

الدلائل البيئية لصخور الحجر الجيري الستروماتوليتي في تكوين بارسرين لمقاطع سطحية مختارة في شمال شرقي العراق

رافع إبراهيم الحميدي

موج علي البدراني

قسم علوم الأرض

كلية العلوم

جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2019/5/7 ، تاريخ القبول 2019/7/25)

الملخص

درست التتابعات الصخرية لتكوين بارسرين الكمبريجيان المتأخر في ثلاث مقاطع سطحية وهي: المقطع النموذجي 17 متر، مقطع ساركلو 19 متر، مقطع رانية 10 متر في شمال شرقي العراق. تتألف صخور التكوين بشكل رئيسي من الدولومايت والحجر الجيري. تم تمييز طيف واسع من العمليات التحويرية التي أثرت على صخور التكوين واشتملت على عمليات الدلمة والانضغاط بنوعيه الفيزيائي والكيميائي، والسمنة والمكرتة والاذابة والاحلال والتشكل الجديد والتعكرات الحياتية والسلكنة. وتعد عمليتي الدلمة والانضغاط هي السائدة والأكثر انتشاراً. تعد تراكيب الستروماتوليت اهم التراكيب الرسوبية الأولية العضوية التي تميز صخور التكوين واعتماداً على المشاهدات الحقلية والصفات النسيجية تم تمييز أربعة أنواع وهي: المستوي والقبلي والمتموج والمتطبق. وتتألف ترقرقات الستروماتوليت من الطين الجيري والذي تأثر بشدة بعمليات الدلمة المبكرة. تبين من خلال الدراسة الحالية ان تكوين بارسرين قد ترسب في طيف واسع من البيئات التي تمتد من البيئة البحرية تحت مدية الضحلة الى البيئة بين المدية ومن ثم البيئة فوق المدية.

الكلمات الدالة: الدلمة، الستروماتوليت، تتابعات، بارسرين، الكمبريجيان المتأخر

Environmental Criteria of Stromatolitic Limestones in The Barsrain Formation from Surface Sections, Northeastren Iraq

Mauj Ali Hussein Al-Badrani

Rafee Ibraheem Al-Humaidi

Department of Geology

College of Science

Mosul University

ABSTRACT

The rock successions of Barsarin Formation Late Kimmeridgian was studied at three surface sections the type section "17m", Sarglu "19m" and Rania "10m"; northeastern Iraq. The detailed sedimentological study reveals that the formation consists mainly of dolomite and dolomitic limestones. A wide spectrum of diagenetic – processes are recognized in the rock successions; these are dolomitization, compaction, cementation, micritization, dissolution, replacement, neomorphism and

silisification. By the far, dolomitization and compaction are the most common and widespread processes. Stromatolites are the dominant primary sedimentary structures in this Formation. Based on field observation and textural characteristics four stromatolite types are distinguished: planar, wavy, domal, and bedded. They are normally formed by carbonates (lime muds) and extensively suffered early dolomitization.

Keywords: dolomitization, Stromatolites, Successions, Barsarin, Late Kimmeridgian.

المقدمة

تقع منطقة الدراسة في شمال شرقي العراق في محافظتي السليمانية واربيل، حيث المكشف النموذجي للتكوين. أما تكتونياً فكانت منطقة الدراسة، تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الطيات العالية (High Folded Zone) للرصيف غير المستقر (Unstable Shelf) حسب (Jassim and Buday,2006) الشكل (1). حدد (Jassim and Buday,2006) عمر التكوين (الكمريجيان المتأخر) اعتماداً على موقعه الطباقى لأنه متموضع أسفل تكوين (Chia Gara) بعمر (Late Tithonian) وفوق تكوين (Naokelkan) بعمر (Oxfordian-Kimmeridgian). وصف التكوين من قبل (Wetzel,1950: in Bellen et al.,1959) وقد حدد المقطع النموذجي لهذا التكوين في وادي بارسرين، قرب قرية بارسرين، شرق مدينة راوندوز في نطاق الطيات العالية، شمال شرق العراق، وتحديداً عند خط عرض (36°37'13"N)، وخط طول (44°39'18"E). ويبلغ سمك التكوين في المقطع النموذجي حوالي (17 m). وقد ذكر ان التكوين يتألف من طبقات الحجر الجيري والحجر الجيري المتدلتم التي تحتوي على عقد من الصوان، فضلاً على احتواء التكوين على بعض الطبقات الملثوية وطبقات من صخور البريشيا. ويقع مقطع الدراسة الثاني للتكوين في منطقة ساركو قرب قرية ساركو في ناحية سورداش في محافظة السليمانية تقريباً عند تقاطع إحداثيات خطوط العرض (35°52'5.9"N) خطوط الطول (45°9'49.3"E) والذي يبلغ سمكه حوالي (19) متر (الشكل 2) .

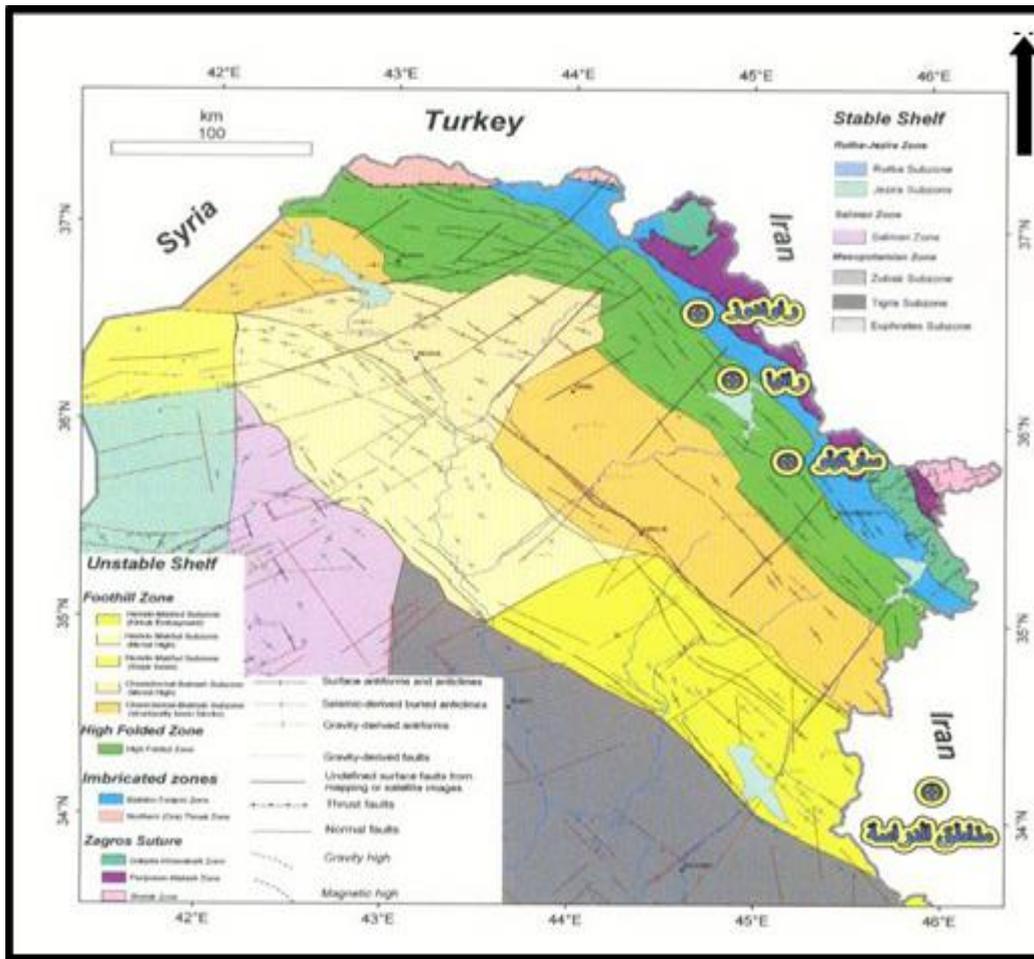
يتألف التكوين في هذا المقطع من الحجر الجيري والحجر الجيري المتدلتم الحاوي على عروق من الكالسايه وطبقات من صخور البريشيا وتراكيب الستروماتوليت. في حين يقع المقطع الثالث للتكوين في منطقة رانية (ناحية رانية قرب قرية هنجيرة) في محافظة السليمانية تقريباً عند تقاطع إحداثيات خطوط العرض (36°17'12.9"N) خطوط الطول (44°51'15.3") والذي يبلغ سمكه حوالي (10) أمتار. ويتألف التكوين في هذا المقطع من الحجر الجيري والحجر الجيري المتدلتم ذو تطبق سميك الحاوي على عقد من الصوان وتراكيب الستروماتوليت.

