Sedimentological and Biostratigraphic study of the Al-Thawrah & Starbeh Formations in the Al-Haffah Sheet

Gaith AL-Debat *
Dr. Samer AL-beb**
Dr. Abdulkarim AL-abdall***

(Received 13 / 7 / 2025. Accepted 18 / 9 / 2025)

ABSTRACT

The Thawrah and Starbeh formations are exposed in the central part of the Al-Haffah Sheet at a scale of 1:50000, extending from north to south. Some stratigraphic levels of these formations are partially or entirely absent. The formations were investigated from biostratigraphic, petrographic, and sedimentological perspectives, based on field data collected from four geological sections across the study Sheet. These sections, from north to south, are: North Saqiyat Aramo NSA, Jabalaya Sheikh Hassan Jsh, Ain Lilon LL, and Qalaat Al-Mahalba QH. A total of 91 samples were collected for detailed petrographic analysis under the microscope.

Biostratigraphic studies enabled the specific refinement of the ages of the studied rock units and the delineation of boundaries between stratigraphic stages. They also revealed a stratigraphic gap represented by the absence of the *Globotruncanita elevata* zone, which characterizes the base of the Campanian.

Petrographic analysis showed that the formations consist of repetitive alternations of marly, calcareous-clayey, calcareous-phosphatic, and calcareous-dolomitized rocks. These include (clayey biopelmicrite, biosparite, partially dolomitized biopelmicrite, and phosphatic-glauconitic biopelmicrosparite). Lithostratigraphic correlation clarified the facies variability and allowed for the reconstruction of spatial and temporal distribution patterns.

Sediment logical interpretation indicates that these formations were deposited in environments ranging from upper sub tidal settings at the base of the Thawrah Formation to calm, deeper open-marine conditions towards the top of the Starbeh Formation. These deposits represent regressive–transgressive sedimentary sequences within a basin subject to cyclic fluctuations in sea level.

Keywords: Sedimentation, Petrography, Biostratigraphy, Al-thawrah Formation, Starbeh Formation, Al-Haffah.

Copyright **:**Latakia University journal(Formerly Tishreen) -Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Master Student- Department of Geology- Faculty of Science- Latakia University(Formerly Tishreen) – Latakia- Syria. ghaith.aldebiat@tishreen.edu.sy.**
****Associate Professor-Department of Geology-Faculty of Science- Latakia University –Formerly Tishreen) -Latakia- Syria. samer.albub@tishreen.edu.sy**
*****Associate Professor-Department of Geology-Faculty of Science-Latakia University-(Formerly Tishreen)- Latakia- Syria.abdulkarim.alabdalla@tishreen.edu.sy.**

دراسة ترسيبية وبيوستراتغرافية لتشكيلتي الثورة واستربة في رقعة الحفة

غيث الدبيات*

د. سامر البب**

د. عبد الكريم العبد الله***

(تاريخ الإيداع /13/ 7/ 2025. قُبِل للنشر في 18 /9/ 2025)

□ ملخّص □

تنتشر تشكيلتي الثورة واستربة في الجزء المركزي لرقعة الحفة مقياس 50000:1 من الشمال إلى الجنوب، مع غياب جزئي أو كلي لبعض طوابقهما، دُرست هذه التشكيلات في هذا البحث من النواحي البيوستراتغرافية، البترولوجية والترسيبية استناداً إلى المعطيات الحقلية لأربعة مقاطع جيولوجية مُنفّذة في منطقة الدراسة، هي من الشمال إلى الجنوب: شمال ساقية عرامو NSA، جبلايا الشيخ حسن Jsh، عين ليلون LL وقلعة المهالبة QH، حيث أُخذت منها 91 عينة بهدف الدراسة المجهرية المُفصّلة.

مكّنت الدراسات البيوستراتغرافية من تدقيق أعمار الصخور المدروسة والحدود الفاصلة بين الطوابق، كما أظهرت وجود ثغرة ستراتغرافية متمثلة باختفاء نطاق *Globotruncanita elevata* المُميّز لقاعدة الكامبانيان. كما بيّنت الدراسة البترولوجية لهذه التشكيلات أنها عن عبارة تناوبات متكررة من صخور مارلية، كلسية–غضارية، كلسية فوسفاتية وكلسية مدلمتة، مؤلفة من (بيوبيلمكريت غضاري، بيوسباريت، بيوبلميكريت مدلمت جزئياً، بيوبلمكروسباريت فوسفاتي غلوكونيتي)، أدت مضاهاتها إلى توضيح الاختلافات السحنية واستنتاج أنماط توزعها عبر الزمان والمكان. كما بيّنت الدراسة الترسيبية لهذه الصخور أنها ترسبت ضمن بيئات تتراوح من الأجزاء العليا تحت المدية في قاعدة تشكيلة الثورة حتى البيئات العميقة المفتوحة الهادئة في نهاية تشكيلة استربة، ممثلة بمتتاليات رسوبية انسحابية وتجاوزية لحوض رسوبي تعرض لتذبذبات دورية في منسوب مياه البحر.

الكلمات المفتاحية: ترسيب، بترولوجيا، بيوستراتغرافيا، تشكيلة الثورة، تشكيلة استربة، الحفة.

حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً)– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

* طالب ماجستير–قسم الجيولوجيا–كلية العلوم–جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)– اللاذقية–سوريا ghaith.aldebiat@tishreen.edu.sy

**أستاذ مساعد–قسم الجيولوجيا–كلية العلوم–جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)–اللاذقية–سوريا samer.albub@tishreen.edu.sy

***أستاذ مساعد–قسم الجيولوجيا–كلية العلوم–جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)–اللاذقية سوريا abdulkarim.alabdalla@tishreen.edu.sy

مقدِّمة:

تحظى التشكيلات الكريتاسيَّة باهتمام كبير من قِبلِ الباحثين نظراً لأهميتها النفطية، الهيدروجيولوجية وغناها بالخامات المعدنية، ولتكشّفها بشكلٍ واسع في سورية خاصةً في وسطها وغربها، حيث تشغل 10% من مساحتها، كذلك تشغل رسوبات دور الكريتاسي ما يقارب 52% من الصخور المتكشفة في السِّلسلة الساحلية، بسماكةٍ أعظمية تصل إلى 1300م لتوضعاتها ضمن العمود الطبقي، وتتوضَّع بحالة عدم توافق ستراتغرافي مباشرة فوق الصخور العائدة إلى الجوراسي الأسفل [1]. تتمثل صخور هذه التشكيلات بتناوبات من حجر كلسي، دولوميت ومارل حاوٍ على عقد صَّوانيِّة والغضار، إضافةً إلى تداخلات من الفوسفات وعقد من الباريت. ويتَّسع انتشار دور الكريتاسي في رقعة الحفة ليغطي تقريباً 55% من مساحتها، متكشفاً في الجزء الشرقي والمركزي منها [2]، وتشغل منطقة الدراسة تشكيلتي الثورة واستربة من التشكيلات الكريتاسية، المتكشفتين في رقعة الحفة مقياس 50000:1 الواقعة في الجزء الشمالي من السِّلسلة السَّاحليَّة، والممتدة على مساحة 625 كم^2، بأبعاد (27.65×22.5) كم (الشكل 1) [3]، تمتدُّ بين الإحداثيَّات:

$^{\prime\prime}00\ ^{\prime}30\ ^{\circ}35$ جنوباً و$^{\prime\prime}00\ ^{\prime}45\ ^{\circ}35$ شمالاً، $^{\prime\prime}00\ ^{\prime}00\ ^{\circ}36$ غرباً و$^{\prime\prime}00\ ^{\prime}15\ ^{\circ}36$ شرقاً.

أهمية البحث وأهدافه:

على الرغم من جميع الدراسات الجيولوجية التي نُفِّذت في السلسلة الساحلية، فإن أيَّاً من هذه الدراسات لم تقم بدراسة ترسيبيَّة وبيوستراتغرافية مفصَّلة لطوابق السِّينونيان، وخصوصاً لطوابق السِّينونيان الأسفل، حيث أنَّه مُمثَّل في السلسلة الساحلية كوحدة واحدة على الخارطة دون تمييز بين طوابقه (الكونياسيان–السانتونيان–الكامبانيان)، معبر عنهم بتشكيلة الثَّورة K_6^1، وأيضاً السينونيان الأعلى (الماستريختيان) ممثَّل بتشكيلة استربة K_6^2 على الخارطة دون التمييز فيه بين ماستريختيان أسفل وأعلى، لذلك لا بد من دراسة كل طابق وتمييزه عن الأخر، وتحديد أماكن فقدانه محليَّاً، ومن هنا تأتي أهميَّة البحث كونه يشكّل إضافة جديدة إلى بيانات أعمال المسح الجيولوجي، ويهدف البحث إلى:

1–تحديد الخصائص البترولوجية لطوابق الكونياسيان، السانتونيان الكامبانيان والماستريختيان، ودراستها بيوستراتغرافياً.

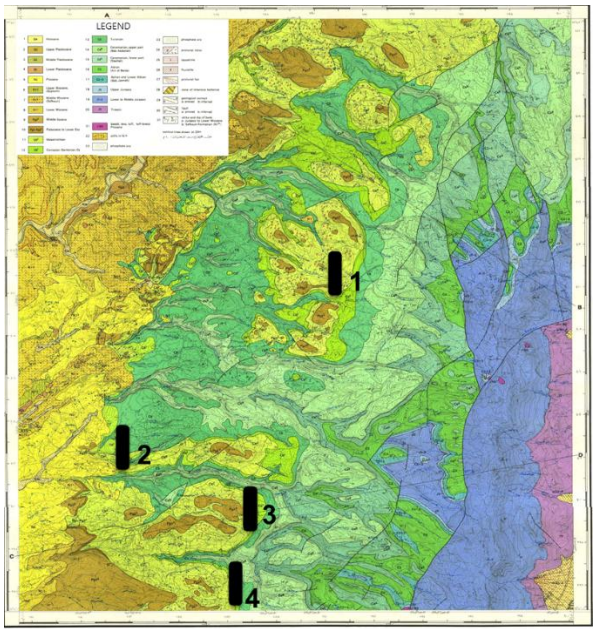
2–مضاهاة سحنية للطوابق الجيولوجية سعياً لاقتراح البيئات المسؤولة عن ترسيبها، ومن ثم الوصول إلى صيغة تعكس باليوجغرافية منطقة الدراسة.

