



التحليل السحني والبيئة الترسيبية لتكوين أفانه (الأوسين المتأخر) في مقطعين سطحيين من شمالي العراق

أمينة وليد الراوي¹، رافع إبراهيم عبدالله حميدي^{2*}

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

الملخص

تمت دراسة تتابعات تكوين أفانا (Late Eocene) في مقطعين سطحيين شمالي العراق، يقع الأول في منطقة اقوبان عند الغاطس الشمالي لطية سفين قرب مدينة شقلاوة ويسمك 8 أمتار، في حين يقع المقطع الثاني في محافظة دهوك ضمن طية بيخير المحدبة ويبلغ سمكه حوالي 57 متراً، تتألف تتابعات صخور التكوين من الحجر الجيري والحجر الجيري الدولومياتي والحجر الجيري المارلي والمارل إضافة لطبقات من السجيل الأسود. وسجلت بعض التراكيب الرسوبية في صخور التكوين مثل التطبيق المتقاطع نوع عظم السمكة والتطبيق العدسي والتشققات الطينية. وفي كلا المقطعين يحد التكوين من الأسفل تكوين جركس بصورة غير متوافقة، بينما يحده من الأعلى وبشكل توافقي تكوين بلاسي. بتروغرافياً، تتكون صخور التكوين من الحبيبات الهيكلية أهمها الغورامنيفرا القاعية كالميلويد والروتاليد ومنها الكبيرة الحجم مثل الألفولينيدي، إضافة إلى النواع والطحالب الخضراء فضلاً عن حطام تلك الأحياء. وهذه الحبيبات مطمورة في أرضية ميكرايتية. أظهرت تتابعات التكوين تأثيراً كبيراً بالعمليات التحويرية مثل الدلمة والسمنتة والسلكتة وإعادة التبلور والأداة والمكرتة والأنضغاط بنوعيه الفيزيائي والكيميائي فضلاً عن عمليات النشوء المتأخر للمعادن. سحنياً، أفرزت نتائج التحليل السحني المجهرية والحقلية، للتكوين ثلاث سحنات دقيقة رئيسية هي سحنات الحجر الجيري الطيني و الحجر الجيري الواكي والحجر الجيري المرصوص، والتي بدورها قسمت إلى (8) سحنات ثانوية دقيقة. إضافة إلى ستة سحنات حقلية، هي سحنة الحجر الجيري الحاوية على التطبيق المتقاطع نوع عظم السمكة والحجر الجيري الحامل للتطبيق العدسي والحجر الجيري الحامل للتشققات الطينية والحجر الجيري الحامل على الترققات والحجر الجيري الحامل لتراكيب الستروماتولايت فضلاً عن سحنة السجيل. حسب نتائج التحليل السحني فسرت بيئة التكوين على أنها بيئة المسطحات المدية، إذ أظهر التحليل السحني أن الأجزاء السفلى مترسبة ضمن بيئات التحت مدية بينما الأجزاء الوسطى في بيئات البين مدية في حين أن الأجزاء العليا مترسب ضمن بيئة المسطحات فوق المدية. أي أن التكوين مترسب ضمن مسار سحنات متضحلة نحو الأعلى.

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام: 15- نوفمبر-2024

تاريخ المراجعة: 17- ديسمبر-2024

تاريخ القبول: 27- يناير-2025

تاريخ النشر الإلكتروني: 01- أبريل-2026

الكلمات المفتاحية:

تكوين أفانا،
الألفولينيدي،
مسطحات المد،
الأوسين المتأخر،

المراسلة:

الاسم: رافع إبراهيم عبدالله حميدي

Email:
rafeege066@uomosul.edu.iq

Facies analysis and Sedimentary Environment of Avana Formation (Late Eocene), In two outcrops of Northern Iraq

Amina W. Al-Rawi ¹, Rafee Ibraheem AL-Hamidi ^{2*} 

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

Article information

Received: 15- Nov -2024

Revised: 17- Dec -2024

Accepted: 27- Jan -2025

Available online: 01- Apr – 2026

Keywords:

Avana Formation,
Alvolinidae,
Tidal Flats,
Late Eocene,

Correspondence:

Name: Rafee Ibraheem AL-Hamidi

Email:

rafeege066@uomosul.edu.iq

ABSTRACT

The Avana Formation (Late Eocene) has been studied in two outcrop sections in northern Iraq. The first section is 8 m thick and located in the Aqupan area at the northern plunge of the Safin Anticline near the Shaqlawa region. In comparison, the second section is 57m thick and located in the Dohuk Region at the Bekhear Anticline. The succession of formations in both sections is composed of limestone, dolomitic limestone, marly limestone, marl, and black shale. The study recorded sedimentary structures in parts of the formation section, including lenticular and flaser bedding and herringbone cross-bedding. The lower contact of the formation is unconformable with the Gercus Formation, while the upper contact of the formation appears to be conformable with the Pila Spi Formation. According to petrographic analysis, the formation rocks contain skeletal grains of the benthic foraminifera (such as miliolids and rotaliids) and larger forams (such as alveolinids), in addition to mollusca and green algae. The bioclasts of all these organisms, as well as non-skeletal grains such as peloids and lithoclasts. The matrix consists of micrite. The formation sequences have shown effects of diagenesis processes such as dolomitization, micritization, cementation, silicification, recrystallization, dissolution, physical and chemical compaction, and authigenesis. Facies analysis studies have shown that the sequences of the Avana Formation consist of three main microfacies: lime mudstone, lime wackstone, and lime packstone. These microfacies are further subdivided into eight submicrofacies. In addition, six other lithofacies are as follows: herring bone cross-bedding limestone lithofacies, flaser and lenticular bedding limestone lithofacies, mudcrack limestone lithofacies, lamination limestone lithofacies, stromatolite limestone lithofacies, and shale lithofacies. The results of facies analysis indicated that the formation was deposited in a tidal flat environment. Facies analysis revealed that the lower parts were deposited in subtidal environments, the middle parts in intertidal environments, and the upper parts in supratidal flat environments. That is, the formation was deposited in an upward-shallowing facies.

DOI: [10.33899/injes.v26i2.56075](https://doi.org/10.33899/injes.v26i2.56075), ©Authors, 2026, 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

وصف التكوين لأول مرة من قبل (Mecinty, 1953 in Bellen *et al.*, 1959) في بئر كركوك 116، في مقطعه النموذجي الواقع في قبة أفانا ضمن طية كركوك المحدبة شمال العراق، ويبلغ سمك التكوين في مقطعه النموذجي (210) متراً وأما في المناطق الأخرى فقد يتراوح بين (30-50) متراً وينتشر في شريط ضيق على طول الحدود الشمالية لنطاق الطيات الواطنة (Foothill zone). وقد حدد (Bellen *et al.*, 1959) عمر التكوين بالأيوسين الأوسط - الأعلى في حين أشار (Buday, 1980) بأن عمر التكوين محدد بالأيوسين الأوسط. يعد تكوين أفانا احد التكوينات التي تتألف من الحجر الجيري والحجر الجيري الدولومايتي والمارل المهمة الموجودة في شمالي العراق، ويحوي هذا التكوين اهم أجناس المنخربات القاعية مثل (Bellen *et al.*, 1959) Nummulites, Alveolina, Discocyclusa. ويعد تكوين أفانا من التكوينات التي ترسبت خلال الدورة العاشرة (Arabian Plate AP10) خلال الأيوسين الاوسط - المتأخر (Jassim and Buday, 1980).

(2006). حيث تطورت أحواض الجيوسنكلالين التي ادت الى ظهور تعقيدات في تضاريس شمالي العراق، لتنتهي بتراجع البحر وارتفاع المنطقة وبذلك ادى الى تعرية بعض اجزائها وخاصة مناطق شمال شرقي نطاق الرف الغير مستقر (Buday, 1980). ثم حدث تقدم بحري واسع بسبب اصطدام ما بين حافة الصفيحة العربية الخاملة والحافتين النشطتين للصفحتين الإيرانية والتركية وبسبب تجلس المنطقة. ويلي هذا الاصطدام تكوين بحار قارية محلية خلال الأيوسين المتأخر والايوسين والمايوسين المبكر (Sharland et al., 2004). وتبعاً ل (Buday, 1980; Ditmar et al., 1971) فان هذه الدورة وبسبب الفعاليات التكتونية والتغير في مستوى سطح البحر تميزت بتلاسن سحنات تكويناتها المتكافئة ولاسيما تكوينات بيلاسيبي وافانا وجركس.

