



التحليل السحني والموديل الرسوبي لتتابعات الوحدة العليا من تكوين سارمورد المنكشفة في طية عقرة، شمال شرقي العراق

غلا عبد الحق العبادي¹ ID، فلاح عبد المعماري² ID

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

المخلص

دُرست تتابعات الوحدة العليا لتكوين سارمورد (الكريتاسي المبكر) رسوبياً من خلال مقطع سطحي واحد ضمن طية عقرة المحدبة، شمال شرقي العراق. حقلياً، تميزت تتابعات الدراسة الحالية بأنها مؤلفة من الحجر الجيري الصلب بصورة رئيسة مع القليل من الحجر الجيري المتدلمت، والحجر الجيري المارلي، فضلاً عن طبقات رقيقة من صخور المارل. تعلو هذه التتابعات صخور تكوين قمجوقة المميز بطبقاته ذات السمك العالي. بتروغرافياً، اتضح ان الحبيبات المؤلفة لترسبات تتابعات الدراسة تتألف أساساً من الفورامنيفيرا القاعية (ولاسيما المليوليد والروتاليد) وبصورة ثانوية من الطحالب الخضراء وبقايا الرخويات والحزازيات والحطام الحياتي، فضلاً عن بعض القطع المصاحبة من حطام الاحياء والفتاتات الصخرية والدمالق. اما ارضية تتابعات الدراسة فتبين انها تتكون من المكرايت. كما لوحظ ان ترسبات الوحدة العليا لتكوين سارمورد ضمن مقطع الدراسة قد تعرضت للعمليات التحويرية بشكل محدود نسبياً. هذه العمليات تبعاً لشيوعها تضم المكرونة والانضغاط الفيزيائي والسمنتة والاذابة والتشكل الجديد والدلمة والانضغاط الكيميائي. سحنيًا، فقد اظهرت نتائج التحليل السحني الدقيق ان تتابعات الدراسة تتألف من ثلاث سحنات دقيقة اساسية مدعومة طينياً، وهي: سحنة الحجر الجيري الطيني، وسحنة الحجر الجيري الواكي، وسحنة الحجر الجيري المرصوص. وتقسم هذه السحنات بدورها الى ثمان سحنات دقيقة ثانوية. تبعاً لنتائج الدراسة الحالية، تبين ان تتابعات الدراسة قد ترسبت ضمن بيئة بحرية ضحلة وتحديداً ضمن الرصيف الكربوناتي عبر انطقته الثلاثة الداخلي والوسطي والخارجي (inner, middle and outer).

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام: 11- يونيو -2024

تاريخ المراجعة: 12- يوليو -2024

تاريخ القبول: 09- اغسطس -2024

تاريخ النشر الالكتروني: 01- اكتوبر -2025

الكلمات المفتاحية:

تكوين سارمورد

الرف (المنحدر) القاري

الكريتاسي المبكر

المراسلة:

الاسم: فلاح عبد المعماري

Email: falahabed@uomosul.edu.iq

Facies Analysis and Sedimentary Model of the Upper Part of Sarmord Formation Successions Exposed in the Aqra Anticline, Northeastern Iraq

Ola A. Al-Abadi¹ , Falah A. Al-Miamary^{2*} 

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

Article information

Received: 11-Jun-2024

Revised: 12-Jul-2024

Accepted: 09-Aug-2024

Available online: 01- Oct – 2025

Keywords:

Sarmord Formation
Carbonate Ramp
Early Cretaceous

Correspondence:

Name: Falah A. Al-Miamary

Email: falahabed@uomosul.edu.iq

ABSTRACT

The upper unit succession of the Sarmord Formation (Early Cretaceous) has been studied sedimentologically in one surface lithological section at Aqra anticline, northeastern Iraq. Based on the field data, the upper part of the Sarmord Formation in the current study is composed mainly of hard limestone, dolomitic limestone, and marly limestone with thin-bedded marl. These successions are topped by the Qamchouqa Formation, which is recognized by thick, massive layers of limestone. Petrographically, the particle portion of the studied section is composed mainly of benthonic foraminifera, especially Miliolids, Rotaliids, and others, in addition to some green algae, mollusks, bryozoans, bioclasts, lithoclasts, and peloids. While the matrix is composed mainly of micrite. Generally, the studied succession is slightly subjected to some diagenetic processes like micritization, physical compaction, cementation, dissolution, recrystallization, dolomitization, and chemical compaction. Microfacies analysis has shown that the upper part of the Sarmord Formation consists of three main mud-supported facies: lime mudstone microfacies, wackestone microfacies, and packstone microfacies. These three main microfacies are further subdivided into eight submicrofacies. The results of the present study indicate that the succession of the upper part of the Sarmord Formation was deposited in a shallow marine environment on a carbonate ramp through the three zones (inner, middle, and outer) ramps.

DOI: [10.33899/earth.2024.150812.1297](https://doi.org/10.33899/earth.2024.150812.1297), ©Authors, 2025, 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

يعد تكوين سارمورد (الكريتاسي المبكر) أحد التكوينات التي تقع ضمن التتابع الطبقي (AP8) حسب تقسيمات (Sharland et al., 2001) والتي يصل سمكها في العراق حوالي (3000) متراً (Sadooni and Aqrabi, 2000).

أشار (Jassim and Goff, 2006) ان هذه التتابعات ومن ضمنها تتابعات تكوين سارمورد ترسبت في الحوض الداخلي (Intrashelf basin) على الحافة القارية الخاملة (Passive margin) والتي تزامنت مع طور جديد في الحوض الرسوبي، حيث أدى الى انتشار قاع محيط التيثس الجنوبي الجديد (Southern New Tethys) والذي أدى الى حدوث حركات متباعدة بين القارات الصغيرة.

أشار (Al-Fares et al., 1998; Beydoun, 1998) الى ان الصفيحة العربية في هذه الفترة كانت في حالة ترسيب للتتابع الطبقي الكبير AP8 وكانت قريبة من خط الاستواء، وأن اهم الاحداث التكتونية في هذه الفترة هي (انفتاح المحيط الهندي، انفصال الطبقي الهندي عن عُمان حيث تأثرت الحافة العربية الخاملة بقوة شديدة واستمرار الهبوط الحراري)، كما تميزت هذه الفترة بالترسبات الكربوناتيّة والطينية.

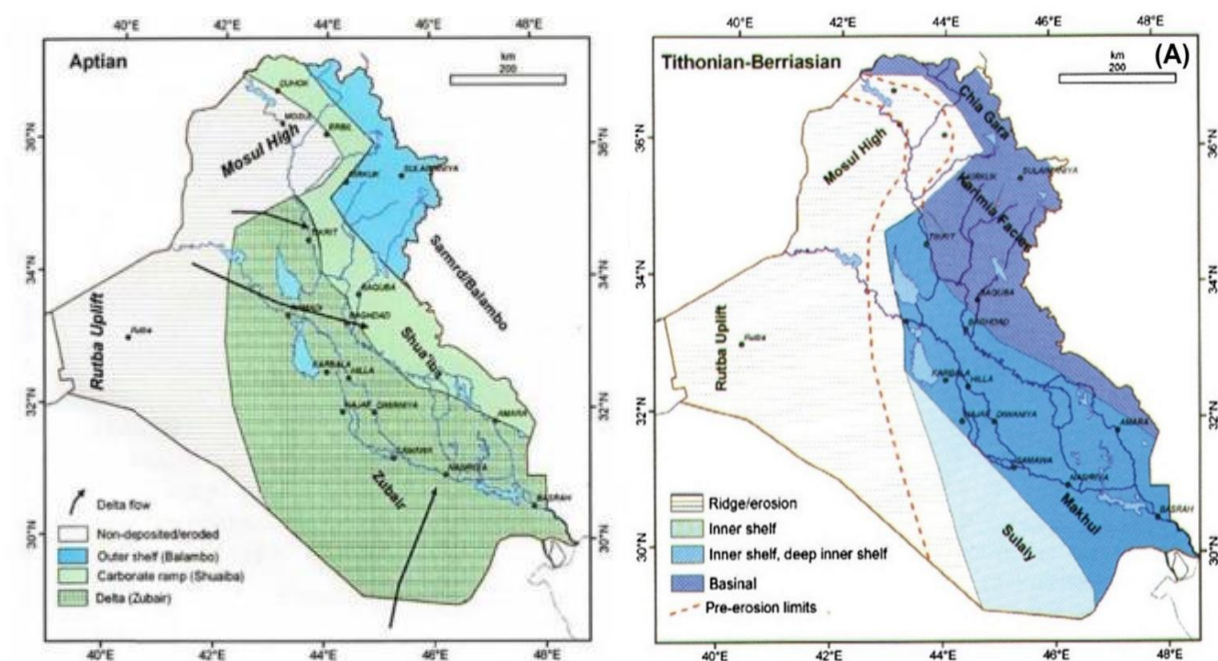
ينفصل حوض ترسيب تكوين سارمورد عن حوض ترسيب بلامبو بحاجز كاربوناتى لتكوين قمجوقة في نطاق الطيات العالية. ولا ينكشف التكوين على السطح في مناطق جنوبي وجنوب غربي نطاق الطيات العالية، لكنه وجد في العديد من الآبار تحت السطحية بين كركوك شرقاً والموصل غرباً، وحيث يتباين سمك التكوين في الآبار، وُجد أعلى سمك في بئر كركوك 109 هو 169 متراً، وأدنى سمك في بئر دمر-داغ هو 62 متراً، ويزداد السمك بالاتجاه نحو شمال الشرق. يتغير تكوين سارمورد باتجاه الجنوب الشرقي من العراق الى تكوين نهر عمر في نطاق الطيات الواطئة لكنه في هذا النطاق يتألف من المارل وطبقات من الحجر الجيري النيريتي الضحل (Neritic limestone) (Bellen et al., 1959) (الشكل 1).

