الموديل الرسوبي والبيئة الرسوبية لتكوين كوميتان شمالي العراق

بلسم خالد مصطفى العبيدي

مدرسة في تربية كركوك

عبد العزيز محمود الحمداني

قسم علوم الأرض / جامعة الموصل

الملخص

دُرِست تتابعات تكوين كوميتان (التوروني المتأخر–الكمباني المبكر) رسوبياً وطباقياً عبر ثلاثة مقاطع إحداها سطحية. وهي عموماً تتألف من الحجر الجيري الطباشيري المتطبق في جزئيها السفلي والعلوي وتعاقب الحجر الجيري المارلي والمارل والسجيل في جزئها الأوسط. وتبين أمكانية تقسيم تعاقبات التكوين طباقياً على ثلاث وحدات ثانوية، وأن أسطح تماسه عموماً غير متوافقة، سواءً في الأسفل مع تكوين كولنيري في بئري (خباز–٣١) و(جديدة–١) وتكوين قمجوقة في مقطع سد دوكان، أم في الأعلى مع تكوين شرانش في عموم المقاطع. واظهر التحليل السحني أن تتابعات تكوين كوميتان تتألف من تعاقب ثلاث سحنات رئيسة مدعومة بالطين الجيري وغنية بأصداف الفورامنيفيرا الطافية. وهذه السحنات وتبعاً لشيوعها هي: الحجر الجيري الواكي والحجر الجيري الواكي– المرصوص والحجر الجيري الطيني، والتي تنقسم بدورها إلى ثمان سحنات ثانوية. أتضح جلياً أن أجمالي تتابعات تكوين كوميتان، باستثناء أقصى أجزائها العليا (مقطع سد دوكان) المترسبة ضمن الرف الخارجي (حافة الرف العميق)، قد ترسبت ضمن نطاقي: الباثيال الأوسط (حوض البحر العميق) والباثيال الأعلى (رف البحر المفتوح)، وإنها قد ترسبت نتيجة حصول تراجع بحري رئيس مقرون مع بعض التقدمات البحرية الثانوية.

الكلمات الدالة: الحجر الجيري، الرسوبية ، السحنات

Abstract

The succession of Late Turonian – Early Campanian Kometan Formation have been studied in three sections (one surface and two subsurface sections). Generally, the formation is composed of good bedded chacky limestone at its upper and lower parts, while it is composed of alternation of marly limestone, marl and shale at is middle part. The study reveals that Kometan Formation is divided into three informal units. The boundares of the formation are underlined by Gulneri Formation in (Khabaz-31) and (Judaida-1) wells and by Qamchuqa Formation in the surface Dokan dam section; and overlaid by Shiranish Formation in all the studied sections. Facies analysis reveals that Kometan successions are composed of three main microfacies that were limemud-supprted and rich in planktonic foraminifera. These microfacies are; lime wackstone,lime wack-pakstone and lime mudstone microfacies, which inturn are subdivided into.It was clearly observed, that the Kometan succession were deposited in middle bathyal (deep sea basin) and upper bathyal (open sea shelf), except its uppermost parts (Dokan site section), where they were deposited in outer shelf (deep shelf margin) setting..Generally, deposition occurred due to regression accompanied with local transgression phases.Keyword: limestone, sedimentary, facies.

شكل ١-١: خارطة تكتونية لشمالي العراق (موضحاً عليها Jassim and Buday, 2006a)

شكل ١ : خارطة تكتونية لشمالي العراق توضح مناطق الدراسة (Jassim and Buday, 2006a)

المقاطع المختارة (Selected Sections):

أختيرت ثلاثة مقاطع لتنفيذ هذا البحث وذلك بواقع مقطع سطحي واحد (مقطع سد دوكان) ومقطعين تحت سطحيين وعلى النحو المبين في أدناه:

المقطع السطحي (مقطع سد دوكان):

يقع هذا المقطع إلى الشمال الغربي من مدينة السليمانية وعلى بعد (٦٠) كيلومتراً منها، وذلك ضمن تتابعات الجناح الجنوبي الغربي لطية سارا المحدبة. ويقع المقطع تحديداً عند تقاطع د خط الطول (ً٨ َ٥٦ ْ٣٥) شمالاً وخط العرض (ً١٦ َ٥٦ ْ٤٤) شرقاً. ويبلغ سمك تكوين كوميتان في هذا المقطع حوالي (١٢٢) متراً. ويتألف عموماً من تعاقب الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي وتلاسنات رقيقة من المارل المصفر.

حقل جديدة (Jd-1 Judaida Field–):

يقع حقل جديدة في محافظة صلاح الدين، وتحديداً إلى الجنوب الغربي من حقل جمبور، حيث يبعد عنه بحوالي (٣٥) كيلومتراً. ويعد بئر جديدة (Jd-1) المختار البئر الوحيد المحفور حالياً في هذا الحقل. وقد حفر هذا البئر عند نقطة تقاطع دائرتي خط الطول (ً١٠.٩١ َ٥٨ ْ٣٤) شمالاً وخط العرض (ً٥٢.٣٠ َ٢٢ ْ٤٤) شرقاً. ويبلغ إجمالي سمك تكوين كوميتان فيه حوالي (٢٢٧.٥) متراً.

العمل الحقلي (Field Work):

تضمن العمل الحقلي وصف وتصوير كافة الظواهر والمعالم الحقلية، وذلك بغية الحصول على أقصى المعلومات المفيدة والمؤشرات الدالة على طبيعة السحنات المترسبة وظروف البيئات الدقيقة المرسبة لكل منها. وقد تركز الوصف الحقلي للمنكشفات المختارة على تحديد الصلابة واللون والمسامية وطبيعة التطبق وخصائص الحبيبات وطبيعة أحجامها، فضلاًعن كافة المعالم النسيجية الظاهرة للعيان، وكذلك متابعة طبيعة التغيرات الجانبية والعمودية للتتابعات ورصد كافة التراكيب الرسوبية والمعالم الطباقية التي تُبديها. ومن جملة الأجراءات الحقلية الأخرى التي تمت ميدانياً هي تحديد طبيعة اسطح تماس الطبقات وإجراء القياسات الهندسية المطلوبة كالسمك والميل والمضرب. وقد تم إيلاء عملية النمذجة جانباً كبيراً من الأهتمام وذلك بغية الحصول على عينات ممثلة بصورةٍ حقيقية ووافية للتتابعات المنمذجة.

