

## حوادث الدياجينيز وأثرها في الخصائص الخزنية لتشكيلة الشيرانيش العائدة للكريتاسي الأعلى في منطقة حقول سارابا النفطية في شمال شرق سورية

علاء صقر عبد الله<sup>(1)</sup> و محمد القاضي<sup>(2)</sup>

تاريخ الإيداع 2014/08/10

قبل للنشر في 2014/12/03

### الملخص

تتصف صخور تشكيلة الشيرانيش ببيترولوجية خاصة تؤدي فيها حوادث الدياجينيز (Diagenesis) المبكر واللاحق دوراً رئيساً في تحديد خواصها السحنية وخصائصها الخزنية، ومن ثم في تحديد قدراتها النفطية وطرائق الإنتاج ومراحله من نطاقاتها الخازنة. تشكل ظاهرة الدلمتة أهم هذه الحوادث إذ تشكلت خلال مرحلتين الأولى دلمتة مبكرة تظهر فيها بلورات الدولوميت مبعثرة ضمن الأرضية الميكريتية المتدلمتة إذ لم تُضف هذه الدلمتة أية قدرة خزنية للصخر. والثانية لاحقة للترسيب (وايبيجينيزية) تكون فيها بلورات الدولوميت خشنة التبلور. ويبدو أنها تشكلت وفق آليتي الدفن والخلط؛ وقد أسهم هذا النوع برفع قيم النفاذية والمسامية لصخور التشكيلة. كما أن لحادثة التراص الكيميائي دوراً كبيراً في تحديد القدرة الخزنية لصخور التشكيلة، وقد تمثلت هذه الحادثة بظاهرة تشكل البنيات العميدية (الستيلوليت، Styloites)، إذ ميّزت ثلاثة أنواع منها، وهي: الستيلوليت المستطيل الذي يتميز بقدرته على تمرير المواد الهيدروكربونية وتسهيل حركتها، عبره بسبب سعته الكبيرة. أمّا النوعان الآخران، وهما الستيلوليت التموجي وستيلوليت ذيل الحصان فقد ظهرا على شكل عروق متشعبة وعوائق في وجه حركة الموائع الهيدروكربونية، وخاصة بالاتجاه الشاقولي. كما ظهر على حدود التماس بين الحيات بما يعرف بالبنيات الميكروستيلوليتية التي أسهمت أيضاً في تخفيض القدرة الخزنية للصخر عن طريق خفض المسامية بين الحبيبة. أمّا التراص الميكانيكي فقد أسهم على النقيض في خفض الطاقة الخزنية للصخور بسبب الانضغاط (Compaction). كذلك فقد ظهرت حادثة السمنتة (Cementation)، ضمن رسوبيات التشكيلة بأنواع متعددة، وقد أدت بشكل عام دوراً سلبياً، وأدت إلى إنقاص قيمة الخصائص البتروفيزيائية لها. كما بيّنت الدراسات وجود عدة حوادث دياجينيزية أخرى أقل أهمية، وليس لها تأثير يذكر في الخصائص الخزنية لرسوبيات التشكيلة كالبيرتة، والمكرتة، والسيلسة، والفسفتة. الكلمات المفتاحية: الشيرانيش، الستيلوليت، الدياجينيز، سارابا، الدلمتة، المسامية، النفاذية، التراص.

(1) طالب دكتوراه، (2) أستاذ، قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة دمشق، سورية.

## **Diagenesis Effects and their Impact on reservoir Characteristics of the Shiranish Formation of Upper Cretaceous in Sazaba Oil Fields Region in the North East of Syria**

**A. S. Abdullah<sup>(1)</sup> and M. El-Kadi<sup>(2)</sup>**

Received 10/08/2014

Accepted 03/12/2014

### **ABSTRACT**

Shiranish Formation Rocks have particular Petrology 50 that early and subsequent Diagenesis incidents play major role in determining the reservoir properties and lithofacies characteristics, thus determine its oil capabilities and methods of production stages of their reservoir ranges. Dolomitization incidents constitute the most important of these incidents were formed during two phases. The first in the early stages of Diagenesis phenomenon. This dolomite is soft crystals scattered within Micrite floor, these dolomitization did not increase the reservoir ability of the rock. The second type were formed in the late stages. This dolomite consist of coarse dolomite crystallization. It seems that they were formed in accordance with the mechanisms of burial and confusion has contributed to this type by lifting the values of permeability and porosity of the rock. The chemical compaction played stacking a large role in determining the reservoir stacking ability of the rocks which is represented by the phenomenon of Stylolites were three types discriminatev, including: rectangle Stylolites is characterized by its ability to pass and facilitate the movement of hydrocarbons through it because of the large capacity, while others, Wavy Stylolites and horsetail Stylolites appeared in the form of complex Veins and obstacles to the movement of fluids of hydrocarbons, especially the vertical direction. Also appeared on the grain boundaries the so-called berry Microstylolites Structure which also contributed to the reduction in the reservoir stacking ability of the rock. The compaction mechanic has contributed to the overall reduction in the stacking energy of the reservoir rocks. Cementation incident appeared within sediments where multiple types generally played a negative role, and led to the lose of the value of its petrophysical properties by reducing the intergrain porosity.

The studies have shown the presence of several other Diagenesis incidents less important and has no effect on the characteristics of the Shiranish sediments like pyritic, Phosphorylation, micretisation and silification.

**Key Words:** Shiranish, Stylolites, Diagenesis, Sazaba, Dolomitization, Porosity, Permeability, Compaction

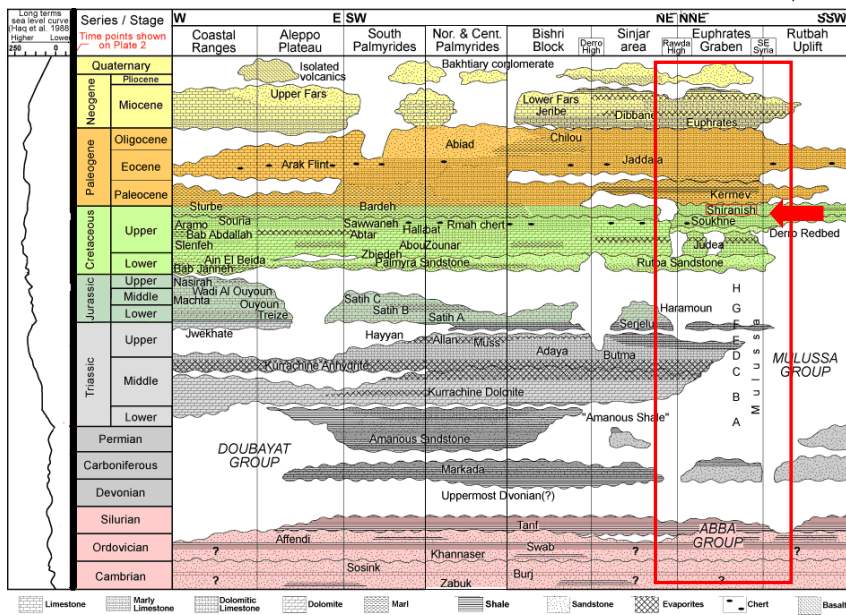
---

<sup>(1)</sup> Ph.D., Student, <sup>(2)</sup>Prof., Department of Geology, Faculty of Sciences, Damascus University, Syria.

## المقدمة

تعدُّ تشكيلة الشيرانيش العائدة لعصر الكريتاسي الأعلى (كامباني أعلى - ماستريختي) من التشكيلات الرئيسية المكونة للعمود الطبقي في سورية. ويعود اسمها إلى قرية شيرانيش إسلام القريبة من مدينة زاخو في شمال العراق (Buday, 1980).

تنتشر هذه التشكيلة على امتداد الأراضي السورية بسماكة تتراوح بين (450-1000م) في منخفض الفرات، وبين (150-400م) في السلسلة التدمرية. أما في منطقة الدراسة فتفاوت سماكتها بين (150-250م)، حيث عثر عليها على أعماق تصل إلى 1400م. وهي منتجة للنفط في بعض الحقول الواقعة في شمال شرق سورية كحقول سازابا (منطقة الدراسة) وحقل بدران وعودة القرييين منها. تعلو هذه التشكيلة تشكيلة الماسيف العائدة لعمر (السينوماني) المؤلفة بشكل رئيس من الدولوميت، وتنتهي بسطح عدم توافق عادي يفصلها عن تشكيلة الكرماف العائدة لعمر الباليوسين، والمؤلفة من الكلس القاسي النقي (محفوظ، 1987)، (الشكل 1).



