



TECHNOLOGY EXPERTS Co.
FOR TRAD. & CONT. LTD.

وزارة الصناعة
والثروة المعدنية
Ministry of Industry and Mineral Resources



الدراسات الجيولوجية لسبخات أم الشريبات وأبا الحمام والمملحة – المنطقة الشرقية

التقرير الجيولوجيا و الهيدروجيولوجيا

إعداد الاستشاري

شركة خبراء التقنية الدولية للتجارة والمقاولات

الجهة المالكة للمشروع

وزارة الصناعة والثروة المعدنية

ذو الحجة 1444 هـ / يوليو 2023 م



TECHNOLOGY EXPERTS Co.
FOR TRAD. & CONT. LTD.

وزارة الصناعة
والثروة المعدنية
Ministry of Industry and Mineral Resources



الرمز: TEC/MIM01/02-2/23.01	<u>التقرير المرحلي</u>	وزارة الصناعة والثروة المعدنية
عدد الصفحات: 59		شركة خبراء التقنية الدولية للتجارة والمقاولات
الإصدار: 01		
تاريخ الإصدار: 2023/06/01		
الدراسات الجيولوجية لسبخات أم الشريبات وأبا الحمام والمملحة – المنطقة الشرقية		

إعداد

م. أسامة مخلوف	جيولوجي وخصائي نظم معلومات جغرافية
----------------	------------------------------------

مراجعة

د. حسين العجمي	استشاري في الجيولوجيا والهيدروجيولوجيا
م. سامي الأمين	خبير هيدروجيولوجي

موافقة

--	--

بسم الله الرحمن الرحيم

جدول المحتويات

1	المقدمة:	7
1-1	الإطار المكاني	7
2	الاطار الجيولوجي	9
1-2	التتابع الصخري	9
1-1-2	متكون العرمة	9
2-1-2	متكون ام الرضمة:	11
3-1-2	متكون الرس:	13
4-1-2	متكون الدمام	15
5-1-2	خزان النيوجين	19
3	الجيولوجيا التركيبية	22
1-3	طية الغوار المحدبة	23
2-3	تكون القرب الملحبة	25
4	تكون السبخات	26
5	هيدروجيولوجية المنطقة	28
1-1-5	خصائص خزانات المياه الجوفية بالمنطقة	30
6	الحفر اللبي بالأوقر	40
1-6	القطاع 1:	50
2-6	القطاع 2:	51
3-6	القطاع 3:	52

53.....	القطاع 4:	4-6
54.....	القطاع 5:	5-6
55.....	المجسم الشبكي.....	6-6
56.....	الخارطة الجيولوجية لموقع الدراسة.....	7
Error! Bookmark not defined....	الملحق 1: نماذج وصف العينات التلية.....	8

قائمة الاشكال

- الشكل 1: خارطة موقع الدراسة.....7
- الشكل 2 : خارطة جيولوجية مرقمة على الجيولوجية للمملكة مقاس 2000000/1.....8
- الشكل 3: التتابع الطبقي الصخري للحياة المتوسطة والحديثة بمنطقة الدراسة (اللعبون 2011).....10
- الشكل 4: خريطة كنتورية لقاع متكون أم الرضمة معدلة على (GTZ, 2006).....11
- الشكل 5: خريطة كنتورية لسماكة متكون أم الرضمة معدلة على (GTZ, 2006).....12
- الشكل 6: خريطة كنتورية لقاع متكون الرس معدلة على (GTZ, 2006).....14
- الشكل 7: خريطة كنتورية لسماكة متكون الرس معدلة على (GTZ, 2006).....14
- الشكل 8: خريطة كنتورية لقاع متكون الدمام معدلة على (GTZ, 2006).....17
- الشكل 9: خريطة كنتورية لسماكة متكون الدمام معدلة على (GTZ, 2006).....18
- الشكل 10: خريطة كنتورية لقاع خزان النيوجين معدلة على (GTZ, 2006).....20
- الشكل 11: خريطة كنتورية لسماكة خزان النيوجين معدلة على (GTZ, 2006).....21
- الشكل 12: خريطة تركيبية لمنطقة الدراسة والمناطق المجاورة (GTZ 2006).....24
- الشكل 13: يوضح طريقة تكون القرب الملحية (GDC1980).....25
- الشكل 14: يوضح مسارات تحلل المتبخرات والأملاح تحت سطحية ووصولها الى سطح السبخة (GDC1980).....27
- الشكل 15: رسم توضيحي للوحدات الهيدروجيولوجية بالمنطقة (GTZ 2006).....29
- الشكل 16: النفاذية والتوصيل الهيدروليكي لمتكون أم الرضمة (GTZ 2006).....32
- الشكل 17: خريطة كنتورية لمستوى المياه الثابت والاتجاه العام للسريان بخزان أم الرضمة (GTZ 2006).....33
- الشكل 18: النفاذية والتوصيل الهيدروليكي لخزان الدمام (GTZ 2006).....35
- الشكل 19: خريطة كنتورية لمستوى المياه الحر والاتجاه العام للسريان بخزان الدمام (GTZ 2006).....36
- الشكل 20: النفاذية والتوصيل الهيدروليكي لخزان النيوجين (GTZ 2006).....38

- الشكل 21: خريطة كنتورية لمستوى المياه الثابت والاتجاه العام للسريان بخزان النيوجين (GTZ 2006).
- 39.....
- الشكل 22: خارطة توزيع مواقع الحفر بالأوقر
- 46.....
- الشكل 23: صورة من الموقع خلال الحفر بالأوقر
- 48.....
- الشكل 24: صورة على تغليف العينات في الموقع
- 48.....
- الشكل 25: خارطة توزيع القطاعات
- 49.....
- الشكل 26: القطاع 1
- 50.....
- الشكل 27: القطاع 2
- 51.....
- الشكل 28: القطاع 3
- 52.....
- الشكل 29: القطاع 4
- 53.....
- الشكل 30: القطاع 5
- 54.....
- الشكل 31: مجسم شبكي لنطاق الدراسة
- 55.....
- الشكل 32: خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسات
- 57.....

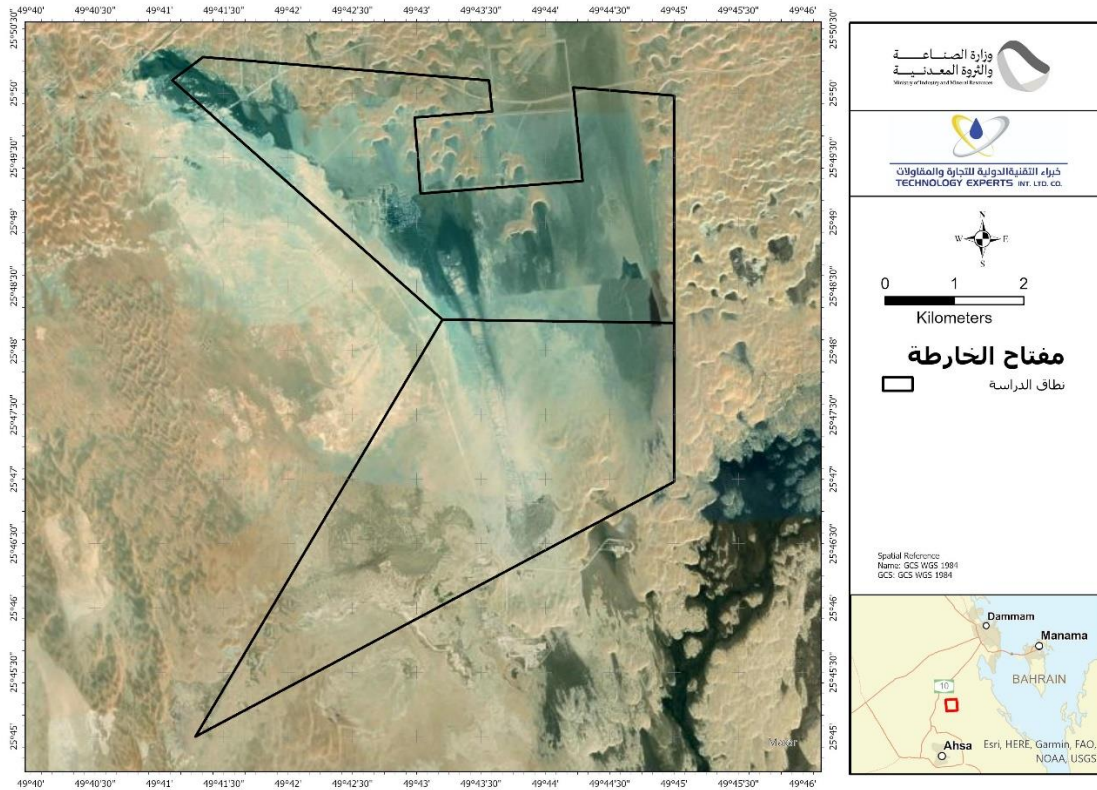
قائمة الجداول

الجدول 1 : قائمة بحفر الاوقر المنفذة.....47

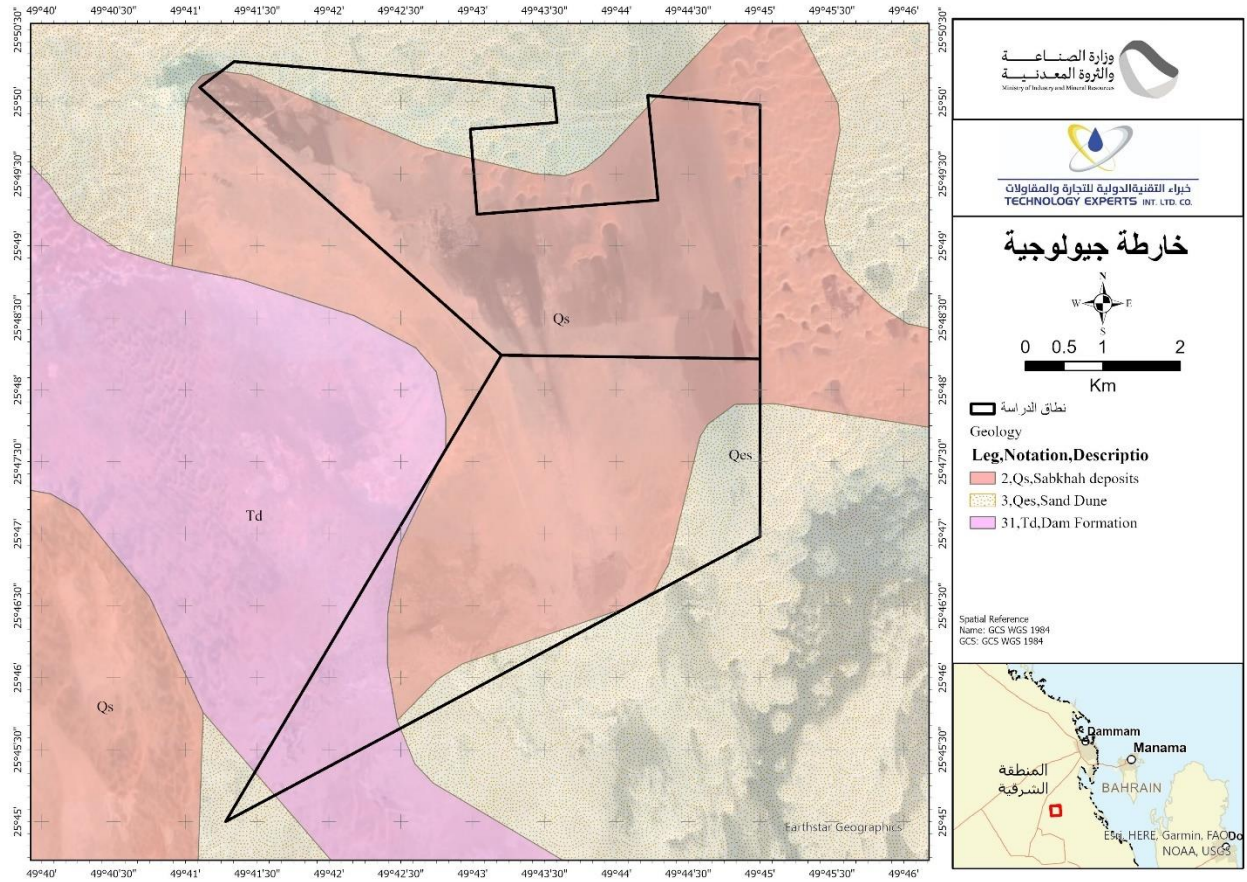
1 المقدمة:

1-1 الإطار المكاني

تشمل الدراسة موقع سبخات أم الشريبات وأبأ الحمام والمملحة وتبعد حوالي 14 كم جنوب محافظة البقيق في المنطقة الشرقية. وتمتد منطقة الدراسة على مساحة 30.3 كم² تحوي مجمع لاستغلال خام الملح من قبل الأهالي في المنطقة.



الشكل 1: خارطة موقع الدراسة



الشكل 2 : خارطة جيولوجية مرقمة على الجيولوجية للمملكة مقاس 2000000/1 حيث تغطي السباحات معظم مساحة موقع الدراسة، مع وجود كثبان رملية في أجزائها الجنوبية والجنوبية الشرقية وفي أجزاء المنطقة الشمالية الغربية، بينما تنكشف صخور الدام في جزئها الجنوبي الغربي.

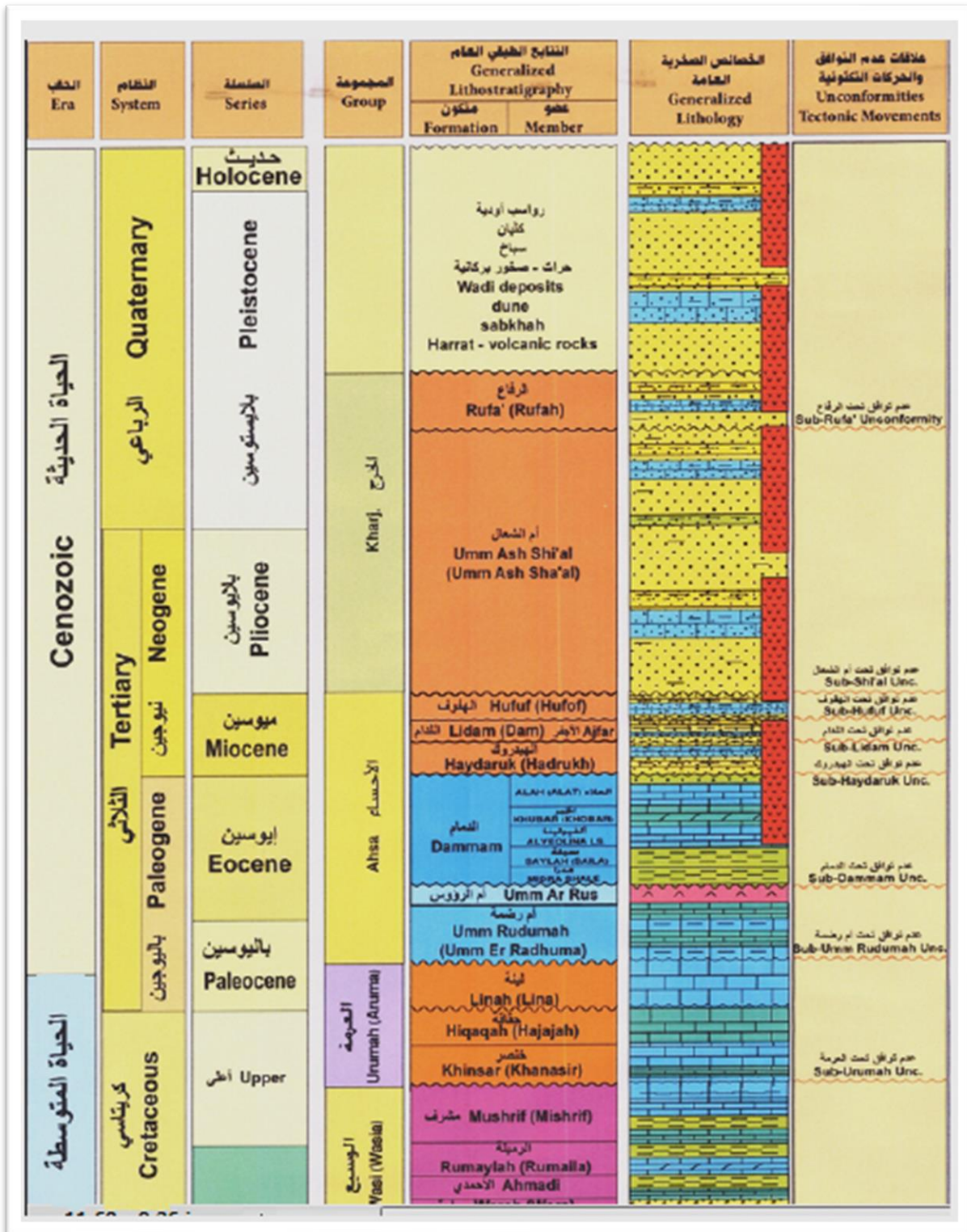
2 الاطار الجيولوجي

تشكل المنطقة الشرقية عموماً سلسلة من الرواسب البحرية الضحلة والقارية من حقبة الحياة المتوسطة والحياة الحديثة. على طول الخليج العربي نطاق واسع منخفض التضاريس نسبياً والتي تغطي فيها رواسب العصر الثلاثي والرواسب الحديثة صخور العصور الاقدم (الشكل 3). تتكون صخور العصر الكريتاوى العلوي والايوسين من حجر جيري ودولوميت بينما تتابع الصخرى للعصر الرباعي غالباً يتكون من حجر رملي ومارل رملي وحجر جيري رملي (Steineke et al., 1958; Powers et al., 1966; Al-Sayari & Zoetl, 1978; and Vaslet et al., 1991) صخور العصر الرباعي غير المتماسكة تمثل بالرمال والحصى (Powers et al., 1966; Al-Sayari and Zoetl, 1978).

1-2 التتابع الصخري

1-1-2 متكون العرمة

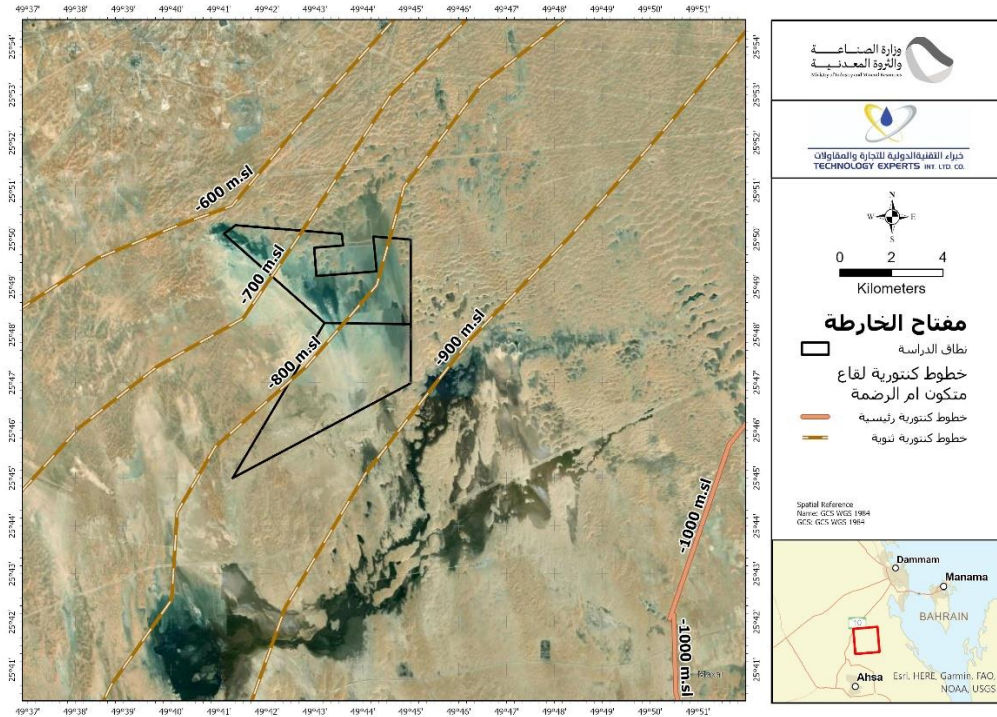
يتبع هذا التكوين العصر الكريتاوي العلوي (كانين – مسترخين) (EL-ASA'AD 1983a, b) ويوجد تحت تكوين أم رضمه، حيث يوجد سطح عدم توافق تحت أم رضمه وفوق الوسيح حيث يوجد عدم توافق ما قبل العرمة (الشكل 3). وصخور العرمة ترسبت في بيئة بحرية ضحلة، ويتكون من الحجر الجيري الدولوميتي والدولوميت الكتلي ويوجد الطفل والمارل واحياناً الحجر الرملي في الاجزاء العلوية من المتكون، ويعتبر من الخزانات المائية وهو على اتصال هيدروليكي بتكوين أم رضمه، ولكنه أقل أهمية منه. بشكل عام، طبقة العرمة المائية هي طبقة مياه جوفية فقيرة، ما عدا في شمال غرب المملكة العربية السعودية. وهي طبقة مياه جوفية ثانوية، مكونة من الحجر الجيري والدولوميت، وسماكتها 60-140 متر، حيث إنه يلاحظ انخفاض جودة نوعية مياهه وإنتاجية قليلة، ويبلغ السمك في القطاع النموذجي 140 متر. سحنة العرمة تغيير بحوالي 20 كيلومتر إلى الجنوب من وادي الصحابة من الحجر الجيري تدريجياً إلى الحجر الرملي، وحجر الغرين إلى الجنوب. جنوب الخط (22 درجة شمالاً) أقل أو الأكثر يكون التتابع الرملي من متكون العرمة ويوجد أسفل متكون الحجر الجيري أم الرضمة.



