



دراسة رسوبية لتكوين باجوان (الأوليكوسين المتأخر) في آبار مختارة من حقل كركوك النفطي، شمال شرقي العراق

فرح محمد ياسين المولى^{1*}، رافع إبراهيم عبدالله الحميدي²

^{1,2} قسم علوم الأرض، كلية العلوم، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

المخلص

درست تتابعات تكوين باجوان (الأوليكوسين المتأخر) في ثلاث مقاطع تحت سطحية في حقل كركوك النفطي. وهذه المقاطع في آبار (K-183, K-218, K-) (246) في قبة بابا ضمن طية كركوك المحدبة. تضمنت الدراسة اجراء تحليل لـ 60 شريحة فئات صخري على اعماق مختلفة من التكوين في الابار الثلاثة. وتتألف تتابعات التكوين، الذي يتراوح سمكه في الابار الثلاثة قيد الدراسة حوالي 35 و 20 و 60 متراً على التوالي، من الحجر الجيري والحجر الجيري الدولومايتي. بتروغرافياً، تتكون صخور التكوين من حبيبات هيكلية والتي تشمل أصداف متحجرات الفورامينيفرا القاعية المتمثلة بأجناس المليونيد (Quinquiloculina sp., Triloculina sp., والروتاليد المتمثلة بجنس (Rotalia sp.))، فضلاً عن الطحالب الحمر والخضر وشوكيات الجلد والبرايزوا والاسفنجيات والحطام الاحيائي. اما الحبيبات غير الهيكلية، فتشمل الدمالق والفئات الصخرية. وقد تأثرت صخور التكوين بالعديد من العمليات التحويرية متمثلة بالاذابة والدلمة والسمنتة والمكرتة والتشكل الجديد. سحنيًا، تميزت سحنات تكوين باجوان بشيوع الدعم المكرايتي، وتم تشخيص سحنتين دقيقة رئيسة متمثلة بسحنة الحجر الجيري الواكي، وسحنة الحجر الجيري المرصوص، والتي قسمت بدورها الى اثنتي عشرة سحنة ثانوية دقيقة. وأوضحت نتائج التحليل السحني أن التكوين ترسب في بيئة الرف الداخلي (Inner ramp) والرف الوسطي (Middle ramp) والتي تعكس تضحلاً نسبياً في بيئة ترسيب التكوين.

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام: 05- يوليو -2023

تاريخ المراجعة: 06- أغسطس -2023

تاريخ القبول: 23- أغسطس -2023

تاريخ النشر الالكتروني: 01- يوليو -2024

الكلمات المفتاحية:

تكوين باجوان

الرف القاري المنحدر

المليونيد

الأوليكوسين المتأخر

المراسلة:

الاسم: فرح محمد ياسين المولى

Email: farahmola54@gmail.com

DOI: 10.33899/earth.2023.141399.1105, ©Authors, 2024, College of Science, University of Mosul.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Sedimentological Study of Bajawan Formation (Late Oligocene) in Selected Wells from Kirkuk Oil Field, Northeastern Iraq

Farah M. Al-Mawla ^{1*} , Rafee I. Al-Hamidi ² 

^{1,2}Department of Geology, College of Science, University of Mosul, Mosul, Iraq.

Article information

Received: 05- Jul -2023

Revised: 06- Aug -2023

Accepted: 23- Aug -2023

Available online: 01- Jul – 2024

Keywords:

Bajawan Formation
Ramp
Miliolid
Late-Oligocene

Correspondence:

Name: Farah M. Al-Mawla

Email: farahmola54@gmail.com

ABSTRACT

The sequences of the Bajawan Formation (late Oligocene) has been studied in three subsurfaces sections from the Kirkuk oil field. These wells (K-183, K-218, and K-246) are located on the Baba dome of the Kirkuk anticline. The study includes an analysis of 60 cutting-thin sections at different depths of the Formation in the three wells. The successions of the formation in these wells, which has a thickness of about 35, 20 and 60 m respectively, consist of limestone and dolomitic limestone. Petrographically, the formation consists of skeletal grains, which includes shells and bioclastes of benthic foraminifera represented by the genera Miliolid (*Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp.) and the rotalids represented by the genus (*Rotalia* sp.), as well as red and green algae, echinoderms, bryozoa, sponges and It also contains non-skeletal grains such as peloids and rock fragment. The formation sequences have shown the effects of diagenesis processes represented by dissolution, dolomitization, cementation, micritization, and neomorphism. Microfacies analysis studies have shown that the sequences of the Bajawan Formation consist of two mains successive microfacies: lime wackstone facies, and lime packstone facies. In turn, these three microfacies are subdivided into thirteen sub-microfacies, indicating that the formation was deposited in the environment of the inner and the middle ramps, which reflect a relative shallowing in the depositional environment of the formation.

DOI: [10.3389/earth.2023.141399.1105](https://doi.org/10.3389/earth.2023.141399.1105), ©Authors, 2024, College of Science, University of Mosul.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

المقدمة

يعتبر حقل كركوك النفطي أحد حقول العراق النفطية الكبيرة التي تقع عند الجزء الشمالي الشرقي من العراق، ويعتبر أحد أقدم الحقول إنتاجاً للنفط حيث بدأ الإنتاج فيه منذ ثلاثينيات القرن العشرين ولازال مستمرا الى وقتنا الحاضر. وبعد تكوين باجوان (الأوليوسين المتأخر) قيد الدراسة أحد أهم التكاوين الخازنة والمنتجة للنفط ضمن حقل كركوك. إذ وقع الاختيار على ثلاث آبار ضمن طية كركوك وهي (K-183) و (K-218) و (K-246).

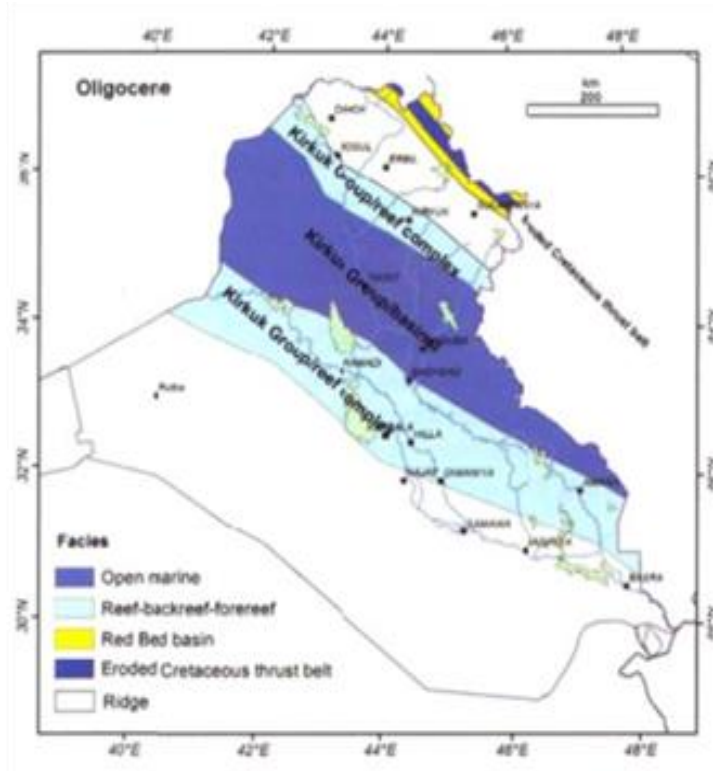
مع نهاية الأوليوسين وتحديدا عند الحافة الشمالية الشرقية للصفحة العربية أصبحت الأحواض داخل الصفحة ضيقة بسبب نهوض الأجزاء الشمالية الشرقية، وبسبب التصادم مع الصفحة اليوراسية نشأت الطيات، وأيضا لميل الغلاف الصخري الغربي نحو الشرق. تمتد الحدود الساحلية الجنوبية الغربية لهذا الحوض إلى نهر الفرات في الجنوب الغربي، وأما حدود الحوض في الشمال الشرقي فمحدد بنطاق (بطمة- جمال) الثانوي في نطاق الطيات الواطئة (Jassim and Buday, 2006).

أصبح حوض (Neo-Tethys) حوضاً ضيقاً وموضعا لترسبات كاربوناتية وفتاتية، وأدى حزام الزحف الكريتاسي الناهض في الشمال الشرقي إلى حصر الحوض بين المرتفعات وأصبح موضعا لترسبات المولاس (Mollase) التي مصدرها الصخور الكاربوناتية في نطاق الزحف والطيات العالية (High Folded Zone & Thrust Zone).

وبعد حوض الأوليوسين حوضاً ضيقاً نسبياً والسواحل الضحلة التي كانت موضعاً لترسبات حديدية تحيطه من شرقه وغربه، بينما في مركز الحوض توضع وحدات نحيفة من المارل. ويستنتج أن سحنات الحوض الرسوبي تتمثل بوجود ترسبات الشعاب وخلف الشعاب (reef/back reef) في أطراف الحوض، بينما تسود ترسبات حوضية في مركزه. وشكلت ترسبات الشعاب (reef) حزامين بمحور شمال غرب – و جنوب شرق؛ الحزام الأول يمتد من الحدود العراقية السورية غرب القائم إلى العمارة، والحزام الثاني يمتد من مشورة في شمال غرب إلى الحدود العراقية الإيرانية ماراً بقبة بابا في تركيب كركوك، وهذا يمثل الحافات الجانبية لحوض الأوليوسين (Jassim and Buday, 2006).

إن مكاشف وحدات الأوليوسين محصورة بشكل رئيس في تركيب قره جوق في نطاق الطبقات الواطئة (Low folded zone) وأيضاً في وادي الفرات بين مدينتي حديثة وعانة. تم تحديد وحدات الأوليوسين المبكر (شيخ علاس وشوراو) على امتداد الحدود العراقية السورية شمال غرب منخفض الكفرة على امتداد وادي حوران 200 كم شمال شرق مدينة الرطبة، وتم الكشف عن مكاشف أخرى من وحدات الأوليوسين التي توجد بصورة عامة في تراكيب (قره جوق وسنجان) وجبل بامو على الحدود العراقية الإيرانية جنوب نهر سيروان (Jassim and Buday, 2006).

يصل أكبر سمك لوحدات الأوليوسين إلى (160) متراً في وادي (نهر الفرات) قرب مدينة عانة، التي تمثل الحافة الغربية لساحل حوض الأوليوسين، لكن سمك الوحدات يصل إلى (370) متراً في الساحل الشرقي للحوض في شمال شرقي العراق في تركيب كركوك (Jassim and Buday, 2006).



الشكل 1. الجغرافية القديمة للأوليوسين.