الشكل (1) مقطع ليثوستراتغرافي لسورية (عن Brew et al., 2001)

درست هذه التشكيلة ضمن إطار الدراسات الجيولوجية الإقليمية لسورية والدول المجاورة، وقد أُشير إليها أول مرة عام 1940 من قبل Henson، (in Buday et al., 1980).

- وفي عام 1970 قدم معهد التخطيط الشرقي السوفيتي G.V.N تقريراً مفصلاً عن الأعمال الاستكشافية، وعن خطط لاستثمار الحقول النفطية المكتشفة التي تتضمن معلومات عن هذه التشكيلة.

- تطرقت المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية إلى هذه التشكيلة (1983) إذ عرفت بتشكيلة الباردة، وذلك اعتماداً على الدراسة الجيولوجية للسلسلة التدمرية - الوحدة الجيولوجية المهنية في جامعة دمشق.

- قامت الشركة السورية للنفط بإعداد تقارير غير منشورة للآبار النفطية في منطقة الدراسة.

- كما درست هذه التشكيلة في حفل عليان من النواحي البتروغرافية والخزنية (Ishak, 1982).

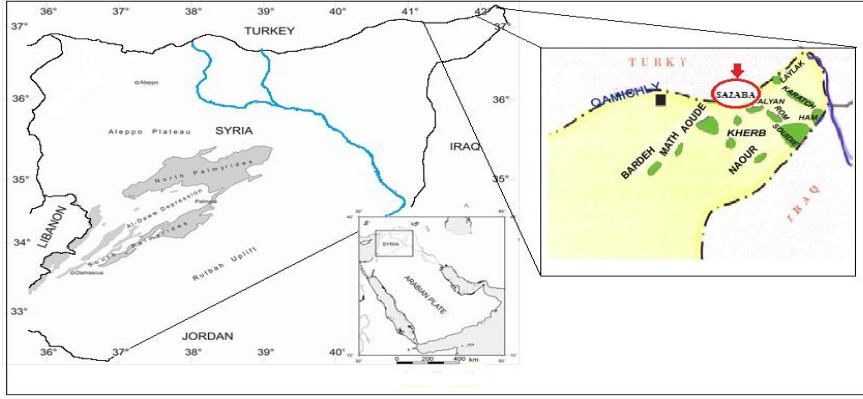
- وأعد (Beicip-Franlab, 1995) تقريراً داخلياً تضمن دراسة هندسية خزنية لرسوبيات تشكيلة الشيرانيش في منطقة حقول سازابا السورية.

- وأشير إلى هذه التشكيلة من قبل (Alsharhan and Nairn, 1997)؛ وذلك من خلال دراستهم لجيولوجية الأحواض الرسوبية وجيولوجية حقول النفط في منطقة الشرق الأوسط.

#### منطقة الدراسة:

تقع منطقة حقول سازابا في شمال شرق سورية ضمن إحداثيات  $X=(210400-)$   $Y=(321000-326800)$ ، وبأبعاد  $18 \times 3.5$  كم، ضمن الوحدة الجيولوجية التكتونية لمنطقة منخفض ما بين النهرين (حوض الميزوبوتامي) على الحدود السورية التركية (الشكل 2). وتتمثل هذه المنطقة ببنية محدبة متطاولة ذات اتجاه عام شرق - غرب، مكونة من عدة قباب (زاربة - سعيد - باباسي) حيث يقطع هذه القباب فالق عادي باتجاه شرق - غرب يميل نحو الجنوب (الشركة السورية للنفط، 1995).

ومن الوجهة البنوية تتألف هذه المنطقة من نطاقين: الأول يقع في الشمال وهو نطاق القامشلي-كراتشوك. أما الثاني فهو نطاق جامبي - عبد العزيز ويقع في الجنوب. يتألف كل نطاق من هذين النطاقين من عدد من البنيات المحدبة المتطاولة، إذ لوحظ وجود مجموعة من الطيات في النهاية الجنوبية للمنطقة تختلف في تشكلها عن البنيات الموجودة في الشمال. ويفصل هذين النطاقين هبوط البليوسين الواسع. تعرضت المنطقة لعمليات هبوط (Subsidence) منذ الباليوزوي، واستمرت حتى الكريتاسي. في حين سادت البركنة في النيوجين وغطت الاندفاعات البركانية (اللافا) أراضي المنطقة.



الشكل (2) موقع حقول سازابا ضمن سورية

#### مبررات الدراسة وأهدافها:

أجريت على تشكيلة الشيرانيش في منطقة حقول سازابا - كما أسلفنا - مجموعة من الدراسات الأولية من قبل الشركة السورية للنفط والشركات الأجنبية. واهتمت تلك الدراسات بالدرجة الأولى بالمواصفات الخزنية للتشكيلة وقدراتها الإنتاجية. لكنّ أيضاً من تلك الدراسات لم يكن بهدف ترسيبي على النطاق الإقليمي، ومن ثمّ لم تحظ التشكيلة بدراسات بترولوجية دياجنيزية مفصلة تفيد في تدقيق خصائصها السحنية والبتروفيزيائية وترتبط بينها. ومن هنا تأتي أهمية هذه الدراسة التي تهدف إلى بيان تأثير حوادث الدياجينيز في رسوبيات التشكيلة، وإظهار منعكسات هذه الحوادث على القدرات الخزنية لنطاقاتها المنتجة.

#### مواد البحث وطرائقه

قامت هذه الدراسة على استخدام المعطيات الجيولوجية تحت السطحية البئرية المتوفرة من فتات ولباب صخري وسجلات جيوفيزيائية بئرية، إذ درس ما يقارب 400م من اللباب الصخري، ودُرست العينات الصخرية بالطرائق التقليدية والجهرية والمجهرية باستخدام المجهر الاستقطابي والمجهر الالكتروني الماسح (S.E.M)، وباستخدام البرامج الحاسوبية ذات الصلة ك (Surfer 11 – petrel).

أُنجزت هذه الدراسة على ثلاث مراحل:

- 1- جمع المعطيات الأولية تحت السطحية عن منطقة الدراسة.
- 2- دراسة اللباب الصخري ووصفه جهرياً ومجهرياً ومطابقتها مع معطيات السجلات الجيوفيزيائية البئرية.
- 3- معالجة النتائج وصياغتها ومناقشتها، واستخلاص النتائج.

## النتائج والمناقشة

### 1- بترولوجية تشكلية الشيرانيش:

تتوزع رسوبيات تشكلية الشيرانيش ضمن ثلاثة مكونات رئيسية (سفلي - أوسط - علوي) تتباين في سماكتها وتركيبها السحني بالاتجاهين الأفقي والשאقولي. يتألف المكون السفلي من وحدتين (A) و (B)، وكذلك الأوسط (C) و (D). أمّا العلوي فيضم ثلاث وحدات (E-F-G) (الشكل 3). تطغى على التشكيلة رسوبيات كربونائية موزعة في ثلاثة أنماط من السحن: كلسية غضارية، وكلسية مدلممة، وكلسية نقية، وتتالي رأسياً على شكل تعاقبات دورية متكررة، إذ يغلب على المكون السفلي تناوبات من صخور كلسية ميكريتية وكلسية غضارية، في حين تسود الصخور الكلسية المدلممة في الوحدة السفلية من المكون الأوسط، لتتحول إلى تناوبات من صخور كلسية غضارية وكلسية مدلممة في الوحدة العلوية منه. أمّا المكون العلوي فيتألف من صخور كلسية وكلسية حطامية مترافقة مع تداخلات رقيقة من صخور كلسية مدلممة، وبشكل أقل كلسية غضارية وغلوكونيتية.

