الخصائص البتروغرافية والجيوكيميائية لدولوميت الجوراسي الأسفل – الأوسط في رقعتي القرداحة والقدموس، السلسلة الساحلية، سورية.

أحلام إبراهيم*

ربيع منصور**

الملخص

نفذت هذه الدراسة في وسط السلسلة الساحلية من الجمهورية العربية السورية وتحديداً في الجزء الشرقي من رقعتي القرداحة والقدموس في البروزات الصخرية العائدة لدور الجوراسي، بهدف تحديد تركيب سائل الدلمتة وأصل الدولوميت في منطقة الدراسة ودرجات حرارة تشكل بلورات الدولوميت ودرجة ترتيب بنيتها البلورية، وذلك نظراً لأهمية عملية الدلمتة ودورها في فهم التاريخ الدياجينيزي في المنطقة. تمّ رفع مقطعين جيولوجيين في توضعات الجوراسي الأسفل – الأوسط، الأول في قرية شطحة شمال رقعة القراحة والثاني في قرية رام ترزة في رقعة القدموس. جمعت عينات صخرية من هذه التوضعات. جهّزت 40 شريحة مجهرية لدراستها تحت المجهر الاستقطابي، وتحديد تركيبها البتروغرافي ومورفولوجية بلورات الدولوميت، كما تم القيام بتحليل SEM (الماسح الالكتروني المجهري) وتحليل EDX (تحليل نقطي) لـ 10 عينات نموذجية من كلا المقطعين بهدف معرفة محتوى العناصر الرئيسة والأثر وبعض العناصر الترابية النادرة (REE). بيّنت الدراسة المجهرية أن معظم بلورات الدولوميت ذات نسيج غير مستوي كما بينت أيضًا وجود نطاق دولوميتي ونطاق كالسيتي ونطاق دولوميتي كلسي حول بعض بلورات الدولوميت تشكلت هذه النطاقات نتيجة اختلاف النسبة Ca/Mg في سوائل الدلمتة وبينت الدراسة الجيوكيميائية أن الدولوميت في

*أستاذ دكتور– قسم الجيولوجيا– كلية العلوم– جامعة اللاذقية– سوريا.

** طالب دكتوراه – قسم الجيولوجيا– كلية العلوم– جامعة اللاذقية– سوريا.

منطقة الدراسة من أصل مستبدل نتيجة علاقة الارتباط السالبة بين عنصري الكالسيوم والمغنيزيوم كما بينت أيضًا أن بلورات الدولوميت ذات درجة ترتيب عالية (دولوميت نموذجي) وذلك تبعاً للنسبة اللوغاريتمية لعنصري الكالسيوم والمغنيزيوم وتبين أيضًا من خلال علاقة الارتباط الموجبة بين عنصري البوتاسيوم والألمنيوم وارتفاع نسبة الهولميوم مقارنة مع الايتيريوم إلى تداخل المواد الحطامية في الصخور الكربوناتية.

الكلمات المفتاحية: القرداحة، القدموس، جوراسي، هولميوم، ايتيريوم، نطاق دولوميتي.

Petrographic and Geochemical characteristics of Lower - Middle Jurassic dolomite in the AL-Querdaha and AL-Qadmous Sheets, Coastal Chain, Syria

Dr. Ahlam Ibrahim*

Rabea Mansour**

Abstract

This study was realized in the middle of the coastal chain of the Syrian Arab Republic, specifically in the eastern part of the AL Querdaha and Qadmous Sheets in the Jurassic , we aimed to determine the composition of the dolomite fluid, the origin of the dolomite in the studied, the temperatures of dolomite crystal formation, and the degree of arrangement of their crystal structure, due to the importance of the dolomite process and its role in understanding the diagenetic history of the region. two geological sections were raised in the Lower - Middle Jurassic deposits, the first section is located in the village of Shatha north of the Querdaha Sheet, and the second is located in the village of Ram Tarzah in the Qadmous Sheet. Rock samples were collected from these deposits. we prepared 40 thin section to determine their petrographic composition and the morphology of the dolomite crystals. SEM (scanning electron microscope) and EDX (Point analysis) were also performed for 10 typical samples from both sections in order to know the content of the main and trace elements and some rare earth elements (REE). The microscopic study showed that most of the dolomite crystals have a non-plane texture. It also showed the presence of a dolomite zone, a calcite zone, and a calcite dolomite zone around some of the dolomite crystals. These zones were formed as a result of the difference

* **Professor, Department of geology, Faculty of Science, Tishreen University, Syria.**

****Postgraduates, Department of geology, Faculty of Science, Tishreen University, Syria.**

in the Ca/Mg ratio in the dolomitization fluids. The geochemical study showed that the dolomite in the study area is of a replaced origin as a result of the negative correlation between the elements calcium and magnesium. It also showed that the dolomite crystals have a high degree of order (typical dolomite) according to the logarithmic ratio of the elements calcium and magnesium. It was also shown through the positive correlation between the elements potassium and aluminum and the high percentage of holmium compared to yttrium to the interference of debris materials in the carbonate rocks.

Key Words: AL-Querdaha. AL-Qadmous. Jurassie Holmium. Yttrium. Dolomite zone**.**

مقدمة:

ظلّ تشكّل الدولوميت مشكلة محيرة للجيولوجيين على مدى 200 عام، حيث تم تقديم العديد من نماذج الدلمتة كنموذج السبخات، الارتجاع–انحسار، التبخر، تداخل المياه والتغير المكروبي[6] [1] [2] [3] [4] [5].....الخ وقد فشلت بعض النماذج المقدمة في تفسير عملية الدلمتة.

يوجد عدة معايير يجب أن يحققها النموذج لكي يتم اعتماده كنموذج للدلمتة [7]:

- ترموديناميكياً: بالنسبة للدولوميت المتشكل بالترسيب المباشر من مياه البحر، يجب أن يتوفر فوق إشباع بالدولوميت وإشباع متباين فيما يتعلق بالكالسيت والأراغونيت، أما بالنسبة للدولوميت المستبدل فيجب أن يتوفر تحت إشباع بالكربونات وإلا سوف يتشكل ملاط الدولوميت.
- حركياً: يجب أن يكون معدل تشكل بلورات الدولوميت مساوياً أو أكبر من معدل انحلال كربونات الكالسيوم وإلا سوف تتشكل مسامية انحلال واسعة قد تصل إلى مقياس الكارست.
- هيدرولوجياً: يجب أن يكون تدفق سوائل المسام مستمراً لفترات طويلة الأمد وذو محتوى عالي من المغنيزيوم.

تعدّ الخصائص البتروغرافية والجيوكيميائية للدولوميت عامل رئيس في تحديد نموذج الدلمتة، أهم ما يميز الدولوميت من الناحية البتروغرافية هو تشكل نطاقات حول البلورات. تمت دراسة النطاقات حول بلورات الدولوميت والآليات التي شكلتها من قبل عدد كبير من الباحثين حيث يمكن أن تتشكل نطاقات الدولوميت نتيجة لفرط النمو حول بلورات الدولوميت والناتج عن استمرار تدفق سوائل الدلمتة [1] ويمكن أن تتشكل كنتيجة للاختلاف في تركيب سائل

الدلمتة، فتوجد نطاقات متنوعة حول بلورات الدولوميت كالنطاق الدولوميت الكلسي، الدولوميتي الحديدي، الكالسيتي والنطاق الهيماتيتي [8] [9].