درس (Basher and Al-Samarraie, 2012) بتروغرافية التكوين من مقاطع سطحية في شمال غربي زاخو، شمالي العراق، واستنتج بأن صخرية التكوين تتكون من الحجر الدولومايتي الغني بالمواد القيرية، وأن الظروف الترسيبية للتكوين تعود الى حافة الرف العميق ذات الملوحة الاعتيادية.

كما بين (Fatah et al., 2023) من دراستهم للخصائص البتروغرافية والجيوكيميائية للجزء السفلي من التكوين في حقل كركوك النفطي، شمالي العراق، أن التكوين يحتوي على كميات ضعيفة من المادة العضوية الكلية (TOC)، وأن تلك المادة ذات قدرة ضعيفة على توليد الهيدروكربون.

ودرس (Saleh et al., 2023) البيئة الترسيبية لتكوين سارمورد في شمال شرقي العراق، واستنتجوا انه ترسب في بيئة رصيف كاربونات حافي مع تضحل تدريجي للحوض.

وأستنتج (Balaky et al., 2023) من خلال دراستهم للسحانات الرسوبية والبيئة الترسيبية لتكوين سارمورد في إقليم كوردستان، شمال شرقي العراق، انه ترسب في ظروف مناخية حارة وقاحلة في بيئة المنحدر الخارجي.



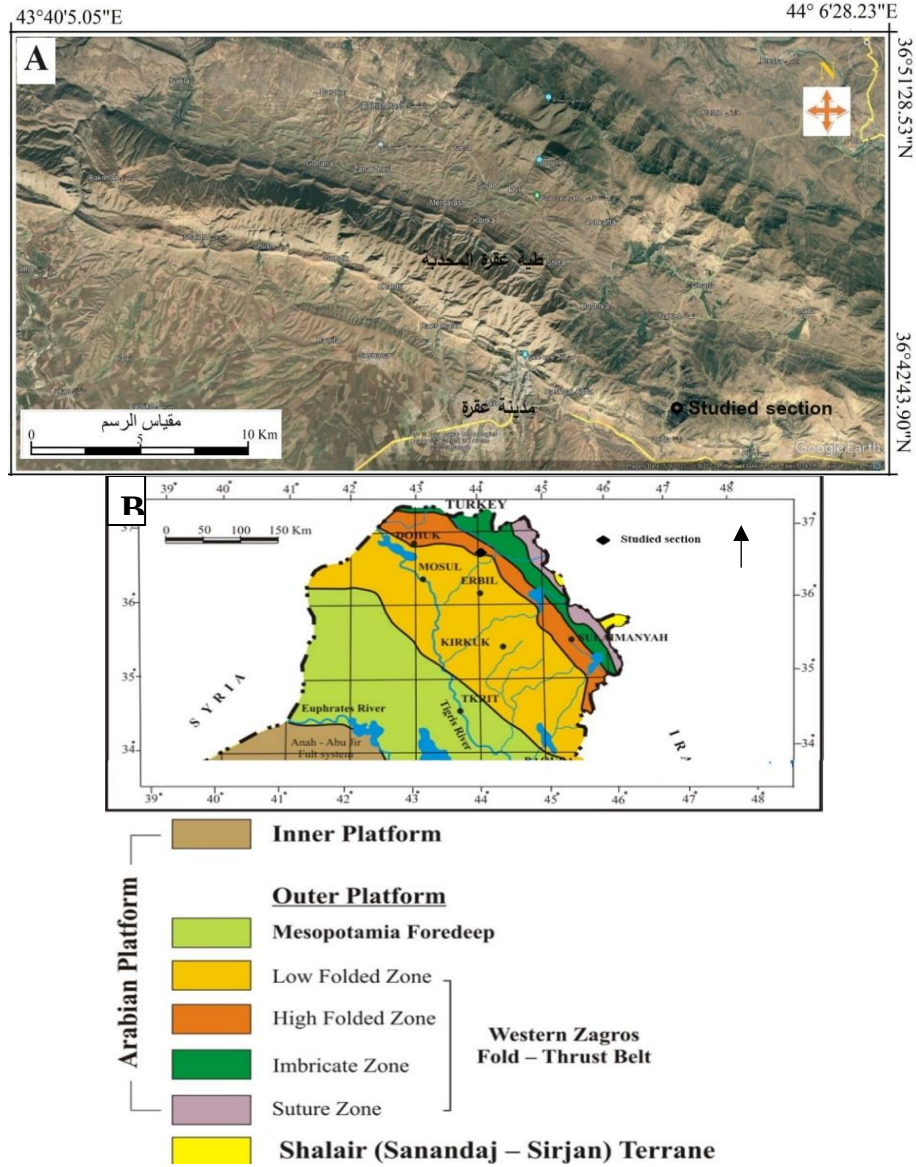
الشكل 1. خارطة توضح الجغرافية القديمة لعمر الكريتاسي المبكر (Jassim and Goff, 2006).

ولقد بين (Haq, 2014) في ما يخص مستوى سطح البحر، ان مستوى سطح البحر العالمي والاقليمي في العصر الطباشيري (Cretaceous) كان مرتفعاً، وحيث يقدر مستوى سطح البحر في (Early Cretaceous) بـ (160-170) متراً، وقد يصل الى (200) متر اعلى من مستواه في الوقت الحالي.

تهدف الدراسة الحالية الى إجراء وصف حقلي لتتابعات الوحدة العليا المنكشفة من تكوين سارمورد في طية عقرة المحدبة التي لم تُدرس من قبل، والقيام بدراسة بتروغرافية مفصلة لتحديد السحانات الدقيقة ووصف مبسط للعمليات التحويرية التي اثرت على تلك التتابعات لاستنباط البيئة الترسيبية وصولاً الى بناء موديل رسوبي لترسيب تلك التتابعات.

موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في الجهة الشمالية الشرقية من العراق، اذ تم اختيار موقع مقطع سطحي هو مقطع كلي زنطة في طية عقرة المحدبة عند خط عرض (36° 44' 26.1" N) وخط طول (43° 58' 20.8" E)، وتم اختيار هذا المقطع الوحيد لكونه مقطعاً لم يُدرس من قبل. اما من الناحية التكتونية، فتقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الطيات العالية (High Folded Zone) وذلك حسب (Jassim and Goff, 2006; Fouad, 2015) (الشكل 2).



الشكل 2. A. صورة فضائية موضع عليها موقع منطقة الدراسة، B: الخارطة التكتونية لشمالي العراق عن (Fouad, 2015) موضعاً عليها موقع مقطع الدراسة الحالية.

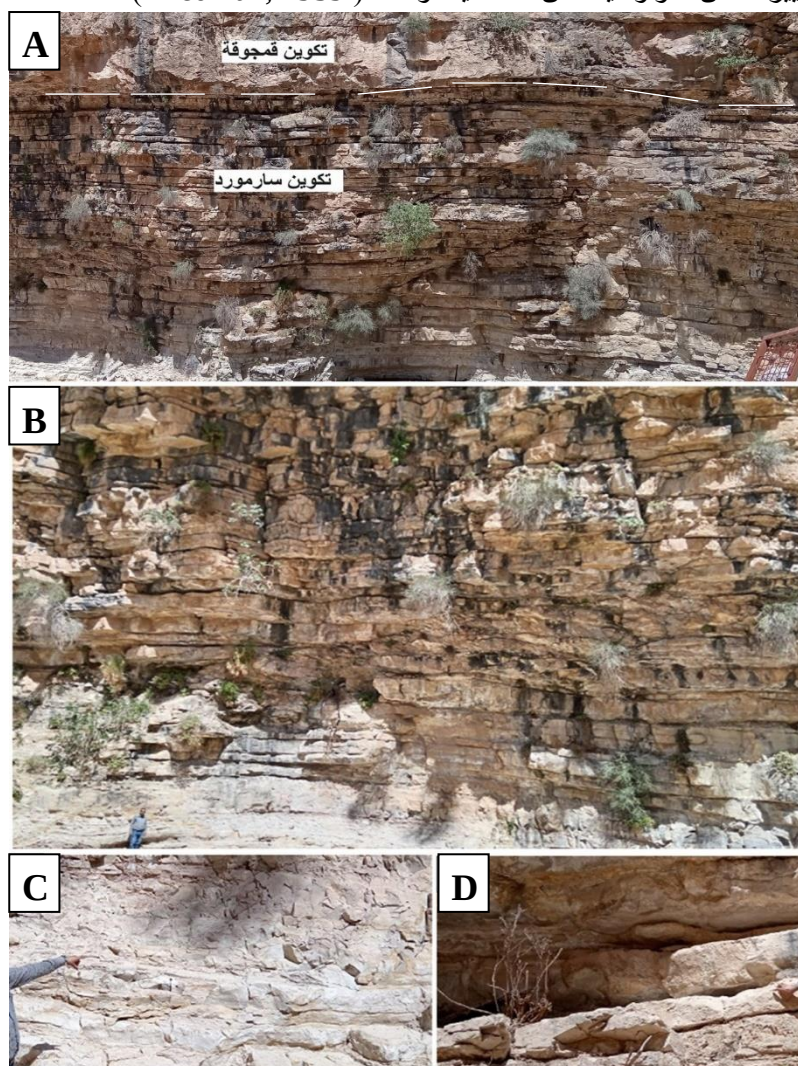
الوصف الصخاري والحقلي للتكوين (Lithological Description of the Formation)