طرائق البحث ومواده:

نُفِّذت في هذه الدراسة أربعة مقاطع جيولوجية من خلال القيام بأربعة جولات حقلية وهي من الشمال نحو الجنوب: مقطع شمال ساقية عرامو NSA، جبلايا الشيخ حسن Jsh، عين ليلون LL وقلعة المهالبة QH (الشكل 1). بلغت سماكة الصخور المدروسة في هذه المقاطع 362 متراً طولياً، ومنها تم سحب 91 عيّنة ممثلة لكافة التغيرات السحنية لهاتين التشكيلتين.

أُنجزت الدراسات المخبرية المُنفّذة على الصخور العائدة إلى تشكيلتي الثورة واستربة في مخبر الدراسات العليا في قسم الجيولوجيا–كلية العلوم–جامعة اللاذقية، وقُسّمت إلى مرحلتين:

المرحلة الأولى: اهتمت بالدراسات البيوستراتغرافية، من خلال تحضير ودراسة 42 عينة للدراسة المستحاثية وتحديد الأعمار بالاعتماد على المنخربات الطافية بشكل أساسي. حُضرت العينات الطرية بالطرق التقليدية من تفتيت، نقع، غسيل، نخل وفرز ومن ثم دراستها.



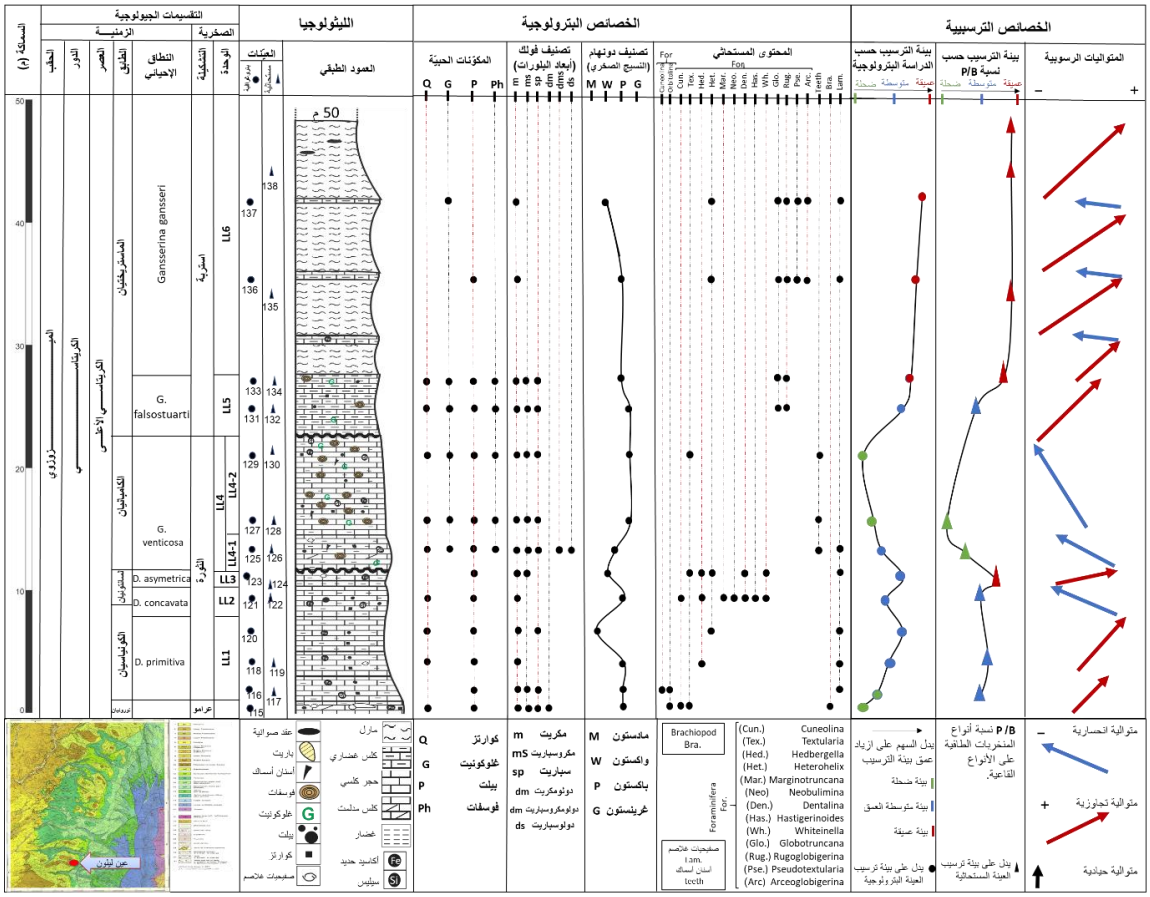
(الشكل 1): خارطة جيولوجيَّة تبين مواقع المقاطع المنجزة [3]

1–شمال ساقية عرامو (13 عينة بتروغرافية و12 مستحاثية). 2–جبلايا الشيخ حسن (11 عينة بتروغرافية و11 مستحاثية). 3–عين ليلون (13 عينة بتروغرافية و11 مستحاثية). 4–قلعة المهالبة (12 بتروغرافية و8 مستحاثية).

في حين تم تحضير العينات متوسطة القساوة والقاسية باستخدام حمض الأسيتيك الثلجي (CH_3COOH glacial) [4-7]، وذلك وفق عدة خطوات: 1–تقطيع العينات الصخرية إلى أجزاء ميليمترية يتراوح قطرها بين 10–20 مم. 2–تسخين العينة الصخرية على طبق إلى درجة حرارة 100°م بهدف التخلص من الرطوبة الداخلية. 3–صب الحمض على العينة بعد تسخينها مباشرةً حتى غمرها، وتركها لتبرد بدرجة حرارة الغرفة 25°م. 4–تحريك العينة كل نصف ساعة. 5–غسيل العينة ووضعها في مناخل أقطار فتحاتها تتراوح على التوالي 0.1 مم و0.5 مم 0.7 مم، ومن ثم غسلها بالماء الجاري، بحيث أنها لا تحتاج إلى الكثير من المياه. وبعد القيام بعدة تجارب لمعرفة تركيز الحمض المناسب لهذه الصخور، كانت العينات غير المسخنة ذات درجة نقاء سيئة في أغلب الحالات، وكانت أفضل النتائج من حيث نقاء العينات المستحاثية وعدم أذيتها من الحمض، للصخور الكلسية الغضارية متوسطة القساوة هي نسبة 90% من حمض الأسيتيك الثلجي ومياه مقطرة 10%، لعينة مسخنة بدرجة حرارة 100° وزمن نقع 3 ساعات، في حين احتاجت الصخور الكلسية المدلمتة القاسية لزمن نقع 6 ساعات.

بعد تحضير العينات تم باستخدام المكبرة نوع (Olympus) ذات القدرة التكبيرية 45×، تحديد الأجناس والأنواع من خلال ملاحظة أهم الصفات التي تميز كل جنس أو نوع عن غيره بمطابقتها مع المراجع المعتمدة عالمياً [8-9] وبعض الدراسات المحلية [10]، وبالتالي تم تحديد الأعمار البيوستراتغرافية التي تعود إليها الصخور المدروسة ومن ثم تحديد نسبة المنخربات الطافية على القاعية لما لها أهمية في بيئات الترسيب.

اختصّت **المرحلة الثانية** بالدراسة البترولوجية، حيث حُضرت 49 شريحة مجهرية مقتطعة من عينات صخرية قاسية، ودراستها باستخدام مجهر استقطابي (SCOMP-35)، بعد تلوين بعضها بمادة أحمر الأليزارين لتمييز الكلس عن الدولوميت [11]. شملت هذه الدراسة الخصائص السحنية والنسيجية والتي تعتمد الطريقة التالية في وصف الشرائح المجهرية (تحديد المكونات الحبية (عضوية أو لا عضوية) والمادة اللاحمة ونسبة كل منها [12]، تصنيف دونهام [13]، تصنيف فولك [14]، وتحديد الظواهر الدياجينيزية [15]). ومن ثم تحديد الطبيعة الليثولوجية للسحنات واستنتاج التطور السحني المتوالي للأجسام الرسوبية المكونة للطوابق المدروسة. جُمعت النتائج التي تم التوصل إليها ونُظمت في لوحات تطور شاقولية تعكس معطيات الدراسة البترولوجية والترسيبية (الشكل 2).



(الشكل 2): لوحة التطور الشاقولي لمقطع عين ليلون المرجعي في منطقة الدراسة.

النتائج والمناقشة:

1- المضاهاة:

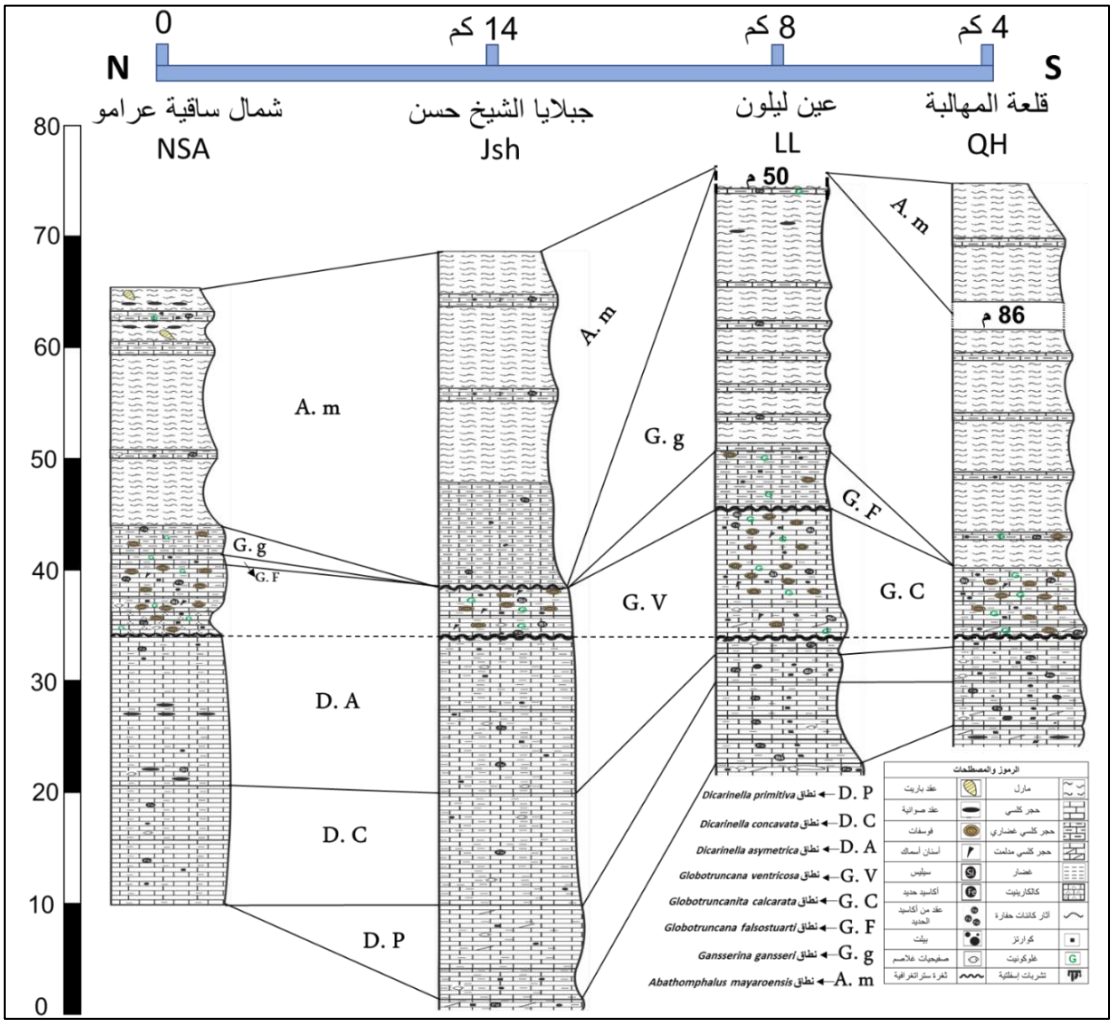
تم تقسيم صخور المقاطع المدروسة إلى وحدات وتحت وحدات أحياناً حسب الاختلافات السحنية، ومضاهاتها على امتداد منطقة الدراسة حسب تواجدها ضمن النطاقات الإحيائية التابعة للطوابق الجيولوجية المدروسة المقسمة حسب [16]، ولوحظ بعض هذه النطاقات يتكشف في جميع المقاطع وبعضها الآخر في مقطع واحد (الشكل 3)، كما تبيّن غياب نطاق *Globotruncanita elevata* الذي يمثل قاعدة الكامبانيان في كافة المقاطع المدروسة، وهذا النطاق يعتبر نطاق حدي بين طابقي السانتونيان والكامبانيان. كما اعتمد السطح العلوي لطابق الكونياسيان الأعلى حداً مرجعياً (الشكل 4).