يحتوي الدولوميت على مجموعة من الأكاسيد الرئيسة، وبشكل أساسي أكسيدي الكالسيوم والمغنيزيوم (MgO, CaO) إضافة لمجموعة من الأكاسيد الأخرى كأكاسيد الصوديوم، الحديد، الألمنيوم والبوتاسيوم.

يمكن أن تعكس التغيرات في محتويات MgO و CaO نوع ودرجة الدلمتة[10] [11] حيث إن معظم الدولوميت في الطبيعة لديه فائض من الكالسيوم ويقابله عجز في المغنيزيوم، بالإضافة إلى ترتيب مثالي أقل [12] [7] يمكن أن تكون علاقة الارتباط بين أكسيد الكالسيوم وأكسيد المغنيزيوم موجبة أو سالبة، حيث تشير العلاقة الموجبة إلى أن الدولوميت تشكل بالترسيب المباشر، في حين تشير العلاقة السالبة إلى أن الدولوميت تشكل نتيجة لاستبدال شوارد الكالسيوم في الكالسيت بشوارد المغنيزيوم في سوائل الدلمتة، بعد فترة من توضع الرسوبيات [13] [11] [14].

على المستوى المحلي أجريت دراسة بتروغرافية وجيوكيميائية لظاهرة الدلمتة في صخور الجوراسي الأوسط في رقعة القرادحة خلصت الدراسة إلى أن الدلمتة تتبع نموذج الارتجاع– انحسار وأن سائل الدلمتة يتجه من شمال منطقة الدراسة باتجاه الجنوب كما بينت أيضا أن بلورات الدولوميت ذات نسيج مستوي [15].

أهمية البحث وأهدافه:

تتجلى أهمية البحث في فهم منشأ الدولوميت اعتماداً على الخصائص البتروغرافية ومحتوى العناصر الرئيسة والأثر في الصخور الدولوميتية.

يهدف البحث إلى:

1. تحديد تركيب سائل الدلمتة لدولوميت الجوراسي الأسفل–الأوسط في رقعتي القرداحة والقدموس.
2. تحديد أصل دولوميت الجوراسي الأسفل– الأوسط في رقعتي القرداحة والقدموس، ودرجات حرارة تشكل بلوراته، ودرجة ترتيب بنيته البلورية.

طريقة العمل:

تم القيام بخمس جولات حقلية لمنطقة الدراسة، ورفع مقطعين جيولوجيين في توضعات الجوراسي الأدنى، وأخذت عينات صخرية من هذه التوضعات. تم تجهيز 40 شريحة مجهرية من العينات الصخرية باستخدام جهاز القطع الموجود في قسم الجيولوجيا بجامعة تشرين، بغية دراستها تحت المجهر الاستقطابي (SCO–35). تم استخدام المجهر الالكتروني الماسح (VEGA\\XMU) الموجود في هيئة الطاقة الذرية في دمشق بغية تصوير عروق الانحلال والنطاقات حول بلورات الدولوميت، كما تم تحليل EDX (مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية) لـ 10 عينات نموذجية من كلا المقطعين، وذلك لتحديد محتواها من العناصر الرئيسة والأثر، باستخدام المجهر الالكتروني.

الإطار الجيولوجي العام لمنطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في وسط السلسلة الساحلية وتحديداً في الجزء الشرقي من رقعتي القرداحة والقدموس في البروزات الصخرية العائدة لدور الجوراسي.

تقع رقعة القرداحة بين الإحداثيات التالية:

E: 36°15'00" E: 36°00'00"

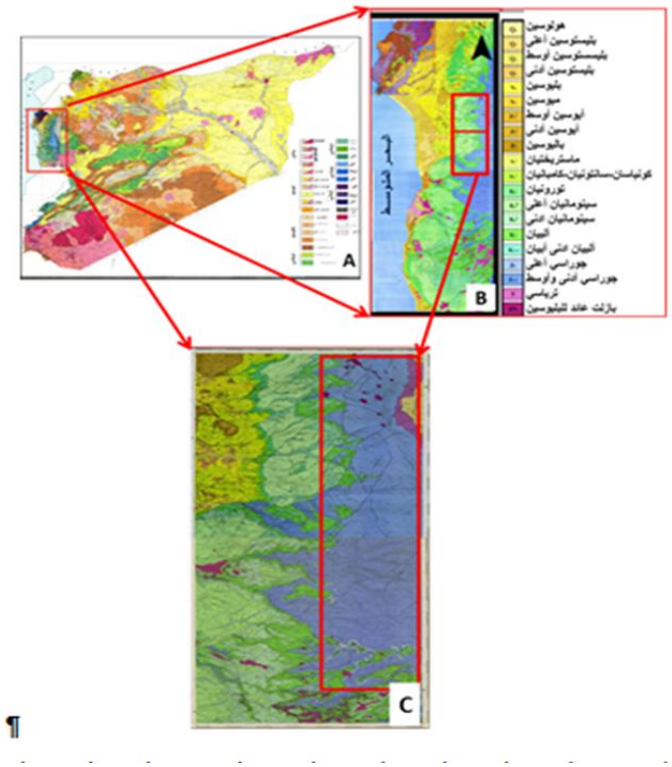
N: 35°30'00" N: 35°15'00

وتقع رقعة القدموس بين الإحداثيات التالية:

E: 36°15'00" E: 36°00'00"

N: 35°15'00" N: 35° 00'00"

يتكشف الجوراسي، من الناحية الستراتغرافية، بشكل واسع في السلسلة الساحلية وتكون توضعاته كربوناتية بشكل عام (صخور كلسية ودولوميتية)، وقد تم تقسيمه إلى خمس تشكيلات نموذجية هي: 1–تشكيلة الطريز، 2– تشكيلة العيون، 3– تشكيلة المشتى، 4– تشكيلة وادي العيون، 5– تشكيلة الناصرة [16] الشكل (1).



الشكل (1) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للسلسلة الساحلية والجمهورية العربية السورية.

A–الخارطة الجيولوجية السورية بمقياس 1/100000 [17] B –الخارطة الجيولوجية للسلسلة الساحلية بمقياس 1/50000 [18] [19] [20] [21] [22].

C–الخارطة الجيولوجية لرقعتي القرداحة والقدموس بمقياس1\50000 [19] [21]

النتائج والمناقشة:

العمل الحقلي:

تم رفع مقطعين جيولوجيين من خلال الجولات الحقلية في توضعات الجوراسي الأدنى، يقع **المقطع الأول** شمال منطقة الدراسة (قرية شطحة، رقعة القرداحة) بين الإحداثيات التالية:

35° 29' 14.7" N 35° 28' 51.51" N

36° 13' 52.72 E 36° 13' 51.21" E

أخذ من هذا المقطع 15 عينة صخرية، يبدأ المقطع بسويات مارنية بسماكة 10 متر يعلوها تطبقات مترية من الحجر الكلسي المدلمت الشكل (3).

الشكل (3) A صورة حقلية للسويات المارنية. B صورة حقلية لتطبقات الحجر الكلسي المدلمت.

