



السحنات الدقيقة والبيئة القديمة لتكوين بخمة منطقة هيران / شقلاوه شمالي العراق

دلال طاهر دلف^{1*} ، فارس نجرس حسن²

^{1,2} قسم علوم الأرض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت، صلاح الدين، العراق.

الملخص

يتكون تكوين بخمة صخاريا من تتابعات الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي، بتروغرافيا حددت طبيعة الصخور ومحتوياتها من المكونات الهيكلية وغير الهيكلية وتشمل الفورامنيفرا الطافية (*Heterohilx*, *Hedbergella*, *Asterigerina*) والفورامنيفرا القاعية والمتمثلة بأجناس *Nodosaria*, *Textularia*, *Rotalina*, *Bolivina* فضلا عن ظهور القليل الأستراكودا وشوكيات الجلد، اما القاعدة والأرضية متكونة من المكرايت، تم تحديد السحنات الدقيقة ممثلة سحنة الحجر الجيري الطيني الدقيقة وسحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الرئيسية وسحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة وسحنة الحجر الجيري الحبيبي الدقيقة الرئيسية والى ثمانية سحنات ثانوية، اعتمادا على السحنات الدقيقة ومحتوها من المتحجرات حددت البيئة الترسيبية للتكوين تمتد من حافة الرصيف العميق الى الرصيف البحري المفتوح.

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام: 17- يونيو -2024

تاريخ المراجعة: 28- يوليو -2024

تاريخ القبول: 31- اغسطس -2024

تاريخ النشر الالكتروني: 01- يوليو -2025

الكلمات المفتاحية:

تكوين بخمة

السحنات الدقيقة

البتروغرافية

البيئة الترسيبية

المراسلة:

الاسم: دلال طاهر دلف

Email: Dalal.taher@st.tu.edu.iq

DOI: [10.33899/earth.2024.150994.1301](https://doi.org/10.33899/earth.2024.150994.1301), ©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/>).

Microfacies and Paleoenvironment of Bakhma Formation Sequences, Hiran/Shaqlawah Region, Northern Iraq

Dalal Taher Dalf^{1*} , Faris N. Hassan² 

^{1,2} Department of Applied Earth Sciences, College of Science, Tikrit University, Salah Al-Din, Iraq.

Article information

Received: 17- June -2024

Revised: 28- Jul -2024

Accepted: 31- Aug -2024

Available online: 01- Jul – 2025

Keywords:

Bekhma Formation
Microfacies
Petrography
Depositional Environment

Correspondence:

Name: Dalal Taher Dalf,

Email: Dalal.taher@st.tu.edu.iq

ABSTRACT

Bekhma Formation consists of sequences of limestone and marly limestone. Petrography determined the nature of the rocks and their contents of skeletal and non-skeletal components, including the planktonic foraminifera (*Heterohelix*, *Hedbergella*, *Asterigerina*, *Globigerinoides*, *Globotruncana*), and the benthic foraminifera represented by the genera (*Nodosaria*, *Textularia*, *Rotalina*, *Bolivina*), as well as the appearance of a few ostracods and echinoderms. The formation is divided into four microfacies are Lime Mudstone Microfacies, Lime Wackestone Microfacies, Lime Packstone Microfacies and Lime Grainstone Microfacies, the Micoefacies is divided into eight Submicrofacies, depending on the results of microfacies and the content of fossils that determined the depositional environment of the formation extending from the edge of the deep shelf to the open shelf

DOI: [10.33899/earth.2024.150994.1301](https://doi.org/10.33899/earth.2024.150994.1301), ©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 Introduction

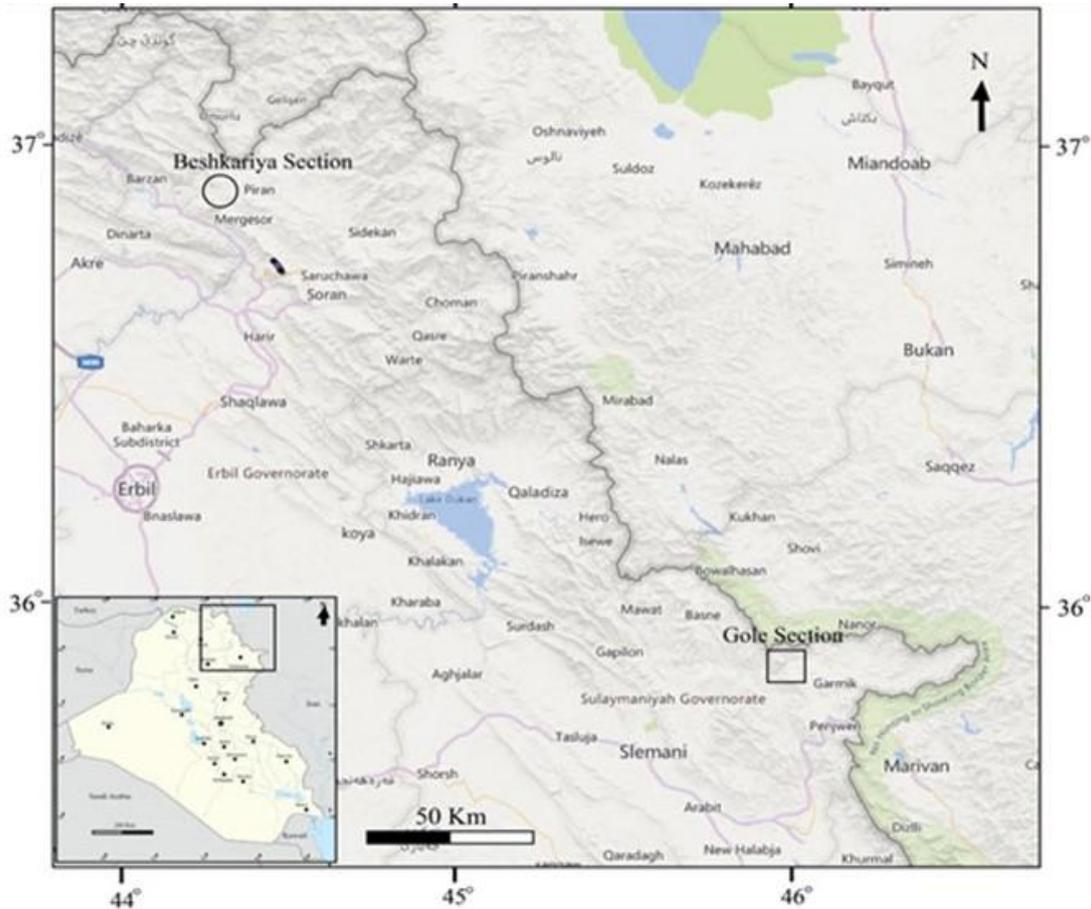
يتكون تكوين بخمة صخارياً من تتابع الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي ذات صلابة، تقع منطقة الدراسة التي ينكشف فيها التكوين في الجناح الشمالي الشرقي من طيه سفين على بعد 10km شمال شرق من مدينة شقلاوه عند الإحداثيات (0449497) شمالاً، (4018381) شرقاً. يمتد محور الطية باتجاه شمال غرب-جنوب شرق على امتداد الحدود الإيرانية حيث يظهر التكوين بسماكات عالية نسبياً وحدود طباقية واضحة. تكتونياً يقع المقطع المدروس. تبعاً للباحثين (Buday and Jassim, 1987) يقع المقطع ضمن الرصيف الغير ضمن نطاق الطيات العالية (High Folded Zone) والواقعة في النطاق العمادية – شقلاوه الثانوي (Amadiya – Shaqlawa Subzone) حسب تقسيمات نعمان (Numan, 1997) (شكل 1).