A التحت طابق	المقطع / النواطق الإحيائي	شمال ساقية عرامو	جبلايا الشيخ حسن	عين ليلون	قلعة المهالبة
الجزء العلوي من الماستريختيان الأعلى	Abathomphalus Mayaroensis	22.5 م	30 م	-	40 م
الجزء العلوي من الماستريختيان الأعلى	Gansseri Gansserina	2.5 م	-	75 م	80 م
الماستريختيان الأسفل	Globotruncana falsostuarti	1 م	-	4.5 م	-
الجزء العلوي من الكامبانيان الأعلى	Globotruncanita Calcarata	-	-	-	6 م
الجزء العلوي من الكامبانيان الأدنى – الجزء السفلي من الكامبانيان الأعلى	Globotruncana Ventricosa	6.2 م	4.5 م	11 م	-
السانتونيان الأعلى	Dicarinella Asymetrica	14 م	15 م	1.1 م	1 م
الكونياسيان الأعلى – السانتونيان الاسفل	Dicarinella Concavata	11 م	10.5	2.5 م	4 م
الكونياسيان الأسفل	Dicarinella Primitiva	-	9 م	7 م	4 م

B الطابق / المقطع	شمال ساقية عرامو	جبلايا الشيخ حسن	عين ليلون	قلعة المهالبة
الماستريختيان	26 م	30 م	79.5 م	120 م
الكامبانيان	6.2 م	4.5 م	11 م	6 م
السانتونيان	19.5 م	20 م	2.5 م	3 م
الكونياسيان	5.5 م	14 م	8 م	6 م

C التشكيلة / المقطع	شمال ساقية عرامو	جبلايا الشيخ حسن	عين ليلون	قلعة المهالبة
استربة	26 م	30 م	79.5 م	120 م
الثورة	31.2 م	38.5 م	21.5 م	16 م

(الشكل 3): (A) سماكة النطاقات الإحيائية. (B) الطوابق الجيولوجية. (C) التشكيلات الصخرية في المقاطع المدروسة.



(الشكل 4): مضاهاة النطاقات الإحيائية وتقسيماتها واختلافاتها السحنية في منطقة الدراسة.

1-1-تشكيلة الثورة:

تم تمييز خمس نطاقات إحيائية ضمن صخور هذه التشكيلة، وعُثر على معقّد مستحاثي من المنخربات الطافية والقاعية، وجُمعت الأنواع الدالة منها في (اللوحة I):

1-1-1-نطاق *Dicarinella primitiva* (الكونياسيان الأدنى والجزء السفلي من الكونياسيان الأعلى):

تتكشف صخور هذا النطاق في جميع المقاطع ماعدا مقطع شمال ساقية عرامو، وعُثر على الأنواع التالية من المنخربات الطافية التالية:

Dicarinella primitiva (DALBIEZ), *Marginotruncana coronata* (BOLLI), *M. renzi* (GANDOLFI), *M. sigali* (REICHEL), *M. pseudolinneiana* (PESSAGNO), *M. sinuosa* porthault, *Hedbergella simplex* MORROW, *H. flandrini* DONZE, *Heterohelix globulosa* (ehrenberg), *H. rumsyensis* DOUGLAS, *Whiteinella baltica* DOUGLAS & RANKIN.

ومن المنخربات القاعية عُثر على *Lenticulina spissocostata* (CUSHMAN), *Anomalina* sp.

تتشابه المواصفات السحنية لصخور هذا النطاق، حيث تتمثل الوحدة الأولى والثانية في **مقطع جبلايا الشيخ حسن** بطبقات ديسيمترية ذات سحنات من الباكستون المؤلف من بيوبلمكريت غضاري المدلمت جزئياً، كما يحوي على جنس *Orbitoides* بغزارة بالإضافة إلى منخربات قاعية أخرى وطافية بكميات أقل، ويقابل الوحدة الأولى في **مقطع عين ليلون** بطبقات ديسيمترية مكونة من بيوبلمكريت غضاري حاوٍ بشكل رئيس على *Cuneolina parva* بالإضافة إلى قاعيات أخرى وبعض الأنواع الطافية بنسب قليلة ويصنّف الصخر بأنه واكستون، أما في **مقطع قلعة المهالبة** فتكون الطبقات الديسيمترية في الوحدة الأولى عبارة عن باكستون مؤلف من بيوبلمكريت غضاري معرض لعملية دلمتة جزئية، كما يحوي على غاستروبودا ومنخربات طافية وقاعية بنسبة 10%، بالإضافة إلى بقع من أكاسيد الحديد.

1-1-2-نطاق *Dicarinella concavata* (الجزء العلوي من الكونياسيان حتى قاعدة السانتونيان):

يتكشف هذا النطاق في جميع المقاطع المنجزة، وعُثر على الأنواع التالية من المنخربات الطافية:

Dicarinella primitiva (DALBIEZ). *D. concavata* (BROTZEN), *Archaeoglobigerina cretacea* (D' ORBIGNY), *Hedbergella simplex* MORROW, *H. flandrini* DONZE, *Heterohelix globulosa* (ehrenberg), *H. rumsyensis* DOUGLAS, *Marginotruncana coronata* (BOLLI), *M. renzi* (GANDOLFI), *M. sigali* REICHEL, *M. undulata* (LEHMANN), *M. schneegansi* (SIGAL).

ومن المنخربات القاعية:

Lenticulina spissocostata (CUSHMAN), *Cavelinella nacatochensis* (CUSHMAN), *Textularia* sp., *Anomalina* sp., *Cavelinella* sp.

تتشابه المواصفات السحنية لصخور هذا النطاق مع بعض الاختلافات في نسب المكونات وتصنيف الصخر، حيث يمثّل الوحدة الأولى في مقطع **شمال ساقية عرامو** التي تتألف بدايتها من تطبقات ديسيمترية ذات سحنات واكستون مكونة من بيوبلمكريت غضاري ذي منخربات طافية، بينما يقابل هذا النطاق في مقطع **جبلايا الشيخ حسن** الوحدة الثالثة ممثلة بطبقات سنتيمترية من المادستون المؤلف من غضار بيوبلمكريتي، بينما تسود في مقطع **عين ليلون** السحنات البيوبلمكريتية الغضارية الحاوية على منخربات طافية أكثر من القاعية التابعة للوحدة الثانية، في حين يقابل الوحدة الثانية في مقطع **قلعة المهالبة**؛ وهي عبارة عن طبقات ديسيمترية من بيوبلمكريت غضاري حاوٍ على صفيحيات غلاصم، غاستروبودا، ومنخربات طافية بغزارة.

1-1-3-نطاق *Dicarinella asymetrica* (الجزء العلوي لطابق السانتونيان):

تتكشف صخوره في جميع المقاطع، وعُثر على الأنواع التالية من المنخربات الطافية:

Dicarinella asymetrica (SIGAL), *D. concavata* (BROTZEN), *Archaeoglobigerina cretacea* (D' ORBIGNY), *Hedbergella simplex* MORROWM, *Heterohelix globulosa* (ehrenberg), *H. rumsyensis* DOUGLAS, *Marginotruncana coronata* (BOLLI), *M. renzi* (GANDOLFI), *M. sinuosa* PORTHAULT, *M angusticarinata* (GANDOLFI), *Rosita fornicata* (PLUMMER).

ومن المنخربات القاعية عُثر على:

Lenticulina spissocotata (CUSHMAN), *Lenticulina* sp. *Cavelinella nacatochensis* (CUSHMAN), *Cavelinella* sp., *Saracenaria triangularis* (D'ORBIGNY), *Anomalina* sp.

يقابل هذا النطاق الوحدة الثانية في مقطع **شمال ساقية عرامو**، وهي على شكل جدار كلسي حاوٍ على عقد صوانية، مؤلف من مادستون بيوبلمكريتي غضاري، ويقابل الوحدة الرابعة في مقطع **جبلايا الشيخ حسن**، المكونة من باكستون مؤلف من بيومكريت غضاري حاوٍ على منخربات قاعية وأستراكودا، بالإضافة إلى بقع أكاسيد الحديد، بينما يقابل الوحدة الثالثة في مقطع **عين ليلون** وهي عبارة عن بيوبلمكريت غضاري حاوٍ على منخربات طافية أكثر من القاعية مع قليل من أكاسيد الحديد. تستمر السحنة البيوبلمكريتية الغضارية الحاوية على منخربات طافية في الوحدة الثالثة في مقطع **قلعة المهالبة**.

