Iraqi National Journal of Earth Science
www.earth.mosuljournals.com

# السحنات الدقيقة والبيئة الترسيبية لتكوين كوميتان ضمن تتابعات (التورونيان – الكامبانيان الاسفل) في حقل باي حسن – شمالي العراق

عمر محمود عمر[1*]، عبدالسلام مهدي صالح[2]، فارس نجرس حسن[3]

[3،2،1] قسم علوم الارض التطبيقة، كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت، العراق.

**معلومات الارشفة**

**تاريخ الاستلام:** 26– ديسمبر –2023

**تاريخ المراجعة:** 23– يناير –2024

**تاريخ القبول:** 22– فبراير –2024

**تاريخ النشر الالكتروني:** 01– يناير –2025

**الكلمات المفتاحية:**

كوميتان

البيئة الترسيبية

السحنات الدقيقة

**المراسلة:**

**الاسم:** عمر محمود عمر

Email: omarmahmood631@gmail.com

**الملخص**

تضمنت الدراسة الحالية دراسة السحنات الدقيقة والبيئة الترسيبية لتكوين كوميتان ضمن تتابعات دورة (التورونيان – الكامبانيان المبكر) في ثلاث مقاطع تحت سطحية ضمن قبة كثكة تمثل الاول بمقطع (BH-52) بسمك (151)م، في حين يتمثل الثاني بمقطع (BH-81) بسمك (188) والثالث (BH-96) وسمكه (144)م. تتألف صخور التكوين قيد الدراسة بشكل رئيس من طبقات متداخلة من الحجر الجيري الرمادي والحجر الجيري المتدلمت الصلب والحجر الجيري السجيلي والحجر الجيري المارلي متوسط الصلابة في الوحدتين السفلى والعليا ومن سجيل جيري رمادي اللون مترقق متوسط الصلابة في الوحدة الوسطى، واوضحت الدراسة ان تتابعات هذه الدورة متوافقة مع تكوين كولنيري الذي يسفلها وتكوين مشورة الذي يعلوها. اظهرت الدراسة البتروغرافية لصخور التكوين تشخيص ثلاث سحنات رئيسة وخمس سحنات ثانوية استنتجت من خلالها بيئة التكوين والممتدة من بيئة حافة الرصيف العميق (Toe of slope) الى البيئة الحوضية العميقة (Deep sea).

DOI: 10.33899/earth.2024.145619.1202, ©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 Depositional Environment of Kometan Formation within Sequences (Turonian-Lower Campanian) in Bai Hassan Field/Northern Iraq

**Omar M. Omar [1*], Abdul-Salam M. Saleh [2], Faris N. Hasan [3]**
*[1,2,3] Department of Applied Geology, College of Science, University of Tikrit, Tikrit, Iraq.*

**Article information**

**Received:** 26- Dec -2023

**Revised:** 23- Jan -2024

**Accepted:** 22- Feb -2024

**Available online:** 01- Jan – 2025

**Keywords**:
Kometan
Depositional environment
Microfacies

**Correspondence**:
**Name:** Omar M. Omar

Email
omarmahmood631@gmail.com

## ABSTRACT

The present study included the study of the microfacies and the depositional environment of the Kometan Formation within the sequences of the (Turonian- lower Campanian) cycle in three subsurface sections within a dome of Kithki represented by the first section (BH-52) with a thickness of (151) m, while the second is represented by a section (BH-81) with a thickness of (188) and the third (BH-96) and a thickness of (144) m. The rocks of the formation under study consist mainly of overlapping layers of hard gray limestone, hard dolomitized limestone, shally limestone and marly limestone of medium hardness in the lower and upper units and of a lamination grey limestone of medium hardness in the middle unit, and the study showed that the sequences of this cycle are conformity with lower Gulneri Formation and upper contact with Mushorah Formation. The petrographic study of the formation rocks showed the diagnosis of three main microfacies and five secondary submicrofacies which the formation environment was deduced from the Toe of slope to the deep basin sea.

DOI: 10.33899/earth.2024.145619.1202, ©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/**) .

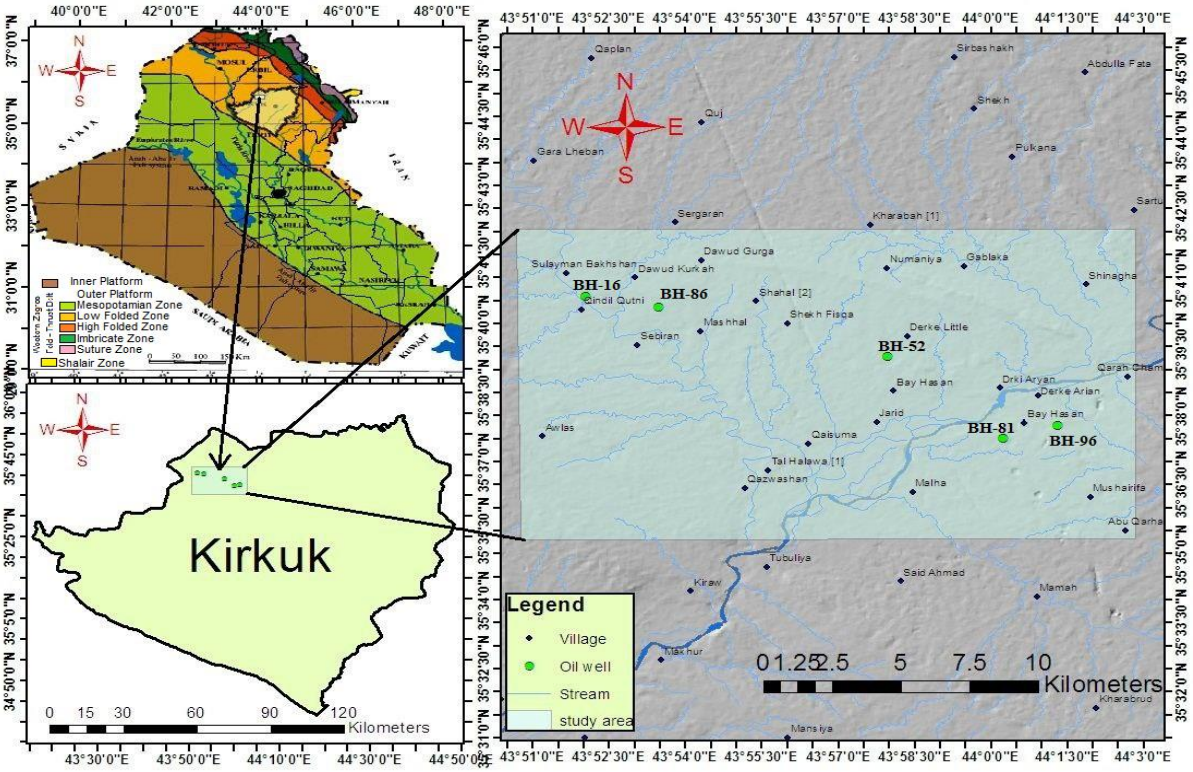
## Introduction المقدمة

وصف (Bellen *et. al.*, 1959) تكوين كوميتان لأول مرة في المقطع النموذجي في قرية كوميتان قرب عين دزة شمال شرق رانية في شمال شرقي العراق، وقدموا وصفا تفصيليا للتكوين، حيث حددوا سمكه في المقطع النموذجي ب (36) م، وتتألف تتابعاته من طبقات رقيقة من الحجر الجيري الكلوبوجيرايي _ الاوليكوستيجايني ذي اللون الرصاصي الفاتح، وباللون الابيض الى الرصاصي للأجزاء المتأثرة بالتجوية، فضلا عن تأثر بعض اجزائه لعملية السلكتة (Silicification) ووجود عقد الصوان (Chert) في بعض الطبقات، أضافة الى وجود ترسبات الكلوكونايت (Glauconite) في الجزء الاسفل من التكوين، وحددوا عمر التكوين في مقطعه النموذجي من (التورونيان المبكر _ السانتونيان)، كما واوضح (Buday, 1980) ان تكوين كوميتان يعد من أكثر تكوينات دورة (التورونيان _ الكامبانيان المبكر) الترسيبية الثانوية انتشارا في شمال العراق، وأن تتابعاته الحاوية على سحنات الكلوبوجيراينا والاوليكوستيجاينا مترسبة في بيئة البحر المفتوح، كذلك بين (Balaky *et.al.*, 2016) من خلال دراسته التحليل السحني والطباقية التتابعية لتكوين كوميتان في النطاق المتراكب شمال شرق العراق، أن تتابعات التكوين مترسبة في بيئة البحر المفتوح ضمن ظروف هادئة شبه مختزلة، وقسم (Malak *et.al.*, 2021) تتابعات تكوين كوميتان في مقطع سد دوكان الى ثلاث سحنات رسوبية دقيقة تمثل بيئات (الرف الخارجي والمنحدر الاعلى والمنحدر الاوسط)، وحددوا عمر التكوين من (التورونيان المتأخر _ الكامبانيان المبكر) وذلك من خلال تقسيم تتابعات التكوين الى خمسة انطقة حياتية لمتحجرات النانو الكلسية، واستنتج (Taha, 2022) من خلال دراسة البيئة القديمة لتكوين كوميتان في منطقة دوكان، ان التكوين ترسب في بيئة بحرية عميقة اعتمادً على حشود الاوستراكودا وبعض انواع الفورامنيفرا.