العمل المختبري (Laboratory Work):

أختيرت (٣٥) عينة صخرية من تتابعات مقطع (دوكان) المنكشفة و(٣٢) عينة فتاتية تحت سطحية، وذلك بواقع (٢٠) من بئر خباز(Kz-31) و(١٢) من بئر جديدة (Jd-1). وقد خضعت هذه العينات الى تقانات تحليلية ومكتبية عديدة لغرض تشخيص خصائصها المعدنية والبتروغرافية والسحنية وتحديد معالم وأثارالعمليات التحويرية المؤثرة فيها. ومن أبرز هذه التقانات المختبرية هي:

تهيئة الشرائح الصخرية (Preparing of Thin Sections):

أعدت (٣٠) شريحة صخرية رقيقة مختارة من العينات السطحية المنمذجة. كما أستعير (٧٦) شريحة خاصة بالتكوين في بئر خباز(Kz-31) من شركة نفط الشمال/كركوك، في حين تعذر الحصول على أية شريحة للتكوين في بئر جديدة (Jd-1)، فضلاً عن (٣٥) شريحة صخرية خاصة بتكوين مشوره في بئر خباز (Kz-31). وخضعت هذه الشرائح إلى فحص بتروغرافي دقيق بأستخدام المجهر المستقطب (Polarizing Microscope) لغرض تشخيص مكوناتها البتروغرافية وطبيعة العمليات التحويرية المؤثرة فيها. وغمرت جميع هذه الشرائح الصخرية جزئياً بمحلول صبغة الأليزيرين الحمراء (Alizeren Red Staining) المهيئة بالطريقة الروتينية المعروفة (Dickson, 1966 in Carver, 1971). التي تتلخص بإذابة (٠.١ غم) من الصبغة في (٩٩.٨ مللتر) من الماء المقطر مع (٠.٢ مللتر) من حامض الهيدروكلوريك (HCl) المركز للتمييز ما بين بلورات معدن الكالسايت التي تتقبل الصبغة، بعكس بلورات معدن الدولومايت التي لاتتقبلها.

اهداف البحث:تهدف الدراسة الرسوبية الحالية إلى تحقيق الأهداف الآتية:

١- الطباقية والجغرافية القديمة لمنطقة الدراسة خلال ترسيب التكوين.

٢- تحديد البيئة الرسوبية من خلال التحليل السحني الدقيق للترسبات.

٣- بناء الموديل الرسوبي للتكوين وربطهِ بالأحداث التكتونية المصاحبة للعمليات الترسيبية.

البيئة الترسيبية لتكوين كوميتان (Depositional Environment):

تطرقت دراسات عدة إلى تشخيص البيئة الرسوبية لتكوين كوميتان، إلا أنها عموماً أتت بصورة عرضية تغلب عليها صفة العمومية وتخص منطقة معينة دون غيرها. إذ لم تكن أهداف معظم تلك الدراسات موجهة أصلاً لتحديد الموديل الرسوبي. ويلحظ أن هذه الدراسات عموماً قد توصلت إلى أن تتابعات هذا التكوين تحمل مواصفات البيئة الحوضية اللجية (Pelagic) (جدول 1).

الباحث	اسم المنطقة	نوع الدراسة	البيئة

Bellen *et al.*, 1959	المقطع المثال	جيولوجية عامة	بحرية عميقة مفتوحة
Buday, 1980	المقطع المثال	جيولوجية عامة	بحرية حوضية–الباثيال
الجبوري، ١٩٩١	سرجنار / شمالي العراق	جيولوجية عامة وسحنية	المنحدر القاري للباثيال الأوسط والأعلى
حمودي، ١٩٩٥	آبار مختارة من شمالي العراق	طباقية حياتية	الرف الخارجي–أعلى المنحدر
الضعيف، ١٩٩٧	بئر جمبور– ٤٦	طباقية حياتية	الرف الخارجي–أعلى المنحدر
Abawi and Hammoudi, 1999 –	شمالي العراق	طباقية حياتية	الرف الخارجي–أعلى المنحدر
حداد، ٢٠٠٤	آبار مختارة من شمال شرقي العراق	طباقية التتابع	الأجزاء العميقة من نطاق المنزلق (الوسطى–الخارجية)
الخفاف، ٢٠٠٥	شمال شرقي العراق	طباقية حياتية	الرف الخارجي–أعلى المنحدر
Sissakian, 2005	شمالي العراق	طباقية	حوضية–الباثيال العميقة
Jassim and Goff, 2006	شمالي العراق	جيولوجية عامة	نطاق الرف الضحل– نطاق البحر المفتوح
Taha, 2008	شمال شرقي العراق	رسوبية	نطاق الرف الخارجي

جدول ١: يوضح بيئات تكوين كوميتان

لغرض الأستدلال على طبيعة البيئة الرسوبية لتتابعات تكوين كوميتان (بأستثناء الأمتار القليلة من التتابعات العليا) في منطقة الدراسة الحالية والظروف المؤثرة فيها، وفيما يأتي عرضاً لأبرز الدلائل الرسوبية والحياتية التي شخصتها الدراسة الحالية:

الدلائل الرسوبية (Sedimentological Criteria):

أفرزت الدراسة الحقلية والمختبرية العديد من الدلائل الرسوبية المؤشرة إلى طبيعة البيئة الرسوبية لتتابعات التكوين، ومن جملة هذه المؤشرات مايأتي:

١.اقتصار حشوة القاعدة الأرضية للشرائح على المكرايت و شحة بل وإنعدام، السبار الحقيقي فيها. فهي بذلك تعد من السحنات المدعومة طينياً والتي يتم ترسيبها في بيئة هادئة ذات طاقة واطئة، وتحت مستوى قاعدة الأمواج المؤثرة (Effective wave base level).

دقة أحجام حبيباتها الهيكلية وانعدام الحبيبات الخشنة، يدل على عمق البيئة الترسيبية وبعدها عن الساحل.

٢. تدني مظاهر الدلمتة وإعادة التبلور والعمليات التحويرية الأخرى، بأستثناء مظاهر العمليات الناجمة عن التضاغط، مما يدل على استبعاد البيئات الترسيبية الضحلة وترجيح كفة البيئات الترسيبية العميقة.

٣. سيادة معدن الكالسايت دون غيره من المعادن الكاربوناتية، سواءً ضمن الحبيبات الهيكلية أم ضمن القاعدة الأرضية، يشير إلى حصول العمليات الترسيبية في بيئة بحرية عميقة.

٤. شيوع حبيبات معدن البايرايت الموضعي النشأة وبهيئاتها المختلفة يشير، وطبقاً لـــ (Nichols, 2009)، إلى عمق الحوض والبيئة الاختزالية المعزولة، بصورة كاملة أو شبه كاملة، عن الدورة البايوكيميائية.

٥. طغيان اللون القاتم نسبياً على اغلب سحنات التكوين يشير إلى البيئة البحرية العميقة المتسمة بشحة الأوكسجين فيها.

٦. انعدام الحبيبات غير الهيكلية مثل الحبيبات المغلفة (Coated grains) والفتاتيات الصـــخرية وغيرها يدل على البيئة البحرية العميقة الهادئة.

٧. شيوع آثار الانضغاط الفيزيائي والكيميائي وبصماتها كالحبيبات الموجهة وعروق الستايلولايت يرجح حصول العمليات الترسيبية في البيئات العميقة ذات التراكمات الرسوبية السميكة، وبالتالي أرتفاع عمق الدفن.

٨. توارد الترسبات السيليكاتية على هيئة عقد صوانية ضمن الترسبات الجيرية والمارلية وبصورة موازية لأسطح التطبق يدل على حصول العمليات الترسيبية في بيئة عميقة.

٩. التجانس الصخري لتتابعات التكوين السميكة يدل، وطبقاً لـــ(Garrison and Fisher,1969 in Bishop, 1972)، على العمليات الترسيبية العميقة المتواصلة خلال عشرات الملايين من السنين.