أخذت العينات المدروسة من مجموعة من الآبار الموجودة ضمن منطقة الدراسة وهي:

(Bb 3 - 1476m, ZA 110 - 1506m, ZA 77 - 1412, ZA 1 - 1389m)

The diagram shows a stratigraphic column for the Shiranish formation (ZA-1) divided into three zones: Lower (سفلي), Middle (الأوسط), and Upper (العلوي). The units are labeled A through G, with sub-units A1-A2, B1-B2, C, D1-D2, E1-E2, F1-F2, and G1-G2. The lithology is described as follows: Unit A is a blue-grey sandstone (صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري); Unit B is a blue-grey sandstone (صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري); Unit C is a green sandstone (صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري); Unit D is a green sandstone (صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري); Unit E is a green sandstone (صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري); Unit F is a green sandstone (صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري); Unit G is a green sandstone (صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري). The legend includes symbols for fossils (مخربات, بيوتات حيوانية), textures (مخربات, بيوتات حيوانية), and rock types (صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري, صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري, صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري, صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري). The legend also includes symbols for textures (مخربات, بيوتات حيوانية) and rock types (صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري, صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري, صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري, صخر كلسي مدلممت صغركلسي غضاري).

الشكل (3) المقطع الليثوستراتغرافي للبنى المرجعية (ZA - 1)

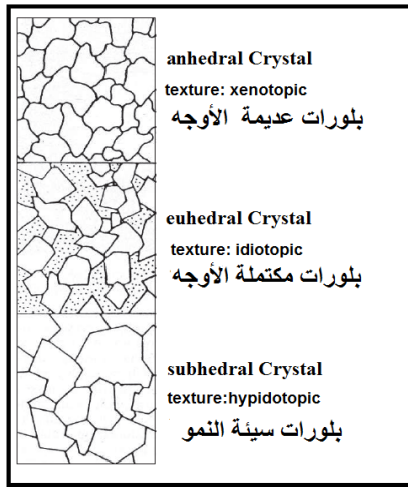
## 2- ظواهر الدياتينيز:

من خلال الوصوف البتروغرافية لرسوبيات تشكيلية الشيرانيش في الآبار التي درست فيها تبين أن للدياتينيز أثراً واضحاً في نسيج رسوبيات هذه التشكيلية، وقد ظهرت أفعالها من خلال عدة حوادث أهمها: (الدلمة - التراص الكيميائي والميكانيكي - السمنتة - الفسفتة - المكترتة والسيلسة)، وفيما يأتي أهم مواصفات كل من هذه الحوادث:

### الدلمة:

أظهرت التحاليل المجهرية تأثر رسوبيات التشكيلية بحوادث الدلمة على نطاق واسع رأسياً على امتداد انتشارها الجغرافي وبينت وجود عدة أنواع من السحنات الدولوميتية موزعة بأشكال وينسب متفاوتة في معظم صخور تشكيلية الشيرانيش. وبنتيجة دراستها المعمقة تبين أنها من الناحية المنشئية على نوعين:

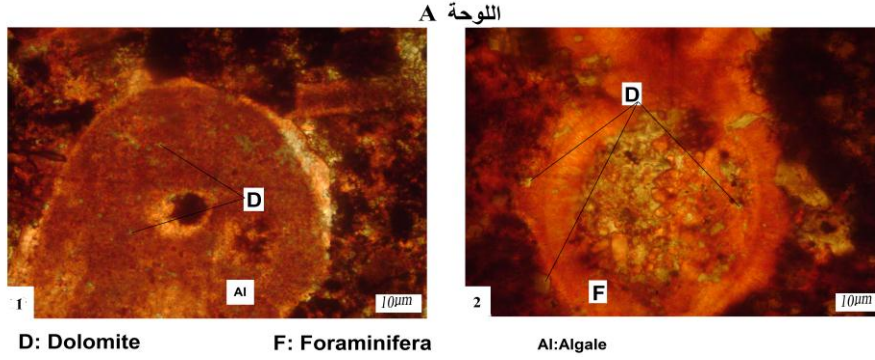
- دولوميا أولية تشكلت في المراحل الأولى من الدياتينيز وهي عبارة عن سحنة تظهر فيها بلورات الدولوميت ناعمة التبلور من نوع euهدral ونسيج idiotopic (الشكل 4).



الشكل (4) البنيات النسيجية للدولوميت (Friedman, 1965)

وقد ثبت وجود هذا النوع ضمن الهياكل المستحاثية المرافقة (المنخربات - الطحالب الحمراء - شووكيات الجلد) أو ضمن أرضية الصخر الميكريتية على شكل بلورات معزولة، يعزى تشكل هذا الدولوميت إلى سببين هما:

- غنى هياكل هذه العضويات بالكالسيت عالي المغنيزيوم. إذ إنَّ هذه العضويات مثل الطحالب الحمراء التي تملك بنية مجهرية التبلور يُستبدل بها دولوميت ناعم التبلور (Sibely, 1982) (اللوحة A).



#### الدلمتة الأولية ضمن الهياكل المستحاثية ضمن رسوبيات تشكيلية الشيرانيش

- ضخ المغنيزيوم من مياه البحر نفسها من خلال التيارات تحت البحرية ضمن الصخور الكربوناتية الميكريتية قليلة الثبات (Land, 1985)، إذ تجري عملية الضخ اليومي للسوائل البحرية الحاوية على هذه الشاردة ضمن رسوبيات (Vadose Zone)، أو من خلال الضخ الشاقولي لهذا السائل. وهذا الآلية قد تفسر تشكل الدولوميت ناعم التبلور التي تراوح أبعاد بلوراته بين (13-65µm) والمميز بنسيج من نوع (idiotopic) (Tucker and Wright, 1990). وهذه الآلية قد توضح وجود الدولوميت ضمن رسوبيات البيئات الواقعة على عمق بين (500 - 1000م).

دولوميا ثانوية لاحقة التشكل، وهي دولوميا ابيجينيزية تظهر على نوعين:

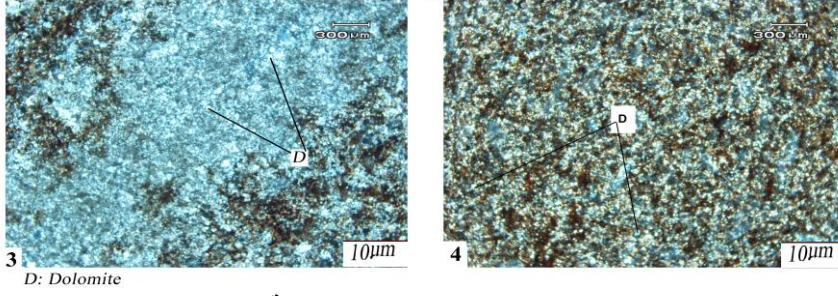
\* دولوميت خشن التبلور يسمى (Saddle) يتميز ببلورات من نوع (euohedral-subohedral) ونسيج من نوع (Idiotopic-xenotopic) (الشكل 4)، الذي يعتقد أنه تشكل وفق آلية الدفن، (Tucker and Wright, 1990)، (الشكل 1-5)، حيث يتطلب درجات حرارة مرتفعة. وبحسب (Gregg and Sibley, 1984) فإن النسيج الاديوتوبي (Idiotopic) يتشكل وفق هذه الآلية بسبب التأثيرات القادمة من الغضاريات والمادة العضوية. وقد تبين أن هذا الدولوميت يشيع ضمن الصخور الكلسية المحاطة بأسرة غضارية، ويفسر ذلك عملية تحول السمغيت إلى ايليت الذي يؤدي إلى انطلاق ( $Mg^{+}$ ) مع ( $Fe^{+}$ ,  $Si^{+4}$ ,  $Na^{+}$ ,  $Ca^{+2}$ ) (McHargue and Price, 1982)، وقد لوحظ انتشاره بكثرة ضمن صخور الوحدة (C) من المكون الأوسط.

\* دولوميت ناعم التبلور من نوع (euohedral) ونسيج (Idiotopic) (اللوحة B)، ناتج عن عمليات الخلط بين المياه العذبة القادمة من اليابسة والمختزقة للصخور الكلسية ومياه البحر (الشكل 2-5). وقد أكد (Moor, 2001) دور النسيج الصخري في هذه العملية الذي يجب أن يحوي مسامية قالبية (Moldic)، ووجود قشرة تحيط بالحبات الكلسية ذات الملاط الكلسي فضلاً عن وجود ملاط من نوع الملاط الهلالي (Meniscus) (Mazzullo, 2000).