وصف التكوين لأول مرة من قبل (Wetzel, 1950 In Bellen et al. 1959) في مقطعه المثالي الواقع في بخمة، وحدد عمر التكوين بالكمبانيان المتأخر (Late Campanian) عند قاعدته والمسترختيان المبكر (Early Maastrichtian) عند نهاية التكوين. قسم (Buday, 1980) التكوين اعتماداً على الصخرية الى ثلاث وحدات صخرية وهي الوحدة السفلى المكونة من المدملكات القاعدية ذات اللون الرمادي اما الوحدة الوسطى من الحجر الجيري الحديدي. أما الوحدة العليا تتمثل بطبقات تسمى تكوين (عقرة – بخمة) (Aqra - Bekhme Formation) وذلك لصعوبة الفصل بين ترسباتهما وطبقات دولومايتية سميكة وصلدة، ذات لون ما بين الرمادي و البني. درس كل من (AL-Mutwali et al., 2008; Al-Haidari, 2009; Al-Shireedah, 2009 and Al-Jubouri, 2020) 2009 تكوين بخمة في طيه بيخير في مدينة دهوك وحددت اربعة سحنات دقيقة رئيسيه وثمان سحنات ثانوية وسحنتين صخريتين وتم تحديد البيئة الترسيبية للتكوين بيئة الرصيف الأوسط-الخارجي وقد تصل الى الباثيال الاعلى في بعض اجزاء التكوين، واعتماداً على تنوع الفورامينيفرا الطاقية حددت اربعة انطقه

حياتية وحدد بعمر الكمبانيان المتأخر. تهدف الدراسة الى تحديد السحنات الدقيقة من خلال دراسة البتروغرافية وتحديد البيئة القديمة. درس التكوين في طية بيخير (Shireedah1 and Al-Ghrear, 2022) وقسم التكوين الى عدد من السحنات الصخرية سحنة البريشا الكبيرة الحجم عشوائية الفتات وسحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الفورانيفرا الطافية وسحنة المدملكات الجيرية مستديرة الفتات المترسب في بيئة المنحدر الكاربوني المتأثر بالعوامل التكتونية. حدد (Yahya *et al.*, 2020) سحنتين التي تمثل الارض الصلبة في تكوين بخمة في طية بيخير، الاولى تتكون من صخور الحجر الجيري بحجم الرمل الغني بالمتحجرات ونسبة قليلة من المدملكات الكاربونية، والثانية من حجر جيري بحجم الرمل والطين المترسب في بيئة المنزلق الكاربوناتي.

طرائق البحث (Methodology)

تتضمن العمل الحقلية جمع (25) نموذج من مقطع هيران والذي يبلغ سمك التكوين (120) متر، وتم اخذ النماذج حسب التغير في الصفات الفيزيائية منها الصخرية والتغير اللوني وكانت المسافة بين نموذج واخر (1-5) متر، تم التركيز على حدود التماس العليا والسفلى مع التكوينات الاقدم والاحداث وتحديد الأدلة الحقلية عليهما. وكذلك اخذت الصور الفوتوغرافية للتغيرات الصخرية المختلفة والخصائص الرسوبية والتراكيب الرسوبية وانواع السحنات الصخرية المختلفة وحدود التماس. العمل المختبري تم تحضير شرائح الصخرية الرقيقة (سلايدات) عدد 25 من نماذج الصخور التي تم اختيارها وجمعها من الحقل، ودراسة هذه الشرائح الصخرية الموزعة على مقطع الدراسة تحت المجهر ذات الضوئي المستقطب وتصوير السلايدات بواسطة كاميرا نوع (Optica)، واستخدام برنامج Rock work تم رسم المقطع طباقي.



شكل 1. يوضح موقع منطقة الدراسة (Numan, 1997)

النتائج والمناقشات Result and Discussions

1- طباقية الصخرية Lithostratigraphy

حد التماس السفلي يكون مع تكوين قمجوقة ويكون غير متوافق طباقيا وذلك لوجود طبقة من الكونكلوميرات (المدملكات القاعدية) سمكها 1متر (صورة 1) تفصل بين التكويني وتعود الى تكوين قمجوقة وهذه احد الأدلة الرسوبية الحقلية على عدم التوافق بين التكويني (صورة 2) يليها طبقة من الحجر الجيري المارلي ذات سمك 4 متر تمثل بداية تكوين بخمة صورة، وبعدها طبقة من الحجر الجيري ذات لون ابيض بسمك 10متر (صورة 3)، بعدها طبقة من الحجر الجيري المارلي بسمك 5متر، يليها طبقة من الحجر الجيري الصلب جدا وسمك هذه الطبقة بحدود 20 متر (صورة 4). يليها تتابع من الحجر الجيري ذات صلابة عالية بسمك 10متر ويتكون من طبقات سمك كل طبقة 1 متر ويحتوي على المحاريات (صورة 5). بعدها طبقة من المارل الرصاصي المخضر هش نوعا ما بسمك 5متر وهذا يعود الى تلاسن تكوين شيرانش مع تكوين بخمه (صورة 6)، تليها طبقة من الحجر الجيري ذات لون رمادي فاتح بسمك 5متر (صورة 7)، وبعدها تتابع من الحجر الجيري المارلي ذات لون رصاصي فاتح وسمك هذا التتابع بحدود 15 متر (صورة 8).

وجود طبقة من المارل في منتصف التكوين ذات لون الرصاصي المخضر والتي تعود لتكوين شيرانش بشكل لسان داخل تكوين بخمة بسمك 5 متر (صورة 9)، بعدها تتابع من الحجر الجيري المارلي سمكه 20 متر ذات لون رمادي فاتح وتطبق جيد سمك الطبقة الواحدة (0.5-1) متر (صورة 9)، بعدها حجر جيري متطبق بسمك 5متر ذات صلابة عالية يعود لتكوين بخمة، بعدها طبقة من المارل الذي يمثل تكوين شيرانش وبعدها يستمر تكوين شيرانش (صورة 10) شكل (2).



صورة 1. طبقة المدملكات القاعدية تدل على عدم التوافق



صورة 2. الحد الفاصل بين تكويني بخمة وقمجوقة



صورة 3. طبقات الحجر الجيري الصلب جدا وسمك بحدود 20متر



صورة 4. الحجر الجيري ذات صلابة تحتوي المحاربات



صورة 5. مارل ذات لون رصاصي مخضر يعود لتكوين شرانش



صورة 6. طبقة من الحجر الجيري ذات لون رمادي فاتح بسمك 5 متر



صورة 7. تتابع من الحجر الجيري المارلي ذات لون رصاصي فاتح وسمك هذا التتابع بحدود 15 متر