١٠. ندرة حبيبات الكوارتز الفتاتية وغيرها من الحبيبات الفتاتية المنقولة من جهة، والتدني الملحوظ لنسـب الفضـالة غير الذائبة من جهة أخرى، تدلان على بعد البيئة الترسيبية عن الساحل. **الدلائل الحياتية (Biological Criteria):**

أسوةً بالدلائل الرسوبية فأن الدلائل الحياتية تساهم هي الأخرى في تشخيص البيئة الترسيبية. ومن جملة الدلائل الحياتية المؤشرة على البيئة الرسوبية، والتي شخصتها الدراسة الحالية في تتابعات تكوين كوميتان هي ما يأتي:

١. أفتقار عموم الشـــرائح الصـــخرية الرقيقة للحبيبات الهيكلية القاعية وغناها النســـبي بالمقابل بالحبيبات الهيكلية الطافية يدل على البيئة الترسيبية العميقة.

٢. إقتران شيوع أصداف الكالسيسفيرات بحشود أصداف الفورامنيفيرا الطافية في تتابعات التكوين تعطي دلالات واضحة، وطبقا لـ(Adams *et al.*, 1967 ;Olsson and Youssefnia, 1979 ;Hart,1991)، على البيئة البحرية الجيرية العميقة المعروفة في عصـري الجوراسـي والكريتاسي.

٣. شـحة الفتاتات العضـوية (Bioclasts) واقتصـارها في حالة وجودها على الفتاتات الدقيقة المشـتقة من أصـداف الطافيات تدل على البيئة البحرية العميقة ذات الطاقة الواطئة.

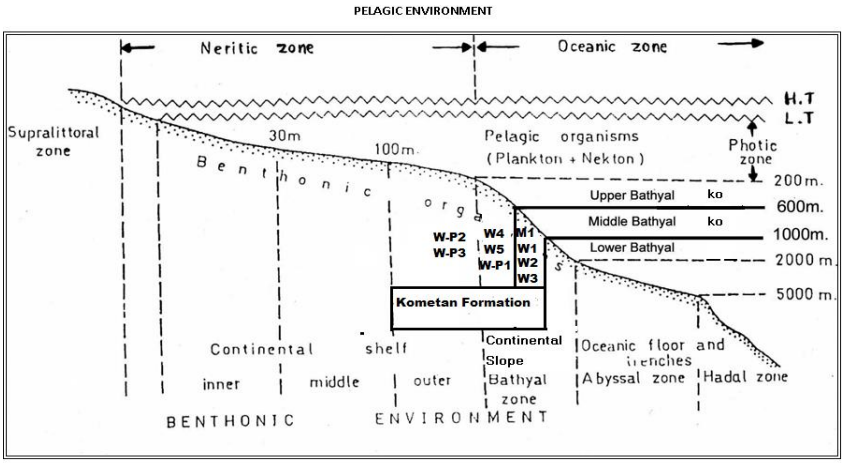
٤. سيادة أصـداف الفورامنيفيرا الطافية ممثلة بأصـداف (*Globigerinelloides*) في تتابعات التكوين من جهة، وشـحة أصـداف الفورامنيفيرا القاعية فيها من جهة اخرى، تعد دليلاً على البيئة البحرية العميقة البعيدة عن الساحل.

طبقاً لـ (Milliman, 1974; Pettijohn, 1975; Larsen and Chilinger, 1979; Tuker,1981; Scholl and Scholl, 2003; Flügel, 2004; Boggs, 2006) فان التتابعات التي تجمع مثل هذه الخصائص والدلائل الرسوبية والحياتية تؤشر إلى حصول العمليات الترسيبية في بيئة حوضية بيلاجية هادئة بعيدة عن الساحل وتحت مستوى قاعدة الأمواج المؤثرة.

تشير نتائج التحليل السحني الدقيق إلى أن تتابعات تكوين كوميتان تتألف أساسا من تعاقب مجموعة من السحنات الدقيقة المماثلة للسحنات القياسية الدقيقة الخاصة بأنطقة: البحر العميق (Deep Sea – FZ-1) تبعاً لتسمية (Wilson, 1975;Flügel, 1982; 2004). ورف البحر المفتوح (Open sea shelf – FZ-2) تبعاً لـــ(Wilson, 1975; Flügel, 1982) أو الرف العميق (Deep Shelf) تبعاً لـ (Flügel, 2004) وحـــافـــة الـــرف الـــعـــمـــيـــق (Deep Shelf Margin – FZ-3) تبعاً لـــ(Wilson, 1975; Flügel, 1982) أو مقدمة المنحدر (Toe of Slope) تبعاً لـــ (Flügel, 2004).

تبين، ومن خلال مطابقة الخصائص السحنية لهذه الأنطقة السحنية ومكافئاتها القياسية مع الخصائص السحنية للأنطقة البيئية الموضـوعة من قبل (Koutsoukos, 1985) (-5)، أن هنالك تماثلاً واضـحاً مابين مواصـفات هذه الأنطقة البيئية وخصـائصـها مع مواصفات بيئات الباثيال الأعلى والأوسط (Upper – Middle bathyal) وخصـائصـهما. وقد يمتد هذا التماثل، ولاسيما في التتابعات

العليا لمقطع سد دوكان، الى بيئة الرف الخارجي (Shelf Outer). وفيما يأتي عرض لأنطقة (Koutsoukos, 1985) المرسبة لسحنات تكوين كوميتان وما يضاهيها من الأنطقة القياسية الموضوعة من قبل (Wilson, 1975) و(Flügel,1982; 2004) (شكل2).



الشكل ٢: أنطقة (Koutosoukos, 1985) للبيئة البيلاجية مؤشر عليها الأنطقة البيئية والسحنات الدقيقة لتكوين كوميتان.

بيئة نطاق الباثيال (Bathyal):

طبقاً لـــ(Koutsoukos, 1985) فأن هذا النطاق يقع ضمن المنحدر القاري (Continental Slope) الواقع ضمن النطاق المحيطي (Oceanic Zone). ويتضمن هذا النطاق معظم نطاق الرف البحري المفتوح ونطاق البحر العميق في مصنفات ولسن وفلوكل القياسية. وأن تحديد هذا النطاق البيئي وبتسمياته المختلفة قد تم بالأعتماد على نتائج التحليل السحني الدقيق لتتابعات التكوين. إذ تشير هذه النتائج الى أن غالبية سحنات تكوين كوميتان قد توضعت في الأنطقة الحوضية اللجية (Pelagic) المعروفة بالباثيال. ومن جملة خصائص تتابعات كوميتان (بأستثناء الأمتار القليلة من التتابعات العليا) المماثلة لخصائص البيئة الحوضية العميقة هي:

١. دقة أحجام المكونات الحبيبية والحشوية لرواسب التكوين بشكل عام.
٢. غزارة أصداف الفورامنيفيرا الطافية ووصولها إلى مستوى الـ (Ooze) وشحة القاعية منها في المقابل.
٣. سيادة الأرضية الميكرايتية الداكنة وندرة السبار الحقيقي في عموم ترسبات التكوين.
٤. شحة القطع الفتاتية (Lithoclast) الرسوبية الداخلية وأنعدام الخارجية منها.