يقع **المقطع الثاني** جنوب منطقة الدراسة (قرية رام ترزة، رقعة القدموس) بين الإحداثيات التالية:

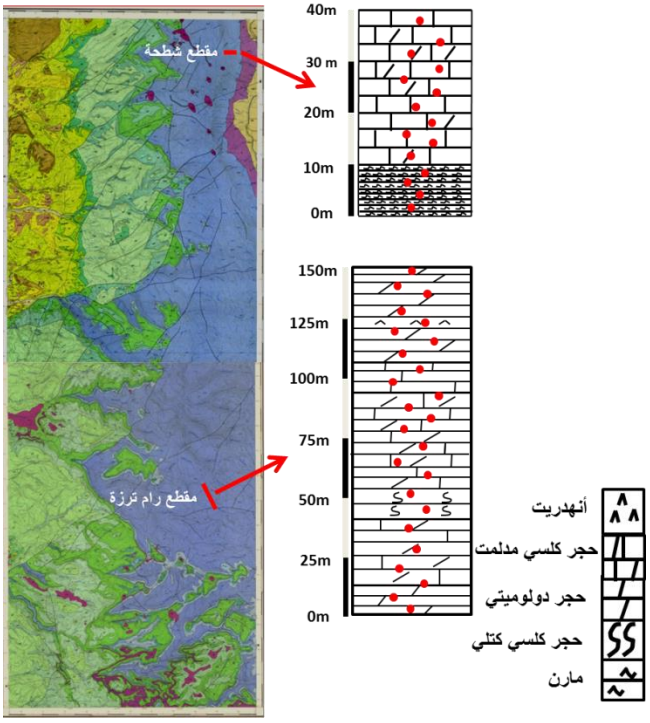
35° 10´ 40,91" N 35° 10´ 46,82" N

36° 12´ 52,99" E 36° 12´ 51,09" E

أخذ من هذا المقطع 25 عينة صخرية، يبدأ المقطع بتطبقات مترية من الحجر الدولوميتي بسماكة 45م يعلوها توضعات من الحجر الكلسي الكتلي بسماكة 10م الشكل (4)

الشكل (4) صور حقلية لبعض الأجزاء من مقطع رام ترزة A يظهر فيها تطبقات مترية من الحجر الكلسي المدلمت، B يظهر فيها توضعات من الحجر الكلسي الكتلي.

يعلوها توضعات غير واضحة التطبق من الحجر الكلسي المدلمت جزئياً بسماكة 40م يتوضع فوقها طبقات من الحجر الكلسي الطري بسماكة 15م وينتهي المقطع بطبقات ذات لون رمادي من الحجر الكلسي المدلمت بسماكة 40م يتخللها طبقة من الانهدريت بسماكة 1م، الشكل (2).



الشكل (2) خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة ممثل عليها عمودين جيولوجيين لمقطعي شطحة (مقياس 1/1000) ورام ترزة (مقياس 1/2500).تشير النقاط الحمراء في كلا المقطعين إلى مواقع أخذ العينات الصخرية.

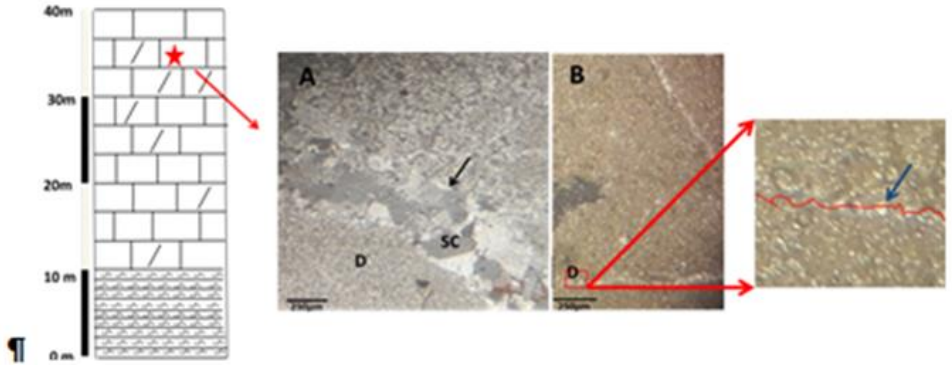
العمل المخبري:

الدراسة المجهرية :

ركزت الدراسة المجهرية على العينات الدولوميتية فقط تقيداً بأهداف هذا البحث.

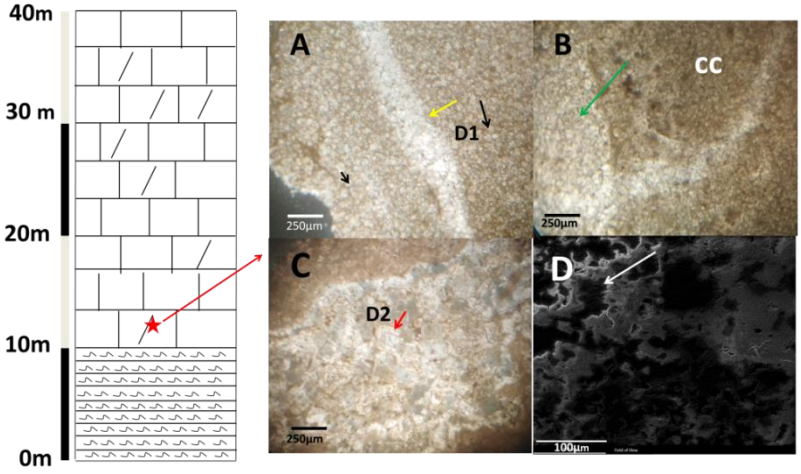
مقطع شطحة:

بينت الدراسة المجهرية لـ 5 عينات دولوميتية مأخوذة من هذا المقطع وجود بلورات من الدولوميت خفي التبلور (دولوميكريت) بلوراته ذات نسيج مستوي ووجوه بلورية مكتملة، تشكل في بيئات الدياجينيز السطحية ذلك لكون بلوراته مقطوعة بالستيلوليت ضعيف السعة وبالتالي فهو سابق لتشكل الستيلوليت المتشكل خلال دياجينيز الدفن الضحل كما يلاحظ عروق انحلال مملوءة ببلورات من السباريت الشكل (3).



الشكل (3) صورة مجهرية تحت المهر الاستقطابي. A يظهر فيها بلورات من الدولومكريت (D) كما يلاحظ فيها عرق انحلال (السهم الأسود) مملوء ببلورات من السباريت (SC). B يظهر فيها تأثر بعض بلورات الدولومكريت بالستيلوليت ضعيف السعة (السهم الأزرق)

كما بينت الدراسة المجهرية وجود بلورات من الدولوميت ذات نسيج غير مستوي ووجوه بلورية غير مكتملة إضافة إلى نسبة قليلة من بلورات الدولوميت ذات نسيج مستوي ووجوه بلورية مكتملة ضمن ارضية من الغضار المكريتي ويلاحظ أيضاً وجود عروق انحلال حاوية على بلورات من الكالسيت. تشكلت عروق الانحلال نتيجة الانضغاط الأولي للرواسب خلال الدياجينيز متوسط العمق الشكل (4).