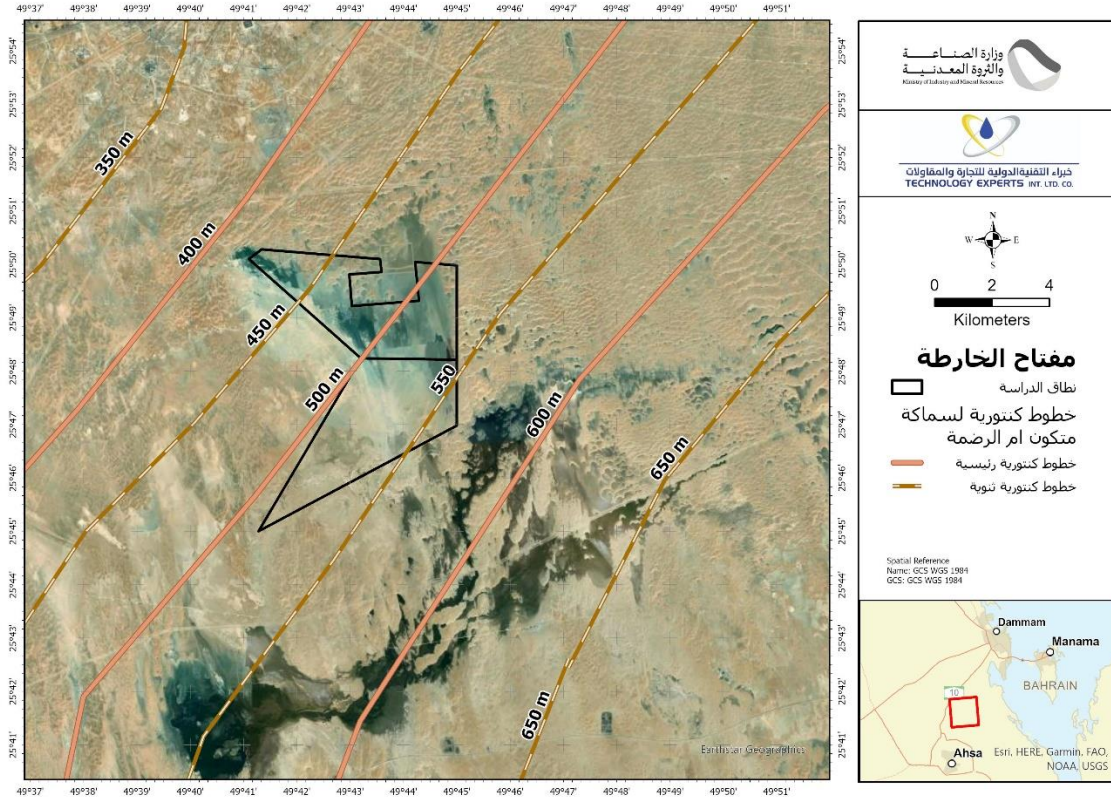
الشكل 3: التتابع الطبقي الصخري للحياة المتوسطة والحديثة بمنطقة الدراسة (اللعبون 2011).

2-1-2 متكون ام الرضمة:

تكون في عصر الباليوسين المتأخر الى الايوسين المتقدم (الشكل 3) وهو يعلو متكون العرمة بسطح عدم توافق غالباً ماتغطيه الرمال المتحركة والمكاشف من هذا المتكون تشكل سطح متموج بلطف مصقول وتلال وهضاب معزولة منخفضة وهي عبارة عن تكرار لحجر جيرى كلسى مع حجر جيرى دولوميتى. تكونت صخوره اثناء تقدم البحر فى صورة تتابع صخرى سميك من صخور الكربونات مع وجود تدخلات من الطفلة فى قاعدة المتكون. وقد تم الترسيب فى تتابع بين بيئة بحرية عميقة وضحلة غالباً يكون الحجر الجيرى يحتوي سليكا وطبقات متداخلة جزئياً من الكبريت. هذه الظاهرة تدل غالباً على بيئة المستنقعات حيث الرواسب الدقيقة فى الملوحة العالية بالاماكن الضحلة. يحتوي هذا المتكون على طبقات كالكريت من نوع الكربونات الشعابى. ويتواجد الشرت بشكل متقطع وطولي. ايضا فى عمليات ما بعد الترسيب يتواجد الحجر الجيرى الدولوميتى والدولوميت (ZIEGLER 2001). نسبة الكبريت تصل فى متكون ام الرضمة الى 23% (GTZ, 2006). تميل طبقات متكون ام رضمة بلطف شرقاً تجاه الخليج العربى كما ان سمك الطبقات يختلف من مكان لآخر ويزداد عموماً من الغرب الى الشرق ليصل متوسط 400 متر (GTZ, 2006).



الشكل 4: خريطة كنتورية لقاع متكون أم الرضمة معدلة على (GTZ, 2006).



الشكل 5: خريطة كنتورية لسماكة متكون أم الرضمة معدلة على (GTZ, 2006).

2-1-3 متكون الرس:

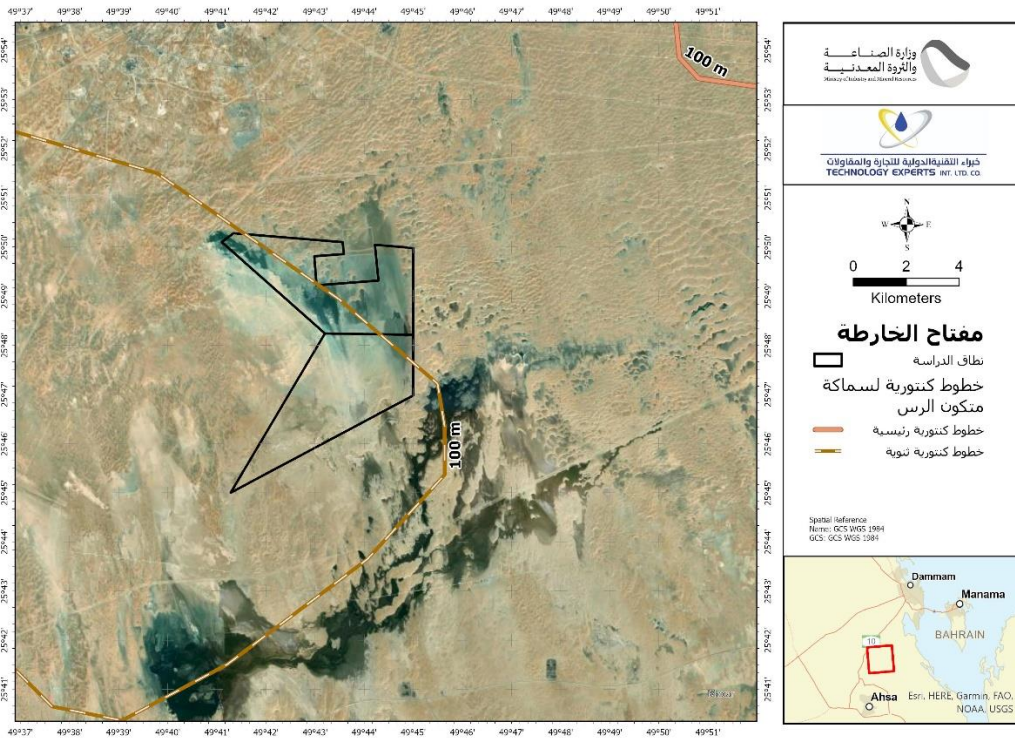
متكون الرس (الأبوسين السفلى) يعلو بشكل متوافق متكون أم الرضمة، ويعتبر عموماً طبقة صماء مكونة من المتبخرات، حيث يوجد تسلسل من المتبخرات. هذا المتكون يفصل بين طبقة المياه الجوفية أم الرضمة وطبقة المياه الجوفية الدمام، ويتميز باثنين من السحن الرئيسية: الأنهدريتيية وغير الأنهدريتيية. السحن الأنهدريتيية تم تطورها أساساً في الجزء الجنوبي الشرقي من شبه الجزيرة، وسمكها في حدود 40 حتى 200 متر، وتشكل حاجز أو عازل مائي. والسحنة غير الأنهدريتيية تكون أرق (20-30 متر)، وتتكون من الحجر الجيري وفي أماكن من الدولوميت والمارل، وتتيح الاستمرارية الهيدروليكية بين طبقة المياه الجوفية أم الرضمة مع طبقة المياه الجوفية الدمام التي تعلوها.

وتكون سحنها متغيرة بدرجة كبيرة، بدءاً من كونها في معظمها من الحجر الجيري في الجزء العلوي من قبة أو طية الغوار و أبقىق، إلى متداخلات متعاقبة من الطفال مع الحجر الجيري على جناحي الطية المحدبة، وأنهدريت متعاقب مع الطفال في محور الطية المقعرة. عادة أعلى وأسفل المتكون يتكون من الحجر الجيري. حول الجزء العلوي من قبة أو طية الغوار في منطقة الأحساء، متكون الرس لا يظهر سوى سحنة الحجر الجيري الكارستي، وبالتالي يسمح بالاتصال بين متكون أم الرضمة والدمام. أيضاً تسلسل الحجر الجيري في قاعدتها عادة ما يصعب التمييز بينها وبين أم الرضمة، إلا من خلال التسجيلات الكهربائية، حيث تظهر أم الرضمة مقاومة أعلى من متكون الرس.

متكون الرس ينقسم عادة إلى ثلاث وحدات صخرية التي رتبت تنازلياً كما يلي: الحجر الجيري الأبيض الناعم مع عدد من الطبقات الرقيقة من الحجر الجيري الخشن في الأعلى؛ المارل والحجر الجيري فاتح اللون، مع عدم انتظام محلي لكثافة من الجبس المتبلور وبعض الرقائق من الحجر الجيري القاسي؛ الحجر الجيري المضغوط ذو اللون الرمادي إلى البرتقالي، عادة ما يتداخلت جزئياً مع طبقات صغيرة من الحجر الجيري الناعم.



الشكل 6: خريطة كنتورية لقاع متكون الرس معدلة على (GTZ, 2006).



الشكل 7: خريطة كنتورية لسماكة متكون الرس معدلة على (GTZ, 2006).

2-1-4 متكون الدمام

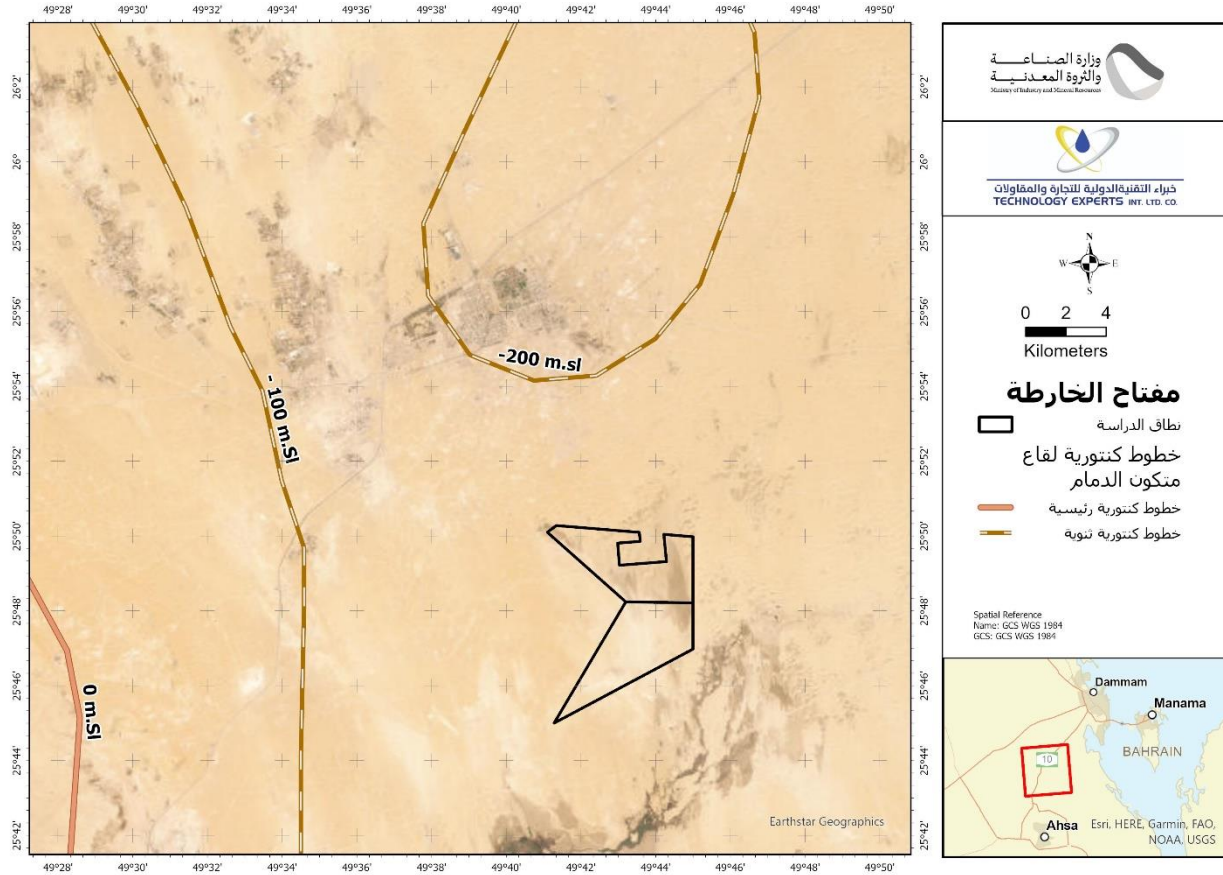
خلال عصر الإيوسين السفلي المتأخر أو الإيوسين الأوسط المبكر، تقدم البحر ثانية في الجزء الشرقي من شبه الجزيرة العربية، وتم إحلال بيئة السبخات بواسطة بيئة بحرية ضحلة حيث رسب متكون الدمام. يعلو متكون الرس ويعلوه تكوين النيوجين (WEIJERMARS 1999, ZIEGLER 2001) ويقسم إلى خمس أعضاء هي من الأقدم إلى الأحدث طفل مدار و طفل سيلة و حجر جيرى الفيولينا والخبر و العلاء اثنتان منها تحمل الماء وهي (طبقة العلاء) العليا (وطبقة الخبر) السفلى ويفصلهما طبقات من المارل تتكون طبقة العلاء من الحجر الجيري الدولوميتي 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. في الإيوسين الأوسط بيئة المتبخرات تغيرت عن الإيوسين السفلى ولذلك نجد أن صخور هذا المتكون هي حجر جيرى وحجر جيرى دولوميتى ومارل وأحياناً طفلة. وفي الجزء السفلي من المتكون يتواجد المارل والطفلة دليل على وجود بيئة ترسيب بحرية مفتوحة، بينما الجزء العلوي ترسب في بيئة بحرية ضحلة. في بعض المناطق يقل سمك التكوين من التعرية اللاحقة، الأمر الذي أدى إلى وجود عدم توافق قبل النيوجين حول تراكيب طيات محدبة بسمك هو أقل مقارنة مع الأجزاء العميقة من الحوض. وتعتبر طفل المدار وطفل سيلة وحدة صخرية واحدة في ضوء التشابه الصخري الكبير بينهما. وهي تشكل المستوى القاعدي لمتكون الدمام، وتتكون من المارل الأزرق إلى الأزرق الرمادي أو الطفل والحجر الجيري. مجموع سمكهما خلال المنطقة يتراوح من الصفر على الجزء العلوي من قبة أو طية الغوار للغرب من الهفوف، إلى 20-25 متر في منطقة الحزام الساحلي، ويبلغ السمك المتوسط لها 15 - 20 متر. هذان العضوان (طفل المدار وطفل سيلة) جنباً إلى جنب مع متكون الرس، يشكلان فاصلاً هيدروليكيّاً بين متكوني الدمام وأم الرضمة.

عضو الحجر الجيري الغني بالفيولينا يعتلي طفل المدار وطفل سيلة ويحدها في الجزء العلوي عضو الخبر. وتراوحت سماكة هذا العضو من صفر إلى نحو 20 متر. عضو الخبر يعتلي الحجر الجيري الغني بالفيولينا. ويحدها في الجزء العلوي مارل عضو العلات ويتكون أساساً من حجر جيرى حتاتي التركيب، والحجر الجيري الدولوميتي ووحدة المارل القاعدية. الحجر الجيري والحجر الجيري الدولوميتي للعضو الخبر يشكل طبقة المياه الأكثر إنتاجية في متكون الدمام، وسمك الحجر الجيري لعضو الخبر يتراوح من صفر إلى نحو 60 متر تمتد إحداها من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي على طول امتداد قبة أو طية الغوار والأخرى تمتد من منطقة

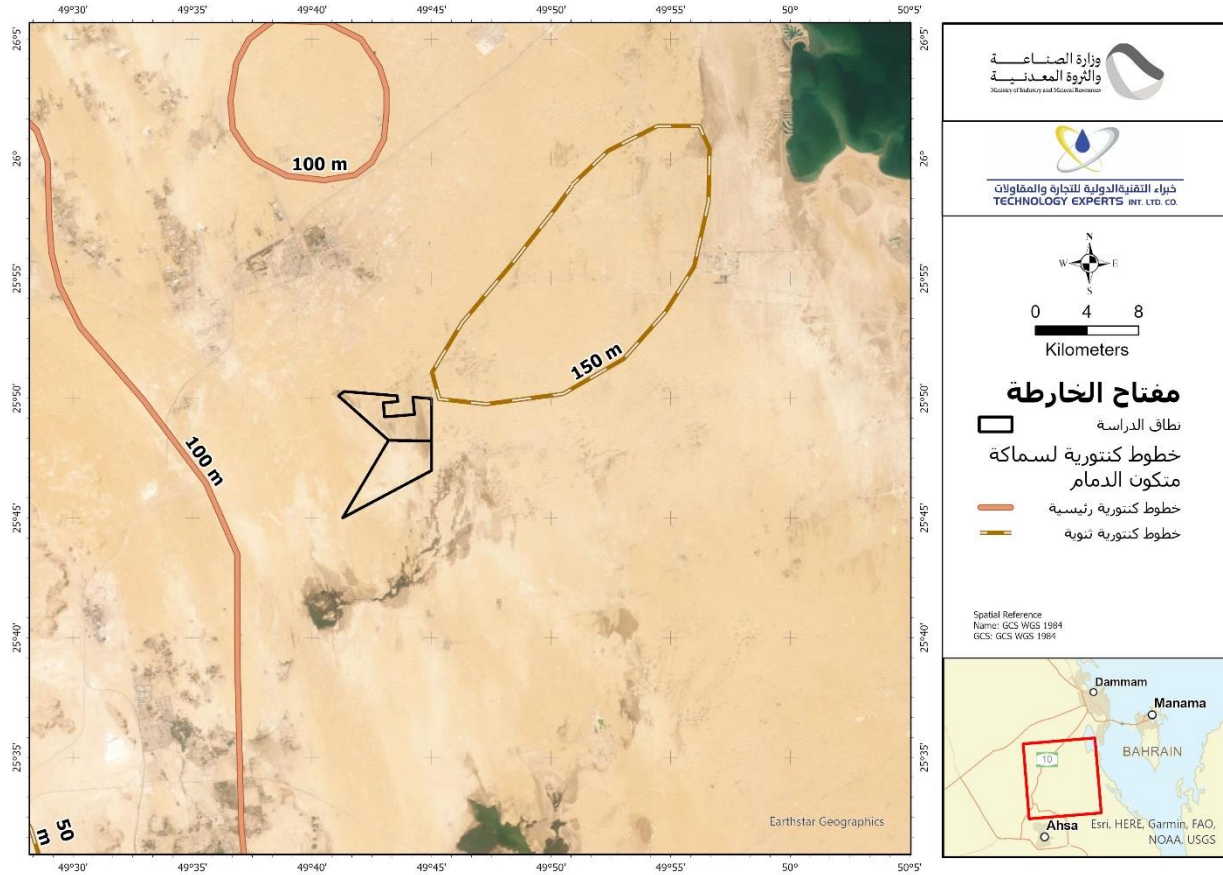
المكشف في الغرب تجاه الحزام الساحلي، ويندمجان في المنطقة الواقعة على طول الشريط الساحلي الذي يمتد من القطيف نحو الجبيل. إلى الشمال من خط العرض 27° شمال وشرق خط الطول 48° ، تزداد الملوحة بقيم عالية جداً لتصل بسرعة إلى 12000 ملجم/لتر.