عموماً، تتألف تتابعات تكوين كوميتان من السحنات المدعومة طينياً والغنية بأصداف الفورامنيفيرا الطافية. وتتمثل هذه السحنات وحسب شيوعها بالتكوين بسحنات: الحجر الجيري الواكي والحجر الجيري الواكي- المرصوص والحجر الجيري الطيني. ونظراً للطيف الواسع لنسب أصداف الفورامنيفيرا الطافية الموجودة في ترسبات تكوين كوميتان، فأن دلالاتها البيئية تتباين طبقاً للمديات التي ذكرها (Gibson, 1989). فقد أكد هذا الباحث أن السحنة التي تبلغ فيها الفورامنيفيرا الطافية أكثر من (70%) من مجموع الحبيبات الهيكلية تدل على بيئة نطاق الباثيال الأعلى, في حين تدل النسبة التي تقل عن (50%) على نطاق بيئة الرف الخارجي. وبذلك يتضح أن النسبة في نطاق بيئة الباثيال الأوسط تنحصر مابين (50%-70%). وقد أظهرت الدراسة الحالية تحقق مثل هذه المديات في تتابعات تكوين كوميتان. عموماً، تتألف أصداف الفورامنيفيرا الطافية الموجودة في سحنات تكوين كوميتان من مجموعتين رئيستين، وهما: مجموعة الأصداف ذات الحجيرات الكروية ومجموعة الأصداف ذات الحجيرات الجؤجؤية. ورغم تباين نسبة وجودهما من سحنة إلى أخرى، إلا أن نسبة وجود المجموعة الجؤجؤية قليلة مقارنة بمجموعة الحجيرات الكروية. وعلى الرغم من أن سيادة الفورامنيفيرا الطافية, تدل عموماً على البيئة البحرية العميقة الهادئة, إلا أن الأجناس الجؤجؤية (*Globotruncanita*, *Globotruncana*) تدل على بيئة بحرية أكثرعمقاً مقارنة بالبيئة التي تؤشرها الأجناس ذوات الحجيرات الكروية (*Hedbergella, Globigerinelloides ,Heterohelix*). وأكد (Sliter, 1972a) أن جنسي (*Hedbergella, Heterohelix*) الكروية الحجيرات تنتشران عادة ضمن منحدر الباثيال الأعلى، مع احتمالية امتداداتهما إلى نطاق الرف الخارجي، في حين يكون أنتشار الأجناس الجؤجؤية عامة يشمل جميع أنطقة بيئة الباثيال.طبقاً لـ (Milliman, 1974) فأن ترسبات البيئة البيلاجية والتي تتجاوز أعماقها حاجز الـ(200) متراً تمتاز بغناها بأصداف الفورامنيفيرا الطافية،

والتي قد تصل نسبتها إلى حوالي (80%) من مجموع المحتوى الكلي، وكذلك بشحة أو ندرة أصداف القاعيات وزيادة وطأة عمليات التضاغط الميكانيكي والكيميائي وتسارع إذابة المواد العضوية الرخوة المالئة للأصداف ليحل محلها السمنت السباري. وهي عموماً خصائص تتوافق مع السمات العامة لترسبات تكوين كوميتان في منطقة الدراسة الحالية.حدد (Chilingar *et al*., 1967 a) خصائص ترسبات نطاقي: الباثيال الأعلى والأوسط (200–800 متر) بشيوع بقايا الأحياء الكلسية كالفورامنيفيرا وندرة بقايا الأحياء الاراكوناتية كالكاستروبودا وسيادة أصداف أجناس معينة من الفورامنيفيرا الطافية كالـ(*Globotruncana, Globigerinelloides, Heterohelix*) وقلة أصداف الفورامنيفيرا القاعية والاوستراكودا. وهذه الخصائص تتطابق عموماً مع خصائص معظم ترسبات تكوين كوميتان. ومن جانب أخلر، وطبقاً لـ (Friedman and Reeckman, 1982) فأن بالأمكان فرز سحنات الباثيال الأعلى في التتابعات بأعتماد المحتوى الواطئ لنسب أصداف الفورامنيفيرا القاعية مقارنةً بشحتها في نطاقي الباثيال الأوسط والأسفل.تشير هذه الخصائص وتبعاً لـ (Scholle *et al.*, 1983) الى حصول الترسيب ضمن بيئة الباثيال وبمديات عميقة محصورة مابين (200–2000) مترٍ. ويؤكد مثل هذه الحقيقة أيضاً (Chilingar *et al*., 1967 b) حينما أشاروا إلى أن وجود معدن البايرايت ضمن الصخور الكاربوناتية يدل على ظروف البيئة البحرية العميقة كبيئة الباثيال مثلاً. وفيما يتعلق بمعدن الكلوكونايت فقد أشار (Porrenga, 1967) الى أن هذا المعدن يترسب في البيئات البحرية المفتوحة كنطاقي: الباثيال والرف الخارجي (100–700 متر). أما (Velde, 2004) فقد نوه الى أن وجود بلورات معدن الكلوكونايت بحافات كاملة، ولو بكميات محدودة, يدل على الترسيب في البيئة البحرية العميقة الهادئة كبيئة الباثيال.تتألف حشوة القاعدة الأرضية لترسبات تكوين كوميتان أساساً من الميكرايت، و بات معروفاً لدى الباحثين (Flugel, 1982 ; Tucker, 1981 ; Wilson, 1975 ; Dunham, 1962) وغيرهم، أن الميكرايت يترسب في البيئات ذات الطاقة الواطئة غير القادرة على تحريك الأطيان الراكدة من مواضعها. ويرى هؤلاء الباحثون أن استقرار الأطيان في مثل هذه البيئات قد يقترن بكميات قليلة جداً من حبيبات معدن الكوارتز الناعم، التي تعطي بدورها ايضاً مؤشراً على حصول الترسيب في بيئات حوضية عميقة بعيدة عن الساحل. ونظراً لوجود كميات قليلة جداً من دقائق الكوارتز ضمن الحشوة المكرايتية المهيمنة لترسبات التكوين فأن هذه الآلية وما تنجم عنها من سمات رسوبية تنسجم بدورها ايضاً مع سحنات تتابعات تكوين كوميتان.طبقاً لـ (Boggs, 2006) فان أجتماع سمات، مثل الزيادة الملحوظة في انتشار عروق الستايلولايت والقاعدة الأرضية الميكرايتية الطينية الحجم الفاتحة أو القاتمة اللون بسبب الشوائب الطينية والحديدية وغزارة أصداف الفورامنيفيرا الطافية وحطامها وبأحجام رملية وغرينية في ترسبات معينة تشير الى حصول العمليات الترسيبية في بيئة بيلاجية تنحصر أعماقها مابين (200 – 1500) متر، والتي يجسدها نطاقي الباثيال: الأعلى والأوسط. وكما أتضح جلياً فأن مثل هذه الخصائص تعد من السمات العامة لترسبات تكوين كوميتان في منطقة الدراسة.يتضح، ومن خلال المشاهدات الحقلية والتحاليل السحنية الدقيقة من جهة, وبالمضاهاة مع التحاليل البيئية المحلية والعالمية من جهة أخرى، أن تتابعات تكوين كوميتان، بأستثناء اجزائها العليا قد ترسبت ضمن نطاقي: الباثيال الأوسط والأعلى واللذان يكافئان نطاقي: البحر العميق ورف البحر المفتوح، على التوالي.