نظراً لهيمنة أنواع مختلفة من تراكيب الستروماتوليت ضمن صخور التكوين، فإن هدف الدراسة الحالية هو تسليط الضوء على هذه التراكيب وذلك بالاعتماد على الدلائل الحقلية والبيروغرافية وصولاً الى التعرف على أنواع الستروماتوليت حسب التصنيف المعتمدة وعلى ادلتها البيئية.

طرائق البحث

تمثلت الدراسة الحقلية بالوصف الدقيق للمقاطع الصخرية المنكشفة، متضمناً الوصف الصخري الدقيق ومتابعة كافة الظواهر والمعالم الحقلية وتراكيب الستروماتوليت والتغيرات الظاهرة على المكاشف الصخرية. كما

تضمنت تحديدا لطبيعة حدود التماس السفلي والعلوي للتكوين، تم نمذجة (84) عينة صخرية لغرض تهيئة الشرائح الرقيقة الخاصة لتشخيص المكونات البتروغرافية حيث تم إعداد (58) شريحة صخرية في ورشة قسم علوم الأرض ودائرة المسح الجيولوجي في بغداد.



الشكل 1: خارطة تكتونية لشمالي العراق موضحاً عليها مواقع منطقة الدراسة (Jassim and Buday, 2006).

الطباقية

تتكشف تتابعات تكوين بارسرين في منطقة راوندوز ورائية وساركلو شمال شرقي العراق، في المقطع النمذجي (الشكل 3) يحد التكوين من الأسفل وبصورة متوافقة تتابعات تكوين ناوكليكان، أذ تتجلس ترسبات تكوين بارسرين بصورة مباشرة فوق طبقة من السجيل بنية اللون متعاقبة مع حجر جيرى متدلتم رمادي اللون ذو تطبق نحيف مع ظهور طبقات رقيقة بيضاء تعود لتكوين ناوكليكان، يعقبها ظهور تكوين بارسرين الذي يتألف من تعاقب طبقات من الحجر الجيري المتدلتم ذو لون رمادي غامق وتطبق جيد والذي يمتاز باحتوائه على Collapse breccia صورة (1) ويحتوي التكوين على تعاقبات الحجر الجيري ذو التطبق المستوي صورة (2) وتراكيب الستروماتوليت المتموج مع مستويات التطبق صورة (3) بالإضافة الى احتوائه على الستروماتوليت القبيبي صورة (4-5) وعلى طبقات من السجيل ذو اللون الأسود والتي تمتاز بظاهرة التصفح (Fissility).

اما في مقطع ساركلو الشكل (4)، تتجلس ترسبات تكوين بارسرين بصورة مباشرة فوق طبقة من السجيل ذو اللون الغامق ويمتاز بأنه متصفح تابعة لتكوين ناوكليكان، يعقبها ظهور تكوين بارسرين الذي يتألف من طبقات الحجر الجيري والحجر الجيري المتدلتمت ذو تطبق نحيف ولون رمادي غامق ومحتوى عالي من عروق الكالسايت بالإضافة إلى احتوائها على تراكيب الستروماتولايت المستوي والمتطبق الصورة (6).

اما في مقطع رانية الشكل (5)، تتجلس ترسبات تكوين بارسرين بصورة مباشرة فوق طبقه رقيقة من السجيل بني غامق اللون، يعقبها ظهور تكوين بارسرين الذي يتألف من طبقات من الحجر الجيري والحجر الجيري المتدلتمت رمادي اللون وتمتاز بأنها ذات تطبق نحيف وتطبق سميك واحتوائها على تراكيب الستروماتولايت الممتوج صورة (7) وعقد من الصوان.



الصورة 1: توضح ال Collapse breccia في المقطع النموذجي.



الصورة 2: توضح التطبق الجيد في المقطع النموذجي.



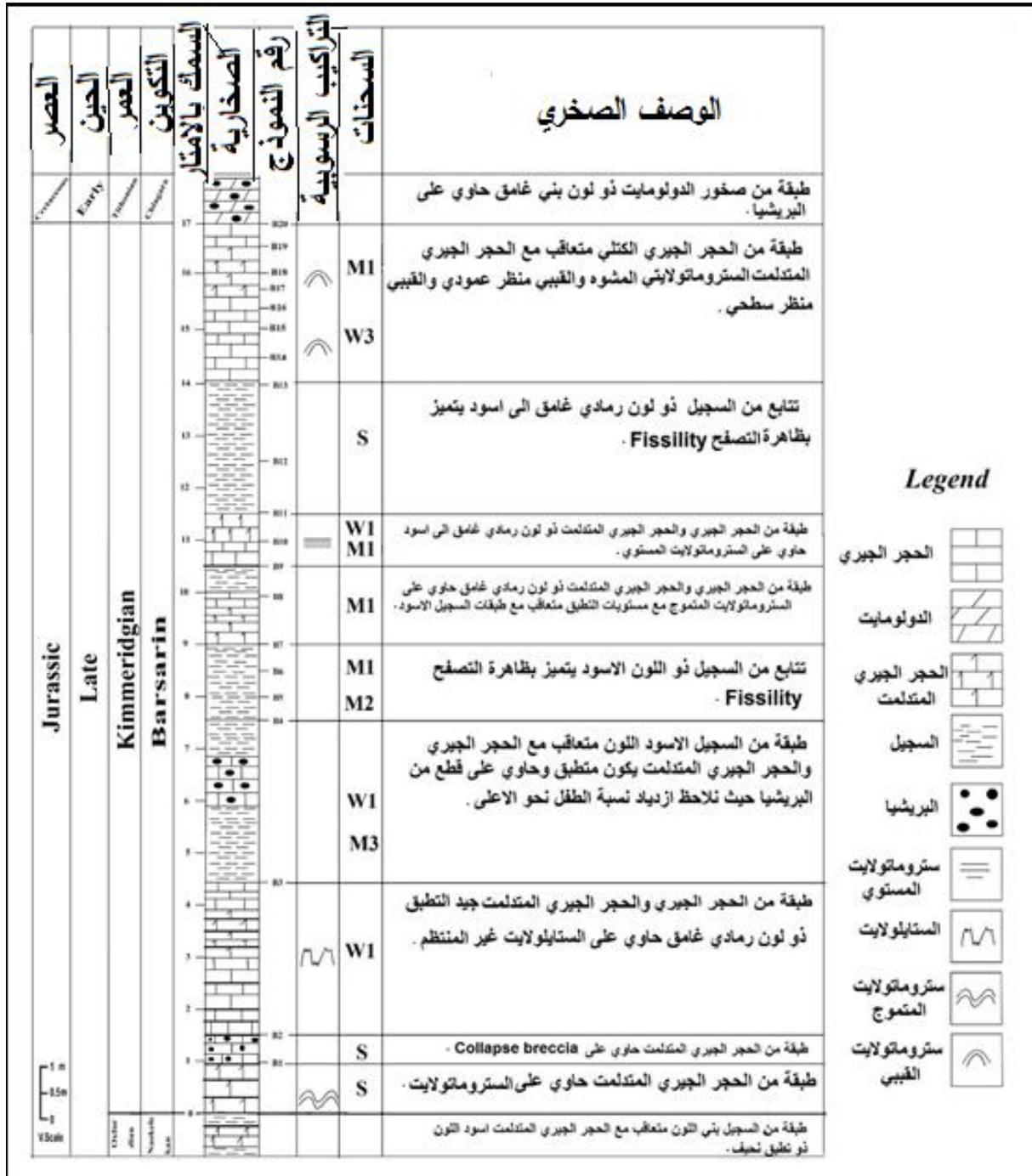
الصورة 3: توضح الستروماتوليت المتموج مع مستويات التطبيق في التكوين في المقطع النموذجي.



الصورة 4: توضح الستروماتوليت القببي منظر عمودي في المقطع النموذجي.



الصورة 5: توضح الستروماتوليت القببي منظر سطحي في المقطع النموذجي.



