

## دراسة بتروغرافية وجيوكيميائية لظاهرة الدلمتة في صخور الجوراسي الأوسط في رقعة القرداحة

د. أحلام إبراهيم\*

د. ندى سلمان\*\*

ربيع منصور\*\*\*

تاريخ الإيداع 16 / 7 / 2020. قُبِلَ للنشر في 1 / 10 / 2020

### □ ملخص □

نفذت هذه الدراسة في رقعة القرداحة الواقعة في الشمال و الوسط من السلسلة الساحلية في شمال غرب سوريا، بهدف تحديد انتشار ونموذج الدلمتة في المنطقة نظراً لأهمية هذه العملية (الدلمتة) العلمية والاقتصادية، تم رفع ثلاثة مقاطع ستراتيجرافية في شمال ووسط وجنوب منطقة الدراسة و أخذ منها عينات صخرية و جهزت مئة شريحة مجهرية للدراسة بالمجهر الاستقطابي قبل وبعد تلطيخها بمحلول أحمر اللازيرين فريسيانيد البوتاسيوم للكشف عن الدولوميت الحديدي والكالسيت، وأجري تحليل XRF على العينات الصخرية لمعرفة نسب الأكاسيد الرئيسية فيها، بينت الدراسة أن الدلمتة في المنطقة تتبع نموذج الارتجاع- انحسار، كما بينت خلو الجزء الشمالي لمنطقة الدراسة من أي أثر لعملية الدلمتة في الجزء في حين تنتشر في وسط وجنوب المنطقة، وبينت وجود أربعة أنواع من النطاقات حول بلورات الدولوميت من الداخل باتجاه الخارج: 1- نطاق دولوميتي، 2- نطاق كالسيتي، 3- نطاق دولوميتي حديدي، 4- نطاق هيماتيتي، يعكس وجود النطاقات عدة مراحل من الدياجينيز تبدأ بتشكيل النطاق الدولوميتي نظراً لزيادة النسبة Mg/Ca مما يؤدي استبدال  $Ca^{2+}$  بـ  $Mg^{2+}$ ، في بلورات الكالسيت الأولية وتشكل بلورات دولوميت مبكرة.

الكلمات المفتاحية: دلمتة، جوراسي، رقعة القرداحة، دياجينيز.

\* أستاذ مساعد - قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. [Ahlam.ibrahim@tishreen.edu.sy](mailto:Ahlam.ibrahim@tishreen.edu.sy)

\*\* أستاذ مساعد - قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. [Salman.nada@gmail.com](mailto:Salman.nada@gmail.com)

\*\*\* طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. [rabeamansoor@gmail.com](mailto:rabeamansoor@gmail.com)

## Petrological and Geochemical Study of Dolomitization in the Middle Jurassic Rock of AL-Querdaha Sheet

Dr. Ahlam Ibrahim\*  
Dr. Nada Salman\*\*  
Rabea Mansour\*\*\*

(Received 16 / 7 / 2020. Accepted 1 / 10 / 2020)

### □ ABSTRACT □

This study was carried out in AL-Querdaha Sheet, in the north and center of the coastal chain in northwestern Syria, in order to determine the spread and model of dolomitization in the region due to its importance (scientific and economic), three stratigraphic sections were raised in the north, center and south of the study area and take rock samples from them, one hundred microscopic slides were prepared for study with of polarizing microscope before and after staining with Alizarin Red, Potassium fiesianide solution to detect Ferroan dolomite and calcite, XRF analysis was also performed on the rock samples to determine the percentage of major oxides in them, the study showed that the dolomitization in the region follow seepage- reflux model, it also showed that the northern part of the study area is free from any trace of the dolomitization, while it is spreading in the center and south of the region, and showed There are four types of zones around the dolomite crystals from the inside out: 1-dolomite zones, 2-calcite zones, 3- ferroan dolomite zones, 4- hematite zones, the presence of the zones reflects several stages of the Diagenese, starting with the formation of the dolomitic zones due to the increase in the ratio Mg/Ca, which leads to the replacement of Ca<sup>2+</sup> by Mg<sup>2+</sup> in the initial calcite crystals and the formation of early dolomite crystals.

**Keywords:** Dolomitization, Diagenese, Jurassic, AL-Querdaha Sheet.

\* Associate Professor - Department of Geology, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria. [Ahlam.ibrahim@tishreen.edu.sy](mailto:Ahlam.ibrahim@tishreen.edu.sy)

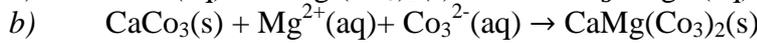
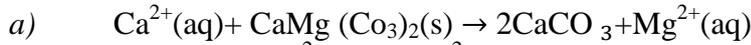
\*\* Associate Professor - Department of Geology, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria. [Salman.nada@gmail.com](mailto:Salman.nada@gmail.com)

\*\*\* Postgraduate Student - Department of Geology, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria. [rabeamansoor@gmail.com](mailto:rabeamansoor@gmail.com)

**مقدمة:**

يعتبر الدولوميت من الصخور الرسوبية وهو فلز لا مائي يتكون من كربونات الكالسيوم والمغنيزيوم ويأخذ الصيغة الكيميائية التالية  $CaMg(CO_3)_2$ ، تمت دراسة الدولوميت من قبل عدد كبير من الباحثين في العالم ولا زالت بعض المفاهيم حول آلية تشكله غامضة فنماذج تشكل الدولوميت مقسمة إلى قسمين: 1- دولوميت أولي 2- دولوميت ثانوي (Pichler & Humphrey, 2001) ينتج الدولوميت الأولي عن الترسيب المباشر من المحلول المائي خاصة في درجة حرارة الغرفة أو بالقرب منها ولا يتضمن انحلال الكالسيت (Wells, 1962) بينما يتشكل الدولوميت الثانوي عن طريق استبدال الكالسيت الفلزي الموجود مسبقاً وتسمى هذه العملية الدلمتة (Dolomitization).

تعتمد كمية الدولوميت المتشكلة على تفاعل العناصر المتكافئة (الداخلة في التفاعل) وعلى درجة حرارة وتركيب سوائل الدلمتة (Morrow, 1982; Land, 1985; Machel & Mountjoy, 1986; Machel et al, 1996) يمكن أن تتمثل الدلمتة بمعادلتين:



إن كل من المعادلتين a,b هي نماذج لقياس تفاعل العناصر الداخلة في التفاعل على سبيل المثال :



يمكن استخدام المعادلة c لتمثيل الدلمتة بشكل عام لأنها تحتوي على المعادلتين a,b، من أجل  $x=0$  فإن المعادلة c تصبح المعادلة a ومن أجل  $x=1$  فإن المعادلة c تصبح b.

