# التباين المكاني لتوزيع المياه الجوفية واهم مشكلاتها في الوطن العربي

أ.د. كاظم شنته سعد
جامعة ميسان / كلية التربية

**المقدمـــة :**

تعد الموارد المائية عماد التنمية المستدامة في أقطار الوطن العربي لذا فهي تشكل قضية مركزية في استراتجياتها التنموية والأمنية ، وعند النظر إلى أقطار الوطن العربي كوحدة إقليمية يمكن ملاحظة جملة من سمات موارده المائية ، أهمها عدم انتظام توزيعها مكانياً وزمانياً كما إن اغلب منابع الأنهار العربية تقع خارج حدود الوطن العربي فضلاً عن سوء استثمار المياه وضعف الترشيد وكذلك غياب التنسيق العربي في مجال الموارد المائية .

إن دراسة قضية موارد المياه في الأقطار العربية في إطارها القومي لابد إن تأخذ بنظر الاعتبار جملة من المعطيات التي تخص كل قطر من حيث حجم الموارد المائية واطر استثمارها وتحديد المشاكل التي تعترض هذا الاستثمار ، وبناءً على ذلك يمكن اتخاذ السبل الكفيلة بالتغلب على هذه المشاكل وتبني وسائل محددة لتحسين كفاءة الاستثمار ، وحيثما توفرت المعلومات الدقيقة والمقترحات البناءة لتطوير الموارد المائية في كل الأقطار العربية حين إذ يمكن وضع الإستراتيجية العربية المائية الموحدة التي تقوم بالطبع على مبدأين أساسيين ، هما حماية الموارد المائية العربية من ناحية وتحسين كفاءة استثمارها وترشيدها من ناحية أخرى .

يهدف البحث إلى دراسة احد أهم مصادر الثروة المائية في وطننا العربي وتباين التوزيع المكاني لأحواض المياه الجوفية بين أقطار الوطن العربي المختلفة ، فضلاً عن دراسة الإمكانات العربية لهذه المياه من حيث الكميات المخزونة والمتجددة والمياه المتاحة للاستثمار وتلك المستثمرة فعلاً وكذلك الكشف عن خصائص المياه ومدى ملائمتها للاستعمالات المختلفة واهم المشكلات التي تواجه كفاءة استثمارها ، ومما لاشك فيه إن للمياه الجوفية أهمية بالغة في كل الأقطار العربية ولو بدرجات متفاوتة لما يتميز به الوطن العربي من أحوال مناخية جافة وشبه جافة ناتجة عن قلة سقوط الأمطار في مناطق واسعة منه فضلا عن شحة المياه السطحية في مناطق أخرى كما لا يغيب عن بالنا العديد من الخصائص التي تنفرد بها المياه الجوفية دون سواها من موارد المياه كخلوها من الجراثيم عموما إذ لا تحتاج إلى عمليات تنقية للاستعمالات البشرية والصناعية ، وثبوت درجة حرارتها وهذا أمر مهم عند استعمالها لإغراض الصناعة كما إن خزانات المياه الجوفية عموماً هي اكبر من الخزانات السطحية لذا فهي لا تتأثر بفترات الجفاف القصيرة ، وأخيراً هناك علاقة وثيقة بين المياه الجوفية والمياه السطحية إذ تستمد معظم الأنهار العربية قسماً كبيراً من تصاريفها السنوية من المياه الجوفية ( وزارة الموارد المائية / ١٩٩٩ / ٢ ) ، وبناءً على ذلك استثمرت عدة أقطار عربية هذا المورد المائي لتنمية المناطق الصحراوية فيه أو استزراعها في مشاريع قومية كبيرة كمشروع النهر الصناعي العظيم في ليبيا ومشروع جنوب الوادي ( توشكي ) في مصر ومشاريع تنموية أخرى في دول الخليج العربي .

جيولوجية المياه الجوفية في الوطن العربي :

المياه الجوفية (Ground Water) هي تلك المياه الموجودة تحت سطح الأرض والتي تتغلغل بين الشقوق والمسامات البينية للتربة والصخور وتعد جزءاً من الدورة الهيدرولوجية ، وتتمثل مصادر هذه المياه بالتساقط والرشح والتسرب من الأنهار والبحيرات والخزانات كما يسهم الملء الاصطناعي

(Artificial Recharge ) من مياه الري الزائدة والضائعات بالتسرب (Deep Percolation ) من مياه الري والمياه المجهزة عمداً لتعزيز المياه الجوفية في إيجاد مصادر أخرى لهذه المياه ، وهناك كميات طفيفة نسبيا من المياه الجوفية المحصورة في مسامات الصخور الرسوبية عند تكوينها والمتحدة معها وتسمى المياه الخلقية (Connate Water) ، وتكون هذه المياه شديدة الملوحة عادةً كما يمكن إن تدخل الدورة الهيدرولوجية ،وهناك كميات ضئيلة من المياه المتكونة بفعل التفاعلات الكيمياوية داخل الأرض جراء درجات الحرارة والضغوط العالية كما في المياه التي تصحب الانفجارات البركانية وتدعى بالمياه اليافعة (Juvenile Water) ، وتحصل بعض التفاعلات الكيمياوية في الكون تتسبب في سقوط الشهب والنيازك على سطح الأرض وهي حاملة معها كميات قليلة من المياه وتدعى بالمياه الكونية (Consmic Water) ، ويمكن إن تدخل مياه البحار والمحيطات إلى المياه الجوفية في المناطق الساحلية (Salt Water Intrusion ) (الصائغ والعمري /١٩٩٩/٢٤٣) .

تتواجد المياه الجوفية ضمن منطقتين رئيسيتين هما منطقة التهوية ( Zone of aeration ) إذ يملأ الماء جزءاً من الفراغ المسامي بينما يملأ الهواء الجزء الآخر من ذلك الفراغ ، ومنطقة التشبع ( Zone of saturation ) إذ تمتلئ المسامات المتصلة ( Inter connected pores ) كلياً بالماء ، وتقع منطقة التهوية عادةً بعد منطقة التشبع وتمتد إلى سطح التربة ،وتدعى المياه في منطقة التهوية بالمياه المعلقة (Suspended Water) ،ويختلف سمك منطقة التهوية من صفر كما في المستنقعات إلى بضع مئات من الأمتار كما في المناطق الصحراوية ،ويحد منطقة التشبع من الأسفل طبقات غير نفاذة أو طبقات نصف نفاذة (Semi – Pervious) ، ويحدها من الأعلى طبقات غير نفاذة أو نصف نفاذة أيضاً ، وفي حال عدم وجود ذلك فيحدها من الأعلى ما يسمى بسطح الضغط الجوي أو سطح المياه الجوفية المطلقة (Water taple) ،ويمكن إن تمتد منطقة التشبع إلى أعماق كبيرة تحت سطح التربة غير انه كلما زاد العمق قل وزن الطبقات العليا على إغلاق مسامات التربة بحيث يندر وجود مياه جوفية على أعماق تزيد على ستمائة متر ( الصحاف وآخرون /١٩٧٦/٢٣٣ ) ، وتدعى المياه في منطقة التشبع بالمياه الجوفية تمييزاً لها عن المياه في منطقة التهوية ، وتتحكم في منطقة التشبع قوى الجاذبية والاحتكاك الناجمة عن حركة المياه نفسها من حيث سرعة الحركة واتجاهها وكميات المياه المتحركة بينما تتحكم قوى الخاصية الشعرية (Capillary forces) بصورة رئيسية بحركة المياه في منطقة التهوية .

يطلق على التكوينات الجيولوجية الصخرية أو الترسبات الحاملة للمياه والتي يمكن إن تنتج كميات مهمة من المياه الجوفية اسم الخزانات المائية (Aquifers) ، وهذه الخزانات هي عبارة عن مناطق ذات حدود جيولوجية وهيدرولوجية خاصة وقد تبلغ مساحات بعضها عدة مئات من الأميال المربعة كما إنها تكون بأشكال مختلفة ، وعموماً فان (٩٠% ) من هذه الخزانات تتكون بصورة رئيسية من الحصى والرمال والرواسب غير المتصلة (Unconsolidated sediments) أما بالنسبة للصخور الجيرية فإنها تختلف بشكل كبير من موقع لآخر من حيث كثافتها ونفاذيتها ومساميتها ( إبراهيم وآخرون /١٩٨٤/٤٧٣) ويمكن تمييز أربع أنواع رئيسية لخزانات المياه الجوفية حسب المقطع العمودي هي :

الخزانات المائية المحصورة (Confined Aquifers) :

تكون هذه الخزانات محاطة من الأعلى والأسفل بطبقتين غير نفاذتين ولا مساميتين ولا تسمح بحركة الماء إلى الأعلى أو الأسفل ، والمياه هنا تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي بسبب ضغط الصخور التي تغطي الخزان فضلا عن الضغط الهيدروستاتيكي الناجم من المياه الموجودة داخل الخزان ، وتتزود هذه الخزانات بالمياه من الأجزاء المغطاة بطبقة نفاذية تسمح بمرور المياه المترشحة خلالها إلى طبقات الخزن وتسمى بمناطق التشرب (Catchments areas) وعند حفر الآبار لاستخراج المياه من هذه الخزانات في المناطق التي يقع اقل ارتفاعها عن منطقة التشرب فان مستوى المياه في البئر المحفور يرتفع حتى يتعادل الضغط الهايدروستاتيكي في الخزانات مع الضغط الجوي ، فإذا صادف موقع

سطح الأرض تحت مستوى التعادل المذكور فان المياه في البئر تنساب طبيعيا وهذا ما يعرف البئر الارتوازي (Artesian Well) (السنوي وآخرون / ١٩٧٩/٢٤٣) ، ويعتقد إن معظم خزانات المياه الجوفية المحصورة في جوف الصحراء الغربية المصرية والتي تميل طبقاتها ميلا خفيفاً نحو الشمال وان منطقة التشرب التي تزود تلك الخزانات بمائها توجد جنوب الصحراء الكبرى في السودان في مناطق المناخ المطير ( السفانا والغابات الاستوائية الأفريقية ) ، وهذا شان المياه الجوفية الموجودة في تتابعات الصخور القارية المتداخلة في جنوب الصحراء الكبرى في بلاد المغرب العربي إذ يعتقد إن الصخور القارية المتداخلة هي نفس تكوينات رمال النوبة ويتراوح عمرها الجيولوجي بين الباليوزوي الأعلى والطباشيري الأسفل وكلاهما تتابعات من الرواسب الترابية الفتاتية القارية .

الخزانات المائية المتحجرة (Fossil Aquifers) :

تقع هذه الخزانات عادة عند أعماق كبيرة تراكمت المياه المخزونة في هذه المكامن في الماضي الجيولوجي تحت ظروف تختلف عن الظروف السائدة اليوم ،وقد كشفت أبحاث تكنولوجيا الفضاء واستكشافات المياه الجوفية في الصحاري العربية عن وجود أودية قديمة جافة مدفونة تحت الرمال في الصحراء الكبرى في شمال أفريقيا ، فمنذ ملايين السنين كانت هناك فترات مطيرة وفترات جافة متتالية على هذه الصحراء تبعا للتغيرات المناخية الطويلة والقصيرة الأجل إذ كانت تهطل الأمطار الغزيرة في منطقة جنوب الصحراء وبعد تجمع هذه المياه كانت تجري في أودية نحو الشمال وكان هطول هذه الأمطار يفتت الحجر الرملي النوبي ويحمله معه ثم يرسبه في مستنقعات المناطق المنخفضة في الشمال ، وبعد إن تغير المناخ وأصبحت هذه الصحراء قاحلة بعد إن كانت منطقة سفانا تعج بالحياة النباتية والحيوانية جفت البرك والمستنقعات وبدأ تأثير الرياح في هذه الرمال المترسبة في قاع البرك والمستنقعات القديمة وتحريكها بحيث تأخذ شكل ما يسمى بالكثبان الرملية ، لذا وجد إن كل منطقة تنتشر فيها كثبان رملية يمتد أسفلها وادٍ قديم تتواجد المياه الجوفية في أعماق هذا الوادي بعد إن تسربت من السطح إلى الداخل ، وقد ثبتت صحة هذه النتائج في جنوب الصحراء الغربية في مصر ومنطقة الواحات إذ تبين وجود انهار قديمة في هذه المناطق في العصور المطيرة ولكنها مغطاة بالرمال ولم يتم الكشف عنها الآ بالرادار المحمول بالأقمار الصناعية ، ففي منطقة الواحات الخارجة وجد إن الخزان يمتد بعمق يتراوح بين (١٢٥م) فوق مستوى سطح البحر و(٨٥٠م) تحت مستوى سطح البحر وتبعد حافته العليا عن سطح الأرض في بعض المناطق المنخفضة حوالي (٢٠م) وفي منطقة الواحات الداخلية وصل عمق احد الآبار التي حفرت فيها إلى (١٢٣٢م) من سطح الأرض (١١٢١م) تحت مستوى سطح البحر ولم يزل هذا البئر في طبقة الحجر الرملي النوبي المشبعة بالمياه بينما كانت الحافة العليا للبئر على بعد (٥٠م) من سطح الأرض مما يشير إلى وجود خزان جوفي ضخم (عبد السلام /١٩٨٢/١٧٠) ، وبإستخدام وسائل الاستشعار عن بُعد تم الكشف عن وجود انهار قديمة في الكفرة جنوب صحراء ليبيا كما تبين وجود أودية جافة وانهار قديمة في صحراء شبه الجزيرة العربية مدفونة تحت الرمال في شمال الجزيرة وجنوبها وأمكن دراسة منطقة الربع الخالي في المملكة العربية السعودية ومنطقة صحار بسلطنة عمان وتحديد الأنهار القديمة فيها بدقة تحت الكثبان الرملية الجافة التي تحتوي على المياه الجوفية.

الخزانات المائية غير المحصورة ( Unconfined Aquifers ) :

تنحصر طبقة هذه الخزانات من الأسفل بطبقة غير مسامية وغير نفاذة ويحدها من الأعلى منسوب المياه الجوفية وهو حدود أعلى منطقة التشبع ويرتفع مستوى الماء في البئر إلى مستوى المياه الجوفية وعند سحب المياه من التكوينات بوساطة هذه الآبار ينخفض منسوب المياه الجوفية في الخزان وخاصة قرب البئر مكوناً ما يسمى بمخروط الانخفاض ( Cone of depression ) .

الخزانات المائية المعلقة ( Perched Aquifers ) :

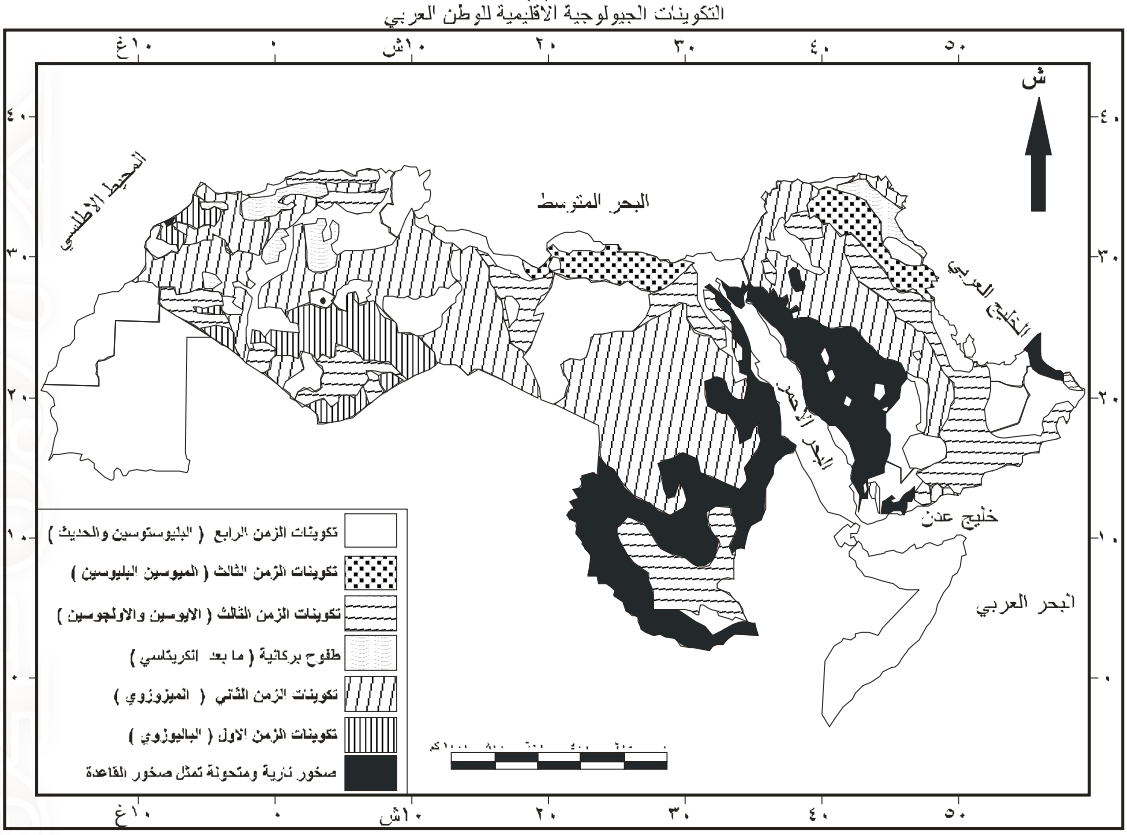
تتواجد هذه الخزانات عند وجود طبقة غير مسامية فوق منسوب المياه الجوفية الاعتيادي مكونة حاجزاً للمياه المترشحة من سطح الأرض فتنحصر المياه في الطبقة الموجودة فوق الطبقة العازلة

وتكون ما يعرف بخزان المياه الجوفية المطلق إذ انه يتكون في المنطقة الهوائية ، والمياه المعلقة هذه تقع فوق المنسوب الاعتيادي للمياه الجوفية وتقع في المناطق التي تكثر فيها الرواسب النافذة كالحصى فوق عدسات من الطين غير النفاذ ( تورد / ١٩٨٢ / ٤٣ ) .

وتصنف الخزانات الحاملة للمياه الجوفية إلى أصناف أخرى حسب امتدادها أو شكلها العام فهناك الخزانات غير المنتهية التي تشغل مساحات واسعة إذ لا يتأثر منسوب المياه الجوفية فيها عند سحب المياه منها ، والخزانات شبه اللامنتهية التي تكون محصورة من جهة واحدة بأي عائق غير نفاذ كالعوالق أو قد تكون محصورة بنهر وتمتد بعيداً في الاتجاه المعاكس ، وهناك أيضاً الخزانات الشريطية الغير المنتهية التي تنحصر من جانبيها بحواجز غير مسامية ، والخزانات المستطيلة التي تحدها حواجز متعامدة من جانبين أو نهرين متعامدين وأخيراً هناك الخزانات الدائرية التي تكون محددة بحدود الجزر . ( السنوي وآخرون / ١٩٧٩ / ٢٤٥ ) .