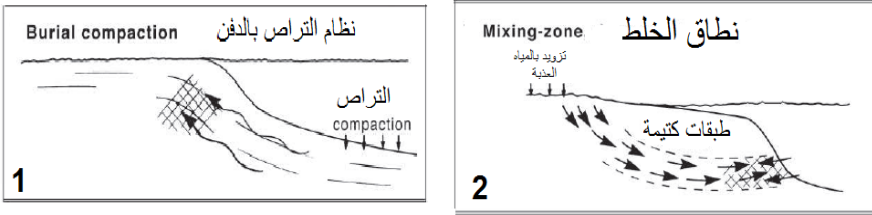


عثر على هذا النوع من الدولوميت على شكل ملاط من النوع الدروزي (drusy). وبحسب (Folk and land, 1975) فإن هذا النوع من الملاط يتشكل وفق آلية الدفن. (الشكل 2-5).

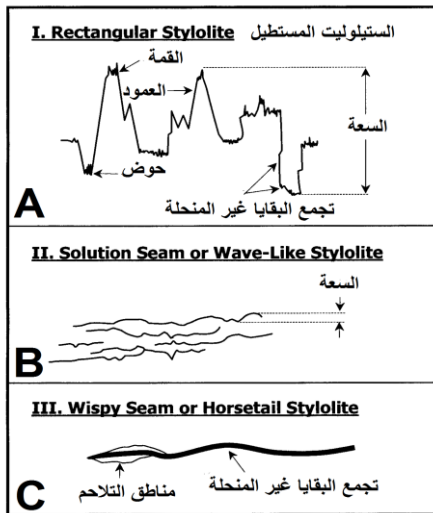
اللوحة B



دولوميت ناعم التبلور لبعض سحنات تشكيلية الشيرانيش



الشكل (5) تشكل الدولوميت وفق آليتي الدفن و الخلط (Tucker. 1985)



الشكل (6) أنواع الستيلوليت المنتشرة ضمن التشكيلية (Koepnick, 1984)

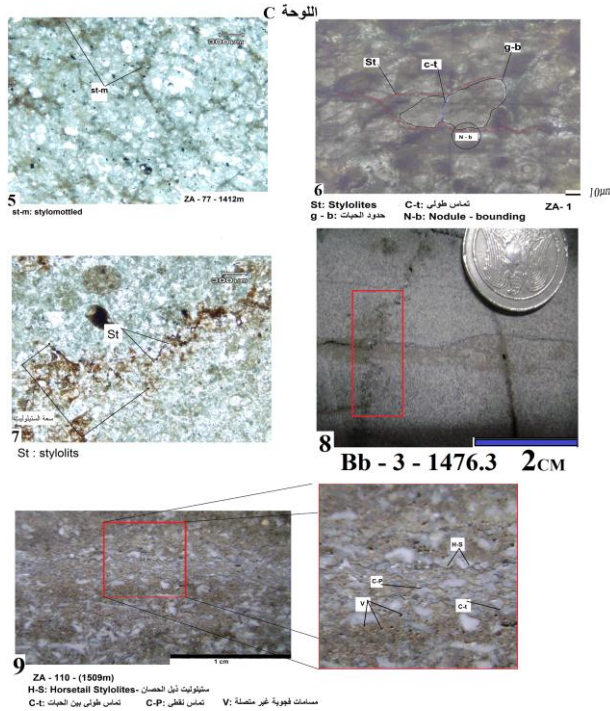
التراص الكيميائي: ويتمثل بعمليات الانحلال التفاضلي التي طالت الحبات ذات الأصل العضوي بشكل خاص وأدت إلى تشكيل أنواع مختلفة من المسامات (الفجوية - القالبية)، وتشكيل البنيات العميدية (الستيلوليتية) الناتجة من عمليات الضغط الانحلالي. وقد مُيزت ثلاثة أنواع من هذه البنيات ضمن صخور التشكيلية، (الشكل 6).

### - الستيلوليت المستطيل (rectangular):

يتميز النوع الشاقولي من هذه العميدات بسعة تتجاوز (1cm)، ويبدو مترافقاً مع الكسور التي تكون مرتبطة برفع البنيات. وغالباً ما يكون له تأثير طفيف في النفاذية وفي الحركة الشاقولية للسوائل. في حين يؤدي الستيلوليت الأفقي منها الناتج من الحمل الرسوبي الدور العكسي، وقد لوحظ انتشار هذين النوعين في المكون العلوي، (الشكل A-6)، (اللوحة C-8).

### - الستيلوليت التموجي أو (الدروز الانحلالية):

وقد تشكل في المراحل الأخيرة من الانحلال الكيميائي ( Garrison and Kennedy, 1977)، وتكون بنياته منفردة أو مجمعة متلاحمة على شكل شبكات متصلة بسعة أقل من 1سم التي من الممكن أن تشير إلى مراحل متتالية من تشكل الستيلوليت. وتشكل هذه الدروز موانع أمام تدفق الموائع شاقولياً؛ وذلك بسبب الاستمرارية الأفقية لها وانقطاعها الشاقولية، (الشكل B-6). لوحظ هذا النوع من الستيلوليت في القسم الأوسط من المكون العلوي، (اللوحة C، 7).



- 5- صخر كلسي عضوي غني بالمنخربات البلاكتونية.
- 6- صخر كلسي مدلمت جزئياً
- 7- صخر كلسي عضوي حاوٍ على منخربات
- 8- صخر كلسي مشقق ذو بنيات ستيلوليتية عمودية على التطبيق
- 9- صخر كلسي عضوي ذو بنيات ستيلوليتية

### أنواع الستيلوليت والبنيات الدياجينيزية الموجودة ضمن رواسب التشكيلة

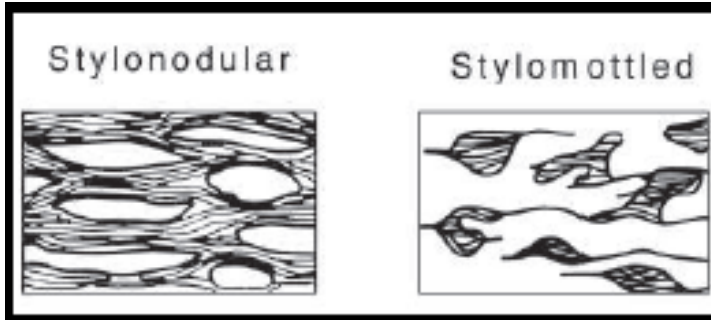
- ستيلوليت ذيل الحصان (Horsetail) أو الدروز الناعمة:

تكون سعتها أقل من 1مم، ويبدو معظمها على شكل دروز في الصخر الكلسي الغضاري، وهي غالباً غير متصلة، ومصاحبة للفواصل الطبقيّة الكتيمة في الخزان. كما تظهر على شكل أنواع لا تشبه شكل دروز الخياطة وخاصة في الصخور الكلسية الغنية بالغضار والمادة العضوية، وقد بيّنت الدراسات صعوبة التمييز بينها. وقد اصطلح على تسميتها بالدروز الغضارية أو الرقائق الموجية أو الناعمة، (Koeppnik, 1988). (الشكل 6-C).  
يكثر هذا النوع من الستيلوليت في القسم السفلي من رسوبيات المكون العلوي، (اللوحة C، 6-9).