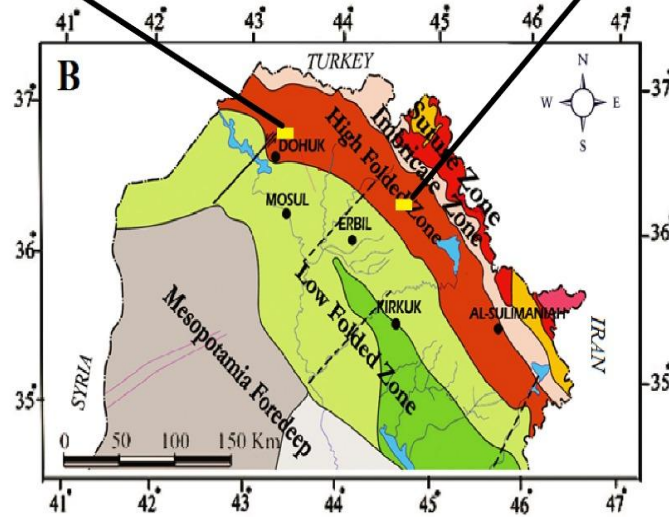
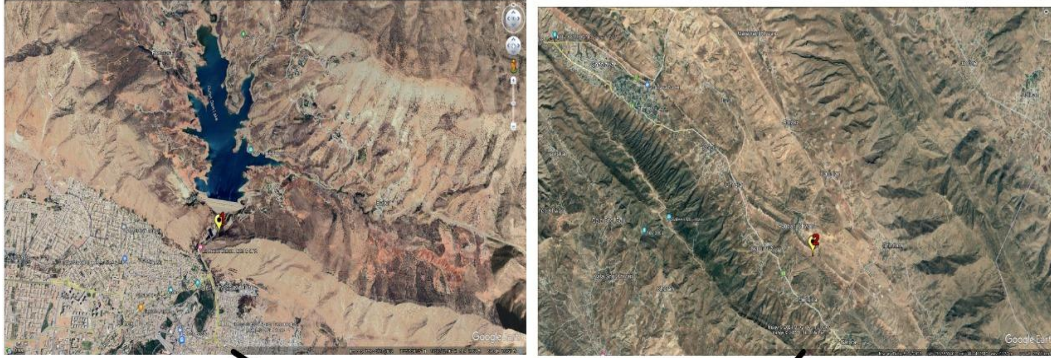
وقد درس (Khalaf and Al-Akidi, 1994) التكوين في منطقة دهوك وأشار الى ان بيئة الترسيب هي بيئة ضحلة خلف حاجزية. في حين حدد (Al-Sukkari, 1999) بيئة ترسيب تكوين افانا بأنها لاكونية، أما (Ismail, 2006) فقد درس تكوين افانا في منطقة حوض سنجار من الناحية الرسوبية والحياتية وأشار الى ان بيئة الترسيب هي بيئة الرصيف الضحل ضمن مناطق الرصيف الداخلي. ودرس (karim, 2006) تكوين افانا في منطقة سرسنة شمال شرق العراق وحددا بيئة الترسيب بأنها لاكون مفتوح.

ولتباين آراء الباحثين في تثبيت بيئة ترسيب تكوين أفانا ما بين بيئة لاكونية إلى خلف حيدية إلى الرصيف الضحل، لذا كان مما تهدف اليه الدراسة تثبيت البيئة الترسيبية لتكوين أفانا في مقاطعه قيد الدراسة على ضوء المعطيات والملاحظات الحقلية والبتروغرافية المسجلة.

موقع منطقة الدراسة Location of The study Area

تقع منطقة الدراسة في محافظتي دهوك واربيل شمال العراق. إذ تم إختيار مقطعين للدراسة وهي مكاشف صخرية واضحة المعالم والصفات. المقطع الاول اقويان والذي يقع في مدينة شقلاوة التابعة لمحافظة اربيل حيث تم دراسة هذا المقطع لأول مرة، والمقطع الثاني كلي دهوك يقع في محافظة دهوك. من الناحية التكتونية تقع منطقة الدراسة ضمن وحدة الرصيف غير المستقر (unstable shelf) والتي تقع ضمن نطاق الطيات العالية في أحواض الفورلاند (high foreland basin) (folded zone of the) اعتماداً على تقسيم (Jassim and Buday, 2006). وتتميز منطقة الطيات العالية بوجود العديد من الطيات والتصدعات مع اتجاهها الرئيس (Al-Qayim and Ghafor, 2022). أذ ينكشف تكوين أفانا في مدينة شقلاوة في الجناح الشمال الشرقي من طية سفين (قرب قرية اقويان في مدينة شقلاوة التابعة لمحافظة اربيل) عند تقاطع احداثيات خطوط عرض (36° 20'32. 73" N) وخطوط الطول (44° 25'57. 18" E) الشكل (1)، ويبلغ سمك التكوين في هذا المقطع حوالي (8) متر.

كما ينكشف تكوين أفانا في طية بيخير في محافظة دهوك وتحديداً في كلي دهوك في الجناح الجنوبي من طية بيخير. عند تقاطع احداثيات خطوط عرض (36° 52'21. 70" N) وخطوط الطول (43° 0'13. 15" E) شكل (1)، ويبلغ سمك التكوين في هذا المقطع حوالي (57) متر.



الشكل 1. خارطة تكتونية لشمالي العراق عن (Jassim and Buday, 2006)

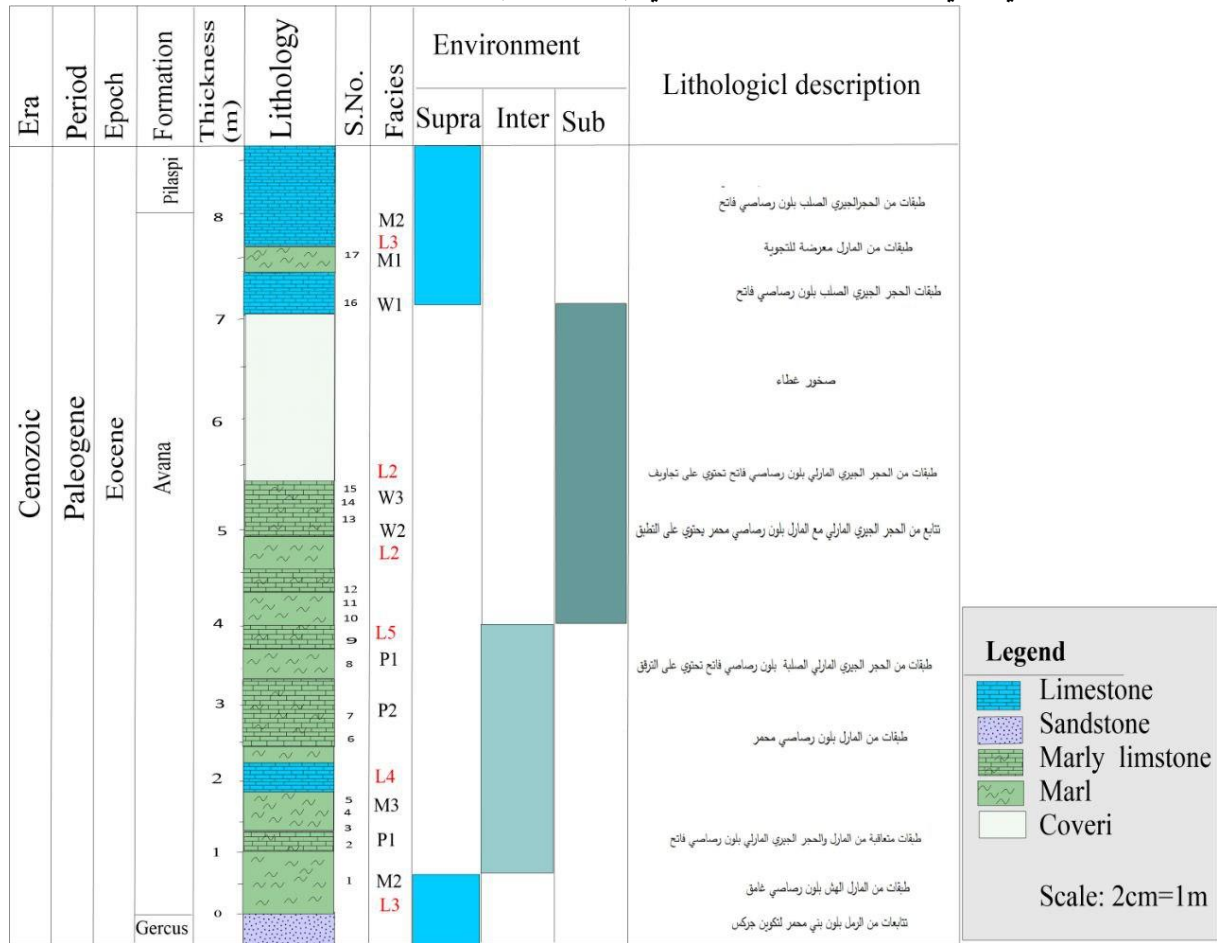
طرائق البحث Methodology

تضمنت الطرق والاساليب البحثية جانبيين اساسيين وهما، العمل الحقلي والعمل المختبري، تضمن الأول الوصف الحقلي الدقيق لتتابعات الصخرية والنمذجة، إذ تم جمع (50) نموذج والنقاط صور حقلية لبعض المظاهر والصفات الحقلية لتكوين أفانا. أما التقنيات المختبرية فتضمنت عمل الشرائح الرقيقة حيث والوصف المجهرى البتروغرافي.