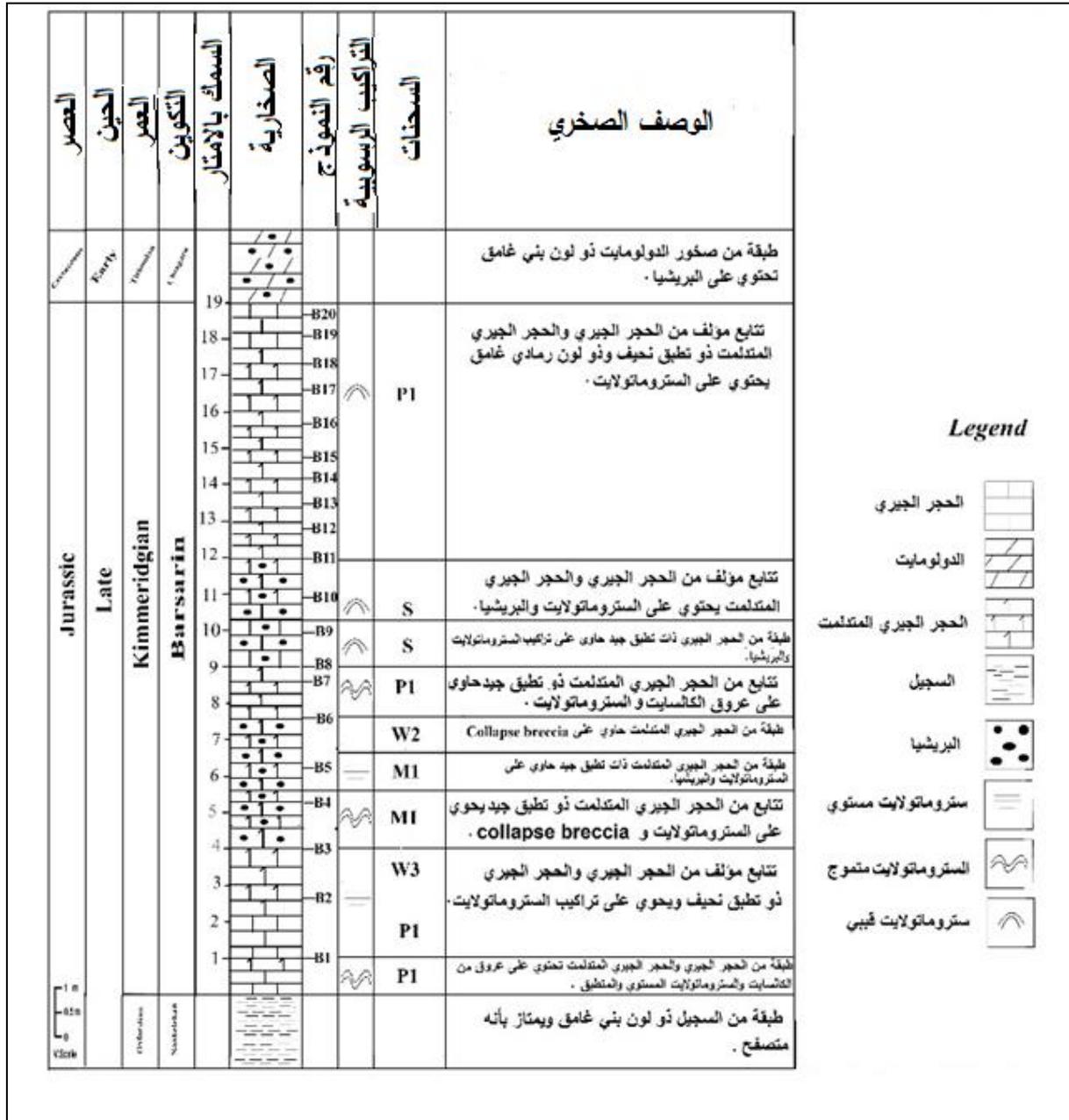
الشكل 3: يوضح العمود الطبقي لتكوين بارسرين في المقطع النموذجي.



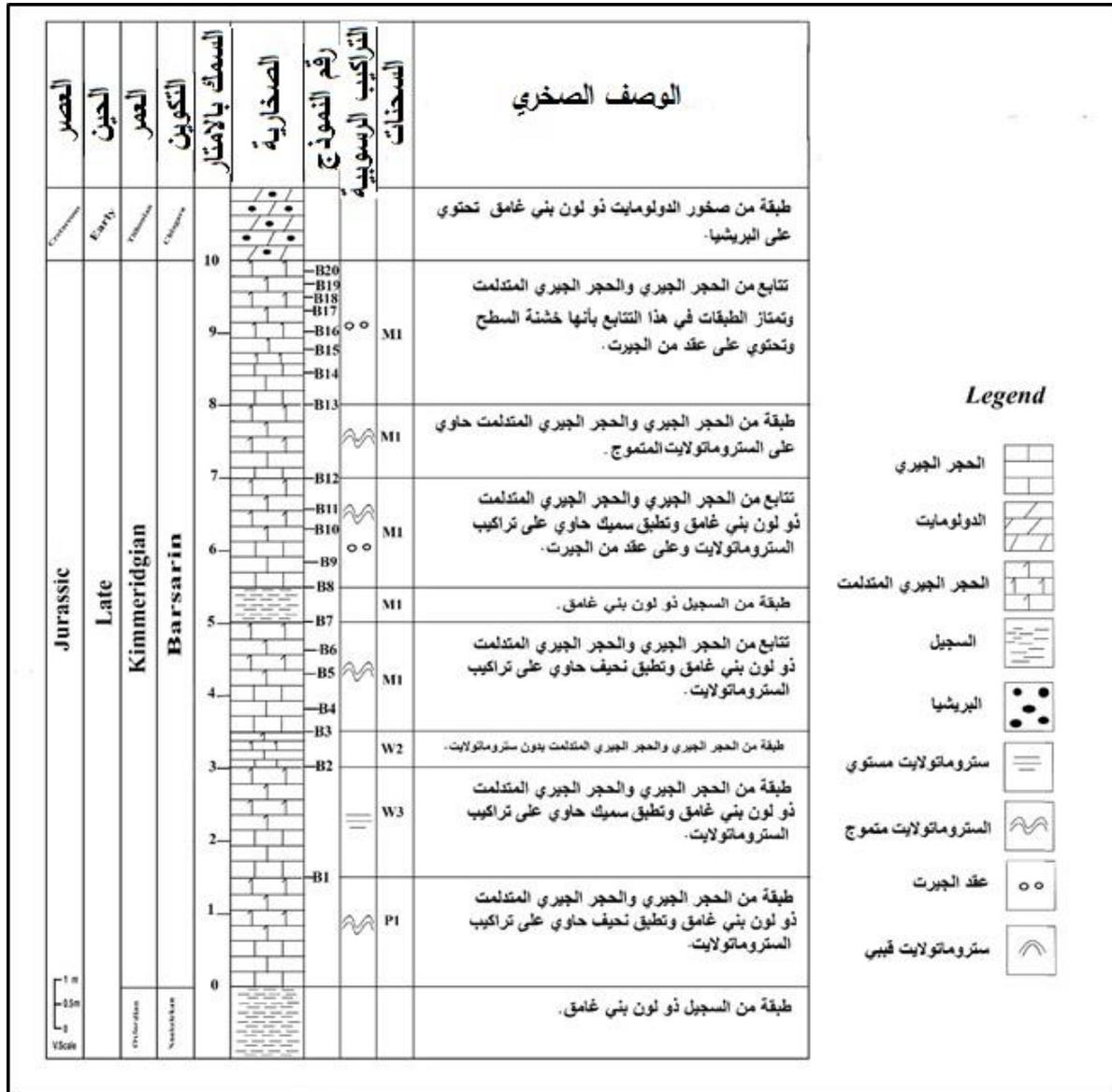
الصورة 6: توضح الستروماتوليت المتطبق والمستوي في مقطع ساركلو.



الصورة 7: توضح الستروماتوليت المتموج في مقطع رائية.



الشكل 4: يوضح العمود الطباقى لتكوين بارسرين في مقطع ساركو .



الشكل 5: يوضح العمود الطباقى لتكوين بارسرين في مقطع رانية.

البتروغرافية والعمليات التحويرية

أظهرت الدراسة البتروغرافية التأثير الشديد لعموم مكونات الصخور الجيرية بالعمليات التحويرية وتعد عملية الدلمة الأكثر تأثيراً عليها، إذ أنها غالباً ماتمحو معالم المكونات الحبيبية بحيث يصعب التعرف على عائدتها. تم تشخيص المكونات بنوعها الحبيبات الهيكلية والحبيبات غير الهيكلية إذ اشتملت الحبيبات الهيكلية على الفورميفرا القاعية حيث تم تشخيص جنس (*Nautiloculina*) العائد لعائلة (*Nautiloculinidae*) (لوحة A-1)، و جنس (*Quinquiloculina*) العائد لعائلة (*Miliolidae*) (لوحة B-1)، والطحالب (لوحة C-1)، والرخويات صنف فأسية القدم (لوحة D-1)، أما الحبيبات غير الهيكلية اشتملت على الدمالق (لوحة E-1) والفتاتات الصخرية بنوعها الفتاتات الداخلية والفتاتات الخارجية (لوحة F-1). فضلا عن تأثير الدلمة على هذه الصخور فأنها متأثرة بعمليات تحويرية أخرى مثل السمنتة المكترتة (لوحة A-1) والسمنتة (لوحة A-2) والإذابة والاحلال (لوحة B-2) والأنضغاط بنوعيه الفيزيائي (لوحة C-2) والكيميائي (لوحة D-2) والمسامية (لوحة E-2) والتعكرات الحياتية (لوحة F-2). في حين تم تشخيص الستروماتولايت حقلياً ومجهرياً بكثرة في تتابعات التكوين قيد الدراسة.

