار رملية طباشيرية	بعلال (ج)	٢٩٥-١٨٦	٤٦-٢٥
الرابع مع أحجار رملية طباشيرية	بور (ج)	١١٦-١٣٠	٤٦-٢٥
الرابع	غيمته (ج)	٢٠٠-١٤٥	٤٦-٢٥

ملاحظة : في التقديرات السالفة أخذت معظم الأرقام من الآبار المحفورة حسب توافر

البيانات .

( أ ) أرقام جمعت لوادي طيبان .

( ب ) أرقام جمعت لوادي بنبا .

( ج ) أرقام جمعت لوادي حضر موت .

## نوعية المياه

تعتبر نوعية المياه في اليمن الديمقراطية ملائمة بصفة عامة ولكنها متغيرة من حيث الملوحة والرقم الأيروجيني ( ق يد ) . ويتراوح الرقم الأيروجيني من ٧٥ الى ٨٢ ( ويمكن أن يصل في حالات قليلة الى أكثر من ٩ ) .

ويقدر متوسط المواد المذابة في مياه الشرب بمنطقة  
وادي طيبان كما يلي :

ص بو مغ كا كل كبا ٤ ك ٣أ ك يدأ ٣ مجموع ق يد  
المواد  
المذابة

٢١٠ ١٦٦٥ ٥٦٩٠ ٥٨٥٠ ٢٧٥ ٣٣٠ ٣٨٤٠ ٣٢٢ ١٢٣٢ ٨٥

وتحدث ظروف مماثلة في وادي بنا ووادي حسن ووادي الاهوار .

وفي الداخل ، وفي اراضى الهضبة تبدو نوعية المياه أفضل منها في المناطق الساحلية باستثناء وادي حضرموت ، حيث تختلف النوعية من كافة الوجوه . فعلى طول ضفتى الوادى من الجانبين ، تحتوى المياه على نسبة من الملح أقل منها في الجزء الأوسط ، سواء كان التغلغل عن طريق المواد الرسوبية التى ترجع الى العصر الرابع أو عن طريق الاحجار الرملية الطباشيرية الأكثر عمقا . وعلى طول الضفتين تتراوح نسبة الملح بين ٠٦ و ١٢٢ غرام / لتر ، ولكنها قد تزداد الى ٣ غرام / لتر ويمكن أن تصل في منتصف الوادى الى ١٠ غرام / لتر

أو أكثر ، ومظمها من المواد الرسوبية فى العصر الرابع ، وفى هذه الحالة لايمكن الانتفاع بالمياه فى أى غرض من الأغراض .

### تقييم موارد المياه الجوفية

أقيمت محطات لقياس المياه على الوديان الرئيسية . وبدأ أخيراً تدريب الأفراد التقنيين فى ادارة الرى على الأرصاد الجوية والعلوم المائية والجيولوجيا المائية ، وكذلك على الأنشطة المتصلة بتدبير المياه واستصلاح الاراضى . وبلغت كمية مياه السيول فى وادى طيبان ٦٠ مليون متر مكعب سنوياً فى عامى ١٩٧٢ و ١٩٧٣ . وبلغ استخراج المياه الجوفية حوالى ٣٥ مليون متر مكعب سنوياً لأغراض الرى ، و ٢٢ مليون متر مكعب سنوياً لأغراض الشرب . وكان استمرار هبوط منسوب المياه بمعدل ١٠ سم شهرياً ، وارتفاع نسبة الاملاح وتوغل مياه البحر عند أعلى الدلتا حافزاً لاتخاذ القرار النهائى بالكف عن حفر الآبار فى منطقة الدلتا .

وقد حفرت الآبار فى وادى طيبان بعمق يتراوح بين ٥٠ و ٩٥ متراً ويقطر يتراوح ما بين ١٠ الى ١٥ بوصة . فضلاً عن هذا كان من المقرر حفر آبار يصل عمقها الى ٣٠٠ متر ، واختبار البارامترات الهيدروجيولوجية للطبقات السفلى الحاملة للمياه .

ووضعت أيضاً تقديرات لعمليات تصريف وانسياب المياه فى وادى بنا وكذلك فى وديان أخرى بما فى ذلك وادى حضر موت ، ولكن لم يتيسر الحصول على بيانات واقعية . ولكن بدأ من الممكن التوسع فى المساحة الحالية التى تروى بالمياه الجوفية بمقدار ٥٠٠٠ هكتار



والاستعاضة عن الآبار الحالية المحفورة بآبار أنبوبية دون الحاق آثار ضارة بالطبقات الحاملة للمياه .