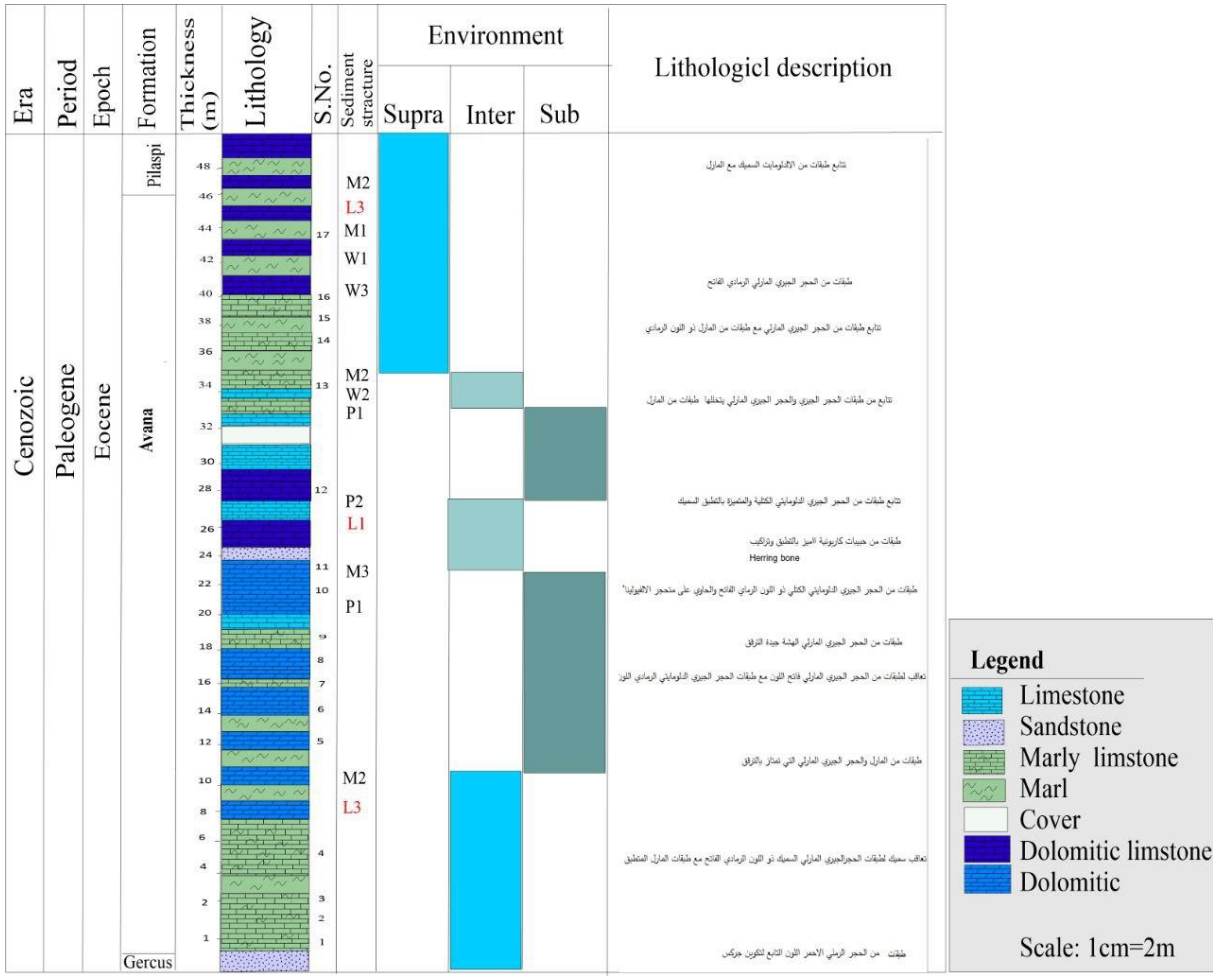
الطباقية الصخرية:

يحد التكوين في كلا المقطعين من الأسفل تكوين جركس بصورة غير متوافقة ويحده من الأعلى توافقياً تكوين بلاسيبي. يبلغ سمك تكوين افانا في مقطع أقوبان (الشكل 2) حوالي (8m)، حيث يبدأ بسمك حوالي (1m) على شكل طبقات هشة ذات لون رمادي غامق من المارل والتي تليها طبقات متعاقبة من الحجر الجيري المارلي والمارل بسمك 215 سنتيمتر ذات لون رمادي فاتح الى الرصاصي والحاوية أحياناً على الترقق (Lamination) ثم تأتي طبقات متتابعة من الحجر الجيري المارلي والمارل وأحياناً السجيل (Shale) سمك حوالي (160 cm) وتظهر هذه الطبقات المتتابعة بلون رصاصي محمر وتحتوي على تراكيب رسوبية مميزة مثل التطبق النيمي من نوع (Flaser and Lenticular Bedding) فضلاً عن نوع الكسارات الجيرية الرقيقة الشبيهة بالفتاتات الصخرية الداخلية (intraclaste) على شكل (Chippes) (الشكل 4-A). ثم تبدأ طبقات أخرى من الحجر الجيري الصلب البني بسمك 2.5 متر. واخيراً طبقات من المارل المعرضة للتجوية بسمك 0.3 متر، مع طبقات من الحجر الجيري فاتحة اللون وذات صلادة عالية بسمك 40 سنتيمتر يظهر فيها تجايف نتيجة عملية الإذابة، شكل (4-B).

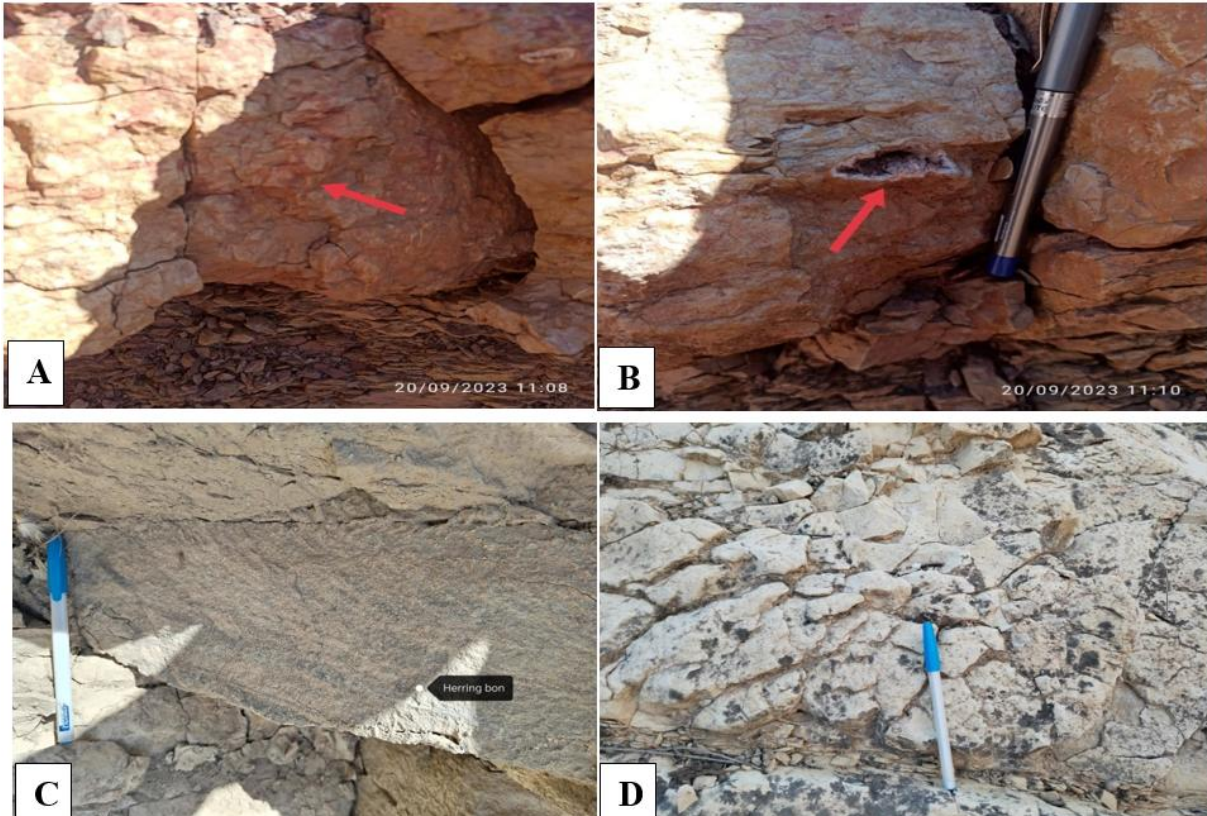
كما ويبلغ سمك تكوين افانا في مقطع كلي دهوك حوالي 57 مترا (الشكل 3)، أذ يبدأ التكوين بتتابعات من المارل والحجر الجيري المارلي بسمك 280 سنتيمتر بلون رمادي فاتح والتطبيق الواضح. ثم تتبعها طبقات سمكها حوالي اربع امتار من المارل المتداخلة مع طبقات من الحجر الجيري المارلي الهش، وأحيانا يظهر ترقق واضح (Fissility)، ثم تتابع من الحجر الجيري المتدلمت مع طبقة من المارل ويصل سمكها الى الثمانية أمتار تقريبا، كما يلاحظ خلالها تركيب النطبق المتقاطع نوع عظم السمك (Herring Bon) (الشكل 4-C). وتتبع هذا التتابع طبقات من الحجر الجيري المتدلمت الصلب مع الحجر الجيري المارلي، والذي يبلغ سمكه حوال 180 سنتيمتراً ذات لون رمادي فاتح، تليها أيضا طبقات من الحجر الجري المتدلمت بسمك حوالي المترين، ويستمر تتابع من طبقات من الحجر الجيري المارلي والحجر الجيري المتدلمت وبأسماك مختلفة، الى أن تنتهي بطبقات من الدولومايت شديد الصلادة فضلاً عن وجود التشققات الطينية خلال طبقات الحجر الجيري المارلي والتي تدل على الإنكشاف السطحي (الشكل 4-D).