يوجد عدة نماذج متداخلة لتشكل الدولوميت يمكن تصنيفها في عدة مجموعات رئيسية (Machiel, 2004): 1- نموذج الدولوميت المتشكل بعد فترة قصيرة من توضع الرسوبيات (أو المتزامن مع الترسيب) ونموذج المنشأ العضوي للدولوميت، 2- نموذج البيئات متوسطة الملوحة ونطاق التداخل، 3- نماذج البيئات عالية الملوحة والسبخات والارتجاع، 4- نماذج البيئات عالية الملوحة والسبخات والارتجاع، 5- نماذج وبيئات الدفن العميق-المتوسط (تحت السطحية).

إن الدولوميت الأولي نادر الحدوث ويتشكل في البحيرات واللاغونات ومعظم الدولوميت الموجود حالياً يكون ناتج عن عملية استبدال (Mehmood et al, 2018) معظم الدولوميت في الطبيعة لديه فائض من كربونات الكالسيوم ويقابله عجز في كربونات المغنيزيوم بالإضافة إلى عدم وجود فصل كامل بين طبقات الكالسيوم والمغنيزيوم في البنية البلورية للدولوميت (Machel, 2016)، تتميز بلورات الدولوميت بظاهرة التمنطق حيث تتشكل مجموعة من النطاقات حول بلورات الدولوميت ويعود السبب في ذلك إلى التغير في تركيب سوائل الدلمتة (Katz, 1971) حيث تتحكم النسبة Mg/Ca بطبيعة النطاقات المتشكلة، تتشكل نطاقات الدولوميت المثالي عندما تصبح النسبة Mg/Ca في سوائل الدلمتة 20-40 (Deffeyes et al, 1964, 1965; Illing et al, 1965; Sass, 1965; Shinn et al 1965; ) مما يؤدي إلى انخفاض النسبة Mg/Ca (Kinsman 1969; Lovering, 1969) تتشكل نطاقات الكالسيت عندما يتم تخفيف سوائل الدلمتة بمياه بحرية عادية مسبقاً مؤدية إلى تشكيل نطاقات الكالسيت وتسمى هذه العملية انحلال الدلمتة وقد تم دراسة هذه الظاهرة من قبل عدد من الباحثين منهم (Evamy, 1967) يوجد ثلاثة شروط لانحلال الدلمتة: 1-نسبة عالية من Ca/Mg، 2- (ضغط ثاني أكسيد الكربون) أقل من 0.5atm، 3- درجة الحرارة أقل من 50 درجة مئوية (Groot, 1967).

**أهمية البحث وأهدافه:**

تهدف الدراسة إلى تحديد انتشار الدلمتة في المنطقة ونوع الدلمتة وظروفها بالإضافة إلى تحديد البيئات التي تشكلت فيها الصخور الدولوميتية. تكمن أهمية هذه الدراسة في ناحيتين: 1- علمية تتمثل بدراسة الدلمتة وظروفها ودرجات الحرارة التي تمت فيها هذه العملية، 2- اقتصادية تتمثل في كون هذه العملية تزيد من نسبة المسامية بمقدار 13% مما يدل على أنها تحسن الخصائص الخزنية للصخور.

**طريقة العمل:**

تم القيام بست جولات حقلية لمنطقة الدراسة ورفع ثلاثة مقاطع طبقية بغية أخذ عينات صخرية منها وتم تحضير (100) شريحة مجهرية من العينات الصخرية المأخوذة من الجولات الحقلية باستخدام جهاز القطع الموجود في قسم الجيولوجيا في جامعة تشرين، بغية دراستها تحت المجهر الاستقطابي لتحديد تركيبها البتروغرافي وتمت معاملة الشرائح الصخرية بمزيج محلول أحمر اللازيرين ومحلول فريسيانيد البوتاسيوم بغية الكشف عن الكلس والدولوميت والدولوميت الحديدي في العينات وتم تحضير محلول فريسيانيد البوتاسيوم بمزج 0.5 g من فريسيانيد البوتاسيوم مع 100ml من حمض كلور الماء المخفف وتم مزج كمية من محلول فريسيانيد البوتاسيوم مع مثليها من محلول أحمر اللازيرين (Dickson, 1965) عند تطيخ الشريحة بهذا المزيج يتلون الكلس باللون الأحمر والدولوميت يبقى بدون لون في حين يتلون الدولوميت الحديدي باللون الأخضر الزيتي، وتم القيام بتحليل الأكاسيد الرئيسة في العينات الصخرية باستخدام جهاز XRF (الفلورة بالأشعة السينية) الموجود في المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية في دمشق.

**الإطار الجيولوجي العام لمنطقة الدراسة:**

تقع منطقة الدراسة فيا لوسط إلى الشمال من الجبال الساحلية على بعد 30 km جنوب شرق مدينة اللاذقية ويحدها من الشمال رقعة الحفة ومن الجنوب رقعة القدموس ومن الشرق سهل الغاب ومن الغرب السهل الساحلي السوري (Rosky, 1987). من الناحية الستراتغرافية يتكشف الجوراسي بشكل واسع في السلسلة الساحلية وتكون توضعاته كربوناتية بشكل عام (صخور كلسية ودولوميتية) وتم تقسيمه إلى خمس تشكيلات نموذجية هي: 1-تشكيلة الطريز، 2- تشكيلات العيون، 3- تشكيلات المشتى، 4- تشكيلات وادي العيون، 5- تشكيلات الناصرة (Mouty, 1997). من الناحية التكتونية تقسم منطقة القرداحة إلى كتلتين (شمالية وجنوبية) وذلك بفالق نهر السن الممتد من الشرق (منطقة حصنان ياشوط) إلى الغرب (نوع نهر السن) تغطي الكتلة الشمالية أكثر من 75% من المنطقة ويمكن وصفها بنجد وحيد الجانب أما الكتلة الجنوبية فيمكن وصفها كنجد منحرف يميل إلى الغرب. يتمثل التطور الباليوجغرافي للمنطقة خلال الجوراسي بأنها كانت عبارة عن حوض بحري يزداد عمقاً باتجاه الجنوب (Mouty, 1997).