عضو العلاء يعتلي عضو الخبر ويحده في الجزء العلوي الرواسب القارية المنقولة وصخور الطفال لمكون الهديوك. نوعية المياه في طبقة المياه الجوفية العلاء مماثلة لتلك التي في طبقة المياه الجوفية الخبر، وفي كلتا الحاليتين توجد نطاقات واسعة من الملوحة المنخفضة. ومع ذلك في طبقة المياه الجوفية العلاء المنطقة ذات الملوحة المنخفضة في الحزام الساحلي تحتل مساحة أكبر وتمتد نحو الخبر (Ital consult, 1969). العضوان السفليان المكونان من الطفال (المدار، سيلة)، جنباً إلى جنب مع الحجر الجيري الغني بالفولينا بالاشتراك مع متكون الرس يعتبر عازل مائي لنظام المياه الجوفية أم الرضمة.

رواسب ما بعد عصر الإيوسين تعلو متكون الدمام مع وجود عدم توافق إقليمي واضح. ولذلك كل رواسب الأوليجوسين وربما أجزاء من الميوسين تكون مفقودة نتيجة لوجود عدم التوافق. تبين الأشكال رقم الشكل 8 والشكل 9 خرائط كنتورية لأعماق قاع وسماكة خزان الدمام.



الشكل 8: خريطة كنتورية لقاع مكون الدمام معدلة على (GTZ, 2006).



الشكل 9: خريطة كنتورية لسماكة متكون الدمام معدلة على (GTZ, 2006).

2-1-5 خزان النيوجين

يرجع عمر صخور هذا المتكون إلى عصر الميوسين والبالوسين (SHARLAND et al. 2001, ZIEGLER 2001). وهو يعلو بسطح عدم توافق تكوين الدمام ويوجد أعلاه رسوبيات العصر الرباعي، يزيد سمك هذا المتكونات عن ٢٥٠ م في المنطقة الشرقية ويقل كلما اتجهنا إلى الغرب. ويعد من التكوينات الهامة في منطقة الهفوف إذ يختزن كميات كبيرة من المياه ومعظم مياه العيون والآبار في الإحساء تأتي من متكون النيوجين (GTZ, 2006). وينقسم إلى أربع متكونات:

متكون الهيدروك: تستقر رواسب متكون الهيدروك على سطح لا توافق واضح على متكون الدمام أثناء الميوسين الأسفل. وهو يستقر لا توافقاً على حجر كلسي الأيوسين البحري غير الرملي، وسمي المتكون على جبل الهيدروك. وهو متكون فتاتي ويمكن اعتباره حجر رملي يتداخل مع المارل والطين. التركيب الصخري يتكون بالأساس من حجر رملي مارلي ومارل رملي وطين رملي وحجر كلسي رملي. أعلاه يتشكل من حجر رملي كارلكرتي ووفي تلامس مع الحجر الكلسي والمارل في أسفل متكون الدمام. وسطح هذا التلامس يظهر إشعاعية عالية مميزة (النويدات 2013).

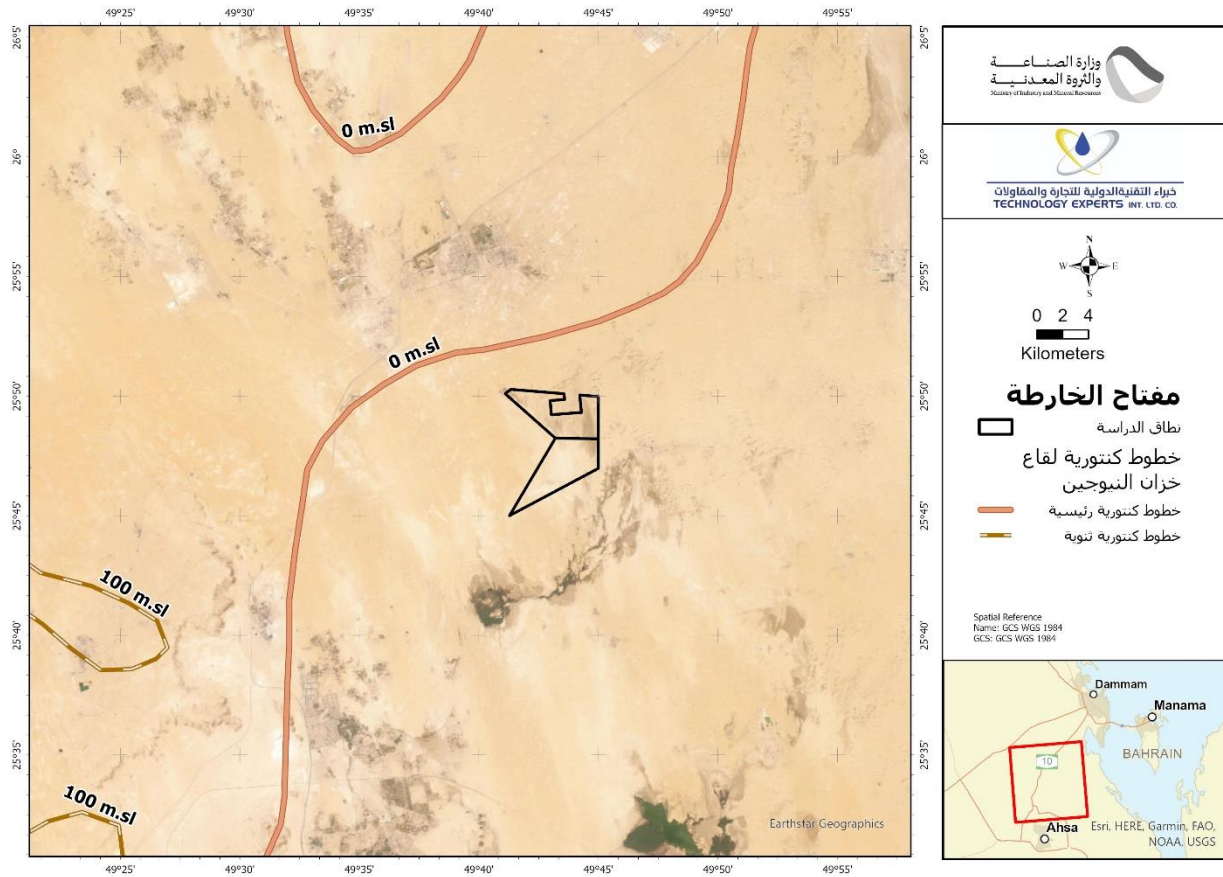
متكون دام: متكون دام (الميوسين الأوسط) ويتكون متكون دام من الطين والوردي والأبيض والمارل الرمادي، والاولفين الأحمر والأخضر مع تداخلات طبقية طفيفة من الحجر الرملي والحجر الجيري طباشيري. ويحتوي على خزان المياه الجوفية الثانوي من الحجر الجيري المتآكل المتشقق المتداخل مع المارل والطين. هذا الخزان ذو مسامية عالية وينتج مياه ذات نوعية جيدة. السمك يختلف اختلافاً كبيراً من 30 متر إلى 100 متر. ويعتبر خزان دام خزان مياه جوفية ثانوي، متكون من الحجر الجيري المتآكل المتشقق المتداخل مع المارل والطين. سمكها يتراوح بين 30 متراً إلى حد أقصى حوالي 100 متر.

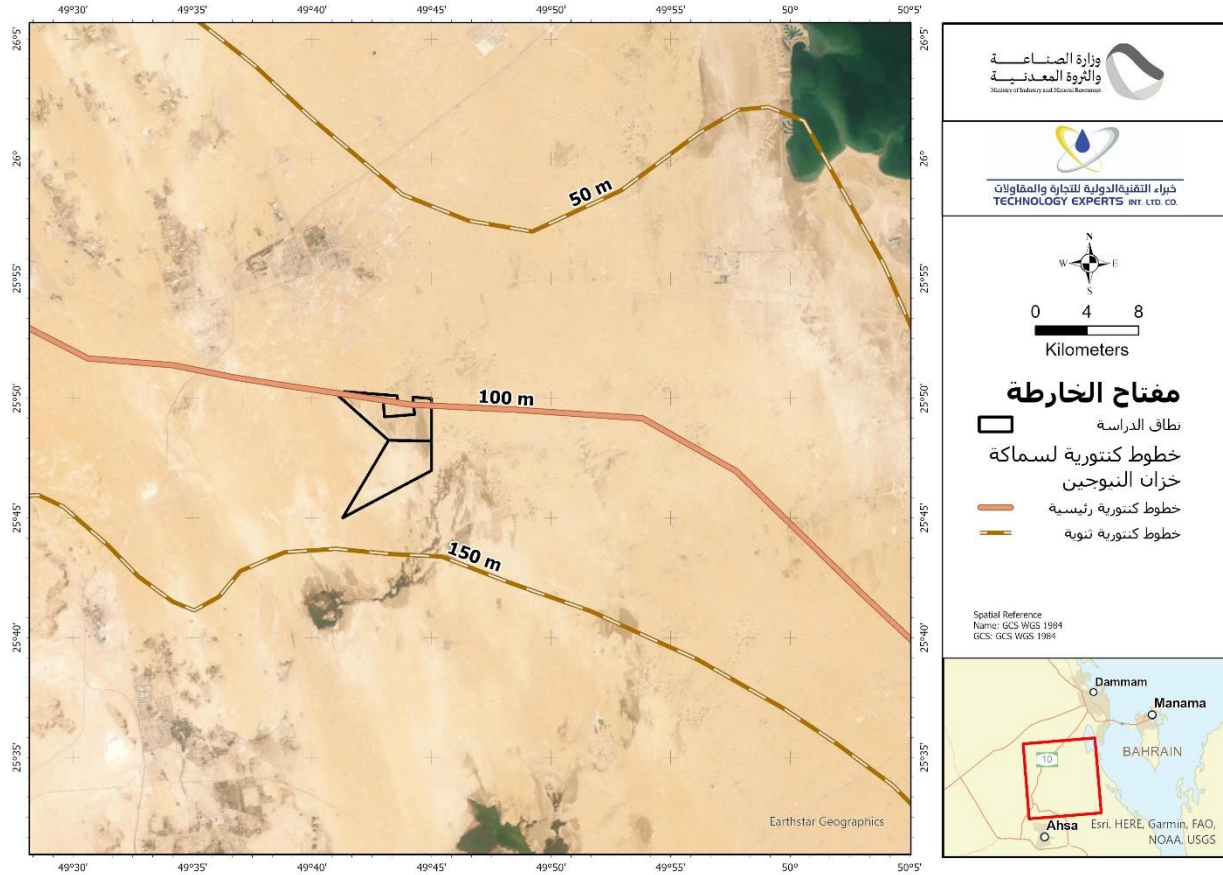
الهفوف: المرحلة النهائية من حركات الدفع في منطقة الطية المقعرة المقعرة إلى الشمال الشرقي والرفع في منطقة الجرف مستقرة خلال العصر الايوسين العلوي إلى الميوسين. في الجزء الجنوبي الغربي من الحوض، الصخور الفتاتية من متكون ديابيبا في الكويت وجنوب العراق، ومتكون الهفوف في المملكة العربية السعودية. السمك يتراوح من 30 إلى أكثر من 100 متر. ويتميز متكون الهفوف مدى مساحة كبيرة من رواسب الحصى، وما يعادله داخلها.

متكون الخرج: ويتركب من حجر الجير والجبس وطبقات من الكونجلوميرات والحصى والرمل الجبسي، ويتبع لعصر البليوسين.

عدم توافق ما قبل النيوجين هو أهم سطح تعرية في تتابع العصر الثلاثي للخليج العربي. هذه التعرية هي السطح الفاصل المباشرة بين متكون الدمام والأنهدريت متكون الرس، الذي يمكن أن يكون مصدرا لخلط الماء لمتكون الدمام عن طريق التسرب التصاعدي من خلال متكون الرس. وهذا يزيد من ملوحة المياه الجوفية بالحجر الجيري لخزان الدمام.

خلال أواخر عصر الميوسين السفلي، تحركت كتل مرتبطة مع حركات الرفع الجبلية والتي أدت لرفع بيئات المستنقعات المعزولة على الكثير من الرف غير المستقر. تبين الأشكال رقم الشكل 10 والشكل 11 خرائط كنتورية لأعماق قاع وسماكة النيوجين.





الشكل 11: خريطة كنتورية لسمكة خزان النيوجين معدلة على (GTZ, 2006).

3 الجيولوجيا التركيبية

المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية جزء من الرصيف الرسوبي العربي الذي تعرض لعمليات متعاقبة من تقدم وتراجع البحر أثناء عصر الباليوسين والهالوسين (El-Naggar, 1988). عموماً فإن الصخور السطحية بالمنطقة تشمل صخور متصلبة ورواسب متفككة. الرواسب المتماسكة (الصخور) تنتمي إلى عصر الباليوسين إلى الايوسين الأوسط ومن الميوسين إلى الباليوسين بينما الرواسب المتفككة هي من العصر الرباعي وتشمل الطفلة والطين. ويوجد تتابع من الرواسب البحرية الضحلة والقارية منخفضة التضاريس نسبياً تمتد على طول الخليج العربي (Powers et al., 1963; Al- Sayari and Zötl, 1978 and Stieneke and et al., 1979). صخور الكريتاوى العلوي وصخور الايوسين عبارة عن حجر جيرى ودولوميت بينما التتابع الرباعي عبارة عن حجر رملي ومارل وحجر جيرى ليست بحري التكوين. هذه التتابعات تميل بلطف تجاه الشرق والشمال الشرقي (Al-Sayari & Zoetl, 1978).

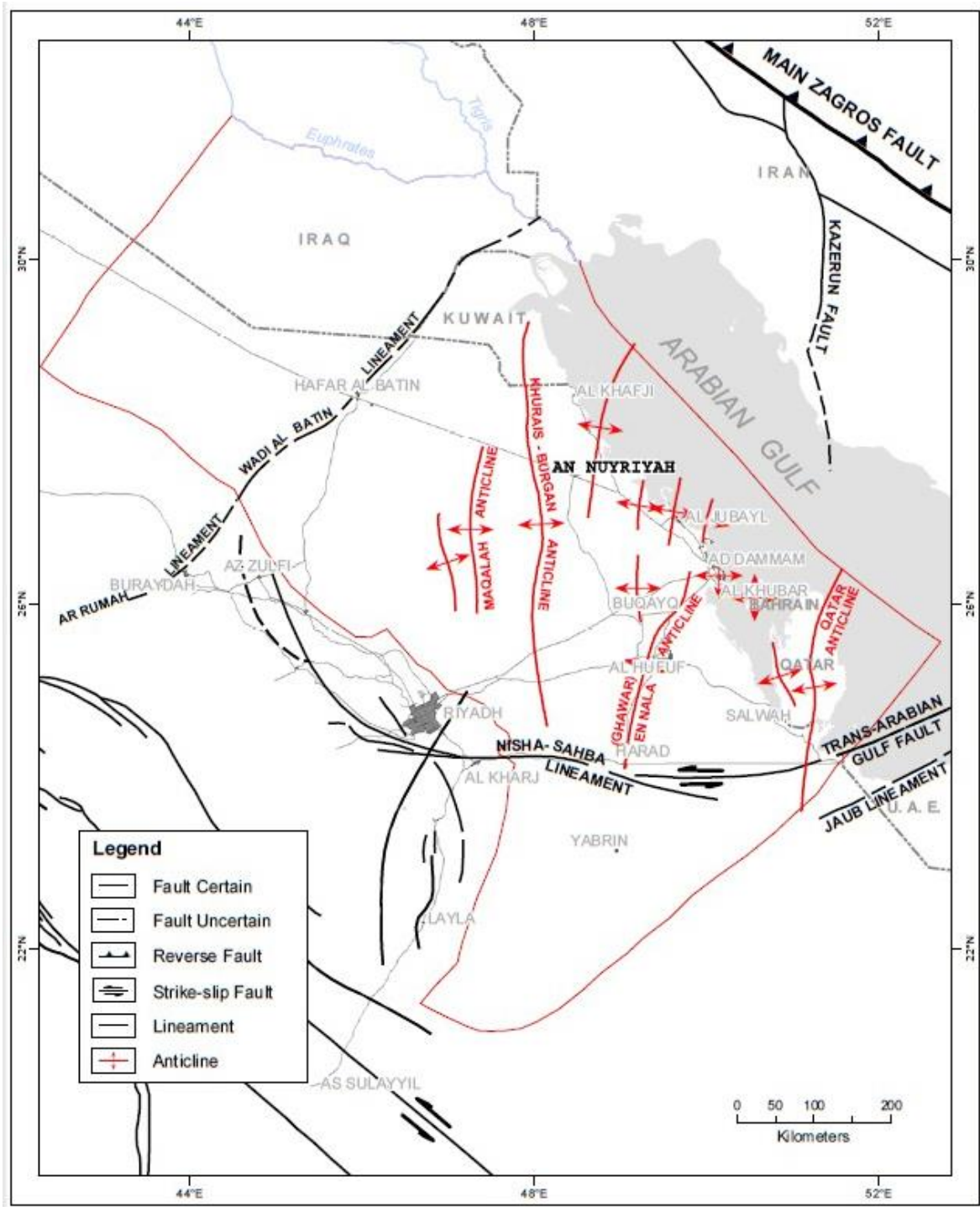
تركيباً الرصيف الرسوبي العربي ما زال ثابتاً منذ دهر الحياة القديمة (BAKIEWICZ et al. 1982). تتابع سميكة من الرواسب القديمة (< 12 كم) تجمع شرق الجزيرة العربية وحتى الوقت الحاضر على الخليج العربي مع بعض التأثير والتشوه بالعوامل الجيولوجية (POLLASTRO 2003).

والاهم من العوامل الجيولوجية التركيبية هو وجود سلسلة متتابعة من الطيات المحدبة والطيات المقعرة والتي لها تأثير كبير في منطقة الدراسة (الشكل 12). هذه الطيات تكونت منذ 620 إلى 640 مليون سنة (KONERT et al. 2001). تعرضت التراكيب الأساسية إلى عديد من حالات الانضغاط أثناء الحركة الهرسينية في العصر الديفوني والذي أدى إلى وجود صدوع أساسية ظهريّة (هورست) في الاتجاه عام شمال جنوب في وسط وشرق المملكة. هذا الرفع الناتج عن انضغاط الصخور حول هذا الصدع يصاحبه وجود صدوع عكسية بزوايا كبيرة على جانبي الصدع الأساسى. في العصر الترياسى المبكر أعيد تنشيط التراكيب خلال الهبوط الحراري وتمدد الصفيحة العربية. هذه الأحداث أدت إلى ارتفاع وتعرية الصخور القديمة. وفي منطقة الدراسة تتحكم الطيات والصدوع في حركة النويدات المشعة وتواجدها بالمياه الجوفية من عدمه. على أن الدراسات السابقة (GDC 1980, BRGM 1976) تشير إلى أن الصدوع لم تؤثر كثيراً في إزاحة القطاع الرسوبي بالمنطقة من أواخر العصر الطباشيري إلى العصر الرباعي. إن منطقة الدراسة تتأثر بالطيات المحدبة التي تآكل فيها نتيجة التعرية وأسطح عدم التوافق الطبقات العازلة.