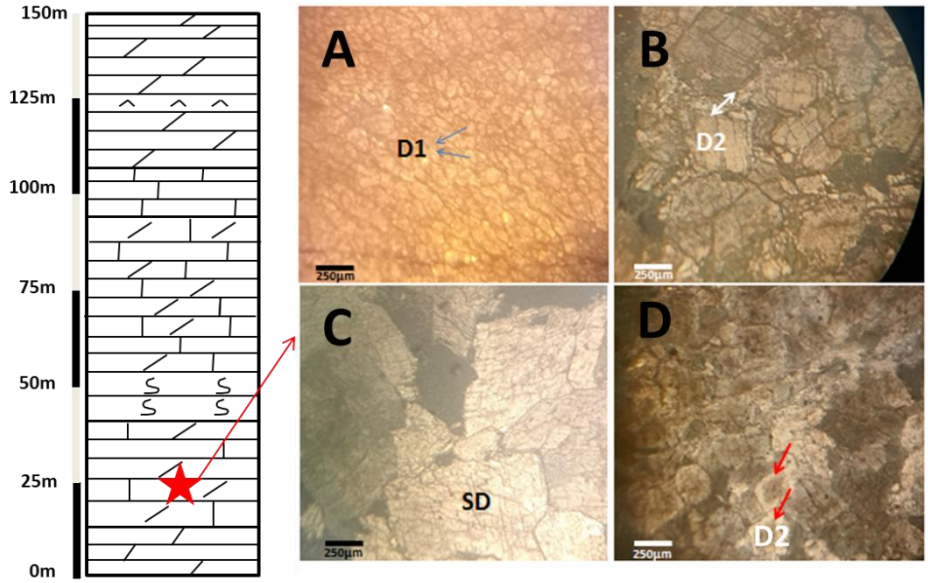
الشكل (4) صور مجهرية لبعض العينات النموذجية المأخوذة من مقطع شطحة. A يظهر فيها بلورات من الدولوميت الأولي D1 ذات نسيج غير مستوي ووجوه بلورية غير مكتملة (السهم الأسود) إضافة إلى وجود عروق

انحلال حاوية على بلورات من الكالسيت (السهم الأصفر)، B يلاحظ وجود ملاط غضاري جامع لبورات الدولوميت (CC) ويلاحظ حوادث إعادة تبلور وانحلال واسعة النطاق تمت من خلال العروق (السهم الأخضر)، يظهر في الشريحة C نطاقات حول بلورة الدولوميت الثانوي D2، D صورة (SEM) بالمجهر الالكتروني الماسح للشريحة B يلاحظ فيها تآكل وانحلال لنسيج الدولوميت.

ويلاحظ حوداث إعادة تبلور واسعة النطاق تمت من خلال هذه العروق الشكل (4B,C) أدت حوادث أعادة التبلور إلى زيادة في حجم بلورات الدولوميت الأولي الشكل (4A) وانتاج بلورات الدولوميت الثانوي الشكل (4C).

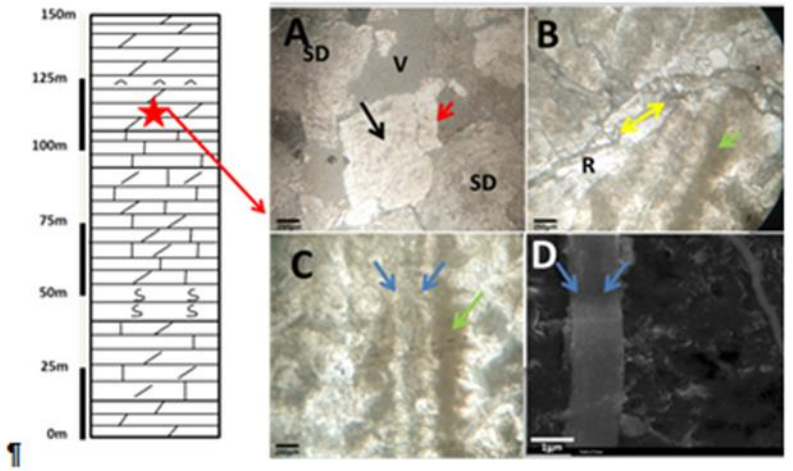
مقطع رام ترزة:

بينت الدراسة المجهرية لـ 8 عينات مأخوذة من هذا المقطع وجود ثلاث أنواع من بلورات الدولوميت النوع الأول : دولوميت أولي ذو نسيج غير مستوي ووجوه بلورية غير مكتملة ، النوع الثاني: دولوميت ثانوي أكبر حجما من النوع الأول ناتج عن إعادة تبلور لبلورات الدولوميت الأولي خلال الدياجينيز متوسط العمق، النوع الثالث: دولوميت ملاطي تكون بلوراته كبيرة الحجم وذو نسيج غير مستوي تشكل في درجات حرارة أكبر من 80 درجة مئوية خلال دياجينيز الدفن العميق تم التعرف عليه من خلال التعتيم التماوجي الشكل (5).



الشكل (5) صورة مجهرية تحت المجهر الاستقطابي لبعض العينات المأخوذة من مقطع رام ترزة A يهر فيها بلورات من الدولوميت الأولي (D1). B يظهر فيها بلورات من الدولوميت الثانوي (D2) ويحيط فيها نطاق كالسيتي (السهم الأبيض). C يظهر فيها دولوميت ملاطي (SD). D يلاحظ فيها تآكل للنطاق الكالسيتي (السهم الأحمر) حول بلورات الدولوميت الثانوي.

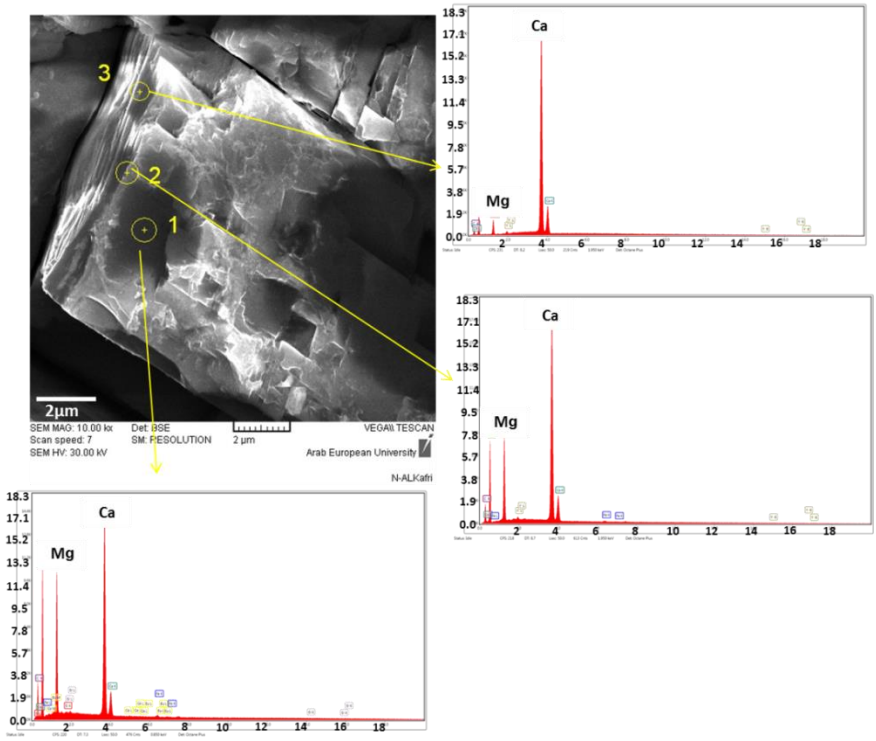
كما بينت الدراسة أيضاً وجود عروق انحلال حاوية على بلورات من الكالسيت ويوجد نطاقات متعددة حول بلورات الدولوميت كما يلاحظ تشربات هيدروكربوناتية في عروق الانحلال (تم التعرف عليها لكونها عاتمة مع ومن دون محلل وأيضاً من خلال تعريض عينة اليد للحرارة فانبعثت منها رائحة تشبه الاسفلت) ويلاحظ أيضاً وجود دولوميت ملاطي وشق مجهري أثر على بلورات الدولوميت وأدى إلى حدوث إعادة تبلور لبعض بلورات الدولوميت الشكل (6).