1-1-4-نطاق *Globotruncana ventricosa* (الجزء العلوي من الكامبانيان الأدنى حتى قاعدة الكامبانيان الأعلى):

يتكشف هذا النطاق في جميع المقاطع ما عدا مقطع قلعة المهالبة، عُثر على الأنواع الطافية التالية:

Globotruncana ventricosa WHITE, *Globotruncana* sp., *Globotruncanita elevata* CF, *Globotruncanita* sp.

ومن المنخربات القاعية: *Prabulimina aspera* (CUSHMAN & PARKER), *Dorothia* sp.

يقابل هذا النطاق الوحدتين الثالثة والرابعة في مقطع **شمال ساقية عرامو**، حيث تتألف سحنة الوحدة الثالثة من كالكارينيت (رمال كلسية)، في حين تتألف الوحدة الرابعة من سحنة مكريتية وسباريتية غنية بالفوسفات والغلوكونيت مع أسنان الأسماك المسيلسة وأكاسيد الحديد، بالإضافة إلى حبات البيليت الفوسفاتي ومنخربات القاعية أكثر من الطافية. كما يقابل هذا النطاق الوحدة الخامسة في مقطع **جبلايا الشيخ حسن**، والوحدة الرابعة في مقطع **عين ليلون**، تتشابه سحناتهما مع سحنة الوحدة الرابعة في مقطع شمال ساقية عرامو. كما تزداد نسبة الحبات الفوسفاتية والغلوكونيتية شاقولياً كلما تجهنا نحو قمة هذا النطاق في جميع المقاطع، وتزداد أفقياً من الشمال باتجاه الجنوب.

1-1-5-نطاق *Globotruncanita calcarata* (يمثل الجزء العلوي من طابق الكامبانيان الأعلى):

يتكشف هذا النطاق في مقطع قلعة المهالبة فقط، وعُثر من المنخربات الطافية على:

Globotruncana calcarata (CUSHMAN).

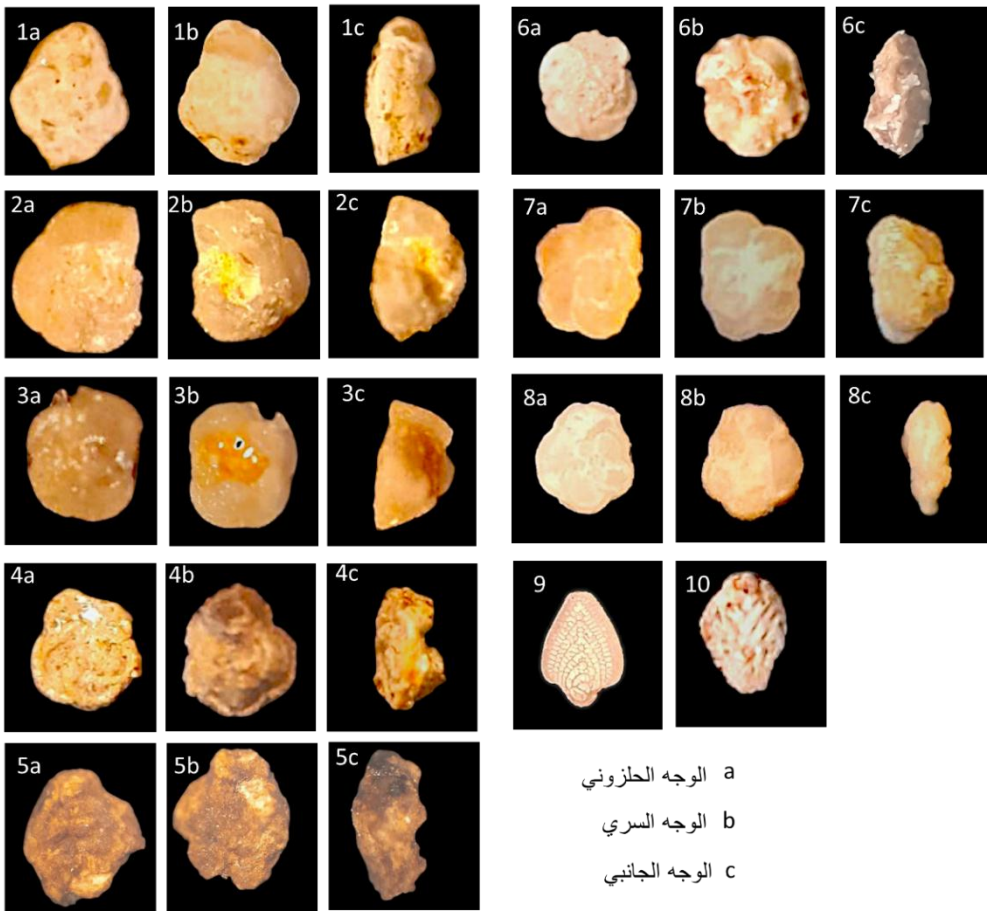
ومن المنخربات القاعية: *Prabulimina aspera* (CUSHMAN & PARKER), *Dorothia* sp.

يقابل هذا النطاق الوحدة الرابعة في مقطع **قلعة المهالبة**، وتكون مؤلفة من سحنات غرينستون مؤلف من بيوبلمكروسباريت فوسفاتي غلوكونيتي حاوٍ على اسنان أسماك، عضديات أرجل ومنخربات قاعية أكثر من الطافية.

تم تفسير الثغرة الستراتيغرافية المتمثلة بغياب نطاق *Globotruncanita elevata* الممثل لقاعدة الكامبانيان في كافة المقاطع المدروسة، وتكشف نطاق *Globotruncanita calcarata* العائد إلى الجزء العلوي من الكامبانيان الأعلى فقط في مقطع قلعة المهالبة، بناءً على عاملين رئيسيين:

1–التأثير التكتوني: تمثل بالفوالق العادية المرافقة للترسيب المرافقة للإجهاد الشدي، والتي أدت إلى اختفاء الطبقات وتغير في ثخاناتها [17-18].

2–الكامبانيان يتمثل بزمرة رسوبية انسحابية، تسبب ذلك في ترسيب محدود في المناطق المنخفضة وعمليات حت نشطة في المناطق المرتفعة التي تعرضت للتعرية بسبب انحسار البحر.



(اللوحة I): أنواع المنخربات الطافية والقاعية الدالة في المقاطع المدروسة.

1-*Dicarinella primitiva*, 2-*D. concavata*, 3-*D. asymetrica*, 4-*Globotruncana ventricosa*, 5- *G. calcarata*, 6-*G. falsostuarti*, 7-*Gansserina gansseri*, 8-*Abathomphalus mayaroensis*, 9-*Neoflabellina rectulata*, 10-*Bolivinoides draco draco*.

1-2–تشكيلة استرية:

تم تمييز ثلاثة نطاقات إحيائية ضمن صخور هذه التشكيلة، وعُثر على معقّد مستحاثي من المنخربات الطافية والقاعية، وجُمعت الأنواع الدالة منها في (اللوحة I):

1-2-1–نطاق *Globotruncana falsostuarti* (الماستريختيان الأسفل):

يغيب هذا النطاق في مقطعي جبلايا الشيخ حسن وقلعة المهالبة، وعُثر على الأنواع الطافية التالية:

Globotruncana falsostuarti SIGAL, *G. arca* (MARIE), *G. ventricosa* WHITE, *G. aegyptiaca* NAKKADY, *G. linneiana* (D' ORBIGNY), *G. lapparenti* BROTZEN, *Rugoglobigerina rugosa* (CUSHMAN), *Globotruncanita stuartiformis* DALBEIZ.

ومن المنخربات القاعية:

Bolivinoides draco draco (MARSSON), *Gyroidinoides* sp., *Neoflabellina* sp.

يقابل هذا النطاق الوحدة الخامسة في مقطع **شمال ساقية عرامو**، مؤلفة من طبقات سنتيمترية من سحنات الباكستون المكون من بيوبلمكريت غضاري حاوٍ على بعض حبات من الغلوكونيت، عضديات أرجل، منخربات طافية قليلة، وقاعية بغزارة، ويقابل الوحدة الخامسة في مقطع **عين ليلون** مكونة من تطبقات سنتيمترية من سحنة باكستون مؤلف من بيوبلمكريت غضاري مسيلس قليلاً، حاوٍ على حبات نادرة من الغلوكونيت، بقايا أشنيات، صفيحيات غلاصم ومنخربات طافية.

1-2-2-نطاق *Gansserina gansseri* (الجزء السفلي من الماستريختيان الأعلى):

يتكشف في جميع المقاطع ماعدا مقطع جبلايا الشيخ حسن، وعُثر على الأنواع التالية من المنخربات الطافية:

Gansserina gansseri (BOLLI), *Globotruncana linneiana* (D' ORBIGNY), *G. bulloides* VOGLER, *G.* ventricosa WHITE, *G. lapparenti* BROTZEN. *G. falsostuarti* SIGAL, *G. aegyptiaca* NAKKADY, *G. arca* (MARIE), *Globotrunccanita stuarti* (DELAPPRENT), *G. stuartiformis* DALBEIZ, *Rugoglobigerina rugosa* (CUSHMAN), *R. scotti* BRONNIMANN.

ومن المنخربات القاعية:

Bolivinoides draco draco (MARSSON), *B. incrassata* WICHER, *Neoflabellina rectulata* (REUSS), *N. jarvisi* (CUSHMAN).

يقابل الوحدة السادسة في مقطع **شمال ساقية عرامو** المكونة من تطبقات ديسيمترية من باكستون مؤلف من بيوبلمكريت غضاري، حاوٍ على حبات فوسفاتية، صفيحيات الغلاصم، بقع من أكاسيد الحديد بالإضافة إلى الغلوكونيت. بينما في باقي المقاطع تتشابه السحن الموافقة لهذا النطاق ويقابل، الوحدة السادسة في مقطع **عين ليلون**، الجزء السفلي من الوحدة الخامسة في مقطع **قلعة المهالبة**، وهي عبارة عن تطبقات سنتيمترية إلى ديسيمترية من سحنات الواكستون المؤلف من بيوبلمكريت غضاري، غني بالمنخربات الطافية، بالإضافة إلى حبات نادرة من الغلوكونيت.

1-2-3-نطاق *Abathomphalus mayaroensis* (الجزء العلوي من الماستريختيان الأعلى):

يتكشف هذا النطاق في جميع المقاطع ماعدا مقطع عين ليلون، وعُثر على الأنواع التالية من المنخربات الطافية:

Abathomphalus mayaroensis (BOLLI), *Gansserina gansseri* (BOLLI), *Globotruncana ventricosa* WHITE, *G. lapparenti* BROTZEN. *G. falsostuarti* SIGAL, *G. arca* (MARIE), *Globotruncanita conica* WHITE. *GT. stuarti* (DELAPPRENT), *Pseudoguembelina excolata* (CUSHMAN).

