جيولوجيا مياه المملكة العربية السعودية خل جم ٤١٣

HYDROGEOLOGY of THE KINGDOM EHG 413

د/طارق بن حسن بيومي

١ - مقدمة

يهدف المقرر الى اعطاء فكرة عن مصادر المياه (سواء كانت طبيعية أو صناعية) في المملكة وخاصة المياه الجوفية من حيث اماكن تواجدها وخصائص التكاوين الحاوية لها وكمياتها وطرق تغذيتها ونوعيتها ...الخ. كذلك يهتم المقرر بالمشاريع المائية المختلفة في المملكة والخطة الوطنية للمياه.

٢ - موقع ومساحةالمملكة العربية السعودية

تقع المملكة العربية السعودية في الجزء الجنوبي الغربي من قارة آسيا بين خطي عرض ١٦ - ٣٢ ° شمالا وخطي طول ٣٥ ° ، ٥٥ ° شرقا، وتغطي المملكة مساحة تبلغ ٢٫٢٥٠٫٠٠٠ كم٢ وتقريبا تمثل حوالي ١.٣٧ من مساحة العالم. يحدها من الغرب البحر الأحمر ومن الشرق الخليج العربي ودول الكويت وقطر والأمارات العربية وعمان، ومن الجنوب جمهورية اليمن ومن الشمال العراق والأردن.

مناخ المملكة العربية السعودية

٣-١: العوامل المؤثرة في مناخ المملكة

١- الموقع الفلكي بين خطي عرض ١٦° ، ٣٢° شمالا وهو المسؤول الأول عن وضعها ضمن المناطق الصحراوية الجافة والأقاليم شبة المدارية التي تتميز بدفئها في الشتاء وحرارتها الشديدة في الصيف .

٢- الموقع الجغرافي : يقصد به موقع المملكة بالنسبة لليابس والماء حيث تقع المملكة في قلب منطقة شاسعة من اليابس وهي منطقة النطاق الصحراوي والجاف الذي اكسبها المناخ القاري (أي ارتفاع الفروق في درجات الحرارة والسنوية واليومية بدرجة كبيرة) وخاصة في المناطق الداخلية.

تطل المملكة على البحر الأحمر والخليج العربي وهما من الناحية المناخية لها تأثير محدود على مناخ المملكة وذلك بسبب ضيقهما وقلة المؤثرات المحيطة بها ويقتصر تأثيرهما على السهول الساحلية المجاورة لها

٣- التضاريس : لها تأثير كبير على تنوع مناخ المملكة نظرا لتنوع وتباين التضاريس في مناطق المملكة فالمرتفعات الغربية تحمي مدن المنطقة الغربية من الرياح الباردة القادمة من أواسط آسيا ويتضح هذا جليا من التباين الشديد لدرجات الحرارة في الدمام على عكس جدة رغم كونها مدينتين ساحليتين كما أن لهذه المرتفعات اثر هام في انخفاض درجات الحرارة صيفا وهطول الأمطار الصيفية في الأجزاء الجنوبية الغربية.

٣-٢:عناصر المناخ في المملكة

أولا – الضغط الجوي واتجاه الرياح

أ- **في فصل الصيف** يتأثر مناخ المملكة بتمركز مواقع الضغوط الجويه التالية :

١- سلسلة ضغط جوي منخفضة تتمركز علة سهول باكستان والهند وإيران (منخفض الهند الموسمي) وتتصل هذه الضغوط بمناطق الضغط المنخفضة في أفريقيا عبر شبة الجزيرة العربية يتولد من هذه الضغوط هبوب الرياح الشمالية الشرقية التي تسود على شرق وشمال ووسط المملكة وتجلب الحر اللافح .

٢- يتمركز ضغط منخفض على قارة أفريقيا ويجذب الرياح من النصف الجنوبي من المحيط الأطلسي وتأخذ هذه الرياح المحملة بالرطوبة الاتجاه الشمالي الغربي كما يجذب الضغط المنخفض الرياح القادمة من المحيط الهندي . تتأثر الجزيرة العربية بهذه الرياح المحملة ببخار الماء والتي عند اصطدامها بالمرتفعات الجنوبية الغربية تودي إلى سقوط الأمطار .

٣- يتمركز الضغط المرتفع وراء المدار ي في الجزء الشمالي من المحيط الأطلسي ويمتد شرقا على طول البحر المتوسط واروبا وبسبب هذا الضغط تصبح الرياح السائبه على شمال ووسط المملكة هي الرياح الشمالية الغربية في فصل الصيف وتؤثر هذه الرياح على السهل الساحلي للبحر الأحمر وتساعد على تلطيف درجة الحرارة

ب _ في فصل الشتاء تتأثر المنطقة بتمركز مواقع الضغط الجوي التالية :

١- يتمركز ضغط مرتفع على أواسط آسيا وسيبريا ويمتد تأثيره إلى مناطق واسعة في آسيا تشمل الجزيرة العربية وبسبب هذا الضغط تهب على المملكة خلال فصل الشتاء الرياح الشمالية الشرقية والشمالية وتتسبب في البرد القارس في المناطق الشمالية والداخلية كما قد تسبب هطول الأمطار على الأجزاء الشرقية بعد عبورها مياه الخليج العربي .

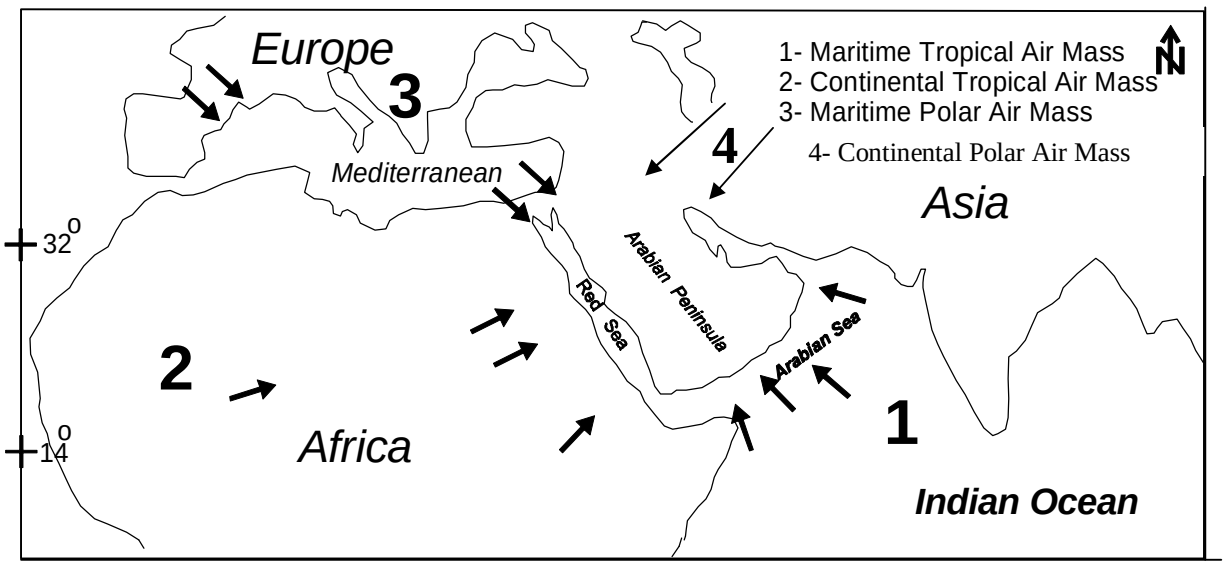
٢- يحل ضغط مداري مرتفع مكان الضغط الأفريقي المنخفض الذي يتحرك جنوبا ويؤدي ذلك إلى هبوط الهواء البارد من طبقات الجو العليا مما يسبب في هدوء حركة الرياح . ويعتبر تمركز الضغط المرتفع فوق المملكة من العوامل التي تجعل جو المملكة جافا تماما ولكن بعض المنخفضات الجوية المصحوبة بالعواصف الرعدية الممطرة من شرق البحر الأبيض تتسبب في هطول الأمطار الشتوية .

ثانيا – الكتل الهوائية :

الكتل الهوائية عبارة عن قطاع واسع من الهواء المتجانس أفقيا (متساوي في الحرارة والرطوبة بين جزيئات الهواء المكونة له) ويتأثر مناخ المملكة بالكتل الهوائية التالية :

صيفا	الكتلة الهوائية المدارية القارية وتنشا على القارة الآسيوية والأفريقية الكتلة الهوائية المدارية البحرية وتتكون فوق المسطحات المائية الاستوائية
شتاء	الكتلة الهوائية القطبية القارية وتنشا فوق سهول سيبريا واوروبا الكتلة الهوائية القطبية البحرية وتتكون على المحيط الاطلسي الشمالي

Air masses movement over the Arabian Peninsula.



ثالثا – درجات الحرارة

بسبب موقع المملكة في النطاق المداري وشبة المداري تتميز درجة الحرارة بالارتفاع الكبير في معظم أيام السنة ويعتبر شهر يوليو من اشد شهور السنة ارتفاعا لدرجات الحرارة في حين نجد أن يناير اقلها حرارة (انظر الجداول)

أ- في فصل الصيف ترتفع درجة الحرارة بشكل كبير في جميع مناطق المملكة عدا إقليم عسير ويرجع السبب في ارتفاع الحرارة إلى عوامل منها قوة أشعة الشمس (نظرا لتعامد الشمس على مدار السرطان) وطول النهار وصفاء الجو ونوع الرياح القارية الجافة التي تهب على شمال وشرق المملكة . ترتفع معدلات الحرارة السنوية في المناطق الداخلية عنها في المناطق الساحلية بينما تسجل المناطق الجبلية درجات حرارة اقل .

ب- في فصل الشتاء يعتدل مناخ المملكة بسبب نوعية الرياح التي تهب عليها وتتفاوت معدلات الحرارة من إقليم لآخر وذلك تبعا لموقعه بالنسبة للمسطحات المائية وأشكال السطح التي تلعب دورا هاما في تباين الحرارة، وتسجل المناطق الشمالية أدنى درجات حرارة بينما تتشابه درجات الحرارة نسبيا في المناطق الوسطى والشرقية والمرتفعات الجبلية وتعتبر المناطق الساحلية الغربية أدفأ مناطق المملكة .

رابعا : التبخر والرطوبة النسبية

التبخر والرطوبة النسبية من العمليات الطبيعية التي ترتبط بالمناخ السائد وتختلف قيمها من موقع نظرا للظروف الطبيعية والمناخية السائدة (انظر الجداول المرفقه)

أ) – فصل الصيف : يتميز فصل الصيف بالارتفاع الكبير بمعدلات التبخر وتكاد تتساوى معدلات التبخر في كل المناطق الداخلية والساحلية في المملكة ويرجع ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة صيفا وبسبب عامل الارتفاع وانخفاض الحرارة فتنخفض معدلات التبخر في المناطق المرتفعة من المملكة . أما الرطوبة النسبية فنجد أنها ترتفع بشكل ملحوظ في فصل الصيف بسبب الارتفاع في درجات الحرارة وتتميز المناطق الساحلية بالارتفاع الكبير في متوسط معدلات الرطوبة النسبية مقارنة بالمناطق الداخلية .

ب) – في فصل الشتاء تنخفض معدلات التبخر بصفة عامة ويرجع ذلك إلي انخفاض معدلات الحرارة وتفوق المناطق الساحلية وخاصة الغربية جميع مناطق المملكة بالنسبة لارتفاع معدلات التبخر ، كذلك فان المناطق الوسطى بالمملكة من اكثر المناطق انخفاضا في معدلات التبخر ويلها المناطق المرتفعة . بالنسبة لمعدلات الرطوبة النسبية فنجد أنها اقل ارتفاعا في فصل الشتاء وتعتبر المناطق الساحلية أعلى في الرطوبة يليها المناطق المرتفعة وذلك بسبب انخفاض درجة الحرارة وسقوط الإمطار .

خامسا : الامطار

يتأثر مناخ المملكة بالضغوط الجوية والكتل الهوائية وهي المسوؤلة عن المناخ الصحراوي الذي يسيطر على المملكة من حيث حركة الرياح والسحب وبالتالي سقوط الأمطار. الكتل الهوائية الصيفية لا تسمح بسقوط الامطار حيث انها كتله مدارية قارية جافة وحارة (انظر الجداول).

فيما يلي تحليل لخصائص توزيع الامطار في المملكة :

أ) في فصل الصيف : يتأثر جو المملكة صيفا بالضغط الآسيوي القاري والكتلة الهوائية المدارية القارية وهما المسؤولان عن هبوب الهواء القاري الجاف والمتمثل في الرياح الشماليه

والشمالية الشرقية على شرق ووسط المملكة وهي رياح جافة وخاصة بالنسبة للمناطق الداخلية وتتأثر المناطق الغربية بالضغط المنخفض الأفريقي والكتلة الهوائية المدارية القارية المتمركزة على شمال أفريقيا والتي ينتج عنها الرياح الغربية المتسمة بالجفاف.

ويعتبر الإقليم الجنوبي الغربي من المملكة هو الوحيد الذي يعتبر من المناطق الغير جافة ويرجع السبب في ذلك إلى الرياح الجنوبية الغربية الرطبة القادمة من المحيط الهندي وتسمى هذه الرياح بالمونسون MONSOON وعند عبور هذه الرياح للبحر الأحمر تقابل المرتفعات الشاهقة في جنوب غرب المملكة مما يؤدي الى تكوين السحب وتكثفها ثم هطول الأمطار والتي تسمى أمطار التضاريس.

ب) في فصل الشتاء : يتأثر مناخ المملكة بالضغط المرتفع القاري والكتل الهوائية المدارية القارية وهما يجلبان الى المملكة الهواء الشديد البرودة والجفاف ، وبسبب توغل بعض المنخفضات الجوية التي تصل الى المملكة من جهة البحرالمتوسط تسقط بعض الأمطار الشتوية على معظم مناطق المملكة وهي تسمى أمطار إعصارية cyclonic rain.

عند نهاية فصل الشتاء وبداية الربيع يزداد الإشعاع الشمسي مما يودي إلى تسخين الهواء عند سطح الأرض وارتفاعه إلى أعلى وفي نفس الوقت ينتهي الضغط المرتفع ويحل محلة ضغط منخفض ويؤدي كل ذلك إلى تكون السحب الركامية التي قد يصل سمكها وكثافتها الى درجة تكفي لحدوث عواصف رعدية التي عادة ما تكون مصحوبة بالأمطار الشديدة ويطلق على هذه الأمطار عواصف رعدية thunderstorms وهي أمطار فجائية وغير متوقعة.

تتذبذب كميات الأمطار من إقليم لاخر وتمثل المنطقة الجنوبية الغربية أعلى المناطق في كميات الأمطار يليها إقليم تهامة عسير ثم المنطقة الشمالية والوسطى ثم الشرقية وتعتبر المنطقة الساحلية الغربية من أفقر مناطق المملكة من حيث كمية الأمطار السنوية .

٤ - التضاريس السطحية للمملكة العربية السعودية

تتميز المملكة بامتدادها الواسع وتغير طبيعة مظاهر السطح فيها من منطقة لأخرى. يمكن تقسيم مظاهر السطح إلى سبعة أقسام رئيسية وهي كما يلي من الغرب إلى الشرق (انظر الشكل).

١) السهل الساحلي الغربي (سهول تهامة)

تمتد سهول تهامة على طول ساحل البحر الأحمر من العقبة شمالا وحتى حدود اليمن جنوبا وهي عبارة عن شريط ضيق أقصى عرض له يبلغ حوالي ٤٠كم عند مدينة جازان. تكثر في هذا السهل الشعاب والرواسب المرجانية والرؤوس والخلجان ومصبات الاوديه والسبخات الساحلية والمراوح الفيضية والحرات والكثبان الرملية، يحد السهل من الناحية الشرقية سلاسل الجبال الغربية (جبال السروات).

٢) المرتفعات الغربية (جبال السروات)

وتسمى جبال السروات أو مرتفعات الحجاز لأنها تحجز السهل الساحلي عن هضبة نجد وقد تكونت هذه المنحدرات نتيجة تصدع حدث خلال العصر الثلاثي . وتمتد من خليج العقبة في الشمال حتى مضيق باب المندق جنوبا ويتراوح أقصى عرض لها من ٤٠-١٤٠كم ويبلغ أقصى ارتفاع لها حوالي ٣٧٦٠م فوق سطح البحر في اليمن وتتكون صخور هذه الجبال من صخور نارية ومتحولة تابعة لما قبل الكمبري وقد تعرضت لطي وتصدع شديدين وتتميز هذه المرتفعات بالانحدار الشديد جهة الغرب حيث تشكل عقبات وعرة بينما تنحدر بشكل تدريجي نحو الشرق .

ويقطع هذه المرتفعات العديد من نظم الاوديه ذات المجاري الضيقة والتي تصب تجاه الغرب بينما في المناطق الداخلية تتجه الأودية تجاه الشرق والشمال الشرقي ومن المظاهر المنتشرة في مناطق جبال السراة وجود عدد كبير من الحرات والمكونة من اللابا البركانية التي تزامن تكونها مع تكون أخدود البحر الأحمر .

٣) الهضبة الوسطى (الرصيف الرسوبي الأوسط)

عبارة عن المنطقة المرتفعة المترامية الأطراف والتي تحتل غرب وسط المملكة حيث يحدها من الشرق منطقة المنحدرات الوسطى ومن الشمال حوض النفوذ ومن الغرب سلاسل الجبال الغربية ومن الجنوب هضبة حضرموت يتراوح عرض هذه المنطقة بين ٦٠٠/٥٠٠ كلم، ترتكز صخور الرصيف الأوسط (الهضبة الوسطى) على صخور الدرع العربي المتبلورة ويمكن تقسيم منطقة الهضبة الوسطى الى ثلاثة أقاليم مميزة :

أ)- هضبة الحجاز :

منطقة مثلثة الشكل تقع جنوب الهضبة الوسطى وتمتد من الطائف الى أبها أقصى عرض لها حوالي ١٨٠كلم أقصى ارتفاع ٣١٣٣م ويقطعها كثير من الودية التي تسيل غربا

ب)- هضبة الخرمه :

كتله صخرية تقع شمال غرب المملكة وتميل ناحية الشمال الشرقي ويبلغ اقصى ارتفاع لها عند ركنها الجنوبي الغربي .

ج)- سهل نجد الطبقي المنبسط :

يقع سهل نجد شمال شرق هضبة الحجاز يبلغ عرضة حوالي ١٠٠كلم وهو عبارة عن مسطحات متلاصقة وسهول صحراوية تكونت فوق صخور الدرع العربي تنتشر في الجزء الغربي من سهل نجد الحقول البركانية مثل حره رهط . توجد في هذا السهل العديد من انظمه الأودية التي تسير نحو الشمال الشرقي مثل نظام وادي الرمة ووادي الباطن ووادي بيشه ::::: الخ

د) - منطقة المنحدرات الوسطى QUESTA :

تقع منطقة المنحدرات الوسطى في وسط المملكة وهي عبارة عن منحدرات جبلية وعرة مكونه من الصخور الرسوبية تمتد هذه المنطقة من الشمال الى الجنوب حول الحافة الشرقية للدرع العربي كما تمتد عرضيا من منطقة الهضبة الوسطى في الغرب الى الدهناء شرقا حيث يصل عرضها حوالي ٢٥٠كلم، تكونت هذه المنحدرات على سفوح المرتفعات الرسوبية الوسطى ومنها جبال طويق وجبال العرمة ويقطعها عدد من الأودية مثل وادي الحنو ووادي نساح.

٥) مناطق رواسب الرياح الرملية

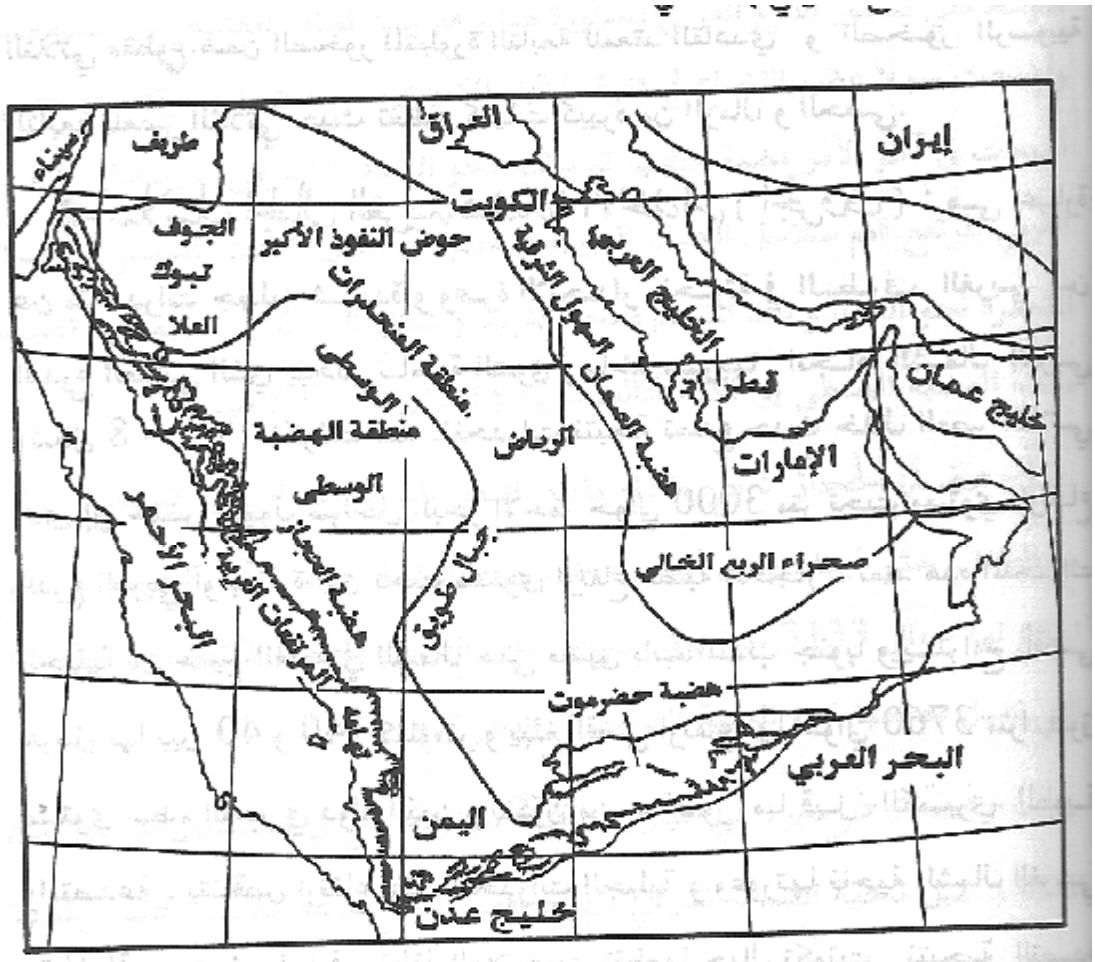
تغطي ثلث مساحة المملكة ففي الشمال يوجد النفوذ الأكبر ونفوذ الدهناء وفي الجنوب صحراء الربع الخالي وكلها عبارة عن كثبان رملية متنوعة الأشكال والأحجام .

٦) هضبة الصمان

عبارة عن منبسط صحراوي رسوبي يحاذي ساحل الخليج العربي ويمثل هضبة منبسطة من الصخور الرسوبية الصلبة يبلغ عرضا ٢٥٠/٨٠كلم على امتداد شمالي جنوبي .

٧) السهول الشرقية (سهول الخليج العربي)

عبارة عن شريط ضيق من السهول الساحلية التي تمتد على شاطئ الخليج العربي يحد هذا السهل من ناحية البحر منحدرات شديدة الوعورة غرب مدينة الهفوف وتكثر فيه المسطحات المائية والسبخات والكثبان الرملية .