يبلغ السمك الكلي لتتابعات تكوين سارمورد في مقطعه النموذجي حوالي (455) متراً، والذي وصف لأول مرة من قبل (Wetzel, 1950 in Bellen et al., 1959). تقع منطقة الدراسة الحالية ضمن طية عقرة المحدبة الواقعة على بعد (100) كم تقريباً شمال شرقي مدينة الموصل، وتعد من الطيات المهمة الواقعة ضمن حزام طيات وفوالق الزحف الزاكروسي في العراق. يصل طولها (34) كم تقريباً، وأقصى عرض لها (8.5) كم تقريباً، وأقصى ارتفاع لها (1502) متراً تقريباً فوق مستوى سطح البحر. وهي طية ذات غاطسين غير متناظرة تنكشف فيها التكوينات الآتية ابتداءً من الأقدم وحتى الأحدث: الوحدة العليا من تكوين سارمورد (الهاتروفيان- البارميان المبكر) والتي تكون متوافقة مع تكوين قمجوقة (الابنتيان- سينومانيان) وغير متوافقة مع تكوين عقرة (الماسترختيان) ثم يلي تكوين عقرة بصورة غير متوافقة تكوين كولوش (الباليوسين-ايوسين مبكر) الذي يكون متوافقاً وبشكل تدريجي مع تكوين خورماله (الباليوسين-الايوسين المبكر). ثم يعلوه بعلاقة توافقية تكوين جركس (الايوسين الاوسط) الذي يكون متوافقاً مع تكوين بلاسي (الايوسين الأوسط-المتأخر) ثم يظهر بصورة غير متوافقة تكوين فتحة (المايوسين الاوسط) الذي يكون متوافقاً وبشكل تدريجي مع تكوين انجانة (المايوسين المتأخر)، ثم بعلاقة توافقية يظهر تكوين مقداية (الباليوسين المبكر) (Al-Sumaidaie et al., 2020). يبلغ سمك الجزء المنكشف من تتابعات الوحدة العليا لتكوين سارمورد حوالي (40) متراً في تلك الطية (الشكل 3-A). تبدأ الطبقات الاولى من التتابع المنكشف للتكوين بتعاقبات من صخور الحجر الجيري الصلب (الشكل 3-B) ذات اللون الرصاصي الفاتح الى الرصاصي الغامق وتحتوي على بعض المواد العضوية، اذ تحتوي الطبقات الاولى على بعض المواد القيرية ومن ثم تظهر بعد تلك الطبقات تتابعات نحيفة من المارل والحجر الجيري المارلي (الشكل 3-C). يعاد بعد ذلك تكرار الحجر الجيري مع

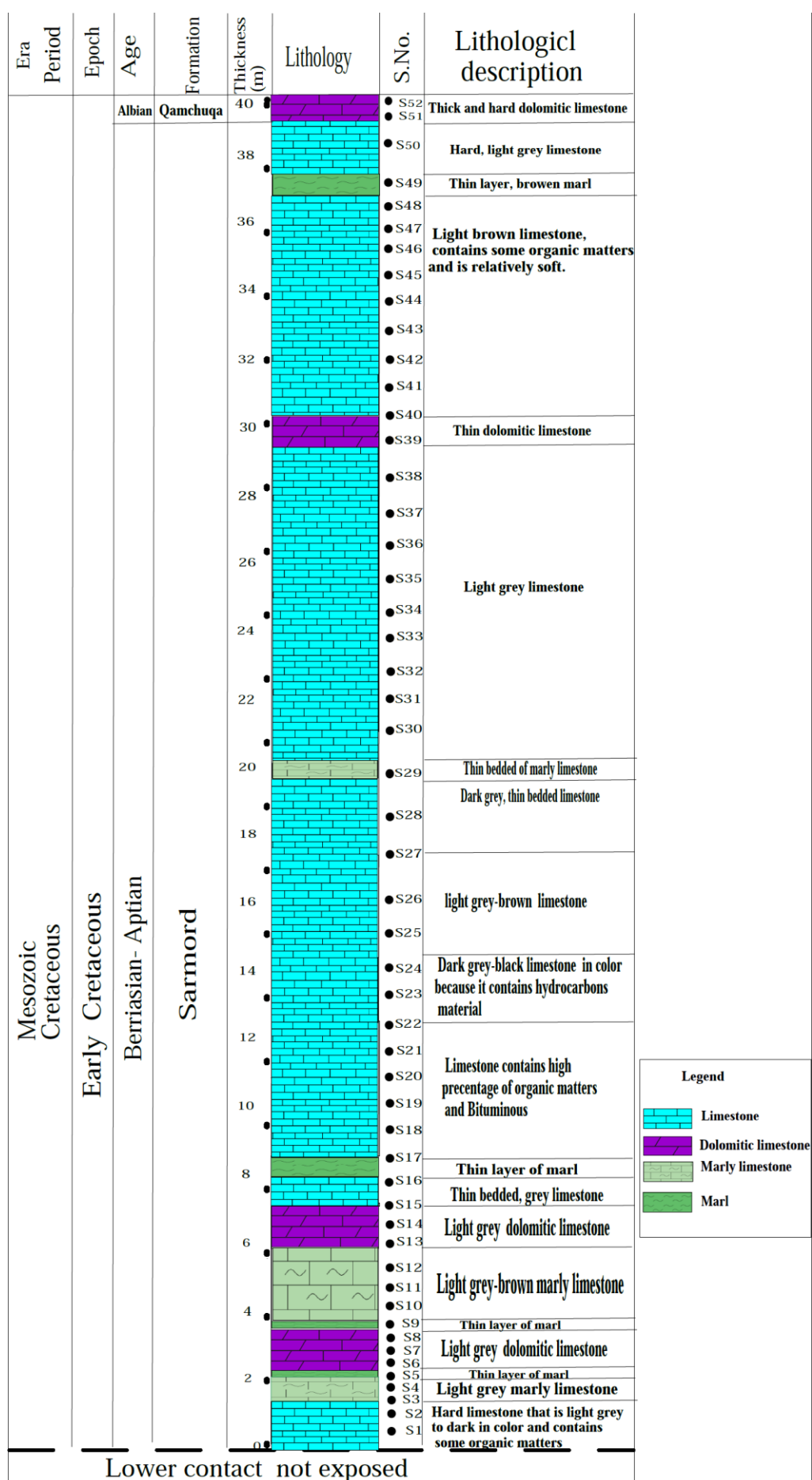
ظهر الحجر الجيري المتدلمت (الشكل D-3). وفي وسط التتابع، تظهر صخور الحجر الجيري المارلي وتحتوي على نسب عالية من المواد العضوية والقيرية، وبعدها تظهر صخور الحجر الجيري داكنة اللون (سوداء) وذلك بسبب احتوائها على مواد هايدروكاربونية بنسبة عالية مع شيوع عروق الكالساييت. ثم بعد ذلك يعاد تكرار الحجر الجيري والحجر المارلي. وباتجاه الجزء العلوي من التتابع، تظهر طبقات رقيقة من صخور المارل بين طبقات ذات سمك عالي من الحجر الجيري، وفي بداية الجزء العلوي تظهر صخور من الحجر الجيري فاتحة اللون. ويعاد تكرار هذه الصخور والتي تكون هشة نسبياً وتحتوي على بعض المواد القيرية. وفي أعلى التتابع، أي في (نهاية التكوين)، تظهر صخور من الحجر الجيري الصلب ذات اللون الرصاصي الفاتح. وفي نهاية تتابع الدراسة الحالية يظهر تكوين قمجوفة الذي يتكون من الحجر الجيري الصلب ذي اللون البني الفاتح والسمك العالي، وتكون تلك الطبقات كتلية التطبق (Massive bedding) مقارنة بطبقات تكوين سارمورد، ويكون الحد متوافقاً (الشكل 4)، وهذا الشكل يمثل العمود الطبقي لتلك التتابعات.

طرائق البحث

أجريت دراسة حقلية شاملة لتتابعات الوحدة العليا من تكوين سارمورد ضمن مقطع الدراسة بشكل عام ومفصل، فضلاً عن تمييز الظواهر الحقلية وتوثيقها، أما من ناحية الدراسة المختبرية، فلقد تم جمع (52) نموذجاً صخرياً من تتابعات تكوين سارمورد المنكشفة في طية عقرة. وحُضرت (42) شريحة صخرية في الورشة الجيولوجية لقسم علوم الأرض في مختبرات جامعة كركوك، كلية العلوم، والبعض الآخر في مختبرات جامعة تبريز في إيران. وتمت دراسة هذه الشرائح بواسطة المجهر المستقطب من نوع (Swift) في قسم علوم الأرض. كما هيئت صيغة (Alizarin Red S) لصبغ الشرائح الصخرية لغرض تمييز معادن الدولومايت عن الكالساييت وفقاً لـ (Friedman, 1959).



الشكل 3. صور حقلية لتتابعات الوحدة العليا من تكوين سارمورد: A : تتابعات صخور تكوين سارمورد مع تكوين قمجوفة، B: تتابعات صخور الوحدة العليا من تكوين سارمورد بشكل عام C: تعاقب صخور الحجر الجيري المارلي والمارل، D: تعاقب صخور الحجر الجيري والحجر الجيري المتدلمت الصلب.



الشكل 4. يوضح العمود الطباقى لتعاقبات الوحدة العليا من تكوين سارمورد في مقطع كلي زنطة.

النتائج

التحليل السحني

بتروغرافية صخور تكوين سارمورد

من خلال دراسة تتابعات الوحدة العليا من تكوين سارمورد، تبين ان صخور التكوين تحتوي على الحبيبات الهيكلية والمؤلفة من اصداف الفورامنيفرا القاعية المتمثلة باجناس المليويد (Quniquculina, Trioculina, Pyrgo) (اللوحة e.:1)، وتحتوي على 1(a.,b.,c.:1)، والتكسجولاريد (Textularia) (اللوحة d.:1)، والروتاليد (Rotalia) (اللوحة e.:1)، وتحتوي على مجموعة من الطحالب الخضراء (اللوحة f.:1)، وبطنيات القدم، (اللوحة g.:1)، واصداف فأسيات القدم (اللوحة h.:1)، واثار البرايوزوا (اللوحة i.:1)، والفتات العضوي (اللوحة f.:1)، وتحتوي ايضا على الحبيبات غير الهيكلية المتمثلة بالدمالق (اللوحة a.:2)، والفتات الصخري (اللوحة b.:2)، اما الأرضية فهي مكونة بشكل أساسي من الميكرايت (اللوحة b.:2).