اشتملت الدراسة الحالية على وصف تكوين كوميتان والمتألف من تتابعات من الحجر الجيري والحجر الجيري السجيلي والحجر الجيري المارلي والحجر الجيري المتدلمت في ثلاثة ابار في حقل باي حسن شمالي العراق من الناحية الرسوبية عن طريق وصف السحنات الدقيقة للتكوين، حيث تهدف الدراسة الحالية الى دراسة السحنات الدقيقة واستنباط البيئة الترسيبية للتكوين ورسم الموديل الرسوبي له.

## الموقع الجيولوجي Geologic setting

لقد اشتملت منطقة الدراسة الحالية على ثلاث مقاطع تحت سطحية ضمن قبة كثكة في حقل باي حسن شمالي العراق متكونة من آبار (BH-52, BH-81, BH-96) كما مبين في الجدول (1) (شعبة الدراسات، 1992) والواقعين ضمن نطاق الطيات الواطئة (Low Folded Zone) ضمن حزام طي وتصدع زاكروس الغربي حسب التقسيمات التكتونية للعراق (Fouad, 2010) الشكل(1).



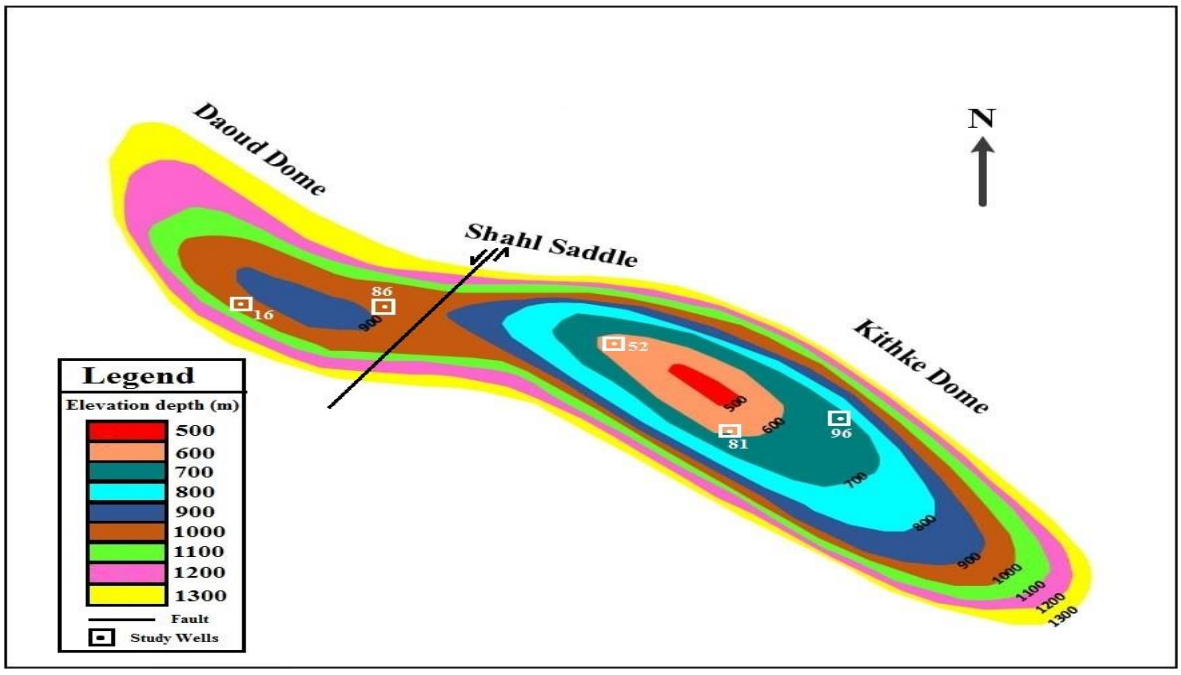

**شكل 1. التقسيمات التكتونية للعراق موضحاً عليها آبار الدراسة الحالية عن (Fouad, 2015)**

**الجدول 1: يبين احداثيات آبار الدراسة مع حدود وسمك التكوينات وعدد الشرائح المدروسة ( شعبة الدراسات، 1992)**

| Kometan Formation | | | | Coordinates (UTM) | البئر Wells |
|---|---|---|---|---|---|
| Numberof slides | Thickness | Lower limit | Upper limit | | |
| 86 | 151m | 1511m | 1360m | N:3946157 E:406362 | BH_52 |
| 237 | 188m | 1648m | 1460m | N:3942849 E:409847 | BH_81 |
| 152 | 144m | 1680m | 1536m | N:3943326 E:411466 | BH_96 |

يقع حقل باي حسن في محافظة كركوك شمال العراق على بعد (30) كم تقريبا شمال غرب مدينة كركوك، ويمثل طية محدبة طولية الشكل تتألف من قبتين هما قبة كثكة وقبة داود يصل طولها المحوري الى اكثر من 30 كم بالاتجاه شمال غرب_ جنوب شرق بموازاة الاتجاه العام لسلسلة جبال زاكروس في المنطقة والمناطق المجاورة، وهي نوع من الطيات المتكونة على الصدوع المتقدمة، حيث تكون قبة كثكة متناظرة وظاهرة على السطح وهي اكبر حجما واعلى تركيبا من القبة الشمالية الغربية المسماة قبة داود غير المتناظرة حيث يكون جناحها الجنوبي الغربي اقصر واشد ميلا من جناحها الشمالي والشمالي الشرقي، وتتأثر قبة داود بصدع زاحف كبير تصل اقصى ازاحة له الى حوالي 400م، ويفصل بينهما

سرج يسمى سرج الشهل، ينحرف فيه محور الطية قليلا بمقدار (°10 الى °20) غربا عن الاتجاه العام لمحور الطية، (شعبة الدراسات، 1992) الشكل (2).




**شكل 2. حقل باي حسن ( شعبة الدراسات, 1992 )**

حيث يكون سمك التكوين خلال مقاطع الدراسة 151 لمقطع (BH-52) و 188م لمقطع (BH-81) و 144 لمقطع (BH-96) بينما يكون سمكه خلال بئر (BH-86) 233م، وتتألف صخور التكوين قيد الدراسة بشكل رئيس من طبقات متداخلة من الحجر الجيري الرمادي والحجر الجيري المتدلمت الصلب والحجر الجيري السجيلي والحجر الجيري المارلي متوسط الصلابة في الوحدة السفلى اما الوحدة الوسطى فتتكون من سجيل جيري رمادي اللون مترقق متوسط الصلابة اما الوحدة العليا للتكوين فتتكون من طبقات متداخلة من الحجر الجيري والحجر الجيري المتدلمت الرمادي اللون الصلب مع طبقات من الحجر الجيري المارلي الرمادي اللون متوسط الصلابة (شعبة الدراسات،1992) الاشكال، (3–5).

## طرق الدراسة Methods of study

تمثلت الدراسة بالأطلاع على التقارير الداخلية والتقارير النهائية لأبار الدراسة حيث تمت دراسة 475 شريحة متوفرة لدى شركة نفط الشمال بواقع 86 شريحة لبئر BH-52 و 237 شريحة لبئر BH-81 و 152 شريحة لبئر BH-96 ووصفها بتروغرافيا تحت المجهر المستقطب (Optika) لتحديد السحنات الدقيقة ومن ثم استنباط البيئات الترسيبية، واستخدمت برامج البينت والاكسل والسيرفر والفيزيو في رسم المقاطع الطباقية.

## النتائج (Results)

### البتروغرافية (Petrography)

تعتبر الدراسة البتروغرافية للصخور الكاربوناتية الوسيلة الاكثر أهمية في وصف الترسبات الجيرية وتصنيفها، اذ تركز على الوصف التفصيلي لجميع المكونات الصخرية من ناحية المحتوى المعدني والعلاقات النسيجية داخل الصخور، حيث يتم وصف الصخور بهدف تصنيف وتفسير اصلها (Flugel, 2004; Chafeet *et al*., 2020)، وأهم اداة لوصفها وتشخيصها تتم بإستخدام المجهر الالكتروني والمجهر المستقطب (Ehrenberg and Baek, 2019)، حيث يقسيم النسيج الصخري للصخور الجيرية في الدراسة الحالية الى مجموعتين، اولهما الحبيبات (Grains) والتي بدورها تقسم الى حبيبات هيكلية (Skeletal Grains) مثل هياكل المتحجرات كالفورامنيفرا (Foraminifera) التي تقسم الى فورامنيفرا طافية متمثلة باجناس (*Hedbergella, Globotruncana Heterohelix, Globotruncanita*) اللوحات (1-A, B, C, D) وفورامنيفرا قاعية متمثلة بالجنس (*Nodosaria*) اللوحة (1-E) والكرات الكلسية (Calcisphere) اللوحة (1-F)

والمحاريات (Pelecypoda) اللوحة (2-A) وحطامها (Bioclast) اللوحة (2-B) و حبيبات غير هيكلية (Non-Skeletal Grains) والتي لم يشخص منها فقط الحبيبات موضعية النشأة (Authigenic Minerals) مثل البايرايت (Pyrite) اللوحة (2-C) و والكلوكونايت (Glauconite) اللوحة (2-D)، وثانيهما القاعدة الارضية (Groundmass) المكونة من الطين الجيري (Micrite) (اقل من 4 مايكرون)، اللوحة (2-E) والكالسايت السباري (Spary Calcite) (اكبر من4 مايكرون) التي تنغمر الحبيبات فيها اللوحة (2-F)، (Flügel, 1982; 2010).