شكل (8-1) خريطة جغرافية للمملكة العربية السعودية

٥- جيولوجية المملكة العربية السعودية

يمكن تقسيم المملكة جيولوجيا الى قطاعين تركيبيين عظيمين هما القطاع الغربي (الدرع العربي Arabian Shield) والقطاع الشرقي(الغطاء الرسوبي او الرصيف الرسوبي العربي Arabian Shelf) (انظر الشكل).

١) الدرع العربي Arabian Shield

يحتل الدرع العربي هضبة نجد الوسطى ومنطقة الحجاز وعسير ويمتد جنوبا حتى هضبة اليمن والسواحل الشمالية للبحر العربي – يغطي بشكل عام الجزء الغربي من المملكة حيث يحده غربا البحر الاحمر وتقدر مساحته في المملكة بحدود ٧٧٠ ألف كم^{٢} ويتكون الدرع العربي من صخور نارية متبلورة من الجرانيت والبازلت والجا برو والديو ريت الى جانب مساحات كبيرة من الصخور المتحولة النارية والبركانية والرسوبية ، كما يحتوي على معادن اقتصادية مثل رواسب خامات الحديد والنحاس والذهب مع الفضة والقصدير .....الخ.

كان الدرع العربي متصلا بالدرع النوبي ولكنها انفصلا في بداية العصر الثلاثي أي منذ حوالي ٢٥مليون سنة نتيجة ترقق القشرة الأرضية واتساع قاع المحيط عندما بدا الانخفاض الذي كون البحر الأحمر. يعتبر نايس خميس مشيط اقدم الوحدات المعروفة على الدرع العربي حيث يزيد عمرها عن ١١٦٥ ملون سنة.

يغطي الدرع العربي من الشمال والشرق والجنوب الشرقي غطاء سميك من الصخور الرسوبية التابعة لأزمنة مختلفة وتمتد من دهر الحياة القديمه حتى دهر الحياة الحديث والتي يصل سمكها إلى حوالي ٦٠٠٠ م يتكون الدرع العربي من عدة أقواس من الجزر حيث تصاحب النشاط البركاني الذي أدى إلى تكوين مقادير كبيرة من البازلت والدايت مع الترسيب والتداخل الناري الجوفي الذي كون صخور بلوتونية تتراوح في تركيبها بين الجابرو والجرانيت.

حدثت بعد ذلك تطورات عديدة أدت الى بناء الجيولوجية الحالية للدرع العربي والتي يمكن تصورها على هيئة أحزمة من الصخور المتتالية التي تبدا من الجنوب الغربي وتتسلسل بانتظام ناحية الشمال الشرقي وهي:

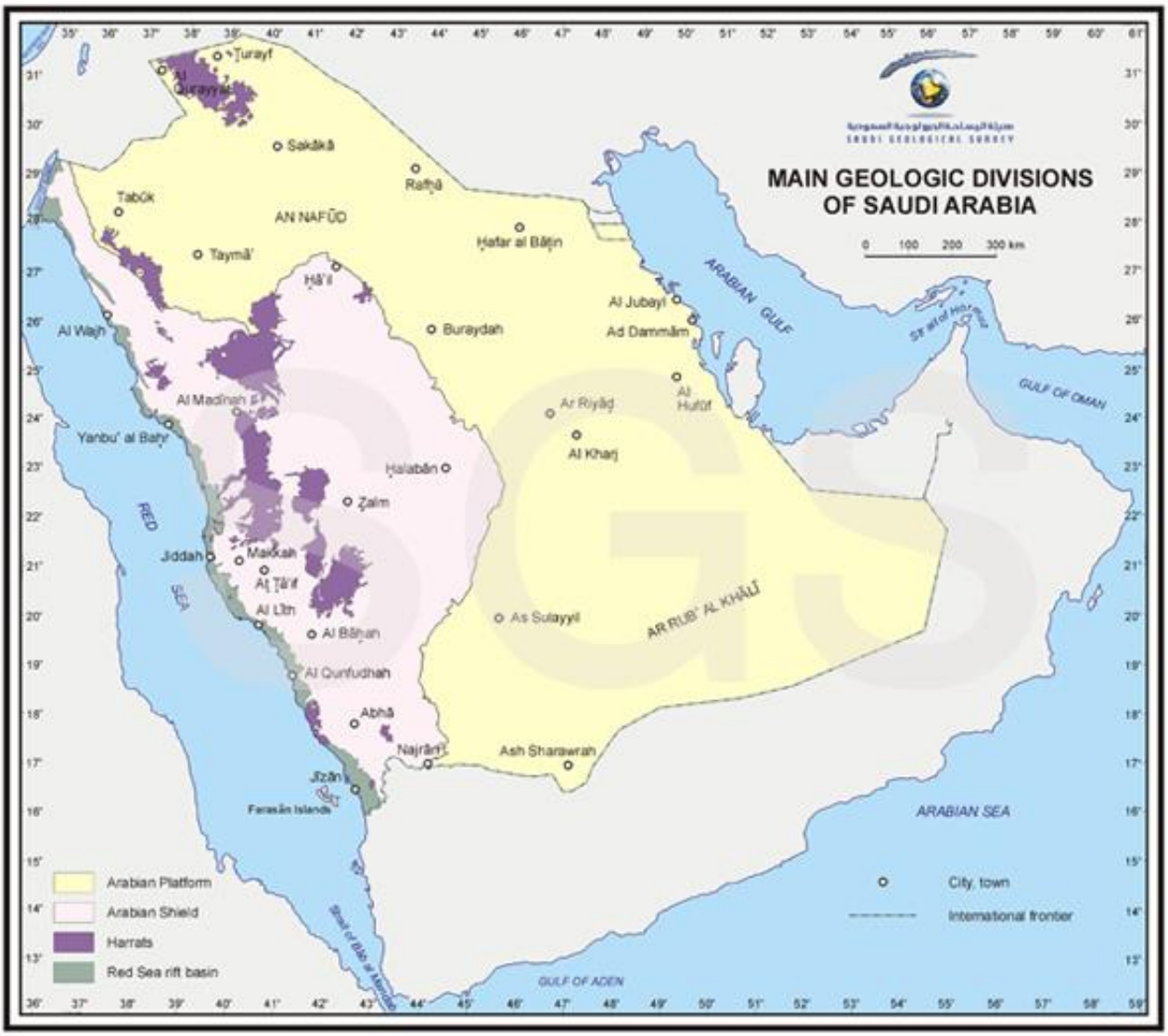
١- مجموعة حلي ٢- مجموعة بيش ٣- مجموعة الباحة ٤- مجموعة جدة ٥- مجموعة عبله
٦- مجموعة حلبان ٧- مجموعة المردمه ٨- مجموعة شمر ٩- مجموعة الجبيله

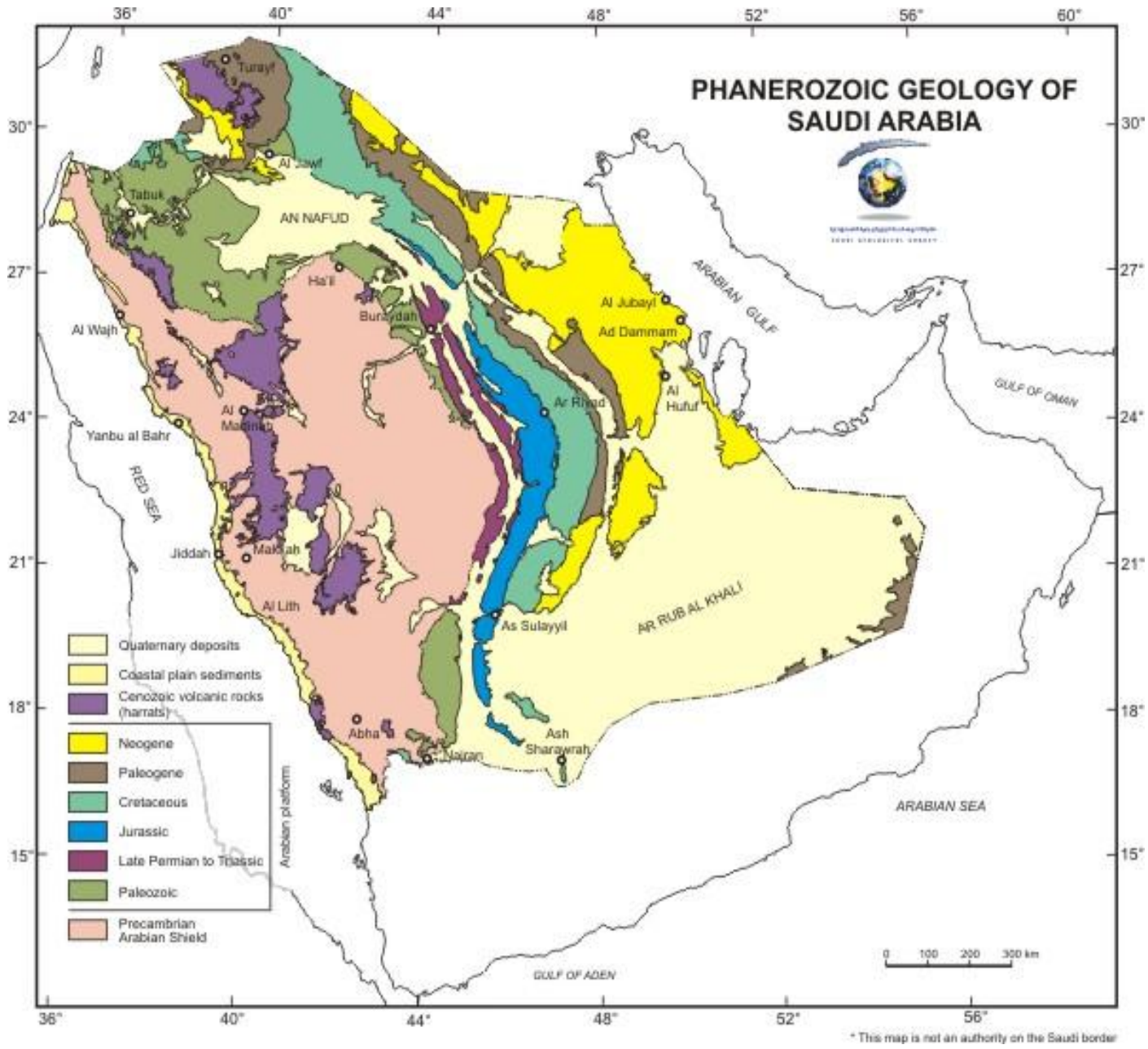
٢- الرصيف الرسوبي العربي Arabian shelf

يقع الرصيف الرسوبي العربي إلى الشرق من الدرع العربي ويشكل ٣/٢ مساحة شبه الجزيرة العربية ، ترتكز صخور الرصيف العربي على صخور القاعدة المتبلور ، وهي عبارة عن تتابع كثيف من الرواسب البحرية العميقة والضحله والرواسب القارية . يتراوح عمر صخور الرصيف الرسوبي بين دهر الحياة القديمة Paleozoic (٥٧٠ مليون سنة) ودهر الحياه الحديثة (عصر البليوسين Pliocene- ١.٥ مليون سنة) ويغطي هذه الصخور غطاء رقيق من رواسب العصر الرباعي غير المتماسكة مثل الحصى والرمل والغرين والطين.

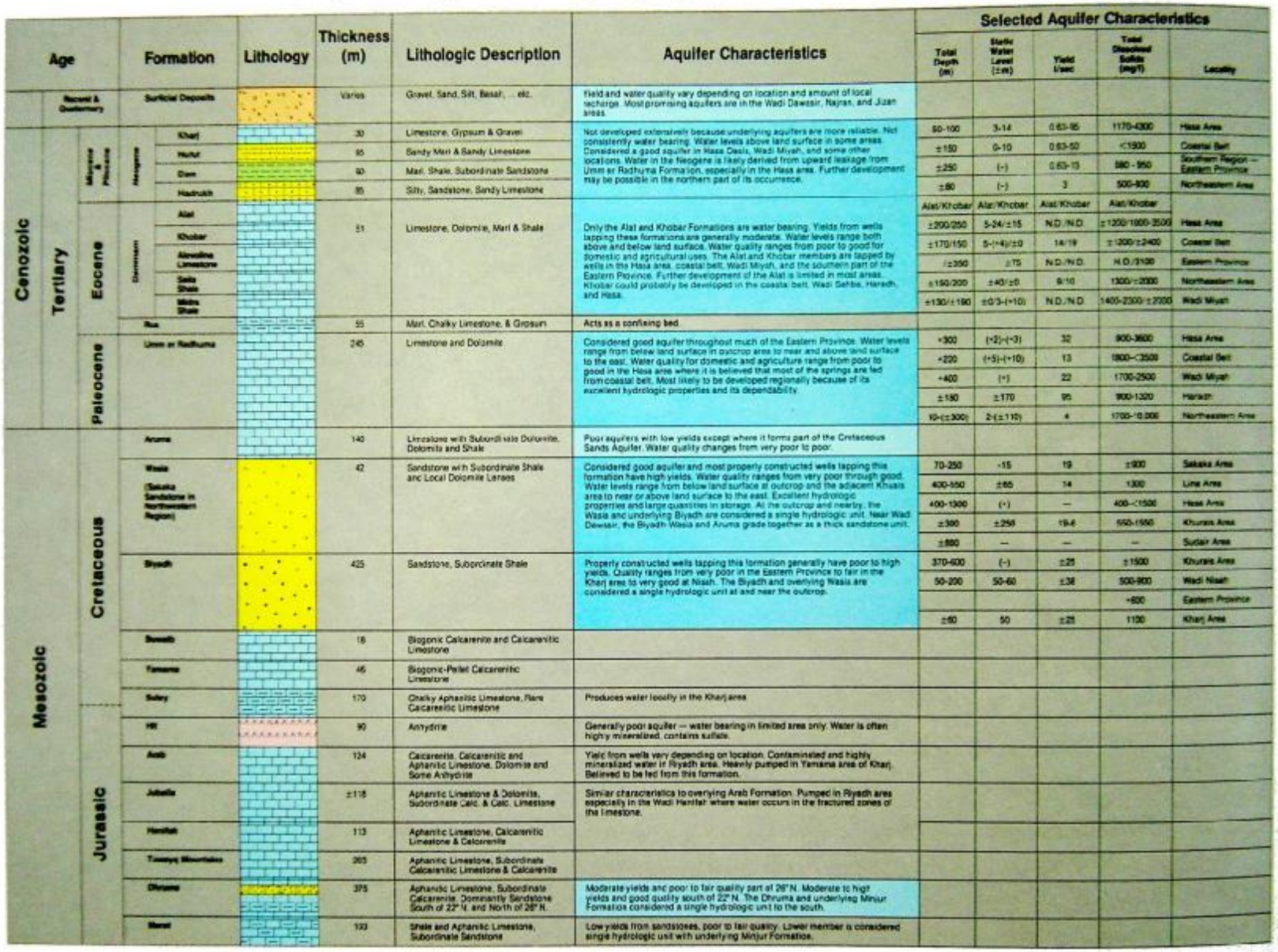
يوجد نحو ثمانية وعشرون تكوينا رسوبيا تغطي الرصيف الرسوبي القاري (انظر الجدول التالي) وتنتشر في المناطق الوسطى والشمالية والشرقية للمملكة، وتتكون من صخور رسوبية ذات اصول قارية وبحرية ممثاة بصخور الحجر الرملي والجيري والطفل وحجر الطين والدلوميت والجبس والانهيدريت الى غير ذلك. والمتكون هو عبارة عن طبقة او طبقات من الصخور تكونت في زمن معين وتحت ظروف بيئية معينه قارية او بحرية ويمكن ويمكن تمييز التكوين عما يعلوه أو يسفله بصفاته الخاصة به.

تميل صخور الرصيف ميلاً لطيفاً ناحية الشرق والشمال الشرقي والجنوب الشـــرقي لتكـــون عدداً من الأحواض الرسوبية العميقة . تتكشف الصخور الرسوبية التابعة لدهر الحيـــاة القديمـــة فـــي وسط شبة الجزيرة على هيئة حزام عظيم مقوس ينحني على طول الحافة الشرقية للدرع العربي.




PHANEROZOIC GEOLOGY OF SAUDI ARABIA
36°
40°
44°
48°
52°
56°
60°
30°
27°
24°
21°
18°
15°
Turayf
Al Jawf
Tabuk
AN NAFUD
Ha'il
Buraydah
Al Wajh
Al Madinah
Yanbu al Bahr
RED SEA
Jiddah
Makkah
Al Lith
Abha
Najran
Ar Riyad
Al Jubayl
Ad Dammam
Al Hufuf
ARABIAN GULF
GULF OF OMAN
As Sulayyil
AR RUB AL KHALI
Ash Sharawrah
ARABIAN SEA
GULF OF ADEN
Arabian platform
Quaternary deposits
Coastal plain sediments
Cenozoic volcanic rocks (harrats)
Neogene
Paleogene
Cretaceous
Jurassic
Late Permian to Triassic
Paleozoic
Precambrian Arabian Shield
0 100 200 300 km
* This map is not an authority on the Saudi border

Hydrologic stratigraphy of Saudi Arabia



Age			Formation	Lithology	Thickness (m)	Lithologic Description	Aquifer Characteristics	Selected Aquifer Characteristics				
								Total Depth (m)	Static Water Level (±m)	Yield l/sec	Total Dissolved Solids (mg/l)	Locality
	Recent & Quaternary		Surficial Deposits		Varies	Gravel, Sand, Silt, Basalt, ... etc.	Yield and water quality vary depending on location and amount of local recharge. Most promising aquifers are in the Wadi Dawasir, Najran, and Jizan areas.					
Cenozoic	Tertiary	Miocene & Pliocene	Hofuf		30	Limestone, Gypsum & Gravel	Not developed extensively because underlying aquifers are more reliable. Not consistently water bearing. Water levels above land surface in some areas. Considered a good aquifer in Hasa Oasis, Wadi Miyah, and some other locations. Water in the Neogene is likely derived from upward leakage from Umm er Radhuma Formation, especially in the Hasa area. Further development may be possible in the northern part of its occurrence.	50-100	3-14	0.63-95	1170-4300	Hasa Area
			Hofuf		85	Sandy Marl & Sandy Limestone		±150	0-10	0.63-50	<1500	Coastal Belt
			Dam		90	Marl, Shale, Subordinate Sandstone		±250	(-)	0.63-13	580 - 950	Southern Region — Eastern Province
			Hadrukh		85	Silty, Sandstone, Sandy Limestone		±80	(-)	3	500-800	Northeastern Area
		Eocene	Dammam	Alat	51	Limestone, Dolomite, Marl & Shale	Only the Alat and Khobar Formations are water bearing. Yields from wells tapping these formations are generally moderate. Water levels range both above and below land surface. Water quality ranges from poor to good for domestic and agricultural uses. The Alat and Khobar members are tapped by wells in the Hasa area, coastal belt, Wadi Miyah, and the southern part of the Eastern Province. Further development of the Alat is limited in most areas. Khobar could probably be developed in the coastal belt, Wadi Sahba, Haradh, and Hasa.	Alat/Khobar	Alat/Khobar	Alat/Khobar	Alat/Khobar	
				Khobar				±200/250	5-24/±15	N.D./N.D.	±1200/1600-3500	Hasa Area
				Alveolina Limestone				±170/150	5-(+4)/±0	14/19	±1200/±2400	Coastal Belt
				Saila Shale				/±350	±75	N.D./N.D.	N.D./3100	Eastern Province
				Midra Shale				±150/200	±40/±0	9/10	1300/±2000	Northeastern Area
								±130/±180	±0/3-(+10)	N.D./N.D.	1400-2300/±2000	Wadi Miyah
			Rus		55	Marl, Chalky Limestone, & Gipsum	Acts as a confining bed.					
		Paleocene	Umm er Radhuma		245	Limestone and Dolomite	Considered good aquifer throughout much of the Eastern Province. Water levels range from below land surface in outcrop area to near and above land surface to the east. Water quality for domestic and agriculture range from poor to good in the Hasa area where it is believed that most of the springs are fed from coastal belt. Most likely to be developed regionally because of its excellent hydrologic properties and its dependability.	+300	(+2)-(+3)	32	900-3600	Hasa Area
								+220	(+5)-(+10)	13	1800-<3500	Coastal Belt
								+400	(+)	22	1700-2500	Wadi Miyah
								±180	±170	95	900-1320	Haradh
								10-(±300)	2-(±110)	4	1700-10,000	Northeastern Area
Mesozoic		Cretaceous	Aruma		140	Limestone with Subordinate Dolomite, Dolomite and Shale	Poor aquifers with low yields except where it forms part of the Cretaceous Sands Aquifer. Water quality changes from very poor to poor.					
			Wasia (Sakaka Sandstone in Northwestern Region)		42	Sandstone with Subordinate Shale and Local Dolomite Lenses	Considered good aquifer and most properly constructed wells tapping this formation have high yields. Water quality ranges from very poor through good. Water levels range from below land surface at outcrop and the adjacent Khaals area to near or above land surface to the east. Excellent hydrologic properties and large quantities in storage. At the outcrop and nearby, the Wasia and underlying Biyadh are considered a single hydrologic unit. Near Wadi Dawasir, the Biyadh Wasia and Aruma grade together as a thick sandstone unit.	70-250	-15	19	±900	Sakaka Area
								400-550	±65	14	1300	Lina Area
								400-1300	(+)	—	400-<1500	Hasa Area
								±300	±250	19-6	550-1550	Khurais Area
								±880	—	—	—	Sudair Area
			Biyadh		425	Sandstone, Subordinate Shale	Properly constructed wells tapping this formation generally have poor to high yields. Quality ranges from very poor in the Eastern Province to fair in the Kharj area to very good at Nisah. The Biyadh and overlying Wasia are considered a single hydrologic unit at and near the outcrop.	370-600	(-)	±25	±1500	Khurais Area
								50-200	50-60	±38	500-900	Wadi Nisah
											+600	Eastern Province
								±60	50	±25	1100	Kharj Area
			Buwaib		16	Biogenic Calcarenite and Calcarenitic Limestone						
			Yamama		46	Biogenic-Pellet Calcarenitic Limestone						
			Sulay		170	Chalky Aphanitic Limestone, Rare Calcareitic Limestone	Produces water locally in the Kharj area					
		Jurassic	Hith		90	Anhydrite	Generally poor aquifer — water bearing in limited area only. Water is often highly mineralized, contains sulfate.					
			Arab		124	Calcarenite, Calcarenitic and Aphanitic Limestone, Dolomite and Some Anhydrite	Yield from wells very depending on location. Contaminated and highly mineralized water in Riyadh area. Heavily pumped in Yamama area of Kharj. Believed to be fed from this formation.					
			Jubaila		±118	Aphanitic Limestone & Dolomite, Subordinate Calc. & Calc. Limestone	Similar characteristics to overlying Arab Formation. Pumped in Riyadh area especially in the Wadi Hanifah where water occurs in the fractured zones of the limestone.					
			Hanifah		113	Aphanitic Limestone, Calcarenitic Limestone & Calcarenite						
			Tuwaiq Mountains		265	Aphanitic Limestone, Subordinate Calcarenitic Limestone & Calcarenite						
			Dhruma		375	Aphanitic Limestone, Subordinate Calcarenite. Dominantly Sandstone South of 22° N. and North of 26° N.	Moderate yields and poor to fair quality part of 26° N. Moderate to high yields and good quality south of 22° N. The Dhruma and underlying Minjur Formation considered a single hydrologic unit to the south.					
			Marat		133	Shale and Aphanitic Limestone, Subordinate Sandstone	Low yields from sandstones, poor to fair quality. Lower member is considered single hydrologic unit with underlying Minjur Formation.					