العمليات التحويرية (Diagenesis)

تعرف العمليات التحويرية بأنها جميع العمليات الفيزيائية والحياتية والكيميائية التي تحدث على الرواسب اثناء وبعد الترسيب والتي قد تعمل على تغيير نسيجها الرسوبي الاصلي (Mukheerji and Young, 1973). تبين بان صخور التكوين تأثرت بالعديد من العمليات التحويرية أهمها:

السمنتة: هي عملية ترسيب للمعادن في المسام وقد يتكون الاسمنت من معدن السليكا او الكالسايت او اي معدن شائع في الوسط الترسيبي (Longman, 1980). في الدراسة الحالية الاسمنت الشائع هو الاسمنت الكلصي والذي شخص بهيئة الاسمنت الحبيبي (اللوحة e.:1) والاسمنت البلوكي (اللوحة c.:2).

الانضغاط: هي عملية تحويرية تبدأ خلال الدفن وقد تستمر اثناء الدفن الى اعماق تصل الى 9 كم او أكثر، وهي بنوعين:

الانضغاط الفيزيائي: هو الانضغاط الناتج عن ثقل الرواسب الفوقية على الصخور المدفونة مؤدية الى زيادة كثافة الصخور وتقليل مساميتها وتكسر او تشوه الحبيبات (Boggs, 2006). سجل هذا النوع في الأجزاء العليا من التتابعات المدروسة (اللوحة d.:2).

الانضغاط الكيميائي: هو عملية اذابة بعض المعادن وترسيبها من خلال الضغط الكيميائي والناتج عن حركة الموائع ضمن الصخور بسبب الضغط الفوقي مكونة سطوح الاذابة او ما تسمى بسطوح الستايلولايت (Boggs, 2006)، وسُجل هذا النوع في الأجزاء العليا من التتابعات المدروسة أيضاً (اللوحة e.:2).

المكرتة: وهي من العمليات التي تعمل على تآكل الحبيبات الهيكلية وغير الهيكلية بواسطة الفطريات والبكتيريا والطحالب لتشكل غطاء ميكرايتي حول تلك الحبيبات (Okon and Uzoeghu, 2015)، وسجلت هذه العملية في الأجزاء العليا (اللوحة f.:2).

الاذابة: وهي عملية حدوث فراغات ضمن الصخرة الجيرية نتيجة تعرض المعادن والمكونات الكربوناتيّة الى الذوبان بصورة جزئية أو كلية، وينتج عن هذه العملية المسامية (Longman, 1980)، وتم تسجيل أنواع مختلفة من المسامية في أغلب أجزاء التتابعات المدروسة مثل المسامية القالبية (اللوحة g.:2) والمسامية داخل الحبيبات (اللوحة h.:2).

الدلمتة: وهي عملية تحول صخور الحجر الجيري جزئياً أو كلياً الى الدولومايت نتيجة لأحلال ايون المغنيسيوم محل أيون الكالسيوم، وتحدث عادةً في البيئات الحارة وذات الملوحة العالية (Nader et al., 2004). وتم تسجيل نسيج الدولومايت دقيق التبلور (اللوحة i.:2) ونسيج المعينات الطافية (اللوحة a.:3) والنسيج الموزائيكي الضبابي (اللوحة b.:3) والموزائيكي الدرزي (اللوحة c.:3) في أغلب أجزاء التتابع المدروس.

السحنات الدقيقة (Microfacies)

تعرف السحنة الدقيقة بانها مجموعة من المعطيات الرسوبية التي يمكن ان تصنف وتوصف من خلال دراسة الشرائح الصخرية الرقيقة والالواح المصقولة (Polished Slabs). ومن تلك السحنات يمكن الحصول على معلومات التأثيرات العضوية وغير العضوية التي أثرت على الصخور الجيرية، وبالتالي تفسير البيئة الرسوبية التي ترسبت فيها تلك الصخور (Flügel, 2010). وتم الاعتماد على تصنيف (Dunham, 1962) في تصنيف وتسمية السحنات الدقيقة لتتابعات الوحدة

العليا من تكوين سارمورد في طية عقرة. وان اهم السحنات الدقيقة التي شخّصت في الدراسة الحالية هي ثلاث سحنات دقيقة رئيسية وثمانية سحنات ثانوية.

(أ) سحنة الحجر الجيري الطيني الدقيقة Lime Mudstone Microfacies

أن سحنة الحجر الجيري الطينية من السحنات الشائعة التي شخّصت ضمن ترسبات تكوين سارمورد، لقد تم تشخيص هذه السحنة ضمن الطبقات السفلى بشكل خاص من مقطع الدراسة الحالية. وتتكون الارضية بشكل اساسي من الميكرايت، والحبيبات التي لا تزيد نسبتها عن 10%، وشخّصت ضمنها سحنة ثانوية واحدة وهي:

1- سحنة الحجر الجيري الطيني المتدلّمة الحاوية على الدمالق الثانوية الدقيقة

Peloidal Dolomitized Lime Mudstone submicrofacies (M1)

تتكون هذه السحنة بشكل رئيس من الميكرايت والحوية على الدمالق (Peloids) بشكل أساسي، كما تحتوي على اكاسيد الحديد وتجمعات معدن الباييرايت (اللوحة 3.d)، وتأثرت هذه السحنة بالعمليات التحويرية المتمثلة بعملية الدلمة بشكل خاص، وعملية السلكتة وعملية الاذابة. وعند مقارنتها مع السحنات القياسية لـ (Wilson, 1975; Flügel, 1982,) (Outer ramp) (اللوحة 3.d). (2010) فهي أقرب الى السحنة القياسية (RMF1) التي تترسب في بيئة المنزلق الخارجي (Outer ramp) (اللوحة 3.d).

(ب) سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الرئيسية Lime Wackestone microfacies

تتميز هذه السحنة بمدى انتشارها الواسع ضمن التتابعات المدروسة، حيث تتكون بشكل اساسي من الارضية الميكرايتية وتكون نسبة الحبيبات أكثر من (10) %، ولا تتجاوز (50) %، وقسمت الى ثلاث سحنات دقيقة ثانوية:

1- سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الحاوية على القطع الصخرية

Lithoclast Lime Wackestone submicrofacies (W1)

تنتشر هذه السحنة في وسط المقطع المدروس والتي تحتوي على وفرة من القطع الصخرية بنسبة تصل الى (80%) من الحبيبات، فضلا عن اثار بقايا البرايوزوا، وتحتوي على اصداف او كسارات مجموعة الرخويات المتمثلة بفأسيات القدم وحطام مجموعة الفورمنيفرا القاعية من مجموعة (المليوليد والروتاليد)، كما تحتوي على قليل من اكاسيد الحديد، تأثرت هذه السحنة بالعمليات التحويرية المتمثلة (بالسمنتة، والاذابة، وعملية المكركة، وقليل من الدلمة). تعد صفات هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-9) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010)، حيث تمثل بيئة نطاق الرف الوسطي (mid-ramp) (اللوحة 2.b). 2- سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الحاوية على الفورمنيفرا القاعية

Benthic Foraminifera Lime Wackestone submicrofacies (W2)

سجلت هذه السحنة في الطبقات العليا من المقطع وتحتوي على الفورامنيفرا القاعية بنسبة تصل الى (70%) من الحبيبات. تعود اجناسها الى مجموعة (Textularia) و (Rotalia) و (Alveolina)، وتحتوي ايضا على الرخويات تعود اجناسها الى مجموعة بطنيات القدم وفأسيات القدم، كما تحتوي هذه السحنة على الدمالق، وتحتوي ايضا على قطع صخرية ترسبت من نفس الحوض (Intraclast) وتحتوي على الحطامات الحياتية واحتوت ايضا على قليل من بقايا البرايوزوا، وقد تأثرت هذه السحنة بالعديد من العمليات التحويرية من ضمنها عملية الاذابة والانضغاط الكيميائي، وتحتوي على بلورات من الدولومايت. تعد هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-13) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) حيث تمثل بيئة (Open Marine and Restricted) ضمن نطاق الرف الداخلي (inner ramp) (اللوحة 1.d).

3- سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الحاوية على الحطام الحياتي

Bioclast Lime Wackestone submicrofacies (W3)

تظهر هذه السحنة ضمن الطبقات العليا من التتابعات المدروسة، وتحتوي على الحبيبات المكونة بشكل أساس من الحطام الحياتي من اصداف الفورمنيفرا القاعية التي تعود اجناسها الى مجموعة (Miliolide, Rotalia, uniserial, biserial)، كما سجل ظهور الطحالب الخضراء في هذه السحنة، وتحتوي هذه السحنة ايضا على الرخويات التي تعود الى مجموعة بطنيات وفأسيات القدم، وتحتوي على القطع الصخرية الخارجية، وتحتوي ايضا على قليل من الدمالق، وتأثرت هذه السحنة بالعديد من العمليات التحويرية من ضمنها عملية الاذابة والانضغاط الفيزيائي والمكركة، تعد هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-17) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) حيث تمثل بيئة (Lagoon and Restricted) ضمن نطاق الرف الداخلي (Inner Ramp) (اللوحة 1.f).