**السحنات الدقيقة Microfacies**

تعرف السحنة على انها أصغر وحدة بنائية رسوبية يتم من خلالها تقديم وصفا صخاريا وحياتيا لأي تتابع رسوبي بحيث يمكن استنباط البيئة الرسوبية (Friedman and Sanders, 1978)، وعرفها (Walker, 1992) على انها عبارة عن كتلة صخرية لها صفات فيزيائية وحياتية تختلف عما حولها من الاجسام الصخرية الاخرى ، وأنَّ هذه الصفات تنتج بفعل العوامل الفيزيائية والكيميائية والحياتية المؤثرة في ترسبات الحوض الرسوبي ( Scholle and Ulmer Scholle, 2003)، حيث قسم تكوين كوميتان الى ثلاث سحنات رئيسة والتي بدورها قسمت الى خمس سحنات ثانوية وكما يلي:

**1 – سحنة الحجر الجيري الطيني الحاملة للفورامنيفرا الطافية الدقيقة الرئيسية**

**(Planktonic Foraminiferal Lime Mudstone Microfacies) (KM)**

تتألف هذه السحنة بصورة اساسية من الطين الجيري (Micrite) الذي يشكل حوالي 90% من مكونات هذه السحنة التي تحتوي على نسبة قليلة من الحبيبات الهيكلية لا تتجاوز 10% حسب تصنيف (Dunham, 1962)، وهي تشير الى بيئة ترسيبية ذات طاقة هادئة (Folk, 1980)، وتعتبر اقل السحنات انتشارا خلال مقاطع الدراسة، حيث شخصت فقط ضمن الجزء الاوسط لتكوين كوميتان، وبسمك يتراوح من (10)م الى (30)م لكل مقطع، تتميز السحنة بتواجد لاصداف الفورامنيفرا الطافية بنسب قليلة جدا متمثلة بأجناس ( *Hedbergella, Globotruncana, Globotruncanita, Heterohelix*)، ويلاحظ تأثر السحنة بالعمليات التحويرية بشكل منخفض كالسمنتة داخل الحبيبات وعملية اعادة التبلور والاذابة، مع تواجد متفاوت لمعدن البايرايت خلال السحنة اللوحة (3-A)، ان وجود هذه الاجناس ضمن السحنة يدل على ترسيبها في بيئات بحرية عميقة نسبيا ضمن المنحدر الاعلى استناد الى ( Hart, 1980; Sliter and Premoli Silva, 1990; Hibrecht, *et al*., 1992)، وكذلك بين ( Friedman and Reekman, 1982) ان وجود الجنس (*Hedbergella*) ضمن السحنة يعد دليلا على ترسيبها في البيئات البحرية العميقة والبعيدة عن تأثير الامواج والتيارات البحرية

وعند مقارنة هذه السحنة مع السحنات القياسية الموضوعة من قبل (Wilson, 1975; Flügel, 2004) نلاحظ تشابه هذه السحنة مع السحنة القياسية الدقيقة (SMF-3) والمترسبة ضمن النطاق السحني (FZ-1)، الذي يمثل بيئة (Deep Sea)، كما في الاشكال (3–5).

**2– سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الرئيسية**

**(Lime Wackestone Microfacies) (KW)**

تتألف هذه السحنة بصورة عامة بنسبة (10– 40%) من الحبيبات الهيكلية وغير الهيكلية حسب تصنيف (Dunham, 1962)، وتعتبر اكثر السحنات انتشارا خلال مقاطع الدراسة, حيث شخصت ضمن اعماق مختلفة من التكوين وبسماكات مختلفة تتراوح من (10)م الى (50)م لكل مقطع، وتميزت بشيوع اصداف الفورامنيفرا الطافية مع تواجد قليل جدا للكرات الكلسية وصفائح وشوكيات الجلد والطحالب الخضراء والرخويات وبشكل نادر لاصداف الفورامنيفرا القاعية متمثلة بالجنس (*Nodosaria*)، وتتأثر هذه السحنة بشكل متفاوت بالعمليات التحويرية كالسمنتة والاذابة والتشكل الجديد (اعادة التبلور) والدلمتة، مع انتشار متوسط لمعدن البايرايت خلال السحنة، كما في الاشكال (3–5)، وتقسم هذه السحنة الى اربع سحنات ثانوية :

**2-1- سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفرا الطافية الكروية الحجرات الثانوية**

**(Globular Chamber Planktonic Foraminiferal Lime Wackestone Submicrofacies)(KW1)**

شخصت هذه السحنة ضمن اعماق مختلفة في اسفل ووسط واعلى التكوين وبسماكات مختلفة تتراوح (10)م الى (50)م وتعتبر اكثر السحنات انتشارا خلال مقاطع الدراسة، حيث تميزت بأنتشار كبير لاصداف الفورامنيفرا الطافية ذات الحجرات الكروية متمثلة بالجنس (*Hedbergella*) وبنسبة اقل للجنس (*Heterohelix*)، بنسبة تواجد تتراوح من 10-40% من مكونات الصخرة مع تواجد قليل جدا لبعض اصداف الفورامنيفرا الطافية الحاملة للجؤجؤ والكرات الكلسية واصداف المحاريات وقطع شوكيات الجلد وتواجد نادر لأصداف الفورامنيفرا القاعية متمثلة بالجنس (*Nodosaria*)، التي كانت نسب تواجدها اقل من 10% من مكونات الصخرة، حيث تتأثر السحنة بشكل متفاوت بالعمليات التحويرية كالسمنتة والاذابة والتشكل الجديد والدلمتة، مع تواجد متفاوت لمعدن البايرايت خلال السحنة(3-B)، حيث تشير الزيادة في نسبة الفورامنيفرا الطافية ذات الحجرات الكروية وقلة الفورامنيفرا الطافية الحاملة للجؤجؤ الى ترسبها ضمن بيئات بحرية تقع ضمن الرصيف القاري والمياه الدافئة تحديدا ضمن بيئة المنحدر الاعلى (Upper Slope)، وان زيادة افراد الجنس (*Heterohelix*) في بعض طبقات هذه السحنة تشير الى اعماق اقل من (100)م وأقرب الى الساحل (Leicke, 1987)، واشار الى ذلك (Koutsoukos, 1984; Liangquan Li *et al*., 1999) الى ترسبها ضمن هذه البيئات، وايضا من دلائل هذه البيئة تواجد بعض الكرات الكلسية ضمن هذه السحنة (Dias-Brito, 2000) ، وبين ذلك (Sulaiman *et al*., 2023) من خلال دراسته التحليل السحني للتكوين الى ترسبها ضمن النطاق السحني (FZ-3) التابع لحافة الرصيف العميق.

عند مقارنة هذه السحنة مع السحنات القياسية الموضوعة من قبل (Wilson, 1975; Flügel, 2004) نلاحظ تشابه هذه السحنة مع السحنة القياسية الدقيقة (SMF-3) والمترسبة ضمن النطاق السحني (FZ- 3) التابع لحافة الرصيف العميق (Toe of slope)، كما في الاشكال (3-5).

**2-2- سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفرا الطافية الدقيقة الثانوية**

**(Planktonic Foraminiferal Lime Wackestone Submicrofacies) (KW2)**

شخصت هذه السحنة ضمن اعماق مختلفة في اسفل ووسط واعلى التكوين وبسماكات مختلفة تتراوح من (10)م الى (30)م لكل مقطع، وتتميز بشيوع الفورامنيفرا الطافية بنوعيها الحاملة للجؤجؤ وذات الحجرات الكروية (*Hedbergella, Heterohelix, Globotruncana, globotruncanita*)، مع تواجد ضئيل جدا للكرات الكلسية واصداف المحاريات، وتتأثر السحنة بشكل متفاوت بالعمليات التحويرية كالسمنتة والاذابة والتشكل الجديد والدلمتة (3-C)، حيث تشير نسب وتنوع الفورامنيفرا الطافية في نماذج هذه السحنة الى بيئة الرصيف الخارجي (Outer Shelf) (Berggren and Miller, 1989; Gibson, 1989; Geel, 2000).

وعند مقارنة هذه السحنة مع السحنات القياسية الموضوعة من قبل (Wilson, 1975; Flügel, 2004) نلاحظ تشابه هذه السحنة مع السحنة القياسية الدقيقة (SMF-8) والمترسبة ضمن النطاق السحني (FZ- 2) الذي يمثل بيئة (Deep Shelf)، كما في الاشكال (3-5).

