موارد الميـــاه الجوفية فى الاردن

الدكتور حسن عبد القادر صالح *

مقـــدمة :

يرجـع تاريخ استغلال المياه الجوفية فى الأردن الى العصر الرومانى كما يستدل من بقايا السراديب والفجارات المنتشرة فى كثير من المناطق ، كفجارة الحميمة وسراديبها الطويلة فى وادى عربة ، وفجارة معان التى لا تزال تستغل لأغراض الرى ، وسراديب صويلح التى اكتشفها علماء الآثار الى الجنوب من المدنية • وترتبط نشأة كثير من المـدن والقرى الأردنية بوجـود الينابيع التى ساعدت على انتشار الزراعة المروية فى المنطقة شبه الجافة • كمـا ان انتشار الينابيع كان عامـلا هاما فى توزيع المستوطنات الشركسية والشيشانية الاولى ، حيث تركز هؤلاء المهاجرون حول ينابيع وادى السير وناعور وصويلح وجرش والسخنة •

وتساهم المياه الجوفية بتزويد معظم المـدن والقرى بمياه الشرب ، بالاضافة الى استعمالها لأغراض الصناعة والرى • وتزداد أهميتها فى المناطق الجافة وشبه الجافة حيث تكاد تنعدم مصادر المياه السطحية • ونظرا لاتساع المساحات التى تقل فيها مقادير الامطار السنوية فقد اصبح من المعتذر على الزراعة أن تتواجد فى تلك المناطق الواسعة دون الاعتماد على مصادر المياه الجوفية • لذا فان أى توسع افقى فى المساحات الزراعية بالاردن يعتمد بالدرجة الأولى على التوسع فى استعمال المياه الجوفية • كما أن ايجاد زراعة مروية كثيفة داخل بعض الواحات الصحراوية كالأزرق والجفر والضليل ، يعتمـد الى حد كبير على استغلال المياه الجوفية المناسبة • وتساهم المياه الجوفية كعامل رئيسى فى تنفيذ مشاريع توطين البدو فى البادية الأردنية ، اذ لا يكتب لأى مشروع منها النجاح دون ضمان توافر الآبار التى تستعمل لأغراض الرى والشرب •

---

* الاستاذ بقسم الجغرافيا بالجامعة الاردنية .

ونظرا لما تحتله المياه الجوفية من مكانة هامة فى حياة الاردن الاقتصادية والاجتماعية ، فقد جاءت هذه الدراسة لتضع تقييما لوضع المصادر المائية الجوفية • ففى مجال المياه الجوفية كمصـــدر طبيعى لابد أن نستعرض الخصائص الهيدرولوجية التى تلقى لنا الضوء على وضع الحقول المائية وما تحتوية من كميات مخزونة فى باطن الأرض • ثم ينطلق البحث قدما ليعالج كلا من مياه الآبار والينابيع فيما يتعلق بتصريفها واستعمالاتها ونوعيتها • وينتهى العرض التحليلى بالتركيز على مشكلات المياه الجوفية ، وكيفية المحافظة على هذه الثروة الطبيعية ، بحسن التصرف بهـا ، والاستعمال السليم لها ، بالكمية المناسبة ، وفى الوقت المناسب •

الخصائص الهيدرولوجية

تحدد الخصائص الهيـــدرولوجية عادة بالظروف المناخيـــة والنباتية وبالبناء الجيولوجى واشكال الأرض • ولا شك أن الدورة الهيدرولوجية هى انتقال الماء من المحيطات الى اليابسة وعودته الى المحيطات والبحار بعد مروره فى أوساط مختلفة ، وتشمل المراحل التالية : ــ

(ا) تبخر الماء من المسطحات المائية ثم تكاثفه وتساقطه على شكل أمطار وثلوج • • الخ •

(ب) يتم توزيع الامطار الساقطة على الشكل التالى : ــ

١ ــ يملأ قسم من المياه المنخفضات على سطح الأرض ، وهذه تشكل مخزون المنخفضات •

٢ ــ تحتفظ التربة بقسم من المياه ، وهذا يسمى رطوبة التربة •

٣ ــ يسيل قسم من المياه على سطح الأرض ، ويشكل الميـــاه الجـــارية •

٤ ــ يتسرب جزء من المياه خلال التربة ليغذى المياه الجوفية •

(جـ) يسيل الماء تحت الأرض (المياه الجوفية) فى الطبقات الارتوازية وغير الارتوازية ثم يجد طريقة الى سطح الأرض فيشـــكل الينابيع التى تكون أنهارا تؤدى الى البحار فى النهاية •

جـدول (١) الموازنات المائية للمناطق الرئيسية فى الأردن (بملايين الأمتار المكعبة) •

المنطقـــة	المساحة بالكم٢	الأمطار	التبخر	الجريان كفيضانات	تغذية المياه الجوفية
المرتفعات الشمالية	٥٦٠٠	٢٠٠٠	١٦٠٠	١٥٠	٢٥٠
المرتفعات الجنوبية	٤٥٠٠	٧٣٠	٥٥٠	٦٠	١٢٠
وادى الأردن	٤٠٠٠	٣٢٠	٣١٠	٥	٥
الصحراء	٧٨٨٠٠	٣٢٠٠	٩٤٠	٢٦	—

المصدر : المهندس ابراهيم عطور وجون بايك ، الموارد المائية فى الاردن المؤتمر الهندسى العربى العاشر (١٩٦٦) ، ص ١٨ •

يتبين من الجدول ان منطقة المرتفعات الشمالية تتمتع بأفضـل موازنة مائية فى الأردن ، ولذا فان خزاناتها الجوفية تحظى بنصيب الأسـد من التغذية المائية المباشرة • وعلى النقيض من ذلك ، نجد أن المنطقة الصحراوية تعانى أسوأ موازنة فى البلاد ، وهى أفقر المناطق تغـذية مائية مباشرة • وسنعرض للظروف المناخية والبناء الجيولوجى بالدراسة والتحليل كأهم عاملين محددين للخصائص الهيدرولوجية •

الظروف المناخيـة :

تؤثر الظروف المناخية على المياه الجوفية تأثيرا ملموسا • ولا شك أن الأمطار أهم عنصر مناخى لأنها تغذى المياه الجوفية • وكلما كانت فاعلية الأمطـار كبيرة استفادت الخزانات الجوفية من التغذية المائية المتجددة • وتدل دراسة التوازن المائى فى الاردن على أن المرتفعات الشمالية الغربية هى أفضل المناطق ذات الفائض المائى ، فى حين أن الأجـزاء الجنوبية من وادى الاردن والأجزاء الصحراوية تعانى من أسوأ عجز مائى فى معظم شهور السنة • وفى السنوات المطيرة تزيد كمية الأمطار عن كمية البخر فى غالبية الشـهور المطيرة ، فيرتفع مخزون التربة من الرطوبة ، وتتسرب كميـات مناسبة من المياه الى باطن الأرض لتغذية المياه الجوفية • وعلى العكس من ذلك نجد أن كمية المياه المتسربة الى الخزانات الجوفية تقل كثيرا فى

السنوات الجافة بسبب قلة كميات الأمطار وكثرة كميات البخر فى معظم شهور السنة • ويمكن أن نعبر عن الكمية المتسربة التى تضاف سنويا الى الخزانات الجوفية بالمعادلة التالية (١) :

التسرب = التساقط ـ (التبخر + الجريان) •

ويستفيد الاردن من سقوط معظم أمطاره فى فصل الشتاء حيث تقل كميات البخر الى أدنى حد لها • غير أن طبيعة الأمطار ، التى تسقط فى كثير من الأوقات بكميات كبيرة وبشكل منهمر خلال فترة قصيرة، تجعل من العسير على التربة أن تستوعب هذه الكميات الكبيرة من المياه خلال مدة محدودة الأمر الذى يعرقل تسرب المياه الى الخزانات الجوفية ، ويجعلها تنصرف على شكل سيول فيضانية متجهة الى الأودية النهرية والبحار • وبالرغم من ذلك فان الأمطار تشكل مصدراً رئيسياً مباشراً لتغذية الطبقات المائية ولا سيما تلك التى تسقط على المناطق ذات الصخور الرملية• •

ولما كانت الأمطار متذبذبة فى سقوطها فمعنى ذلك أن تغذية الطبقات المائية غير منتظمة • فتارة تهطل غالبية الأمطار السنوية خلال عاصفة أو عاصفتين ماطرتين تحدث أثناء أيام معدودة ولا سيما فى المنطقة الصحراوية• وعلى سبيل المثال ، اجتاحت منطقة حوض وادى اليتم العلوى ، التى تشتمل على صخور رملية ، عاصفتان ماطرتان خلال فصل شتاء ١٩٦٥/٦٦ • دقد حدثت العاصفة الأولى فى شهر أكتوبر ١٩٦٥ حيث قدر مجموع هطول الأمطار على مساحة ١٥٠٠ كم٢ بحوالى ٢٧ مليون م٣ ، وقدرت كمية المياه المتسربة الى الطبقات المائية حوالى ٦ ملايين م٣ ، أى ما يعادل ٢٢٪ من كمية الأمطار • وحدثت العاصفة الماطرة الثانية خلال شهر مارس ١٩٦٦ حيث قدرت كمية الأمطار بحوالى ٣٥ مليون م٣ ، وتسرب الى الطبقات المائية حوالى ١٣ مليون م٣ ، أى ٣٧٪ من كمية الأمطار • وهكذا فان

---

(١) سلطة المصادر الطبيعية ، تطور قياسات المياه السطحية ومواردها المائية . نشرة قسم الدراسات المائية ١٩٧١ . ص ١٩ .

ما مجموعه ١٩ مليون م٣ من المياه تسرب الى الطبقات المائية المنتجة فى ذلك الحوض كتغذية مباشرة خلال فصل شتاء واحد (١) .

ولا يختلف توزيع الأمطار الساقطة على الاردن من الناحية الزمنية فحسب ، بل يتفاوت هذا التوزيع من الناحية المكانية أيضا . فالجهات الشمالية والغربية أكثر أمطارا من الجهات الجنوبية والشرقية ، والمناطق المرتفعة أكثر أمطارا من المناطق الغورية ، والسفوح المواجهة للرياح المطيرة أكثر أمطارا من المنحدرات الواقعة فى ظل المطر . ومن المفيد أن نحلل معدل كمية الأمطار الى مجموعة من الفئات لمعرفة المساحة التى تغطيها كل فئة ، ونصيب كل مساحة من مجموع الأمطار (شكل ١) .

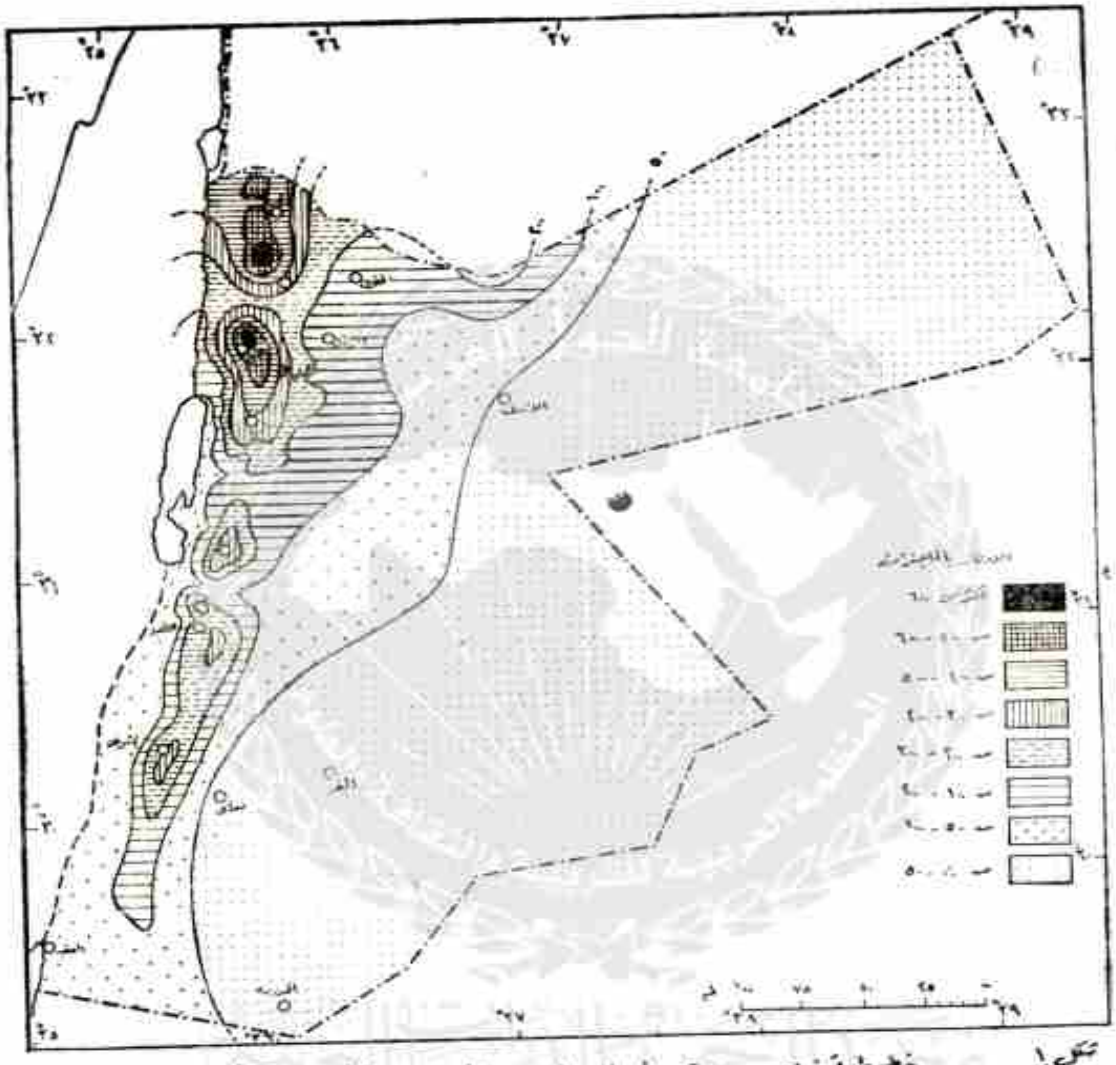
جدول (٢) معدل كميات الأمطار والمساحة التى تغطيها كل كمية

فئة الأمطار (بالملمتر)	المساحة المغطاة (بالألف كم٢)	كمية الأمطار (بالمليون م٣)	النسبة المئوية للمساحة ٪	النسبة المئوية لكمية الأمطار ٪
أقل من ٥٠	٥٩.٢	١٤٨٣.٢	٦٤.١	٢١.٦
٥٠ — ٩٩	١٣.٨	١٠٣٨.٨	١٥	١٥.١
١٠٠ — ١٤٩	٧.٣	٩١١.٦	٨	١٣.٢
١٥٠ — ١٩٩	٤.١	٧١٧.٩	٤.٤	١٠.٤
٢٠٠ — ٢٤٩	٢.١	٤٨٢.٦	٣.٣	٧
٢٥٠ — ٢٩٩	١.٨	٤٩٥.٨	٢	٢
٣٠٠ — ٣٩٩	١.٧	٦٢٥.٨	١.٩	٩.١
٤٠٠ — ٤٩٩	١.٢	٥٦٣.٩	١.٣	٨.٢
٥٠٠ — ٥٩٩	٠.٧	٤٢٧.١	٠.٨	٦.٢
٦٠٠ فما فوق	٠.٢	١٣٧.٨	٠.٢	٢
المجموع	٩٢.١	٦٨٨٤.٧	١٠٠	١٠٠

المصدر : سلطة المصادر الطبيعية ، الدراسات المائية فى الاردن . عمان (١٩٧٤) .

(١) اسامة المدلل ، المياه الجوفية فى الصخور الرملية فى الأردن . اتحاد المهندسين العرب ، القدس (١٩٦٦) ، ص ٨ — ٩ .

يتضح من الجدول أن ما يقل قليلا عن ثلثى مساحة الأردن يتلقى من الأمطار أقل من ٥٠ ملم سنويا ، أى أكثر من خمس مجموع كمية الأمطار .



شكل ١ خطوط توزيع معدلات المطر السنوية للفترة ١٩٣٨ - ١٩٦٧

وفى الطرف الآخر نجد أن ١٪ من مساحة البلاد يتلقى من الأمطار أكثر من ٥٠٠ ملم سنويا ، أى حوالى ٨٪ من مجموع كمية الأمطار الساقطة على الأردن . ويمكن أن نقسم الأمطار الى الفئات الرئيسية التالية :

١ — أمطار قليلة ، وهى التى يقل مجموعها السنوى عن ٢٠٠ ملم . ويصيب هذا النوع من الأمطار ٩١٫٥٪ من مساحة البلاد . وتتلقى هذه المساحة الكبيرة ٦٠٪ من مجموع كمية الأمطار .