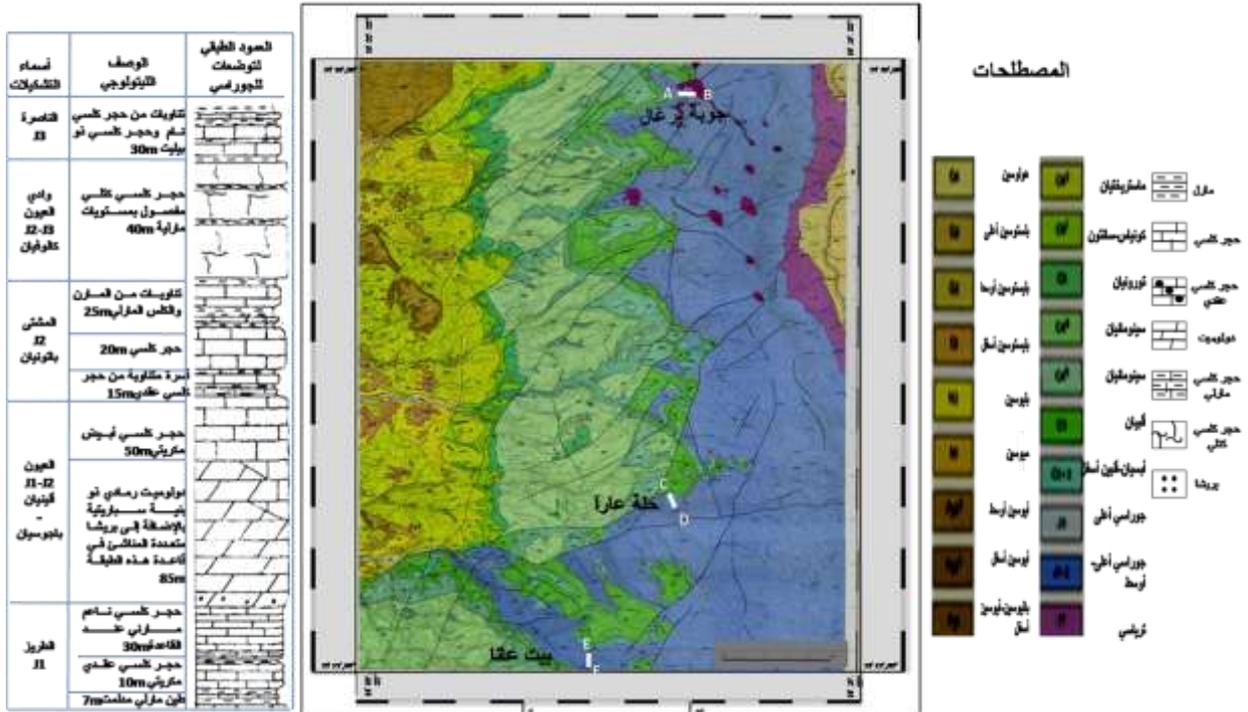
**النتائج والمناقشة:****1- المقاطع المدروسة:**

من خلال الجولات الحقلية التي تمت على منطقة الدراسة تم رفع ثلاثة مقاطع جيولوجية، المقطع الأول في الشمال (قرية جوبة برغال) (إحداثيات بداية المقطع 35°) 36° N / 10' 2" 29' 9" E والثاني في الوسط (قرية حلة عارا) (إحداثيات بداية المقطع 35°) 36° N / 10' 00" 19' 00" E والمقطع الثالث في الجنوب (قرية بيت عانا) (إحداثيات

بداية المقطع 35° N / 36° E 7' 00" 15' 1" (الشكل 2,1) (جدول 1) تم أخذ العينات من المقاطع المرفوعة بمعدل عينة كل 10m.



الشكل (1) صورة فضائية لغرب سوريا محدد عليها منطقة الدراسة



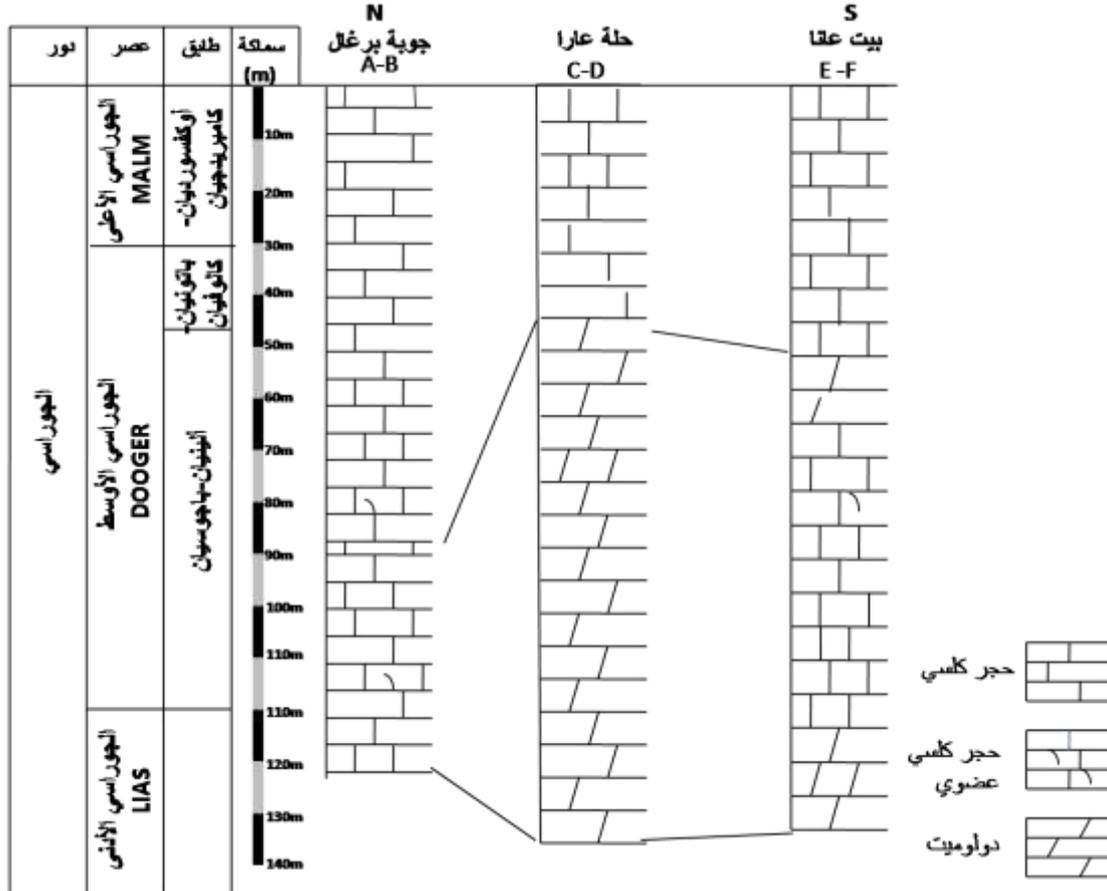
الشكل (2) المذكرة الإيضاحية لرقعة القرداحة (Rosky, 1987) بمقياس: 1: 50000، يظهر على الخارطة المقاطع التي تم رفعها في منطقة الدراسة: A (مقطع جوية برغال)، B (مقطع حلة عارا)، C (مقطع بيت عانا) كما يظهر العمود الطبقي لتوضعات الجوراسي في السلسلة الساحلية (Mouty, 1997).

(جدول 1) يوضح الوصف الليتولوجي للأعمدة الستراتغرافية الثلاثة التي تم رفعها في منطقة الدراسة.