تراوحت سحنات الحوض الرسوبي لعصر الأوليوسين بين ترسبات الحديد وخلف الحديد في أطرافه إلى ترسبات حوضية في مركزه. وخلال فترة الأوليوسين وأوائل المايوسين أصبح حوض زاكروس الفورلاندي ضيقاً، إذ تحده من الشمال الشرقي منطقة المرتفعات الناتجة من التقارب بين الطبقتين العربي والإيراني، ويحده من الجنوب الغربي الراسخ العربي (craton) الذي ارتفع تدريجياً بسبب التقبب الحراري وبداية انفتاح البحر الأحمر وخليج عدن (Jassim and Goff, 2006).

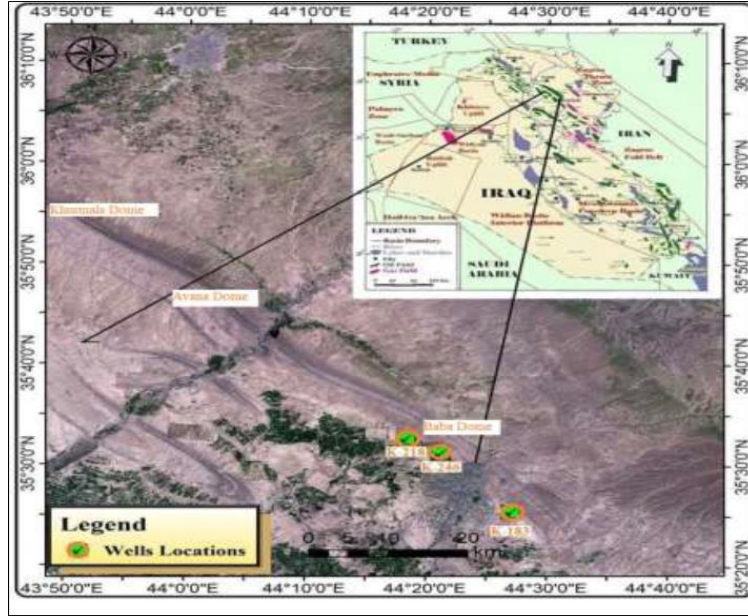
لقد اتجه حوض الأوليوسين الرئيس، كما موضح في الخريطة، شمال غرب-جنوب شرق، وكان هذا الحوض غير متمائل الأعماق، حيث يتضح سريعاً نحو الشمال الشرقي. وقد خلف 50-200 متراً من الرواسب بما تُعرف حالياً بمجموعة كركوك (Kirkuk group) التي تمثل مدى من بيئات الحديد (Reef complex) (Dunnington, 1958).

تهدف الدراسة الحالية إلى تحقيق ما يلي:

- الوصف البتروغرافي الدقيق لتتابعات صخور تكوين باجوان للآبار المختارة.
- دراسة أهم العمليات التحويرية المؤثرة في صخور تتابعات تكوين باجوان.
- التحليل السحني الدقيق لصخور تكوين باجوان في الآبار المختارة، واستنتاج البيئة الترسيبية وصولاً إلى رسم الموديل الرسوبي.

مواقع منطقة الدراسة

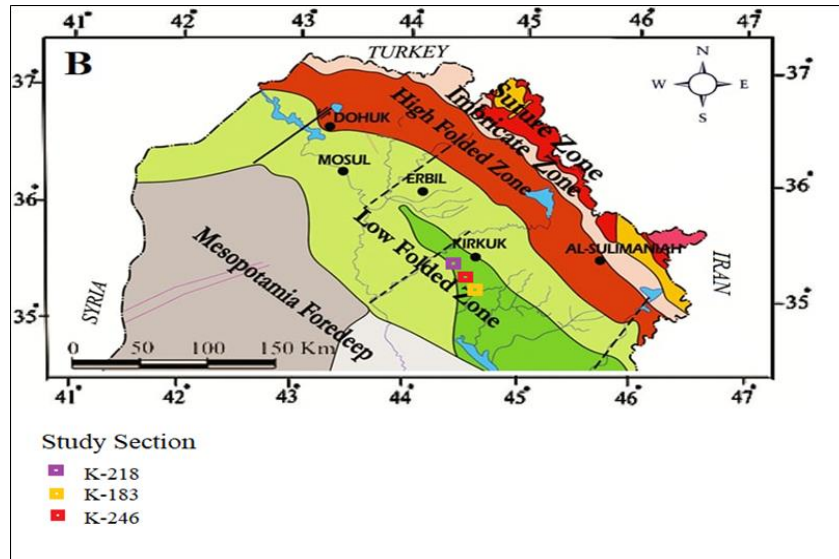
تقع منطقة الدراسة في حقل كركوك النفطي الواقع في مدينة كركوك شمالي شرق العراق، ويمتد حقل كركوك بموازاة الاطراف الشمالية والشمالية الغربية لمدينة كركوك. ويتألف تركيب هذا الحقل من طية طولية محدبة صندوقية غير متناظرة ذات غاطسين، ومحورها يمتد باتجاه شمال غرب-جنوب شرق (Simo et al., 2023, Al-Sakni, 1992). تكتونياً، تقع منطقة الدراسة ضمن الرصيف غير المستقر (Unstable shelf) وفي نطاق أقدام الجبال (Foothill zone)، وحسب التقسيم التكتوني للعراق لـ (Fouad, 2015)، فإن منطقة الدراسة تقع ضمن نطاق الطيات الواطنة (Low Folded Zone) كما هو موضح في الشكل (2).



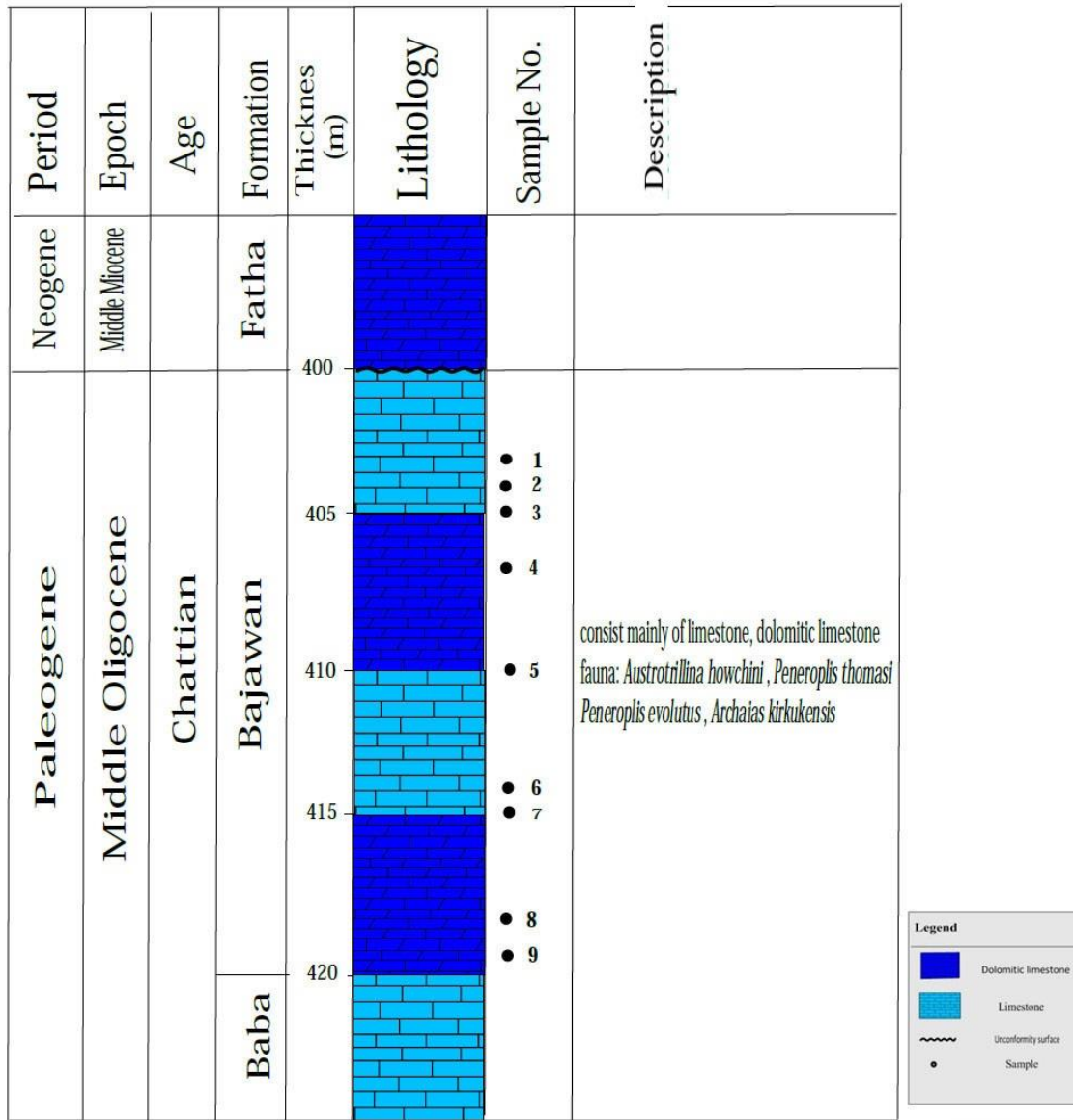
الشكل 2. خريطة موقعية توضح منطقة الدراسة.

الطباقية الصخرية لتكوين باجوان

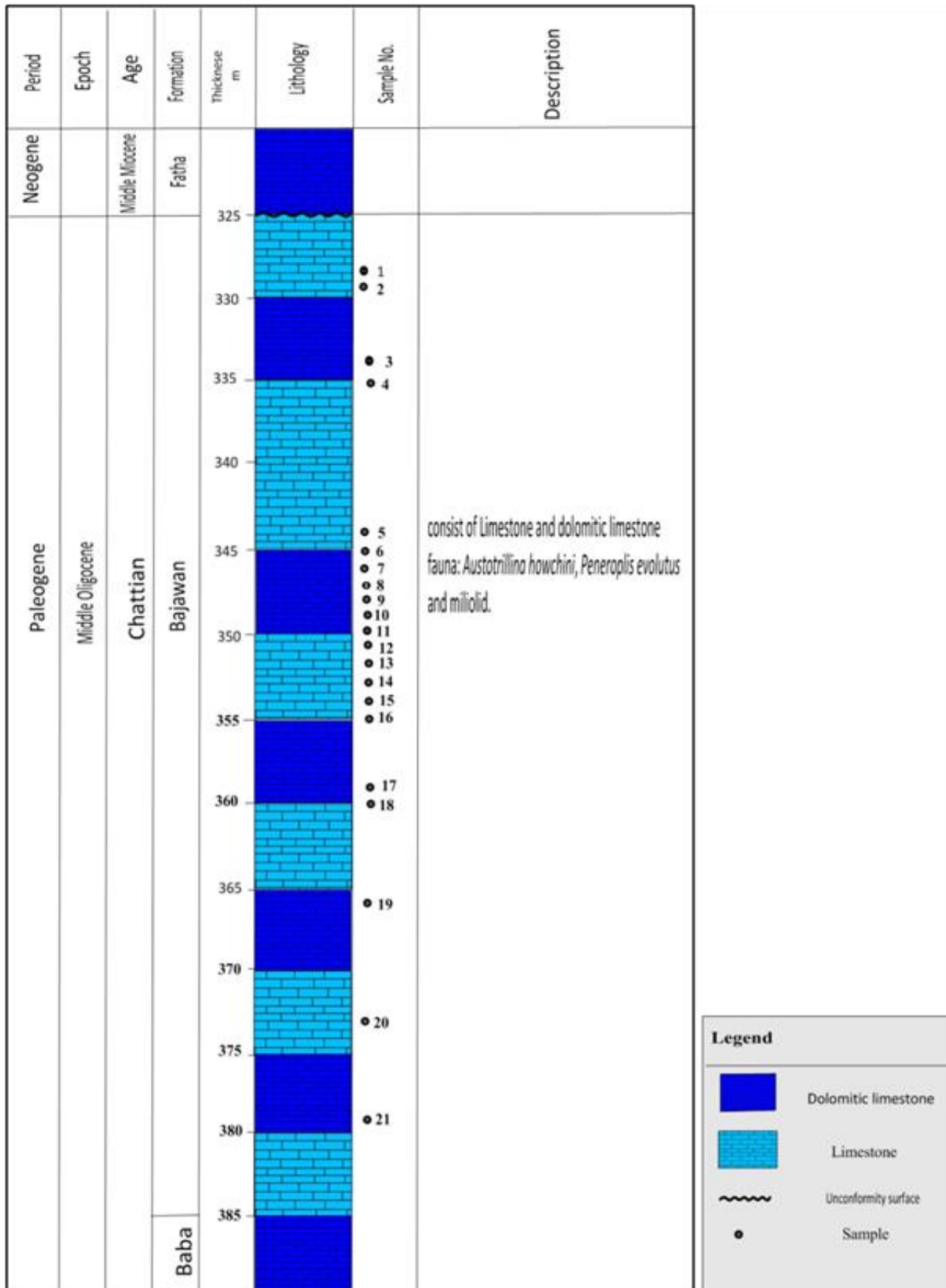
بعد تكوين باجوان (Bajawan Formation) أحد تكاوين عمر الأوليوسين المتأخر (Late- Oligocene) وينتشر بشكل واسع ضمن جميع مقاطع الآبار قيد الدراسة، ويتألف من تعاقب الحجر الجيري مع الحجر الجيري الدولوميتي الغني بمتحجرات الفوراميفرا القاعية. إن الحد السفلي لتكوين باجوان هو تكوين (بابا) بسطح متوافق، بينما الحد العلوي للتكوين هو تكوين فتحة بسطح غير متوافق بدلالة وجود طبقة من المدملكات القاعدية (الاشكال 3,4,5).



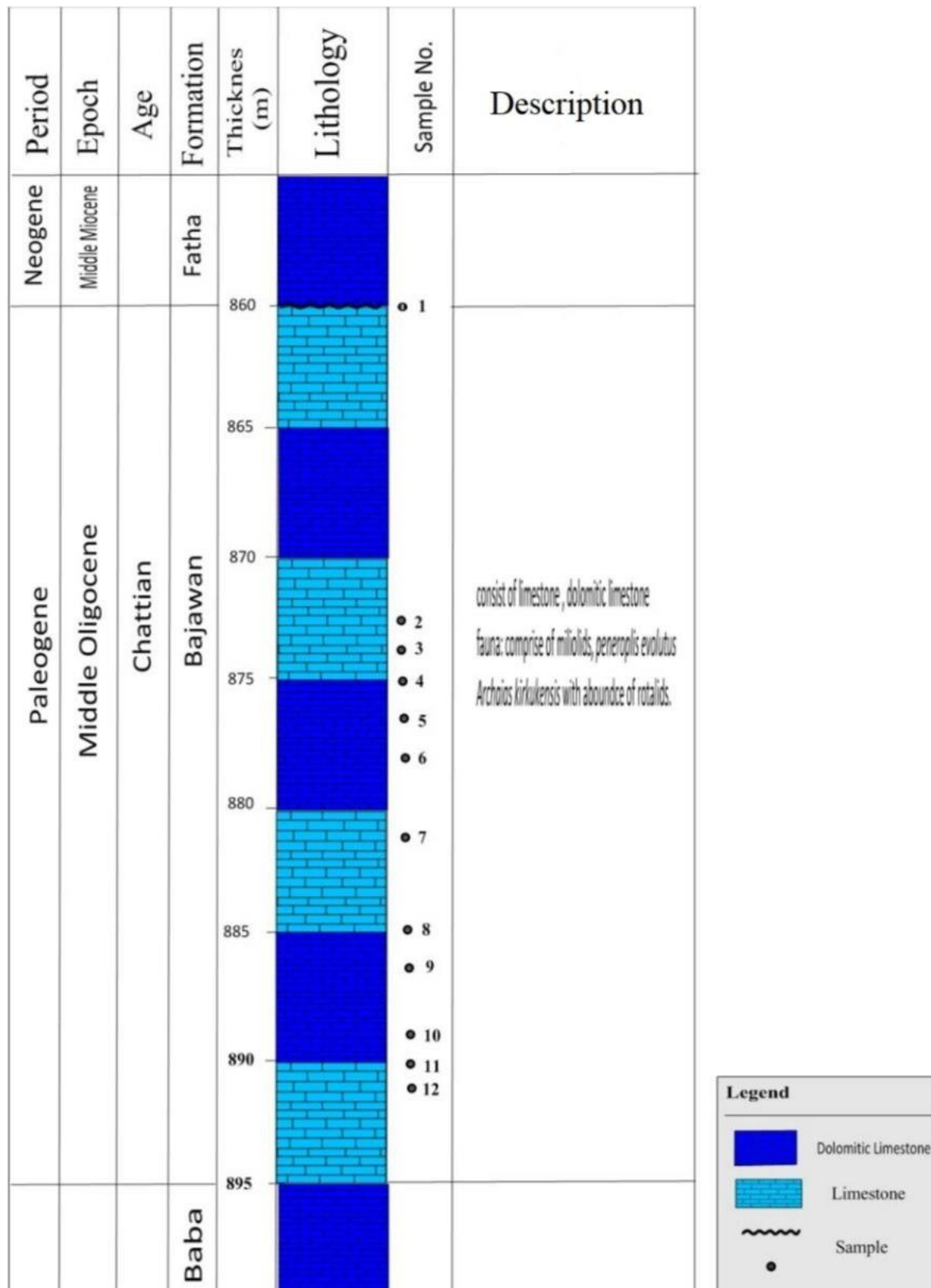
الشكل 3. الخريطة التكتونية للعراق معدلة عن (Fouad, 2015) موضحاً عليها مواقع آبار الدراسة



الشكل 4. يوضح العامود الطباقية لتكوين باجوان في بئر K-218.



الشكل 5. يوضح العامود الطباقى لتكوين باجوان فى بئر K-246.



الشكل 6. يوضح العامود الطباقية لتكوين باجوان في بئر K-183.

طرائق البحث

تم الاعتماد في الدراسة الحالية على الدراسة البتروغرافية لنماذج الفتات الصخري المتوفر في شركة نفط الشمال ومن ضمن طرائق الدراسة:

- القيام بالوصف الصخري لتكوين باجوان والاطلاع على أهم التقارير والدراسات السابقة لدى شركة نفط الشمال، كركوك.
- تضمنت الدراسة الحالية نمذجة صخرية للفتات الصخري المزود من شركة نفط الشمال، كركوك.
- عمل الشرائح الصخرية الرقيقة من أعماق مختلفة ومتتالية للتكوين، بلغ عدد الشرائح في الابار (K-246, K-218, K-183) (35-60) على التوالي.
- القيام بدراسة الشرائح الصخرية تحت المجهر المستقطب ووصفها بصورة دقيقة لتحديد مكوناتها الدقيقة من أجل تسمية سحناتها الدقيقة ومقارنتها مع السحنات القياسية لكل من (Wilson, 1975 and Flügel, 2010) لإستنتاج البيئة الترسيبية للتكوين.

النتائج

الدراسة البتروغرافية

تعد الدراسة البتروغرافية من الدراسات الأساسية والضرورية التي يتم استخدامها في تشخيص ووصف الصخور، إذ انها تشمل دراسة الشرائح الصخرية الرقيقة عن طريق المجهر المستقطب الالكتروني لوصف المكونات الأساسية للصخور من المكونات الحبيبية والأرضية والمادة السمنتية فضلاً عن العمليات التحويرية التي أثرت بها. ومن خلال دراسة تتابعات التكوين مجهرياً تبين بأن صخور التكوين تحتوي على حبيبات هيكلية أهمها أصداف الفورامنيفرا القاعية والأكثر شيوعاً منها أصداف أجناس المليوليد *Quinqueculina* (اللوحة A-1)، *Trioculina* (اللوحة B-1)، أصداف جنس الروتاليد *Rotalia* (اللوحة C-1)، *Nummulit* (اللوحة D-1)، *Textularia* (اللوحة A-1)، الطحالب الحمراء (اللوحة E-1)، كما وجد إنها تحتوي على متحجرات متنوعة متمثلة بالطحالب الخضراء (اللوحة F-1)، وأصداف شوكلات الجلد (اللوحة G-1)، فأسية القدم (اللوحة H-1)، بطنية القدم (اللوحة A-2)، البرايوزوا (اللوحة B-2)، الاسفنجيات (اللوحة C-2)، الفتات العضوي (اللوحة D-2)، وأيضاً تحتوي الصخور على حبيبات غير الهيكلية المتمثلة بالدمالق (اللوحة E-2)، الفتات الصخري الداخلي (اللوحة F-2)، الفتات الصخري الخارجي (اللوحة G-2)، فضلاً عن الأرضية المؤلفة من المكرايت (اللوحة H-2)، والسبار الدقيق (اللوحة A-3)، وتبين أن الصخور متأثرة بعمليات تحويرية مثل إعادة التبلور (اللوحة C-2)، الدلمنة (اللوحة B-3، C-3)، الانضغاط الكيميائي (اللوحة D-3)، الانضغاط الفيزيائي (اللوحة B-5، C-4) والمكرنة (اللوحة E-3)، السمنتة (اللوحة F-3)، الاذابة (اللوحة G-3)، المعادن الموضعية النشأة (اللوحة H-3).

المناقشة

التحليل السحني

تم الاعتماد في الدراسة الحالية على دراسة الشرائح الرقيقة بهدف إجراء التحليل السحني الدقيق وذلك من خلال تحديد نوع ونسبة الحبيبات والأرضية. وتبعاً لتصنيف (Dunham, 1962)، صنفّت السحنات الى سحنات دقيقة رئيسة وسحنات دقيقة ثانوية، ومن ثم مطابقتها مع السحنات القياسية الدقيقة (Standard Microfacies) ومختصرها (SMF) التي تم اقتراحها من قبل (Wilson, 1975; Flügel, 1982) وتم التعديل عليه من قبل (Flügel, 2010) لتحديد الأنطقة البيئية والظروف الترسيبية لتكوين باجوان في الآبار المختارة، وأهم السحنات الدقيقة هي:

أولاً: سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة (Wackstone Microfacies)

تتكون هذه السحنة بشكل أساسي من الأرضية المكرايتية ومحتوى الحبيبات التي تزيد نسبتها عن (10%) ولا تتجاوز (50%) من نسبة مكونات السحنة، ويكون نوع الدعم طينياً (Dunham, 1962) وتتمثل هذه الحبيبات الهيكلية بمتحجرات الفورامنيفرا القاعية، إذ تظهر بصورتها الكاملة والمكسرة، مصاحبة معها بعض الكسرات الإحيائية لبعض المتحجرات، بالإضافة الى الحبيبات غير الهيكلية كالفتاتات الصخرية الداخلية والخارجية. إذ يظهر تأثير هذه السحنة بالعمليات التحويرية كالسمنتة والمكرنة والسلكتة والانضغاط الفيزيائي والإذابة. قسمت هذه السحنة الرئيسية الى ست سحنات ثانوية دقيقة، وذلك تبعاً لاختلاف محتواها الإحيائي، وهي:

1 سحنة الحجر الجيري الواكي الحامل للفتات الصخري الثانوية الدقيقة

(Lithoclast Wackestone Submicrofacies) (MF1)

تتكون هذه السحنة بشكل أساسي من مكونات غير هيكليّة كالفتات الداخلي والفتات الخارجي المختلفة الحجم ومختلفة مصدر الترسيب، وتتضمن صخوراً كاربوناتية وجيرت، بينما تترافق معها المكونات الهيكلية من الفورامينيفرا القاعية مثل المليونيد والروتاليد بنسبة قليلة، كل هذه المكونات مطمورة في أرضية مكراتية (اللوحة A-4). تتكون هذه السحنة من مزيج من المكونات الفتاتية وغير الفتاتية وتمتاز بمساميتها العالية. كما أن هذه السحنة كانت قد تأثرت بالعمليات التحويرية كالإذابة والمكرتة. توجد هذه السحنة في الأجزاء العليا في بئر K-183 والجزء الوسطي في بئر K-246 وهذه السحنة الدقيقة تماثل السحنة القياسية (RMF-24) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) وترسب في بيئة (Peritidal).

2 سحنة الحجر الجيري الواكي الحامل للفورامينيفرا القاعية الثانوية الدقيقة

(Benthonic foraminifera Wackestone Submicrofacies) (MF2)

تعد أصداف متحجرات الفورامينيفرا القاعية السائدة بكل أجناسها ضمن هذه السحنة من المكونات الهيكلية والتي تترافق معها الطحالب الحمراء، وهي مطمورة في أرضية مكراتية (اللوحة B-4)، كما تأثرت هذه السحنة بشكل واضح بعملية الدلمنة والمكرتة والانضغاط الفيزيائي. تنتشر هذه السحنة ضمن الجزء الوسطي للتكوين في بئري (K-183, K-183) وتعتبر صفات هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-16) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) المتمثلة بالبيئة المقيدة (Restricted).

3 سحنة الحجر الجيري الواكي الحامل للمليونيد الثانوية الدقيقة

(Miliolidal Wackestone Submicrofacies) (MF3)

تعد أصداف متحجرات المليونيد السائدة ضمن هذه السحنة من المكونات الهيكلية والتي يترافق معها القليل من الأجناس الأخرى التابعة للفورامينيفرا القاعية، وكما يترافق معها القليل من الطحالب الحمراء مطمورة في أرضية مكراتية (اللوحة C-4) كما تأثرت هذه السحنة بشكل واضح بعملية الدلمنة والمكرتة والانضغاط الفيزيائي. تنتشر هذه السحنة ضمن الجزء الوسطي والسفلي للتكوين في بئر K-183 والجزء الوسطي من بئر K-246 وتعتبر صفات هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-16) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) المتمثلة بالبيئة المقيدة (Restricted).

4 سحنة الحجر الجيري الواكي الحامل للروتاليد الثانوية الدقيقة

(Rotalidial Wackestone Submicrofacies) (MF4)

تعد أصداف الروتاليد الحبيبات الهيكلية السائدة في هذه السحنة وبنسبة كبيرة والتي رافقها القليل من الشوكيات وأيضاً الفتات الصخري الداخلية، والمطمورة في أرضية مكراتية (اللوحة D-4) كما تأثرت هذه السحنة بالعمليات التحويرية كالإذابة وإعادة التبلور والسمنتة. تنتشر هذه السحنة ضمن الأجزاء العليا لبئر K-183 وموجودة في كل أجزاء بئر K-246 من التكوين. وتعتبر صفات هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-20) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) المتمثلة بالبيئة البحرية الشاطئية (Lagoon).

5 سحنة الحجر الجيري الواكي الحامل للطحالب الحمراء الثانوية الدقيقة

(Red algal Wackestone Submicrofacies) (MF5)

تتكون هذه السحنة بشكل أساسي من متحجرات الطحالب الحمراء السائدة ضمن هذه السحنة وترافقها أصداف متحجرات الفورامينيفرا القاعية من المكونات الهيكلية، مطمورة في أرضية مكراتية، ووجود معدن الباييرايت (اللوحة E-4). كما تأثرت هذه السحنة بشكل واضح بعملية المكرتة والسمنتة. تنتشر هذه السحنة ضمن الجزء السفلي للتكوين في بئر K-183 والجزء العلوي من بئر K-246، وتعتبر صفات هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-16) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) المتمثلة بالبيئة المقيدة (Restricted).

6 سحنة الحجر الجيري الواكي الحامل للفتات الاحيائي الثانوية الدقيقة

(Bioclast Wackestone Submicrofacies) (MF6)

تتكون هذه السحنة بصورة عامة من الفتاتات الاحيائية والمؤلفة بشكل أساسي من أصداف النيمولايت المكسرة، مغمورة في أرضية مكرائيتية (اللوحة F-4) كما تأثرت هذه السحنة بشكل واضح بعملية السمنتة. تنتشر هذه السحنة ضمن الجزء العلوي للتكوين في بئر K-246 وتعتبر صفات هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-16) تبعاً لـ Wilson, (1975; Flügel, 2010) المتمثلة في بيئة المقيدة (Restricted).

ثانياً: سحنة الحجر الجيري المرصوص (Packstone Microfacies)

تمتاز هذه السحنة بوفرة الحبيبات المترصصة في وسط أرضية مكرائيتية والتي تتراوح نسبتها (50%-90%) من المكونات الحبيبية للسحنة (Dunham, 1962) وهي من السحنات التي تترسب في بيئات تتباين في مستويات الطاقة المائية. إن المحتوى الحبيبي المشخص في هذه السحنة لتتابعات تكوين باجوان كانت متمثلة بالحبيبات الهيكلية (Skeletal grains) وتتألف بشكل أساسي من أصداف وكسارات الأصداف لمتحجرات الفورامينيفرا القاعية والطحالب الخضراء، وتتأثر هذه السحنة بالعمليات التحويرية كالسمنتة والمكرتة. قسمت هذه السحنة الدقيقة الرئيسية الى ست سحنات ثانوية دقيقة بالإعتماد على محتواها الحبيبي:

1 سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للفورامينيفرا القاعية الثانوية الدقيقة

(Benthonic Foraminifera Packstone Submicrofacies)(MF8)

تعد أصداف متحجرات الفورامينيفرا القاعية هي الحبيبات الهيكلية السائدة ضمن هذه السحنة كالمليوليد والروتاليد، وتصاحبها اصداف فأسية القدم والمغمورة في أرضية مكرائيتية (اللوحة H-4) وتعتبر هذه السحنة غنية بالمواد العضوية في وسط التكوين، وتعتبر الأنضغاط والاذابة والمكرتة من أهم العمليات التحويرية الموجودة في هذه السحنة. تنتشر هذه السحنة ضمن الجزء الوسطي لبئر K-246 والجزء العلوي لبئر K-183، وتعتبر صفات هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-20) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) المتمثلة بالبيئة البحرية الشاطئية (Lagoon).

2 سحنة الحجر الجيري المرصوص المليوليدي الثانوية الدقيقة

(Miliolidal Packstone Submicrofacies) (MF9)

تعد أصداف متحجرات المليوليد الحبيبات الهيكلية السائدة ضمن هذه السحنة من مجموع المكونات الهيكلية والتي ترافقها أصداف بطنية القدم وأيضاً الفتات العضوي، مغمورة في أرضية مكرائيتية (اللوحة A-5). إن أهم العمليات التحويرية في هذه السحنة الاذابة والمكرتة والاضغاط الفيزيائي. تنتشر هذه السحنة ضمن الاجزاء الوسطى لبئر K-246 والجزء العلوي والوسطي لبئر K-183 والجزء الوسطي من بئر K-246، وتعتبر صفات هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-13) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) المتمثلة بالبيئة البحرية المفتوحة (Open marine) ضمن الرف الداخلي (inner ramp).

3 سحنة الحجر الجيري المرصوص الاركياس – مليوليد الثانوية الدقيقة

Archaia -Miliolids Packstone Submicrofacies (MF10)

تعد أصداف متحجرات الفورامينيفرا القاعية التي تتضمن هذه الاجناس (Archaia kirkukensis) هي الحبيبات الهيكلية السائدة ضمن هذه السحنة والتي ترافقها صدفة فأسية القدم وأيضاً كسارات الاصداف، مغمورة في أرضية مكرائيتية (اللوحة B-5). إن أهم العمليات التحويرية في هذه السحنة الاذابة والمكرتة والاضغاط الفيزيائي. تنتشر هذه السحنة ضمن الجزء الوسطي لبئر K-183 والجزء العلوي لبئر K-246 والجزء السفلي لبئر K-218، وتعتبر صفات هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-13) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) المتمثلة بالبيئة البحرية المفتوحة (Open marine) ضمن الرف الداخلي (inner ramp).

4 سحنة الحجر الجيري المرصوص الروتاليدي الثانوية الدقيقة

(Rotalidial Packstone Submicrofacies) (MF11)

يعد الروتاليد هو المكون السائد ضمن المكونات الهيكلية في هذه السحنة والتي يترافق معها القليل من الملبوليد وأيضا الطحالب الحمراء بنسبة اقل مطمورة في أرضية مكراتية (اللوحة C-5). وتعد عملية السمنتة والاذابة والمكرتة من أهم عمليات التحويرية لهذه السحنة. تنتشر هذه السحنة في الأجزاء الوسطى لبئر K-246 والأجزاء السفلية لبئر K-183، وتعتبر صفات هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-20) تبعا لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) المتمثلة بالبيئة البحرية الشاطئية (lagoon).

5 سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاوي على الدمالق الثانوية الدقيقة

(Pellets Packstone Submicrofacies) (MF12)

تعد الدمالق من الحبيبات غير الهيكلية السائدة في هذه السحنة وترافقها الحبيبات الهيكلية من أصداف الفورامينيفرا القاعية (الملبوليد والروتاليد) وأيضا يرافقها القليل من الطحالب الخضراء، مطمورة في أرضية مكراتية (اللوحة E-2). ومن أهم العمليات التحويرية المتأثرة بها هذه السحنة هي الاذابة وبالإضافة الى وجود معدن الانهيدرايت (اللوحة H-6) تنتشر هذه السحنة في الأجزاء العلوية لبئر K-218، وتعتبر صفات هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-20) تبعا لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) المتمثلة بالبيئة البحرية الشاطئية (lagoon).

6 سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاوي على شوكلات الجلد الثانوي الدقيق

(Echinoids Packstone Submicrofacies) (MF13)

تعد شوكلات الجلد هي الحبيبات الهيكلية السائدة في هذه السحنة والتي يرافقها القليل من الروتاليد، مطمورة في القليل من الأرضية المكراتية (اللوحة D-5). وأهم العمليات التحويرية لهذه السحنة هي الدلمتة والسمنتة والانضغاط الكيميائي (الستايولايت). تنتشر هذه السحنة في الأجزاء السفلية لبئري K-183، K-246، وتعتبر صفات هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-7) تبعا لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) المتمثلة في بيئة الرف (المنحدر) الوسطي (Middle ramp).

البيئة الترسيبية لتكوين باجوان

تعد دراسة وتحديد البيئة الترسيبية من الأهداف الأساسية والمهمة للدراسات الرسوبية، إذ تتحدد بعوامل عديدة منها: درجة الحرارة والملوحة، طبيعة التيارات المائية، معدل التغيرات النسبية في مستوى سطح الأرض، عمق المياه ومدى نفاذية الضوء. وتعرف على أنها مجمل العوامل الفيزيائية والكيميائية والحياتية المتداخلة مع بعضها البعض، وإن إختلاف هذه العوامل أدى إلى أنواع من الرواسب والسحنات مختلفة، وهذا ما يميز كل بيئة عن الأخرى (Scholle et al, 2003) (Boggs, 2006). ويظهر تأثير هذه العوامل على الترسيب على شكل دلائل بيئية، وهذا ما يجعلها تختلف باختلاف الأنطقة السحنية (Miall, 1985). إن استنتاج ظروف البيئات الترسيبية للتكوين قيد الدراسة يتم من خلال دراسة المكونات الحبيبية والأنسجة المجهرية والتجمعات الحياتية وطبيعة توزيعها بالإضافة إلى طبيعة السحنات الرسوبية وصولاً إلى الموديل الرسوبي، ويمكن استنتاج البيئة الترسيبية من خلال معرفة الأدلة الرسوبية والحياتية وربطها معاً وهذا مما يجعلنا نتوصل إلى البيئة الترسيبية للتكوين قيد الدراسة.

إن معظم السحنات الدقيقة التي تميز تتابعات تكوين باجوان تتمثل بالحجر الجيري الواكي، والحجر الجيري المرصوص، إذ تبلغ عدد السحنات الرئيسة 2 والتي بدورها قسمت إلى 12 سحنة ثانوية.

إن تجمع المتحجرات الموجودة في السحنات الرسوبية للتكوين، فضلا عن وجود حبيبات الفتات الداخلية والخارجية المتعددة المصادر والحجم في سحنة الفتات الصخري الواكي (MF1) جميعها تدل على القرب من القارة، كما أن تصاحب متحجرات الفورامينيفرا القاعية كالروتاليد والملبوليد في هذه السحنة يدل على السحنات اللاكونية المرافقة للرف الداخلي (inner ramp) ويكافئ ماسجله (Brandano et al., 2008 and Flügel, 2010).

كما أن تنوع الفورامنيفرا الخزفية غير المثقبة (Miliolid, Archias) في سحنات (MF2, MF3, MF8, MF9) تؤكد أن هذه السحنات تترسب في البيئة الرسوبية البحرية الشاطئية (اللاكونية) والمقيدة. اذ يشير (Farhan et al., 2016, Al-Taha and Al-Haj, 2024, al., 2016) إلى أن هكذا سحنات (Miliolids, Archaias, and Praerhapydionina) تترسب في بيئات ضحلة تحت مدية محصورة مع طاقة منخفضة نسبياً غنية بالفورامنيفرا ، بينما يؤكد (Buxton and Pedley, 1989) بأن وجود الفورامنيفرا القاعية تحت رتبة الميليوليد مثل (Archaias sp.) تدل على ترسيب ضمن بيئة مائية ضحلة استوائية وشبه استوائية في ظروف بيئة بحرية شاطئية وعند عمق مياه أقل من 20 متراً (Hatefi, et al., 2018).

كما بين (Al- Hashimi et al., 1985) أن وجود أجناس الميليوليد والروتاليد مرتبطة ببيئة المنصة البحرية المحصورة. اعتبرت الدراسات المتعلقة بالجنس Austrotrillina أن شيوعه يكون عادة في منطقة المنصة ضمن بيئة بحرية ضحلة تُحدد إلى عمق بين (3-10) متراً (Brasier, 1980; Murray, 1973). وعلى ضوء ذلك، فإن الوفرة والتنوع العالي للفورامنيفرا القاعية غير المثقبة كالميليوليد يعد دليلاً جيداً لبيئة بحرية شاطئية ومقيدة، وهذا ما أكدته العديد من الدراسات (Wilson, 1975, Hallock and Glenn, 1986).

إن وفرة الروتاليد في سحنة الروتاليدي الواكي والمرصوص (MF4, MF11) تمثل بيئات كاربوناتية ضحلة وذات ملوحة إعتيادية (Hallock, 2000)، بينما تمثل البيئة البحرية المقيدة ذات المياه المالحة ضمن الرف (المنحدر) الداخلي (Qader, 2020) (inner ramp).

إن وجود الفورامنيفرا القاعية الكبيرة مثل (Miliolids, Peneroplis, Praerhapydionina delicata) في سحنات (MF2, MF3, MF4, MF7, MF8, MF9, MF10, MF11) يدل على الترسيب في بيئة خلف الحيد وفي سحنات لاكون (Shirazi et al., 2012; Farhan et al., 2016). كما أن وفرة أجناس Praerhapydionina تدل على أنها تسكن في بيئة بحرية عند عمق (8-10) أمتار، وحرارة عند (11°C - 33°C) عند منطقة خلف الحيد أو قرب الحيد (Ghose, 1977). وعلى ضوء وفرة جميع هذه الأدلة السابقة الذكر، فالدراسة تشير أن تلك السحنات تترسب في بيئة مائية ضحلة ضمن الرف (المنحدر) الداخلي (inner ramp).

إما سحنة نيموليت وافي الدقيقة (MF7)، فإن المكون الأساسي لهذه السحنة هو أحد أنواع الفورامنيفرا القاعية المثقبة الكبيرة المسمى (Nummulitide) من جنس Nummulites sp. الدال على الترسيب في بيئة هادئة وذات طاقة منخفضة وذات ملوحة اعتيادية (Qader, 2020).

كما أن شيوع الدمالق خصوصاً في سحنة الدمالق المرصوصة (MF12) يدل على الترسيب في بيئة هادئة وذات طاقة واطنة، وتترافق معها أصداف الفورامنيفرا القاعية (الميليوليد)، وهذا يدل على الملوحة العالية. نستنتج من هذه السحنة أنها تقع في بيئة البحيرة الشاطئية ضمن الرف (المنحدر) الداخلي. وهنا ينبغي الإشارة إلى وجود سحنة شوكلات الجلد المرصوص (MF13) التي تترافق معها أصداف متحجرات الفورامنيفرا القاعية، وهذا يعطي دليلاً جيداً على أن البيئة كانت في الرف (المنحدر) الوسطي، وهو ما أشارت إليه العديد من الدراسات السابقة (Abyat et al., 2019) و (Qader, 2020) و (Al-Mawla et al., 2023).

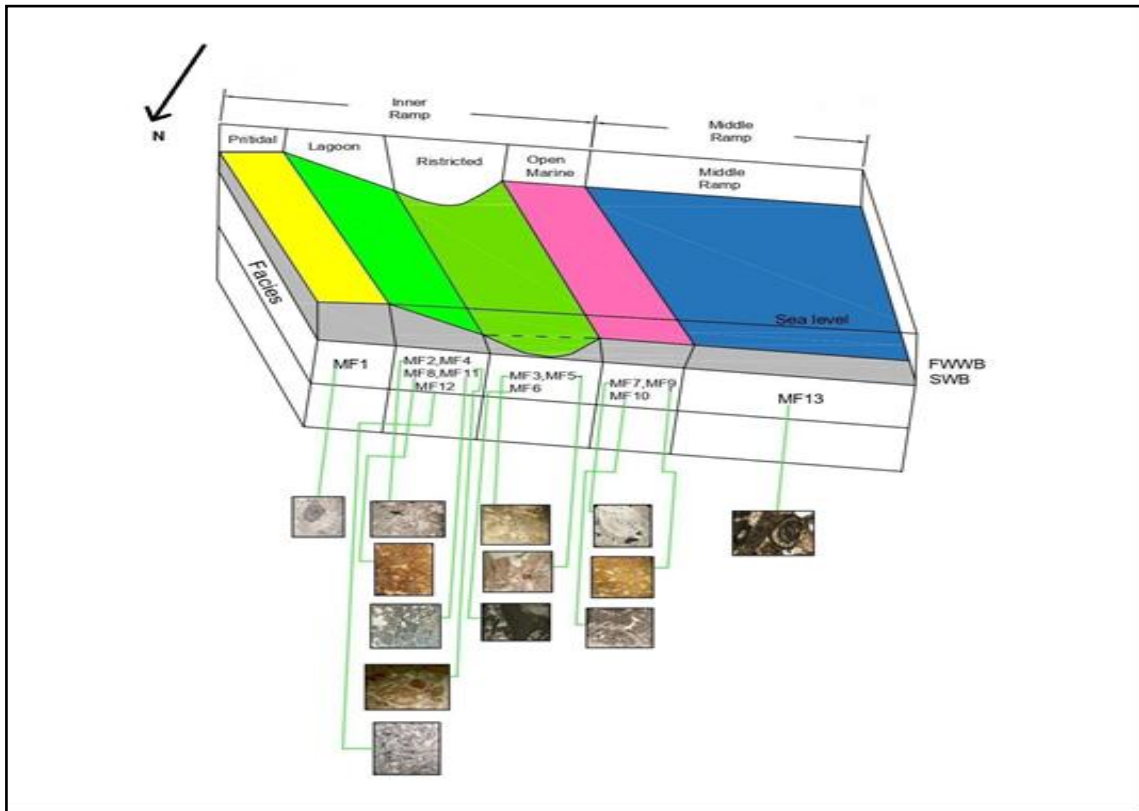
وبمقارنة السحنات (MF2, MF4, MF8, MF11) مع السحنات القياسية المقترحة من قبل (Wilson, 1975, Flugel, 2010) فإنها تقع في نطاق البيئة البحيرة الشاطئية (Lagoon)، بينما تقع السحنات القياسية (MF3, MF5, MF6) في نطاق البيئة المقيدة (Restricted)، في حين تقع السحنات القياسية (MF7, MF9, MF10) في نطاق بيئة البحر المفتوح (Open marine) وتقع سحنة (MF1) في نطاق (Peritidal) وسحنة (MF12) تقع في نطاق (Lagoon) وإن السحنات المذكورة سابقاً تدل على بيئة الرف (المنحدر) الداخلي (inner ramp). وأخيراً سحنة (MF13) تدل على بيئة الرف (المنحدر) الداخلي والوسطي (inner – middle). إذ إن التكوين بدأ بالرف (المنحدر) الوسطي ثم تدرج نحو الأعلى إلى الرف (المنحدر) الداخلي (تضلل نحو الأعلى) في بئر K-183 كما هو موضح بالشكل (5)، بينما التكوين في بئر K-246 بدأ بالرف الوسطي ثم تدرج إلى الرف الداخلي ثم تدرج نحو الأعلى إلى الرف الداخلي كما هو موضح بالشكل (4)، لكن التكوين في بئر K-218 يمثل الترسيب في الرف (المنحدر) الداخلي كما هو موضح بالشكل (3).

وبذلك يمكن استنتاج أن البيئة الترسيبية العامة لتكوين باجوان في منطقة الدراسة تتمثل ببيئة الرف (المنحدر) الداخلي (Inner ramp) إلى الرف (المنحدر) الوسطي (Middle ramp).

الموديل الرسوبي

إستناداً الى معطيات التحليل السحني والأدلة البيئية الترسيبية في الدراسة الحالية، يمكن بناء الموديل الرسوبي لتكوين باجوان والذي يسرد السيناريو الذي أدى الى ترسيب سحنات التكوين. إذ تبدأ تتابعات الجزء السفلي من تكوين باجوان باحتوائها على سحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الحاوية على متحجرات شوكتيات الجلد MF13 التي ترسبت ضمن نطاق الرف الوسطي، وتشير هذه السحنة الى زيادة في عمق الحوض الترسيبي وبعدها تدريجياً تنتشر متحجرات الفورامنيفرا القاعية وأيضاً حبيبات الدمالق غير الهيكلية في الجزئين الوسطي والعلوي والتي تمثلت بسحنة الحجر الجيري الواكي والمرصوص الدقيقة، والتي تشير الى زيادة ضخامة الحوض الترسيبي التي ترسبت فيه ضمن الرف الداخلي لوجود متحجرات الفورامنيفرا القاعية والطحالب الحمراء نتيجة نقصان في مستوى البحر.

وتشير جميع الأدلة المستوحاة من التحليل السحني الى أن تتابعات تكوين باجوان قد تموضعت في بيئة الرف (المنحدر) الداخلي والوسطي الضحلة. ومن خلال ماتم ذكره سابقاً من الأدلة، وبعد ماتبين ان السحنات في كل الآبار قيد الدراسة نتيجة للتضلل الحاصل في بيئة ترسيب أعلى التكوين، واستناداً على ماتم إستنتاجه من الدراسة الحالية، تم إقتراح موديل رسوبي لتتابعات تكوين باجوان في الآبار المختارة كما موضح بالشكل (7)، وهذا مايتطابق مع العديد من الدراسات السابقة لتكوين باجوان .



الشكل 7. الموديل الرسوبي لتكوين باجوان

الاستنتاجات

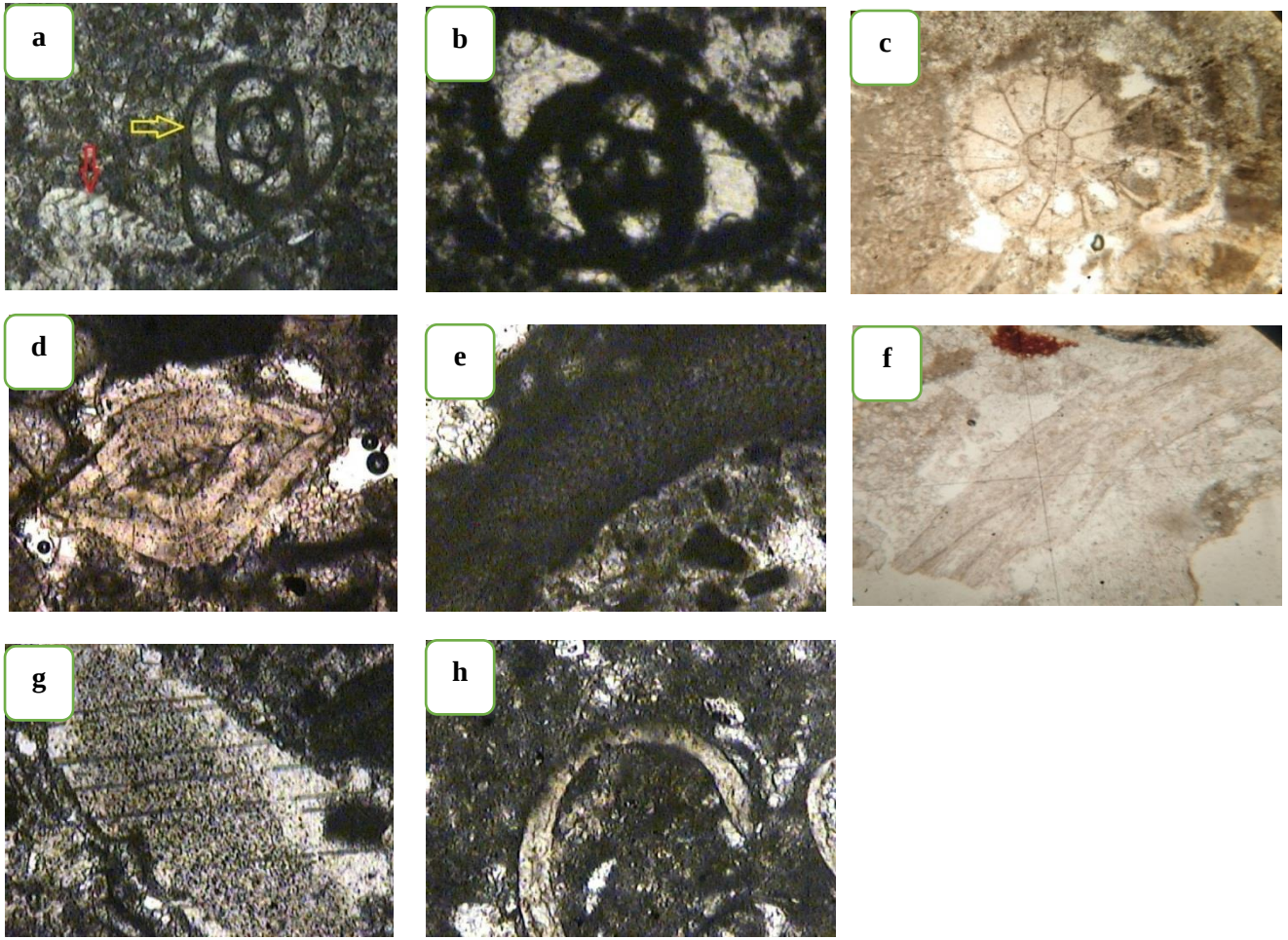
- تتألف صخور تكوين باجوان بتروغرافيا وبشكل أساسي من أصداف متحجرات الفورامنيفرا القاعية المتمثلة بأجناس الملبوليد (*Triloculina* sp., *Quinquiloculina* sp.) والروتاليا المتمثلة بجنس (*Rotalia* sp.) ، فضلاً عن الطحالب الحمراء وشوكتيات الجلد والرخويات والبرايزوا والاسفنجيات والحطام الاحيائي وحبيبات غير هيكلية كالدمالق والفتاتات الصخرية.
- أظهرت الدراسة تأثير صخور التكوين بالعديد من العمليات التحويرية متمثلة بالإذابة والدلمة والسمنتة والمكرتة والتشكل الجديد والانضغاط الفيزيائي والكيميائي.
- تتميز سحنات تكوين باجوان بشيوع الدعم المكرايتي، وتم تشخيص سحنتين رئيسيتين متمثلة بسحنة الحجر الجيري الواكي، وسحنة الحجر الجيري المرصوص، واللذان قُسمتا بدورها الى اثني عشرة سحنة ثانوية دقيقة.
- تبين لنا من خلال دراسة السحنات أن التكوين ترسب في بيئة الرف (المنحدر) الداخلي والرف (المنحدر) الأوسط والتي تعكس تضحلاً نسبياً في بيئة ترسيب التكوين.

References

- Abbawi, T.S., Nader, A.D. and Khalaf, S.K., 2000. Micropaleontology, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, 416 P. (In Arabic).
- Abyat, Y., Abyat, A. and Abyat, A., 2019. Microfacies and Depositional Environment of Asmari Formation in the Zeloil Oil Field, Zagros Basin, South-West Iran. Carbonates and Evaporites, 34, pp. 1583-1593. [DOI:10.1007/s13146-019-00507-1](https://doi.org/10.1007/s13146-019-00507-1)
- Al-Hashimi, H.A. and Amer R.M., 1985. Tertiary Microfacies of Iraq Directorate General for Geological and Mineral Investigation. Baghdad, 159 P.
- Al-Mawla, F.M. Al-Juraisy B.A. Al-Hamidi R.I. and Hussain Q.M., 2023. The Use of Geophysical Well Logs in Determining the Some Petrophysical Properties of the Bajawan Formation in Selected Wells from the Kirkuk Field, Northern Iraq, Iraqi National Journal of Earth Science, Vol. 23, No. 2, pp. 168 -188.
- Al-Sakni, J.A., 1992. Al-Wajeez in the Petroleum Geology of Iraq and the Middle East, North Oil Company / Kirkuk, 180 P. (In Arabic). [DOI: 10.4236/ns.2013.57104](https://doi.org/10.4236/ns.2013.57104).
- Al- Taha, S.A, and Al- Haj M., 2024. Depositional Setting of the Euphrates Formation (Early Miocene) in Selected Wells, Hamrin Oil Field, Northern Iraq, Iraqi National Journal of Earth Science, Vol. 24, No. 1, pp. 136-155.
- Boggs, S.J., 2006. Principles of Sedimentology and Stratigraphy (4th Ed.), Person Prentice-Hall, 662 P.
- Brandano, M., V. Frezza. L. Tomassetti. and M. Cuffaro., 2008. Heterozoan Carbonate in Oligotrophic Tropical Waters: the Attard Member of the Lower Coralline Limestone.
- Brasier, M.D., 1980. Microfossils, George Allen and Unwin, London: 193 P. [DOI: 10.4236/jss.2019.79011](https://doi.org/10.4236/jss.2019.79011)
- Buxton, M.W. and Pedley, H.M. ,1989. A Standardized Model for Tethyan Tertiary Carbonate Ramp, Journal of the Geological Society, London 146, pp. 746-748.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture, In: Classification of Carbonate Rocks by Ham, W.E., (Ed.), Symposium. Am. Assoc. Pet. Geol. Memoir. I Tulsa, Oklahoma, pp. 108-121.
- Farhan, H.N., Kadem, L.S., Mohammed, Q.A., 2016. Microfacies and Depositional Environment of Bajawan and Baba Formations in Kirkuk Oil Fields North Iraq. Tikrit J Pure Sci. 21(6), pp. 112–125. <https://doi.org/10.25130/tjps.v21i6.1089>.
- Flügel, E., 1982. Microfacies Analysis of Limestone, Springer Verlag, Berlin, 633 P.
- Flügel, E., 2004. Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application, Springer Verlage, 984 P.
- Flügel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks; Analysis, Interpretation And Application, 2nd Ed. Springer, Berlin: 929 P.
- Fouad, S. ,2015 . Tectonic Map of Iraq, Scale 1: 1000 000, 3rd Edition. Iraqi Bulletin of Geology and Mining 11(1), pp. 1-7.
- Ghose, B.K., 1977. Paleogeography of the Cenozoic Reefal Foraminifera and Algae, Paleogeography, Paleoclimatology, Paleogeology 22(3), pp. 231-252.
- Hallock, P. and Glenn, E. , 1986. Larger Foraminifera: A Tool for Palaeoenvironmental Analysis of Cenozoic Carbonates Depositional Facies, Palaios 1, pp. 55- 64.

- Hallock, P., 2000. Larger Foraminifera as Indicators of Coral – Reef Vitality Environmental, Micropaleontology, U.S.A., Vol. 15, pp.121-149.
- Hatefi, S.M., Seyrafian., A., Vaziri-Moghaddam., H., Rahmani., A., and Perrin, C., 2018. Biostratigraphy, Microfacies and Paleoecology of the Asmari Formation, Interior Fars Province, Zagros Basin, Iran, N. Jb. Geol. Palaont.Abh 288(1), pp. 87-105.
- Murray, J.W., 1973. Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids, Heinemann Educational Book: 274.
- Scholle, P.A. and Ulmer- Scholle, D.S., 2003. A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures, Porosity, Diagenesis, AAPG Memoir- 77, Tulsa, Oklahoma, U.S.A. ,474 P.
- Shirazi, M.P.N., Nezhad, M.D. and Ghalavand, H.,2012. Microfacies and Sedimentary Environment of the Oligo- Miocene Sequence (Asmari Formation) in Khuzestan Sub-Basin, Southwest Iran, International Research Journal of Geology and Mining (IRJGM) (2276- 6618) 2 (1), pp. 016-024.
- Simo, R.T. Malak, Z.A. Hussain Q.M and Mahmood, S.A. 2023. Microfacies Analysis and Depositional Environment of Baba Formation in Selected Wells from Kirkuk Oil Field, Northeastern, Iraqi National Journal of Earth Science, Vol. 23, No. 2, pp. 105-123.
- Wilson, J.L. , 1975. Carbonate Facies in Geo-Logical History, Springer-Verlag, Berlin: 475 P.

اللوحة الأولى



(a) صدفة المليوليد جنس *Quinqueculina* المؤشرة بالسهم الاصفر، و جنس *Textularia* المؤشرة بالسهم الأحمر في

بئر K-246 (5x). (b) صدفة المليوليد جنس *Trioculina* في بئر K-183، (10x).

(c) صدفة الروتاليد جنس *Rotalia* في بئر K-246، التكبير (10x).

(d) صدفة الروتالينا الكبيرة الحجم *Nummulite* في بئر K-183، التكبير (10x).

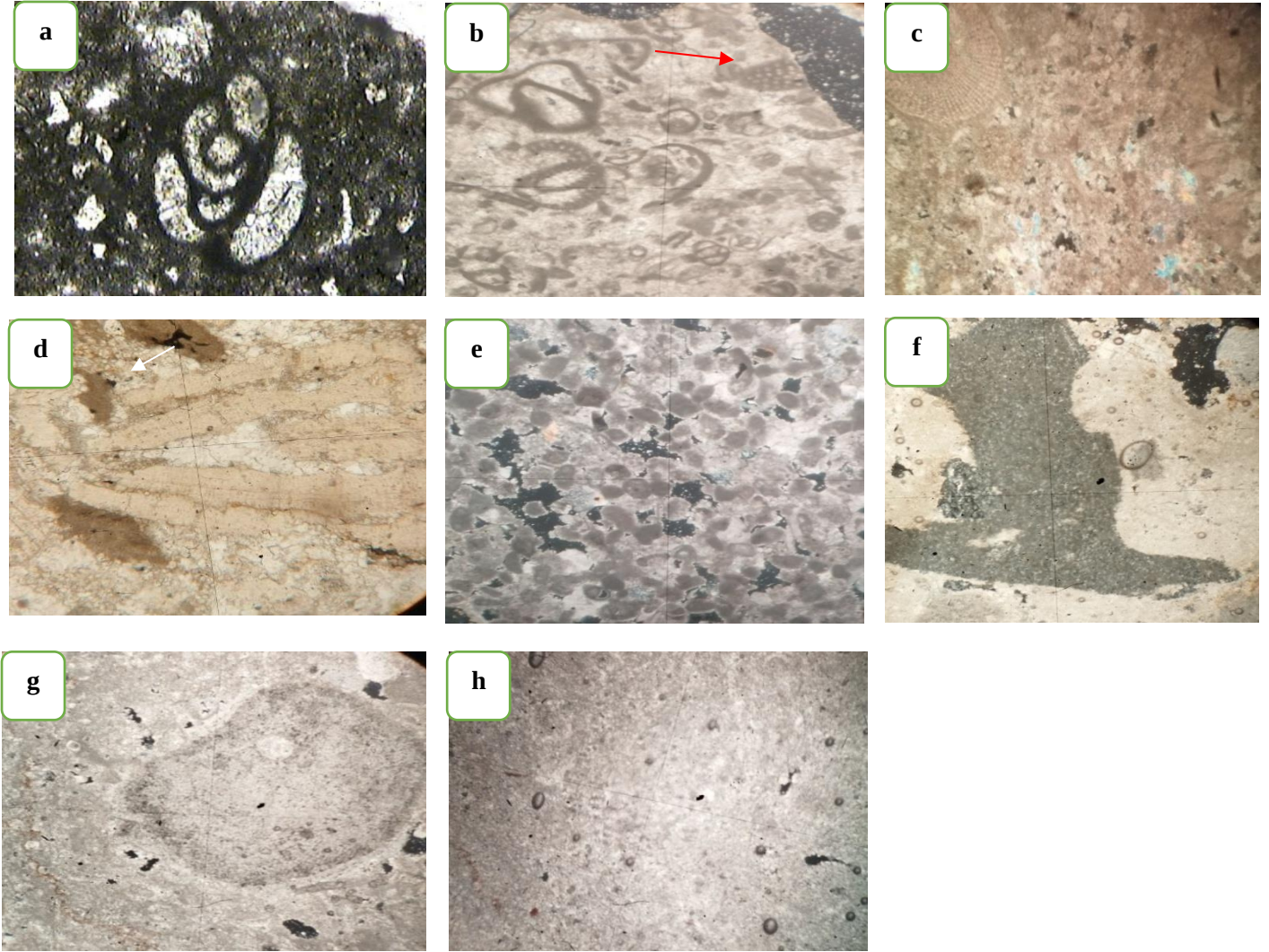
(e) الطحالب الحمراء في بئر K-183، التكبير (10x).

(f) الطحالب الخضراء في بئر K-218، التكبير (10x).

(g) شوكلات الجلد في بئر K-183، التكبير (10x).