صورة 8. المارل ذات لون الرصاصي المخضر والتي تعود لتكوين شيرانش



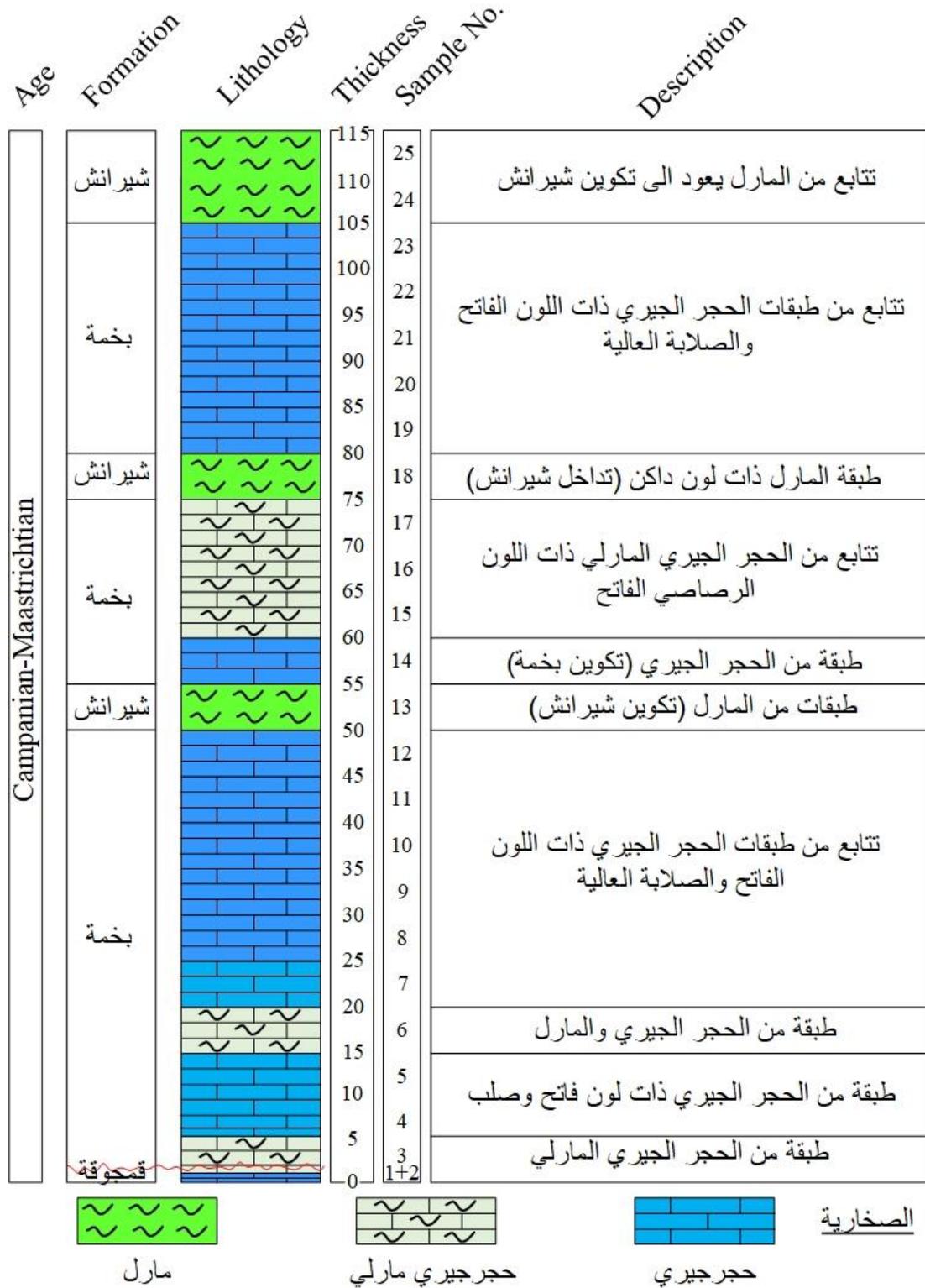
صورة 9. تتابع من الحجر الجيري المارلي سمكه 20متر ذات لون رمادي فاتح وتطبق



صورة 10. طبقة من المارل عند الحد الفاصل بين تكويني شرانش وبخمة



صورة 11. استمرار تتابعات تكوين شرانش



شكل 2. المقطع الطباقى يوضح الصفة الصخرية لتكوين بخمة

2- الدراسة البتروغرافية Petrographic study

تعتبر الدراسة البتروغرافية للصخور الكربوناتية ركيزة اساسية في تحديد طبيعة الصخور ومحتوياتها من المكونات الهيكلية وغير الهيكلية وذلك لتشخيص البيئات الرسوبية والتغيرات في مستوى سطح البحر، المكونات الهيكلية وتشمل الفوراميفرا الطافية (*Globigerinoides Globotruncana*, *Heterohilx*, *Hedbergella*, *Asterigerina*) و

الفورامنيفرا القاعية والمتمثلة بأجناس (*Nodosaria*, *Textularia*, *Rotalina*, *Bolivina*, *A,B,C,D,E,F*). فضلا عن ظهور القليل من المحاريات والبطنقدميات والأستراكودا والفتات الأحيائي وشوكيات الجلد، اما القاعدة والأرضية متكونة من المكرايت .

3- السحنات الدقيقة *Microfacies*

تعرف السحنة (*Facies*) بأنها جسم صخري مميز بالصفات الرسوبية، والمستحاثية والتي يمكن تمييزها باستخدام الشرائح الصخرية الرقيقة *Thin Section*، ولهذه الصفات اهمية في معرفة التغيرات في الظروف البيئية الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية السائدة في الحوض الرسوبي (Willson,1975). اعتمدنا في الدراسة الحالية على تصنيف دنهام (Dunham,1962) لتصنيف الصخور الجيرية وتسمية السحنات الدقيقة وذلك لأنه النظام الأمثل في توضيح انسجة الصخور الرسوبية المختلفة وذلك من خلال تفسير العلاقة بين الحبيبات والأرضية، حيث تم تشخيص الحبيبات الهيكلية فقط في صخور الدراسة والتي تتميز بوجود نسبة عالية من الفورامنيفرا الطافية في حين تمثل الفورامنيفرا القاعية النسبة الأقل. اعتمادا على التغيرات الصخرية والبتروغرافية والمكونات الهيكلية تم تقسيم تكوين بخمة الى ثلاث سحنات رئيسية وثمان سحنات ثانوية شكل (2).

3-1- سحنة الحجر الجيري الطيني الدقيقة *Lime Mudstone Microfacies*

تمتاز هذه السحنة بقله محتوياتها من المتحجرات نسبتها لا تتجاوز (10%)، تتألف من طين كلسي ناعم الحجم والذي بدوره يحتوي على الميكرايت، اعتمادا على تنوع وتباين مكوناتها الهيكلية وغير الهيكلية قسمت هذه السحنة الى سحنتين ثانويتين.

3-1-1 سحنة الحجر الجيري الطيني الحاملة لمتحجرات الثانوية الدقيقة

Fossiliferous lime mudstone Submicrofacies (M1)

تبلغ نسبة المكونات الهيكلية في هذه السحنة اقل من (10%) من المجموع الكلي لمكوناتها، وتشكل اغلب المكونات الهيكلية لهذه السحنة من الفورامنيفرا الطافية ذات الحجات الكروية والقليل الفورامنيفرا القاعية، حيث تنطمر هذه المكونات دخل الأرضية الميكرايتية والتي تكون بلون بني فاتح الى داكن. هناك العديد من العمليات التحويرية التي اثرت على هذه السحنة منها السمنتة مع وجود معدن الباييريت بشكل بقع غير منتظمة وحيانا يتواجد في داخل اصداف المتحجرات، (pl. 2, fig. B). سمك هذه السحنة في مقطع الدراسة (5) م وتقع في الجزء الاسفل من التكوين.

السحنة الثانوية المحدد تكافئ السحنة القياسية SMF2 المحددة من قبل (Willson,1975) والتي تقع ضمن النطاق السحني FZ 3 المترسب في بيئة *Deep shelf margin* (Willson,1975; Flugel , 1982 , 2004).

3-1-2 سحنة الحجر الجيري الخالية من المتحجرات الثانوية الدقيقة

Non-Fossiliferous lime mudstone Submicrofacies (M2)

يقصر تواجد هذه السحنة في الأجزاء السفلى من تكوين بخمة ضمن الحجر الجيري الصلد التي تكون ذات سمك (5) م تكون خالية من المتحجرات ذات ارضية متكون من الميكرايت، وتحتوي هذه السحنة على بقع غير منتظمة من معدن الباييريت (pl.2 , fig. A) تتأثر السحنة بالعمليات التحويرية منها عملية الإذابة مكونة مسامية الفجوات والتي تحتوي البعض منها على الاسمنت. تكافئ هذه السحنة الثانوية المحدد في هذه الدراسة السحنة القياسية SMF3 والتي تقع ضمن النطاق السحني FZ 3 المترسب في بيئة *Deep shelf margin* (Willson,1975; Flugel , 1982 , 2004).

