



البيئة الترسيبية والظواهر التكتونية في تكوين كوميتان، شمال شرقي العراق

قتيبة سعيد الخطابي^{1*}, صفوان فتحي اللهيبي², صدام عيسى الخاتوني³

^{1,2,3}قسم علوم الأرض، كلية العلوم، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

الملخص	معلومات الأرشفة
تتم دراسة تكوين كوميتان في مقطع سطحي في منطقة دوكان شمال شرقي العراق. وبلغ سمك المقطع 70 متراً، وتميز بسيادة الصخور الجيرية فيه ذات اللون الرمادي والأبيض، فضلاً عن وجود ستايلولait بشكل كبير في معظم المقطع، مع وجود عقد الصوان ضمن طبقات تتبع التكوين، وطبقه من المارل في جزءه السفلي. أظهرت دراسة السحنات الدقيقة لصخور التكوين أنها تتألف بشكل رئيس من سحتين دقيقتين رئيسيتين هما: سحنة الحجر الجيري الواكي وسحنة الحجر الجيري المرصوص، واللتان قسمتا إلى تسع سحنات دقيقة ثانوية اعتماداً على مكوناتها الجيرية. أدت تألف تلك السحنات الدقيقة من مجموعة متعددة من الحبيبات الهيكلية، كالفورومنيفيرا الطافية والقاعية والكرات الكلسية والراديوilaria والفتاتيات الحياتية متمثلة بفتات الفورومنيفيرا وقطع من اصداف المحاريات بالإضافة إلى فتات الاوستراكودا. تأثرت صخور التكوين بالعديد من العمليات التحوييرية كالانضغاط والسمنطة وإعادة التبلور والسلكتة والدلمنة والإذابة، فضلاً عن المعادن موضعية النشأة كالبايرايت والكلوكونايت. تشير الدلائل الروسوبية والحياتية المختلفة إلى أن التكوين تربب ضمن بيئه عميقه ممتدة من نطاق البحر العميق إلى مقمة المنحدر ، والتي تقابل أنطقة الباثيا. حدثت الدراسة وجود ظواهر تكتونية ممثلة بوجود القواطع النبتونية وتراكيب ستايلولait، ان تأثر صخور التكوين بعمليات الإجهاد التكتوني كانت السبب وراء تكون القواطع النبتونية. وقد تبين من خلال استخدام متحجرات النافو ان الرواسب التي ملأت هذه القواطع كانت أحدث نسبياً من عمر تكوين كوميتان.	تاريخ الاستلام: 30- يونيو - 2024 تاريخ المراجعة: 22- يوليو - 2024 تاريخ القبول: 26- أغسطس - 2024 تاريخ النشر الإلكتروني: 01- يوليو - 2025
الكلمات المفتاحية:	تكوين كوميتان الستايلولait دوكان العراق
المراسلة:	الاسم: قتيبة سعيد الخطابي Email: mr.qutaiba18@gmail.com

Depositional Environment and Tectonic Phenomena in the Kometan Formation, Northeastern Iraq

Qutaiba S. Al-Khatabi ^{1*} , Safwan F. Al-Lhaebi ² , Saddam E. Al-khatony ³

^{1,2,3} Department of Geology, College of Science, University of Mosul, Mosul, Iraq.

Article information

Received: 30- June -2024

Revised: 22- Jul -2024

Accepted: 26- Aug -2024

Available online: 01- Jul – 2025

Keywords:

Kometan Formation

Stylolite

Dokan

Iraq

Correspondence:

Name: Qutaiba S. Al-Khatabi

Email: mr.qutaiba18@gmail.com

ABSTRACT

Kometan Formation is studied in a surface section in Dokan region, northeastern Iraq. It attains 70 m thick and its rocks are characterized by the predominance of gray-white limestone and stylolites in most of the section with the presence of chert nodules within the layers of the formation succession, and thin layer of marl in the lower part of the formation. Microfacies study of the rocks reveals that they are mostly composed of two main microfacies: lime wackestone microfacies and lime packstone microfacies which are subdivided into nine submicrofacies according to their grain's component. The different microfacies consist of a variety of skeletal grains, such as planktonic and benthic Foraminifera, Calcispheres and Radiolaria. Bioclastes are represented by Foraminifera bioclast and Pelecypoda shells. In addition, the rock succession affected by many diagenetic processes such as compaction, cementation, recrystallization, silicification, dolomitization and dissolution, authigenic minerals such as pyrite and glauconite. Sedimentological and biological evidences indicate that the formation was deposited within a deep environment extending from the deep sea to the toe of the slope, which corresponds to all bathyal zones. The study identifies the presence of tectonic features like Neptunian Dykes and Stylolite structures, which are probably formed by tectonic tension processes. Nannofossils suggests that sediment filled Neptunian dykes are relatively younger in age than Kometan Formation.

DOI: [10.33899/earth.2024.151374.1312](https://doi.org/10.33899/earth.2024.151374.1312), ©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

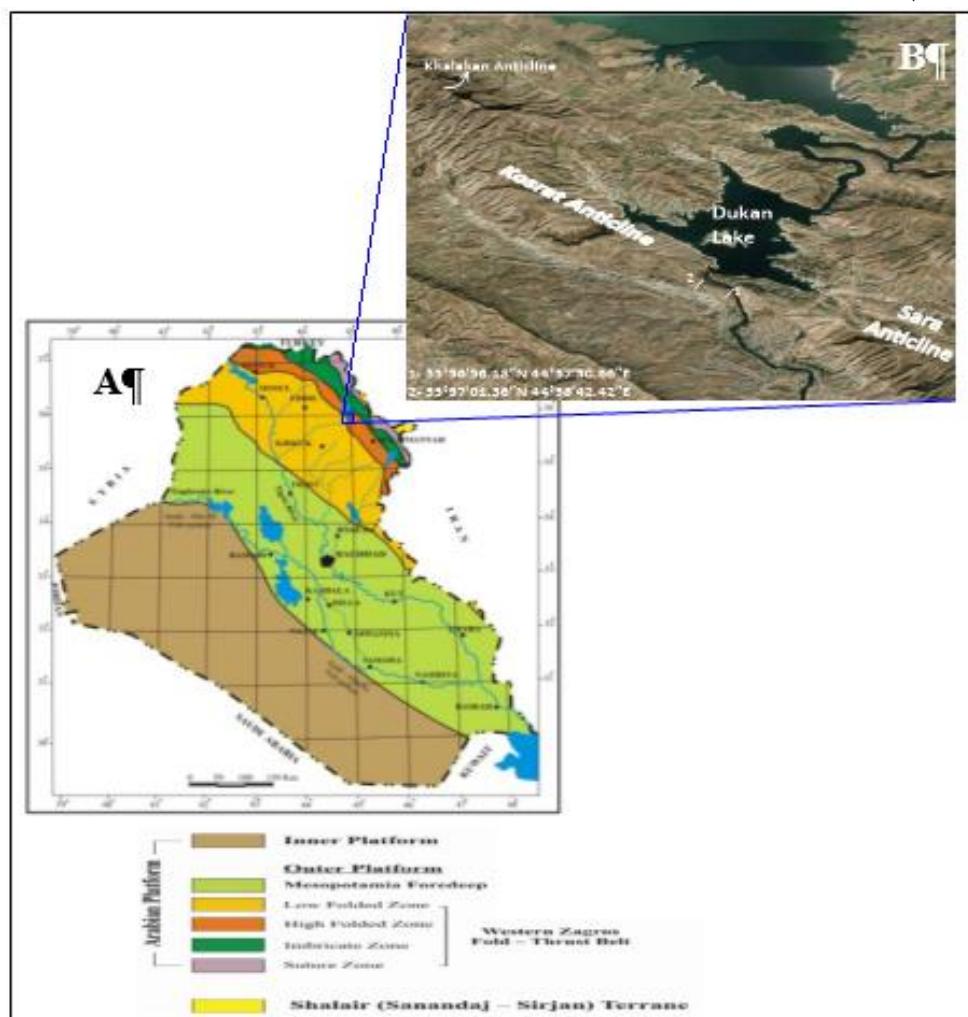
وصف تكوين كوميتان لأول مرة من قبل (Dunnington, 1953; in Bellen *et al.*, 1959) في المقطع النموذجي في قرية كوميتان في عين دزه شمال مدينة رانيا في شمال شرقى العراق. يتألف تكوين كوميتان من الحجر الجيري المتداخل مع الحجر الجيري المارلي والحجر الجيري السجيلي. يحد التكوين من الأسفل تكوين كولنيري ومن الأعلى تكوين شيرانش ويكون سطحاً التماس السفلي والعلوي في وضعية عدم توافقية في منطقة الدراسة. تم تمثيل حدود التماس السفلي والعلوي لتكوين كوميتان بالحجر الجيري الحاوي على الكلوكونايت (Bellen *et al.*, 1959). ذكر (Malak *et al.*, 2021) ان بيئه ترسيب تكوين كوميتان بالقرب من سد دوكان تمتد بين بيئه الرف الخارجي الى الباثيا العلوي بالاعتماد على الادلله الرسوبيه والحياتيه. في طبقة الكلوكونايت الفاصلة بين تكويني كوميتان وشيرانش توجد عقد من الحصى تكونت نتيجة العمليات التحوييرية وليس عن طريق الترسيب (Taha and Karim, 2009). عزي (Al-Barzinjy, 2008) في دراسته لمقطع كوميتان في منطقة دوكان، ان وجود عقد الصوان مع عروق الستايلولait الى الدفن العميق وزيادة ضغط الرواسب في التكوين وليس الى الاجهاد التكتونى. يمكن أن تُعزى معظم أسطح التطبيق للتتابعات تكوني كوميتان إلى زيادة التنزيرية الناجمة عن التغيرات المفاجئة في مستوى سطح البحر أثناء عمليات الترسيب (Alhamdani, 2015). اما بالنسبة للتركيب الجيولوجية الثانوية Secondary structures فلها أهمية تكتونية في تحديد نشاط الحركات التكتونية التي اثرت على المنطقة. تقسم التركيب الثانوية الى تركيب التشوه اللدن (Ductile deformation structures) ومنها (الطيات الكبيرة والطيات الثانوية) وتركيب السجق

(faults) وتراكيب التشوہ الہش (Brittle failure structures) (Boudinage structures) و (joints) والعروق (veins) والستيلولایٹ (stylolites) . (Davis et al., 2012)

تهدف الدراسة الحالية الى التشخيص البتروغرافي لمكونات صخور كوميتان ودراسة اهم العمليات التحويلية التي اثرت عليها، والتحليل السحياني الدقيق لصخور التكوين ومقارنة السحنات الدقيقة مع السحنات القياسية لاستبيان البيئة الترسيبية، اضافة الى دراسة تكتونية لأهم الظواهر الموجودة في مقطع الدراسة الحالي.