شكلت هذه الأنواع المختلفة من الدروز نمطين من البنيات في صخور التشكيلة:

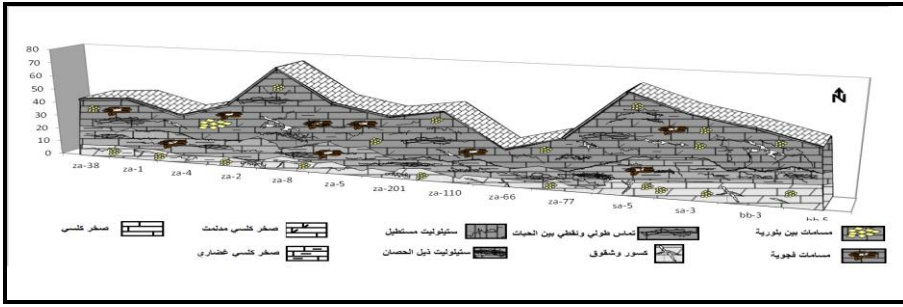
\* Stylonodular (بنيات عقدية: وهي عبارة عن عقد أو عدسات في الحجر الكلسي مفصولة بواسطة شبكات من الستيلوليت، إذ تظهر الأرضية الأم المادة الأقل انحلالية. شوهدت هذه البنية في رسوبيات الجزء العلوي من المكون الأوسط، (الشكل 7).

\* Stylomottled (بنيات مبرقشة): التي تتميز بوجود مواد غير منحلة تنمو ضمن السطوح البينية المنحلة كالدولوميت والكالسيت (الشكل 7)، (اللوحة C، 5).

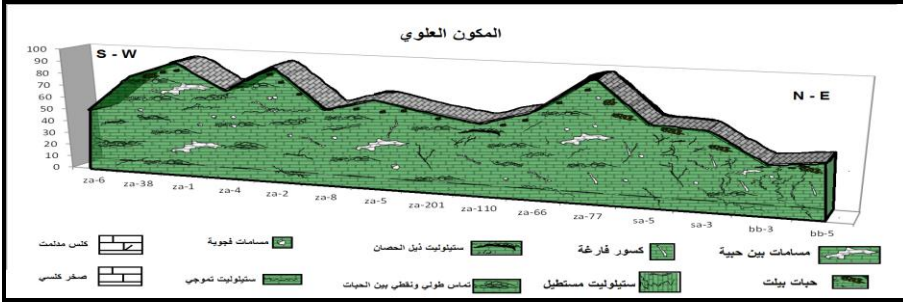


الشكل (7) أنواع البنيات الناتجة من تأثير الضغط الانحلالي (Logan and Semeniu, 1976).

ويظهر الشكلان (8 - 9) انتشار آثار التراص الكيميائي في رسوبيات المكونين الأوسط والعلوي على امتداد منطقة الدراسة.



الشكل (8) خارطة سحنية تظهر آثار التراص الكيميائي على رسوبيات المكون الأوسط على امتداد منطقة الدراسة.



الشكل (9) خارطة سحنية تظهر آثار التراص الكيميائي في رسوبيات المكون العلوي على امتداد منطقة الدراسة.

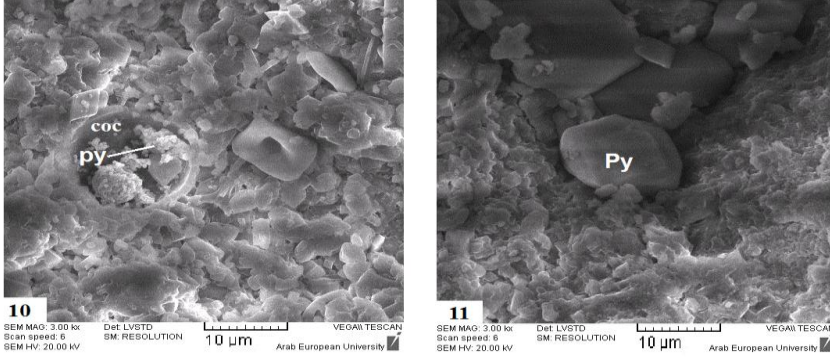
فضلاً عن هاتين الظاهرتين الدياجينيزيتين الواسعتي الانتشار، فقد تعرضت رسوبيات التشكيلية لحوادث دياجنيزية أخرى أقل أهمية وتجلت بما يأتي:

**التراص الميكانيكي:** الذي يتجلى بعمليات تحطم الحبات العضوية وغير العضوية، وهذا ما أدى إلى تشويه معظم معالم الصخر، وعمل على خفض نسبة المسامية باستثناء بعض الحالات التي أدى فيها إلى زيادة في نسبة الفراغات بين الحبات من تحطيم جدران المكونات الصخرية وتهشيمها؛ ما أدى إلى ظهور قنوات اتصال بينها، وقد لوحظت هذه الظاهرة بشكل واضح ضمن رسوبيات المكون العلوي.

**البيرتة:** عثر على فلز البيريت في بعض صخور التشكيلية. إمّا على شكل بلورات واضحة الأبعاد ومنتشرة ضمن الميكريت والميكريت الغضاري المنشكلين في بيئات البحر العميق والمنحدر (Shelf)، (اللوحة D - 10)، أو على شكل مجموعات عنقودية مجهرية (Framboidal) (Flügel, 2010)، متوضعة ضمن الهياكل المستحاثية بأبعاد تصل إلى

(0.3µm)، (اللوحة D-11) ومن المؤكد أن هذه الفلزات البيريتية قد تشكلت من جراء عمليات ارجاع للكبريتات الموجودة ضمن المادة العضوية بواسطة البكتريا التي أدت إلى إنتاج (HS, H<sub>2</sub>S)، وتفاعلها مع الحديد مع توافر شروط مرجعة أسهمت في تشكيل البيريت، (Berner, 1984).

### اللوحة D



coc: Cocolith Py:Pyrite

### البيريت ضمن رسوبيات تشكيلية الشيرانيش

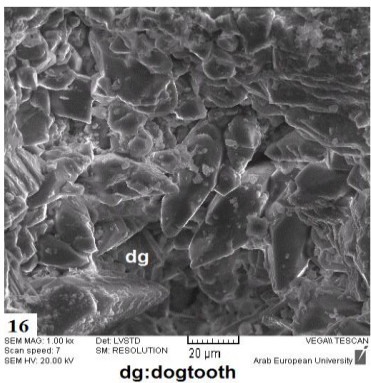
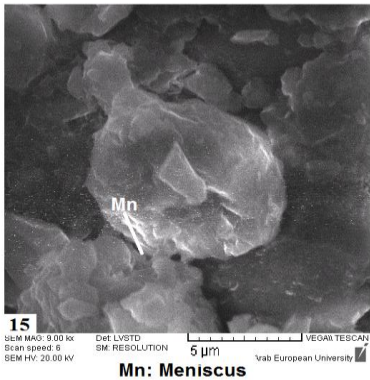
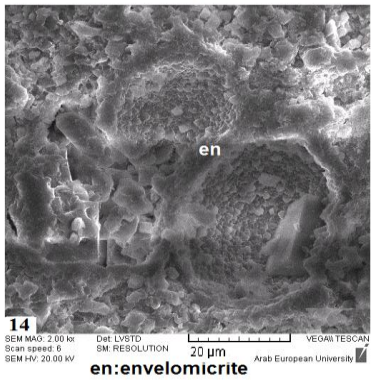
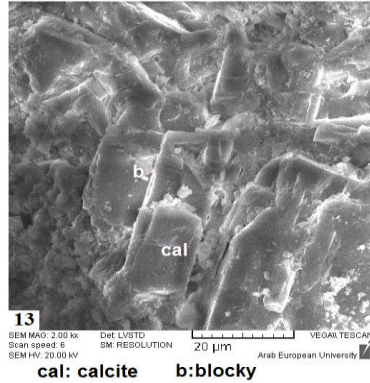
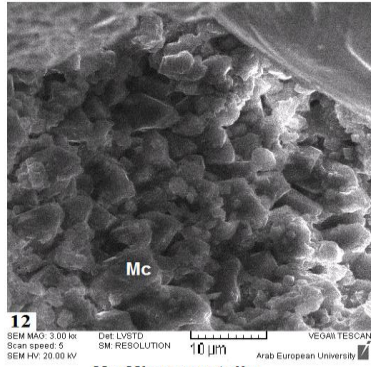
**الفسفة:** لوحظ انتشار المكونات الفوسفاتية بكميات قليلة ضمن بعض الصخور، وتبدو نتاج فسفة بعض الهياكل المستحاثية، كما في رسوبيات الوحدة (G).