2-3 - سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الرئيسية Lime Wackstone Miceofacies

تمتاز هذه السحنة بأن نسبة المكونات الهيكلية تتراوح (40%_10%) من متحجرات الفورامنيفرا الطافية الحاملة للجؤجؤ (*Globotruncana, Globotruncanita*) والكروية الحجرات (*Heterohilx, Hedbergella, Asterigerina*) و(*Globigerinoides*) والقاعية، ولوحظ ان سمك هذه السحنة ضمن تكوين بخمة (45 m) ونظرا لتباين واختلاف المكونات الهيكلية لهذه السحنة تم تقسيمها الى سحنتين ثانويتين وهما:

1-2-3 سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الفورامنيفرا الطافية كروية الحجرات الثانوية

Global Planktonic Foraminiferal Wackstone Submicrofacies (W1)

تتواجد هذه السحنة ضمن طبقات الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي ذو لون رصاصي فاتح الى غامق حيث تتمثل هذه السحنة بسيادة الفورامنيفرا الطافية الكروية متمثلة بأجناس (*Heterohilx, Hedbergella, Asterigerina*) (*Globigerinoides*) كما تحتوي هذه السحنة على نسب قليلة من الفورامنيفرا القاعية والمتمثلة بأجناس *Nodosaria, Textularia, Rotalina, Bolivina* فضلا عن ظهور القليل من الفورامنيفرا الطافية ذات الجؤجؤ مثل (*Globotruncana*) (pl.2, figs.C,D,E, F) تقع في اغلب اجزاء التكوين بسمك (25) م .

تأثرت هذه السحنة بالعديد من العمليات التحويرية ممثلة بالسمنتة بنوعية السمنت الحبيبي والسمنت الدروزي والإذابة التي تنتج عنها المسامية وعروق الكالسايث (pl.1, fig.F)، كما سجل ضمن السحنة وجود معدن الباييرايث الذي يعد من المعادن الموضوعية للنشأة ولوحظ احيانا داخل اصداف المتحجرات او بهيئات مختلفة ضمن الارضية الميكرايتية ذات اللون البني الفاتح او بني داكن.

ان زيادة نسبة الفورامنيفرا الطافية ذات الحجرات الكروية وقلة الفورامنيفرا الطافية ذات الجؤجؤ يدل على ان السحنة مترسبة ضمن البيئات البحرية والتي تقع في بيئة الرصيف القاري ذات المياه الدافئة. اشارة (Leicke,1987) ان الزيادة في نسبة الجنس *Heterohilx* يدل على ان الأعماق تكون اقل (100) متر ضمن بيئة الرصيف الأوسط _ الخارجي Middle Outer Shelf، تضاهي هذه السحنة السحنة القياسية SMF8 المترسبة في النطاق السحني FZ2 المترسب في بيئة (Open Sea Shelf) (Willson,1975; Flugel, 1982, 2004).

2-2-3 سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفرا ذات الجؤجؤ الطافية الثانوية

Keeled Planktonic Foraminiferal Wackstone Facies (W2)

تتمثل هذه السحنة بسيادة الفورامنيفرا الطافية الحاملة للجؤجؤ حيث تمثل اجناسها *Globotruncana, Globotruncanita* كما لوحظ وجود الفورامنيفرا القاعية والطافية الاخرى وينسب مختلفة، سجل ضمن هذه السحنة وجود معدن الباييرايث بشكل يقع غير منتظمة داخل الارضية الميكرايتية التي تكون بلون بني داكن الى اسود وحيانا وجود داخل اصداف المتحجرات (pl.1 fig. E) العمليات التحويرية التي اثرت على اصداف الفورامنيفرا منها السمنتة والمسامية، سمك هذه السحنة 15م. تضاهي هذه السحنة السحنة القياسية SMF8 المترسبة في النطاق السحني FZ2 المترسب في بيئة (Open Sea Shelf)، وان جميع مميزات هذه السحنة تشير الى ان البيئة تمتد من الرصيف الخارجي الى الباثيال الاعلى (Willson,1975; Flugel, 1982, 2004).

3-3- سحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة Lime Packstone Microfacies

يتراوح سمك هذه السحنة تقريبا (60) م، نسبة الحبيبات الهيكلية تكون 40%_60% توجد هذه السحنة في الأجزاء العليا والوسطى والسفلى من التكوين ونظرا لتباين واختلاف المكونات الهيكلية لهذه السحنة تم تقسيمها الى سحنتين ثانويتين وهما:

3-3-1 سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للفورامنيفرا الطافية الكروية الحجرات الدقيقة

Global Planktonic Foraminiferal Packstone Submicrofacies (P1)

تتواجد هذه السحنة في اغلب اجزاء التكوين التكوين ضمن طبقات الحجر الجيري المارلي والمارل بسمك 30 متر ذات سيادة للفورامنيفرا الطافية الكروية المتمثلة بجنس *Heterohelix*, *Hrdbrgella* كما تحتوي على نسبة قليلة من الفورامنيفرا القاعية متمثلة بأجناس *Nodosaria*, *Textularia* فضلا عن ظهور القليل من الفورامنيفرا الطافية ذات الجؤجؤ المتمثلة بأجناس *Globotruncana*, *Globotruncanita* كما شخص وجود السمنت الدروزي (pl.1 fig.B). ان مجمل صفات هذه السحنة تشير الى تكونها ضمن مناطق الرصيف الخارجي، وهي بذلك تكافئ السحنة القياسية (SMF2) المترسبة ضمن النطاق السحني (FZ3) العائد لحافة الرصيف العميق (Willson,1975; Flugel , 1982 , 2004) open deep shelf margin

3-3-2 سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للفورامنيفرا الطافية ذات الجؤجؤ الدقيقة

Keeld Planktonic Foraminiferal packstone submicrofacies (P2)

تتواجد هذه السحنة في الأجزاء الوسطى والسفلى من التكوين ضمن طبقات المارل والحجر الجيري والحجر الجيري المارلي بسمك 30متر، تتمثل بسيادة الفورامنيفرا الطافية الجؤجؤية وهي جنس *Globotruncana*, *Globotruncanita* فضلا عن وجود القليل من الفورامنيفرا الطافية الكروية منها جنس *Heterohilx*, *Hedbrgella*, *Globigerinoids* كما ان هذه السحنة متأثرة بالعمليات التحويرية وهي السمنت الدروزي والسمنت الحبيبي والمسامية و الإذابة وكذلك وجود معدن الكلوكونايت والبايرايت بهيئات مختلفة (pl.1, fig.A). تضاهاي هذه السحنة السحنة القياسية SMF8 المترسبة في النطاق السحني FZ2 المترسب في بيئة (Open Sea Shelf) (Willson,1975; Flugel, 1982, 2004).

4-3- سحنة الحجر الجيري الحبيبي الدقيقة Lime Grianstone Microfacies

يتراوح سمك هذه السحنة (15متر) في وسط التكوين، نسبة الحبيبات الهيكلية تكون (60 - 90%)، تتواجد هذه السحنة في الأجزاء السفلى من التكوين وتظهر ضمن طبقات من الحجر الجيري المارلي، ونظرا لتباين واختلاف المكونات الهيكلية لهذه السحنة تم تقسيمها الى سحنتين ثانويتين وهما:

3-4-1 سحنة الحجر الجيري الحبيبي الحاملة للفورامنيفرا الطافية الكروية الحجرات الدقيقة

Global Planktonic Foraminiferal Grianstone Submicrofacies (G1)

تتواجد هذه السحنة ضمن طبقات من الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي، بسمك 5م وتتمثل هذه السحنة بسيادة الفورامنيفرا الطافية الكروية متمثلة بأجناس *Asterigerina*, *Hedbrgella*, *Heterohilx* كما تحتوي على نسبة قليلة من الفورامنيفرا القاعية متمثلة بأجناس *Nodosaria* and *Textularia* فضلا عن ظهور القليل من الفورامنيفرا الطافية ذات الجؤجؤ *Globotruncana* and *Globotruncanita* من العمليات التحويرية التي اثرت السمنت بنوعيه الحبيبي والدروزي وعروق الكالسايت والأذابة التي تنتج عنها المسامية وكذلك سجل وجود معدن البايرايت بهيئات مختلفة ضمن الأرضية الميكروية او في داخل حجرات المتحجرات (pl.1.fig.D) ان زيادة نسبة الفورامنيفرا الطافية ذات الحجرات الكروية وقلة الفورامنيفرا الطافية ذات الجؤجؤ يدل على ان السحنة مترسبة ضمن البيئات البحرية والتي تقع بيئة الرصيف القاري (Keller

(Sari et al., 2007 et al., 2008). تكافئ هذه السحنة السحنة القياسية (SMF10) المترسبة ضمن النطاق السحني (FZ2) العائد لحافة الرصيف العميق (open sea shelf deep) (Willson, 1975; Flugel, 1982, 2004).

