SEBHA UNIVERSITY JOURNAL OF PURE & APPLIED SCIENCES VOL.20 NO. 4 2021
DOI: 10.51984/JOPAS.V20I4.1634

مجلة جامعة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية
Sebha University Journal of Pure & Applied Sciences

Journal homepage: www.sebhau.edu.ly/journal/index.php/jopas

تحليل سحني مفصل لصخورتكوين أسد جيفار، بمنطقة العوينات، حوض مرزق، جنوب غرب ليبيا

*امحمد الزيداني و سعد كامل و محمود احمد

قسم علوم الأرض، كلية العلوم، جامعة سبها، ليبيا

الملخص

التحليل السحني الدقيق للصخور يعتبر أحدى الأدوات التي يمكن الأعتماد عليها للتنبؤ بالأحداث الجيولوجية و الظروف البيئية القديمة وبيئات الترسيب. هذا البحث يقدم تحليلا سحنيا مفصلا لصخورتكوين أسد جيفار بمنطقة العوينات-حوض مرزق- جنوب غرب ليبيا، و ذلك للتعرف على بيئات ترسيب صخور هذا التكوين. ولذلك الغرض قد تم عمل 29 شريحة صخرية لعينات مختارة من التتابع. وبناءا على دراسة هذه الشرائح الصخرية، استنتجت 33 سحنة ترسيبية متكررة خلال التتابع، منها 25 سحنة دقيقة لصخور الجير، و8 سحنات دقيقة للصخور الفتاتية. وقد تم جمع سحنات صخور الجير المعرفة ضمن 6 سحن نموذجية بدون تكرار و التي تتراوح بين حجر الوحل والحجر الحبيبي مع وجود حبيبات متنوعة. و لقد أمكن أستنتاج نطاقين سحنيين لترسيب صخور الجير و هما مسطحات المد والبحيرات الشاطئية. أما السحنات الدقيقة للصخور الفتاتية المدروسة (8 سحنات دقيقة)، فتعكس خصائص مصبات الأنهار التي تضم 3 نطاقات سحنية، وهي نطاق مقدمة المصب ونطاق رواسب المصب المختلطة ونطاق البيئة النهرية.

الكلمات المفتاحية:

التحليل السحني
بيئة الترسيب
سحنةدقيقة
شريحة صخرية
صخور جيرية
صخور فتاتية
نطاق سحني

Detailed Facies Analysis of Assedjefar Formation in Al Awaynat Area, Murzuq Basin, Southwestren Libya

*Emhmed Elzidani, Saad Kamel, Mahmoud Ahmad

Gelolgy Depattmen, Faculity of Science, Sebha University, Libya

Keywords:

Clastic rock
Detailed facies
Facies analysis
Facies zone
Limestone
Sedimentary environment
Thin section

ABSTRACT

This Facies analyses of rocks are a powerful tool that might be used to reconstruct geological events, environmental conditions, and depositional environments of the rocks. This study provides detailed facieses analyses of the Assedjefar Formation based on petrography, fossil contents, and hand specimens. Furthermore, 29 thin sections have been made from selected samples of the studied sequence. A group of 33 repeated fine facieses has been defined throughout the studied sections. A 25 facies of them are fine limestone facieses, and 8 of them are fine facieses of clastic rocks. Furthermore, the fine limestone facieses were classified into 6 typical facieses, without repetition, and ranged from mudstone to grainstone with various grain types. 2 sedimentary zones are determined for limestones deposits and they are restricted platform interior and Open Marine platform interior. While the fine clastic facieses were deposited within 3 sedimentary zones and whish are marine, Mixed marine-fluvial, and fluvial.

المقدمة

دراسة السحن الدقيقة من خلال الشرائح المجهرية تعتبر من أهم الطرق للتعرف على ظروف الترسيب و تحديد النطاقات البيئية للصخور الرسوبية. قد تم في هذه الدراسة تحديد السحن الرسوبية الدقيقة من التتابع الرسوبي المدروس لتكوين أسد جيفار.

أطلق أسم أسد جيفار على هذا التكوين من قبل ليلوبري [1], نسبة إلى إدرار أو السيد جعفر (28°30`N-11°30`E) حوالي 8 كم جنوب شرق عيون دمبابة عند قارة الفيل، يعلو هذا التكوين طبقة الكولينيا بسطح توافقي، ويتألف هذا التكوين من تبادلات من أحجار الرمل والطين والغرين بالإضافة إلى تواجد

*Corresponding author:
E-mail addresses: emh.elzidani@sebhau.edu.ly ,(S. Kamel) saadkma2005@yahoo.com , (M. Ahmad) MahAhamd@gmail.com
Article History : Received 14 July 2021 - Received in revised form 31 August 2021 - Accepted 15 September 2021

رقائق من الجبس وكذلك حجر الجير وحجر الجير الاستروماتوليتي [2]. و قد تم تحديد نوعين رئيسين من السحن الرسوبية الدقيقة لهذا التكوين و هما : (i) السحن الرسوبية الدقيقة لصخور الجير ، (ii) السحن الرسوبية الدقيقة للصخور الفتاتية. حيث كان عدد السحن الرسوبية الدقيقة التي أمكن التعرف عليها من صخور الجير خمسة و عشرون سحنة، و ثمان سحن رسوبية دقيقة هي عدد السحن التي أمكن تحديدها من الصخور الفتاتية. و قد تم التعرف على السحن الرسوبية الدقيقة عن الطريق المسح الشامل للشرائح الرقيقة لتحديد الحبيبات الهيكلية و الغير هيكلية و التعرف على النسيج الصخري لهذه السحن من حيث نوع الحبيبات، حجمها،شكلها، و درجة الفرزلهذه الحبيبات. بالأضافة الى دراسة تأثير العمليات اللاحقة على هذه السحن و التي تشمل السلكنة، الدلمتة، أعادة التبلر، الأحكام، و صبغ أكاسيد الحديد. بالأضافة الى ذلك، فأن السحن الرسوبية الدقيقة لصخور الجير قد تم أيجازها الى ست سحن فقط و ذلك بدون تكرار و هي تمتد من حجر الوحل الى الحجر الحبيبي حسب تصنيف دينهام لصخور الجير [3]، و في المجمل فان صخور الجير تتوضع في نطاقين بيئيين: (i) مسطحات المد،(ii)البحيرات الشاطئية و ذلك بتطبيق النموذج الترسيبي لويلسون[4] ، بينما االبيئات الرسوبية للصخور الفتاتية هي: (i) البيئة النهرية، (ii) بيئة الرواسب المختلطة، (iii) بيئة مقدمة المصب وذلك حسب النموذج الترسيبي الذي ذكره نيكولاس[5].

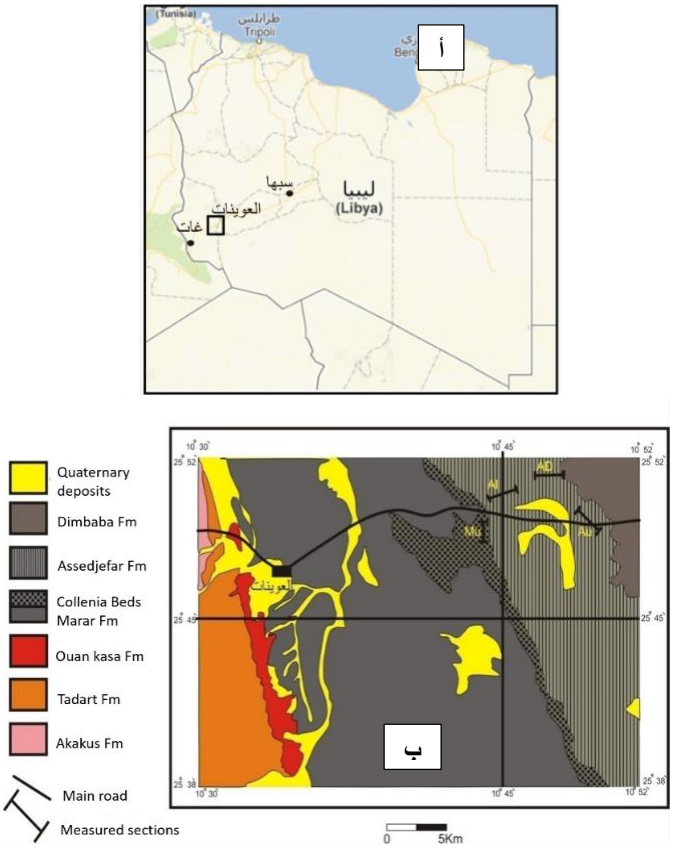
1.1 - الموقع :-

تقع منطقة الدراسة حوالي 20 كم شرق منطقة العوينات، جنوب غرب ليبيا، غرب حوض مرزق (شكل 1، أ) بين خطي عرض (N'38 °25 -'52°25)، وخطي طول (E'30 °10-'52°10)، (شكل1، ب).