3-1 طية الغوار المحدبة

وتمثل طية الغوار أحد أكبر التركيبات الجيولوجية المنتجة للنفط في المنطقة وهي عبارة عن طية محدبة مركبة ذات انحدار عام ثابت نحو الشمال. تتركز مناطق حقول النفط حول قمم الطيات العديدة التي تحدث على طول الهيكل وعرضه. على الرغم من تعقيد تفاصيله، إلا أن نمط القمم المحيطة بالذروة يشكل حزامًا واحدًا محددًا بوضوح تقع ضمنه حقول نفط حرص والحوية والحرملية والعثمانية وشدقم وعين دار. وفي اتجاه الشمال، ينقسم الهيكل إلى سلسلة من الهياكل الأكثر عزلة تدريجيًا والأكثر حدة والتي تميل إلى الاستلقاء نحو هوامش الحزام.

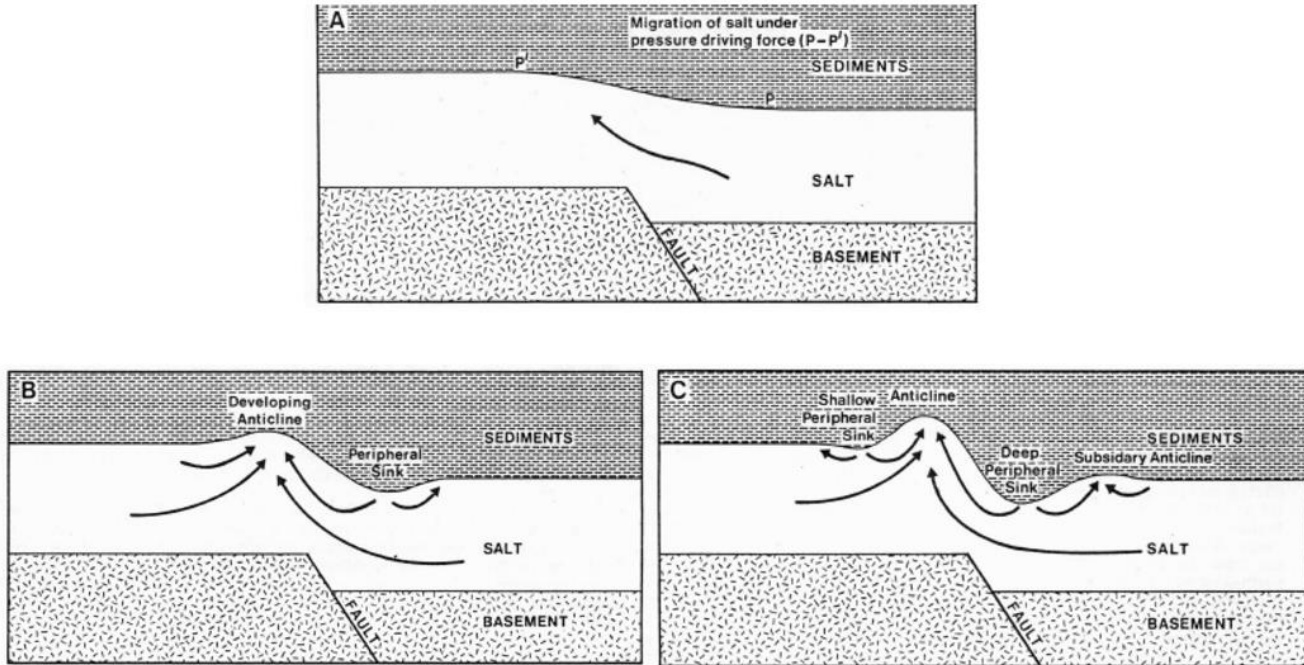
وهكذا تقع حقول نفط فازران والفاضلي والخرسانية وأبو حدرية ومنيفة والسفانية على الحافة الغربية، في حين تقع حقول نفط بقيق والبري على الحافة الشرقية؛ يتدخل خط الجبل المتزامن، وهو هيكل ضحل نسبيًا.



الشكل 12: خريطة تركيبية لمنطقة الدراسة والمناطق المجاورة (GTZ 2006).

2-3 تكون القباب الملحية

عند تتبع التركيبات الجيولوجية من الطيات المحدبة والفوالق الى عمق الحوض الرسوبي، يلاحظ زياد تفكك الأشكال البسيطة المحدبة إلى سلاسل من الهياكل القبابية المميزة تطورت عن عملية تكتونية لطبقة ملحية واحدة. ومع زيادة الضغط الناتج على وزن سماكة الرواسب المغطاة للجزء المنخفض من الفالق، وبالتالي ظهور انتفاخات وارتفاعات طفيفة مضادة للمنحنيات مميزة لجزء كبير من المنطقة وتطوير تدريجي أدت إلى ظهور تضاريس أكبر. وتؤدي هذه الحركة للطبقة الملحية والمتبخرات الى تكون القباب الملحية التي تخترق الطبقات التي تعلوها كما في الشكل رقم 13.



الشكل 13: يوضح طريقة تكون القباب الملحية (GDC1980)

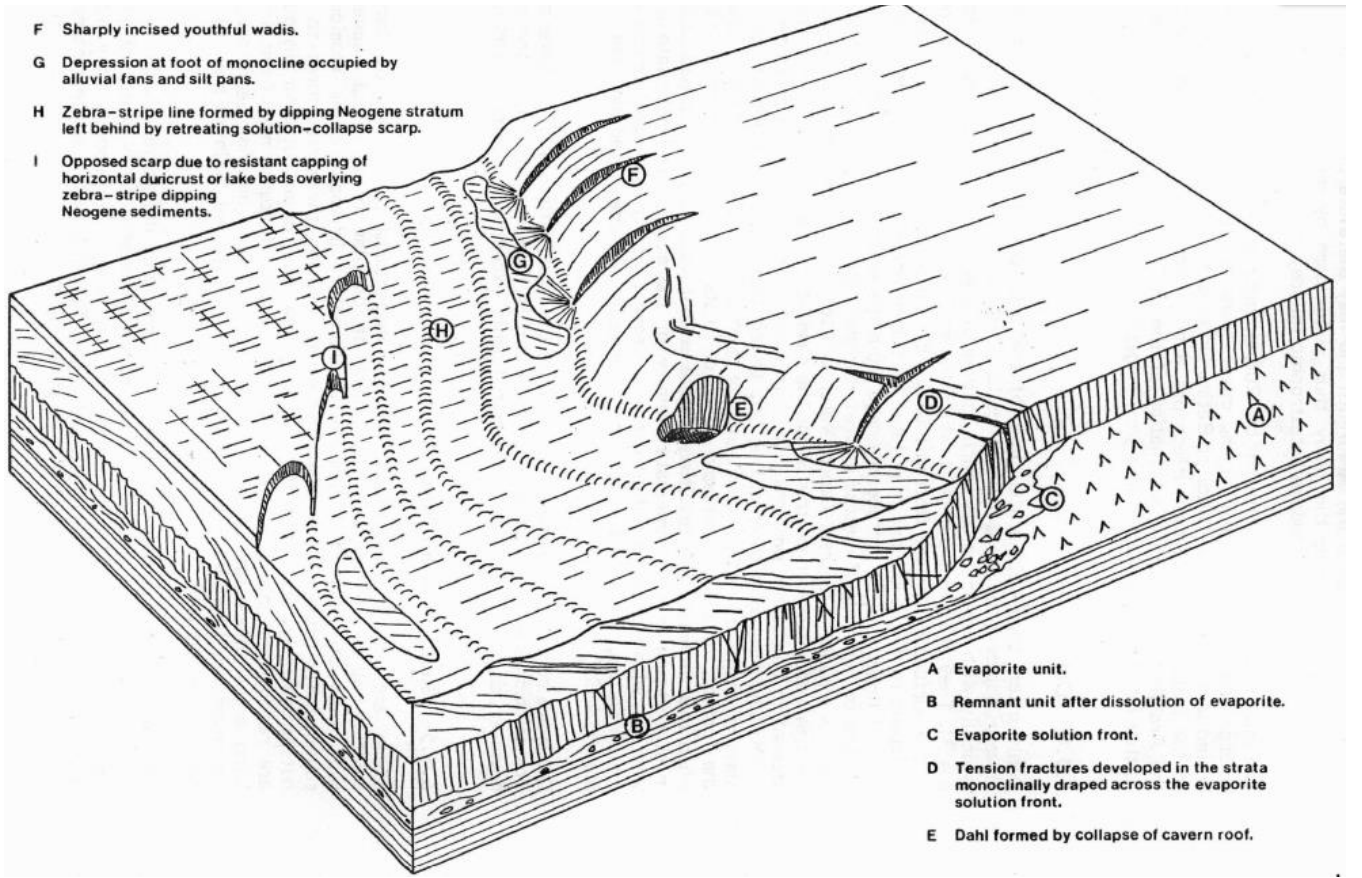
4 تكون السبخات

السبخات وهي المستنقعات المالحة أو المسطحات الطمية التي تشغل المنخفضات وغالبًا ما يستخدم المصطلح على نطاق أوسع ليشمل البحيرات الجافة التي لم يتراكم فيها الملح والتي تكون بشكل عام أرضيتها بالطمي الجبسي. تحافظ أسطح السبخة عمومًا على توازن بين التعرية والترسب، ويتم التحكم في هذا التوازن من خلال منسوب المياه الجوفية، قد يكون مصدر المائي موسميًا ومحليًا لكنه مستدام. ويسبب انخفاض منسوب المياه في السبخة إلى جفاف الرواسب فيها وبالتالي تعرضها إلى الإزالة بعوامل التجوية وعلى عكس في حال ارتفاع مستوى الماء فتتحول السبخة إلى حوض للترسيب يزيد من سماكة الرواسب فيها.

تتكون غالبية السبخات في المناطق القريبة من الساحل، ولكن يمكن العثور على أنواع أخرى في أماكن بعيدة داخل اليابسة وتسمى بالقارية. ويرجع هذا التركيز في المناطق الساحلية بشكل رئيسي إلى قرب منسوب المياه الجوفية إلى سطح الأرض.

وتكون السبخات في الأساس أحواض تبخير مغلقة؛ وتحمل المياه الجوفية المغذية للسبخة الأملاح الذائبة التي تترسب مع تبخر المياه في حوض السبخة. كما يمكن للمياه السطحية المساهمة في تغذية السبخة، ولكن يصعب تحديد نسبة هذه المساهمة. وفي حالة السبخات الساحلية، يمكن أن تساهم مياه البحر المالحة في تغذية السبخة وسرعان ما يؤدي التبخر من أسطح السبخات إلى ترسب كميات كبيرة من الملح.

تُعزى السبخات الداخلية القارية الرئيسية، مثل تلك الموجودة في السراة ومنخفض جبرين والأحساء ومن ضمنها سبخة أم الشريبات، إلى طفوح المياه الجوفية من أم الرضمة الناجم عن تحلل متبخرات متكون الرس. وتساهم العوامل التركيبية الجيولوجية المختلفة من الفوالق والقباب الملحية والدحول وعملية التحلل الكيميائية للطبقات الكلسية في توفير مسارات للمياه الجوفية التي تذيب الطبقات الملحية (متكون الرس بالأساس) خلال صعودها إلى السطح من تحت طبقات خزان النيوجين المنكشف في موقع الدراسة.



الشكل 14: يوضح مسارات تحلل المتبخرات والأملاح تحت سطحية ووصولها الى سطح السبخة

(GDC1980)

5 هيدروجيولوجية المنطقة

أوضحت الدراسات السابقة أن الوحدات الهيدروجيولوجية في منطقة الدراسة تتبع للعصر الكريتاسي العلوي إلى الرباعي (الشكل 15) وهي من أعلى إلى أسفل كما في البيان التالي:

1- خزان النيوجين: وهو خزان جوفي رئيسي يتكون من رسوبيات معقدة تتميز بوجود تكهفات (كارست) وشقوق في صخورها وكذلك رواسب فتاتية مسامية مفككة يصل متوسط سمكها إلى 140 متر وأقصى سمك لها حوالي 500 متر.

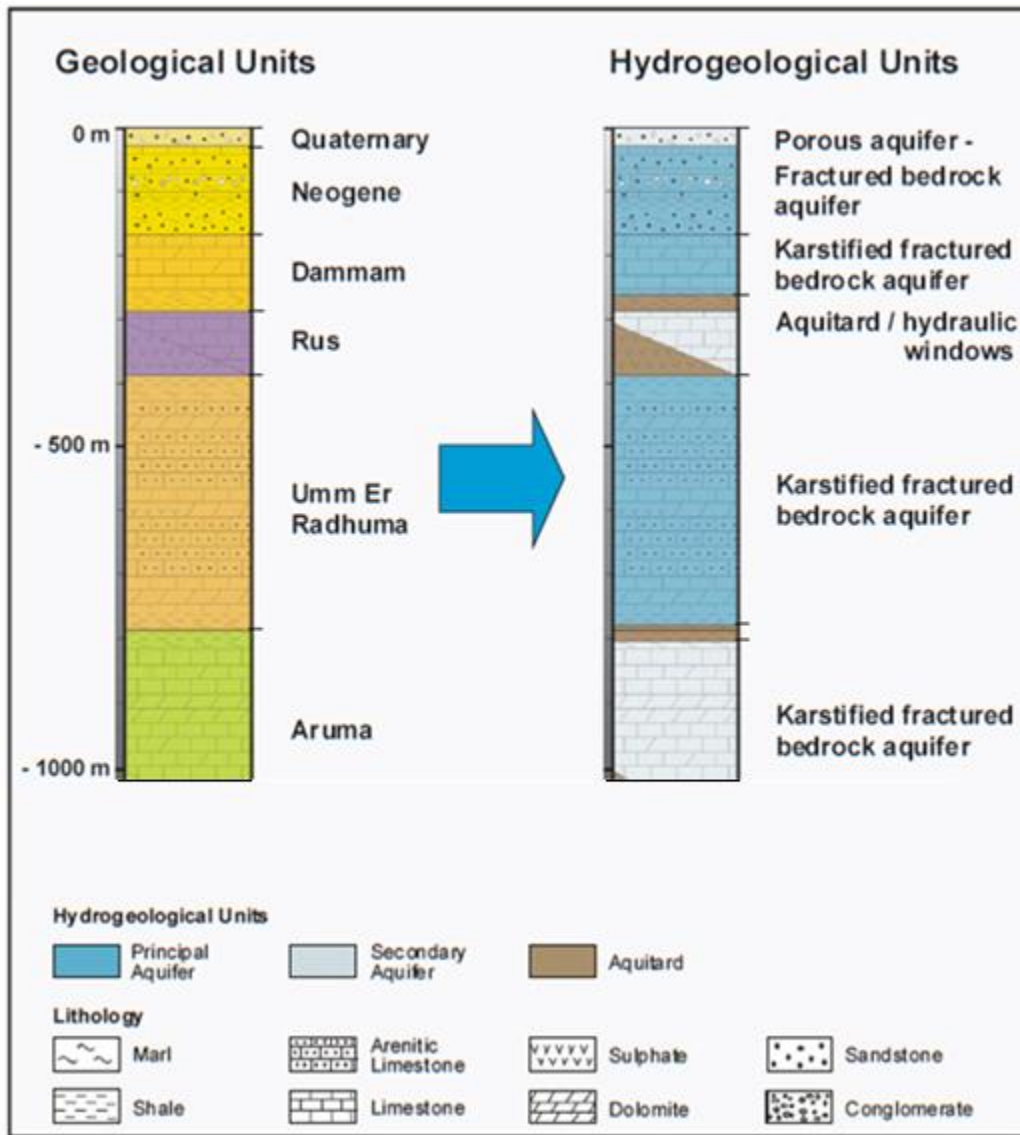
2- خزان الدمام: وهو خزان جوفي رئيسي ومن أهم أعضائه المنتجة للمياه الجوفية الخبر والعلأ ويتكون من صخور جيرية تحتوي على شقوق وكرست. ويصل متوسط سمكه إلى 120 متر وأقصى سمك له حوالي 450 متر.

3- طبقة الرس: تتكون هذه الطبقة من صخور الحجر الجيري التابعة للعصر الطباشيري والعصر الدلوميتي وتظهر فيها الكبريتيدات (الجبس والانهدرايت) والمتبخرات والملح بصفة خاصة في منطقة الدراسة. وقد تختفي هذه الطبقة في عدد من المناطق بسبب التعرية القديمة وأسطح عدم التوافق وقد تشكل ممرات للمياه بين الخزانات الجوفية الأخرى بسبب طبيعة تكوينها الصخري (الجبس والانهدرايت). ويصل متوسط سمك هذه الطبقة إلى 100 متر وأقصى سمك لها حوالي 270 متر.

4- خزان أم الرضمة: يعتبر خزان أم الرضمة خزان جوفي رئيسي تتكون صخوره من الحجر الجيري والدلوميت والمارل والطفلة في الجزء العلوي منه بينما يحتوي الجزء السفلي منه على تداخلات من الكبريتيدات (الجبس والانهدرايت) وبصفة خاصة في منطقة الدراسة. ويصل متوسط سمكه إلى 400 متر وأقصى سمك له حوالي 800 متر.

وقد يتواجد الخزان الجوفي أم الرضمة في أوضاع مختلفة مع الوحدات الجيولوجية الأخرى كآتي:

- 1- متكون أم الرضمة تعلوه صخور كبريتيدات متكون الرس.
- 2- متكون أم الرضمة يعلوه متكون الدمام مع وجود متكون النيوجين أو عدم وجوده واختفاء متكون الرس.
- 3- متكون أم الرضمة يعلوه متكون النيوجين.
- 4- متكون أم الرضمة مكشوف على السطح.



الشكل 15: رسم توضيحي للوحدات الهيدروجيولوجية بالمنطقة (GTZ 2006).

1-1-5 خصائص خزانات المياه الجوفية بالمنطقة

1-1-1-5 خزان أم الرضمة

سمي بهذا الاسم نظرا لوجود جزئه العلوي في آبار أم الرضمة الواقعة على بعد 65 شمال شرق الارطاوية. يمتد منكشف المتكون لمسافة 200 كلم من الحدود العراقية شمالا وحتى وادي الدواسر جنوبا. تتكون طبقات أم الرضمة من صخور حجر الجير والدولوميت ويتراوح عمره بين الباليوسين والايوسين السفلي من دهر الحياة الحديثة، ويختلف سمك هذا المتكون من مكان لآخر ويبلغ حوالي 490 م في المنطقة الشرقية. يعتبر متكون أم الرضمة من أهم الخزانات الجوفية العذبة في المملكة العربية السعودية حيث أن صخور الحجر الجيري النقي ذات خصائص هيدروليكية لا مثيل لها في غيرها من التكوينات المائية فمساميته عالية ونفاذيته جيدة جدا، هذا إضافة إلى احتوائه على العديد من الشقوق والكهوف تحت سطحية التي تكونت بسبب إذابة الصخور الجيرية . يميل متكون أما الرضمة إلى الانسياب الارتوازي التلقائي على طول ساحل الخليج العربي وفي المناطق المنخفضة. وتختلف الخصائص الهيدروليكية لمتكون أم الرضمة من موقع لآخر تبعا لجيولوجية ذلك الموقع وكثافة الشقوق الموجودة في صخور المتكون حيث إنه متكون غير متجانس. ويحدث اتصال خزان أم الرضمة بخزان متكون النيوجين عن طريق الرمل والحصى من رواسب النيوجين القارية التي تملأ قنوات نهريّة قديمة مرورا بخزان متكون الدمام حتى تصل إلى أم الرضمة.