2_4-3 سحنة الحجر الجيري الحبيبي الحاملة للفورامينيفرا الطافية ذات الجؤجؤ الدقيقة

Keeld Planktonic Foraminiferal Grianstone Submicrofacies (G2)

تتواجد هذه السحنة ضمن طبقات حجر الجيري المارلي بسمك (10م) وتتمثل بسيادة الفورامينيفرا الطافية متمثلة بنجس *Globotruncana and Globotruncanita* كما تحتوي على قليلة من الفورامينيفرا الطافية ذات الحجرات الكروية *Hedbergella and Heterohilx*, فضلا عن ظهور القليل من الفورامينيفرا القاعية. حددت العمليات التحويرية منها السمنت الدرزي ومعدن الكلوكونايت (pl.1. fig.C). تضاهي السحنة القياسية (SMF2) المترسبة ضمن النطاق (FZ3) العائد لحافة الرصيف العميق (Willson, 1975; Flugel, 1982, 2004).

4 - البيئة الترسيبية Sedimentary Environment

يعد استنتاج البيئة الترسيبية أحد اهداف الدراسات السحنية والأحاثية لتتابعات قيد الدراسة وذلك لان لكل بيئة ترسيبية سحناتها ومواصفاتها الرسوبية والحياتية الخاصة التي تميزها عن بقية البيئات الأخرى (Boggs, 2006). يعد العمق البحري أحد اهم العوامل البيئية التي تؤثر على توزيع الاحياء وهناك عددا من العوامل البيئية الأخرى والتي تتغير مع تغير العمق وهي درجة الحرارة والملوحة والضوء وطبيعة القاع والتيارات البحرية والغازات المذابة بالمياه. حيث ان مع زيادة العمق البحري تقل درجة الحرارة ويزداد غاز ثنائي اوكسيد الكربون ويقل الاوكسجين المذاب وكما يقل الضوء ويقل التيارات البحرية بالإضافة الى زيادة الضغط الهيدروستاتيكي (Koutsokos, 1985 ; Koutsokos and Hart, 1990; Grafe, 2005). إن أنواع الفورامينيفرا الطافية تكون أكثر وفرة في المياه العميقة وتتخفف نسبتها في المياه الضحلة. أما أنواع الفورامينيفرا القاعية فهي تظهر اتجاهاً معاكساً إذ تزداد نسبتها في المياه الضحلة ويقل تواجدها في المياه العميقة (Keller et al., 2007).

يتصف المحتوى الحياتي لصخور تكوين بخمة بوجود الفورامينيفرا الطافية والقاعية وبالإمكان الإشارة الى أبرز مجاميع المتحجرات المشخصة في الدراسة وهي الفورامينيفرا الطافية (*Hedbergella*) الجنس الأكثر شيوعاً من المستحاثات الأخرى والذي يعيش في البيئات العميقة والتي تكون ذات ملوحة معتدلة (Brasier, 1980). شيوع متحجرات الجنس (*Heterohilx*) بالمرتبة الثانية والتي تعيش في البيئات العميقة ذات الملوحة المعتدلة (Douglass, 1960)، ظهرت في الدراسة الفورامينيفرا القاعية بصورة قليلة منها (*Textularina, Nodosaria, Rotalina, Lagena, Cibicidoides*) إضافة الى ظهور شوكتيات الجلد والمحاريات والتي تدل على بيئة بحرية ضحلة. كما ظهرت انواع قليلة من الفورامينيفرا الطافية ذات الجؤجؤ منها (*Globotruncanita and Globotruncana*). يتألف تكوين بخمة في منطقة شقلاوة هيران من تتابعات صخور الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي سحنيا قسم التكوين إلى أربع سحنات رئيسية وثمان سحنات ثانوية، السحنة الدقيقة الرئيسية الأكثر انتشاراً ضمن التكوين هي سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الحاملة للفورامينيفرا الطافية والتي أمكن تقسيمها إلى سحنتين دقيقتين ثانويتين، وتشير السحنتان الى ترسيب التكوين في بيئة الرصيف الخارجي. تنتشر ضمن هذه السحنات العديد من انواع الفورامينيفرا الطافية منها *Hedbergella, Globigerinoids* حيث تتجمع أصداف هذه الاجناس في المياه البحرية العميقة وحشودها تواجدت ضمن التكوين بتنوع عالٍ ووفرة وذات احجام كبيرة مما يدل على سيادة الظروف البيئية الملائمة لازدهارها (Robaszynski et al., 1984 ; Caron, 1985 and Sari et al., 2008).

أن التوزيع العمقي للفورامينيفرا الطافية خلال الكامبانيان_المسترختيان المبكر يكون مشابهاً للأشكال الحديثة، أما الأشكال ذات الحجرات الكروية فهي تتواجد في المياه القريبة من السطح أما الأشكال المنتقخة الحجرات والاصداف محدبة الوجهين او المستوية المحدبة والحاملة للجؤجؤ تزداد مع زيادة عمق المياه (Hart, 1980 and Hart and Bailey,

(1979). أن نسبة الأنواع الطافية ذات الحجرات الكروية التي تعود الى الأجناس (*Rugogobigerina, Heterohelix, Globigerinlloides and Archeaglobigerina*) تكون اعلى في قيعان المياه الضحلة ضمن بيئة الرصيف الوسطي- الخارجي او تمتد من حافة الرصيف العميق الى الرصيف البحري المفتوح ، أما نسبة الأنواع الطافية الحاوية على الجؤجؤ والتي تعود إلى الأجناس (*Globotruncana, Globotruncanita and Contusatruncana*) فهي تزداد في بيئة الرصيف الخارجي - الباثيال الأعلى (Kotsoukos and Hart, 1990). أن الأجناس (*Heterohelix and Hedbergella*) هي أول الاجناس التي تظهر خلال التقدم البحري، وآخر الانواع التي تختفي خلال التراجع البحري في البحار القارية الضحلة (Leckie, 1987 and Hart, 1980).

أوضحت دراسة (Koutsoukos and Hart, 1990) أن الأنواع العائدة إلى الأجناس التالية تدل على تواجدها في بيئة تمتد من حافة الرصيف العميق الى الرصيف البحري المفتوح the edge of the deep shelf. To the Open Sea Shelf

Gavelinella, Pullenia, Anomalinoidea, Cibicidoides, Ammodiscus, Lagena, Gyroidinoides, Marssonella, Nodosaria, Osangularia, Nuttallides, Lenticulina and Bathysiphon.

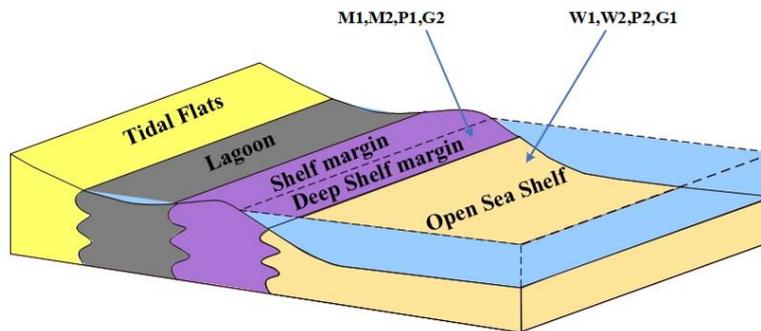
اشار (Luger, 1985) إلى أن تواجد الانواع التابعة للأجناس القاعية التالية (*Cibicidoides, Gyroidinoides, Nodosaria, Lenticulin and Anomalinoidea*) - الباثيال الأعلى وعمق المياه (100 - 500) متر. نستنتج من كل ما تقدم أن حشود الفورامينيفرا في تكوين بخمة البيئة الترسيبية للتكوين تمتد من حافة الرصيف العميق الى الرصيف البحري المفتوح شكل (3) وشكل (4).