**السمنتة:** أوضحت الدراسات التي أجريت على رواسب التشكيلية باستخدام المجهر الاستقطابي والمجهر الالكتروني الماسح وجود أنواع مختلفة من الملائ ضمن سحنات التشكيلية تتدرج ضمن أنواع متعددة، وهي:

[فرط النمو - الشعاعي - Overgrowth - Syntaxial- (الهالي - Meniscus)،  
 (مجهري التبلور - Microcrystalin)، (أسنان الكلب - Dogtooth)، (الدروزي -  
 Drusy)، (النصلي - Bladed)، (الساباري - الكتلي - blocky-sparry)، (الغلاف  
 الميكريتي - envelopmicrite)] (اللوحة E)، (الشكل 10). كما لوحظت مترسبة ضمن  
 الشقوق والفراغات.



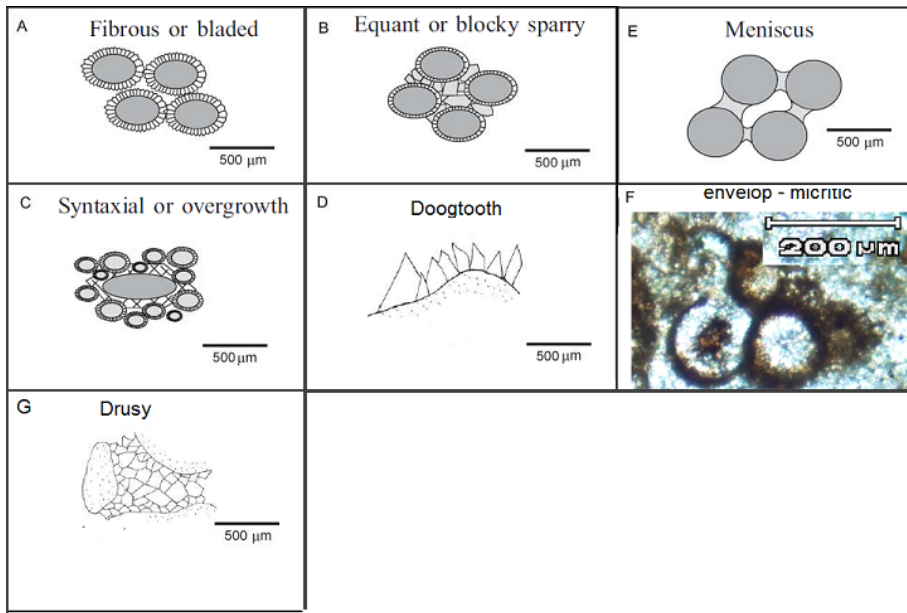
### E اللوحة



أنواع الملاط المنشور ضمن رسوبيات تشكيلية الشيرانيش

وقد شوهدت في بعض الشرائح المجهرية إبر من الأراغونيت ضمن فلزات الكالسيت، وهذا ما قد يفسر بعملية استبدال الكالسيت بالأراغونيت؛ إذ تبدأ ظاهرة انحلال الأراغونيت على أحد الجوانب وترسيب الكالسيت على الجانب الآخر على شكل ملاط من نوع السباريتي أو الدروزي (drusy)، إذ تحل الحبات وتملأ الفراغات وتبقى آثار الحبات محافظة على شكلها؛ وذلك بواسطة حافات من الملاط أو الإطار الميكريتي. وهذا ما قد يسبب بقاء آثار من الملاط الأصلي ضمن رواسب الكالسيت، (Tucker, 2001).

بينت الدراسات أن الملاطات المتشكلة خلال المرحلة المبكرة من الدياتيز مثل (Over Growth) تترسب على سطح الحبات، وذلك بترسيبها ضمن النطاق المضيء. في حين يظهر الملاط المترسب في نطاق (vadose zone) وخاصة الملاط من نوع (الهالي - Meniscus) على شكل حافات غير متناظرة التي تكون أثنى على الجوانب السفلية للحبات أو في مناطق تماس الحبات. كما أكد بعض الباحثين أن عمليات السمنتة التي تجري تحت السطح تنتج بلورات خشنة من الكالسيت أو الدولوميت الخشن (Heydari and Moore, 1993).



الشكل (10) أنواع الملاط عن (Flügel, 2010)

المكرتة والسيلسة: لوحظت هاتان الظاهرتان في بعض الهياكل المستحاثية في بعض الأعماق، ولكن بكميات قليلة جداً. كما هو الحال في صخور الوحدة (D).

## الدراسة الخزنبة

أجريت على رسوبيات تشكيلة الشيرانيش من قبل الشركة السورية للنفط مجموعة من القياسات البتروفيزيائية بهدف تحديد قدرة صخور هذه التشكيلة على خزن المواد الهيدروكربونية وتميرها. وقد نفذت هذه القياسات ضمن مجموعة من الآبار موزعة على كامل حقول سارابا، (الجدول 1,2,3,4)، وقد أظهرت نتائج هذه القياسات وجود مستويات عديدة تتمتع بخصائص بتروفيزيائية متفاوتة تختلف فيها قيم المسامية والنفاذية ومن ثم درجة التشبع بالهيدروكربونات. وقد بيّنت الدراسة البتروولوجية المعمقة ارتباط هذه الخصائص -إلى حد كبير- بحدوث الدياجينيز المختلفة التي تعرضت لها رواسب تلك المستويات الخازنة. وفيما يأتي تأثير كل من هذه الحوادث في القدرات الخزنبة لمجمل تشكيلة الشيرانيش.

الجدول (1) القياسات البتروفيزيائية في البئر (77 - ZA)

ZA - 77			الوصف
المسامية %	النفاذية (m.d)	العمق (m)	
27.332	1.813	1406.5	صخور كلسية مدلمة جزئياً
26.543	4.428	1407.5	ببلورات من الدولوميت الأولى
25.472	1.787	1408.5	ناعم التبلور تخترقها بنيات
19.233	0.98	1410.5	عميدية بكثافة من نوع
22.212	0.9	1411.5	الستيلوليت التموجي وذيل
11.455	0.96	1412.5	الحصان مترافقة مع بنيات
8.827	0.9	1413.5	ميكروستيلوليتية بين حدود
18.513	3.77	1414.6	تماس الحيات

الجدول (2) القياسات البتروفيزيائية في البئر (1 - ZA)

ZA - 1			الوصف
المسامية %	النفاذية (m.d)	العمق (m)	
19.81	191.7	1332	مسامات بين بلورية وبين حبيبة
16.74	137	1334	
15.47	48	1338	
22.41	36	1341	
21.16	31.6	1342	
18.74	7	1345	
19.37	15.7	1348.6	
20.76	6.1	1380	مسامات فجوية وضمن حبيبة



الجدول (3) القياسات البتروفيزيائية في البئر (ZA - 110)

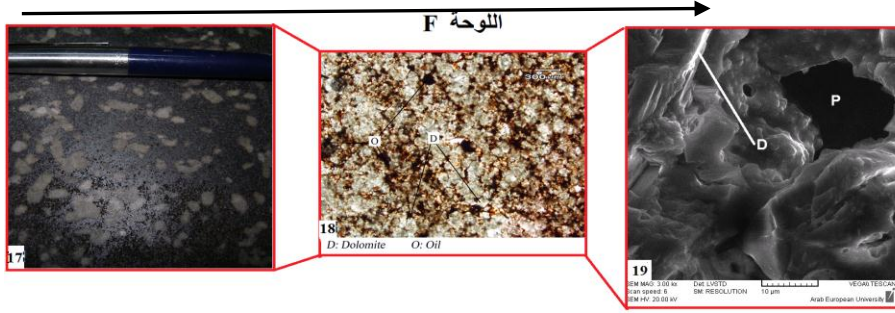
ZA - 110			الوصف
المسامية %	النفاذية (m.d)	العمق (m)	
14.1	1.852	1475	دولوميت خشن التبلور
11.39	8.129	1477	
10.7	43.01	1479	
17.55	35.448	1481	
16.26	1.876	1483	
16.23	2.25	1509.5	
22.63	250.08	1516.5	
19.54	448.02	1577	

الجدول (4) القياسات البتروفيزيائية في البئر (Bb - 3)