بيئة الرف الخارجي (Outer Shelf):

يضاهي نطاق هذه البيئة نطاق حافة الرف العميق (Deep Shelf Margin) أو مايعرف بمقدمة المنحدر (Toe of slope) في موديلات ولسن وفلوكل القياسية. ويعد نطاق الرف الخارجي احد الأنطقة الثلاثة المكونة لبيئة الرف القاري (Continental Shelf)، حيث يكون محصوراً ما بين نطاقي الرف الأوسط (Middle Shelf) من جهة الساحل ونطاق الباثيال الأعلى من جهة البحر المفتوح (Koutsoukos, 1985). حدد كل من (Scholle *et al*., 1983 ; Milliman, 1974) العمق الأقصى الذي قد تمثله بيئة الرف الخارجي بـ (200) متر تقريباً. وذكرا أن الترسيب في مثل هذه البيئة يكون بمعدلات بطيئة ومياه ذات ملوحة بحرية اعتيادية ودرجات حرارية تمتد ما بين (10 – 30 °C). وطبقاً لـ (Boggs, 2006) فأن حصول معظم العمليات الترسيبية في هذه البيئة تتم تحت مستوى قاعدة الأمواج المؤثرة. أما (Nichols, 1999) فقد أضاف بأن وجود كميات مميزة من معدن الكلوكونايت الموضعي النشأة مع السحنات المذكورة تشير الى التزود العالي من الرواسب الكاربوناتية والتمويل الواطئ من الترسبات الفتاتية. كما أنه أكد أن مثل هذه الطبيعة التجهيزية تحصل عندما تكون العمليات الترسيبية ضمن الأرصفة البحرية المفتوحة والممتدة الى نطاق الرف الخارجي.أجريت مطابقة رسوبية ما بين سحنات هذا النطاق، أي نطاق الرف الخارجي (Outer Shelf) مع سحنات نطاق حافة الرف العميق أو مايعرف بمقدمة المنحدر التابعة لموديلات ولسن وفلوكل القياسية. وقد أعتمد في ذلك على نوعية الحبيبات الهيكلية السائدة فيها, ولاسيما أصداف

الفورامنيفيرا، ودرجة شيوع حبيبات معدن الكلوكونايت وأقترانها مع هذه الأصداف، فضلاً عن نسبة توارد بقايا شوكيات الجلد والاوستراكودا وأصداف الفورامنيفيرا القاعية والفتاتات الصخرية والعضوية ومظاهر التعكرات الحياتية المرصودة إن وجود معدن الكلوكونايت مقترناً مع الفتاتات الصخرية وأصداف بعض أجناس الفورامنيفيرا القاعية ضمن سحنات تتميز بسيادة الفورامنيفيرا الطافية في ترسبات الأمتار القليلة من تتابعات تكوين كوميتان يعطي وتبعاً لمفاهيم (Scholle *et al.*, 1983)، مؤشراً على حصول العمليات الترسيبية بمعدلات واطئة في بيئة بحرية عميقة نسبياً تعرف بنطاق الرف الخارجي. وتعد هذه السمة من خصائص نطاق حافة الرف العميق (مقدمة المنحدر). ومن جانب أخر، فأن المحتوى العالي لأصداف الكالسيسفيرات ضمن ترسبات الدراسة الحالية تؤشر، وتبعاً لأفكار (Tucker, 1981), إلى حصول الترسيب في بيئات ذات أرضية ميكرايتية وبمعدلات ترسيبية واطئة وطاقة مياه هادئة نسبياً وبأعماق قريبة من مديات نطاق الرف الخارجي. وهي الخصائص ذاتها التي تتسم بها بيئة نطاق حافة الرف العميق القياسية. اتفق كل من (Abdul-Karim, 1983 ; Sliter, 1972 a) على أن وجود بعض أنواع جنس الـــ (*Globigerinelloides*) في سحنات معينة قد يشير الى حصول العمليات الترسيبية في بيئة الرف البحري المفتوح (نطاقي الباثيال الأعلى–الأوسط)، وقد تمتد إلى بيئة حافة الرف العميق (نطاق الرف الخارجي). كما أوضح (Sliter, 1972 b) أن اقتران بعض أصداف الفورامنيفيرا القاعية مثل الـــ (*Bolivina, Nodosaria*) مع بعض أصداف الفورامنيفيرا الطافية ذات الحجيرات الكروية من جهة, وانعدام أو ندرة أصداف الفورامنيفيرا الطافية الجؤجؤئية من جهة أخرى في سحنة معينة, كما هو الحال في التتابعات العليا لتكوين كوميتان، يعد دليلاً على حصول العمليات الترسيبية تحت ظروف نطاق الرف الخارجي. وهذه الصفة تعد هي الأخرى بدورها صفة من صفات نطاق سحنات حافة الرف العميق القياسية.تُظهر ترسبات الدراسة الحالية القليل من قطع شوكيات الجلد المقرونة مع بعض أثار التعكرات الحياتية في بعض سحناتها. وهذه الظاهرة قد تؤشر إلى حصول العمليات الترسيبية ضمن بيئة الرف الخارجي (Flugel, 1982 ; Milliman, 1974). كما أن تشخيص جنسي الـــ (*Textularia*) و(*Bolivina*) القاعية ضمن بعض سحنات تكوين كوميتان يؤكد بدوره أيضاً حصول الترسيب في بيئة الرف الخارجي المتصلة بالبحر المفتوح (Chose, 1977 في البياتي، 1989; Boers and Hug, 1969 في البياتي ، 1989). هكذا يتضح جلياً، ومن خلال نتائج التحاليل السحنية والخصائص البيئية المذكورة آنفاً، أن البيئة المرسبة للتتابعات العليا لتكوين كوميتان مترسبة ضمن بيئة حافة الرف العميق أو مايعرف بمقدمة المنحدر المكافئة لنطاق الرف الخارجي.

سيناريو التتابع السحني لتكوين كوميتان :

بناءً على النتائج المستخلصة من التحليل السحني الدقيق وما أظهرتها المضاهاة الطباقية للسحنات (الجدول 2)، فضلاً عن المؤشرات والدلائل الرسوبية والحياتية المستنبطة، فإن فهم طبيعة التغيرات الجانبية والعمودية للسحنات الدقيقة مابين المقاطع المختارة بات أمراً سهلاً. وعليه، فإن عرض سيناريو أحداث العمليات الترسيبية الدقيقة وبيئاتها المرسبة للسحنات الدقيقة في المقاطع الثلاثة سيتم بتناول طبيعة كل سحنة وأمتداداتها الجانبية والعمودية على انفراد، وبدأ من الأقدم.لغرض إجراء المضاهاة السحنية ما بين سحنات المقاطع المختارة، فقد أختير السطح العلوي للطبقة المؤلفة من سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للمنخربات الطافية والكالسيسفيرات سطحا مرجعياً (Marker Bed). ويمثل هذا السطح أيضاً البداية الحقيقية والواضحة لأزدياد أصداف الكالسيسفرات المرافقة لأصداف الفورامنيفيرا الطافية.

الجدول 2 : السحنات والأنطقة البيئية لتكوين كوميتان وما يقابلها من أنطقة وسحنات قياسية.