Hydrologic Stratigraphy of Saudi Arabia

Age			Formation	Lithology	Thickness (m)	Lithologic Description	Aquifer Characteristics	Selected Aquifer Characteristics				
								Total Depth (m)	Static Water Level (±m)	Yield l/sec	Total Dissolved Solids (mg/l)	Locality
	Recent & Quaternary		Surficial Deposits		Varies	Gravel, Sand, Silt, Basalt, ... etc.	Yield and water quality vary depending on location and amount of local recharge. Most promising aquifers are in the Wadi Dawasir, Najran, and Jizan areas.					
Cenozoic	Tertiary	Miocene & Pliocene	Neogene — Kharj		30	Limestone, Gypsum & Gravel	Not developed extensively because underlying aquifers are more reliable. Not consistently water bearing. Water levels above land surface in some areas. Considered a good aquifer in Hasa Oasis, Wadi Miyah, and some other locations. Water in the Neogene is likely derived from upward leakage from Umm er Radhuma Formation, especially in the Hasa area. Further development may be possible in the northern part of its occurrence.	50-100	3-14	0.63-95	1170-4300	Hasa Area
			Neogene — Hofuf		95	Sandy Marl & Sandy Limestone		±150	0-10	0.63-50	<1500	Coastal Belt
			Neogene — Dam		90	Marl, Shale, Subordinate Sandstone		±250	(-)	0.63-13	680 - 950	Southern Region — Eastern Province
			Neogene — Hadrukh		85	Silty, Sandstone, Sandy Limestone		±80	(-)	3	500-800	Northeastern Area
		Eocene	Dammam — Alat		51	Limestone, Dolomite, Marl & Shale	Only the Alat and Khobar Formations are water bearing. Yields from wells tapping these formations are generally moderate. Water levels range both above and below land surface. Water quality ranges from poor to good for domestic and agricultural uses. The Alat and Khobar members are tapped by wells in the Hasa area, coastal belt, Wadi Miyah, and the southern part of the Eastern Province. Further development of the Alat is limited in most areas. Khobar could probably be developed in the coastal belt, Wadi Sahba, Haradh, and Hasa.	Alat/Khobar	Alat/Khobar	Alat/Khobar	Alat/Khobar	
			Dammam — Khobar					±200/250	5-24/±15	N.D./N.D.	±1200/1000-3500	Hasa Area
			Dammam — Alveolina Limestone					±170/150	5-(+4)/±0	14/19	±1200/±2400	Coastal Belt
			Dammam — Sella Shale					/±350	±75	N.D./N.D.	N.D./3100	Eastern Province
			Dammam — Midra Shale					±150/200	±40/±0	9/10	1300/±2000	Northeastern Area
								±130/±190	±0/3-(+10)	N.D./N.D.	1400-2300/±2000	Wadi Miyah
			Rus		55	Marl, Chalky Limestone, & Gypsum	Acts as a confining bed.					
		Paleocene	Umm er Radhuma		245	Limestone and Dolomite	Considered good aquifer throughout much of the Eastern Province. Water levels range from below land surface in outcrop area to near and above land surface to the east. Water quality for domestic and agriculture range from poor to good in the Hasa area where it is believed that most of the springs are fed from coastal belt. Most likely to be developed regionally because of its excellent hydrologic properties and its dependability.	+300	(+2)-(+3)	32	900-3600	Hasa Area
								+220	(+5)-(+10)	13	1800-<3500	Coastal Belt
								+400	(+)	22	1700-2500	Wadi Miyah
								±180	±170	95	900-1320	Haradh
								10-(±300)	2-(±110)	4	1700-10,000	Northeastern Area
Mesozoic		Cretaceous	Aruma		140	Limestone with Subordinate Dolomite, Dolomite and Shale	Poor aquifers with low yields except where it forms part of the Cretaceous Sands Aquifer. Water quality changes from very poor to poor.					
			Wasia (Sakaka Sandstone in Northwestern Region)		42	Sandstone with Subordinate Shale and Local Dolomite Lenses	Considered good aquifer and most properly constructed wells tapping this formation have high yields. Water quality ranges from very poor through good. Water levels range from below land surface at outcrop and the adjacent Khuais area to near or above land surface to the east. Excellent hydrologic properties and large quantities in storage. At the outcrop and nearby, the Wasia and underlying Biyadh are considered a single hydrologic unit. Near Wadi Dawasir, the Biyadh-Wasia and Aruma grade together as a thick sandstone unit.	70-250	-15	19	±900	Sakaka Area
								400-550	±65	14	1300	Lina Area
								400-1300	(+)	—	400-<1500	Hasa Area
								±300	±250	19-6	550-1550	Khurais Area
								±800	—	—	—	Sudair Area
			Biyadh		425	Sandstone, Subordinate Shale	Properly constructed wells tapping this formation generally have poor to high yields. Quality ranges from very poor in the Eastern Province to fair in the Kharj area to very good at Nisah. The Biyadh and overlying Wasia are considered a single hydrologic unit at and near the outcrop.	370-600	(-)	±25	±1500	Khurais Area
								50-200	50-60	±38	500-900	Wadi Nisah
											+600	Eastern Province
								±60	50	±25	1100	Kharj Area
			Sumaima		18	Biogonic Calcarenite and Calcarenitic Limestone						
			Yamama		46	Biogonic-Pellet Calcarenitic Limestone						
			Sulay		170	Chalky Aphanitic Limestone, Rare Calcarenitic Limestone	Produces water locally in the Kharj area					
		Jurassic	Hit		90	Anhydrite	Generally poor aquifer — water bearing in limited area only. Water is often highly mineralized, contains sulfate.					
			Arab		124	Calcarenite, Calcarenitic and Aphanitic Limestone, Dolomite and Some Anhydrite	Yield from wells vary depending on location. Contaminated and highly mineralized water in Riyadh area. Heavily pumped in Yamama area of Kharj. Believed to be fed from this formation.					
			Jubaila		±118	Aphanitic Limestone & Dolomite, Subordinate Calc. & Calc. Limestone	Similar characteristics to overlying Arab Formation. Pumped in Riyadh area especially in the Wadi Hanifah where water occurs in the fractured zones of the limestone.					
			Hanifah		113	Aphanitic Limestone, Calcarenitic Limestone & Calcarenite						
			Tuwaiq Mountains		203	Aphanitic Limestone, Subordinate Calcarenitic Limestone & Calcarenite						
			Dhruma		375	Aphanitic Limestone, Subordinate Calcarenite. Dominantly Sandstone South of 22° N. and North of 26° N.	Moderate yields and poor to fair quality part of 26° N. Moderate to high yields and good quality south of 22° N. The Dhruma and underlying Minjur Formation considered a single hydrologic unit to the south.					
			Marat		103	Shale and Aphanitic Limestone, Subordinate Sandstone	Low yields from sandstones, poor to fair quality. Lower member is considered single hydrologic unit with underlying Minjur Formation.					

يتراوح ميل الطبقات الرسوبية بين درجة واحده في اقدم الطبقات الى اقل من نصف درجة في طبقات الكريتاوى العلوي والايوسين.

هناك أربعة أحواض رسوبية رئيسية كبرى داخل الرصيف العربي ملاصقة لبعض أجزاء الرصيف الداخلي وتحتوي على تتابع سميك من الصخور الرسوبية وهي (انظر الشكل):

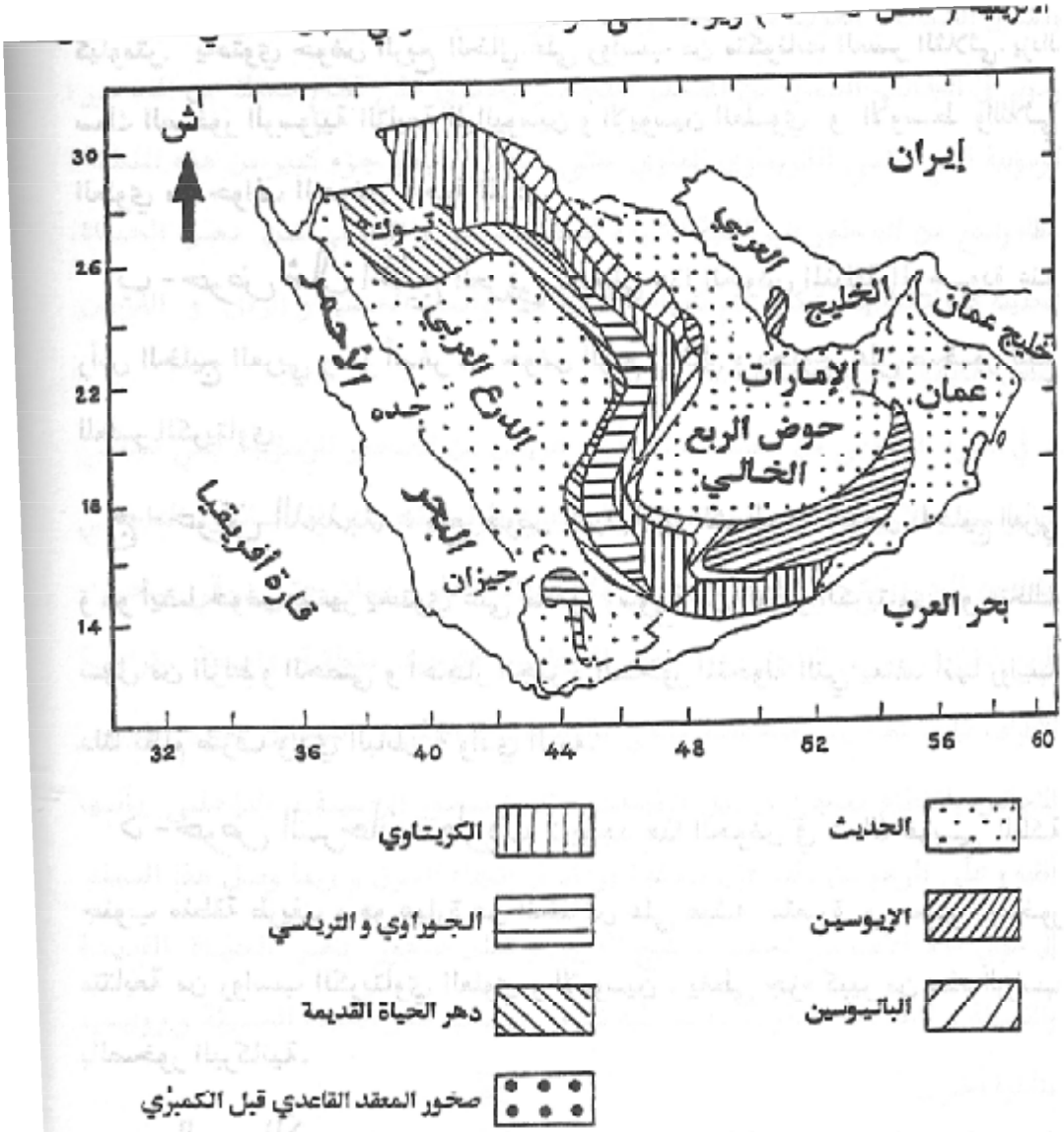
١ -**حوض الربع الخالي** : يمتد باتجاه الشمال الشرقي ومن وسط الربع الخالي عرضه ٣٠٠٠كم، يحوي على رواسب العصر الثلاثي.

٢ - **حوض شمال الخليج العربي**: يغطي المنطقة الموجودة عند رأس الخليج العربي ويحتوي على صخور تابعة للعصر الكريتاوي.

٣ - **حوض الدبدبة**: شمال حوض الخليج العربي ويحوي صخور رسوبية تابعة للكريتاوي ويتخلله رواسب حديثه (حصى وزلط) تابعه لاودية الباطن والرمه.

٤ - **حوض السرحان – طريف**: ويوجد شمال غرب المملكة وهو مملوء بصخور متتابعة من رواسب الكريتاوي العلوي والايوسين ومغطى بجزء كبير من الصخور البركانية.

٥ - **حوض البحر الأحمر**: منخفض مستطيل يمتد على طول ساحل البحر الأحمر (طوله٢٠٠٠كم) أقصى عرض له ٣٥٠كم عند جيزان وتوجد به رواسب تابعة لعصور الايوسين والميوسين والاوليجوسين .



شكل (8-6) الرصيف العربي و الدرع العربي و البحر الأحمر

٦ - مصادر المياه في المملكة العربية السعودية

الماء هو العنصر الأساسي للحياة على سطح الأرض والذي تستحيل الحياة بدونه . ومن المعلوم أن المملكة من الدول الفقيرة في المياه ويرجع ذلك بسبب وقوعها في النطاق الجاف وما ترتب على ذلك من ندره في سقوط الأمطار (عدا الاقليم الجنوبي الغربي) وعدم وجود انهار وبحيرات دائمة الجريان.

ويمكن تقسيم مصادر المياه إلى خمسه أقسام رئيسية وهي:

١ - المياه السطحية
٢ - مياه العيون والأفلاج
٣ - المياه التحت سطحية (الجوفية الضحلة)
٤ - المياه الجوفية العميقة
٥ - المياه المحلاة
٦ - مياه الصرف المعالجة

١ - المياه السطحية Surface Water

تتجمع المياه السطحية فوق سطح الأرض بعد سقوط الأمطار في المنخفضات أو خلف السدود والعقوم، ويتبع سقوط الامطار جريان سطحي للماء في الأودية والشعاب المختلفة التابعة لانظمة تصريف تلك الاودية والتي يطلق عليها اسم حوض التصريف Drainage basin، حيث تتجمع في النهاية في المجرى الرئيسي.

وتنقسم أحواض التصريف بصفة رئيسية في المملكة إلى قسمين:

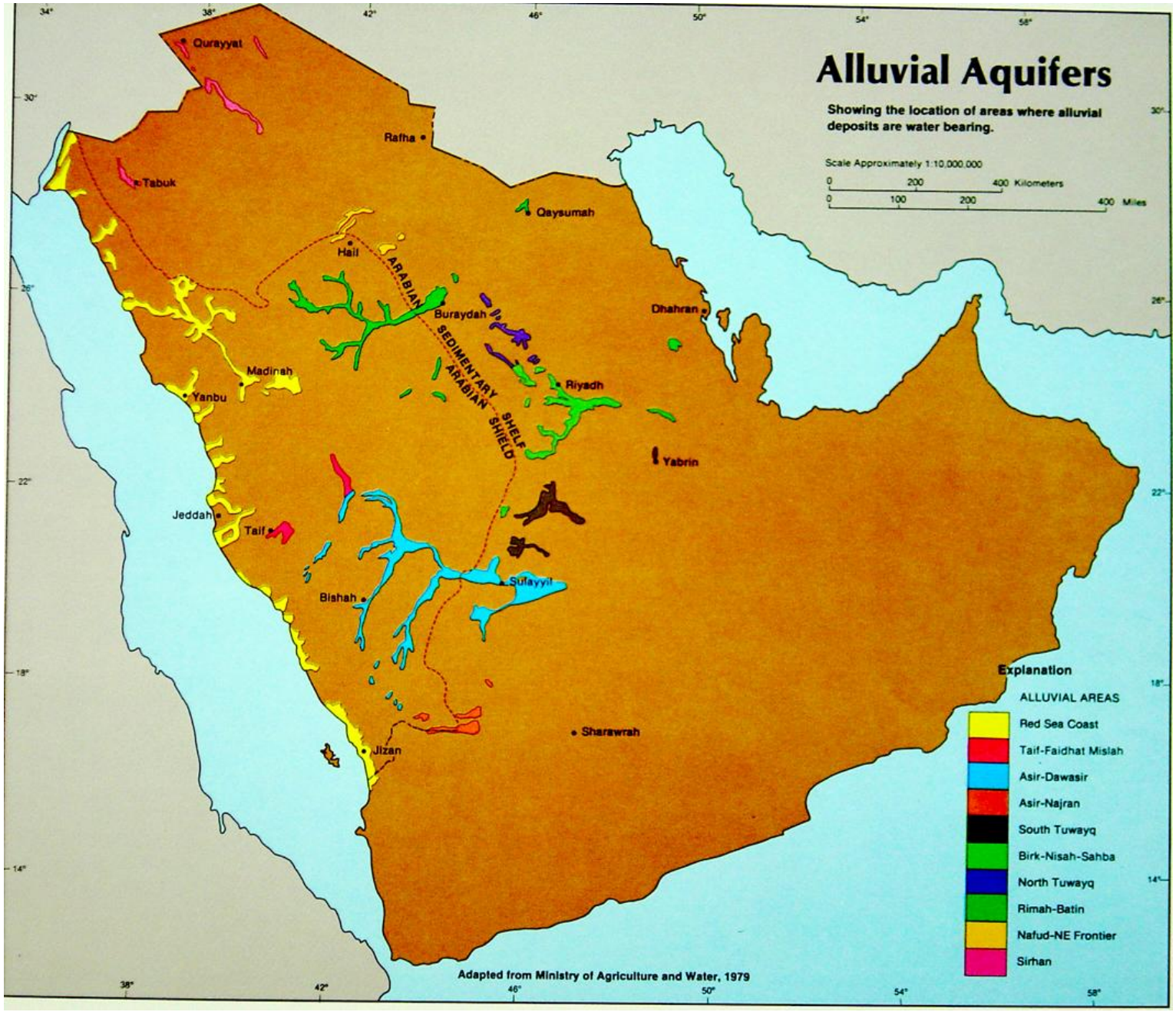
١ - أحواض تصريف خارجية: تصرف مياهها خارج منطقة تساقط الأمطار تجاه البحر مثل شبكات تصريف أودية الجزء الغربي من المملكة ومن أمثلتها أوديه فاطمة، نعمان، جازان.

٢ - أحواض تصريف داخليه: تصرف مياهها في أحواض داخليه في اتجاه الشرق ومنها أودية نجران، الرمة والسروات وتربه.

وعموماً فأن المياه السطحية تفقد أما بفعل البخر الشديد أو التسرب إلى باطن الأرض، ويمثل هذا١ الجزء نسبه بسيطة من كميات مياه الأمطار التي تتحول في الغالب إلى مياه جارية على شكل فيضانات بعد فتره وجيزة من هطول الأمطار والتي تفقد أما في البحر أو إلى رمال الصحراء.

ومن المعلوم أن تسرب المياه السطحية إلى باطن الأرض عن طريق عملية الترشيح يساهم في تغذيه التكاوين تحت السطحية مما يؤدي بالتالي إلى ارتفاع نسبه المياه الجوفية داخلها. وقد قدرت كميات المياه التي تهدر باتجاه البحر بنحو ١٢٦٥ مليون م^{٣} سنوياً وذلك يشكل ٦٢% من مجموع سيول المملكة، وللاستفادة من هذه السيول أنشأت الدولة ممثلة في وزارة الزراعة والمياه(وزارة المياه والكهرباء حالياً) عدد كبير من السدود مثل سدود وادي جازان، سدود وادي فاطمة، سد وادي أبها.

تعتبر الاستفادة من المياه السطحية في المملكة محدودة وغالبا ما تكون مقصوراً على زراعة بعض المحاصيل في المناطق التي تجري فيها السيول أضافه إلى الاستفادة من المياه المخزونة خلف السدود في الري كما في منطقة جازان.


Alluvial Aquifers
Showing the location of areas where alluvial deposits are water bearing.
Scale Approximately 1:10,000,000
0 200 400 Kilometers
0 100 200 400 Miles
Qurayyat
Rafha
Tabuk
Qaysumah
Hail
ARABIAN SEDIMENTARY ARABIAN SHIELD
Buraydah
Dhahran
Riyadh
Madinah
Yanbu
Yabrin
Jeddah
Taif
Sufayyil
Bishah
Sharawrah
Jizan
Explanation
ALLUVIAL AREAS
Red Sea Coast
Taif-Faidhat Mislah
Asir-Dawasir
Asir-Najran
South Tuwayq
Birk-Nisah-Sahba
North Tuwayq
Rimah-Batin
Nafud-NE Frontier
Sirhan
Adapted from Ministry of Agriculture and Water, 1979

٢ - مياه العيون والأفلاج Springs

تعرف العيون بانها الأماكن التي تظهر فيها الماه متدفقة على السطح دون جهد بشري، وتوجد أنواع من العيون التي صنعها الإنسان كالدبول ومجاري المياه والأفلاج، وعادة ما تستغل مياه العيون في ري المزارع، ومن أمثلة العيون الطبيعية عيون وادي فاطمة والليث والاحساء ومن العيون الصناعية أفلاج سلطنة عمان وعين زبيدة.

تعتمد استمرارية العيون على توفر التغذية الدائمة من الأمطار والسيول كما أن الصيانة الجيدة والتنظيف الجيد للقنوات التحت سطحية من الرواسب يحافظ على جريان الماء في هذه العيون.

يوجد في المملكة الكثير من العيون (أنظر الشكل) التي يختلف معدل تصريفها من بضعة لترات في الثانية إلى أكثر من ألف لتر في الثانية، كما تختلف نوعية مياهها من عذبة (ملوحتها أقل من ٥٠٠ ملجم /لتر) الى مالحة (تزيد ملوحتها عن ٥٠٠٠ ملجم/لتر).

توقف تدفق بعض العيون في المملكة مثل عيون وادي فاطمة وخليص وغيرها وذلك لعدة أسباب منها :

١ - انخفاض معدل هطول الأمطار مما قلل كميات التغذية.
٢ - الزيادة الكبيرة في معدلات الضخ من الآبار مما أدى إلى هبوط منسوب الماء.
٣ - إهمال تنظيف مجاري العيون والدبول من الطي والرمال.
٤ - وجود بدائل أخرى أقل تكلفة وأكثر إنتاجا متمثلة في الآبار.

وقد تم تقسيم العيون إلى الأنواع التالية :

١ - **العيون الطميية Alluvial Springs**: تتركز في أودية الدرع العربي وتنشأ عند تقاطع المستوى الماء الجوفي مع سطح الأرض وذلك في حالة كون الرواسب الوديانية ذات سمك بسيط ، ومن أهمها عيون وادي نعمان، خليص ووادي فاطمة ووادي الصفراء وينبع والعلا.

٢ - **العيون الشقية Fracture Sprigs**: تنبع من الشقوق والصدوع التي تقطع الصخورالنارية والمتحولة، ويكثر هذا النوع في مناطق الجبال والمنحدرات وخاصة في المناطق الجنوبية ومن أمثلتها العيون التي توجد في مناطق النماص وتنومه وجبال الكر بالطائف.

٣ - **العيون تحت البازلتية Sub-basaltic Springs**: توجد في المناطق التي تحتوي على لابات بازلتية (حرات) مثل منطقة المدينة وخيبر والكامل، ومن أمثلتها عين الزرقاء التي كانت تجري من تحت حرة رهط.

٤ - **عيون حفر الماليل Solution Springs**: عبارة عن عيون تنبع نتيجة لهبوط طبقات الصخور بفعل المحجاليل المائية الجوفية وتأثيرها على الرواسب القابلة للذويان مثل صخور الحجر الجيري والدلوميت والجبس والهاليت ومن أمثلتها عيون الخرج والأفلاج التي تنبع مياهها من الأحجار الجيرية التابعة لمتكوني العرب والهيت.

٥ - **العيون بين الطبقية Interstratigraphic Sprigs**: تنبع هذه العيون من خلال التراكيب الطبقية ومستويات تطبيق الصخور الرسوبية كما هو الحال في مناطق الإحساء والقصيم وتبوك، ففي القصيم تنبع العيون من خلال طبقات متعاقبة من صخور الحجر الرملي والطفل وحجر الجير التابع لدهر لحياة القديم (متكوني الخف والساق).