Bb - 3			الوصف
المسامية %	النفاذية (m.d)	العمق (m)	
20.99	124.36	1473.5	صخور كلسية تخترقها بنبات عميدية من نوع الستيلوليت المستطيل مع وجود مسامات بلورية وبين حبيبة
24.4	376	1475.5	
21.69	418.68	1476.5	
15.24	130.4	1477.5	
22.89	254.97	1478.5	
22.91	4.68	1479.5	
21.4	97.2	1480.5	
17.7	50.14	1488.5	

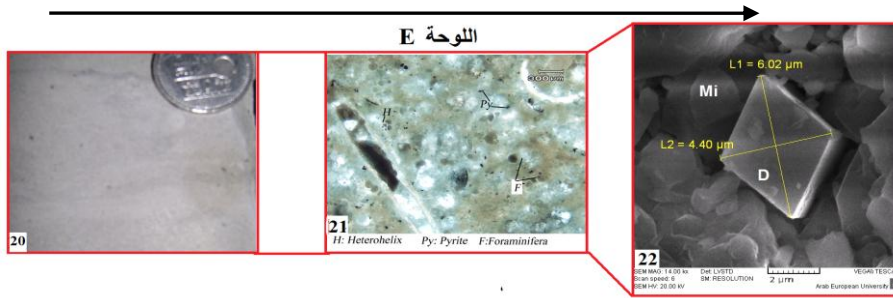
## 1- الدلمتة:

بيّنت قيم الخصائص البتروفيزيائية المقاسة مخبرياً على عينات مقتطعة من صخور النطاقات الخازنية من التشكيلية ارتفاع قيم النفاذية والمسامية بشكل كبير في الصخور الكلسية المدلمتة بشكل شبه كامل، والخشنة التبلور (بأحجام تتجاوز  $500\mu\text{m}$ ) الناتجة من عمليات الدلمتة الثانوية ويعود ذلك إلى احتوائها على مسامية بين بلورية جيدة ومنتصلة فيما بينها، نظراً إلى أنّ هذه المسامات تتمتع بجيومترية وهندسة توضع خاصة، ساعدت بشكل كبير -على اصطياح الفحوم الهيدروجينية، مما زاد وعزز من القدرة الخزنية لهذه الصخور (الجدول 3)، (اللوحة F).



### دولوميت خشن التبلور مترافق مع مسامات بين بلورية (p: Poros, D: Dolomite)

في حين أدت الدلمتة المتشكلة في المراحل الأولى من الدياجينيز والظاهرة على شكل بلورات ناعمة التبلور من نوع euhedral السابحة والمبعثرة ضمن الأرضية الميكريتية إلى زيادة طفيفة في مسامية الصخر دون أن تؤدي إلى أي زيادة في نفاذيته، (الجدول 1)، (اللوحة E). وذلك لانعدام الاتصال بين الفراغات بين البلورية.



### دولوميت ناعم التبلور ضمن أرضية ميكريتية (D: Dolomite, Mi: Micrite)

## 2- أثر التراص الكيميائي:

تمثل دور هذا الفعل الدياجينيزي بحادثة تشكل الستيلوليت الناتجة عن عملية الضغط الانحلالي. وقد اتضح أن الأنواع الثلاثة من الستيلوليت كانت قد أثرت تأثيراً كبيراً في الخصائص البتروفيزيائية لصخور التشكيلة، فقد أسهم النوع الأول (الستيلوليت المستطيل) برفع قيمة النفاذية والمسامية؛ وذلك بسبب امتداداتها الشاقولية والأفقية، وسعتها الكبيرة التي تسمح بتمرير المواد الهيدروكربونية عبرها، (الجدول 4)، (اللوحة C - 9). في حين عمل كل من الستيلوليت التموجي وستيلوليت ذيل الحصان والبنيات الميكروستيلوليتية الناشئة على حدود التماس النقطي والطولي بين الحبات على إنقاص القدرة الخزنية للصخر؛ وذلك بسبب كثافتها وامتداداتها الجانبية المتقطعة مع كونها مستمرة في بعض الأعماق؛ وهذا ما زاد من

قدرتها على تشكيل حواجز بينية للنفاذية تعيق حركة الموائع النفطية، وخاصة بالاتجاه الشاقولي (Garrison and Kennedy, 1977)، (اللوحة C - 7 - 8 - 10) (الجدول 1).

### 3- أثر التراص الميكانيكي:

أدت عمليات التراص الميكانيكي إلى إضعاف القدرة الخزنية لرسوبيات التشكيلة؛ وذلك بسبب تحطيم مكونات الصخر وتهشيمه وهذا ما سبب إغلاق الفراغات والمسامات الموجودة بين الحبات، إلا أن هذه الحادثة أدت دوراً إيجابياً في بعض المناطق وعملت على زيادة قيم النفاذية؛ وذلك من خلال تحطيمها وتهشيمها الكبير لحافات الحبات الصخرية، وإيجاد أوعية اتصال بينها عبر جدار المكونات الصخرية، وهذا ما عزز عملية الاتصال والربط بين الفراغات ورفع القدرة الخزنية لتلك الرسوبيات، (Major et al., 1990, Lucia, 2007)، (اللوحة G-23).

### 4- أثر السمنتة:

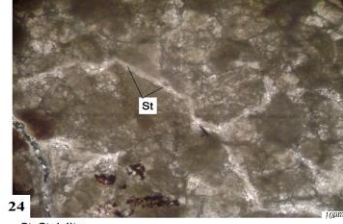
عملت عمليات السمنتة على سدّ الفراغات والمسامات الموجودة جزئياً أو كلياً، فضلاً عن ملئها للشقوق والبنىات العميدية التي تقطع الصخر. وهذا ما أدى إلى إضعاف قيم الخصائص البتروفيزيائية للصخور وتخفيض قدراتها الخزنية، (اللوحة G - 24)، باستثناء بعض الحالات المتمثلة بعمليات السمنتة بالسباريت الخشن والدولوميت اللذين تتجاوز أبعاد بلوراهما  $500\mu\text{m}$ . وهذا ما سبب زيادة في نفاذية الصخر وقدرته على الخزن. كما أسهمت المواد الغضارية اللاحمة التي يكثر وجودها في القسم السفلي من التشكيلة بشكل واضح في نقصان المسامية وإلغاء النفاذية بسبب بنيتها الليفية التي تعمل على ملء الفراغات ضمن الصخور الكلسية.

في حين عزز ظهور المسامات بين البلورية وبين الحبية في زيادة قيم الخصائص البتروفيزيائية، والسماح للصخر بتمرير المواد الهيدروكربونية وتخزينها، (اللوحة G - 25). أما المسامات الفجوية والقالبية الناتجة من عمليات الانحلال التي طالت المكونات الصخرية العضوية وغير العضوية فقد زادت المسامية، ولكنها لم تزد في قيم النفاذية؛ نظراً إلى عدم وجود قنوات اتصال واضحة فيما بينها (Moore, 1989)، (الجدول 2 - 4)، (اللوحة G - 26).

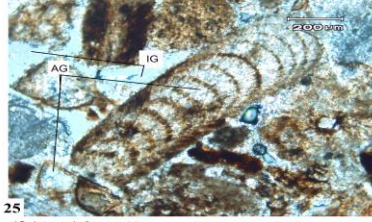
#### اللوحة G



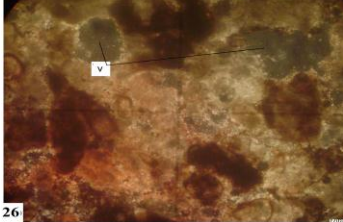
23  
B: Bioclaste SC: Sparite Cement



24  
St: Stylonite



25  
IG: Intergrain AG: Intragrain



26  
v: vuggy

#### شرائح مجهرية تظهر تأثير بعض حوادث الدياجينيز في الخصائص الخزنية للصخر

- 23: صخر كلسي عضوي محطم ومهشم من جراء التراص الميكانيكي  
24: صخر كلسي غضاري ذو بنيات ستيلوليتية مليئة بملاط سباريتي إلى ميكروسباريتي  
25: صخر كلسي عضوي حار على طحالب ومنخربات بلانكتونية  
26: صخر كلسي عضوي فجوي

#### الاستنتاجات

خلصت هذه الدراسة إلى مجموعة من النتائج في المجالين الدياجينيزي والخزني:

##### في المجال الدياجينيزي:

- أثر الدياجينيز تأثيراً كبيراً في رسوبيات التشكيلة من خلال عدة عمليات رافقت العمليات الترسيبية أو حدثت بعدها، وأهمها:

\* الدلمة التي رافقت رسوبيات التشكيلة المندرجة ضمن المكونين الأوسط والعلوي. حيث تم تمييز نوعين أساسيين: دولوميا أولية تشكلت في المراحل الأولى من الدياجينيز التي يتميز ببلورات ناعمة من نوع (euهدral - subهدral)، ودولوميا ثانوية لاحقة الشكل (في المراحل المتأخرة للدياجينيز)، وهي دولوميا ابيجينيزية مؤلفة من دولوميت خشن التبلور يسمى (Saddle)، يتميز ببلورات من نوع (euهدral - subهدral)، ودولوميت ناعم التبلور من نوع (euهدral) ونسيج (Idiotopic)، ويعتقد أن يكون قد تشكل وفق آليتي الدفن والخلط.