واستناداً إلى العلاقات الجيولوجية والمناخية ونوع الترب والمناخ في الوطن العربي تتسرب مياه الأمطار ومياه الجريان السطحي وتنتظم في مستودعات للمياه الجوفية ، ونظراً للامتداد الواسع للوطن العربي وتنوع الصخور فأن معظم الخزانات المائية الجوفية الطبيعية تتواجد في صخور متفاوتة من حيث خصائصها الفيزيائية والكيميائية كما تؤثر التراكيب الجيولوجية في تسهيل أو إعاقة حركة المياه الجوفية وطبيعة امتداد الخزانات أفقياً أو عمودياً ومن ثم تؤثر على كمية المياه الموجودة في الخزان وتركيبه الكيميائي ويكشف لنا التوزيع الجيولوجي الإقليمي بإطاره العام عن تواجد خزانات المياه الجوفية في الأقطار العربية ضمن تكوينات جيولوجية ترجع لحقب وعصور متعاقبة ( شكل ١ ) . فالخزانات الجوفية الموجودة في تكوينات الزمن الرابع تنتشر في مناطق واسعة من الوطن العربي وتتصف بقلة تماسكها كما أنها تعلو غيرها من الخزانات المائية المقيدة ، ومن أهم مناطق انتشار تلك التكوينات دلتا النيل في مصر وأحواض دجلة والفرات في سوريا والعراق وفي الجزئين الأوسط والأدنى من نهري جوبا وشبلي في الصومال ، وتوجد تلك التكوينات أيضاً في سهل تهامة ووادي ابيض وسهل الباطنة والفجيرة والسهل الحصوي الممتد بين رأس الخيمة والعين ، كما توجد أيضاً في أحواض ما بين الجبال في لبنان وجبال الأطلس في المغرب وأخيراً توجد موازية لسواحل البحر المتوسط والمحيط الأطلسي . ( دياب / ٢٠٠٠ / ٦٢ ) ، أما خزانات المياه الجوفية الموجودة في تكوينات الزمن الثالث فأنها تمثل خزانات بالغة الأهمية في كل من سوريا ولبنان وفلسطين والمغرب العربي إذ إنها تنبثق على شكل ينابيع كهفية ، أما الطبقات الكلسية التي ترجع للزمن الثالث فهي اقل تصدعاً ولكن تنتشر فيها ظاهرة التكهف النشطة حيث تتفجر منها ينابيع كبيرة في رأس العين بسوريا والجبل الأخضر بليبيا ، أما الخزانات التي توجد ضمن تكوين أم الراضومة والدمام في المملكة العربية السعودية وقطر والإمارات والكويت فهي أيضاً تتميز بظاهرة التكهف ولكنها قديمة ، ومما تجدر الإشارة إليه إن هناك تبايناً واضحاً في خصائص صخور هذه الحقبة على مستوى الأقطار العربية الأمر الذي يعزى للتغيرات المناخية والجيولوجية التي تنعكس بأثرها على خصائص الصخور ومن ثم الخصائص الهيدروكيميائية للمياه التي تحملها سوى كان ذلك على المستوى الأفقي أم المستوى العمودي ، أما ما يخص خزانات المياه الجوفية في تكوينات الزمن الثاني فأنها تمثل الخزانات الأكثر استثماراً في الوطن العربي إذ يصل سمك تلك التكوينات في حوض مرزق بليبيا حوالي ( ١٠٠٠ م ) مثلاً ، وتمتد صخور هذه الخزانات عبر الصحراء الغربية المصرية والصحراء

شكل(١)
التكوينات الجيولوجية الاقليمية للوطن العربي




المصدر : خطاب صكار العاني وابراهيم عبد الجبار المشهداني , جغرافية الوطن العربي , بغداد , مطبعة جامعة بغداد,١٩٩٩ , ص٤٣ .

الشرقية وشبه جزيرة سيناء ، وفي صحراء النوبة شمال السودان مكونة ما يسمى بالخزان النوبي الارتوازي الذي يغطي مساحة قدرها ( ٢,٥ ) مليون كم٢ ، كما تتواجد هذه التكوينات أيضاً في كل من تونس والجزائر والمغرب ، وعموماً يدل توزيع الخزانات المائية الجوفية في شمال أفريقيا على تداخل الصخور القارية مع الصخور ذات السحنات البحرية الأمر الذي يؤثر على حركة المياه الجوفية ونوعيتها ، وتشتمل تكوينات الزمن الثاني الرملية القارية في الأردن والجزيرة العربية على خزانات مائية تعرف بأسماء مختلفة كالمنجور والوسيع والبياض وغيرها ، أما ما يتعلق بالخزانات الجوفية في تكوينات الزمن الأول فأن هذه التكوينات تتميز بتعدد طبقاتها المنفذة التي تفصل بين طبقات غير منفذة ، ولهذه الخزانات أهمية خاصة في كل من المملكة العربية السعودية والأردن إذ تم تمييز أربعة خزانات مائية هي الوجيد والساق وتبوك والجوف التي يتجاوز سمكها ( ٢٩٠٠ م ) ، ورغم بساطة تركيبها المعدني فأن هذه الخزانات تتميز بأختلاف خواصها المائية ، كما إن لصخور الحجر الرملي النوبي التي تعود لهذه الحقبة أهمية كبيرة في كل من مصر والسودان وليبيا ، أما بالنسبة لخزانات المياه الجوفية الموجودة في صخور القاعدة والصخور البركانية فعلى الرغم من إن هذه الصخور ذات إنتاجية قليلة عموماً إذ يرتبط أنتاجها أساساً بكثرة أو قلة الفواصل والصدوع فأن مكاشف هذه الصخور تمثل أهم مناطق تغذية الخزانات الإقليمية والمحلية التي تعلوها ، كما إن مياه هذه الصخور تتميز بجودتها وقلة الأملاح الذائبة فيها ، أما الطفوح البركانية فأنها ترجع للزمنين الجيولوجيين الثالث والرابع وتوجد في كل من سوريا والأردن واليمن وتساعد العوامل التركيبية على زيادة نفاذية هذه الصخور التي تعد ذات إنتاجية متوسطة للمياه الجوفية ( دياب / ٢٠٠٠ / ٦٣ – ٦٥ ) .

التباين المكاني لتوزيع أحواض المياه الجوفية في الوطن العربي :

يقصد بحوض المياه الجوفية هو الوحدة الطبيعية ( physiographic ) التي تحتوي على تكوين مائي كبير أو عدة تكوينات مائية متصلة أو ذات علاقات متبادلة ، ففي مناطق الأودية المحصورة بين السلاسل الجبلية يكون حوض التصريف للمجرى السطحي منطبقاً تماماً مع حوض المياه الجوفية بينما يكون لهذين الحوضين أشكال مختلفة تماماً في مناطق التلال الرملية والكلسية ( تورد / ١٩٨٢ / ٤٥ ) .

يتصف التركيب الجيولوجي لأرض الوطن العربي بملائمه لخزن مياه وفيرة تحت سطحه كما أسلفنا إذ تنتشر عدة أنواع من الصخور الجيرية وخصوصاً في المناطق الجبلية والجهات المجاورة لها ولما كانت هذه المناطق تستلم كميات مناسبة من الأمطار لذا فأن قسم من هذه المياه تنفذ وتتسرب إلى الطبقات السفلى إذ تتجمع في أعماق مناسبة عندما تصادف طبقات صخرية غير نفاذة أو غير مسامية فتجري عليها وتتجمع مكونة مكامن للمياه الجوفية ، وعلى العموم يمكن توزيع أحواض المياه الجوفية في أقطار الوطن العربي وحسب الأقاليم الجغرافية على الشكل الآتي*:

١- إقليم المشرق العربي :

أ- العراق : تتوزع أحواض المياه الجوفية في العراق على خمس مناطق الأولى هي منطقة الجبال العالية وهي ذات مياه جوفية غزيرة جداً بسبب كثرة الأمطار والثلوج الساقطة عليها وقابلية الصخور المسامية التي تساعد على نفاذ المياه داخل الطبقات الصخرية وهي تمثل أفضل أنواع المياه الجوفية في العراق بسبب انخفاض تراكيز الأملاح الذائبة فيها إذ إن معظم الصخور الحاملة لها تتكون من أحجار الكلس ، المنطقة الثانية وهي التي تتاخم المنطقة الجبلية ( منطقة التلال والهضاب ) وتمتد من منطقة سنجار غرباً وتمر بالموصل واربيل وكركوك وتنتهي قرب خانقين شرقاً ، وتتكون معظم الصخور الحاملة للمياه في هذه المنطقة من الحصى والحجر الرملي والكلسي وبذلك تكون هذه المياه ذات نوعية جيدة أما المنطقة الثالثة فتشمل الأراضي الواقعة بين نهري دجلة والفرات عدا بادية الجزيرة والمنطقة الواقعة شرق نهر دجلة في وسط وجنوب العراق ، تتميز هذه المنطقة بضعف إنتاجيتها للمياه وتزداد ملوحة مياهها مع زيادة العمق ، المنطقة الرابعة تشمل أراضي بادية الجزيرة ويمكن إن تستمد هذه المنطقة مياه غزيرة من تكوينات فارس الأعلى وفارس الأسفل ولكن نوعيتها رديئة لأنها تتكون من الصخور الجبسية المالحة ، أما المنطقة الخامسة فأنها تشمل الباديتين الشمالية والجنوبية وتكون المياه الجوفية في هذه المنطقة عميقة وكمياتها قليلة بسبب قلة الأمطار الساقطة عليها وتتميز المياه الجوفية في البادية الشمالية بأنها اقل من تلك الموجودة في البادية الجنوبية بسبب وجود طبقات صخرية صلبة غير نفاذة لمياه الأمطار إلى داخل الطبقات الصخرية وخزنها بكميات كافية أما بالنسبة للبادية الجنوبية فقد أسهم انتشار الصخور المكونة من الحجر الرملي وحجر الكلس والرمل والحصى في غزارة المياه الجوفية في هذه المنطقة بسبب نفاذيتها العالية لمياه الأمطار ( الخشاب وآخرون / ١٩٨٣ / ١٢٨ – ١٢٩ ) .

ب-الأردن : تعد المياه الجوفية أهم مصدر مائي في المملكة الأردنية الهاشمية ، وتتأثر هذه المياه بالتغيرات المناخية التي تؤثر على البلاد وبالأخص منها كميات التساقط ( الأمطار والثلوج ) ، ويوجد

---

* استناداً إلى المصور الهيدرولوجي للوطن العربي الذي نشر بالاشتراك مع المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة ( اكساد ) وروستاس عام ١٩٨٨ فقد قسم الوطن العربي إلى الأقسام الهيدرولوجية الآتية :

أ- إقليم المشرق العربي ويشمل العراق والأردن وسوريا ولبنان وفلسطين .

ب- إقليم شبه الجزيرة العربية ويشمل المملكة العربية السعودية والكويت وقطر والبحرين وسلطنة عمان والإمارات العربية المتحدة واليمن .

ج- الاقليم الأوسط ويشمل مصر والسودان والصومال وجيبوتي .

د-إقليم المغرب العربي ويشمل الجزائر وتونس وليبيا والمغرب وموريتانيا .

في الأردن ( ١٢ ) حوضاً للمياه الجوفية موزعة على كافة مساحة المملكة وهي أحواض ( اليرموك ، الأودية ، الجانبية ، وادي الأردن ، الزرقاء ، البحر الميت ، الديسي والمدورة ، وادي عربة الشمالي ، وادي عربة الجنوبي ، وادي الجفر ، الأزرق ، السرحان ، الحماد ) ، ويبلغ مجموع الآمن للمياه الجوفية في هذه الأحواض سنوياً حوالي ( ٢٧٥ ) مليون / م٣ تسهم فيها أحواض الديسي والمدورة والزرقاء والبحر الميت بحوالي ( ٩٨% ) من مجموع هذه الكمية إذ تبلغ كميات المياه المستخرجة من الأحواض المذكورة ( ١٢٥ و ٨٧,٥ و ٥٧ ) مليون / م٣ سنوياً على التوالي ٠ ( الخرابشة / ٢٠٠٠ / ٤٢ ) ٠

تتغذى المياه الجوفية في المملكة الأردنية الهاشمية والتي تتواجد في الطبقات الجيرية الدولماتية وطبقات طمى الأودية من مياه الأمطار التي يصل مجموع معدلها السنوي حوالي (٦٠٠ملم) في المناطق المرتفعة تتسرب مياه الأمطار هذه من خلال الشقوق الصخرية إلى داخل الأرض وقد تظهر إلى السطح على شكل ينابيع أو قد تضاف إلى المخزون الجوفي لذا يلاحظ تذبذب منسوب مياه الينابيع تبعا لكميات الأمطار الساقطة ، أما الطبقات البازلتية وما دونها فإنها تتغذى بالمياه من الأمطار الساقطة في خارج حدود المملكة وبالأخص في الأراضي السورية المجاورة، وفيما يتعلق بمصدر تغذية الطبقات الرملية العميقة بالمياه فهي أما إن تكون موضعي من الصخور المنكشفة في شمال المملكة أو من الانسياب العمودي إلى باطن الأرض من الطبقات المائية لذا فأن التغذية المائية لهذه الطبقات تكون ثابتة .

ج- سوريا : توجد في الجمهورية العربية السورية سبعة أحواض للمياه الجوفية يبلغ مجموع تغذيتها المائية حوالي (٧,٥) مليار /م٣ سنوياً وتتمثل بحوض دمشق الذي يبلغ إيراده السنوي حوالي (٥٥٠)مليون / م٣ ويتغذى من الأمطار الساقطة والطبقات الحاملة للمياه فيه تعود للعصر الجوراسي والطباشيري الأوسط وكذلك الايوسين والبلويوسين فضلا عن تكوينات الزمن الرابع ، أما الحوض الثاني فهو حوض الأردن إيراده السنوي حوالي (٤٠٠) مليون /م٣ من مياه الأمطار والطبقات الحاملة للمياه فيه تعود للعصر الطباشيري الأوسط وكذلك العصر الجوراسي ، الحوض الثالث هو حوض العاصي متوسط تغذيته السنوي حوالي (١٢٠٠)مليون /م٣ من مياه الأمطار وتستثمر مياهه بواسطة آبار تضخ مياهها من تكوينات عصور الجوراسي و الطباشيري الأوسط والايوسين والبلويوسين وكذلك تكوينات الزمن الرابع ، أما الحوض الرابع فهو حوض الساحل يبلغ إيراده السنوي حوالي (٢٠٠٠)مليون /م٣ ، والتكوينات الجيولوجية الحاملة للمياه تختلف عن حوض العاصي مضافاً إليه الصخور البركانية ، والحوض الخامس هو حوض حلب الذي يبلغ متوسط إيراده السنوي حوالي (٧٥٠)مليون /م٣ ، وبسبب موقعه الجغرافي بين حوض الفرات شرقاً وحوض العاصي غرباً أصبح فقيراً بإمكاناته المائية ، أما الحوض السادس فهو حوض الفرات الذي يبلغ إيراده السنوي (٢٠٠)مليون /م٣ وتعود التكوينات الحاملة للمياه في هذا الحوض إلى عصري الميوسين والبليوسين فضلا عن تكوينات الزمن الرابع واخيراً هناك الحوض السابع وهو حوض البادية الذي يبلغ معدل إيراده السنوي من المياه حوالي (٦٠٠)مليون /م٣ معظمها من مياه الأمطار الساقطة ٠ (دياب /٢٠٠٠ /١٠٠-١٠٢ )٠

د- لبنان توجد المياه في الجمهورية اللبنانية في ثلاث مناطق رئيسية هي منطقة سهل البقاع الذي يتميز بمياهه العذبة ، وهي عبارة عن مناطق سهول فيضية للأنهار عند مصباتها إذ تمثل رواسب الحقبة الرباعية الطبقات الحاملة للمياه في هذه المنطقة ، أما المنطقة الثانية فهي طرابلس و الطبقات الحاملة للمياه فيها تعود إلى الزمن الثالث وتحديداً لعصري الميوسين و الآيوسين ، أما المنطقة الثالثة فتتمثل بمناطق جبل العرمون إذ تعود التكوينات الحاملة للمياه فيها إلى الزمن الثاني وتتكون من صخور الحجر الرملي و الدولومايت الذي تتخلله طبقات من الطفل وحجر البازلت ،وتتصف أحواض هذه المنطقة بأنها متكهفة وذات إنتاجية عالية للمياه ٠(دياب / ٢٠٠٠ /١٠٨ )٠

ه- دولة فلسطين : يعتمد سكان دولة فلسطين في الضفة الغربية المحتلة اعتماداً أساسياً على المياه الجوفية التي تستثمر من رواسب الزمن الرابع من الأحواض الجوفية والعيون الواقعة شرق الضفة الغربية ، واستثمار المياه في هذه المنطقة له وضعة الخاص بسبب استيلاء المستوطنون اليهود على هذه المياه إذ وضعت السلطات الصهيونية قيود صارمةً على حفر الآبار في هذه المنطقة ،وهناك أحواض جوفية تمتد على الساحل الفلسطيني المطل على البحر المتوسط من مسافة (١٠٠كم )جنوب الكرمل حتى قطاع غزة وتتصل هذه المياه غربا مع مياه البحر المالحة ، ومعظم التكوينات الجيولوجية الحاملة للمياه في هذه المنطقة تعود إلى عصر البلايوستوسين ، وهناك أحواض أخرى للمياه الجوفية تمتد عبر (اليركون – وادي التماسيح ) وتبدأ هذه الأحواض من بئر السبع حتى جبال الكرمل شمالاً وسفوح جبال يهودا شرقا، وتتغذى هذه الأحواض من مياه الأمطار الساقطة على جبال يهودا ٠

٢- إقليم شبة الجزيرة العربية :

أ- المملكة العربية السعودية :