سحنات تكوين كوميتان		السحنات والأنطقة (البيئية) السحنية القياسية المكافئة، تبعاً لموديل (Wilson, 1975) و (Flügel, 2004).				انطقة كوميتان (البيئية) السحنية تبعاً لموديل (Koutsoukos, 1985)
رمز السحنة	اسم السحنة	رمز السحنة القياسية الدقيقة	رمز النطاق السحني القياسي	اسم النطاق السحني القياسي تبعاً لولسن	اسم النطاق السحني القياسي تبعاً لفلوكل	

M1	الحجر الجيري الطيني الحاملة للمستحاثات الدقيقة الثانوية	SMF-3	FZ-1	حوض البحر العميق	حوض البحر العميق	الباثيال الأوسط
W1	الحجر الجيري الواكي الحاملة للمنخربات الطافية الدقيقة الثانوية	SMF-8	FZ-2	الرف العميق	رف البحر المفتوح	الباثيال الأوسط
W2	الحجر الجيري الواكي الحاملة للفتاتات الأحيائية الدقيقة الثانوية	SMF-9	FZ-2	الرف العميق	رف البحر المفتوح	الباثيال الأوسط
W3	الحجر الجيري الواكي الحاملة للمنخربات الطافية والفتاتات الأحيائية الدقيقة الثانوية	SMF-8	FZ-2	الرف العميق	رف البحر المفتوح	الباثيال الأوسط
W4	الحجر الجيري الواكي الحاملة للمنخربات القاعية والفتاتات الأحيائية الدقيقة الثانوية	SMF-8	FZ-2	الرف العميق	رف البحر المفتوح	الباثيال الأعلى
W5	الحجر الجيري الواكي الحاملة للمنخربات الطافية والكالسيسفيرات الدقيقة الثانوية	SMF-3	FZ-3	مقدمة المنحدر	حافة الرف العميق	الباثيال الأعلى
w-p1	الحجر الجيري الواكي- المرصوص الحاملة للمنخربات الطافية الدقيقة الثانوية	SMF-8	FZ-2	الرف العميق- مقدمة المنحدر	رف البحر المفتوح	الباثيال الأعلى
w-p2	الحجر الجيري الواكي- المرصوص الحاملة للمنخربات الطافية والفتاتات الأحيائية الدقيقة الثانوية	SMF-4	FZ-3	مقدمة المنحدر	حافة الرف العميق	الرف الخارجي
w-p3	الحجر الجيري الواكي- المرصوص الحاملة للمنخربات الطافية والكلوكونايت الدقيقة الثانوية	SMF-4	FZ-3	مقدمة المنحدر	حافة الرف العميق	الرف الخارجي

تتجلس تتابعات تكوين كوميتان في مقطع سد دوكان على سحنة انتقالية مؤلفة من طبقة جيرية مارلية كتلية متبلورة وصلبة نسبياً خاصة بالترسبات المختتمة لتتابعات تكوين قمجوقة الجيري. أما في مقطعي: (Kz-31) و (Jd-1) فأنها تتجلس على طبقة جيرية مؤلفة من الحجر

الجيري السجيلي الخاصة بالتتابعات العليا لتكوين كولنيري. وتتوالى بعدها سحنات تكوين كوميتان المؤلفة أساساً من تعاقبات الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي تتوسطها وحدة مؤلفة من التعاقبات المارلية والسجيلية الهشة.تبدأ تتابعات التكوين في عموم المقاطع الثلاثة بطبقة معتدلة السمك مؤلفة من سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفيرا الطافية (W1)، والتي تشير إلى حصول ترسيبها ضمن نطاق الباثيال الأوسط. بعد ذلك تتدرج هذه السحنة في هذه المقاطع الى طبقة نحيفة مؤلفة من سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفتاتات الأحيائية (W2) المترسبة ضمن نفس النطاق المذكور آنفاً. بعد ذلك، وتحديداً خلال التتابعات الوسطى للوحدة السفلى، تعود بصورة تدريجية وبسمك عال نسبياً، سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفيرا الطافية (W1) مرة أخرى. ويعتقد أن البيئة المرسبة لهذه السحنة هي بيئة الباثيال الأوسط. ثم أختتمت تتابعات الوحدة السفلى في عموم المقاطع المختارة وبشكل تدريجي بسحنة الحجر الجيري الطيني الحاملة للمستحاثات (M1)، وبسمك معتدل نسبياً. ويبدو أن البيئة المرسبة لهذه السحنة متمثلة ببيئة الباثيال الأوسط. وبذلك يتضح أن أجمالي بيئة ترسيب تتابعات الوحدة السفلى هي بحرية عميقة تمثلت بنطاق الباثيال الأوسط. تبدأ تتابعات الوحدة الوسطى في عموم المقاطع بعودة تدريجية لسحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للمنخربات الطافية (W1). وهي عموماً سحنة سميكة وتزداد سمكاً بأتجاه الجنوب الغربي، أي بأتجاه حقل جديدة. ويعتقد أن البيئة المرسبة لهذه السحنة هي بيئة الرف البحري المفتوح المتمثل بنطاق الباثيال الأوسط. وتختتم تتابعات الوحدة الوسطى بسحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للمنخربات الطافية والكالسيسفيرات (W5) (المعتمدة كسطح مرجعي) المترسبة ضمن بيئة حافة الرف العميق المتمثلة بنطاق الباثيال الأعلى.رغم تميز سحنات الوحدة العليا بتماثل وسهولة مضاهاتها ضمن المقطعين تحت السطحيين (Jd-1; Kz-31)، فأن مضاهاة بعض هذه السحنات تتعثر وتتلاشى قبل وصولها إلى مقطع سد دوكان. ومع ذلك، فأن الدراسة الحالية سجلت عدة وحدات سحنية قابلة للمضاهاة والتواصل مابين عموم المقاطع. تبدأ تتابعات الوحدة العليا في مقطع سد دوكان بسطح سفلي حاد لطبقة نحيفة مؤلفة من سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفيرا القاعية والفتاتات الأحيائية (W4). أما في المقطعين تحت السطحيين فأن هذه الوحدة تبدأ بسحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفتاتات الأحيائية (W3) وتمتد شمالاً لتغطي سحنة (W4) في مقطع سد دوكان. وبذلك يعتقد أن بيئة الأعلى تحققت حصراً في منطقة سد دوكان، في حين كان بدئُها في المقطعين تحت السطحيين ببيئة نطاق الباثيال الأوسط، والتي أمتد تأثيرها لاحقاً إلى مقطع سد دوكان. تتدرج السحنة الأخيرة في المقطعين (Jd-1; Kz-31) إلى سحنة الحجر الجيري الواكي–المرصوص الحاملة للمنخربات الطافية (W-P1) وتدريجياً إلى سحنة الحجر الجيري الحاملة للمنخربات الطافية والفتاتات الأحيائية (W2)، مشيرة بذلك إلى تحقق بيئة نطاق الباثيال الأعلى وبيئة نطاق الباثيال الأوسط في هاتين المنطقتين، على التوالي. ولا توجد في مقطع سد دوكان ما تكافئ هاتين السحنتين. إلا أن سيادة سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للمنخربات الطافية والكالسيسفيرات (W5) في عموم المقاطع وتسمكها المتدرج بأتجاه الجنوب الغربي وحدت البيئة المرسبة المتمثلة بنطاق الباثيال الأعلى فيها. وتلي ذلك، وفي عموم المقاطع، سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفتاتات الأحيائية (W3) المتسمكة تدريجياً بأتجاه الجنوب الغربي. ويعتقد أن البيئة المرسبة لهذه السحنة كانت بيئة نطاق الباثيال الأوسط. وتتدرج هذه السحنة في مقطعي (Kz-31) و(Jd-1) إلى سحنة سحنة الحجر الجيري الحاملة للمنخربات الطافية والفتاتات الأحيائية (W2) المترسبة ضمن نطاق الباثيال الأوسط. ورغم عدم وجود ما تكافئ هذه السحنة في مقطع سد دوكان، إلا أن سحنة الحجر الجيري الواكي–المرصوص (W-P2) السائدة وبسمك معتدل في عموم المقاطع تشير إلى التضحل، وبالتالي تحقق بيئة نطاق الرف الخارجي في مقطع سد دوكان ولاحقاً في المقطعين الأخرين. تختتم تتابعات التكوين في منطقة مقطعي (Kz-31) و(Jd-1) بأربع سحنات تختلف عن السحنتين المختتمتين لتتابعات منطقة مقطع سد دوكان. ويشير هذا التباين السحني للتتابعات المختتمة لمقاطع التكوين في هاتين المنطقتين إلى تباين الأحداث البيئية التي رافقت العمليات الترسيبية. إذ يلاحظ أن ترسيب سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفيرا الطافية (W1) في مقطعي (Kz-31) و(Jd-1) يقابله ترسيب سحنة الحجر الجيري الواكي الحاملة للفورامنيفيرا القاعية والفتاتات الأحيائية (W4) في مقطع سد دوكان. وهذا يشير إلى تحقق بيئة نطاق الباثيال الأوسط في الأولى وبيئة نطاق الأعلى في الثانية، أي أن البيئة كانت تتضحل بأتجاه الشمال. وتجسد توالي السحنات السميكة: الحجر الجيري الحاملة للمنخربات الطافية والفتاتات الأحيائية (W2) والحجر الجيري الواكي–المرصوص الحاملة للمنخربات الطافية (W-P1) والحجر الجيري الحاملة للمنخربات الطافية والفتاتات الأحيائية (W2) مرة أخرى في مقطعي (Kz-31) و(Jd-1) تحقق الأنطقة البيئية العميقة نسبياً: الباثيال الأوسط، والباثيال الأعلى والباثيال الأوسط ، على التوالي. أما في مقطع سد دوكان فأن السحنة المختتمة للتكوين، أي سحنة الحجر الجيري