الوصف الليتولوجي	الارتفاع (م)	أسم العمود
0-45 (م) عبارة عن صخور متطبقة من الحجر الكلسي العضوي الحامضي على منخربات. 45-90 (م) عبارة عن تطبيقات سمكية من الحجر الكلسي غير المدلمت (قمة الجوراسي الأوسط). 90-115 (م) عبارة عن تطبيقات ديسمترية إلى مترية من الحجر الكلسي غير المدلمت في قاعدة الجوراسي الأعلى وتتحول في القمة إلى توضعات كتلية غير واضحة التطبيق يعلوها المارل العائد إلى الألبسيان.	115-0 (م)	جوية برغال
0-80 (م) عبارة عن توضعات كتلية غير واضحة للتطبيق من الدولوميت ذات لون رمادي غامق. 80-100 (م) عبارة عن تطبيقات مترية من الصخور الكلسية. 100-130 (م) عبارة عن توضعات غير واضحة للتطبيق من الصخور الكلسية تعود للجوراسي الأعلى ويغيب مارل الألبسيان نتيجة وجود فائق في قمة الجوراسي الأعلى.	130-0 (م)	حلة عارا
0-40 (م) عبارة عن تطبيقات سمكية تكون مدلمتة في قسمها السفلي حتى سماكة 15 (م) وتتحول في قسمها العلوي إلى صخور كلسية 40-73 (م) عبارة عن صخور كتلية غير واضحة للتطبيق من الصخور الكلسية وتصبح في قسمها العلوي كلسية مدلمتة 73-125 (م) عبارة عن صخور كلسية غير متطبقة تشكل قمة الجوراسي	125-0 (م)	بيت عانا

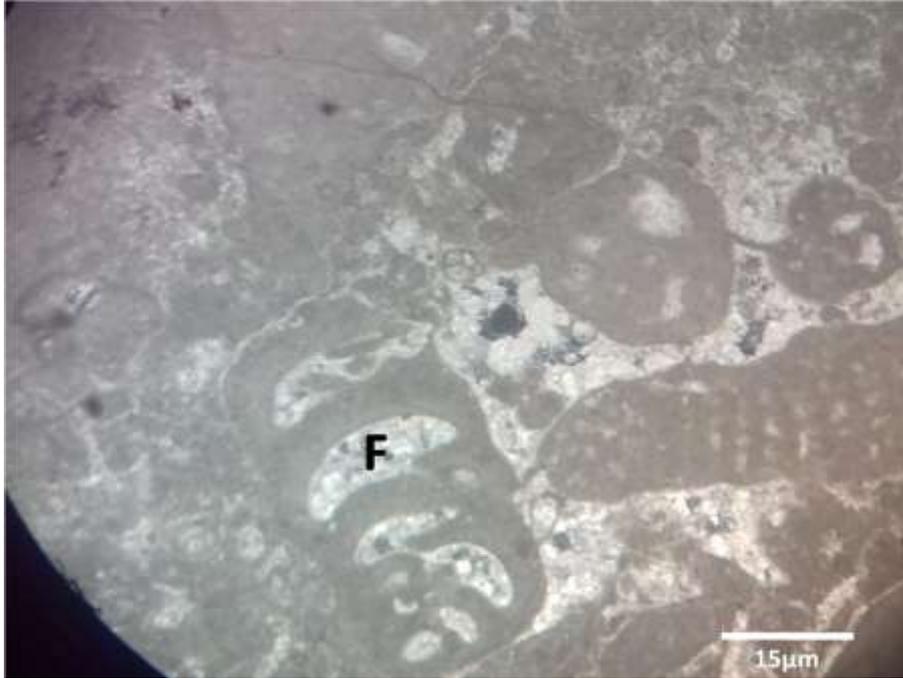
## 2- الدراسة المجهرية:

من خلال الدراسة البتروغرافية للشرائح الصخرية وعددها 100 شريحة مجهرية مأخوذة من المقاطع الثلاثة ومن خلال اجراء المضاهاة الليتولوجية بين هذه المقاطع (الشكل 3) تبين وجود طبقة مدلمة تزداد ثخانتها من الشمال باتجاه الجنوب.



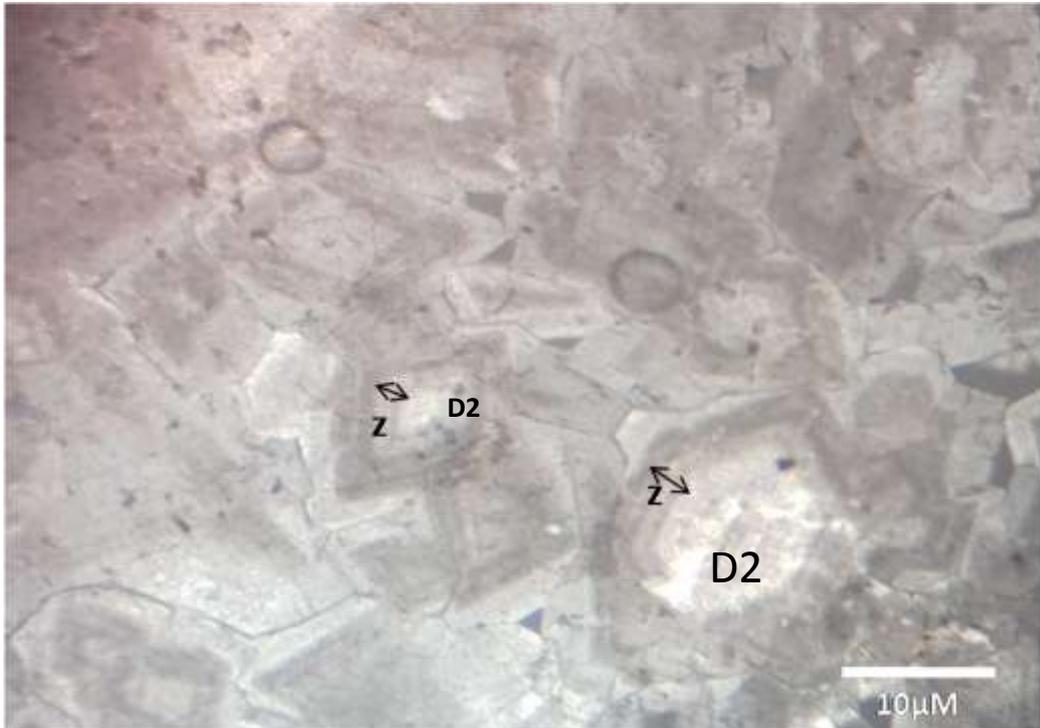
الشكل (3) مضاهاة ليتولوجية بين المقاطع الجيولوجية المقامة في منطقة الدراسة بهدف تحديد انتشار الدلمة في المنطقة.

من خلال الدراسة المجهرية للعينات الصخرية في المقطع الأول تم العثور على منخربات قاعية (*Fugagnoli*, *Cymbriaellalorigae* FUGAGNOLI 1999 تشير إلى: أعلى الأليينيان-أسفل الباجوسيان على سماكة 36m ولم يلاحظ أي أثر لعملية الدلمة في المقطع الأول (الشكل 4).