تستثمر المملكة العربية السعودية المياه الجوفية التي تنتشر في مستودعات تعود تكويناتها لأزمنة جيولوجية متعاقبة ، فأحواض المياه الجوفية التي تعود تكويناتها للزمن الرابع تتواجد في مناطق الأشرطة الساحلية و وخاصة تحت الأودية وتحت أحواض الصرف في الطبقات السطحية ويتم استثمار مياه هذه الأحواض أما بالآبار المكشوفة أو بالأفلاج وكانت ولا زالت هذه الأحواض تحتل أهمية كبيرة في تزويد مكة المكرمة والمدينة المنورة بالمياه ، أما المستودعات التي تعود تكويناتها للزمن الثالث فإنها تتوزع على عصور مختلفة فهناك مستودعات عصر الميوسين التي تمثل المصدر الرئيسي للمياه الجوفية في واحات الإحساء إذ تبلغ ملوحتها (٣٠٠) جزء في المليون في منطقة القطيف ، وتتغذى المياه الجوفية في هذه المنطقة من مياه الأمطار والجريان السطحي من شبكة الوديان وأحواض الصرف كما توجد أحواض مائية جوفية في هذه التكوينات في غرب المملكة العربية السعودية والتي تتمثل بأحواض سهل تهامة التي تتغذى بمياه الأمطار و السيول إذ تكون مياهها عذبة اغلب الأحيان ، وهناك أيضاً مستودعات عصر الايوسين والتي تسمى بمستودعات الدمام التي تكون حركة المياه فيها نحو الشمال والشرق وتستثمر مياه هذه المستودعات مناطق عديدة كالدمام والقطيف والخبر والإحساء وأبقيق وغيرها ، أما مستودعات المياه الجوفية التي تتواجد في تكوينات عصر الباليوسين فتسمى مستودعات أم الرضومة التي تمتلك إمكانات مائية كبيرة إذ تستثمر مياهها مناطق ابقيق والخبر ومشروع حوض الزراعي ،ويبلغ مجموع تركيز الأملاح الذائبة في مياه هذه المستودعات حوالي (١٣٠٠) جزء في المليون ، أما فيما يتعلق بالمستودعات التي تتواجد في تكوينات الزمن الثاني فهي الأخرى تتوزع على عدة عصور أهمها مستودع العرومة الذي يعود للعصر الكرياستي الأعلى وهو ذا أهمية ثانوية في المملكة العربية السعودية على الرغم من انخفاض تركيز الأملاح الذائبة في مياهه التي تبلغ (٥٠٠) جزء في المليون ، وهناك أيضاً مستودعات بياض والناصية اللذان يعودان للعصر الكرياتسي الأوسط ويتم استثمار مياه مستودع البياض في مناطق الخرج وخريص ، ومما تجدر الإشارة إليه إن مصدر مياه مستودع واصية هو من أصل قديم خلال العصور المطيرة وقد تعرضت لعوامل أسهمت في جعلها مياه مالحة جدا إذ يصل مجموع الأملاح الذائبة فيها قرب الحدود مع الكويت إلى (٢٠٠ غم /لتر) أما بالنسبة لمستودعات المياه الجوفية التي تتواجد في صخور العصر الجوارسي الأعلى والأوسط فان مناطق تغذيتها توجد على هضبة نجد وتستثمر مياهها مدن الرياض والخرج وفياح ، واخيراً هناك مستودع منجور في صخور العصر الترياسي الذي تستثمر مياهه الآبار العميقة حول مدينة الرياض إذ مياهها تتدفق تلقائيا لان مياهه الجوفية تقع تحت ضغط هيدروليكي عالٍ ٠

ب- الكويت :

تتواجد المياه الجوفية في دولة الكويت في ستة أحواض رئيسة هي حوض الروضتين الذي يقع شمال الكويت وهو عبارة عن حوض داخلي مستطيل يتراوح عرضه بين ( ٤ – ٥ ) كم في اتجاه الشرق – غرب ويبلغ طوله حوالي ( ١٥ كم ) في اتجاه شمال - جنوب ، وتتراوح درجة ملوحة

مياهـه بيـن (٦٠٠ – ٩٠٠ ) جزء في المليون ( صقر / ١٩٧٩ / ١٣٤ ) ، والحوض الثاني هو حوض أم العيش الذي تم اكتشافه عام ١٩٣٦ ويعد امتداداً طبيعياً لحوض الروضتين ويتراوح عمق المياه الجوفية في هذا الحوض بين ( ١٧ – ٢٣ م ) وتتراوح درجة ملوحة المياه الجوفية بين ( ٣٥٠ – ١٩٠٠ ) جزء في المليون ، والحوض الثالث هو حوض الشقايا الذي يقع جنوب غرب الكويت إذ يشمل المنطقة الممتدة بمحاذاة وادي الباطن الذي يمتد على طول الحدود الغربية للكويت ويعد هذا الحوض من أهم المناطق التي تحتوي على احتياطي ضخم من المياه تتراوح درجة ملوحتها بين ( ٢٥٠٠ – ٥٠٠٠ ) جزء في المليون ، أما الحوض الرابع فهو حوض العبدلي الذي تبلـغ مساحتـه ( ٥ كم٢ ) وتتـراوح درجـة ملوحـة مياهـه الجوفيـة بـين ( ٤٠٠٠ – ٨٥٠٠ ) جـزء فـي المليـون وتقـع الطبقـات الصخـرية الحاملـة للميـاه علـى أعمـاق تتـراوح بـين ( ١٢ – ٢١ م ) ٠ ( الهيتـي / ١٩٨١ / ١٤٥ ) ، الحوض الخامس هو حوض الوفرة الذي يقع جنوب الكويت في منطقة منبسطة تنحدر انحداراً خفيفاً باتجاه الشرق وتستثمر المياه الجوفية من هذا الحوض من خزانين رئيسيين هما مجموعة الكويت وتكوين الدمام ويعد الخزان الثاني هو الأكثر أهمية إذ يبلغ متوسط عمقه حوالـي ( ٦٠٠ م ) وتتـراوح سماكتـه بيـن ( ١٦٨ م ) فـي غـرب المنطقـة و ( ١٢٠ م ) في شرقها ، وعموماً تتراوح درجة ملوحة مياه الحوض بيـن (٣٥٠٠ – ٦٥٠٠ ) جـزء في المليـون ٠ ( صقر / ١٩٧٩ / ٣٠٥ ) ٠ أما الحوض الأخير فهو حوض الصليبية الذي يقع جنوب غرب مدينة الكويت وتتراوح درجة ملوحة مياهه بين ( ٤٠٠٠ – ٥٠٠٠ ) جزء في المليون ، ويشمل هذا الحوض مساحة قدرها( ١٠٠ كم٢ ) ، ونظراً لوجود مياه هذا الحوض في تكوينات الدمام الجيرية التي تقع على عمق يتراوح بين ( ١١٥ – ١٥٠ م ) تحت سطح الأرض في منطقة الصليبية فقد قدر الخبراء إن ( ٧٥% ) من مياهه جاءت من الطبقات الرسوبية العليا وليس من تكوينات الدمام الجيرية ٠( الهيتي / ١٩٨١ / ١٤٦ ) ٠

ج- قطر :

تتوزع المياه الجوفية في قطر في صخور تعود للزمنين الجيولوجيين الثاني والثالث ، وتتمثل مستودعات المياه الجوفية للزمن الثاني بمستودع أم الراضومة في شمال شرق قطر ويتكون جزءه العلوي من حجر جيري متكهف ذو نفاذية عالية تستثمر مياهه من عدة آبار محفورة وهناك مستودع اليمامة الذي تستثمر مياهه من أعماق تتراوح بين( ١٣٥٠ – ١٥٠٠م ) ، أما المستودع الثالث فهو مستودع العرومة الذي يبلغ سمكه في قطر حوالي ( ٣١٠م ) وقد تم حفر آبار لأستثمار مياه هذا المستودع وصل عمقها إلى ( ٥٥٠م ) ، وتشير الدراسات إلى وجود كميات كبيرة من المياه في هـذا المستـودع ، أمـا المستودع الرابع فهو مستودع واصية الذي يمتد جنوب شبه جزيرة قطر وتصل أعمـاق المياه الجوفية فيه إلى حوالي ( ٩٠٠م ) ويتكون من أكثر من طبقة مائية كما إن مياهه تقع تحت ضغط ارتوازي كبير ، أما مستودعات المياه الجوفية التي تعود للزمن الجيولوجي الثالث فأهمها مستودع الدمام الذي يبلغ سمكه المشبع بالمياه حوالي ( ٥م ) تحت مدينة الدوحة و( ١٠م ) تحت منطقة جرافة ، وقد أشارت الدراسات إلى وجود مجموعة من المرتفعات المائية الجوفية في مناطق شمال غرب قطر والدوحة وجنوب غرب قطر إذ يصل منسوب المياه الجوفية فيها ( ٣٠ ، ١٧ ، ١٧ م ) على التوالي وتكون هذه المناطق بمثابة نقاط تغذية للمناطق ذات الضغط الهيدروليكي المنخفض بمستودع الدمام في وسط وغرب شبه جزيرة قطر ، ومن المستودعات الأخرى التي تعود للزمن الثالث أيضاً هو مستودع الريس الذي يوجد جنوب قطر ويتراوح سمكه بين ( ٥٥م ) في شمال قطر و ( ٧٠م ) في جنوبهـا ، أمـا عمق الميـاه الجوفية فيـه فيتـراوح بيـن ( ١٠ – ١٥ م ) ٠ ( دياب / ٢٠٠٠ / ١٤٧ – ١٤٩ ) ٠ وعموماً تتراوح درجة ملوحة المياه الجوفية في شمال قطر بين ( ٥٠٠ – ١٥٠٠ ) جزء في المليون وفي وسطها بين ( ٢٥٠٠ – ٤٠٠٠ ) جزء في المليون بينما تتجاوز ( ٤٠٠٠ ) جزء في المليون في مياه أقسامها الجنوبية ٠( الهيتي / ١٩٨١ / ١٥٠ ) ٠

د- مملكة البحرين :

تستثمر المياه الجوفية في البحرين من ثلاث طبقات صخرية متعاقبة يعلو بعضها البعض وتفصل الواحدة عن الأخرى طبقات رقيقة من تكوينات غير نفاذة تجعل كل طبقة منها خزاناً مستقلاً للمياه الجوفية ، ويطلق على هذه الطبقات في البحرين أسماء هي الطبقة ( أ ) والطبقة ( ب ) والطبقة ( ج ) وهي تناظر طبقات العلاة وخبر وأم راضومة في منطقة الإحساء المجاورة ، فالطبقة ( أ ) تتكون من صخور جيرية ايوسينية سمكها يتراوح بين ( ٦ – ٦٢م ) وهي مصدر رئيس للمياه الجوفية العذبة في البحرين وتزداد ملوحة مياهها ويقل ضغطها الهيدروستاتيكي بالاتجاه نحو الشرق ، أما الطبقة ( ب ) فهي طبقة جيرية ترجع إلى العصر الايوسيني أيضاً وهي المسؤولة عن تكوين الحافة الصخرية التي تحيط بالحوض الأوسط لجزيرة البحرين كما أنها تشبه الطبقة ( أ ) من حيث عذوبة مياهها وتزداد ملوحتها ويقل ضغطها الهيدروستاتيكي بالاتجاه نحو الشرق ، أما الطبقة ( ج ) فهي الأخرى طبقة جيرية ترجع إلى عصر الايوسين الأسفل وهي ذات مورد محدود للمياه العذبة التي تتجمع من مياه الأمطار وتطفو هذه المياه عادةً فوق المياه المالحة وتكون طبقة من الماء العذب يصل سمكها في بعض المناطق إلى ( ٤م ) ٠ ( متولي / ١٩٧٠ / ١٩٦ ) ، وتتفاوت درجة ملوحة المياه الجوفية في البحرين من منطقة لأخرى ففي المنامة تبلغ ( ٢٢٧٨ ) جزء في المليون وفي المحرق ( ١٧٦٠ ) جزء في المليون وفي البديع ( ١٣٦٠ ) جزء في المليون بينما ترتفع في منطقة الخارجية إلى ( ٣١٨٠ ) جزء في المليون ٠

هـ- الإمارات العربية المتحدة :

تستثمر المياه الجوفية في دولة الإمارات العربية المتحدة من مستودعات تعود للزمن الجيولوجي الرابع تتكون من الحصى وصخور الكونكلوميرات ورواسب الأودية ، ويصل عمق المياه الجوفية في بعض أحواضها حوالي ( ٣٠م ) تحت سطح الأرض وتتحرك المياه فيها من الشرق نحو الغرب مما يدل إن منطقة تغذيتها تقع شرقاً وهي منطقة جبال عُمان التي تسقط عليها كميات من الأمطار ، وبناءً على ذلك لوحظ إن درجة ملوحة المياه الجوفية للجهات الشرقية تبلغ ( ٥٠٠ ) جزء في المليون تزداد في الجهات الغربية البعيدة عن مناطق التغذية حتى تصل إلى ( ٦٠٠٠ ) جزء في المليون ، وتستثمر المياه الجوفية في الإمارات العربية المتحدة بطرائق متعددة أهمها الينابيع والافلاج والآبار الارتوازية ، فالينابيع والافلاج عادة تتركز عند قدمات المناطق الجبلية وبطون الأودية واهم الأحواض التي تستخرج مياهها الجوفية بطريقة الافلاج هي أحواض الجبال والحويلات ومضفون ووادي السجي والباطنية والسهل الأوسط والمنامة وهناك عدد من الينابيع في المناطق الجبلية من رأس الخيمة والفجيرة وواحة البريمة ، أما بالنسبة للآبار الارتوازية فأنها تستثمر المياه الجوفية في مناطق متعددة في البلاد اهمها ابو ظبي والفجيرة وواحة العين ومنطقة السادة والعوير وواحة الذيذ وخور فكان وكذلك مناطق طوى راشد القريبة من الساحل والبربرات القريبة من إمارة رأس الخيمة ( الهيتي / ١٩٨١ / ١٥٢ /١٥٤ ) ٠

و- سلطنة عمان :

تستخرج المياه الجوفية في سلطنة عمان من أربعة أحواض رئيسة هي الأحواض الساحلية الشمالية ويتراوح سمك الطبقات المشبعة بالمياه الجوفية بين ( ٢٥ – ٦٠م ) وقد يكون أكثر من ذلك في مناطق أواسط السهول ويتراوح تركيز مجموع الأملاح الذائبة فيها بين ( ٣٠٠ – ١٠٠٠ ) جزء في المليون ، والحوض الثاني هو إقليم السواحل الذي يمتد ليشمل مناطق سهول صهيرة وواحة البرعي ووادي الصعبة ويبلغ عمق المياه فيها ( ٣٥٠٠م ) وتتراوح الأملاح الذائبة في مياه هذا الحوض بين ( ٥٠٠ – ٢٠٠٠ ) جزء في المليون، أما الحوض الثالث فهو إقليم ظفار الذي يمتد ليضم مناطق الينابيع وتتميز المياه الجوفية لهذا الحوض بملوحتها العالية ونوعيتها الرديئة عدا تلك التي تتواجد في وادي صلالة ٠ أما الحوض الرابع فهو حوض المنطقة الجبلية إذ تستثمر مياهه الجوفية بوساطة الافلاج والآبار الضحلة ويعد هذا الحوض مصدراً مهماً للمياه في منطقة سهول الباطنة ٠

ز- اليمن :

تستثمر المياه الجوفية في الجمهورية العربية اليمنية من مستودعات مائية تعود لأزمنة جيولوجية مختلفة ، فهناك أحواض للمياه الجوفية تتواجد في تكوينات تعود للزمن الرابع إذ تصل سماكة بعض هذه الأحواض إلى ( ٢٥٠م ) وخصوصاً في مصبات الأودية ، ولعل أهم المناطق التي تستثمر مياه هذه الأحواض هي سهول تهامة إذ تتراوح أعماق المياه الجوفية في هذه المنطقة بين ( ٨٠ – ٨٥م ) قرب قدمات المرتفعات الجبلية وتتميز الأحواض الجوفية في سهول تهامة بانحدارها نحو البحر الأحمر وتتغذى بوساطة الأمطار في الحصول على المياه من أحواض هذه المنطقة ، وهناك أحواض للمياه الجوفية تتواجد في تكوينات تعود للزمن الثالث وتحديداً لعصور الاوليكوسين والميوسين والبليوسين وتمتد هذه الأحواض بين البحر الأحمر والربع الخالي في المنطقة الواقعة بين مدينة الطرية في اتجاه تعز ثم من تعز إلى صنعاء ومن صنعاء إلى سعورا وهناك أحواض أخرى تتواجد في تكوينات الزمن الثاني في العصرين الجوارسي والكريتاسي وهي عموماً تتكون من الرواسب الرملية والأحجار الجيرية وتتراوح سماكة الأحواض المائية الجوفية في هذه التكوينات بين ( ٣٠٠ – ٣٧٠م ) ، واخيراً لابد من الإشارة إلى وجود أحواض للمياه الجوفية في تكوينات الصخور البازلتية في جبال اليمن حيث توجد الصخور البركانية التي تنتشر فيها الشقوق والفوالق التي تستقبل كميات كبيرة من الأمطار وتتسم بعذوبتها وصلاحيتها للاستعمالات المختلفة ٠ ( دياب / ٢٠٠٠ / ١٧٢ – ١٧٣ ) ٠

٣- الاقليم الأوسط :

أ- مصر :

تعد جمهورية مصر العربية من أكثر الأقطار العربية تنظيماً لاستثمار المياه الجوفية من حيث الدراسات المتعلقة بهذا المورد وتخطيط استثماره والمشاريع المنجزة التي من شأنها تحقيق أفضل الفوائد الممكنة ٠ وتنتشر في مصر مستودعات عديدة للمياه الجوفية تكاد تغطي كافة إنحاء البلاد تقريباً ، وهناك تسع مجموعات رئيسة لمستودعات المياه الجوفية في مصر الأولى هي مستودعات دلتا النيل التي تمثل أهم المستودعات التي تحتوي مياه جوفية عذبة تقع بين فرعي نهر النيل دمياط ورشيد ، وتتغذى بالمياه من الترع والمياه المتسربة من فرعي نهر النيل المذكورين ، وتقدر تغذيتها السنوية بحوالي ( ٧,٥ ) مليار / م٣ بينما تقدر كمية المياه الجوفية المخزونة فيها بحوالي (٤٠٠) مليار / م٣ ، وتستثمر المياه الجوفية في هذه المستودعات في تكوينات صخرية تعود للزمن الرابع بعصريه البلايوستوسين والهولوسين ، ويتراوح معدل مجموع الأملاح الذائبة في مياهها الجوفية بين ( ٦٥٠ – ١٠٠٠ ) جزء في المليون ، وقد يصل في بعض المناطق الشمالية القريبة من ساحل البحر المتوسط إلى ( ٧٠٠٠ ) جزء في المليون ، المجموعة الثانية هي مستودعات المياه الجوفية لوادي نهر النيل التي تتغذى بالمياه من شبكة الترع والمصارف والري المستديم ومياه نهر النيل ، وتقدر كميات المياه المتاحة للاستثمار من هذه المستودعات بحوالي ( ٢,٤ ) مليار / م٣ ، وتستثمر المياه الجوفية فيها من تكوينات الزمن الرابع حصراً ويتراوح مجموع تركيز الأملاح الذائبة في المياه الجوفية لهذه المستودعات بين ( ٣٥٠ – ٢٠٠٠ ) جزء في المليون ، المجموعة الثالثة هي مستودعات المياه الجوفية في شرق الدلتا التي تستثمر مياهها من تكوينات صخرية تعود للزمن الرابع وهي المستودعات الرئيسية وهناك مياه جوفية تستثمر من تكوينات تعود للزمن الثالث وتحديداً لعصري الاوليكوسين والميوسين وهذه تكون وحدة هيدرولوجية واحدة مع تكوينات الزمن الرابع ، أما نوعية مياه هذه التكوينات فأنها تتراوح بين العذبة وقليلة الملوحة ، أما المجموعة الرابعة فهي مستودعات المياه الجوفية في غرب الدلتا التي تمتد على طول شرق وشمال طريق مصر - الإسكندرية الصحراوي حتى وادي النطرون ، وتعد تكوينات الزمن الرابع هي الأكثر استثماراً للمياه الجوفية لهذه المستودعات إذ يتراوح سمكها بين ( ١٠٠ – ٢٠٠م ) ومياهها الجوفية حرة غير مقيدة يبلغ معدل تركيز الأملاح الذائبة فيها ( ١٠٠٠ ) جزء في المليون وهي ملائمة للاستعمال البشري والزراعة ، المجموعة الخامسة هي مستودعات وادي النطرون وهي بمثابة امتداداً لمستودعات دلتا النيل غرب فرع رشيد التي تمثل بنفس الوقت مصدراً لتغذيتها المائية ، وتستثمر المياه