(ج) سحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الرئيسية Lime Packstone microfacies

تتميز هذه السحنة بكونها مدعومة بالطين وهي عبارة عن مزج بين الحبيبات والارضية ونسبة الحبيبات تكون عالية تصل الى 70-90 %، تتألف هذه السحنة من متحجرات الفورامينيفرا القاعية والتي تعود غالبيتها الى عائلة الـ (Miliolid)، والقليل من متحجرات اخرى، فضلا عن احتوائها على الدمالق والفتاتات الصخرية الداخلية والحطام الحياتي المتنوع، كما ان هذه السحنة تتأثر بعدة عمليات تحويرية، اذ ان الارضية حدثت لها عملية اعادة تبلور جزئي وان المكترنة قد اثرت نوعاً ما على الحواف الخارجية للمتحجرات فضلاً عن وجود مسامات ذات الانتشار الواسع في هذه السحنة. وقد قسمت الى أربع سحنات دقيقة ثانوية:

1- سحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الحاوية على الدمالق

Peliodal Lime Packstone submicrofacies (P1)

شخصت هذه السحنة في الاجزاء الوسطى من المقطع والتي تتميز بوجود الدمالق (Peloids) بشكل كبير (بنسبة تصل الى 80% من الحبيبات) وقليل من بقايا البرايوزوا التي تكون على هيئة تشبه السلسلة، وبعض من الفتاتات العضوية المتمثلة بأصداف الفورامينيفرا القاعية مثل اجناس المليوليد بأنواعها (الثنائي والثلاثي والخماسي)، وتحتوي على القليل من مجموعة الرخويات التي تتمثل بفأسيات القدم وبطنيات القدم. وتأثرت هذه السحنة بعدد من العمليات التحويرية المتمثلة (بعملية السمنتة، وعملية الازابة وغيرها)، تعد هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF4) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) حيث تمثل بيئة الرف الخارجي (outer ramp) (اللوحة 2: a.).

2- سحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الحاوية على القطع الصخرية

Lithoclast Lime Packstone submicrofacies (P2)

ظهرت هذه السحنة في نهاية الطبقات السفلى من المقطع والتي تتميز بوفرة القطع الصخرية التي ترسبت من نفس الحوض بنسبة (70%) من الحبيبات، وتحتوي على الحطام العضوي للأحياء، وتأثرت هذه السحنة بالعديد من العمليات التحويرية أهمها عملية الازابة (مكونة المسامية القالبية داخل الحطام العضوي والمسامية داخل الحبيبات)، كما ان عملية السمنتة واضحة وشائعة في هذه السحنة وعملية اعادة التبلور تكون عالية جداً ايضاً، وكما تتميز بوجود وفرة بلورات من الدولومايت ووفرة المادة العضوية وتحتوي على اكاسيد الحديد. تعد هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-9) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) حيث تمثل بيئة الرف الوسطي-الخارجي (Mid to outer ramp) (اللوحة 3: f., e.).

3- سحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الحاملة للمليوليد

Miliolide Lime Packstone submicrofaices (P3)

سجلت هذه السحنة في نهاية الطبقات العليا من تتابعات الدراسة، والتي تتميز بوجود الفورمينيفرا القاعية العائدة اجناسها الى مجموعة (Miliolide) بنسبة عالية تصل الى (80%) من الحبيبات و (Rotalia)، وتوجد مجموعة المليوليد بكثرة في هذه السحنة وتحتوي ايضاً على الطحالب الخضراء (Green algae) وبطنيات القدم (Gastropoda)، وتأثرت هذه السحنة بعدد من العمليات التحويرية أهمها عمليات (الازابة والمكترنة والسمنتة)، تعد هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-20) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) حيث تمثل بيئة الـ (Lagoon) ضمن نطاق بيئة الرف الداخلي (Inner ramp) (اللوحة 3: g.).

4- سحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الحاوية على القطع الصخرية والحطام الحياتي

Intra - Bioclast Lime Packstone submicrofacies (P4)

تنتشر هذه السحنة في الطبقات العليا من المقطع والتي تتميز بوجود حطامات حيائية تعود الى الفورمينيفرا القاعية والرخويات ثنائية المصراع، وتوجد في هذه السحنة ايضاً قطع صخرية من نوع القطع الداخلية التي ترسبت من نفس الحوض. وتأثرت هذه السحنة بالعديد من العمليات التحويرية من ضمنها (الازابة، والسمنتة، والانضغاط الفيزيائي وغيرها)، تعد هذه السحنة مطابقة للسحنة القياسية (RMF-9) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010) حيث تمثل بيئة الرف الوسطي (mid-ramp)، (اللوحة 3: h.).

المناقشة

البيئات الترسيبية لتكوين سارمورد (Sedimentary Environments of Sarmord Formation)

لقد اظهرت الدراسات السابقة ان بيئة تكوين سارمورد تتباين من البيئة البحرية العميقة الى البيئة الضحلة، اذ اشار (Basher and Al- Samarraie, 2012) الى ان التكوين ترسب في حافة الرف العميق ذات الملوحة الاعتيادية، وقد

استنتج (Saleh et al., 2023) ان بيئة الترسيب لهذا التكوين هي بيئة رصيف حافية مع تضحل تدريجي للحوض، اما الباحثون (Balaky et al., 2023) فقد استنتجوا ان بيئة تكوين سارمورد هي بيئة مياه عميقة (الرف الخارجي). كما بين (Fatah et al., 2023) الى أن تكوين سارمورد في حقل كركوك ترسب في بيئة من المنزلق الداخلي الى الوسطي والخارجي.

اشارت نتائج الدراسة الحالية والتي اعتمدت على التحليل السحني الدقيق لتتابعات الوحدة العليا من تكوين سارمورد انها مؤلفة من ثلاث سحنات دقيقة اساسية، وهي: سحنة الحجر الجيري الطيني، وسحنة الحجر الجيري الواكي، وسحنة الحجر الجيري المرصوص. وتنقسم هذه السحنات بدورها الى ثمان سحنات دقيقة ثانوية تضم كلا من: سحنة الحجر الجيري الطيني المتدلّمة الحافية على الدمالق الثانوية الدقيقة، وسحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الحافية على القطع الصخرية، وسحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الحافية على الفور منيفرا القاعية، وسحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الحافية على الحطام الحيائي، وسحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الحافية على الدمالق، وسحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الحافية على القطع الصخرية، وسحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الحاملة للمليوليد، وسحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الحافية على القطع الصخرية والحطام الحيائي. وتبعاً لنتائج الدراسة الحالية تبين ان تتابعات الدراسة قد ترسبت ضمن بيئة بحرية ضحلة وتحديدًا ضمن الرصيف الكربوناتي عبر انطقته الثلاثة الداخلي والوسطي والخارجي (inner, middle and outer). وفيما يلي شرح مفصل لتوزيع سحنات تكوين سارمورد:

بيئة الـ (Inner ramp): اشار (Tucker and wright, 1990; Flügel, 2010) الى ان هذه البيئة تمتد ما بين اعلى خط الساحل (Shore face) وقاعدة الموجة الهادئة (Fair- weather wave base). وان اهم السحنات المترسبة ضمن هذا النطاق هي (P3) و (W2, W3)، حيث امتازت هذه السحنات باحتوائها على الرخويات والقشريات والبرايزوا، وامتازت كذلك بوفرة اجناس الفور منيفرا القاعية وخاصة المليوليد (*Triloculina*, *Quinquiloculina*, *Pyrgo*) فضلاً عن اجناس اخرى تعود الى (*Textularia*), (*Rotalia*), (*Alveolinid*) وغيرها. وأن وفرة تلك المجاميع من المتحجرات تدل على الترسيب في بيئة بحرية ضحلة (Simo et al., 2023).

كما اشار (Brandano et al., 2008; Flügel, 2010) الى ان ترافق متحجرات الفور منيفرا القاعية مثل الروتاليد والمليوليد ضمن نفس السحنة دلالة على سحنة لاكونية ضمن الـ (Inner ramp)، اما (Al-Hashimi and Amer, 1985; Al-Taha and Al-Haj, 2024)، فقد بينوا بأن ترافق اجناس المليوليد والروتاليد يدل على الترسيب في بيئة الرف البحري المحصور. كما اشار (Hallock and Glenn, 1986) بأن وفرة متحجرات الروتاليد تمثل بيئة كاربوناتيّة ضحلة ذات ملوحة اعتيادية، اما (Qader, 2020)، فقد اشار الى وجود متحجرات الروتاليد التي تمثل بيئة رف محصور ذات مياه مالحة ضمن الـ (Inner ramp). لقد اشار (Wilson and Evans, 2002; Vaziri-Moghaddam et al., 2006; Flügel, 2010) الى أن وجود متحجرات الفور منيفرا القاعية والبرايزوا والقشريات والرخويات دلالة على بيئة بحرية ضحلة قريبة من الساحل نسبياً.

بيئة الـ (Middle ramp): اشار اليها (Flügel, 2010) بأنها عبارة عن نطاق وسط الرف ما بين قاعدة الموجة الهادئة (Fair- weather Wave base) وقاعدة موجة العاصفة (Storm wave base) بعمق مياه يمتد عشرات الى مئات الامتار.

بيئة الـ (Outer ramp): اشار اليها (Gilham and Bristow, 1998) بأنها عبارة عن النطاق الذي يمتد من أسفل قاعدة امواج العاصفة (Storm waves base) وأسفل الـ (Photic zone) بعمق يمتد الى مئات الامتار، ويمتاز هذا النطاق بالطاقة الواطئة.