٦ - **العيون الأرتوازية Artesian Springs** : تنبع هذه العيون عندما يكون مستوى السطح البيزومتري في الخزانات الجوفية أعلى من مستوى سطح الأرض. توجد مثل هذه العيون في مناطق دومة الجندل وسكاكا.

٣ - المياه الجوفية تحت السطحية Shallow Groundwater

تتكون المياه الجوفية تحت السطحية عندما تترسب مياه الأمطار عبر مسام التربة إلى باطن الأرض بحيث تحفظ في طبقات تعرف باسم المكامن المائية Aquifers، وترتبط عمليه ترسيب المياه السطحية إلى باطن الأرض بعده عوامل منها طبيعة السطح (نفاذيه التربة، تشبع التربة، ميل سطح الأرض) كميه المطر ومده هطول الأمطار ووجود الغطاء النباتي.

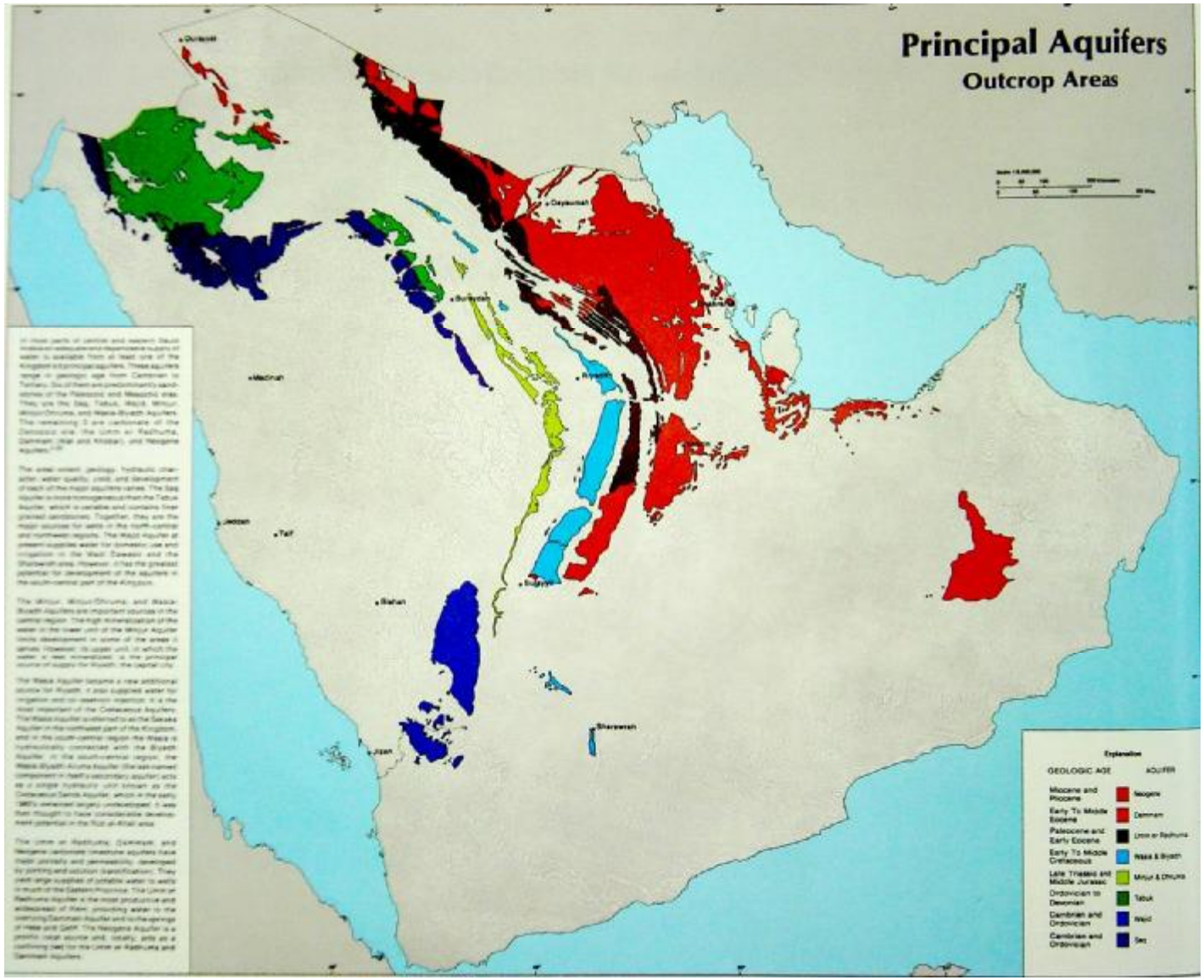
ومن أهم المناطق الغنية بالمياه الجوفية تحت السطحية الأودية وخاصة تلك الموجودة في مناطق الدرع العربي حيث تكون الدورة الهيدرولوجية نشطه مقارنة بباقي مناطق المملكة. وتعتبر الشقوق الموجودة في صخور الجبال المحيطة بالاوديه من أهم المنافذ لوصول مياه الأمطار إلى باطن الرواسب السطحية التي تملا مكامن الأودية المختلفة، وعاده ما تختزن تلك المياه في الرواسب الوديانيه اضافة الى الجزء العلوى المجوى أو المتشقق من صخور القاعدة. ويكون عمق مستوى الماء الجوفي غالبا في حدود بضعه أمتار – ٢٥ متر، ويختلف ذلك العمق من فتره لأخرى حسب كميات التغذية والتصريف. ويتم الحصول على هذه المياه القريبة من السطح عن طريق حفر ابار يدوية قطرها كبير مغلفة بالحجارة أو بصبات خرسانية تمنع ردمها. ويختلف عطاء هذه الآبار من عشرات ألي مئات الأمتار المكعبة في اليوم الواحد ونوعيه مياهها تختلف من العذبة (ملوحتها عده مئات أجزاء في المليون) إلى المالحة (عشرات الآلاف من الأجزاء في المليون). وتستخدم مياه الآبار في الري وأحيانا للشرب في القرى والأرياف وخاصة في مناطق عسير والباحة والطائف .

٤ - المياه الجوفية العميقة Deep Groundwater

تعتبر التكاوين الرسوبية الحاملة للماء والتي تشكل جزءاً من الصخور الطبقية هي المصدر الرئيسي للمياه الجوفية حيث ان هذه الخزانات الجوفيه تحوي بين ثناياها كميات كبيره من المياه الصالحة للاستهلاك . تقدر مساحة المنطقة المغطاة بهذه الصخور الرسوبية بحوالي ١.٥ مليون كم^{٢} ويبلغ سمكها حوالي ٥٥٠٠م، وتختلف كميات ونوعيات وأعماق المياه الجوفية من مكان إلى آخر ومن طبقه لأخرى ، ومن المحتمل عدم العثور على تكوين معين الا في منطقه معينه، فمتكون الساق مثلا لايوجد في الرياض اوفي المنطقة الشرقية ، ومتكون المنجور موجود في الرياض ولا يوجد في القصيم، وربما ينتج تكوين مائي في منطقه ما ويكون جاف في منطقه أخرى ، وقد يكون التكوين متدفقاً في منطقه ما بينما يحتاج الى الحصول على الماء من نفس التكوين الى مضخات في منطقه أخرى . يوجد في المملكة عشرون تكوينا حاملا للمياه، تسعة منها رئيسية (وهي تكاوين الساق والوجيد وتبوك والمنجور والبياض والوسيع وأم رضمة والدمام والنيوجين) والاخرى ثانوية (أهمها تكاوين الجوف والخف والجلح وضرماء وسكاكا والعرمة). وتختزن تلك التكاوين مياها جوفية كافية وصالح للاستهلاك وهي تغطي مساحات شاسعة من المملكة .

والتكوين المائي هو عبارة عن نوع من الصخور القادرة على نقل وتخزين المياه بسبب مساميتها ونفاذيتها العالية. لتحديد حجم المياه المختزنه داخل التكوين المائي يجب التعرف على حدود ذلك التكوين أفقيا وراسيا ومعرفة خواصه الهيدروليكية (وهي النفاذيه ، النقولية ، ومعامل التخزين) كذلك ينبغي تحديد مصادر وكميات التغذية اضافة الى مناطق وكميات التصريف من المتكون.

ترتكز التكاوين المائية الرسوبية في المملكة على صخورالدرع العربي الغير منفذة و تنحدر تدريجيا من الغرب الى الشرق، ولهذه الخاصية أهمية في تشكيل الآبار الارتوازية كما كان الحال في منطقة الإسياح بالقصيم. تغذى التكوينات الرسوبية عن طريق منكشفاتها السطحية الا ان كميات هذه التغذية الحالية قليله جد نظرا لقلة الأمطار، وتقدر أعمار المياه الجوفية في الصخور الرسوبية بأكثر من ٢٠٠٠٠ - ٣٠٠٠٠ سنه عندما سادت الفترات المطيرة بيئة المملكة في ذلك الوقت.


Principal Aquifers
Outcrop Areas
Explanation
GEOLOGIC AGE
AQUIFER
Miocene and Pliocene
Neogene
Early To Middle Eocene
Dammam
Paleocene and Early Eocene
Umm er Radhuma
Early To Middle Cretaceous
Wasia & Biyadh
Late Triassic and Middle Jurassic
Minjur & Dhruma
Ordovician to Devonian
Tabuk
Cambrian and Ordovician
Wajid
Cambrian and Ordovician
Sarc

اولا: التكاوين المائية الرئيسية

١ -تكوين الساق Saq Formation

يمتد هذا التكوين من شمال غرب المملكة (الحدود الأردنية – السعودية) حتى نفوذ السر جنوبا ويبلغ امتداده ١٢٠٠كلم وتبلغ مساحة منكشفه حوالي ٦٥٠٠٠ كم^{٢} ومساحة جزؤه المحصور ١٦٠٠٠٠كم^{٢} وسمكه ٦٠٠م ويتكون من الأحجار الرملية التابعة لعصر الكمبري ويغطي صخور القاعدة بينما يعلوه طفل تابع لتكوين تبوك (القصيم) الا ان أجزاءه الجنوبية تغطيه متكون الخف، وحجر رمل الساق متماسك وقد يحتوي على حبيبات ناعمة وهو يخلو من الطفل وقاعدته تحتوى على حصى ذات أحجام كبيرة. يمتاز هذا التكوين بوفرة مائه وعذوبتها ويقدر عمر الماء في المتكون بحوالي ٢٢الى ٢٨ الف سنة.

قدرت اعلى قيمه لنقوليه الساق في القصيم حوالي ٢٣٠٠ م^{٢}/يوم واقل قيمه حوالى ٣٥م^{٢}/يوم اما في منطقة تبوك فيتراوح معامل النقولية مابين ٧٧٧م^{٢}/يوم الى ٣٢٨٣ م^{٢}/يوم، اما معامل التخزين بالقصيم فيبلغ حوالي ١٠x١.٣$^{-٣}$ في المناطق غير المحصورة و١٠x٢.٥$^{-٥}$ في المناطق المحصورة منه. تستخرج المياه من الساق بحفر ابار انبوبية اعماقها من١٥٠ الى ١٥٠٠متر والمتوسط ٤٠٠-٥٠٠ متر.

ويتغذى الساق بواسطة هطول الامطار على منكشفه الواقع شمال المملكة وقدرت كمية التغذية بحوالي ٢٣٠مليون م^{٣} /سنة ومن السيول حوالي ٢٠ مليون م^{٣}/سنة، وتعد مياه الساق من النوعية الجيدة حيث يتراوح معدل اجمالي الأملاح الذائبة فيها من ١٠٠٠-١٢٠٠ملجم/لتر، وتتكون غالبيتها من كلوريد الصوديوم وقد تزيد تراكيز الكربونات والكالسيوم في بعض المواقع.

تغذي مياه الساق مناطق تبوك والقصيم وحائل والعلا وتيما حيث يتم حفر عدد كبير من الآبار العميقه والتي غالبا مايتم رفعها بواسطة وسائل ميكانيكية متطورة.

٢ -تكوين الوجيد Wajid Formation

يوجد هذا التكوين في وسط وجنوب المملكة ويظهر منكشفة لمسافة ٣٠٠كلم جنوبا من وادي الدواسر وبعرض لا يزيد عن ١٠٠كلم وحدوده الشرقية غير معروفه ولكن يعتقد وجوده تحت صخور الربع الخالي وجزؤه المحصور يمتد الى الجنوب حيث انه موجو في الابار المحفورة في شروره جنوب الربع الخالي ونظرا لوجوده فوق صخور القاعدة مباشرة فيعتقد ان عمر الوجيد مماثل لعمر الساق بالحنوب ، بالرغم من انه يعتقد ان عمر الوجيد كمبري – اردوفيشي، ويعلو الوجيد تكويني الفاو أو الخف وفي بعض المناطق تغطيه صخور جيرية جوراسيه. يبلغ اقص سمك له ١٠٠٠متر ويقل سمكه شمال وادي الدواسر حتى ٢٠٠متر، ويكتون الوجيد من حجر رمل مع بعض الدلوميت والكونجلوميرات والحجر الرملي متجانس وذو نفاذية عالية وضعيف التماسك.

ومن اختبارات الضخ تم الحصول على معامل نقولية بين ٩٢-١٨١٤ م^{٢}/يوم في منطقة وادي الدواسر ، ومعامل تخزينه يتراوح بين ١٠X٢$^{-٤}$ الى ١٠x٤$^{-٤}$ وقدرت اعمار ماء الوجيد بـ ٢٠٠٠٠سنة .

ويعتبر حجر رمل الوجيد من اهم الخزانات الجوفية في المملكة ، فهناك العديد من الابار الارتوازية التي تخترق هذا المتكون خاصة في السليل والخماسين وشرورة وتتميز مياه الوجيد بانها جيده وصالحه للشرب والري حيث تقل كمية الاملاح الذائبة فيها عن ١٠٠٠ملجم/ لتر وغالبية الايونات الموجودة بها عبارة عن SO_4 /Ca /Na /Ca . وقد قدر حجم المخزون في اعلى ٢٥متر المشبعة غير المحصورة حوالي ٣٠ الف م^{٣}، كما قدر حجم التغذية المباشرة من الأمطار حوالي ١١٤مليون م^{٣} سنويا.

٣- تكوين تبوك Tabuk Formation

يمتد هذا التكوين من داخل حدود الاردن في الشمال الى جنوب بلدة العمار جنوب القصيم وينكشف على سطح الارض بمساحة ٧٧٠٠٠كم^{٢} وعمره اردوفيشي سفلي-ديفوني سفلي، وهو عبارة عن تتابع سميك من الطفل وحجر الغرين وحجر الرمل مع بعض الجبس والاحجار الجيرية ويتكون من ثلاث طبقات حاملة للمياه من الاحجار الرملية وهي :-

١- تبوك العلوي (عضو الطويل)
٢- تبوك الاوسط
٣- تبوك السفلي

ويفصل بين هذه الطبقات الحاملة للماء ثلاث طبقات من الطفل وهي :-

١- طفل قصيباء (بين تبوك العلوي والأوسط)
٢- طفل رعان (بين تبوك الأوسط والسفلي)
٣- طفل حنادر (تحت تبوك السفلي)

ويوجد تبوك العلوي في منطقة الجوف فقط أما تبوك السفلي والأوسط فهما موجودان في مناطق تبوك وحائل والقصيم ويختلف سمك تكوين تبوك من منطقة لاخرى تبعا لوجود جميع اجزائه او بعضا منها، ويبلغ سمكة ١٠٧٠م ويوجد ويوجد منكشفه في مناطق تبوك وتيماء وحائل والقصيم ويعتبر من أغنى التكوينات الحاملة للماء بالمملكة .

وتختلف الخصائص الهيدروليكية لتكوين تبوك من مكان لاخر ويتغير وضعه من غير محصور الى محصور في مناطق قريبه من بعضها البعض بسبب وجود طبقات الطفل، فمعامل النقولية لتبوك العلوي تبلغ ٦٠ م^{٢}/يوم ويتراوح معامل النقولية لتبوك الاوسط ١٤٧ م^{٢}/يوم في تبوك و٨٦ م^{٢}/يوم في القصيم، اما تبوك السفلي فمعامل النقولية له يتراوح من ٩ م^{٢}/يوم في تبوك الى ٣٥ م^{٢}/يوم في القصيم، و معامل التخزين ٦.٧x١٠$^{-٤}$.

مياه تبوك السفلي والاوسط هي من نوع Cl-Na-Ca وتتراوح ملوحتها بين ٥٠٠- ٦٠٠ ملجم/لتر في تبوك وتزيد الملوحة تدريجيا كلما اتجهنا للقصيم شرقا. ويبلغ عمر المياه في متكون تبوك اكثر من ثلاثين الف سنة وتم تقدير المخزون بحوالي ١٣٠٠مليون م^{٣} (تقدير عام ١٩٧٩م).

٤- تكوين المنجورMinjur Formation

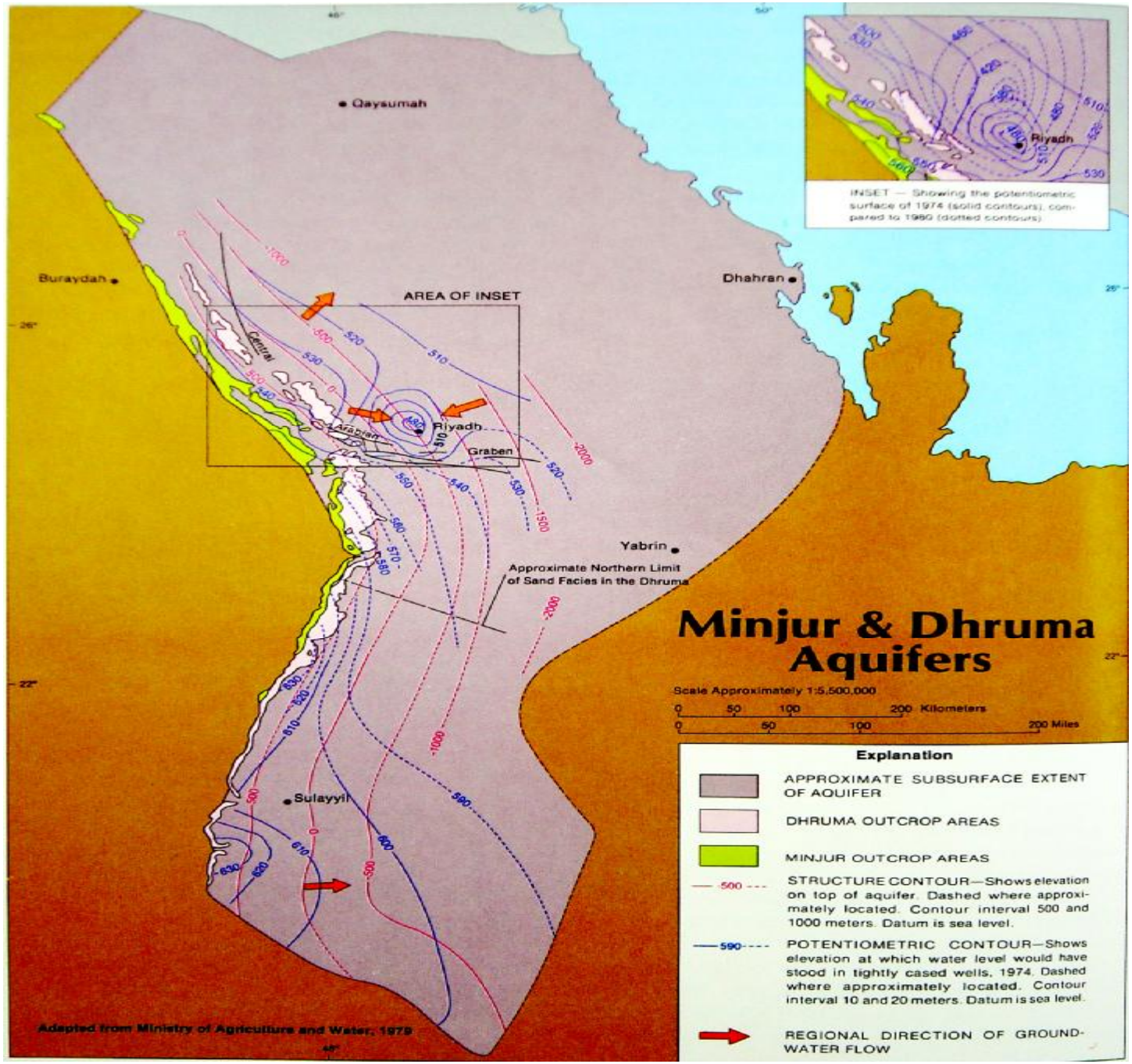
يظهر منكشف هذا التكوين الى الغرب من جبال طويق غرب مدينة الرياض وتبلغ مساحة منكشفه نحو ٦٥٠٠كم^{٢} وهو من العصر الترياسي العلوي، قاري الترسيب، يعلو جزءه المحصور تكوين مرات الذي يتكون اساسا من الطفل الاحمر. يبلغ سمك التكوين ٤٠٠م و يقل هذا السمك الى الشمال والجنوب بدرجة كبيرة ليصل في بعض المواقع الى ١٥٠ متر، وقد وجد تكوين المنجور على اعماق تتراوح بين ١٢٠٠ الى ١٤٠٠ متر تحت سطح الارض في مدينة الرياض وتميل طبقاته ناحية الشرق – والشمال الشرقي بمعدل ١٥٠م / كلم.

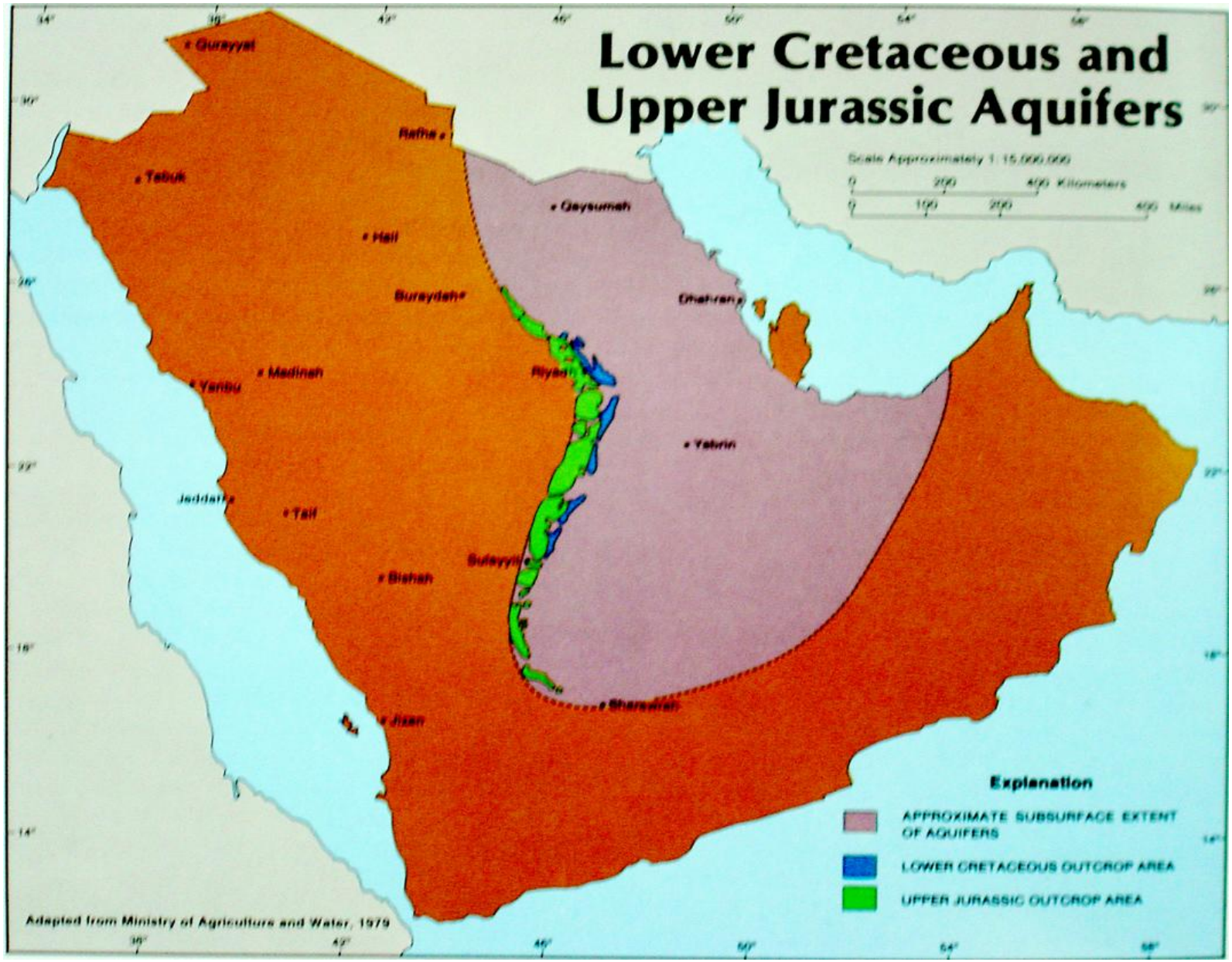
يتكون المنجور من طبقات من الاحجار الرملية ذات حبيبات خشنه الى خشنه جدا تتخللها طبقات رقيقه من الاحجار الجيرية والطفل وتمثل الاحجار الرملية من ٦٠-٧٠% من سمك الطبقة الحاملة للماء ويوجد اسفل المنجور تكوين الجلح الذي يتكون من الاحجار الرملية.