تراكيب الستروماتولايت

سجلت الدراسة الحالية ظهوراً مميزاً للطحالب الخضر المزرقعة على هيئة حصران طحلبية مكونة ما يعرف بالستروماتولايت (*Stromatolite*) وهي تراكيب رسوبية عضوية تتشكل بواسطة اجتذاب أو ترسيب الرواسب نتيجة لنمو ونشاط وفعاليات الأيض للكائنات الحية الدقيقة (Awrami et al., 1976) (Bosak et al., 2013). ويكون تراكم هذه الرواسب بشكل بطيء جدا من الممكن ان يترسب (5Cm) من الستروماتولايت خلال (100) سنة وبذلك فان وجود متر واحد من الستروماتولايت يدل على انها بنيت خلال (2000) سنة (West, 2003). وقد أشار (Warren et al., 2016) إلى ان الستروماتولايت تبنى على شكل طبقات وكل طبقة مكونة من رقائق وهي اما بشكل قبة أو أعمدة جانبية وعمودية كاذبة متباعدة عن بعضها البعض بسنتمترات. كما ان الكائنات الحية البانية للستروماتولايت في الوقت الحاضر هي (*Cynophytes*) اما الكائنات البانية للستروماتولايت سابقا هي البكتريا (*Bacteria*) والطحالب الحقيقية النواة (*Eucaryotic*) (Lowe, 1994) (and Grotzinger and Rothman, 1996). وقد اشار (West, 2003) في معرض دراسته للحجر الجيري لمنطقة (*Hard cap*) إلى ان الستروماتولايت يشيع ضمن الحجر الجيري بدرجة واضحة وان هذه التراكيب معروف قبل (3000) مليون سنة، إذ يعتبر عصر البروتيروزوك (*Proterozoic*) عصر ازدهار الستروماتولايت. ويتوزع التركيب بشكل واسع في بيئات المياه الضحلة، وقد ينخفض توزيعه لسببين أما بيئي أو حياتي (Riding, 1994).

كما ويرتبط تكوين تراكيب الستروماتولايت بتطور وانتشار الكائنات المتعددة الخلايا (*Metazoans*) (Mata & Bottjer, 2012). او قد يرتبط ويتزامن تكوين الستروماتولايت خلال ابد (*Phanerozoic*) مع دورات تقدم وتراجع البحر كما أشار (Meyers & Peters, 2011).

وتشير معظم الدراسات إلى أن ظروف تكون الستروماتوليت يمكن أجمالها بما يأتي:

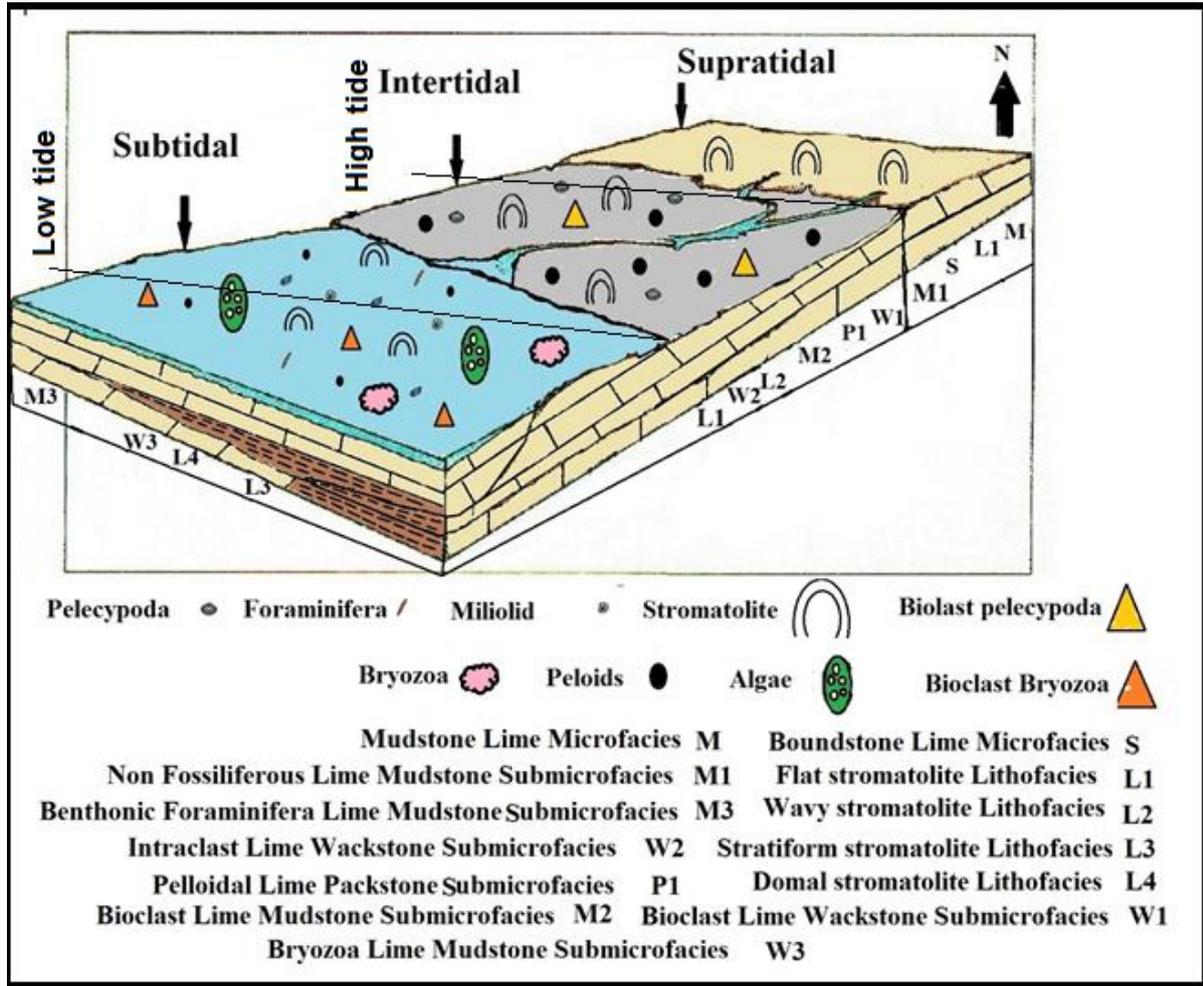
- A- بيئة مستقرة تساعد على نمو الكائنات الحية الدقيقة المكونة للستروماتوليت.
- B- معدل نمو الكائنات الحية الدقيقة أكثر من معدل استهلاكها من قبل كائنات أخرى التي تقتات عليها مثل بطنية القدم (Gastropoda). حيث يجب أن ينمو الستروماتوليت ملتصقا بسرعة حتى لا يتحطم بواسطة ثقب وحفر الأحياء وبنفس الوقت لحماية نفسه من التآكل بواسطة عوامل كيميائية وميكانيكية (West,2003; Walter,1976).
- C- معدل ترسيب كافي لبناء هيكل صلب يعمل على حماية الكائنات الحية الدقيقة المكونة لتراكيب الستروماتوليت من الاستعمار من قبل كائنات أخرى.
- وقد اشار (Browne et al.,2000 ; Blatt et al.,1980) إلى أن معظم الستروماتوليت يقتصر تواجده على الحجر الجيري النقي كما أنه ممكن أن يتواجد أحيانا في بعض أنواع السليكا أو المتبخرات. أن حفر الأحياء كفأسية القدم (Pelecypoda) تعمل على منع أو إعاقة تطور الستروماتوليت لأنها تتغذى على الطحالب (algae) (Browne et al.2000). ويشير كل من (Daoud and Karim, 2009) إلى أن الحجر الجيري الرقاقي والحجر الجيري الكتلي ينتميان غالباً إلى الستروماتوليت الطحلي.