الجوفية لهذه المستودعات من تكوينات الزمن الرابع التي يبلغ سمكها ( ٥٠٠م ) ويتراوح مجموع الأملاح الذائبة في هذه المياه بين ( ٣٥٠ – ١٠٠٠م ) ولكن ملوحة المياه تزداد في اتجاه منخفض النطرون من فرع رشيد ، كما تحوي تكوينات الزمن الثالث على مياه جوفية تظهر على شكل عيون في منطقة بحيرة الحمراء كما تحوي رواسب عصر الميوسين على مستودع المغرة الضخم الذي يمتد حتى واحة المغرة شرق منخفض القطارة ويتراوح تركيز الأملاح الذائبة في مياه هذا المستودع بين ( ٦٠٠ – ١٢٠٠ ) جزء في المليون ، المجموعة السادسة هي مستودعات الساحل الشمالي الغربي التي تستثمر مياهها الجوفية من عدة تكوينات هي الكثبان الرملية الساحلية التي يبلغ ارتفاعها ( ٨٣م ) ويتراوح عرضها بين ( ٣ – ٣٠ م ) وتعتمد على الأمطار في تغذيتها المائية ، وهناك مستودعات تعود تكويناتها للزمن الرابع يتراوح سمكها بين بضعة أمتار إلى ( ٥٠ م ) تتغذى على مياه الأمطار إذ تعوم المياه العذبة على مياه البحر المالحة ، كما تحوي تكوينات الزمن الثالث على مستودعات للمياه الجوفية المالحة تتغذى على مياه البحر تعلوها عدسات من المياه العذبة التي تتغذى على مياه الأمطار ، أما المجموعة السابعة فهي مستودعات الصحراء الغربية التي تستثمر مياهها الجوفية من تكوينات الزمن الرابع التي تتواجد جنوب الصحراء الغربية في منطقة توشكي التي تتغذى بالمياه من الأمطار كذلك من المياه الجوفية المتداخلة معها في الطبقات الحاملة للمياه لخزان الحجر الرملي النوبي ويتراوح مجموع الأملاح الذائبة في هذه المياه بين ( ٤٠٠ – ٣٥٠٠ ) جزء في المليون ، وتستخرج المياه هنا من آبار لا تزيد أعماقها عن ( ١٥ م ) ، كما تستثمر المياه من هذه المستودعات من تكوينات الزمن الثالث في مناطق واحة سيوة وواحة المغرة وقرب منخفض القطارة وواحة كركر وواحة دنجل والفرافرة والواحات البحرية والفيوم ، ويتراوح مجموع الأملاح الذائبة في هذه المياه بين ( ٥٠٠ – ١٢٠٠ ) جزء في المليون ، إذ هي تصلح للاستعمالات المختلفة ، وتعد مستودعات المياه الجوفية في صخور الحجر الرملي النوبي المصدر الأساسي للمياه الجوفية في صحراء مصر الغربية وتضم مستودعات في منطقة توشكي وواحات الصحراء الغربية الخارجة والداخلة والفرافرة والواحات البحرية ومستودعات منخفض الفيوم وواحة سيوة ، ويتراوح عدد الطبقات الحاملة للمياه في واحتي الخارجة والداخلة بين ( ٥ – ٦ ) طبقات ، وتقدر كميات المياه المخزونة في الواحتين المذكورتين بحوالي (٤٠ ، ٦٤) مليون/ م٣ على التوالي ، المجموعة الثامنة هي مستودعات الصحراء الشرقية التي تستثمر مياهها من تكوينات الزمن الرابع وتمتد هذه المستودعات موازية لنهر النيل شرقاً ، يتراوح عمق المياه الجوفية فيها بين ( ٣ – ٤٠ م ) وتنحدر المياه باتجاه البحر الأحمر الأمر الذي يؤدي إلى تداخلها مع مياه البحر المالحة ، وتشكل مياه الأمطار و مياه الري الفائضة ومياه السيول مصادراً لتغذيتها ، ويبلغ مجموع الأملاح الذائبة فيها حوالي ( ٥٠٠ ) جزء في المليون لكنها تزداد بالاتجاه شرقاً ، وتستثمر مياه هذه المستودعات أيضاً من تكوينات تعود للزمن الثالث تظهر على شكل عيون طبيعية وهناك أيضاً مستودعات في هذه المنطقة في تكوينات الحجر الرملي النوبي يتراوح مجموع الأملاح الذائبة في مياهها بين ( ١٠٠٠ – ٤٥٠٠ ) جزء في المليون ، أما المجموعة التاسعة والأخيرة فهي مستودعات شبه جزيرة سيناء التي تستثمر مياهها الجوفية من عدة تكوينات اهمها الكثبان الرملية التي تمتد من مدينة القنطرة شرقاً حتى غرب العريش ومن شرق العريش حتى الحدود المصرية – الفلسطينية ، وتستثمر هذه المياه على شكل آبار تحفر عند قدمات الكثبان الرملية ويتراوح مجموع الأملاح الذائبة فيها بين ( ٣٠٠ – ٧٠٠ ) جزء في المليون ، وتعد الأمطار الساقطة على شمال شبه جزيرة سيناء مصدراً لتغذيتها ، أما بالنسبة لمستودعات المياه التي تتواجد في تكوينات الزمن الثالث فهي تلك التي تمتد على طول الساحل الشرقي لخليج السويس والبحيرات المرة ، وأخيراً هناك مستودع الكركار الذي يوجد في منطقة العريش ويتغذى بالمياه من الأمطار الساقطة على منابع حوض وادي العريش ويتراوح مجموع الأملاح في مياهه الجوفية بين ( ٢٢٠٠ – ٥٤٠٠ ) جزء في المليون ٠ ( دياب / ٢٠٠٠ / صفحات متفرقة ) ٠

ب- السودان :

تتوفر المياه الجوفية في السودان في إقليم وادي النيل وتتركز في عدة مناطق اهمها منطقة غرب النيل التي تستثمر مياهها الجوفية من طبقة الحجر الرملي النوبي وتعد من أهم الطبقات المائية في شمال إفريقيا من حيث الإنتاجية وصلاحية المياه لمختلف الأغراض وتمتد عبر السودان ومصر والجماهيرية العربية الليبية إذ تمتد على مساحة تقدر بحوالي ( ٢ ) مليون كم٢ ، واهم أحواضها المائية هما حوضا الكفرة والداخلة ، ويعد حوض الداخلة حوضاً مشتركاً بين السودان ومصر ، أما حوض الكفرة فعلى الرغم من إن معظم مياهه احفورية يتراوح عمرها بين ( ١٠٠٠ – ٣٣٠٠٠ ) سنة إلا إن الأمطار الساقطة على جنوب السودان تسهم في تغذيته ، وتبلغ سماكة هذه الطبقة المائية في السودان والتي تمتد جنوباً حتى الخرطوم حوالي ( ٣٠٠٠م ) ، وبالإضافة إلى حوضي الكفرة والداخلة هناك أيضاً منطقة أخرى هي منطقة الهضاب النوبية واهم أحواضها في السودان هي أحواض ( الصحراء النوبية ، النيل النوبي ، القضارف ، أم كدادة ، النهود وعيال بخيت ) ، وتقدر كميات المياه الجوفية المخزونة في هذه الأحواض بحوالي ( ٢٥٠٠٠ ) مليار / م٣ ، أما المنطقة الثانية المهمة في استثمار المياه الجوفية في القطر السوداني هي منطقة أم روابة وبحر العرب واهم المواقع في هذه المنطقة هي التي تغطيها رسوبيات أم روابة والرواسب النيلية الحديثة وخاصة تلك التي تتجه نحو بحر العرب في إقليم دارفور إذ يمكن إن توفر حوالي ( ٩٠ ) مليون / م٣ من المياه العذبة سنوياً ، وتشكل رسوبيات أم روابة أحواض مائية هامة في جنوبي السودان وتتراوح أعماق المياه الجوفية الحرة في هذه الرسوبيات بين بضعة أمتار إلى حوالي مائة متر وتقدر كميات المياه المخزونة في أحواض أم روابة بحوالي ( ١٠٠٠ ) مليار/م٣ ٠( محمد علي/ ٢٠٠٠ / ٤٦ – ٤٧ ) ٠

ج- الصومال*:

لم تحضَ مصادر المياه الجوفية في الصومال بالدراسة الكافية ويبدو إن ذلك يعزى إلى توفر مصادر مائية أخرى كالأمطار التي يصل مجموعها السنوي حوالي ( ١,٩ ) مليار / م٣ فضلاً عن وجود نهري جوبا وشبيلي إذ يبلغ تصريف الأول حوالي ( ٦,٤ ) مليون / م٣ سنوياً ويبلغ تصريف الثاني ( ١,٨ ) مليار / م٣ سنوياً ، ومع ذلك تستثمر المياه الجوفية عن طريق عدد قليل من الآبار الارتوازية على أعماق تتراوح بين ( ١٠٠ – ٥٠٠ م ) ومياهها مالحة نسبياً بينما تتميز المياه الجوفية التي توجد على عمق ( ٣٠٠م ) فأكثر بأنها أكثر عذوبة ٠

د- جيبوتي :

تعتمد جيبوتي اعتماداً رئيسياً على المياه الجوفية إذ إن حوالي ( ٩٠% ) من إجمالي مساحة البلاد تعاني من الجفاف ، وتستثمر جيبوتي حوالي (٤٠) مليون / م٣من مياهها الجوفية سنوياً وتتراوح معدلات التغذية السنوية لهذه المياه بين ( ٤٢ – ٦٨) مليون / م٣ ٠ ( دياب / ٢٠٠٠ / ٤٠٥ ) ٠

٤- إقليم المغرب العربي :

أ- ليبيا :

تنتشر في القطر الليبي عدة أحواض للمياه الجوفية منها حوض سهل الجفارة الذي يمتد بين حدود تونس غرباً ومنحدر جبل نفوسه جنوباً والبحر المتوسط شمالاً وتبلغ مساحته حوالي ( ١٨٥٠٠ كم٢ ) ، ويتغذى بالمياه من الأمطار والمياه المنحدرة من الوديان وتلك الفائضة من مياه الري فضلاً عن جريان المياه من تحت جبل نفوسة ، وتتراوح نوعية مياه هذا الحوض بين الجيدة والمالحة وهناك أيضاً حوض سرت الذي تصل سعته الخزنية إلى ( ١٠كم٣ ) ويمتد هذا الحوض عبر طبقة صخرية سمكها ( ٦٠٠ م ) ، ومع ذلك تكتسب أحواض المياه الجوفية الجنوبية أهمية خاصة من حيث وفرة مياهها وجودة نوعيتها ، وتتمثل بحوض الكفرة الذي يمثل جزءً من الحجر الرملي النوبي وتبلغ مساحته ( ٣٥٠٠٠٠ كم٢ ) وتقدر سعته الخزنية بحدود ( ٢٠٠٠٠ كم٣ ) من المياه المخزونة بعمق يصل إلى ( ٢٠٠ م ) ، ويمتد

* لم يستطيع الباحث الحصول على معلومات مهمة تخص الموارد المائية الجوفية في كل من الصومال وجيبوتي وربما يعزى ذلك إلى ندرة الدراسات التي تتعلق بهذا الموضوع .

هذا الحوض من الحدود الجنوبية حتى شمال الكفرة ثم يمتد نحو الشمال الشرقي حتى الحدود المصرية وتمتاز مياهه بالجودة إذ تبلغ كمية الأملاح الذائبة فيها ( ٣٥٠ ) جزء في المليون ، أما الحوض الآخر هو حوض السرير الذي هو خزان رملي ضخم في مساحته إذ يمتد حتى السفوح الجنوبية للجبل الأخضر شمالاً ، ويبلغ عمق الطبقة الصخرية الحاوية للمياه في هذا الحوض ( ٦٠٠م ) أما مجموع الأملاح الذائبة في مياهه فهي على العموم اقل من ( ٥٠٠ ) جزء في المليون ولكن هذه القيمة تزداد بالاتجاه شمالاً ، والحوض الثالث هو حوض مرزوق الذي يقع في منطقة فزاعة من مرتفعات القرقاف شمالاً حتى الحدود الجنوبية الغربية للقطر الليبي وتبلغ مساحته ( ٣٢٠٠٠٠ كم٢ ) وتقدر سعته الخزنية بحدود ( ٤٨٠٠ كم٣ ) ومياهه ذات نوعية جيدة إذ يقدر مجموع الأملاح الذائبة بحوالي ( ٣٠٠ ) جزء في المليون ( البهلول / ٢٠٠٠ / ١٧٣ ) ، واخيراً هناك حوض الحمادة الذي يقع شمال جبل فزان ويمتد من مرتفع قرقاف وجبل السوداء حتى ساحل البحر المتوسط ومياه هذا الحوض ذات نوعية جيدة ولكنها تصبح رديئة بالتجاه نحو الساحل إذ تختلط مياه البحر معها فتزيدها ملوحة ( كشك / ١٩٩٥ / ٣٤٩ ) ، وقد استثمرت ليبيا المياه الجوفية للاحواض الاربعة المذكورة انفاً بأنشاء النهر الصناعي العظيم لأيصال المياه إلى مناطق الشمال إذ يبلغ طوله ( ٤٥٠٠ كم ) ويؤمن ضخ ما يقارب ( ٥,٦٨ ) مليون / م٣ من المياه يومياً يستخدم ما نسبته ( ٨٦% ) منها للاغراض الزراعية ( قنوص / ١٩٩٩ / ٢٩٤ ) .

ب- تونس :

تتواجد في القطر التونسي أحواض للمياه الجوفية في عدة مناطق من البلاد اهمها أحواض شمال ووسط تونس وتتمثل بأحواض سهل غار الدماء وسليانة وسهل القيروان وتتغذى من مياه الأمطار ومياه الأودية التي تغمر السهول المجاورة ومياهها ذات نوعية جيدة إذ لا تتجاوز مجموع الأملاح الذائبة فيها ( ١٠٠ ) جزء في المليون ولكن هذه النوعية تصبح متدنية في منطقة السهل الساحلي إذ يتجاوز مجموع الأملاح الذائبة فيها ( ٥٠٠ ) جزء في المليون ، كما توجد بعض الأحواض المائية تمتد على طول السهل الساحلي التونسي الجنوبي بين قابس وبن قردان التي تواجه صعوبة العمق الكبير الذي يتطلبه الحفر في هذه المناطق والذي يصل إلى ( ٢٥٠٠م ) ، ويتراوح مجموع الأملاح الذائبة في مياه هذه الأحواض بين ( ٣٠٠٠ – ٤٠٠٠ ) جزء في المليون وقد يصل إلى ( ٨٠٠٠ ) جزء في المليون في بعض الآبار ، وفضلاً عن ما تقدم هناك عدد من أحواض المياه الجوفية في الجنوب التونسي وتحديداً في مناطق نفزاوة والجريد التي تكون حركة الماء الجوفي فيها من الجنوب إلى الشمال حتى تنتهي في منطقة الشطوط التونسية الجزائرية التي تعد بمثابة مصرفاً لمياه هذه الأحواض ٠( الندوة العربية الثانية حول المياه / ١٩٩٧ / ٤٤٦ ) .

ج- الجزائر :

تتوزع أحواض المياه الجوفية في القطر الجزائري في شمال البلاد التي تتغذى على مياه الأمطار وفي المناطق الصحراوية التي تتميز بالتغذية المحدودة ، ولعل أهم هذه الأحواض هو العرق الكبير الذي يمتد في كل من تونس والجزائر وقد تغذى بالمياه خلال الفترات المطيرة في الزمن الرابع ويتغذى حالياً عن طريق التسرب الجانبي من الأحواض المجاورة ، وتعد الينابيع التي تنتشر في بعض المناطق المنخفضة مناطق صرف طبيعي لهذا الحوض ، ويتراوح مجموع الأملاح الذائبة في مياهه بين ( ٣٠٠٠ – ٤٠٠٠ ) جزء في المليون وتقل الملوحة جنوباً لوجود تغذية مباشرة من الأمطار ، وهناك أحواض للمياه الجوفية تمتد تحت الصحراء الكبرى في تكوينات صخرية تشبه تماماً الحجر الرملي النوبي في كل من مصر والسودان وليبيا وتشاد ، وتتغذى هذه الأحواض حالياً على مياه الأمطار فضلاً عن ما تم خزنه من مياه الأمطار في العصور القديمة المطيرة ، وتتحرك مياه الأحواض الصحراوية في اتجاه الجنوب والجنوب الغربي اي من سلسلة جبال الأطلس حيث مساقط الأمطار ، كما أنها تتحرك بإتجاه الساحل التونسي وتنصرف في خليج قابس ، أما في الأقسام الجنوبية فأن حركة المياه الجوفية تكون بإتجاه منخفض الثوابت ، وعلى العموم يقدر مجموع الأملاح الذائبة في مياه هذه الأحواض بحوالي ( ٢٠٠٠ ) جزء في المليون ٠ ( المنظمة العربية للتنمية الزراعية / ١٩٩٩ / ٢٦ ) ٠

د- المغرب :

تنتشر أحواض المياه الجوفية في المملكة المغربية في تكوينات صخرية تعود إلى أزمنة جيولوجية مختلفة ، واهم هذه الأحواض هو حوض طرقاية – الدخلة الذي تبلغ مساحته حوالي ( ٩٠٠٠٠ كم٢ ) واهم مستودعات المياه في هذا الحوض هو مستودع العصر الطباشيري الأسفل الذي يصل سمكه إلى ( ٢٠٠م ) ومياهه كبريتية وحارة ومالحة وتزداد ملوحتها بإتجاه مدينة العيون إذ تصل فيها إلى ( ٨٠٠٠ ) جزء في المليون ، وهناك أيضاً حوض تندروف الضخم الذي يمتد جنوب المحيط الأطلسي ويضم هذا الحوض مستودعات مائية تعود إلى الزمنين الأول والثالث تمتد في مناطق بيشاور – عبادلة ومنطقة الحمارة وتنصرف مياه هذه المستودعات عموماً في حوض تندروف كما أنها ذات إنتاجية ضعيفة ولكن مياهها قليلة الملوحة إذ يبلغ مجموع الأملاح الذائبة فيها حوالي ( ١٥٠٠ ) جزء في المليون ٠ ( دياب / ٢٠٠٠ / ٤٧٤ – ٤٧٥ ) ٠

ه- موريتانيا :

تمثل المياه الجوفية في موريتانيا مصدراً اساسياً من مصادر المياه ومن أهم أحواضها حوض نواكشوط الذي هو حوض تركيبي يحتوي على صخور رسوبية يمتد عمرها الجيولوجي من الزمن الأول وحتى الزمن الرابع ، ويحتوي هذا الحوض على مستودعات للمياه الجوفية اهمها مستودع رواسب الزمن الرابع التي يتراوح سمكها بين ( ١٠٠ – ٢٠٠ م ) ، وتغذى هذا المستودع على مياه الأمطار خلال العصور الجيولوجية القديمة ، وتعاني مياهه مشكلة تداخل مياه البحر المالحة في المناطق التي ينخفض فيها منسوب الماء الجوفي عن مستوى سطح البحر كما هو الحال في منطقة اديني ، وهناك أيضاً مستودع للمياه الجوفية يمتد في رواسب الزمن الثالث التي تتكون من الصخور الجيرية والدولومايتية إذ تدل الأبحاث الأولية عنه بأنه ذو مياه وفيرة وقليلة الملوحة ٠ ( المنظمة العربية للتنمية الزراعية / ٢٠٠٠ / ٢٥١ – ٢٥٢ ) ٠

إمكانات الوطن العربي للمياه الجوفية :

يقع الوطن العربي ضمن المناطق الجافة ويتصف بندرة موارده المائية عموما وعدم كفاية موارده السطحية وتعتمد معظم الأراضي المزروعة في الأقطار العربية على الري بالأمطار رغم قلتها نظرا لوقوع هذه الأراضي في بيئات جافة وشبة جافة ، فحوالي (٦٨%) من مساحة الوطن العربي تتلقى أمطاراً سنوية يقل مقدارها عن (١٠٠ملم ) وهي بذلك لا تسد متطلبات الزراعة المطرية ويستثنى من ذلك بعض الوديان والمنخفضات التي تتجمع فيها المياه وتتلقى حوالي (١٠%) من مساحة الوطن العربي أمطاراً سنوية تتراوح بين (١٠٠-٣٠٠ ) ملم ، وتعد المساحات التي تتلقى أمطاراً تزيد كميتها على (٢٠٠ملم )في المناطق ذات الأمطار الشتوية و (٢٥٠ ملم ) في المناطق ذات الأمطار الصيفية مواقع هامشية للزراعة المطرية إذ إنها تصلح لزراعة بعض المحاصيل اذا لم تنخفض كميات الأمطار فيها عن هذين الحدين ، ألا إن الأمر يزداد تعقيدا عند عدم معرفة الموعد المضمون لبداية سقوط الأمطار وموعد انحسارها في المواسم المتعاقبة فضلا عن سوء توزيع الأمطار أثناء مواسم سقوطها ، وعلى العموم يبلغ المعدل السنوي لمجموع الأمطار الساقطة في الوطن العربي حوالي (١٦١ ملم ) ٠(جدول ١ )، (شكل ٢) ٠

وبصفة عامة يقع الوطن العربي كوحدة جغرافية واحدة ضمن عدة أقاليم مناخية وهي مناخ البحر المتوسط في أقسامه الشمالية والمناخ المداري وشبة المداري في أقسامه الجنوبية بينما يسيطر المناخ الصحراوي وشبه الصحراوي على أقسامه الباقية ٠(شكل ٣)٠

أما بالنسبة للموارد المائية السطحية فتمثل الأنهار مصدرها الرئيسي إذ يبلغ عددها في الوطن العربي (٥٠) نهرا بما في ذلك روافد انهار دجلة والفرات والنيل مع العلم إن حوالي (٦٠%) من منابع هذه الأنهار تقع خارج حدود الأقطار العربية ، وتقدر جملة الموارد المائية العربية السطحية المتاحة بحوالي (٢٠٥) مليار /م٣ سنويا منها (٢٦%) تصدر من داخل حدود الوطن العربي والنسبة الباقية من خارجة ، كم يتم توفير حوالي (٥٠%) من إجمالي الطلب على المياه في الوطن العربي من الموارد

المائية السطحية المشتركة مع الدول المجاورة خارج حدود المنطقة العربية (المنظمة العربية للتنمية الزراعية /٣٢/٢٠٠٣)٠ ونظراً لقلة الأمطار وعدم كفاية الموارد المائية السطحية فقد تم اللجوء إلى استثمار المياه الجوفية في عدد كبير من الأقطار العربية للاغراض المنزلية والزراعية والصناعية وغيرها ٠

جدول ( ١ )

نصيب أقاليم الوطن العربي من الأمطار الساقطة ( مليار / م ٣ / سنة )

| الأقاليم | كمية الأمطار ( مليار /م٣ / سنة | النسبة المئوية |
|---|---|---|
| المشرق العربي | ١٧٨ | ٧,٨ |
| شبه الجزيرة العربية | ٢١١ | ٩,٢ |
| الاقليم الاوسط | ١٣٠٤ | ٥٧,٣ |
| المغرب العربي | ٥٨٨ | ٢٥,٧ |
| المجموع | ٢٢٨١ | ١٠٠ |

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة حولى مؤشرات التصحر في الوطن العربي ، الخرطوم ، ٢٠٠٣ ، ص ٣١ .

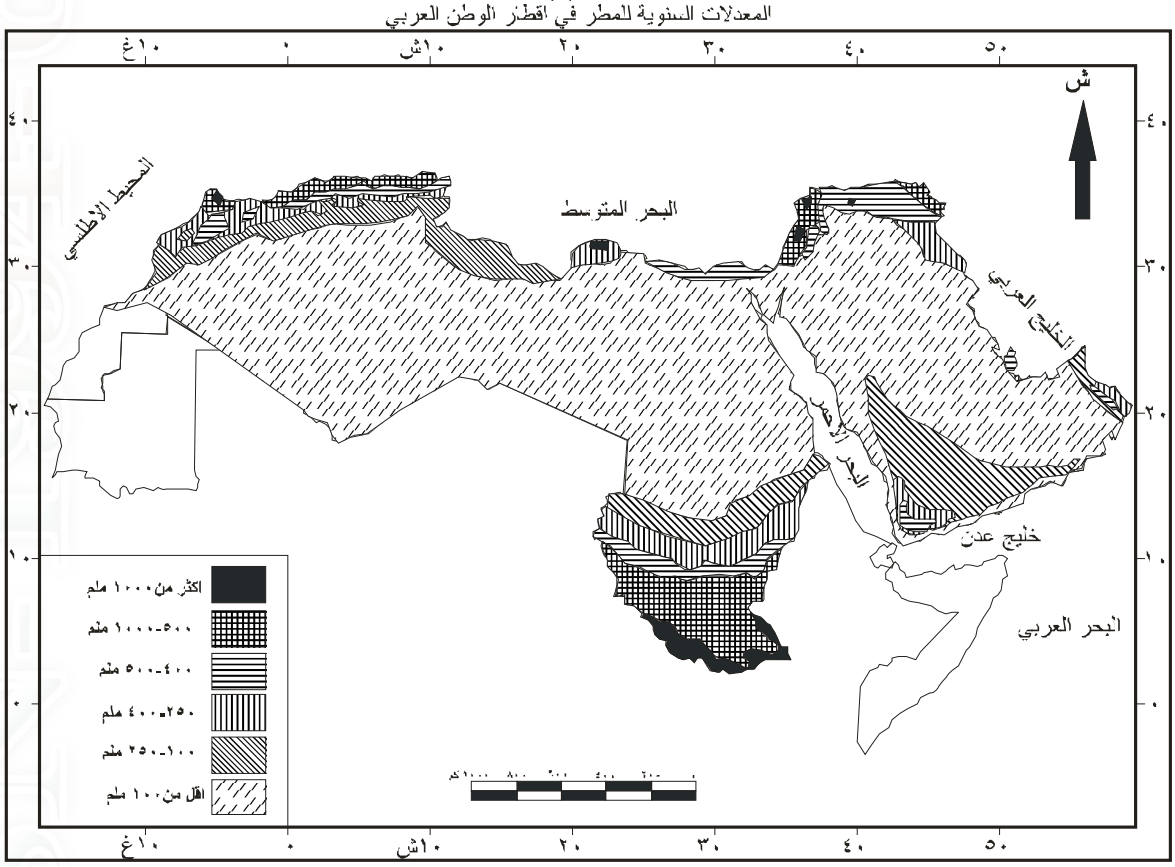
تنقسم المياه الجوفية في وطننا العربي حسب تغذيتها إلى نوعين فهي أما إن تكون مياه جوفية تتغذى بواسطة الأمطار والسيول وذوبان الثلوج فضلاً عن تسرب مياه الأنهار وهي غالباً ما تكون ذات أعماق متوسطة ، أو إنها مياه جوفية غير متجددة إذ إن مخزونها المائي يرجع إلى العصور الجيولوجية القديمة وهي عموماً تكون أحواض مائية عميقة وتنتشر في الصحراء الكبرى وشبه الجزيرة العربية وبادية الشام ٠

يقدر مخزون المياه الجوفية العذبة في الوطن العربي بحوالي ( ٧٧٣٣٩٠٠ ) مليون / م٣ موزعة بين الأقاليم الهيدرولوجية ، ويحتل الاقليم الأوسط المرتبة الأولى إذ يسهم لوحده بنسبة ( ٨٣,٢% ) من مجموع كميات المياه المخزونة يليه في ذلك إقليم المغرب العربي بنسبة ( ١١,٩% ) فإقليم شبه الجزيرة العربية ( ٤,٧% ) واخيراً إقليم المشرق العربي ( ٠,٢% ) ، وعلى مستوى الأقطار العربية فأن اكبر كمية لهذه المياه توجد في مصر إذ تقدر بحوالي ( ٦٠٠٠٠٠٠ ) مليون / م٣ واقلها توجد في لبنان إذ تقدر بحوالي ( ١٣٦٠ ) مليون / م٣ ٠ ( الفخري / ١٩٨٢ / صفحات متفرقة ٠ ( شكل ٤ ) ٠

أما بالنسبة للمياه الجوفية المتجددة فتقدر كمياتها في الوطن العربي بـ ( ٣٩٣٢٤ ) مليون / م٣ تحتل أقطار المشرق العربي المرتبة الأولى في الكميات التي تحصل عليها من هذه المياه إذ تقدر بحوالي ( ١٣٢٠٥ ) مليون / م٣ تليها أقطار المغرب العربي التي تحصل على حوالي ( ١٢٨٥٠ )

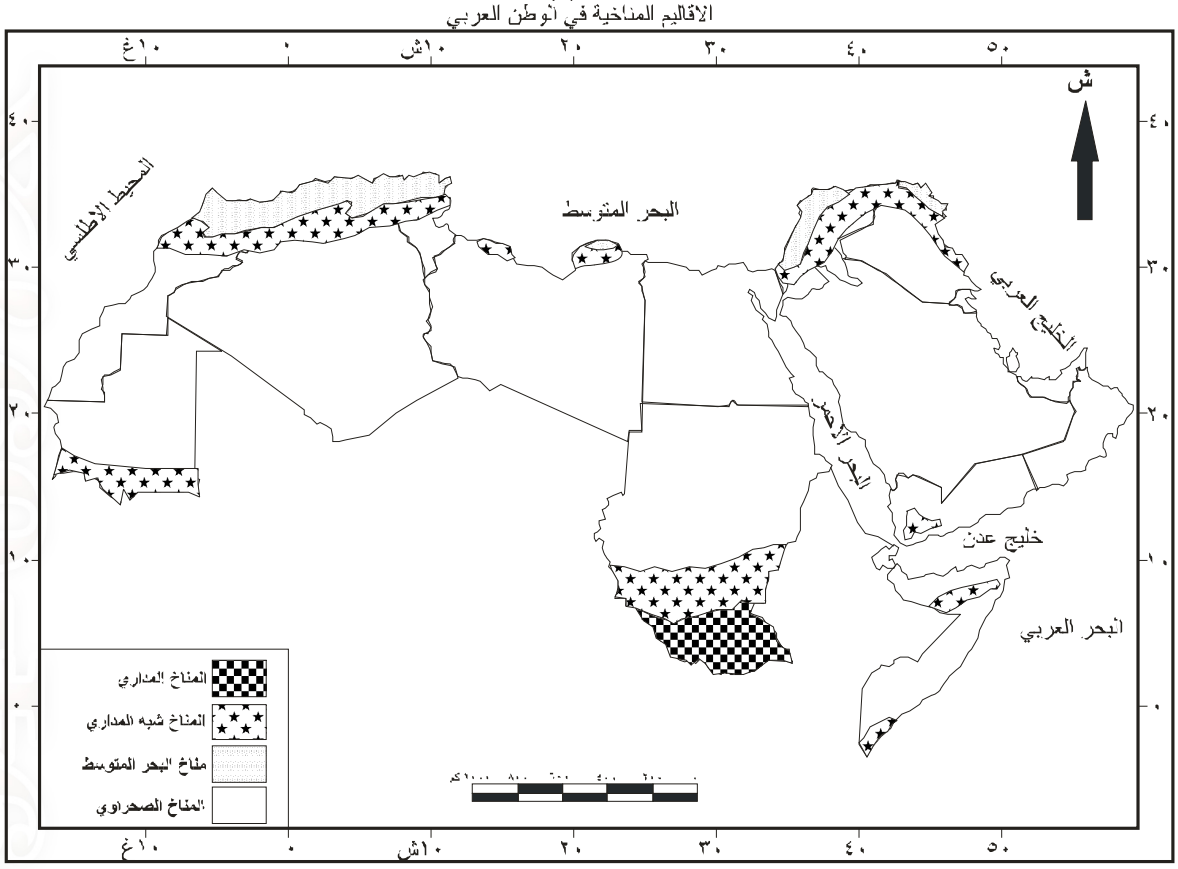
مليون / م٣ فأقطار الاقليم الأوسط ( ٨٤٥٠ ) مليون / م٣ واخيراً أقطار شبه الجزيرة العربية ( ٤٨١٩ ) مليون / م٣ ويعزى هذا التباين بطبيعة الحال إلى تفاوت كميات الأمطار الساقطة على إقليم الوطن العربي المختلفة إذ إن هذه الأمطار والثلوج الذائبة تشكل المصدر الأساسي لتغذية أحواض المياه الجوفية المتجددة وعلى صعيد الأقطار العربية فأن القطر المغربي هو الأكثر نصيباً من هذه المياه التي تقدر بحوالي ( ٧٥٠٠ ) مليون/ م٣ بينما لا يحظى القطر الجيبوتي بأكثر من ( ٥٠ ) مليون / م٣ منها ، على ضوء كميات المياه الجوفية المخزونة والمتجددة في الوطن العربي يظهر إن هناك تبايناً في نسبة التغذية المائية السنوية بين الأقاليم الاربعة وتصل أقصاها في إقليم المشرق العربي إذ تبلغ فيه ( ٩٩,٢% ) وأدناها في الاقليم الأوسط إذ لا تتجاوز ( ٠,١% ) ٠ ( المالكي / ٢٠٠٣ / ٢٣ – ٢٤ ) ٠

شكل(٢)
المعدلات السنوية للمطر في اقطار الوطن العربي



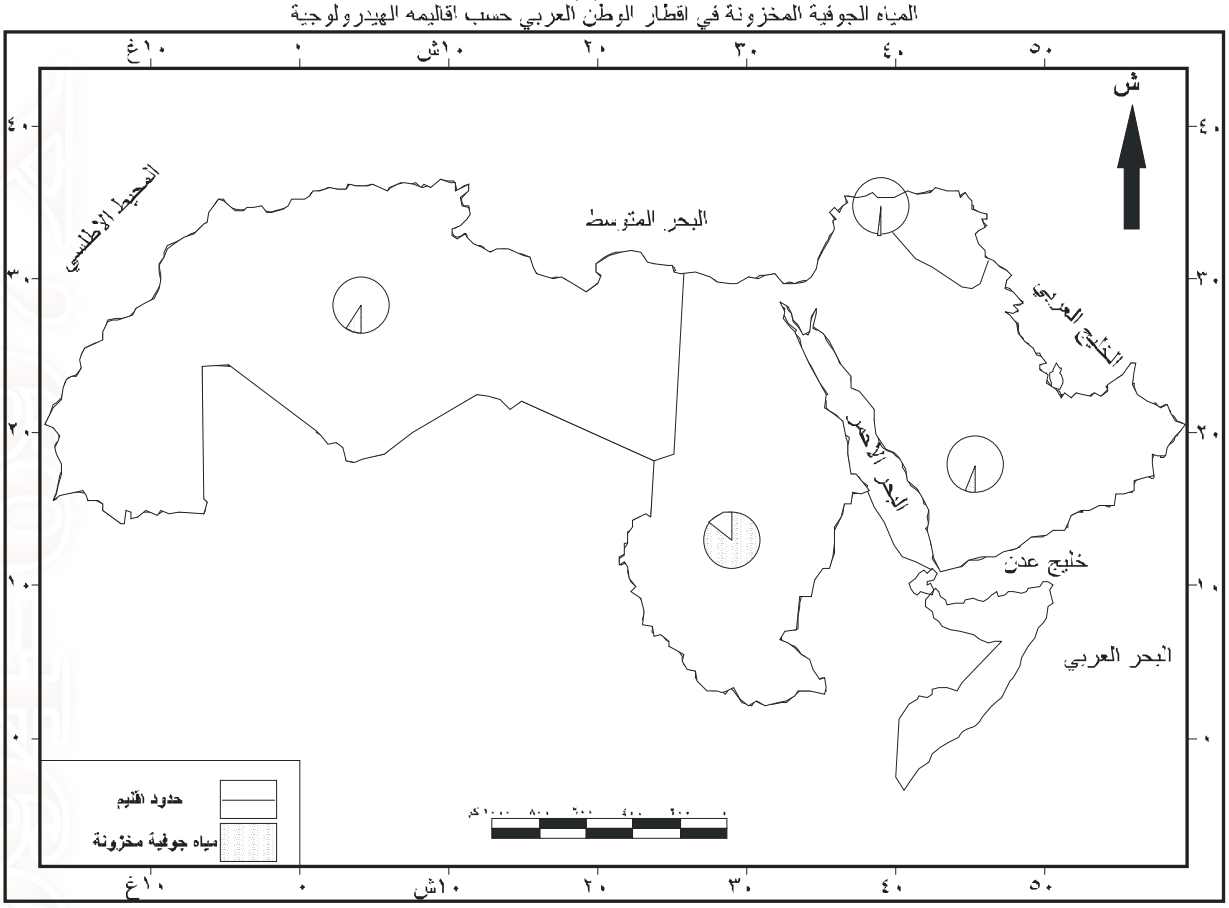

المصدر : حليم ابراهيم جرجيس وإجلال محمد السباعي ، جغلافية الوطن العربي ، الكويت ١٩٨٦ ٠

شكل(٣)
الاقاليم المناخية في الوطن العربي




المصدر : أطلس الوطن العربي والعالم ، مؤسسة جيوبروجكتس ، بيروت,١٩٨٨ ، ص١٤٥ .