يعتبر المنجور واحد من الخزانات الجوفية المهمة ذات المياه الغزيرة في المملكة حيث تخترقه الكثير جدا من الابار في منطقة الرياض وما حولها وهو ذو مسامية ونفاذية عالية جدا. وتختلف خصائصه الهيدروليكية بدرجة كبيرة من مكان لاخر ففي منطقة الرياض تتراوح قيمة النقولية بين ١٤٧-٦٢٢م^{٢} /يوم والنفاذية تتراوح من ٢-١٤م/يوم ومعامل تخزينه ١.٣x١٠$^{-٤}$.

تتفاوت نوعية مياه المنجور من عذبة الى شديدة الملوحة وتتراوح كمية الاملاح الذائبة في بعض المواقع من ٤٠٠- ٥٨٠٠ ملجم/لتر وقد بدات كمية الاملاح الذائبه في الزيادة قطرا لكثافة الضخ.

قدرت كمية المخزون في التكوين عام ١٩٧٩م ب١٠x١.٧ ^{١٤} م^{٣}، يتغذى المنجور بواسطة هطول الامطار على منكشفه وقدرت كمية التغذية بحوالي ٨٥مليون م^{٣} سنويا على امتداد منكشفه.


Qaysumah
Buraydah
Dhahran
AREA OF INSET
Central
Arabian
Riyadh
Graben
Yabrin
Approximate Northern Limit of Sand Facies in the Dhruma
Sulayyil
Minjur & Dhruma Aquifers
Scale Approximately 1:5,500,000
0 50 100 200 Kilometers
0 50 100 200 Miles
Explanation
APPROXIMATE SUBSURFACE EXTENT OF AQUIFER
DHRUMA OUTCROP AREAS
MINJUR OUTCROP AREAS
500
STRUCTURE CONTOUR—Shows elevation on top of aquifer. Dashed where approximately located. Contour interval 500 and 1000 meters. Datum is sea level.
590
POTENTIOMETRIC CONTOUR—Shows elevation at which water level would have stood in tightly cased wells, 1974. Dashed where approximately located. Contour interval 10 and 20 meters. Datum is sea level.
REGIONAL DIRECTION OF GROUNDWATER FLOW
INSET — Showing the potentiometric surface of 1974 (solid contours), compared to 1960 (dotted contours)
Riyadh
Adapted from Ministry of Agriculture and Water, 1979


Lower Cretaceous and Upper Jurassic Aquifers
Scale Approximately 1:15,000,000
0 200 400 Kilometers
0 100 200 400 Miles
Gurayyat
Rafha
Tabuk
Qaysumah
Hail
Buraydah
Dhahran
Madinah
Yanbu
Riyadh
Yabrin
Jeddah
Taif
Sulayyil
Bishah
Sharawrah
Jizan
Explanation
APPROXIMATE SUBSURFACE EXTENT OF AQUIFERS
LOWER CRETACEOUS OUTCROP AREA
UPPER JURASSIC OUTCROP AREA
Adapted from Ministry of Agriculture and Water, 1979

٥ - تكوين البياض Biyadh Formation

يمتد تكوين البياض على شكل شريط هلالي من وادي الدواسر جنوبا حتى وادي العتش شمالا لمسافة ٦٥٠كلم وبيلغ عرض منكشفة ٥٠كلم في وادي الدواسر. وتوجد اجزاءه المحصورة المغطاه بمختلف الرسوبيات في المنطقة الشرقية والشمالية الشرقيه والربع الخالي وتمتد داخل حدود قطر والكويت والعراق، ومعظم اجزائه المحصورة مغطاه بالاحجار الرمليه لتكوين الوسيع وفي معظم المناطق خاصة في المنكشفات لا يمكن الفصل بين البياض والوسيع حيث يكونان وحدة مائية واحدة، يحد البياض من الأسفل تكوين البويب المكون من الاحجار الجيرية مع الاحجار الرملية والطفل.

تكوين البياض قاري الاصل من العصر الطباشيري الاسفل ويتكون اساسا من حبيبات الرمل والاحجار الرملية مع طبقات رقيقة من الطفل والمارل والدلومايت والحجر الحديدي وتتغير السحنة في اتجاه الشرق من احجار رملية الى رمليه طفلية الى احجار جيريه. يبلغ اقصى سمك للمتكون ٦٢٥متر ويقل سمكة كلما اتجهنا شمالا.

تبلغ قيمة معامل النقولية في وادي نساح ٨٦م^{٢}/يوم، أما قيمه معامل التخزين ١.٢x١٠$^{-١}$ وتتراوح قيمه النفاذيه من ١-٨م /يوم.

نوعية الياه في المتكون مالحة الى شديدة الملوحة وتبلغ كمية الاملاح الذائبة قرب المنكشف حوالي ١٥٠٠ملجم/لتر بينما تصل الى اكثر من ٦٠٠٠ملجم/لتر في المنطقة الشرقية، اما في منطقه الخرج فان المياه ذ ات نوعيه جيده وتبلغ الاملاح الذائبه حوالي ٥٥٠ –٩٠٠ ملجم/لتر.

يستغل تكوين البياض في مناطق الخرج ووادي السهبا ووادي نساح وخريص.

٦ - تكوين الوسيع Wasia Formation

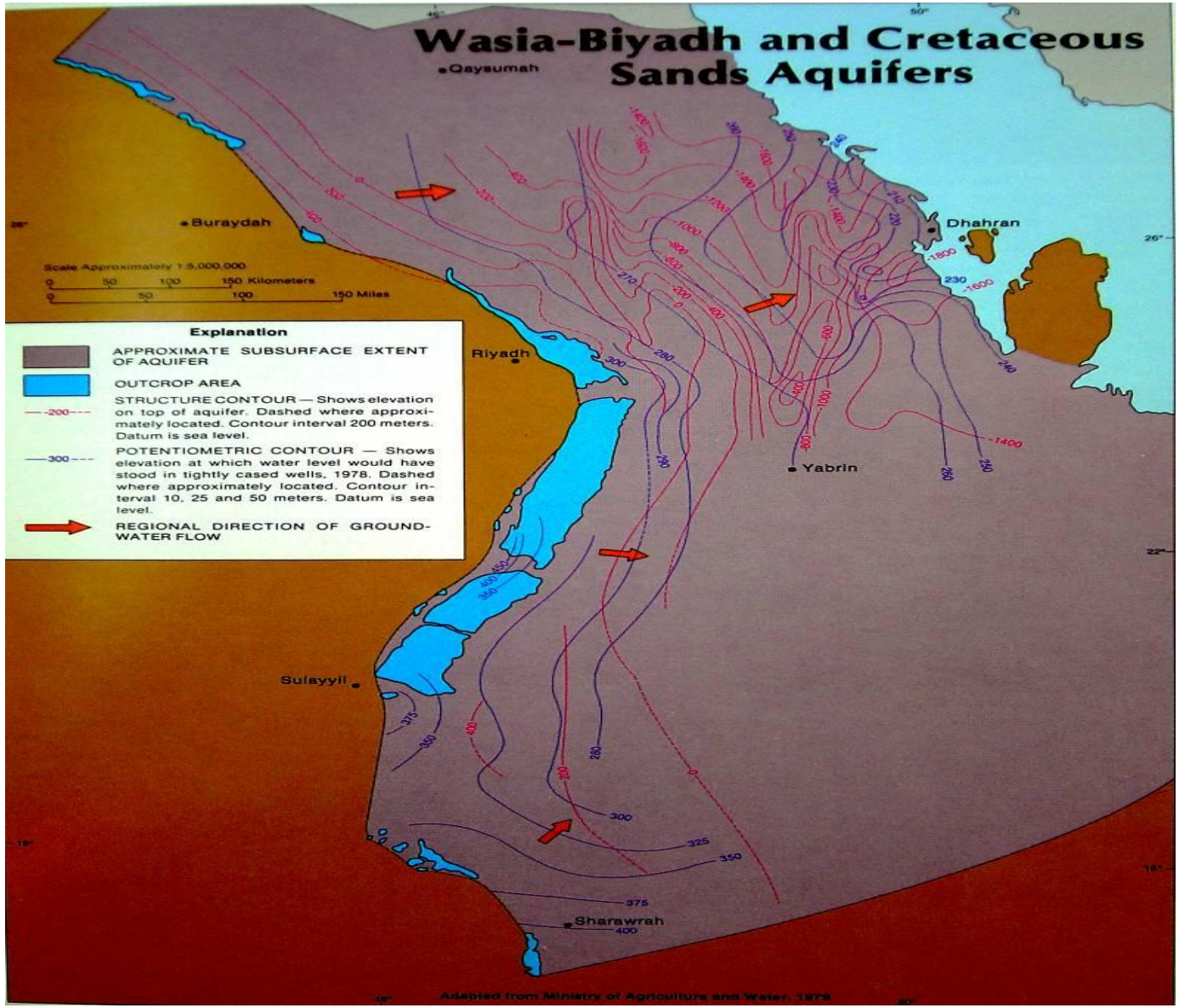
يوجد منكشف الوسيع في شكل مقطع كامل في خشم الوسيع الواقع شمال وادي السهبا عند خط العرض ٢٣ ٢٤ ° شمالا وخط الطول ٣٢ ٤٧ ° شرقا ، يمتد منكشف الوسيع مسافة ١٤٦٠كم على شكل شريط هلالي من شمال وادي الدواسر حتى النفوذ الكبير بالشمال حيث يختفى تحت كثبانه ثم يظهر على سطح الارض ثانية وينكشف بالقرب من سكاكا حيث يعرف بحجر رمل سكاكا، وعرض منكشفة ضيق ما بين ٥-١٠كم ويعلوه احجار جيرية تابعة لتكوين العرمة. يشكل متكونا البياض والوسيع وحدة مائية واحدة ويعتبر من خرانات المياة الجوفية الممتازة في المملكة العربية السعودية.

متكون الوسيع قاري الاصل ترسب في العصر الطباشيري الاوسط ويتكون من حبيبات رملية غير متماسكه متوسطة الى خشنة ذات مسامية تتراوح بين ٣٠-٤٠%. يتراوح سمك التكوين عند منكشفه بين ٢٠٠-٢٣٠م ويزداد سمكه تجاه الشمال حتى يبلغ ٢٨٥م بالقرب من سكاكا، اما سمك الجزء المحصور فهو مختلف من مكان لاخر ويتراوح بين ٢٠٠-٣٢٥م ويبلغ اقصى سمك له في الجنوب ٦٠٠م تحت الربع الخالي.

يغذى المتكون مع متكون البياض منطقة الرياض ومدينة الملك خالد العسكرية في حفر الباطن وقدر مجموع ما يستخرج من هذه التكوين بواقع ٧٥ مليون م^{٣}.

تختلف الخصائص الهيدروليكية اختلافا كبيرا من موقع لاخر حيث حسب معامل النقولية في موقع حقل ابار الوسيع شرق الرياض ووجد انه يتراوح من ١٧٣٠-٥١٨٠م^{٢}/يوم، اما معامل التخزين فيبلغ ٢x١٠$^{-٤}$.

اختلفت تقديرات الباحثين حول حجم المخزون في تكون الوسيع ووجد ان متوسط التقديرات فى حقل ابار الوسيع حوالي ٥٧٠٠٠ مليون م^{٣}. تختلف نوعية المياه من مكان لاخر وتبلغ كمية الاملاح الذائبة عند المكشف حوالي ١٠٠٠-٣٠٠٠ملجم/لتر، بينما تبلغ في ابار مدينة الملك خالد العسكرية في حفر الباطن ٩٠٠ملجم/لتر. قدرت كمية التغذية السنوية للتكوين من مياه الامطار والسيول حوالي ٤١٩مليون م^{٣}.


Wasia-Biyadh and Cretaceous Sands Aquifers
Qaysumah
Buraydah
Riyadh
Dhahran
Yabrin
Sulayyil
Sharawrah
Scale Approximately 1:5,000,000
0 50 100 150 Kilometers
0 50 100 150 Miles
Explanation
APPROXIMATE SUBSURFACE EXTENT OF AQUIFER
OUTCROP AREA
-200
STRUCTURE CONTOUR — Shows elevation on top of aquifer. Dashed where approximately located. Contour interval 200 meters. Datum is sea level.
300
POTENTIOMETRIC CONTOUR — Shows elevation at which water level would have stood in tightly cased wells, 1978. Dashed where approximately located. Contour interval 10, 25 and 50 meters. Datum is sea level.
REGIONAL DIRECTION OF GROUNDWATER FLOW
Adapted from Ministry of Agriculture and Water, 1979

٧- تكوين أم رضمه Umm-Radhuma Formation

سمي بهذا الاسم نظرا لوجود جزئه العلوي في آبار أم رضه الواقعة على بعد ٦٥ شمال شرق الارطاوية. يمتد منكشف التكوين لمسافة ٢٠٠ كلم من الحدود العراقية شمالا وحتى وادي الدواسر جنوبا بعرض يتراوح بين ٥٠-٠ ١٢٠ كم.

يعلو هذا التكوين تكوين العرمة الذي يتشكل من أحجار جيرية ودولوميت بينما تغطية أحجار جيرية طباشيرية تتبع متكون الرس أو تكوين الدمام وراسب العصر الرباعي. تتكون طبقات أم الرضمه من صخور حجر الجير والدلوميت ويتراوح عمره بين الباليوسين والايوسين السفلي من دهر الحياه الحديثة، ويختلف سمك هذا التكوين من مكان لآخر ويبلغ حوالي ٤٩٠ م في المنطقة الشرقية.

يعتبر تكوين أم الرضمة من أهم الخزانات الجوفية العذبة في المملكة حيث أن حجر الجير النقي ذو خصائص هيدروليكية لا مثيل لها في غيرها من التكاوين المائية فمساميته عالية ونفاذيته جيدة جدا إضافة ألي وجود العديد من الشقوق والكهوف اتحت سطحية التي تكونت بسبب إذابة الصخور الجيرية. يميل تكوين أم رضمه الي الانسياب الارتوازي التلقائي على طول ساحل الخليج العربي وفي المناطق المنخفضة.

تختلف الخصائص الهيدروليكية لتكوين أم رضه من موقع لآخر تبعا لجيولوجية ذلك الموقع وكثافة الشقوق الموجودة في صخور المتكون ولذا فهو متكون غير متجانس، وتتراوح قيمة معامل النقولية بين ٣.٥-٩٥٠م^{٢} /يوم ويتراوح معامل التخزين بين ١٠x٥$^{-٥}$ – ١٠$^{-٣}$. وهناك اتصال هيدروليكي مستمر بين تكوين أم رضمه والطبقات التي تعلوه مثل الدمام أو النيوجين.

يستغل تكوين أم رضمه في مدينة الظهران وفي حرض للري وفي مناطق استخراج البترول كما يستغل في البحرين، وقدرت كميات المخزون المؤكدة بحوالي ١٠x١.٦^{٤} مليون م^{٣}.

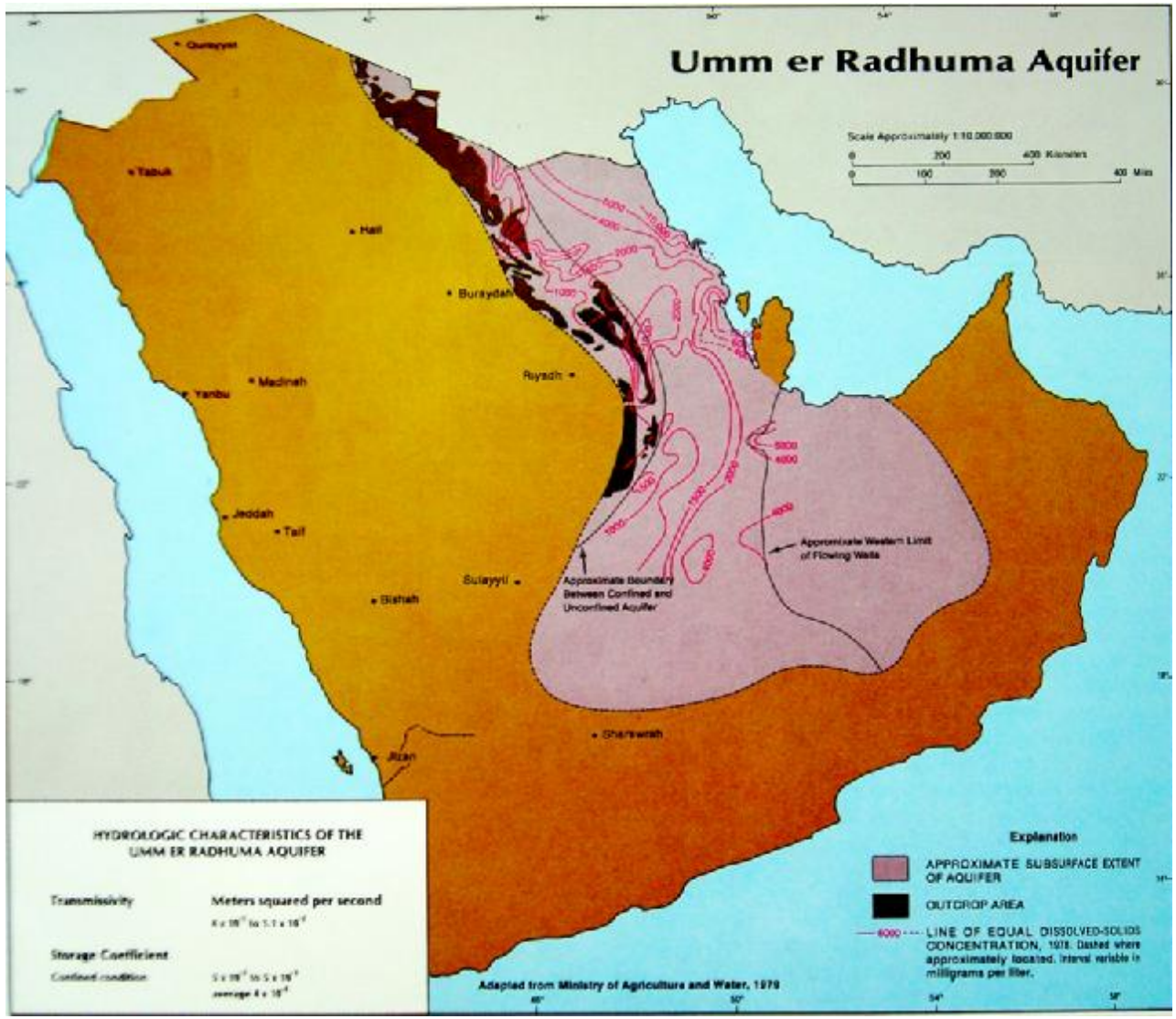
تؤثر عوامل عديدة على نوعية مياه أم رضمة منها نوعية مياه التغذية المتسربة والمعادن القابلة للذوبان في الصخور اضافة الى الى تداخل مياه البحر في المناطق الساحلية . ويبلغ متوسط مجموع الأملاح الذائبة حوالي ١٠٠٠ملجم/ لتر في المنكشف إلا أنها تسوء في المنطقة الساحلية لتصل إلى اكثر من ٤٠٠٠ملجم/لتر. قدرت كمية اتغذية بحوالي ٢٤٠٥مليون م^{٣} بعضها من مياه الأمطار والسيول والباقي يأتي من تسرب الخزانات الجوفية.

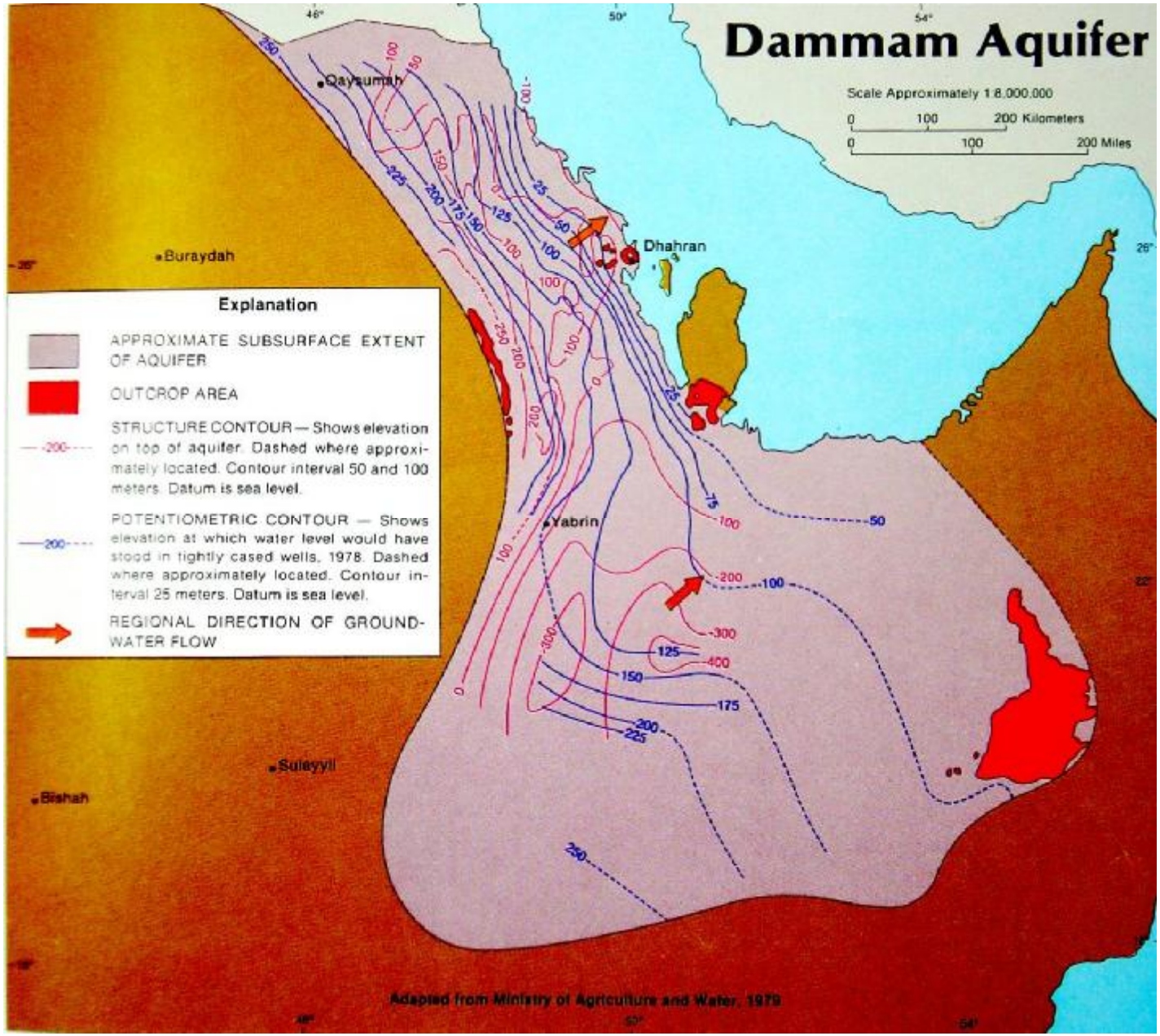
٨- تكوين الدمام Dammam Foration

يظهر هذا التكوين حول قبة الدمام ويمتد إلى ١٨٠ كلم ويظهر منكشفة في مناطق عديدة في الربع الخالي ووادي السهباء ويبلغ مساحة منكشفة ٢٠٠٠كم^{٢} وهو من عصر الأبوسين الأوسط، ذو أصل بحري يوجد تحت تكوين الرس ويعلوه تكوين النيوجين، ويتألف من خمس طيقات اثنتان منها تحمل الماء وهي طبقة العلاة(العليا) وطبقة الخبر(السفلى) ويصلهما طبقة من المارل. يبلغ أقصى سمك للمتكون في الدمام ٢٣.٥م ويزيد سمكه ليبلغ ٥١م قرب قطر.