خواص المياه في هذا الخزان جيدة بالقرب من المنكشف مع وجود مواد صلبة ذائبة تصل إلى حوالي 1000 ملجم/ لتر، وتنخفض نوعية وجودة المياه الجوفية في الجزء السفلي من هذا المتكون، وأيضاً نحو الشمال الشرقي حيث تصل كمية الأملاح الصلبة الذائبة إلى 6000 ملجم/ لتر على طول المنطقة الساحلية. وتتواجد المياه ذات الجودة العالية في مناطق أعلى التراكيب الجيولوجية (قبة الدمام)، ويرجع ذلك لعدم ترسب الأنهيدرايت

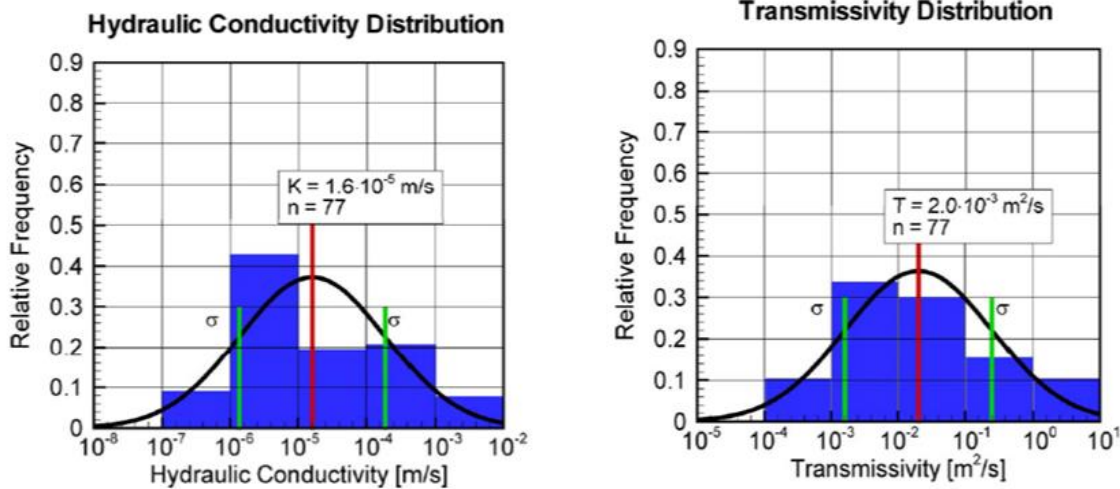
في تلك الأماكن داخل رواسب متكون الرس التي تعلوها، وهي طبقة مياه جوفية جيدة في الثلث الأعلى من المتكون، ولكن الطبقات السفلى عموماً تكون مالحة. ونجد أن الطفال والحجر الجيري الطيني يكونان قاعدة هذا المتكون التي تعمل كفاصل بين طبقتي المياه الجوفية العرمة وأم الرضمة. والمياه الجوفية لطبقة أم الرضمة هي مياه أحفورية، ويبلغ عمرها من 10,000 إلى 28,000 سنة. كما نجد أن الينابيع المنتشرة في المنطقة الشرقية تعطي كميات كبيرة من المياه من خلال طبقات النيوجين، ومعظم هذه المياه تنبع من طبقة متكون أم الرضمة المائية.

طبقة أم الرضمة المائية تحتوي على خواص هيدروليكية معقولة حيث إن المسامية الفعالة تتراوح ما بين 0.5 حتى 5 %، والتوصيلية الهيدروليكية ما بين 3.7×10^{-4} و 5×10^{-3} و تكون معاملات التوصيل ما بين 1×10^{-2} و 1×10^{-3} م²/ثانية، ومعامل تخزين يتراوح ما بين 3×10^{-4} و 5×10^{-4} (في النطاق المحصور)، وبمتوسط 4×10^{-4} . خزان أم الرضمة يبين نفاذية عالية جداً، حيث تكون ارتوازية أو تحت ارتوازية. وتكون مياهها الجوفية بشكل عام ذات نوعية جيدة، وتعطي إنتاجية تصل إلى حوالي 10 م³ / ساعة.

النفاذية بناء على اختبارات الضخ عالية جداً 1×10^{-3} م²/ث إلى 1×10^{-1} م²/ث (86.4 م²/يوم إلى 86400 م²/يوم) (الشكل 17): متوسط النفاذية من اختبارات الضخ يساوي 2×10^{-3} (172.8 م²/يوم). قيم التوصيل الهيدروليكي ما بين 1.0×10^{-7} م/ث و 1.0×10^{-2} م/ث (864 م²/يوم و 864 م²/يوم) وبمتوسط 1.6×10^{-5} م/ث (1.3824 م²/يوم)، (شكل 4-3) يوجد نطاق نفاذية عالية نتيجة التكيف (كارست) وترتبط جزئياً بسبب تواجد الشقوق في المتكون. وتختلف النفاذية والتوصيل الهيدروليكي من بئر لآخر. كما أن معامل

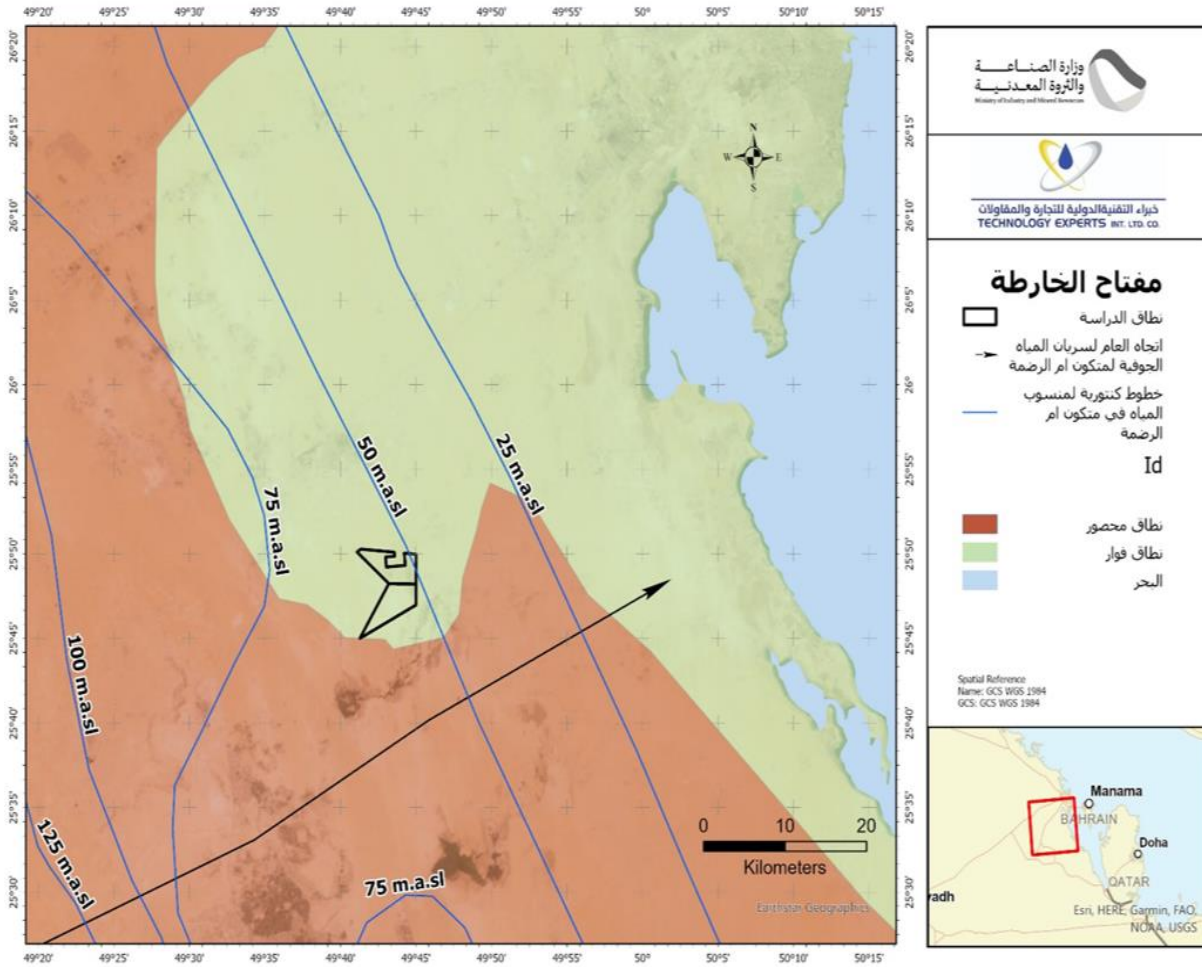
التخزين المتحصل عليه من اختبارات الضخ يصل ما بين 10×10^{-4} إلى 10×10^{-3} ومعامل التخزين النوعي (specific storage) يساوي 10×10^{-8} إلى 10×10^{-5} . وقيم السحب (specific yield) تم تحديدها من اختبارات الضخ بما يساوي 0.01 إلى 0.07 (GTZ,2006).

ووجد أن الملوحة في الخزان المكشوف تتراوح ما بين 300 مل جم / لتر إلى 1000 مل جم / لتر وقد تصل إلى 4000 مل جم / لتر في اتجاه الخليج وفي منطقة الدراسة حيث إن خواص الخزان تتميز بوجود الكالسيوم والكبريتيدات ويعتبر الخزان جزئياً من طبقات المتبخرات.



T = transmissivity, K = hydraulic conductivity,
n = number of tests, δ = standard deviation

الشكل 16: النفاذية والتوصيل الهيدروليكي لمكون أم الرضمة (GTZ 2006).



الشكل 17: خريطة كنتورية لمستوى المياه الثابت والاتجاه العام للسريان بخزان أم الرضمة (GTZ 2006).

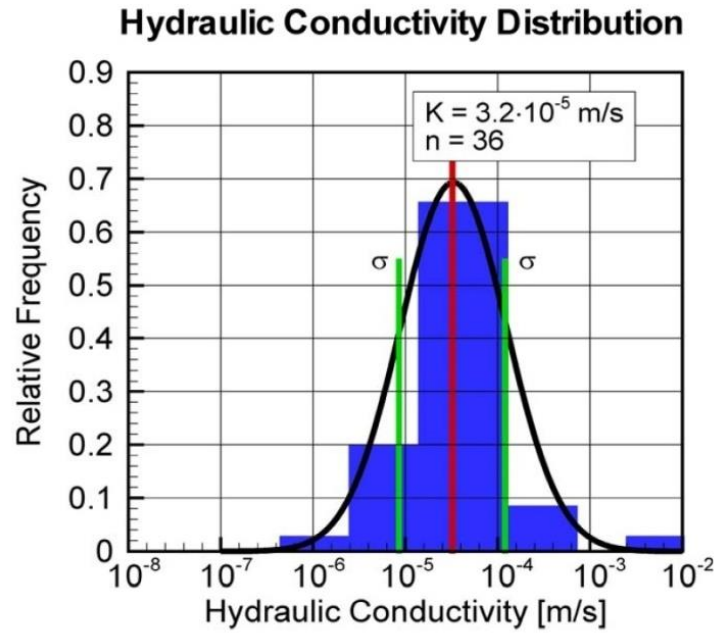
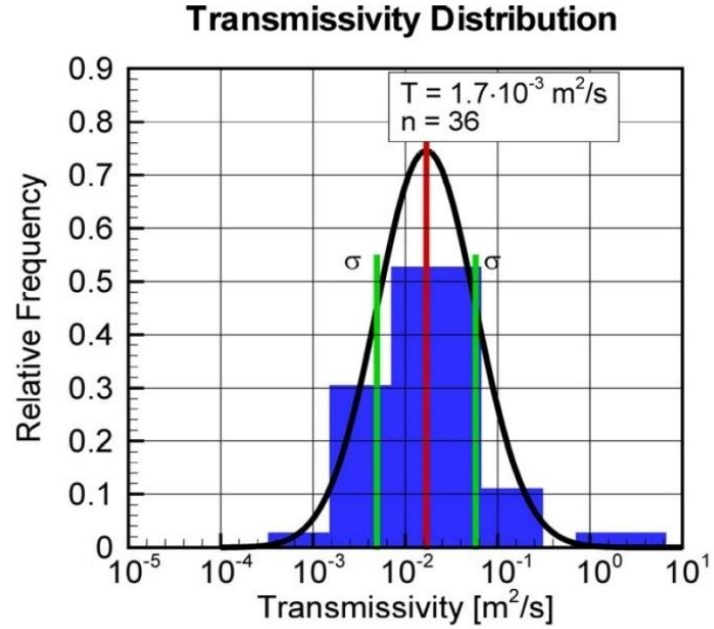
2-1-1-5 خزان الدمام

يظهر مكشف هذا التكوين حول قبة الدمام ويمتد الى 180 كلم ويشغل منكشفة مساحة قدرها 2000 كم² وهو من العصر الايوسين الاوسط، ذو أصل بحري يوجد تحته تكوين الرس ويعلوه تكوين النيوجين، ويتألف من خمس أعضاء اثنان منها تحمل المياه وهي عضو العلاء وعضو الخبر. يبلغ أقصى سمك للمكون في الدمام 23.5 م ويزيد سمكه ليلغ 51 م قرب قطر. يتمثل الخزان الجوفي لمكون الدمام في منطقة الدراسة بطبقات المياه الجوفية المسماة الخبر والعلاء والتي تفصلهما طبقات المارل السفلية لعضو العلاء والذي يعتبر عازل

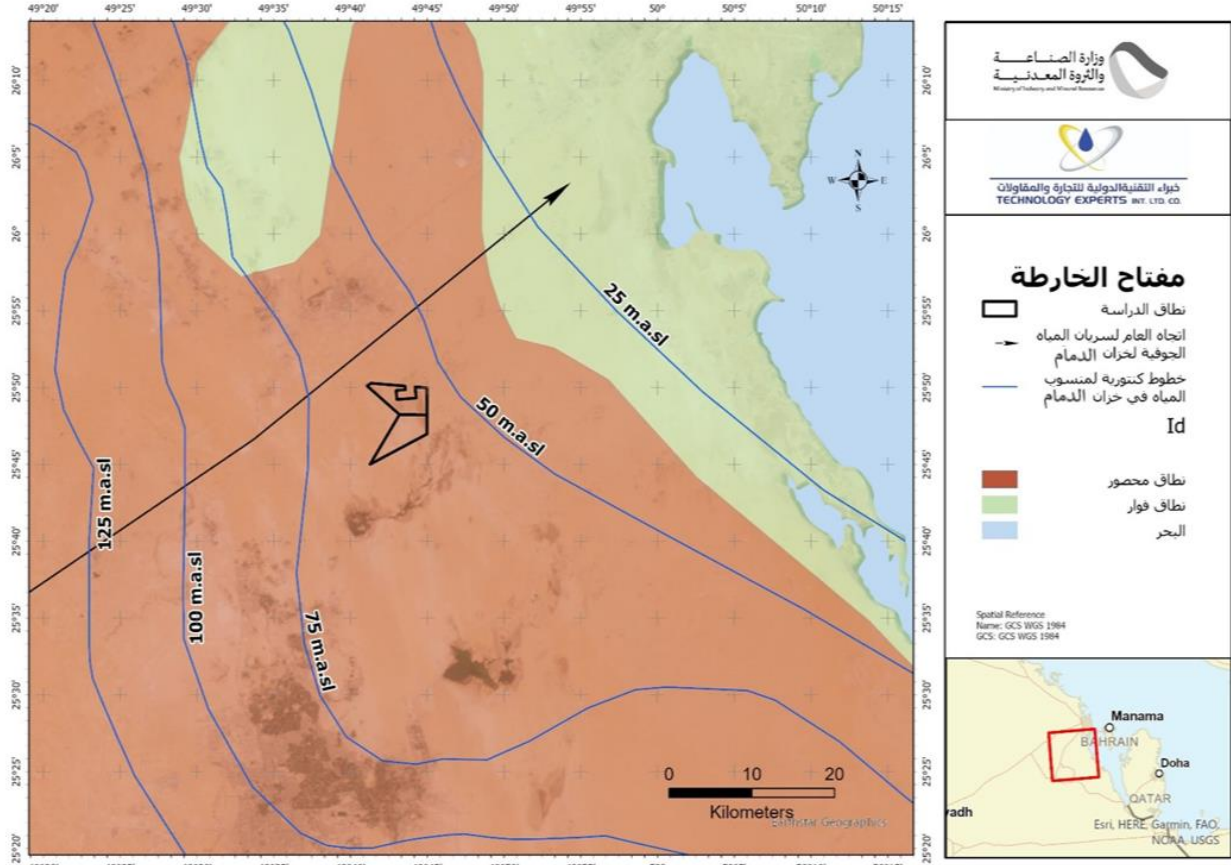
هيدروليكي بينهما ، وقد أظهرت الدراسات السابقة (Ital consult 1969) و (BRGM 1977) أن معامل التوصيلية لطبقة المياه الجوفية الخبر تكون متغيرة للغاية حيث تبدأ من 3×10^{-6} م/2 ثانية إلى 10^{-1} م/2 ثانية ، بينما تكون معدلات معامل التخزين منخفضة حيث تتراوح ما بين 10^{-3} إلى 10^{-5} (، هذا مما يدل على أن سلوك طبقة المياه الجوفية تكون من النوع المحصور .

ونجد أن النفاذية (Transmissivity) لهذا الخزان بناء على اختبارات الضخ تساوى ما بين 10^{-3} م/2 ث إلى 10^{-1} م/2 ث (86.4 م²/ي إلى 86.400 م²/ي). (الشكل 18) يبين أن متوسط النفاذية من اختبارات الضخ يساوى $10^{-1.7}$ (146.88 م²/ي) وقيم التوصيل الهيدروليكي ما بين 10^{-6} م/ث و $10^{-1.0}$ م/ث (0.0864 م/ي و 864 م/ي) وبمتوسط $10^{-3.2}$ م/ث (2.7648 م/ي). وفي (شكل 3-8) يوجد نطاق نفاذية عالية وهذا نتيجة لوجود التكهف (كارست) ويرتبط ارتفاعها جزئياً بسبب تواجد الشقوق في المتكون. وفي الأشكال 7 و 8 تختلف النفاذية والتوصيل الهيدروليكي من بئر لآخر، كما أن معامل التخزين المتحصل عليه من اختبارات الضخ يتراوح ما بين 10^{-9} إلى 10^{-8} ومعامل التخزين النوعي (specific storage) يساوى 10^{-7} إلى 10^{-4} وقيم السحب (specific yield) التي تم تحديدها من الضخ تساوى 0.01 إلى 0.05 (GTZ, 2006). وقد وجد أن الملوحة في هذا الخزان تزيد إلى جهة الخليج (من الغرب إلى الشرق) وهي تتراوح عموماً ما بين 1000 مل جم / لتر إلى 2000 مل جم / لتر وهي غالباً ما تكون أملاح الصوديوم والكلوريد. وعموماً فإن نوعية وجودة المياه الجوفية في الطبقة المائية الخبر تكون مناسبة في كثير من الأحيان للاستخدامات المنزلية والزراعية. حيث أن المياه ذات النوعية الجيدة تتواجد في الأماكن ذات قيم التوصيلية العالية، وبيانات الملوحة المستقاة من دراسة (Ital consult, 1969) تظهر أن

هناك مناطق للمياه منخفضة الملوحة، حيث تصل قيم المواد الصلبة الكلية الذائبة فيها أقل من 2000 ملجم/لتر.



الشكل 18: النفاذية والتوصيل الهيدروليكي لخزان الدمام (GTZ 2006).



الشكل 19: خريطة كنتورية لمستوى المياه الحر والاتجاه العام لسريان بخزان الدمام (GTZ 2006).