السحنات والبيئة الترسيبية:

عرف (Miall, 1985) السحنة على أنها أجزاء محددة من وحدات طباقية معينة تُظهر صفات رسوبية وحياتية تميزها عن بقية الأجزاء. أظهرت الدراسة الرسوبية المفصلة للتكوين بوجود أربع سحنات مجهرية (وقسمت هذه السحنات بدورها إلى ستة سحنات دقيقة ثانوية) وأربع سحنات صخرية اشتملت السحنات المجهرية على: سحنة الحجر الجيري الطيني المترابط، سحنة الحجر الطيني والتي بدورها قسمت إلى: سحنة الحجر الجيري الطيني اللامستحاثي الثانوية الدقيقة (M1) لوحة (D-3)، سحنة الحجر الجيري الطيني الحاوية على الفتات الاحيائية الثانوية الدقيقة (M2) لوحة (E-3)، سحنة الحجر الجيري الطيني الحاوية على الفورامنيفرا القاعية الثانوية الدقيقة (M3) لوحة (B-1)، سحنة الحجر الواكي وقسمت إلى: سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الفتات الإحيائي الثانوية الدقيقة (W1)، (F-3)، سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الفتات الداخلي الثانوية الدقيقة لوحة (W2)، (G-3)، وسحنة الحجر الجيري المرصوص وقسمت إلى: سحنة الحجر الجيري المرصوص الدملي الثانوية الدقيقة لوحة (P1)، (H-3). فضلا عن السحنات الصخرية التي تم تشخيصها حقليا وهي السحنة الصخرية للستروماتوليت المستوي (L1) الصورة (6) والسحنة الصخرية للستروماتوليت المتموج (L2) الصورة (3،7) والسحنة الصخرية للستروماتوليت المتطبق (L3) الصورة (6) والسحنة الصخرية للستروماتوليت القبي (L4) الصورة (4،5).

إذ يتم استنباط البيئة الترسيبية للتكوين قيد الدراسة، وذلك من خلال دراسة أنواع التراكيب الرسوبية ومن أهم التراكيب الرسوبية المشخصة هي تراكيب الستروماتوليت والمكونات الحبيبية والأنسجة المجهرية والحشود الحياتية وطبيعة توزيعها فضلاً عن طبيعة السحنات الرسوبية وصولاً إلى الموديل الرسوبي. كما تتطلب عملية استنتاج البيئة الرسوبية معرفة كل من الدلائل الرسوبية والدلائل الحياتية وريطها معا من أجل التوصل إلى البيئة الترسيبية

للتكوين قيد الدراسة، إذ تشير نتائج التحليل السحني الدقيق إلى ان التكوين ترسب في بيئات المسطحات المدية (Tidal Flat). والموديل الرسوبي المقترح للتكوين كما في الشكل (6):



الشكل 6: يوضح الموديل الرسوبي لتكوين بارسرين في مقاطع الدراسة الحالية

الاستنتاجات

من خلال الدراسة الحالية تبين أن صخور الستروماتوليت الجيرية لتكوين بارسرين في المقاطع المدروسة يشيع فيها أربع أنواع من الستروماتوليت وهي: الستروماتوليت المتموج والستروماتوليت القبيبي والستروماتوليت المستوي والستروماتوليت المتطبق. وبالاستعانة بالسحنات الصخرية للستروماتوليت والسحنات الرسوبية الدقيقة تبين أن تكوين بارسرين مترسب ضمن بيئة المسطحات مدية بأقسامه الثلاث الفوق مدية والبين مدية والتحت مدية.

البيئات الترسيبية:

يتواجد تركيب الستروماتوليت في بيئات مختلفة مثل بيئة الرصيف القاري (Shelf) وبيئة المسطحات المدية (Tidal flat) بالإضافة إلى تواجده في بيئة السبخة (Sabkha) والممالح (Salina) (Wilson, 1975; Browne et al., 2000). وتشير أغلب الدراسات إلى أن الستروماتوليت يكون شائع في البيئات الرسوبية

الضحلة، وفي الوقت الحالي فإن انتشاره يكون مقيداً بسبب انتشار وتطور الكائنات الحية التي تفترس الأحياء المكونة للستروماتوليت (Farias *et al.*,2011,2013; Reid *et al.*,1995). وقد اشار (Hoffman,1976) إلى ان الستروماتوليت المستوي يتشكل في بيئات بين المدية (Intertidal) وان كلا من الحجر الجيري الرقائقي والحجر الجيري الكتلي يترسب في بيئتي البين المدية (Intertidal) وتحت المدية (Subtidal) على التوالي. أن العوامل المسيطرة على توزيع وتصنيف الستروماتوليت الحديث في البيئات بين المدية (Intertidal) والبيئات تحت مدية (Subtidal) في المياه البحرية المفتوحة وفقاً لـ (Walter,1976):

A- الانتشار الواسع والوفرة العالية من رزغ (grazing) وحفر اللاقاريات أي ان التوزيع يعتمد على نشاط الاحياء المغذية للطحالب مقابل او نسبة لنشاط التعكر الحياتي.

B- مدى فعالية تأثير السمطة السريعة بسبب نشاط الكائنات الحية والتراكيب الرسوبية العضوية.

وقد اشار كل من (Logan *et al.*,1964;Aitken,1967) إلى ان الستروماتوليت يتأثر تأثراً شديداً بالظروف البيئية بالإضافة إلى تأثيره بشكل الحيوان واتجاه نموه، إذ ان شكل الحصران الطحلبية وتوزيعها يعتمد على اختلافات الظروف الفيزيائية يكون متأثراً ايضاً بعدة عوامل منها قوة المد والجزر وسرعته ومعدل حركة الرواسب على القاع. كما ان الستروماتوليت ممكن ان يتكون في البيئات المديه ذات الطاقة الواطئة أي من الجزء العلوي للبيئة البين مدية (Intertidal) إلى الجزء السفلي للبيئة الفوق مدية (Supratidal) (Palma *et al.*,2015). أن الستروماتوليت قاوم كل الظروف الصعبة التي مرت بتاريخ الكرة الأرضية حيث انه يكون شائع في حقبة ما قبل الكامبري (Proterozoic,Archean) ، إلى الوقت الحاضر، الا انه في الوقت الحالي يكون شائعاً في البيئة بين المدية (Intertidal) والبيئة تحت المدية (Subtidal) وفقاً لـ (Smith *et al.*,2018).

تصنيف الستروماتوليت Classification of stromatolite

هناك عدة تصانيف للستروماتوليت منها تصنيف العالمان (Fledmann & Mckenze,1998) حيث صنفا الستروماتوليت بالاعتماد على الأحياء الحقيقية النواة مثل الطحالب (Algae) المسجلة في تتابعات التكوين (اللوحة F-1). في حين يعتمد تصنيف (Aitken,1967) على وصف الأشكال المستوية من الستروماتوليت، بينما يعتمد تصنيف (Logan *et al.*,1964) على وصف الأشكال الكروية والشبه كروية من الستروماتوليت وقد أعمدت الدراسة الحالية لتكوين بارسرين على تصنيفي العالمان (Aitkan,1967) و (Logan *et al.*, 1964) كما في الشكل (6)، وقد سجلت الدراسة الحقلية في مقاطع التكوين قيد الدراسة الأصناف التالية:

A- الستروماتوليت المتموج (Blistered Stromatolite):

يعتبر من أكثر الأنواع الشائعة في تكوين بارسرين ويتميز بانه عبارة عن رقائق موجية متناوبة. أو يطلق عليها الستروماتوليت المجعد أو المتموج (Crinkly or Corrugated)، عادة يكون هذا النوع ممزق بواسطة التشققات الطينية (desiccation cracks)، والفجوات الطولانية (elongate cavities)، والمسامية اللوزية (laminar fenestrae) (Stow,2005). وتعد الستروماتوليت المتموج من الأدلة المباشرة على البيئة البين مدية (Intertidal) في مناخ جاف (Illing *et al.*,1965; Kinsman and Park,1976). ويوجد هذا النوع

في الاجزاء السفلى والوسطى للمقطع النموذجي والاجزاء السفلى في كل من مقطع ساركلو ومقطع رانية. وقد تم تشخيص هذا النوع مجهرياً (اللوحة A-3).

B- الستروماتوليت المستوي (Flatt stromatolite):

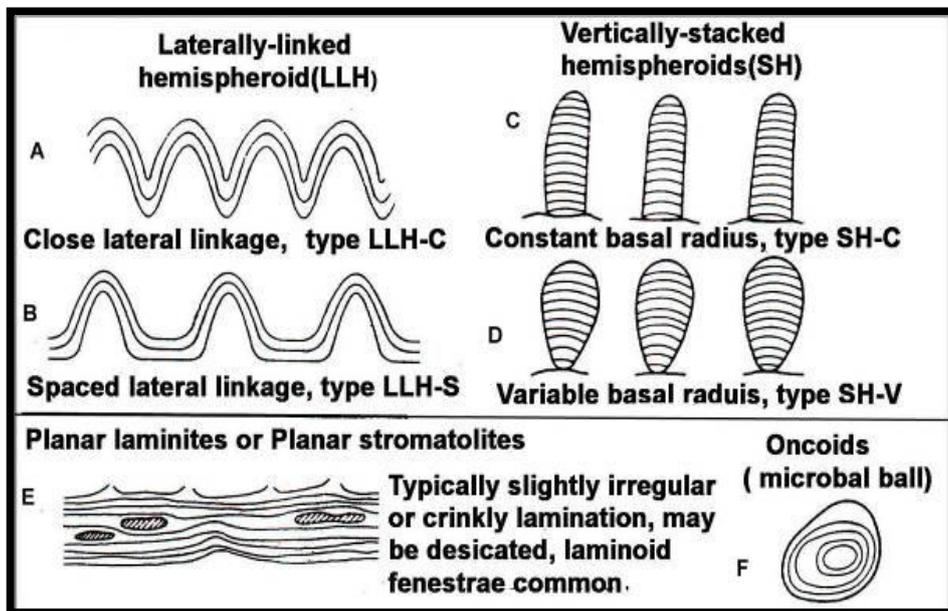
وهو عبارة عن صفائح رقيقة يشبه هذا النوع من الستروماتوليت المستوي المتماثل من ناحية التصفح أو الترقق والمكونات المعدنية، الا انه يختلف عنه بعدم احتوائه على جيوب حبس الغاز هذا يعود للصلابة العالية للصفائح، هذا النوع من الستروماتوليت يتواجد في البيئة الفوق مدية (Supratidal) مع تعرضه لفترات طويلة للانكشاف (Kendall and skipwith,1968). وقد يطلق عليه ايضا الرقائق الطحلبية الخفية (Flugel, 1982; Stow, 2005). ويظهر هذا النوع في الاجزاء العليا والوسطى من المقطع النموذجي والاجزاء العليا في كل من مقطع رانية ومقطع ساركلو. وقد تم تشخيص هذا النوع مجهرياً (اللوحة B-3).

C- الستروماتوليت القبي (Domal stromatolite):

يتميز هذا النوع من الستروماتوليت بان اشكاله تكون شبه دائرية ومترابطة جانبيا (Laterally) ارتباطا وثيقا. أو عبارة عن رقائق مجمدة شبه مستمرة بين القبب الفردية (Stow,2005). ويوجد هذا النوع في البيئة بين مدية إلى تحت المدية (Intertidal to shallow subtidal) ويعتبر من الأنواع المميزة لـ (Shark Bay) غرب استراليا (Logan et al.,1964). ويوجد هذا النوع في الاجزاء العليا في كل من المقطع النموذجي والاجزاء الوسطى من مقطع ساركلو ومقطع رانية. وقد تم تشخيصه مجهرياً (اللوحة C-3).

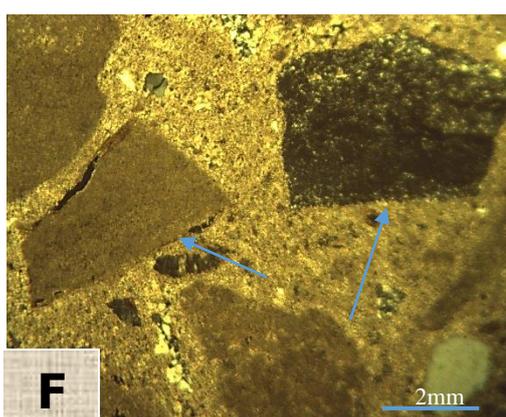
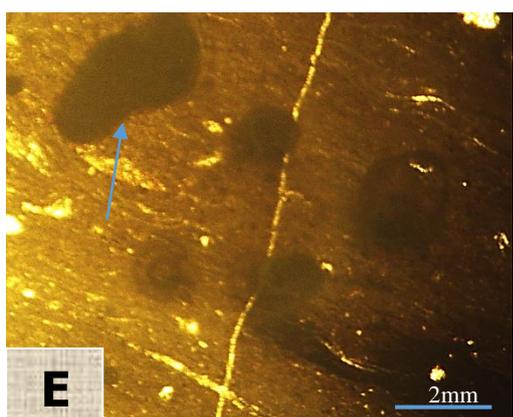
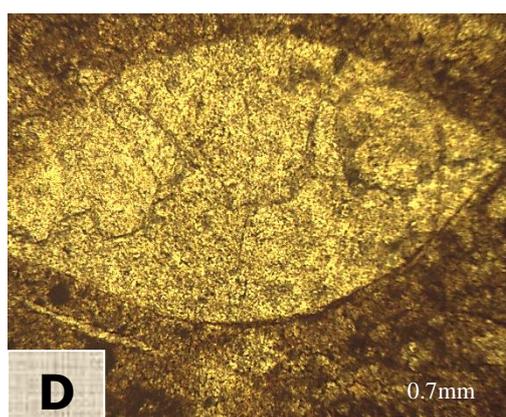
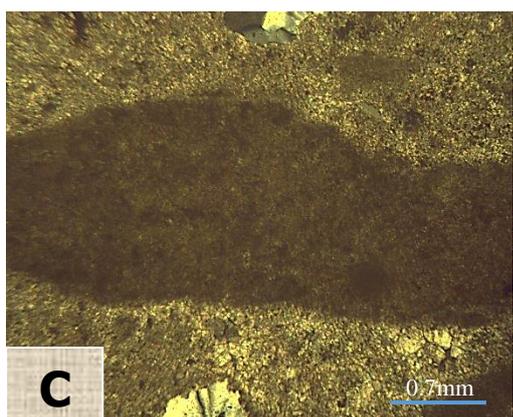
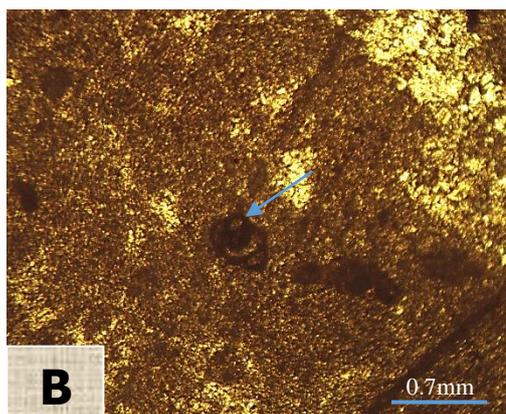
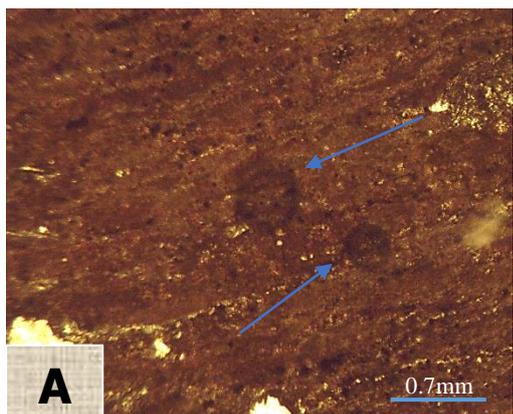
D- الستروماتوليت المتطبق (Stratiform Stromatolite):

وهو عبارة عن رقائق مستقيمة مستمرة متعاقبة مع رقائق تختلف عنها باللون والتركيب، حيث ان الستروماتوليت المتطبق تعطي دليلاً مباشراً على البيئة تحت المدية وقد شخص هذا النوع الاجزاء السفلى في كل من المقطع النموذجي ومقطع ساركلو ومقطع رانية الصورة (6).



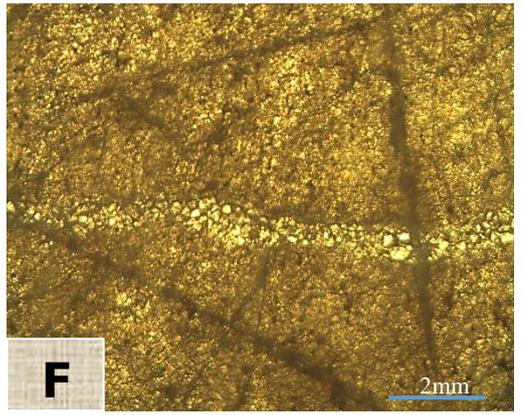
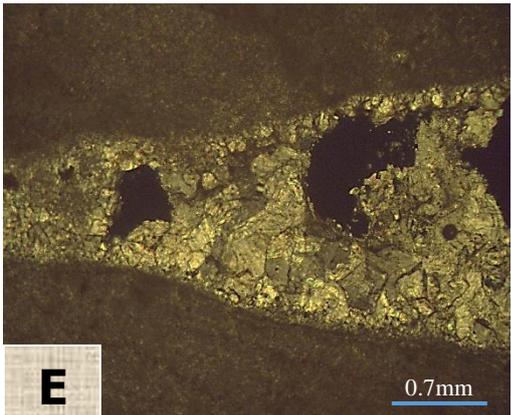
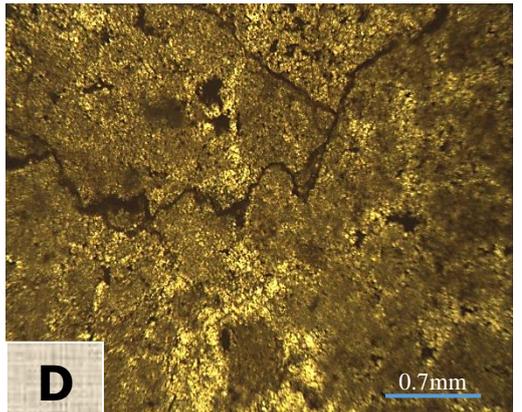
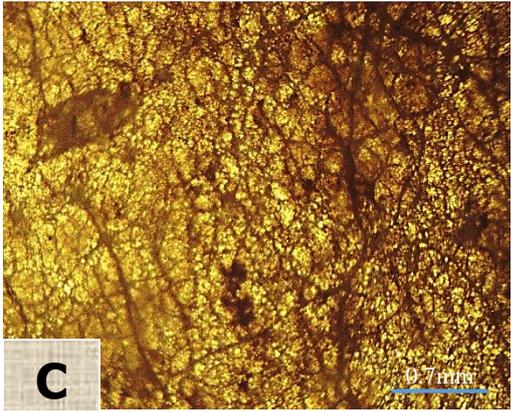
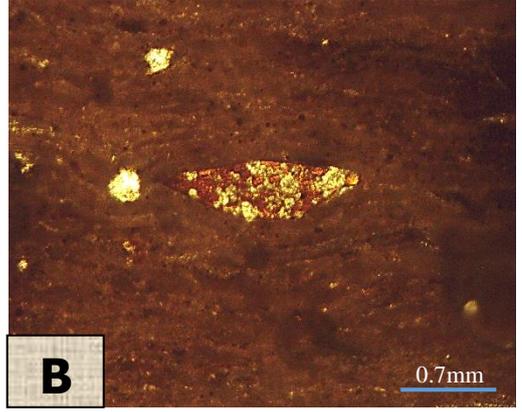
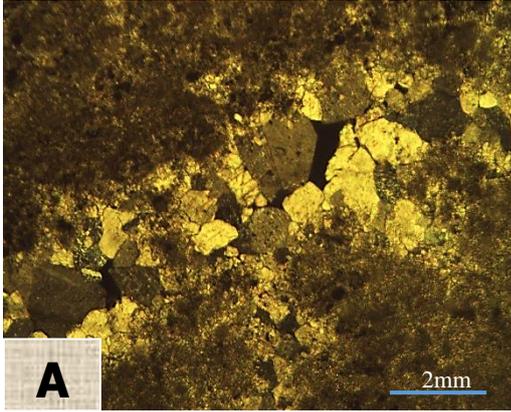
الشكل 6: يوضح تصنيف الستروماتوليت حسب (Logan et al., 1964).

اللوحة 1



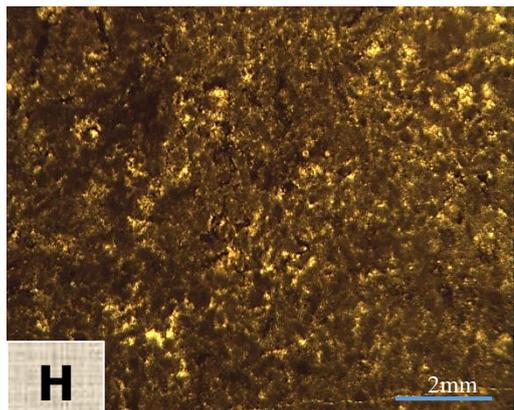
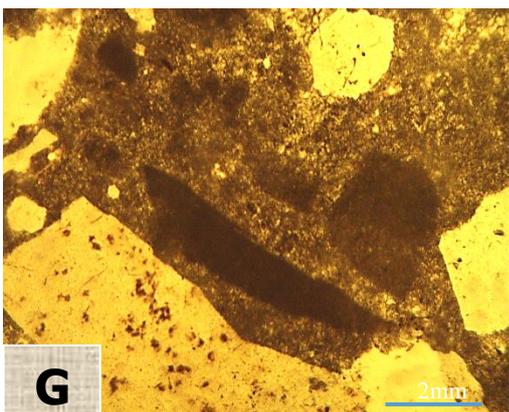
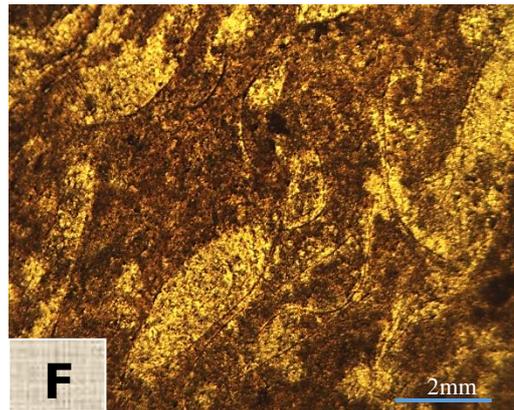
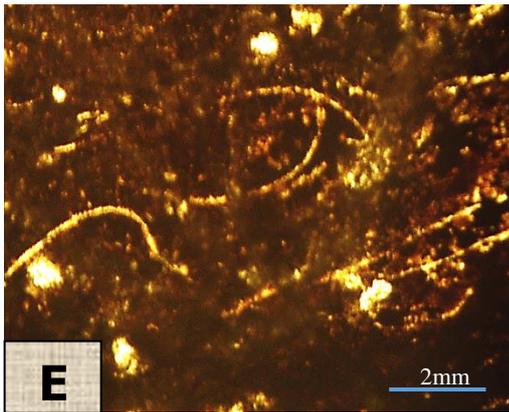
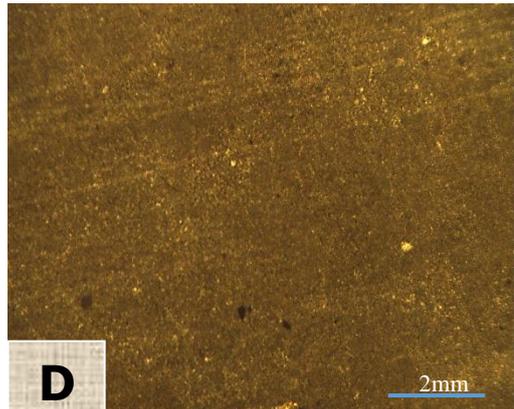
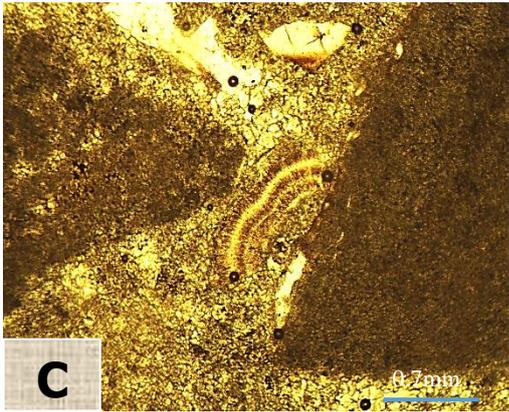
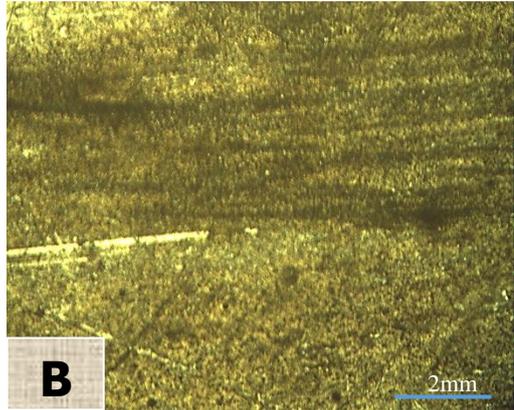
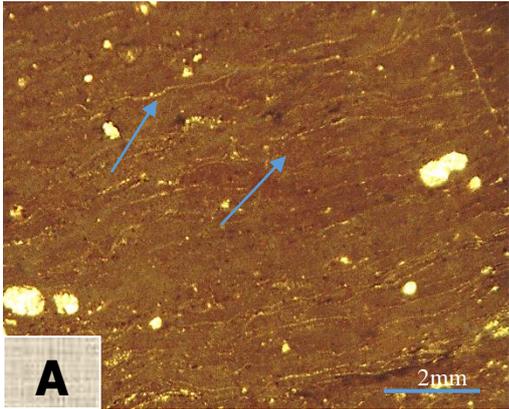
- A. الفوامنيفرا القاعية جنس (*Nautiloculina*)، والمكرتة.
 B. صدفة الفوامنيفرا القاعية الجنس (*Quinquiloculina*)، وسحنة الحجر الجيري الطيني الحاوية على الفوامنيفرا القاعية الثانوية الدقيقة.
 C. الطحالب.
 D. صدفة فأسية القدم (*Pelecypoda*) كاملة.
 E. الدمالق.
 F. فتاتات داخلية ، فتاتات خارجية.