الواكي–المرصوص الحامة للمنخربات الطافية والكلوكونايت (W-P3) النحيفة السمك تجسد بيئة نطاق الرف الخارجي الضحلة نسبياً. وهذا يؤكد على تواصل التضحل البيئي بأتجاه الشمال، حيث مقطع سد دوكان.

الموديل الرسوبي (Sedimentological Model):

تعد عملية بناء الموديل الرسوبي الهدف المنشود لأغلب الدراسات الرسوبية والطباقية. إذ أن مخطط الموديل لا يوجز تجسيد البيانات والمعطيات المستنبطة فحسب، بل ويحفز الباحث للتحري عن المزيد من المظاهر والخصائص المحجوبة. وبأعتماد كافة المعطيات الحقلية والسحنية والبتروغرافية المستنبطة من ترسبات هذا التكوين وأستحضار خصائص الجغرافية القديمة والحركات التكتونية المتزامنة للعمليات الترسيبية فقد توصلت الدراسة الحالية إلى وضع صورة أولية ذات ملامح واهية. إلا أن هذه الصورة سرعان ما تبلورت مع توالي ظهور النتائج لتتجسد على هيئة موديل يجسم آلية ترسيب تتابعات تكوين كوميتان في منطقة الدراسة.

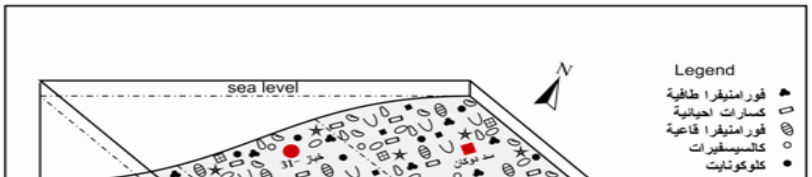
يرتبط تقدم البحر وتراجعه بأرتفاع مستوى سطح البحر وانخفاضه، على التوالي. وينعكس تعاقب هاتين العمليتين بصورة مباشرة على طبيعة السحنة المترسبة ونوعيتها. وتؤدي هاتين العمليتين الى تحرك مواضع السحنات تدريجياً نحو الأمام في حالة التقدم البحري ونحو الخلف في حالة التراجع، مما يؤدي إلى ترسيب تتابعات منعمة نحو الأعلى (Fining Upward) وأخرى متخشنة نحو الأعلى (Coarsening Upward)، على التوالي.

أن تجدد الحركات (مابعد الهرسينية) مع نهاية التوروني أدى إلى أرتفاع منطقة حاجز قمجوقة مرة أخرى، حيث تشكل، وبموازاة حافاته الجنوبية الغربية، حوضاً طولانياً عميقاً ممتداً بأتجاه (شرق–غرب) مابين مناطق عانة ومشورة وخليصية. وبذلك بدأت العمليات الترسيبية المرسبة لسحنة كوميتان في الأجزاء الشمالية الشرقية من العراق وسحنات تكوين مشوره في اجزائه الغربية والشمالية الغربية

تشير نتائج التحليل السحني والمضاهاة الطباقية لتتابعات تكوين كوميتان في منطقة الدراسة الى نشأة حوض عميق تجسد بنطاق الباثيال الأوسط، إلا أنه سرعان ما بدأ يتضحل تدريجياً، رغم ما مرت به من فترات تعمق متقطعة. وهذا ماجعل نتائج التحليل السحني تشير إلى أن أجمالي ترسبات تكوين كوميتان ما هي إلا نتاج عام لتراجع بحري عميق أعترتها نوبات من التقدمات البحرية الثانوية. وفيما يأتي ابرز الأدلة المؤشرة على مثل هذا التراجع البحري:

١. التخشن الحبيبي والنسيجي العام للسحنات نحو التتابعات العليا للتكوين.
٢. الزيادة المتدرجة والواضحة في نسبة أصداف الفورامنيفيرا القاعية بأتجاه الأعلى، والتدني المقابل فيجنن"التغيير التدريجي للون الحشوات من الرمادي الداكن إلى الرمادي الفاتح باتجاه الأعلى.
٣. الظهور التدريجي للفتاتات الصخرية المرافقة لحبيبات معدن الكلوكونايت في قمة تتابعات التكوين وتحولها المفاجئ إلى طبقة مدملكة.
٤. أزدياد قيم الفضالة غير الذائبة بأتجاه التتابعات العليا للتكوين.

أستلهاماً من سيناريو التغيرات السحنية لتتابعات التكوين ومؤشراتها البيئية فأن بالأمكان بناء موديل رسوبي يجسد آلية ترسيب أجمالي تتابعات التكوين.



++++

NJNX

CVCM

الاستنتاجات (Conclusions):

أظهرت الدراسة الرسوبية الحالية لتتابعات تكوين كوميتان العديد من النتائج والأستنتاجات، وفيما يأتي أبرزها:

١. أظهرت الدراسة الحالية أمكانية تقسيم تتابعات تكوين كوميتان في المقاطع المختارة على ثلاث وحدات صخرية، أسوة بتقسيمات التكوين في منطقة المقطع المثال.