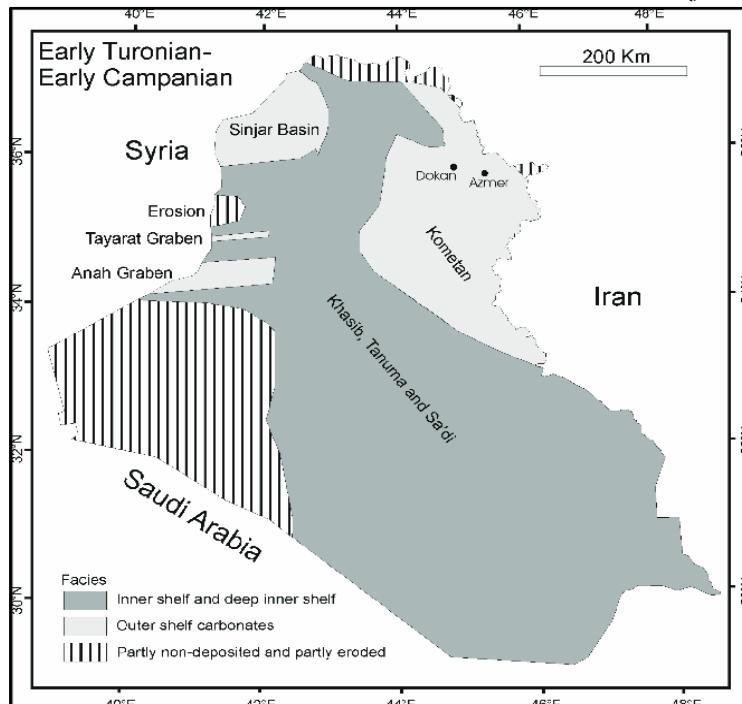
جيولوجية منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في قضاء دوكان شمال غربي مدينة السليمانية بمحاذة رافد الزاب الصغير، شمال شرقي العراق، على $36.1^{\circ}56'35''E$ $44^{\circ}57'30.7''N$. يكشف المقطع المختار للتكون ضمن طية كوسرت المحدبة (Kosrat Anticline) على الجانب الغربي لبحيرة دوكان في منطقة الغاطس الجنوبي للطية، ويحدها من جهة الجنوب الشرقي طية سارة المحدبة (Sara Anticline) ومن الشمال الغربي طية خلakan المحدبة (Khalakan Anticline). تتميز طية كوسرت المحدبة انها ذات غطس مزدوج غير متماثل، وان الجناح الجنوبي الغربي لطية كوسرت أكثر انحدارا وأقصر من الجناح الشمالي الشرقي (Al-Kubaisi and Barno, 2015). تكتونيا، تقع منطقة الدراسة ضمن الرصيف غير المستقر (Unstable shelf) للعراق في نطاق الطيات العالية وفق التقسيم التكتوني للعراق (Fouad, 2015) ضمن نطاق الطيات العالية (High folded zone) والذي يتميز بطيات عالية وحادة ومقلوية ذات اشكال واحجام مختلفة (شكل 1).



الشكل 1. A. خارطة تكتونية للعراق (Fouad, 2015)، B. مرئية فضائية محدداً عليها موقع الدراسة.

ان طبيعة الترسيبات في المنطقة تحكمت بها الحوادث التكتونية من غوران وتسلق للأوفيلوليت ومن ثم التصادم مع الطبق الأوراسي على طول الحافة الشمالية والشمالية الشرقية للطبق العربي (Al-Sumaidaie et al., 2020). حيث انهت الحركات التكتونية الدورة الترسيبية الثانية التي حدثت في اواسط الكريتاسي والتي اثرت على منطقة الرف غير المستقر بشكل واضح، وأدى ذلك الى احداث تغيرات في السمك والسخنات في ترسيبات الدورة الترسيبية الثانية اللاحقة (التورونيـان - الكمبانيـان المبـكر) والتي كانت طويلة نسبيا (Buday, 1980). ترسب تكوين كوميتان في حوض فورلانـد (foreland) اثناء عملية الغوران (subduction) في الكريتاسي - (Neo-Tethyan) تحديدا عمر السينومانيـان المتأخر (Late Cenomanian) الى الكمبانيـان المبـكر (Early Campanian) (Numan, 2001). يعد تكوين كوميتان جزءاً من التعاقب التكتوني الطيفي الضخم (AP9) إذ تمتد هذه الدورة من العصر الكريتاسي المتأخر الى الباليوسني المبـكر (Sharland et al., 2004). بعد الحركة التكتونية في التورونيـان المبـكر، أصبح حاجز قمـوقـة (Qamchuqa ridge) اقل انكشافا وقل اتساعـا (Jassim and Goff, 2006). تقدم نطاق ما يعرف اليوم بنطـاق الطيات العالية خلال العصر الكريتاسي المتأخر، مما ادى هذا التقدم ببدء تموضع الاوفيلوليت على طول الحافة الشمالية الشرقية للصفيحة العربية، فتسبب هذا الحدث الى اعادة تنشيط الفوالق ورفع الحافة الشمالية الشرقية للصفيحة العربية (Haq and Al-Qahtani, 2005). وخلال (التورونيـان - الكمبانيـان المبـكر) في العراق حدث نشاط تكتوني اخر كان مرتبـطا بغوران الفرع الجنوبي من بـحر التـيش الجديد (Aqrabi et al., 2010) (شكل 2).



الشكل 2. الجغرافية القديمة لدورة التورونيـان المتأخر - الكمبانيـان المبـكر (Jassim and Goff, 2006).

طائق العمل

اعتمدت الدراسة الحالية على طائق تحليل عدة مكملة الواحدة للأخرى، والتي تمت على مقطع واحد منكشف لتكوين كوميتان الواقع على طية كوسـرت المـدبـبة شمال شـرقـيـ العـراـقـ. ومن أـبـرـزـ هـذـهـ طـرـائـقـ: العمل الحقـليـ الذي تضـمـنـ وـصـفـ كـافـةـ الـظـواـهـرـ وـالـمعـالـمـ التـشـخـصـيـةـ، وـمـنـهـ التـرـكـيزـ عـلـىـ وـصـفـ التـطـبـقـ وـالـلـوـلـونـ وـطـبـيـعـةـ الصـخـورـ عـنـ طـرـيـقـ تـقـاعـلـ حـامـضـ (HCl)ـ المـخـفـفـ بـنـسـبـةـ 10%ـ مـعـ الصـخـورـ الـكـارـبـوـنـاتـيـةـ وـمـاـ عـلـيـهـاـ منـ ظـواـهـرـ كـعـدـ الصـوـانـ وـتـميـزـ أـسـطـحـ السـتـاـيـلـوـلـاـيـتـ، بـإـضـافـةـ إـلـىـ كـافـةـ الـظـواـهـرـ النـسـيجـيـةـ التـيـ مـنـ الـمـمـكـنـ رـؤـيـتـهاـ، فـضـلـاـًـ عـنـ رـصـدـ التـغـيـرـاتـ الجـانـبـيـةـ وـالـعـامـوـدـيـةـ لـلـتـعـاـبـقـاتـ. تمـ اـخـذـ (33)ـ عـيـنةـ صـخـريـةـ مـنـ تـتـابـعـاتـ صـخـورـ التـكـوـينـ فـيـ مـقـطـعـ دـوـكـانـ فـيـ جـمـيعـ اـجـزـاءـ المـقـطـعـ الـمـنـكـشـفـ. وـتـمـ عـلـىـ شـرـائـجـ صـخـريـةـ لـتـكـنـ النـمـاذـجـ فـيـ مـخـبـراتـ؟؟ـتـحدـدـ اـيـنـ؟؟ـ

جمهورية إيران. ومن ثم استخدم المهاجر المستقطب للتعرف على مكوناتها وتميز الانسجة الرسوبيّة ولمعرفته خصائصها السخنـية والمعدنية ومدى تأثير العمليات التحويـية فيها. وتم فحـص نسبة كاربونات الكالسيـوم باستخدـام تصـنيـف كل من (Cotillon and Rio, 1984; Sanchez-Hernandezand and Florentin, 2014) لمعرفـة تصـنيـف الصـخـور الكـارـبـونـاتـيـة، حيث أنـ نسبة كـارـبـونـاتـ الكـالـسـيـوـمـ تتـراـوـحـ فـيـ الصـخـورـ الـوـلـحـيـةـ ماـ بـيـنـ 0-10%ـ،ـ وـتـراـوـحـ نـسـبـتـهـاـ فـيـ الصـخـورـ الـوـلـحـيـةـ الـجـيـرـيـةـ ماـ بـيـنـ 10-30%ـ،ـ وـتـكـوـنـ نـسـبـتـهـاـ فـيـ صـخـورـ الـمـارـلـ ماـ بـيـنـ 30-60%ـ،ـ وـتـكـوـنـ نـسـبـتـهـاـ فـيـ كـارـبـونـاتـ الكـالـسـيـوـمـ فـيـ صـخـورـ الـحـجـرـ الـجـيـرـيـ الـمـارـلـيـ ماـ بـيـنـ 60-80%ـ،ـ بـيـنـماـ تـرـاـوـحـ نـسـبـتـهـاـ فـيـ الـحـجـرـ الـجـيـرـيـ الـلـيـ أـكـثـرـ مـنـ 80%ـ.

النتائج

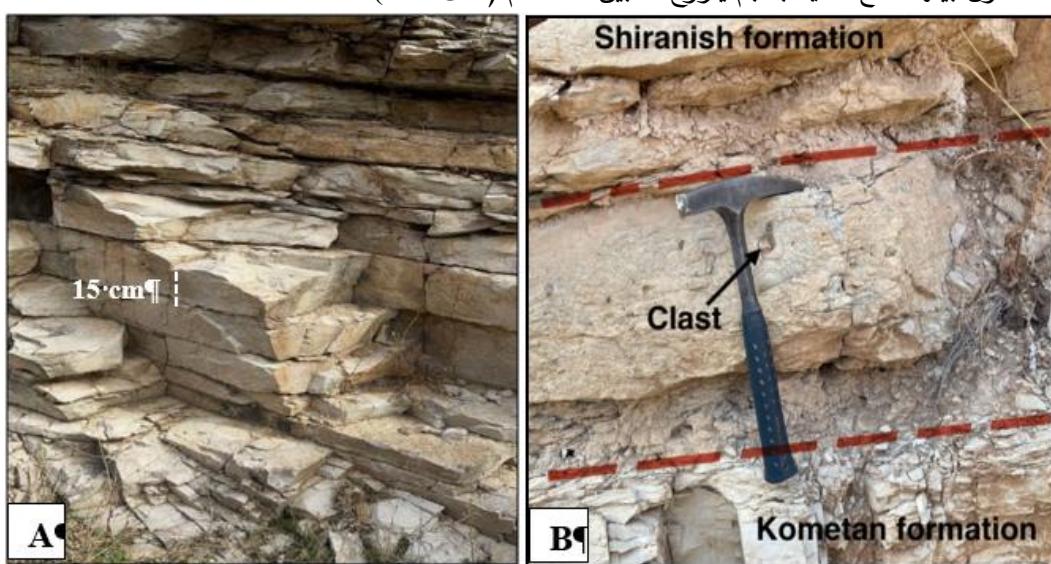
الوصف الصخري

يقع المقطع في محافظة السليمانية شمال شرقي العراق، قضاء دوكان شمال غربي السليمانية بسمك (70) متراً وبضمنها (10) أمـتـارـ مـغـطـاءـ.