**2-3-سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفرا الطافية الجؤجؤية الدقيقة الثانوية**

**(Keeled Planktonic Foraminiferal Lime Wackestone Submicrofacies) (KW3)**

شخصت هذه السحنة في الوحدة الوسطى للتكوين ضمن مقاطع قبة داود (BH-16, BH-86) وبسمك يتراوح من (10)م الى (20)م، وكذلك شخصت في الجزء الاسفل من الوحدة العليا للتكوين ضمن مقاطع قبة كثكة (BH-52, BH-81, BH-96) وبسمك لا يتجاوز (30)م، تميزت السحنة بشيوع الفورامنيفرا الطافية الحاملة للجؤجؤ متمثلة باجناس (*Globotruncana, Globotruncanita*) بنسبة تواجد تتراوح من 10-40% من مكونات الصخرة، مع نسب قليلة

للفورامنيفرا ذات الحجرات الكروية متمثلة بأجناس (*Hedbergella, Heterohelix*) وبشكل قليل للكرات الكلسية واصداف المحاريات، التي كانت نسب تواجدها اقل من 10% من مكونات الصخرة، حيث تتأثر السحنة بشكل ضئيل بالعمليات التحويرية كالسمنتة والاذابة والتشكل الجديد والانضغاط (3-D)، حيث تشير الدلائل الحياتية لهذه السحنة الى تكونها ضمن البيئات البحرية العميقة والبعيدة عن الساحل، وكذلك النسب العالية للفورامنيفرا الطافية الجؤجؤية تشير الى ترسبها ضمن بيئة الباثيال الاعلى (Uper Bathyal) (Leicke, 1987; Koutsoukos and Hart, 1990; Omana, 2006).

وعند مقارنة هذه السحنة مع السحنات القياسية الموضوعة من قبل (Wilson, 1975; Flügel, 2004) نلاحظ تشابه هذه السحنة مع السحنة القياسية الدقيقة (SMF-8) والمترسبة ضمن النطاق السحني (FZ- 2) الذي يمثل بيئة (Deep Shelf)، كما في الاشكال (3–5).

**3- سحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الرئيسة**

**(Lime Packstone Microfacies) (KP)**

تتألف هذه السحنة بصورة عامة من (40– 70%) من الحبيبات الهيكلية وغير الهيكلية حسب تصنيف (Dunham, 1962)، حيث شخصت في الدراسة الحالية ضمن الوحدة السفلى والعليا للتكوين في جميع مقاطع الدراسة بسمك يتراوح من (10)م الى (70)م، وتعتبر ثاني اكثر السحنات انتشارا خلال التكوين، تتميز السحنة بشيوع اصداف الفورامنيفرا الطافية متمثلة بالجنس (*Hedbergella*) وبنسبة اقل لأجناس ( *Globotruncana, Globotruncanita, Heterohelix*) مع تواجد متفاوت لاصداف الكرات الكلسية وقطع شوكيات الجلد واصداف المحاريات ونادرا ما نلاحظ أصداف الفورامنيفرا القاعية متمثلة بالجنس (*Nodosaria*)، مع تواجد متفاوت للمعادن موضعية النشأة خلال السحنة متمثلة بمعدن البايرايت وبنسب قليلة جدا لمعدن الكلوكونايت، وتتأثر السحنة بالعمليات التحويرية كالسمنتة والاذابة والتشكل الجديد والدلمتة والانضغاط، كما في الاشكال (3–5)، وتقسم الى سحنتين ثانويتين هما :

**3–1– سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للفورامنيفرا الطافية الكروية الحجرات الدقيقة الثانوية**

**(Globular Chamber Planktonic Foraminiferal Lime Packstone Submicrofacies) (KP1)**

شخصت هذه السحنة في الوحدة السفلى والعليا للتكوين في جميع مقاطع الدراسة وبسمك يتراوح من (10)م الى (50)م، وتعتبر اكثر سحنات الحجر الجيري المرصوص انتشارا خلال التكوين، تتميز السحنة بانتشار كبير لأصداف الفورامنيفرا الطافية ذات الحجرات الكروية متمثلة بالجنس (*Hedbergella*) وبنسة اقل للجنس (*Heterohelix*) بنسبة تواجد تتراوح من 40–70%، مع انتشار متوسط لأصداف الفورامنيفرا الطافية الحاملة للجؤجؤ المتمثلة بأجناس (*Globotruncana, Globotruncanita*) بنسبة تواجد تتراوح من 10–40%، مع تواجد ضئيل ومتفاوت لاصداف الكرات الكلسية والمحاريات وقطع شوكيات الجلد، بنسب تواجد اقل من 10%، ونادرا ما نلاحظ أصداف الفورامنيفرا القاعية متمثلة بالجنس (*Nodosaria*)، حيث يلاحظ تأثر السحنة بشكل متفاوت بالعمليات التحويرية كالسمنتة والتشكل الجديد والاذابة والانضغاط والدلمتة، مع تواجد قليل لمعدن البايرايت خلال السحنة، اللوحة (3-E) وعند مقارنة هذه السحنة مع السحنات القياسية الموضوعة من قبل (Wilson, 1975; Flügel, 2004) نلاحظ تشابه هذه السحنة مع السحنة القياسية الدقيقة (SMF-10) والمترسبة ضمن النطاق السحني (FZ-2) الذي يمثل بيئة (Deep Shelf)، كما في الاشكال (3–5).

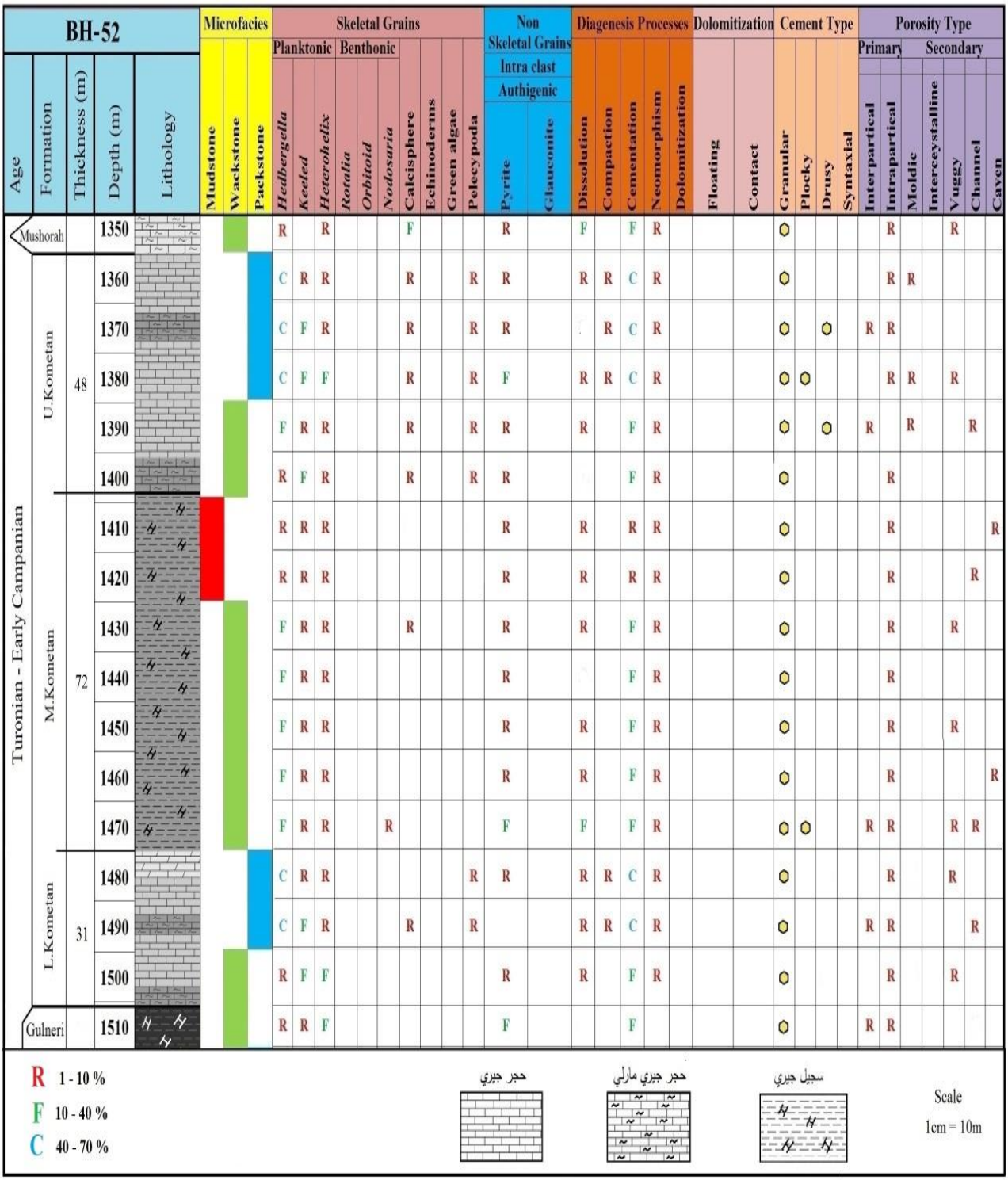
**3–2– سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للفورامنيفرا الطافية الدقيقة الثانوية**