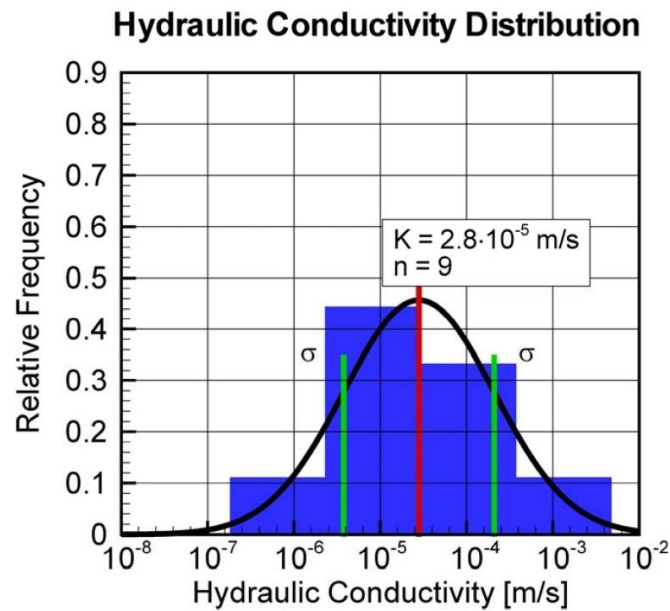
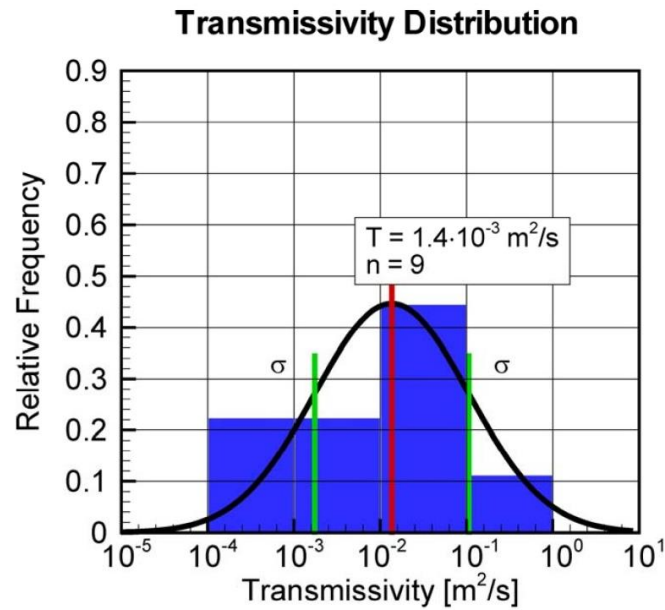
3-1-1-5 خزان النيوجين

يتمثل خزان النيوجين في منطقة الدراسة بطبقات المياه الجوفية الهيدروك ودام، وينتج خزان الهيدروك مياه بكميات جيدة إلى قليلة مقبولة الجودة، ووجد أن الخصائص المميزة لهذا الخزان تكون على النحو التالي : مسامية فعالة تزيد عن 3% وقيم الناقلية (T) تتغير بشدة وتتراوح ما بين 10×4^{-2} إلى 10×7^{-4} م²/ثانية ومعامل التخزين يتراوح ما بين 10×4^{-2} (في الجزء المحصور) إلى 10×1^{-2} (في ظروف الخزان غير المحصور) كما أن إنتاجية الخزان بمنطقة الدراسة جيدة إلى مقبولة .

ووجد أن (8.64)ية (Transmissivity) بناء على اختبارات الضخ تتراوح ما بين 10×1^{-4} م²/ث إلى 10×1^{-1} م²/ث (8.64 م²/ي إلى 86400 م²/ي) . (الشكل 20) يبين أن متوسط النفاذية من اختبارات الضخ يتراوح ما بين 10×1.4^{-3} (120.96 م²/ي) ، وقيم التوصيل الهيدروليكي ما بين 10×1.0^{-7} م²/ث و 10×1.0^{-2} م²/ث (10×8.64^{-3} م²/ي و 864 م²/ي) وبمتوسط 10×2.8^{-5} م²/ث (2.4192 م²/ي) ،

ومعامل التخزين من اختبارات الضخ يتراوح ما بين 10×10^{-4} إلى 10×10^{-3} و معامل التخزين النوعي (specific storage) يتراوح ما بين 10×10^{-6} إلى 10×10^{-3} ، وقيم السحب (specific yield) التي تم تحديدها من اختبارات الضخ تساوى 0.01 إلى 0.07 (GTZ, 2006).

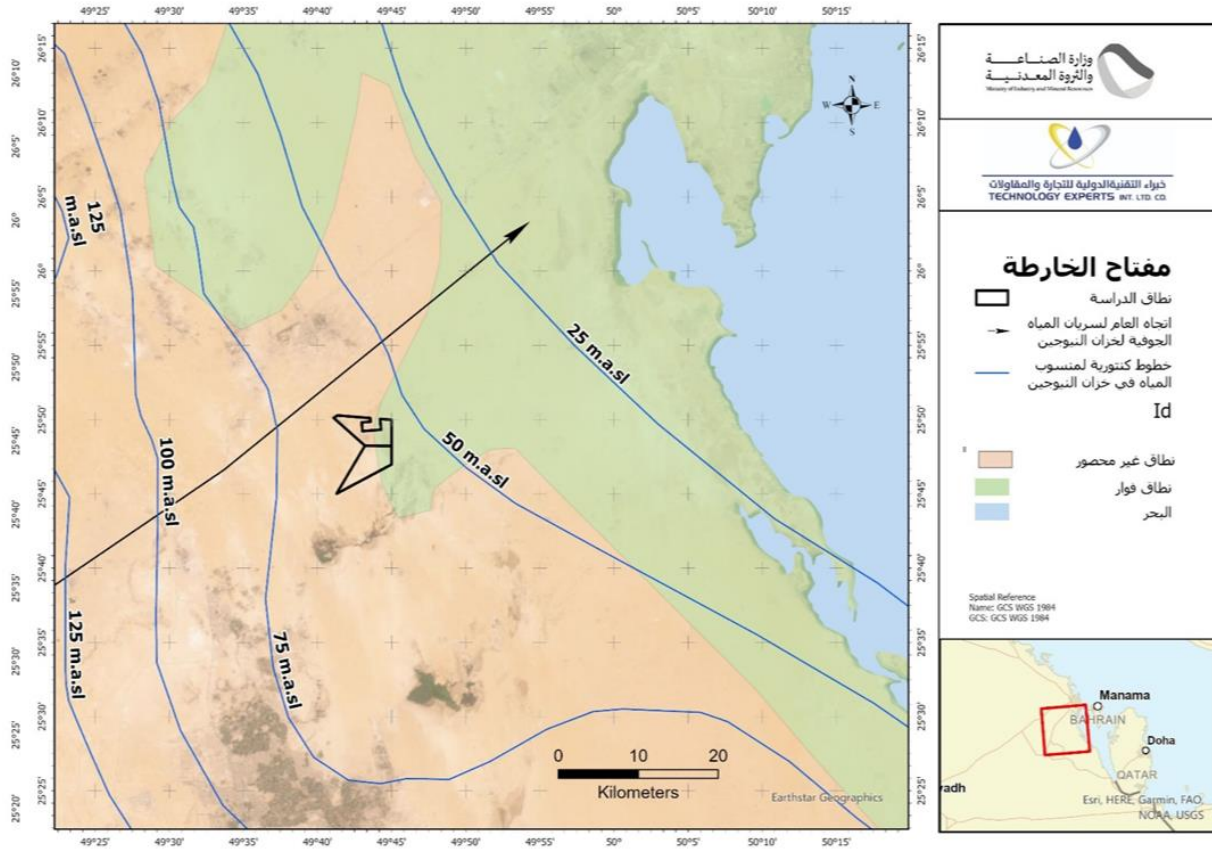
ويعتبر خزان دام خزان مياه جوفية ثانوي يتكون من الحجر الجيري المتآكل المتشقق والمتداخل مع المارل والطين حيث يتراوح سمكه ما بين 30 متراً وإلى حد أقصى يصل إلى حوالي 100 متراً. ويتميز هذا الخزان بالخصائص الهيدروليكية الآتية: المسامية العالية حيث أن المسامية الفعالة تتراوح ما بين 3 إلى 10 % ، وقيم النفاذية (T) تتراوح ما بين 1×10^{-2} متر مربع/ ثانية إلى 7×10^{-2} متر مربع/ ثانية . فخزان النيوجين تختلف خواص مياهه الكيميائية، ولكن الملوحة فيه مرتفعة في منطقة الدراسة وتصل ما بين 1300 مل جم / لتر إلى 5500 مل جم / لتر.



الشكل 20: النفاذية والتوصيل الهيدروليكي لخزان النيوجين (GTZ 2006).

T = transmissivity, K = hydraulic conductivity,

n = number of tests, δ = standard deviation



الشكل 21: خريطة كنتورية لمستوى المياه الثابت والاتجاه العام للسريان بخزان النيوحين (GTZ 2006).

6 حفر الخنادق والحفر اللبي بالأوقر.

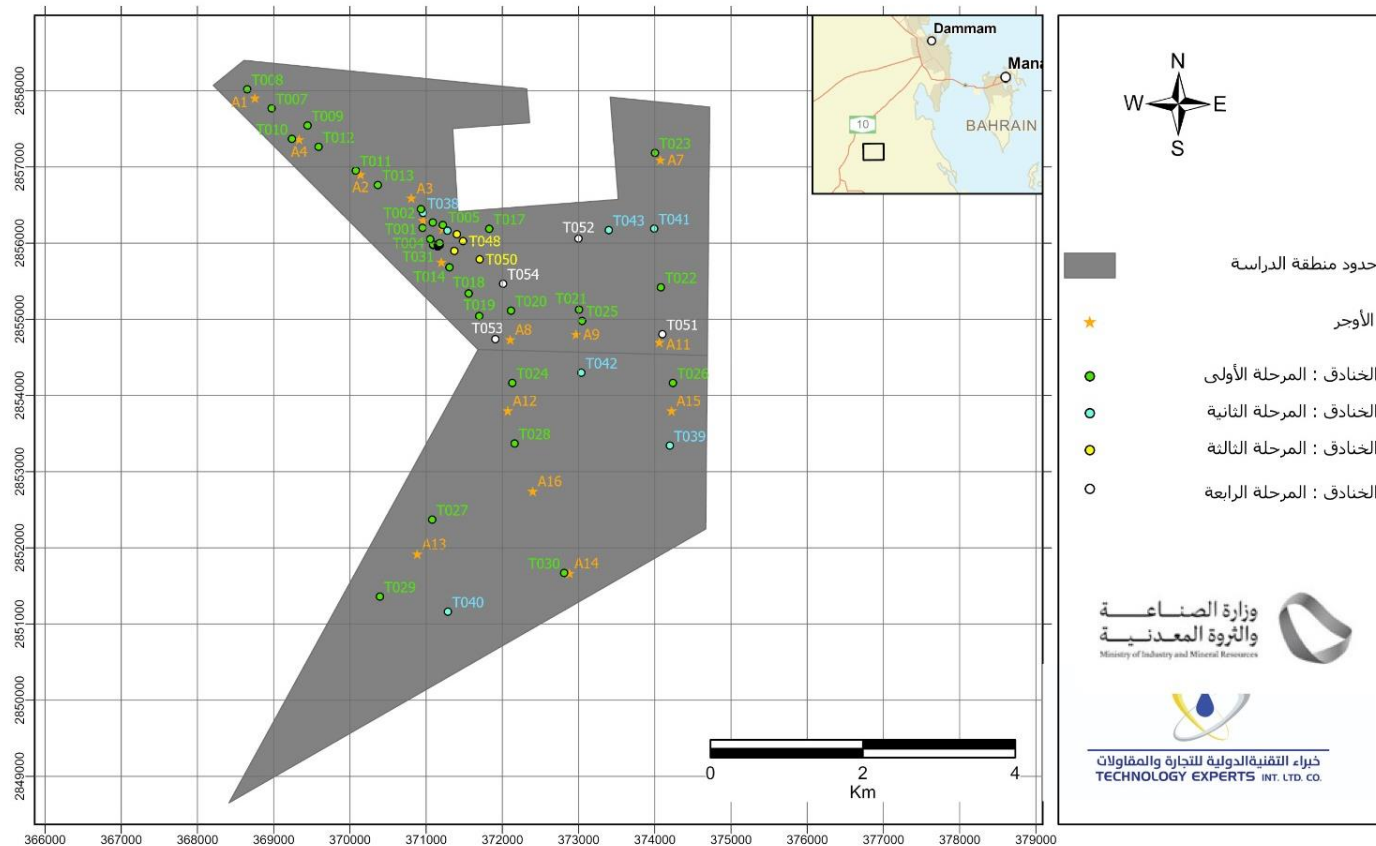
من ضمن متطلبات الدراسة حفر 30 خندق بطول 7م وعرض 2م وعمق 3-5 امتار، ونظرا لسعة مساحة منطقة الدراسة، بالإضافة إلى الحاجة لدراسة مواقع بعيدة عن الاستغلال القائم سابقا، فقد زيد عدد الخنادق التي تم حفرها 59 خندقا بالإضافة إلى عمل 16 حفر لبي باستخدام الأوقر Auger core Drilling، يوضح الجدول رقم 1 ملخص الحفر والخنادق التي تم عملها اثناء المشروع.

جدول رقم 1 ملخص الحفر والخنادق

الملاحظات	أرقام الخنادق	العدد	المجموعة
خنادق	من 1-37	37	الأولى
لا يوجد عدد 44 و 45	من 38-50	11	الثانية
تم إعادة بعض الخنادق	العدد 10 خنادق من 5-6 ومن 47-54	11	الثالثة والرابعة
	حفر الأوقر الأرقام من A1 إلى A16	16	الرابعة
		75	المجموع الكلي

يبين الشكل رقم 22 خريطة لتوزيع الخنادق في المراحل المختلفة من المشروع ومواقع الحفر اللبي باستخدام الأوقر. يرجع زيادة هذا العدد من الخنادق والحفر اللبي إلى عدة عوامل منها:

- أن تربة السبخة هشة وغير متماسكة ، مما يجعل إنهاء الحفر ظاهرة سائدة مما يستلزم في بعض الأحيان إعادة حفرها .
- أن تضاريس السبخة ليست مستوية ففيها المرتفع والذي تغطيه الرمال وفيها المنخفض والتي تتدفق مياهه على السطح.
- كما إن بعض مواقع السبخة من الصعب الوصول إليها إلا باستخدام الدراجات النارية ذات العجلات الثلاث السمكية.



الشكل 22 : خارطة تبين توزيع الخنادق (النقاط الدائرية) التي تم حفرها أثناء الدراسة على مختلف مراحل المشروع (أربع مراحل) و حفر الأوحر (النجوم) التي تم إضافتها من أجل تغطية المساحة الواسعة لسبخة أم الشريبات.

وبناء على ما سبق فقد تم تقسيم السبخة وتوجيه من المشرف على المشروع من قبل الوزارة إلى ثلاثة مناطق ، وعلى النحو التالي:

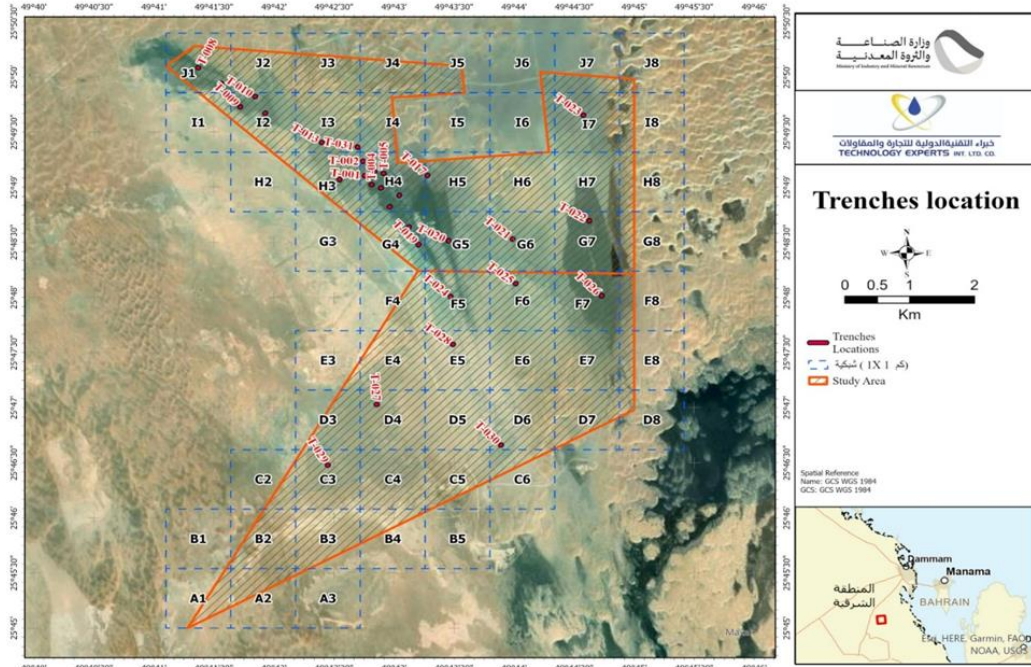
1. نطاق التطوير (المواقع المستغلة سابقا).
 2. مواقع واعدة لوجود بعض الترسبات الملحية السطحية الظاهرة.
 3. مواقع استكشافية مغطاة بالرمال.
- وكما يظهر فإنه قد تم تغطية كامل منطقة الدراسة إما بالخنادق أو بالحفر اللبي.

6.1 حفر الخنادق

في المرحلة الأولى من المشروع تم حفر 37 خندق باستخدام عدد (2) بركلين والتي وزعت على ثلاث نطاقات بهدف تغطية المنطقة، حيث كانت على النحو التالي:

- 1- ضمن نطاق التطوير تم حفر (17) خندق.
- 2- ضمن نطاق الاستكشاف تم حفر (10) خندق.
- 3- ضمن النطاق الواعد تم حفر (10) خنادق.

كان الهدف من هذه الخنادق دراسة الخصائص الهيدرولوجية والجيولوجية والكيميائية وجمع عينات التربة والمياه وقياس مستويات المياه ومعدلات التبخر في هذه الخنادق ، يمثل شكل رقم 23 خارطة للتوزيع الخنادق الـ 37، بينما يمثل الجدول رقم 2 توزيع وإحداثيات ومواصفات هذه الخنادق.



شكل 23: خارطة مواقع الحفر الاستكشافية (المرحلة الأولى)

جدول 1: توزيع الحفر (المرحلة الأولى)

رقم الخندق	N	E	الإحداثيات	نطاق	المربع	الطول (م)	العرض (م)	العمق (م)	الملاحظات
1	T001	25.818463	49.712547	نطاق التطوير	H4	15	4	3	
2	T002	25.820606	49.712371	نطاق التطوير	H4	12	4	4	
3	T003	25.4914	49.42838	نطاق التطوير	H4	17	4	3.5	
4	T004	25.81702	49.713493	نطاق التطوير	H4	14	4	3	
5	T005	25.818711	49.715076	نطاق التطوير	H4	12	4	3.6	
6	T006	25.816514	49.71734	نطاق التطوير	H4	17	4	3	
7	T007	25.832381	49.692665	نطاق واحد	J2	12	4	2.5	
8	T008	25.834738	49.689467	نطاق واحد	J2	10	4	1	
9	T009	26.828765	49.695367	نطاق واحد	I2	10	4	50 cm	
10	T010	25.830415	49.697444	نطاق واحد	I2	12	4	2.5	
11	T011	25.82517	49.703718	نطاق واحد	I3	10	4	5	
12	T012	25.82788	49.698842	نطاق واحد	I2	10	4	2.5	
13	T013	25.82343	49.70664	نطاق واحد	I3	11	4	5	
14	T014	25.813766	49.71613	نطاق التطوير	H4	10	4	3	ردم سريع
15	T015	25.48978	49.42891	نطاق التطوير	H4	8	3	50 cm	
16	T016	25.48.985	49.49878	نطاق التطوير	H4	8	3	0 cm8	
17	T017	25.818319	49.721305	نطاق التطوير	H4	10	4	1.50	
18	T018	25.810677	49.718726	نطاق واحد	G4	10	4	2	
19	T019	25.80798	49.72011	نطاق واحد	G4	12	4	2	
20	T020	25.808627	49.724243	نطاق واحد	G5	12	4	2.5	
21	T021	25.808857	49.733163	نطاق استكشاف	G6	15	4	3.5	
22	T022	25.811646	49.74383	نطاق استكشاف	G7	10	4	2	
23	T023	25.827531	49.74911	نطاق استكشاف	I7	12	4	3	
24	T024	25.80009	49.7245	نطاق استكشاف	F5	12	4	3.5	
25	T025	25.802119	49.733615	نطاق استكشاف	F6	10	4	3	
26	T026	25.800263	49.745523	نطاق استكشاف	F7	10	4	3.5	

رقم الخندق	N	الإحداثيات E	نطاق	المربع	الطول (م)	العرض (م)	العمق (م)	الملاحظات	
27	T027	25.783833	49.714223	نطاق استكشاف	D4	10	4	1.50	
28	T028	25.79292	49.724917	نطاق استكشاف	E5	12	4	5	
29	T029	25.774632	49.707416	نطاق استكشاف	D6	12	4	3.5	
30	T030	25.777704	49.731555	نطاق استكشاف	D6	12	4	5	
31	T031	25.48988	49.42881	نطاق التطوير	H4	8	3	1.5	
32	T032	25.48988	49.42883	نطاق التطوير	H4	8	3	1.3	
33	T033	25.48975	49.42872	نطاق التطوير	H4	8	3	3	
34	T034	25.48971	49.42873	نطاق التطوير	H4	8	3	3	
35	T035	25.48985	49.42834	نطاق التطوير	H4	8	3	2.5	
36	T036	25.48982	49.42831	نطاق التطوير	H4	16	3	80 cm	
37	7T03	25.48984	49.4289	نطاق التطوير	H4	8	3	2.5 m	

 يوجد في أجزاء من الطبقة بعض التصبغات ذات اللون الاسود

لوحظ العديد من الظواهر أثناء حفر الخنادق، منها:

- أنها ليست متماثلة في مستويات تدفق وعمق المياه وبالتالي في مستويات إنتاج الملح، حيث تبلغ هذه القيم أعلاها في المواقع المستغلة سابقا، وتقل في اتجاه المناطق المرتفع حيث تغطيها الكثبان الرملية، حيث تكون بعض هذه الخنادق شبه جافة.
- ظهور واضح لطبقات الملح المتحجرة وبسماكات مختلفة قد تصل إلى أكثر من 40 سم.
- تتداخل في بعض هذه الحفر طبقات سوداء وأخرى ذات ألوان مختلفة بحيث تصطبغ المياه بها ، تم إرجاع وجودها بفع البكتريا.
- في العموم تكون التربة في الحفر غير متماسكة والحفر سريعة الإنهيار.