٢ ــ أمطار متوسطة ، وهى التى يتراوح مجموعها السنوى ما بين ٢٠٠ ملم و٤٠٠ ملم • وتغطى هذه الأمطار ما نسبته ٦٪ من مساحة الأردن ، كما أن تشتمل على ٣٣٪ من مجموع كمية الأمطار •

٣ ــ أمطار كثيرة ، وهى التى يزيد مجموعها السنوى عن ٤٠٠ ملم • وتمثل حوالى ٢٪ من مساحة البلاد ، وما يقرب من ١٦٪ من مجموع كمية الأمطار الساقطة على الاردن •

والجدير بالملاحظة أن نسبة ضئيلة من معدل مجموع الأمطار السنوية يتسرب الى باطن الأرض لتغذية الخزانات الجوفية • اذ يقدر ما يتسرب الى باطن الأرض بنحو ١٠٪ من مجموع الأمطار أو ٦٨٨٫٥ مليون م٣ • ويضيع القسم الأكبر من الأمطار بفعل البخر والسيول حيث يقدر ما يفقد بواسطة التبخر ٥١٦٣٫٥ مليون م٣ ، أو حوالى ٧٥٪ من مجموع الأمطار ، كما يقدر ما يضيع من جراء السيول بما يقرب من ١٠٣٣ مليون م٣ ، أى نحو ١٥٪ من مجموع الأمطار •

البناء الجيولوجى :ــ

هناك مجموعات من التكوينات النارية والرسوبية التى تمثل البناء الجيولوجى للاردن • وأبرز أنواع الصخور النارية الموجودة ذلك الصخر البركانى المعروف بالبازلت • وتشكل بعض الطفوح البازلتية طبقات مائية هامة لكثرة تشققها ولتركيبها الاسفنجى • وتكون المياه الجوفيه بالبازلت حرة وعلى أعماق تتراوح بين ٨٠ــ ١٠٠ م ، ونوعية المياه به جيدة وعذبة• أما النوع الآخر من الصخور النارية فيتمثل فى الصخور الجرانيتية التى لا تشكل طبقات مائية منتجة الا فى حالات نادرة حيث تملأ الشقوق والتصدعات القليلة بالمياه •

أما مجموعات الصخور الرسوبية فهى متفاوتة فى الخواص والمزايا • وأهم هذه المجموعات حسب قدمها ما يأتى (١) :

---

(١) H., David, Summary and evaluation of hydrogeologic data in Jordan Amman (1960), p. 26.

(أ) مجموعة الترسبات الرملية التى تتراوح فى عمرها من الكمبرى حتى الكريتاسى • وتشكل بعض طبقاتها خزانات مائية جيدة ، ولا سيما فى مجموعات رمال القويرة ورمال رم ورمال كرنب (١) •

(ب) مجموعة الترسبات الكلسية والطينية الكلسية ، وهى التى تعرف بمجموعة عجلون الترسبية المنتمية للكريتاسى الأعلى • وتشكل طبقات الحجر الكلسى فى هذه المجموعة خزانات مائية منتجة •

(جـ) مجموعة الترسبات الصوانية والطباشيرية ، وهى التى تعرف بمجموعة البلقاء • ويمتد عمرها بين الكريتاسى العلوى والحقبة الثلاثية • وتكون الترسبات الصوانية فى هذه المجموعة طبقات مائية منتجة ، بينما تعمل الترسبات الطباشيرية على حصر المياه ، وتسمى بالطبقات المانعة شأنها فى ذلك شأن الطبقات الكلسية فى مجموعة عجلون •

(د) ترسبات اللسان الطينية الكلسية ، وهى التى تعرف بمجموعة وادى الأردن التى تعلو مجموعتى صخور البلقاء وعجلون • وتشتمل هذه الترسبات على طبقات مائية متغيرة فى خواصها الحجرية وفى معامل نفاذيتها • وتكون المياه الجوفية فى هذه الطبقات حرة وغير عميقة نسبيا ، كما تختلف انتاجية هذه الطبقات المائية من مكان لآخر ، الا أنها بصورة عامة جيدة الانتاج •

ويتحكم التركيب الجيولوجى فى اتجاه المياه الجوفية خلال الطبقات الحاملة للمياه • وتعتمد سرعة سير المياه على حجم المسامات وترابطها ، وعلى ميل الطبقات ومدى امتلاء الطبقة الحاملة للماء ، ثم سهولة أو صعوبة خروج المياه من هذه الطبقة • كما يظهر التركيب الجيولوجى ما اذا كانت المياه ستخرج على شكل ينابيع أو بواسطة الآبار الارتوازية •

---

(١) F. Bender, Stratigraphy of the Nubian Sandstones in South Jordan. Amman (1963).

F. Bender, Geology of Jordan, Berlin (1974). (Translated to English).

ويمكن أن نميز من الوجهة الهيدرولوجية بين نوعين رئيسين من الطبقات (١) :

١ ــ طبقات مائية Aquifers ، وهى الطبقات الصخرية التى تحتوى على المياه ، كما أنها نفاذة ، ولها جسم يسمح بمرور كميات محسوسة من المياه عبر محتوياتها من الطمى والحصى ، كما هو الحال فى حوض اليتم ، ومن الحجر الرملى كما هو الحال فى الطبقات المائية لقاع الديسى ، ومن البازلت المتشقق كما هو الحال فى وادى الضليل .

٢ ــ طبقات كتيمة أو عازلة Aquicludes ، وهى طبقات جيولوجية غير نفاذة قد تحتوى على الماء ولكنها لا تسمح بمرور كميات محسوسه من الماء . وتحتوى هذه الطبقات الصماء على الطين والمارل والمواد الصلبة الأخرى . وتتواجد المياه الجوفية فى فراغات الصخر ومساماته وتشققاته ، وهى الأجزاء من الصخر التى لا تحتوى على مواد صلبة . وقد يكون سبب وجود هذه الفراغات أصلى ، بمعنى أنها تكونت حينما تكون الصخر نفسه ، وقد يكون مستجدا ، بمعنى أنها تكونت بعد أن تكونت الصخور مثل الشقوق والفواصل والمجارى الكارستية .

وتتخذ الطبقات المائية شكلين هما :

(أ) طبقات مائية سطحية ، وهى تلك التى توجد فيها المياه نتيجة تجمعها . وتستمد هذه الطبقات تغذيتها المائية بشكل مباشر ومن مصادر محلية بفعل تسرب المياه اليها . ويدعى سطح الماء فى هذه الحالة منسوب مياه الطبقة السطحية . ويكون هذا المنسوب فى مستوى سطح المياه فى الطبقة ، أى أن البئر الذى يخترق مثل هذه الطبقة يكون منسوب المياه فيه على نفس العمق الذى ظهرت فيه المياه . ويدعى البئر فى هذه الحالة بالبئر السطحى .

(١) D.J., Burdon, Handbook of The Geology of Jo.dan-Amman (1959) pp. 70-75.

(ب) طبقات مائية عميقة ومحصـــورة ، وهى الطبقات عالية النفاذية بالاضافة الى كونها تسمح بتسرب ومرور المياه عبرها • وتستمد مياهها من مصادر بعيدة وبشكل غير مباشر • كما أن سطح مياهها يقـع تحت ضغط هيدروليكى • لذا فان سطح المياه فى هذه الطبقات يرتفع عاليا حتى منسوب المياه فى منطقة التغذية • ويدعى البئر الذى يخترق هذا النوع من الطبقات بالبئر الارتوازى • وهناك آبار ارتوازية اعدية ، وأخرى فائضة • أما الفائضة فانها تنساب تلقائيا على سطح الأرض باندفاع المياه الى أعلى •

مصادر المياه الجوفية

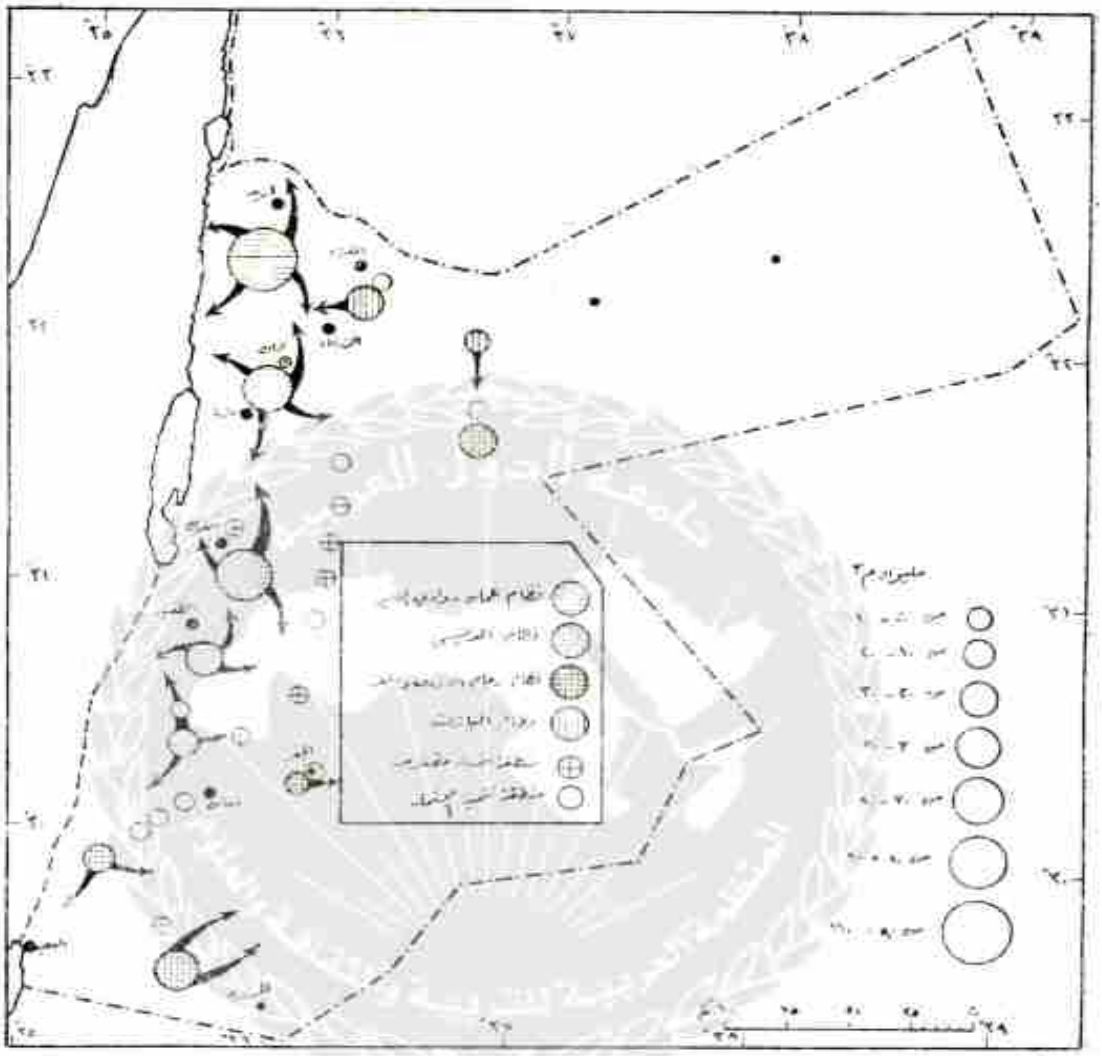
تشتمل التكوينات الجيولوجية على ثمانية نظم من الخزانات المائيـة الجوفية المغذية للآبار والينابيع • وسنتكلم بايجاز عن كل نظام بالنسبة لمصادر التغذية المائية ، مع التركيز على كميات التغذية واتجاهات جريان الميـاه الجوفيـة من الخزان الجوفى الرئيسى الى الخزانات الفرعية المجـاورة (شكل ٢) •

١ ـ نظام عمان ـ وادى السير :

يشـتمل هذا النظام على منطقة المرتفعات الجبلية الواقعة بين وادى الأردن غربا والهضبة الصحراوية شرقا • ويعتبر من أهم النظم نظرا لوقوعة فى أكثر المناطق أمطارا وأقلها تبخرا ، ولامتداده فى المنطقة المأهولة بالسكان ما بين اربد شمالا والعقبة جنوبا • ويعتمد هذا النظـام على تغذية مائية مباشرة من الأمطار التى تسقط على المرتفعات بالاضافة الى ما يتلقاه من تغذية مائية غير مباشرة تأتى اليه من نظام البازلت الممتد فى الأجزاء الشمالية الشرقية من الاردن (١) •

---

(1) F.A.O., Development and use of groundwater resources of East Jordan Rome (1974). Terminal Report, pp. 12-14.



شكل ٢ تغذية نظم الخزانات الجوفية (بعد بن الشاه الكمية كل سنة)

ويقدر المجموع الكلى للتغذية المائية لهذا النظام بحوالى ٣٣٦ مليون م٣، منها ١٩٩ مليون م٣ تمثل تصريفا أساسيا لمجموعة الينابيع المغذية للنهيرات المتجهة نحو وادى الأردن • ويقدر ما تبقى من تغذية بحوالى ١٣٧ مليون م٣ من المياه الجوفية المتسربة الى باطن الأرض لتغذية الخزانات الجوفية المماثلة لهذا النظام ، والتى تتجه تبعا لانحدار الطبقات الجيولوجية نحو الشرق الى الهضبة الصحراوية ، ونحو الغرب الى وادى الاردن والبحر الميت •

والجدير بالملاحظة أن المعدل السنوى للتغذية المائية المباشرة لهذا النظام من الأمطار يبلغ ١٦٩ر٦ مليون م٣، وذلك للفترة ١٩٥٣/٥٤ــ١٩٦٧/٦٨ • وترتبط كميـــة التغذية بكمية الأمطار ارتباطا وثيقا ، فالعـــلاقة قوية بين

السنوات المطيرة والمقادير الكبيرة للتغذية المباشرة ، ففى عامى ١٩٦٤/٦٥ و ١٩٦٦/٦٧ المطيرين ، كانت مقادير التغذية مرتفعة حينما بلغت كمياتها المباشرة ٧٠٦ر٣ مليون م٣ و ٣٢٥ر٤ مليون م٣ على التوالى • وعلى العكس من ذلك تقل كميات التغذية المائية المباشرة بصورة ملحوظة فى السنوات الجافة ، ففى عام ١٩٥٩/٦٠ مثلا وصلت كمية التغذية الى ٨ر٠ مليون م٣ ، وهو أدنى حد للتغذية المائية شهدته البلاد فى أكثر السنوات جفافا •

وتتلقى منطقة عجلون أكبر تغذية مائية داخل هذا النظام بسبب ارتفاعها وكثرة أمطارها ، اذ يبلغ المعدل السنوى للتغذية فيها ١١٠ مليون م٣ ، منها ٦٢ مليون م٣ من التغذية المباشرة ، و ٤٨ مليون م٣ من التغذية غير المباشرة • هذا وتنحدر المياه الجوفية من خزانات هذه المنطقة شمالا لتغذية وادى اليرموك ، وغربا لتغذية وادى الاردن ، وجنوبا بشرق لتغذية الوادى الأعلى لنهر الزرقاء •

ويبلغ المعدل السنوى لتغذية منطقة عمان ٧٨ مليون م٣ ، منها ٣٨ مليون م٣ تغذية مباشرة و ٤٠ مليون م٣ تغذية غير مباشرة • وتتجه كمية تبلغ ٣٥ مليون م٣ من مجموع التغذية عبر حوض المياه الجوفية عمان ــ الزرقاء الى وادى الزرقاء ، بينما تنساب كمية مماثلة نحو الجنوب الى وادى الموجب ، وكمية قليلة لا تتجاوز ٦ مليون م٣ تجرى نحو الصحراء الى الجنوب الشرقى من منطقة عمان • وتنساب نحو الشمال الغربى من عمان كمية تبلغ ٢ مليون م٣ من المياه الجوفية الى وادى السير ووادى شعيب •

وفى مرتفعات المزار بمنطقة الكرك يبلغ المعدل السنوى للتغذية المائية الجوفية ٨٤ مليون م٣ ، منها ٤٦ مليون م٣ تغذية مباشرة ، و ٤٨ مليون م٣ تغذية غير مباشرة • وتنساب من مجموع التغذية كمية تبلغ ٧١ مليون م٣ متجهة الى الشمال نحو وادى الموجب وشبه جزيرة اللسان ،وكمية أخرى مقدارها ١٣ مليون م٣ تجرى نحو الجنوب الى وادى الحسا •

وتتلقى مرتفعات الطفيلة معدل تغذية سنوى مقداره ٢٣ مليون م٣ ، وتشتمل هـذه الكمية على ١٥ مليون م٣ مـن التغـذية المباشرة ، وعلى ٨ ملايين م٣ من غير المباشرة • هذا وتنحدر المياه الجوفية من خزانات هذه المنطقة فى جهات متعددة ، اذ تنحدر كمية مقدارها ١٢ مليون م٣ نحو وادى الحسا ، وكمية ثانية مقدراها ٦ ملايين م٣ تتجه نحو الصحراء الى منطقة جرف الدراويش ، بينما تنساب ٥ مـلايين م٣ نحو الجنوب الغربى الى منطقة ضانا •

وفى جنوب الأردن يصل معدل التغذية فى منطقة مرتفعات الشوبك ـ رأس النقب الى ١٨ مليون م٣ مشتملة على ١٠ ملايين م٣ من التغذية المائية المباشرة و ٨ ملايين م٣ من التغذية غير المباشرة • وتنساب المياه الجوفية من هذه المرتفعات فى اتجاهات مختلفة لتغذية مناطق أخرى كمنخفض الجفر شرقا حيث يتلقى ١٥ مليون م٣ ، ومنطقة ضانا الى الشمال الغربى حيث يصـلها ٢ مليـون م٣ ووادى عربه الى الجنـوب الغربى حيث يتلقى مليـون م٣ (١) •

٢ ـ نظام البازلت : ـ

تظهر الهضبة البازلتية على السطح فى مساحة واسعة من المنطقة الشمالية والشمالية الشرقية من الأردن • ويعتبر هذا النظام غنيا بطبقاته الحاملة للمياه الجوفية سواء فى الأردن أو فى الأجزاء المجاورة من سوريا حيث يمتد الى منطقة جبل العرب • ويعود العمر الجيولوجى لنظام البازلت الى الزمن الرابع،أى أن طبقات البازلت حديثة اذا قورنت بالطبقات الجيولوجية فى الأنظمة الأخرى •

ويبلغ معدل التغذية المائية لهذا النظام حوالى ٣٧مليون م٣ سنويا،يأتى معظمها من منطقة جبل العرب بسوريا حيث تنساب المياه منها الى الجنوب تدريجيا لتغذية الطبقات المائية فى حوض الأزرق ووادى الرمـان ووادى الضليل • وبمعنى آخر فان هذا النظام يعتمد فى تغذيته المائية على مصادر

(١) F.A.O., Investigation of the sandstone aquifers of East Jordan. Technical Report No. 2, Rome (1970), pp. 24-25.