**( Planktonic Foraminiferal Lime Packstone Submicrofacies )(KP2)**

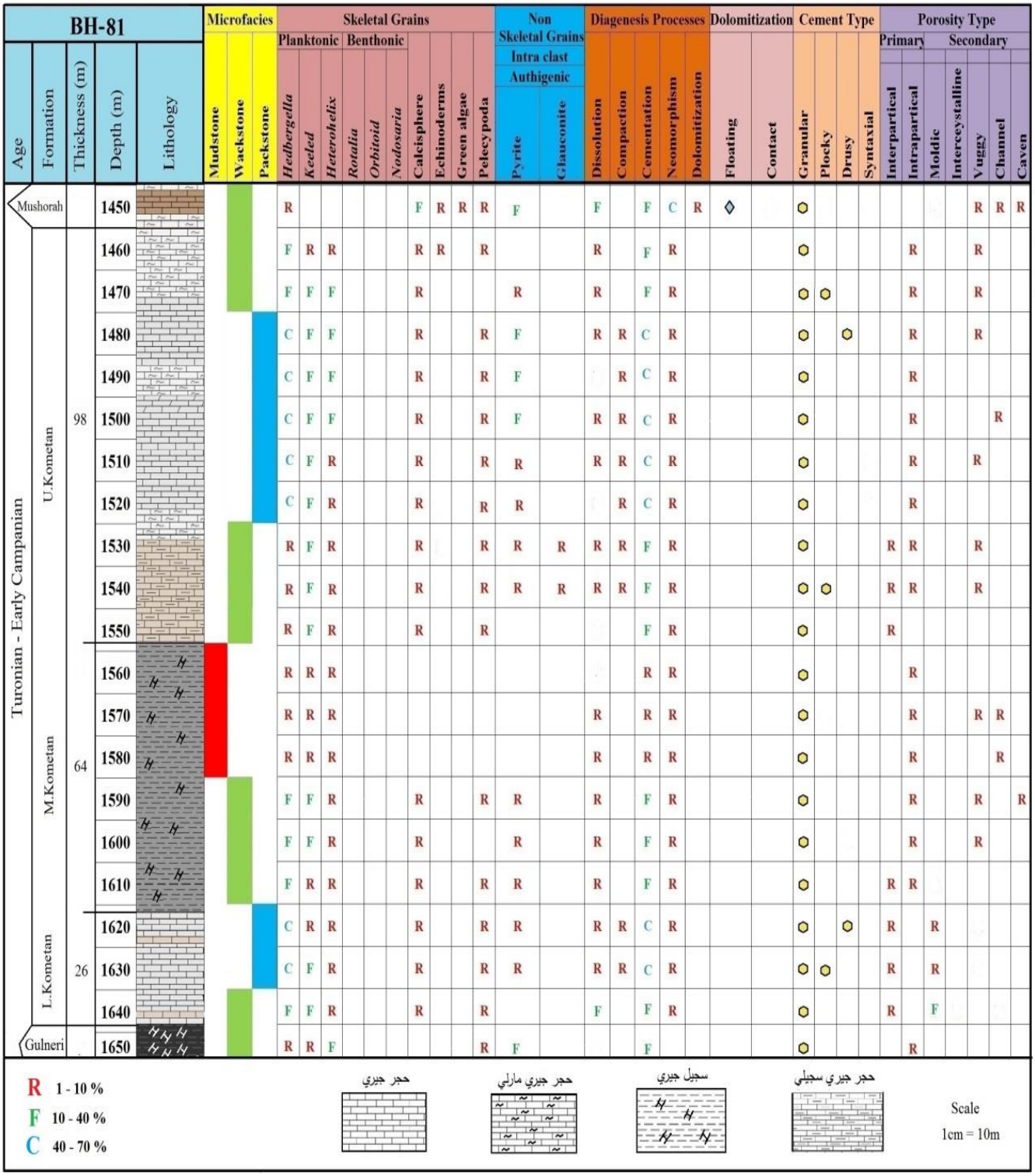
شخصت هذه السحنة في الوحدة السفلى من التكوين ضمن مقطع (BH-96) بسمك (10)م تميزت السحنة بشيوع اصداف الفورامنيفرا الطافية بنوعيها الجؤجؤية وذات الحجرات الكروية ( *Hedbergella, Heterohelix, Globotruncana, globotruncanita*) بنسب تواجد تتراوح من 40–70%، مع تواجد ضئيل لاصداف الكرات الكلسية والمحاريات بنسب تواجد اقل من 10%، مع تواجد متوسط لمعدن البايرايت خلالها، وتتأثر السحنة بشكل متفاوت بالعمليات

التحويرية كالسمنتة والتشكل الجديد والاذابة والانضغاط، اللوحة (3-F) حيث تشير دلائل هذه السحنة الى ترسيبها ضمن بيئة الباثيال الاوسط – الاعلى إذ يتراوح عمق المياه من (300–600) م ( Gibson, 1989 and Vander Zwaan *et al.*, 1990).

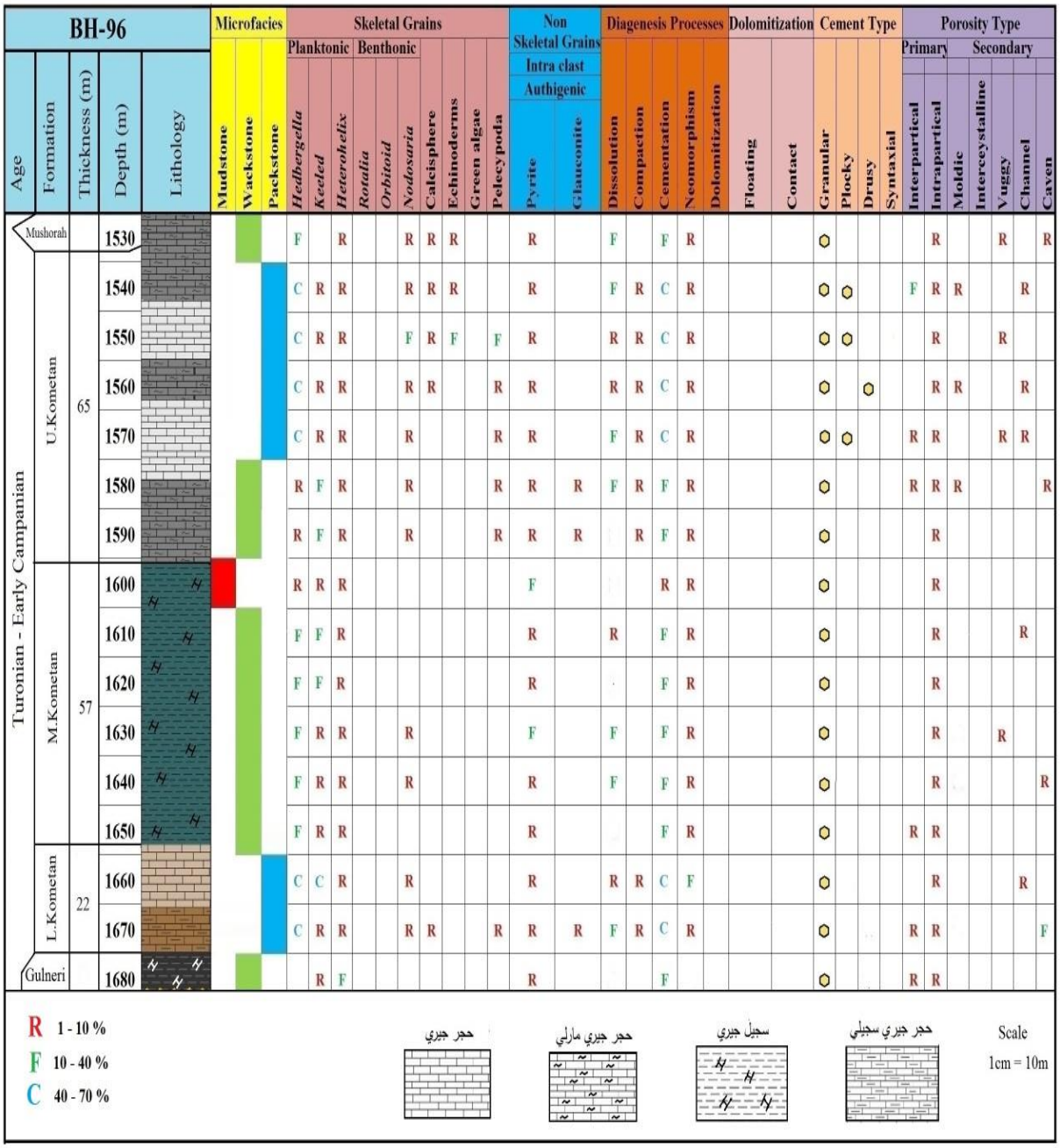
عند مقارنة هذه السحنة مع السحنات القياسية الموضوعة من قبل (Wilson, 1975; Flügel, 2004) نلاحظ تشابه هذه السحنة مع السحنة القياسية الدقيقة (SMF-2) والمترسبة ضمن النطاق السحني (FZ-2) الذي يمثل بيئة (Deep Shelf)، كما في الاشكال (3–5).