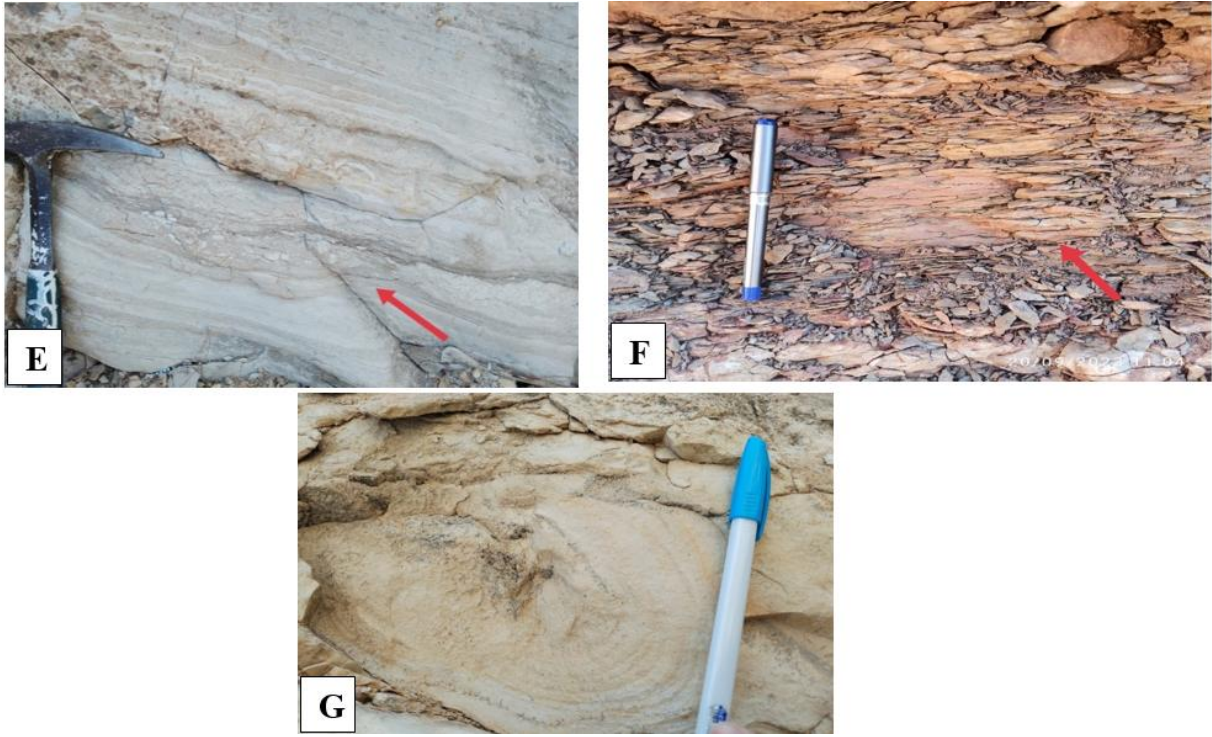


الشكل 2. يوضح العمود الطباقى لتكوين أفانا في اقوبان



الشكل 3. يوضح العمود الطباقى لتكوين أفانا في مقطع كلي دهوك





الشكل 4. (A) توضح تراكم الـ Chipps، رقم (B) توضح علامات الإذابة، صورة رقم (C) توضح تركيب الرسوبي Herring Bon Cross-bedding، (D) يوضح التشققات الطينية، رقم (E) توضح التطبق العدسي والترققات، رقم (F) توضح صخور السجيل في مقطع اقوبان، رقم (G) توضح تركيب الستروماتوليت في مقطع دهوك

النتائج

1- السحنات الصخرية (Lithofacies):

هي كل الصفات الفيزيائية والكيميائية والحياتية التي يمكن تمييزها حقلياً. وقد تم تشخيص ستة سحنات صخرية ضمن تكوين أفانا:

1-1 السحنة الصخرية الجيرية الحاوية على التطبق المتقاطع نوع عظم السمكة

Herring Bon Cross-bedding Limestone Lithofacies(L1):

وتظهر هذه السحنة الصخرية في الحجر الجيري على شكل نوع من التطبق المتقاطع ذو اتجاهين ويتكون عادةً بالقناة المدية، عند جريان التيارات باتجاهين متعاكسين إذ تعكس حركات المد والجزر، وقد ثبت أن هذا التركيب الرسوبي يتكون في البيئات البين مدية (Rieneck and Singh, 1980). ويظهر هذا التركيب في الأجزاء الوسطى والسفلى من مقطع كلي دهوك، كما مبينة في الشكل (C-4).

2-1 السحنة الصخرية للحجر الجيري ذو التطبق النيمي (L2) Ripple bedding Limestone Lithofacies

تنتشر هذه السحنة في صخور الحجر الجيري وتعتبر التراكيب الرسوبية فيها من الدلائل المهمة على بيئة المسطحات المدية خصوصاً نطاق البين مدية، ويتشكل (Flaser) عند تداخل الطين والرمل و يتكون شريط من الطين داخل الرمل تكون الغالبية للرمل، أما التطبق العدسي (Lenticular) فتكون الغالبية للأطيان ويكون الرمل بشكل عدسات داخل هذه الأطيان (Boggs, 2006; Rieneck and Singh, 1980). وتظهر هذه التراكيب في الأجزاء الوسطى وبعض الأجزاء السفلى والعليا من مقطع اقوبان وكلي دهوك أيضاً كما موضحة في الشكل (E-4).

3-1 سحنة الحجر الجيري الصخرية الحاوية على التشققات الطينية Mud crack Limestone Lithofacies (L3)

حيث تنتشر في الأجزاء السفلى والعليا من مقطعي كلي دهوك واقوبان، وتتميز تشققاتها بشكلها المضلع والتي تعطي دليل واضح على الانكشاف السطحي لطبقات الطين الجيري والتعرض للهواء وبذلك تشير الى بيئة المسطحات الفوق المدية (Demicco and Hardie, 1995). كما في الشكل (D-4).

4-1 سحنة السجيل الصخرية Shale Lithofacies (L4)

تتألف هذه السحنة من السجيل الذي يتميز باللون البني الداكن، وبشكل رقائقي سهل الأنفصال نتيجة (Fissilis). وقد تم ملاحظته في الأجزاء الوسطى من مقطع اقوبان كما في الشكل (F-4).

5-1 سحنة الحجر الجيري الصخرية الحاوية على الترققات Limestone Lamination Lithofacies (L5)

وتكون بشكل ترققات متوازية تنتج بسبب التغير الحاصل بظروف الترسيب وايضا نتيجة التغيرات الحجمي في الحبيبات بسبب التيارات المتناوبة (Boggs, 2006)، وتظهر هذه التراكيب في الأجزاء الوسطى وبعض الأجزاء السفلى والعليا من مقطع اقوبان كما في الشكل (E-4).

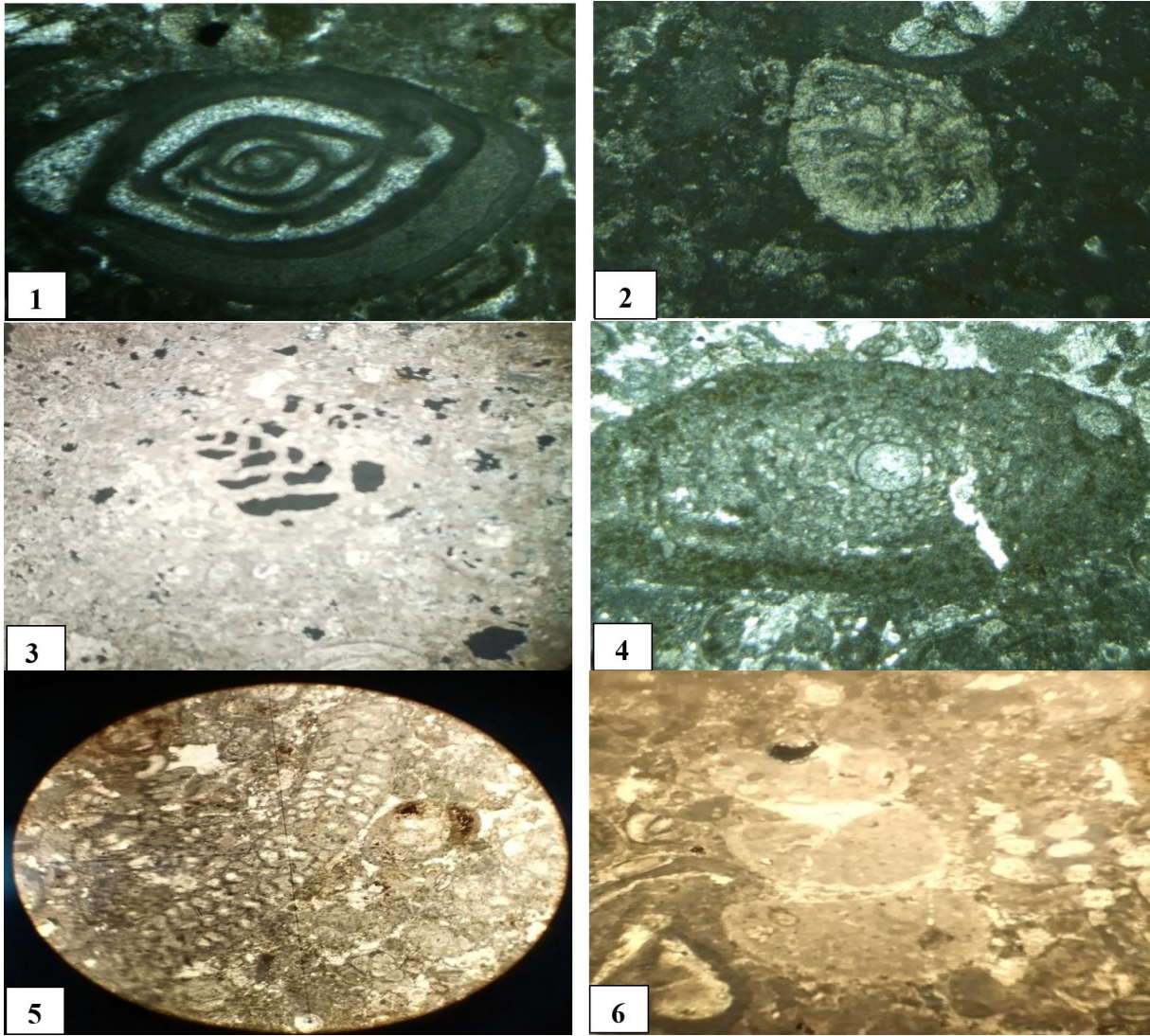
6-1 سحنة الحجر الجيري الصخرية الحاوية على الستروماتولايت Lithofacies Limestone Stromatolites (L6)

تتشكل هذه التراكيب في البيئات ذات الطاقة الواطنة المتمثلة بالجزء العلوي منها من البيئة البين مدية والجزء السفلي من البيئة الفوق مدية (Palma et al., 2015). يظهر هذا التركيب في الجزء العلوي والسفلي من مقطع دهوك، كما في الشكل (G-4).