تتكون طبقة العلاة من الحجر الجيري الدلوميتي المسامي وفي أسفله طبقة مارل بينما تتكون طبقة الخبر من الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي ، وتسفله طبقة مارل، وقد تعرضت الطبقتان لعوامل تعرية كيميائية ونتج منها شقوق وفجوات في كلتا الطبقتين مما أدى إلى زيادة نفاذيتها، وهناك اتصال مائي طبيعي بين الطبقتين وصناعي ناتج عن حفر الآبار خلال الطبقتين دون حجب إحداهما عن الأخرى. وجد أن معامل النقولية لطبقة الخبر في الشمال (حفر الباطن) ٢٣٧م^{٢}/يوم ومتوسط معامل التخزين حوالي ٣.٨×١٠$^{-٤}$.

ويستغل تكوين الدمام في المنطقة الشرقية والبحرين لأعراض الشرب الزراعية وتتراوح نوعية مياه التكوين من متوسطة إلى رديئة، وتسوء نوعيتها كما اتجهنا شرقاً أو جنوباً، ففي الغرب تبلغ ١٠٠٠ ملجم/لتر، بينما في المناطق الساحلية تصل ٦٠٠٠ ملجم/لتر، وقدرت كمية المخزون في الأجزاء غير المحصورة بحوالي ٥٠٠٠ مليون م^{٣}، بينما قدرات التغذية السنوية بحوالي ٢٠٠مليون م^{٣}.


Umm er Radhuma Aquifer
Scale Approximately 1:10,000,000
0 200 400 Kilometers
0 100 200 400 Miles
Qurayyat
Tabuk
Hail
Buraydah
Madinah
Yanbu
Riyadh
Jeddah
Taif
Bishah
Sulayyil
Approximate Western Limit of Flowing Wells
Approximate Boundary Between Confined and Unconfined Aquifer
Sharurah
Jizan
HYDROLOGIC CHARACTERISTICS OF THE UMM ER RADHUMA AQUIFER
Transmissivity
Meters squared per second
Storage Coefficient
Confined condition
Explanation
APPROXIMATE SUBSURFACE EXTENT OF AQUIFER
OUTCROP AREA
LINE OF EQUAL DISSOLVED-SOLIDS CONCENTRATION, 1978. Dashed where approximately located. Interval variable in milligrams per liter.
Adapted from Ministry of Agriculture and Water, 1979


Dammam Aquifer
Scale Approximately 1:8,000,000
0 100 200 Kilometers
0 100 200 Miles
Qaysumah
Buraydah
Dhahran
Yabrin
Sulayyil
Bishah
Explanation
APPROXIMATE SUBSURFACE EXTENT OF AQUIFER
OUTCROP AREA
STRUCTURE CONTOUR — Shows elevation on top of aquifer. Dashed where approximately located. Contour interval 50 and 100 meters. Datum is sea level.
POTENTIOMETRIC CONTOUR — Shows elevation at which water level would have stood in tightly cased wells, 1978. Dashed where approximately located. Contour interval 25 meters. Datum is sea level.
REGIONAL DIRECTION OF GROUNDWATER FLOW
Adapted from Ministry of Agriculture and Water, 1979

٩ - تكوين النيوجين Neogene Formation

يرجع عمر هذا التكوين إلى عصر الميوسين والباليوسين وهو يعلو دون توافق تكوين الدمام ويوجد أعلاه رسوبيات العصر الرباعي، ويوجد في المنطقة الشرقية ويمتد من وادي الدواسر جنوباً حتى حدود المملكة شمالا، كما يمتد تحت رمال الربع الخالي ويغطي هضبة الصمان.

ينقسم التكوين إلى أربع طبقات وهي :

١- **متكون الهدروخ**: ويتكون من الطفل الطيني الأخضر وحجر الرمل الغريني الجيري والمارل الرمادي وبعض الجبس وحجر الجير الرملي، وهو يرتكز دون توافق على متكون الدمام ويبلغ سمكه حوال ٨٥ كم، وعمره يتبع المبوسين المبكر.

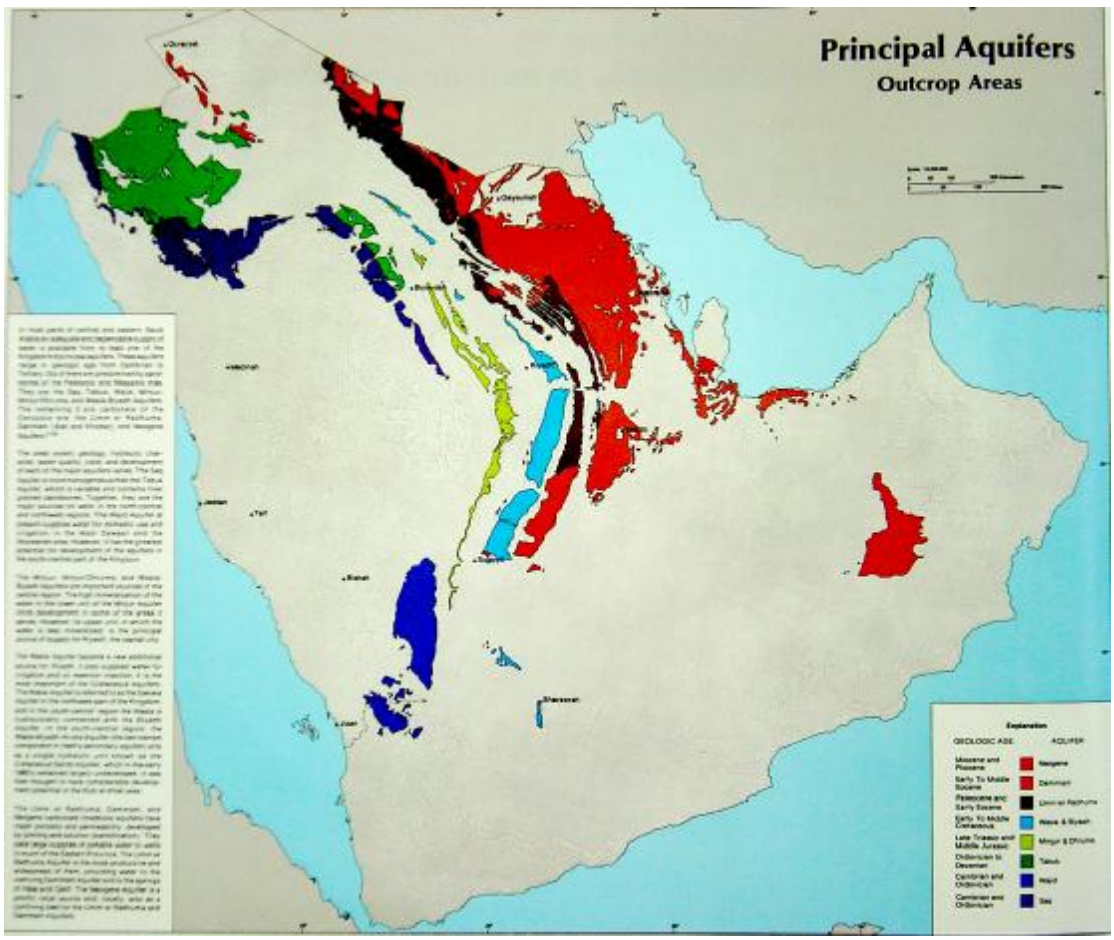
٢- **متكون الدام**: ويتكون من حجر الجير الرملي والمارل والطفل وقليل من حجر الرمل، ويعلو متكون الهدروخ وسمكه حوالي ٩٠م ويتبع عصر الميوسين الأوسط.

٣- **متكون الهفوف**: ويتركب من حجر رملي ومارل رملي وحجر جيري رملي وكونجلوميرات ويصل سمكه إلى ٩٥م. ويعلو متكون الدام، ويتبع عصر الميوسين المتأخر والبليوسين.

٤- **متكون الخرج**: ويتركب من حجر الجير والجبس وطبقات من الكونجلوميرات والحصى والرمل الجبسي، ويصل سمكه إلى ٢٨م ويتبع لعصر البليوسين.

يزيد سمك هذه المتكونات عن ٢٥٠م في المنطقة الشرقية ويقل كلما اتجهنا إلى الغرب. ويعد من التكوينات الهامة في منطقة الهفوف إذ يختزن كميات من كبيرة من المياه ومعظم مياه العيون والآبار في الإحساء تأتي من متكون النيوجين.

تختلف خصائص هذه التكوين تبعاً للتغير الكبير في سحنته ومدى وجود شقوق وكهوف به، في منطقة الهفوف يتراوح معامل النقولية بين ٦٠ – ٣٤٠٠م٢/يوم ومعامل التخزين ٢×١٠ ^{٤}. وتختلف نوعية المياه من مكان لآخر نظراً لاختلاف خواص الطبقات الحاملة لها، ولقربه من السطح حيث يتأثر مباشرة بمياه الأمطار ولتسرب مياه الري إلى داخل الأرض. تتراوح كمية الأملاح الذائبة في الهفوف بين ١٠٠٠ملجم/لتر، وتقدر كمية التغذية بحوالي ٣٢٨ مليون م^{٣} سنوياً.



ثانيا:التكاوين الثانوية الحاملة للماء

أ: التكاوين الرسوبية العميقة

١ - تكوين الجوف Jauf Formation

يتبع عصر الديفوني السفلى وتتكون طبقاته من صخور الطفل الغريني وحجر الرمل وحجر الجير والدلوميت، ويصل سمكه إلى ٣٠٠م. ويقع فوق متكون تبوك. وينكشف شمال شرق النفود ويمتد حتى الأردن. ويبلغ طول المنكشف ١٠٠كم، ويحتفظ هذا التكوين بكميات متوسطة من الماء. يستغل المتكون في منطقة الجوف، ويبلغ معامل النقولية له ٩٥م^{٢}/يوم، وملوحة مياهه ١٢٠٠ملجم/لتر.

٢ - تكوين الخف Khuff Formation

يتبع عصر البرمي العلوي ويتركب أساساً من حجر الرمل وحجر الجير والطفل، وينكشف على طول حزام ضيق يحاذي الحافة الشرقية للدرع العربي ويبلغ سمكه حوالي ١٧١م. يغطي الخف تكوين الساق في القصيم وصخور الدرع العربي في الوسط. تتراوح نوعية مياهه ما بين ٢٠٠٠ – ٣٠٠٠ ملجم/لتر في القويعية، وتستغل مياهه في مناطق الدوادمي والقويعية والقصيم ووادي الدواسر.

٣ - تكوين الجلح Jilh Formation

يتبع العصر الترياسي ويتكون من الأحجار الرملية والطفل وبعض الأحجار الجيرية، ويمتد منكشفه على هيئة شريط ضيق عرضه يتراوح بين ٨ - ١٢كم، ويعلو الجلح تكوين المنجور ويعلوه طفل سدير. يصل سمك الجلح إلى ٣٢٦م. حفرت عدة آبار في مدينة الرياض تخترق منكتشف الجلح إلا أن مياهها رديئة حيث بلغت ملوحته أكثر من ٦٠٠٠ ملجم/لتر في القصيم.

٤ - تكوين ضرماء Dhurmah Formation

يتبع للجوراسي الأوسط ويتكون من حجر الجير والطفل وتتغير سحنته إلى حجر رملي كلما اتجهنا إلى الشمال أو الجنوب. يمتد منكشفه لمسافة ٩٠٠ كم، ويصل سمك التكوين إلى ٣٧٥م. وهو يعلو متكون مرات ويسفل متكون طويق، ويعتبر من التكاوين المائية الجيدة حينما تسود السحنة الرملية.

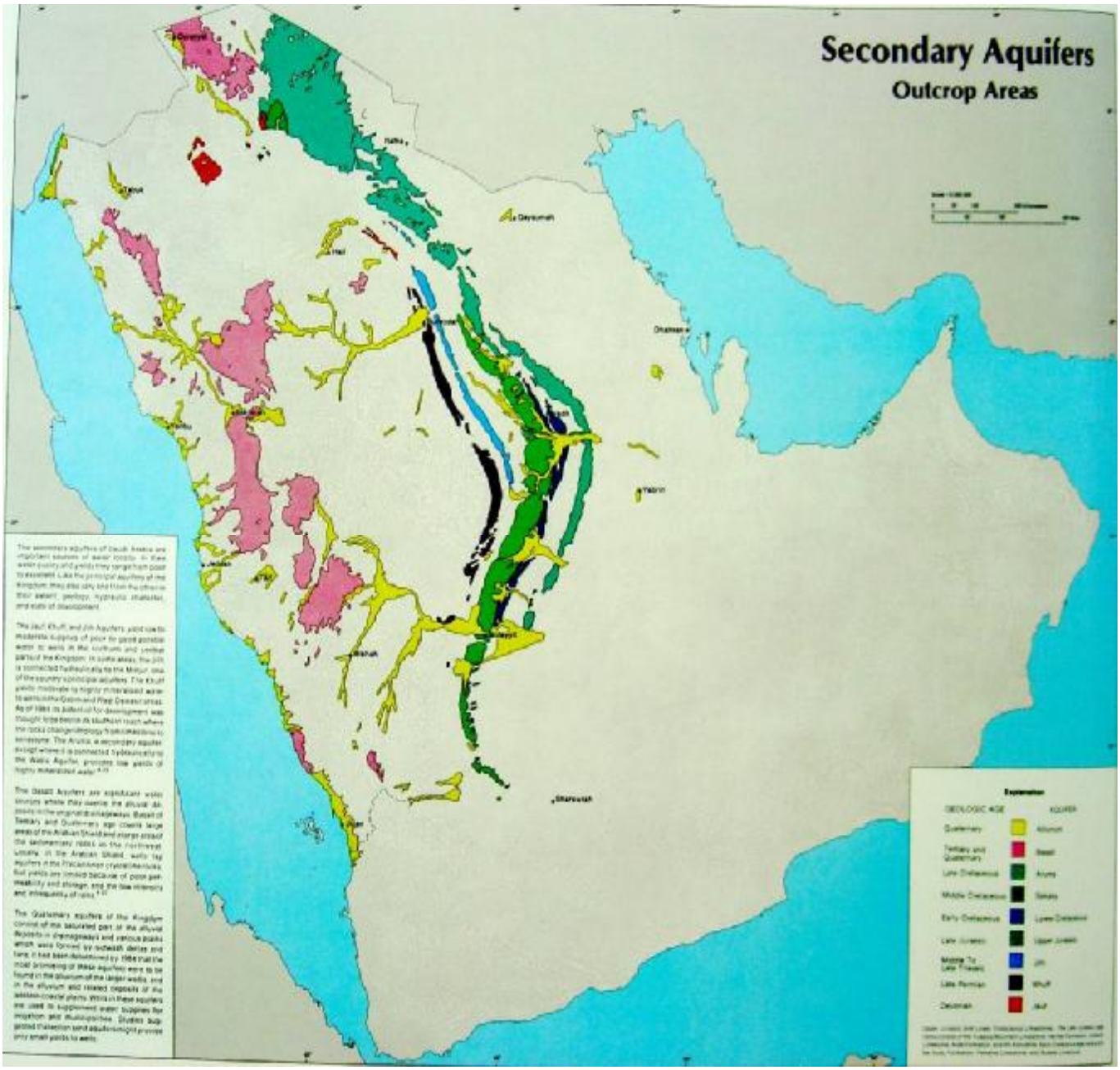
يستغل المتكون في وادي الدواسر والزلفى وتتراوح ملوحة مياهه بين ٤٠٠ – ٥٠٠٠ ملجم/لتر.

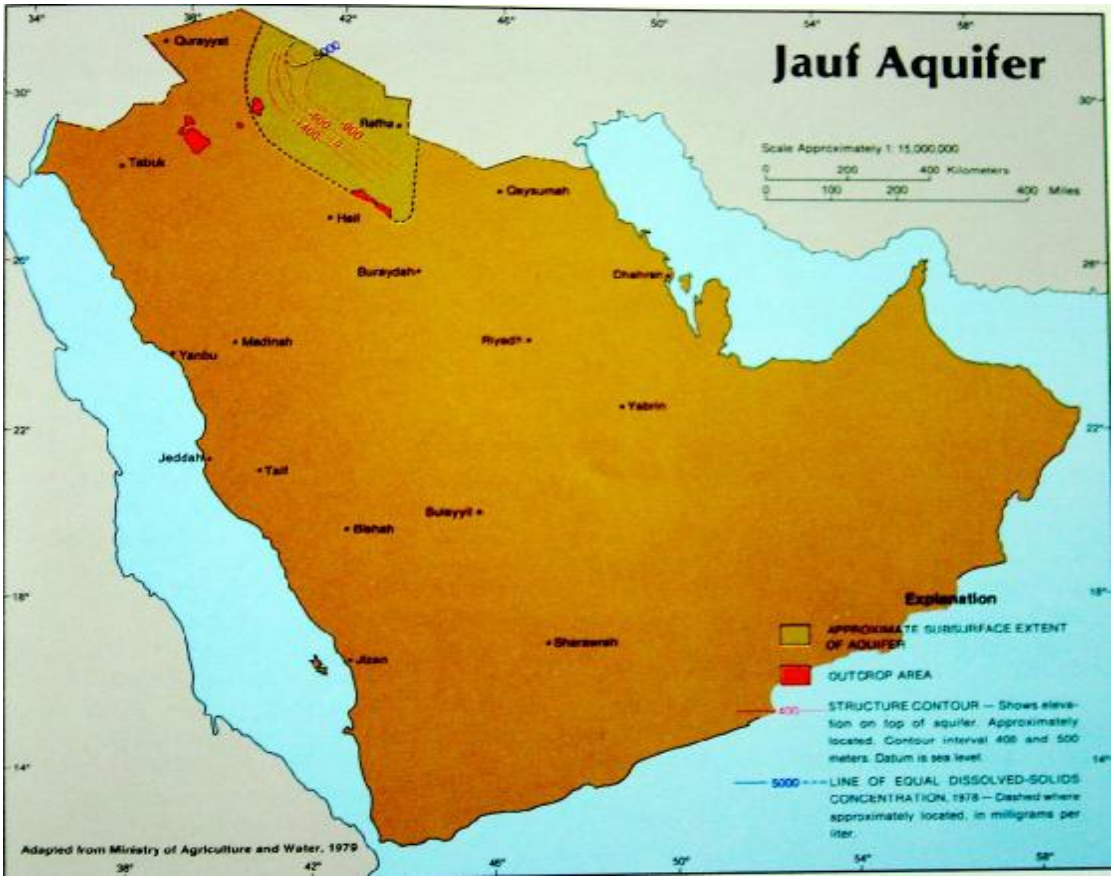
٥ - تكوين سكاكا Sakaka Formation

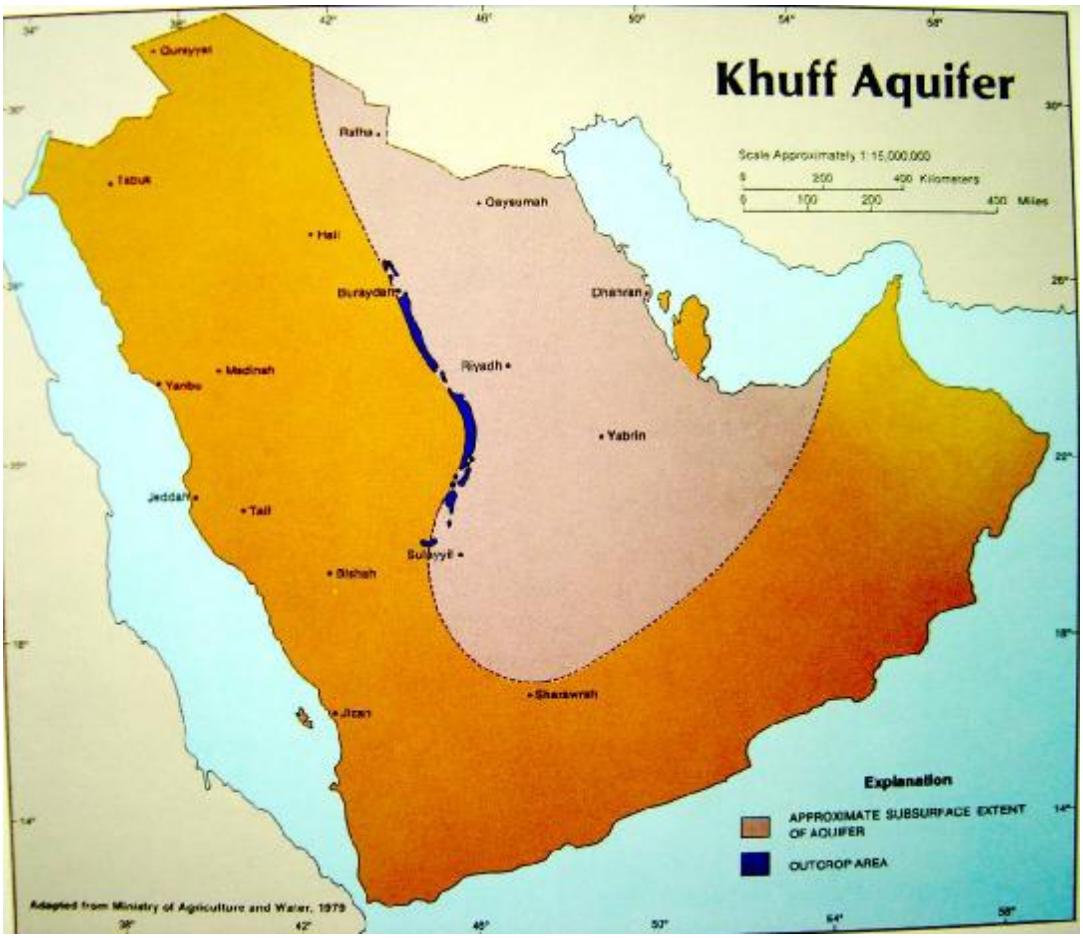
يتعبر العصر الكريتاوي (الطباشيري) الأوسط وهو عبارة عن أحجار رملية. المتكون له أهمية كبيرة في منطقة سكاكا وهو يتبع التكوين الوسيع.