- \* التراص الكيميائي: المتمثل بعمليات الانحلال التي طالت المكونات العضوية فضلاً عن عمليات الضغط الانحلالي التي أدت إلى تشكيل البنيات الستيلوليتية التي تتدرج وفق ثلاثة أنواع من الستيلوليت المستطيل، والتموجي، وذيل الحصان).
- \* التراص الميكانيكي: أدى هذا العامل إلى تحطيم الصخر وخلق فراغات ومسامات بين حبات الصخر أو إلى إغلاقها.
- \* البيرتة: وجدت ضمن الصخر اما على شكل بلورات واضحة الأبعاد أو ظهرت ضمن الهياكل العضوية بأشكال عنقودية مؤدية إلى بيرتة تلك الهياكل.
- \* السمنتة: لوحظ وجود أنواع مختلفة من الملاط ضمن سحنات التشكيلة، إذ تعمل على ربط مكونات الصخر مع بعضها بعضاً. كما وجدت مترسبة ضمن الشقوق والفراغات.
- \* الفسفة: ظهرت هذه الحادثة بكميات ضئيلة في رسوبيات الشيرانيش إما على شكل حبات أو عقد فوسفاتية أو هياكل مستحاثية مفسفة.
- \* المكربة والسيلسة: ثبت وجودهما في مستويات قليلة من التشكيلة مؤثرة في هياكل بعض المستحاثات.

### في المجال الخزني:

أظهرت هذه الدراسة تأثير حوادث الدياجينيز في القدرة الخزنية لرسوبيات الشيرانيش بنسب متفاوتة. فقد تبين أن ظواهر البنيات العميدية من النوع الثالث (ذيل الحصان) فضلاً عن عمليات التراص الميكانيكي أثرت تأثيراً سلبياً، وأدت إلى إضعاف القدرة الخزنية للصخر. في حين أسهمت كل من عمليات الدلمتة وظهور المسامات بين البلورية وبين الحبية، فضلاً عن ظهور بنيات عميدية من نوع الستيلوليت المستطيل، والتراص الميكانيكي الذي أسهم في تحطيم حافات المكونات الحبية وتهشمها وخلق ممرات وأقنية اتصال بين الحبات؛ مما أدى إلى رفع قيم المسامية والنفاذية الفعالة.

أمّا فيما يتعلق بالمسامات الفجوية وضمن الحبية فقدت عززت قيم المسامية الكلية، ولكنها لم تُضف أية زيادة على قيم النفاذية الفعالة؛ وذلك لعدم اتصالها مع بعضها بعضاً.

## المراجع References

- الشركة السورية للنفط. (1995). دراسة هندسية بترولية لحقل سزابا.  
محفوظ. م. (1987). تكوين الشييرانيش شمال شرق سورية - المجلة الجيولوجية السورية - العدد (1).  
الوحدة الجيولوجية المهنية لجامعة دمشق. (1983). الدراسة الجيولوجية للسلسلة التدمرية من خلال المقاطع الجيولوجية النموذجية لأغراض التنقيب والمسح الجيولوجي - العقر 14 ن ع.  
Alsharhan, A. S., Narin, A. E. M. 1997. Sedimentary basins and petroleum geology of the Middle East. *Elsevier*: 375-392.  
Berner, R. A., 1984. Sedimentary pyrite formation: an update. *Geochim. Cosmochim. Acta*48, 605-615.  
Brew, G., Barazangi, M., Al-Maleh, A. K., Sawaf, T. 2001. Tectonic and Geologic Evolution of Syria. *GulfPetroLink, Bahrain. GeoArabia* 6: 573-616.  
Buday, T., 1980 The regional geology of Iraq. V.1. Stratigraphy and paleogeography, 445pp.  
Flügel, E., 2010. *Microfacies of Carbonate Rocks*, 2nd ed., DOI 10.1007/978-3-642-03796-2\_2, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg.  
Folk, R.L. & Land, L.S., 1975. Mg/Ca ratio and salinity, two controls over crystallization of dolomite. *Bull. At. Ass. petrol. Geol.* 59, 60-68.  
Friedman, G. M., 1965. Terminology of recrystallization textures and fabrics in sedimentary rocks. - *J. Sed. Petrol.*,35, 643-655.  
Garrison, R. E., and Kenedy,W.J., 1977. Origin of solution seams and flaser structure in Upper Cretaceous Chalks of Southern England: *sedimentary Geology* 19:107 - 138.  
Heydari, E., and C. H. Moore., 1993. Zonation and geochemical patterns of burial calcite cements: Upper Smackover Formation, Clarke County, Mississippi: *Journal of Sedimentary Petrology*, 63: 44-60.  
Koepnick, R. B., 1984. Distribution and vertical permeability of stylolites within a Lower Cretaceous carbonate reservoir Abu Dhabi, United Arab Emirates: paper presented at the seminar of stylolites in Abu Dhabi 6<sup>th</sup> - 8<sup>th</sup> Nov. 1983. Sponsored by Abu Dhabi national reservoir research foundation, p.261-278.  
Koepnick, R. B., 1988. Significance of stylolites development in hydrocarbonate reservoirs with an emphasis on Lower Cretaceous of the Middle east. *Geological society of Malaysia, Bulletin*, 22: 23-43.  
Land, L.S., 1985. The origin of massive dolomite: *Journal of Geological Education*, 33: 112-125.  
Logan, B.W., Semeniuk, V., 1976. Dynamic metamorphism; process and products in Devonian carbonate rocks; Canning basin, western Australia. - *Geological Society of Australia, Spec. Publ.*, 6, 138 pp.  
Lucia, F. J., 2007. *Carbonate Reservoir Characterization* Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- Major, R. P., 1990. Vander Stoep GW, Holtz MH Delineation of unrecovered mobile oil in a mature dolomite reservoir: East Penwell San Andres Unit, University Lands, West Texas. The University of Texas at Austin, Bureau of Economic Geology, Report of Investigations (194): pp.
- Mazzullo, S. J., 2000. Organogenic dolomitization in peritidal to deep - sea sediments: J. Sediment. Res. 70 10 – 23.
- McHargue, T. R. & Price, R.C., 1982. Dolomite from clay in argillaceous or shale-associated marine carbonates. J. sedim. Petrol. 52: 873-886.
- Moore, C. H., 1989. Carbonate diagenesis and porosity: New York, Elsevier, p338.
- Moore, C., 2001. Carbonate reservoirs. – 460 pp., Amsterdam(Elsevier).
- Sibley, D. F., 1982. The origin of common dolomite fabrics. J. sedim. Petrol. 52: 1987-1100.
- Tucker, M. E., 1985. Shallow-marine carbonate and facies models. – In: Benchley, P. E., Williams, B.P. (eds.): Sedimentology: recent developments and applied aspects. – Geological Society of London, Special Publications, 18: 139-161, London.
- Tucker, M. E., Wright, V. P., 1990. Carbonate Sedimentology. Blackwell Scintific publication, Oxford, London
- Tucker, M. E., 2001. Sedimentary Petrology. An introduction to the origin of sedimentary Rocks. Department of Geological Sciences University of Durbam. 287pp.