الاستنتاجات: Conclusions:

- 1- صخاريا يتكون تكوين بخمة من تتابعات الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي.
- 2- بتروغرافيا حددت طبيعة الصخور ومحتوياتها من المكونات الهيكلية وغير الهيكلية وتشمل الفورامينيفرا الطافية (*Heterohelix, Hedbergella, Asterigerina Globigerinoides Globotruncana*)، والفورامينيفرا القاعية والمتمثلة بأجناس (*Nodosaria, Textularia, Rotalina, Bolivina*) فضلا عن ظهور القليل من شوكلات الجلد.
- 3- تم تحديد السحنات الدقيقة ممثلة سحنة الحجر الجيري الطيني الدقيقة وتقسم الى (سحنة الحجر الجيري الطيني الحاملة للمتحجرات الثانوية الدقيقة وسحنة الحجر الجيري الطيني الخالية من المتحجرات الثانوية الدقيقة)، سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الرئيسية وتقسم الى (سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الفورامينيفرا الطافية كروية الحجرات الثانوية وسحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامينيفرا ذات الجؤجؤ الطافية الثانوية)، سحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة وتقسم الى (سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للفورامينيفرا الطافية الكروية الحجرات الدقيقة وسحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للفورامينيفرا الطافية ذات الجؤجؤ الدقيقة)، سحنة الحجر الجيري الحبيبي الدقيقة وتقسم الى (سحنة الحجر الجيري الحبيبي الحاملة للفورامينيفرا الطافية الكروية الحجرات الدقيقة وسحنة الحجر الجيري الحبيبي الحاملة للفورامينيفرا الطافية ذات الجؤجؤ الدقيقة)،
- 4- اعتمادا على نتائج السحنات الدقيقة ومحتوها من المتحجرات حددت البيئة الترسيبية للتكوين تمتد من حافة الرصيف العميق الى الرصيف البحري المفتوح.

Age	Formation	Lithology	Thickness(m)	Sample No.	Mudstone	Wackstone	Packstone	Grianstone	Hetrohlix	Hedbrglia	Globogerinoides	Globotruncanite	Globotruncana	Nodosaria	Textularia	Cibicides	Bilivina	Echinoderms	Gasropoda	Pelecypoda	Lagena	cement	Styolite	Porosity	Pyrite	Glauconite	Fore Slope	Deep shelf	Margin	Open sea shelf	Basin			
115	Shirinish	2	26	26					x	x	x	x	x	x	x							x												
110	Behkma Formation	2	25	25					x	x				x								x												
105			24	24					x	x	x				x								x											
100	Behkma Formation	2	23	23					x	x				x								x												
95			22	22						x	x	x			x								x											
90	Behkma Formation	2	21	21					x	x				x								x												
85			20	20						x	x				x								x											
80	Behkma Formation	2	19	19					x	x				x								x												
75			18	18						x	x				x								x											
70	Behkma Formation	2	17	17					x	x				x								x												
65			16	16						x	x				x								x											
60	Behkma Formation	2	15	15					x	x				x								x												
55			14	14						x	x				x								x											
50	Behkma Formation	2	13	13					x	x				x								x												
45			12	12						x	x				x								x											
40	Behkma Formation	2	11	11					x	x				x								x												
35			10	10						x	x				x								x											
30	Behkma Formation	2	9	9					x	x				x								x												
25			8	8						x	x				x								x											
20	Behkma Formation	2	7	7					x	x				x								x												
15			6	6						x	x				x								x											
10	Behkma Formation	2	5	5					x	x				x								x												
5			4	4						x	x				x								x											
0	Behkma Formation	2	3	3					x	x				x								x												
0			2	2						x	x				x								x											

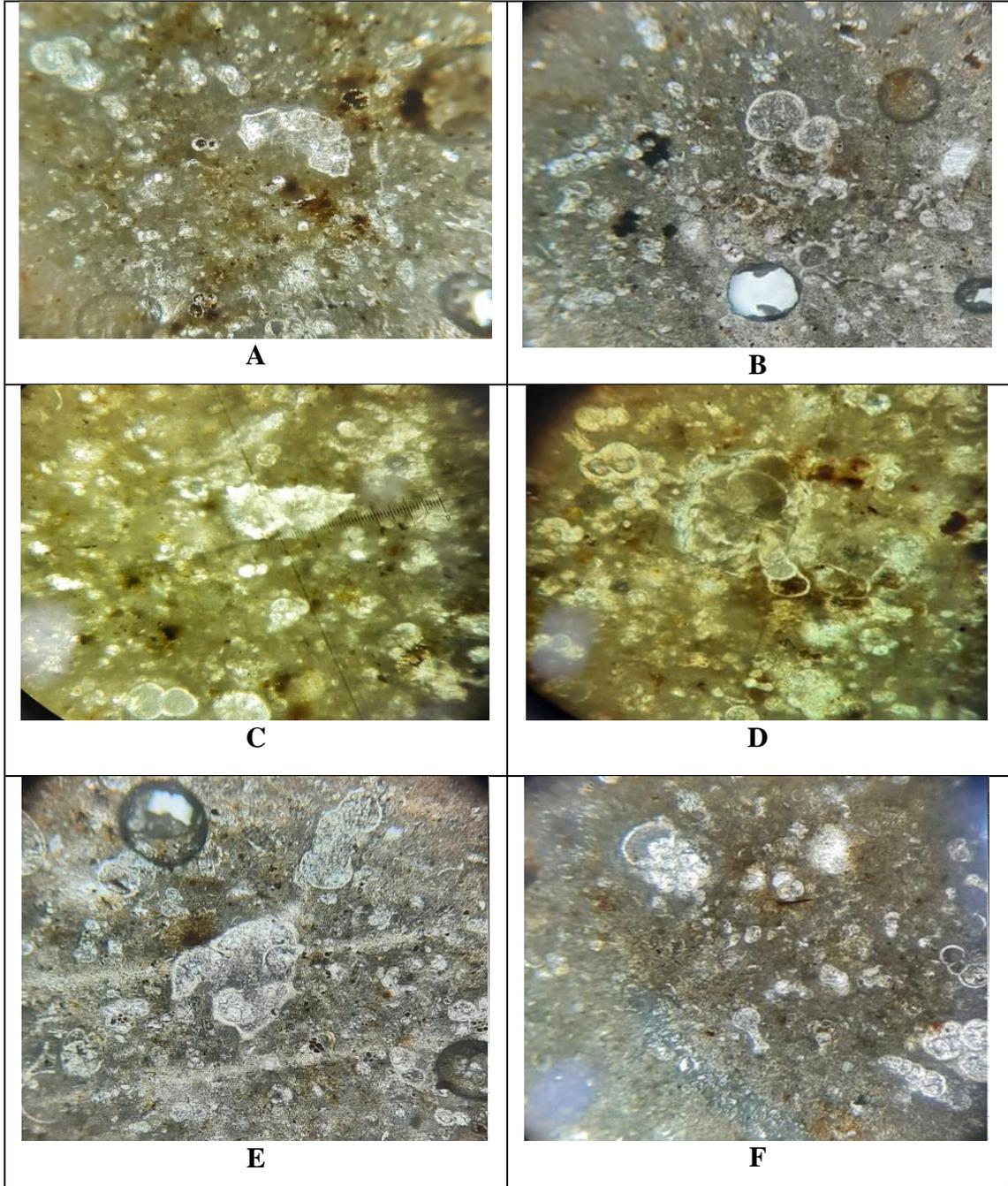
شكل 3. السحنات الدقيقة والبيئة الترسيبية للتكوين بخمة