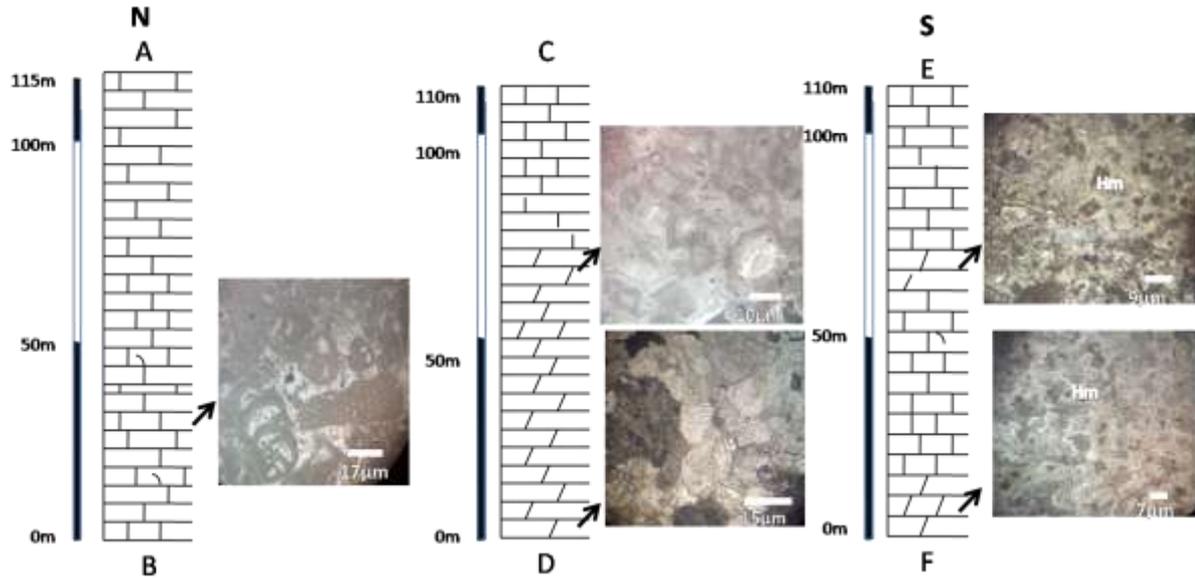
الشكل (4) صورة مجهرية لمستحاثات (F) من المنخربات القاعية *Cymbriaellalorigae FUGAGNOLI* تشير إلى عمر: أعلى الألينيان-أسفل الباجوسيان (Fugagnoli, 1999).

كذلك تبين وجود بلورات دولوميت منمنطقة ذات نسيج مستوي ووجوه بلورية مكتملة في المقطع الثاني وتستمر حتى سماكة 80m (الشكل 5).



الشكل (5) صورة مجهرية لبلورات الدولوميت ذات الحواف المستقيمة والوجوه البلورية المكتملة (D2) في مقطع حلة عارا، وتكون النطاقات (Z) كثيفة حول بلورات الدولوميت.

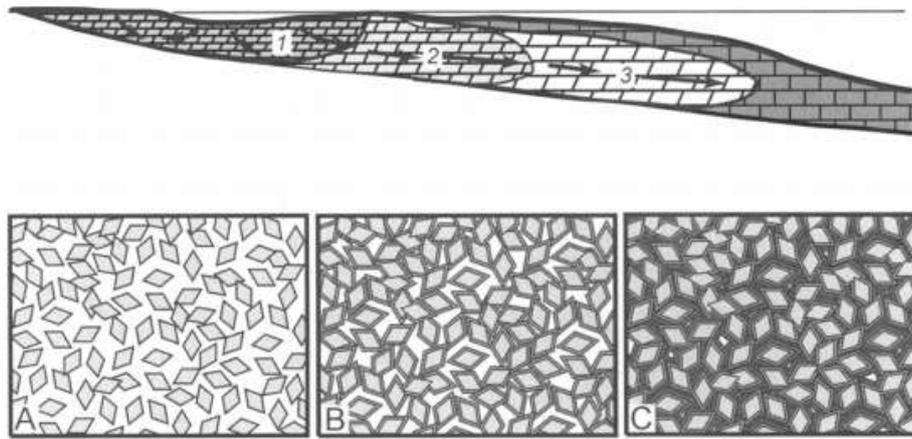
في حين تكون بلورات الدولوميت واضحة في الجزء السفلي من المقطع الثالث حتى السماكة 10m وتختفي بشكل جزئي حتى السماكة 60m وتعود للظهور حتى السماكة 73m وينخفض عدد النطاقات في هذا المقطع بشكل واضح مقارنة مع المقطع الثاني (الشكل 6).



الشكل (6) يوضح انتشار الدلمتة في وسط وجنوب منطقة الدراسة وظهور نطاقات من الهيماتيت (Hm) في مراكز بلورات الدولوميت في الجنوب.

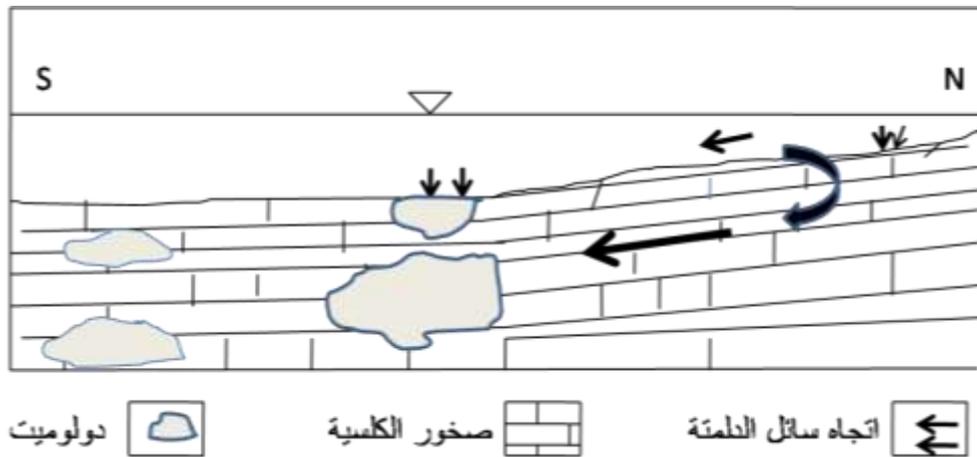
ينحصر الجزء المدلمت في السلسلة الساحلية بين طبقتين مؤرختين بشكل جيد، طبقة علوية تعود لعمر الألينيان-باجوسيان وطبقة سفلية تعود لعمر اللياس (الجوراسي الأدنى)، وبناء عليه يمكن إعطاء الجزء المدلمت عمر: أسفل الألينيان-باجوسيان-أعلى اللياس (Mouty, 1997)، وبالتالي فإن وجود المستحاثات الدالة على أعلى الألينيان-أسفل الباجوسيان في الجزء السفلي من مقطع جوية برغال (الشكل 4) يشير إلى أن هذا الجزء والذي تبلغ سماكته (45m) يقابل الجزء المدلمت في كل من حلة عارا و بيت عانا (الشكل 3).