حقـلـياـ،ـ يـبـدـأـ تـكـوـينـ كـوـمـيـتـانـ عـنـ نـهـاـيـةـ تـكـوـينـ قـمـجوـقـةـ ذـيـ الصـخـورـ الـمـتـلـمـمـةـ الـذـيـ يـتـمـيزـ بـلـوـنـ بـنـيـ فـاتـحـ وـطـبـقـاتـ صـلـبـةـ خـالـيـةـ مـنـ تـرـاكـيـبـ الرـسـوـبـيـةـ،ـ يـلـيـ تـعـاقـبـ طـبـقـاتـ كـوـمـيـتـانـ بـسـمـكـ (20) مـتـراـًـ مـنـ الـحـجـرـ الـجـيـرـيـ.ـ يـتـمـيزـ هـذـاـ التـعـاقـبـ بـعـقـدـ الصـوـانـ عـلـىـ أـسـطـحـ طـبـقـاتـ وـسـتـايـلـولـاـيـتـ الـمـواـزـيـ لـمـسـتـوـيـ سـطـحـ التـطـبـقـ.ـ (10) مـتـارـ مـنـ الـحـجـرـ الـجـيـرـيـ تـكـوـنـ ذاتـ لـوـنـ رـمـاديـ فـاتـحـ مـعـ وـجـودـ عـقـدـ الصـوـانـ وـسـتـايـلـولـاـيـتـ،ـ تـاـلـيـهاـ طـبـقـاتـ مـنـ الـحـجـرـ الـجـيـرـيـ بـسـمـكـ (8) مـتـارـ،ـ حـيـثـ ظـهـرـتـ عـقـدـ الصـوـانـ ضـمـنـ أـسـطـحـ السـتـايـلـولـاـيـتـ،ـ يـلـيـهاـ تـعـاقـبـ بـسـمـكـ (22) مـتـراـًـ مـكـوـنـ مـنـ الـحـجـرـ الـجـيـرـيـ الغـنـيـ بـالـسـتـايـلـولـاـيـتـ (ـشـكـلـ A-3ـ).ـ شـخـصـتـ الـدـرـاسـةـ الـحـالـيـةـ وـجـودـ قـطـعـ مـنـ الـحـصـىـ (ـclastـ)ـ وـتـكـوـنـ اـشـكـالـهـ شـبـهـ كـروـيـةـ ذاتـ حـوـافـ بـارـزـةـ فـيـ طـبـقـةـ الـكـلـوـكـوـنـاـيـتـ الـفـاـصـلـةـ بـيـنـ تـكـوـينـيـ كـوـمـيـتـانـ وـشـرـانـشـ.ـ يـعـتـبـرـ الـكـلـوـكـوـنـاـيـتـ مـعـدـنـاـ طـيـنـيـاـ ذـاـ لـوـنـ أـخـضـرـ مـنـ مـجـمـوعـةـ الـمـاـيـكـاـ غـنـيـاـ بـالـبـلـوـتـاسـيـوـمـ وـالـحـدـيدـ.ـ يـتـشـكـلـ الـكـلـوـكـوـنـاـيـتـ فـيـ الـبـيـئـاتـ الـضـحـلـةـ وـالـعـمـيـقـةـ ذاتـ مـعـدـلاتـ التـرـسـيـبـ الـمـنـخـضـةـ (ـlـo~w~ s~ed~i~n~at~o~n~ r~at~e~s~)ـ وـوـفـرـةـ عـالـيـةـ مـنـ العـنـاصـرـ الـغـذـائـيـةـ (ـh~i~g~h~ n~ut~r~i~e~t~)ـ (ـA~m~o~r~o~s~i~ 1995, 1997~ and~ U~l~m~e~r~ -~S~c~h~o~l~l~e~ 2003~).

يـتـرـافقـ الـكـلـوـكـوـنـاـيـتـ مـعـ روـاـبـسـ التـقـدـمـاتـ الـبـحـرـيـةـ (ـA~m~o~r~o~s~i~ 1995, 1997~ and~ U~l~m~e~r~ -~S~c~h~o~l~l~e~ 2003~).

يـوـجـدـ الـكـلـوـكـوـنـاـيـتـ عـنـ الـحـدـ الـفـاـصـلـ بـيـنـ تـكـوـينـيـ شـرـانـشـ وـكـوـمـيـتـانـ بـسـمـكـ 20ـ سـمـ عـلـىـ شـكـلـ طـبـقـةـ مـنـ حـبـيـاتـ خـضـراءـ إـلـىـ دـاـكـنـةـ الـلـوـنـ بـيـنـهاـ قـطـعـ فـاتـاتـيـةـ بـحـجـمـ يـتـرـاـوـحـ مـاـ بـيـنـ 1-5ـ سـمـ (ـشـكـلـ B-3ـ).



الشكل 3. A. الستايوليات في تكوين كوميتان. B. طبقة الكلوكونايت في الجزء العلوي لتكونين كوميتان تحوي داخلها قطعاً صخرياً.

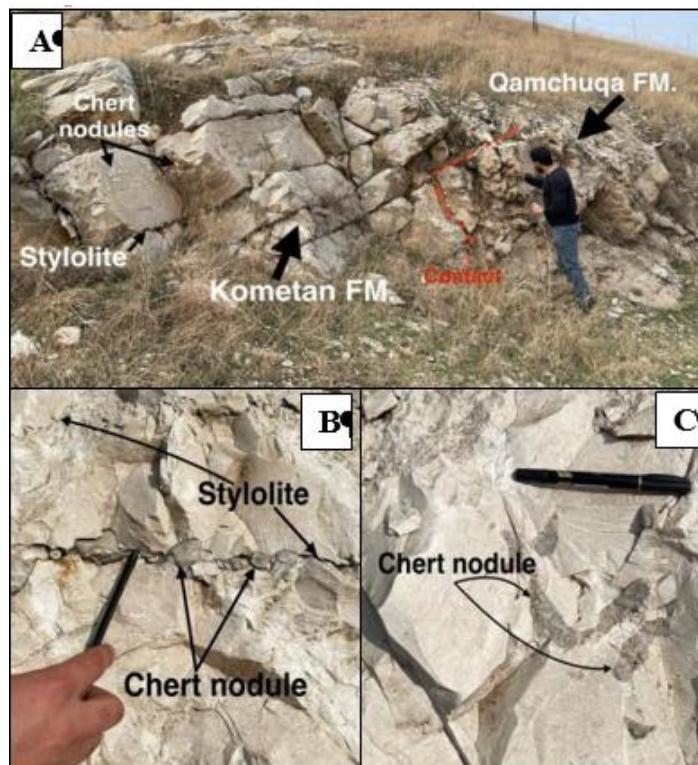
السحنات الصخرية للتكونين

يتتألف تكوين كوميتان من سحنتين صخريتين هما:

سحنة الحجر الجيري (Limestone lithofacies)

يشكل الحجر الجيري لتكوين كوميتان في المقطع المدروس النسبة العظمى من مكوناته السحنية للصخور كما موضح في العمود الطباقي شكل (A-5) حيث أن هذه السحنة تتصرف بلونها الابيض المائل الى الرصاصي يتخللها ستايلولوليت في جميع تتابعات السحنة. تتكون هذه السحنة من الحجر الجيري الابيض والمائل الى الرصاصي إذ يكون هذا التتابع صلباً جداً. توجد عقد الصوان وبشكل مكثف فيها ضمن الطبقات (شكل 4-A) وضمن سطوح ستايلولوليت (شكل B,C-4)، إذ ظهرت عقد الصوان بأحجام تصل الى 8 سم ذات اشكال غير محددة، ضمن سطوح ستايلولوليت وعلى الطبقات. عند فحص نسبة كربونات الكالسيوم (CaCO_3) كانت النسبة تشير الى أكثر من 80%.

(شكل 4).



الشكل 4. A. عقد الصوان في الجزء السفلي لتتابعات صخور كوميتان. B, C عقد الصوان موجودة ضمن سطوح ستايلولوليت.

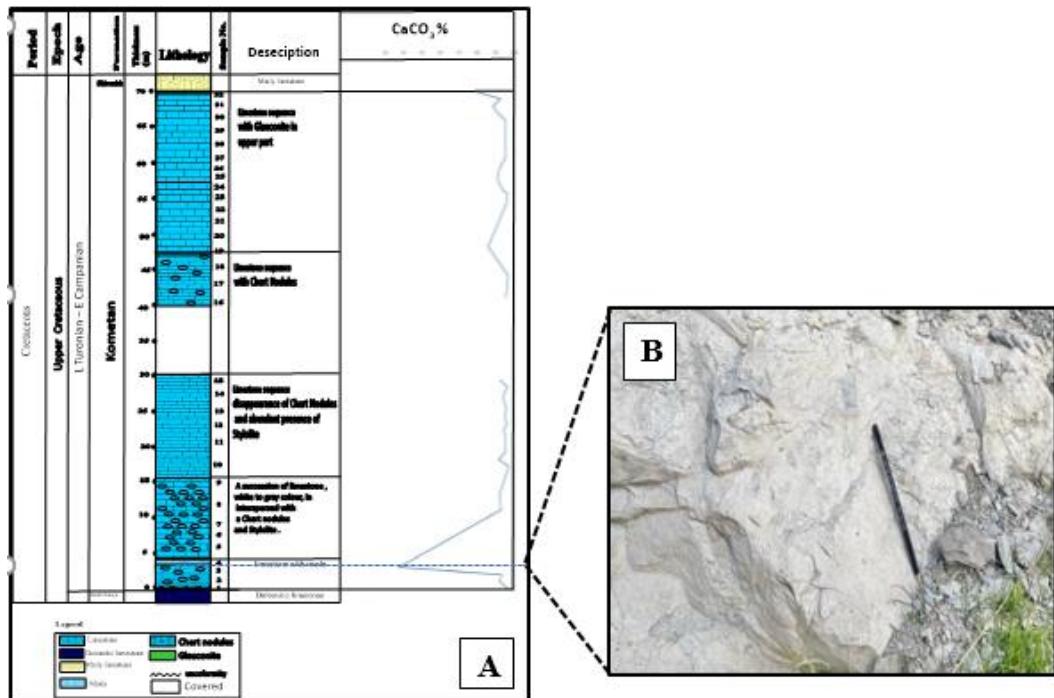
سحنة المارل (Marl lithofacies)

توجد هذه السحنة على شكل طبقة بسمك (2 متر) في الجزء السفلي من التكوين يتخللها ستايلولوليت وبلون ازرق مائل الى الابيض اقل صلابة من الحجر الجيري. اذ ان صخور الحجر المارلي تتكون من (30-60%) من نسبة كربونات الكالسيوم (CaCO_3) (شكل B-5).

الدراسة البتروغرافية

شخصت الدراسة البتروغرافية العديد من الحبيبات الهيكلية المكونة لصخور التكوين منها اصداف الفورومنيفيرا الطافية ذات الحجارات الكروية متمثلة باجناس (*Heterohelix*) لوحه (A-1)، و (*Globigerinelloides*) (لوحة Globigerinelloides)، واجناس الفورومنيفيرا الطافية (*Globotruncana*) (لوحة C-1)، و (*Globotruncana*) (لوحة D-1)، كما (B-1).

توجد بعض اجناس الفورومنيفيرا القاعية (*Rotalids*) (لوحة E-1) وجنس (*Bolivina*) (لوحة F-1). كما تحتوى الصخور على اصداف من الراديولاريا صنف (*Spumellaria*) (لوحة G-1) ضمن ارضية ميكرانية. وتأثرت المكونات الحبيبية وصخور تكوين كوميتان بالعديد من العمليات التحوييرية كالاضغاط والسمننة واعادة التبلور والسلكتة والدلمنة والاذابة، فضلا عن المعادن موضعية النشأة. كما سُخّشت طبقة غنية بمعدن الكلوكونايت في حد التماس مع تكوين شرانش (لوحة H-1).



الشكل 5. A. العمود الطبقي لتكونين كوميتان مع نسب كاربونات الكالسيوم. B. طبقة المارل في الجزء الأسفل من التكوين.

السحنات الدقيقة

تم الاعتماد على تصنيف (Dunham, 1962) في وصف هذه الصخور مجهرياً. وعقبت عملية تشخيص السحنات الدقيقة والتعرف عليها بمضاهاتها بالسحنات القياسية الدقيقة المعروفة بـ (SMF) والانطقة السحنية (Fz) لـ (Wilson, 1975) والمعدلة من قبل (Flügel, 2010). حيث تم تشخيص سحنتين دقيقتين رئيسيتين هما: سحنة الحجر الجيري الواكي وسحنة الحجر الجيري المرصوص ضمن تتابعات تكوين كوميتان في مقطع الدراسة الحالي والتي قسمت لاحقاً إلى تسع سحنات ثانوية دقيقة (submicrofacies) بناءً على المحتوى الحيatic ونوع الأرضية وتشخيص العمليات التحوييرية التي أثرت على مكونات السحنات. وفيما يلي وصف لتلك السحنات:

Lime Wackestone microfacies (W)

يتَّألف تكوين كوميتان في الغالب من هذه السحنة، حيث توجد في معظم تتابعات التكوين. استناداً إلى (Dunham, 1962)، فإن حبيبات الحجر الجيري الواكي تبلغ نسبتها أكثر من 10% ذات دعم طيني (Mud supported)، تكثر فيها متحجرات الفورومنيفيرا الطافية وبعض اصداف انواع الفورومنيفيرا القاعية فضلاً عن اصداف الكرات الكلسية والاستراكوندا وبعض الفقادات الحياتية. وتم تقسيمها إلى ست سحنات دقيقة ثانوية كما يلي:

1- سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الثانوية الحاوية على الفورومنيفيرا الطافية

Planktonic Foraminiferal Lime Wackestone Submicrofacies (PW)

تشكل اصداف الفورامنيفيرا الطافية النسبة العظمى من اجمالي مكوناتها الحبيبية. وتمثل هذه الاصداف بتجمعات من اجناس الفورومنيفيرا الطافية متمثلة بـ (*Globigerinelloides*, *Heterohelix*) والقليل من اصداف (*Globotruncana*) واصداف بعض اجناس الفورامنيفرا القاعية متمثلة بجنس (*Rotalids*) فضلاً عن القليل من اصداف الكرات الكلسية وبعض الفتاتات الاحيائية. تتميز البقايا الهيكلية المكونة لهذه السحنة بتوزيعها العشوائي وبأشكالها الكروية والمنتفخة، اما ارضيتها فت تكون في معظمها من المكرات مع نسبة قليلة من السبار الدقيق في بعض اجزائها. تعرضت هذه السحنة الى بعض العمليات التحويية كالازابة والانضغاط والسمننة وتظهر في معظم تتابعات التكوين لوحه (A-2). تمثل هذه السحنة السحنة القياسية الثامنة (SMF8) التي تعكس النطاق السحياني الثاني (-FZ2) الممثلة بالبيئات البحرية المفتوحة حسب تصنيف (Wilson, 1975) او نطاق الرف العميق حسب (Flügel, 2010).

2- سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الثانوية الحاوية على الراديولاريا

Radiolarin wackestone submicrofacies (RW)

تحتوي هذه السحنة على نسبة عالية في مكوناتها على الراديولاريا. تكون السحنة من ارضية مكراتية بلونبني مع وجود اصداف الفورومنيفيرا الطافية كروية الحجرات كـ (*Heterohelix*) والفتات الاحيائي لبعض اصداف الفورومنيفيرا الطافية والاوستراكودا وتأثر بالسمننة من نوع السمنت الحبيبي. وتتأثر بعضها بعمليات السلكتة الاننقائية (FZ1-B-2). تتوافق هذه السحنة مع السحنة القياسية الثالثة (SMF3) الواقعة ضمن النطاق السحياني الأول المعروف بنطاق حوض البحر العميق (Deep Sea) حسب تصنيف (Wilson, 1975; Flügel, 2004).

3- سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الثانوية الحاوية على الفورومنيفيرا الجؤجؤية

Keeled Planktonic Foraminiferal Wackestone (KW)

ت تكون هذه السحنة من ارضية مكراتية وحببات هيكلية من اجناس الفورومنيفيرا الطافية ذات الاحجام المختلفة متمثلة بـ (*Globigerinelloides*, *Globotruncana*) فضلاً عن وجود بعض الاجناس من الفورومنيفيرا الطافية ذات الحجرات الكروية كـ (*Heterohelix*) وبعض اصداف الكرات الكلسية والقليل من اصداف الفورومنيفرا القاعية متمثلة بـ (*Rotalids*). تأثرت هذه السحنة بعمليات السلكتة والانضغاط والسمننة (لوحه C-2). وتمثل هذه السحنة السحنة القياسية الثامنة (SMF8) التي تعكس النطاق السحياني الثاني (FZ-2) المعروف باسم الرف العميق تبعاً له (Flügel, 2010).

4- سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الثانوية الحاوية على الفتاتات الحياتية

Bioclastic Lime Wackestone Submicrofacies (BW)

تشكل الارضية المكراتية الغالبية الاجمالية لهذه السحنة مع قليل من المواد العضوية المبعثرة فيها. تمثل المكونات الهيكلية لهذه السحنة بالفتات الاحيائي كاصداف الفورومنيفيرا الطافية ممثلة بأجناس (*Heterohelix*, *Globotruncana*, *Globigerinelloides*) وحطام الاوستراكودا وقليل من اصداف الكرات الكلسية. تعرضت هذه السحنة الى العمليات التحويية كالازابة والانضغاط والسمننة وبصورة اقل الى عمليات الدلمنة والسلكتة والمكرنة. تظهر هذه السحنة ضمن التتابعات السفلية من تكوين كوميتان (لوحه D-2). تتطابق هذه السحنة مع السحنة القياسية التاسعة (SMF9) والمترسبة ضمن النطاق البيئي السحياني الثاني (FZ-2) المعروف تبعاً له (Wilson, 1975) برف البحر المفتوح (Open sea shelf) او الرف العميق طبقاً له (Flügel, 2010).

5- سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الثانوية الحاوية على الفورامينيفيرا الطافية والكرات الكلسية

Calcisphere-Plantonic Foraminiferal Lime Submicrofacies (CW)

تتألف هذه السحنة من اصداف الفورامينيفيرا الطافية متمثلة بـ (*Heterohelix, Globigerinelloides*) وقليل من (*Globotruncana*) وغلبة اصداف الكرات الكلسية فيها وبعض الففات الاحيائى، كما وان ارضية هذه السحنة تمثل بالمكريات الداكن والمائل الى البنى. تأثرت هذه السحنة بالعديد من العمليات التحوييرية كالسمنطة والاذابة والسلكتة والانضغاط واعادة التبلور لوحه (E-2). تكافيء هذه السحنة القياسية الثالثة (SMF3) التي تعكس النطاق السحيى الثالث (FZ-3) المعروف باسم مقدمة المنحدر حسب (Flügel, 2010).

6- سحنة الحجر الجيري الواكي الدقيقة الثانوية الحاوية على ففات المحاريات

Pelecypoda Bioclastic Lime Wackestone Submicrofacies (Pel-W)

تتألف هذه السحنة من ارضية مكرياتية وقطع موشورية لأصداف المحاريات المرتبة بشكل متناسق، حيث يكون شكلها مستدقاً وحاداً بشكل طولاني في المقطع الطولي مع حبيبات هيكلية لأجناس الفورامينيفيرا الطافية. اثرت العمليات التحوييرية فيها على قطع الففاتات الحياتية كالسلكتة والسمنطة (لوحة 2-F). تتوافق هذه السحنة مع السحنة القياسية العاشرة (SMF10) والمتربعة ضمن النطاق السحيى الثاني (FZ-2) المعروف بالرف العميق (Deep shelf) حسب تصنيف (Flügel, 2010).

سحنة الحجر الجيري المرصوص (P)

تكون هذه السحنة الدقيقة ذات دعم حُبّبي (Grain supported)، وتكون الحبيبات الهيكلية في هذه السحنة من محجرات الفورامينيفيرا الطافية والقاعية، كما توجد فيها بعض كسارات الففاتات الاحيائية وحبيبات معدنية كالكلوكونايت. وقسمت الى ثلاثة سحنات دقيقة ثانوية هي:

1- سحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الثانوية الحاوية على الفورامينيفيرا الطافية

Planktonic Foraminiferal Lime Packstone submicrofacies (FP)

تشكل اصداف الفورامينيفيرا الطافية الغالبية العظمى من حبيبات هذه السحنة الدقيقة، فضلا عن القليل من اجناس الفورامينيفيرا القاعية والكرات الكلسية فيها. وتمثل الفورامينيفيرا الطافية في هذه السحنة بأصداف الاجناس (*Globigerinelloides, Heterohelix*, ...) والقليل من اصداف اجناس الا (*Globotruncana*). وتميز معظم حبيبات الفورامينيفيرا الطافية بكونها كاملة (Biomorpha) قابلة للتشخيص والتصنيف رغم تشوّه بعضها بسبب العمليات التحوييرية. اما ارضية السحنة فإنها مماثلة بالمكريات مع وجود نسب متباعدة من السياق الدقيق فيها. وظهور هذه السحنة اثار العديد من العمليات التحوييرية كالإذابة والانضغاط الفيزيائي من عمليات رص الحبيبات وتوجيهها (لوحة 2-G). تقابل هذه السحنة القياسية الرابعة (SMF-4) المتربعة ضمن النطاق السحيى الثالث (FZ-3) المعروف بمقدمة المنحدر حسب تصنيف (Flügel, 2004).

2- سحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الثانوية الحاوية على الففاتات الحياتية

Bioclastic Lime Packstone submicrofacies (BP)

تحتوي هذه السحنة على نسبة عالية من كسارات الاصداف الحياتية من اجناس الفورامينيفيرا الطافية (*Globigerinelloides, Globotruncana*) وبعض قطع الاوستراکودا والكرات الكلسية، كما سجلت وجود جنس (*Heterohelix*) بهيئته الكاملة. تتواء حبيبات هذه السحنة بشكل مرصوص ضمن ارضية مكرياتية، وتأثر مكونات هذه

السحنة بعمليات الانضغاط الميكانيكي ووجود العروق (لوحة 2-H). تقابل هذه السحنة السحنة القياسية الرابعة (SMF-4) المترسبة ضمن النطاق السحيقي الثالث (FZ-3) المعروف بـ مقدمة المنحدر حسب تصنيف (Flügel, 2004).

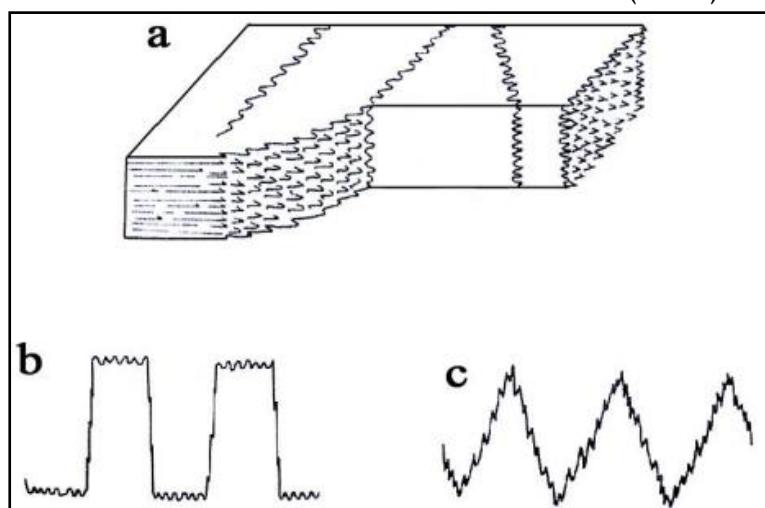
3- سحنة الحجر الجيري المرصوص الدقيقة الثانيةوية الحاوية على الكلوكونيات

Glauconitic-Planktonic Foraminiferal Lime Wackestone-Packstone submicrofacies (GP)

ت تكون هذه السحنة من ارضية مكراتية مع حبيبات من معدن الكلوكونيات الاخضر. تحتوي مكونات هذه السحنة على الكسور والتشققات في حبيبات معدن الكلوكونيات، ومحجرات الفورومنيفيرا الطافية من جنسي (*Heterohelix*) (*Globigerinelloides*) مع بعض اكاسيد الحديد الحمراء. تكون حبيبات الكلوكونيات مستديرة بشكل عام، والبعض الآخر تكون طولانية الشكل. تأثرت هذه السحنة بالعديد من العمليات التحويرية، كـ الاذابة والمكرنة والسمنة والانضغاط (لوحة 1-H). شُخصت هذه السحنة في الجزء العلوي من التكوين تحديداً في طبقة الحد الفاصل بين تكويني كوميتان وشرياش. تكافئ هذه السحنة في تكوين كوميتان السحنة القياسية الرابعة (SMF-4) المترسبة ضمن النطاق السحيقي الثالث (FZ-3) المعروف باسم مقدمة المنحدر حسب تصنيف (Flügel, 2004).

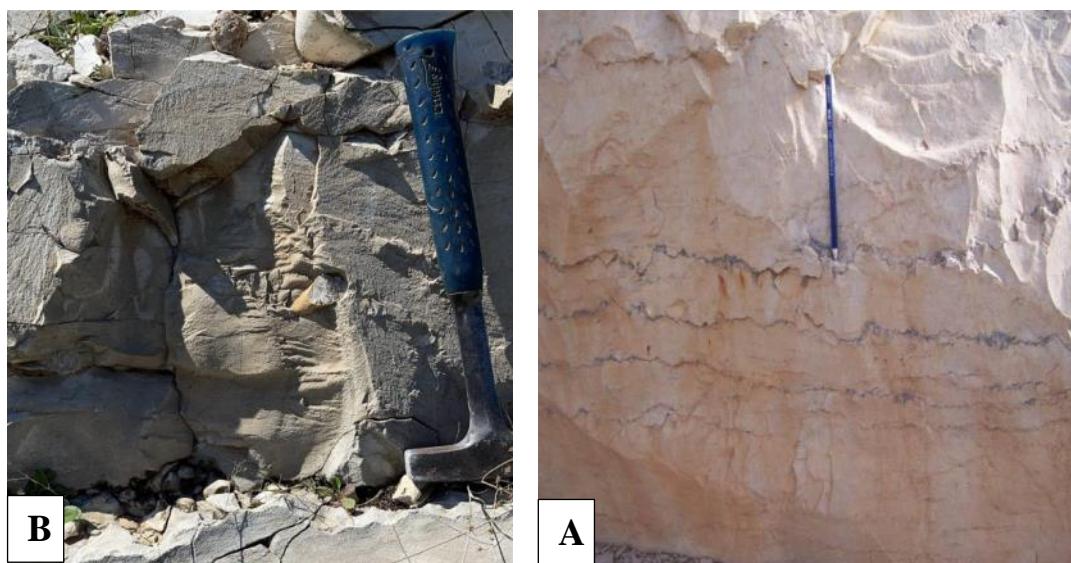
ستايولولait

ت تكون تراكيب الاذابة الانضغاطية (ستايولولait) تكتونياً بفعل التشوه الهش، والتي تكون عمودية على اتجاه الاجهاد التكتوني المسبب لها، ونتيجة لهذا الضغط، فإنها تقطع أسطح التطبق وتتقاطع ايضاً معها (Ramsay et al., 1983). ذكر (Shadmon, 2008) ان ستايولولait الموازية لمستويات التطبيق هي غير تكتونية المنشأ، وان الانواع العمودية والمائلة على مستوى التطبيق هي التي تعكس الفعاليات التكتونية. بشكل عام هناك نوعان من اشكال ستايولولait هما الاسطوانية والمخروطية (شكل 6).



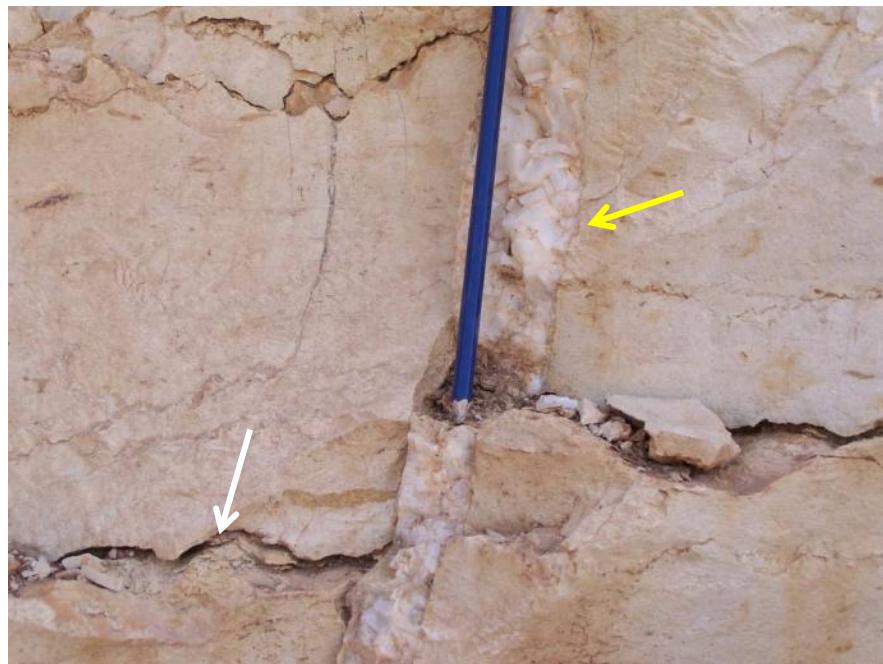
شكل 6. a. مجسم عام، b. ستايولولait أسطواني، c. ستايولولait مخروطي (Bles and Feuga, 1986).

شخصت الدراسة الحالية وجود ستايولولait بشكل مكثف في تكوين كوميتان بنوعيه المخروطي والاسطوانى، والذي يكون موازياً لمستوى التطبيق. يظهر انتشار تراكيب ستايولولait بشكل جيد في مقطع الدراسة على الجناح الجنوب الغربى، وظهر ان الكثير من حدود طبقات تكوين كوميتان متمثلة بأسطح ستايولولait وبعض الرواسب الطينية بأقل من 1 سم (شكل 7-A). وبالتالي، فان تراكيب ستايولولait الاخرى والتي لا توافق اسطح التطبيق مع وجود عقد الصوان هي تكتونية المنشأ (شكل 7-B).



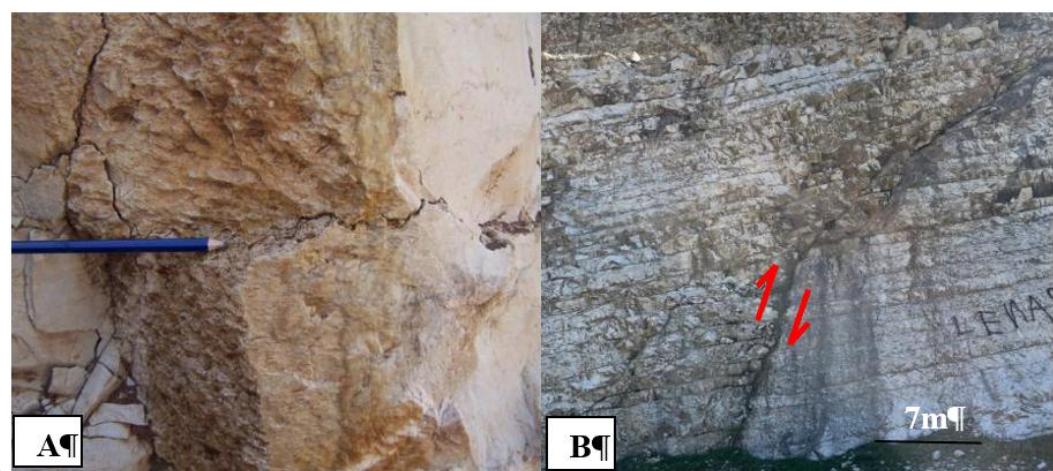
الشكل 7. A. ستايلولait متطبق. B. ستايلولait تكتوني عمودي على سطح التطبيق.

في معظم منطقة الدراسة في تكوين كوميتان توجد تراكيب ستايلولait مع العروق في نفس المكافف الصخري بالقرب من بعضهما البعض (شكل 8). وتفسيراً لهذا الوجود هو ان المعادن المذابة التي نتجت من تكون ستايلولait بواسطة الإجهاد الانضغاطي تترسب في الفراغات المفتوحة للعروق القريبة، وهذا النوع من الترافق بين العروق وتراكيب ستايلولait يكون شائعاً إذ أطلق عليه (Mullenax and Gray, 1984) *styloboudinage*، ويدل هذا الترافق على العلاقة الحركية بينهما من حيث المنشأ.



الشكل 8. ترافق ستايلولait مع عرق ضمن تكوين كوميتان.

للحظ كذلك ترافق تراكيب ستايلولait مع الفوائل والفوائل الثانوية (شكل 9-A)، اذ تترافق مع فوائل مجموعتي (ac, bc) الشديتين، ويعمل ذلك لأن كلا التركيبين تكونا ضمن نفس حقل الإجهاد الانضغاطي الأعظم (81) الأولي والثانوي. أما ترافق ستايلولait مع الفوائل الثانوية، فيشير إلى مرحلة الرفع النهائي لعملية الطي (شكل 9-B).



الشكل 9. A. ترافق الستابيلولait الموازي والعمودي على سطح التطبق مع سطح فاصل، . B. ترافق الستابيلولait مع فالق.

القواطع النبتونية (Neptunian Dykes)

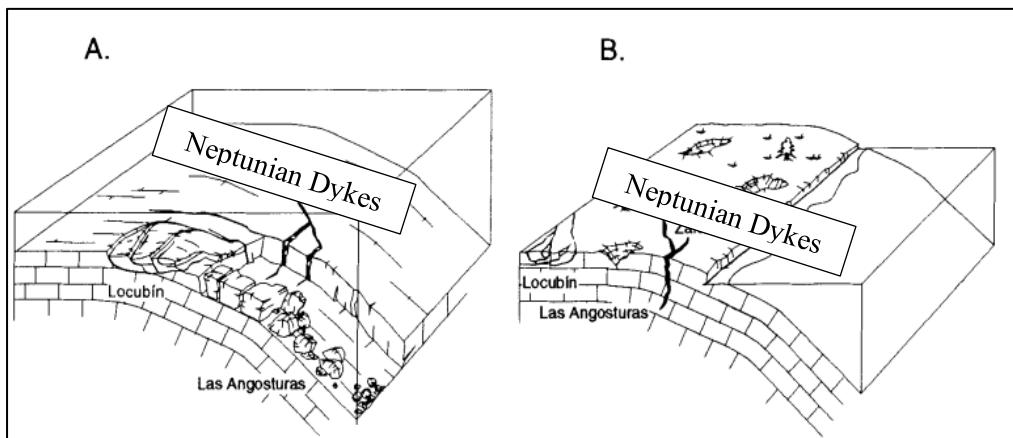
تعتبر القواطع النبتونية التكتونية في تكوين كوميتان من الطواهر الجيولوجية المهمة التي تعكس الحركات التكتونية المؤثرة على الحوض في منطقة الدراسة الذي يعود عمره إلى التورونياني، إذ يعرض مجموعة متنوعة من الكسور والشقوق التي تملؤها رواسب حديثة، مما يوفر سجلاً قيماً للتغيرات الجيولوجية والبيئية في هذه المنطقة. وُعدّت القواطع النبتونية بأنها من التراكيب الثانوية وإنها تحدث نتيجة الحركات التكتونية سواء كانت الحركات محلية أو إقليمية والتي تعمل على تشوّه الحوض بعد تصلب الصخور (Santantonio, 1993; Winterer and Sarti, 1994; Flügel, 2004)، إذ ان القواطع الرسوبيّة ذات العمر الأحدث بالنسبة للصخور المقطوعة (المضيفة) يطلق عليها اسم القواطع النبتونية (Neptunian Dykes)، وهي شقوق أو كسور جيولوجية مملوءة بالرسوبيات التي تكونت نتيجة نشاطات تكتونية وعمليات جيولوجية، هذه القواطع تمثل اختراقات رأسية أو شبه رأسية للرسوبيات داخل الصخور المضيفة وتحدث في مختلف البيئات الجيولوجية، كما قد تحدث عملية إعادة ترسيب للرواسب في الفجوات والشقوق نتيجة لعرضها إلى حركات تكتونية متعاقبة، أو الانهيارات الأرضية، أو نتيجة نشاطات جيولوجية أخرى تؤدي إلى توسيع تلك الشقوق والكسور (Ouardi *et al.*, 2022) (شكل 10). تحكم عوامل عدّة بوجود القواطع النبتونية في الصخور الكاربوناتية متمثلة بعرض التربات الكاربوناتية إلى التصلب بشكل أسرع من الصخور الفتاتية، مما يجعل استجابتها هشة لأي اجهاد تكتوني. وبالتالي، تولد كسور عمودية حتى وإن كانت في مرحلة أولية من الترسيب. ولذلك فإن الرواسب الكاربوناتية تكون عرضة لعملية الإذابة مما يجعل المياه غير المشبعة تعمل على احداث فراغ شبه كبير في الصخور المترسبة، فضلا عن ان الصخور الكاربوناتية المترسبة قابلة للتكسر بسبب ضغط الرواسب العمودي (Smart *et al.*, 1988 Schlager and Camber, 1988) حيث ان المنصات (Platforms) المرسبة للكاربونات أكثر انحدارا من الفتاتية ().

.(1986



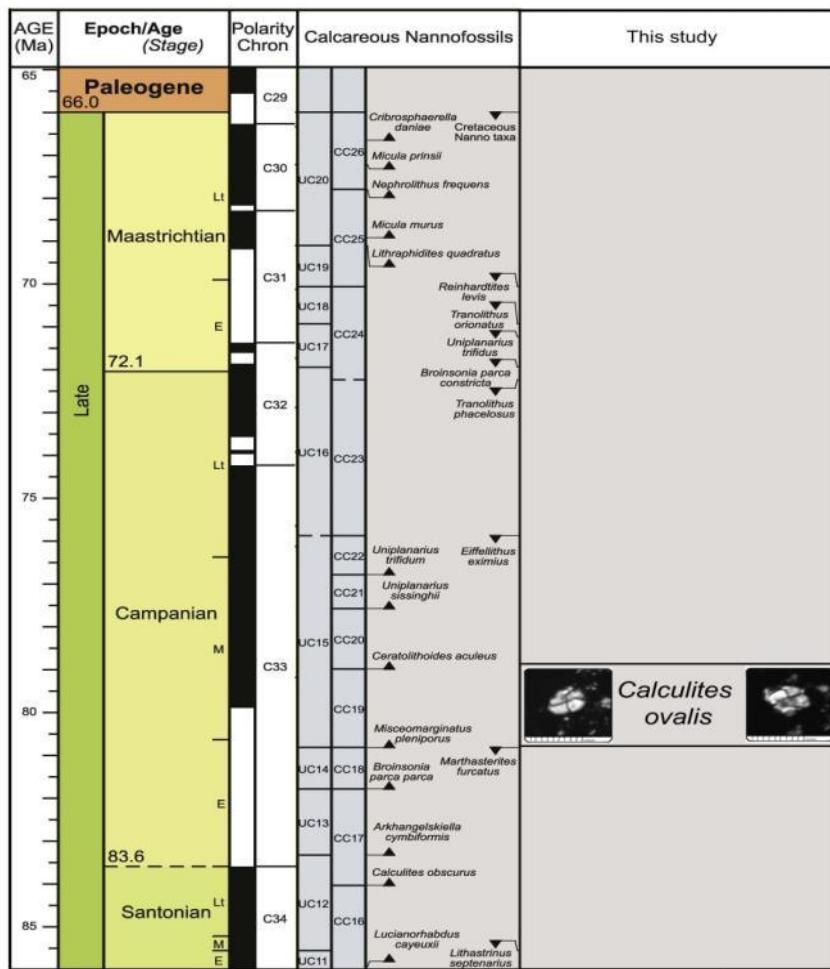
الشكل 10. القاطع النبتواني في تكوين كوميتان.

نتيجة لانثناء اللوسيفر القاري واستجابة للأحمال التكتونية الزاحفة فوقها خلال مراحل التقارب ومن ثم تصادم الصفائح التكتونية (Beaumont, 1981)، يتكون تكوين الكوميتان من رواسب مرحلة ما بعد هبوط المنصة العربية الذي يُعزى إلى التقدم الجنوبي الغربي للصفيحة الإيرانية (الأوراسية)، مما أدى إلى ضغوط حمل أفقية وعاصمية عالية أدت وبالتالي إلى الهبوط. اذ حدث تسلق الصفيحة الإيرانية على المنصة التابعة للصفيحة العربية وارتفاع المنطقة الشمالية الشرقية لحوض الترسيب ما بعد منطقة المنصة نتيجة تصدام الصفيحتين، وبعدها حدث انغلاق لمحيط التيثيس الجديد، وتحول الحوض من البحر العميق (fore deep) إلى حوض فورلاند (foreland basin) (Taha and Karim, 2009). وعليه، فإن الاجهادات الشديدة المؤثرة على منطقة البروز أدت إلى تجمع الرواسب البحرية بتلك الشقوق المتكونة (شكل A-11). بعد اكتشاف المنصة وتراجع البحر، تكون القواطع معرضة لعمليات التجوية، وهذه صفة ظاهرة في البيانات اللجية بكثرة والكاربوناتية منها بشكل أكبر (Winterer and Sarti, 1994) (شكل B-11).



الشكل 11. الآية تكون القواطع النبتوانية . (Winterer and Sarti, 1994)

اظهرت الدراسة الحالية للقواطع النبتونية (شكل 10) باستخدام المتحجرات النانوية، ان اصداف (*Calculites ovalis* CC19) التي وجدت فيها تعود الى نطاق عمر الكامبانيان، وهذا يتطابق مع ما جاءت به دراسة المتحجرات النانوية لمناطق مختلفة حسب (Gradstein *et al.*, 2004)، حيث يشير تواجدها الى الكامبانيان المبكر - الاوسط، وهو عمر تربت تكوين شرانش (Al-Hadidi and Hassan, 2022) (شكل 12).



الشكل 12. مقطع جيولوجي زمني يوضح وجود المتحجرات النانوية.

المناقشة

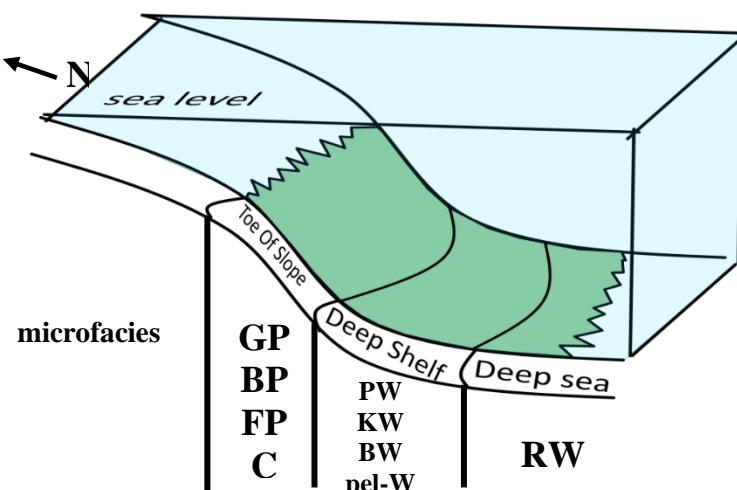
تبين مما تقدم ان صخور التكوين الحاوية على عقد الصوان وبشكل مكثف يعزى الى زيادة الضغط العمودي للطبقات في منطقة الدراسة كما اوضح (Al-Barzinjy, 2008) اذ عزى تكون هذه العقد السليكاتية الى زيادة عمق الدفن، وبالتالي زيادة الاجهاد على حساب الصخور الكلسية المضيفة. وان انعدام الحبيبات غير الهيكالية مثل الحبيبات المغلقة والفتاتيات الصخرية وغيرها يدل على البيئة البحرية العميقة الهدائة، كما أنَّ غلبة المكراتيت في جميع عينات الدراسة يفسر أنَّ الظروف الترسيبية للتكون كانت تحت ظروف البيئة الهدائة والعميقة. وهذا يتفق مع ما جاء به Boggs, (2006) حيث أشار الى ان وجود المكراتيت يشير الى ان البيئات التي تكون مليئة بالطاقة الواطئة من ضمن البيئات العميقة. أما شيعون جنسي (*Globigerinelloides*, *Globotruncana*) بالذات وبعض اجناس الفورومنيفيرا الطافية الاخرى، فتعطي دلالة على ان تربات هذا التتابع تكثر في الرواسب البحرية المفتوحة وكما جاء في (Abawi *et al.*, 2000) وجود الراديولاريا السليكاتية في مختلف العينات المدروسة ولاسيما الجزء السفلي من التكوين، دليل على أنَّ التكون ترب ضمن رواسب البيئة البحرية العميقة. وهذا يتماشى مع ما ذكره (Flugel, 2010) بان وجود الراديولاريا يشير الى بيئه الترسيب **الحجبية**، وان وجود قطع اصداف المحاريات له امتداد بيئي ضمن انطقة الباثالي العميقه (MacLeod *et al.*, 1996) كذلك وجود وانتشار اصداف جنس (*Heterohelix*) كروي الحجبرات ضمن بيئه منحدر الباثالي الاعلى وكما عل (Sliter, 1972). فضلا عن ان قلة وجود الفورامينيفيرا القاعية تشير الى بيئه الترسيب العميقه، اذ انها توجد ضمن انطقه بيئه محددة وضحلة (Boudagher, 2008).

وعليه، فقد اكدت نتائج التحليل السحيقي الدقيق في الدراسة المزعمعة الى ان تتابعات تكون كوميتان تتالف من تعاقب مجموعة من السحنات الدقيقة المماثلة للسحنات القياسية الدقيقة. حيث ان وجود الراديولاريا في سحنة الحجر الواكي

(RW) تقابل السحنة القياسية الاولى (SMF1) والتي تقع في نطاق البحر العميق (Deep Sea- FZ-1) تبعاً لـ (Wilson, 1975; Flügel, 2010). يشير وجود اصداف الفورومينيفيرا الطافية وغلبتها في السحن الواكية والمرصوصة الى الرف العميق (Deep Shelf) (Flügel, 2010). تكافئ سحنات (FP,GP, BP) في تكوين كوميتان السحنة القياسية الرابعة (SMF-4) المترسبة ضمن النطاق السحي الثالث (FZ-3) المعروفة باسم مقدمة المنحدر (Toe of Slope) حسب تصنيف (Flügel, 2010) (شكل 13). وكما موضحة في الموديل الروسي (شكل 14).

Standard Microfacies and Zone (Flügel, 2010)			Facies of Kometan Formation
Location Zone	Zone Microfacies (FZ)	Standard Microfacies (SMF)	Microfacies
Toe of Slope	3	4	Glauconitic-Planktonic Foraminiferal Lime Wackestone-Packstone submicrofacies (GP)
		4	Bioclastic Lime Packstone submicrofacies (BP)
		4	Planktonic Foraminiferal Lime Packstone submicrofacies (FP)
		3	Calcsphere-Planctic Foraminiferal Lime Submicrofacies(CW)
Deep shelf	2	10	Pelecypoda Bioclastic Lime Wackestone Submicrofacies (Pel-W)
		9	Bioclastic Lime Wackestone Submicrofacies (BW)
		8	Keeded Planktonic Foraminiferal Wackestone (KW)
		8	Planktonic Foraminiferal Lime Wackestone Submicrofacies (PW)
Deep Sea	1	8	Radiolarian wackestone submicrofacies (RW)

الشكل 13. السحنات الدقيقة الثانوية ومضاهاتها مع السحنات القياسية الدقيقة ضمن الانطقة الترسيبية المقترحة من قبل (Flügel, 2010).



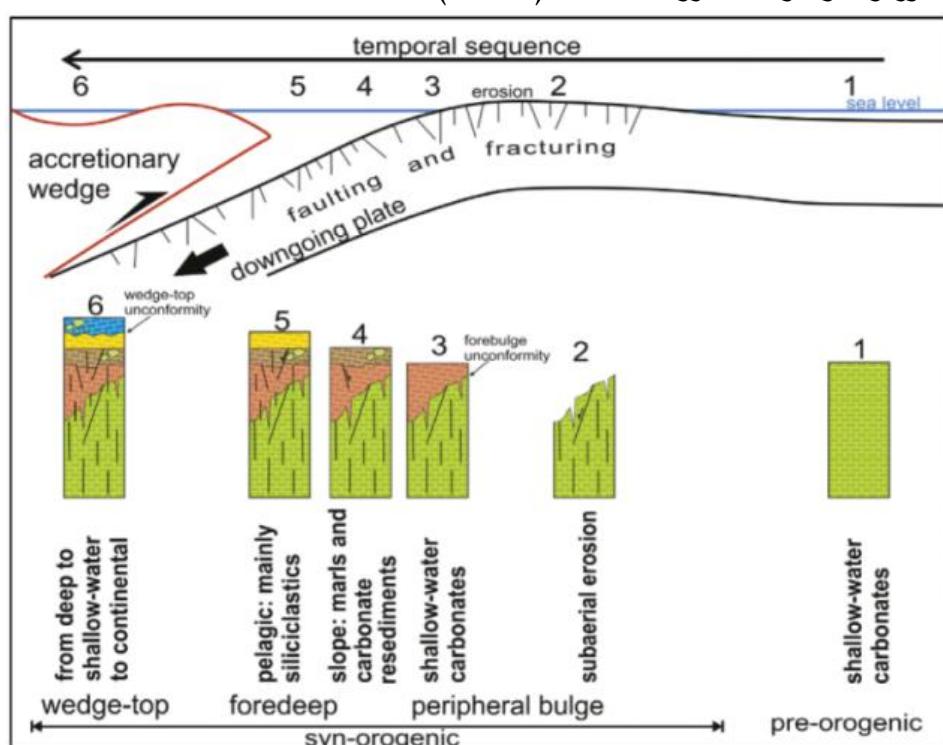
الشكل 14. الموديل الروسي المقترن لمقطع الدراسة الحالى.

تأثير التكوين بحرکات تكتونية تسببت بتكون تراكيب ستایلولایت، اذ تنشأ تحت تأثير الاجهادات الانضغاطية، حيث ان الضغط الجانبي يؤدي الى إذابة المحاليل للصخور مكونة شكلاً متعرجاً (Sinha-Roy, 2002). كما شوهد في الدراسة الحالية تأثر تكوين كوميتان بحمل روسي عالي وكذلك بحرکات تكتونية ادى كلها الى تكون تراكيب ستایلولایت بنوعيه الروسي والتكتوني. اذ وجد تأثر المنطقة باجهاد انصغاطي تكتوني باتجاه (NW-SE) إذ استنبط اتجاه الإجهاد الانضغاطي هذا من ستایلولایت الموجودة على سطح الطبقة ضمن تكوين كوميتان على الجناح الجنوبي

الغربي لطية كوسرت، وتتبع بمستواها فوائل المجموعة (ac). إذ ان قممها توازي مضرب الطبقة وكذلك المحور التكتوني (b) (شكل 9). وكذلك تأثر المنطقة بإيجاد تمدد حيث سجل الأخير من الستايلولait التي تقع في المستوى (ab) الموازية أو شبه الموازية لأسطح التطبيق وقما تكون عمودية على سطح التطبيق، أي توازي المحور (c) عندما تكون (51) عمودية و (53) تكون افقية أو شبه افقية، هذا يحدث أثناء مرحلة الرفع النهائي لعملية الطي وتتوافق بمستواها مع سطح الفاصل (ab) (شكل B-9).

ووجدت الدراسة الحالية أيضا ظهور القواطع النبتونية في تكوين كوميتان، وهذه تعتبر من الميكانيكيات التكتونية المهمة والمؤثرة على التكوين، وذلك كون ان الضغط التكتوني المستمر نتيجة تصدام الصفيحتين العربية والأوراسية حدث هبوط في منطقة المنصة الكاربوناتية بفعل اجهادات انصهاطية اقليمية كبيرة عقبها نهوض في منطقة ما بعد المنصة، ونتج عن ذلك تولد اجهادات شدیه كناتج عرضي لعملية التصادم مؤدية الى تكون شقوق طولية وعرضية على نطاق النهوض، وبعدها ملئت بالرواسب الاحدث مكونة القواطع النبتونية. كما أشار (Parrino et al., 2019) كذلك الى ان القواطع قد تتشا بواسطة الاجهادات التكتونية الاقليمية. وتأييداً لذلك ما جاء به (Znad, 2013) الذي اوضح بان النهوض الانثنائي لنطاق البروز الامامي (Fore Bulge) نتجت عنه إجهادات شدیه على الأجزاء الخارجية من نطاق البروز وبالأخص تلك التي تمثل حافة نطاق الحوض الامامي العميق، وقد نجم عن الاجهادات الشدیه نشوء فوالق اعтикаه او إعادة لتنشيط الفوالق ذات التكوين المسبق.

علاوة على ذلك، فان تكون الكسور العرضية والطويلة حدث نتيجة التقارب الظبقي وعدم تجانس صخارة الصفيحتين العربية والإيرانية. قسم من المجاميع المختلفة من الكسور تحدث عليها ازاحة متحولة بذلك الى فوالق طولية ومستعرضة، والقسم الآخر منها تحول الى شقوق تملؤها رواسب أحدها روابي نسبياً مؤديةً بذلك الى تكون قواطع نبتونية، اذ ان القواطع تنشأ بواسطة اجهادات الشد الناجمة عن الحركة المؤثرة على الحوض نفسه وبشكل محلي في البيئات الكاربوناتية البحرية (Budd et al., 2013). كما ان نواتج عملية الرفع التكتوني تسمح بعملية التجوية والتعرية محدثة بذلك تكون الكسور والشقوق وملئها بالرواسب اللاحقة (شكل 15).



الشكل 15. يوضح الحمل الرسوبي على المنصة وتطور حوض الفورلاند ونهوض منطقة البروز الامامي (Fore bulge) وتكون أنواع الكسور والشقوق عن (Sabbatino et al., 2021).

الاستنتاجات

أظهرت الدراسة الحالية لنتائج تكوين كوميتان في المقطع المدروس ان صخور التكوين تحتوي على عقد الصوان التي تكونت نتيجة الدفن العميق، وأن صخور التكوين تتتألف بتروغرافياً وبشكل أساسي من الحبيبات الهيكلية تحديداً أصداف متحجرات الفورومنيفيرا الطافية والقاعدية، والكرات الكلسية، الراديولاريا ذات البنيات العميقة والفتاتات الحياتية المختلفة. ومن خلال الأدلة السحرية الدقيقة، شخصت الدراسة سنتين رئيسيتين متمثلتين بسحنة الحجر الجيري الواكي وسحنة الحجر الجيري المرصوص، واللتين قسمتا إلى تسع سحنات دقيقة ثانوية وفرت أدلة مهمة لاستنتاج بيئه التكوين واقتراح موديل روسي لوجود السحنات الدقيقة المشخصة. إذ ان بيئه ترسيب تكوين كوميتان هي بيئه عميقة تمتد من البحر العميق (Deep sea) إلى مقدمة المنحدر (Toe of Slope) والتي تشمل أنطقه الباشالي العميقه. شخصت الدراسة تأثر صخور التكوين بالعمليات التكتونية التي ادت إلى نشوء التراكيب الثانوية منها الستايلولait، وأن الاجهاد الانضغاطي (stress Compression) أثر على تكوين الستايلولait والعروق، الفوائل والفووالق، والقواطع النبتونية. كما تبين ان القواطع النبتونية تكونت نتيجة الحركات التكتونية الشديدة بعد تصلب صخور التكوين. أذ ان الاجهادات الشديدة الموقعة او المحلية المتزامنة مع الاجهادات الانضغاطية الإقليمية تسببت بنشوء الكسور والقواطع الكسورة بمثابة قواطع ملئت برواسب أحدث نسبياً.

References

- Abawi, T.S. and Dawood, N.A., and Khader, K.S., 2000. Micropaleontology, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, 416 P.
- Al-Barzinjy, S.T. 2008. Origin of Chert Nodules in Kometan Formation from Dokan Area, Northeast Iraq. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 4(1), pp. 95-104
- AL-Hadidi, A.S. and Hassan, Y.H., 2022. Planktic Foraminifera and Biostratigraphy of The Shiranish Formation, Jambour Well No. 61 Kirkuk Area, Northeastern Iraq. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 18(2), pp. 43-52.
- Alhamdani, A.M., 2015. Pseudo-bedding and burrow silicification in the Kometan Formation of the Dokan area, Northeastern Iraq. Arabian Journal of Geosciences, 8, pp. 325-333. DOI: [10.1007/s12517-013-1202-0](https://doi.org/10.1007/s12517-013-1202-0)
- Al-Kubaisi, M.S. and Barno, J.M., 2015. Fold geometry and kinematics of inversion tectonics for Kosrat anticline, northeastern Iraq. Arabian Journal of Geosciences, 8, pp. 9469-9480. DOI: [10.1007/s12517-015-1864-x](https://doi.org/10.1007/s12517-015-1864-x)
- Al-Sumaidaie, M.A.H., Al-Azzawi, N K., Znad, R K., 2020. Effect of Tectonostratigraphic Units in Evolving Aqra Anticline Model. Iraqi National Journal of Earth Science, Vol. 20, No. 2, pp. 126-147. DOI: [10.33899/earth.2020.170374](https://doi.org/10.33899/earth.2020.170374)
- Amorosi, A., 1995. Glaucony and Sequence Stratigraphy: A Conceptual Framework of Distribution in Siliciclastic Sequences. Journal of Sedimentary Research, Vol. 65, No. 4b, pp. 419-425. <https://doi.org/10.1306/D4268275-2B26-11D7-8648000102C1865D>
- Amorosi, A., 1997. Detecting Compositional, Spatial, and Temporal Attributes of Glaucony: A Tool for Provenance Research. Sedimentary Geology, 109(1-2), pp.135-153. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(96\)00042-5](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(96)00042-5)
- Aqrabi, A.A., Goff, J.C., Horbury, A.D. and Sadooni, F.N., 2010. The petroleum geology of Iraq. Scientific Press Ltd.: Beaconsfield, UK., 424P.

- Beaumont, C., 1981. Foreland Basins. *Geophysical Journal International*, 65(2), pp.291-329. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1981.tb02715.x>
- Bellen, R.C. van, Dunnington, H.V., Wetzel, R. and Morton, D., 1959. Lexique Stratigraphique International. Asia, Iraq, Fasc. 10a, Paris, 333 P.
- Boggs, S.J., 2006. Principles of Sedimentology and Stratigraphy (4th), Person Prentic- Hall, 662 P.
- Budd, D.A., Frost, E.L., Huntington, K.W., and Allwardt, P.F., 2013. Syndepositional Deformation Features in High-Relief Carbonate Platforms: Long-Lived Conduits for Diagenetic Fluids. *Journal of Sedimentary Research*, 83(1), pp. 12-36. <https://doi.org/10.2110/jsr.2013.3>
- Boudagher-Fadel, M.K., 2008. Biology and Evolutionary History of Larger Benthic Foraminifera. *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*, 21, pp. 1-37.
- Buday, T., 1980. The Regional Geology of Iraq. *Stratigraphy and Paleogeography Vol. 1*, Geosurv Publication, Baghdad 445 P.
- Cotillon, P. and Rio, M., 1984. Cyclic Sedimentation in the Cretaceous of Deep-Sea Drilling Project Sites 535 and 540 (Gulf of Mexico), 534 (Central Atlantic), and in the Vocontian basin (France). *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project*, 77, pp. 339-376. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.809132>,
- Davis, G.H., Reynolds, S.J. and Kluth, C.F., 2012. Structural Geology of Rock and Regions, 3rd Edition, John Wiley and Sons, Inc., 839 P.
- Dunham, R.J., 1962, Classification of Carbonate Rocks According to Their Depositional Texture, in W. E. Ham, ed., *Classification of Carbonate Rocks—A Symposium*: Tulsa, OK, American Association of Petroleum Geologists Memoir 1, pp. 108-121.
- Flügel, E., 2004. Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application, Springer Verlag: 976 P.
- Flügel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application, 2nd Ed. Springer, Berlin: 984 P.
- Fouad, S.F., 2015. Tectonic map of Iraq, Scale 1: 1000 000, 2012. *Iraqi Bulletin of Geology and Mining*, 11(1), pp. 1-7.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Smith, A.G., Bleeker, W. and Lourens, L.J., 2004. A New Geologic Time Scale, with Special Reference to Precambrian and Neogene. *Episodes Journal of International Geoscience*, 27(2), pp. 83-100. DOI: [10.18814/epiugs/2004/v27i2/002](https://doi.org/10.18814/epiugs/2004/v27i2/002)
- Haq, B.U. and Al-Qahtani, A.M., 2005. Phanerozoic Cycles of Sea-Level Change on the Arabian Platform. *GeoArabia*, 10(2), pp. 127-160. DOI: [10.2113/geoarabia1002127](https://doi.org/10.2113/geoarabia1002127)
- Jassim, S. Z., Goff, J. C., 2006. Geology of Iraq. Czech Republic, Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno, 341 P.
- MacLeod, K.G., Huber, B.T., Ward, P.D., 1996. The Biostratigraphy and Paleobiogeography of Maastrichtian Inoceramids. In: Ryder, G., Fastovsky, D., Gartner, S. (Eds.), *The Cretaceous-Tertiary Event and Other Catastrophes in Earth History*. Geological Society of America Special Paper, Vol. 307. pp. 361–373. <http://hdl.handle.net/10088/7438>

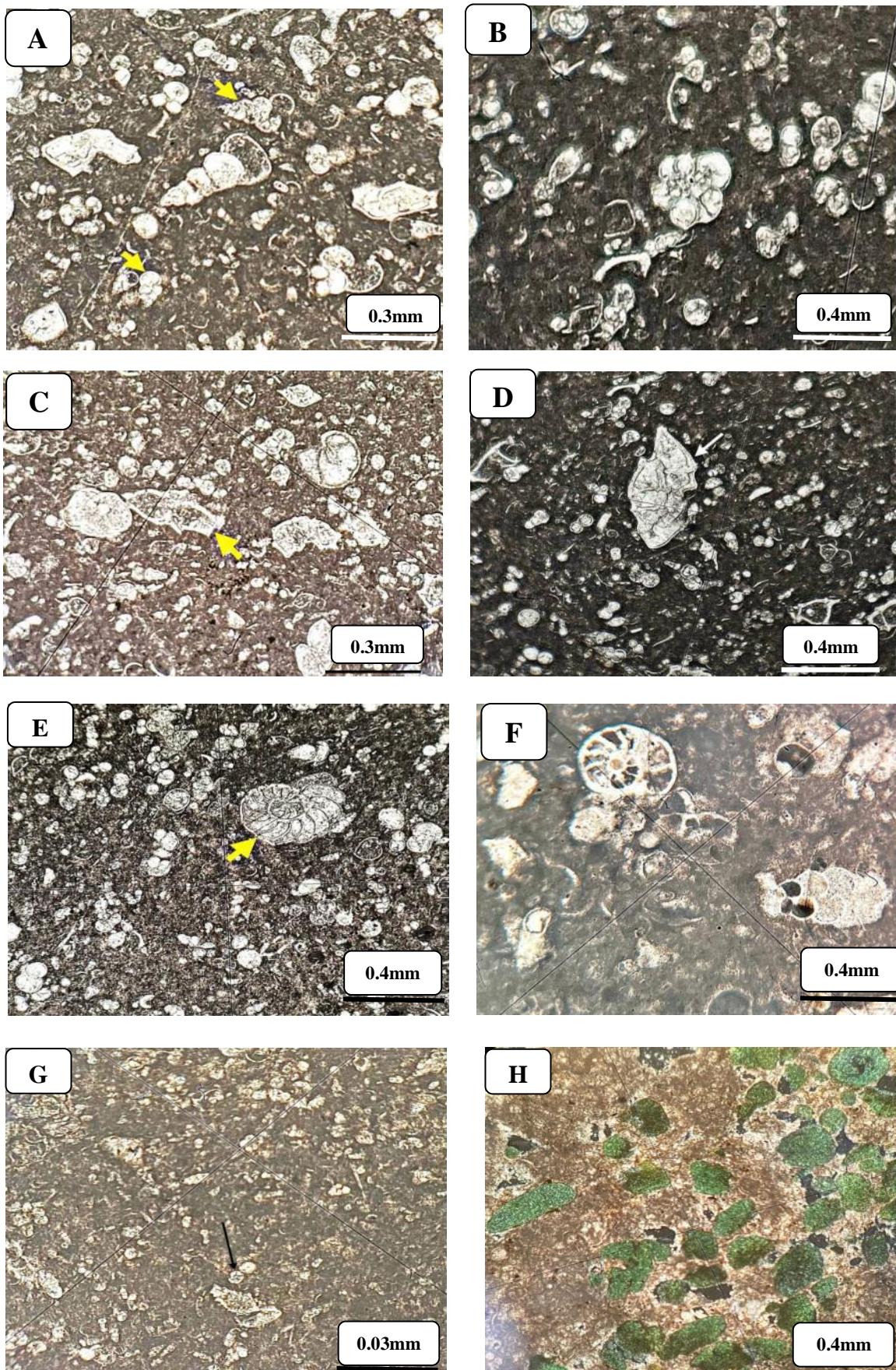
- Malak, Z.A., Al-Badrani, O.A. and Al-Hamidi, R.I., 2021. Stratigraphic and Microfacies Study of Kometan Formation (Upper Turonian-Lower Campanian), in the Dokan Area, Northern Iraq. *The Iraqi Geological Journal*, pp. 51-68. <https://doi.org/10.46717/igj.54.1F.6ms-2021-06-26>
- Mullenax, A.C. and Gray, D.R., 1984. Interaction of Bed-Parallel Stylolites and Extension Veins in Boudinage. *Journal of Structural Geology*, 6(1-2), pp. 63-71. [https://doi.org/10.1016/0191-8141\(84\)90084-1](https://doi.org/10.1016/0191-8141(84)90084-1)
- Numan, N.M., 2001. Cretaceous and Tertiary Alpine Subductional History in Northern Iraq. *Iraqi Journal of Earth Science*, 1(2), pp. 59-74.
- Ouardi, H., Amine, A., Zouiten, S., El Makrin, S., Habibi, M., El Makrini, H., and Boualoul, M., 2022. Origin of Clastic Dykes and Normal Faults Affecting the Lacustrine Limestones Within the Neogene Saiss Basin, Northern. *Geogaceta*, Vol. 72, pp. 63-66.
- Parrino, N., Agosta, F., Di Stefano, P., Napoli, G., Pepe, F. and Renda, P., 2019. Fluid Storage and Migration Properties of Sheared Neptunian Dykes. *Marine and Petroleum Geology*, 102, pp. 521-534.
- Ramsay, J.G., Huber, M.I., and Lisle, R.J., 1983. *The Techniques of Modern Structural Geology, V.1: Strain Analysis*: Academic Press, London, 307 P.
- Sabbatino, M., Tavani, S., Vitale, S., Ogata, K., Corradetti, A., Consorti, L., Arienzio, I., Cipriani, A. and Parente, M., 2021. Forebulge Migration in the Foreland Basin System of the Central-Southern Apennine Fold-Thrust Belt (Italy): New High-Resolution Sr-Isotope Dating Constraints. *Basin Research*, 33(5), pp. 2817-2836. DOI: [10.1111/bre.12587](https://doi.org/10.1111/bre.12587)
- Sanchez-Hernandez, Y. and Florentin, J.M.M., 2014. Geochemical Characterization and Redox Signals from the Latest Barremian to the Earliest Aptian in a restricted Marine Basin: El Pui section, Organyà Basin, South-Central Pyrenees. *Chemical Geology*, 372, pp. 12-31.
- Santantonio, M., 1993. Facies Associations and Evolution of Pelagic Carbonate Platform/Basin Systems: Examples from the Italian Jurassic. *Sedimentology*, 40(6), pp. 1039-1067.
- Schlager, W. and Camber, O., 1986. Submarine Slope Angles, Drowning Unconformities, and Self-Erosion of Limestone Escarpments. *Geology*, 14(9), pp. 762-765.
- Scholle, P.A. and Ulmer-Scholle, D.S., 2003. *A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures, Porosity, Diagenesis*, AAPG Memoir Vol. 77. 459 P. <https://doi.org/10.1306/M77973>
- Shadmon, A., 2008. Stylolites: A Diagnostic Tool. Retrieved from www.litosonline.com/articles/73/ar730ue.shtml.
- 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. DOI: [10.2113/geoarabia0901199](https://doi.org/10.2113/geoarabia0901199)
- Sinha-Roy, S., 2002. Kinetics of Differentiated Stylolite Formation. *Current Science*, Vol. 82, No. 8, pp. 1038-1046.
- Sliter, W.V., 1972. Upper Cretaceous Planktonic Foraminiferal Zoogeography and Ecology—Eastern Pacific Margin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 12(1-2), pp. 15-31.

- Smart, P.L., Palmer R.J., Whitaker F. and Wright V.P., 1988. Neptunian Dikes and Fissure Fills: An Overview and Account of Some Modern Examples. In: James N.P. and Choquette P.W. (Eds.), *Paleokarst*. New York: Springer-Verlag, pp. 149-163.
- Taha, Z.A. and Karim, K.H., 2009. New Ideas About Gulneri Formation (Early Turonian) in Dokan Area, Kurdistan Region, NE Iraq. *Iraqi Bulletin of Geology and Mining*, 5(2), pp. 29-39.
- Wilson, J. L., 1975. *Carbonate Facies in Geologic History*, Springer-Verlag, Berlin, 471 P.
- Winterer, E.L. and Sarti, M., 1994. Neptunian Dykes and Associated Features in Southern Spain: Mechanics of Formation and Tectonic Implications. *Sedimentology*, 41(6), pp. 1109-1132. DOI: [10.1111/j.1365-3091.1995.tb00420.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1995.tb00420.x)
- Znad, R.K., 2013. Early Cretaceous – Early Eocene Tectonic Evolution of a Part of Zagros Foreland Basin, Northern Iraq. Unpublished PhD Thesis, University of Mosul, College of Science, 194 P. (in Arabic).

اللوحة الاولى

- A. صدفة لجنس (*Heterohelix*), ضمن التتابعات الوسطى لتكوين كوميتان.
- B. مقطع عرضي لجنس (*Globigerinelloides*) ضم التتابعات العليا لتكوين كوميتان.
- C. مقطع عرضي لجنس (*Globotruncana*) المتصرف بصدفته المحدبة الوجهين وبجؤجه المزدوج، ضمن التتابعات السفلية لتكوين كوميتان.
- D. صدفة لجنس (*Globotruncania*) ذو الجؤجؤ المنفرد والمحدب الوجهين ضمن التتابعات السفلية من التكوين.
- E. مقطع عرضي لصدفة الروتاليد (*Rotalids*) العائدة للفورامنيفرا القاعية.
- F. مقطع عرضي لصدفة جنس (*Bolivina*) العائدة للفورامنيفرا القاعية والمتواجدة ضمن الجزء العلوي من التكوين.
- G. صدفة الراديولاريا صنف *Spumellaria* الكروي.
- H. معدن الكلوكونايت في سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاوية على الكلوكونايت ضمن حد التماس بين تكويني شيرانش وكوميتان.

اللوحة الاولى



اللوحة الثانية

- A. سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية للفورامينيفيرا الطافية.
- B. سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الراديولاريا.
- C. سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الفورامينيفيرا الطافية الجوجوية.
- D. سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الفتاتات الدقيقة الثانوية.
- E. سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الفورامينيفيرا الطافية والكرات الكلسية
- F. سحنة الحجر الجيري الحاوية لفتاتات من قطع اصداف المحاريات.
- G. سحنة الحجر الجيري المرصوص والحاوية على الفورامينيفيرا الطافية، حيث يظهر في هذه السحنة عملية رص الحبيبات، وأثار عمليات الانضغاط الميكانيكي من كسور في الاصداف، وتوجيه الحبيبات.
- H. سحنة الحجر الجيري المرصوص الحاوية على الفتاتات الحياتية الدقيقة.

اللوحة الثانية