**شكل 3. الوصف البتروغرافي والسحني لمقطع (BH-52)**




**شكل 4. الوصف البتروغرافي والسحني لمقطع (BH-81)**



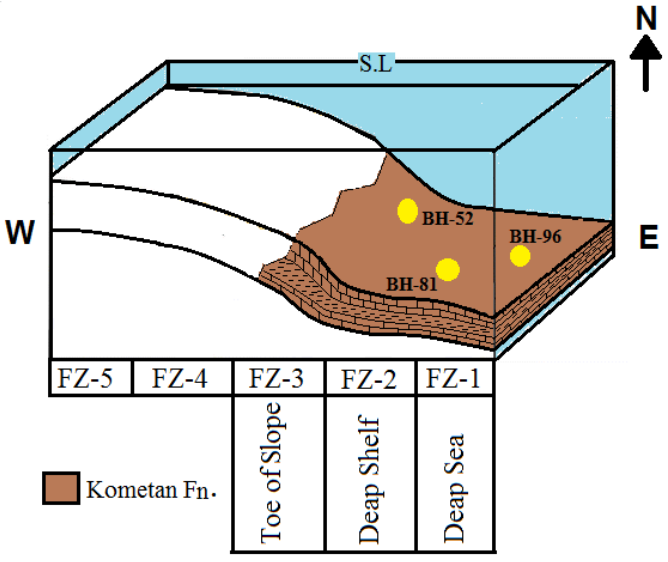

**شكل (5) الوصف البتروغرافي والسحني لمقطع (BH-96)**

## البيئة الترسيبية (Depositional Environment)

هي ذلك الجزء من سطح الارض الذي تتجمع فيه الرواسب والذي يمكن تمييزه عن الاجزاء المجاورة اعتماد على الاختلافات في الظروف الكيميائية والفيزيائية والحياتية، ولكل بيئة سحناتها ومواصفاتها الرسوبية والحياتية الخاصة التي تميزها عن بقية البيئات الأخرى (Boggs, 2006). وقد تم اعتماد الموديل السحني الذي اقترحه (Wilson, 1975) وطوره (Flügel, 2004)، في استنتاج البيئة الترسيبية والظروف التي كانت سائدة خلال فترة الترسيب، وهي الغاية التي يراد الوصول اليها في الدراسات الرسوبية والطباقية، حيث تبين من خلال دراسة السحنات الدقيقة لتكوين كوميتان أنَّه يتكون من ثلاث سحنات دقيقة رئيسة وهي كل من سحنة (KM, KW, KP) التي تقسم بدورها الى السحنات الثانوية ( KW1, KW2, KW3, KP1, KP2)، وعند مقارنة هذه السحنات مع السحنات القياسية الموضوعة من قبل ( Wilson, 1975 ; Flügel, 2004) تبين انها مطابقة للسحنات القياسية (SMF-2, SMF-3, SMF-8, SM-10) والمترسبة ضمن الانطقة السحنية (FZ-1, FZ-2, FZ-3) اي ان تكوين كوميتان ترسب ضمن ثلاث بيئات كما في الشكل (6)، وهي كل من البيئة

الحوضية العميقة (Deep sea) والمتمثلة بالنطاق السحني (FZ-1) ومن الدلائل عليها سحنة الحجر الجيري الطيني الحاملة للفورامنيفرا الطافية الدقيقة الرئيسة (KM) التي تتميز بتواجد أصداف الفورامنيفرا الطافية متمثلة بأجناس (*Hedbergella, Globotruncana, Globotruncanita, Heterohelix*) مع تكون لمعدن البايرايت خلالها، حيث تدل الارضية الميكرايتية على ترسيب تتابعات التكوين ضمن البيئات الحوضية العميقة ( Wilson, 1975; Dunham, 1962)، وبيئة الرصيف البحري العميق (Deep shelf) والمتمثلة بالنطاق السحني (FZ-2) والدلائل عليها كل من سحنتي الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفرا الطافية والحاملة للفورامنيفرا الطافية الجؤجؤية الدقيقة الثانوية ( KW2, KW3) وكذلك سحنتي الحجر الجيري المرصوص الحاملة للفورامنيفرا الطافية الكروية الحجرات والحاملة للفورامنيفرا الطافية الدقيقة الثانوية (KP1, KP2)، حيث تميزت السحنات بسيادة الفورامنيفرا الطافية بنوعيها الكروية الحجرات والجؤجؤية مع انتشار كبير لمعدن البايرايت خلالها، حيث اوضح (Li and McGwran, 19994) ان النسبة العالية للطافيات مقارنة بالقاعيات تدل على الترسيب في بيئات بحرية عميقة، في حين اشار ( Hart, 1980; Koutosoukos and Hart, 1990 ) الى أنَّ وجود الفورامنيفرا الطافية الحاملة للجؤجؤ من اجناس ( *Globotruncana, Globotuncanita*) تشير الى ظروف بحرية اعمق مقارنة بالفورامنيفرا الطافية الكروية الحجرات، واوضح ( Keller, 2002 ) أنَّ وجود الفورامنيفرا الطافية الجؤجؤية يتميز بخصوصية بيئية (Ecological Specifics) محددة بظروف بيئية اي انها تعكس ظروف طغيان بحري بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر او كنتيجة لعامل تكتوني، حيث تتأثر حشود الفورامنيفرا الجؤجؤية بعاملي الحرارة والعمق اي ان عملية ارتفاع مستوى سطح البحر وزيادة العمق الذي ينتج من ارتفاع درجات الحرارة يكون مترافقاً مع غزو هذه الانواع (Pardo *et al*., 1999; Sulaiman, 2022) ، وبيئة حافة الرصيف البحري العميق (Toe of slope) والمتمثلة بالنطاق السحني (FZ-3) والدلائل عليها سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفرا الطافية الكروية الحجرات الثانوية الدقيقة (KW1), حيث تميزت بسيادة الفورامنيفرا الطافية والكرات الكلسية مع انتشار متفاوت للبايرايت خلالهما، حيث بين ( Jones, 2006; Omidvar *et al*., 2014) ان الكرات الكلسية تنتشر ضمن بيئات الرصيف الخارجي (Outer Shelf) وبيئات المنحدرات البعيدة (Distal Slope).

يدل التواجد الكبير لمعدن البايرايت خلال التكوين وتواجد الكلوكونايت في بعض اجزاءه الى البيئة الرسوبية العميقة الاختزالية ونقصان الاوكسجين (Chilinger *etal*., 1967) وأكد ذلك ( Hein *etal*., 1976; Nichols, 1999; Gowhari *etal*., 2020). كذلك من الدلائل على عمق البيئة الترسيبية للتكوين غزارة حشود الفورامنيفرا الطافية بنوعيها الجؤجؤية وذات الحجرات الكروية وبانعدام او ندرة الفورامنيفرا القاعية، وكذلك قلة الحطامات العضوية (Bioclast) واقتصارها على حطام الفورامنيفرا الطافية، واقتران الفورامنيفرا الطافية مع الكرات الكلسية وانعدام او ندرة الفورامنيفرا القاعية والطحالب.




**شكل 6. الموديل الرسوبي لتكوين كوميتان محور عن (Wilson, 1975)**

## الاستنتاجات (Conclusions)

1- قسمت صخور التكوين حسب رأي شعبة الدراسات في شركة نفط الشمال الى ثلاث وحدات حيث تتكون الوحدة السفلى من حجر جيري وحجر جيري متدلمت صلب وحجر جيري سجيلي وحجر جيري مارلي متوسط الصلابة بينما تتكون الوحدة الوسطى من سجيل جيري رمادي فاتح الى داكن اللون مترقق متوسط الصلابة في حين تتكون الوحدة العليا من طبقات متداخلة من الحجر الجيري والحجر الجيري المتدلمت الرمادي اللون الصلب مع طبقات من الحجر الجيري المارلي الرمادي اللون متوسط الصلابة

2- اظهرت الدراسة البتروغرافية ان الفورامنيفرا الطافية هي الاكثر انتشار خلال صخور التكوين واكثرها انتشار الجنس *Hedbergella*

3- اظهرت الدراسة البتروغرافية لصخور التكوين تشخيص ثلاث سحنات رئيسة وخمس سحنات ثانوية استنتجت من خلالها بيئة التكوين والممتدة من بيئة حافة الرصيف العميق (Toe of Slope) الى البيئة الحوضية العميقة (Deep Sea).

4- صخور التكوين متوافقة مع تكوين كولنيري الذي يسفلها وتكوين مشورة الذي يعلوها

5- تتأثر صخور التكوينات بشكل متفاوت بالعمليات التحويرية واكثر تأثيرا كان لعملية السمنتة والمعادن موضعية النشأة متمثلة بالبايرايت ومن ثم التشكل الجديد والاذابة والانضغاط واخيرا عملية الدلمتة.

## المصادر


Balaky, S. M., Asaad, I. Sh. and Al-Juboury A. I., 2016. Facies analysis and sequence stratigraphy of Kometan Formation (Upper Cretaceous) in the imbricated zone, northeastern Iraq, Arabian Journal of Geosciences 9, Article number: 747, 17 p.

Bellen, V.R.G., Dunnington, H.V., Wetzel, R. and Morton, D.M., 1959. Lexique stratigraphic international, V. 3, Asie Fascicule, 10a-Iraq, Paris, 333 p.

Berggren, W. A. and Miller, K. G., 1989. Cenozoic bathyal and abyssal calcareous benthonic foraminiferal zonation. Micropaleontology, vol.35, no.4, 308-320 pp. https://doi.org/10.2307/1485674

Boggs, S.J.,2006. principles of Sedimentology and Stratigraphy, Pearson prentice-Hall, 662 p.

Chafeet, H. A., Raheem, M. K. and Dahham, N. A., 2020. Diagenesis processes impact on the carbonate Mishrif quality in Ratawi oilfield, southern Iraq. *Modeling Earth Systems and Environment*, *6*, 2609-2622.

Buday, T., 1980. The Regional Geology of Iraq: Stratigraphy and paleogeography, Dar Al-Kutub puplished, House, Mosul, 445 p.

Dias-Brito, D., 2000. Global stratigraphy, palaeobiogeography and palaeoecology of Albian-Maestrichtian pithonellid calcispheres: impact on Tethys configuration. Cretaceous Research, V.21, P.315-349. https://doi.org/10.1006/cres.2000.0196.

Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture: In Ham, W.E., (eds.) Classification of carbonate rocks, A symposium. AAPG. Bull. Publisher, Memoir 1. Tulasa Oklahoma, P.108-121.

Ehrenberg, S. N. and Baek, H., 2019. Deposition, diagenesis and reservoir quality of an Oligocene reefal-margin limestone succession: Asmari Formation, United Arab Emirates. *SedimentaryGeology, 393*,105535.https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2019.105535.

Flügel, E., 1982. Microfacies analysis of limestone, Christensons, K. (Translator), Springer-Verlag, Berlin, 633 p.

Flügel, E., 2004. Microfacies of Carbonate Rock, Analysis, Interpretation and Application, Springer-Verlag, Berlin, 976p. https://doi.org/10.1017/S0016756806221940.

Flügel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Applications, 2 nd. Edition: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 984p.

Folk, R.L., 1980. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Company, Austin, 184 p.

Fouad, S. F. A., 2015**.** Tectonic Map of Iraq, SCALE 1:000 000, 3rd Edition, 2012. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, Vol.11, No.1, 8 p.

Friedman, G.M. and Reeckman, A., 1982. Exploration for carbonate petroleum reservoirs, Elf- Equitatine Centers de Recherche de Boussenset et de pau, John Wiely and Sons. New York, 213 p.

Friedman, G.M. and Sanders, J.E., 1978. Principle of Sedimentology, John Wiley and Sons, New York, 722 p.

Geel, T., 2000. Recognition of stratigraphic sequences in carbonate platform and slope deposits, empirical models based on microfacies analysis of Paleogene deposits in southeastern Spain. Paleogeography, Paleoclimatology and Paleoecology, Vol.155, 211-238 pp. https://doi.org/10.1016/S0031-0182(99)00117-0.

Gibson, T. G., 1989. Planktonic benthonic foraminiferal ratios: Modern patterns and Tertiary application. Marine Micropaleontology, Vol.15, 29-52 pp. https://doi.org/10.1016/0377-8398(89)90003-0.

Gowhari, S. A., Ahmadi, V., Saroea, H. and Yazdgerdi, K., 2020. Depositional environment, sequence stratigraphy and biostratigraphy of the Gurpi formation in Fars's zone, Zagros Basin (SW Iran), Carbonates and Evaporites, 35:86, 15 p.

Hart, M. B., 1980. A water depth model for evolution of the planktonic foraminiferida, Nature, No .286, pp .252-254.

Hein, J. R., Scholl, D. W. and Gutmocher, C. E., 1976**.** Diagenesis of Neogene diatomaceous sediment from the far North West Pacific and Southern Bering Sea. Geol. Soc. Amer., Absts prog 8/3, 379-380 pp.

Hilbrecht, H., Hubberten, H. W. and Oberhänsli, H., 1992**.** Biogeography of planktonic foraminifera and regional carbon isotope variations: productivity and water masses in Late Cretaceous Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *92*(3-4), 407-421.

Jones, R. W., 2006. Applied Palaeontology. Cambridge, Cambridge University Press, 434pp. sediments? Organic Geochemistry, 15(3), 223-231 pp.

Keller, G., 2002**.** Guembelitria dominated late Maastrichtian planktonic foraminiferal assemblages mimic Early Danian in center Egypt. Marine Micropaleontology, Vol. 47, pp. 71- 99.

Koutsoukos, P. G. and Kontoyannis, C. G., 1984. Precipitation of calcium carbonate in aqueous solutions. Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions 1: Physical Chemistry in Condensed Phases, 80(5), 1181-1192.

Koutsoukos, A. M. and Hart, M. B., 1990**.** Cretaceous foraminiferal morphogroup distribution patterns, paleocommunities and trophic structures: A case study from the Sergipe Basin. Brazil Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Science, vol.81, 221-246 pp.

Leicke, R. M., 1987. Paleoecology of mid–Cretaceous planktonic foraminifera: A comparison of open ocean and epicontinental sea assemblages. Micropaleontology, Vol. 33, No .2, 164-176 pp.

Malak, Z. A., Al-Badrani, O. A. and Al-Hamidi, R. I., 2021. Stratigraphic and Microfacies Study of Kometan Formation (Upper Turonian-Lower Campanian), in the Dokan area, Northern Iraq. Iraqi Geological Journal, 54 (1F), 51-68 pp.

Nichols, G. 1999**.** Sedimentology and Stratigraphy, Blackwell Science Ltd., Oxford, 355 p.

North Oil Company, 1992. Geological study of Cretaceous reservoirs in Bai Hassan field, Studies Division, Geology Department, unpublished study, Kirkuk, 168 pages.

Pardo, A., Adatte, Keller, G. and Oberhansli, H., 1999. paleoenvironmental changes across the Cretaceous-Tertiary boundary at koshak, Kazakhstan, based on planktic foraminifera and clay minerology. Palaeogeo.palaeoclim. palaeoeco., Vol. 154, pp., 247-273.

Omana, L., 2006. Late Cretaceous (Maastrichtian) foraminiferal assemblage from the inoceramid beds, Ocozocoaulta formation, central Chiapas. Ciencias Geologicas, vol.23, no.2, 125-132 pp.

Omidvar, M., Mehrabi, H., Sajjadi, F., Bahramizadeh-Sajjadi, H., Rahimpour-Bonab, H. and Ashrafzadeh, A., 2014. Revision of the foraminiferal biozonation scheme in Upper Cretaceous carbonates of the Dezful Embayment, Zagros, Iran: integrated palaeontological, sedimentological and geochemical investigation. Revue de Micropaleontologie, 57, 97-116 pp.

Scholle P. A. and. Ulmer-Scholle, D.C., 2003. A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks:Grains, textures, porosity, diagenesis. AAPG Memoir 77, Published byThe American Association of Petroleum Geologists Tulsa, Oklahoma,U.S.A., 459 p.

Sliter, W. V. and Silva, I. P., 1990. Age and origin of Cretaceous planktonic foraminifers from limestone of the Franciscan complex near Laytonville, California. Paleoceanography, 5(5), 639-667.

Sulaiman, M.A.M., Al-Juboury, A.I., Al-Mutwali, M.M., Rowe, H., Zanoni, G., 2023. Facies Analysis, Diagenetic Features and Depositional Environment of the Kometan Formation from northeastern Iraq. *Iraqi Journal of Science*, v. 64 (12), pp. 6346-6367.

Sulaiman, M.A.M., 2022. Biostratigraphy, Geochemistry and Depositional Environment of Kometan Formation (Upper Turonian – Lower Campanian) from Tabin and Smaquli sections, Northeastern Iraq" Ph. D. Thesis (unpublished), University of Mosul, Iraq 203p (in Arabic).

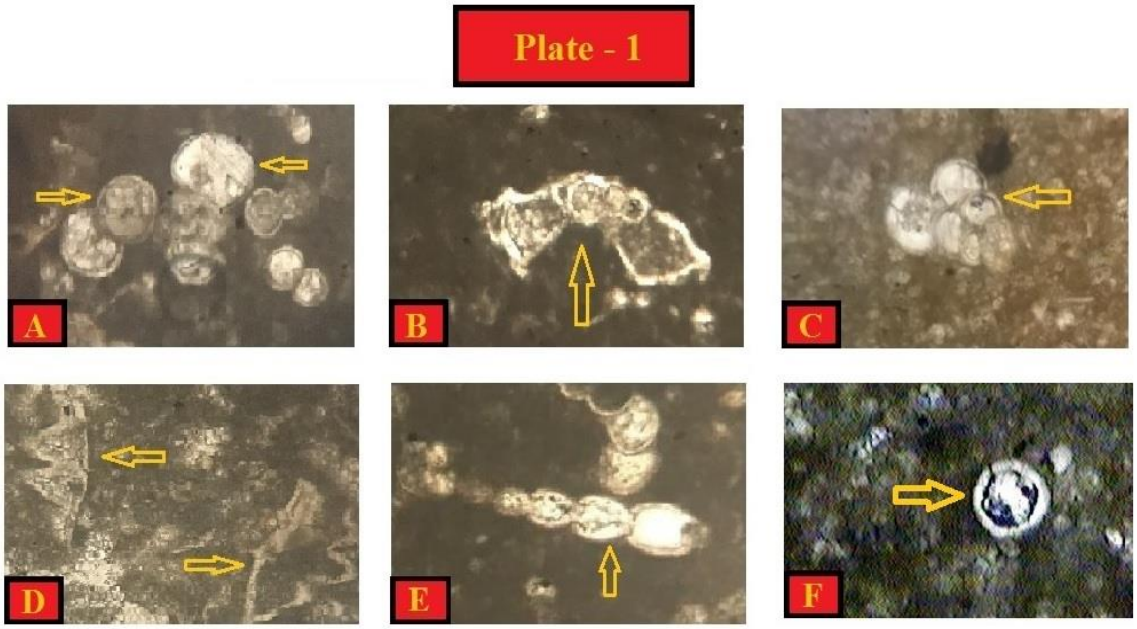
Taha, Z. A., 2022. Paleoenvironment of the Late Cretaceous (Late Touronian–Early Campanian) Ostarcoda in the Kometan Formation, Dokan Area, Kurdistan region, NE-Iraq, Kuwait Journal of Science, Vol. 49, No. 1, 1-10 pp.