تم عمل نموذج موحد لبيانات الحفر شكل رقم 24 ، حيث يظهر وصف للخندق والعلامات الفارقة له ، ويحوى ملحق رقم 1 من التقرير الجيولوجي وصف للخنادق المحفورة في جميع مراحل المشروع.

رقم تسلسلي	5				
تاريخ الحفر	26-Jul-23	يوم / شهر / سنة	التوقيت	8:00 AM	الساعة: الدقيقة
فريق العمل	Wael Almubarak - Mohamed Albassam				

تحديد موقع العينة

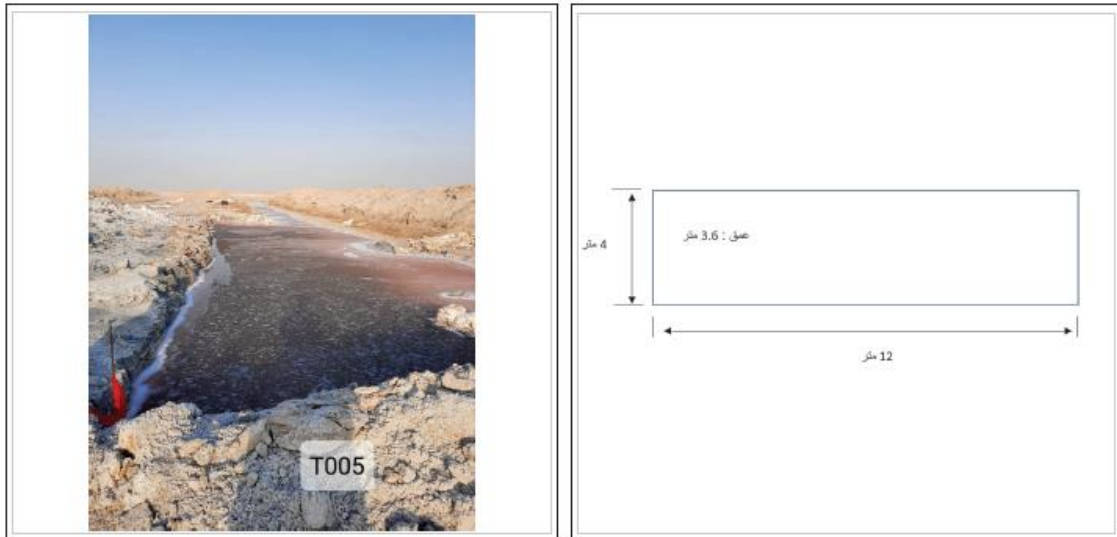
رقم الخندق	T005	رقم المربع	H4
خط العرض (E)	49.715076	خط الطول (N)	25.818711
الموقع (النطاق)	مخاض أم الشريباء		

طول الخندق	12m	عرض الخندق	4m
عمق الخندق	3.6m	مستوى الماء	0.26m
نقطة القياس	العلم الأحمر		

وصف عينات الخندق

العمق	الوصف	العمق	الوصف
40 cm	قشرة ملحية + رمل		
40- 3.5 m	ملح مع القليل من الطين		يوجد في أجزاء من الطبقة بعض التصبغات ذات اللون الاسود
3.5-3.6 m	طفلة		

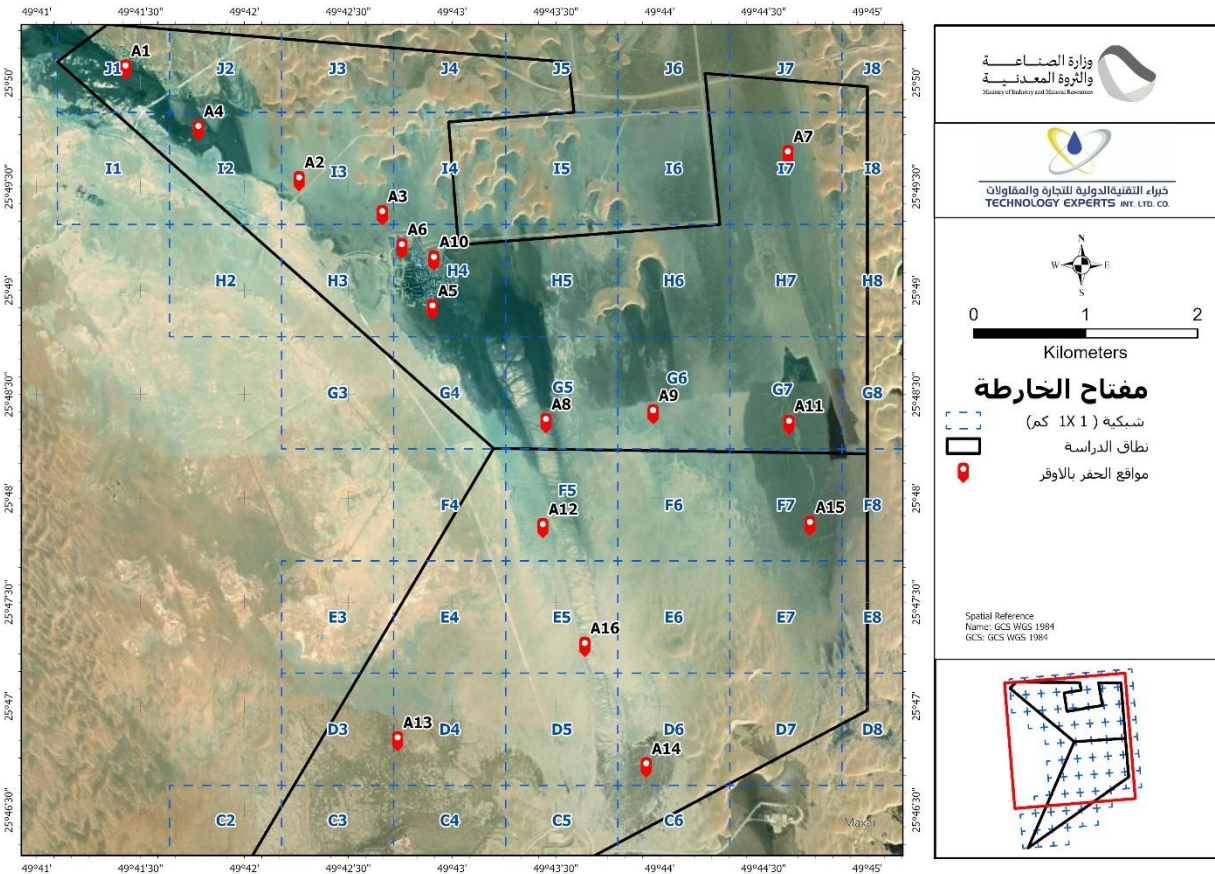
ملاحظات



شكل رقم 24 يمثل نموذج لوصف إحدى الخنادق.

6.2 الحفر بالأوقر

نفذ خلال الدراسة عدد 16 حفرة (الجدول 3) بالأوقر تتراوح اعماقها بين 0.36 م الى 2.45 م وتجميع عينات اللبية منها حيث تم توزيع هذه الحفر على النطاقات الثلاثة في موقع الدراسة (منطقة التطوير، المنطقة الواعدة ومنطقة الاستكشاف) كما هو موضح في الشكل رقم 25. تم أخذ عينات لبية من الموقع وتحديد أنواع الصخور والتركيب الجيولوجية سماكة ونوع الغطاء الرملي والصخري ومرفق ملف ببيانات العينات اللبية تم اضافتها بتقرير الجيولوجيا



الشكل 25 خارطة توزيع مواقع الحفر بالأوقر

الجدول 3: قائمة بحفر الاوقر المنفذة

ID	x	y	z	Swl	Depth (m)
A1	368753.6118	2857903.7539	23.18	33 cm	0.54
A2	370139.7111	2856898.8538	22.59	-	0.9
A3	370806.1642	2856590.1265	22.25	-	0.5
A4	369334.1528	2857360.4174	22.17	49 cm	0.63
A5	371200.9631	2855748.6290	22.87		0.36
A6	370962.0865	2856295.9476	22.43	85 cm	0.8
A7	374074.1789	2857090.9644	21.13	-	0.83
A8	372103.8588	2854730.9630	24.76	-	0.83
A9	372968.0322	2854801.0371	25.31	96 cm	1.65
A10	371217.0354	2856182.9074	22.28	21 cm	1.7
A11	374059.6366	2854696.9721	25.56	96 cm	0.98
A12	372071.1512	2853798.0578	27.48	-	1.7
A13	370883.4513	2851916.5899	42.92	-	2.45
A14	372881.2849	2851664.9304	33.43	142 cm	1.7
A15	374220.2043	2853796.6743	27.15	-	1.76
A16	372398.4522	2852740.5998	31.12	-	1.01

يتكون جهاز الحفر بالأوقر من ثلاثة أجزاء رئيسية وهي جهاز الحفر بالدقاق توصيلات حديدية بطول 1 متر لكل توصيلة وماسورة تجميع العينة اللبية محتوية على أسطوانة بلاستيكية لحماية العينة. بالإضافة الى قاعدة حديدية ورافعة تساعد على رفع المواسير (الشكل 26). تم تجميع عينات لبية من كل حفرة الى حد الوصول الى عمق الطبقة القاسية بسبب عدم اختراق هذه المنظومة الطبقات الصخرية الصلبة وتكتفي بتجميع العينات من التربة والصخور الفتاتية الهشة. وللحفاظ على العينات من التلوث بالعوامل الخارجية تم تغليف كل عينة بشرائح من البلاستيك ووضعها في صناديق مسبقة الاعداد قبل ان يتم تغليف كامل الصندوق كما هو موضح في صورة الشكل 27.

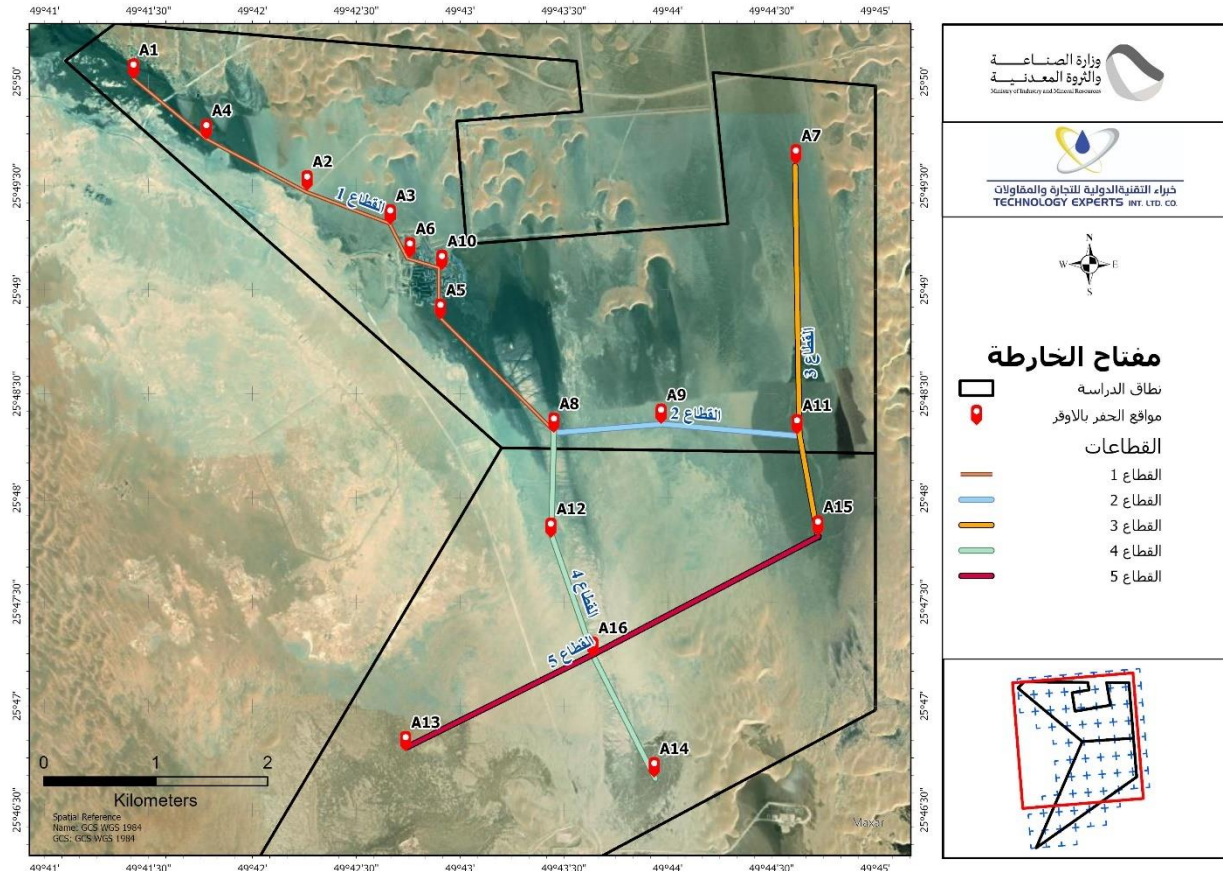


الشكل 26 : صورة من الموقع خلال الحفر بالأوقر



الشكل 27: صورة على تغليف العينات في الموقع

ومن خلال وصف العينات أُنضح مواقع الاستكشاف يغلب عليها تواجد تتابع من الرمل والطيني مع ظهور تبلور لحبيبات الملح ناتج أغلبها تبخر المياه. بينما تم تسجيل مستويات من الملح المتبلور بسمك مختلف في المواقع التطوير والمنطقة الواعدة تراوحت من 20 سم إلى حوالي 1 متر بالإضافة لتتابع طبقات من الرمل والطيني. وبعد وصف العينات تم ادخال بيانات الحفر على برنامج Rockwork للنمذجة الجيولوجية وعمل 5 قطاعات بالإضافة مجسم شبكي (خارطة الشكل 28).

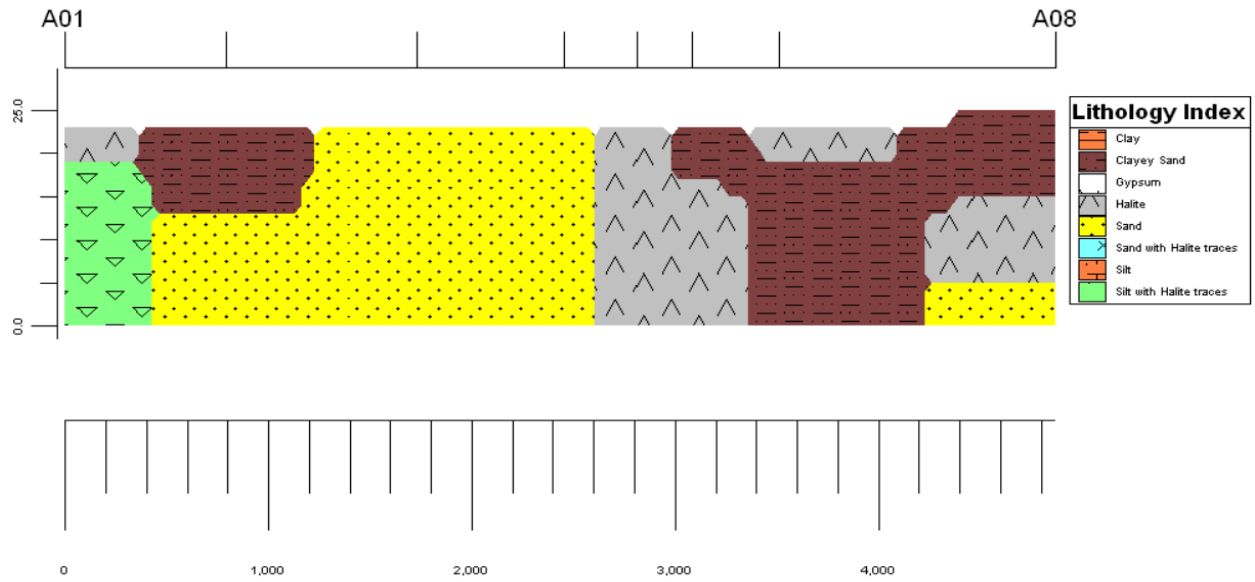


الشكل 28 خارطة توزيع القطاعات من خلال حفر الأوفر

1-6 القطاع 1:

يمثل القطاع رقم 1 الخط بين الحفرة رقم A01 والحفرة رقم A08 من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي كما هو موضح في الخارطة الشكل 28 القاطع للمنطقة الواعدة شمال ومنطقة التطوير والمنطقة الواعدة جنوب. ومن الشكل 29 يتضح تواجد ترسبات للملح الحجري في الجزء الشمالي تحت النقطة رقم A01 و بسمك اعلى تحت النقاط الموجودة في نطاق التطوير ثم تواجد تحت سطحي في المواقع الواعدة جنوب منطقة التطوير.