شكل(٤)
المياه الجوفية المخزونة في اقطار الوطن العربي حسب اقاليمه الهيدرولوجية



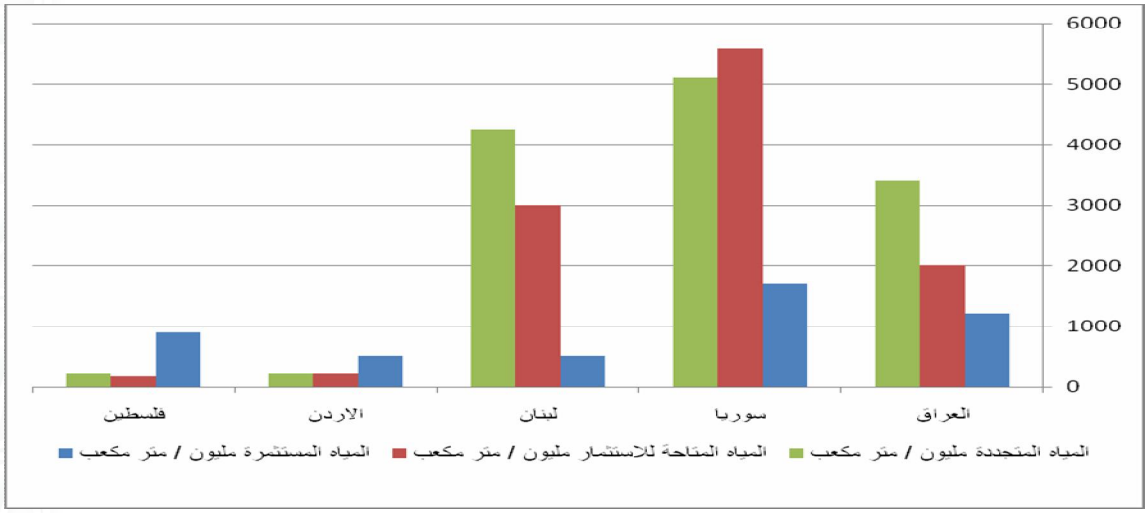

المصدر : حسين جبر عبد الله المالكي ، الموارد المائية العربية واتجاهات تنميتها ، اطروحة دكتوراه مقدمة الى مجلس كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة البصرة ،٢٠٠٣ ، ص٢٢-٢٥ .

أمـا بالنسبة للمياه الجوفية المتاحة للاستثمار في الوطن العربي فتقدر كميتها بحوالي ( ٤٨٤٢٥ ) مليون / م٣ وهي بذلك تشكل ( ٠,٦% ) من مجموع المياه المخزونة لكنها تفوق مجموع المياه المتجددة بأكثر من ( ٩٠٠٠ ) مليون / م٣ ، وتستحوذ أقطار إقليم المغرب العربي على نصف المياه الجوفية المتاحة للاستثمار إذ تبلغ كميتها فيها ( ٢٤٢١٠ ) مليون / م٣ تشكل نسبة قدرها ( ٢,٦% ) من المياه المخزونة وتفوق كمية المياه المتجددة بـ ( ١١٣٦٠ ) مليون / م٣ ، تليها في ذلك أقطار إقليم المشرق العربي الذي تبلغ كمية المياه الجوفية المتاحة للاستثمار فيها ( ١١٠١٠ ) مليون / م٣ إذ تشكل ( ٨٢,٨% ) من كمية المياه المخزونة في هذا الاقليم وكذلك ( ٨٣% ) من مجموع المياه المتجددة فيه ، وفي الاقليم الأوسط تبلغ كمية المياه الجوفية المتاحة للاستثمار في أقطاره حوالي ( ٨٠٧٥ ) مليون /م٣ تشكل نسبة ضئيلة جداً قدرها ( ٠,١% ) من مجموع المياه المخزونة ولكنها تشكل أكثر من ( ٩٥% ) من المياه المتجددة في هذا الإقليم واخيراً وفيما يخص إقليم شبه الجزيرة العربية فقد بلغت كميات المياه المتاحة للاستثمار في أقطـــاره

حوالي ( ٥١٣٠ ) مليون /م٣ تشكل نسبة قدرها ( ١,٤% ) من مياهه المخزونة كما أنها تفوق كميات المياه الجوفية المتجددة بحوالي ( ٣١١ ) مليون / م٣ ، أما على صعيد الأقطار العربية فتبلغ أعلى كمية للمياه الجوفية المتاحة للاستثمار في القطر المغربي ( ١٠٠٠٠ ) مليون / م٣ تشكل نسبة قدرها ( ٤١,٣% ) من مجموع هذه المياه في إقليم المغرب العربي و ( ٢٠,٦% ) من مجموع المياه الجوفية المتاحة للاستثمار في الوطـــن العربـــي بأجمعه ، أما أدنى كمية للمياه الجوفية المتاحة للاستثمار فهي فـــي جيبوتي ( ٥٥ ) مليون / م٣ وهي بذلك تشكل نسبة قدرها ( ٠,٧% ) من مجموع المياه المتاحة للاستثمار في الاقليم الأوسط و ( ٠,١% ) من مجموع المياه المتاحة للاستثمار في الوطن العربي ٠ ( الاشكال ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ) ٠

شكل ( ٥ )

المياه المتجددة والمتاحة للاستثمار والمستثمرة ( مليون / م٣ ) في أقطار إقليم المشرق العربي

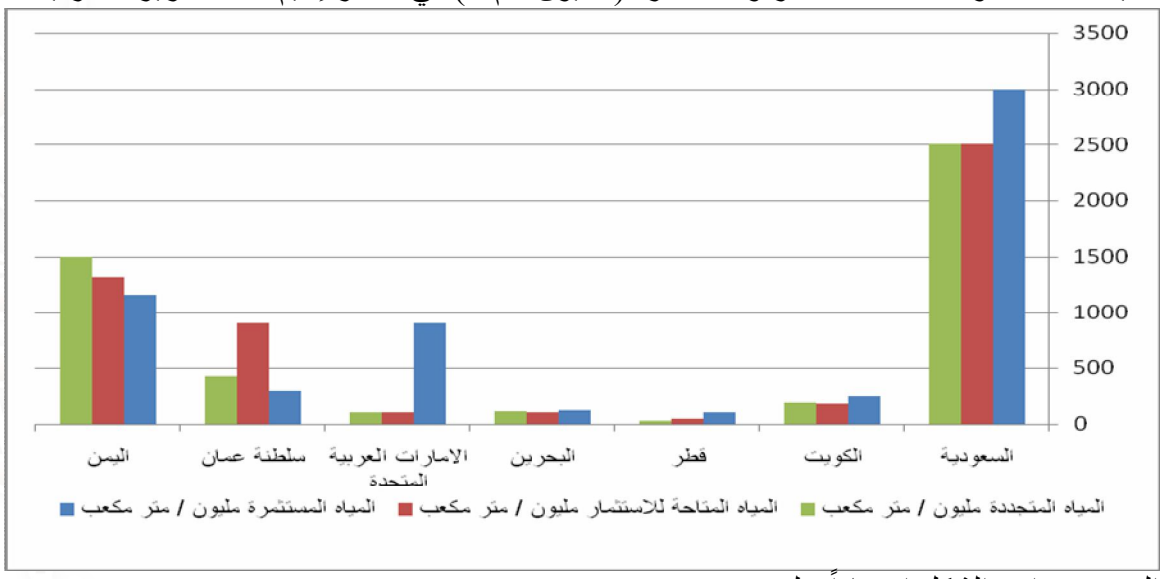



المصدر : اعد الشكل اعتماداً على :

حسين جبر عبد الله المالكي ، الموارد المائية العربية واتجاهات تنميتها ، اطروحة دكتوراه مقدمة الى مجلس كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة البصرة ، ٢٠٠٣ ، ص٢٤ – ٢٥ ٠

عبير يحيى الساكني ، الموارد المائية في الوطن العربي وآفاقها المستقبلية ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٤٨ ، بغداد ، مطبعة العاني ، ٢٠٠١ ، ص٢٠٠ ٠

شكل ( ٦ )
المياه المتجددة والمتاحة للاستثمار والمستثمرة ( مليون / م٣ ) في أقطار إقليم شبه الجزيرة العربية



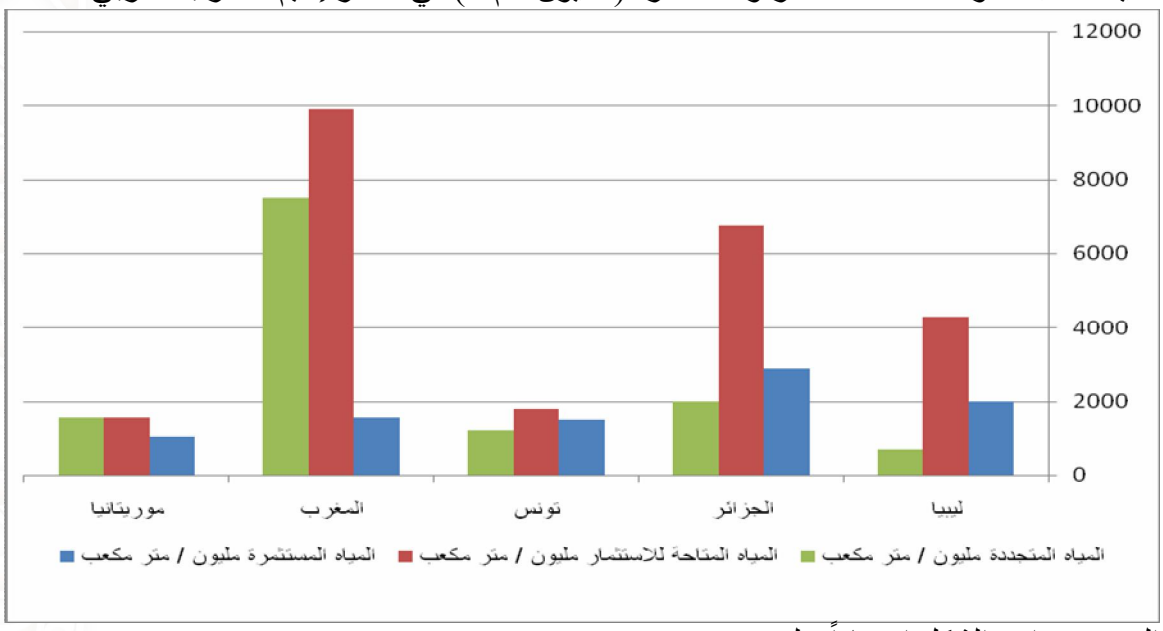

المصدر : اعد الشكل اعتماداً على :
حسين جبر عبد الله المالكي ، الموارد المائية العربية واتجاهات تنميتها ، اطروحة دكتوراه مقدمة الى مجلس كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة البصرة ، ٢٠٠٣ ، ص٢٤ – ٢٥ .
عبير يحيى الساكني ، الموارد المائية في الوطن العربي وآفاقها المستقبلية ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٤٨ ، بغداد ، مطبعة العاني ، ٢٠٠١ ، ص٢٠٠ .

شكل ( ٧ )
المياه المتجددة والمتاحة للاستثمار والمستثمرة ( مليون / م٣ ) في أقطار الإقليم الأوسط

المصدر : اعد الشكل اعتماداً على :
حسين جبر عبد الله المالكي ، الموارد المائية العربية واتجاهات تنميتها ، اطروحة دكتوراه مقدمة الى مجلس كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة البصرة ، ٢٠٠٣ ، ص٢٤ – ٢٥ .

عبير يحيى الساكني ، الموارد المائية في الوطن العربي وآفاقها المستقبلية ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٤٨ ، بغداد ، مطبعة العاني ، ٢٠٠١ ، ص٢٠٠ .

شكل ( ٨ )
المياه المتجددة والمتاحة للاستثمار والمستثمرة ( مليون / م٣ ) في أقطار إقليم المغرب العربي




المصدر : اعد الشكل اعتماداً على :
حسين جبر عبد الله المالكي ، الموارد المائية العربية واتجاهات تنميتها ، أطروحة دكتوراه مقدمة إلى مجلس كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة البصرة ، ٢٠٠٣ ، ص٢٤ – ٢٥ .
عبير يحيى الساكني ، الموارد المائية في الوطن العربي وآفاقها المستقبلية ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٤٨ ، بغداد ، مطبعة العاني ، ٢٠٠١ ، ص٢٠٠ .

وعلى ضوء كميات المياه الجوفية المتاحة للاستثمار الآنفة الذكر فقد بلغت كميات المياه الجوفية المستثمرة في الوطن العربي حوالي ( ٢٤٥٩٧ ) مليون /م٣ وهي بذلك تشكل ( ٠,٣% ) من جملة المياه المخزونة الأمر الذي يشير إلى امتلاك الوطن العربي خزيناً مائياً كبيراً يمكن اللجوء للأستثماره عند تفاقم أزمة الموارد المائية السطحية التي تعاني منها بعض الأقطار العربية ، كما تشكل المياه المستثمرة نسبة قدرها ( ٦٢,٥% ) من إجمالي المياه المتجددة في الوطن العربي وحوالي ( ٥١% ) من مجموع المياه الجوفية المتاحة للاستثمار ، وهذا يعني في كل الأحوال إن المياه المستثمرة فعلاً في أقطار الوطن العربي اقل من كميات المياه الجوفية المتجددة المتاحة للاستثمار ولكن الأمر يختلف كثيراً عند النظر إليه على مستوى الأقاليم أو على مستوى الأقطار العربية ضمن الاقليم الواحد ، فإقليم المغرب العربي يحتل المرتبة الأولى في كميات المياه الجوفية المستثمرة إذ يسهم وحده بحوالي ( ٤٤,٥% ) من إجمالي المياه المستثمرة في الوطن العربي ، تقدر الكميات المستثمرة في أقطاره بحوالي ( ١٠٩٤٠ ) مليون /م٣ تشكل ( ١,٢% ) من مجموع المياه المخزونة و ( ٨٥% ) من مجموع المياه المتجددة وحوالي ( ٤٥% ) من إجمالي المياه المتاحة للاستثمار في هذا الاقليم ، أما على مستوى الأقطار فيلاحظ إن القطر المغربي هو أكثر أقطار الاقليم استثماراً للمياه الجوفية إذ بلغت هذه المياه ( ٣٦٣٠ ) مليون /م٣ أسهمت بحوالي ( ٣٣% ) من إجمالي المياه المستثمرة في هذا الاقليم ، أما اقل الأقطار استثماراً للمياه الجوفية فهو القطر الموريتاني إذ بلغت هذه الكمية ( ١٠٠٠ ) مليون /م٣ أسهمت بحوالي ( ٩% ) من إجمالي المياه المستثمرة في هذا الإقليم أما إقليم شبه الجزيرة العربية فأنه يحتل

المرتبة الثانية في كميات المياه المستثمرة في الوطن العربي إذ يسهم بحوالي ( ٢٤,٣% ) من إجمالي المياه المستثمرة وتقدر كميات هذه المياه بحوالي ( ٥٩٨٢ ) مليون /م٣ تشكل ( ١,٧% ) من مجموع المياه المخزونة وتفوق كميات المياه المتجددة في الإقليم بحوالي ( ١١٦٣ ) مليون /م٣ كما تفوق كميات المياه المتاحة للاستثمار بأكثر من ( ٨٥٠ ) مليون / م٣ ، وهذا يعني إن بعض أقطار هذا الاقليم تلجأ إلى استثمار بعض من مخزونها المائي لسد حاجاتها من المياه ومن المعلوم إن المياه المخزونة غير المتجددة لا يمكن تعويضها بسهولة إذ يتطلب ذلك فترات زمنية طويلة جداً وعلى مستوى الأقطار يبدو إن هناك خمسة أقطار تفوق فيها كمية المياه الجوفية المستثمرة الكميات المتاحة للاستثمار في هذا الاقليم إذ يبلغ مقدار العجز المائي هذا في الإمارات العربية المتحدة ( ٧٨٠ ) مليون /م٣ وفي المملكة العربية السعودية ( ٦٦٠ ) مليون /م٣ وفي الكويت ( ٢٥٧ ) مليون /م٣ وفي البحرين ( ٦٣ ) مليون /م٣ وفي قطر ( ٥٢ ) مليون /م٣ بينما تسهم المياه الجوفية المستثمرة بحوالي ( ٨٥% )،( ٤٢% ) من إجمالي المياه المتاحة للاستثمار في كل من اليمن وسلطنة عمان على التوالي أما إقليم المشرق العربي فأنه يأتي في المرتبة الثالثة من حيث كميات المياه الجوفية المستثمرة فهو يسهم بحوالي ( ١٩,٦% ) من إجمالي المياه المستثمرة في الوطن العربي ، وتقدر الكميات المستثمرة في أقطاره بحوالي ( ٤٨٢٦ ) مليون /م٣ تشكل ( ٣٦% ) من مجموع المياه المخزونة و ( ٣٦,٥% ) من مجموع المياه المتجددة وحوالي ( ٤٤% ) من مجموع المياه المتاحة للاستثمار في هذا الاقليم ولكن الأمر يختلف بالنسبة لبعض أقطار الاقليم وتحديداً لكل من الأردن وفلسطين إذ تزيد كميات المياه المستثمرة على الكميات المتاحة للاستثمار بحوالي ( ٢٣٠ ، ٨٢٠ ) مليون /م٣ لهذين القطرين على التوالي بينما تسهم الكميات المستثمرة من المياه الجوفية بحوالي ( ٦٠% ، ٣٠% ، ١٧% ) من إجمالي المياه المتاحة للاستثمار في كل من العراق وسوريا ولبنان على التوالي واخيراً وفيما يخص الاقليم الأوسط فأنه يحتل المرتبة الرابعة من حيث كميات المياه الجوفية المستثمرة إذ يسهم بحوالي ( ١١,٦% ) من مجموع المياه المستثمرة في الوطن العربي وتبلغ الكميات المستثمرة في أقطاره حوالي ( ٢٨٤٩ ) مليون / م٣ تشكل نسبة ضئيلة جداً قدرها ( ٠,٠٤% ) من مجموع المياه المخزونة وحوالي ( ٣٣,٧% ) من المياه المتجددة و ( ٣٥,٣% ) من إجمالي المياه المتاحة للاستثمار في هذا الاقليم ، وعلى صعيد الأقطار فيحتل القطر المصري المرتبة الأولى في كميات المياه الجوفية المستثمرة إذ بلغت ( ١٥٠٠ ) مليون /م٣ أسهمت بنحو ( ٥٣% ) من مجموع المياه المستثمرة في الاقليم أما اقل الأقطار استثماراً للمياه الجوفية فهو القطر الجيبوتي إذ بلغت هذه الكمية (٤٠) مليون /م٣ لم تزد نسبة مساهمتها عن ( ١,٤% ) من إجمالي كميات المياه المستثمرة في هذا الاقليم ٠