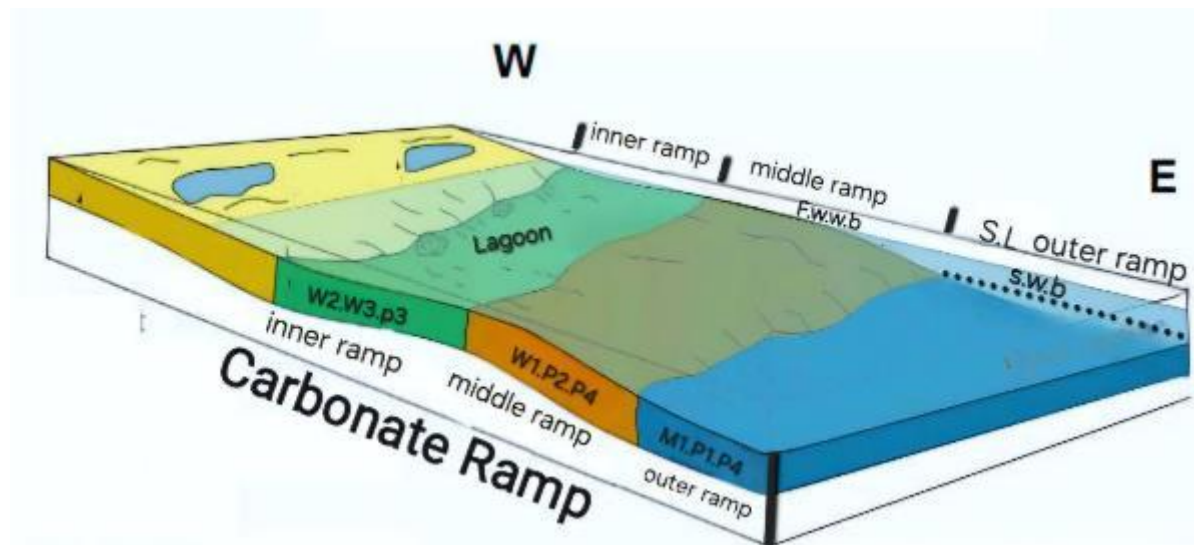
وفي هذين النطاقين الاخيرين (المنزلق الوسطي والخارجي)، فقد شُخصت السحنات الدقيقة (P1, P2, P4, M1, W1) ضمن سحنات الوحدة العليا من تكوين سارمورد. أن وفرة القطع الصخرية خاصة (الداخلية منها) والحطام الحيائي دلالة على ترسبهم في بيئة ذات طاقة عالية نسبياً ضمن بيئة المنزلق الوسطي حيث تتأثر هذه البيئة بأمواج العواصف والتي تعمل على تحطيم وتكسير المكونات الجيرية السابقة، بينما وفرة الدمالق في سحنات الحجر الطيني والواكي والتي تكون غنية بحطام هياكل المتحجرات فقد تشير الى ترسيب في بيئة ذات طاقة واطئة (المنزلق الخارجي) (Tucker and Wright, 1990; Flügel, 2010).

الموديل الرسوبي لتكوين سارمورد (Sedimentary model of the Sarmord Formation)

من خلال معطيات التحليل السحني والادلة الرسوبية والحياتية على تفسير بيئة الترسيب لتتابعات الوحدة العليا من تكوين سارمورد في كلي زنطة – طية عقرة المحدبة، يمكن اقتراح موديل رسوبي لتلك التتابعات. حيث تبدأ تتابعات تكوين سارمورد باحتوائها على سحنة الحجر الجيري الطيني المتدلّمت الحافي على الدمالق (M1)، وسحنة الحجر الجيري المرصوص الحافي على الفتات الصخري (P1) التي تشير الى ترسيب ضمن بيئة الرف او المنزلق الخارجي (Outer

(Ramp). اما ظهور السحنات (W1,P2,P4) والحاوية على الحبيبات الهيكلية المتمثلة بالحطام الحياتي والحبيبات غير الهيكلية المتمثلة بالفتاتات الصخرية الداخلية والخارجية فإنه يشير الى الانتقال من بيئة المنزلق الخارجي الى بيئة المنزلق الوسطي ذي الطاقة العالية نسبياً ضمن بيئة الـ (Middle ramp). وباتجاه اعلى التعاقب، تتغير السحنات بظهور السحنات الحاوية على متحجرات الفورمنفرا القاعية اهمها (المليوليد بانواعها، والروتاليد والفيولينيد، والتكسجولاريا وغيرها) المتمثلة بـ (W3, P3) التي تشير الى تضحل الحوض الرسوبي من بيئة المنزلق الوسطي (Middle ramp) وانتقالها الى بيئة المنزلق الداخلي (Inner ramp). وهذا التضحل ربما بسبب انخفاض مستوى سطح البحر الناتج عن تحول الحافة الخاملة الى طور حوض الفورلاندر بسبب انثناء الحافة الشمالية والشمالية الشرقية للطبق العربي نتيجة الحمل التكتوني؛ وفي بداية عصر الايبان، حدث نهوض انتثائي نحو الغرب في الرف القاري متمثلاً بالتهيئة لترسيب تكوين قمجوقة (Znad and Aljumaily, 2023).

ترسب تكوين قمجوقة في بيئة ضحلة (Neritic) ذات طاقة هادئة نسبياً (Ameen, 2008)، وهذه البيئة تقع ضمن الرف القاري. وربما ترسب تكوين قمجوقة في وسط الرف القاري اي حدث تعمق نسبي للبيئة بعد انتهاء ترسيب تكوين سارمورد. وبما ان تكوين سارمورد في جزئه العلوي استمر بالترسيب الى عصر الايبان متزامناً مع بداية ترسيب تكوين قمجوقة، فإن هذا الانتقال التدريجي تمثل بالتغير من بيئة المنزلق الداخلي (اعلى تعاقب تكوين سارمورد) الى بيئة المنزلق الوسطي- الخارجي (بداية ترسيب تكوين قمجوقة)، مع الاخذ بنظر الاعتبار تلسن سحنات تكوين سارمورد العليا مع سحنات تكوين قمجوقة السفلى، (Aqrabi et al., 2010). يوضح الشكل (5) توزيع البيئات الثانوية لتتابعات الجزء العلوي من تكوين سارمورد في طية عقرة.



الشكل 5. الموديل الرسوبي المقترح لترسيب تتابعات الجزء العلوي من تكوين سارمورد في طية عقرة.

الاستنتاجات

بينت دراسة تتابعات الوحدة العليا من تكوين سارمورد في طية عقرة شمال شرقي العراق والمتكونة من تعاقبات صخور الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي والحجر الجيري المتدلّمت وطبقات رقيقة من المارل، وكانت تلك التتابعات رقيقة نسبياً مقارنةً بالطبقات السمكية العائدة الى تكوين قمجوقة الذي يعلوه. وأن تلك التتابعات ترسبت في بيئة بحرية ضحلة ضمن المنصة الكربوناتية، اذ أنها تتكون بتروغرافياً بشكل أساسي من أصداف متحجرات الفورامنيفرا القاعية المتمثلة بأجناس المليوليد (Quinqueloculina, Triloculina and Pyrgo) والروتاليد المتمثلة بجنس (Rotalia) فضلاً عن الطحالب الخضر والرخويات والبرايزوا والحطام الاحيائي والدمالق والقطع الصخرية والارضية المتكونة بشكل أساسي من المكرايت. تأثرت تلك التتابعات بالعديد من العمليات التحويرية أهمها السمنتة والانضغاطين الفيزيائي والكيميائي والمكرتة والإذابة والدلمتة. ومن طبيعة السحنات الدقيقة الثلاثة الرئيسة (والتي قسمت الى ثمان سحنات دقيقة ثانوية) لتلك التتابعات، تبين أنها ترسبت في منصة كاربوناتية من نوع المنزلق بأجزائه الثلاثة الداخلي والوسطي والخارجي (Inner, Middle and Outer ramp).

شكر وتقدير

نقدم شكرنا وتقديرنا الى هيئة تحرير المجلة العراقية الوطنية لعلوم الأرض والى قسم علوم الأرض، كلية العلوم، جامعة الموصل لمساعدتهم في إتمام الدراسة الحالية.