الشكل (6) صور مجهرية لبعض العينات المأخوذة من مقطع رام ترزة. A يظهر فيها بلورة من الدولوميت كبيرة الحجم ذات نسيج غير مستوي (السهم الأسود) ويلاحظ آثار من التآكل على حواف البلورة (السهم الأحمر) كما يلاحظ أيضاً وجود دولوميت ملاطي (SD)، B يلاحظ وجود فالق مجهري أثر على البلورات (السهم الأصفر) كما يلاحظ آثار من إعادة التبلور على طول الفالق (R) ويلاحظ أيضاً تشرّبات هيروكربوناتية (السهم الأخضر) على حواف عروق الانحلال (السهم الأزرق) في الشريحة C. D صورة بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) لعروق الانحلال.

بينت الدراسة المجهرية أن بلورات الدولوميت في توضعات الجوراسي الأدنى في السلسلة الساحلية من كلا المقطعين يغلب عليها النسيج غير المستوي مما يشير إلى تشكلها في درجات حرارة أكبر من 60 درجة مئوية خلال دياجينيز متوسط العمق كما يشير وجود نطاقات حول بلورات الدولوميت (الشكل4.C 5B) إلى وجود عدة مراحل من الدلمتة. تم تصوير هذه النطاقات بالمجهر الالكتروني الماسح وتبين من خلالها أن بلورة الدولوميت المركزية ذات نسيج مستوٍ، مما يشير إلى تشكلها بالقرب من السطح في درجات الحرارة المنخفضة، أما النطاق الثاني فيكون غير منتظم مما يشير إلى أنه كالسيتي لكون الكالسيت متعدد الأشكال البلورية ولا يوجد بشكل معيني، النطاق الثالث يكون منتظم جزئيا مما يعني أنه ذو طبيعة دولوميتية (دولوميت كلسي) والتحاليل الجيوكيميائية لهذه النطاقات تدعم هذا التفسير حيث بلغت نسبة المغنيزيوم في النطاقات من الداخل إلى الخارج (2.02–10.76 8.17) بالترتيب، وبالتالي فإن محاليل الدلمتة التي شكلت النطاق الأول كانت غنية

بالمغنيزيوم ثم بعد ذلك حث حدث تخفيف لمحاليل الدلمتة بسوائل بحرية عادية أدت إلى تشكل النطاق الكالسيتي ثم بع بعد ذلك حث حدث إغناء نسبي لمحاليل الدلمتة بالمغنيزيوم أدت إلى تشكل النطاق الدولوميتي الكلسي الشكل (6).



الشكل (6) صورة بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) لبلورة الدولوميت موضح محتوى المغنيزيوم والكالسيوم لكل نطاق تشير الارقام 1.2.3 إلى المناطق التي اسقطت عليها حزمة الالكترونات.

الدراسة الجيوكيميائية:

تم إجراء تحليل نقطي بتقنية الـ (EDX) لبعض العينات النموذجية المأخوذة من مقطعي شطحة ورام ترزة بهدف تحديد نسبة العناصر الكيميائية في العينات.

مقطع شطحة:

بينت الدراسة الجيوكيميائية للعينات المأخوذة من هذا المقطع أن نسبة المغنيزيوم في الجزء المدلمت تتراوح بين %(5.81–8.71) وبشكل وسطي (7.47%) وفي الجزء غير المدلمت تتراوح بين %(0.27–0.4) وبشكل وسطي (0.33%) وتتراوح نسبة الكالسيوم في الجزء المدلمت %(49.3–67.13) وبشكل وسطي (58.75%) وفي الجزء غير المدلمت تتراوح بين %(64.72–77.67) ونسبة الألمنيوم في الجزء المدلمت تتراوح بين %(0.02–0.4) وبشكل وسطي (0.16%) وفي الجزء غير المدلمت تتراوح بين %(0.04–0.09) وبشكل وسطي (0.06%) وتتراوح نسبة السليسيوم في الجزء المدلمت بين %(0.06–1.26) وبشكل وسطي (0.38%) وفي الجزء غير المدلمت تتراوح بين %(0.01–0.09) وبشكل وسطي (0.05%) كما بينت أيضا نسبة بعض العناصر الترابية النارة والعناصر الأثر موضحة في الجدول 1.

جدول 1: يوضح نسبة العناصر الرئيسة وبعض العناصر الأثر والترابية النادرة في العينات المأخوذة من مقطع شطحة، تشير الأرقام في الدوائر الحمراء إلى عدد النقاط التي تم فيها إجراء تحليل EDX في العينة الواحدة.

		Weight%								
الجزء	رمز العينة	Ca	Mg	Al	Si	Y	Ho	K	C	O
الجزء المدلمت	Jb-P1 ①	58.09	8.27	0.11	0.09	0.25	2.24	-	2.9	29.19
	Jb-P2 ①	49.83	7.15	-	-	0.12	0.19	-	5.17	35.83
	Jb-P2 ②	49.3	8.73	0.04	0.06	0.11	0.28	-	4.14	36.06
	Jb-P5 ①	60.24	7.72	0.05	0.12	-	0.09	-	2.49	28.4
	Jb-P5 ②	60.19	6.73	0.39	1.26	-	0.33	0.5	2.11	26.6
	Jb-P5 ③	63.34	6.56	0.29	0.76	-	0.12	0.32	1.99	24.93
	Jb-P6 ①	59.68	7.86	0.08	0.35	0.12	0.15	0.25	2.28	27.96
	Jb-P6 ②	57.83	8.68	-	0.06	0.12	0.21	-	2.64	30.06
	Jb-P14①	61.94	6.72	0.25	0.78	0.08	0.17	0.3	1.93	25.2
	Jb-P14②	67.13	5.85	0.18	0.59	0.1	0.14	0.22	1.48	22.88
الجزء غير المدلمت	Jb -P1 ②	77.76	0.41	0.09	0.03	0.22	0.13	-	2.06	18.93
	Jb-P2③	64.72	0.28	0.08	-	0.18	0.19	-	3.96	28.26

مقطع رام ترزة:

بينت الدراسة الجيوكيميائية للعينات المأخوذة من هذا المقطع أن نسبة المغنيزيوم في الجزء المدلمت تتراوح بين (6.58–10.67) وبشكل وسطي (8.37) وفي الجزء غير المدلمت تتراوح بين (0.44–2.72) وبشكل وسطي (1.55) ونسبة الكالسيوم في الجزء المدلمت تتراوح بين (43.16–65.73) وبشكل وسطي (54.85) وفي الجزء غير المدلمت تتراوح بين (67.24–79.83) وبشكل وسطي (71.49) ونسبة الألمنيوم في الجزء المدلمت تتراوح بين (0.01–0.03) وبشكل وسطي (0.013%) وفي الجزء غير المدلمت تتراوح

بين %(0.1–0.07) وبشكل وسطي (0.083%) ونسبة السليسيوم في الجزء المدلمت تتراوح بين %(0.52–0.06) وبشكل وسطي (0.198%) ونسبة السليسيوم في الجزء غير المدلمت تتراوح بين %(0.17–0.11) وبشكل وسطي (0.15%) كما بينت أيضًا نسبة بعض العناصر الترابية النارة والعناصر الأثر موضحة في الجدول 2.