2- التحليل السحني الدقيق:

2-1 البتروغرافية:

تمثل الدراسة البتروغرافية داعما مهما للدراسة والوصف الحقلية والتي يتم استخدامها في تشخيص ووصف الصخور، اذ انها تشمل دراسة العينات الصخرية الرقيقة عبر المجهر المستقطب الالكتروني لتعرف على الخصائص الأساسية للصخور فضلا عن العمليات التحويرية التي أثرت عليها. أظهرت الدراسة البتروغرافية أن صخور التكوين تحتوي على حبيبات هيكلية أهمها أصداف الفورامنيفرا القاعية والمتمثلة بأصداف الميوليد والتي من أهم أجناسها *Trioculina*، *Quinqueculina*، إضافة الى أصداف الروتاليد ومنها أجناس *Textularia*، *Nummulit*، *Rotalia*، كما سجلت الدراسة انتشارا للفورامنيفرا القاعية الكبيرة الحجم من نوع *Alvulinidae* ووجود للطحالب الخضراء وأصداف بطنية القدم، كما في الشكل (5)، والفتات العضوي، كما تحتوي الصخور على حبيبات غير الهيكلية مثل الدماق، الفتاتيات الصخرية بنوعها الداخلية، والخارجية، اغلب المكونات تضمنت في الأرضية المؤلفة من المكرايت.



الشكل 5. تمثل الصورة رقم (1) متحجر المليونيد، ورقم (2) متحجر الروتايد، ورقم (3) متحجر Textularia، ورقم (4) متحجر Orbitolites، ورقم (5) متحجر Orbitolites، ورقم (6) نموذج عن متحجرات بطنية القدم

2-السحنات الدقيقة:

1-2 سحنة الحجر الجيري الطيني الدقيقة (M)(Lim Mudstone Microfacies):

تمتاز هذه السحنة بلونها الداكن وتترسب هذه السحنة في بيئات ترسيبية تمتاز بهدوء حركة التيارات المائية (Bathrust, 1975). واعتماداً على وفرة أو قلة ونوع وجود الحبيبات قسمت هذه السحنة الى ثلاث سحنات ثانوية:

1-1-2 سحنة الحجر الجيري الطيني الحاوية على فتاتات صخرية الثانوية الدقيقة

Lithoclast Lim Mudstone Submicrofacies (M1):

تنتشر هذه السحنة في الجزء العلوي من مقطه كلي دهوك واقوبان، وتحتوي هذه السحنة على الأرضية الميكروية والقطع الصخرية بشكل أساس (الشكل A-6). كما تتأثر بعمليات السمنتة والمكرتة وإعادة التبلور. وتمثل هذه السحنة الصفات العامة لسحنة (SMF-24)، المترسبة ضمن النطاق السحني (FZ8, FZ9) المعروفة ببيئة المسطحات المدية.

2-1-2 سحنة الحجر الجيري الطيني الدملي الثانوية الدقيقة

Pelloidal Lim Mudstone Submicrofacies (M2):

وتنتشر في الجزء العلوي والسفلي من مقطع كلي دهوك، وتحتوي هذه السحنة بشكل أساسي على الأرضية الميكروية ناعمة والحبيبات الغير هيكلية المتمثلة بالدمالق (الشكل B-6). وتعد عمليات الدلمة والسمنتة وإعادة التبلور من أهم العمليات التحويرية المؤثرة في هذه السحنة. وتمثل هذه السحنة الصفات العامة لسحنة (SMF-23) المترسبة ضمن النطاق السحني (FZ8, FZ9) المعروفة ببيئة المسطحات المدية.

2-1-3 سحنة الحجر الجيري الطيني الحاوية على المتبخرات الثانوية الدقيقة

Evaporitic Lim Mudstone Submicrofacies (M3):

وتتواجد هذه السحنة في الجزء الوسط من مقطع كلي دهوك، تتكون هذه السحنة بشكل أساس من الحجر الطيني الحاوي على بلورات المتبخرات المتمثلة بالجيسوم حيث تشكل عن طريق تركيز محلول ملحي سطحي أو قريب من السطح بواسطة الطاقة الشمسية (Warren, 2016). كما تحتوي أيضاً على الفتات الصخري، (الشكل C-6). وتتأثر هذه السحنة بعمليات السلكتة والدلمة والسمنتة. وتمثل هذه السحنة الصفات العامة لسحنة (SMF-25) المترسبة ضمن النطاق السحني (FZ9) المعروفة بنطاق منصة التبخر (Platform-Evaporitic)

2-2 سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة (Lim Wackestone Microfacies)(W)

تتكون هذه السحنة من الأرضية الميكروية والحبيبات الهيكلية وغير الهيكلية التي تزيد نسبتها عن (10%) من نسبة مكونات السحنة. وتمثل هذه الحبيبات بأصداف بطنية القدم والطحالب الخضراء، فضلاً عن بعض الكسارات الأحيائية والقطع الصخرية. وتأثر هذه السحنة بعمليات السمنتة وإعادة التبلور والدلمة أيضاً والإنضغاط. وقد تم تقسيم هذه السحنة الرئيسية الى ثلاث سحنات دقيقة ثانوية، تبعاً لمحتواها الحبيبي وكما يلي:

1-2-2 سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الفتات الصخري الثانوية الدقيقة

Lithoclast Lim Wackestone Submicrofacies(W1):

وتنتشر في الأجزاء العليا من مقطع كلي دهوك، تحتوي هذه السحنة على الفتات الصخرية بشكل أساسي وتكون من نوع الفتات الصخرية الداخلية إذ تتجاوز نسبة هذه الفتات عن (40%)، (شكل D-6). وتعد عمليات الدلمة والسمنتة من أهم العمليات التحويرية المؤثرة في هذه السحنة. وتمثل هذه السحنة الصفات العامة لسحنة (SMF-10) المترسبة ضمن النطاق السحني (FZ8, FZ7) المعروفة ببيئة المسطحات المدية.

2-2-2 سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الطحالب الثانوية الدقيقة

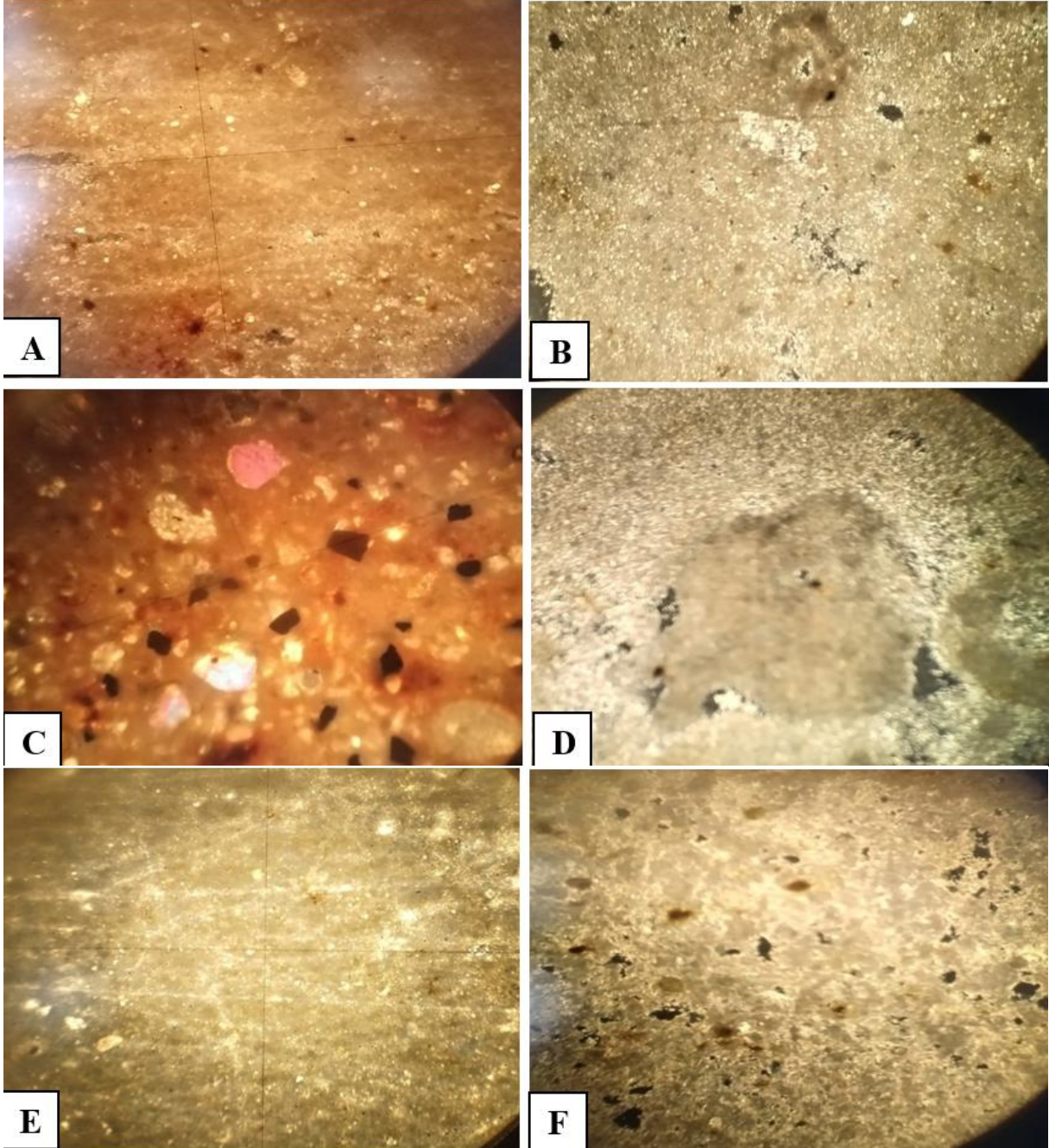
Algal Lim Wackestone Submicrofacies(W2):

وتتواجد في الأجزاء الوسطى من مقطع كلي دهوك واقوبان، تحتوي هذه السحنة على الطحالب الخضراء المزرققة بشكل أساسي إذ تتجاوز نسبة تواجد هذه الطحالب عن (30%) (الشكل E-6). وتعد عمليات الإذابة والسمنتة من أهم العمليات التحويرية المؤثرة في هذه السحنة. وتمثل هذه السحنة الصفات العامة لسحنة (SMF-20) المترسبة ضمن النطاق السحني (FZ8, FZ9) المعروفة ببيئة المسطحات المدية.