اللوحة 2



- A. السمنت البلوكي.
 B. صدفة فأسية القدم حدث بها اذابة واحلال معدن الهيماتيت.
 C. الانضغاط الفيزيائي.
 D. الانضغاط الكيميائي.
 E. مسامية بين البلورات.
 F. التعكرات الحياتية.

اللوحة 3



- A. الستروماتولايت المتموج ، سحنة الحجر الجيري المترابط.
- B. الستروماتولايت المستوي.
- C. الستروماتولايت القببي.
- D. سحنة الحجر الجيري الطيني اللامستحاثي الثانوية الدقيقة.
- E. سحنة الحجر الجيري الطيني الحاوية على الفتات الاحيائي الثانوية الدقيقة.
- F. سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الفتات الإحيائي الثانوية الدقيقة.
- G. سحنة الحجر الجيري الواكي الحاوية على الفتات الداخلية الثانوية الدقيقة.
- H. سحنة الحجر الجيري المرصوص الدملي الثانوية الدقيقة.

المصادر الأجنبية

- Aitken, J.D., (1967): Classification and environment significance of cryptalgal limestone and dolomites, with illustrations from the Cambrian and Ordovician of Southwestern Alberta. Jour. Sed. Pet. Vol.37, No.4.pp.1163-1178.
- Bellen, V.R.G., Dunnington, H.V., Wetzel, R. and Morton, D.M., (1959): Lexique Stratigraphic International. Vol.3, Asie Fascicule loa-Iraq. Paris, 333p.
- Blatt, H., Middleton, G. and Murray, R. (1980): Origin of Sedimentary Rocks. Prentice-Hall, USA. 782 p.
- Bosak, T., Knoll, A.H., and Petroff, A.P., (2013): The meaning of stromatolites: Annual Review of Earth and Planetary Sciences, Vol. 41, pp. 21–44.
- Browne, K. M., Golubic, S., and Seong-Joo, L., (2000): Shallow marine microbial carbonate deposits. In Riding,R. and Awramik, M. (Eds), Microbial Sediments, Springer-Verlag, p. 233-249.
- Daoud, H.S. And Karim, K.H, (2009): Type of stromatolite in the Barsarin Formation (Late Jurassic), Barazanja area, Northerneast Iraq. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, Vol. 6, No. 1, pp. 47-57.
- Farias, M.E., Poiré, D.G., Arrouy, M.J., Albarracin, V. H., (2011): Modern Stromatolite ecosystems at alkaline and hypersaline high altitude lakes in the Argentinean Puna. In: Tewari V, Seckbach J (eds) Stromatolites: interaction of microbes with sediments. Springer Netherlands, Dordrecht, pp .427–441.
- Farias, M.E., Rascovan, N., Toneatti, D.M., Albarracin, V.H., Flores, M.R., Poiré,D.G., Collavino, M.M., Aguillar, M., Vazquez, M.P. and Polerecky, L. (2013) Thediscovery of stromatolites developing at 3570 m above sea level in a highaltitudevolcanic Lake Socompa, Argentinean Andes. PLoS One 8 (1), e53497.

- Feldmann, M, and McKenzie, J. A., (1998): Stromatolite-Thrombolite associations in a modern environment, Lee Stocking Island, Bahamas. *Palaios*: April 1998: Vol.13, No.2, pp.201 -212. SEPM, Society for Sediments Geology.
- Flügel, E., (1982): *Microfacies of Limestone*, Christenson, K. (Translator), Springer-Verlag, Berlin, 633p.
- Grotzinger, J.P., and Rothman, D.H., (1996): An abiotic model from stromatolite morphogenesis. *Nature*, Vol. 383, pp. 423–425.
- Hoffman, P., (1976): Stromatolite morphogenesis in Shark Bay, Western Australia. In: Walter, M.R. (ed.). *Stromatolites. Developments in Sedimentology* vol. 20, Elsevier, Amsterdam, pp. 261- 271.
- Illing, L.V., Wells, A.S. and Taylor, J.C.M. (1965): Penecontemporary dolomite in the Persian (Arabian) Gulf. In: Pray, L.C. and Murray, R.C. (eds.). *Dolomitization and limestone diagenesis: a symposium- SEPM special pub. No.13*, pp. 89-111.
- Jassim, S.Z. and Buday, T., (2006): Late Tithonian-Early Turonian Megasequence AP8: In Jassim, S.Z. and Goff, J.C. (eds) *Geology of Iraq*. Published by Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno. pp.124-154.
- Kendall, C.G.St.C. and Skipwith, P. A .D E., (1968): Recent algal mats of a Persian (Arabian) Gulf lagoon. *Jour. of Sed. Petr.* Vol.38, pp.1040-1058.
- Kinsman, D.J.J. and Park, R.K., (1976): Algal belt and coastal sabkha evolution, Trucial coast, Persian (Arabian) Gulf. In: Walter, M.R. (ed.). *Stromatolites. Developments in Sedimentology* Vol. 20, Elsevier, Amsterdam, pp. 421-433.
- Logan, B.W., Rezak, R. and Ginsburg, R.N., (1964): Classification and environmental significance of algal stromatolite. *Jour. Geol.* Vol. 72, pp. 68-83.
- Lowe, D.R., (1994): Abiological origin of described stromatolites older than 3.2 Ga. *Geol.*, Vol. 22, pp. 387–390.
- Mata, S.A., and Bottjer, D.J., (2012): Microbes and mass extinctions paleoenvironment distribution of microbialites during times of biotic crisis. *Geobiology*, Vol.10, pp.3-24.
- Meyers, S.R., and Peters, S.E., (2011): A 56 million year rhythm in North American sedimentation during the Phanerozoic: *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 303, pp. 174–180.
- Miall, A.D. (1985): *Principle of Sedimentary Basin analysis*, Springer & Verlag, Berlin, 490p.
- Palma, R.M., Kietzmann, D.A., Comerio, M., Chivelete, M.C., Gomez, J.L., Bressan, G.S., (2015): Oxfordian microbial laminites from La Manga Formation , Neuquen Basin , Argentina: Remarkable nanobacteria preservation. *Jour. of Iberian , Geol.* , Vol.41, no.3, pp.351-363.

- Reid, R. P., Macintyre, I. G., Steneck, R. S., Browne, K. M., and Miller, T. E., (1995): Stromatolites in the Exuma Cays, Bahamas: Uncommonly Common, *Facies*, Vol. 33, 1–18.
- Riding, R., (1994): Stromatolite survival and change: The significance of Shark Bay and Lee Stocking Island subtidal columns. In: Krumbein, E., Patterson, D.M. and Stal, L.J. (eds.). *Biostabilization of sediments*. Verlag, Berlin pp. 183-202.
- Smith, A., Cooper A., Misra,s., Bharuth,V., Guastell,L. and Botes,R., (2018): The extant shore platform stromatolites (SPS) Facies association : a glimpse into the Archean. *Biogeosciences*, Vol.15, pp. 2189-2203.
- Stow, D.A.V., (2005): *Sedimentary Rocks in the field A colour Guide*. Manson Publishing, UK, 320p.
- Walter, M.R. (ed.), (1976): *Stromatolites*. Elsevier, Amsterdam. 790 p.
- Warren, L.V., Varejao, F.G., Quaglio, F., Simoes, M.G., Fursich, F.T., Poire, D.G., Catto,B., Assine, M.L.,(2016): Stromatolites from the Aptian crato Formation, a hypersaline lake system in the Araripe Basin, northeastern Brazil. *Facies*, Vol.63, No.3, pp. 1-19.
- West, I.M., (2003): *Geology of the Wessex Coast, Southern England*, [<http://www.soton.ac.uk/~imw/index.htm>], Accessed May 4, 2005.
- Wilson, J.L. (1975): *Carbonate facies in geologic history*. Springer-Verlag, Berlin. 471 p.