- M1: Fossiliferous lime mudstone Submicrofacies
- M2: Non Fossiliferous lime mudstone Submicrofacies
- W1: Global Planktonic Foraminiferal Wackstone Submicrofacies
- W2: Keeld Planktonic Foraminiferal Wackstone Facies
- P1: Global Planktonic Foraminiferal Packstone Submicrofacies
- P2: Keeld Planktonic Foraminiferal packstone submicrofacies
- G1: Global Planktonic Foraminiferal Grianstone Submicrofacies
- G2: Keeld Planktonic Foraminiferal Grianstone Submicrofacies

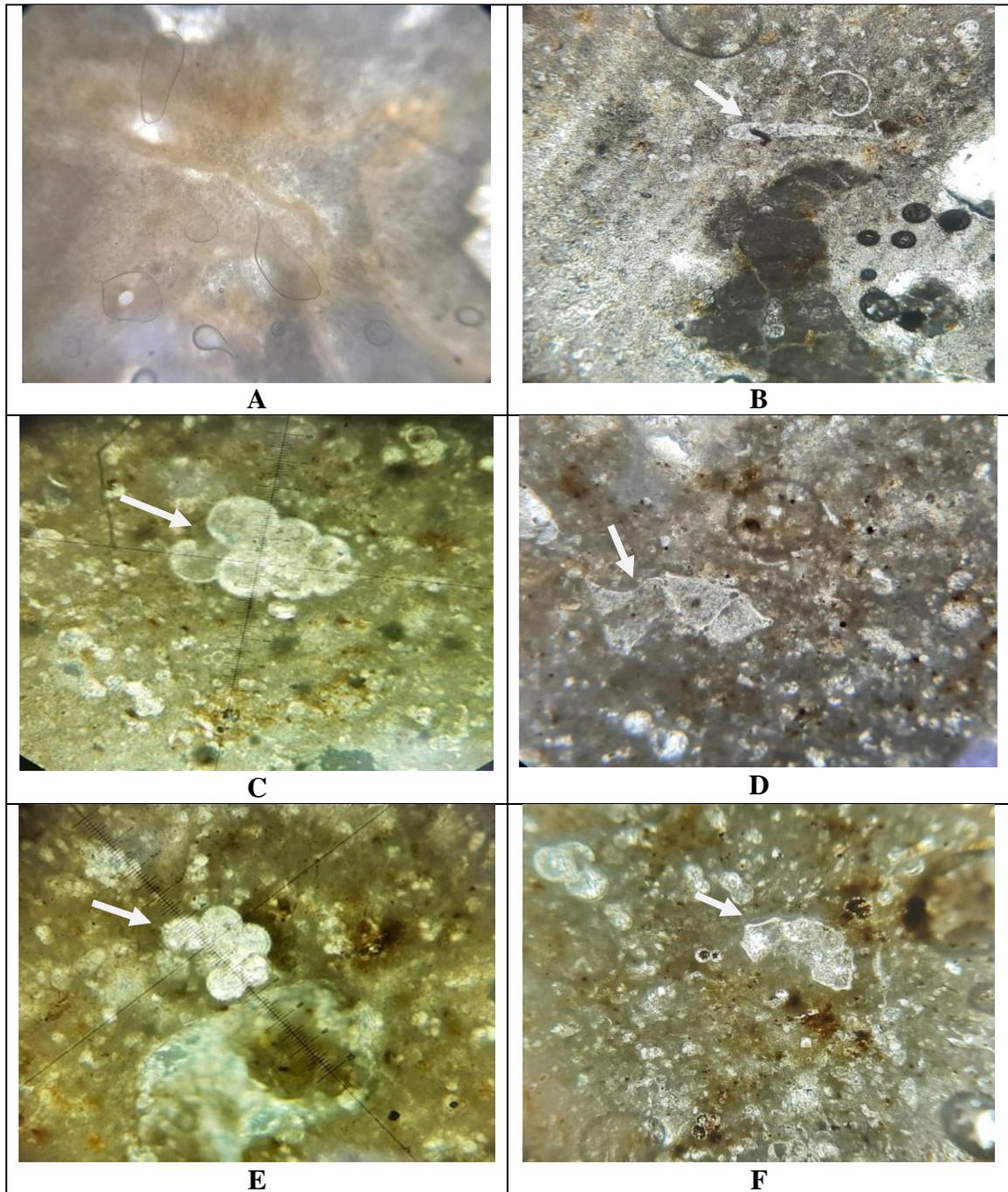
شكل 4. الموديل الرسوبي للتكوين بخمة

PLAT - 1



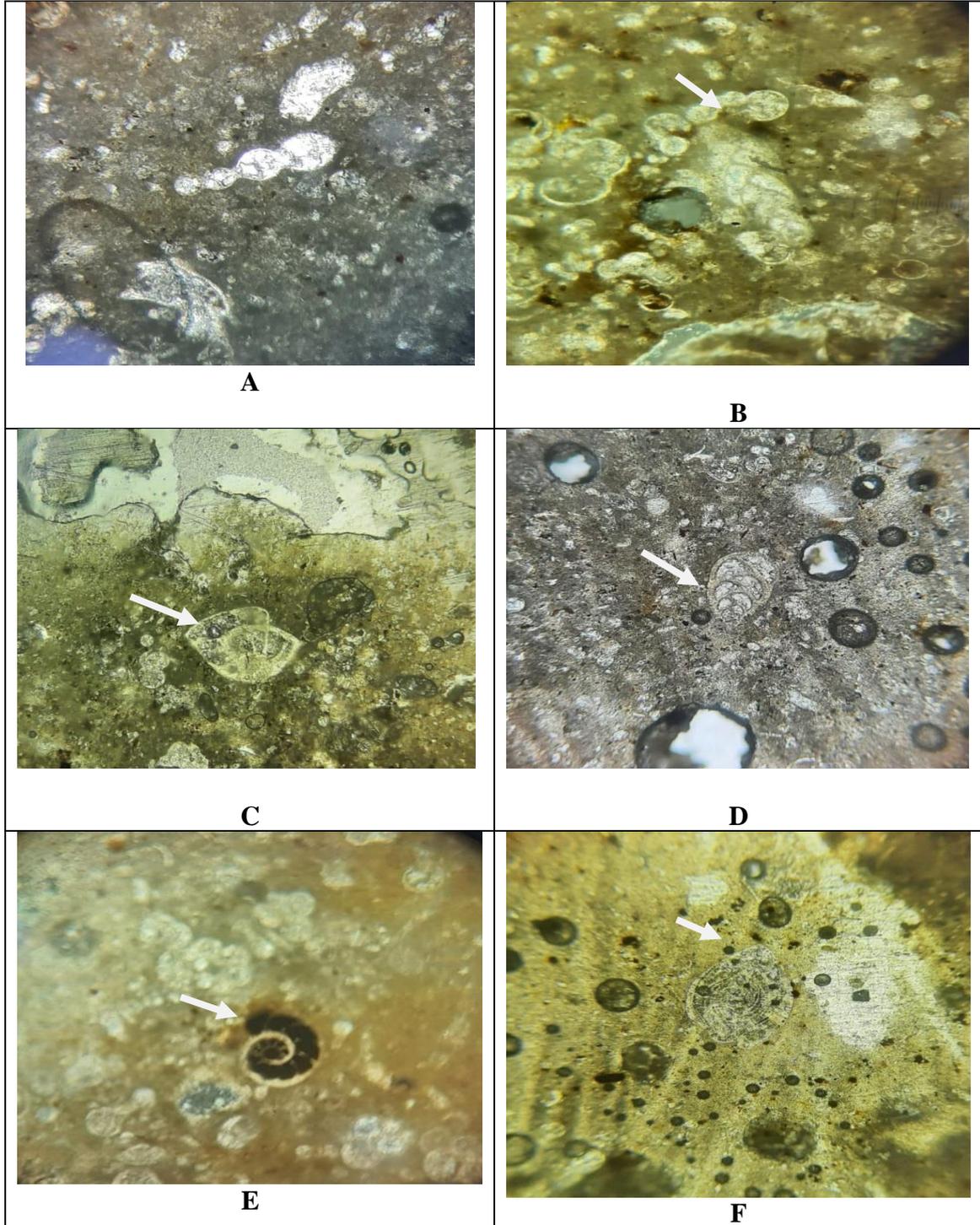
A- Keelid Planktonic Foraminiferal packstone Submicrofacies x 40 (*Globotruncana*) B- Globular Planktonic Foraminiferal Grianstone Submicrofacies x 40, C- Keelid Planktonic Foraminiferal Grianstone Submicrofacies x 40, D- Globular Planktonic Foraminiferal Grianstone Submicrofacies x 40, E- Keelid Planktonic Foraminiferal Wackstone Submicrofacies x 40, F- Globular Planktonic Foraminiferal Wackstone Submicrofacies x 40