3-2-2 سحنة الحجر الجيري الواكي الدملي الثانوية الدقيقة

Peloidal Lim Wackestone Submicrofacies(W3):

ويتواجد في الجزء العلوي من مقطع كلي دهوك، وتحتوي هذه السحنة بشكل أساسي على الأرضية الميكرايتية والحبيبات الغير هيكلية المتمثلة بالدمالق، (شكل F-6). وتعد عمليات الدلمتة والسمنتة من أهم العمليات التحويرية المؤثرة في هذه السحنة. وتمثل هذه السحنة الصفات العامة لسحنة (SMF-16) المترسبة ضمن النطاق السحني (FZ8, FZ9) المعروفة ببيئة المسطحات المدية.



الشكل 6. (A) تمثل سحنة الحجر الجيري الطيني الحاوية على فتاتات صخرية. (B) تمثل سحنة الحجر الجيري الطيني الدملي. (C) تمثل سحنة الحجر الجيري الطيني الحاوي على متبخرات. (D) تمثل سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على فتاتات صخرية. (E) تمثل سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الطحالب. (F) تمثل سحنة الحجر الجيري الواكي الدملي.

2-3 سحنة الحجر الجيري المرصوص (Lim Packstone Microfacies):

تتميز هذه السحنة بكثرة الحبيبات المترصصة في وسط أرضية ميكراتية دقيقة التبلور. وتتكون أغلب مكوناتها من حبيبات هيكلية، وخاصة الفورامنيفرا والتي تزيد نسبتها عن (50%). وتمثلت هذه السحنة الدقيقة بالإعتماد على محتواها الحياتي الى سحنتين ثانويتين:

2-3-1 سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاوية على الفورامنيفرا القاعية الثانوية الدقيقة

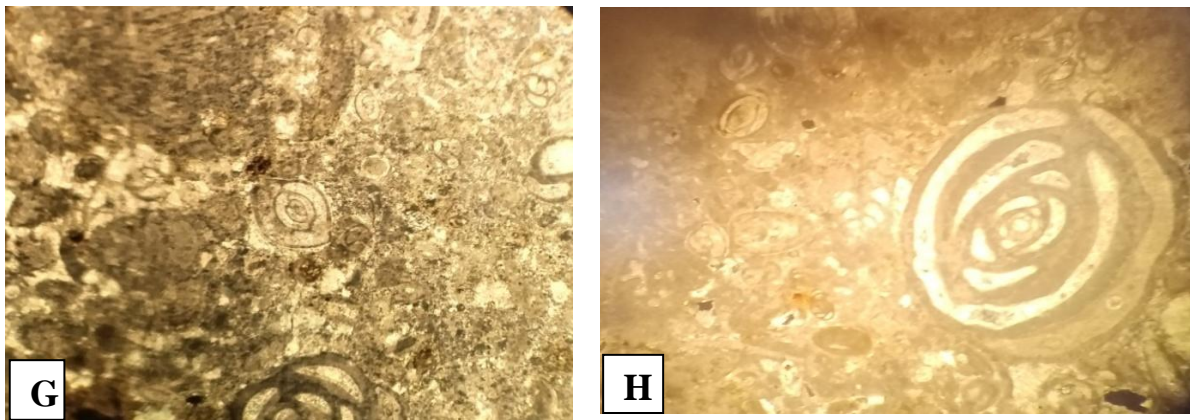
Benthonic Foraminifera Lim Packstone Submicrofacies(P1)

وتتواجد في الأجزاء الوسطى من مقطع كلي دهوك واقوبان، تتكون هذه السحنة من الحبيبات الهيكلية المتمثلة بالفورامنيفرا القاعية التي تتراوح نسبتها ما بين (70%-80%) من نسبة مكوناتها ككل وتتضمن المتحجرات المليونيد والروتاليد والألفوليونيد والتكستولاريا (الشكل 7-G). كما تحوي ايضاً الطحالب وبطنية القدم فضلاً عن مسامية الكهوف، وتظهر هذه السحنة تأثيراً بعملية السمنتة وإعادة التبلور بالإضافة الى الإنضغاط الكيميائي بوجود خطوط الستايولولايت. وتماثل هذه السحنة الصفات العامة للسحنة (SMF-18) المترسبة ضمن النطاق السحني (FZ-8) المعروف بالمنصة البحرية المحصورة.

2-3-2 سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاوية على المليونيد الثانوية الدقيقة

Miliolidae Lim Packstone Submicrofacies (P2)

وتتواجد في الأجزاء الوسطى من مقطع كلي دهوك واقوبان، تتميز هذه السحنة الثانوية عن سابقتها باحتوائها على المليونيد ويكون أكثر شيوعاً من بقية الحبيبات الهيكلية (الشكل 7-H). بالإضافة الى تواجد (Textularia, Rotalia) ولكن بنسب ضئيلة مقارنة بمليونيد، ويعكس تواجد هذه المتحجرات الى أن البيئة الترسيبية هي بيئة البحيرات الشاطئية ذات الأعماق الضحلة. حيث تعيش مجموعات من المنخربات القاعية على ارتفاعات مختلفة فوق مستوى المد المتوسط (Edwards and Wright, 2015). كما تتأثر هذه السحنة بعملية السمنتة والإذابة والإنضغاط. وتتماثل هذه السحنة الصفات العامة لسحنة (SMF-18) المترسبة ضمن النطاق السحني (FZ-8) المعروفة بالمنصة البحرية المحصورة.



الشكل 7. (G) تمثل سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاوية على الفورامنيفرا القاعية. (H) تمثل سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاوية على المليونيد.

المناقشة

البيئات الترسيبية:

تعرف البيئة الترسيبية على أنها كل العوامل الكيميائية والفيزيائية والحياتية التي تتداخل مع بعضها، حيث ان الأختلافات التي تحدث بهذه العوامل هو ما يميز الرواسب ويعطيها خصائص معينة (Boggs, 2006; Baban, and

(Ahmad, 2021). ويتطلب استنتاج البيئة الرسوبية معرفة الدلائل الرسوبية والحياتية وربطها مع بعض وصولاً الى البيئة الترسيبية لتكوين قيد دراسته (الشكلين 2 و 3) ومن ضمن هذه الدلائل التراكيبي الرسوبية والمكونات الحبيبية والحياتية وطبيعة توزيعها وأيضاً توزيع السحنات الرسوبية وصولاً الى الموديل الرسوبي.

وقد بينت نتائج التحليل السحني بأن بيئة ترسيب التكوين هي بيئة المسطحات المدية (Tidal Flat). حيث تعتبر هذه البيئة بيئة انتقالية بين البيئة البحرية والقارية كما تحتاج هذه البيئة لتتكون الى منحدر واطى، وتحتوي على الكثير من الكائنات الحية والتي من أهمها الطحالب الخضراء المزرققة والنواعم والقرمانفرا القاعية وغيرها من الأحياء التي تعيش في البيئات الضحلة. وتتواجد هذه البيئة في مختلف مناطق العالم على طول خط الساحل وحافة اللاكون ومصبات القنوات المدية للبيئة مدية (Edris and Ayad, 2022; Khallil and Sakry, 2023). وتقسم هذه البيئة الى ثلاث مناطق وهي البيئة الفوق مدية، والبين مدية، والتحت مدية وقد تم تشخيص هذه البيئة في تتابعات التكوين، وفيما يلي شرح مفصل لهذه البيئة:

1-البيئة الفوق مدية (Supratidal Environment):

هي البيئة التي تكون الأقرب الى اليابسة وتمثل الجزء الخارجي من المسطح المدي، وتكون معرضة للهواء في أغلب الوقت واحياناً تغمر بالمياه لفترات قصيرة خلال فصل الربيع أو خلال المد العاصفي نتيجة تيارات المد العالية وتأثير تيارات العواصف. وتمثل هذه البيئة بالسحنات الكربوناتيية التي تتعرض للانكشاف الهوائي فضلاً عن وجود عملية الدلمتة، حيث تم تشخيص الحجر الجيري الطيني الحاوي على المتبخرات (M3)(Evaporitic Lim Mudstone)، والحجر الجيري الطيني الدملقي (M2)، والحجر الجيري الواكي الحاوي على الطحالب (W2)، والسحنة الصخرية للحجر الجيري الحاوية على التشققات الطينية (L3). وتمتاز هذه السحنة بندرة المتحجرات فيها وذلك بسبب الملوحة والحرارة التي تتكون بها هذه السحنة، لذلك نلاحظ قلة وندرة المحتوى الحياتي فيها (Boggs, 2006). كما تعد سحنة الحجر الجيري الطيني (M) السحنة المميزة لهذه البيئة (Solak et al., 2016). وشخصت الدراسة وجود الفجوات والكهوف التي تكونت بفعل عملية الإذابة الجبس في السحنات الفوق مدية (Lucia, 1972). ومن الأدلة الأخرى على هذه البيئة هو شيوع الطين الكربوناتي الذي لا يحوي على متحجرات و الحاوي على تركيب عين الطير والذي بدوره يعطي دليلاً على بيئة الفوق مدية كما اشار اليها العالم (Illing et al., 1965). وتشير جميع الأدلة المتمثلة بأذابة الجبس والأنهائدرات والدلمتة والفجوات والكهوف تشير على أن هذه البيئة ذات طاقة واطنة (Kavoosi et al., 2009)، فضلاً عن وجود سحنة الستروماتولايت (L6) خصوصاً في الأجزاء السفلى من مقطع كلي دهوك، ومن الجدير بالذكر أن المسطحات الفوق مدية يشيع فيها التشققات الطينية التي تتميز بشكلها المضلع والتي تعطي دليل واضح على الانكشاف السطحي والتعرض للهواء وبذلك تشير الى بيئة المسطحات المدية (Demicco and Hardie, 1995). وقد تم تشخيص هذه البيئة في الأجزاء العليا للتكوين وكذلك في الأجزاء السفلى من التكوين (الشكلين 2 و 3).