وسوف تجرى دراسات مفصلة عن التطور المرتقب فى وادى حزموت وعند التقاء وادى حزموت بوادى مصيلح ، وفى اتجاه المصب ، يمكن مشاهدة المياه السطحية وهى تتدفق على امتداد مساحات فى وادى مصيلح بمعدلات تصريف متغيرة ولكنها مستديمة تصل الى ١٠ متر مكعب فى الثانية لتصل الى البحر . ويمكن أن يصل طول الواديين الى أكثر من ٤٠٠ كيلو متر . والمشاكل التى يحتمل أن تظهر فى المستقبل ربما تتعلق بالمناطق غير المأهولة على طول وادى مصيلح .

#### تنمية المياه الجوفية

---

وكانت هناك قبل عام ١٩٦٨ بعض الحفارات التى تمتلكها مشاريع الحفر المحلية ، الى جانب تلك الحفارات التى يمتلكها قسم الحفر بإدارة الري . ولكن منذ عام ١٩٧٠ ، أصبحت أعمال الحفر فى جميع أنحاء البلد تتم بواسطة وزارة الزراعة ( إدارة الري ) ، وهناك بعض الحفارات التى تمتلكها وزارة الإدارة المحلية . ويوجد حوالى ٤٠ حفارا فى هذا البلد ، تمتلك إدارة الري أكثر من ٢٠ حفارا منها وهى على النحو التالى :

- ( أ ) حفارات دوارة : سيد ستار كاهرنغ ٢  
فيلنغ - ١٢٥٠ ١  
الاتحاد السوفياتى ١٠

- ( ب ) حفارات رناغطة : رستون بيسيروس ( ٢٢ لفة ) ٤  
رستون بيسيروس ( ٦٠ لفة ) ٢  
واندو - ٨٠٠ ٣  
الاتحاد السوفياتى ١

والحفارات الدوارة المصنوعة فى الاتحاد السوفياتى فى حالة جيدة . ومن بين أحدث الحفارات التى وصلت الى هذا البلد حفار من نوع " سيكلون - ٣٩ " تلقتة وزارة الادارة المحلية من الأمم المتحدة ضمن أحد برامج المساعدة الخاصة بالتنمية الريفية . وتواجه كلتا الوزارتين مشاكل تتعلق بقطع الغيار والمعدات التكميلية ونقص الأفراد المؤهلين فى جميع المجالات ، بما فى ذلك عمليات الاستقصاء الجيوفيزيقي ، والصيانة والتمويل والادارة .

وفى عام ١٩٧٧ بلغ مجموع الأعماق التى تم حفرها ١٥٠٠٠ متر وقد لا يبدو هذا الرقم كبيرا ، ولكن الى جانب الصعوبات التى سبق ذكرها ، تعتبر ظروف الحفر والنقل صعبة تماما .

ويتعين تدريب الحفارين على استعمال الحفارات ، ولاسيما عند استخدام الحفارات الدوارة . ولم تظهر أية مشاكل خطيرة فيما يتعلق

بالحفارات الضاغطة ، نظرا لأن الحفارين يمكنهم استخدام هذه الحفارات بطريقة مرضية .

وكانت المناطق الريفية ، حتى عهد قريب ، تعتمد على الآبار المحفورة لسد الاحتياجات المنزلية والزراعية على السواء . وهناك على سبيل المثال ١٨٠٠ بئر محفورة فى وادى حضر موت وجده . وحتى عام ١٩٧٠ تم حفر ١٠٠ بئر . وكان معظمها فى وادى طيبان ، وغرضها الرئيسى امداد عدن بالمياه . أما بقية الآبار فقد حفرت فى دلتا أبيان وبيحان وميفعة دنصاب .

واعتبارا من ١٩٧٠ حتى نهاية ١٩٧٦ تم حفر ٦٥٠ بئرا للأغراض البلدية والزراعية ، وكانت أعماقها تتراوح ما بين ٦٠ و ٧٠ مترا وأقطارها ما بين ١٠ و ١٧ بوصة .