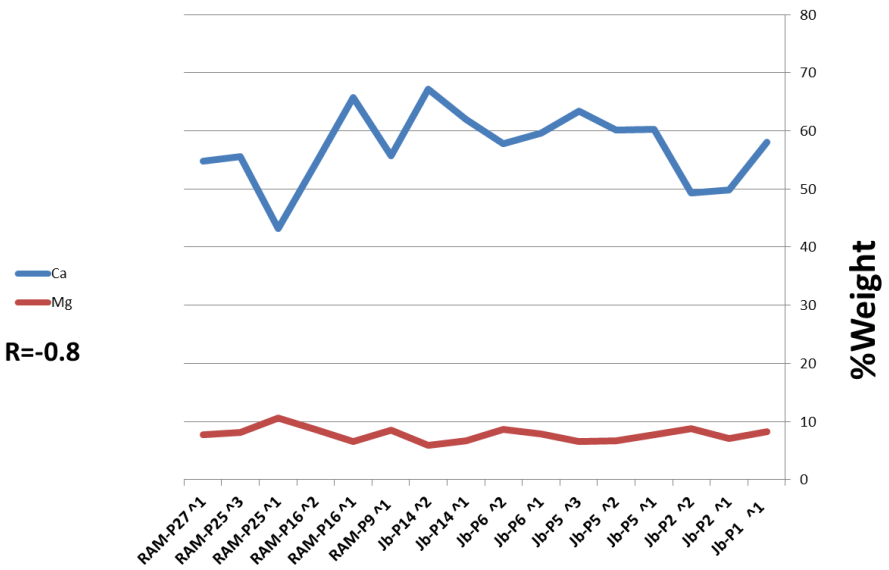
جدول 2: يوضح نسبة العناصر الرئيسة وبعض العناصر الأثر والترابية النادرة في العينات المأخوذة من مقطع رام ترزة، تشير الأرقام في الدوائر الحمراء إلى عدد النقاط التي تم فيها إجراء تحليل EDX في العينة الواحدة.

		Weight%								
الجزء	رمز العينة	Ca	Mg	Al	Si	S	Y	Ho	C	O
الجزء المدلمت	RAM-P9 ①	55.76	8.49	0.01	0.18	-	0.13	0.15	3.15	31.95
	RAM-P16 ①	65.73	6.58	0.03	0.15	0.1	-	1.29	2.12	24
	RAM-P16 ②	54.21	8.63	-	0.52	-	-	0.26	3.4	31.93
	RAM-P25 ①	43.16	10.67	-	0.06	-	-	1.05	5.14	37.61
	RAM-P25 ③	55.53	8.17	-	-	-	0.1	0.51	3.18	30.99
	RAM-P27 ①	54.73	7.7	0.02	0.08	0.07	0.12	0.19	3.06	33.77
الجزء غير المدلمت	RAM-P9 ②	68.04	0.44	0.08	0.17	0.13	0.2	0.97	2.58	23.79
	RAM-P12 ①	74.23	1.01	0.1	0.17	0.14	0.22	0.37	2.02	19.26
	RAM-P12 ②	67.24	1.56	-	0.11	-	0.11	0.11	3.68	25.36
	RAM-P25 ②	79.83	2.02	-	-	-	0.08	0,46	1.17	15.51
	RAM-P27 ②	68.11	2.72	0.07	-	0.18	0.24	0.23	3.24	24.92

تم إجراء التحليل النقطي للعينات في كلا المقطعين على النحو التالي: تم أخذ نقطة في الأرضية ونقطة في عرق الانحلال وتبين من خلال ذلك أن جميع الأجزاء غير المدلمته كانت في عروق الانحلال والازاء الملمته في الأرضية

يظهر الشكل (7) علاقة ارتباط قوية بالاتجاه السالب (معامل الارتباط 0.8–) بين عنصري الكالسيوم والمغنيزيوم في الجزء المدلمت من كلا المقطعين في منطقة الدراسة تشير علاقة

الارتباط السلبية إلى ان الدولوميت تشكل بعد فترة من توضع الرسوبيات [13] [11] [14] يقصد بالارتباط السلبي: العلاقة العكسية بين عنصري الكالسيوم والمغنيزيوم ويفسر ذلك بانه مع زيادة المغنيزيوم تنخفض نسبة الكالسيوم بشدة وذلك نتيجة لاستبدال الكالسيوم بالمغنيزيوم خلال عملية الدلمتة في حال لو كان الارتباط موجب يشير ذلك إلى أن الدولوميت تشكل بالترسيب المباشر من مياه البحر وهي عملية نادرة الحدوث في الطبيعة لكون الولوميت ذو بنية بلورية مرتبة مؤلفة من طبقات من الكالسيوم وطبقات من المغنيزيوم مفصولة بجزر الكربونات وهذا الترتيب يحتاج إلى أوساط خالية من الاضطرابات الأمر الذي لا يتوفر في الأوساط البحرية



الشكل (7) الارتباط بين عنصري الكالسيوم والمغنيزيوم في الجزء المدلمت من صخور الجوراسي الأدنى في منطقة الدراسة.

إن النسبة Mg/Ca تعتبر من المعاملات الهامة في تحديد بيئات الدياجينيز التي تشكل فيها الدولوميت [14] وكذلك في تحديد طبيعة بلورات الدولوميت المتشكلة من حيث درجة ترتيب البنية البلورية كما في مخطط الاستقرار الترموديناميكي الذي يبين النسبة اللوغاريتمية

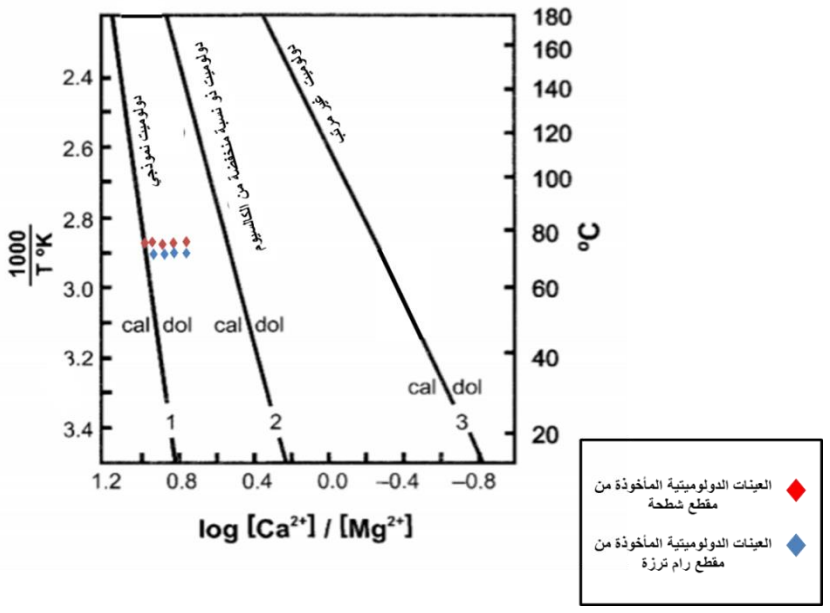
لـ Mg/Ca مقابل درجة حرارة تشكل الدولوميت الشكل (8) [23] حيث يظهر فيه ثلاثة خطوط من اليسار إلى اليمين:

1- كالسيت _ دولوميت نموذجي.