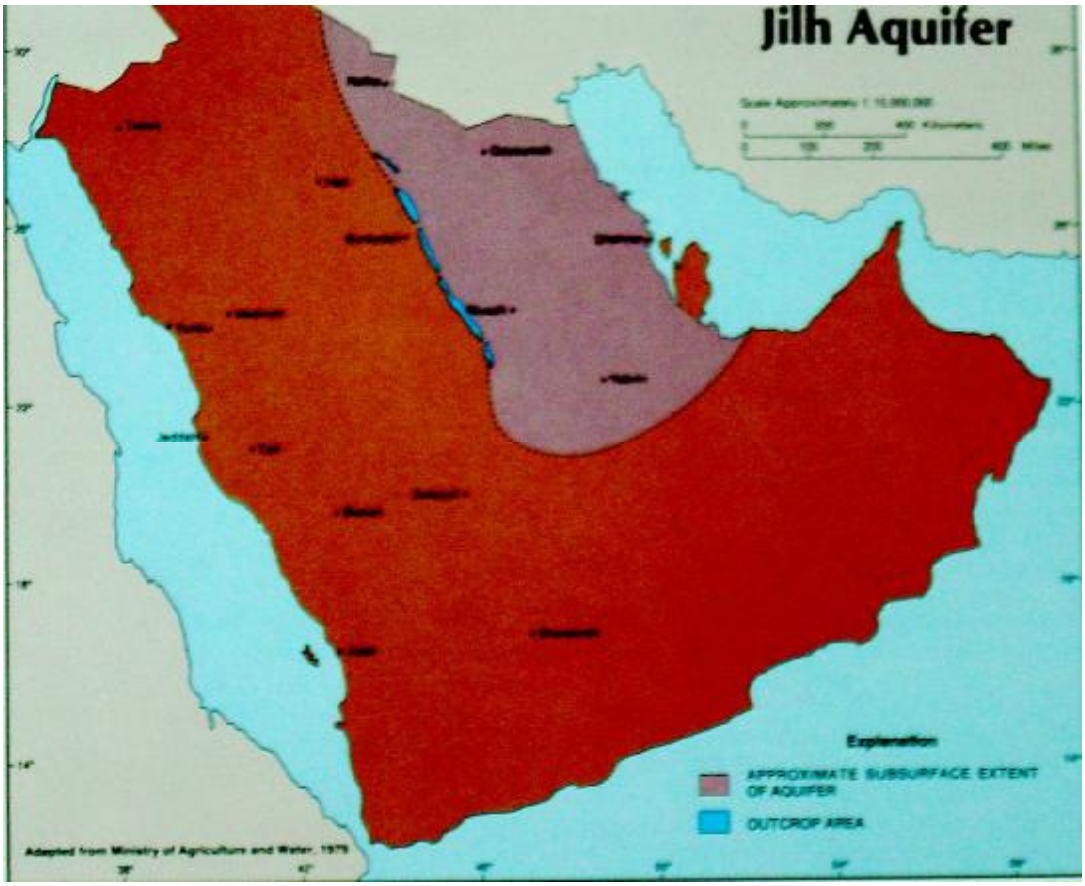
٦ - تكوين العرمه Aruma Formation

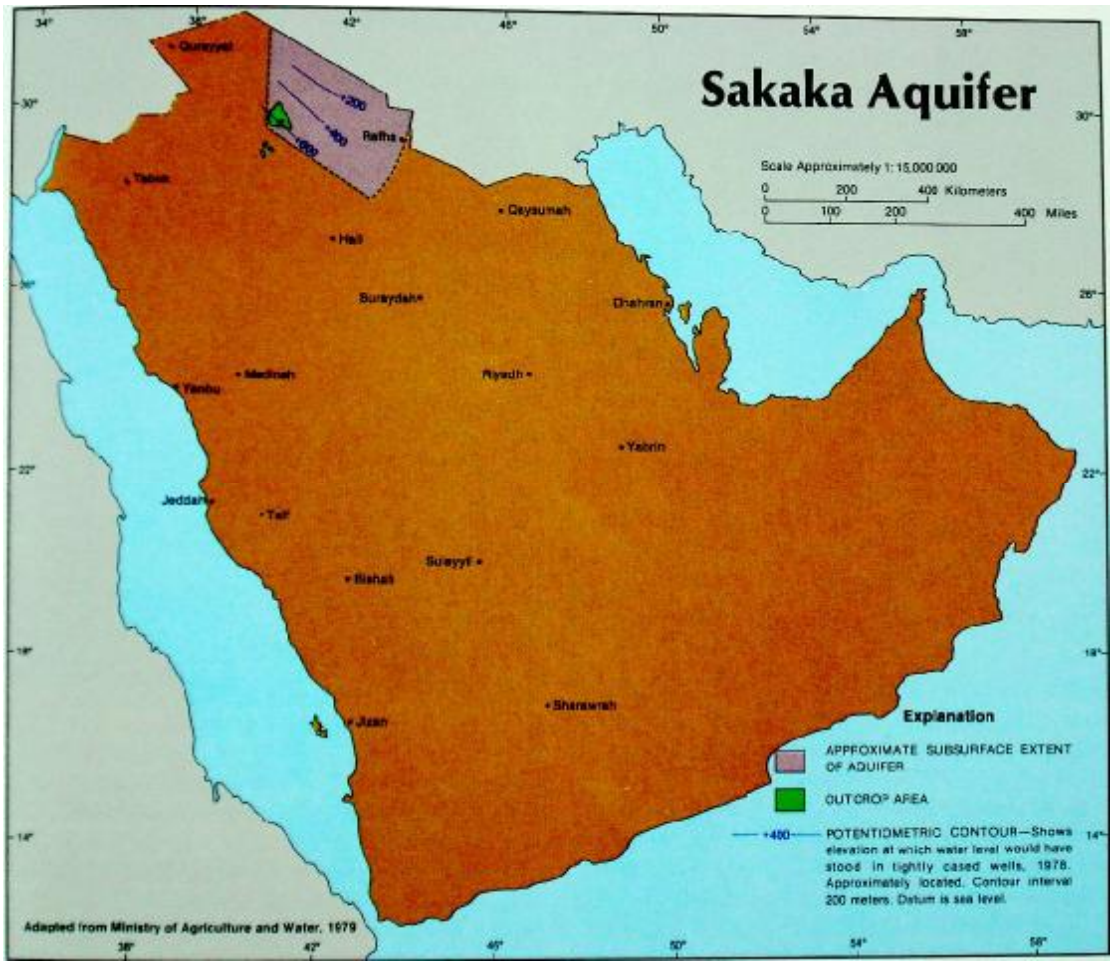
يتبع هذا التكوين العصر الكريتاوي العلوي ويوجد تحت تكوين أم رضمه وفوق الوسيع. ينكشف لمسافة ١٦٠٠كم من وادي الدواسر جنوباً حتى الحدود العراقية، ويتكون من الدلوميت والطفل مع بعض حجر الرمل ويصل سمكه إلى ١٤٢م. ويعتبر من التكاوين الجيدة وهو على اتصال بتكوين أم رضمه ولكنه أقل أهمية منه. مياه العرمة جيدة وتستغل في منطقة حفر الباطن وفي أجزاء من المنطقة الشرقية وفي رفحة وبدنه وتتراوح ملوحة مياهه بين ٨٥٠ – ٢١٠٠ ملجم/لتر.

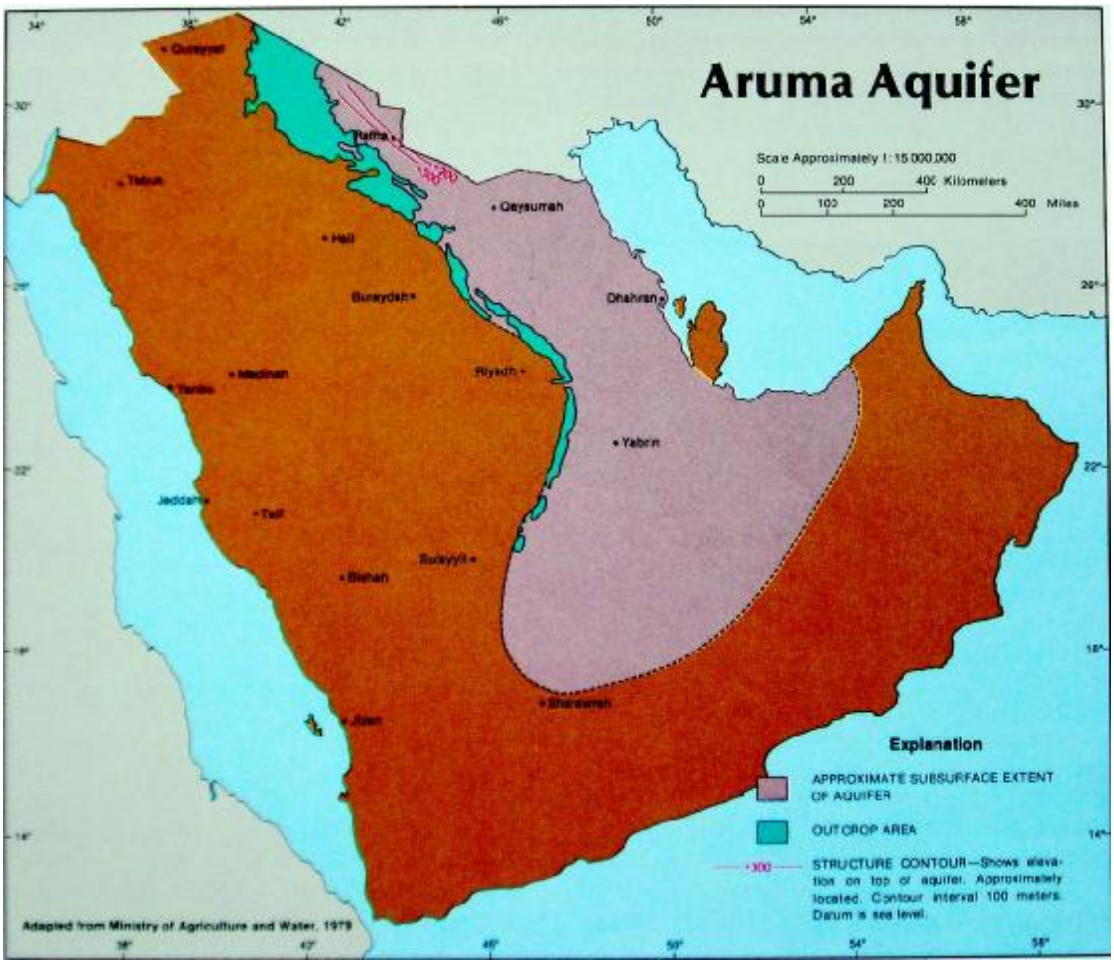

Secondary Aquifers
Outcrop Areas
Explanation
GEOLOGIC AGE
AQUIFER
Quaternary
Alluvium
Tertiary and Quaternary
Basalt
Late Cretaceous
Aruma
Middle Cretaceous
Wasia
Early Cretaceous
Lower Cretaceous
Late Jurassic
Upper Jurassic
Middle To Late Triassic
Jilh
Late Permian
Khuff
Devonian
Jauf


Jauf Aquifer
Scale Approximately 1:15,000,000
0 200 400 Kilometers
0 100 200 400 Miles
Qurayyat
Rafha
Tabuk
Qaysumah
Hail
Buraydah
Dhahran
Madinah
Riyadh
Yanbu
Yabrin
Jeddah
Taif
Sulayyil
Bishah
Sharawrah
Jizan
Explanation
APPROXIMATE SUBSURFACE EXTENT OF AQUIFER
OUTCROP AREA
STRUCTURE CONTOUR — Shows elevation on top of aquifer. Approximately located. Contour interval 400 and 500 meters. Datum is sea level.
5000
LINE OF EQUAL DISSOLVED-SOLIDS CONCENTRATION, 1978 — Dashed where approximately located, in milligrams per liter.
Adapted from Ministry of Agriculture and Water, 1979


Khuff Aquifer
Scale Approximately 1:15,000,000
0 200 400 Kilometers
0 100 200 400 Miles
Qurayyat
Rafha
Tabuk
Qaysumah
Hail
Buraydah
Dhahran
Madinah
Riyadh
Yanbu
Yabrin
Jeddah
Taif
Sulayyil
Bishah
Sharawrah
Jizan
Explanation
APPROXIMATE SUBSURFACE EXTENT OF AQUIFER
OUTCROP AREA
Adapted from Ministry of Agriculture and Water, 1979


Jilh Aquifer
Explanation
APPROXIMATE SUBSURFACE EXTENT OF AQUIFER
OUTCROP AREA
Adapted from Ministry of Agriculture and Water, 1979


Sakaka Aquifer
Scale Approximately 1:15,000,000
0 200 400 Kilometers
0 100 200 400 Miles
Qaysumah
Hail
Buraydah
Dhahran
Medinah
Yanbu
Riyadh
Yabrin
Jeddah
Taif
Bishah
Sulayyil
Sharawrah
Jizan
Explanation
APPROXIMATE SUBSURFACE EXTENT OF AQUIFER
OUTCROP AREA
+400 POTENTIOMETRIC CONTOUR—Shows elevation at which water level would have stood in tightly cased wells, 1978. Approximately located. Contour interval 200 meters. Datum is sea level.
Adapted from Ministry of Agriculture and Water, 1979


Aruma Aquifer
Scale Approximately 1:15,000,000
0 200 400 Kilometers
0 100 200 400 Miles
Explanation
APPROXIMATE SUBSURFACE EXTENT OF AQUIFER
OUTCROP AREA
STRUCTURE CONTOUR—Shows elevation on top of aquifer. Approximately located. Contour interval 100 meters. Datum is sea level.
Adapted from Ministry of Agriculture and Water, 1979
Qaysumah
Dhahran
Riyadh
Yabrin
Buraydah
Hail
Madinah
Tabuk
Jeddah
Taif
Bishah
Sharawrah
Jizan

ب: التكاوين المائية في الصخور البركانية (الحرات البركانية)

يحتوي الجزء الغربي من شبه الجزيرة العربية على عدة حقول من اللابات البركانية التي تزامن تكوينها مع تكوين أخدود البحر الأحمر الانكساري. والحرات هي المناطق التي يتكون سطحها من المصهورات التي خرجت من فوهات البراكين عندما كانت ثائرة. وقد غطت هذه التدفقات البركانية سطوح المناطق المتاخمة للبراكين بل في كثير من الأحيان أمتدت هذه التدفقات إلى مناطق بعيدة عن البراكين. وترتبط مساحات المناطق التي تنتشر فيها التدفقات البركانية بكمية المواد المقذوفة من البراكين إضافة إلى طبيعة انحدار السطح والتركيب الكيميائي للابا.

يوجد ١٣ حرة موزعة على طول الجزء الغربي من المملكة (انظر الشكل) تمتد لمسافة مئات الكيلومترات مثل حره الحره وحره خيبر وحره رهط. ومعظم هذه الحرات ذات تركيب بازلتي وبعضها يتكون من عدد من الطفوحات البركانية تبلغ ثلاثة أو أكثر. ونظرا لأهمية حرة رهط فسوف نناقش خصائصها الهيدروجيولوجية فيما يلي كمثال لباقي الحرات في المملكة.

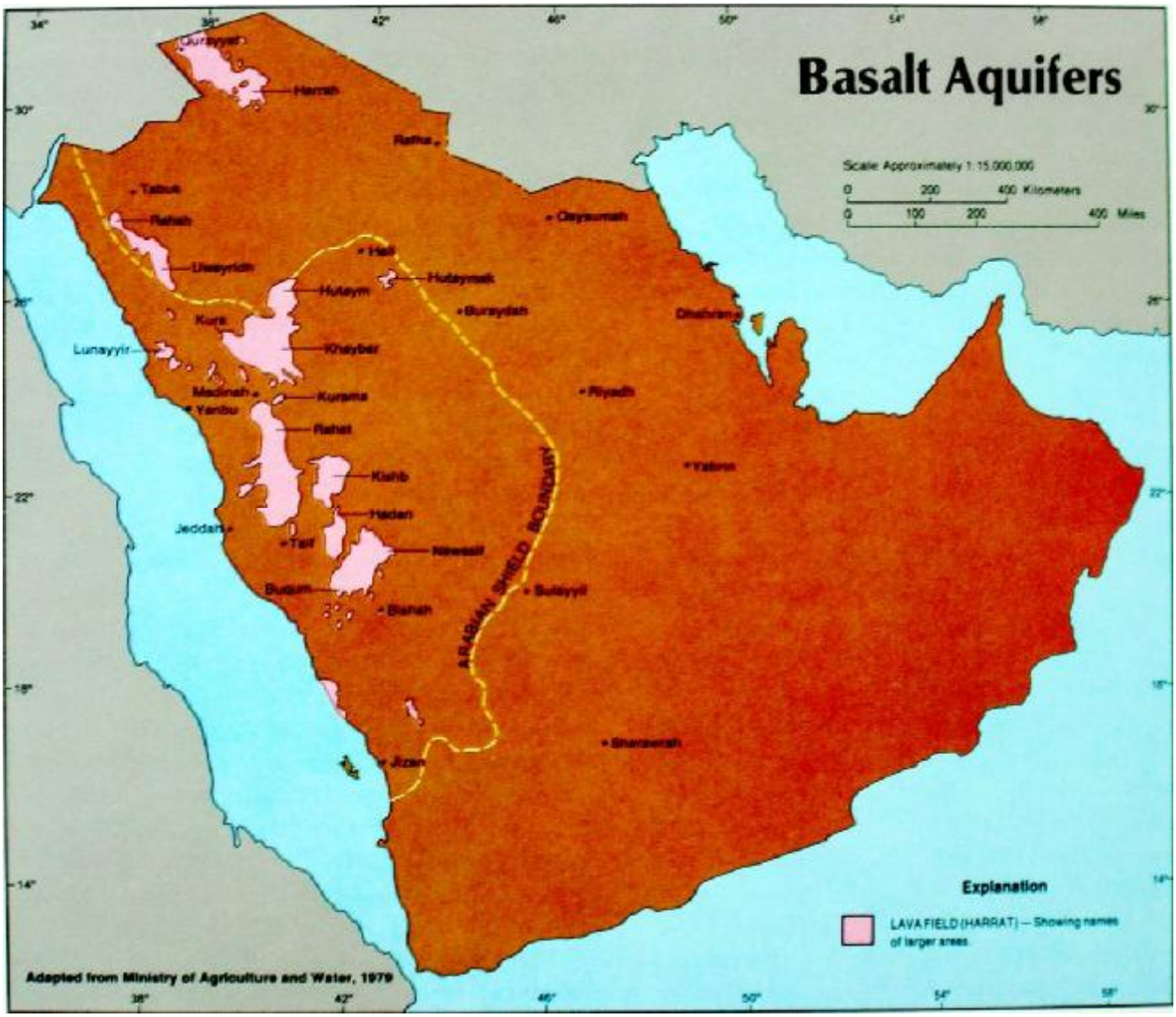
التكوين المائي في حرة رهط Harrat Rahat

تمتد حره رهط لمسافة تقرب من ٤٠٠ كلم من المدينة المنورة شمالاً وحتى مكة والطائف جنوباً، وتبلغ مساحتها ١٨٠٠٠كم^{٢} ويبلغ أقصى عرض لها حوالي ٦٠كم. تتكون الحره من أربعة لابات ذات سماكات مختلفة ويبلغ أقصى عمر لها حوالي ١١ مليون سنة بالنسبة لأقدمها إلى حوالي ٨٠٠ سنة بالنسبة للطفح الرابع والأخير.

تعتبر الحرات تكاوين مائية جيدة حيث تخزن المياه في المسام والفراغات الموجودة في الصخور والفواصل والشقوق والأجزاء المجواة أضاف إلى السطوح الفاصلة بين اللابات والرواسب الموجودة بين وتحت اللابات والتي تشكل أودية مدفونة تكونت نتيجة تغطية اللابا للأودية التي كانت موجودة في المناطق المنخفضة حول الفوهات البركانية.

تختلف نوعية التكاوين المائية في الحرة من غير محصورة إلى محصورة وشبه محصوره تبعاً لوجود صخور (لابات) صلبة ومتماسكة أو رواسب طينية أو رملية بين الحرات. تتغذى التكاوين المائية في الحرة بعدة طرق منها مباشر عن طريق تسرب مياه الأمطار التي تهطل على الحرة وأما بطرق غير مباشرة عن طريق تسرب مياه السيول أو عن طريق السريان تحت السطحي من خلال الأودية المدفونة. وتقدر نسبة المتسرب من مياه الأمطار إلى داخل التكاوين المائية بحوالي ٢–٤% (أي مايقدر ب١١ملم سنويا)، أما بالنسبة للخصائص الهيدرولكية فيتراوح معدل معامل النقولية في شمال الحرة بين ١٣– ١٣٠ م^{٢} /يوم، بينما يتراوح معامل التخزين بين ١.٤ × ١٠ $^{-٣}$ – ٤ ×١٠$^{-٣}$.

تتغير نوعية المياه في الحرة من جيدة في الجنوب والوسط (الملوحة حوالي١٢٠٠ ملجم/لتر) إلى مالحة جدا في منطقة المدينة المنورة (أكثر من ٦٠٠٠ ملجم/لتر)، وقد أدى السحب الكبير للمياه إلى زيادة ملوحتها وإلى إنخفاض مستوياتها بدرجة كبيرة من حوالي ١٥م تحت سطح الأرض قبل ٣٠ سنة إلى أكثر من ٥٠ م الآن، وتزيد كمية الضخ السنوية من الحرة بحوالي مرة ونصف عن كمية التغذية.


Basalt Aquifers
Scale Approximately 1:15,000,000
0 200 400 Kilometers
0 100 200 400 Miles
Harrah
Ratha
Tabuk
Rahah
Qaysumah
Hail
Uwayridh
Hutaym
Hutaymah
Buraydah
Dhahran
Kura
Khaybar
Lunayyir
Riyadh
Madinah
Yanbu
Kurama
Rahat
Yabrin
Kishb
Hadan
Jeddah
Taif
Nirwasi
Sulayyil
Bukum
Biahah
ARABIAN SHIELD BOUNDARY
Sharawrah
Jizan
Explanation
LAVA FIELD (HARRAT) — Showing names of larger areas.
Adapted from Ministry of Agriculture and Water, 1979

ج: التكاوين المائية في الرواسب الوديانية

تخترق صخور الدرع العربي العديد من أنظمة الأودية Drainage Systems والمكونة من عدد كبير من الشعاب والأودية الفرعية التي تصب في أودية كبيرة لها مجاري محددة تكونت على مدى ملايين السنين . وتختلف مساحات مناطق تجمع تلك الأودية من صغيرة إلى كبيرة جداً تبلغ آلاف الكيلومترات المربعة، كما تختلف سماكات الرواسب الوديانية التي تغطي قيعان تلك الأودية من بضع أمتار إلى عشرات الأمتار. تشكل كلا من الرواسب الوديانية المفككة التابعة للعصر الرباعي اضافة الى الأجزاء العلوية من صخور القاعدة (Basement rocks) المشققة والمجواة التكاوين المائية في تلك الأودية وبعض الصخور الرسوبية المتماسكة التابعة للعصر الثلاثي أو ماقبله والتي توجد في بعض الأحواض الوديانية كما في حالة أودية خليص وعسفان.