2.1 – الوضع الجيولوجي لمنطقة الدراسة:-

تقع منطقة الدراسة في وسط منخفض تايتا الذي يمثل امتداد منخفض طين مرزوقة الكبير الذي يقع جنوب حوض مرزق ما بين جبال أكاكوس– تادرات غربا – وجبل إمساك شرقا، وهو منخفض صحراوي طولي يتراوح ارتفاعه مابين 600 – 750 متر، ويضم حزام من الكثبان الرملية يتجه جنوب شمال يسمى عرق وان كازا، كما يوجد شرق المنطقة بعض الكثبان الرملية تمثل الامتداد الغربي لأدهان أوباري [2]، وتظهر الصخور المدروسة ضمن أشكال مورفولوجية متميزة كحواف طولية لا يزيد ارتفاعها عن 50 متر تشكل ما يعرف باسم الميزا أو الكوستا باتجاه مضربي شمال -جنوب تقريبا، ويمكن تتبعها لعشرات الكيلومترات [2].

عموما يتألف حوض مرزق من توضعات دهر الحياة القديمة البحرية و التي يعلوها رواسب دهر الحياة المتوسطة و الحديثة القارية بطريقة غير توافقية [6]. و في منطقة الدراسة تتكشف صخور دهر الحياة القديمة التي يتراوح عمرها من السيلوري العلوي الى الكربوني الأوسط، حيث يظهر تكوين اكاكوس (السيلوري العلوي) الذي يعتبر أقدم وحدة صخرية في أقصى الشمال الغربي لمنطقة الدراسة (الشكل1، ب) و هو عبارة عن صخور رملية غنية بمستحاثات الأثر و التي يعلوها بطر يقة غير متوافقة صخور تكوين تادرات (الديفوني السفلي) الرملية ذات التطبق المتقاطع ، و تكوين تادرات له سطح توافقي مع تكوين وان كازا (الديفوني الأوسط) الذي يعلوه و يتألف تكوين وان كازا من أحجار بحرية طينية و غرينية و رملية. و صخور هذا التكوين تغطى بطريقة غير توافقية بصخور تكوين مرار (الكربوني السفلي)المتميز بطبقة الكولينيا في جزئه العلوي [2]،و الجذير بالذكر هو أختفاء تكوين عوينات ونين في منطقة الدراسة لأنه تعرض لعمليات التجوية و التعرية و الذي من المفترض أن يكون متوضع أعلى تكوين وان كازا و أسفل تكوين أمرار . كما يظهر تكوين أسد جيفار (الكربوني الأوسط) الذي يعلو تكوين مرار توافقيا ، و يعلو تكوين دمبابة (الكربوني الأوسط) توافقيا تكوين أسد جيفار، بالأضافة ألى ذلك يتكشف في منطقة الدراسة رواسب الرباعي كما هو مبين في (الشكل 1، ب). و بشكل عام فان مكاشف هذه التكاوين لها أتجاه عام هو NNW [2].

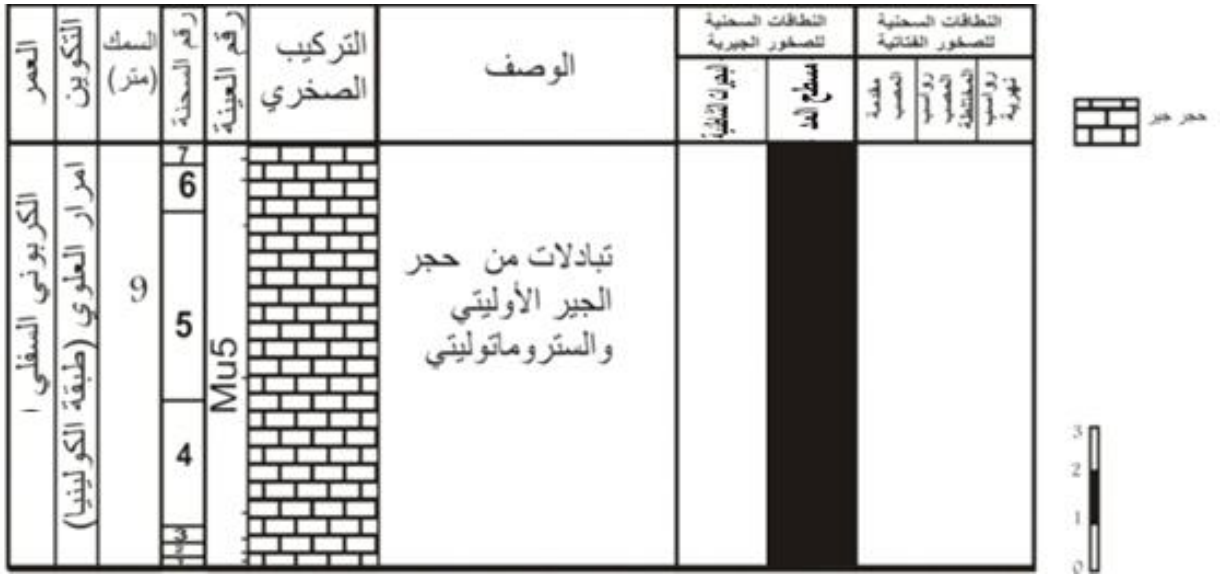


شكل1.أ: يوضح موقع منطقة الدراسة الذي أشير له بالمربع، ب: خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة (نقلا عن Jakovljevic, 1984)، و موضحا عليها موقع القطاعات المدروسة (أنظر مفتاح الخريطة)، حيث Mu= تكوين مرارالعلوي(طبقة الكولينيا)، AL = تكوين أسدجيفار السفلي، AU= تكوين أسدجيفار العلوي، AD = النطاق الأنتقالي بين تكوين أسدجيفار و تكوين دمبابة.

3.1 - الهدف من الدراسة:-

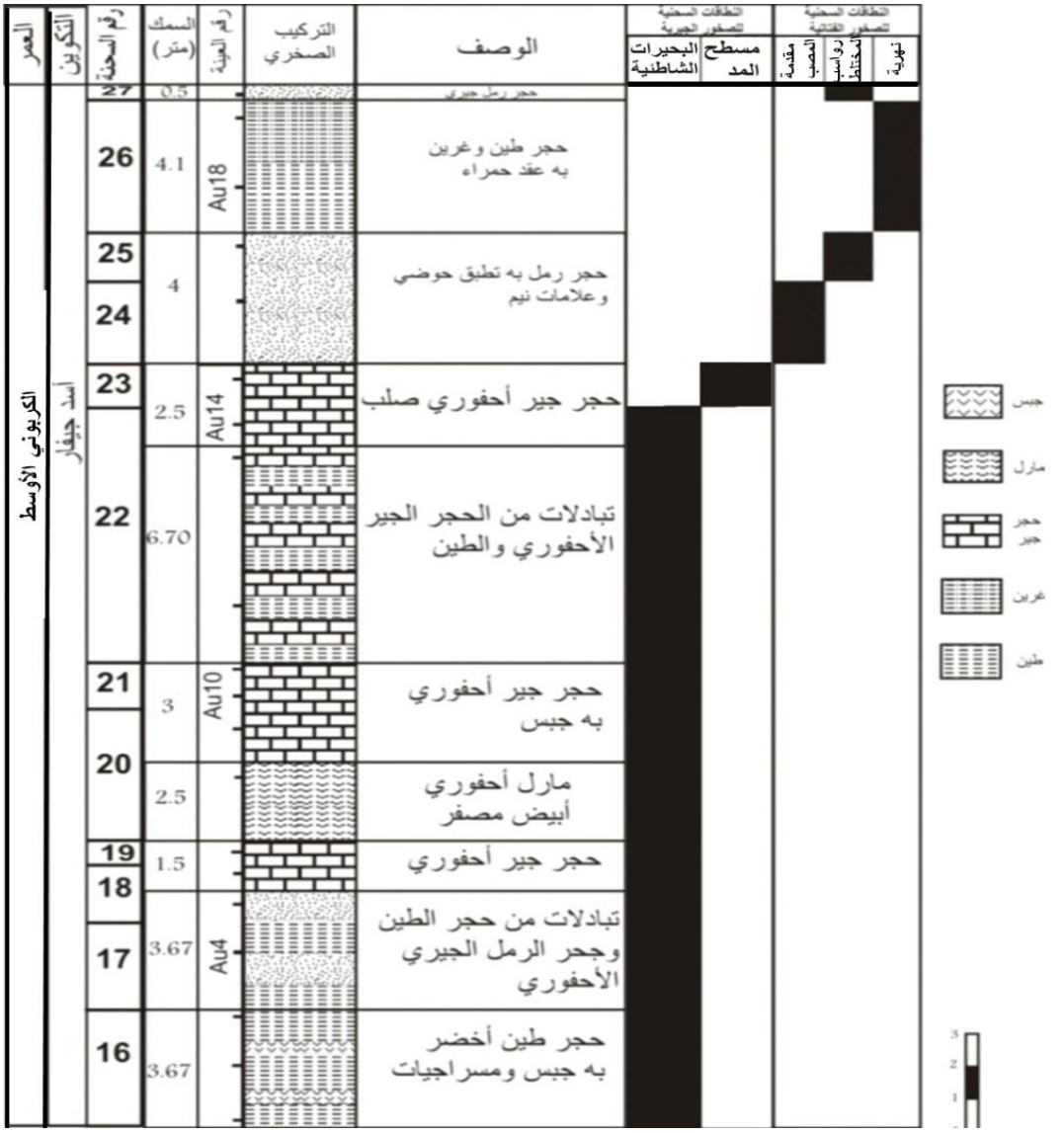
الهدف من الدراسة هو أجراء تحليل طبقي للقطاعات المدروسة لتكوين أسدجيفار من منطقة العوينات الغربية، و دراسة السحن الدقيقة المسجلة في التكوينات المدروسة من خلال القطاعات الرقيقة ووصفها باستخدام المجهر الضوئي، و أخيرا وضع نموذج سحني ترسيبي للمنطقة يوضح البيئات الرسوبية السائدة في ذلك العمر الجيولوجي (الكربوني الأوسط).