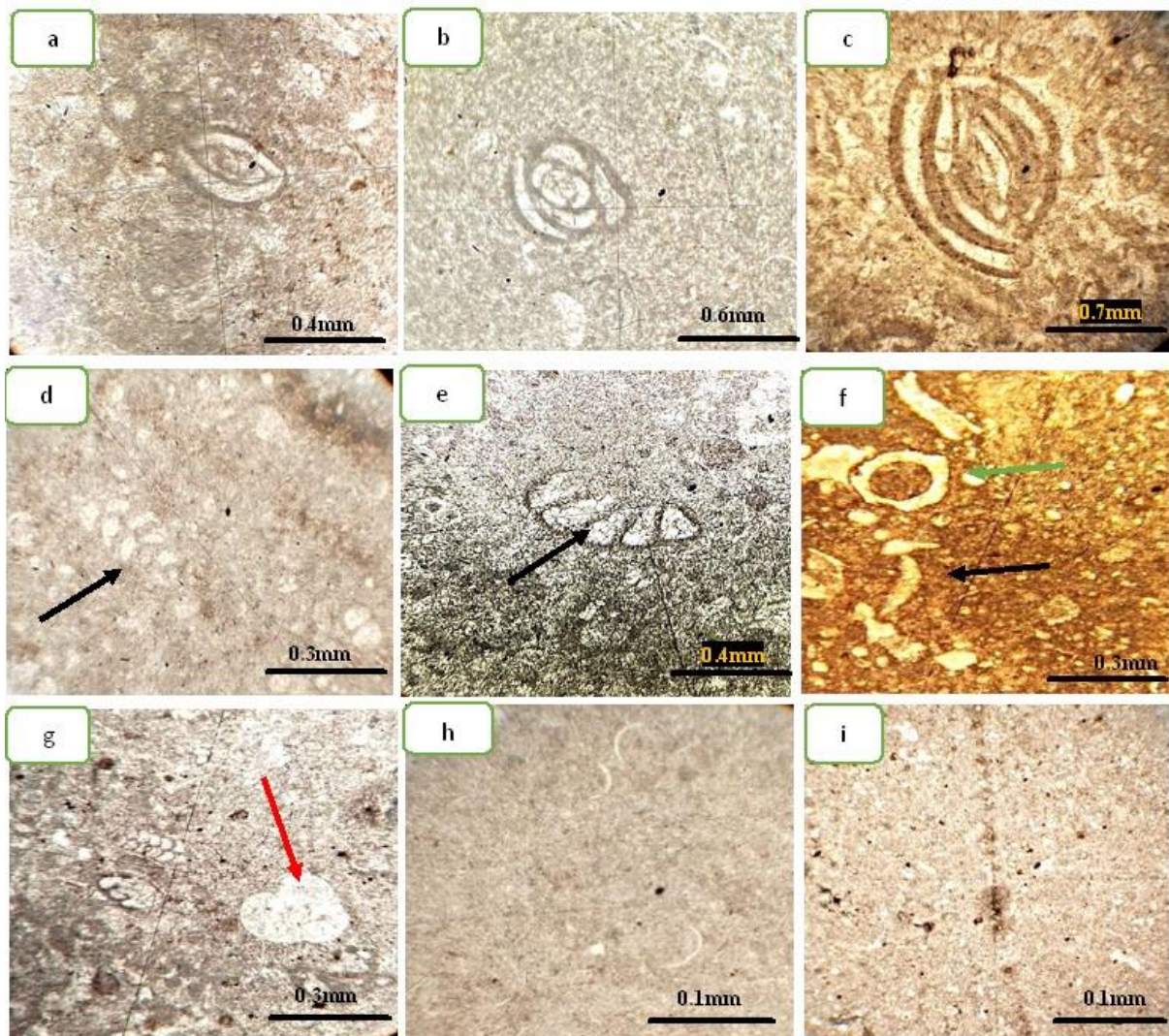
المصادر

- Al-Fares, A.A., Bouman, M. and Jeans, P., 1998. A New Look at the Middle to Lower Cretaceous Stratigraphy, Offshore Kuwait Geo Arabian, vol.3, pp. 543-560. <http://pj-exploration.co.uk/Kuwait%20paper.pdf>
- Al-Hashimi, H. A. and Amer R.M., 1985. Tertiary Microfacies of Iraq. Directorate General for Geological and Mineral Investigation. Baghdad, 159 P.
- Al-Sumaidaie, M., Al-Azzawi, N. and Znad, R., 2020. Effect of Tectonostratigraphic Units in Evolving Aqra Anticline Model. Iraqi National Journal of Earth Science, Vol. 20, pp. 126-147. <https://doi.org/10.33899/earth.2020.170374>
- Al-Taha, S.A.A. and Al-Haj, M.A., 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, pp. 136-155. [DOI: 10.33899/earth.2023.141083.1095](https://doi.org/10.33899/earth.2023.141083.1095)
- Ameen, B.M., 2008. Sedimentology and Lithostratigraphy of Qamchuqa Formation from Kurdistan Region, NE- Iraq, Unpublished PhD. Thesis, University of Sulaimaniyah, 147 P.
- Aqrabi, A.A.M., Horbury, A.D., Goff, J.C. and Sadooni, F.N., 2010. The Petroleum Geology of Iraq, Scientific Press Ltd., Ed., Beaconsfield, UK, 424 P.
- Balaky, S.M., Al-Dabagh, M.M., Asaad, I.S., Tamar-Agha, M., Ali, M.S., and Radwan, A.E., 2023. Sedimentological and Petrophysical Heterogeneities Controls on Reservoir Characterization of the Upper Triassic Shallow Marine Carbonate Kurra Chine Formation, Northern Iraq: Integration of Outcrop and Subsurface Data. Marine and Petroleum Geology, Vol. 149, 106085. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2022.106085>
- Basher, W.Ph., Samarraie, B.A., 2012. Petrographic Study of the Sarmord Formation in North Zakho area, NW Iraq. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, Vol. 8, pp. 45-63. <https://ibgm-iq.org/ibgm/index.php/ibgm/article/view/190>
- Bellen, V.R.C., Dunnington, H.V., Wetzel, R. and Morton, D.M., 1959. Lexique Stratigraphique International. V. III, Asie, Fascicule, 10a, Iraq, Central National de Recherches Scientifique, Paris, 333 P.
- Beydoun, Z.R., 1998. Arabian Plate Oil and Gas: Why so Rich and so Prolific? Episodes, Vol. 21, pp. 74-81. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/1998/v21i2/001>
- Boggs, S.J., 2006. Principles of Sedimentology and Stratigraphy (4th), Pearson 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 Formation (Upper Oligocene, Malta), Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology, Vol. 272, pp. 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.12.018>
- 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.
- Fatah, S.S., Sarraj, R.H., Al-Qayim, B., Mohialdeen, I.M.J., Al-Jubouri, Q.M., Khanaqa, P.A.A., and Mohammed, Z.K., 2023. Sedimentology, Palynofacies, and Hydrocarbon Potential of the Early Cretaceous Sarmord Formation from Khabbaz and Kirkuk Oil

- Fields, Northern Iraq. The Iraqi Geological Journal, Vol. 56, pp. 110-137. <https://doi.org/10.46717/igj.56.1C.8ms-2023-3-19>
- Flügel, E., 1982. Microfacies Analysis of Limestone, Springer Verlag, Berlin, 633 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, Vol. 11, pp. 1-7.
- Friedman, G.M., 1959. Identification of Carbonate Minerals by Staining Methods. Jour. Sed. Petrology, Vol. 28, pp. 87-97. <https://doi.org/10.1306/74d70894-2b21-11d7-8648000102c1865d>
- Gilham, R.F. and Bristow, C.S., 1998. Facies Architecture and Geometry of a Prograding Carbonate Ramp During the Early Stages of Foreland Basin Evolution: Lower Eocene Sequences, Sierra del Cadí, SE Pyrenees, Spain, In: Wright, V.P., Burchette, T.P. (Eds.), Carbonate Ramps: Geological Society of London, Special Publication 149, pp. 181-203.
- Hallock, P. and Glenn, E., 1986. Larger Foraminifera: A Tool for Palaeoenvironmental Analysis of Cenozoic Carbonates Depositional Facies, Palaios, vol. 1, pp. 55- 64. <https://doi.org/10.2307/3514459>
- Haq, B.U., 2014. Cretaceous Eustasy Revisited. Global and Planetary Change, Vol. 113, pp. 44-58. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.12.007>
- Jassim, S.Z. and Goff, J.C., 2006. Geology of Iraq, Prague and Moravian Museum, Brno: 341 P.
- Longman, M.N., 1980. Carbonate Diagenetic Textures from Near Surface Diagenetic Environment, AAPG. Bull., Vol. 64, pp. 461-487.
- Mukherji, K.K. and Young, G.M., 1973. Diagenesis of the Black River (Middle Ordovician) Limestones in Southern Ontario, Canada. Sedimentary Geology, Vol. 9, pp. 21-51.
- Nader, F.H., Swennen, R. and Ellam, R., 2004. Reflux Stratabound Dolostone and Hydrothermal Volcanism-Associated Dolostone: A Two-Stage Dolomitization Model (Jurassic, Lebanon). Sedimentology, Vol. 51, pp. 339-360.
- Okon, O.S. and Uzoeghu, M.U., 2015. Lithofacies, Petrology and Depositional Environment of Limestone in Ohafia- Ozu Abam Area in Southeastern Nigeria, Pyrex Journal of Geology and Mining Research, Vol. 1, pp. 007- 017.
- Qader, P.O., 2020. Stratigraphy Microfacies and depositional environment of Oligocene Early Miocene Successions at Sagrma and Aj-Dagh Structures, Kurdistan Region, Northeastern Iraq. Unpublished PhD. Thesis, University of Sulaimaniyah, 160 P.
- Sadooni, F. and Aqrawi, A. A., 2000. Cretaceous Sequence Stratigraphy and Petroleum Potential of the Mesopotamian Basin- Iraq, in: Alsharhan A. S. and Scot, B.(eds), Middle East Models of Jurassic\ Cretaceous Carbonate System: SEPM Special Publication 69, pp. 315-334. <https://doi.org/10.2110/pec.00.69.0315>
- Saleh, S.A., Tamar-Agha, M.Y., and Balaky, S.M., 2023. Depositional Environment of the Sarmord Formation (Valanginian-Aptian) in Selected Areas, Northeastern Iraq. Iraqi Journal of Science, Vol. 64, pp. 4307-4323. DOI: [10.24996/ij.s.2023.64.7.22](https://doi.org/10.24996/ij.s.2023.64.7.22)
- Sharland, P.R., Archer, R., Casey, D.M., Davies, Hall, S.H., Heward, A.P., Harbury, A.D., and Simmoins, M. D., 2001. Arabian plate sequence stratigraphy, GeoArabia Special Publication 2, Gulf Petrollink, Bahrain. 371 P.
- 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,