خصائص المياه الجوفية في الوطن العربي :

تكتسب نوعية المياه الجوفية أهمية لا تقل شأناً عن أهمية كمياتها المتاحة للاستثمار ، ومن المعلوم إن جميع المياه الجوفية تحتوي على نسبة عالية من الأملاح المذابة إذا ما قورنت بمياه الأنهار بسبب كثرة تماسها مع المواد القابلة للذوبان في الطبقات الصخرية التي تمر عليها أو تلك التي تتواجد خلالها فضلاً عن عوامل أخرى تساعد على زيادة تركيز الأملاح كالتبخر بواسطة الخاصية الشعرية ، كما إن مياه الأمطار ومياه الري الفائضة التي تترشح خلال التربة وتصل إلى خزانات المياه الجوفية تحمل معها الأملاح الموجودة في التربة وعندئذ تتجمع بوساطة عمليات التجوية الشعرية أو بوساطة عمليات التسميد ( الأنصاري / ١٩٧٩ / ١٥٦ ) ، ويمكن القول عموماً إن أنواع وتراكيز الأملاح يعتمد على ثلاثة عناصر مهمة هي البيئة التي تتواجد فيها المياه الجوفية وحركة هذه المياه وطبيعة مصادرها ( تورد / ١٩٨٢ / ١٩٥ ) ، وتعد المياه ذات الجودة العالية والخالية من اغلب المعادن والأملاح الذائبة مطلوبة للاستعمال البشري وليس هناك حاجة لان تكون هذه المياه بنفس مستوى الجودة للاغراض الزراعية أو الصناعية أو غيرها من الأغراض وعليه فليس هناك ضرورة لإزالة كافة الأملاح من المياه لكل غاية من الغايات ومع ذلك يبقى تركيز مجموع الأملاح الذائبة هو العامل الأكثر أهمية لتقييم نوعية جودتها ومدى ملائمتها للاستعمالات المختلفة ٠

وبناءً على ماتقدم فقد صنفت المياه الجوفية حسب تركيز مجموع الأملاح الذائبة إلى ثلاثة أصناف فهي أما إن تكون خفيفة الملوحة عندما يتراوح مجموع الأملاح الذائبة فيها بين(٥٠٠–١٠٠٠) جزء في المليون أو متوسطة الملوحة عندما يتراوح بين(١٠٠٠–١٥٠٠) جزء في المليون أو شديدة الملوحة إذا تجاوز تركيز مجموع الأملاح الذائبة في المياه(١٥٠٠)جزء في المليون .(المنظمة العربية للتنمية الزراعية/٢٠٠٣/٨٦)٠

تتفاوت نوعية المياه الجوفية في الوطن العربي من حوض لآخر وذلك تبعاً للعوامل المشار اليها انفاً(جدول٢) ٠

يتضح من الجدول المذكور إن نوعية مياه معظم الأحواض الجوفية العربية أما إن تكون متوسطة الملوحة أو شديدة الملوحة إذ يتجاوز تركيز مجموع الأملاح الذائبة فيها(١٠٠٠) جزء في المليون عدا حوض شرق البحر المتوسط وحوض حوران وجبل العرب والتي هي أحواض مشتركة بين دول إقليم المشرق العربي تكون مياهها من الصنف الخفيف الملوحة إذ يقل تركيز مجموع الأملاح الذائبة في هذه المياه عن(١٠٠٠) جزء في المليون،أما من حيث صلاحية مياه هذه الأحواض للشرب فأن غالبيتها غير صالحة لهذا الغرض وذلك لأن منظمة الصحة العالمية وهيئة الخدمات العامة في الولايات المتحدة الأمريكية توصي بأن تتراوح مجموع الأملاح الذائبة في المياه الصالحة لشرب الإنسان بين( ٥٠٠ – ٧٥٠ ) جزء في المليون (W.H.O ١٩٨٣/٣٦ ) ، أما من حيث صلاحية المياه الجوفية في الأحواض العربية للزراعة فلا بد إن نعرف مسبقا إن المياه المراد استعمالها للري تصنف إلى ثلاث أصناف حسب تركيز مجموع الأملاح الذائبة فيها وهي مياه الصنف الاول التي يتراوح مجموع الاملاح الذائبة بين (١-٧٠٠ ) جزء في المليون ومياه الصنف الثاني ويتراوح مجموع الأملاح الذائبة بين (٧٠٠ -٢٠٠٠ ) جزء في المليون ومياه الصنف الثالث التي يتجاوز فيها مجموع الأملاح (٢٠٠٠) جزء في المليون ( Israelsen and Hansen / ١٩٦٢/ ٢٢٦ )، فالصنف الأول ممتاز إلى جيد والصنف الثاني جيد إلى مضر للنباتات الحساسة للملوحة أما الصنف الثالث فهو مضر إلى غير مرض ويعد الصنف الثالث غير ملائم للري في اغلب الظروف ، وبناءً على ذلك تعد المياه الجوفية للأحواض العربية المشتركة من الصنف الثاني والثالث ، وهذه المياه يمكن

جدول ( ٢ )

خصائص بعض احواض المياه الجوفية المشتركة عربياً ودولياً

| ت | اسم الحوض | الدول المشتركة | الأملاح الذائبة ppm | ملوحة المياه | سماكة الحوض/م |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | شرق البحر المتوسط | سوريا – لبنان – فلسطين – الاردن | ٥٠٠ | خفيفة | ٨٥٠ – ١١٠٠ |
| ٢ | حوران وجبل العرب | سوريا – الاردن | ٢٠٠ – ٧٠٠ | خفيفة | ٥٠٠ – ١٠٠٠ |
| ٣ | شرق الجزيرة العربية | عمان – الامارات – اليمن – العراق – الاردن – السعودية – البحرين – قطر | ١٠٠٠ – ٦٠٠٠ | متوسطة – شديدة | ٥٠٠ - ٧٠٠ |
| ٤ | العرق الكبير | الجزائر – تونس | اكثر من ٢٠٠٠ | شديدة | ٢٥٠ – ١٠٠٠ |
| ٥ | تندوف | المغرب – موريتانيا | ١٢٠٠ | متوسطة | ١٥٠٠ – ٧٠٠٠ |
| ٦ | الجزيرة العليا | سوريا – تركيا | ١٢٥٠ | متوسطة | ٣٠٠ – |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ١٠٠٠ |
| ٧ | الحجر الرملي النوبي | مصر – ليبيا – السودان – تشاد | ٤٠٠ – ٣٥٠٠ | خفيفة – شديدة | ٣٠٠٠ – ٥٠٠٠ |
| ٨ | تاودني | موريتانيا – مالي | ٨٠٠ – ٣٥٠٠ | خفيفة – شديدة | ١٠٠٠ – ٤٠٠٠ |

المصدر : حسين جبر عبد الله المالكي ، الموارد المائية العربية واتجاهات تنميتها ، أطروحة دكتوراه مقدمة إلى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد ، جامعة البصرة ، ٢٠٠٣ ، ص٢٦ ٠

استخدامها للري في الترب ذات النفاذية العالية مع توفر البزل الطبيعي أو الاصطناعي فضلاً عن زراعة المحاصيل المتحملة للملوحة ( الزبيدي وآخرون / ٦٥/١٩٨٤)٠

ومن الخصائص المهمة الأخرى لأحواض المياه الجوفية العربية المشتركة والتي لها علاقة مباشرة مع كمية المياه الجوفية المتاحة للاستثمار هي سماكة هذه الأحواض،ومن خلال الجدول رقم(٢) الآنف الذكر يتضح إن معظم أحواض المياه الجوفية المشتركة سواء بين الأقطار العربية نفسها أو بينها وبين الدول الأجنبية المجاورة تتجاوز سماكتها(١٠٠٠م)الأمر الذي يعني ارتفاع تكاليف استثمارمياهها في التنقيب والحفر والسحب والضخ وكذلك عمليات التحلية لإزالة الأملاح في حالة استعمالها للاستهلاك البشري أو العمليات الصناعية ٠

أهم مشكلات المياه الجوفية في الوطن العربي :

تتفاعل عناصر البيئة الحيوية وغير الحيوية في أي إقليم جغرافي وتتكيف مع بعضها البعض حتى تصل إلى نوع من التوازن الديناميكي ، ويبقى كل عنصر محافظاً على سماته المميزة ما دامت التغيرات التي تحصل بين هذه العناصر ضمن الحدود الطبيعية ، ولكن هذا التوازن قد يتعرض للاضطراب عندما يستثمر عنصر أو أكثر بالشكل الذي يفوق قدرته الكاملة أو عند استخدام أساليب لإدارته بالشكل الذي لا يتلائم مع طبيعته وتبدأ تحت هذه الظروف سلسلة من التغيرات تتولد عنها فرصة لتدهور هذا العنصر ومن ثم فقدان قدرته الإنتاجية ،وينطبق هذا الكلام على الموارد المائية الجوفية في الوطن العربي كأحد العناصر غير

الحيوية لبيئته إذ تواجهه جملة من المشكلات التي تهدد قدرة هذه الموارد على الانتاج كماً ونوعاً ، ويمكن إجمال هذه المشكلات بما يأتي :

١- الاستثمار المفرط :

أدى الضخ المفرط لموارد المياه الجوفية في مناطق عديدة من الوطن العربي إلى نتائج سيئة كثيرة أهمها انخفاض مستويات المياه الجوفية وتدهور نوعيتها نتيجة لتغلغل مياه البحر أو المياه الجوفية المالحة لتحل محل المياه الصالحة للاستعمال ، وكذلك اختفاء ظاهرة الارتوازية ( غور الينابيع ) ومن ثم ارتفاع تكاليف الضخ فضلاً عن تلوث المياه الجوفية بمياه الصرف الزراعي والصناعي والصحي لعدم اتخاذ إجراءات الصيانة المناسبة لها ، وهناك العديد من الأمثلة على النتائج الثلاثة المذكورة والتي غالباً ما تكون متداخلة مع بعضها البعض ، ففي إقليم المشرق العربي وفي القطر السوري تحديداً ازداد استثمار المياه الجوفية بمعدل قدره ( ٧% ) سنوياً خلال المدة ( ١٩٨٩ – ١٩٩٣ ) بسبب انخفاض مناسيب المياه السطحية المتاحة الأمر الذي أدى إلى استنزاف المخزون المائي لأحواض السلمية والمسلمية والقلمون إذ جفت الآبار والافلاج فيها كما تقلص تدفق بعض الأنهار الدائمة بدرجة كبيرة مثل نهر الخابور بسبب الاستثمار المفرط للمياه الجوفية ( المنظمة العربية للتنمية الزراعية / ٢٠٠٠ / ٢٧ ) ، وفي المملكة الأردنية الهاشمية يشهد تصريف الينابيع تناقصاً مستمراً بسبب تذبذب كميات الأمطار الساقطة والتوسع العمراني على مصادر تغذية هذه الينابيع وقد تسبب هذا النقص في تصريف الينابيع في زيادة العجز الذي بدأت المملكة تعاني منه منذ بداية تسعينيات القرن الماضي إذ تفوق الكميات

المستخدمة من المياه الجوفية الحد الآمن للأحواض الجوفية بحوالي ( ٣٢٧ ) مليون / م٣ سنوياً ومن جهة أخرى ازدادت ملوحة المياه في العديد من الأحواض المائية في الأردن بسبب استنزاف الطبقات المائية المختلفة عن طريق الضخ المباشر وتأثير الزراعة في مناطق الضليل والهاشمية والأزرق ووجود التجمعات الصناعية قرب مصادر المياه ( الخرابشة / ٢٠٠٠ / ٤٤ ) ، وفي العراق أدى الاستثمار المفرط للمياه الجوفية في منطقة الزبير الواقعة أقصى الجنوب والتي تعد أهم مناطق العراق في إنتاج محصول الطماطة إلى انخفاض منسوب مياه الآبار بشكل كبير وارتفاع ملوحتها إذ بلغت في مياه بعضها أكثر من ( ٩٠٠٠ ) جزء في المليون ، وفي دولة فلسطين انخفضت مناسيب المياه الجوفية في المناطق الساحلية بسبب الاستجرار المفرط مما أدى إلى تقدم مياه البحر حوالي ( ٢كم ) شرقاً إذ يعد الكيان الصهيوني المخزون المائي من المياه الجوفية في الضفة الغربية خزاناً ستراتيجياً لا يمكن الاستغناء عنه ، وتتواجد هذه المياه في حوض جوفي ضخم تحت الجبال الشرقية إذ تبلغ كميات المياه غير المستثمرة فيه حوالي ( ٦٠ ) مليون /م٣ وفيه عدة حقول لتزويد المستوطنات اليهودية في المنطقة الجنوبية في بيت لحم والخليل بالمياه التي تقدر بحوالي ( ١٥ ) مليون /م٣ / سنة ، وهناك حقل ضخم آخر شرق القدس يزود المدينة وقراها بالمياه وحقل ثالث غرب رام الله ، وقد بلغت أعداد الآبار الجوفية في الضفة الغربية قبل الاحتلال الصهيوني حوالي ( ٧٢٠ ) بئراً لا يعمل منها في الوقت الحاضر سوى ( ٣٤١ ) بئراً فقط تضخ كميات محدودة وذات نوعية متدنية للمياه كما تخضع عمليات حفر الآبار الجديدة لشروط من قبل سلطات الاحتلال أولها موافقة قائد المنطقة وثانيها إن لا يزيد عمق البئر عن ( ١٤٠م ) في حين يسمح للمستوطنين اليهود بحفر آبار عميقة تستنزف ( ٤٠% ) من مياه الآبار الفلسطينية،وبسبب الإفراط في سحب المياه الجوفية ارتفعت ملوحتها من(٥٠٠) جزء في المليون عام ١٩٧٣ إلى أكثر من (١٥٠٠)جزء في المليون في الوقت الحاضر ٠( حمدان / ٢٠٠٦ / ٦٦٠ ) ٠

أما في إقليم شبه الجزيرة العربية فقد اثر السحب المفرط للمياه الجوفية على نوعيتها إذ أدى إلى طغيان مياه البحر المالحة على المياه الجوفية العذبة على طول الخطوط الساحلية مما نتج عنه فقدان للأراضي الصالحة للزراعة كما حدث لمنطقة سهل الباطنة في سلطنة عمان ، وفي قطر يقدر دخول مياه البحر بحوالي ( ١ كم ) سنوياً ، وفي اليمن بلغ هبوط مناسيب المياه الجوفية ما بين ( ٤ – ١٦ م ) في وادي زبيد وحوالي ( ٢٥ سم / سنة ) في وادي ريما مع تدهور نوعية المياه في وادي حضرموت كما لوحظ انخفاض مناسيب المياه الجوفية في أحواض تهامة ، وفي الإمارات العربية المتحدة جرى استنزاف جزء مهم من مخزون الطبقات المائية في أحواض العين وسهل الحصى ، وفي مملكة البحرين تتعرض طبقات الدمام الجوفية في شرق المملكة لغزو مياه البحر خصوصاً المنطقة المحيطة بجزيرة سترة ، أما في الكويت فقد انخفض منسوب المياه الجوفية بحوالي ( ١٥ م ) في المدة ( ١٩٧٩ – ١٩٨٤ ) وإذا استمرت معدلات الاستثمار على وضعها الحالي فسوف يصل مقدار الانخفاض إلى ( ٥٠ م ) عام ٢٠١٠ ( المنظمة العربية للتنمية الزراعية / ٢٠٠٠ / ٢٧ ) ، ويترتب على نضوب الآبار الكويتية تدهوراً لنوعية مياهها إذ بلغت ملوحة مياه بعض هذه الآبار ( ٢٠٥٠٠ ) جزء في المليون وهي بذلك تعادل حوالي نصف ملوحة مياه البحر التي تبلغ ( ٤٢٠٠ ) جزء في المليون ، وفي المملكة العربية السعودية تفوق نسبة المياه المستخرجة كثيراً نسبة الاسترجاع الطبيعية ( التغذية السنوية ) ، فعلى سبيل المثال يستخرج من تكوين النيوجين الذي هو أهم تكوينات الإحساء الحاملة للمياه الجوفية ما مقداره حوالي ( ٧٤٣ ) مليون /م٣ بينما تبلغ التغذية السنوية لأحواض هذا التكوين حوالي ( ٣٢٨ ) مليون /م٣ وبسبب هذا الفارق الكبير بين الاستثمار والاسترجاع توقفت آخر عين عن التدفق منذ عام ١٩٨٠ وبذلك انتهت أسطورة عيون الإحساء ، أما في الإقليم الأوسط فقد لوحظ هبوط واضح لمناسيب المياه الجوفية في مصر مع تدهور في نوعيتها وقد عزى خبراء المياه ذلك إلى إنشاء السد العالي مع ارتفاع معدلات الاستجرار كما أدى الاستثمار المتزايد للمياه الجوفية في منطقة الإسكندرية والدلتا إلى زحف خط تماس المياه العذبة والمالحة للأمام ، أما في خارج الدلتا وبالأخص في أحواض الرمل النوبي غرب البلاد فقد تدهورت نوعية المياه في المناطق الشمالية المجاورة للبحر المتوسط ووجد أيضاً إن مجموع تركيز

الأملاح الذائبة في المياه الجوفية في الصحراء الشرقية لمصر وكذلك صحراء سيناء قد بلغ ( ٥٠٠٠ ) جزء في المليون ٠ ( روفائيل والزهراء / ١٩٩٦ / ٦٠ – ٦٥ ) ، وفي جيبوتي أصابت الملوحة العالية الآبار المحفورة نتيجة للأستثمار المفرط واستنزاف إمكانيات الطبقات الحاملة للمياه حتى بلغت ملوحة هذه الآبار أكثر من ضعفي مقدارها عند بداية حفرها ، أما في إقليم المغرب العربي وبسبب الاستجرار المفرط للمياه الجوفية فقد انخفضت مناسيب هذه المياه في سهل الجفارة بليبيا حوالي ( ٢٤م ) خلال عشر سنوات صاحبه ارتفاع لدرجة ملوحتها بشكل كبير بسبب زحف مياه البحر المالحة لمسافة تقدر بحوالي ( ٥٠٠م ) في السنة الواحدة كما تدهورت نوعية المياه الجوفية وانخفضت مناسيبها وطغت مياه البحر على البعض منها في موريتانيا ومنطقة الأحواض الوسطى في تونس ٠ ( الساكني / ٢٠٠١ / ٢٠٠٦ ) ٠

٢- التلوث :