ومن المنخربات القاعية:

Bolivinoides draco draco (MARSSON), *B. incrassata* WICHER, *Neoflabellina rectulata* (REUSS), *N. jarvisi* (CUSHMAN).

تتشابه سحنات هذا النطاق في جميع المقاطع وهي مشابهة تماماً لنطاق *Gansserina gansseri*، حيث يقابل الوحدة السابعة في مقطع **شمال ساقية عرامو**، الوحدة السادسة في مقطع **جبلايا الشيخ حسن** والجزء الأعلى من الوحدة الخامسة في مقطع **قلعة المهالبة** وهي مؤلفة من تطبقات سنتيمترية إلى ديسيمترية من بيوبلمكريت غضاري، غني بالمنخربات الطافية.

2-أنماط السحن الرئيسة وبيئات ترسيبها:

مكّنت المشاهدات الحقلية والدراسات المخبرية من تحديد سعة انتشار الصخور العائدة إلى تشكيلتي الثورة واسترية، سماكاتها وبنياتها الرسوبية، والتعرف على محتواها المستحاثي وخصائصها البترولوجية (المكونات الحبية وطبيعة المادة اللاحمة) واختلافاتها السحنية الشاقولية والجانبية على امتداد منطقة الدراسة، كما تم استنتاج بيئات الترسيب الملائمة

لتوضعات السحنات الرسوبية المكونة للتشكيلتين. وفيما يلي وصف لهذه السحنات حسب نسبة تكشّفها، حيث توضّح (اللوحة II) الأنماط النموذجية لهذه السحنات:

2-1-السحنات المارلية: تشكل هذه الصخور 40% من رسوبات التشكيلتين المدروستين، حيث تعتبر الأكثر انتشاراً والأكبر سماكة في العمود الطبقي الممثل لمنطقة الدراسة، وتتواجد في كافة المقاطع المنفّذة، وتقابل الوحدات التالية: NSA7، Jsh6-2، LL6 وQH5. تتمثل هذه السحنات بتناوبات سنتيمترية متورقة، بيضاء اللون، طرية، وحاوية على عقد من الباريت والصوان في (NSA7 وQH5). مؤلفة من بيوبلمكريت غضاري **(مادستون إلى واكستون)**، حاوٍ على أجناس (*Heterohelix*، *Pseudotextularia*، *Arceoglobigerina*، *Globotruncana*، *Pseudoguembellina*، *Rugogloigerina*، *Rosita*) من المنخربات الطافية، ونسب قليلة من المنخربات القاعية أهمها (*Neoflabellina*)، كما نلاحظ تعرض بعض هياكل المستحاثات لعملية الأكسدة، وحاوٍ أيضاً على حبات نادرة من الغلوكونيت، يجمع بين هذه المكونات أرضية مكريتية غضارية. تتمّتع هذه الصخور في بعض المواقع بمسامية انحلالية قالبية ناتجة عن انحلال الهياكل المستحاثية. تعكس هذه السحنات ترسيباً منتظماً في بيئة بحرية هادئة، مستقرة ذات مياه حرة الحركة ضمن الأجزاء العميقة من البيئات تحت مدية (Subtidal) بعيداً عن تأثير حركات المد والجزر، يدعم هذا الافتراض نسبة المنخربات الطافية B/P التي تتجاوز 95%. توضّح (اللوحة II في الرقم 6) شريحة نموذجية لهذه السحنة.

2-2-السحنة الكلسية-الغضارية: تأتي هذه السحنات في المرتبة الثانية من حيث الأهمية حيث تشكّل 34% من سحن التشكيلتين المدروستين، وتنتشر في كافة المقاطع، تظهر على هيئة جدر قاسية أو تطبقات مترية إلى ديسيمترية وأحياناً على شكل تطبقات سنتيمترية بينية، وتقسم إلى أربع تحت سحن:

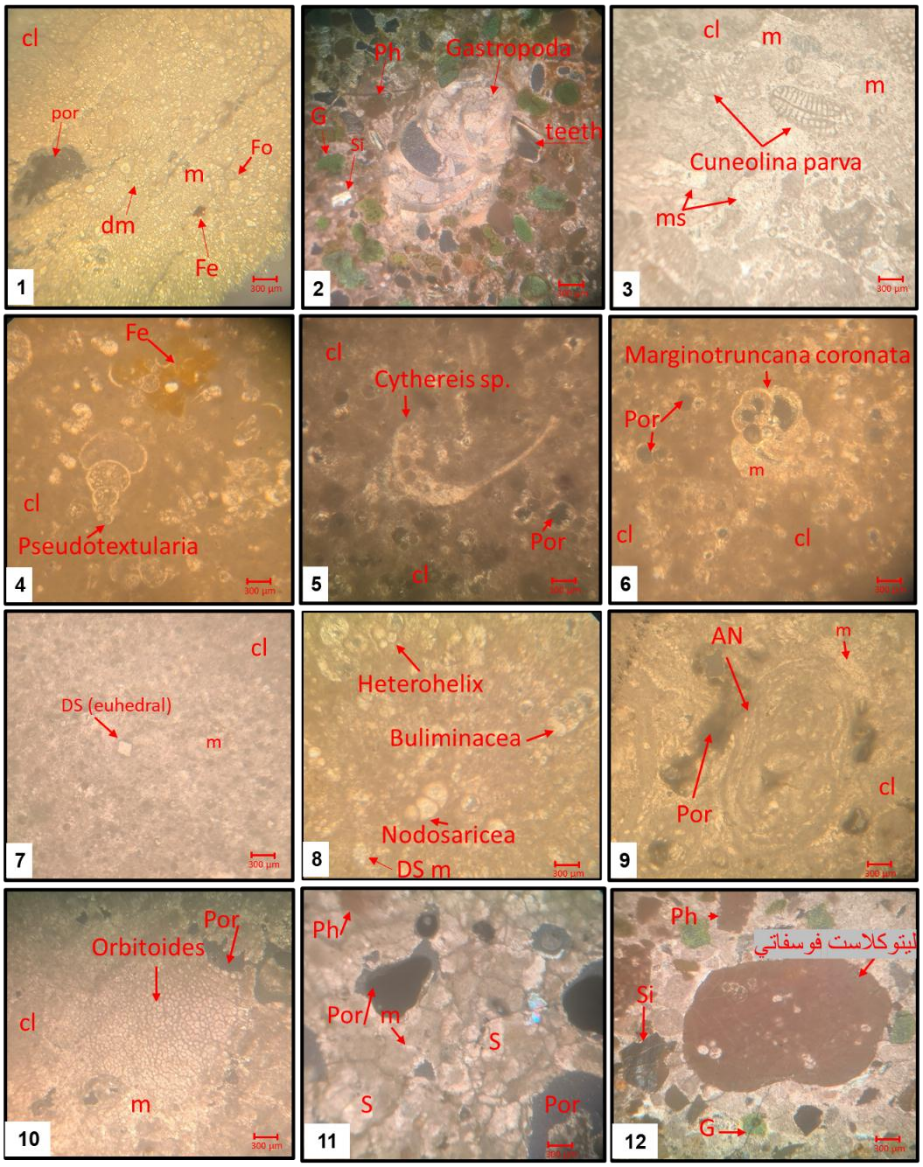
أ-تحت السحنة الكلسية-الغضارية المترسبة على شكل أرضية: تشغل 40% من السحنة الرئيسية وتتواجد في مقطعي شمال ساقية عرامو وجبلايا الشيخ حسن، وتقابل الوحدات التالية: NSA1، NSA2، Jsh3. مؤلفة من مكريت غضاري **(مادستون)**، حاوٍ بقع متفرقة من أكاسيد الحديد، كما نلاحظ بأن الصخر حاوٍ على مسامات نتيجة تعرضه لعمليات الانحلال. ويسود هذه السحنة ترسيب في وسط مائي شبه عميق وذي طاقة محدودة ويندرج ضمن الأجزاء العميقة من الرصيف القاري أي الأجزاء العميقة من البيئات تحت مدية (Subtidal). وهذه البيئة تتوافق مع نسبة المنخربات الطافية إلى القاعية B/P التي تصل حتى 70%. توضّح (اللوحة II في الرقم 7) شريحة نموذجية لهذه السحنة.

ب-تحت السحنة الكلسية العضوية-الغضارية ذات المنخربات القاعية: تشغل 33% من السحنة الرئيسية وتتواجد في مقاطع شمال ساقية عرامو، جبلايا الشيخ حسن وعين ليلون، وتقابل الوحدات التالية: NSA5، Jsh4، Jsh1، LL1. مؤلفة من بيومكروسباريت غضاري **(باكستون إلى غرينستون)**؛ حاوٍ على منخربات قاعية من الأجناس (*Orbitoides*، *Textularia*، *Dentalina*، *Neobulimina*، *Cuneolina parva*، *Orbitolina*، *Alveolina*، *Bulmina*) وفوق الفصيلة (*Buliminacea*). وبنسب أقل أجناس من المنخربات الطافية (*Whitenella*، *Marginotruncana*)، بالإضافة لاحتوائه على أوستراكودا، صفيحيات غلاصم بعضها مسيلس، غاستروبودا، الكوارتز، بقع من أكاسيد الحديد. كما نلاحظ تعرض بعض الهياكل المستحاثية لإعادة التبلور بالمكريت والمكروسباريت. جميع هذه المكونات تدل على ترسيب في وسط قليل العمق ضمن الجزء الأعلى من الرصيف القاري أي الجزء الأعلى من البيئات تحت المدية (Subtidal). وهذا يتوافق مع نسبة B/P التي تصل حتى 40%. توضّح (اللوحة II في الأرقام 3، 5، 6، 9، 10) بعض الشرائح النموذجية لهذه السحنة.

ت–تحت السحنة الكلسية العضوية–الغضارية ذات المنخربات الطافية: تشغل 27% من السحنة الرئيسية، وتتواجد على شكل تطبقات سنتيمترية إلى ديسيمترية في مقاطع جبلايا الشيخ حسن وعين ليلون، وتقابل الوحدات التالية: Jsh6–1، LL2، LL3، LL5، QH2، QH3. وتتواجد أيضاً على شكل سويات بينية ضمن السحنات المارلية، مؤلفة من بيوبلميكريت غضاري **(واكستون إلى باكستون)**؛ حاوٍ على منخربات الطافية التالية (*Marginotruncana*، *Hedbergella*، *Whiteinella*، *Heterohelix*، *Rugogloigerina*، *Globotruncana*) والقاعية بنسب أقل أهمها جنس (*Textularia*) وأجناس من فوق فصيلة *Nodosaricea*، بالإضافة إلى حبات نادرة الغلوكونيت. جميع هذه المكونات تعكس ترسيباً بيوكيميائياً ضمن وسط هادئ في بيئة بحرية عميقة شبه مفتوحة في الجزء العميق من الرصيف القاري (Subtidal). يدعم هذا الاقتراح نسبة B/P التي تكون أكبر من 70%. توضّح (اللوحة II في الأرقام 8،4) شريحة نموذجية لهذه السحنة.