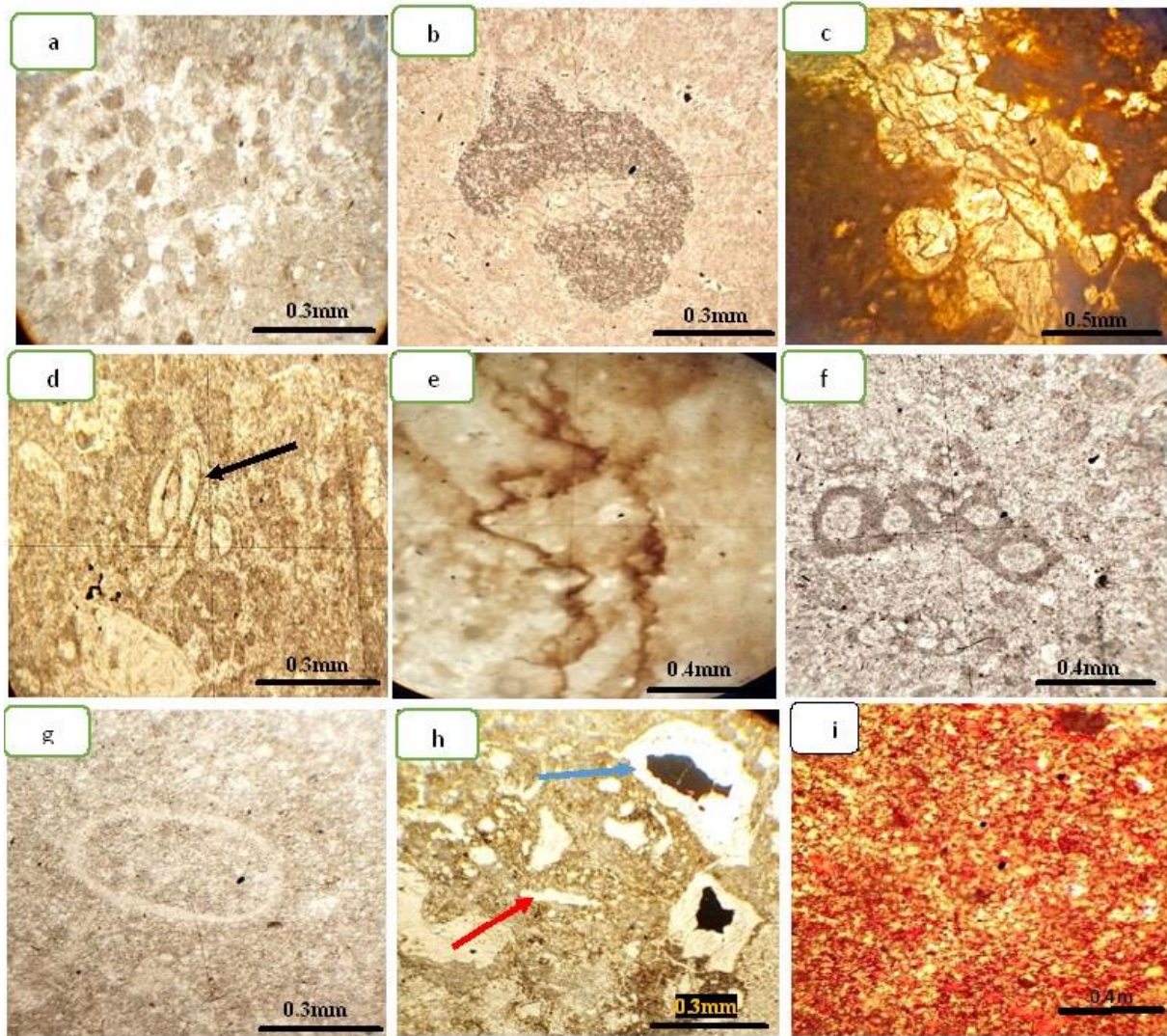
- Northeastern Iraq. Iraqi National Journal of Earth Science, Vol. 23, pp. 105-123. [DOI: 10.33899/earth.2023.139055.1057](https://doi.org/10.33899/earth.2023.139055.1057)
- Tucker, M.E. and Wright, V.P., 1990. Carbonate Sedimentology. Blackwell Scientific Publications, Boston, 482 P.
- Vaziri-Moghaddam, H., Kimiagari, M. and Taheri, A., 2006. Depositional Environment and Sequence Stratigraphy of the Oligo-Miocene Asmari Formation in SW Iran. Facies, Vol. 52, pp. 41-51.
- Znad, R.K. and Aljumaily, I.S., 2023. The Tectonic Evolution of Erbil Area (NE Iraq) as a Part of the Northeastern Margin of the Arabian-Nubian Plate throughout Albian-Early Eocene. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, Vol. 19, pp. 105-123. <https://doi.org/10.59150/ibgm1902a08>
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate Facies in Geological History, Springer Verlag, Berlin: 475 P. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-6383-8>
- Wilson, M.E. and Evans, M. J., 2002. Sedimentology and Diagenesis of Tertiary carbonate of the Mangkalihat Peninsula, Borneo: Implications for subsurface Reservoir Quality. Marine and Petroleum Geology, Vol. 19, pp. 873-900. [http://dx.doi.org/10.1016/S0264-8172\(02\)00085-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0264-8172(02)00085-5)

اللوحة الاولى



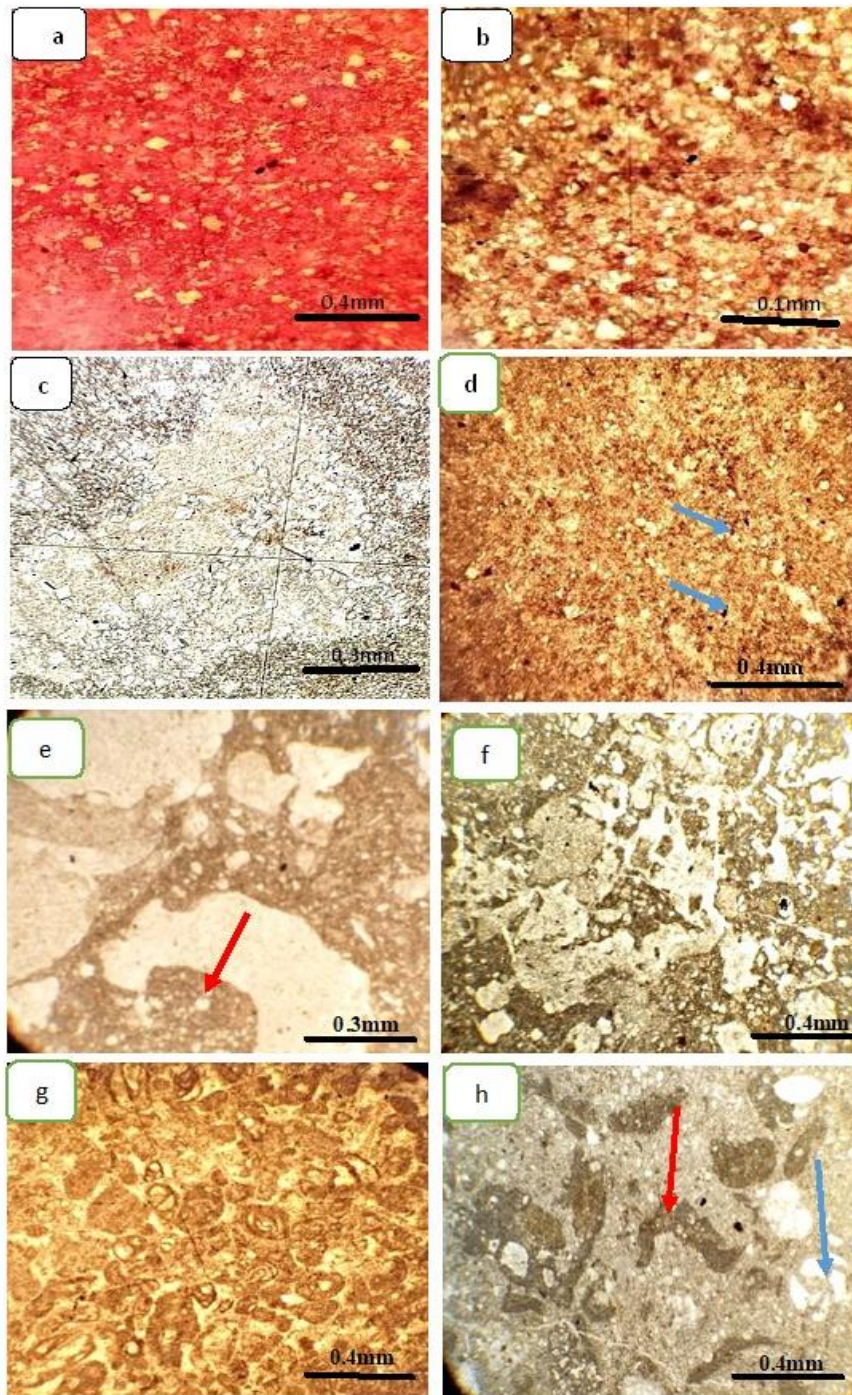
- a. صدف المليلويد جنس (Pyrgo) العائد لمجموعة المليلويد في الاجزاء العليا.
- b. صدف جنس (Triloculina) العائدة لمجموعة المليلويد، في الاجزاء العليا.
- c. صدف جنس (Quinqueloculina) العائدة لمجموعة المليلويد في الاجزاء العليا.
- d. صدف جنس (Textularia) (السهم)، ضمن سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوي على الفورمينيفرا القاعية، ضمن الاجزاء العليا.
- e. صدف جنس Rotalia الفورامينيفرا القاعية العائدة لمجموعة الروتالينا (السهم)، بداخلها سميت حبيبي في الاجزاء العليا.
- f. صدف جنس Dascolodacya (السهم الأزرق) العائدة لمجموعة الطحالب الخضراء، والفئات العضوي (السهم الاسود) ضمن سحنة الحجر الجيري الواكي الحامل للحطام العضوي في نهاية الاجزاء الوسطى.
- g. صدف بطنية القدم (السهم) في الاجزاء الوسطى
- h. اصداف فأسيات القدم في الجزء العلوي
- i. اثار البرايوزوا ضمن الجزء الوسطي من المقطع.

اللوحة الثانية



- a. دمالق غير معروفة الأصل في بداية الاجزاء العليا ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص الدملي.
- b. فتاتات صخرية خارجية في ارضية ميكريتية، ضمن سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوي على القطع الصخرية في بداية الاجزاء العليا.
- c. سمنت كتلي ضمن الاجزاء العليا.
- d. عملية الانضغاط الفيزيائي (السهم) المؤثرة على صدفة فوراميفرا ضمن الاجزاء العليا.
- e. عملية الانضغاط الكيميائي (الستايولايت) ضمن الاجزاء العليا.
- f. عملية المكترنة ضمن الاجزاء العليا.
- g. عملية الاذابة لمتحجر ضمن الاجزاء العليا.
- h. سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوي على القطع الصخرية الداخلية في الاجزاء الوسطى (السهم الأحمر)، وعملية الاذابة ضمن الحبيبات (السهم الأزرق).
- i. نسيج الدولومايت دقيق التبلور ضمن الاجزاء العليا.

اللوحة الثالثة



- a. نسيج معينات الدولومايت الطافية.
- b. نسيج الدولومايت الموزائيكي الضبابي.
- c. نسيج الدولومايت الموزائيكي الدرزي.
- d. سحنة الحجر الجيري المتدلتمت الحامل للدمالق، ضمن الاجزاء السفلى، الأسهم تشير الى بلورات معدن الباييرايت.
- e. سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة على القطع الصخرية (السهم) ضمن الاجزاء السفلى.
- f. سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة على القطع الصخرية ضمن نهاية الاجزاء السفلى.
- g. سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للمليوليد ضمن الاجزاء العليا.
- h. سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للقطع الصخرية الداخلية (السهم الأزرق) والحطام الحياتي (السهم الأزرق) ضمن الاجزاء العليا.