2- كالسيت_ دولوميت مرتب مع نسبة منخفضة من الكالسيوم.

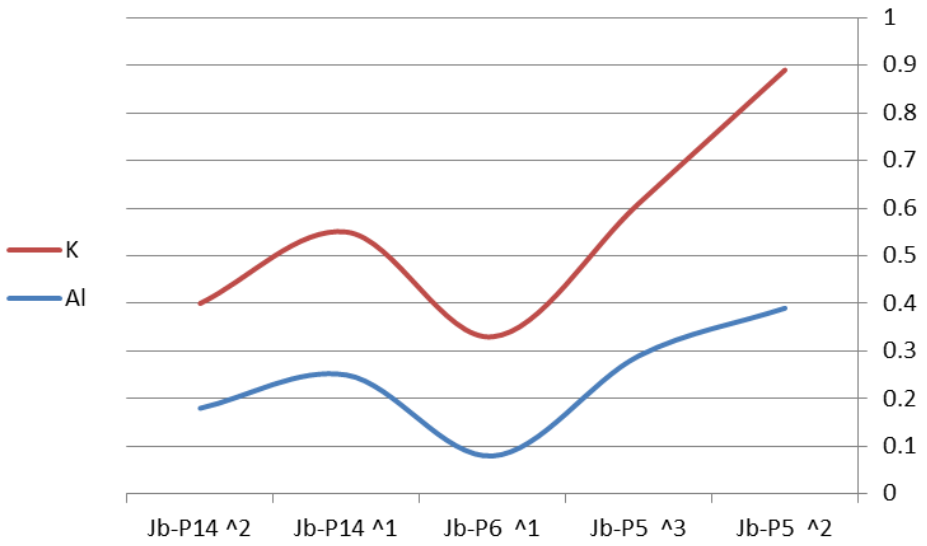
3- كالسيت_ دولوميت أولي (غير مرتب).

إن درجة حرارة تشكل الدولوميت في منطقة الدراسة هي من 60°-80° وذلك كون بلورات الدولوميت ذات نسيج غير مستوي (حواف البلورة منحنية) [24] تم اسقاط العينات على المخطط وتبين أن الدولوميت الموجود في منطقة الدراسة هو دولوميت نموذجي يملك فصل واضح لطبقات الكالسيوم عن طبقات المغنيزيوم في بنيته البلورية في كلا المقطعين من منطقة الدراسة الشكل (8).



الشكل (8) مخطط الاستقرار الترموديناميكي ثنائي المتغير لنظام كالسيت-دولوميت-ماء [23].

ويلاحظ أيضا من خلال الدراسة الجيوكيميائية ارتفاع نسبة الألمنيوم والبوتاسيوم في العينات المأخوذة من مقطع شطحة وانخفاضها في العينات المأخوذة من مقطع رام ترزة حيث أن نسبة البوتاسيوم في مقطع رام ترزة كانت دون نسبة الكشف (0.01) وبالتالي لم تظهر في التحليل، يشير ذلك إلى زيادة عمق الحوض الرسوبي من شمال منطقة الدراسة باتجاه الجنوب حيث تشير علاقة الارتباط الإيجابية بين عنصري الألمنيوم والبوتاسيوم الشكل (9) إلى أن مصدر هذه العناصر هو المواد الأرضية الناتجة عن عمليات التجوية للصخور في منطقة المد والجذر [25] وبالتالي فإن محتوى الألمنيوم والبوتاسيوم يشير إلى نسبة المواد الأرضية في صخور الكربونات [26] [27] ووجودها يعكس تغيرات مستوى سطح البحر [28] [29] [30] [31] [32] [33] عندما ينخفض مستوى سطح البحر يزداد تعرض القارات لعمليات الحت والتعرية وبالتالي يزداد وجود المواد الارضية. ومما يدعم تداخل المواد الحطامية في الصخور الكربوناتية ارتفاع نسبة الهولميوم (Ho) مقارنة مع الايتيريوم (Y) حيث تكون نسبة الهولميوم كبيرة في المجلوبات القارية ومنخفضة في الاوساط البحرية على عكس الايتيريوم ونظرا للتماثل في الشحنة بين الهولميوم والايتيريوم والتقارب في نصف القطر الأيوني فإنهما يملكان نفس السلوك الكيميائي مما يسمح للهولميوم باستبدال الايتيريوم في الصخر الكربوناتية [34] [35].



الشكل (9)علاقة الارتباط بين أكاسيد البوتاسيوم والألمنيوم.في مقطع شطحة.

الاستنتاجات والتوصيات:

تم التوصل إلى النتائج التالية:

- معظم بلورات الدولوميت في توضعات الجوراسي الأدنى في منطقة الدراسة ذات نسيج غير مستوي مما يشير إلى تشكلها في درجات حرارة أكبر من 60°.
- أدى الاختلاف في نسبة Ca/Mg في سوائل الدلمتة إلى تشكل النطاق الدولوميتي والنطاق الدولوميتي الكلسي والنطاق الكالسيتي.
- تشير النسبة اللوغاريتمية لـ Ca/Mg إلى أن الدولوميت في توضعات الجوراسي الأدنى في منطقة الدراسة هو دولوميت نموذجي.

- تشير علاقة الارتباط الإيجابية بين عنصري الألمنيوم والبوتاسيوم وارتفاع نسبة الهولميوم (Ho) مقارنة مع الايتيريوم (Y) إلى تداخل المواد الحطامية في الصخور الكربوناتية.

يوصي البحث باستكمال دراسة محتوى العناصر الأثر والترابية النادرة في باقي أجزاء السلسلة الساحلية من أجل بناء صورة متكاملة لكافة العمليات الدياجينيزية التي حدثت في المنطقة.

References:

[1] ADAMS, J.E.; RHODES, M. L. 1960- **Dolomitization by seepage refluxion**. AAPG Bulletin. 44, 1912-1920.

[2] FRIEDMAN, G. M.; SANDERS, J. E. 1967- **Origin and occurrence of dolostones** in: Chilingar, G. V; Bissell, H. J; Fairbridge, R. W (eds), **Carbonate Rocks, Origin occurrence and classification**. Elsevier, Amsterdam. 267-348.

[3] HSU, K. J.; SCHNEIDER, J. 1973- **Progress report on Dolomitization hydrology of Abu Dhabi Sabkhas: Arabian Gulf**. In: Pureser, B.H.(ed) the Persian Gulf. Springer. Berlin, 409-422.

[4] BADIOZAMANI, K. 1973- **The dorag Dolomitization model – application to the Middle Ordovician of Wisconsin**. Journal of sedimentary Petrology, 43, 965-984.

[5] BAKER, P.A.; KASTNER, M. 1981- **Constraints on the formation of sedimentary dolomite**. Science. 213, 214-216

[6] VASCONCELOS, C.; MCKENZIE, J. A.; BERNASCONI, S.; GRUJIC, D; TIENS, A. J. 1995- **Microbial mediation as a possible mechanism for natural dolomite formation at low temperatures**. Nature. 377, 220-222.