PLAT – 2



A – Nonfossiliferous Mudstone Submicrofacies x 40, B- Fossiliferous Mudstone Submicrofacies x 40, C- *Heterohelix* x 100, D- *Globotruncanite* x 100, E- *Hedbergella* x100, F- *Contusatruncana*

PLAT – 3



**A - Nodosaria X 100, B- Textularia X100, C- Rotallina X100, D- Bolivina X100, E- Cibicidoides X100 M
F- Leftusia X100.**

References

- Al-Haidari, L.Y., 2009. Stratigraphy and Depositional Environment of the Bakhma Formation and the Nature of its Contact with the Sharansh Formation in the Dohuk Region, Northern Iraq. Unpublished MSc Thesis, University of Mosul, Iraq, 131 P.
- Al-Jubouri, N.H., 2020. A Sedimentological and Stratigraphic Study of the Sequences of the Bakhma Formation in Selected Areas in Northern Iraq. Unpublished MSc Thesis, Tikrit University, Iraq, 115 P.

- Al-Shireedah, W.M., 2009. Study of Sedimentological Variations in Bekhme Formation in a Specified Outcrop at Dohuk Area, N. Iraq. Unpublished PhD Thesis, University of Mosul, Iraq, 130 P.
- Bellen, Van. R.C., Dunnington, H.V., Wetzel, R. and Morton, D.M., 1959. Lexique Stratigraphique International Asia, Fascicule ,10a, Iraq, Central National deal Recherches Scientifique, Paris, 333 P.
- Berggren, W.A. and Miller, K.G., 1988. Paleogene Tropical Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy and Magnetobiochronology. *Micropaleontology*, Vol. 34, pp. 341 – 362. DOI: [10.2307/1485604](https://doi.org/10.2307/1485604)
- Boggs, S.J., 2006. Principles of Sedimentology and Stratigraphy, Pearson Education Inc., 662 P.
- Buday, R.T., 1980. The Regional Geology of Iraq, 1, Stratigraphy and Paleogeography, Kassab, I.I.M. and Jassim, S.Z. (eds). SOM, Baghdad, 445 P.
- Buday, R.T. and Jassim, S.Z., 1987. The Regional Geology of Iraq, 2, Tectonism, Magmatism and metamorphism, Baghdad, 352 P.
- Caron, M., 1985. Cretaceous Planktic Foraminifera. In Bolli, H.M., J.R. Saunders and K. Perch-Nielaem (eds.) *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press, pp. 17– 86, figs. 37.
- Douglass, R.C., 1960. The Foraminiferal Genus *Orbitolina* in North America, U. S. Geol. Survey, Prof. paper 333, 52 P.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. In: Ham, W.E. (ed.) *Classification of Carbonate Rocks*. American Association of Petroleum Geologists, Bull., pp. 108–121.
- Flügel, E., 2004. *Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application*, Springer, Berlin, 976 P.
- Flügel, E., 1982. *Microfacies Analysis of Limestone*. Springer-Verlag, Berlin, 633 P.
- Grafe, K.U., 2005. Late Cretaceous Benthic Foraminifera from the Basque-Cantabrian Basin, Northern Spain, *Jour. Iber. Geo.*, Vol. 31, No. 2, pp. 277-298.
- Hart, M. B., 1980. A Water Depth Model for Evolution of the Planktonic Foraminifera, *Nature*, No. 286, pp. 252-254.
- Hart, M.B. and Bailey, H.W., 1979. The Distribution of Planktonic Foraminifera in the Mid-Cretaceous of NW Europe. In Wiedmann, J. *Aspekte der kreide Europas*. INTUNION Geol. Sci. Ser.. A. Vol. 6, pp. 527-542.
- Keller, G., Adatte, T., Tantawy, A.A., Berner, Z., Stinnesbeck, W., Stueben, D. and Leanza, H.A., 2007. High Stress Late Maastrichtian–Early Danian Palaeoenvironment in the Neuquen Basin, Argentina. *Cretac. Res.* 28, pp. 939–960. DOI: [10.1016/j.cretres.2008.06.001](https://doi.org/10.1016/j.cretres.2008.06.001)
- Koutsoukos, A.M. and Hart, M. B., 1990. Cretaceous Foraminiferal Morphogroup Distribution Patterns Palaeocommunities and Trophic Structures: A Case Study from the Sergipe Basin, Brazil. *Transaction of the Royal Society of Edinburgh: Earth sciences*, Vol. 81, pp. 221-246.
- Koutsoukos, A.M., 1984. Evolucao Paleocologica do Albiano ao Maastrichtian na Area Noroeste da Bacia de Campos, Brasil, *Combase. Congresso Brasileiro de Geol.*, Vol.2, pp. 685-696.

- Leckie, R.M., 1987. Paleocology of Mid–Cretaceous Planktonic Foraminifera: A Comparison of Open Ocean and Epicontinental Sea Assemblages. *Micropaleontology*, Vol. 33, No. 2, pp. 164-176.
- Luger, P., 1985. Stratigraphie dre Marinen ob Erkreide und des Alttertiars in Sudwestlichen Oberrnil – Bechen (SW-Egypten) Under Besonder Berucksichtigung der, *Micropaleontologic, Paleoecologie and Paleogeographie Berliner geowiss. Abh.*, Ae 63, 151 P.
- Yahya, N.A., Aghwan, Th.A. and Hussain, S.H., 2020. Petrology and Genesis Development of the Hardground at the Uppermost Part of Bekhme Formation, Dohuk Area, Northern Iraq, *Iraqi National Journal of Earth Science*, Vol. 20, No. 1, pp. 1-19. DOI: [10.33899/earth.2020.170287](https://doi.org/10.33899/earth.2020.170287)
- Numan, N. M. S., 1997. A Plate Tectonic Scenario for the Phanerozoic Succession in Iraq, *Iraqi Geol. Jour.*, Vol. 30, No. 2, pp. 85-110.
- Robaszynski, F., Caron, M., Gonzalez, J.M. and Wonders, A., 1984. Atlas of Late Cretaceous Planktonic Foraminifera. *Rev. Micropal.*, fasc. 3–4, pp. 145–305.
- Sari, B., Sari, K. and Ozer, S., 2008. Benthonic Foraminiferal Biostratigraphy of the Upper Cretaceous (Middle Cenomanian–Coniacian) Sequences of the Bey Daglari Carbonate Platform, Western Taurides, Turkey. *Turk Jour. Earth Sci.* Vol. 18, pp. 393–425. DOI: [10.3906/yer-0612-5](https://doi.org/10.3906/yer-0612-5)
- Weam M. Al-Shireedah1 and Jamal S. Al-Ghrear, 2022. Lithological Variations and Facies Analysis of the Lower Part of the Bekhme Formation in Specific Outcrops from Dohuk Area, Northern Iraq. *Iraqi National Journal of Earth Science*, Vol. 22, No.2, pp. 105-201. DOI: [10.33899/earth.2022.135153.1023](https://doi.org/10.33899/earth.2022.135153.1023)