2-البيئة البين مدية (Intertidal Environment):

تتكون هذه البيئة بين المد العالي والمد الواطى، وتتألف هذه البيئة من السحنة الصخرية لتركيب التطبيق المتقاطع نوع عظم السمكة (Herring Bon Cross-bedding)(L1)، ويعد هذا التركيب من الأدلة المهمة على بيئة (Intertidal) (Adeigbe, 2009; Rieneck and Singh, 1980). والسحنة الصخرية لتطبيق والعدسي (L2)، والسحنة الصخرية الحاوية على الترفقات (L5)، والسحنة الدقيقة للحجر الطيني الحاوي على الفتات الصخري (M1)، والحجر الجيري الواكي الحاوي على الطحالب (W2) والحجر الجيري الواكي الحاوي على الفتات والدملقي (W1) و (W3). وهناك ميزات عديدة لرواسب البين مدية منها الإتجاه الثنائي للطبقات المتقاطعة، والتداخلات الرملية الطينية المتقاربة في وحدات ذات البنية الصغيرة (الطبقات النيمية)(De Raaf and Boersma, 2007). وقد اشار العالم (Hoffman, 1976) الى ان الستروماتولايت المستوي ينتشر في البيئات البين المدية، بالإضافة الى ان هذه التراكيبي قد تتشكل في البيئات ذات الطاقة

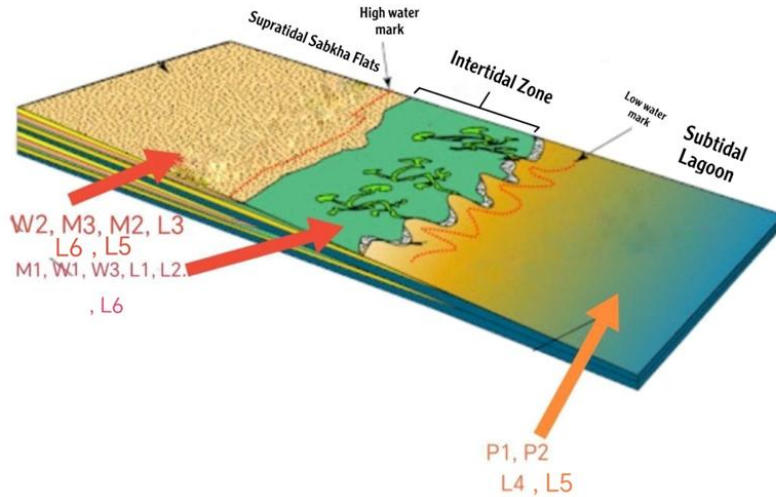
الواطنة المتمثلة بالجزء العلوي للبيئة البين مدية والجزء السفلي من البيئة الفوق مدية (Palma *et al.*, 2015; Sharazwri and Saeed, 2022). كما ان التراكيب الستروماتوليت تكون شائعة في البيئة البين المدية والبيئة التحت مدية في الوقت الحالي (Smith *et al.*, 2018). كما يشير تواجد بطنيات القدم (Gastropoda) الى البيئة البين المدية (Baharuddin and Syawal, 2018). وتعد سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوي على الفتات الصخري والحجر الجيري الدملي من السحنات المميزة لبيئة البين مدية (Solak, 2016). كما تم تشخيص حفر تعود للأحياء القاعية، حيث تمتاز هذه الحفر بشكلها المتعرج فضلاً عن تميز الترسبات البين المدية بأثار الفعاليات الحياتية التي تنتج عن طريق النشاطات التي تقوم بها الأحياء القاعية (Flugel, 2004). ويشكل عام تمتاز هذه البيئة بشيوع الدمالق (Peloid) وقلة المتحجرات ووجود كسارات الأحياء (Bioclast)، بالإضافة الى عمليات المكترمة وتكوين الغلاف المكرايتي الذي يحيط بهذه الكسارات (Abdullah *et al.*, 2020). وتظهر سحنات هذه البيئة في الأجزاء الوسطى والسفلى من مقطع كلي دهوك واقوبان (الشكلين 2 و 3).

3- البيئة التحت مدية (Subtidal Environment):

وهي البيئة التي تقع تحت أوطى مد، وتكون مغطاة بالمياه بشكل دائم ويصل عمقه الى عدة أمتار (Flugel, 2004). وتتصف ترسبات هذه البيئة بطبقاتها السمكية وبغناها بالمتحجرات (James, 1979; Danyar and Fouad, 2023) وتعتبر سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاوي على الفورامينيفرا القاعية (P1)، والحجر الجيري المرصوص الحاوية على المليونيد (P2)، وأيضاً السحنة الصخرية للسجيل (L4)، والتي تعتبر من السحنات المميزة لهذه البيئة، وقد شخّصت سحنات مطابقة لها في جنوب غربي ايران من قبل (Dehghanian, 2022). وتمتاز ترسبات البيئة التحت مدية بلونها الداكن بالمقارنة مع البيئات الأخرى ذات اللون الفاتح، ويساعد هذا التباين اللوني في تمييز هذه البيئة عن غيرها، ويعود سبب التباين اللوني الى انخفاض عملية الأكسدة في هذه البيئة (Shinn, 1969; Karim and Hamza, 2023). وتظهر سحنات هذه البيئة في الأجزاء الوسطى والسفلى من مقطع كلي دهوك (الشكل 3).

الموديل الرسوبي:

إستناداً للأدلة الحقلية ودعماً بالسحنات المجهرية تبين ان التكوين مترسب ببيئة مدية، حيث ظهر بصورة جلية ان التكوين في مقطع كلي دهوك يبدأ بسحنات الفوق مدية من خلال سحنة (L) مشتركا مع اعلى البيئة البين المدية ليحدث بعدها تقدم بحري متمثلاً بظهور سحنات التحت مدية بسحنات وهنا ظهرت تلك السحنات في مقطع أكوبان واعلى أجزاء اسفل المقطع في كلي دهوك وبعد ذلك بدء البحر بالتراجع تدريجياً حيث تم تشخيص سحنات البيئة البين مدية في كلا المقطعين ليستمر البحر بالتراجع مسجلاً سحنات البيئة الفوق مدية في أعلى المقطعين. وبالإعتماد على مجموعتي الإرتباطات السحنية التي تم تشخيصها من الدراسة الحالية، تم اقتراح موديل رسوبي بصورة تقريبية لجغرافية الحوض الرسوبي الذي ترسبت بها طبقات التكوين في منطقة الدراسة الحالية والذي يمثل جزء من منصة كاربوناتية من نوع (Rimmed carbonate platform) وكما مبين في الشكل (8).



الشكل 8. يوضح الموديل الرسوبي لتكوين أفانا في مقاطع الدراسة الحالية

الاستنتاجات

1. تتكون طبقات تكوين أفانا المتتابعة في مقاطع الدراسة من الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي والدولومايت وصخور السجيل المترققة الحاوية على المواد العضوية بسمك (57) متر في مقطع كلي دهوك و(8) متر في مقطع اقوبان.
2. سطح التماس السفلي للتكوين غير متوافق مع تكوين جركس، أما سطح التماس العلوي فيكون متوافق مع تكوين بيلاسبي.
3. أظهرت الدراسة البتروغرافية للتكوين قيد الدراسة إن الحبيبات الهيكلية، تمثلت بالفورمانيفرا القاعية خصوصاً المليونيد والروتاليد والكبيرة الحجم مثل الأفيولينيد، فضلاً عن الطحالب الخضراء المزرققة (Algae)، والرخويات صنف (Gastropoda) في حين تمثلت الحبيبات الغير هيكلية بالدمالق (Peloids)، والفتاتات الصخرية وكانت الأرضية ميكراتية في غالباً.
4. يحتوي تكوين أفانا على التراكيب الرسوبية المميزة مثل التشققات الطينية، والتطبق العدسي والنيمي، والتطبق المتقاطع كعظم السمكة، بالإضافة الى الترققات الطينية في الأجزاء المختلفة من مقطعي الدراسة.
5. تأثرت تتابعات تكوين أفانا بمختلف الفعاليات التحويرية مثل السمنتة والسلكة والتشكل الجديد والدلمة والديلمة وعمليات الإذابة والمسامية والإنضغاط الفيزيائي والكيميائي المتمثل بالاستايولولايت. إضافة الى المعادن موضعية النشأة مثل أكاسيد الحديد ومعدن البيريت (Pyrite).
6. أظهرت نتائج التحليل السحني لتتابعات تكوين أفانا انه يتألف من ثلاث سُحنات رئيسية وهي: سحنة الحجر الجيري الطيني، والحجر الجيري الواكي، والحجر الجيري المرصوص. وقسمت هذه السحنات بالإعتماد على محتواها الحياتي والرسوبي وطبيعة الفعاليات التحويرية المؤثرة فيها الى (8) سحنات ثانوية دقيقة وخمسة سحنات صخرية، وهي السحنة الصخرية لتطبق المتقاطع الذي يشبه عظم السمكة، والسحنة الصخرية لتطبق العدسي والفلازر، والسحنة الصخرية لتشققات الطينية، والسحنة الصخرية لصخور السجيل، والسحنة الصخرية الحاوية على الترققات.
7. ان جميع سحنات التكوين تم ترسيبها في بيئة المسطحات المدية الكربوناتيّة ضمن حافة الرصيف للمنصة الكربوناتيّة من نوع (Rimmed carbonate platform)، حيث تم تشخيص جميع البيئات الثانوية وهي: بيئة الفوق مدية وبيئة البين مدية وبيئة التحت مدية.