4.1 - طرق الدراسة:



شكل 2: السجل الرسوبي من الكويستا الأولى لتكوين امرار العلوي (طبقة الكولينيا) ، موضحا عدد السحن الرسوبية المسجلة و مكان أخذالعينات ، بالأضافة الى النطاقات الرسوبية التي تنتمي لها هذه الوحدة الصخرية.

شكل 3: يبين السجل الرسوبي العمودي من كويستات أسد جيفار السفلي ، موضحا عدد السحن الرسوبية المسجلة و مكان أخذ العينات ، بالأضافة الى النطاقات الرسوبية التي ينتمي لها هذا التتابع الرسوبي .



شكل 4: السجل الرسوبي العمودي من كويستات أسد جيفار العلوي، موضحا عدد السحن الرسوبية المسجلة و مكان أخذ العين بالأضافة الى النطاقات الرسوبية التي ينتمي لها هذا التتابع الرسوبي.

شكل 5: التتابع العمودي الرسوبي من قمة تكوين أسد جيفار مع الجزء السفلي لتكوين دمبابة ، موضحا عدد السحن الرسوبية المسجلة و مكان أخذ العينات ، بالأضافة الى لنطاقات الرسوبية التي ينتمي لها هذا القطاع الرسوبي

1.4.1- الدراسة الميدانية:-

تم جمع عينات صخرية تمثل التتابع الصخري المدروس بعدد 41 عينة و بواقع طبقة بطبقة (عندأي تغير ملحوظ في الليثولوجي). وتتوزع مكاشف التكوين على أربعة مجموعات من الكويستات المتقاربة ، وهي من الجنوب الى الشمال بحيث تمثل الأولى طبقة الكولينيا، والثانية والثالثة تمثلان كويستات تكوين أسد جيفار، والرابعة تمثل الحد الفاصل مع الجزء السفلي لتكوين دمبابة (شكل1،ب).

2.4.1- الد راسة المعملية:-

بدأت الدراسة المعملية بوصف العينات اليدوية. ثم رسم العمود الصخري لكل المكاشف (الأشكال 2- 5)، ولاحقا تم اختيار أنسب العينات لإعداد القطاعات المجهرية بجامعة الإسكندرية، وتم عمل ما يلي : وصف هذه القطاعات الرقيقة –عدد 25 قطاع- من حيث التركيب المعدني، الحبيبات، النشأة المتأخرة و ايضا ما يحتويه القطاع من حبيبات هيكلية. تم تصنيف الصخور الجيرية المدروسة تبعا لتصيف ديهام [3] لصخور الجير. تم تطبيق نموذج ويلسون [4] لترسيب صخور الجير لمعرفة النطاقات السحنية (بيئات الترسيب) للتتابع المدروس. أما الصخور الفتاتية فقد تم تصنيفها تبعا لمشرف (1997) وتطبيق التقسيمات البيئية التي ذكرها نيكولاس [5]. تم تصوير الشرائح و محتوياتها بإستخدام مجهر التصوير البتروجرافي.

2- النتائج:-

1.2- الحدود الفاصلة :-

بما أن الجزء السفلي من تكوين أسدجيفار يتوضع توافقيا أعلى تكوين أمرار [7]، فبالتالي وضع حد فاصل بينهما يعتبر صعب. حيث أعتبر بعض الباحثين [8]أن نهاية طبقة الكولينيا هي الحد الأعلى لتكوين أمرار. اما البعض الآخر [2]، أعتبرها بداية لتكوين أسدجيفار. وبالتالي تحتم أخذ ذلك بعين الأعتبار، حيث تم أخذ عينات من هذا النطاق الأنتقالي و كان عددها 8 عينات و رمز لها بالرمز (Mu: شكل 2). و هذا أيضا ينطبق على الحد الفاصل العلوي لتكوين أسدجيفار و الذي يمثل حدا توافقيا [2]مع تكوين دمبابة الذي يعلوه، و قد تم أخذ 7 عينات من هذا النطاق الأنتقالي و رمز لها بالرمز (AD: شكل 5).

2.2- التركيب الصخري:-

بيلغ سمك الجزء السفلي من هذا التكوين حوالي 17 متر و هو متمثل في 3 كويستات (تلال منفردة صغيرة) في منطقة الدراسة، أما الجزء العلوي من التكوين فيبلغ سمكه حوالي 32 متر و هو متمثل في 4 كويستات مفصولة عن كويستات الجزء السفلي بمجموعة كثبان رملية في أتجاه الشرق .تم جمع عينات ممثلة للتتابع الصخري إبتداء من أعلى تكوين مرار العلوي ثم تكوين أسد جيفار ثم الجزء السفلي من تكوين دمبابة.

1. 2.2 - تكوين مرار(الكربوني السفلي):-

تم جمع 8 عينات صخرية من الجزء العلوي من هذا التكوين بسمك 9 متر ويتكون بصفة عامة من تبادلات حجر جير أوؤليثي أصفر مخضر وحجر جير ستروماتوليتي (شكل 2).

2.2.2- تكوين أسد جيفار(الكربوني الأوسط):-

يعلو تكوين أسد جيفار طبقة الكولينيا بسطح توافقي، وقد تم جمع 34 عينة صخرية من التكوين. الجزء السفلي(Al: شكل 3) يتكون هذا الجزء بصفة عامة من تبادلات من الطين والغرين ويعلوه طبقات من الأستروماتولايت. أما الجزء العلوي (Au: شكل 4) يتكون بصفة عامة من تبادلات من حجر الجير والطين الغريني وحجر الرمل وحجر الجير الأحفوري والجبس وتم رصد مستحاثات مثل المسراجيات به.

3.2.2 - أعلى تكوين أسد جيفارو أسفل تكوين دمبابة (الكربوني العلوي):-

يعلو تكوين دمبابة طبقات أسد جيفار بطريقة متوافقة، حيث يتميز الجزء العلوي لتكوين أسد جيفار بتتابع متبادل من أحجار الرمل والطين والجير والجبس (العينات AD1-7)، ثم يبدأ تكوين دمبابة بطبقات مميزة من حجر الجير الاستروماتوليتي (العينة AD 8)، بذلك يصل اجمالي القطاعات المدروسة من تكوين أسد جيفار الى حوالي 50 متر.