يعد الماء اساساً مركباً كيمياوياً ثابت التكوين في الطبيعة وعند مصادره الأصلية في لحظة سقوط المطر أو الثلوج وعند منابعه فهو يحتوي على المواصفات الفيزيائية والكيميائية ذات النوعية العالية ولكن قد يطرأ تغيير على هذه المواصفات نتيجة لنشاطات الإنسان المختلفة وسوء استثماره لهذا المورد بالشكل الذي يجعله ذو مواصفات لا تصلح للشرب أو الري أو الصناعة أو غيرها من الاستعمالات وهذا ما يطلق عليه ( تلوث المياه ) ٠

تختلف أسباب تلوث المياه الجوفية في الوطن العربي وعوامله ومظاهره حسب العوامل الطبيعية السائدة وطريقة تدخل الإنسان وتعامله في استثمار هذه المياه ، ويأتي تلوث المياه الجوفية في الوطن العربي من عدة مصادر منها التوسع الحضري والنمو السكاني وزيادة المراكز الحضرية والصناعية التي تسبب ضغطاً شديداً على الموارد المائية ومرافق الصرف الصحي دون إن تسمح مرافقها الخدمية لاستيعاب الزيادة المتسارعة في أعداد السكان مما يسبب تفجر العديد منها وتسرب مياهها إلى الطبقات المائية الجوفية ،كما يؤدي انتشار الصناعات الصغيرة في المدن وما تطرحه من فضلات محملة بالمواد الكيمياوية والمعادن الثقيلة الملوثة في شبكات الصرف إلى تدهور نوعية المياه الجوفية ، وكما هو معروف انه من الصعوبة بمكان تطهير المياه الجوفية إذا أصابها التلوث لان سرعة الانسياب تكون في العادة بطيئة ، وتتكون فضلات المدن بالدرجة الاولى من الفضلات الفيزيولوجية البشرية التي تحتوي على مواد عضوية وأخرى معدنية التي وجد إن أحدثها عمليات المعالجة لا تستطيع تنقية المياه كليا منها ، كما وجد أيضاً إن المياه الجوفية الملوثة بالمنظفات الصناعية لا تصلح للشرب البشري والحيواني ، ونتيجة لضعف ورداءة جمع القمامة العربية التي تجمع يدويا ثم تطمر فتعمل مياه الأمطار الساقطة على نقل بقايا المياه المتحللة إلى مصادر المياه الجوفية (مولود / ١٩٩١/ ٣١٠) ،ومما يزيد عامل التوسع الحضري والنمو السكاني في تلوث المياه الجوفية في المدن العربية هو حوالي (٣٨%) من سكان هذه المدن لا تتوفر لهم خدمات الصرف الصحي متكاملة ، وهناك مدن أخرى تقترب أعداد سكانها من المليون نسمة لا تتوفر لها خدمات صرف صحي متكاملة وهناك مدن عربية تقتصر خدمات الصرف الصحي فيها على الأحياء الراقية ٠ ( كمونة / ٢٠٠٢ / ١١٧)٠

ومن مصادر تلوث المياه الجوفية في الوطن العربي ما يصاحب النشاط الزراعي من عمليات تتمثل باستخدام الأسمدة والمبيدات،وقد شهدت الأقطار العربية في السنوات الأخيرة استخداما متزايدا للأسمدة الكيمياوية ففي عام ١٩٧٣ كان إجمالي الاستهلاك العربي من هذه الأسمدة (٩٦١٠٠٠) طن ارتفع إلى (٢٨٧٠٠٠٠) طن عام ١٩٩٤ ثم ازداد عام ١٩٩٨ليبلغ (١٤٢٠٠٠٠٠)طن ، وفي عام ١٩٩٩وصل (٥٦٨٠٠٠٠٠) طن ، وفي عام ٢٠٠٠ارتفع الاستهلاك إلى أكثر من (٥٨٠٠٠٠٠٠) طن٠ (التقرير الاقتصادي العربي الموحد /٢٠٠١/٦٨) ، فضلاً عن استطاعت معظم الأقطار العربية من إنتاج الأسمدة النتروجينية والبوتاسية والفوسفاتية ، ونظرا لاستخدامها بمقادير تفوق الحاجة الفعلية للمحاصيل أو استعمال الأنواع غير المطلوبة مع عدم ملائمة وسائل الري المستخدمة فضلا عن مخلفات معامل الأسمدة نفسها التي تحوي العناصر الثقيلة وبعض العناصر المشعة والنترات إذ تأخذ

طريقها للتسرب وتلوث المياه الجوفية ، وتحتل الأسمدة النتروجينية المرتبة الاولى من حيث الاستهلاك تليها الأسمدة الفوسفاتية فالأسمدة البوتاسية وتبقى مركبات النترات في الترب الزراعية لفترة طويلة بسبب قلة ذوبانها فينتج عن ذلك بعض الآثار الضارة منها ما يخص البيئة أو الصحة العامة أو الغذاء فعندما تزداد تراكيز هذه المياه التي تدخل للجسم فإنها تتحول من نترات إلى نتريت فتسبب التسمم الدموي وربما تتحول مركبات النتريت داخل الجسم إلى مركب أكثر خطورة هو البتروزامين بالغ السمية ( المنظمة العربية للتنمية الزراعية / ٢٠٠٠ / ٤٨ ) ، كما إن ارتفاع مستويات النترات التي تنطلق من الأسمدة في مياه الشرب يقلل من قدرة الهيموغلوبين عن حمل الأوكسجين في الدم وهو ما يمكن إن يشكل خطراً على صحة الأطفال الرضع ، وقد ورد في دراسة أجرتها الأمم المتحدة إن التلوث بالنترات يحتمل إن يكون احد مشاكل نوعية المياه المالحة في أوربا وأمريكا الشمالية خلال العقود القادم وسيصبح مشكلة ذات خطر كبير في البلدان الأخرى كالهند والبرازيل إذا استمر الوضع بهذا الاتجاه ( المنظمة العربية للتنمية الزراعية / ٢٠٠٠ / ٢٥ ) ، وقد ظهر تأثير الأسمدة في تلوث المياه الجوفية في الوطن العربي في مناطق مختلفة ، ففي منطقة منزل بوزلفة في تونس وجد إن المياه الجوفية فيها ملوثة بمركبات الأسمدة التي وصلت إليها من المناطق المروية المجاورة ، كما لوحظ هذا التلوث في المياه الجوفية لمنطقة الخليل في الأردن وفي الجزائر في سهل تيجة وجد إن ( ٣٥% ) من الآبار ذات مياه يتجاوز تركيز النترات فيها ( ٥٠ ) جزء في المليون ، وفي منطقة السعيدة وجد إن من جملة ( ٢٧ ) بئراً للمياه الجوفية هناك ( ٢٢ ) بئراً مياهها ملوثة جرثومياً ، ( المالكي / ٢٠٠٣ / ١٣٠ ) .

أما بالنسبة للمبيدات فقد زاد استخدام الأقطار العربية لها بشكل ملحوظ خلال السنوات الأخيرة بحيث تقدر الكميات المستخدمة بحوالي ( ١٠٠٠٠٠ ) طن سنوياً منها ( ١٠٠٠٠ ) طن فقط تقع على الآفات المستهدفة وما تبقى من هذه الكمية يأخذ طريقه للإنسان والحيوان والنبات بوسائل متعددة تعد المياه الجوفية واحدة منها من خلال تسرب هذه المياه إلى داخل التربة أو من خلال مياه البزل ، والمبيدات المستخدمة في الأقطار العربية ثلاثة أنواع رئيسة وهي المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب والمبيدات الفطرية ، ومما يزيد خطورة هذه المبيدات طول فترة بقائها في المياه والتربة واستمرارها في البيئة مدة طويلة جداً وتراكمها في السلسلة الغذائية حتى أنها توجد في أنسجة جسم الإنسان والحياة البرية في كل مكان . (جدول٣) .

**جدول ( ٣ )**

**المدى الزمني لبقاء بعض المبيدات الحشرية ونشاطها**

| نوع المبيد | فترة بقائه / سنة | نصف عمره النشط/ سنة |
|---|---|---|
| الكلوردين | ٢١ | ٢ ـ ٤ |
| دي . دي . تي | ٢٤ | ٣ ـ ٤ |
| الدايلور | ٢١ | ١ ـ ٧ |
| جيتاكلور | ١٦ | ٧ ـ ١٢ |
| لوكسافين | ١٦ | ١٠ |
| دالبون | ١٠ | غير محدد |
| ميثابلديماتون | غير محدد | ٢٦ يوم |
| ثيميت | غير محدد | يومين |

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة نظم الرقابة على الأغذية لحماية المستهلك في الوطن العربي ، الخرطوم ، ٢٠٠٠ ، ص٤٢ .

٣- الأحواض الجوفية المشتركة :

تشترك أحواض المياه الجوفية للأقطار العربية بعضها مع البعض الآخر أو بعضها مع دول الجوار الجغرافي الأجنبية الأمر الذي تترتب عليه جملة من المشاكل التي تتعلق بمستوى استثمار مياه

هذه الأحواض والذي ينتج عن طبيعة السياسة المائية التي تتبعها الدول المعنية والمبنية على أساس الاتفاقيات الدولية التي تخص هذا الموضوع ٠

إن نصف التكوينات الجيولوجية الحاملة للمياه الجوفية في الوطن العربي هي مشتركة بين دولتين عربيتين أو أكثر أما النصف الباقي فهي مشتركة بين بعض الأقطار العربية ودول أجنبية مجاورة ( جدول ٤ ) ٠ وتتمثل المجموعة الاولى من هذه التكوينات بكل من تكوين الدمام وتكوين أم الراضومة وتكوينات الوحيد والوسيط والبياض وكذلك تكوين الديسة وأخيراً تشكيلات القاري الأوسط أو ما يسمى بالتكوين المتداخل ، أما المجموعة الثانية فتتمثل بتكوينات الطبقة البازلتية مع تركيا وتكوين الحجر الكلسي الايوسيني مع تركيا أيضاً وتكوين الحجر الرملي النوبي مع تشاد وكذلك تكوين الحجر الرملي الذي يعود إلى حقبة الباليوزويك مع النيجر،واخيراً تكوينات المركب النهائي مع مالي في شمال إفريقيا ،وتشير المصادر العربية الرسمية إلى ضعف في الدراسات التي تخص المياه الجوفية العربية عموماً والمشتركة منها بشكل خاص إذ لاتتضمن تقييماً دقيقاً لهذه المياه مع القصور الواضح في التنسيق بين الدول المشتركة معها في الأحواض الجوفية كما انه لاتوجد اتفاقات تنظم استثمارها٠(الندوة العربية الثانية حول المياه/١٣٦/١٩٩٧)٠

**جدول ( ٤ )**

**بعض التكوينات الجيولوجية المشتركة الحاملة للمياه الجوفية في الوطن العربي**

| اسم التكوين | الدول المشتركة | الملاحظات |
|---|---|---|
| الدمام | السعودية – قطر – البحرين – الكويت – الامارات – سلطنة عمان | |
| ام الراضومة | السعودية – قطر – البحرين – الكويت – الامارات – سلطنة عمان – اليمن | |
| الوحيد والوسيط والبياض | السعودية – الاردن | |
| طبقة الديسة | السعودية – الاردن | |
| البازلتية | سوريا – الاردن – السعودية – تركيا | |
| الطبقة المائية في الحجر الكلسي الايوسين | سوريا – تركيا | تغطي نهري الخابور ( نبع راس العين) والبليخ ( نبع عين العروس ) |
| طبقة الحجر الرملي النوبي | مصر – السودان – ليبيا – تشاد | حوض مرزق |
| طبقة الحجر الرملي ( حقبة الباليوزويك ) | ليبيا – النيجر | حوض العرق الكبير |
| تشكيلات القاري الاوسط او ( المتداخل ) | تونس – الجزائر – ليبيا | احواض (العرق ، تاودي ، تيندوف) |
| تشكيلات المركب النهائي | تونس – الجزائر – موريتانيا –مالي – المغرب | |

المصدر : حسين جبر عبد الله المالكي ، الموارد المائية العربية واتجاهات تنميتها ، أطروحة دكتوراه مقدمة إلى مجلس كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة البصرة ، ٢٠٠٣ ، ص٢٤ – ٢٥ ٠

**المصادر**


١- ابراهيم ، غادة محمد سليم ومحمد مهدي عباس وفاضل توماس السعدوني ، مبادئ الجيولوجيا والجيومورفولوجيا ، بغداد ، دار التقني للطباعة والنشر ، ١٩٨٤ .

٢- اطلس الوطن العربي والعالم ، مؤسسة جيوبروجكتس ، بيروت ، ١٩٨٨ .

٣- الامانة العامة لجامعة الدول العربية ، التقرير الاقتصادي الموحد ، ابو ظبي ، ٢٠٠١ .

٤- الانصاري ، نضير ، مبادئ الهيدروجيولوجي ، جامعة بغداد ، مطبعة كلية العلوم ، ١٩٧٩ .

٥- البهلول ، أيمن عبد الحميد ، الاطماع الخارجية في المياه العربية ، دمشق ، دار السوسن ، ٢٠٠٠ .

٦-تورد ، ديفدكيف ، هيدرولوجية المياه الجوفية ، ترجمة رياض احمد الدباغ وحميد رشيد وفيق ،جامعة الموصل ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، ١٩٨٢ .

٧-جرجيس ، حليم ابراهيم وأجلال محمود السباعي ، جغرافية الوطن العربي ، الكويت ، ١٩٨٦ .

٨- حمدان ، سوسن صبيح ، مستقبل الطلب على الموارد المائية في العراق وبلاد الشام ، مجلة كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، العدد السادس ، بغداد ، ٢٠٠٦ .

٩- الخرابشة ، عاطف علي ، مصادر المياه في الاردن ، المجلة العربية لأدارة مياه الري ، العدد الثالث ، الخرطوم ، ٢٠٠٠ .

١٠- الخشاب ، وفيق حسين واحمد حديد وماجد السيد ولي محمد ، الموارد المائية في العراق ، بغداد ، مطبعة جامعة بغداد ، ١٩٨٣ .

١١- دياب ، مغاوري شحاته ، مستقبل المياه في الوطن العربي ، القاهرة الدار العربية للنشر والتوزيع ، ٢٠٠٠ .

١٢- روفائيل ، نبيل ومحمد سعيد الزهراء ، الموارد المائية المتاحة في الوطن العربي ومصادرها المختلفة ومدى كفايتها لمتطلبات التنمية الاقتصادية والاجتماعية ، دمشق ، اكساد ، ١٩٩٦ .

١٣- الزبيدي ، احمد حيدر وعبد الغفور شاحوذ وجهاد محمد امين ، التربة واستصلاح الاراضي ، بغداد ، ١٩٨٤ .

١٤- الساكني ، عبير يحيى ، الموارد المائية في الوطن العربي وآفاقها المستقبلية ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٤٨ ، بغداد ،مطبعة العاني ، ٢٠٠١ .

١٥- السنوي ، سهل وآخرون ، الجيولوجيا العامة الطبيعية والتاريخية ، جامعة بغداد ، مطبعة كلية العلوم ، ١٩٧٩ .

١٦- الصائغ ، عبد الهادي يحيى وفاروق صنع الله العمري ، الجيولوجيا العامة ، الموصل ، مطبعة جامعة الموصل ، ١٩٩٩ .

١٧- الصحاف ، مهدي محمد علي ووفيق حسين الخشاب وباقر احمد كاشف الغطاء ، علم الهيدرولوجي ، الموصل ، مديرية مطبعة الجامعة ، ١٩٧٦ .

١٨- صقر ، ابراهيم ، موجز جيولوجيا المياه الارضية في الكويت ، القاهرة ، مطبعة دار نشر الثقافة ، ١٩٧٩ .

١٩- العاني ، خطاب صكار وابراهيم عبد الجبار المشهداني ، جغرافية الوطن العربي ، بغداد ، مطبعة جامعة بغداد ، ١٩٩٩ .

٢٠- عبد السلام ، محمد السيد ، التكنولوجيا الحديثة والتنمية الزراعية في الوطن العربي ، سلسلة عالم المعرفة ، العدد ٥٠ ، الكويت ، مطابع الانباء ، ١٩٨٢ .

٢١- قنوص ، محمد صبحي ، ليبيا ثلاثون عام في الثورة ، طرابلس ، دار الجماهيرية ، ١٩٩٩ .

٢٢- كشك ، محمد عاكف ، التصحر وهجرة السكان في الوطن العربي ، القاهرة ، معهد الدراسات العربية ، ١٩٩٥ .

٢٣- كمونة ، حيدر ، المشاكل البيئية وترشيد خطط التنمية ، مجلة الحكمة ، العدد ٢٢٣ ، بغداد ، ٢٠٠٢ .
٢٤- الفخري ، عبد الله قاسم ، الزراعة في الوطن العربي ، الموصل ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، ١٩٨٢ .
٢٥- المالكي ، حسين جبر ، الموارد المائية العربية وإتجاهات تنميتها ، اطروحة دكتوراه مقدمة إلى مجلس كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة البصرة ، ٢٠٠٣ .
٢٦- متولي ، محمد ، حوض الخليج العربي ، ج١ ، القاهرة ، مطبعة الانجلو المصرية ، ١٩٧٠ .
٢٧- محمد علي ، عثمان ميرغني ، الموارد المائية في السودان أطر الاستخدام ومعوقات الاستغلال ، المجلة العربية لأدارة مياه الري ، العدد الثالث ، الخرطوم ، ٢٠٠٠ .
٢٨- المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة حول مؤشرات رصد التصحر في الوطن العربي ، الخرطوم ، ٢٠٠٠ .
٢٩- المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي ، العدد الرابع ، الخرطوم ، ٢٠٠٣ .
٣٠- المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، حلقة العمل القومية حول تطوير الهياكل المؤسسية والتنظيمية لإدارة الموارد المائية في الوطن العربي ، الخرطوم ، ٢٠٠٠ .
٣١- المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة القوانين والاتفاقيات الدولية والاقليمية لتنظيم استخدام الموارد المائية العربية المشتركة ، الخرطوم ، ١٩٩٩ .
٣٢- مولود ، بهرام خضر ، علم البيئة والتلوث ، بغداد ، مطبعة جامعة بغداد ، ١٩٩١ .
٣٣- الندوة العربية الثانية حول المياه ، مصادر المياه واستخداماتها في الوطن العربي ( ٨ – ١٠ ) آذار ، ١٩٩٧ ، الكويت .
٣٤- الهيتي ، صبري فارس ، الخليج العربي دراسة الجغرافية السياسية ، بغداد ، دار الرشيد للنشر ، ١٩٨١ .
٣٥- وزارة الموارد المائية ( الري سابقاً ) ، تقرير عن المياه الجوفية في العراق ، بغداد ، ١٩٩٩ .
36 – Israelsen . Hansen . Irrigation Principles and Practices . John wiley and Sons inc . new York .1962 .
37 – W. H . O . International standard for Drinking water world health organi zation 3th (ed) . Geneva . Switzerland . 1983 .