من خلال: 1- شكل وشدة انتشار الدلمتة في المنطقة، 2- انخفاض كثافة النطاقات حول بلورات الدولوميت من الأعلى باتجاه الأسفل (الشكل 6) 3- بالبيوجرافية المنطقة خلال الجوراسي التي تؤكد أن المنطقة كانت عبارة عن منطقة شاطئية تتدرج في العمق باتجاه الجنوب فإن تشكل الدلمتة يعزى إلى نموذج الارتجاع- انحسار السائل إلى الأسفل بسبب كثافته العالية ويتخلل أرضية القاع الكالسيطي في المنطقة، ويتجه مع انحدار القاع جنوباً مؤدياً إلى دلمتة هذا القاع الكالسيطي ومع استمرار تدفق سائل الدلمتة يحدث فرط في النمو حول بلورات الدولوميت (تزداد عدد النطاقات) ولا سيما في الصخور الملاصقة لمياه البحر وتخفض كثافة النطاقات بالاتجاه نحو الأسفل حيث أن فرط النمو حول بلورات الدولوميت يؤدي إلى انخفاض نسبة المسامية في الصخر وتحويله إلى صخر كتيم تقريباً (الشكل 7).



الشكل (7) يوضح الشكل العلوي ازدياد شدة الدلمتة مع اتجاه السهم الذي يشير إلى اتجاه حركة سائل الدلمتة بينما يوضح الشكل السفلي أنه مع ازدياد كثافة النطاقات تنخفض المسامية ويصبح الصخر كتيم تقريباً، مع بداية تخلل سائل الدلمتة أرضية القاع الكالسيتي تبدأ عملية الدلمتة وتكون بلورات الدولوميت مفردة كما هو موضح في (A) ومع استمرار تدفق سائل الدلمتة يحدث فرط في النمو حول بلورات الدولوميت وتزداد كثافة النطاقات كما في (B,C) وهذا ما حدث في الجزء الأوسط والعلوي من الطبقة المدلمتة في مقطع حلة عارا (Adams & Rhodes, 1960).

يمكن تفسيرها انعدام الدلمتة في مقطع جوية برغال (شمال منطقة الدراسة) بكون انحدار قاع الحوض كان كبيراً في هذه المنطقة وبالتالي لم تتسنى الفرصة لسائل الدلمتة بدلمته هذه الصخور الكالسيتية، والذي بدوره تخلل أرضية القاع الكالسيتي متجهاً نحو الجنوب مسبباً دلمتة الجزء الأوسط من منطقة الدراسة (مقطع حلة عارا) حيث أن الظروف كانت ملائمة لتشكل الدولوميت وانحدار الحوض في هذا الجزء كان ضعيفاً (الشكل 8).



الشكل (8) يوضح شكل الحوض الرسوبي الموجود سابقاً واتجاه سائل الدلمتة وكذلك انتشار ظاهرة الدلمتة في منطقة الدراسة.

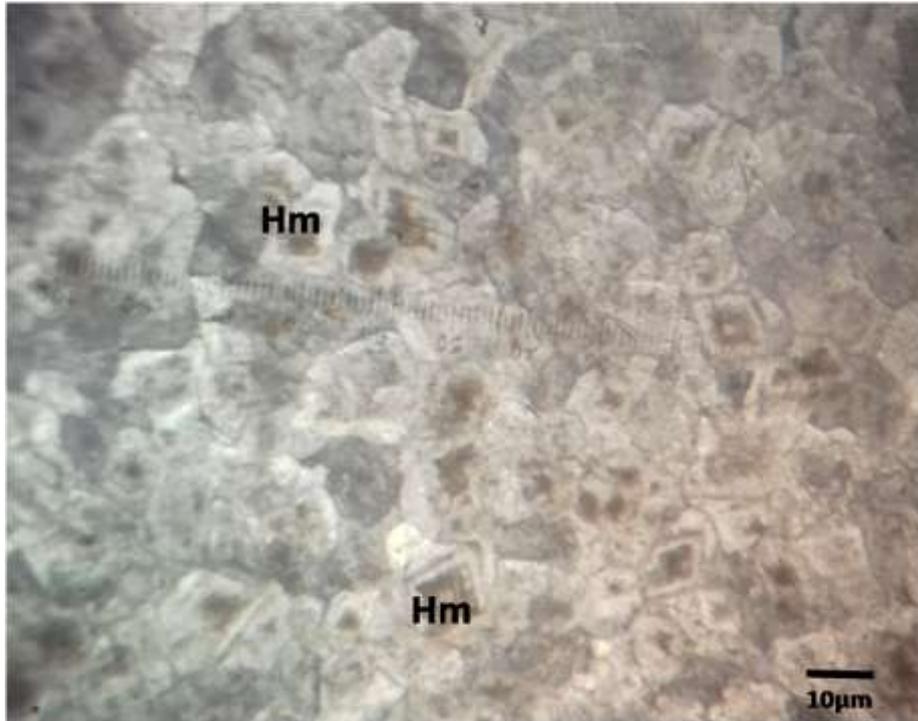
تتخفف شدة الدلمتة من جديد في مقطع بيت عانا (جنوب منطقة الدراسة) حتى تغيب تماماً في الجزء الأوسط وتعود للظهور في الجزء الأعلى من الطبقة المدلمتة في هذا المقطع (الشكل 6) ويفسر هذا الانخفاض باستنزاف المغنيزيوم من سائل الدلمتة على تشكيل عدد كبير من النطاقات حول بلورات الدولوميت في مقطع حلة عارا من جهة وعلى انخفاض نسبة المسامية الذي أحدثه فرط النمو والذي أدى إلى انخفاض في كمية سائل الدلمتة المتوجه مع الانحدار

نحو جنوب منطقة الدراسة (مقطع بيت عانا) من جهة أخرى، تكون النطاقات حول بلورات الدولوميت في المقطع الثاني عبارة عن تناوبات من نطاقات كالسيتية ودولوميتية (الشكل 9).



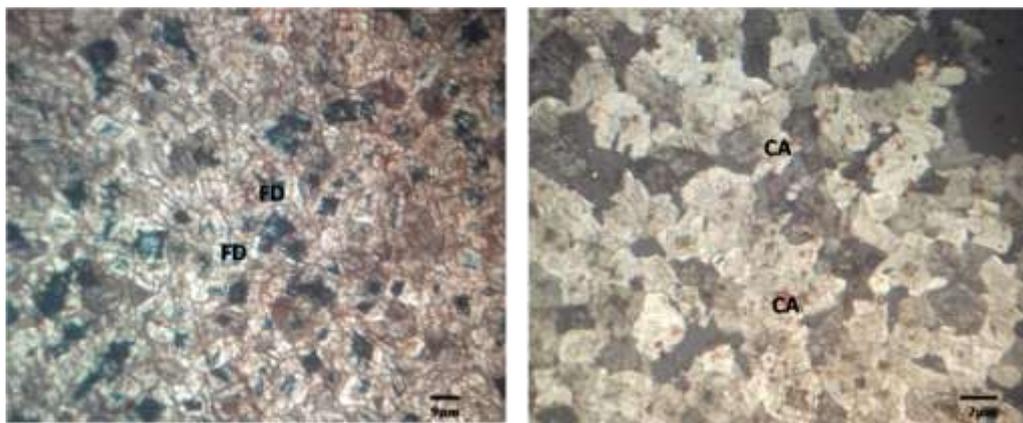
الشكل (9) يظهر صور مجهرية لشريحة صخرية من المقطع الثاني (حلة عارا) حيث يظهر في الشريحة بلورة دولوميت مؤلفة من نطاقات دولوميتية (DZ) وكالسيتية (CZ) متعددة، تم التمييز بين نطاقي الكالسيت والدولوميت عن طريق الشكل حيث يكون نطاق الكالسيت متعرج ومتآكل أما نطاق الدولوميت يكون مستقيم ومننظم، تشير الأسهم الحمراء إلى تآكل النطاق الكالسيتي.