3.2- السحن الرسوبية الدقيقة

أعتمادا على الدراسة البتروجرافية للعينات، تم تحديد و تعريف السحن الدقيقة ، أساسا على تصنيف ديهام لصخور الجير [3] و تصنيف مشرف للصخور الفتاتية ، الى سحنتين رئيسيتين هما :-

1.3.2- سحنات صخور الجير :-

تمت دراسة الشرائح الرقيقة للتتابع المدروس وتم التمييز بين الحبيبات الهيكلية وغير الهيكلية. حيث أن الحبيبات الهكيلية هي الحبيبات التي تتكون من بقايا الأحافير. ويمكن تمييز هياكل هذه الأحافير بوضوح مثل الفورامنيفرا والاستراكودا [9]. أما الحبيبات غير الهيكلية التي تم رصدها فتضم الحبيبات المنقولة والمغطاة وحبيبات الكوارتز الفتاتي. وتم أيضا وصف الصخور المدروسة حسب النشاة المتأخرة لتحديد العمليات اللاحقة التي أثرت على الصخر من دلمتة وإعادة التبلر وصبغ بأكاسيد الحديد. بناءاً على الوصف البتروجرافي للعينات المدروسة. أما بالنسبة للعينات الهشة التي لم يعمل لها شرائح صخرية رقيقة فقد تم غسلها ودراستها بالمجهر العاكس الخاص بالمستحاثات، حيث تم التعرف على الحبيبات الهيكلية مثل الكونودنت والفورامنيفرا و الحبيبات غير الهيكلية من المتبقي الذي لم يتفكك من صخور الطين كالكوارتز والكالسيت، والتي تمثل طبقة الكولينيا وتكوين أسد جيفار وبداية تكوين دمبابة. تم وصف وتمييز 25 سحنة صخرية من صخور الجير المميزة. و يأتي لاحقا وصف لهذه السحنات الصخرية تبعا للوحدات الصخرية المدرورسة (الجداول من 1 - 4).

2. 3. 2. سحنات الصخور الفتاتية:-

يمكن تصنيف الصخور الفتاتية باستخدام منهاج المثلث المتساوي الأضلاع، الذي يعتمد على كل من حجم الحبيبات، والتكوين المعدني (مشرف، 1997)، وأيضا يمكن تصنيف الصخور الرسوبية

المحتوية على ثلاثة مكونات (جير- سيلكا- طين)، باستخدام رؤوس المثلث المتساوي الأضلاع ، كذلك يمكن تصنيف صخور الرمل بتطبيق نظام المثلث المتساوي الأضلاع، بتوزيع مكونات حجر الرمل الرئيسية (كوارتز- فلسبار- طين) على نهاية المثلث (مشرف، 1997). في هذا البحث تمت دراسة القطاعات الرقيقة للتتابع المدروس بطريقة المسح الشامل لمعرفة نسب ونوع الحبيبات، حجم الحبيبات، درجة الفرز، وثم وصف الصخور المدروسة حسب العمليات اللاحقة التي أثرت على الصخور من أحكام

وصبغ بأكاسيد الحديد. بناءا على الوصف البتروجرافي للقطاعات الرقيقة للعينات المدروسة، والتي تمثل تكوين أسد جيفار وبداية تكوين دمبابة، فقد تم وصف وتمييز 8 سحنات صخرية فتاتية مميزة. فيما يلي وصف موجز لهذه السحنات الفتاتية تبعا للوحدات الصخرية المدرورسة (الجداول من 5 -7).

(جدول 1) سحنات الصخور الجيرية للنطاق الأنتقالي بين تكوين مرار و تكوين أسد جيفار (الكولينيا) (للأشكال أنظر اللوح 1).

رقم السحنة	العينات	الحبيبات الهيكلية	الحبيبات الغير الهيكلية	التركيب المعدني	العمليات ا اللاحقة	التسمية	اللوح 1
1	Mu 1	فيوزولينا وحيوانات طحلبية	بازيات وسرئيات وكوارتز فتاتي	كالسيت دقيق و خشن وكوارتز واكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد وسلكنة	حجر واكي wackestone استروماتوليتي حيوي به بازيات وسرئيات وحبيبات منقولة متسكلن ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل 1** (25x)
2	Mu 2	لم تلاحظ	كوارتز فتاتي	كالسيت دقيق و خشن ودولومايت وكوارتز واكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد مع سلكنة ودلمتة وعكس الدلمتة	حجر وحلي mudstone استروماتوليتي رملي متدلمت و متسلكن ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل 2** (25x)
3	Mu 3	فيوزولينا وكونودنت	سرئيات وكوارتز فتاتي وحبيبات منقولة	كالسيت دقيق وخشن وكوارتز واكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد وسلكنة ودلمتة	حجر واكي wackestoneستروماتوليتي رملي به سرئيات حبيبات منقولة	**شكل 3** (25x)
4	Mu 4	فورامنفرا *Globivalvulina*	حبيبات منقولة	كالسيت دقيق وخشن وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد وسلكنة ودلمتة	حجر وحلي mudstoneستروماتوليتي متدلمت ومتسلكن ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل4** (25x)
5	Mu 5-6	فورامنفرا متسلسلة و *Globivalvulina* وطحالب كلسية وكونودنت	حبيبات منقولة وحبيبات متجمعة	كالسيت دقيق وخشن وكوارتز وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد وعكس الدلمتة	حجر واكي wackestoneستروماتوليتي عقدي رملي به حبيبات منقولة ومتجمعة ومصبوغ بأكاسيد الحديد و به عكس الدلمته	**شكل 5** (25x)
6	Mu 7	لم تلاحظ	لم تلاحظ	كالسيت دقيق وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد وسلكنة ودلمتة وعكس الدلمتة	حجر وحلي mudstoneستروماتوليتي متدلمت ومتسلكن ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل 6** (25x)
7	Mu 7'	فورامنفرا متسلسلة وكونودنت	بازيات وسرئيات وحبيبات منقولة و مغطاة	كالسيت دقيق وخشن وكوارتز وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد وسلكنة ودلمتة	حجر واكي wackestone سرئي رملي به حبيبات متجمعة متسلكن و متدلمت ومعاد التبلر	**شكل7** (25x)

(جدول 2) سحنات الصخور الجيرية لتكوين أسد جيفار السفلي (للأشكال أنظر اللوح 1).

رقم السحنة	العينات	الحبيبات الهيكلية	الحبيبات الغير الهيكلية	التركيب المعدني	العمليات اللاحقة	التسمية	اللوح 1
9	Al 2'	لم تلاحظ	حبيبات منقولة و كوارتز فتاتي	كالسيت دقيق وخشن وكوارتز وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد وسلكنة	حجر واكي wackestone ذو حبيبات منقولة متسلكن ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل 8** (25x)
10	Al 3-5	كونودنت	كوارتز فتاتي	معادن الطين و اباتيت وكوارتز وجبس	إحكام	حجر وحلي mudstone طفلي حيوي به طين اخضر زيتوني مع تبادلات من الجبس والغرين	لايوجد
11	Al 6-6'	فورامنفرا -فيوزولينا وزنبقيات وكونودنت وطحالب كلسية واستراكودا ومسراجيات وحيوانات طحلبية	حبيبات منقولة و كوارتز فتاتي	كالسيت دقيق و خشن و كوارتز وأباتيت وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد واعادة التبلر	حجر واكي wackestone حيوي رملي معاد التبلر ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل 9** (25x)
12	Al 7-9	كونودنت	كوارتز فتاتي	معادن الطين واباتيت وكوارتز وكالسيت وجبس	إحكام	حجر وحلي mudstone طفلي حيوي مترقق اخضر زيتوني به تبادلات من الجبس والغرين	لايوجد
13	Al 10-11	فورامنفرا و طحالب كلسية و مرجان رباعي و جلد شوكيات	كوارتز فتاتي	كالسيت دقيق و خشن وكوارتز وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد و اذابة	حجر واكي wackestone رملي حيوي مذاب ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل10** (50x)
14	Al 12	قواقع	كوارتز فتاتي	كالسيت وكوارتز وجبس ومعادن الطين	إحكام	حجر واكي wackestone طفلي حيوي اخضر به جبس	لايوجد
15	Al 13-14	فورامنفرا -فيوزولينا وكونودنت طحالب كلسية و حيوانات طحلبية واسفنجيات وجلد شوكيات	حبيبات منقولة ومغطاة وكوارتز فتاتي	كالسيت دقيق وخشن وكوارتز وأباتيت وأكاسيد حديد	صبغ باكاسيد الحديد وسلكنة	حجر حبيبي grainstone حيوي مصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل11** (25x)

(جدول 3) سحنات الصخور الجيرية لتكوين أسد جيفار العلوي (للأشكال أنظر اللوح 1).