ويدخل امداد البلديات بالمياه ضمن اختصاص ادارة شركات المياه التى أنشئت عام ١٩٧٠ وتتبع وزارة الحكم المحلى . وقبل ذلك التاريخ كانت الوزارة مسؤولة عن امداد عدن وحدها بالمياه .

وتستهلك عدن فى الوقت الحاضر حوالى ٢٢ مليون متر مكعب سنويا فى الأغراض البلدية والصناعية . وفى المناطق الريفية والصحراوية ( الواحات ) تقوم وزارة الحكم المحلى بحفر الآبار لتشجيع البدو على الاستقرار مع حيواناتهم . ولكن الطبقات الحاملة للمياه فى تلك المناطق ليست ذات إنتاجية عالية ، كما أن تصريف الآبار التى يصل عمقها الى ١٥٠ مترا لا يتجاوز ٣ لترات فى الثانية .

ووضعت ادارة الري بوزارة الزراعة خطة لحفر ٧٥ بئرا كل عام وري ٦٠٠ هكتار من الأراضى البكر . وتقوم فرق بلغارية باجراء دراسات عن المياه الجوفية تتناول الانتفاع بموارد المياه الجوفية فى المناطق الواقعة بين الودر ومدية ، وتستخدم هذه الفرق حفاراتها الخاصة . وتقوم فرق للحفر من اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية بحفر آبار فى وادى حضرموت ، واستصلاح الأراضى البكر باستخدام المياه الجوفية فى الري .

وهناك اعتراف بأن معدل تجدد موارد الطبقات الحاملة للمياه أقل من معدل التصريف . وقد لوحظ انخفاض منسوب المياه ، وتوغل مياه البحر فى بعض الآبار ( التى تحد عدن ) ، ولهذا لايتجه التفكير الى زيادة معدل استخراج المياه .

وقد اتخذت بعض التدابير للسماح بتجدد موارد الطبقات الحاملة للمياه ، منها بناء سدود التحويل عبر الوديان ، ويجرى التفكير الآن فى بناء قناطر تحت السطح لهذا الغرض ، وتعديل الوديان للسماح بفتحات تدفق أطول .

وينبغى التفكير فى عمليات التجدد الاصطناعى للموارد عن طريق حقن الطبقات الساحلية الحاملة للمياه ، اذا كان توغل مياه البحر يهدد مياه الشرب فى بير ناصر .

### الخلاصة

سوف تزداد تنمية المياه الجوفية لمواجهة الطلب المتزايد  
على المياه اللازمة لجميع الأغراض .

وقد بدأ تنفيذ برنامج للتنمية الريفية من أجل توطين البدو  
في الحالات التي تم فيها اكتشاف آبار لتوفير المياه اللازمة للأغراض  
المنزلية وري محاصيل الأعلاف والمحاصيل الأخرى . وقد تحقق خلال  
السنوات القليلة الماضية الهدف من حفر عدد كاف من الآبار لـرى  
٦٠٠ هكتار سنويا على الأقل .

وبمساعدة فرق من بلغاريا واتحاد الجمهوريات الاشتراكية  
السوفياتية يجرى الكشف عن المياه الجوفية في مناطق الاودر ومدينة  
وغربي حضر موت .

وتتفاوت تكلفة المياه في اليمن الديمقراطية تفاوتاً كبيراً  
وهذا يتوقف أساساً على ظروف الحفر، وموقع مناطق الحفر . وقد تتراوح  
هذه التكلفة من ٠.٢ دولار الى ١٠.٠ دولار للمتر المكعب . وقد ترتفع  
الى أكثر من ذلك في بعض الحالات . وتصل التكلفة الى أدنى مستوى  
في وادي بنا ، يليه وادي طيبان ثم وادي حضر موت . والطبقة الحاملة  
للمياه في وادي بنا هي أسهل الطبقات من حيث امكانية اختراقها  
فمنسوب المياه ثابت عند عمق ١٥ متراً ، ويعتبر هذا المنسوب ضحلاً  
نسبياً ، أما منسوب المياه المتحرك فيتراوح بين ١٥ و ٢٠ متراً

وقد تصل القدرة النوعية الى ٢٠ لتر / ثانية / متر من السحب  
السفلى .

وتتكلف المياه البلدية من وادى طيبان مايزيد قليلا عن  
٠.٣ دولار للمتر المكعب عند البئر ، وتباع للمنازل بسعر ٢٥ فلسا  
لكل مائة غالون ( ٠.١٦ دولار للمتر المكعب ) .

مراجع مختارة

Dar Al-Handasah Engineers and Architects, Shair and Partners. Countrywide Socio-Economic Study. Vols. 1-9. Beirut, 1974.

Hydrogeological studies for Wadi Hadramawt covering 900 km<sup>2</sup> and drilling 20 tube wells. Mission undertaken by the Union of Soviet Socialist Republics. Unpublished report. Aden, 1975.

Italconsult/United Nations Development Programme (Special Fund) Contract No. DP/PDY/71/508-LAGL. Soil and Water Utilization and Conservation in Wadi Tiba Watershed Area. Rome, 1975.

Tesco-Viziterv-Vituki. Survey of the Agricultural Potential of Wadi Zabid - Hydrology and Hydrogeology. Budapest, 1971.

Ubaid, M. Investigation on Groundwater Balance in Southern Arabia. Thesis. Budapest, 1973

United Nations Report to the Government of the People's Democratic Republic of Yemen (75/R 40). Groundwater Resources of the North Eastern Area. Aden, 1976. (Prepared by Mr. Wilson Iskander.)

المرفق

مشاريع المياه الجوفية في شرق البحر المتوسط  
وغربي آسيا والتي يبرعها برنامج الأمم المتحدة  
الانمساكي

نسبة المياه الجوفية في المشروع	نسبة أو معظمه	المسدة	الرمز / الوكالة	البلد والمشروع
نسبة كبيرة ( ٥٠-٣٠ ) في المائة من المشرووع				
X		١٩٦٩ - ١٩٦٣	الامم المتحدة	مسح الموارد المعدنيه وموارد المياه الجوفيه
	X	١٩٧٤ - ١٩٦٦	منظمة الاغذية والزراعة	مسوحات وبيانات عملية وتخطيط استعمال المياه الجوفية
X		١٩٧٤ - ١٩٧١	منظمة الاغذية والزراعة	دراسة جدوى للتنمية الرى في منطقة مورخو - تيليزيسا
X		١٩٨٠ - ١٩٧٦	منظمة الاغذية والزراعة	مشروع بافوس



x

١٩٧٩ - ١٩٧١

منظمة الاغذية  
والزراعة .

اليمين الديمقراطية :  
التربة والرى وتخزين  
المياه فى منطقة  
التجمع بوادى طوبان

x

١٩٨٠ - ١٩٧٢

الامم المتحدة  
الشمالية

تنمية المناطق  
الشمالية  
( حفص موت )

١٩٧٨ - ١٩٧٢

منظمة الاغذية  
والزراعة .

مهم :  
مشروع نموذجى  
لاستعمال المبيدات  
الجوفية ، الوادى  
الجديد والمحمراء  
الغربية

١٩٨٢ - ١٩٧٧

البنك الدولي

- خطة رئيسية لتنمية

موارد المياه •

ايسمران :

١٩٦٨ - ١٩٦٣

الأمم المتحدة

- معهد المسح

الجيولوجي •

١٩٧٨ - ١٩٧٤

الأمم المتحدة

- تنسيق تنمية المياه

الجوفية •

١٩٧٩ - ١٩٧٨

الأمم المتحدة

- تنمية المياه

العراق :

١٩٧٣ - ١٩٧١

منظمة الصحة

- برنامج امداد الريف

العالمية •

بالمياه - المرحلة

الاولى •

x	1979 - 1974	منظمة الصحة العالمية .	- برنامج امداد الريف بالمياه - المرحلة الثانية .
			اسرائيل :
x	1975 - 1970	منظمة الأغذية والزراعة .	- المجمعات الساحلية التجريبية للمياه الجوفية .
x	1979 - 1972	منظمة الأغذية والزراعة	- دراسة تخزين المياه الجوفية .

الأردن :

- X 1974 - 1971 الأمم المتحدة مسح المياه الجوفية  
في منطقة الأزرق .
- X 1970 - 1965 منظمة الأغذية والزراعة  
الرملي الحاملة  
للمياه في شرق الأردن .
- X 1976 - 1971 منظمة الأغذية والزراعة  
المياه الجوفية في شرق الأردن .
- X 1978 - 1975 منظمة الأغذية والزراعة  
الري بالمياه الجوفية في شرق الأردن

المراجع :

- مسح المياه الجوفية  
الأمم المتحدة 1969 - 1973 x
- خبير في المياه الجوفية  
والمواضع المتعلّقة بها .  
الأمم المتحدة 1970 - 1974 x
- التنمية المائية  
والزراعية في شمال  
لبنان .  
منظمة الأغذية والزراعة  
1972 - 1978 x
- رى حوز زغرنا  
والزراعة .  
منظمة الأغذية والزراعة  
1973 - 1978 x
- التنمية المائية  
والزراعية في وسط  
المقاع .  
منظمة الأغذية والزراعة  
1974 - 1977 x

			عم
			_____ :
x	١٩٧٨ - ١٩٧٤	منظمة الأوغندية والزراعة •	مركز الموارد المائي
x	١٩٧٨ - ١٩٧٤	منظمة الأوغندية والزراعة •	إدارة التربة والمياه
x	١٩٧٦ - ١٩٧١	منظمة الأوغندية والزراعة •	مسوح الموارد المائي الزراعية
x	١٩٧٨ - ١٩٧٤	منظمة الأوغندية والزراعة •	التخطيط المتكامل لاستخدام الأراضي والمياه •

المملكة العربية السعودية :

x

١٩٦٤ - ١٩٦١

منظمة الأغذية

- مسح الأراضي والمياه فسن

والزراعة .

وادي حيزان .

x

١٩٨١ - ١٩٦٦

منظمة الأغذية

- تنمية الري في وادي

والزراعة .

حيزان .

الجمهورية العربية السورية :

x

١٩٦٤ - ١٩٥٩

منظمة الأغذية

- مسح موارد المياه الجوفية

والزراعة .

في الجزيرة .

تركيبا :

- تعزيز امكانيات المياه الجوفية في .

المرحلة الأولى

1977 - 1975

الأمم المتحدة

المرحلة الثانية

1980 - 1977

الأمم المتحدة

- مساعدات الاستعممال

1979 - 1975

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

البنطائر المشعة فنس

العلوم الماقية .

- تدريب ودعم لموظفين

1980 - 1977

الأمم المتحدة



الامارات العربية المتحدة :

- x 1982 - 1973 منظمة الأغذية  
والزراعة •  
- ادارة الموارد المائية  
للأغراض الزراعية •

اليمن :

- x 1976 - 1971 منظمة الصحة  
العالمية •  
- امداد صنعاء والحديدة  
بالمياه •  
x 1980 - 1974 منظمة الصحة  
العالمية •  
- امداد الريف بالمياه •

الموارد المائية

قائمة مطبوعات الأمم المتحدة

Efficiency and Distributional Equity in the Use and Treatment of Water: Guidelines for Pricing and Regulations  
Natural Resources/Water Series No. 8

English. Sales No. 80.II.A.11

A Review of the United Nations Ground-water Exploration and Development Programme in the Developing Countries, 1962-1977  
Natural Resources/Water Series No. 7

English, French, Spanish. Sales No. 79.II.A.4

Report of the United Nations Water Conference, Mar Del Plata, 14-25 March 1977

English. Sales No. 77.II.A.12

River Basin Development: Policies and Planning (vols. I and II)  
Natural Resources/Water Series No. 6

English. Sales No. 77.II.A.4

Guidelines for Flood Loss Prevention and Management in Developing Countries  
Natural Resources/Water Series No. 5

English. Sales No. 76.II.A.7

Ground Water in the Western Hemisphere  
Natural Resources/Water Series No. 4

English. Sales No. 76.II.A.5

The Demand for Water: Procedures and Methodologies for Projecting Water Demands in the Context of Regional and National Planning  
Natural Resources/Water Series No. 3

English. Sales No. 76.II.A.1

Management of International Water Resources: Institutional and Legal Aspects  
Natural Resources/Water Series No. 1

English, French, Spanish. Sales No. 75.II.A.2

Ground-water Storage and Artificial Recharge  
Natural Resources/Water Series No. 2

English. Sales No. 74.II.A.11

Second United Nations Desalination Plant Operation Survey: A Technical and Economic Analysis of the Performance of Desalination Plants in Operation

English, French, Spanish. Sales No. 73.II.A.10

Abstraction and Use of Water: A Comparison of Legal Régimes

English, French, Spanish. Sales No. 72.II.A.10

Integrated River Basin Development

English, French, Spanish. Sales No. 70.II.A.4

Water Resources Planning: Experiences in a National and Regional Context

English. Reference No. TCD/SEM.80/1