2–3–السحنات الكلسية الدولوميتية: تأتي هذه السحنات في المرتبة الثالثة من حيث الأهمية، وتشكل 15% تقريباً من العمود الطبقي الممثل لرسوبات التشكيلتين المدروستين في خارطة الحفة وتنتشر في كافة المقاطع المنفّذة ما عدا مقطع جبلايا الشيخ حسن، تظهر على هيئة جدر قاسية، أو على شكل تطبقات ديسيمترية، أمكن تمييز تحت سحنتين مختلفتين في البنية والتركيب:

أ–**تحت السحنة الكلسية العضوية–المدلمتة الغضارية:** تشغل 60% من السحنة الرئيسية، تتواجد في مقطعي جبلايا الشيخ حسن وقلعة المهالبة، وتقابل الوحدات التالية: Jsh2، QH1. مؤلفة من بيوبلمكروسباريت غضاري **(باكستون إلى غرينستون)** مدلمت جزئياً مشكلاً بلورات من الدولومكريت والدولوسباريت نوع Anhedral وEuhedral، كما يحوي صفيحيات غلاصم، غاستروبودا، ومن المنخربات الطافية حاوٍ على (*Heterohelix*، *Globotruncana*) وعلى المنخربات القاعية (*Cavelinella*، *Textularia*، *Bolivinoides*، *Cuneolina parva*)، بالإضافة إلى الكوارتز وبقع من أكاسيد الحديد. توضّح (اللوحة II في الأرقام 7،1) شرائح نموذجية لهذه السحنة.



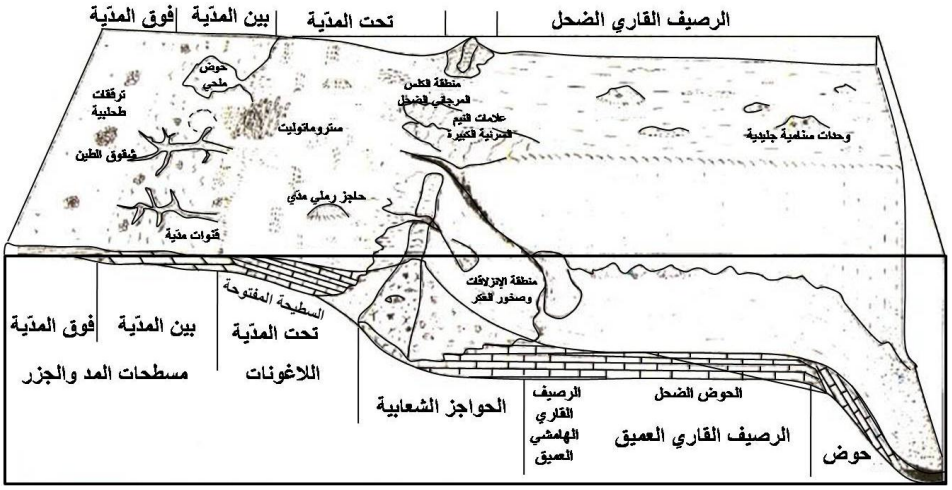
(اللوحة II): عينات من السحنات المتكشفة ضمن الطوابق المدروسة.

1-بيومكريت مدلمت جزئياً. 2-بيوبلمكروسباريت فوسفاتي غلوكونيتي. 3-بيومكروسباريت غضاري ذي منخربات قاعية. 4-بيوبلمكريت غضاري. 5-غضار بيوبيلمكريتي. 7-بيومكريت مدلمت جزئياً على شكل أرضية. 6، 9، 10-بيوبيلمكريت غضاري ذي منخربات قاعية. 8-بيومكريت غضاري ذي منخربات طافية. 11-بيوكلاست (كالكارينيت). 12-بيوسباريت فوسفاتي غلوكونيتي. المكونات: cl: غضار، p: بيليت، Fe: أكاسيد حديد، por: فراغات، m: مكريت، S: سباريت، dm: دولومكريت، DS: دولوسباريت، ph: فوسفات، G: غلوكونيت، Si: سيليس، teeth: أسنان أسماك،m DS : ديسمكريت، AN: أنكوليت، Fo: منخربات غير محددة.

ب-تحت السحنة الكلسية الفوسفاتية المدلمتة: تشغل 40% من السحنة الرئيسية، تتواجد في مقاطع عين ليلون وقلعة المهالبة، وتقابل تحت الوحدات التالية: LL4-1، QH4-1، مؤلفة من بيوبلمكروسباريت غضاري **(باكستون إلى غرينستون)** مدلمت جزئياً مشكلة بلورات من الدولومكريت والدولومكروسباريت من نوع Anhedral و Euhedral، مع وجود نسب قليلة من الفوسفات، أسنان أسماك مسيلسة، صفيحيات غلاصم، الغلوكونيت والكوارتز. تعكس هذه

السحنات ترسيباً بيوكيميائياً في وسط ضحل وذي طاقة عالية وذلك نظراً لوجود الكوارتز، البيوكلاست والمنخربات القاعية بنسب أعلى من الطافية بالإضافة لحوادث الدلمتة مبكرة للمادة المكربتية، فإن نعومة بلورات الدولوميت في أغلب الوحدات ووجود بعض هياكل المستحاثات المعرضة للدلمتة تدل على أن حادثة الدلمتة هي من النمط الدياجينيزي الناتج عن عملية دلمتة مبكرة، حيث يمكن اقتراح توضّع هذه السحنات ضمن بيئة مدية إلى فوق مدية (Enter–Supratidal). بينما تلك السويات الحاوية على بلورات من الدولوميت ذات أوجه تبلور واضحة من نوع Euhedral فهي ناتجة عن عمليات دياجينيزية أيضاً بتوفر نسبة كافية من Mg^{+2} في بيئة بحرية مالحة قليلة الانفتاح.

2-4-السحنات الكلسية الفوسفاتية: تأتي هذه السحنات في المرتبة الرابعة من حيث الأهمية، وتشكل 10% تقريباً من العمود الطبقي، وتقابل الوحدات التالية: NSA4، NSA6، Jsh5، LL4-2، QH4-2، وهي عبارة عن تناوبات سنتيمترية وديسيمترية من بيومكروسباريت غضاري (باكستون إلى غرينستون)، رمادي مخضر إلى أسود قاتم وأحياناً فاتح اللون، متوسط القساوة إلى قاسي، غني بحبّات من الفوسفات والغلوكونيت، بنسبة تصل إلى 70 % في بعض المستويات، وحاوٍ على أسنان أسماك المعرضة للسيلسة، غاستروبودا، ومن المنخربات القاعية (*Textularia*، *Cavelinella*، *Lenticalina*)، مع حبات من البيليت الفوسفاتي ونادراً حبات من الكوارتز، يجمع بينها ملاط سباريتي. تتمّتع هذه الصخور بمسامية انحلالية فجوية ناتجة عن انحلال الحبّات العضوية والفوسفاتية، وتحوي شوائب أكاسيد الحديد. تعكس هذه السحنات ترسيباً غير مستقر في وسط عالي النشاط ضمن البيئات الضحلة القريبة من الشاطئ (الشكل 5). وهذا يتوافق مع نسبة المنخربات الطافية على القاعية B/P التي تصل حتى 30%. توضّح (اللوحة II في الأرقام 1،12) شرائح نموذجية لهذه السحنة.



الشكل (5): مخطط توضيحي عام لبيئات الترسيب البحرية [19].

2-5-السحنات الرملية الكلسية (الكالكارينيتية): تحتل المرتبة الخامسة من حيث الأهمية، وتشكل 1% تقريباً من العمود الطبقي الممثل لرسوبات التشكيلتين المدروستين في خارطة الحفة وتنتشر في مقطع شمال ساقية عرامو فقط، وتقابل الوحدة NSA3، مؤلفة من بيوسباريت **(كريستالين كلسي)** جيد الفرز منحل مشكلاً مسامية بين بلورية، حاوٍ على نسب قليلة من الفوسفات، صفيحيات الغلاصم، وبقع من أكاسيد الحديد. جميع هذه المكونات تدل على وسط عالي النشاط ضحل قريب من القارة ضمن البيئات المدية (Intertidal). توضّح (اللوحة II في الرقم 11) شريحة نموذجية لهذه السحنة.

3-التطور الترسيبي والباليوجغرافي:

مكّنت التطورات الترسيبية، البيئية القديمة التي تعرضت لها منطقة الدراسة خلال طوابق (الكونياسيان، السانتونيان، الكامبانيان والماستريختيان) العائدة إلى تشكيلتي الثورة واستربة، من استنتاج التطور الترسيبي والباليوجغرافي الذي مرت به هذه المنطقة وفق خمسة أطوار متمايزة:

3-1-الطور الأول (خلال الكونياسيان): يتمثل بحدوث تجاوز بحري طفيف، وذلك بالانتقال من بيئة ضحلة في قمة التورونيان المتمثلة بسحنة من الحجر الكلسي العضوي ذي روديست، إلى بيئة أكثر عمقاً نسبياً ضمن النطاقات تحت المدية في طابق الكونياسيان. كما أنه بدأ خلال الكونياسيان قوى ضغطية في شمال السلسلة الساحلية ناجمة عن بداية الاعتلاء الأفيوليتي على الحافة الشمالية للصفيحة العربية، هذا الضغط أدى إلى تطور طيات لطيفة تجلت على شكل نهوضات ومنخفضات محلية [20-21]، مما انعكس مباشرة على نمط الترسيب في هذه المرحلة. حيث يتميز هذا الطور أفقياً بعدم التجانس في خصائص الرواسب وسحناتها، ففي الجزء الشمالي من منطقة الدراسة في **مقطع شمال ساقية عرامو** تسود سحنات كلسية غضارية على شكل أرضية من المادستون، كما تصل نسبة B/P حتى 60%، ترسبت ضمن الأجزاء العميقة من البيئات تحت المدية، مما أتاح تراكماً للرواسب الناعمة بعيداً عن تأثيرات الطاقة الحركية العالية، قد تكون هذه البيئات محصورة جزئياً خلف حواجز كربوناتية. وبالانتقال نحو الجنوب في **مقطعي جبلايا الشيخ حسن وعين ليلون** تشير السحنات الكلسية المدلمتة الغضارية الغنية بالمنخربات القاعية وخاصةً جنسي *Orbitoides* و*Cuneolina* إلى الانتقال لبيئة أقل عمقاً ضمن الأجزاء العليا من البيئات تحت مدية محمية جزئياً من التيارات بواسطة حواجز رسوبية، وهذا يتوافق مع نسبة B/P=40%، بينما في أقصى جنوب منطقة الدراسة في **مقطع قلعة المهالبة** تعكس السحنة الكلسية الدولوميتية الحاوية على منخربات طافية، غاستروبودا وبقع من أكاسيد الحديد ونسبة B/P=70% بيئات تحت مدية.