رقم السحنة	العينات	الحبيبات الهيكلية	الحبيبات الغير الهيكلية	التركيب المعدني	العمليات اللاحقة	التسمية	اللوح 1
16	Au 1-3	كونودنت ومسراجيات	كالسيت وكوارتز فتاتي	كالسيت وكوارتز واباتيت	إحكام	حجر وحلي_mudstone طفلي حيوي	لايوجد
17	Au 4	مسراجيات وجلدشوكيات وطحالب كلسية وحيوانات طحلبية فورامنفرا - فيوزولينا	حبيبات منقولة و سرئيات و كوارتز فتاتي	كالسيت دقيق و خشن وكوارتز وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد ودلمتة	حجر حبيبي_grainstone حيوي به حبيبات منقولة و سرئيات ورمل فتاتي متدلمت ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل12** (25x)
18	Au 5-6	جلدشوكيات وطحالب كلسية وكونودنت واستراكودا واسفنجيات	سرئيات وكوارتز فتاتي	كالسيت دقيق و خشن وكوارتز وأباتيت وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد وإعادة التبلر	حجر واكي wakestone_سرئي حيوي رملي معاد التبلر ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل 13** (25x)
19	Au 7	كونودنت وطحالب كلسية	حبيبات منقولة وكوارتز فتاتي	كالسيت دقيق و خشن و كوارتزو فلسبار وأباتيت وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد	حجر معبأ_packstone رملي حيوي ومصبوغ بأكسيد الحديد	**شكل 14** (50x)
20	Au 8-9	فورامنفرا ومسراجيات	كالسيت و كوارتز فتاتي	كالسيت وكوارتز	إحكام	حجر واكي_wakesotneطفلي حيوي	لايوجد
21	Au 10-11	مسراجيات وفورامنفرا وجلدشوكيات وطحالب كلسية	حبيبات منقولة وكوارتزفتاتي	كالست دقيق و خشن وكوارتز وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد واذابة و دلمتة وإعادة تبلر	حجر معبأ_packsotne حيوي رملي به حبيبات منقولة ومغطاة و مذاب ومصبوغ بأكاسيدالحديد	**شكل 15** (25x)
22	Au 12-14	فورامنفرا -فيوزولينا ومسراجيات وطحالب كلسية	حبيبات مغطاة ومنقولة وكوارتز فتاتي	كالسيت دقيق و خشن وكوارتز وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد وإعادة التبلر	حجرمعبأ_packsotneحيوي رملي معاد التبلر ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل 16** (25x)
23	Au15	فورامنفرا ومسراجيات	كوارتز فتاتي	كالسيت دقيق و خشن وكوارتز وأكاسيد حديد	صبغ بأكاسيد الحديد	حجرواكي_wacksotne حيوي مصبوغ بأكاسيدالحديد	**شكل17** (50x)

(جدول 4) سحنات الصخور الجيرية للنطاق الأنتقالي بين تكوين أسدجيفارو تكوين دمبابة (للأشكال أنظر اللوح 1).

رقم السحنة	العينات	الحبيبات الهيكلية	الحبيبات غير الهيكلية	التركيب المعدني	العمليات اللاحقة	التسمية	اللوح 1
29	AD 2	ثلاثيات الفصوص واستراكودا ومسراجيات وأشباه الزنابق	كوارتز	كالسيت دقيق وخشن وأكاسيد الحديدومعادن معتمة	إعادة التبلر وصبغ بأكاسيد الحديد	حجرمعبأ packstoneحيوي رملي وبه سرئيات معاد التبلر ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل18** (30x)
31	AD 5	محار ومسراجيات وحيوانات طحلبية	كوارتز وسرئيات	كالسيت خشن وكوارتز وأكاسيد الحديد	اعادة التبلر وصبغ بأكاسيد الحديد	حجر معبأ packstoneحيوي رملي به سرئيات معاد التبلر ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل19** (30x)
33	AD 8	محار و مسراجيات	كوارتز	كوارتز وأكاسيد الحديد وكالسيت خشن ومعادن معتمة	صبغ أكاسيد الحديد واعادة التبلر	حجر واكي wackestoneاستراماتوليتي رملي حيوي معاد التبلر ومصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل20** (30x)

(جدول 5) سحنات الصخور الفتاتية لتكوين أسد جيفار السفلي (للأشكال أنظر اللوح 2).

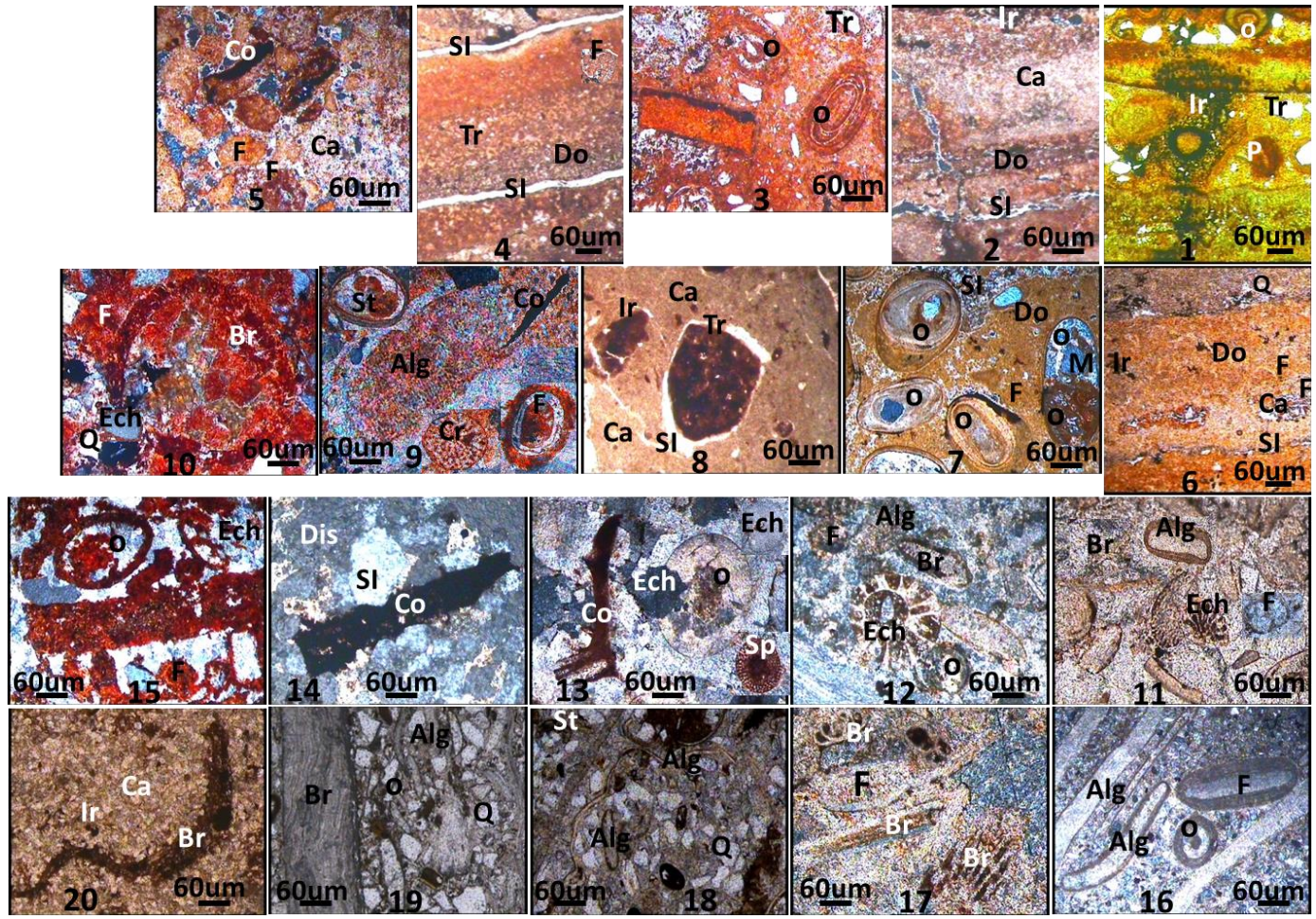
رقم السحنة	العينات	التركيب المعدني	الحبيبات	حجم الحبيبات	درجة الفرز	العمليات اللاحقة	التسمية	اللوح 2
8	**Al 1-2**	**كوارتز واكاسيد حديد**	**رمل**	**حجم الرمل**	**جيد جدا**	**إحكام**	**حجررمل اخضرفاتح به عدسات من الجبس**	**لايوجد**

(جدول 6) سحنات الصخور الفتاتية لتكوين أسد جيفار العلوي (للأشكال أنظر اللوح 2).