٢. تتألف رسوبية التكوين من تعاقب طبقات الحجر الجيري الجيدة التطبق والحجر الجيري المارلي المترقق الهش نسبياً والقليل من الطبقات الجيرية – المارلية والجيرية الصلبة نسبياً.

٣. أظهرت التحاليل السحنية الدقيقة إمكانية تقسيم تعاقبات تكوين كوميتان على ثلاث سحنات رئيسة وهي حسب شيوعها وغزارتها: سحنة الحجر الجيري الواكي، وسحنة الحجر الجيري الواكي–المرصوص، وسحنة الحجر الجيري الطيني. وتنقسم هذه السحنات الرئيسة الثلاث بدورها على تسع سحنات ثانوية.

٤. لدى مطابقة سحنات تكوين كوميتان المشخصة مع موديلي (Wilson, 1975) و(Flugel, 1982, 2004) القياسية وجد أن السحنات المشخصة بتتابعات التكوين تتطابق مع السحنات القياسية الدقيقة (SMF) المرقمة بـ(٩, ٨, ٤, ٣) المترسبة ضمن الأنطقة السحنية: (الحوض البحري العميق FZ-1) و(الرف البحري المفتوح FZ-2) و(حافة الرف العميق FZ-3) والمكافئة لأنطقة: الباثيال الأوسط والباثيال الأعلى والرف الخارجي، على التوالي وذلك تبعاً لـ (Koutsoukos, 1985).

٥. أتضح جلياً أن أجمالي تتابعات تكوين كوميتان، بأستثناء اجزائها العليا المترسبة ضمن الرف الخارجي (حافة الرف العميق)، قد ترسبت ضمن نطاقي: الباثيال الأوسط (حوض البحر العميق) والباثيال الأعلى (رف البحر المفتوح).

المصادر العربية :

• البياتي, فوزي مردان عمر (١٩٨٩): صخارية ورسوبية تكوين الخصيب في الامتدادات الشمالية لحقل شرقي بغداد, رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة صلاح الدين، كلية العلوم، ١٢٥ صفحة .

• الجبوري، قحطان محمد حسين (١٩٩١): الجيولوجية والسحنات الدقيقة لتكويني كوميتان وشِرانش في منطقة سرجنار – السليمانية شمال شرق العراق، رسالة ماجستير غير منشورة, جامعة صلاح الدين، كلية العلوم ، ١٠١ صفحة.

• حداد، صباح نوري (٢٠٠٤): طباقية التتابع لتكوينات فترة التورونيان الأوسط–الكمبانيان المبكر في آبار مختارة من شمال شرق العراق، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة الموصل، كلية العلوم، ١٧٣ صفحة.

• حمودي، رند علي (١٩٩٥): طباقية دورة التورونيان–الكمبانيان المبكر الترسيبية الثانوية ضمن آبار مختارة في العراق، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة الموصل، كلية العلوم، ٢١٥ صفحة.

• الخفاف، أراز عمر (٢٠٠٥): طباقية تكوين كوميتان (الكريتاسي العلوي) في منطقة دوكان–عين دزة (شمال شرق العراق)، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الموصل، كلية العلوم، ٧٩ صفحة.

• الضعيف، سعد أحمد (١٩٩٧): الطباقية الحياتية لتكاوين دوكان؛ كولنيري وكوميتان في المقطع تحت السطحي لبئر جمبور–٤٦، شمال العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الموصل، كلية العلوم، ٨٠ صفحة.

المصادر الأجنبية:

Abawi T. S., and Mahmood, S. A. (2004): Biostratigraphy of the Kometan and Gulneri Formations (Upper Cretaceous) in Jambur well No.46, Northern Iraq, Iraqi Jour. Earth Sci., Vol.5, No.1, PP.1-8.

Abdel-Kireem, M. R. (1983): A study of the Paleoecology and Bathymetry of the Foraminiferal Assemblages of the Shiranish Formation (Upper Cretaceous) Northeastern Iraq, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology, Vol. 43, PP. 169–180.

Adams, T.D., Khalili, M. and Said, A.K. (1967): Stratigraphic Significance of Some Oligosteginid Assemblages from Lurestan Province –Northwest Iran, Micropaleontology, Vol.13 No.1, PP.55-67.

Bishop, B. A., (1972): Petrography and Origin of Cretaceous Limestones – Sierra De Picachos and Vicinity, Nuevo Leon,Mexico, Journal of Sedim. Petro., Vol. 42, No. 2, PP. 270-286.

Boggs, S. J. (2006): Principles of Sedimentology and Stratigraphy,
Person Prentic-Hall , 662 p.

Boggs, S.J. (2009): Petrology of Sedimentary Rock, (2thed.), Cambridge University Press, New York, 600 p.

Carver, R. E. (1971) : Procedures in Sedimentary petrology, John Wiley, New York, 653 p.

Chilingar, G. V., Bissell, H. J. and Faibridge, R. W. (1967 a): Carbonate Rocks: Origin, Occurrence, Classification, Elsevier Published, Comp. Amsterdam, 471 p.

Chilingar, G. V., Bissell, H. J. and Wolf, K. H. (1967 b): The Diagenesis of Carbonate rocks. In : Larsen, G. and Chilingar, G.V. (Eds.), in Diagenesis In Sediments, Amsterdam, pp. 179-322.

Dunham, R. J. (1962) : Classification of Carbonate rocks Accordiny to Depositional Texture, in : Ham, W.E. (ed), Classification of Carbonate rocks, A.A.P.G. Mem.-1, Tulsa, Okla., pp. 108-121.

Flugel, E. (1982) : Microfacies Analysis of Limestone's, Springer Verlag, Berlin, 633 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.

Hart, M. B., (1991): The Late Cenomanian Calcisphere Global Bioevent, Ussher Soci., Jour., 7, PP. 413-417.

Gibson, T. G. (1989) : Planktonic Benthonic Foraminiferal ratios: Modern patterns and Tertiary Applicability, J. Marine
Micro-paleont., Vol. 15, PP.29-52.

Jassim, S. Z. and Buday, T. (2006 a) : Late Turonian – Danian Megasequence Ap9, In: Jassim, S. Z. and Goff, J. C., Geology of Iraq, Published by Doline, Prague and Moravian Museum, Brno, PP. 141– 154.

Milliman, J. D. (1974) : Marine Carbonates, Springer Verlay, Berlin, 375 p.

Nichols, G. (1999): Sedimentology and Stratigraphy, Blackwell Published, 355 p.

Nichols, G. (2009): Sedimentology and Stratigraphy, 2nd.ed, Wiley-Blackwell, 419p.

Pettijohn, F. J. (1975): Sedimentary rocks, (3rd ed.), Harper and Row, New York, 628 p.

Scholle, P. A., Bebou, D. G. and Moor, C. H. (1983): Carbonate Deposition Environments, A.A.P.G. Mem-33, Tulsa, Okla. 708 p.

Scholle, P.A. and D.S. Ulmer-Scholle, (2003): A Color Guide to The Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures, Porosity, Diagenesis, AAPG Memoir-77, Tulsa, Oklahoma, U.S.A. , 474 P.

Sliter, W. V. (1972 b): Cretaceous Foraminifers – Depth Habitats and their Origin. Nature, Vol. 239, No. 5374, PP. 514 – 515.

Wilson, J. L. (1975): Carbonate Facies in geologic History, Springer-Verlag, Berlin, 475 p.