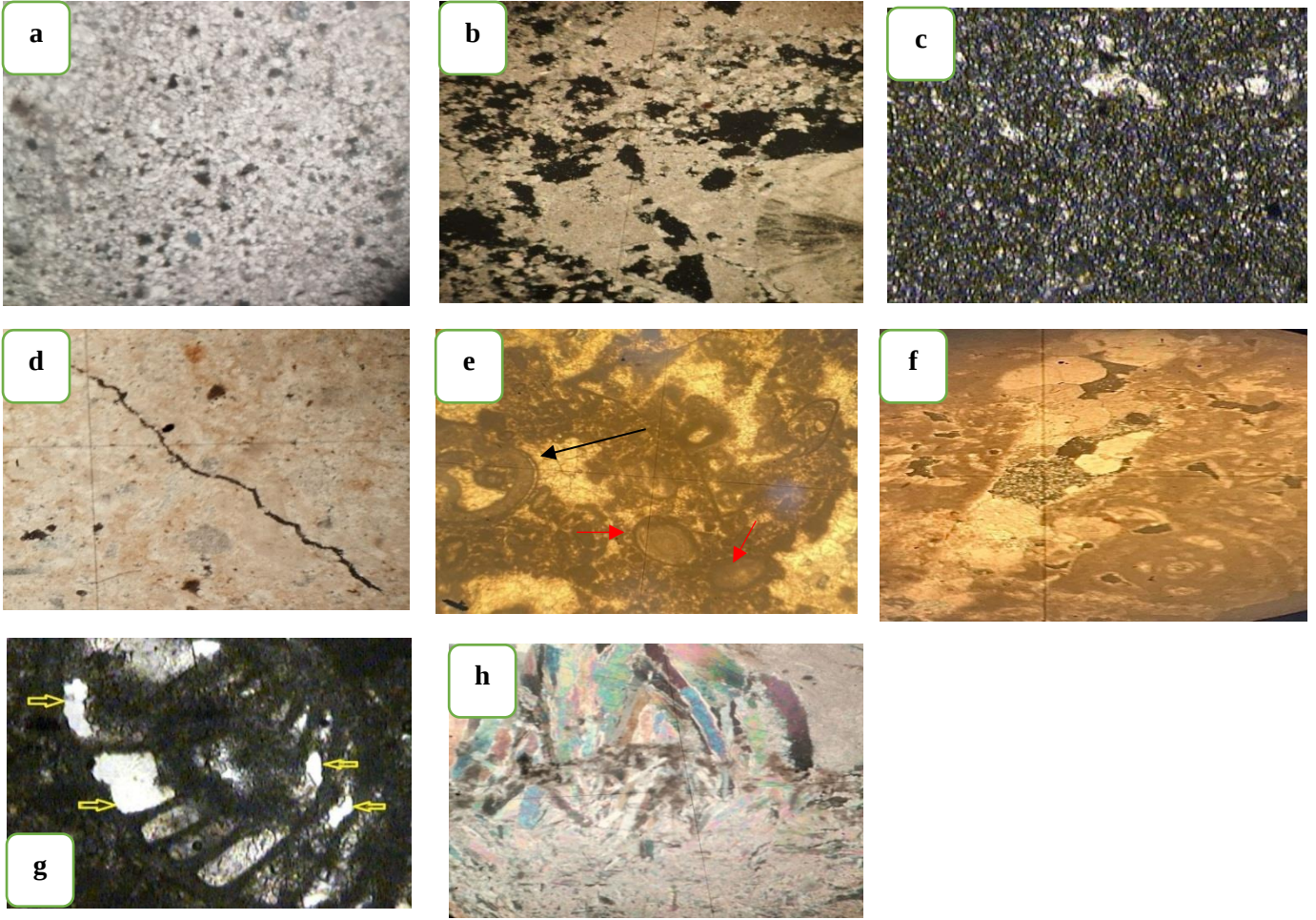
(h) فأسية القدم (*Pelecepoda*) في بئر K-218، التكبير (5x).

اللوحة الثانية



- (a) صدفة بطنية القدم Gastropoda في بئر K-218، التكبير (5x).
- (b) قطعة البرايوزا المؤشرة بالسهم الأحمر في بئر K-246، التكبير (5x).
- (c) صدفة الاسنفجيات، ووجود عملية إعادة التبلور في بئر K-246، التكبير (5x).
- (d) حطام صدفة Nummulite في بئر K-246، التكبير (10x).
- (e) حبيبات غير الهيكلية كالدماق في بئر K-218 وتشير الى سحنة الحجر الجيري الدماقي عند عمق، التكبير (5x).
- (f) حبيبات غير الهيكلية كالفتات الصخري الداخلي في بئر K-183، التكبير (5x).
- (g) حبيبات غير الهيكلية كالفتات الصخري الخارجي في بئر K-183، التكبير (10x).
- (h) الأرضية المؤلفة من المكرايت (Micrite) في بئر K-183، التكبير (5x).

اللوحة الثالثة



(a) أرضية من السبار الدقيق (Microsparite) في بئر K-246 ، التكبير (10x).

(b) نسيج الدولومايت الموزائيكي المنخلي في بئر K-246 ، التكبير (10x).

(c) نسيج الدولومايت دقيق التبلور في بئر K-183 ، التكبير (5x).

(d) الأنضغاط الكيميائي في بئر K-246 ، التكبير (5x).

(e) الأغلفة المكريتية (Micrite envelope) المؤشر بالسهم الاسود ، أما المكربة الكلية فتشير اليها الاسهم

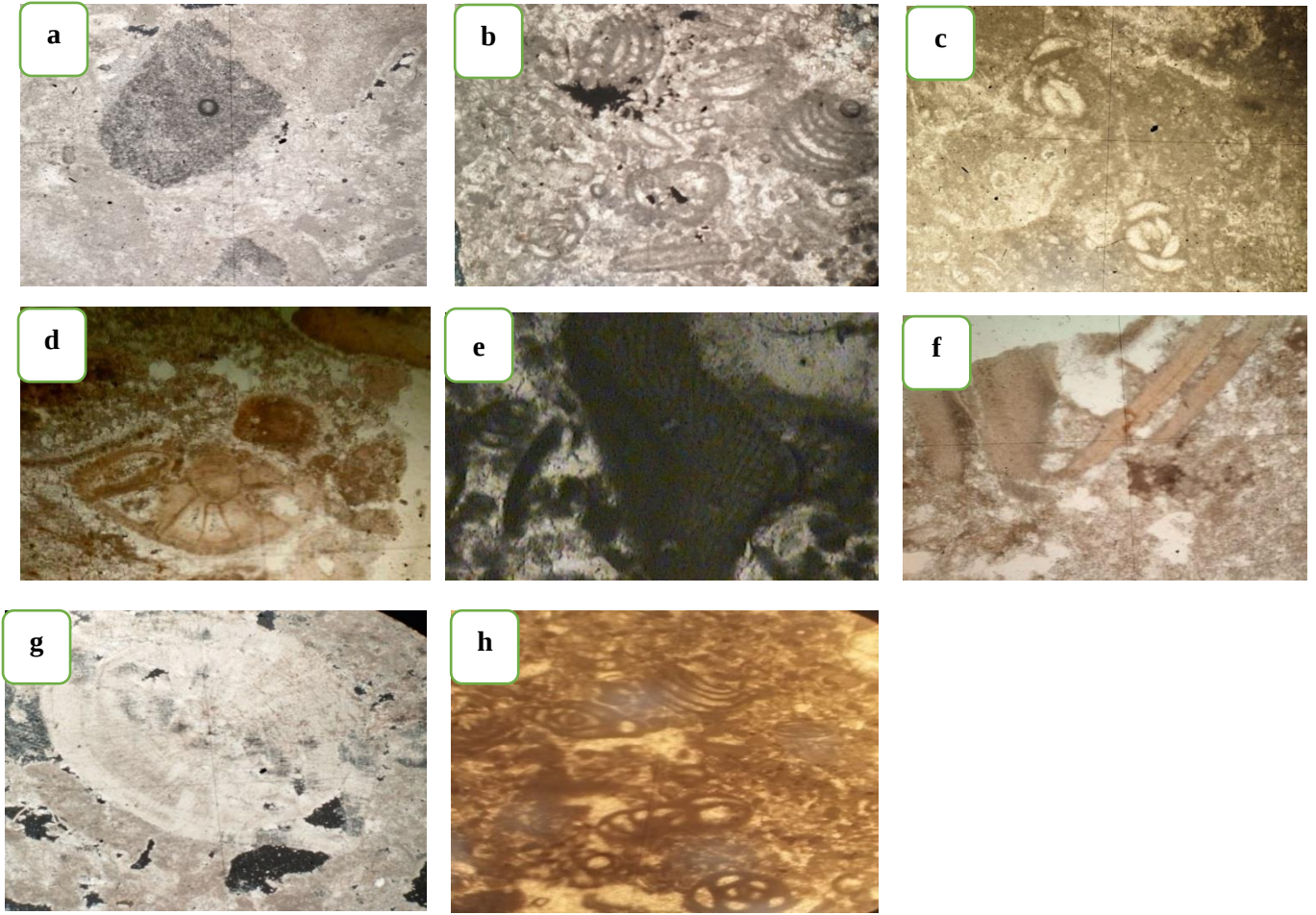
الاحمر الموجودة في بئر K-183 ، التكبير (10x).

(f) السمنت الكتلي في بئر K-183 ، التكبير (10x).

(g) مسامية داخل الحبيبات في بئر K-218 ، التكبير (10x).

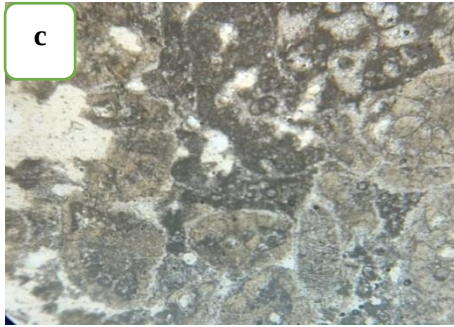
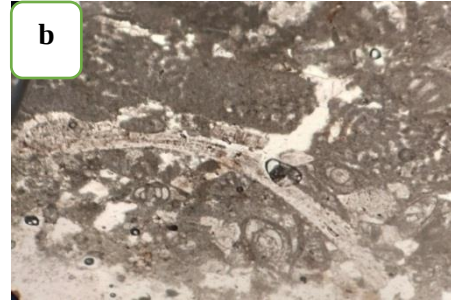
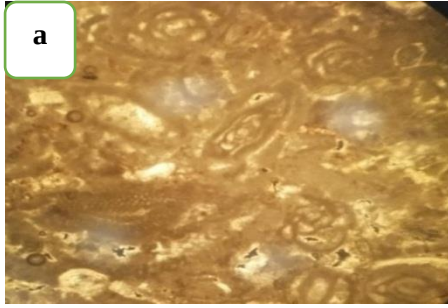
(h) معادن موضعية النشأة في بئر K-218 ، التكبير (5x).

اللوحة الرابعة



- (a) سحنة الحجر الجيري الواكي الحامل للفتات الصخري في بئر K-183 ، التكبير (5x).
- (b) سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفرا القاعية في بئر K-183 ، التكبير (5x).
- (c) سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للمليوليد، تظهر عملية الانضغاط الفيزيائي (تباعد الاصداف) في بئر K-183 ، التكبير (5x).
- (d) سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للروتاليد في بئر K-246 ، التكبير (5x).
- (e) سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للطحالب الحمراء في بئر K-183 ، التكبير (5x).
- (f) سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفتات العضوي في بئر K-246 ، التكبير (5x).
- (g) سحنة الحجر الجيري الواكي الحامل للنيمولايت في بئر K-246 ، التكبير (5x).
- (h) سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للفورامنيفرا القاعية في بئر K-183 ، التكبير (5x).

اللوحة الخامسة



- (a) سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للمليوليد في بئر K-183 عند عمق (875m) ، التكبير (5x).
- (b) سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للاركياس المليوليد، وانضغاط الفيزيائي تباعد الحبيبات الهيكلية في بئر K-183 عند عمق (881m) ، التكبير (5x).
- (c) سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للروتاليد في بئر K-183 عند عمق (885m)، التكبير (5x).
- (d) سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة لشوكيات الجلد في بئر K-183 عند عمق (891m) ، التكبير (5x).