غير مباشرة بصورة رئيسية ، لأن منطقة جبل العرب تتلقى كميات من الأمطار أكثر من الكميات التى تسقط على المنطقة الشمالية الشرقية من الأردن (١) • ونظرا لوقوع نظام البازلت فى الجزء الشمالى من الهضبة الصحراوية الاردنية حيث تقل الأمطار وترتفع نسبة التبخر ، فمن الطبيعى أن ينعكس هذا الوضع على كمية التغذية المباشرة التى تكون قليلة جدا . لذا فان المصادر المحلية تعجز عن تزويد الخزانات المائية الجوفية بالكميات المتوافرة بها حاليا •

ويختلف ما يقدمه نظام البازلت من تغذية للطبقات المائية حسب موقع المنطقة المستفيدة من هذا النظام • ويمكن القول بان معدل التصريف من طبقة البازلت فى حوض الأزرق يقدر بحوالى ١٤ مليون م^{٣} ، فى حين أن الطبقات المائية فى وادى الضليل تتلقى تغذية بمعدل ٢٣ مليون م^{٣} • كما يساهم هذا النظام فى تزويد نظام عمان ــ وادى السير بكميات من المياه الجوفية المتجهة غربا نحو وادى الاردن •

٣ ــ نظام الرجام لحوض الازرق : ــ

يتمثل هذا النظام فى النصف الجنوبى من حوض الأزرق حيث تقل كمية الأمطار السنوية عن ١٥٠ ملم • والجدير بالملاحظة أن النصف الشمالى لحوض الأزرق يتبع نظام البازلت مستدا فى تكويناته الى جبل العرب فى سوريا حيث يزيد معدل الأمطار السنوية عن ٥٥٠ ملم • واذا كان النصف الشمالى لحوض الأزرق هو المصدر الرئيسى لتزويد الحوض بالمياه الجوفية ، فان النصف الجنوبى يعتبر فقيرا كمصدر للمياه الجوفية •

ويغذى نظام الرجام الطبقات المائية بمعدل سنوى مقداره ٢٠٫٥ مليون م^{٣} من المياه التى تزود الينابيع فى الأزرق • وتساهم الأمطار العاصفية والفيضانات بنصيب من التغذية ، غير أن معظم ما ينصرف الى المنطقة يأتى من طبقة البازلت التى تمد جنوب الأزرق بتغذية غير مباشرة •

---

(١) Hunting and MacDonald, Wadi Dhuliel investigation. Amman (1965), Chap. 2 p. 2.

٤ ـ نظام الرجام لحوض الجفر : ـ

يشتمل هذا النظام على طبقة رقيقة متلبورة الحبيبات تنساب المياه الجوفية بداخلها من الغرب الى الشرق • وتتكون هذه الطبقة من الصخور الطباشيرية والصوانية المنتمية الى عصر الأيوسين • ويقع الخزان الجوفى لحوض الجفر فى منطقة صحراوية يقل معدل أمطارها السنوى عن ٥٠ملم • لذا فان التغذية المباشرة تكاد تكون معدومة • ويستمد هذا النظام تغذيته من مصادر غير مباشرة حيث تنتقل المياه الجوفية ، التى تتجمع فى الخزان الجوفى لمنطقة مرتفعات الشراه ، مع انحدار الطبقات نحو الشرق لتغذية الخزان الجوفى لحوض الجفر (١) • ويبلغ معدل التغذية لحوض الجفر ٥ر٦ مليون م٣ من المياه الجوفية سنويا ، ويأتى معظم هذه الكمية من تسرب مياه فيضانات الأودية المنحدرة الى الشرق •

٥ ـ نظام الحمر : ـ

يشتمل هذا النظام على تكوينات من صخور الحجر الجيرى والدولومايت المنتمية الى العصر الطباشيرى • وتتواجد هذه التكوينات الى الشمال من وادى الموجب ممتدة باتجاه الشرق حيث تغطيها الارسابات الأحدث فى نفس الاتجاه ، وتصل الى أدنى مناسيبها فى منطقة الأزرق • وهناك خط تقسيم للمياه الجوفيه يمتد الى الجنوب من صويلح بحيث تنحدر المياه الجوفية منه نحو الشرق لتغذية مقعر عمان ـ الزرقاء ، ونحو الغرب لتغذية منطقة وادى السير ـ مادبا • وتنحدر المياه الجوفية من الخزان الجوفى الموجود فى منطقة الحمر نفسها نحو وادى شعيب وروافده• ومن المعتقد بان نظام الحمر يحتفظ بكمية كبيرة من المياه الجوفية منذ عصور قديمة ، حيث تقدر الكمية المخزونة بأكثر من ١٥٠ مليون م٣ •

---

(١) M.M. Abu Ajamieh, A quantitative assessment of the groundwater potential of the Rijam Formation aquifer in the Jafr Basin. N.R. A. (1967).

٦ ـ نظام الزرقاء ـ كرنب : ـ

يشتمل هذا النظام على تكوينات من الصخور الجيرية الطينية والرملية والصلصالية المنتمية الى العصور الترياسى والجوراسى والطباشيرى • وتنتشر هذه التكوينات أسفل الارسابات الأحدث فى منطقة المرتفعات وخاصة فى المرتفعات الشمالية الغربية • وأهم ما يمتاز به هذا النظام هو تعقيده الشديد واختلافات تكويناته من ناحية قابليتها للنفاذية والاحتفاظ بالماء • ويتجاوز مستوى الماء الثابت ٢٠٠ م تحت سطح الأرض ، كما أن التغذية المائية لهذا النظام ضعيفة • غير أن عمليات التنقيب التى أجريت كانت نتائجها مشجعة فى مناطق منخفض البقعة ، وعلى طول الجانب الأنى لوادى الزقـاء •

٧ ـ نظام ناعور : ـ

يعتمد هذا النظام على التغذية المباشرة من مصادر محلية نتيجة سقوط الأمطار على منطقة ناعور • ويساهم هذا النظام فى تغذية مجموعة الينابيع التى تتدفق كمنابع للأودية الجانبية المنحدرة نحو وادى الاردن والبحر الميت • ويبلغ مجموع تصريف هذه الينابيع التى تستمد مياهها من هـذا النظام حوالى ٥ر٤ مليون م٣ من المياه سنويا •

٨ ـ نظام الديسى : ـ

يشتمل هذا النظام على مجموعة صخور تغطى مناطق واسعة من الصحراء الجنوبية فى الأردن • وتتواجد هذه الصخور فى معظم أنحاء الأردن تحت صخور أحدث عمرا منها (١) • وتنتمى الى العصر الكبرى والأردوفيشى متكونة من الحجر الرملى الأبيض والبنى • وتحتوى التكوينات هنا على كميات ضخمة من المياه لكونها على درجة مرتفعة من المسامية والنفاذية • ويتمثل هذا النظام خير تمثيل فى منطقتين هامتين ، الأولى بوادى اليتم الأعلى ، والثانية بقاع الديسى شرقا •

وتتجه حركة المياه الجوفية ، التى يبلغ معدل تغذيتها ٦ر٧ مليون م٣ سنويا،من حوض قاع الديسى شرقا الى حوض وادى اليتم غربا ، ثم الى

---

(1) F.A.O., (1970), op. cit. p. 21.

خليج العقبة عن طـريق وادى اليتم • وهناك اتجاه آخـر لانسياب المياه الجوفيـة فى تكوينات طبقة الديسى من منطقة التغذية فى أم سـهام فى السعودية باتجاه شمالى وشمالى شرقى • أما المصدر المباشر للتغذية المائية فانه يتمثل فى الأمطار الهاطلة على المنطقة • ويحدث معظم التسرب نتيجة حدوث الفيضانات الناجمة عن العواصف الماطـرة •

استعمالات الحقول المائية

يوجد فى الاردن سبعة عشر حقلا مائيا رئيسيا ، يضـاف اليها بعض الحقول الصـغيرة المتناثرة • وتستخرج من هذه الحقـول المائية كميات متفاوتة من المياه للأغراض الزراعية والصـناعية والبلدية • وبالنسبـة للأغراض الزراعية فقد تم فى معظم الحقول معرفة كميات المياه المستعملة حاليا ، وكذلك الكميات التى يمكن استغلالها مستقبلا • ويمكن أن نوجز بعض المعلومات عن استعمالات الحقـول المائية حتى نهاية عام ١٩٧٤ فى المناطق التالية (١) (شكل ٣) :

١ ـ المفرق ـ سما السدود : ـ

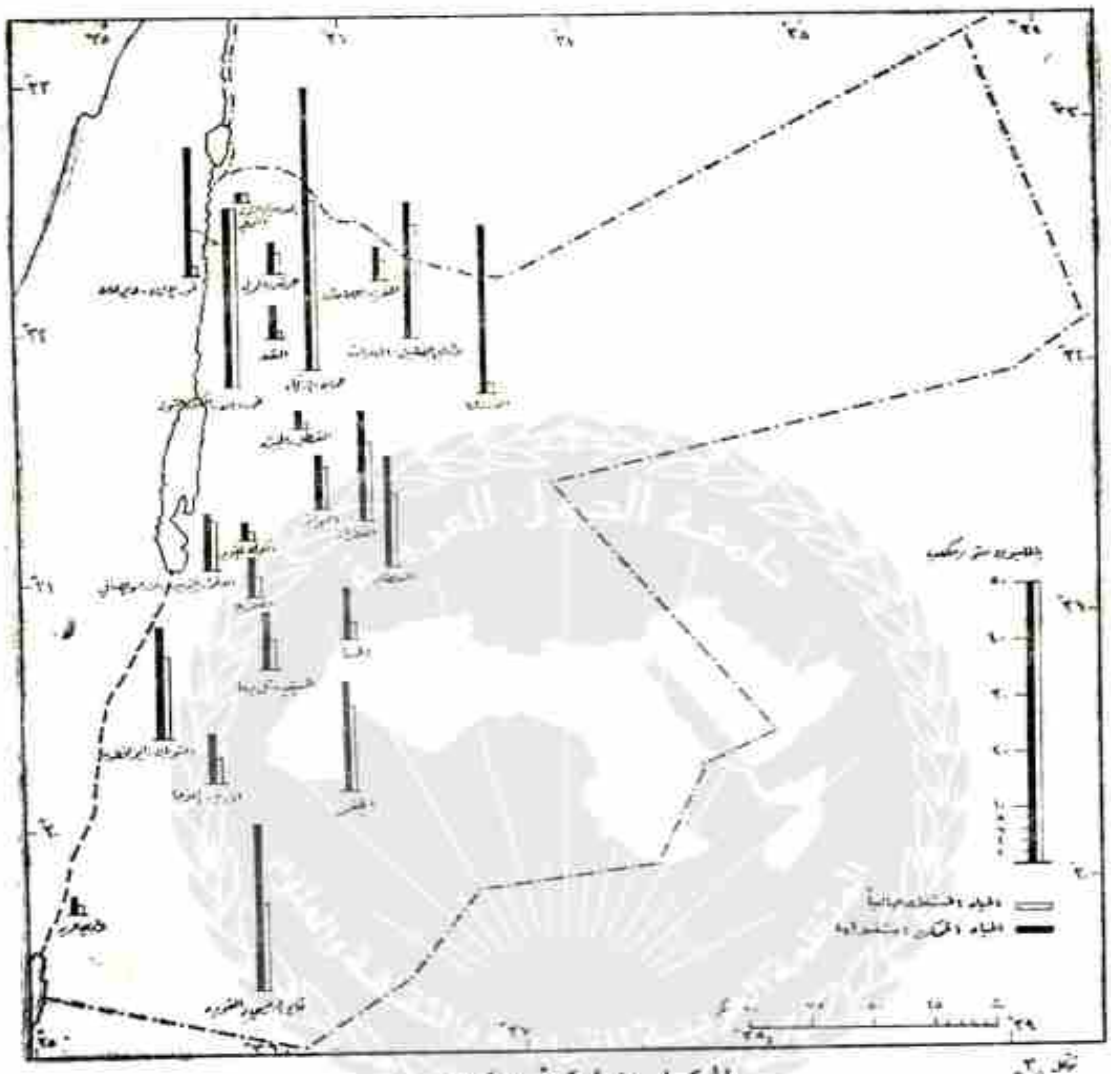
بلغت كميـة المياه المستعملة لأغراض مياه الشرب حتى نهاية ١٩٧٤ حوالى ٠ر٦ مليون م^{٣}/السنة . ومن المنتظر أن ترتفع الى ٢ر١ مليون م^{٣}/ السنة بنهاية ١٩٧٦ • أما المياه المستعملة فى الزراعة فبلغت كميتها ٤ ملايين م^{٣} فى السنة ، أى بواقع ٢٠٠٠ ـ ٢٥٠٠ دونم • ومن المتوقع أن تزداد الكمية لتصبح حوالى ٦ ملايين م^{٣} فى السنة وهى الطاقة القصوى للحقل ، أى بزيادة فى المسـاحة الزراعية تتراوح بين ١٠٠٠ ـ ١٣٠٠ دونم ، ليصبح مجموع الرقعة الزراعية فى المنطقة حوالى ٣٨٠٠ دونم •

٢ ـ منطقة جرش : ـ

حفر فى المنطقة ١٦ بئرا لأغراض الرى مجموع طاقتها السنوية حوالى ٨ر٤ مليون م^{٣} ، ويمكن زيادة هذه الطاقة الى حوالى ٦ ملايين م^{٣} وذلك

---

(١) د. اسامة المدلل . موارد المياه والاحتيـاجات المائية فى الأردن . سلطة المصادر الطبيعية ، عمان (١٩٧٥) ، ص ١٤ ـ ٢٠ .



الحصول المائية في الأردن

بعد حفر ٨ آبار أخرى . أن ما يروى حاليا يبلغ حوالى ٢٥٠٠ دونم،ويمكن زيادتها لتصبح ٤٢٠٠ دونم تقريبا .

٣ ـ وادى الضليل :ـ

بلغ مجموع كمية المياه التى تم ضخها عام ١٩٧٢/٧٣ حوالى ٢٢مليون م^{٣} ، منها ٢٠ مليون م^{٣} خصصت لرى مساحة تتراوح بين ١٥ ـ ١٨ (ألف) دونم ، و ٢ مليون م^{٣} خصصت لأغراض الشرب . وسيرتفع ضخ كمية مياه الشرب الى ٦ ملايين م^{٣} عام ١٩٨٠ ، فيصبح اجمالى الضخ حوالى ٢٦ مليون م^{٣} فى السنة . واذا علمنا أن كمية التغذية السنوية تتراوح

بين ٢٠ ــ ٣٠ مليون م٣ ، فان أى زيادة أخرى فى المنطقة للأغراض الزراعية ستكون على حساب مخصصات مياه الشرب لمحافظة اربـد .

٤ ــ منطقة الازرق :ــ

بلغ معدل ضخ المياه الجوفية من منخفض الأزرق فى السنوات الماضية حوالى ٥ر١ مليون م٣ ، أرتفع ليصبح حوالى ٥ر٢ مليون م٣ عام ١٩٧٥ ، ومن المتوقع أن يصل معدل الضخ الى ٥ر٤ مليون م٣ عام ١٩٨٠ . وتروى الآبار الحالية ما مساحته ١٢ (ألف) دونم ، كما أنها تساهم فى تزويـد المنطقة بمياه الشرب ، بالاضـافة الى المياه المنقولة من هذه المنطقة ، فى أنابيب ، لتزويد قرى محافظة اربد بمياه الشرب .

٥ ــ منطقة عمان ــ الزرقاء :ــ

تعتبر هذه المنطقة من أكثر جهات الاردن اكتظاظا بالسكان ، كما أنها تشتمل على غالبية المصانع فى البلاد ، لذا فان توفير المياه الجوفية يعتبر من الضروريات لتلبية حاجات السكان من مياه الشرب ، وحاجات المصانع كذلك . وتواجه هذه المنطقة ضغطا شديدا على الموارد المائية التى تستعمل للأغراض الصناعية والبلدية أكثر منها للأغراض الزراعية .

ومـمـا يؤكد ذلك أن كمية ضخ المياه المستعملة لأغراض الصـناعة والشرب بلغت حوالى ٢٢ مليون م٣ سنويا حتى نهاية عام ١٩٧٤ . كمـا بلغت كمية الميـاه المستعملة لأغراض الزراعـة ما يتراوح بين ١٢ ــ ١٤ مليون م٣ سنويا ، بما يروى مساحة تتراوح بين ١٠ ــ ١٢ (ألف) دونم . ومن المتوقـع أن يرتفع ضخ المياه فى السنوات القادمة ليصـل الى ٤٠ مليون م٣/السنة لأغراض الصناعة والشرب ، وليصل الى ٢٠ مليون م٣/ السنة لأغراض الزراعة .

٦ ــ منطقة البقعة :ــ

بدأت هذه المنطقة فى استغلال المياه الجوفية حديثا . وقد تم حفـر ٥ آبار منتجة للرى ، ويقدر انتاجها بحوالى ٥ر١ مليون م٣/السنة تكفى لرى ألف دونم . ومن المتوقع ، بعد حفر ٨ آبار أخرى ، أن تصبح المياه

المستغلة حوالى ٦ ملايين م٣ . وأن تزيد مساحة الرقعة الزراعية لتصبح حوالى ٣٠٠٠ دونم .

٧ ـ القسطل ـ الجيزة :

هنالك بئران مجموع طاقتهما المائية حوالى ١ر٢ مليون م٣/ السنة ، ويكفيان لرى مساحة ١٠٠٠ دونم . ويمكن حفر آبار أخرى لأغراض الرى لزيادة كمية المياه بحوالى ١ر٨ مليون م٣ ، ليصبح مجموع مساحة الرقعة الزراعية حوالى ٢٥٠٠ دونم .

٨ ـ السواقة ـ القطرانه ـ السلطانى :ـ

ا ـ السواقة :ـ

تم حفر ٥ آبار منتجة مجموع طاقتها الانتاجية حوالى ٧ر٨ مليون م٣/ السنة ، تكفى لرى حوالى ٥٠٠٠ دونم . ويمكن زيادة كمية المياه الى ١٠ ملايين م٣/السنة ، وبالتالى زيادة الرقعة الزراعية لتصبح حوالى ٦٥٠٠ دونم .

ب ـ القطرانه :ـ

تم حفر ٩ آبار منتجة مجموع طاقتها الانتاجية حوالى ١٤ مليون م٣/ السنة ، وتكفى لرى ١٠٠٠٠ دونم . ويمكن زيادة الطاقة الانتاجية الى حوالى ٢٠ مليون م٣/السنة لتصبح الرقعة الزراعية نحو ١٣٠٠٠ دونم .

جـ ـ السلطانى :ـ

تم حفر ٨ آبار منتجة مجموع طاقتها الانتاجية حوالى ١٣ مليون م٣/ السنة ، وتكفى لرى نحو ٨٦ (ألف) دونم . ويمكن زيادة الطاقة الانتاجية لتصل الى ٢٠ مليون م٣/السنة ، ويصبح فى الامكان رى ما مجموعه ١٣٠٠٠ دونم .

٩ ـ الغوير ـ الكرك :

تم حفر بئر انتاجية واحدة طاقتها حوالى ١ر٥ مليون م٣/السنة ، تكفى لرى ألف دونم . ويمكن زيادة الطاقة المائية بمقدار الضعف لتروى

ألفى دونم فى المنطقة ، علما بأن هذه المنطقة تشتمل على آبار منتجة أخرى تستعمل لأغراض الشرب •

١٠ ـ الحسا : ـ

بلغ عدد الآبار المنتجة حاليا ٤ آبار مجموع انتاجها ٣ ملايين م٣/ السنة تكفى لرى ألفى دونم • ويمكن رفع كمية المياه لتصل الى ٩ ملايين م٣/ السنة بحيث يمكن أن تروى ٦٠٠٠ دونم • علما بأن هناك عددا آخر من الآبار جيدة الانتاج والتى تستعمل لأغراض مناجم الفوسفات •

١١ ـ عرجا ـ اذرج : ـ

(أ) عرجا : تم حفر ٣ آبار مجموع انتاجها السنوى ٣ ملايين م٣/ السنة ، وتكفى لرى ألفى دونم • ويمكن مضاعفة المساحة المروية الى ٤٠٠٠ دونم •

(ب) أذرج : تم حفر بئرين مجموع انتاجهما ١ر٥ مليون م٣/ السنة ، وتكفى لرى ألف دونم ، ويمكن مضاعفتها لتصبح المساحة المروية ألفى دونم •

(جـ)تل برما والصخرية : تم حفر ٥ آبار مجموع انتاجها عشرة ملايين م٣/ السنة ، تكفى لرى ٥٥٠٠ دونم • ويمكن رفع كمية المياه الى ١٨ مليون م٣/ السنة لرى ١١ (ألف) دونم •

١٢ ـ الشوبك ـ ابو مخطوب : ـ

تنتج الآبار الثمانية مامجموعه ١٥ مليون م٣/ السنة ، وهى كمية تكفى لرى ١٢ (ألف) دونم • ويمكن زيادة كمية المياه المستخرجة لتصل الى ٢٠ مليون م٣ ، أى مايكفى لرى ١٦ (ألف) دونم •

١٣ ـ الجفـــر :ـ

يشتمل هذا المنخفض على ١٥ بئرا منتجة لنحو ١٥ مليون م٣/السنة ، وكافية لرى عشرة آلاف دونم • ويمكن زيادة الطاقة المائية بعد حفر آبار جديدة بمقدار ٥ ملايين م٣ ليتسنى زيادة المساحة المروية بمقدار ٤٠٠٠دونم أخـــرى •

١٤ ـ قاع الديسى ـ القويره :ـ

تم حفر ١٦ بئرا ذات طاقة انتاجية مقدارها عشرة ملايين م٣/السنة ، وتكفى لرى ٦٥٠٠ دونم • ويسمح الوضع المائى باســـتغلال ما مجموعة ٣٧ مليون م٣/ السنة ، أى مايكفى لرى ١٢٠ (ألف) دونم •

١٥ ـ غور الاردن :ـ

(ا) الغور الشمالى : تبلغ كمية التغذية المائية لهذه المنطقة حوالى ١ر٦ مليون م٣/ السنة ، يروى منها ألف دونم فى الوقت الحاضر •

(ب) الغور الأوسط :

١ ـ دير علا ـ وادى صبيره : تبلغ كمية التغذية السنوية للمياه فى المنطقة نحو ٢٧ مليون م٣/السنة تكفى لرى ١٦(ألف) دونم • ولا يتجاوز ما يستعمل حاليا من المياه الجوفية المليونى م٣ ، وذلك لاعتماد بقية الأراضى على مياه قناة الغور الشرقية •

٢ ـ الكرامه ـ سويمه : بلغت كمية المياه التى تم ضخها بواسطة الآبار فى هذه المنطقة فى عام ١٩٧٣ حوالى ٣٢ مليون م٣ ، تروى ما مقداره ١٩ ألف دونم • ونظـــرا لأن التغذية المائية السنوية تقـــدر بحوالى ٣٥ مليون م٣/السنة ، فان التوازن المائى الجوفى يعانى من عجز واضح ، الأمر الذى يؤدى الى هبوط مستوى الماء فى الخزان الجوفى ، ويعرض المـــاء للتملـــح •

١٦ ـ الأغوار الجنوبية (المزرعة ـ الصافى) :

بلغ مجموع الميـاه الجوفية المستعملة فى هـذه المنطقة حوالى ٨ر٤ مليون م٣/السنة . تروى نحو ٤٠٠٠ دونم . ويمكن زيادة مجموع كمية المياه الى ١٠ ملايين م٣ لتروى ما يقرب من ٥٠٠٠ دونم .

١٧ ـ وادى عربة : ـ

تم حفر ٤ آبار منتجة لما يقرب من مليون م٣ فى السنة ، وتساعد فى رى ٥٠٠ دونم من الأرض الزراعية . ومن المتوقع أن يزيد انتاج المنطقة من المياه ليصل الى ٣ ملايين م٣ فى السنة .

دور المياه الجوفية فى الموازنة المائية

قدرت كمية الموارد المائية المتوافرة فى الاردن ، فى نهاية عام ١٩٧٥ ، بنحو ٤٧٤ مليون م٣ ، تساهم المياه الجوفية بمقدار ١٦٦ مليون م٣ منها . وقدر مجموع كمية المياه المستعملة لأغراض الزراعة ومياه الشرب والصناعة فى نفس العام بما يقرب من ٤١٤ مليون م٣ ، وبذلك يكون الرصيد المائى + ٦٠ مليون م٣ . وقد استهلكت الزراعة أكبر كمية من المياه باستعمالها لنحو ٣٦٧ مليون م٣ من مجموع الميـاه المستعملة ، تلاها فى ذلك الشرب الذى وصـل استهلاك مياهه الى نحو ٤١ مليون م٣ ، ثم الصـناعة التى استهلكت حوالى ٦ ملايين م٣ .

وتختلف مناطق الاردن فيما بينها من ناحية وضع الموازنة المائية ، ففى بعض المناطق يحدث فائض مائى ، فى حين أن البعض الآخر يعانى من العجز المائى . وقد شهد الاردن بصفة عامة فى عام ١٩٧٥ فائضا مائيا بلغ حوالى ٦٠ مليون م٣ .

جدول (٣) تقـدير الموازنة المائية حسب المنـاطق المختلفة عام ١٩٧٥

(بالمليون م٣)

المحافظة أو المنطقة	الموجودات المائية			الاحتياجات المائية				الوفر أو العجز المائي
	مياه سطحية	مياه جوفية	المجموع	الزراعة	مياه الشرب	الصناعة	المجموع	
غور الأردن	٢٠٠	٣٥	٢٣٥	٢٣٠	١	—	٢٣١	+ ٤
الاغوار الجنوبية	٤٠	٩	٤٩	٤٧.٥	٠.٥	—	٤٨	+ ١
وادى عربه	—	١	١	—	٠.٥	—	٠.٥	+ ٠.٥
أربـد	١٠	٨	١٨	١٦.٥	٣.٧	١.٥	٢١.٧	— ٣.٧
عمان — البلقاء	١٧	٣٣	٥٠	١١	٣٤	٤.٢	٤٩.٢	+ ٠.٨
الكرك	٢٤	١١	٣٥	٨.٥	٠.٨	—	٩.٣	+ ٢٥.٧
معان — العقبة	٢	٢٩	٣١	٣١	٠.٥	—	٣١.٥	— ٠.٥
الصحراء الشرقية (الضليل والأزرق)	١٥	٤٠	٥٥	٢٢	٠.٨	—	٢٢.٨	+ ٣٢.٢
المجموع	٣٠٨	١٦٦	٤٧٤	٣٦٦.٥	٤١.٥	٦	٤١٤	+ ٦٠

المصدر : سلطة المصادر الطبيعية ، تقارير متنوعة عام ١٩٧٥ .

يتبين لنا من الجدول أن معظم جهات الاردن تتوافر بها الكميات المائية المطلوبة ، وأن محافظة اربد هى المنطقة الوحيدة التى تعانى من نقص فى المياه . وتساهم المياه الجوفية بنسبة ٣٥٪ من موارد الميـاه المتوافرة فى البلاد ، وهى نسبة قابلة للزيادة فى المستقبل على ضوء ما يتم العثور عليه من مياه نتيجة البحث والتنقيب . ومما يسترعى الانتباه أن المياه الجوفية تمثل المصدر الأساسى للمياه فى مناطق كالصـحراء الشرقية والجنوبية الشرقية ، وفى محافظتى عمان والبلقاء .

أن سلامة الوضع المائى فى الوقت الحاضر من شأنه أن يساعد على انجاح مشاريع الخطة الخمسية . بتوفير الكميات المائية التى تحتاج اليها هذه المشاريع خلال تطور نموها . كما أن الوضع الحالى يـدعو الى

الاطمئنان بالنسبة لما يمكن أن يتوافر من مياه فى المستقبل وحتى نهاية هذا القرن • غير أن تركز نسبة كبيرة من السكان فى بعض المناطق كعمان والزرقاء واربد من شأنه أن يسبب استهلاكا كبيرا فى المياه وزيادة مطردة الطلب عليها • واذا توافرت المياه بكميات كافية فانه يصبح بالامكان التغلب على مشكلة المياه فى المناطق المأهولة بالسكان ، والافان المشكلة تغدو أكثر تعقيدا •

وتعتبر منطقة عمان ــ الزرقاء خير مثال على المناطق المكتظة بالسكان ، والحرجة فى الاردن من وجهة النظر المائية • ولكن بفضل توافر المياه الجوفية يمكن التغلب على مشكلة نقص المياه وذلك بحفر الآبار الجديدة ، وبناء السدود على الأودية القريبة لخزن الماء الذى يصلح للاستعمال ولتغذية الخزانات الجوفية فى المنطقة • ومع أن محافظة اربد تأتى فى المرتبة الثانية بعد عمان من ناحية عدد وكثافة السكان الا أنها تعيش أزمة مائية حرجة منذ سنوات بسبب عدم توافر المياه الجوفية بشكل يضمن احتياجات سكان المحافظة عامة ومدينة اربد خاصة • فقد تم العثور على كميات محدودة من المياه الجوفية محصورة بشكل محلى ، ولا يمكن أن تفى بحاجة المحافظة من المياه • لذا كان لا بد من تخفيف وطأة المشكلة بتأمين المياه عن طريق نقلها فى أنابيب مسافات طويلة من الأزرق والضليل •

وتواجه مدينة العقبة نقصا فى المياه لقلة الآبار فى المدينة أو فى الأراضى المحيطة بها • وتعتمد المدينة حاليا على عدد من الآبار المحفورة بوادى اليتم الأدنى • ان عدم توافر المياه الجوفية بكميات كافية من شأنه أن يعرض سكان العقبة لأزمة مياه حادة بحد عام ١٩٨٠ • وتحتاج هذه الأزمة الى ايجاد حل سريع يكفل للعقبة احتياجاتها من المياه فى ضوء الازدهار الصناعى والعمرانى المتوقع • ويمكن أن توفر المياه فى المستقبل اما بالعثور عليها فى وادى العربة قرب العقبة وحفر آبار منتجة فى ذلك المكان لتزويد المدينة بالمياه ، أو بنقل المياه فى أنابيب من قاع الديسى حيث تتوافر المياه هناك بكميات احتياطية كبيرة •

ومما يسترعى النظر أن المناطق الصحراوية والمناطق الغورية التى يقل

السكان فيها تتمتع بوفر مائى واضح . وهو أمر طبيعى يمكن أن نرده الى وجود المياة الجوفية بكميات لابأس بها فى الوقت الذى تكون فيه الكميات المستهلكة محدودة • وللزراعة نصيب الاسد من المياه المستهلكة رغم أن الزراعة أكثر اعتمادا على المياة السطحية منها على المياة الجوفية • ويستهلك قسم متوسط من المياه للاغراض البلدية والمنزلية . بينما لا تزال الصناعة تستهلك كمية محدودة من المياه • ومما يلفت النظر أن ميـاه الشرب والصناعة تعتمد على المياه الجوفية بشكل رئيسى • كما أن استعمال المياه الجوفية للاغراض الصناعية يتركز فى المدن بصفة خاصة . فى حين أن هذا الاستعمال يكاد يكون معدوما فى المناطق الاخرى • وتعتمد ٣٠ (ألف) دونم من المساحة المروية فى الاردن على الـرى بواسطة الآبار والينابيع المغذية للأودية (١) • ويخطط لرى ٨٠ (ألف) دونم أخرى من الأراضى الزراعية الواقعة فى المرتفعات وعلى طول الحافة الصحراوية الغربية بالاعتماد على استغلال المياه الجوفية • كما يخطط لزيادة المساحة المروية فى وادى الاردن بحيث تصـل فى السنوات القادمة الى ٢٦٠ (ألف) دونم •

الآبـــــــار

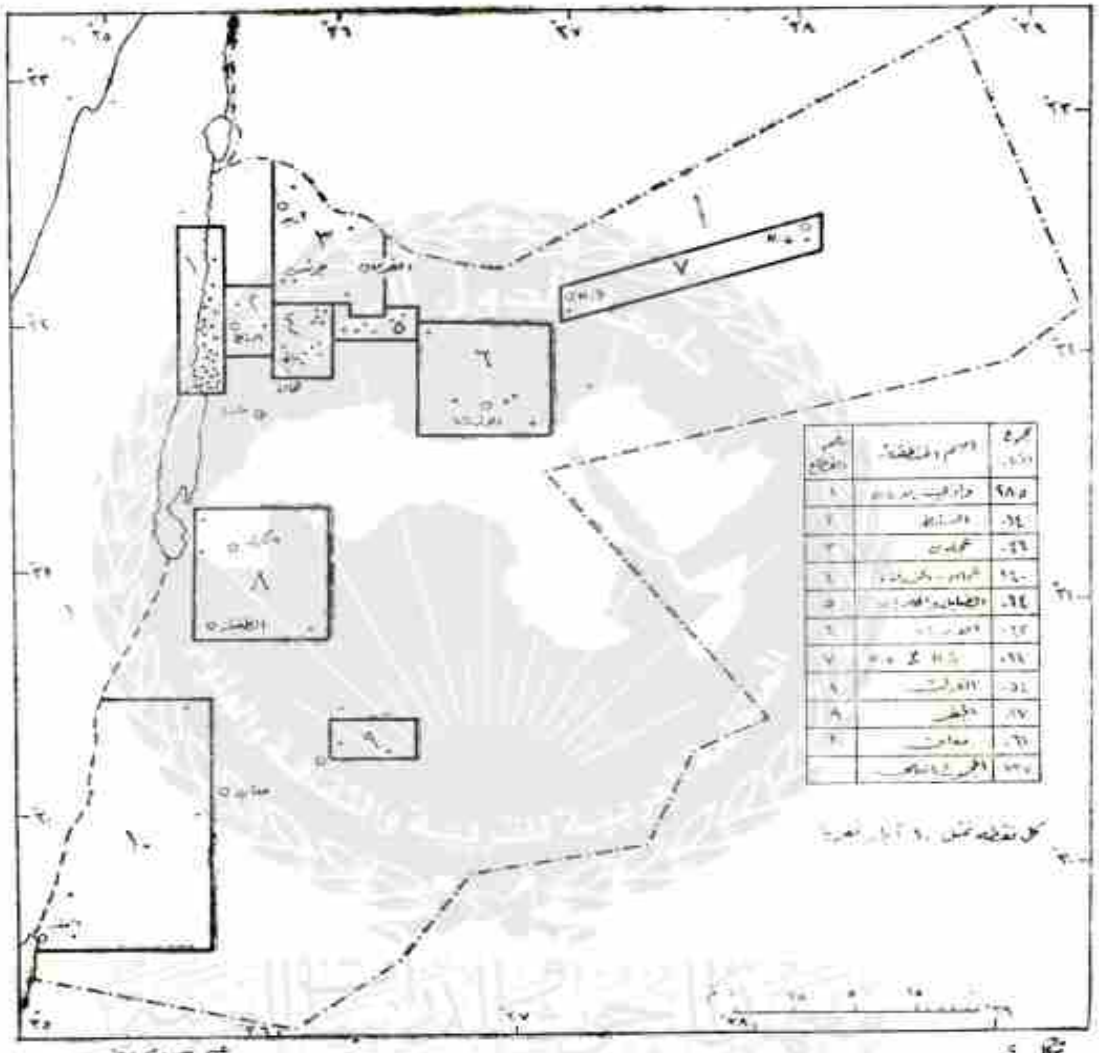
اذا كانت المياه الجوفية تظهر على السطح بواسطة الينابيع تلقائيا . فان خروجها عن طريق حفر الآبار هو جهد بشرى بحت • وتتعدد الاغراض التى تحفر من أجلها الآبار . فهناك آبار للمراقبة والتجارب ، وهى التى منها يمكن معرفة الانتاجية ومنسوب ونوع المياه وغير ذلك • وهناك آبار تستخدم لأغراض الرى وأخرى تستعمل للاغراض المنزلية والشرب والصناعة •

وقد شهد عام ١٩٣٨ أول محاولة لاستغلال المياه الجوفية حيث تم حفر ١٨ بئرا . ارتفع عددها الى ٤٥ بئرا فى أواخر الاربعينات • ثم توسعت عمليات الحفر حتى وصل عددها فى عام ١٩٦٥ نحو ٢٨٤٢ بئرا .

---

(١) F.A.O., (1974), op. cit. pp. 31-38.

وأصبح عددها نحو ٤٢٦٥ بئرا فى عام ١٩٧٣ ، منها ٧٣٧ بئرا منتجة (١) • (شكل ٤) •



شكل ٤

مواقع الآبار المنتجة فى الاردن

وتختلف خصائص الآبار فيما يتعلق بعمقها وتصريف ونوعية مياهها من منطقة لأخرى ، بل انها تختلف داخل المنطقة الواحدة • ويعود السبب فى ذلك الى تفاوت الخصائص الهيدرولوجية للطبقات المائية المغذية للآبار من جهة لأخرى • وتتميز بعض آبار منطقة عمان مثلا بقلة عمقها ، بينما

(١) N.R.A., Annual report of the water resources division. Amman (1972), pp. 1-3.

يتزايد عمق الآبار بصفة عامة فى المناطق الجنوبية ، وخاصة تلك التى حفرت فى القيعان والمنخفضات كقاع الديسى ومنخفض الجفر • أما آبار وادى الاردن فهى قليلة العمق بصفة عامة • أما من حيث التصريف فان أكثر الآبار تصريفا بئر يقع بمنطقة الشوبك فى اقليم المرتفعات الجنوبية . حيث يصل معدل تصريفه الى ٢٧٥م^{٣}/ ساعة • الا اننا نستطيع القول بان آبار قاع الديسى تعتبر من أكثر آبار الاردن انتاجية . فقد أظهرت التجارب والاختبارات ان أقل آباره انتاجا يبلغ معدلها ٢٠٠م^{٣}/ ساعة• وعلى العموم فان العينة العشوائية التى أخذناها تدل على أن آبار الازرق تتراوح انتاجيتها ما بين ١٢ــ١٧٠م^{٣} ساعة . أما آبار عمان فان انتاجيتها تتراوح ما بين ١٥ ــ ١٨٨ م^{٣} ساعة . وتتراوح الابار فى منطقة الاغوار ما بين ٤١ ــ ٣٥٠ م^{٣}/ ساعة •

أما بالنسبة لنوعية المياه فهى متباينة أيضا حسب طبيعة الخزانات الجوفية فى كل نظام • فقد أوضحت العينات المائية المأخوذة من ١٢٥ بئرا محفورة فى نظام عمان ــ وادى السيرحان مجموع الاملاح المذابة يتراوح ما بين ٣٠٠ ــ ١٨٦٠ جزء فى المليون . وان المياه تميل الى القلوية الطفيفة حيث يتراوح مقياس التعادل PH ما بين ٧٫٥ ــ ٨ • كما أوضحت العينات المائية المأخوذة من ٣٤ بئرا محفورة فى نظام البازلت بأن مجموع الاملاح المذابة يتراوح ما بين ٢٠٠ ــ ٥٣٠ جزء فى المليون ، وأن مياه الخزان الجوفى من نوع كلوريد الصوديوم التى تصلح لاستعمالها فى جميع الأغراض •

ويتراوح مجموع الاملاح المذابة فى العينات المائية المأخوذة من الآبار المحفورة فى الجزء الجنوبى من حوض الازرق (نظام الرجام) ما بين ٣٥٠ ــ ١٥٠٠ جزء فى المليون • فى حين أنه يتراوح فى نظام الرجام منخفض الجفر ما بين ٥٠٠ ــ ١١٠٠ جزء فى المليون • أما نظام الحسر فانه يزود الآبار المحفورة فى طبقاته الجيولوجية بمياه جوفية يتراوح مجموع الأملاح المذابة فيها بين ٢٣٠ ــ ٥٢٥ جزء فى المليون •

ويتراوح مجموع الأملاح المذابة فى بعض العينات المائية المأخوذة من آبار نظام كرنب ــ الزرقاء ما بين ٣٠٠ ــ ٢٨٠٠ جزء فى المليون ، ومن آبار نظام ناعور ما بين ٣٧٨ ــ ٦٠٠ جزء فى المليون ، فى حين أنه يتراوح ما بين ٣٠٠ ــ ٥٠٠ جزء فى المليون من مياه آبار نظام الديسى .

استعمال مياه الآبار : ــ

تحتل الآبار مكانة خاصة كمصدر هام من مصادر المياه الجوفية . ومما يؤكد أهميتها وتنوع استعمالاتها ذلك الاقبال الكبير على الصعيدين العام والخاص نحو حفر أعداد كبيرة منها ، فقد ازداد حفر الآبار بشكل مطرد حتى بلغت نسبة حفر الآبار فى الاردن حدا عاليا متقدما فى المنطقة كلها . والجدير بالذكر أن مجموع الآبار المنتجة لأغراض الزراعة ، فى عام ١٩٧٣ ، بلغ ٦٣٦ بئرا ، منها ٤٧٧ بئرا للقطاع الخاص ، و ١٥٩ بئرا للقطاع العام . وفى عام ١٩٧٣ وحده تم حفر ما مجموعه ٤٦ بئرا ، منها ٢١ بئرا للقطاع الخاص ، و ٢٥ بئرا للقطاع العام .

وقد بلغ عدد الآبار المستعملة للاغراض المنزلية والشرب فى الاردن حتى نهاية عام ١٩٧٣ حوالى ١٢١ بئرا . وتتوزع هذه الآبار على المدن والقرى الاردنية عامة ، وعلى مدن عمان والزرقاء واربد خاصة . وتستمد مدينة عمان مثلا ، مياه الشرب من عدة آبار منها آبار ماركا التى تعطى ٥ر١ مليون م^3 سنويا ، ثم آبار عين غزال التى تعطى ٧ ملايين م^3 سنويا ، هذا عدا نبع رأس العين الذى يبلغ تصرفه ٤٠٠ م^3/ساعة . ويبلغ ما تستهلكه عمان من المياه ما يعادل ٨٠ (ألف) متر مكعب فى اليوم . ومن المتوقع أن يصل الرقم الى ١٠٠ (ألف) متر مكعب فى اليوم وذلك فى عام ١٩٨٥ . ويتطلب هذا الاستهلاك المتزايد لمياه الآبار حفر حوالى ١٨ بئرا جديدة بالاضافة الى الآبار العديدة التى أصبحت الآن لا تكفى حاجة السكان من مياه الشرب (١) .

---

(١) U. Mudallal and O., Touqan, Available water resouras in Amman. Amman (1971).

ويتزايد استهلاك الصناعة لمياه الآبار نتيجة للتطور الصناعى الذى يشهده الاردن منذ أوائل السبعينات حيث تم تنفيذ العديد من مشاريع الصناعة خلال سنوات الخطة الثلاثية (١٩٧٣ ــ ١٩٧٥) . بالاضافة الى ما سيتم تنفيذه من مشاريع خلال سنوات خطة التنمية الخمسية (١٩٧٦ ــ ١٩٨٠) . ويدخل الماء فى الصناعة اما بشكل مباشر كمادة من المواد الداخلة فى الصناعة ، أو بشكل غير مباشر كاستعماله فى عمليات التبريد والترطيب والتنظيف ... الخ . وهناك أكثر من ٢٦ بئرا خصوصية وحكومية تزود المصانع الاردنية بما تحتاجه من مياه ، وخاصة تلك التى توجد فى المنطقة الصناعية بين عمان والزرقاء . وعلى سبيل المثال ، نجد أن مصفاة البترول الاردنية فى الزرقاء تستمد مياهها من خمسة آبار يبلغ انتاجها ٦٥٠ م٣/الساعة .

ويعتمد التركيب الكيميائى لمياه الآبار على التهطال ، وعلى المياه المتسربة الى باطن الأرض ، وعلى سرعة سير هذه المياه فى الطبقة الحاملة للمياه . ويحدد هذا التركيب الأغراض التى تستعمل فيها مياه الآبار ، فمعرفة مقدار الملوحة فى مختلف الآبار ، وما يطرأ عليه من اختلافات ناجمة عن الاستعمال أو تذبذب مصادر التغذية المائية ، من شأنها أن تفيدنا فى تحديد أفضل الاستعمالات للمياه .

ويمكن حصر استعمالات المياه على أساس نسبة الأملاح المذابة فيها . وتقاس ملوحة المياه بالجزء لكل مليون جزء . فالمياه الصالحة للشرب لا تتجاوز ملوحتها ٥٠٠ جزء/مليون جزء . أى لو أخذنا كمية ماء مقدارها مليون غرام فانه يجب أن لا تتجاوز ملوحتها ٥٠٠ غرام ، أى كل ٢ كغم ماء يوجد بها غرام واحد أملاح . ويجب أن لا يزيد النحاس فى ماء الشرب عن ٣ أجزاء فى المليون ، وان لا تزيد كمية الحديد والمنغنيز عن ٣ر٠ جزء من المليون ، وأن لا تزيد مركبات الكلور والكلوريد عن ٢٥٠ جزء من

المليون ، وأن لا تزيد مركبات الكبريتات عن ٢٥٠ جزء من المليون ، وأن لا تزيد مركبات الزنك عن ١٥ جزء من المليون . والجدير بالذكر أن وجود كبريتات الصوديوم والمغنسيوم فى مياه الشرب بكميات كبيرة من شأنه أن يسبب اضطرابات معوية .

وتختلف نسبة الأملاح المطلوبة فى المياه المستخدمة فى الصناعة حسب نوع الصناعة والمنتوجات الصناعية . فاذا كانت صناعات غذائية فانها تحتمل كمية أملاح تختلف عن التى تحتملها الصناعات الكيميائية مثلا . وبمعنى آخر ، هناك صناعات معينة تتطلب مياها ذات ملوحة منخفضة بدرجة أكثر من ملوحة مياه الشرب التى يستهلكها البشر ، وخاصة أن المياه يجب أن تقل بها أملاح الكبريتات أو البيكربونات التى تسبب كثرتها صلابة غير مرغوبة . وعلى العموم فان ارتفاع نسبة الحموضة أو القلوية فى المياه من شأنه أن يجعلها غير صالحة للاستعمال فى الاغراض الصناعية (١) .

ويستحسن أن يقل مجموع الاملاح المذابة فى مياه الآبار المستعملة للرى عن ١٥٠٠ جزء فى المليون ، فالمياه تكون عذبة اذا كان هذا المجموع أقل من ١٠٠٠ جزء فى المليون ، وتكون ضاربة للملوحة اذا تراوح المجموع بين ١٠٠٠ — ١٥٠٠ ، وتصبح مالحة اذا زادت عن ذلك . ويمكن استعمال المياه المالحة للرى ، ولكن يجب أن نختار المحاصيل التى تتحمل الملوحة ، وأن نختار التربة المناسبة ذات الصرف الجيد ، وأن نستعمل الاسمدة ونغسل التربة ونصرف مياه الرى الزائدة . وينبغى أن نهتم بمعرفة صنف مياه الرى لنتمكن من استعمال الصنف المناسب للارض المناسبة والمحصول المطلوب .

---

(٢) U.N., Water resource project planning. Water Resources Series No. 41. New York (1972), p. 81.

جدول (٤) تصنيف مياه الرى حسب كمية تركيز الأملاح ودرجة إدمصاص الصوديوم فى المـــاء *

التوصيل الكهربائى (E.C.) (تركيز الاملاح بالميكروموز/سم / ٢٥°م)	التركز الملحى غرام / لتر	درجة ادمصاص الصوديوم (S.A.R.)	صنف المياه
أقل من ٢٥٠	أقل من ٠,٢	أقل من ٣,٦	ملوحة منخفضة (C_1—S_1)
٢٥٠ — ٧٥٠	٠,٢ — ٠,٥	٣,٦ — ٧	ملوحة معتدلة إلى متوسطة (C_2—S_2)
٧٥٠ — ٢٢٥٠	٠,٥ — ١,٥	٧ — ١١	ملوحة متوسطة إلى مرتفعة (C_3—S_3)
٢٢٥٠ — ٥٠٠٠	١,٥ — ٣	أكثر من ١١	ملوحة مرتفعة جداً (C_4—S_4)

المصدر F.A.O., Irrigation, drainage and salinity. London (1973), pp. 104-202.

يحدد لنا هذا الجدول درجة صلاحية المياه للرى ، على ضوء التصنيفات التاليـــة :

١ — مياه ذات ملوحة منخفضة وصوديوم منخفض (C_1 - S_1)

ويمكن استعمالها لرى جميع أصناف الأراضى القابلة للرى ، وهى تناسب جميع المحاصيل الزراعية .

---

* يمكن الحصول على مجموع الاملاح المذابة فى المياه بضرب قيمـة التوصيل الكهربائى (Electrical Conductivity) فى العدد ٦٦ر. كما يمكن حساب درجة اد مصاص الصوديوم Sodium Adsorption Ratio طبقا للمعادلة التالية : —

$$S.A.R. = \frac{\text{الصوديـــوم}}{\sqrt{\frac{\text{المغنسيوم + الكالسيوم}}{٢}}}$$

٢ ــ مياه ذات ملوحة وصوديوم بين المعتدلة والمتوسطة $(C_2 - S_2)$ ويمكن استعمالها لرى معظم المحاصيل ، غير أنه قد تحدث مشكلة صوديوم معتدلة نتيجة رى الترب الطينية ذات القوام الناعم اذا لم تشتمل الترب على الجبس • ويمكن استعمال هذا الصنف من المياه بنجاح فى الترب الرملية ذات القوام الخشن ، وكذلك فى الترب الغنية بالمواد العضوية حيث يسهل استيعاب المياه •

٣ ــ مياه ذات ملوحة وصوديوم بين المتوسطة والمرتفعة $(C_3 - S_2)$ ويمكن استعمالها لرى بعض المحاصيل التى تتحمل الملوحة ، ولكن يمكن أن تحدث مشكلة صوديوم فى معظم الترب • وتتطلب الترب ، التى تروى بمثل هذا الصنف من المياه ، ادارة خاصة ، كالغسل المستمر ، والصرف الجيد ، واضافة الأسمدة اللازمة • واذا خلت التربة من الجبس فان اضافته تصبح ضرورية •

٤ ــ مياه ذات ملوحة مرتفعة جدا وصوديوم مرتفع جدا $(C_4 - S_4)$ ، لا يصلح هذا النوع من المياه للرى ، الا اذا كانت نسبة الملوحة فيها تتراوح بين المنخفضة والمتوسطة ، وأضيف كمية كافية من الجبس •

واذا كانت العلاقة طردية بين نسبة الصوديوم المئوية ونسبة أيون الكالسيوم ، فان ارتفاع نسبة الصوديوم فى مياه الرى ، فى هذه الحالة ، لا يجعلها ضارة بالتربة والمحاصيل • اما اذا كانت العلاقة عكسية بينهما ، أى اذا كانت نسبة الصوديوم مرتفعة ونسبة الكالسيوم منخفضة ، فان هذا التناقض يخلق مشكلات من استعمال المياه للرى • وكلما كانت نسبة الكالسيوم مرتفعة فى مياه الرى بحيث تتعادل مع الصوديوم كلما كان ذلك أفضل لمياه الرى •

نوعية مياه الآبـــار : ــ

أوضحت نتائج تحليل العينات المأخوذة من مياه نحو ١٢٥ بئرا تابعة

لنظام عمان ــ وادى السير (١) . ان نحو ٤٥٪ من مجموع الآبار ذات مياه صنفها C_2-S_1 ، أى أن ملوحتها معتدلة مع وجود نسبة صوديوم منخفضة ، وأن نسبة مماثلة من الآبار ذات مياه صنفها C_3-S_1 ، أى أن ملوحتها متوسطة الى مرتفعة مع وجود نسبة صوديوم منخفضة . وهناك ١٠٪ من مجموع الآبار ذات مياه يتراوح صنفها بين C_3-S_2 و C_4-S_2 ، أى أن بعض مياهها ذات ملوحة مرتفعة وبعضها الآخر ذات ملوحة مرتفعة جدا مع وجود نسبة صوديوم متوسطة .

كما أوضحت نتائج تحليل العينات المأخوذة من مياه ٢٤ بئرا تابعة لنظام البازلت أن حوالى ٩٦٪ من مجموع الآبار ذات مياه صنفها C_2-S_1 ، أى أن ملوحتها معتدلة مع وجود نسبة طفيفة من الصوديوم أما الباقى من الآبار فمياهها ذات صنف C_3-S_1 ، أى أن ملوحتها متوسطة الى مرتفعة مع وجود نسبة صوديوم منخفضة . والجدير بالملاحظة أن جميع آبار نظام الرجام لمنخفض الجفر ذات مياه صنفها C_3-S_1 وتتنوع أصناف مياه الآبار التابعة لنظام الرجام بمنخفض الازرق بحيث أنها تتراوح ما بين صنف C_3-S_1 وصنف C_4-S_4 . أى أن الطابع الغالب على مياه النصف الجنوبى من منخفض الأزرق هو طابع الملوحة المرتفعة مع وجود نسبة متوسطة من الصوديوم .

وينتمى نحو ٨٥٪ من مجموع الآبار التابعة لنظامى الحسر وكرنب ــ الزرقاء الى صنف المياه C_2-S_1 ، أى أن ملوحة مياهها تتراوح ما بين الملوحة المعتدلة والمتوسطة مع وجود نسبة منخفضة من الصوديوم . أما الـ ١٥٪ الباقية من الآبار فمياهها ذات صنف C_3-S_1

مما سبق يتبين لنا أن غالبية مياه الآبار التابعة للنظم المائية الجوفية سالفة الذكر ، تتراوح فى أصنافها ما بين صنفى C_2-S_1 و C_3-S_1 ويؤكد هــذه النتيجة ما كشفت عنــه الدراسة التحليلية الأحدث لعينة

---

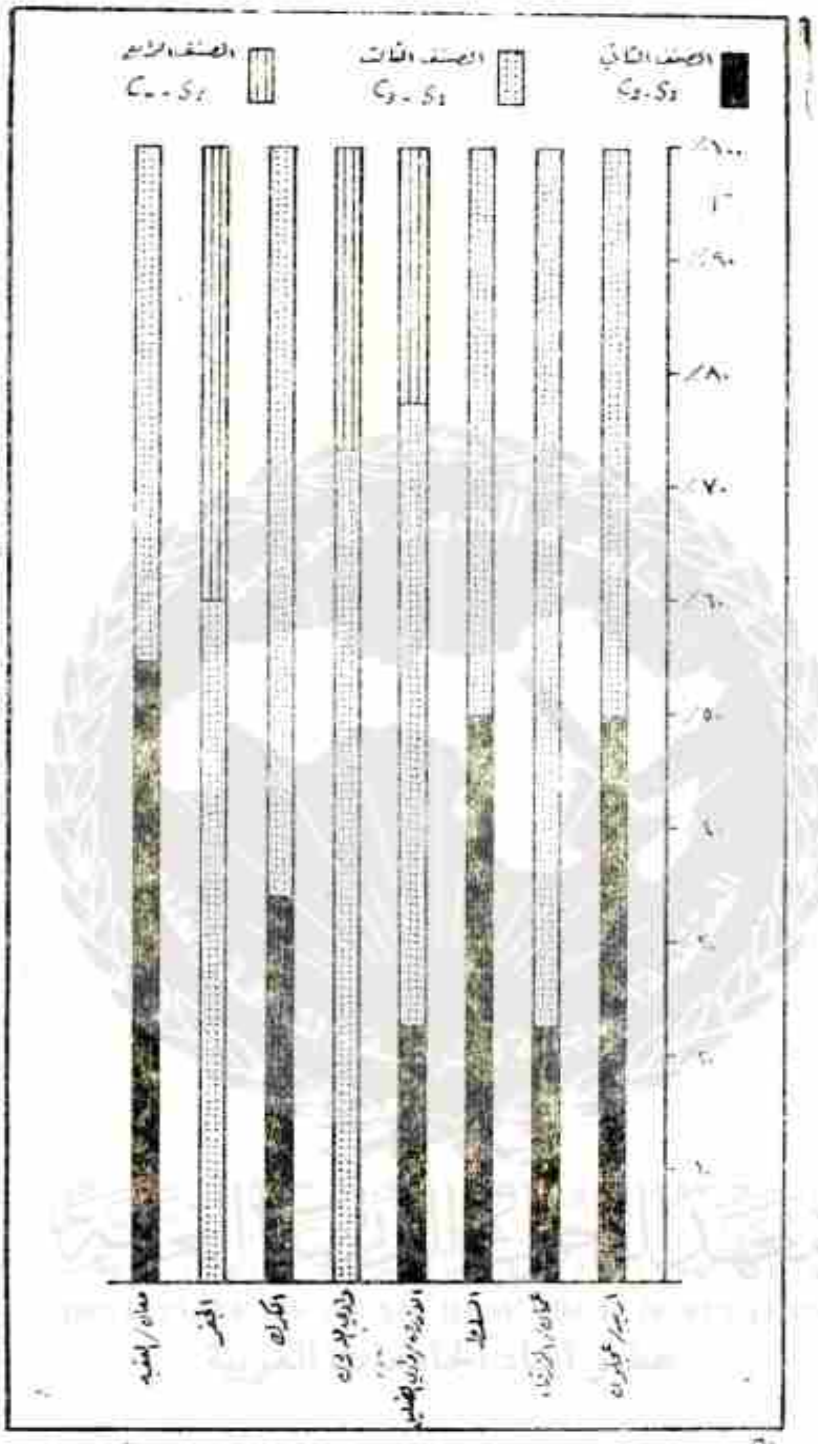
(١) يمكن الرجوع للحق تفصيلى تابع التقرير F.A.O. (1970) الذى قام باعداده W. Barber للنظر فى جداول تحليل العينات المائية المأخوذة من آبار نظم الخزانات الجوفية .

مجموعها ٧٢ بئرا اخترتها بالطريقة العشوائية ، من ملفات سلطة المصادر الطبيعية ، لتمثل مناطق الاردن المختلفة • ويمكن أن نوضح أصناف مياه الآبار على ضوء نتائج التحاليل التى أجريت للعينات المائية المأخوذة من الآبار المختارة خلال عام ١٩٧٤ •

جدول (٥) أصناف مياه الآبار فى مناطق الأردن

المنطقة	الصنف الثانى C_2-S_1		الصنف الثالث C_3-S_1		الصنف الرابع C_4-S_1	
	عدد الآبار	النسبة المئوية	عدد الآبار	النسبة المئوية	عدد الآبار	النسبة المئوية
اربد — عجلون	٢	٥٠	٢	٥٠	—	—
عمان — الزرقاء	٣	٢٣	١٠	٧٧	—	—
السلط	٢	٥٠	٢	٥٠	—	—
الأزرق — وادى الضليل	٢	٢٢.٥	٥	٥٥	٢	٢٢.٥
وادى الأردن	—	—	١٦	٨٠	٤	٢٠
الكرك	٢	٣٣.٣	٤	٦٦.٧	—	—
الجفر	—	—	٣	٦٠	٢	٤٠
معان — العقبة	٦	٥٤.٦	٥	٤٥.٤	—	—
المجموع	١٧	٢٣.٦	٤٧	٦٥.٢	٨	١١.٢

يتبين لنا من الجدول أن حوالى ثلثى آبار الاردن تنتمى مياهها للصنف الثالث C_3-S_1 ، أى أن ملوحة مياهها تتراوح بين المتوسطة والمرتفعة مع وجود نسبة طفيفة من الصوديوم بها • كما أن حوالى ربع الآبار فى الاردن تنتمى مياهها للصنف الثانى C_2-S_1 ، أى أن ملوحة مياهها تتراوح بين المعتدلة والمتوسطة • فى حين أن أكثر من عشر الآبار تنتمى مياهها للنصف الرابع C_4-S_1 أو C_4-S_2 أى أن ملوحة مياهها مرتفعة جدا مع وجود نسبة معتدلة من الصوديوم بها (شكل ٥) •



توزيع اصناف مياه الآبار

والجدير بالملاحظة أن منطقتى اربد والسلط تشتملان على آبار تنتمى مياهها الى الصنفين الثانى والثالث بالتساوى واذ استثنينا منطقه معان ــ العقبة فان بقية المناطق تشتمل على آبار غالبية مياهها تنتمى للصنف الثالث

أما الآبار التى تنتمى مياهها للصنف الرابع فانها تقتصر فى وجودها على مناطق معينة فى الأردن مثل الأزرق ــ وادى الضليل ، ووادى الأردن ، والجعفر ، وهى المناطق التى تعانى من خطر الملوحة أثناء الرى .

الينابيـــــــع

الينابيع تصريف طبيعى للمياه الجوفية مـن الطبقات المائية الى سطح الأرض . وتظل الينابيع متدفقة طالما أن هناك تغذية للخزان الجوفى بالاضافة الى توافر شروط تفجرها (١) . ويساعد على انبثاق الينابيع عـدة اسباب أهمهـا الأسبـاب التركيبيـة Structural والترسيبية lithological والطبوغرافية topographical . أما الأسباب التركيبية فانهـا تتعلق بانحصار المياه بين طبقات غير منفذة ولا تسمح هذه الطبقات للمياه بالخروج الى سطح الأرض الا عندما تحدث فوالق وتصـدعات تعرض الطبقات الحابسة للتكسر ، فيجد الماء مهربا الى سطح الأرض كما هو الحال بالنسبة لينابيع وادى الاردن . أما الأسباب الترسيبية الحجـرية فانها تؤثر على خروج المياه الجوفية الى سطح الأرض عندما تنتقل هذه الميـاه من طبقة رملية منفذة الى صلصالية كتيمة فتضطر الى تغيير اتجاه سيرها بالانبثاق من السطح الفاصـل بين الطبقات المنفذة والكتيمة . ويسبب العامـل الطبواغرافى فى تدفق الينابيع اذا أزيحت الطبقات نتيجة التعرية وانكشفت الطبقات المائيـة . فقـد تتقطع الطبقة الحاملـة للمياه بواسطة الأودية الاخدودية ، وينشأ مـن تقاطع سطح الارض سطح الطبقة المائية تدفق ما يسمى بينابيع المنخفضات كما هو الحال بالنسبة للينابيع الموجودة فى بطون أودية الواله والموجب والكرك واليرموك .. الخ .

تصريف الينابيع :

قدر مجموع تصريف الينابيع خلال الثلاثينات حوالى ٢٨٢مليونم٣/ السنة ، وهو نفس التقدير الذى جرى له فى الخمسينات . ويوجد حاليا فى الاردن ٦٦١ ينبوعا مائيا ، ويبلغ مجموع طاقتها التصريفية حوالى ٢٥٦ مليون م٣/ السنة، وهى موزعة فى مختلف مناطق الاردن. وتختلف الينابيع عن بعضها فى كثير من الصفات تبعا لاختلاف الطبقات المائية المغذية وكذلك

(١) M.G., Ionides, Report on the water resources of Transjordan and their development. London (1939). pp. 150-153.

حسب طبيعة تكونها • وهناك تفاوت من حيث كمية تصريفها وتذبذبها ، ومن حيث نوعية مياهها • وقـد قام مينتر Meinter بحسـاب تغير كمية التصريف على أساس المعادلة التالية (١) •

$$V = \frac{amd - and}{md} \times 100$$

حيث أن V هى نسبة تغير كمية التصريف ، و amd هى أكبر كمية تصريف ، و and هى أقل كمية تصريف ، و md هى معدل التصريف (الوسيط) (٢)•

ولكى نطبق معادلة مينتر على الاردن ، تم اختيار عينة عشوائية تتكون من ٣٥ ينبوعا مائيا تمثل مختلف جهات الاردن • وتم جمع المعـلومات اللازمة عن هذه الينابيع المختارة من ملفات سلطة المصادر الطبيعية وذلك خلال فترة ثلاث سنوات مختارة ، ويمكن الاطلاع على نتائج الحسابات فى الجدول التالى :

جدول (٦) تغير كمية تصريف مجموعة من الينابيع المختارة فى الاردن

السنة	ينابيع ثابتة التصريف (أقل من ٢٦٪)		ينابيع تصرفها قليل التغير (٢٦—١٠٠ ٪)		ينابيع متغيرة التصريف أكثر من ١٠٠٪)	
	عدد العيون	٪	عدد العيون	٪	عدد العيون	٪
١٩٦٩	٢	٥.٧	١٨	٥١.٤	١٥	٤٢.٨
١٩٧٠	٢	٥.٧	١٦	٤٥.٧	١٧	٤٨.٥
١٩٧١	١	٢.٨	١٢	٣٤.٢	٢٢	٦٢.٨

(١) M. Macdonald, East Bank Jordan Water Resources. London (1965), Vol. 5, Inventory of Springs.

(٢) amd = absolute maximum discharge.
and = abso'ute minimum discharge.
md = median discharge.

يتبين من الجدول أن حوالى نصف مجموع الينابيع ذات تصريف مرتفع التغير ، وأن نسبة قليلة جدا من الينابيع ذات تصريف ثابت ، وأن أكثر من ٤٠٪ من الينابيع ذات تصريف قليل التغير • وبمعنى آخر فان ٩٥٪ من الينابيع تتعرض لتغير فى تصريفها يتراوح ما بين التغير المنخفض والتغير المرتفع ، فى حين أن ٥٪ تقريبا تتميز بتصريفها الثابت نسبيا • وتدل هذه النتائج على أن الينابيع تتأثرا تأثيرا كبيرا بكميات الأمطار السنوية ذات الطبيعة المتقلبة • أن بعض الينابيع فى الاردن يقتصر تصريفها على موسم الأمطار فقط ، وتصبح جافة فى فصل الجفاف • ومن جهة أخرى نجد أن كثيرا من الينابيع الدائمة ترتفع كمية تصريفها فى السنوات المطيرة وتنكمش فى السنوات الجافة • وينطبق هذا الوضع على الشهور المطيرة التى تشهد ارتفاعا ملموسا فى تصريف الينابيع ، والشهور الجافة التى تعانى الينابيع خلالها من قلة التصريف •

والجدير بالملاحظة أن نسبة تغير تصريف الينابيع ترتفع اذا وقعت سنة جافة بين سنتين عاديتين فى أمطارها ، كما أن الينابيع التى تدخل فى قائمة التغير المرتفع يزداد فى السنة التالية مباشرة للسنة الجافة • ان عام ١٩٧٠ كان عاما جافا يقع بين عامى ١٩٦٩ و ١٩٧١ العاديين ، ولذا كان عام ١٩٧١ قد شهد تغيرا ملموسا فى تصريف كثير من الينابيع • ويتراوح تصريف مياه الينابيع المأخوذة فى العينة ما بين أدنى تصريف لينبوع الميتة ، بالقرب من رمان بمحافظة البلقاء ، مقداره ١٢ر٠ م٣/ساعة ، بتاريخ ٣/٨/١٩٧٠ ، وأعلى تصريف لينبوع وادى زهار ، بالقرب من سما بمحافظة اربد ، ومقداره ٤٤٥ م٣/ ساعة بتاريخ ١١/٨/١٩٧٠ •

ويدل التوزيع الجغرافى للينابيع على أن محافظة اربد تتبوأ الدرجة الأولى من حيث عدد الينابيع ومن حيث كمية تصريفها السنوى ، اذ يبلغ مجموع تصريف ينابيعها ١٠٢ر٤٦٦ مليون م٣ سنويا • وعلى الرغم من

قلة عدد ينابيع محافظة عمان نسبيا الا أنها تحتل المرتبة الثانية بعد محافظة اربد من ناحية تصريف ينابيعهـا الذى يبلغ ٦٢ ألف مليون م٣ سـنويا . وتأتى محافظة الكرك بعد محافظة اربد من ناحية عدد الينابيع ، غير أنها تحتل المرتبة الثالثة من حيث قدرة ينابيعها على التصريف البالغ ٤٦ ألف مليون م٣ سنويا . ومع أن محافظة البلقاء تشتمل على عدد من الينابيع أقل مما فى محافظة معان ، ، الا أن تصريف ينابيع البلقاء أكثر كمية من تصريف ينابيع معان ، فالمجموع السنوى للتصريف فى الأولى يبلغ ٣٨ألف مليون م٣، وفى الثانية يصل الى ٧٠٠٠ مليون م٣ (١) .

ويرتبط تصريف الينابيع بكميات الأمطار التى تجعـل التصريف فى الاجزاء الشمالية من الاردن أكبر منه فى الاجـزاء الجنوبية . وتكشف دراسة التوازن المائى لنا عن مناطق الفائض والعجز المائى ، حيث ترتبط الينابيع الغنية بالأولى والينابيع الفقيرة بالثانية . كما يرتبط تصريف الينابيع المغذية لكثير من النهيرات بالتصريف الأساسى لمياه هذه النهيرات ويكشف لنا معامل التغير فى تصريف الأودية عن الدور الذى تلعبه الينابيع فى تنظيم جريان كثير من هذه الأودية . وكلما كان اعتماد الأودية على الينابيع أكثر من الأمطار بالنسبة لتغذيتها المائية ، كلما كان تصريف الأودية أكثر ثباتا واستقرارا ، وأقل تغيرا .

ولكى نوضح عـلاقة التصريف النهرى بكل من الأمطـار والينابيع حسبنا معامل التغير فى تصريف ميـاه عينة من الأودية كمـا هو مبين فى الجـدول .

---

(١) موارد المياه والاحتياجات المائيـة فى الاردن ، مصـدر سابق ، (١٩٧٥) ، ص ٨ .

جدول (٧) معامل التغير فى التصريف النهرى •

أسم الـــوادى	الفترة	معامل التغير ٪	درجة التغير
أولا : أقل من ٥٠ ٪			منخفض
نهر اليرموك	٦٤/١٩٦٣ـ٧٢/١٩٧١	٢٠	»
وادى زقـــلاب	٦٦/١٩٦٥ـ٧٣/١٩٧٢	١٣	»
وادى شعيب	٦٢/١٩٦١ـ٦٧/١٩٦٦	٢٤	»
وادى الكفرين	٦١/١٩٦٠ـ٦٨/١٩٦٧	٤٠	»
ثانيا : من ٥٠ـ١٠٠٪			متوسط
نهر الزرقاء	٦٩/١٩٦٨ـ٧٣/١٩٧٢	٥٦	»
وادى الواله	٦٦/١٩٦٥ـ٧٣/١٩٧٢	٨٨	»
وادى الحسا	٦٩/١٩٦٨ـ٧٣/١٩٧٢	٩٠	»
ثالثا : أكثرمن ١٠٠٪			
وادى الموجب	٦٦/١٩٦٥ـ٧٣/١٩٧٢	١٠٧	مرتفع
وادى سواقه	٦٦/١٩٦٥ـ٧٣/١٩٧٢	١٥٨	»
وادى اليتم	٦٥/١٩٦٤ـ٧٢/١٩٧١	٢٢٥	»

يتبين لنا أن ٤٠٪ من الأودية تتسيز بقلة تغير تصريفها لاعتمادها على الينابيع فى تغذيتها المائية أكثر من اعتمادها على الأمطار ، وأن تصريف ٣٠٪ من الأودية مرتفـع التغير لاعتماده على الأمطار أساســا • أما الباقى من الأودية فتعتمد فى تغذيتها بدرجة متقاربة على كل من الينابيع والأمطار ، لذا فان تغير تصريفها متوسط •

استعمال الينابيع : ـ

اذا استثنينا الينابيع الحارة ذات المياه المعدنيـــة المستعملة لأغراض الاستشفاء فان الينابيع الباردة دائمة التصريف تستعمل فى معظمها لأغراض الرى والشرب • وقـــد درست عينة من الينابيع عددهـــا ٤٤٦ ينبوعا فى مختلف محافظات الاردن وذلك بالرجوع الى ملفات سلطة المصادر الطبيعية للتعرف على استعمال مياه الينابيع الباردة دائمة التصريف •

جـدول (٨) استعمال مياه الينابيع •

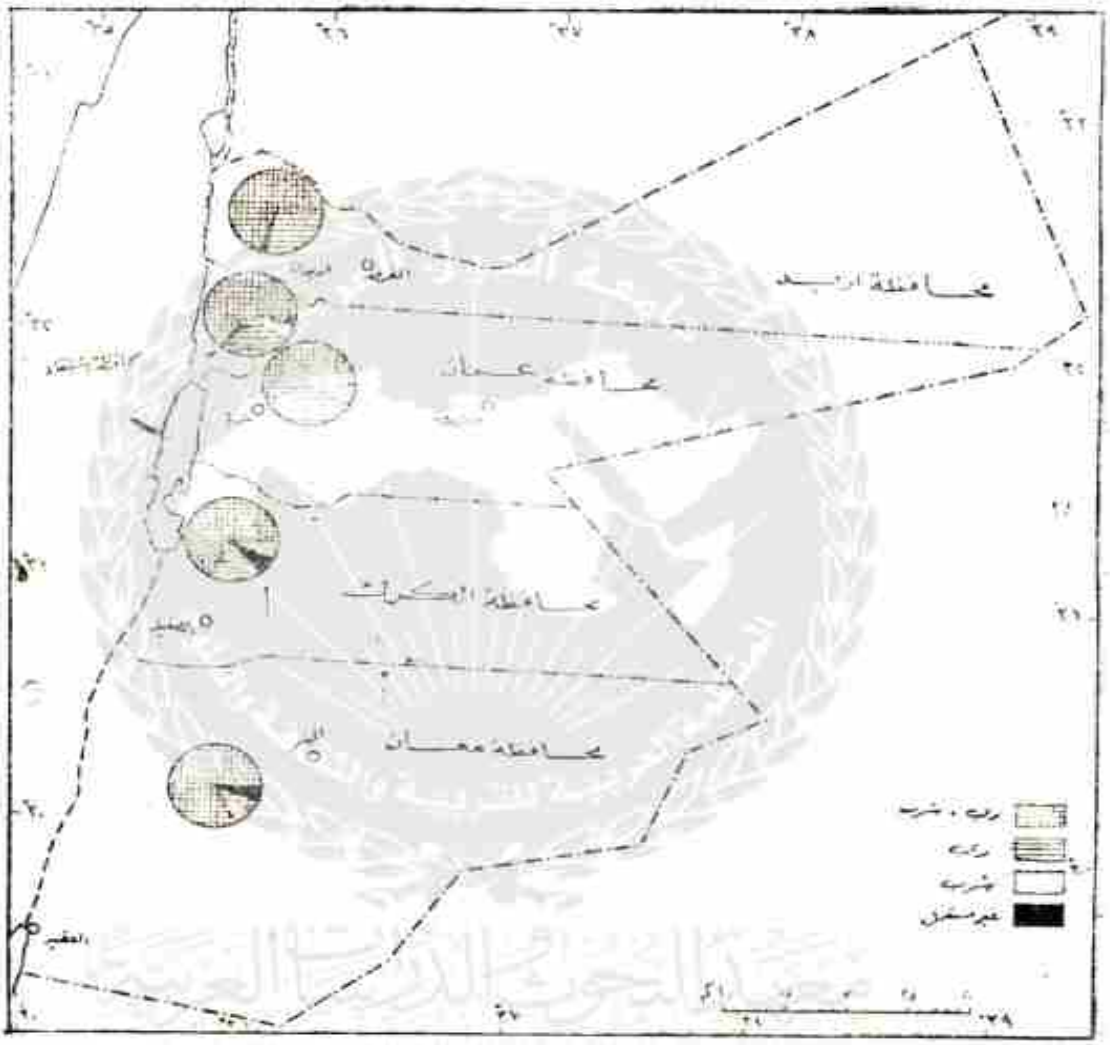
المحافظة	رى + شرب	٪	رى	٪	شرب	٪	غير مستعمل	٪	المجموع	٪
أربد	١٢٠	٦٨.٥	٥١	٢٩	—	—	٤	٢.٥	١٧٥	١٠٠
البلقاء	٣١	٦٤.٥	١٢	٢٥	٣	٦.٢٥	٢	٤.٢٥	٤٨	١٠٠
عمان	٢٧	٥٦.٢٥	١٧	٣٥.٥	٤	٨.٢٥	—	—	٤٨	١٠٠
الكرك	٧١	٦٧.٢	١٩	١٨.١	٨	٧.٥	٧	٦.٦٦	١٠٥	١٠٠
معان	٥٨	٨٢.٨	٣	٤.٣	٥	٧.١	٤	٥.٧	٧٠	١٠٠
	٣٠٧	٦٨.٨	١٠٢	٢٢.٨	٢٠	٤.٤	١٧	٤	٤٤٦	١٠٠

يستأثر استعمال الينابيع للرى والشرب معا أهمية كبيرة عندما نجد أن أكثر من ثلثى ينابيع الاردن ، دائمة التصريف ، تستعمل للأغراض الزراعية والمنزلية فى نفس الوقت • ويستعمل أكثر من خمس الينابيع لغرض الرى وحده ، بينما تقل نسبة الينابيع المخصصة لأغراض الشرب فقط عن ٥٪ من مجموع الينابيع • أما الينابيع غير المستعملة فهى محدودة العدد ، ولا تزيد نسبتها عن ٤٪ من مجموع الينـابيع • وينطبق هذا على جميـع المحافظات من حيث استعمال غالبية ينابيعها فى غرض مزدوج يجمع بين الرى والشرب • ويظهـر ذلك جليا على محافظـة معادن ، حيث تستعمل حوالى ٨٣٪ من ينابيعها لغرض الرى والشرب فى آن واحد (شكل ٦)•

نوعية مياه الينابيع : ـ

أن نتائج دراسة العينة العشوائية ، المشتملة على ١٠٠ ينبوع اخترتها من ملفات سلطة المصادر الطبيعية ، تدل على أن نوعية مياه الينابيع تتفاوت ما بين ممتازة الى رديئة وذلك حسب مجموع الاملاح المذابة فى مياه كل ينبوع • ويمكن أن نتعرف على مصدر المياه والطبقة الحاوية لها من نوع الاملاح المذابة فى المياه • فاذا أظهرت نتيجة تحليل العينة المائية أن كمية الكالسيوم عالية ، وكذلك كمية الكربونات أيضا ، فان هذا يدل على أن المياه جاءت من طبقة الحجر الجيرى • واذا كانت كمية السيليكا وكذلك كمية الصوديوم عالية فان مصدر المياه هو الحجر الصوانى • ويكـون

الدولومايت مصدرا أصليا للمياه التى ترتفع فيها كمية المغنسيوم والكالسيوم. ويدل ارتفاع مجموع الاملاح المذابة ، بصفة عامة ، فى مياه الينابيع على أن المياه جاءت من طبقة تحتوى على نسبة عالية من الاملاح .



استعمال مياه الينابيع

واذا استعرضنا مجموع الاملاح المذابة فى مياه ١٠٠ ينبوع منتشرة فى جميع أجزاء الاردن ، تبين لنا أن ٧٠٪ من الينابيع يقل مجموع الاملاح المذابة فيها عن ٥٠٠ جزء فى المليون ، منتسبة الى صنف المياه (C_1—S_1) وتصلح مياه هذه الفئة المتازة من الينابيع للشرب وارى جميع المحاصيل الزارعية دون استثناء . أما الفئة الثانية التى يتراوح مجموع الاملاح المذابة فيها بين ٥٠٠ ــ ١٠٠٠ جزء فى المليون فهى تمثل ١٦٪ من الينابيع

ذات صنف المياه (C_2—S_1) وهو الصنف الثانى الذى تتراوح ملوحة مياهه بين المعتدلة والمتوسطة .

وتمثل الفئة الثالثة ، التى يتراوح مجموع الاملاح المذابة فيها بين ١٠٠٠ — ١٥٠٠ جزء فى المليون ، حوالى ٤٪ من الينابيع ، وتنتمى مياه هذه الفئة الى الصنف الثالث (C_3—S_1) أى أن ملوحة المياه تتراوح بين المتوسطة والمرتفعة مع وجود نسبة طفيفة من الصوديوم بها . ويزيد مجموع الاملاح المذابة فى الفئة الرابعة عن ١٥٠٠ جزء فى المليون ، منتمية مياهها للصنف الرابع C — S_2 . وتمثل هذه الفئة عشر الينابيع الموجودة فى الاردن ، وهى أسوأ فئة مشتملة على نسبة عالية من الاملاح مع وجود نسبة متوسطة من الصوديوم فى المياه . ولا تصلح هذه الفئة الأخيرة لأغراض الشرب ، ويمكن أن تستعمل لأغراض الرى اذا مزجت مياهها بمياه عذبة من مصادر أخرى ، والا فان استعمالها يضر بالمحاصيل التى لا تتحمل الملوحة ، وتتلف التربة .

والجدير بالذكر أن نوعية مياه الينابيع تتدنى كلما اتجهنا نحو الجنوب، فمياه ينابيع محافظة اربد تعتبر من أكثر مياه الينابيع عذوبة ، فى حين أن مياه ينابيع محافظة معان هى أكثر مياه الينابيع ملوحة . وينابيع الاغوار المجاورة للبحر الميت أكثر ملوحة من الاغوار الشمالية . كما أن ينابيع الجزء الجنوبى من منخفض الأزرق أكثر ملوحة من ينابيع الجزء الشمالى منه .

مشكلات المياه الجوفية والمحافظة عليها

تعانى المياه الجوفية فى بعض جهات الاردن من بعض المشكلات التى تؤثر على السكان والانتاج تأثيرا سلبيا . ويمكن أن نذكر من بين هذه المشكلات مشكلة هبوط مستويات المياه فى الخزانات الجوفية نتيجة الضخ الزائد لمياه الآبار بدرجة لم تتمكن التغذية المائية فيها من تعويض ماستنزف من مياه خلال فترة محدودة . وهناك مشكلة ازدياد ملوحة المياه الجوفية ، ومشكلة تلوثها ، ومشكلة تداخل مياه الآبار والينابيع ... (١) الخ .

---

(١) د. حسن عبد القادر صالح ، انتاج الغذاء فى الاردن . معهد البحوث والدراسات العربية (١٩٧٥) ، ص ٤٧ — ٤٨ .

وسيقتصر حديثنا على مشكلتى ملوحة وتلوث المياه الجوفية كمثال على مشكلات المياه الجوفية .