المصادر References

- Abdullah, M.A. Hassan, F.N., and Saleh, A.M., 2020. Microfacies and Palaeoenvironment of Avanah Formation (Middle Eocene) Geli Bessri in Dohuk City/North of Iraq, Tikrit Journal of Pure Science: Vol. 25, No. 1. [DOI:10.25130/tjps.v25i1.217](https://doi.org/10.25130/tjps.v25i1.217)
- Al-Qayim, B. and Ghafor I.M., 2022. Biostratigraphy and Paleoenvironments of Benthic Foraminifera from Lower Part of the Damlouk Member, Western Desert, Iraq. Iraqi Journal of Science, (IJS), 63 (11), pp. 4799-4817. <https://doi.org/10.24996/ijs.2022.63.11.19>
- Al-Sukari, S.I.H., 1999. Stratigraphic and facies of Paleogene-aged limestone formations in selected sections in Northeast Iraq, unpublished MSc Thesis, University of Baghdad, 105 P.
- Baban, D.H. and Ahmad, S.M., 2021. Reservoir Properties of the Upper Oligocene-Lower Miocene Ibrahim Formation in the Garmian Area, Iraqi Kurdistan Region, Tikrit Journal of Pure Science: Vol. 26, No. 6. [DOI:10.25130/tjps.v26i6.192](https://doi.org/10.25130/tjps.v26i6.192)
- Baharuddin, N., Basri, N.B. and Syawal, N.H., 2018. Marine gastropods (Gastropoda; Mollusca) diversity and distribution on intertidal rocky shores of Terengganu, Peninsular Malaysia. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, 11(4), pp. 1144-1154
- Bathurst, R.G.C., 1975. Carbonate Sediment and their Diagenesis, Development in Sedimentology 12, (2nd Ed.) Elsevier Publisher, Amsterdam, 659 P.
- Bellen, R.C. Van, Dunnington, H.V., Wetzel, R., and Morton, D., 1959. Lexique Stratigraphique Internal Asie. Iraq. Intern. Geol. Conger. Comm. Stratiger, 3, Fasc. 10a, 333 P.
- Boggs, J.R., 2006. Principle of Sedimentology and Stratigraphy. 4th Edition, Pearson Prentice-Hall, 662 P.
- Boudagher, M.K., 2008. Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminifera: Developments in Paleontology and Stratigraphy, 21, Elsevier, 540 P .
- Buday, T., 1980. The regional geology of Iraq: stratigraphy and paleogeography (Vol. 1). State Organization for Minerals, Directorate General for Geological Survey and Mineral Investigations.
- Danyar A.S. and Qader, F.H., 2023. Reservoir Characterization of the Upper Part of Qamchuqa Formation from Miran and Bazian Oilfields in Kurdistan Region, NE Iraq, Tikrit Journal of Pure Science: Vol. 28 No. 6. [DOI:10.25130/tjps.v28i6.1352](https://doi.org/10.25130/tjps.v28i6.1352)
- De Raaf, J.F.M. and Boersma, J.R., 2007. Tidal deposits and their sedimentary structures (seven examples from Western Europe). Netherlands Journal of Geosciences/Geologie en Mijnbouw, (Classic Papers).
- Dehghanian, M., 2022. Biostratigraphy of the Asmari Formation in northwest of Shiraz (Tange Jalab) on the basis of the large benthic foraminifera. Advanced Applied Geology, 12(2), pp. 291-305. [DOI:10.22055/AAG.2021.36506.2200](https://doi.org/10.22055/AAG.2021.36506.2200)
- Demicco, R.V. and Hardie, L.A., 1995. Sedimentary structures and early diagenetic features of shallow marine carbonate deposits. SEPM Society for Sedimentary Geology.
- Ditmar, V.I., Begishev, F.A., Afanasia, J.T., Befousova, M.G., Briousov, B.A., Petchernikov, V.V., Cheremnyh, E.M., Shmakova, E.L., Koverznev, V.Y., and Nazarov, N.P, 1971. Geological condition & hydrocarbon prospects of the Republic of Iraq (Northern and Central parts). Rep. INOC Library, Baghdad.

- Pirot, E.M. and Edilbi, A.N.F., 2022. Reservoir Characterization of Pila Spi Formation (Middle–Late Eocene) in Shaqlawa and Shekhan areas, Kurdistan Region, Northern Iraq, Tikrit Journal of Pure Science: Vol. 27, No. 5. [DOI:10.25130/tjps.v27i5.15](https://doi.org/10.25130/tjps.v27i5.15)
- Edwards, R. and Wright, A., 2015. Foraminifera. Handbook of sea-level research, 191-217.
- Flugel, E., 2004. Microfacies of Carbonate Rock, Analysis, Interpretation and Application. Springer-Verlag, Berlin, 976 P.
- Hoffman, P., 1976. Stromatolite morphogenesis in Shark Bay, Western Australia. In: Walter, M.R. (ed.). Stromatolites. Developments in Sedimentology, Vol. 20, Elsevier, Amsterdam, pp. 261-271.
- Illing, L.V., Wells, A.S. and Taylor, J.C.M., 1965. Pencontemporary Dolomite in the Persian (Arabian) Gulf. In: Pray, L.C., and Murray, R.C. (Eds.). Dolomitization and limestone diagenesis: A Symposium-SEPM Special Pub., No.13, pp. 89-111.
- Ismail, N.R., 2006. Stratigraphic and sedimentological study of Middle Eocene-Early Miocene sequences in the Sinjar Basin, Northwest Iraq, unpublished PhD Thesis, University of Mosul, 215 P.
- James, N.P., 1979. Reef and mound: In Walker, R.G. and James, N.P., (Eds.) Facies Models, Response to Sea Level Change. Geo.Text1, Geol. Asso. of Canada, pp. 27-47 .
- Jassim, S.Z. and Buday, T., 2006b. Middle Paleocene-Eocene Megasequence (AP 10), In: Jassim, S.Z. and Goff, J.C. (Eds.), Geology of Iraq, Publ. Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno, pp. 155-167.
- Karim H.K. and Hamza, J.B., 2023. Relation between Walsh and Kolosh Formations and geology of their equivalent metamorphosed greywackes and arenites in Sulaimaniyah Governorate, Kurdistan Region, Northeast Iraq, Tikrit Journal of Pure Science: Vol. 28 No. 6. [DOI:10.25130/tjps.v28i6.1598](https://doi.org/10.25130/tjps.v28i6.1598)
- Karim, K.H., 2006. Stratigraphy of Sartaq-Bamo area, Northeastern Iraq, Jour. Sulaimaniah University, Vol. 5, No. 1, pp. 66-79.
- Kavoosi, M.A., Lasemi, Y., Sherhati, S. and Harami, R.M., 2009. Facies Analysis and depositional sequences of the upper Jurassic Mozduran Formation, Kopep Dagh Basin, NE Iran. Jour. of Petroleum, Geol., Vol. 32, No. 3, pp. 235-26.
- Khalaf, S.K. and Al-Akeedi, N.M.A., 1994. Middle Eocene Ostracoda from Northern Iraq. Studies Journal, Vol. 21B, No. 3, pp. 25-37.
- Khallil, P.M. and Sakry, S.I., 2023. Microfacies Analysis and Depositional Environment of the Middle Eocene Avanah Formation in Haibat Sultan Area, Iraqi Kurdistan Region, Tikrit Journal of Pure Science, Vol. 28 No. 3. [DOI:10.25130/tjps.v28i3.1424](https://doi.org/10.25130/tjps.v28i3.1424)
- Lucia, F.J., 1972. Recognition of evaporate-carbonate shoreline sedimentation; in: Rigby, J.K. and Hamblin, W.K., (Eds): Recognition of Ancient sedimentary environment, Special Publication, No. 16, Soci. Econ. Paleon. Minera, pp. 160-191.
- Palma, R.M., Kietzmann, D.A., Comerio, M., Chivelete, M.C., Gomez, J.L., Bressan, G.S., 2015. Oxfordian microbial laminites from La Manga Formation, Neuquen Basin, Argentina: Remarkable nanobacteria Preservation. Jour. of Iberian, Geol., Vol. 41, No. 3, pp. 351-363.
- Rieneck, H.E. and Singh, I.B., 1980. Depositional Sedimentary Environments, Springer Verlag, New York, 439 P.

- Sharazwri, A.O. and Saeed, A.T., 2022. Paleoecology and Depositional Environment of the Govanda Formation in the Kurdistan region, northeast of Iraq, *Tikrit Journal of Pure Science*: Vol. 27, No. 5. [DOI:10.25130/tjps.v27i5.17](https://doi.org/10.25130/tjps.v27i5.17)
- Sharland, P.R., Casey, D.M., Davies, R.B., Simmons, M.D. and Sutcliffe, O.E., 2004. Arabian plate sequence stratigraphy–revisions to SP2. *GeoArabia*, 9(1), pp. 199-214.
- Shinn, E.A., 1983. Tidal Flat Environment: In Scholl, P.A., Bebout, D.G., and Moore, C.H. (Eds.), *Carbonate Depositional Environments*. AAPG. Bull., Memoir No. 33, pp. 171-210.
- Smith, A., Cooper, A., Misra, S., Bharuth, V., Guastell, L., and Botes, R., 2018. The extant shore platform stromatolites (SPS) Facies association: a glimpse into the Archean. *Biogeosciences*, Vol. 15, pp. 2189-2203.
- Solak, C., Tash, K., and Koc, H., 2016. Early Cretaceous shallow–water Platform carbonates of the Bolker Mountains, Central Taurides – south Turkey: facies analysis and depositional environments. *Earth and Environmental Science*, Vol. 44, pp. 1-5.
- Warren, L.V., Varejao, F.G., Quaglio, F., Simoes, M.G., Fursich, F.T., Poire, D.G., Catto, B., and Assine, M.L., 2016. Stromatolites from the Aptian Crato Formation, a hypersaline lake system in the Araripe Basin, Northeastern Brazil. *Facies*, Vol. 63, No. 3, pp. 1-19.