[7] MACHEL, H. G. 2004**- Concepts and models of dolomitization: a critical reappraisal**. Geological Society, London, Special Publications. 235(1), 7-63.

[8] EVAMY, B. D. 1967-**Dedolomitization and the development of rhombohedral pores in limestones**. Jour. Sed. Petrology. 37, 1204-1215.

[9] KATZ, A. 1971-**Zoned dolomite crystals**. Journal of geology. 79, 38-51

[10] ZHANG, J.; HE, Z.; XU, H. B; JI, H. C.; YUAN, Q.; SHI, J. A.; LU, X. C. 2012- **Petrological characteristics and origin of Permian fengcheng formation dolomite rocks in wuerhe-fengcheng area, junggar basin**. Acta sedimentol. Sin. 30(5), 859-867.

[11] REN, Y.; ZHONG, D. K.; GAO, C. L.; YANG, X. Q.; XIE, R.; LI, Z. P.; DENG, M. X.; ZHOU, Y. C. 2016- **Geochemical characteristics, genesis and hydrocarbon significance of dolomite in the Cambrian Longwangmiao formation, eastern Sichuan Basin**. Acta Pet. Sin. 37(9), 1102-1115

[12] WARREN, J. 2000- **Dolomite: Occurrence, evolution and economically important associations**. Earth-sci. Rev. 52(1-3), 1-81.

[13] HU, W. X; CHEN, Q; WANG, X. L; GAO, J 2010- **REE models for the discrimination of fluids in the formation and evolution of dolomite reservoirs**. Oil Gas Geol. 31(6), 810-818.

[14] ZHU, H.; YANG, G.; YUAN, B. G.; YING, D. L.; DAI, X.; ZHOU, H. F.; XU, S. Q.; TAN, J. K. 2020- **Geological conditions,**

resource potential and exploration direction of conventional gas in sichuan basin. Nat. gas geosci. **29**(10), 1475-1485.

[15] IBRAHIM, A.; SALMAN, N.; MANSOUR, R 2020- **Petrological and geochemical study of dolomitization in the middle Jurassic rock of AL-Querdaha sheet.** Tishreen University Journal **42(5), 197-211.**

[16] MOUTY, M. 1997- **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. 325, 207-213 .

[17] PONIKAROV, V. P.; SHASKY, V. N.; KAZMIN, V. G.; KULAKOVE, V. V. 1967- **The geology of Syria. Explanatory Notes on the geological map of Syria. Scale 1/500000. Syrian Arab Republ.** Ministry of industry, Dept. Geol. Miner. Research.

[18] ROSKY, R., LAVEL, B., MOUTY, M., SHLSH, G., YOUSEF, S 1978a **-Geological map of Jablah Sheet of 1/50000. Damascus**. General corporation for geology and mineral resources..

[19] ROSKY, R., SHLSH, G., YOUSEF, S., MOUTY, M., NASRY, S., ALOUSH, B., JAMIl, N., BALBAKY, M 1978 b**- Geological map of the AL_Quer daha sheet of 1/50000. Damascus**. General corporation for geology and mineral resources..

[20] AGMEAN, J., KHATOUN, A. 1999**-Grological map of Latakia Sheet of 1/50000. Damascus.** General corporation for geology and mineral resources.

[21] YOUSEF, SHABO; BAALBAKI, MOHAMMAD; AJAMIAN, JACK; SULEIMAN, YOUSEF 1979a- **Geological map of the Al-Haffa block at a scale of 1:50,000. Damascus**. General Establishment of Geology and Mineral Resources

[22].YOUSEF, SHABO; BAALBAKI, MOHAMMAD; AJAMIAN, JACK 1979b- **Geological map of the Al-Qadmus block at a scale of 1:50,000. Damascus**. General Establishment of Geology and Mineral Resources

[23] CARPENTER, A. B. 1980- **The chemistry of dolomite formation I: the stability of dolomite.** In: ZENGER, D.H., DUNHAM, J.B. • ETHINGTON, R.L. (eds) **Concepts and Models' of Dolomitization**. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publications, 28, 111-121.

[24] GREGG, J. M.; SIBLEY, D.F. 1984- **Epigenetic Dolomitization and the origin of xenotopic dolomite texture**. Journal of sedimentary Petrology. 54, 908-931

[25] XIA, J. W.; LI, L.; LUO, B.; ZHOU, Y. 2007-**Cambrian depositional system in southwest Sichuan**. J southwestt Pet. Univ. 29 (4), 21-25.

[26] HU, J. J.; LI, Q.; LI, J.; ZHANG, L.; KONG, X.; LIU, Y. 2014- **Geochemical characteristics and its application to depositional environment analysis of Permian carbonates in Jiaomuri area Qiangtang basin**. Gao, J china univ. 20(4), 520-527.

[27] WANG, Y; SHI, Z.; QING, H.; TIAN, Y.; GONG, X. 2021- **Petrological Characteristics, geochemical characteristics, and dolomite model of the lower Cambrian Longwangmiao formation in the periphery of the Sichuan basin, China**. Journal of petroleum science and Engineering. 1-17.

[28] LUDWIG, K. R.; HALLEY, R. B.; SIMMONS, K. R.; PETERMAN, Z. E. 1988-**Strontium isotopic stratigraphy of enewetak atoll**. Geology. 16(2), 173-177.

[29] VEIZER, J. 1989- **Strontium isotopes in sea water through time**. Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 17, 141-167.

[30] MONTANEZ, I. P.; BANNER, J. L.; OSLEGER, D. A.; BORG, L. E.; BOSSERMAN, P. J. 1996- **Integrated Sr isotope variations**

and sea-level history of Middle to Upper Cambrian platform carbonates: implications for the evolution of Cambrian seawater 87Sr/86Sr. Geology. 24(10), 917-920.

[31] QING, H. R.; BARNES, C. R.; BUHL, D.; VEIZER, J. 1998- **The strontium isotopic composition of Ordovician and Silurian brachiopods and condones: relationships to geological events and implications for coeval seawater**. Geochem. Cosmochim. 62(10), 1721-1733.

[32] STOLL, H . M.; SCHRAG, D. P. 1998- **Effect of quaternary sea level cycles on strontium in seawater**. Geochem, Cosmochim. Acta 62(7), 1107-1118.

[33] KRABBENHOFT, A; EISENHAUER, A; BOHM, F; VOLLSTAEDT, H; FIETZKE, J; LIEBETRAU, V; AUGUSTIN, N, PEUCKER, E. B; MULLER, M. N; HORN, C; HANSEN, B. T; NOLTE, N; WALLMANN, K 2010- **Constraining the marine strontium budget with natural strontium isotope fractionations (87Sr/86Sr*, δ88/86Sr) of Carbonates, hydrothermal solution , and river Waters**. Geochem . Cosmochim. 74(14), 4097-4109.

[34] WANG, Y; SHI, Z.; QING, H.; TIAN, Y.; GONG, X. 2021- **Petrological Characteristics, geochemical characteristics, and dolomite model of the lower Cambrian Longwangmiao formation in the periphery of the Sichuan basin, China**. Journal of petroleum science and Engineering. 1-17.

[35] NOZAKI, Y.; ZHANG, J.; AMAKAWA, H.1997- **the fractionation between Y and Ho in the marine environment.** Earth and Planetary Science letters. 148, 329-340.