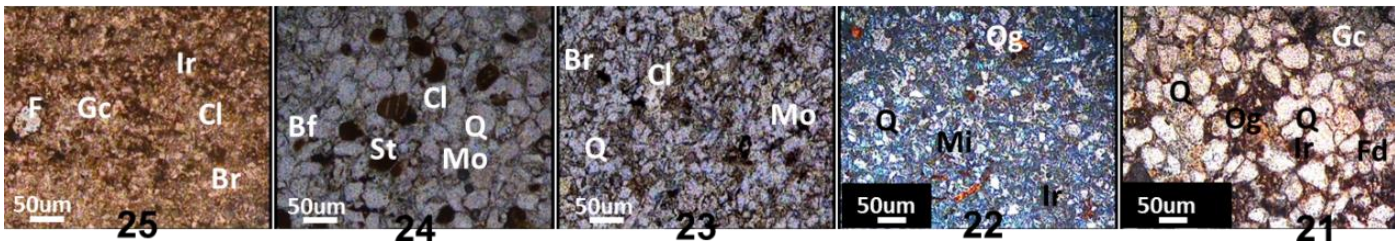
رقم السحنة	العينات	التركيب المعدني	الحبيبات	حجم الحبيبات	درجة الفرز	العمليات اللاحقة	التسمية	اللوح 2
24	**Au 16**	**كوارتزوفلسباروأوجايت وكالسيت واكاسيد حديد**	**رمل وحبيبات مغلفة وبقايا اصداف**	**رمل ناعم متوسط**	**جيد**	**صبغ بأكاسيد الحديد وعقد ثانوية**	**حجررمل كلسي بويكيليتي مصبوغ بأكاسيد الحديد**	**شكل21** (25x)
25	**Au 17**	**كوارتز و أوجايت وميكا واكاسيد حديد**	**رمل وبقايا عضوية**	**رمل ناعم جدا**	**متوسط**	**صبغ بأكاسيد الحديد**	**حجرجريواكي طيني ميكائي ومصبوغ بأكاسيد الحديد**	**شكل22** (25x)
26	**Au 18-19**	**كوارتز**	**رمل وعقد**	**حجم الطين**	**جيد جدا**	**إحكام**	**حجرطين اخضرمتبادل مع رقات من الغرين**	**لايوجد**
27	**Au 20**	**كوارتز وكالسيت**	**رمل**	**رمل متوسط**	**متوسط**	**صبغ بأكاسيد الحديد**	**حجررمل كلسي طيني بني فاتح مترقق وهش ومصبوغ بأكاسيد الحديد**	**لايوجد**

(جدول 7) سحنات الصخور الفتاتية لتكوين أسد جيفار- دمبابة (للأشكال أنظر اللوح 2).

رقم السحنة	العينات	التركيب المعدني	الحبيبات	حجم الحبيبات	درجة الفرز	العمليات اللاحقة	التسمية	اللوح 2
28	AD 1	كوارتز وأكاسيد الحديد ومعادن معتمة وطين	رمل و بقايا مسراجيات	رمل ناعم	جيدة	صبغ بأكاسيد الحديد وإذابة	كوارتز واكي حيوي بني فاتح و مترقق	**شكل23** (30x)
30	AD 3 -4	كوارتز وأكاسيد الحديد ومعادن معتمة وطين	رمل وبقايا بتيومينية ومسراجيات	رمل ناعم	جيدة	صبغ بأكاسيد الحديد وإذابة	كوارتز واكي بني فاتح حيوي مترقق	**شكل24** (30x)
32	AD 6 - 7	كوارتز غريني ونسبة قليلة من الميكا وطين	غرين وطين به بقايا مسراجيات	غرين ناعم وطين	متوسط الفرز	أحكام وإذابة وصبغ بأكاسيد الحديد	حجر طين غريني حيوي مصبوغ بأكاسيد الحديد	**شكل25** (30x)



لوح 1: (الأشكال من 1 - 20) هي تمثيل للسحنات الدقيقة لصخور الجير في منطقة الدراسة، و محتويات كل شكل مذكورة في الجداول (1- 4)، حيث: O = سرئيات، Tt = حبيبات منقولة و أغلبيتها كوارتز ، Ir = صبغ أكاسيد الحديد، P = بازيات، Ca = كلسته، DO = دلمتة، Si = سلكنة، F = فورامنفرا، Co = كوندونت، M = أكاسيد المنجنيز، Alg = طحالب، St = ستراكودا، Cr =زنبقيات، Br = مسرجيات، Ech = جلدشوكيات، Sp = أسفنجيات، Dis = أذابة، Q =كوارتز.



لوح 2 : (الأشكال من 21 - 25) هي تمثيل للسحنات الدقيقة للصخور الفتاتية في منطقة الدراسة و محتويات كل شكل مذكورة بالتفصيل في الجداول (5-7)، حيث :Gc = حبيبات مغطاة، Q = كوارتز، Og = أوجيت، Fd =فلسبار، Mi = مايكا، Ir =صبغ أكاسيد الحديد، Cl = طين، Mo = حبيبات معتمة، St =أستراكودا، Bf = بقايا بيتومينية ، Br = مسرجيات، F =فورامنفرا.

3. التفسير و المناقشة :-

1.3 التحليل السحني (النموذج الترسيبي و بيئات الترسيب) للصخور المدروسة :-

في هذه الدراسة يبدأ التتابع الصخري المدروس من طبقة الكولينيا ثمتكوين أسد جيفار حتى الجزء الأسفل لتكوين دمبابة. وقد تم تمييز 33سحنة صخرية دقيقة مميزة ضمن هذا التتابع، تشمل 25 سحنة صخريةدقيقة من صخور الجير، و8 سحنات صخرية دقيقة من الصخور . وفيما يلي عرض موجز للتفسير السحني و النموذج الترسيبي المستنتج لهذه السحنات:

1.1.3 سحنات الصخور الجيرية:-

تم رصد 7 سحنات صخرية مميزة في طبقة الكولينيا (أنظر جدول 1)، و 15 سحنة دقيقة لصخور الجير من تكوين أسد جيفار (أنظر جداول 2 و 3)، و3 سحنات صخرية من قطاع أعلى تكوين أسد جيفار واسفل تكوين دمبابة (أنظر جدول 4)، كما سبق ذكره ضمن الوصف البتروجرافي للصخور الجيرية، ويمكن ذكر السحنات الدقيقة للصخور الجيرية المسجلة بدون تكرار كما يلي:

أ- سحنة حجر واكي أو وحلي ستروماتوليتي حيوي به حبيبات متنوعة، وتضم السحنات الدقيقة المسجلة أرقام 1-6 من طبقة الكولينيا (أنظر جدول 1)، والسحنة رقم 33 من بداية تكوين دمبابة (أنظر جدول 4)، يمكن تمثيل هذه السحنة بالسحنة النموذجية رقم SMF 20 لويلسون التي تترسب في النطاقات السحنية رقم 7 (البحيرات الشاطئية Open Marine platform interior) أو رقم 8 (مسطح المدRestricted platform interior) أو رقم 9 (مسطح ما فوق المد Evaporitic or brackish open marine interior)، وذلك حسب نموذج ويلسون لترسيب صخور الجير (أنظر شكل 6). وقد تم إختيار النطاق السحني رقم 8 (مسطح المد) للتفسير البيئي لهذه السحنة الدقيقة نظرا لوجود الأستروماتولايت وقلة المستحاثات وعدم وجود متبخرات متداخلة مع الصخور الجيرية.

ب- سحنة حجر واكي سرئي رملي به حبيبات متنوعة، وتضم السحنة الدقيقة المسجلة رقم 7 من طبقة الكولينيا (أنظر جدول 1)، ويمكن تمثيل هذه السحنة بالسحنة النموذجية رقم SMF 15 لويلسون التي تترسب في النطاق السحني رقم 9 (مسطح ما فوق المد)، أو النطاق السحني رقم 8 (مسطح المد)، وذلك حسب نموذج ويلسون لترسيب صخور الجير (أنظر شكل 6). وتم أختيار مسطح المد بإعتبار أن البيئة أكثر نشاطا لتكوين السرئيات بنسبة تصل إلى 20% من الصخر المدروس.

ت- سحنة حجر واكي ذو حبيبات منقولة التي تم تحديدها في السحنة الدقيقة رقم 9 المسجلة من تكوين أسد جيفار السفلي (أنظر جدول 2)، ويمكن تمثيل هذه السحنة بالسحنة النموذجية رقم SMF 24 لويلسون التي تترسب في النطاق السحني رقم 8 (مسطح المد)، وذلك حسب نموذج ويلسون لترسيب صخور الجير (أنظر شكل 6).

ث- سحنة حجر واكي حيوي به بقايا من الفورامنيفرا المليولينية التي تم تحديدها في السحنة الدقيقة رقم 23 المسجلة من تكوين أسد جيفار العلوي (أنظر جدول 3). ويمكن تمثيل هذه السحنة بالسحنة النموذجية رقم SMF 18 لويلسون والتي تترسب في النطاقات السحنية رقم 7 (البحيرات الشاطئية)، أو رقم 8 (مسطح المد)، وذلك حسب نموذج ويلسون لترسيب صخور الجير (أنظر شكل 6)، وتم إختيار النطاق السحني رقم 8 (مسطح المد)، نظرا لوجود الفورامينفرا المليولينية.

بناءا عليه يمكن القول أن السحنات الأربعة المذكورة (أ- ث) تشير إلى النطاق السحني رقم (8) في نموذج ويلسون لترسيب صخور الجير (أنظر شكل 6)، وهو مسطح المد.

ج- سحنة حجر وحلي طفلي أو حجر واكي طفلي حيوي وبه حبيبات متنوعة، التي تم تسجيلها من السحنات الدقيقة أرقام 10-14 المسجلة من تكوين أسد جيفار السفلي (أنظر جدول 2)، و16، و18 من تكوين أسد جيفار العلوي (أنظر جدول 3). ويمكن تمثيل هذه السحنة بالسحنة النموذجية رقم SMF 8 لويلسون التي تترسب في النطاقات السحنية رقم 7 (البحيرات الشاطئية)، أو رقم 2 (الرف المفتوح Open shelf)، وذلك حسب نموذج ويلسون لترسيب صخور الجير (أنظر شكل 6)، وقد تم إختيار النطاق السحني رقم 7 (البحيرات الشاطئية)، نظرا لقربه من النطاقات السحنية المسجلة اعلاه (مسطح المد) ولأن المنطقة تعتبر جزء من الرف القاري [10]، التي تكثر بها الحواجز التي تفصل البحيرات الشاطئية عن البحر المفتوح، بالإضافة إلى وفرة المستحاثات الدالة على ذلك النطاق مثل الطحالب الكلسية والحيوانات الطحلبية والفورامنيفرا والأستراكودا.

ح- سحنة حجر حبيبي حيوي به حبيبات متنوعة، التي تم تسجيلها من السحنات الدقيقة رقم 15 من تكوين أسد جيفار السفلي (أنظر جدول 2)، و17، و19-22 من تكوين أسد جيفار العلوي (أنظر جدول 3)، ويمكن تمثيلها بالسحنة النموذجية رقم SMF 18 لويلسون التي تترسب في النطاقات السحنية رقم 7 (البحيرات الشاطئية)، أو رقم 8 (مسطح المد)، وذلك حسب نموذج ويلسون لترسيب صخور الجير (أنظر شكل 6)، وتم إختيار النطاق السحني رقم 7 (البحيرات الشاطئية)، نظرا لكثرة المستحاثات المميزة لتلك البيئة الضحلة.

وبناءا على ما تقدم يتضح ان السحنتين (ج) و (ح) يمكن أن تشير إلى النطاق السحني رقم (7) في نموذج ويلسون لترسيب صخور الجير (أنظر شكل 6)، وهو البحيرات الشاطئية.

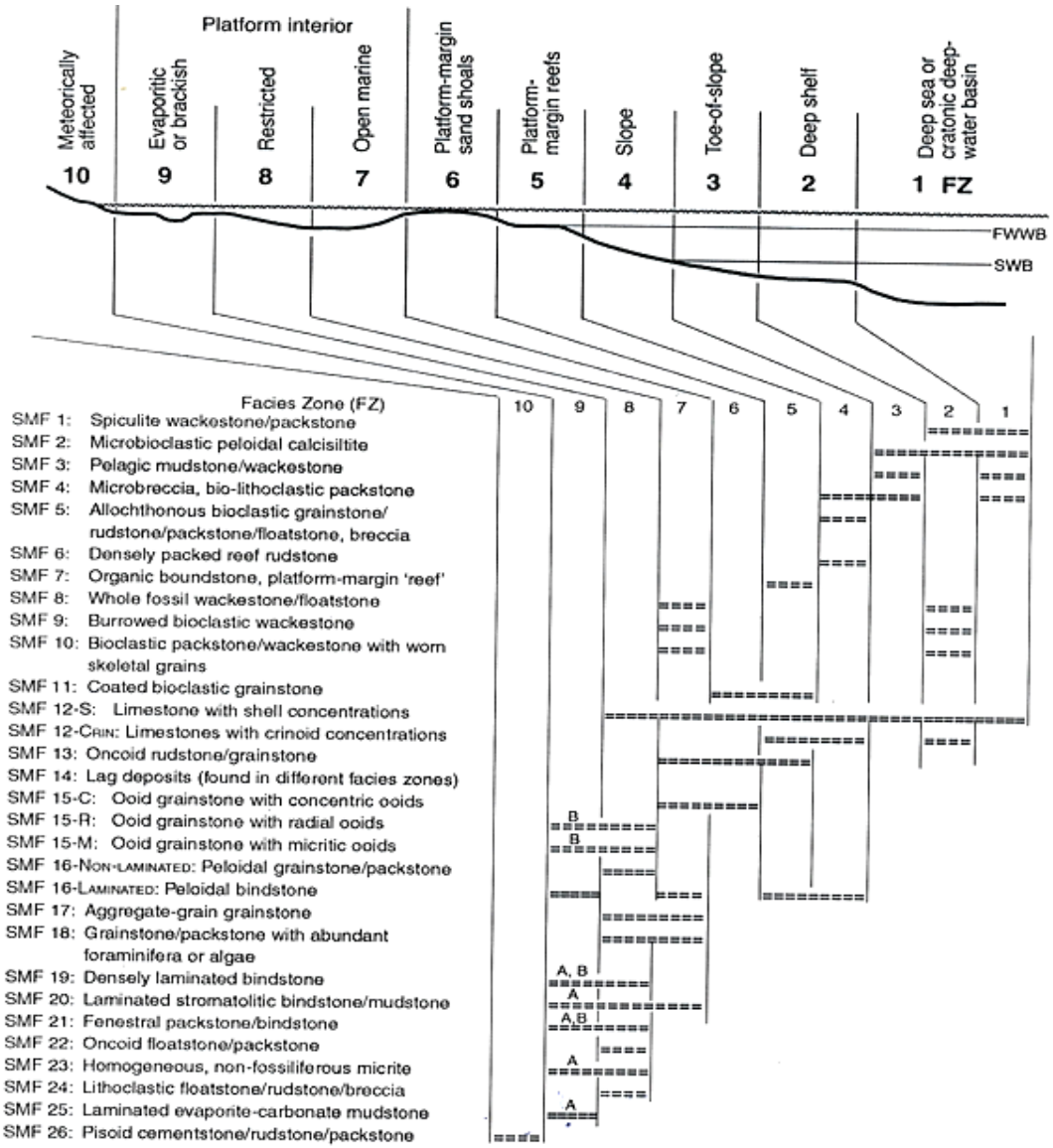
وتؤكد هذه النتائج من حيث بيئات الترسيب المستنتجة لصخور الجير في التتابع المدروس من تكوينات مرار (طبقة الكولينيا) وأسد جيفار وبداية تكوين دمبابة، أن صخور الجير في هذه التكوينات قد ترسبت في بيئات تتراوح بين بيئات بحرية ضحلة وبيئات ما بين المد، وأن حجر الجير الحبيبي الحيوي (خشن الحبيبات) المحتوي على مسراجيات والحيوانات الطحلبية والمرجان تتكون في البيئة التحت مدية (Littoral)، وحجر الجير خشن الحبيبات المحتوي على ترقق متقاطع ومتوازي وعلامات النيم تكون في بيئة تحت مدية ضحلة ولكن في نطاق ذو طاقة عالية مثل حواجز البعيدة عن الشاطئ، وأحجار الغرين والغرين الرملي والمارل وأحجار الطين المحتوية محليا على الجبس ترسبت غالبا في بيئة طاقة منخفضة مثل البحيرات الشاطئية مع مدد مناسب من المواد الفتاتية الناعمة المنقولة [2].

وبالتالي فإن النطاقات السحنية لترسيب صخور الجير المتوقع أنها كانت متواجدة بمنطقة الدراسة أثناء ترسيب التتابع المدروس هي نطاق مسطحات المد، ونطاق البحيرات الشاطئية وقد تم توقيع تلك النطاقات السحنية على القطاعات الصخرية المدروسة (أشكال 2-5) .

ويمكن القول أن هذا النموذج يتفق مع ما ذكره (مشرف، 1977) في وصفه المذكور أعلاه للرواسب الدورية القديمة التي تترسب في المناطق القريبة من الشاطئ، ومع ما قدّمه اروين [11] في النموذج الترسيبي للرصيف البحري حيث تتكون في المنطقة القريبة من الشاطئ برك لمسطحات المد ومستنقعات بحرية، وكذلك مع ما قدمه أيفان [12]في مقارنته لقطاعين من رواسب مسطحات المد.

2.1.3 سحنات الصخور الفتاتية:-

كما سبق ذكره ضمن الوصف البتروجرافي للصخور الفتاتية وتحليل القطاعات الجيولوجية المدروسة فقد تم رصد سحنة واحدة من الصخور

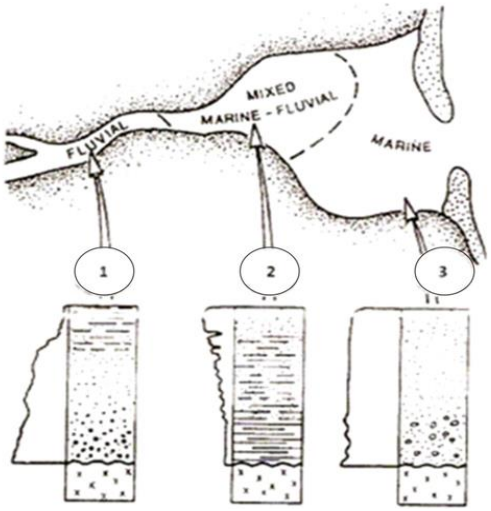


شكل 6: توزيع السحنات النموذجية على النطاقات السحنية لويلسون (نقلا عن: Flugel, 2010)

الفتاتية من صخور تكوين أسد جيفار الجزء السفلي (أنظر جدول 5) و4 سحنات دقيقة مميزة من تكوين أسد جيفار الجزء العلوي (أنظر جدول 6) و3 سحنات دقيقة مميزة من نهاية تكوين أسد جيفار (أنظر جدول 7). عليه فإن الرواسب الفتاتية بالقطاعات المدروسة .

تعكس السحنة 8 من تكوين أسد جيفار الجزء السفلي (انظر شكل 3) بيئة نطاق رواسب المصب المختلطة Mixed marine-fluvial، نظرا لأن هذه الصخور حجم حبيباتها دقيق ولا تحتوي على مستحاثات وبها تبادلات من الجبس (أنظر شكل 3). ووصفت على انها سحنة حجر طين اخضر فاتح به عدسات من الجبس (العينات Al 1-2). تحقق بيئات مصبات الأنهارالمفتوحة (أنظر شكل7).

بينما الجزء العلوي من تكوين أسد جيفار يضم السحنة 24 الصخرية الفتاتية (أنظر شكل 4) التي تعكس بيئة نطاق مقدمة المصب (أنظر شكل7) لإحتوائها على بقايا أصداف. وتم وصفها سابقا كسحنة حجر رمل كلسي بويكليتي ذو تطبق متقاطع حوضي (العينة Au 16).



شكل 7: النظام الترسيبي المميز لمصبات الأنهار المفتوحة (نقلا عن: Datuaneanuo 2006): 1- تتابع نهري يقل فيه الحجم لأعلى، 2- تتابع مختلط من رواسب الأنهار النهرية و البحرية، 3- رواسب بحرية يقل حجمها لأعلى.

كما أن السحنتين الصخريتين بالجزء العلوي من تكوين أسد جيفار (السحنة 25، 27، أنظر شكل 4) تمثلان بيئة نطاق الرواسب المختلطة (أنظر شكل7) لعدم احتوائها على مستحاثات ووصفهما كان سحنة جريواكي طيني ميكائي (Au 17) و سحنة حجر رمل كلسي طيني بني فاتح مترقق (العينة Au 20).

بينما تعكس السحنة 26 في الجزء العلوي من تكوين أسد جيفار (أنظر شكل 4، 8) بيئة الرواسب النهرية لعدم احتوائها على مستحاثات وحجم الحبيبات يقل لأعلى وكان وصفها كسحنة حجر طين اخضر فاتح متبادل مع رقائق من الغرين (العينات Au 18-19).

وتعكس 3 سحنات من السحنات الصخرية الفتاتية المسجلة من قطاع نهاية تكوين أسد جيفار (السحن 28، 30، 32، أنظر شكل 5) بيئة نطاق مقدمة المصب (أنظر شكل7)، نظرا لأن هذه الصخور تحتوي على بقايا الأصداف، وتتضمن سحنتين صخريتين بدون تكرار وهما يمثلان سحنة كوارتز واكي بني فاتح حيوي مترقق (السحنة رقم 28، العينة 1 AD السحنة رقم 30، العينات 3-4 AD) ، اضافة الى سحنة حجر طين غريني حيوي مصبوغ بأكاسيد الحديد (السحنة رقم 32، العينات6-7 AD).

الخلاصة:-

التحليل السحني الدقيق لتكوين أسد جيفار أظهر أن التتابع المدروس يتألف من 33 سحنة دقيقة ، منها 25 سحنة جيرية و 8 سحن فقط تمثل الصخور الفتاتية. صخور السحن الجيرية تكون عبارة عن حجر وحلي ، حجر واكي ، حجر حبيبي ، حجر معبأ و حجر جيري سترومناتوليتي، بينما صخور السحن الفتاتية تكون عبارة عن أحجار الغرين ، الغرين الرملي ، المارل ، أحجار الطين و الجبس. بتطبيق نموذج ويلسون لصخور الجير أمكن أستنتاج نطاقين بيئيين لترسيب هذه الصخور وهما مسطحات المد والبحيرات الشاطئية. و أضهرت الدراسة أن سحنات صخور الجير تتوضع في نطاقين بيئيين رئيسين وهما مسطحات المد والبحيرات الشاطئية. بينما النطاقات البيئية لسحنات الصخور الفتاتية هي نطاق مقدمة المصب ونطاق رواسب المصب المختلطة ونطاق البيئة النهرية.

المراجع:-

المراجع العربية:-

مشرف ، م. ع.(1997):أسس علم الرسوبيات، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض،710 ص.

المراجع الأجنبية:-

[1]- M. Lelubre, "Apercu sur la geologie du Fazzan. Alger.," *Bulletin Service de la carte Geolog.d'Algerie*, no. Travaux Recent. Collaborateurs, No. 3, p. 109 to 148. , 1952

[2]- S. Jakovljevic, "Explanatory booklet for the geological maps of Libya 1:250,000 scale, sheet: Alawaynat NG 32-12 ", first edition ed, 1984.

[3]- R. J. Dunham, "Classification of carbonate rocks according to depositional textures," 1962.

[4]- J. Wilson, "Carbonate facies in geologic history Springer-Verlag," *New York*, vol. 471, 1975.

[5]- G. Nichols, *Sedimentology and stratigraphy*. John Wiley & Sons, 2009.

[6]- M. A. K. El-ghali, "Depositional environments and sequence stratigraphy of paralic glacial, paraglacial and postglacial upper Ordovician deposits in the Murzuq Basin, SW Libya,". *Sedimentary Geology* vol. 177, pp. 145–173, 2005.

[7]- V. Mamgain, *The pre-Mesozoic (Precambrian to Palaeozoic) stratigraphy of Libya: a reappraisal*. Socialist Peoples Libyan Arab Jamahiriyah, Industrial Research Centre, 1980.

[8]- M. Lelubre, "La Paleozoique du Fezzan sudoriental," *Compte Rendus Soc. Geol. France*, vol. 18, pp. 79-81, 1948.

[9]- T. Nemyrovska, R. Wagner, C. Winkler Prins, and I. Montanez, "Conodont faunas across the mid-Carboniferous boundary from the Barcaliente Formation at La Lastra (Palentian Zone, Cantabrian Mountains, northwest Spain); geological setting, sedimentological characters and faunal descriptions," *Scripta Geologica*, vol. 143, pp. 127-183, 2011.

[10]-L. O. Petitpierre, *Sedimentology of the Lower Carboniferous in south-western Libya*. The University of Manchester (United Kingdom), 2012.

[11]-M. Irwin, "General theory of epeiric clear water sedimentation," *Aapg Bulletin*, vol. 49, no. 4, pp. 445-459, 1965.

[12]-G. Evans, "Coastal and nearshore sedimentation: a comparison of clastic and carbonate deposition," *Proceedings of the Geologists' Association*, vol. 81, no. 3, pp. 493-508, 1970.