توجد مناطق تغذية الأودية عادة في مناطق مرتفعة في جبال السروات وتصب مياه الأودية أما في البحر الأحمر غربا أو في نفود ورمال الصحاري وسط المملكة.

ومن أهم أودية الدرع العربي التي تصب في البحر الأحمر فاطمة وخليص ونعمان ورابغ والحمض والليث وجيزان وأبها، أما الأودية التي تسيل شرقاً فأهمها أودية الرمة، الدواسر، رنيه. كما يوجد عدد من الأودية في وسط المملكة ومنها أودية حنيفة و السهبا ونساح.

وسوف نناقش ببعض التفصيل الخصائص الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية لوادي فاطمة كمثال لغيره من الأودية.

التكوين المائي في وادي فاطمة Wadi Fatima Aquifer

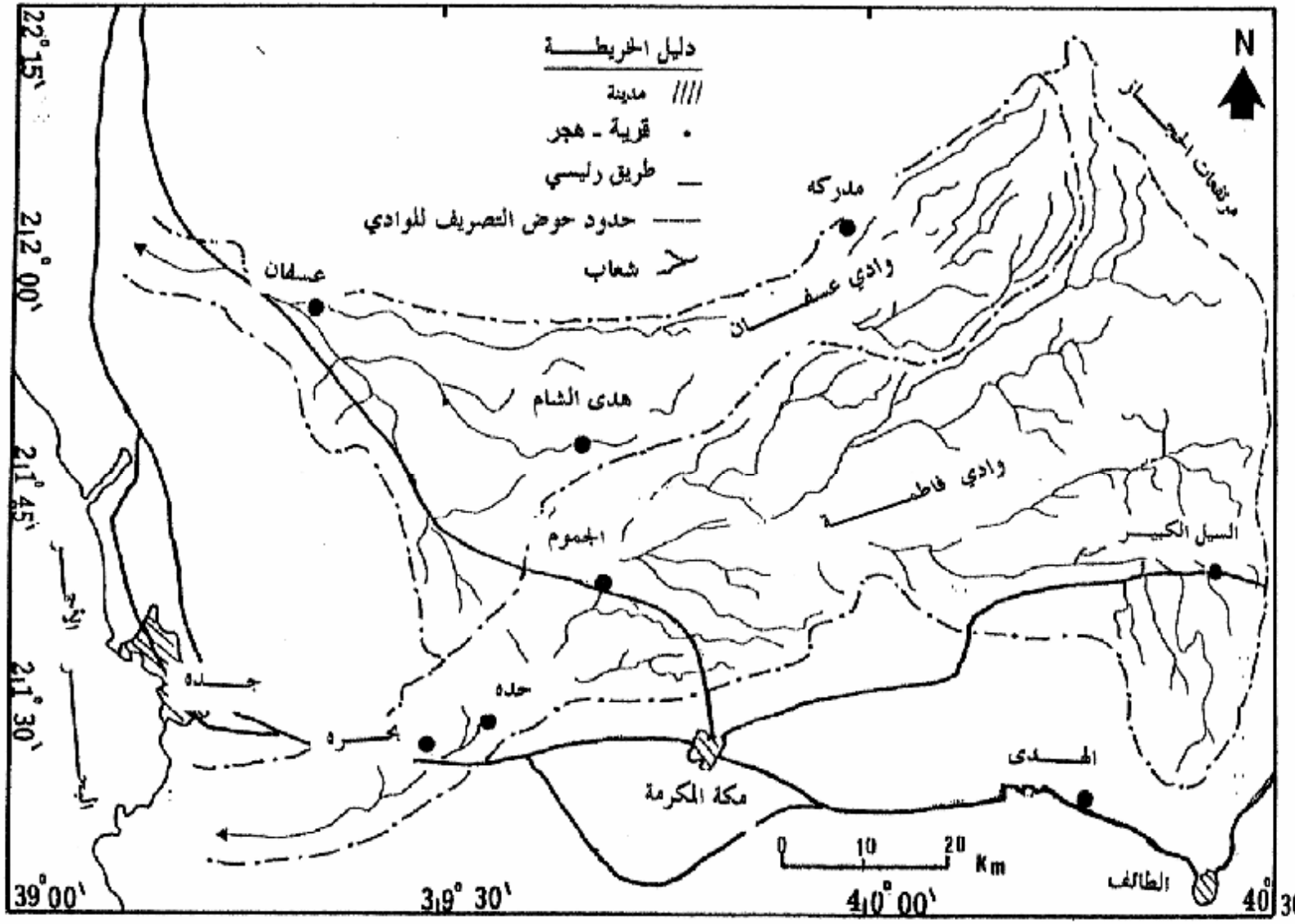
تبلغ مساحة حوض تعريف وادي فاطمة حوالي ٤٦٥٠كم^{٢} وتشمل عدد من الأودية الفرعية أهمها وادي اليمانية والشامية (انظر الشكل) التي تكون عند التقائها قرب منطقة المضق وادي بني عمير، توجد منابع الوادي في المرتفعات العالية (على ارتفاع حوالي ٢٠٠٠م فوق سطح البحر) المكونة للجرف الراسي السحيق Escarpment في جبال الهدا كما أن الاجزاء الشمالية من الوادي تبدأ من حرة رهط.

تتبع الصخور المحيطة بالوادي لمجموعة عرفات المكونة من صخور بركانية متحولة إضافة إلى تكوين فاطمة المتصدع. وتغطي قيعان الأودية رواسب مكونة من طمي ورمل وحصى تابعة للعصر الرباعي مختلفة السمك. في الجزء العلوي من الوادي (منطقة السيل الكبير) يتشكل المتكون من صخور جرانيتيه مجواه بدرجة كبير يبلغ سمكها ٤-٦م/ ويزيد سمك الرواسب الوديانية ليبلغ ٤٥م في منطقة الجموم، ويتفاوت سمك النطاق المشبع من ٣م في منطقة السيل الى ٤م في منتصف الوادي و٧.٥م في الجموم، وبصفة عامة فان هذا السمك يتغير تبعا لاختلاف كميات التغذية والتصريف.

تضخ المياه الجوفية عن طريق الآبار التي إما أن تحفر يدويا أو بواسطة آلات حفر، كذلك توجد بعض العيون(مثل عين الزيماء) التي تصرف مياهها إلى السطح، جزء كبير من المياه الجوفيه يتسرب إلى البحر. قامت الدولة ببناء سد في منطقة وادي بني عمير لحجز المياه السطحية وتمكينها من تغذية التكوين الجوفي.

اجريت العديد من اختبارات الضخ على بعض آبار الوادي للتحديد خواص الطبقة الحاملة للمياه ووجد أن معامل النقولية يتراوح بين٩٠م^{٢}/ يوم (في وادي حواره) و ٧٩٠م^{٢}/ يوم (في وادي بني عمير) ، أما معامل التخزين فيتراوح بين ٢×١٠$^{-١}$ – ٣.٣x١٠$^{-٣}$.

قدر حجم التغذية السنوية للوادي بحوالي ٣٤مليون م^{٣} وقدرت كميات الضخ ب ٣٤مليون م^{٣} أي أن حجم المخزون يتناقص باستمرار. يتغير نوع الماء في الوادي وتزداد الملوحة غالباً كلما اتجهنا إلى الأجزاء السفلى منه فحيث تكون كمية الأملاح الذائبة حوالي ٥٠٠ ملجم/لتر في السيل الكبير (أعلى الوادي) فإنها تزداد لتبلغ أكثر من ١٠٠٠٠ ملجم/لتر في الجموم (أسفل الوادي) ونوع الماء في الغالب كلوريد صوديوم.



شكل ١ : خريطة منطقة الدراسة

٥ - المياه المحلاه Desalinated Water

حرصاً من الحكومة السعودية على تنمية الموارد المائية بكل الوسائل المتاحة لسد حاجة المواطنين من مياه الشرب فقد تم إنشاء المؤسسة العامة لتحلية مياه البحر عام ١٩٧٤م وقد قامت المؤسسة بإنشاء عدد من محطات التحلية على ساحلي البحر الأحمر والخليج العربي.

وتعرف عملية تحلية المياه المالحة بأنها تحويل المياه المالحة إياً كان مصدرها إلى مياه عذبة صالحة للشرب بنزع الملوحة الزائدة منها، ويمكن اختيار الطريقة المناسبة للتحلية بناءاً على عدة عوامل منها تركيز الأملاح الذائبة في ماء البحر ودرجة الحرارة ومقدار تلوث المياه .. الخ.

طرق تحلية المياه المالحة :-

١ - طريق التقطير الومضي متعدد المراحل :

في هذه الطريقة يمر الماء المالح في مبادل حراري يسمى السخان الملحي Brine Heater حيث يسخن الماء داخل أنابيب ثم يمرر على عدة غرف متتالية ذات ضغوط مختلفة فتتحول المياه إلى بخار ماء ساخن وخال من الأملاح، يتم بعد ذلك امرار بخار الماء الناتج إلى وحدة لتكثيفه ومن ثم جمعه في خزانات للماء المقطر الخالي من الاملاح .

٢ - طريقة التناضح العكسي :

تعتمد هذه الطريقة على ظاهرة الضغط الأسموزي في الأغشية الرقيقة حيث يتم استخدام أغشيه شبه منفذة رقيقة والياف رقيقة مفرغة من الهواء ثم يضغط محلول ملحي وماء البحر على جانبي الغشاء فيحدث انعكاس للضغط الأسموزي حيث تتسرب الأملاح من ماء البحر إلى المحلول الملحي فيزداد تركيز الأملاح في المحلول المحلي ويتخلص ماء البحر من الأملاح الذائبة فيه وبصبح نقياً وعذب صالح للشرب.

٣ - طريقة التبخير والتكثيف :

هناك عدة طرق يمكن استخدامها وجميعها تعتمد على التبخير والتكثيف بالتقطير ومنها التقطير باستخدام المبخرات ذات الأنابيب الرأسية والتقطير متعدد التأثير أو متعدد المراحل والتقطير بطريقة البخار المضغوط.

٤ - الفرز الغشائي الكهربائي :

تعتمد طريقة الفرز الغشائي الكهربائي على ظاهرة انجذاب الأيونات السالبة إلى المصعد (القطب الموجب) والأيونات الموجبة إلى المهبط (القطب السالب) في الخلية الكهربية. تتكون وحدة الفرز الغشائي الكهربي من خلية كهربية مزودة بنوعين من الأغشية تعرف بأغشية الاختيار الأيوني نتيجة أن أحد هذه الأغشية يسمح بمرور الكاتيونات والغشاء الثاني يسمح الإنيونات. عند مرور التيار الكهربائي عبر الخلية تنجذب الكاتيونات الى المهبط والأنيونات الى المصعد ويصبح الماء خاليا من الأيونات التي تسبب ملوحته.

محطات التحلية في المملكة:

يبلغ عدد محطات التحلية بالمملكة أربعة عشرة محطة منها ١١ على الساحل الغربي وثلاثة على الشرقي، من أهم محطات الساحل الغربي محطة جدة، الشعيبة وينبع ومن أهم محطات الساحل الشرقي محطة الخبر والجبيل (أنظر الجدول). بلغت كمية المياه المحلاة المنتجة عام ١٩٩٨م أكثر من ٧٤٠ مليون م^{٣}.

فيما يلي وصف لبعض المحطات الرئيسية لتحلية المياه في المملكة :

- **محطة تحلية المياه في جدة** : إنشئت عام ١٩٧٠م كمرحلة أولى ثم أضيفت إليها ثلاث مراحل أخرى ليبلغ الإنتاج أكثر من ٢٨٢ ألف م^{٣} يومياً .
- **محطة تحلية الماء في الخبر** : نفذت المرحلة الاولى منها عام ١٩٧٤م بطاقة إنتاجية ٢٨.٤ ألف م^{٣}، ثم نفذت بعدها مرحلتين ليبلغ الإنتاج ٢٢٧ألف م^{٣} .

- **محطة تحلية الماء المالح في الجبيل**: وتعتبر من أضخم المحطات في المملكة ويبلغ إنتاجها حوالي ١.١ مليون م^3 يومياً.
- **محطة تحلية الماء المالح في ينبع (لإمداد المدينة المنورة)** : وتنتج حوالي ١٤٨ ألف م^3.
- **محطة تحلية الماء المالح في الشعيبة (لإمداد مكة المكرمة)** : ويبلغ إنتاجها حوالي ١٨٢ ألف م^3 يومياً.
- **محطة تحلية الماء المالح في الخفجي** : وتنتج حوال ٣٣٤ ألف م^3 يومياً.

٦- مياه الصرف المعالجة

تعتبر اعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في المملكة ذات أهمية قصوى بالنظر لما تعانيه البلاد من ندرة وشح في مصادر المياه الأخرى. يمكن الاستفادة من المياه المعالجة في مجالات مختلفة مثل الري والصناعة والتبريد وري الحدائق العامة.

ان شبكات الصرف الصحي في مدن المملكة لا تغطي في الغالب اكثر من ٣٠-٤٠% من مساحة تلك المدن، ما عدا المنطقة الشرقية حيث تصل تلك النسبة الى حوالي ٦٥%. اضافة الى ذلك فان جزء صغير من كمية المياه المعالجة (حوالي ١٦%فقط) يعاد استخدامه في الري. يقدر حجم المياه المعالجة حاليا ب١.٣مليون م^3 يوميا، تتم المعالجة الثلاثية لما نسبته ٣٠-٤٠% فقط.

٧- السدود في المملكة Dams in the Kingdom

أنشأت الدولة العديد من السدود الكبيرة والصغيرة على مجاري الأودية وذلك إما بغرض تخزين الماء خلفها أو لدرء خطر الفيضانات على المدن والقرى أو لزيادة المخزون الجوفي عن طريق تسرب الماء السطحي.

وتقسم أنواع السدود حسب طريقة بنائها إلى :

١- **سدود ترابية** : عبارة عن عقوم ترابية أو من الحجارة وهي أبسط الأنواع.

٢- **سدود خرسانية** : مشيدة من الخرسانة وهي ذات شكل مثلث المقطع وهي إما مستقيمة أو طفيفة الإنحناء.

٣- **سدود ركامية** : يتم إنشاؤها من الصخور بجميع أحجامها وتبنى في المناطق التي تكثر بها الصخور الملائمة ولا تتوفر بها التربة اللازمة لإنشاء السدود الترابية، وحيث تكون كلفة السدود الخرسانية باهظة.

وعادة ما يسبق انشاء السدود اجراء دراسات تشمل :

١- الغاية أو الهدف من إنشاء السد.
٢- الدراسات الاقتصادية .
٣- دراسات منطقة حوض التخزين جيولوجياً.
٤- إجراء دراسات هيدرولوجية وهيدروجيولوجية للمنقطة.

نذكر فيما يلي نبذة عن أهم السدود في المملكة:

١- **سد وادي بيشة**: ويوجد على بعد حوالي ٣ كم جنوب غرب بيشة، وهو أكبر سد في المملكة، مساحة حوضه ٧٦٠٠ كم^2، وأقصى حجم لاستيعابه ٣٢٥مليون م^3. من أغراض بنائه حماية مدينة بيشة والقرى المحيطة بها من الفيضانات كما يساعد على اختزان الماء السطحي لغرض الري والشرب وزيادة التسرب السطحي إلى باطن الأرض.

٢- **سد وادي جيزان**: في أسفل وادي جيزان وتبلغ مساحة حوضه ١١٠٠ كم^2 وتصل سعته التخزينية إلى ٧١ مليون م^3، وهو مبني من الخرسانة وتكمن أهميته في تنظيم تدفق الماء السطحي في الوادي ولحماية المدن والقرى أسفل الوادي من خطر الغرق.

٣- **سد وادي أبها**: يوجد غرب مدينة أبها وتبلغ مساحة حوضه ٥٨.٥ كم^{٢} وسعته التخزينية ٢.٤ مليون م^{٣} .

٤- **سد وادي نجران**: ويبلغ طوله ٢٥٠م وارتفاع ٦٠ م، بينما تبلغ سعته التخزينية ٨٥ مليون م^{٣} وتبلغ مساحة الحوض ٤٥٠٠ كم^{٢}.

٨- الدراسات والمشروعات المائية في المملكة

أدى تزايد حاجة الإنسان إلى تأمين وتوفير مياه الشرب و الزراعة إلى تطوير وتنمية ما لديه من مصادر للمياه لتأمين احتياجاته الحاضرة والمقبلة ولدرء أخطار فصول وسنوات الجفاف. وقد اختلفت درجة تطوير وتحسين مصادر المياه من بلد لآخر حسب الحاجة إليه ومدى توفر المياه وقدراتها على تغطية المتطلبات، كما اختلفت أساليب تلك التنمية من عصر لآخر تبعاً للتطور الذي صاحب الوسائل التي تم بها تحسين وتطوير مصادر الماء.

وقد قام الإنسان في الجزيرة العربية منذ القدم بتشييد السدود والحواجز في بعض المواقع لحجز الماء كما شيد الصهاريج وشق القنوات مسافات طويلة لاستغلال ماء العيون أو الماء الجوفي في الأودية، كما حفر الآبار بأقطار وأعماق مختلفة.

بدأت المسوحات الجيولوجية والدراسات المائية في المملكة منذ عهد الملك عبد العزيز يرحمه الله حيث استقدم في عام ١٣٧٩هـ بعثة فنية من الولايات المتحدة الأمريكية للقيام بمسح شامل للمياه وإمكانيات الزراعة وتطورها، حيث قامت البعثة بزيارات استطلاعية الى المنطقة الغربية والخرج والإحساء.

وبدأت دراسات تنمية وتطوير موارد المياه في المملكة على أسس علمية حديثة في عام ١٣٨٣هـ بعد أن تم تقسيم المملكة إلى ثمان مناطق (أنظر الشكل) وذلك بناءاً على طبيعة وخصائص كل منطقة من المناطق والهدف من ذلك هو دراسة الخصائص الجيولوجية للتكاوين الحاملة للمياه والوقوف على إمكانية استغلالها الاستغلال الأمثل.

وقد تم التعاقد مع العديد من الشركات الاستشارية لعمل مسح شامل لهذه المناطق بهدف التعرف على التكاوين المائية الموجودة بها وتحديد إمكاناتها المائية.

كما قامت الوزارة بحفر عدد كبير من الآبار في مناطق مختلفة من المملكة ومدت الأنابيب لإيصال المياه إلى المدن، كما جرى إنشاء العديد من المحطات الهيدرولوجية لقياس عناصر المناخ المختلفة حيث تسجل تلك العناصر في قوائم وترسل شهرياً لوزارة المياه والكهرباء في الرياض.

كذلك قامت الوزارة بدراسة جدوى إنشاء العديد من السدود في أودية الدرع العربي وتولت إنشاء العديد من هذه السدود اضافة الى انشاء محطات لتحلية الماء المالح.

٩ - الخطة الوطنية للمياه في المملكة

أدى زيادة عدد السكان وقدوم العديد من الوافدين من خارج المملكة نتيجة للتطور الاقتصادي والعمراني في البلاد إلى زيادة الطلب على الماء للأغراض المختلفة في مقابل شح الموارد مما تطلب معه تحديد تلك الموارد ومن ناحية أخرى حصر الطلب على الماء من قبل القطاعات المختلفة .

الأهداف :

تستدعي الضرورة المحافظة على الموارد المائية المتاحة وتنميتها واستغلالها بتعقل وتخطيط والعمل على اكتشاف موارد جديدة تساهم في زيادة ما هو متاح حاليا ومن ثم إعداد موازنات بين الموارد الحالية وما يتم اكتشافه ووضعه موضع الاستغلال مستقبلاً وبين الاستخدامات الحالية والاحتياجات المستقبلية المتنامية وبالتالي وضع سياسات لأولويات استعمال المياه في ضوء توقعات معدلات النمو في مختلف القطاعات وبالتالي وضع القوانين واللوائح التنفيذية لتنظيم عملية استغلال واستخدام الموارد المائية بعد تكوين جهاز تنفيذي قادر على إنجاح تلك السياسة المائية وتقييم اللوائح بين فترة وأخرى لمواكبة التطور في احتياجات القطاعات وظروف المصادر المائية، كما ينبغي توعية السكان بأهمية ترشيد استهلاك المياه.

العناصر الأساسية للأهداف:

تتضمن الخطة الوطنية للمياه عنصرين أساسيين وهما:

١- **الموارد المائية (العرض)**: ويشمل المياه السطحية-المياه الجوفية-مياه التحلية-ماء الصرف المعالج. الكميات المتوفرة من هذه المصادر تحتاج الى تقييم شامل لمعرفة خصائصها وأماكن توزيعها الجغرافي، إضافة الى معرفة الكميات المتوقع توفرها مستقبلا عن طريق أجراء الدراسات الحقلية ومراجعة الدراسات السابقة.

٢- **الطلب أو الاحتياجات** : ويشمل المجالات المختلفة كالبلدية - الزراعة والصناعة ومجالات أخرى. وهذا يتطلب إجراء مسح لمعرفة حاجة السكان في المدن والقرى للماء إضافة الى حجم الطلب الحالي في الزراعة وسقيا الحيوانات والصناعة ثم التنبؤ بالاحتياجات خلال السنوات القادمة (إما بعد١٠ او٥٠ او١٠٠سنة).

السياسة المائية:

يتم وضع السياسات المائية المناسبة للمياه في إطار النمو الاجتماعي والاقتصادي وفي ضوء الشريعة الإسلامية والتقاليد المتعارف عليها وفي إطار الأهداف والأولويات التي تقرها الدولة لتنبثق عن هذه السياسات الأنظمة واللوائح التي تنظم استعمالات المياه في الأغراض المختلفة دون إرباك أو جعل قطاع ينمو على حساب قطاع آخر. وتستهدف الخطة الوطنية ترشيد وتوعية المواطنين بمختلف الطرق والأساليب على استخدام واستغلال المياه بطريقة اقتصادية سليمة .

ويمكن أن تشمل سياسة استخدام المياه تطبيق طريقة معينة تؤدي الى الاقتصاد في استعمال الماء والمحافظة عليها مثل إيجاد وسائل جديدة لري المزروعات باستخدام التنقيط والرذاذ، وكذلك نظام تطبيق إعادة استخدام الماء في الصناعة للتبريد أو للري بعد معالجتها بطريقة جيده، وإجراء بحوث مختلفة بغية المحافظة على الماء وتحسين وسائل الفائض والاستفادة منه.

نظام المياه:

بعد وضع السياسات العامة للماء ينبغي إعداد نظام الماء ولوائحه التفسيرية بناءا على كمية العرض والطلب في ظل سياسة معلومة تتبع من الشريعة الإسلامية والتقاليد والعرف العام، هذا النظام ينظم العلاقة بين الجهات المختلفة مثل علاقة الدولة والجمهور، الجار وجاره، مصالح المياه والمواطنين والمزارع والحفار والمزارع وجاره وهكذا.

الجهاز التنفيذي لخطة المياه:

لكي يتم تنفيذ هذا النظام بطريقة جيدة يجب تكوين جهاز تنفيذي فعال قادر على تنفيذ سياسة المياه وأنظمتها ولوائحها. وهذا الجهاز يجب أن يحوي كوادر فنيه للاستمرار في استنباط واكتشاف موارد جديدة أو طرق ووسائل حديثة لزيادة مصادر الماء من جهة والاقتصاد في استخدامه من جهة

أخرى ويجب أن يتضمن كوادر من المختصين في الفقه والقانون لتطبيق السياسات والأنظمة المائية والنظر في إعادة صياغة بعض فقراتها واستبدالها بفقرات أخرى اكثر ملائمة وقابلة للتنفيذ. وينبغي أن يؤخذ في الحسبان أن تكون هذه القوانين والخطط مرنة وقابلة للتغيير والتطويرحسب الظروف المستقبلية.