بالإضافة إلى التباين الأفقي ضمن هذا الطور، يُلاحظ بعض التغيرات السحنية والبيئية الشاقولية في بعض المقاطع تعكس ازدياد الطابع التجاوزي للمتتالية الرسوبية من قاعدة الكونياسيان حتى قمته، يتجلى هذا التغير في **مقطعي جبلايا الشيخ حسن وقلعة المهالبة** بالانتقال من حجر كلسي مدلمت غني بالمنخربات القاعية ضمن الأجزاء العليا من البيئات تحت المدية، ليصبح في قمة هذا الطور عبارة عن غضار كلسي على شكل أرضية من المادستون وتزداد نسبة B/P حتى 70%، مترسب ضمن الأجزاء العميقة من البيئات تحت المدية. يعكس هذا التطور الشاقولي في السحنات تجاوزاً بحرياً تدريجياً ناتجاً هبوط تدريجي للحوض الرسوبي نتيجة استمرار التأثير التكتوني المرتبط بالاعتلاء الأفيوليتي شمال الصفيحة العربية.

3-2-الطور الثاني (خلال السانتونيان): تابع ترسيب السانتونيان في المنطقة بشكل مستمر دون انقطاع فوق رسوبيات الكونياسيان، لكنه يُظهر خصائص جيولوجية وبيئية مغايرة تعكس تطوراً في بنية حوض الترسيب، حيث نلاحظ من خلال دراسة بيئات الترسيب في جميع المقاطع حصول تجاوز بحري طفيف. ترافقت هذه المرحلة مع استمرار تأثير الاعتلاء الأفيوليتي خلال الكونياسيان على مورفولوجية قاع حوض الترسيب (مرتفعات ومنخفضات)، غير أن النمط البنيوي تطور نحو سيطرة حركات شدية متمثلة بفوالق عادية مرافقة للترسيب [17-18]، ما أدى إلى تشكيل نمط ترسيب غير متجانس أفقياً يتميز بفروقات واضحة في السماكة والتركيب السحني. حيث يتمثل هذا الطور في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة في **مقطع شمال ساقية عرامو** بسحنات من الكلس الغضاري على شكل أرضية من المادستون، ونسبةB/P تصل حتى60%، مما يشير إلى الترسيب ضمن الأجزاء العميقة من البيئات تحت المدية،

بينما في الجزء المركزي من منطقة الدراسة، نرصد نمطاً معكوساً يتمثل في ارتفاع طفيف لقاع الحوض الرسوبي في مقطع **جبلايا الشيخ حسن**، حيث يترسب الحجر الكلسي الغضاري الحاوي على المنخربات القاعية وأستراكودا نوع (*Cythereis* sp.) الذي يدل على مياه ضحلة دافئة، بالإضافة إلى أكاسيد الحديد ونسبةB/P تصل حتى40%. تدل هذه المكونات على أن بيئة الترسيب ضمن الأجزاء العليا البيئات تحت المدية الأكثر استقراراً محمية بحاجز رسوبي أو أعلى قمة نهوض بنيوي طفيف. أما في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة فكان تجاوز السانتونيان أكثر وضوحاً حيث يتعمق قاع الحوض الرسوبي من جديد في **مقطعي عين ليلون وقلعة المهالبة**، وتصبح السحنة عبارة عن حجر كلسي غضاري مع نسبة B/P تصل حتى 70%، تعكس ترسيباً هادئاً ضمن الأجزاء العميقة من البيئات تحت المدية.

يُلاحظ أيضاً بعض التغيرات السحنية والبيئية الشاقولية في بعض المقاطع تعكس ازدياد الطابع التجاوزي للمتتالية الرسوبية من قاعدة السانتونيان حتى قمته، وتجلى ذلك في **مقطع شمال ساقية عرامو** نلاحظ الانتقال من سحنة مادستون كلسية غضارية، حاوية على نسبة عالية من المنخربات الطافية، إلى سحنات مماثلة من المادستون مع ازدياد نسبة B/P حتى أكثر من 70% في قمة هذا الطور، وهذا دليل على ازدياد طفيف في منسوب مياه البحر بالاتجاه نحو قمة هذا الطور، وفي الجزء المركزي من منطقة الدراسة في **مقطع جبلايا الشيخ حسن** نلاحظ تعمق طفيف من قاعدة السانتونيان حتى قمته يتجلى في الانتقال من حجر كلسي غضاري ذي منخربات قاعية المترسب ضمن الأجزاء العليا من البيئات تحت المدية إلى حجر كلسي يحوي منخربات قاعية بنسبة أقل ونسبة عالية من المنخربات الطافية، ويعكس بيئة ترسيب أكثر عمقاً.

3-3-الطور الثالث (خلال الكامبانيان): ترسب الكامبانيان في المنطقة بشكل متقطع فوق رسوبيات السانتونيان، كما أن دراسة بيئات الترسيب في جميع المقاطع تضع رسوبيات الكامبانيان ضمن متتالية رسوبية انسحابية. ترافق هذا الطور مع تأثير واضح للتكتونيك الشدي، الممثل بالفوالق العادية المرافقة للترسيب [17-18]، والتي ساهمت في نشوء تباينات محلية في الترسيب. تتشابه السحنة في مقاطع **شمال ساقية عرامو، جبلايا الشيخ حسن، عين ليلون وقلعة المهالبة**، وتتألف من حجر كلسي فوسفاتي غلوكونيتي حاوٍ على، بقع من أكاسيد الحديد، كوارتز، حبات من البيليت، أسنان اسماك مسيلسة، صفيحيات غلاصم، ومنخربات قاعية من أهمها (*Textularia*، *Cavelinella*، *Lenticalina*) بنسب أكبر من المنخربات الطافية، يجمع بينها ملاط سباريتي، مترسبة ضمن بيئات قليلة العمق عالية النشاط.

يُلاحظ أيضاً بعض التغيرات السحنية والبيئية الشاقولية في مقطع **شمال ساقية عرامو** حيث يبدأ بسويات من الرمل الكلسي (الكالكارينيت) حاوٍ على صفيحيات غلاصم، بيليت فوسفاتي، ترسب في وسط عالي النشاط قريب من القارة ضمن بيئة فوق مدية يعلوها طبقات من الحجر الكلسي الفوسفاتي الغلوكونيتي، يعكس هذا الانتقال من سحنة كالكارينيتة عالية الطاقة إلى سحنة فوسفاتية غلوكونيتية أكثر عمقاً بقليل، حدوث تجاوز بحري طفيف. كما تعرضت الصخور الكلسية الفوسفاتية الغلوكونيتية في قاعدة هذا الطور في جنوب منطقة الدراسة في **مقطعي عين ليلون وقلعة المهالبة** إلى عملية دلمتة طفيفة، ما يرجح ترسبها في الأجزاء العليا من البيئات تحت المدية ذات انفتاح نسبي، وهذا دليل حدوث انسحاب بحري طفيف ترافق مع ركود مائي متزايد وتناقص في طاقة الوسط وذلك بالانتقال من بداية هذا الطور حتى قمته. تتوافق نسبة المنخربات الطافية على القاعية B/P في جميع المقاطع، حيث تتراوح بين 20% حتى 30%.

3-4-الطور الرابع (خلال الماستريختيان الأسفل): يعود التجاوز البحري من جديد مع بداية الماستريختيان الأسفل. حيث ترسب الماستريختيان الأسفل في المنطقة بشكل متقطع فوق رسوبيات الكامبانيان ولكن ضمن بيئات ترسيب أكثر

عمقاً، حيث كان للتكتونيك الشدي الممثل باستمرار الفوالق العادية المرافقة للترسيب تأثير واضح على رسوباته [18-17]. يتميز هذا الطور أفقياً بعدم التجانس في خصائصه الرسوبية، حيث تظهر دراسة المقاطع تدرج أفقي في بيئات الترسيب من الشمال نحو الجنوب، يبدأ ببيئات ضمن الأجزاء العليا من البيئات تحت المدية في **مقطع شمال ساقية عرامو** متمثلاً بحجر كلسي غضاري حاوٍ على حبات من الغلوكونيت، عضديات أرجل، ومنخربات قاعية بغزارة من أهمها أجناس من تحت رتبة *Miliolina* وجنس *Orbitoides*، ونسب أقل من المنخربات الطافية، يعكس طاقة الترسيب منخفضة، بينما تصبح المتتالية التجاوزية الممثلة للماستريختيان الأسفل واضحة بالاتجاه نحو الجنوب من منطقة الدراسة في **مقطع عين ليلون**، حيث تصبح السحنة عبارة عن حجر كلسي غضاري حاوٍ على حبات من الغلوكونيت بالإضافة إلى نسب من المنخربات الطافية مثل أجناس (*Globotruncana*، *Rugogloigerina*، *Heterohelix*) أعلى من القاعية، ترسبت ضمن الأجزاء العميقة من البيئات تحت المدية، وهذا دليل على هبوط تدريجي في قاع الحوض الرسوبي باتجاه الجنوب. إن هذا التدرج البيئي من الضحل إلى العميق، يدل على تأثيرات محلية داخل الحوض (ارتفاعات وانخفاضات)، وتوقف في الانفتاح البحري بفعل حواجز رسوبية جزئية سمحت بتمايز البيئات من حيث الطاقة ودرجة الانفتاح. رغم التباين الأفقي في البيئات، لا يُظهر الماستريختيان الأسفل تغيرات سحنية شاقولية واضحة بسبب سماكته القليلة واستقرار نسبي في الظروف الترسيبية والتكتونية. كما أن نسبة B/P تتوافق مع جميع بيئات الترسيب المقترحة. حيث تصل هذه النسبة حتى 50% في مقطع شمال ساقية عرامو، و70% في مقطع عين ليلون.