Van der Zwaan, G. J., Jorissen, F. J. and De Stigter, H. C., 1990. The depth dependency of planktonic/benthic foraminiferal ratios: constraints and applications. *Marine Geology*, *95*(1), 1-16.

Walker, R.G. and James, N.P., 1992. Facies Models: response to sea level change, Geol. Assoc. of Canada, 454 p.

Wilson, J.L., 1975. Carbonate in Geologic History, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, .471 P.

Wu, X. W., Li, Q. Z. and Lian, E. C. Y., 1999. Plasma from a patient with thrombotic thrombocytopenic purpura induces endothelial cell apoptosis and platelet aggregation. *Thrombosis research*, *93*(2), 79-87.




A– متحجر (*Hedbergella*) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (BH-96) ، عند العمق 1562 م، ذي قوة تكبير X10.

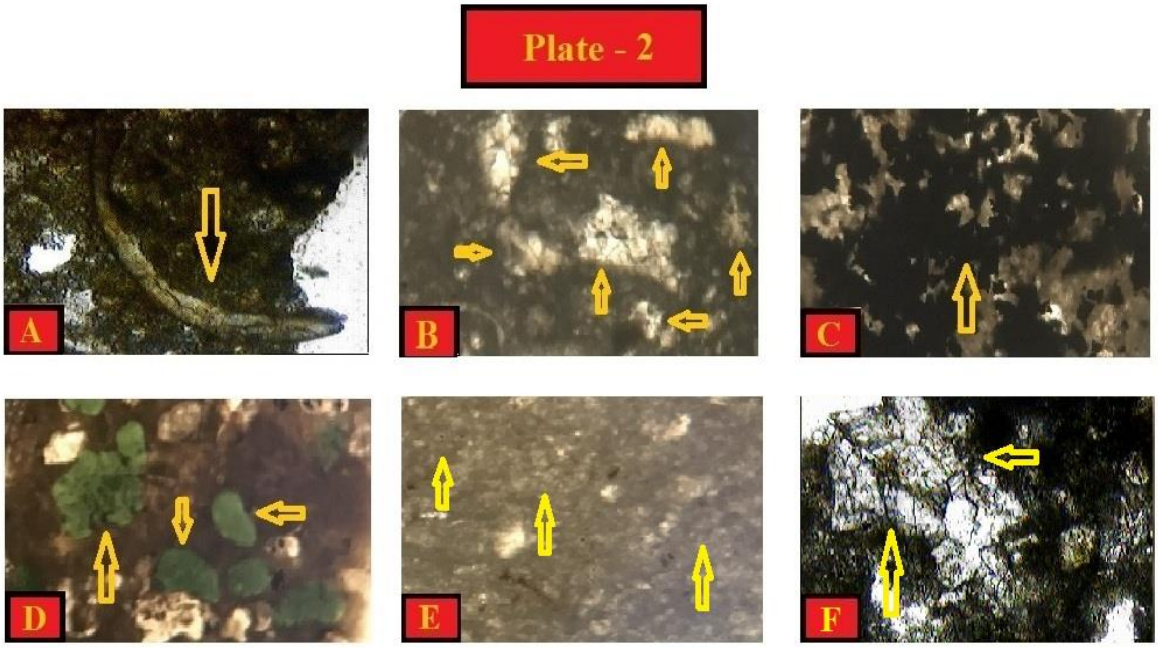
B– متحجر (*Globotruncana*) ضمن سحنة الحجر الجيري الطيني، بئر (BH-52) ، عند العمق 1424 م، ذي قوة تكبير X10.

C– متحجر (*Heterohelix*) ضمن سحنة الحجر الجيري الطيني، بئر (Ba-5) ، عند العمق 1582 م، ذي قوة تكبير X10.

D– متحجر (*Globotruncanita*) ضمن سحنة الحجر الجيري الواكي، بئر (BH-81) ، عند العمق 1552 م، ذي قوة تكبير X10.

E– متحجر (*Nodosaria*) ضمن سحنة الحجر الجيري الواكي، بئر (BH-52) ، عند العمق 1472 م، ذي قوة تكبير X10.

F– متحجر (Calcisphere) ضمن سحنة الحجر الجيري الواكي، بئر (BH-81) ، عند العمق 1468 م، ذي قوة تكبير X10.




A– متحجر (Pelecypoda) ضمن سحنة الحجر الجيري الواكي، بئر (BH-81) ، عند العمق 1538 م، ذي قوة تكبير X10.

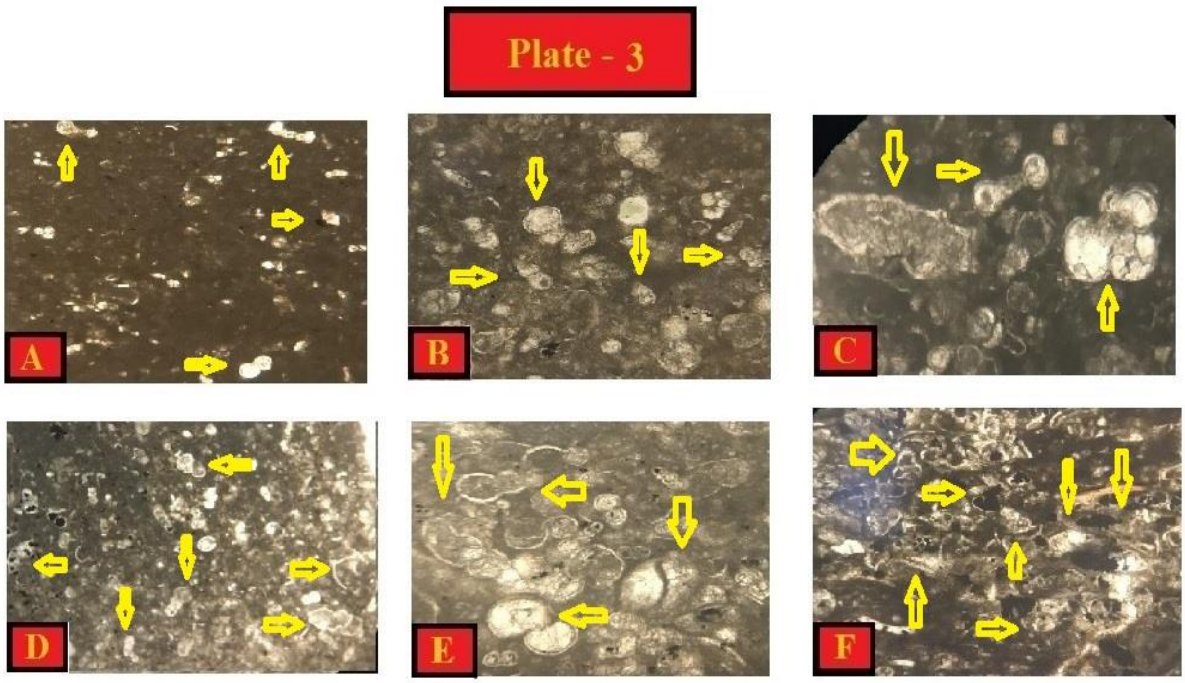
B- فتات احيائي (Bioclast) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (BH-96) ، عند العمق 1555 م، ذي قوة تكبير X10.

C – معدن (Pyrite) ضمن سحنة الحجر الجيري الطيني، بئر (BH-96) ، عند العمق 1604 م، ذي قوة تكبير X10.

D - معدن (Glauconite) ضمن سحنة الحجر الجيري الواكي، بئر (BH-81) ، عند العمق 1543 م، ذي قوة X10.

E– الطين الجيري (Micrite) ضمن سحنة الحجر الجيري الواكي، بئر (BH-52) ، عند العمق 1507 م، ذي قوة تكبير X10.

F– الكالسايت السباري (Spary calcite) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (BH-96) ، عند العمق 1665 م، ذي قوة تكبير X10.




A– سحنة الحجر الجيري الطيني الدقيقة الرئيسية، بئر (BH-81) ، عند العمق 1572م ذي قوة تكبير X4.

B – سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفرا الطافية الكروية الحجرات الثانوية، بئر (BH-81) ، عند العمق 1466، ذي قوة تكبير X4.

C– سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفرا الطافية الدقيقة الثانوية، بئر (BH-96) ، عند العمق 1624م، ذي قوة تكبير X4.

D– سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفرا الطافية الجؤجؤية الثانوية، بئر (BH-52) ، عند العمق 1404م، ذي قوة تكبير X4.

E– سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للفورامنيفرا الطافية الكروية الحجرات الثانوية، بئر (BH-81) ، عند العمق 1628، ذي قوة تكبير X4.

F– سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاملة للفورامنيفرا الطافية الدقيقة الثانوية، بئر (BH-96) ، عند العمق 1666م، ذي قوة تكبير X4.