وهي تعكس ظواهر دياجنيزية متعاقبة حيث تتحكم النسبة Mg/Ca بطبيعة النطاقات المتشكلة، تتشكل نطاقات الدولوميت المثالي عندما تتراوح النسبة Mg/Ca في سوائل الدلمة 20-40 (Deffeyes et al, 1964, 1965; ) نطاقات الكالسيت عندما يتم تخفيف سائل الدلمة بمياه بحرية عادية مما يؤدي الى انخفاض النسبة Mg/Ca (Illing et al, 1965; Sass, 1965; Shinn et al 1965; Kinsman 1969; Lovering, 1969) حيث يحدث عملية انحلال لنطاقات الدولوميت المتشكلة مسبقاً مؤدية الى تشكيل نطاقات الكالسيت وتسمى هذه العملية انحلال الدلمة وقد تم دراسة هذه الظاهرة من قبل عدد من الباحثين منهم (Evamy, 1967)، تظهر في المقطع الثالث نطاقات من الهيماتيت في مراكز بلورات الدولوميت (الشكل 10, 11).



الشكل (10) يظهر نطاقات الهيماتيت (Hm) في المقطع (C) وتتركز نطاقات الهيماتيت في مراكز بلورات الدولوميت.

ولكون الهيماتيت لا يأخذ الشكل المعيني فإنه ناتج عن أكسدة الدولوميت الحديدي الموجود سابقاً (Katz, 1971)، وجود الدولوميت الحديدي يقترح وجود بيئات مرجعة أو فقيرة بالأوكسجين وهذا يتمثل بالبيئات الراكدة أو الشبيهة بالمستنقعات، وذلك لتحقيق توفر الحديد الثنائي في الحالة المنحلة في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة، تشكل الدولوميت الحديدي ينتج عن استبدال أيونات  $Fe^{2+}$  بمواقع  $Mg^{2+}$  في البنية البلورية للدولوميت وفي فترات التخفيف العالية لسوائل الدلمتة بمياه البحر العادية زادت نسبة الأوكسجين في هذه السوائل و أدت إلى أكسدة النطاق الدولوميت الحديدي ونتاج النطاق الهيماتيتي في مراكز بلورات الدولوميت.



الشكل (11) صور مجهرية للعينات المأخوذة من جنوب منطقة الدراسة (بيت عانا) حيث يظهر فيها كل من الكالسيت والدولوميت الحديدي باللون الأحمر والأخضر الزيتي على الترتيب وذلك بعد معاملتها بمزيج محلول فريسيانيد البوتاسيوم وأحمر اللازيرين.

يشير وجود الحواف المستقيمة لبلورات الدولوميت إلى أنها تشكلت في درجات حرارة بين 50-60 درجة مئوية وذلك حسب (Gregg & Sibley 1983, 1984).

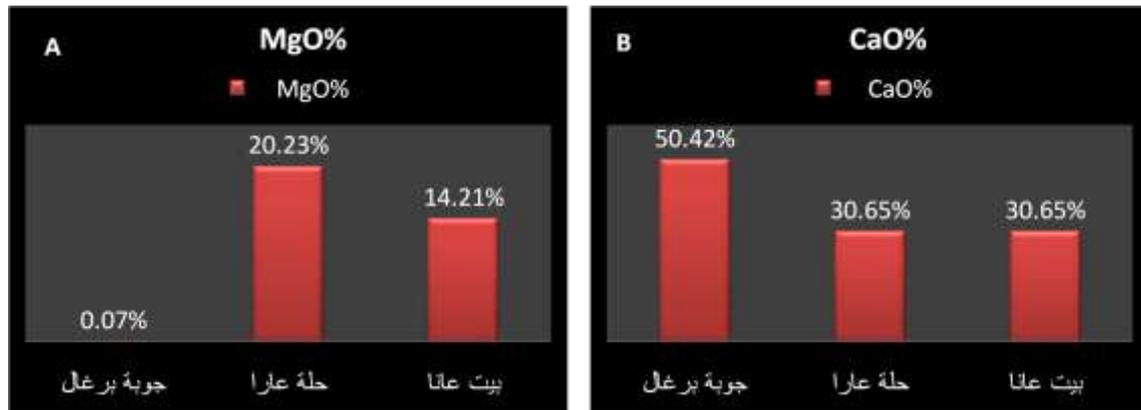
### 3- الدراسة الجيوكيميائية:

بينت نتائج تحاليل الـ XRF الموضحة في الجدول (2) للعينات الصخرية المأخوذة من المقاطع الثلاثة (جوبة برغال، حلة عارا، بيت عانا) نسب الأكاسيد الرئيسية (CaO, MgO) فيها.

جدول (2) نتيجة تحليل XRF لعنصري (CaO, MgO) في صخور أعلى اللياس أسفل -الألينيان باجوسيان في منطقة الدراسة

المقطع	الليثولوجيا	MgO%	CaO%	L. O. I%
الجزء السفلي من مقطع جوبة برغال	حجر كلسي غير مدلمت	0.07	50.42	42.50
الجزء السفلي من مقطع حلة عارا	حجر كلسي مدلمت بالكامل	20.23	30.65	47.23
الجزء السفلي من مقطع بيت عانا	حجر كلسي مدلمت جزئياً	14.21	30.65	45.75

حيث أن نسبة أكسيد الكالسيوم في الجزء السفلي من مقطع جوبة برغال العائد لأعلى اللياس - أسفل الألينيان باجوسيان (50.42%) ونسبة أكسيد المغنيزيوم (0.07%)، وبالتالي فإن الجزء السفلي من هذا المقطع عبارة عن صخور كلسية، وفي الجزء العائد لـ أعلى اللياس - أسفل الألينيان باجوسيان من مقطع حلة عارا تكون نسبة (CaO, MgO) (30.65%, 20.23%) على الترتيب، مما يدل على أن صخور هذا الجزء هي صخور كلسية مدلمتة بالكامل نظراً للنسبة المئوية العالية لأكسيد المغنيزيوم، وفي الجزء العائد لـ أعلى اللياس - أسفل الألينيان باجوسيان من مقطع بيت عانا تكون نسبة (CaO, MgO) (35.18%, 14.21%) على الترتيب، مما يدل على أن صخور هذا الجزء صخور كلسية مدلمتة نظراً للنسبة المئوية المنخفضة لأكسيد المغنيزيوم (الشكل 12).