3-5-الطور الخامس (خلال الماستريختيان الأعلى): يمثل الماستريختيان الأعلى تعمق واضح في حوض الترسيب وذلك لأول مرة، أي حدوث تجاوز بحري واضح، ما ساهم في توضع رسوبيات الماستريختيان الأعلى على كامل امتداد منطقة الدراسة. يتميز هذا الطور أفقياً بالتجانس في خصائصه الرسوبية، تتألف سحنته في مقاطع **شمال ساقية عرامو، جبلايا الشيخ حسن، عين ليلون وقلعة المهالبة** من مارل تتخلله سويات سنتيمترية من الحجر الكلسي الغضاري أكثر قساوة، حاوٍ أجناس (*Heterohelix*، *Pseudotextularia*، *Arceoglobigerina*، *Globotruncana*، *Pseudoguembellina*، *Rugogloigerina*، *Rosita*) من المنخربات الطافية، ونسب قليلة من المنخربات القاعية من أهمها (*Neoflabellina*) بالإضافة إلى صفيحيات غلاصم وغاستروبودا بنسب أقل، كما يحوي حبات نادرة من الغلوكونيت. تعكس هذه السحنات ترسيباً منتظماً في بيئة بحرية هادئة، مستقرة ذات مياه حرة الحركة وهذا ما يؤشر على وسط بحري عميق وهذا يتوافق مع نسبة B/P التي تتجاوز 95%، وتتميز هذه السحنات أيضاً بوجود عقد من الصوان والباريت في مقطعي شمال ساقية عرامو وقلعة المهالبة، كما تدل السويات الكلسية الغضارية المتناوبة داخل سحنة المارل على تذبذبات دورية في منسوب مياه البحر. بينما بالنسبة للتغيرات الشاقولية تلاحظ فقط في **مقطع شمال ساقية عرامو** وهي متمثلة بانتقال بيئي من ترسيب في بيئات قليلة العمق عالية النشاط (سحنة كلسية فوسفاتية غلوكونيتية)، إلى ترسيب في بيئات أعمق (سحنات مارلية غنية بالمنخربات الطافية)، إن هذا الانتقال يدعم تفسير وجود حواجز رسوبية جزئية، أفسحت المجال تدريجياً لتراكم الرواسب البحرية العميقة. ويُعدّ هذا الطور تتويجاً للمتتالية التجاوزية التي بدأت في الماستريختيان الأسفل.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1-استخدام حمض الأسيتيك الثلجي (CH_3COOH glacial) في تحضير العينات المستحاثية لأول مرة في سورية وتحديد أفضل نسبة له للصخور الكلسية متوسطة القساوة وهي 90% لعينة مسخنة على طبق بدرجة حرارة 100° وزمن نقع 3 ساعات، بينما احتاجت الصخور الكلسية المدلمتة القاسية لزمن نقع 6 ساعات.

2-تأكيد أعمار كافة الصخور المدروسة في رقعة الحفة وبالتالي تأكيد الأعمار البيوستراتغرافية لتشكيلتي الثورة واسترية. وتقسيم صخور هاتين التشكيلتين العائدة إلى عصر الكريتاسي الأعلى إلى طوابق الكونياسيان، السانتونيان، الكامبانيان والماستريختيان، وقُسمت هذه الطوابق إلى ثمانية نطاقات إحيائية.

3-غياب نطاق *Globotruncanita elevata* الذي يمثل أول نطاق في طابق الكامبانيان الأسفل في كافة المقاطع المدروسة، وهو يعتبر نطاق حدي بين طابقي السانتونيان والكامبانيان.

4-تحديد بعض الأنواع القاعية الهامة مثل *Bolivinoides draco draco* (MARSSON) الذي يبدأ مع بداية الماستريختيان الأسفل، ونوع *Neoflabellina rectulata* (REUSS) المميز للماستريختيان الأعلى.

5-تقسيم هذه التشكيلات المدروسة إلى وحدات صخرية تقسم بدورها إلى تحت وحدات وتحديد المواصفات السحنية لكل منها، وربطها بالنطاقات الإحيائية.

6-تم تمييز خمسة أنماط من السحنات الرئيسة المسيطرة على التشكيلات المدروسة: 1-المارلية، 2-الكلسية الغضارية وتضم (تحت السحنة الكلسية الغضارية المترسبة على شكل أرضية، تحت السحنة الكلسية العضوية-الغضارية ذات المنخربات القاعية، وتحت السحنة الكلسية العضوية-الغضارية ذات المنخربات الطافية)، 3-الكلسية الدولوميتية (تحت السحنة الكلسية العضوية-المدلمتة الغضارية وتحت السحنة الكلسية الفوسفاتية المدلمتة)، 4-الكلسية الفوسفاتية، 5-الكالكارينيتية.

7-تم تحديد 5 أطوار للتطور الترسيبي والباليوجغرافي، وهي: الطور الأول: خلال الكونياسيان (طور تجاوزي مضطرب)، الطور الثاني: خلال السانتونيان (تجاوزي تدريجي منتظم)، الطور الثالث: خلال الكامبانيان (طور انسحابي)، الطور الرابع: خلال الماستريختيان الأسفل (طور تجاوزي) والطور الخامس: خلال الماستريختيان الأعلى (طور تجاوزي صريح).

التوصيات:

1-متابعة الدراسة على طول السلسلة الساحلية وتحديد أماكن استمرارية وانقطاع ترسيب الطوابق (الكونياسيان، السانتونيان، الكامبانيان والماستريختيان).

2-دراسة جيوكيميائية لتوضعات الفوسفات الموجود ضمن طابق الكامبانيان لتقييم إمكانية الاستفادة منه اقتصادياً.

3-تحديد نسب وتراكيز حمض الأسيتيك الثلجي (CH_3COOH glacial) في تحضير العينات الصخرية الكلسية القاسية والمدلمتة ضمن التشكيلات الأخرى في سورية.

References:

[1] Sh. Youssef, Explanatory Notes for the Al-Haffeh Sheet NI - 37 - S - 3 - A Scale 1: 50000. Geological Map of Syria, Directorate of Geological Surveys and Studies, General Est. of Geology and Mineral Resources, Ministry of Oil and Mineral Resources, Syrian Arab Republic, pp. 64, (1979).

[2] M. Al-kadi, M.T. Younes and S. Al-bub, Stratigraphy, Petrology and Sedimentology of Cretaceous formations in Alhaffa Sheet(Coastal chain - NW of Syria), Damascus University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (23) No. (1), (2011).

[3] Sh. Youssef, M. Kh. Baalbaki, J. Ajamian, and Y. Suleiman, Geological Map of the Al-Haffeh Sheet (NI - 37 - S - 3 - A), Scale 1: 50,000. Directorate of Geological Surveys and Studies, General Est. Of Geology and Mineral Resources. (1979).

[4] F.C. Thomas, M.G. Murney, Techniques for extraction of foraminifers and ostracodes from sediment samples, Canadian Technical Report of Hydrography and Ocean Sciences, pp. 54, (1985).

[5] G.B. Rodrigues, M.H. Bom, G. Fauth, Recovery of ostracods in Cretaceous dolomitic carbonate: The efficiency of acetolysis. Marine Micropaleontology. volumes 92–93.81-86. (2012).

[6] R. Coccioni, & I. Premo Silva, Revised Upper Albian – Maastrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magneto-stratigraphy of the classical Tethyan Gubbio section (Italy). Newsletters on Stratigraphy. 48. 10.1127/nos/2015/0055. (2015).

[7] MH. Malik, SA. Chan, LO. Babalola, MA. Kaminski, Optimization of the acetic acid method for microfossil extraction from lithified carbonate rocks: Examples from the Jurassic and Miocene limestones of Saudi Arabia. Methodsx. Aug 28; 9:101828. doi: 10.1016/j.mex.2022.101828. PMID: 36106048; PMCID: PMC9465100. (2022).

[8] J. Salaj, & O. Samuel, Foraminifera der Westkarpaten – Kreide. Bratislava : Geologický ústav Dionýza Štúra. (1966).

[9] J.A. Postuma, Manual of Planktonic Foraminifera. Elsevier Scientific Publishing Company. (1971).

[10] N. Al-Khateib, Stratigraphic study " Micropaleontology and microfacies" of the Lower Senonian sediments in Palmyridian Chain, PhD Thesis, Supervision Prof. Kaid Maloula, Participation Dr. Mohamed Khaled Yazbek, Faculty of Science, Department of Geology, Damascus University, Syria, (2016).

[11] F.J. Pettijohn, Sedimentary Rocks. 3rd Edition, Harper and Row, New York, pp 628. (1975).

[12] R.L. Chillingar, and R.D. Terry, Relationship Between Porosity and Chemical Composition of Carbonate Rocks. Petrol. Engr. B – 54, 2, pp 341. (1964).

[13] R.J. Dunham, Classification of Carbonate Rocks According to their Depositional Texture, In Classification of Carbonate Rocks, Ham, W. E. (eds.), *Geol Mem*. A. A. P. G., Tulsa. N^{o}.1, pp.108 – 121. (1962).

[14] R.L. Folk, Practical Petrographic Classification of Limestone. *Amer. Assoc. Petroleum Geol. Bull.*, 43, pp. 1 – 38. (1959).

[15] W.C. Park, and E. H. Schot, Stylolites: Their Nature and Origin. U. S. A. *Jour. Sed. Petrology* N^{o} 38, pp. 175 – 191(1968).

[16] M. CARON, Cretaceous planktic foraminifera. In H.M. Bolli, J.B. Saunders and K. Perch-Nielsen (Eds.), Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press, p. 17. (1985).

[17] M. Al-kadi, M.T. Younes and S. Al-bub, Paleo-Stress Analyses of Cretaceous Sediments in Alhaffa Sheet (Coastal Range - Nw of Syria), Latakia University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (32) No. (2), (2010).

[18] A.K. Alabdalla, Evolution Tectonique de la Plate-forme Arabe en Syrie depuis le Mésozoïque. Thèse de Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, Tectonique – Sciences de la Terre, Paris, pp. 187–204, (2008).
[19] B.H. Purser, Sedimentation et diagenese des carbonates neritques recents (Tome 2). *Societé des Editions Technique*, Paris Cedex 15. (1983).
[20] M.F. HARDENBERG, A. H.F. ROBERTSON, Sedimentology of the NW margin of the Arabian plate and the SW NE trending Nahr El-Kabir half-graben in northern Syria during the latest Cretaceous and Cenozoic. Sedimentary Geology, 201, 3-4, pp.231-266. (2007).
[21] W. Hamdo. Updating Some Geological Survey Data in The Syrian Coastal Region (Lattakia, Jableh, Haffa and Qardaha sheets), PhD Thesis, Supervision Dr. Abd-Alkarim Al-Abdellah, Participation Dr. Samer Al-bub, Faculty of Science, Department of Geology, Latakia University, Syria, (2023).