مشكلة ازدياد الملوحة : ـ

تتركز هذه المشكلة فى وادى الاردن ، ومنخفضى الأزرق والجفر ، ووادى الضليل . ففى وادى الاردن ، بعد التطور الزراعى الكبير ، أخذ أصحاب الآبار يتسابقون فى ضخ أكبر كمية ممكنة من الماء لرى أراضيهم الزراعية ، وذلك منذ بداية الخمسينات ، الأمر الذى نتج عنه هبوط فى مستويات المياه الجوفية وهجوم المياه المالحة بشكل يتناسب طرديا مع كمية الضخ من الآبار . ويتميز تسرب المياه الجوفية المالحة فى وادى الاردن باتجاهاته العمودية والأفقية(١). أما التسرب العمودى فيتجه من أسفل الى أعلى نتيجة استنزاف المياه الجوفية العذبة التى تعلو المياه المالحة بواسطة عمليات الضخ المتواصل واختراق بعض الآبار المحفورة للطبقات السفلى الحاملة للمياة الجوفية المالحة مما يؤدى الى تلوث مياه الآبار المجاورة التى لم تصل فى العمق الى تلك الطبقات . ويحدث التسرب الافقى فى اتجاهين مختلفين : الأول من الشمال الى الجنوب وبالعكس ، والثانى من منطقة الزور الى طرفى الوادى شرقا وغربا نتيجة للمنخفضات المائية Cones of depression الناجمة عن عمليات الضخ فى المناطق المزدحمة بالآبار .

جدول (٩) ملحوحة المياه الجوفية لعينات مختارة من وادى الاردن
(بالجـزء لكل مليون)

المنطقة	أقل من ٥٠٠		٥٠٠ ـ ١٠٠٠		١٠٠٠ ـ ١٥٠٠		أكثر من ١٥٠٠	
	عدد العينات	٪	عدد العينات	٪	عدد العينات	٪	عدد العينات	٪
الكرامة ـ الشونة الجنوبية	١٢	٥٤	٤	١٨	٣	١٤	٣	١٤
الكفرين ـ الرامة	٥	٣	٤١	٢٠	٧٣	٣٦	٨٤	٤١

المصدر : Hirzalla, B., Groundwater resources of the Jordan Valley. N.R.A. (1973), p. 82.

(١) المهندس بدر حزر الله ، المياه الجوفية فى وادى الاردن وخطر ازدياد الملوحة فيها . اتحاد المهندسين العرب ، القدس (١٩٦٦) ، ص ١٤ .

يتبين لنا أن ١٤٪ من مجموع العينات المائية ، عددها ٢٢ عينة ، المأخوذة من منطقة الكرامة ــ الشونة الجنوبية ، تتكون من مياه ذات ملوحة مرتفعة تزيد عن ١٥٠٠ جزء فى المليون . كما أن ٤١٪ من الـ ٢٠٣ عينات مائية المأخوذة من منطقة الكفرين ــ الرامة ، تتكون من مياه ذات ملوحة تزيد عن ١٥٠٠ جزء فى المليون . وبمعنى آخر فان ½ آبار المنطقة الأولى ، و ⅔ آبار المنطقة الثانية لا تصلح كثيرا للاستعمال ، وفى حالة استعمالها يفضل أن تمزج بمياه عذبة من مصادر مائية قريبة ، والا فاننا نخسر تربتنا بتمليحها مع الزمن .

ويكاد ما سبق أن ذكرناه أن ينطبق على منخفضى الأزرق والجفر . ففى الأزرق استنفد الأهالى معظم المياه العذبة فى الخزان الجوفى الذى يعلو الخزان الجوفى المشتمل على مياه مالحة وذلك نتيجة ضخهم المتزايد فى السنوات الأخيرة لآبار المياه . ونتج عن ذلك حدوث تملح لمياه كثير من الآبار ، وخاصة فى الاجزاء الوسطى والشرقية من الأزرق حيث تبلغ ملوحة المياه حوالى ١٧٠٠ جزء فى المليون (١) . ولذلك نجد أن سلطة المصادر الطبيعية تمنع حفر آبار جديدة فى الأزرق وتكتفى باستغلال مياه الينابيع الطبيعة المتوازنة . وفى الجفر أدى الجور فى سحب المياه من بعض الآبار الى زيادة ملوحة المياه فيها ، وخاصة فى النصف الجنوبى الشرقى من منخفض الجفر حيث تبلغ ملوحة مياه بعض الآبار ٢٦٥٠ جزء فى المليون . وقد أوضحت نتائج التحليل الذى أجريته لعينات مائية جمعتها خلال دراسة ميدانية للجفر من البئرين رقم ٣ ورقم ١٩ بأن مجموع الاملاح المذابة يبلغ فيهما ٦٢٩٧ و ٦٣٠٧ جزء فى المليون على التوالى .

ان استعمال المياه الجوفية المتملحة فى الرى من شأنه أن يلوث التربة ويضيف اليها أطنانا من الملح بمرور الوقت . فاذا استعملنا ، على سبيل المثال ، ألف م^3 من مياه رى محتوية على أملاح مذابة كميتها غرام لكل لتر ، فمعنى ذلك أننا نضيف ١٠٠٠ كغم من الاملاح لكل هكتار من

---

(١) F.A.O. (1974), op. cit., p. 21.

الأرض . واذا كانت كمية الاملاح المذابة فى مياه الرى تبلغ ١٠ غرامات لكل لتر ، فمعنى ذلك أننا نضيف ١٠٠٠ كغم من الاملاح لكل هكتار من الأرض . واذا كانت كمية الاملاح المذابة فى مياه الرى تبلغ ١٠ غرامات لكل لتر ، فان ١٠٠٠٠ كغم من الاملاح تضاف للهكتار الواحد . نتيجة لذلك ، فانه بعد تنفيذ عشرين مرة من الرى بكلا النوعين السابقين ، تزداد ملوحة التربة المروية بمقدار يتراوح بين ٢٠ طن ملح للهكتار فى الحالة الأولى ، و٢٠٠ طن ملح للهكتار فى الحالة الثانية ، الأمر الذى يزيد من معدل ملوحة التربة بمقدار يتراوح بين ٠٫٤٪ و١٪ .

مشكلة تلوث المياه : ـ

يعتمد الاردن أساسا ، فى توفير مياه الشرب للسكان فيه ، على المياه الجوفية المتمثلة فى مياه الآبار والينابيع . ويتم تلوث المياه نتيجة تعرضها لملوثات طبيعية أو اصطناعية . ويحدث التلوث الطبيعى عادة نتيجة مرور المياه الجوفية ضمن طبقة مائية بها ترسبات ملوثة يسهل امتزاج أو ذوبان بعض عناصرها بالمياه . وقد حدث مؤخرا تسمم عشرات المواطنين فى مدينة السلط نتيجة مياه الشرب الملوثة بفعل تسرب مياه المجارى الى الخزان الجوفى .

وتتعرض المياه الجوفية للتلوث الاصطناعى عن طريق ما يتسرب اليها من المياه السطحية الملوثة خاصة بالقرب من المراكز العمرانية . وعلى سبيل المثال ، تتعرض مياه سيل عمان ـ الزرقاء للتلوث نتيجة القاء النفايات وبعض المحاليل الكيماوية والزيوت من مجارى المياه والمصانع والورش والمشاحم . ولا شك أن مياه سيل عمان الملوثة تؤثر على الزراعة المروية المستدة على طول المجرى بين عمان والزرقاء . كما أنها تعمل على تلويث المياه الجوفية فى هذه المنطقة المكتظة بالسكان .

اثبتت التحاليل المخبرية لمياه الشرب فى الاردن أن معدل نسبة التلوث يتراوح بين ١٠ـ٣٠٪ . كما أكدت على أن نسبة التلوث فى مياه عدد من المدن الاردنية تتفاوت من مدينة لآخرى ، فهى فى عمان ١٧٪ ، وفى الزرقاء

٢٢٪، وفى المفرق ١٣٪، وفى الرصيف ٢٦٪، وفى اربد٢٧٪، وفى السلط ٣٧٪، وفى عجلون ٥٦٪، وفى الرمثا ٥٠٪، وفى دير أبى سعيد ٣١٪، وفى مادبا ١٠٪، وفى الكرك ١٧٪ (١) .

وفى دراستنا لتلوث المياه الجوفية ، سنقتصر على منطقة عمان ـ الزرقاء لتركز معظم الصناعات فيها ، ولاكتظاظها بالسكان . أن الوضع الجيولوجى والطبوغرافى لمنطقة عمان ساعد على تسرب المياه العادمة من المصانع والحفر الامتصاصية الى جوف الأرض حتى وصلت الى الطبقات الخازنة للمياه . وقد ساعد على ذلك نفاذية التربة والصخور حيث تتصف الصخور الكلسية بالنفاذية العالية والميل والالتواء (٢) . وقد أكدت الفحوص المخبرية لمياه الشرب وجود بعض التلوث الجرثومى والكيماوى بنسبة تتجاوز المعايير الدولية التى نصت عليها منظمة الصحة العالمية .

وقد دلت الفحوص التى أجرتها أمانة العاصمة لمياه ١١٠ آبار فى منطقة عمان على وجود تلوث عضوى فى ٤٨ بئر منتجة للمياه . ومن أهم أسباب تلوثها تركيز نسبة النترات العضوية بدرجة تزيد عن ٤٥ جزء فى المليون ، وهو المقدار المسموح به دوليا . ويعود السبب فى زيادة نسبة النترات الى تحلل الفضلات والمخلفات البشرية والصناعية وذوبان هذه المودا فى المياه العادمة المتسربة الى الخزان الجوفى . وفى عام ١٩٧٥ تم فحص ١٠٤٠ عينة مائية منها ٨٦١ صالحة للاستعمال و ١٧٩ غير صالحة ، أى أن نسبة التلوث تبلغ ٢ر١٧٪ تقريبا .

المحافظة على المياه الجوفية : ـ

تتم عملية المحافظة على المياه الجوفية باستغلالها على خير وجه ، وبقدر يتناسب مع كمياتها ونوعياتها . ويمكن أن نصل الى السبل المنشودة لتحقيق أفضل استغلال للمياه اذا عرفنا كم نضخ من المياه ومتى نضخ ،

---

(١) جريدة الراى الاردنية بتاريخ ١٩٧٦/١/٥ م .

(٢) R.W. Gedeon, The pollution problem in some underground waters of A'n Ghazal Area. (N.R.A.) Amman (1973), pp. 1-17.

وكيف نروى أراضينا الزراعية باختيارنا لأنسب طرق الرى • ولا بد من اجراء مسح دقيق للتعرف على موارد مياهنا الجوفية كما وكيفا ، ولمعرفة احتياجاتنا الحقيقية للمياه • كذلك لا بد أن نحدد المناطق التى يجب أن يمنع فيها حفر آبار جديدة ، بالاضافة الى تحديد مسافات معقولة بين الآبار القديمة والآبار التى تحفر حديثا فى المناطق التى يسمح فيها بحفر الآبار • أن توعية المواطنين الى ضرورة المحافظة على كل قطرة ماء من الضياع دون الاستفادة منها هو أمر هام ، ولا بد أيضا من مساعدة أصحاب الآبار ، بعد الكشف على آبارهم ، بتنظيم برنامج تحدد فيه الكميات التى يمكن أن تسحب من آبارهم للاستعمال فى فترات محددة ، بالاضافة الى توضيح حاجات المحاصيل المتنوعة من المياه ومدى تحملها للملوحة (١) • ويقع على عاتق الاعلام الزراعى عبء توعية المزراعين لأنسب طرق الرى الحديثة على ضوء ظروف كل منطقة (٢) •

ويمكن أن تقلل ملوحة مياه الآبار عن طريق تغطية الآبار المتملحة وعدم استعمالها لمدة لا تقل عن عشر سنوات لكى يتسنى للخزان الجوفى أن يجدد ما فقده من مياه مستنزفة وبالتالى فان الملوحة تتوزع على أجزاء أكثر من المياه • ويساهم بناء السدود على الأودية مساهمة ايجابية فى تزويد الخزانات الجوفية بكميات اضافية من المياه نتيجة تسرب جزء من المياه المحجوزة لتغذية الطبقات المائية الجوفية • ويجب أن يحافظ على مياه البحيرات الاصطناعية والبرك من التعرض للتلوث لضمان حماية المياه الجوفية من أضرار هذا التلوث أيضا •

ويمكن أن نحافظ على المياه الجوفية من أخطار التلوث بتجميع المياه الملوثة والمجارى ثم معاملتها كيماويا وتصفيتها جيدا واستعمالها من جديد فى الزراعة • ولا بد أن تقام شبكات المجارى فى المدن على أسس حديثة

---

(١) F.A.O., Evaluation of data on crop water use and irrigation methods in Jordan. Beirut (1974), pp. 5-11.

(٢) F.A.O., Choice of irrigation method-Jordan, Technical paper 2, Amman (1973), pp. 1-3.

ومنظمة لضمان عدم تسرب ما تحمله الانابيب من مياه ملوثة الى المياه الجوفية . وأخيرا فان أجراء الفحوصات المخبرية الدورية لمراقبة نسبة التلوث فى الماء واستقصاء أسباب هذا التلوث ومصدره هو أمر حيوى بالنسبة لنا ..

خاتمة :-

للمياه الجوفية أهمية كبيرة بالنسبة للاردن حاضرا ومستقبلا . لذا فان من الضرورى انشاء لجنة عليا للسياسة المائية تشرف على وضع سياسة مائية مبنية على دراسات مستفيضة لوضع الموارد المائية ، وقد كشفت هذه الدراسة النقاب عن وجود فائض قليل من المياه فى الموازنة المائية ، الا أن سوء توزيع مصادر المياه نتج عنه وجود تفاوت بين المناطق المختلفة من ناحية توافر الماء ، فهناك مناطق فيها فائض من المياه ، وهناك مناطق مكتفية ذاتيا فى حين توجد مناطق تعانى أو سوف تعانى من عجز فى مواردها المائية. وقد أوضحت الدراسة أيضا بأن نوعية المياه جيدة بصفة عامة رغم وجود بعض المشكلات كالتملح والتلوث وغيرها فى جهات معينة . من هنا تكمن أهمية الدور الذى يمكن أن تلعبه عمليتا تنظيم توزيع المياه والمحافظة عليها فى خطة تطوير وتنمية الموارد المائية فى الاردن .

معهد البحوث والدراسات العربية
MEMBER OF THE ARAB LEAGUE EDUCATIONAL, CULTURAL AND SCIENTIFIC ORGANIZATION
عضو اتحاد الجامعات العربية

المراجـــــع

أولا : المراجع العربية :

ابراهيم عطور وجون بايك ، الموارد المائية فى الاردن.اتحاد المهندسين العرب ، القدس (١٩٦٦) .

د. اسامه المدلل ، المياه الجوفية فى الصخور الرملية فى الاردن . اتحاد المهندسين العرب ، القدس (١٩٦٦) .

د. اسامه المدلل ، موارد المياه والاحتياجات المائية فى الاردن . سلطة المصادر الطبيعية ، عمان (١٩٧٥) .

بدر حرز الله المياه الجوفية فى وادى الاردن وخطر ازدياد الملوحة فيها . اتحاد المهندسين العرب ، القدس (١٩٦٦) .

د. حسن عبد القادر صالح ، انتاج الغذاء فى الاردن . معهد البحوث والدراسات العربية (١٩٧٥) .

سلطة المصادر الطبيعية ، تطور قياسات المياه السطحية ومواردها المائية . نشرة قسم الدراسات المائية (١٩٧١) .

سلطة المصادر الطبيعية ، الدراسات المائية فى الاردن . تقرير قسم الدراسات المائية ، عمان (١٩٧٤) .

ثانيا : المراجع الافرنجية :

Abu Ajamieh, M.M., A quantitative assessment of the ground-water potential of the Rijam Formation aquifer in the Jafr Basin. N.R.A. (1967).

Bender, F., Stratigraphy of the Nubian Sandstones in South Jo.dan, Amman (1963).

Bender, F., Geology of Jordan. Berlin (1974). (Translated to English).

Burdon, D.J., Handbook of the Geology of Jordan. Amman (1959).

David, H., Summary and evaluation of hydrogeologic data in Jordan. Amman (1960).

F.A.O., Investigation of the sandstone aquifers of East Jordan. Technical Report No. 2, Rome (1970).

F.A.O., Irrigation, drainage and salinity. London (1973).

F.A.O., Choice of irrigation method-Jordan. Technical paper 2, Amman (1973).

F.A.O., Development and use of groundwater resources of East Jordan. Rome (1974).

F.A.O., Evaluation of data on crop water use and irrigation methods in Jordan. Beirut (1974).

Gedeon, R.W., The pollution problem in some underground waters of Ain Ghazal Area. N.R.A., Amman (1973).

Hunting and Macdonald, Wadi Dhuflel investigation. Amman (1965).

Ionides, M.G., Report on the water resources of Transjordan and their development. London (1939).

Macdonald, M. Bast Bank Jordan Water Resources, vol. 1-6, London (1965.

Mudallal, U., Wate. balance study in Azraq Area. Amman (1967).

Mudallal, U., and Tougan, O., Available water resources in Amman. Amman (1971).

Natural Resources Authority, Annual report of the water resources division. Amman (1972).

U. N., Water resources projectplanning, Water Resources Series No. 41. New York (1972)