الشكل (11) يظهر النسبة المئوية لكل من CaO, MgO في صخور أعلى اللياس أسفل - الألينيان باجوسيان في منطقة الدراسة حيث يظهر في المخطط A أدنى نسبة لـ MgO في جوبة برغال أعلى نسبة له في حلة عارا وفي المخطط B يظهر أعلى نسبة لـ CaO في جوبة برغال وفي كل من بيت عانا وحلة عارا تكون نسبة CaO متساوية.

## الاستنتاجات والتوصيات:

تم التوصل إلى النتائج التالية:

- 1- تتبع الدلمطة في المنطقة لنموذج الارتجاع - انحسار
  - 2- يتجه سائل الدلمطة من الشمال (جوية برغال) إلى الجنوب (بيت عانا).
  - 3- لا يوجد أثر للدلمطة الشمال (جوية برغال) في حين تظهر بشكل كبير في الجزء المركزي من منطقة الدراسة (حلة عارا) وتتخفف في جنوب منطقة الدراسة (بيت عانا).
  - 4- يشير وجود بلورات الدولوميت ذات النسيج المستوي إلى أن عملية الدلمطة تشكلت في درجات حرارة بين 50-60 درجة مئوية.
  - 5- تتخفف نسبة المغنيزيوم بشدة في الجزء السفلي من جوية برغال (أعلى اللياس - أسفل الألبينيان باجوسيان) بينما تزداد في الجزء الموافق لنفس العمر من مقطع حلة عارا، وتعود لتتخفف قليلا في مقطع بيت عانا.
- يوصى باستكمال دراسة الدلمطة في الجوراسي الأوسط في باقي السلسلة الساحلية لفهم ومعرفة آلية الدلمطة في المنطقة بشكل كامل وبالتالي تحديد مراحل الدياجينيز بدقة من خلال نطاقات الدولوميت.

## References:

- [1] ADAMS, J. E; RHODES, M.L. *Dolomitization by seepage refluxion*. AAPG Bulletin, vol. 44, N<sup>o</sup>. 12, 1960, 1912-1920.
- [2] DEFFEYES, k. s; LUCIA, F. J; WEYL, P. K. *Dolomitization: observation on the Island of Bonaire, Netherlands Antilles*: Science, vol. 143, N<sup>o</sup>. 3607, 1964, 678-679.
- [3] DEFFEYES, k. s; LUCIA, F. J; WEYL, P. K. *Dolomitization of recent and Plio-Pleistocene sediments by marine evaporate waters on Bonaire, Netherlands Antilles*, in PRAY, L. C; MURRAY, R. C; eds. *Dolomitization and limestone diagenesis*. Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists Spec. Pub. 13, 1965, 71-88.
- [4] DICKSON, J.A.D. *A modified staining technique for Carbonates in thin section*. Nature, Vol.205, N<sup>o</sup>.4971, 1965, 587.
- [5] EVAMY, B. D. *Dedolomitization and the development of rhombohedral pores in limestones*. Jour. Sed. Petrology, vol. 37, 1967, 1204-1215.
- [6] FUGAGNOLI, A. *Cymbriaella, a new foraminiferal genus (textulariina) from the Early Jurassic of the Venetian Prealps (North-eastern Italy)*. Rev. de Micropal, vol. 42, 1999, 99-110.
- [7] GREGG, J. M; SIBLEY, D.F. *Epigenetic Dolomitization and the origin of Xenotopic Dolomite texture*. Journal of sedimentary petrology, Vol.54, N<sup>o</sup>.3, 1984, 908-931.
- [8] GROOT, K. DE. *Experimental dedolomitization*. Jour. Sed. Petrology, vol. 37, 1967, 1216-1220.
- [9] KATZ, A. *Zoned Dolomite Crystals*. JOURNAL OF GEOLOGY, vol. 79, N<sup>o</sup>. 1, 1971, 38-51.
- [10] KINSMAN, D. J. J. *Modes of formation, sedimentary associations, and diagnostic features of shallow-water and supratidal evaporates*. AM. Assoc. Petroleum Geologists Bull, vol. 53, 1969, 830-840.
- [11] LAND, L.S. *The origin of massive dolomite*. Journal of Geological Education, Vol.33, No.2, 1985, 112-125.

- [12] LOVERING, T. S. *the origin of hydrothermal and low temperature dolomite*. Econ. Geology, vol. 64, 1969, 743-754.
- [13] MACHEL, H. G. *Concepts and models of dolomitization*. A critical reappraisal geological society London, Vol.235, N<sup>o</sup>.1, 2004, 7-63.
- [14] MACHEL, H.G; MOUNTJOY, E.W. *Chemistry and environments of dolomitization*. A reappraisal Earth science reviews, Vol. 23, N<sup>o</sup>.3, 1986, 175-222.
- [15] MACHEL, H.G; MOUNTJOY, E.W; AMTHOR, J.E.; SHIELDS, M.J.; BARDY, P.V. *Mass balance and fluid flow constraints on regional-scale dolomitization, late Devonian, Western Canada sedimentary Basin*. Bulletin of Canadian petroleum geology, Vol.44, N<sup>o</sup>.3, 1996, 566-573.
- [16] MEHMOOD, M; YASEEN, M; KHAN, E.U; KHAN, M.J. Dolomite and dolomitization model. International journal of Hydrology, Vol.2, N<sup>o</sup>.5, 2018, 549-553.
- [17] MORROW, D.W. *Diagenesis 1. Dolomite –part1: the chemistry of dolomitization and dolomite precipitation*. Goscience Canada, Vol.9, N<sup>o</sup>.2, 1982, 5-13.
- [18] MOUTY, M. *The Jurassic of the Syrian coastal chine (Jibal As-Sahilyeh): synthesis of the biozonation by larger Foraminifera*. C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la terre et des planets / Earth & Planetary Sciences, vol. 325, 1997, 207-213.
- [19] PICHLER, T; HUMPHREY, J.D. *Formation of dolomite in recent Island-Arc sediments interaction*. Journal of sedimentary petrology, Vol.71, N<sup>o</sup>.3, 2001, 394-399.
- [20] RUSKE, R. *Explanatory note of Qerdaha sheet, scale 1:50000, NI-37-S1-c*, Ministry of petroleum and mineral resources, 1978.
- [21] SASS, E. *Dolomite-Calcite relationships in sea water: theoretical considerations and preliminary experimental results*. Jour. Sed. Pub. 13, 1965, 339-347.
- [22] SHINE, E. A; GINSBURG, R. N; LLOYD, R. M. *Recent supratidal dolomite from Andros Island, Bahamas*, in PRAY, L. C; MURRAY, R. C; eds. *Dolomitization and limestone diagenesis*. Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists Spec. Pup. 13, 1965, 112-123.
- [23] WELLS, A.J. *Recent dolomite in the Persian Gulf*. Nature, Vol.194, N<sup>o</sup>. 2, 1962, 274-275.