القطاع 1

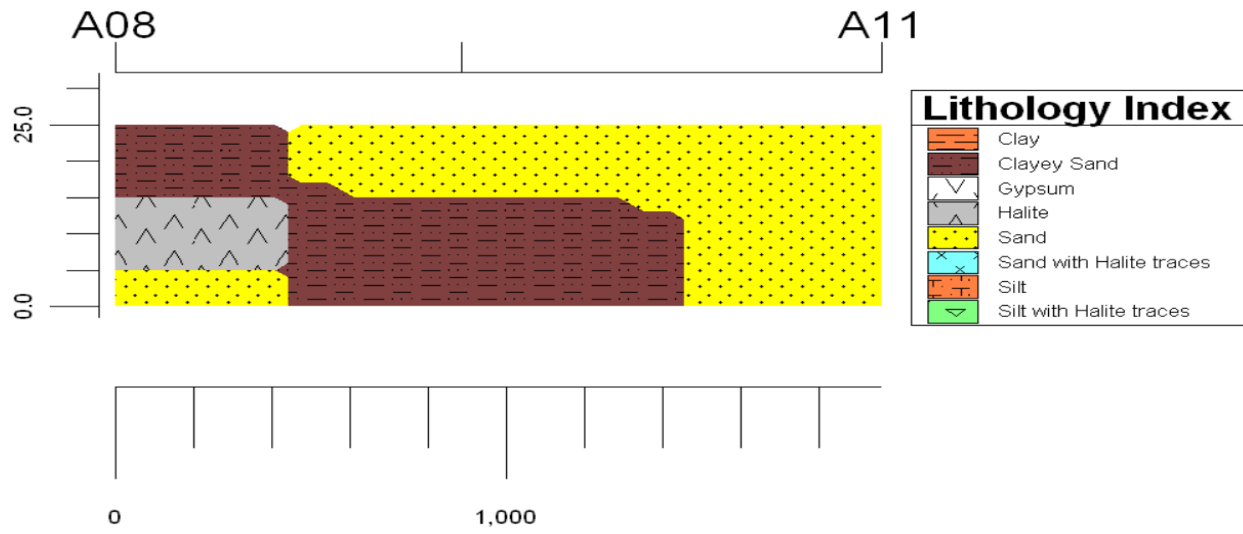


الشكل 29: القطاع 1

2-6 القطاع 2:

يمثل القطاع رقم 2 الخط بين الحفرة رقم A08 والحفر رقم A11 من الغرب الى الشرق كما هو موضح في الخارطة الشكل 28 القاطع للمنطقة الواعدة غربا الى منطقة الاستكشاف شرقا، ومن الشكل 30 يتوضح تواجد ترسبات للملح الحجري في الجزء الغربي من القطاع تحت النقطة رقم A08 وليختفي في اتجاه الشرق والتي تغلب السحنة الرملية فيها.

القطاع 2

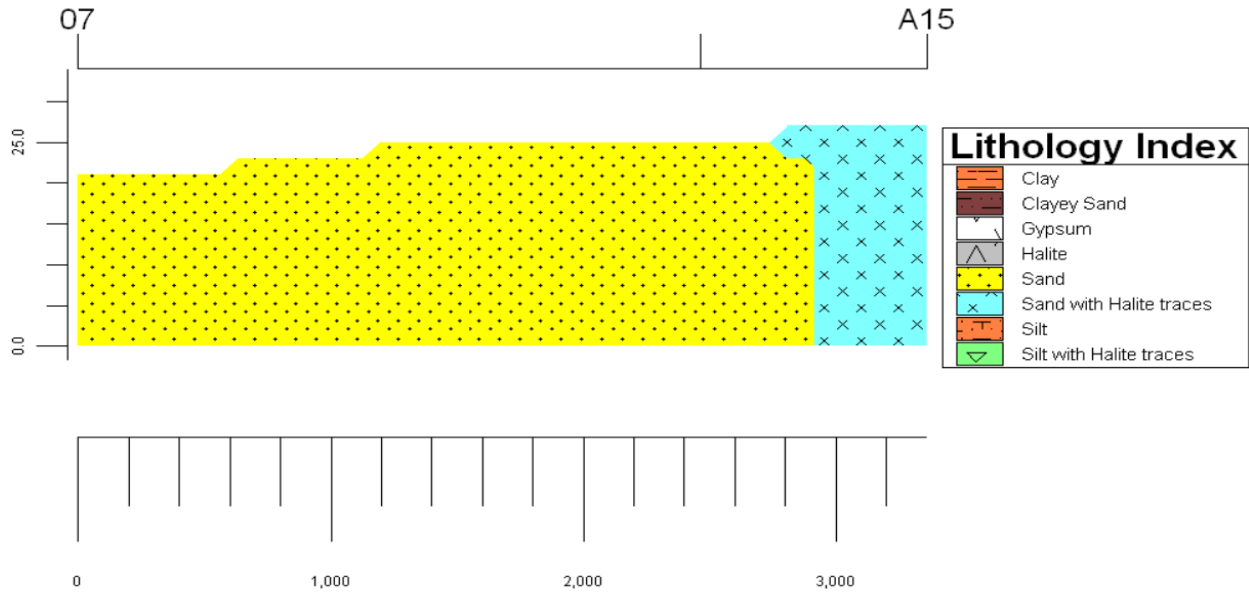


الشكل 30: القطاع 2

3-6 القطاع 3:

يمثل القطاع رقم 3 الخط بين الحفرة رقم A07 والحفر رقم A15 من الشمال الى الجنوب كما هو موضح في الخارطة الشكل 28 القاطع للمنطقة الواعدة غربا الى منطقة الاستكشاف شرقا ومن الشكل 31 يتضح ان السحنة الرملية هي الغالبة على طول القطاع مع وجود اثار تبلور للملح في الجنوب نتيجة تبخر المياه وجفاف العينة اللبية.

القطاع 3

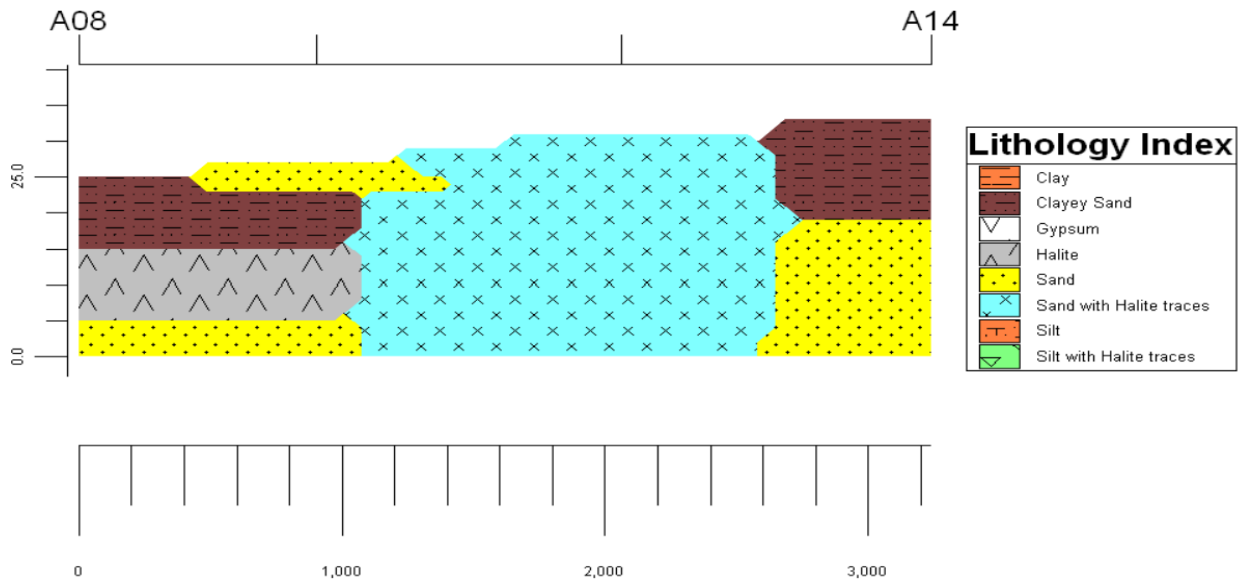


الشكل 31: القطاع 3

4-6 القطاع 4:

يمثل القطاع رقم 4 الخط بين الحفرة رقم A08 والحفر رقم A14 من الشمال الى الجنوب كما هو موضح في الخارطة الشكل 28 والقاطع لمنطقة الاستكشاف جنوب نطاق الدراسة ومن الشكل 32 يتضح تواجد ترسبات للملح الحجري في الجزء الشمالي من القطاع تحت النقطة رقم A08 والى النقطة رقم A12 ثم يختفي في اتجاه الجنوب وتغلب السحنة الرملية فيها مع وجود اثار لتبلور الملح ناتج غالبا لتبخر وجفاف العينة اللبية.

القطاع 4

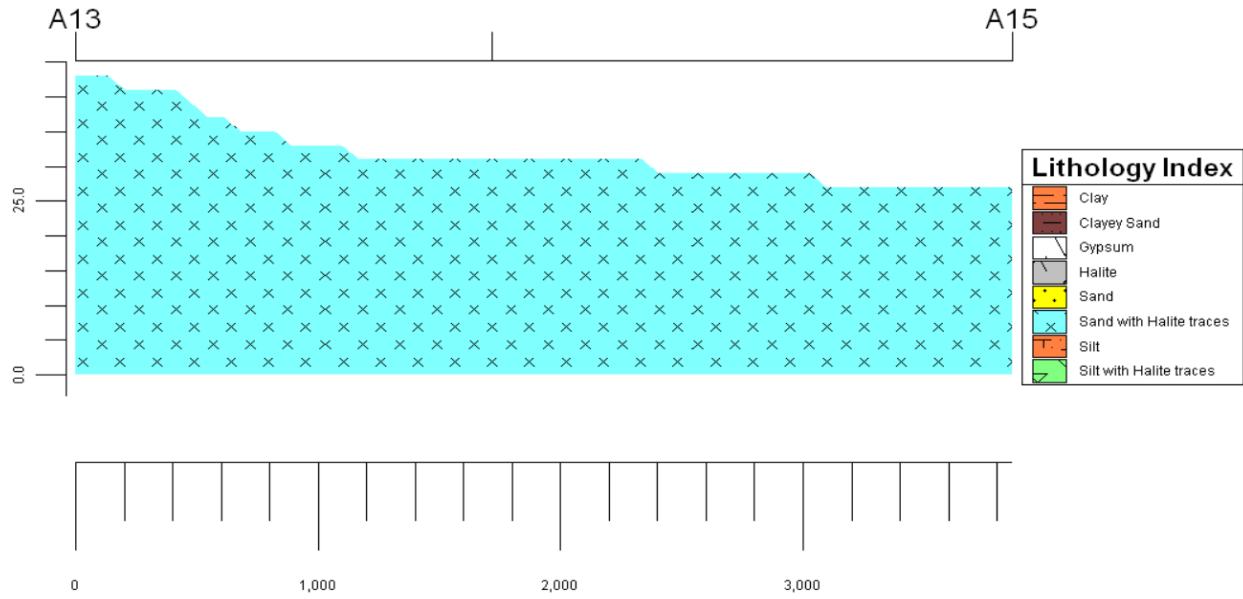


الشكل 32: القطاع 4

5-6 القطاع 5:

يمثل القطاع رقم 3 الخط بين الحفرة رقم A13 والحفر رقم A15 من الغرب الى الشرق كما هو موضح في الخارطة الشكل 28 القاطع لمنطقة الاستكشاف شرقا جنوب نطاق الدراسة ومن الشكل 32 يتضح ان السحنة الرملية هي الغالبة على طول القطاع مع وجود اثار تبلور للملح بسبب تبخر المياه وجفاف العينة اللبية.

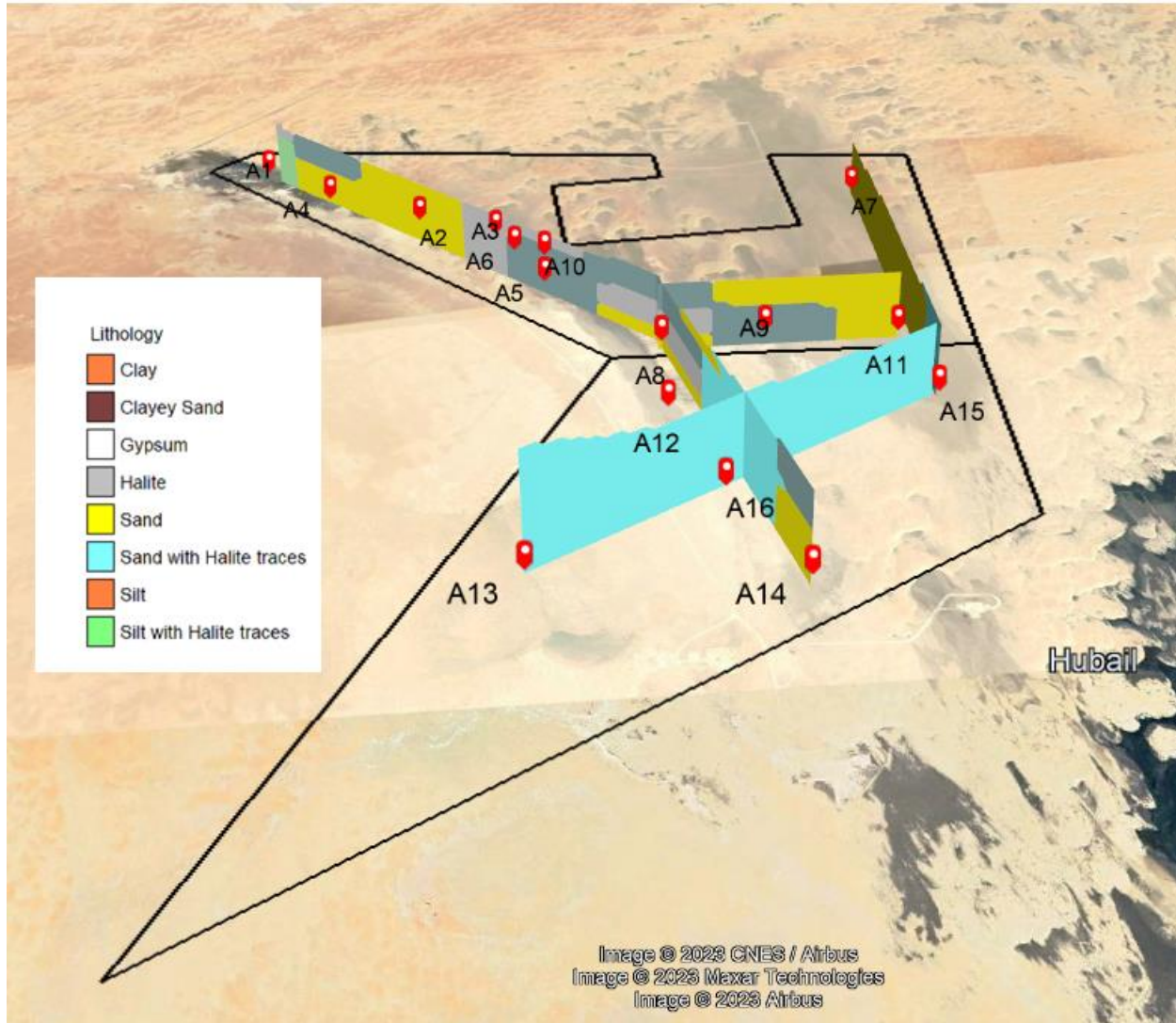
القطاع 5



الشكل 32: القطاع 5

6-6 المجسم الشبكي.

تم تجميع كل القطاعات في مجسم شبكي واحد يوضح توزيع السحنات داخل نطاق الدراسة حيث يتضح تمركز ترسب الملح في الوسط في منطقة التطوير (منطقة الاستغلال السابق) والمناطق الواعدة حولها. كما يتضح وجود سحنات رملية جنوب نطاق الدراسة سجل عليها اثار لتبلور الملح نتيجة جفاف المياه المالحة في العينات اللبية المجمعة دون الوصول بالحفر الى مصدر هذا التملح الذي قد يكون موجود في نطاقات أعمق.



الشكل 33: مجسم شبكي لنطاق الدراسة

7 الخارطة الجيولوجية لموقع الدراسة

بالاستعانة بالصور الفضائية الحديثة لقمر الصناعي لندسات 8 والزيارات الحقلية حيث تم الاعتماد على معالجة الصور الفضائية التي تحتوي على 7 طبقات طيفية مختلفة تغطي مجال الطيف المرئي الى طيف الموجات القصيرة لأشعة تحت الحمراء بدقة 30 متر وطبقة ثامنة بدقة 15 متر.

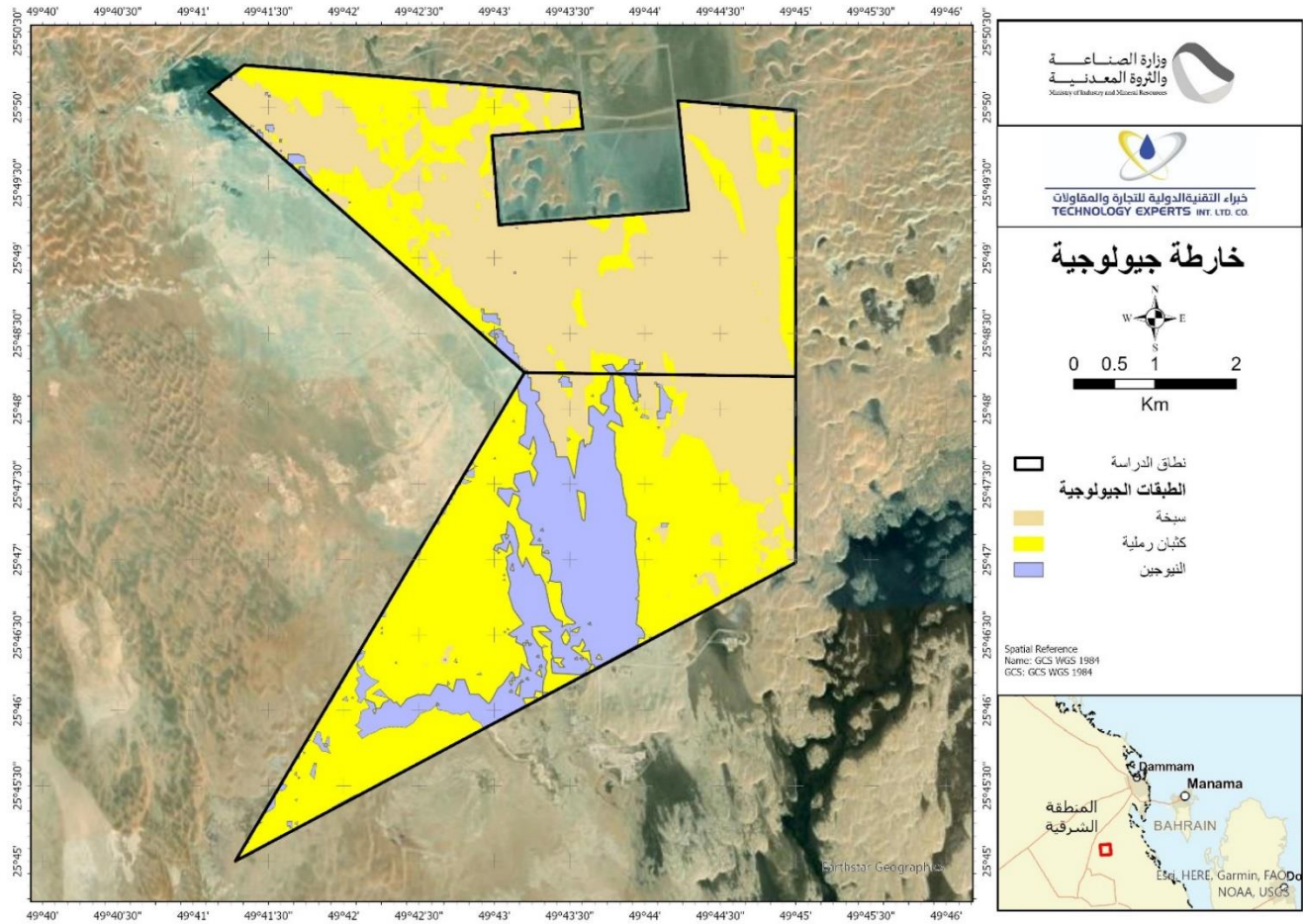
وقبل البدء في معالجة الصورة الفضائية تم تنفيذ مجموعة من التصحيحات تأثيرات العوامل الجوية والتحسينات في دقة الطبقات لترفع من 30 متر الى 15 متر برنامج Erdas Imagine. ومن ثمت تم تنفيذ تحليل المكونات الرئيسية عن طريق برنامج ArcGis وعمل صورة من الطبقات المختلفة للصورة الفضائية.

من خلال تحليل الصورة توضح وجود ثلاث وحدات جيولوجية رئيسية في منطقة الدراسة تم رسمها في الخارطة الشكل 35.

الوحدة الجيولوجية الأولى وهي الكثبان الرملية للعصر الرباعي وهي رمال تحركها الرياح وتغطي مساحة كبيرة من منطقة الدراسة وتأخذ أحيان شكل الهلال.

أما الوحدة الثانية وهي السبخات وهي رواسب من الرمال والطيني مع وجود لترسبات الملح والجبس على سطح هذه السبخات.

الوحدة الجيولوجية الثالثة وهي رواسب النيوجين متمثلة في تداخلات من طبقات من الحجر الرملي والحجر الجيري الطباشيري والطيني والطين.



الشكل 34: خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة