التطور الترسيبي والباليوجغرافي لتشكيلة الكوراشينا دولوميت في حزام الطي التدمري في سورية

محمد القاضي ومروان الشرع

قسم الجيولوجيا ــ كلية العلوم ــ جامعة دمشق ــ سورية

تاريخ الإيداع 2012/03/05
قبل للنشر في 2012/08/06

الملخص

هدفَ هذا البحث إلى دراسة التطور الترسيبي والباليوجغرافي لتشكيلة الكوراشينا دولوميت على امتداد حزام الطي التدمري. بيّنت دراسة هذه التشكيلة في نطاقي الطي الشمالي والجنوبي أنها مؤلفة من مكونين ليثوستراتغرافيين، ينضوي تحت كل منهما مجموعة من الوحدات الليثولوجية. أظهرت الدراسة البترولوجية لمكونات هذه الوحدات أنها مؤلفة من أربع سحنات متمايزة: كلسية دولوميتية - كلسية غضارية - غضارية - أنهدريتية، مختلطة أو نقية، ومتوضعة وفق تعاقبات إيقاعية متكررة، تجمعها متواليات رسوبية حيادية بمعظمها. تشكل السحنات الكلسية والدولوميتية السحنات الأكثر أهمية والأكثر انتشاراً، وتتكون من أوحال (muds) ميكريتية تعرضت وبنسب متفاوتة لعمليات دلمتة معاصرة أو لاحقة للترسيب بآلية الضخ أو الدفن. تتناقص شدة الدلمتة من أعلى نحو أسفل التشكيلة وتزداد من جنوب إلى شمال السلسلة التدمرية.

مكّنت دراسة المتغيرات الترسيبية والمعاملات الفيزيائية والكيميائية للسحنات الرئيسة من استنتاج بيئات ترسيب كل منها وفق تطور يبدأ ببيئات بحرية عميقة تحت مدية (subtidal) حوضية تتدرج إلى بيئات مدية (intertidal) أقل عمقاً وانفتاحاً من نمط السطائح البحرية، لتنتهي ببيئات قليلة العمق وضحلة فوق مدية (supratidal) ومحصورة من نمط البحيرات واللاغونات الشاطئية والبلايا (playa). وتتفاوت الأعماق ضمن البيئة الواحدة بسبب التذبذبات المستمرة في المستوى التوازني للماء المؤدية إلى تغيرات محلية في المستوى القاعدي للتوضع.

توضعت رواسب التشكيلة وفق ثلاثة أطوار باليوجغرافية، اتصف الأول والثاني منهما باستمرار تجاوز بحري (التيثس) قادم من الشرق والشمال الشرقي استقرت خلاله رواسب المكون السفلي، في حين تجلى الطور الثالث بانحسار واضح باتجاه الجنوب الغربي أدى إلى توضع رواسب المكون العلوي للتشكيلة. حمل هذان الطوران إلى إضفاء صفة دورة رسوبية ضخمة على تشكيلة الكوراشينا دولوميت في الحوض التدمري.

الكلمات المفتاحية: كوراشينا دولوميت، سحنة، بترولوجيا، بيئات الترسيب، دياجينيز، باليوجغرافي.

Sedimentary and Palaeogeographic Evolution of Kurachina Dolomite Formation in the Palmyrian Belt Zone in Syria

M. Al-Kadi and M. Al-Shara

Department of Geology, Faculty of Sciences, Damascus University, Syria

Received 05/03/2012
Accepted 06/08/2012

ABSTRACT

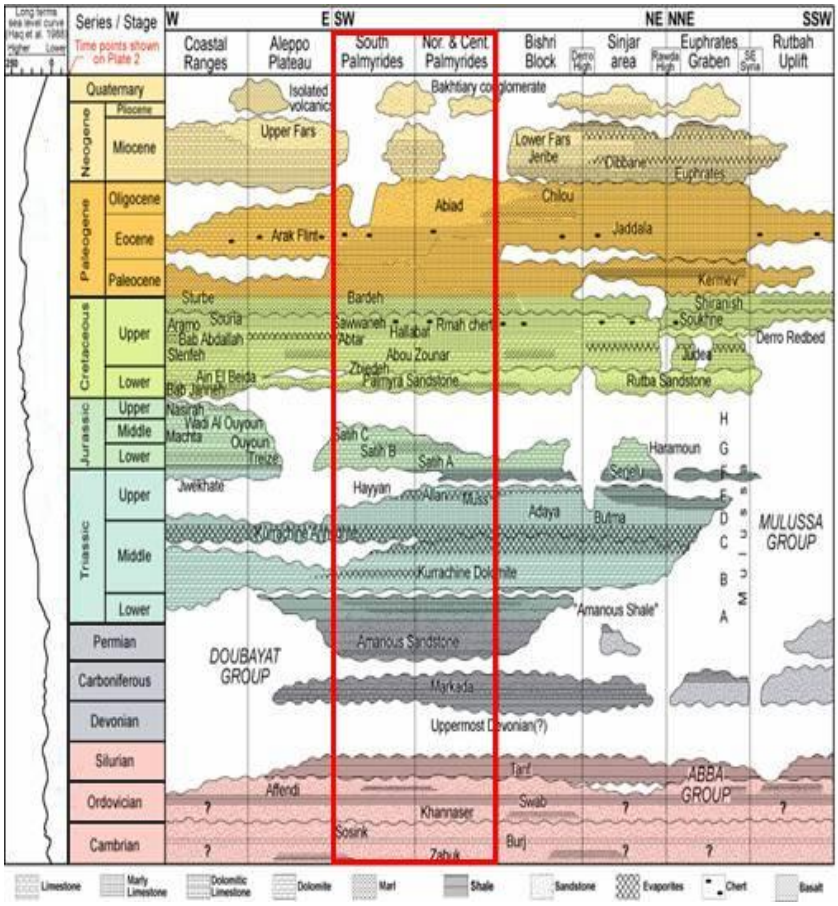
This research aims to study the sedimentary and palaeogeographic evolution of the Kurachina Dolomite Formation along Palmyrian belt zone. Studying this formation in its Northern and Southern parts has shown that it consists of two lithostratigraphic members, where each of them includes a series of lithological units. The petrological study of the components of these units shows that they are composed of four distinguished facies: Dolomitic limestones, clayey limestones, clays and anhydrites, pure or mixed, and deposited in repeated harmonic layers, gathered mostly in neutral sedimentary sequences. Dolomitic limestones are the most common and important facies, they are composed of micrite muds which have been subjected, in different degrees to synsedimentary or late dolomitisation processes through pumping or burial mechanisms. Dolomitisation intensity decreases downward the formation and increases laterally from the south to the north of the Palmyrian chain. The definition of the sedimentary variables, physical and chemical parameters of the principal facies allowed the deduction of sedimentary environments of each one along an evolution starting from basin subtidal deep sea environments which grades to less open tidal environment belonging to the marine platform. Then it ends by confined supratidal and shallow environment belonging to lakes, coastal lagoons and playa. Depth changes within the same environment due to continuous fluctuations of the eustatic sea level leading to local changes in the deposit base level.

The formation sediments have deposited in three palaeogeographic phases. The first and second were characterized by the continuity of the Tethys transgression coming from the east and north east and during which the sediments of the lower member have settled, whereas the third phase has been characterized by un evident regression towards the south west leading to the upper member sediments deposition. These two phases gave the Kurachina Dolomite Formation in the Palmyrian basin the aspect of a sedimentary megacycle.

Key words: Kurachina Dolomite, Facies, Petrology, Sedimentary environments Diagenesis, Palaeogeography.

المقدمة

إن تشكيلة الكوراشينا دولوميت (Kurachina Dolomite) العائدة إلى الترياسي الأوسط هي أحد التشكيلات الجيولوجية المكونة للعمود الطبقي في سورية، وتشغل حيزاً مهماً منه بين تشكيلتي الأمانوس شيل والكوراشينا أنهدريت. تنتشر صخور هذه التشكيلة بشكل واسع تحت السطح في الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية وأواسط البلاد وخاصة في نطاق الطي التدمري وحوض الدّو (الشكل 1)، وتتوضع رواسبها بعدم توافق فوق رواسب البرمي- كربوني أو توافق فوق توضعات الترياسي الأسفل بسماكات متفاوتة، وتبلغ سماكتها العظمى في مراكز الأحواض، لتقل باتجاه الأطراف وتنعدم في المرتفعات.



الشكل (1) التتابع الطبقي العام في سورية (Sharland *et al.*, 2001)

وصفت هذه التشكيلة أول مرة في منطقة الحمادية في العراق. وفي سورية فقد أشير إلى وجود هذه التشكيلة أولاً ضمن الدراسات الإقليمية لجيولوجية سورية (Ponikarov, 1966) أو من خلال المسوح الجيوفيزيائية المنفذة من قبل شركات ومعاهد نفطية عديدة (G.V.N., 1970), (IFP Pecip, 1968) التي جاءت نتائجها ضمن تقارير داخلية غير منشورة. كذلك أشار إليها Wetzel عام 1974 في بحثه المتعلق بمراحل التنقيب عن النفط في سورية ولبنان. كما جاء ذكر هذه التشكيلة في المؤلفات العلمية التي اهتمت بجيولوجية الشرق الأوسط وإمكاناته النفطية (Beydoun, 1988) (AlSharhan *et al.*, 1997).

ومنذ سبعينيات القرن الماضي، حظيت هذه التشكيلة باهتمام الشركات النفطية العاملة في القطر، وقد بينت الدراسات التي قامت بها شركة Marathon عام 1982 احتواءها على الغاز الطبيعي. تلا ذلك مجموعة من الدراسات الإقليمية التي أسهمت في التوصل إلى فهم أعمق للتركيب البنيوي والصخري للتشكيلة ضمن إطار نطاق الطي التدمري (Lovelock, 1984)، (Salel, 1993)، (Brew *et al.*, 2001) وشيموف وبرزنجي وصواف (1993) فضلاً عن الدراسات الصادرة عن المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، وعن مختلف الشركات النفطية العاملة في سورية (الشركة السورية للنفط، وشركة الفرات للنفط، وشركة إينا، وشركة بكتن.....) غير المنشورة.

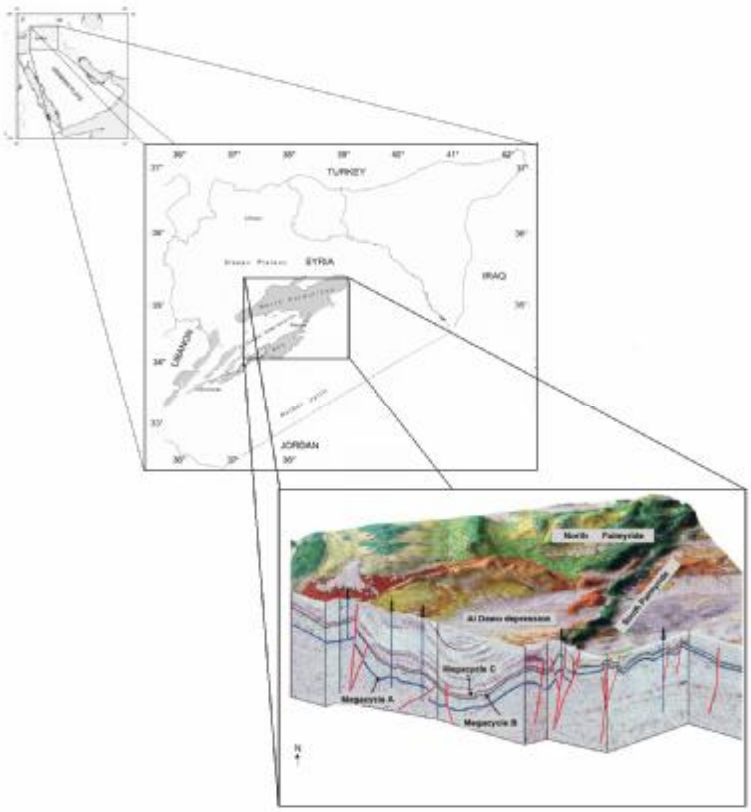
ومنذ أوائل الثمانينيات، أولت الشركة السورية للنفط اهتماماً خاصاً بهذه التشكيلة إذْ وجهت أعمال التنقيب إلى اكتشافها واستثمار محتواها الهيدروكربوني في معظم تراكيب السلسلة التدمرية وحوض الدو وهضبة حلب. وجاءت نتائج أعمال الشركة على شكل تقارير داخلية غير منشورة، اهتمت بالخصائص الخزنية للتشكيلة وقدراتها النفطية بشكل رئيسي دون التطرق إلى خصائصها الترسيبية.

وفي السنوات الأخيرة كانت التشكيلة موضوع دراسات ليثولوجية وبتروفيزيائية (عبد الله، 2009؛ شحادة، 2010؛ يوسف، 2012). إلاَ أن أياً من هذه البحوث الأخيرة أو تلك السابقة لم تُعنَ بدراسة الخصائص البترولوجية المفصلة للتشكيلة ولم تتطرق إلى دراسة تطورها الترسيبي والباليوجغرافي على امتداد السلسلة التدمرية. ومن هنا جاءت أهمية هذه الدراسة التي تندرج ضمن مشروع بحث علمي يقوم عليه مؤلفو هذا البحث من قسم الجيولوجيا بجامعة دمشق بقرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم:597/م ب د، تاريخ 2010/12/5.

منطقة الدراسة

تغطي منطقة الدراسة كامل نطاق الطي التدمري (الشكل 2). وتقع هذه المنطقة بين خطي طول: 220000 و500000، وخطي عرض: 200000 و360000 (بحسب

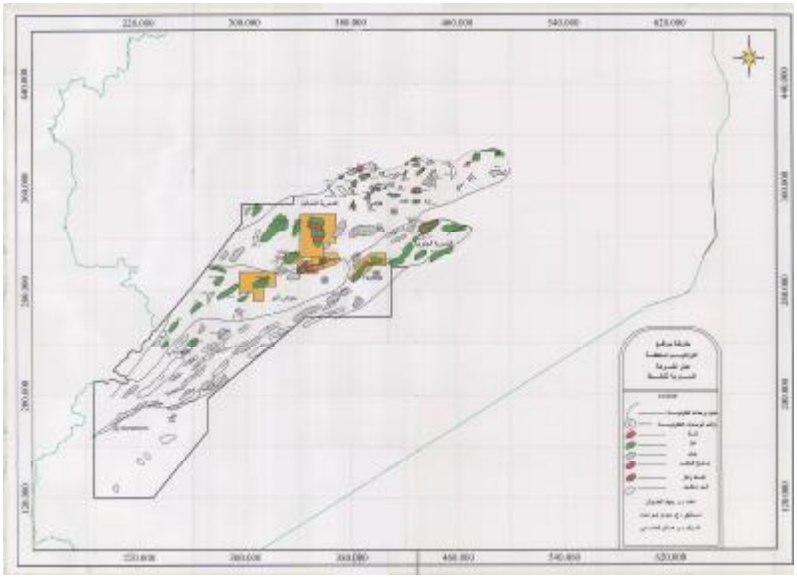
إحداثيات لامبير). وتتكون من مجموعة من السلاسل الجبلية المنتشرة من شمال شرق البلاد إلى جنوبها الغربي بطول 250 كم، وعرض 100 كم، بمساحة تفوق 25 ألف كم^2. تتألف هذه السلاسل في الجنوب من وحدات بنيوية أساسية مكونة من محدبات متطاولة غير متناظرة تأخذ الاتجاه العام للسلسلة، تعقدها مجموعة من الصدوع ذات الرميات الكبيرة، وتتكشف صخورها الكريتاسية على السطح (Mouty *et al.*, 1983). أمَّا في الشمال فتضم بنيات من قباب عريضة معقدة طبوغرافياً.



مجسم ثلاثي الأبعاد يبين جيولوجية حزام الطي التدمري (عن :Brew *et al.*, 2001)

الشكل (2) منطقة الدراسة ضمن الأراضي السورية.

كشفت أعمال التنقيب النفطي عن وجود عدد كبير من الحقول النفطية التي اخترقت تشكيلة الكوراشينا دولوميت فيها (الشكل 3). ونظراً إلى كثرة هذه الحقول فقد تمَ اختيار خمسة منها تمثل نطاق الطي الجنوبي (الأرك، الهيل، الضبيات، السخنة، النجيب) وأربعة أخرى تمثل نطاق الطي الشمالي (تويتان، الضلعة، المدار، مملحة الكوم).



الشكل (3) مواقع الحقول النفطية في تراكيب نطاق الطي التدمري (الشركة السورية للنفط، 2010).

مواد البحث وطرائقه

استندت هذه الدراسة إلى استخدام المعطيات البئرية المتوافرة عن التشكيلة في منطقة الدراسة. وتتمثل هذه المعطيات بالفتات واللباب الصخري المقتطع من التشكيلة (270 م)، وبالسجلات الجيوفيزيائية البئرية التقليدية (المقاومية R، والإشعاع الطبيعي GR، والكمون الذاتي PS، والنيترون N، والكثافة FDC، وسرعة انتشار الأمواج الصوتية Sonic)، والقياسات التصويرية FMI، فضلاً عن بقية المعطيات الجيولوجية البئرية المتوافرة عن منطقة الدراسة.

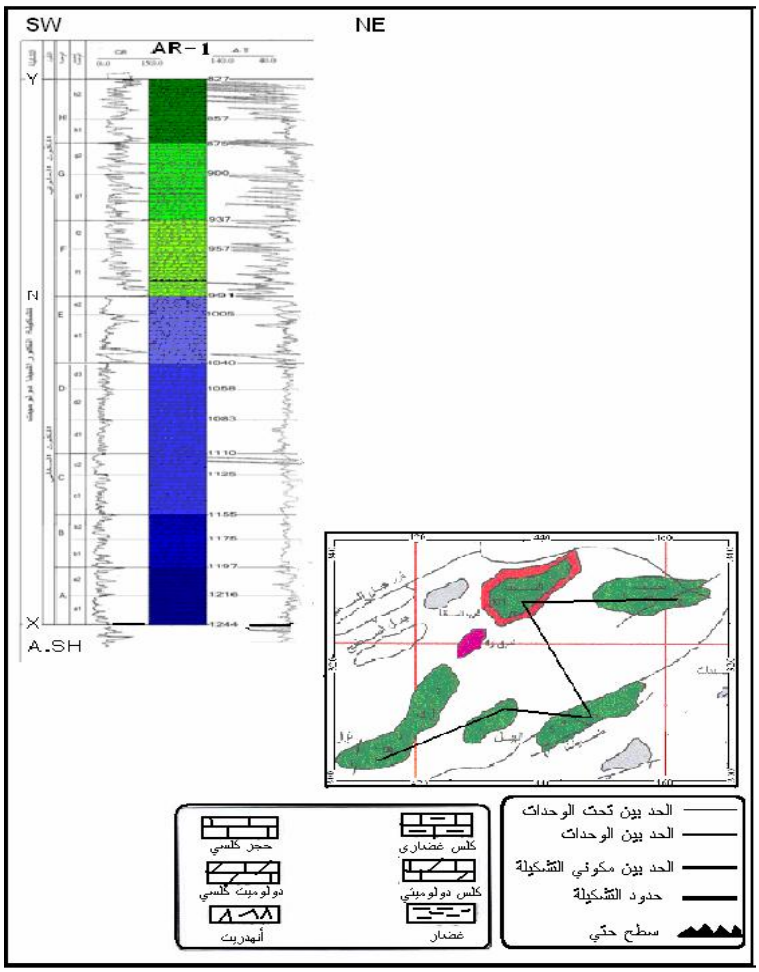
تشكل الدراسات المجهرية المعمقة باستخدام المجهر الاستقطابي (Polarizing microscope) والمجهر الإلكتروني الماسح (Scanning Electron Microscope) قاعدة هذه الدراسة في تقديم وصف بترولوجي مفصل لرواسب التشكيلة ضمن المفاهيم الحديثة للمتواليات الرسوبية، واستنتاج بيئات الترسيب وعمليات الدياجينيز المبكرة واللاحقة التي تعرضت لها الرسوبات. كما اعتمدت هذه الدراسة على إعادة تفسير القياسات الجيوفيزيائية البئرية وتحليلها. هذا فضلاً عن بعض نتائج التحاليل الكيميائية المخبرية السابقة.

النتائج والمناقشة

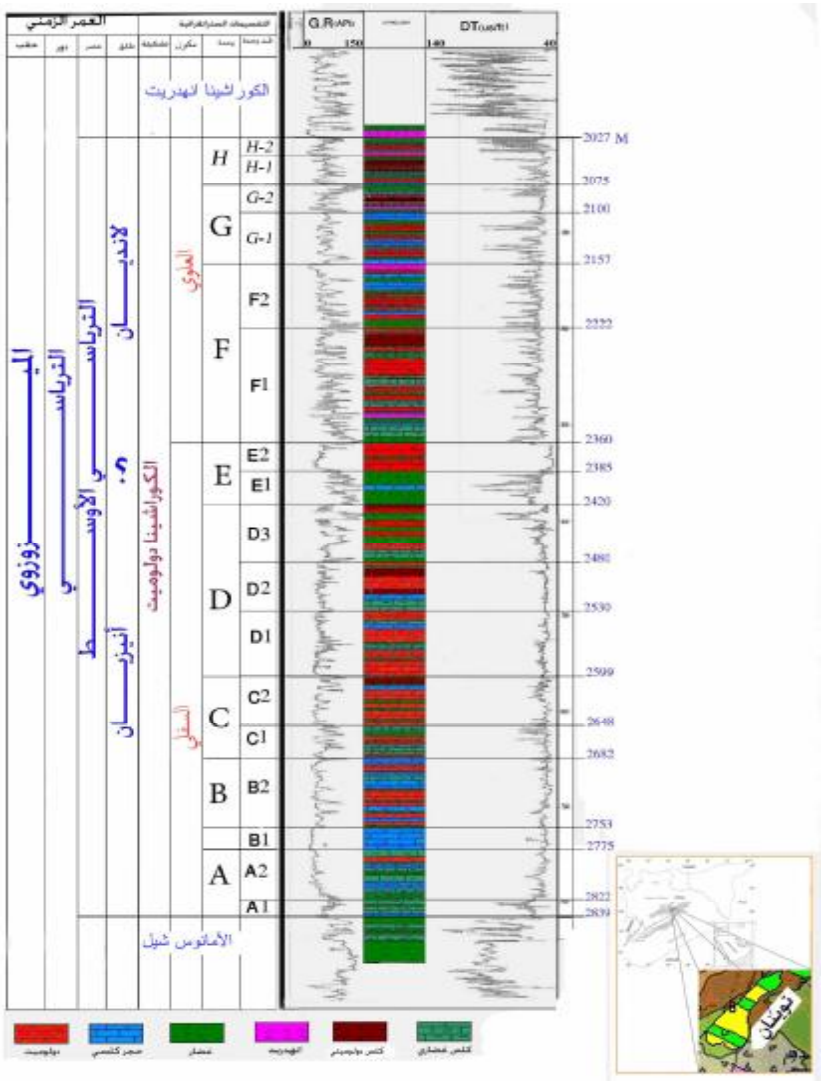
1- البترولوجيا وبيئات الترسيب:

أجريت دراسة بترولوجية لسحنات تشكيلة الكوراشينا دولوميت في كلٍ من نطاقي الطي التدمري الشمالي والجنوبي، حيث درست في التراكيب كلّها التي اخترقت فيها في

هذين النطاقين. وقد اعتمد تركيب الأرك في نطاق الطي الجنوبي تركيباً مرجعياً كونه أكبر هذه التراكيب وأكثرها أهمية من الوجهة النفطية. كما اختير بئر الأرك (1) بئراً مرجعية لها نظراً إلى وقوعها في قمة التركيب واختراقها لكامل التشكيلة وبسماكة أعظمية. كذلك فقد اعتمد تركيب التوينان تركيباً مرجعياً في نطاق الطي الشمالي وبئر التوينان (1) مرجعية فيه وللأسباب ذاتها. ويبيّن الشكلان (4 و5) العمودين الطبقيين للتشكيلة في البئرين المرجعيتين الممثلتين لنطاقي الطي. كما يبيّن الشكل (6) نتائج مضاهاة التشكيلة على امتداد منطقة الدراسة.

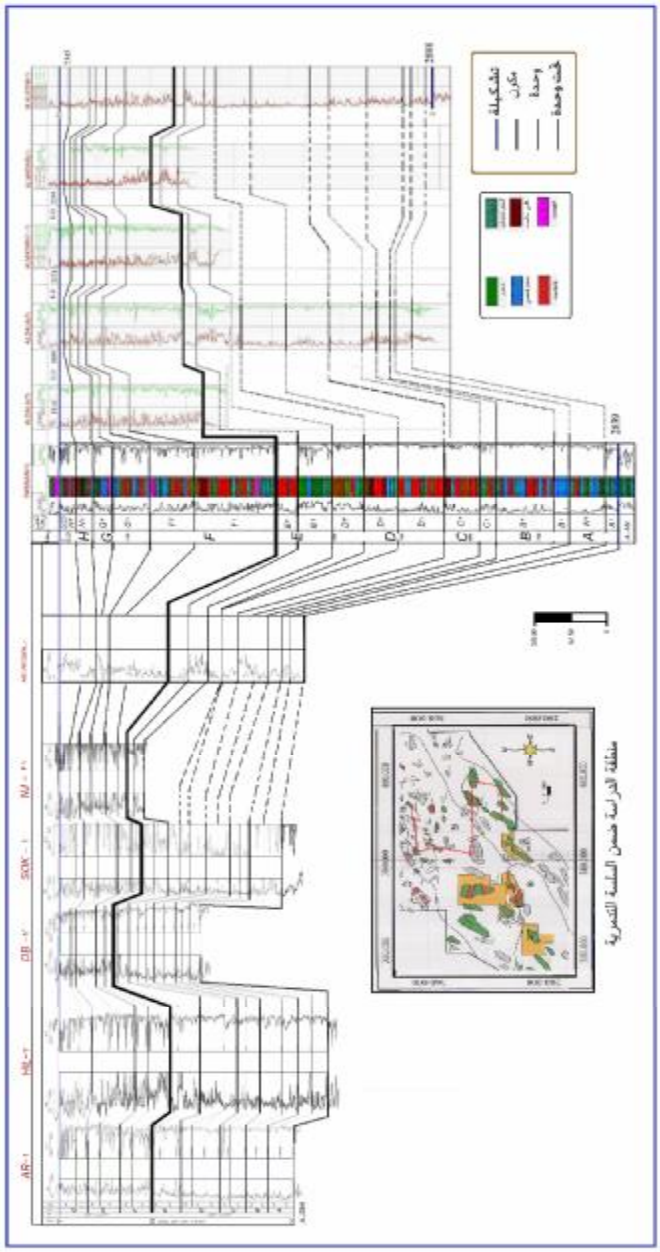


الشكل (4) العمود البئوستراتغرافي المرجعي لتشكيلة الكوراشينا دولوميت في نطاق الطي التدمري الجنوبي (بئر الأرك -1) (شحادة، 2010).



الشكل (5) العمود البثوستراتغرافي المرجعي لتشكيلة الكوراشينا دولوميت في نطاق الطي التدمري الشمالي (بئر تويناان - 1) (عبد الله، 2009).

وعلى هذه الأشكال يتضح أن التشكيلة مؤلفة في كلا النطاقين من مكونين (members) ليثوستراتغرافيين متميزيين، ينضوي تحت كل منهما مجموعة من الوحدات وتحت الوحدات والنطاقات الليثولوجية المتمايزة.



الشكل (6) مضاهاة تشكيلة الكوراشينا دولوميت على امتداد حزام الطي التدمري

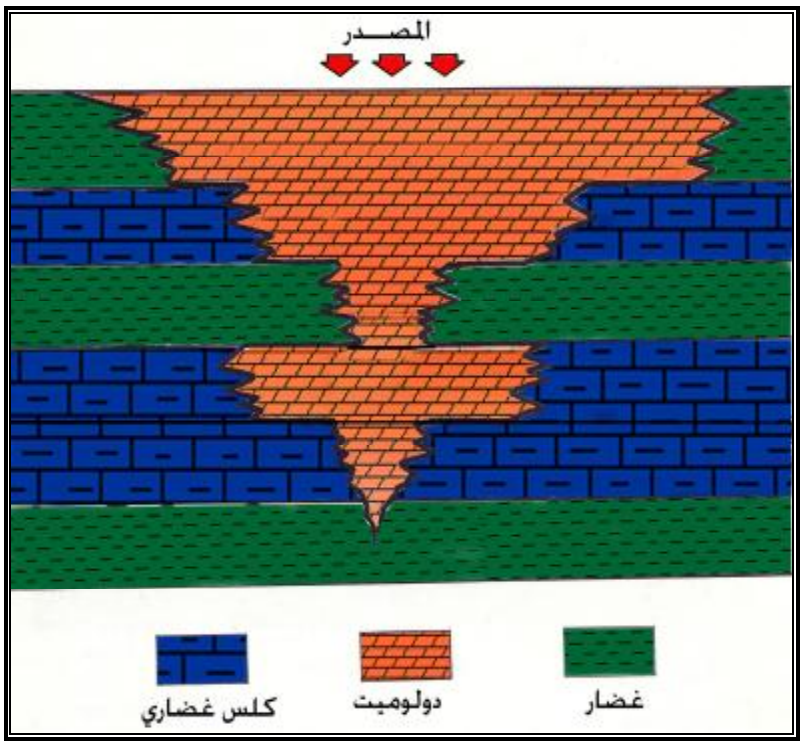
بينت الوصوف والدراسات الجهرية والمجهرية المفصلة (اللوحات C, B, A) للتتابعات الطبقية في الآبار المرجعية أن التشكيلة مؤلفة من أربع سحنات رئيسة: كلسية- دولوميتية، كلسية- غضارية، غضارية، أنهدريتية، متباينة السماكة، مختلطة أو نقية، ومتوضعة وفق تعاقب إيقاعي متكرر ضمن متواليات رسوبية (sequances) متفاوتة الأهمية. وفيما يلي وصف بترولوجي معمق لكل من هذه السحنات، واستقراء للبيئات الرسوبية والدياجينيزية التي تشكلت فيها، وذلك بغض النظر عن مواقعها وتسلسلها الطبيعي ضمن التشكيلة:

السحنات الكلسية- الدولوميتية:

وهي السحنات الأكثر انتشاراً والأكبر سماكة في تشكيلة الكوراشينا دولوميت في نطاق الطي التدمري، حيث تسيطر على معظم رسوبات الوحدات العلوية من المكون الأسفل للتشكيلة في نطاق الطي الشمالي (D,C) ولا سيّما تحت الوحدة (D2) (الشكل 5)، وعلى باقي وحدات المكون العلوي من التشكيلة في النطاق الجنوبي (الشكل 4). تتألف هذه السحنة بشكل رئيس من دولوميكريت إلى دولوميكروسباريت تراوح أبعاد بلوراته بين 25 إلى 250 ميكرومتراً. ويتداخل مع بلورات الدولوميت غضار إيليتي، وميكريت غني بالمادة العضوية الأولية، فضلاً عن بلورات من الأنهدريت، وخثرات من البيريت، وبقايا مستحاثية غير واضحة المعالم (اللوحة A، الصورة 3، اللوحة B، الصور 2 و5، اللوحة C، الصور من 1 إلى 6).

تعكس هذه السحنات ترسيباً كيميائياً بطيئاً ومستمراً لأوحال كربوناتية (ميكريتية) توضعت بالاستقرار (decantation)(مشرف، 1987) في وسط بحري ذي مياه دافئة، مرتفعة الملوحة وقليلة العمق ومحدودة الاتصال مع مياه البحر المفتوح، ومشبعة بكربونات الكالسيوم والمغنيزيوم. وفي هذا الوسط وبشكل معاصر للترسيب (synsedimentary) تمت دلمتة الأوحال الكربوناتية الأولية (Sibely,1982). ويؤكد هذا وجود نسبة متفاوتة من الأوحال الميكريتية المتبقية في الصخر مع ظهور عمليات الدياجينيز المبكر، وكون بلورات الدولوميت صغيرة القد من نوع euhedral وذات نسيج idiotopic، وانتشار هذه السحنة على امتدادات واسعة بطبقات شبه أفقية محدودة السماكة تتناقص فيها شدة الدلمتة نحو أسفل التشكيلة (Purser, 1973) (الشكل 7). إن مثل هذه المواصفات تدل على عمليات دلمتة بآليتي البخر والضخ (evaporation-pumping)، في بيئات قريبة من الحامضية أو المائلة للاعتدال (Blatt, 1992) ضمن الأجزاء السفلية للتوضعات فوق المدية (supratidal) (Tucker, 1992). ويرجح أن تكون هذه البيئات شبه محمية ومرجعة (reducers) وقريبة من الشواطئ وأقرب إلى اللاغونات المتشكلة على الأطراف الخارجية للمنحدرات القارية حيث تنشط عمليات الدلمتة المعاصرة للترسيب (Morrow,1982; Qing, 1998) في بيئة دياجينيزية على صلة بالنطاق

الضحل(vadose zone) (Purser, 1973). ويعزز هذا الافتراض وجود بلورات كبيرة من الأنهدريت إلى جانب بلورات الدولوميت (اللوحة B، الصورة 5 واللوحة C، الصور 4 و5) التي قد تشير في حال كثرتها إلى بيئات من نمط السبخات (C. S. R. P. P. G., 1979). وفي الأحواض الرسوبية الحالية فإن هذا النوع من الصخور الكلسية المدلمتة يظهر في شروط خاصة تميز اللاغونات المغلقة كما هو الحال في جزر الباهاماس والخليج العربي أو في بعض رسوبات البلايا (playa) في تكساس وروسيا، وفي خليج مرسين في جنوب تركيا (Eren *et al.*, 2007).



الشكل (7) انخفاض نسبة الدلمتة بالابتعاد عن المصدر (Purser, 1973)

- السحنات الكلسية - الغضارية:

تنتشر هذه السحنات بكثافة في وحدات المكون السفلي كلّها من التشكيلة (D,C)، كما توجد بنسبة أقل في الوحدات الدنيا من المكون العلوي (F,E) وتتلاشى في الوحدات العلوية من التشكيلة على امتداد الطي التدمري (الشكل 6). ويقطع هذه السحنات فواصل من الغضار أو رقائق من الأنهدريت. وتتميز غالباً ببنيات رسوبية من نمط flaser bedding. تتكون هذه السحنات من ميكريت إلى بيوميكريت يشوبه الغضار. وتبدو في

بعض المستويات ميكروسباريتية إلى سباريتية. كما تحتوي في بعض طبقاتها على هياكل لمستحاثات بيلاجية استبدل بعضها بالأنهدريت بحادثة الأبجنة (epigenesis). كما عثر في بعض أسرتها في النطاق الجنوبي على عقد من الشيرت وخثرات من البيريت (اللوحة A، اللوحة B).

تشير السحنات المهيمنة في المكون السفلي إلى عمليات ترسيب فيزيا-كيميائية تارة، وبيوكيميائية تارة أخرى في مياه بحرية ضعيفة الطاقة ومتوسطة الحرارة واقعة تحت نطاق الموج. ويرجح أن تكون البيئة المسؤولة عن توضع مثل هذه الرسوبات مفتوحة وتقع ضمن الأجزاء العميقة من السطائح البحرية (subtidal). أمَّا السحنات المسيطرة في المكون العلوي فتعود -في الأغلب- إلى الأجزاء العلوية من المنحدر القاري (continental shelf)، التي قد يكون بعضها محمياً ومشجعاً على تشكل خثرات البيريت وعقد الصوان (Miall, 1984).

- **السحنات الغضارية**:

تسود هذه السحنات في الوحدات السفلية من المكون الأسفل (B,A). كما يتعزز وجودها في بعض تحت وحداته العلوية (D2). وتوجد هذه الغضاريات تبعاً لبنيتها الرسوبية في نمطين: غضار صفحي (shale) على شكل طبقات أو طبيقات نقية مستقلة، أو على هيئة مستويات يتداخل فيها الغضار مع الميكريت والدولوميت والأنهدريت (اللوحة B، الصورة 1). وفي كلتا الحالتين أظهرت التحاليل الكيميائية السابقة أن طبيعة هذه المواد الغضارية هي سمغتيتية- إيليتية. وقد بيّن (Mattes & Mountjoy, 1980) أن عملية تحول السمغتيت إلى إيليت يرافقها تحرر لأيونات المغنيزيوم Mg^{+2}. وهذا ما يفسر تشكل بلورات كبيرة الأبعاد من الدولوميت من نوع subhedral ونسيج hypidotopic في قلب هذه السحنات (اللوحة C، الصورة 5)، بآلية الدفن. وقد أكد كل من (Price, 1982 & McHargue) أن هذا النوع من الدولوميت شائع في الصخور الكلسية التي تغلفها أسرة غضارية ويحدث على طول الشقوق الناتجة عن الضغط المطبق على الصخور الكلسية.

تعكس هاتان السحنتان إذاً ترسيباً منتظماً وهادئاً لمواد قارية المصدر في وسط بحري واقع على الأغلب في الأجزاء الخلفية من المنحدرات القارية ضمن مجالي المد والجزر (tidal flat) والبحيرات واللاغونات الشاطئية المعزولة أو المحمية (وهي البيئات الأكثر ملاءمة لترسيب هذه الغضاريات الغنية بالبيريت والمادة العضوية). وفي معظم الحالات فإن المياه المسؤولة عن ترسيب الغضاريات الصفحية الإيليتية هي أكثر عمقاً وأقل اضطراباً من تلك التي توضعت فيها الغضاريات العادية. وعليه فإن هذه البيئات هي أقرب لأن تكون تحت منطقة المد بالنسبة إلى غضاريات أسفل المكون السفلي، وضمن منطقة المد بالنسبة إلى غضاريات أعلى هذا المكون. ويدعم هذا التفسير العثور على

هياكل مشوهة لمستحاثات بيلاجية ضمن غضاريات قاعدة المكون السفلي، في حين تغيب هذه الهياكل في غضاريات قمة هذا المكون.

- السحنات الأنهدريتية:

تظهر هذه السحنات بنسب متفاوتة في وحدات التشكيلة كلّها، إمَّا على شكل تداخلات منتشرة ضمن الصخور الكلسية والدولوميتية وحتى الغضارية، أو مالئة للشقوق التي تخترق هذه الصخور (اللوحة A، الصورة 5). إلا أن الأنهدريت يطغى في رواسب المكون العلوي للتشكيلة وخاصة في نهاياته (الوحدتين: G, F) حيث يوجد مترسباً على شكل طبقات ديسيمترية تصل أبعاد بلوراته 10 مم (اللوحة B، الصور 5).

تعكس هذه التوضعات الأنهدريتية ترسيباً كيميائياً خالصاً في أوساط مائية ضحلة مشبعة وفوق مشبعة بكبريتات الكالسيوم، تسودها مياه مرتفعة الحرارة حيث تسيطر عمليات البخر السريع. وتنسب مثل هذه المتبخرات إلى السبخات أو المستنقعات المحاذية للبحر. وقد تندرج أيضاً ضمن رواسب البرك والبحيرات الشاطئية أو رواسب البلايا (playa) القارية.

2- التطور الترسيبي

نستنتج مما سبق أن البيئات المسؤولة عن تشكل مختلف السحنات الرسوبية لتشكيلة الكوراشيبا دولوميت في نطاق الطي التدمري هي بيئات بحرية تسيطر عليها معاملات كيميائية وبيوكيميائية دون أن يكون للمعاملات الفيزيائية الحركية دور يذكر في عمليات الترسيب. وقد مكنت هذه البيئات من ترسيب الأوحال الكربوناتية وشجعت على دلمتة بعضها بفعل حوادث الدياجينيز المعاصر واللاحق للترسيب، فضلاً عن ترسيب نسب متفاوتة من المواد الغضارية الفتاتية وسماكات مهمة من الأنهدريت النقي. وقد حدث الترسيب في أوساط تسودها مياه هادئة وشبه دافئة. وتبدو هذه الأوساط شبه مفتوحة إلى شبه مغلقة ومحصورة أحياناً. وتتفاوت هذه الأوساط بين بيئات شبه عميقة وبيئات متوسطة إلى قليلة العمق وتصبح أحياناً ضحلة تتناوب عليها الشروط البحرية والقارية. وتقع هذه الأوساط ضمن البيئات الواقعة تحت منطقة المد أو ضمنها أو فوقها.

ومن الملاحظ عدم ثبات كل من هذه البيئات فهي تتغير ضمن البيئات الواحدة بفعل تذبذبات السطح العلوي للماء (fluctuation of sea level water) أو تغيرات عمق المستوى القاعدي للترسيب (base level of deposition) المؤدية إلى تفاوتات واضحة في بيئات ترسيب السحنة الواحدة (Miall, 1984).

وإذا ما أخذنا بالحسبان التسلسل الطبيعي للسحنات الرئيسة ضمن وحدات وتحت وحدات مكوني التشكيلة فإننا سنجد أنها تعكس بيئات ترسيبية تتدرج عموماً، من الأسفل نحو الأعلى، من أوساط عميقة حوضية (basin) مفتوحة تحت مدية وواقعة على

الأطراف العميقة للمنحدرات القارية بالنسبة للوحدات الدنيا للمكون السفلي إلى أوساط شبه عميقة عائدة لبيئات مدية من نمط السطائح البحرية بالنسبة إلى الوحدات العليا من المكون الأسفل. ويقل العمق ويزداد الانغلاق مقابل السحنة الدولوميتية العلامة المكونة لقمة المكون (D3) إذْ تصبح الأوساط محمية وأقرب إلى اللاغونات ضمن بيئات مدية إلى فوق مدية واقعة في الأجزاء العلوية من المنحدر القاري. وبالانتقال إلى وحدات المكون العلوي حيث تسود السحنات الكلسية المدلمتة ذات البنيات الطحلبية (الستروماتوليتية)، والسحنات الأنهدريتية (اللوحة A، الصور2 و4) تصبح البيئات الرسوبية أقل عمقاً من سابقاتها وتقتصر على اللاغونات والبرك الشاطئية ضمن منطقة المد والجزر على الأرجح. إلا أن هذا لا يمنع من عودة هذه البيئات للتعمق بالنسبة إلى السحنات الكلسية الغضارية التي تتوج رواسب التشكيلة (Miall, 1997).

أمَّا إذا أخذنا بالحسبان التتابع الشاقولي لهذه السحن فإنه يتضح أنها تنضوي تحت مجموعة من المتواليات الرسوبية (sequences) الحيادية، كما تشير إليه السجلات الجيوفيزيائية البئرية (North, 1985)، دون أن تحمل هذه المتواليات، على الرغم من طغيان الصفة الانحسارية على مجمل رواسب المكون العلوي من التشكيلة، صفة التجاوز أو الانحسار إلا مقابل نطاقات محدودة،

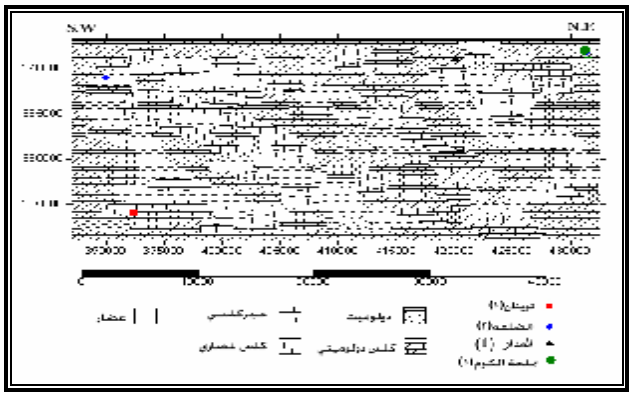
3- التطور الباليوجغرافي:

يستدل من دراسة التطور الترسيبي لتوضعات تشكيلة الكوراشينا دولوميت في الحوض التدمري على أن حوادث الترسيب قد حدثت على امتدادات جغرافية قديمة واسعة الانتشار في بيئات بحرية متفاوتة الأعماق وفق ثلاثة أطوار متمايزة:

الطور الأول: ويقابل توضعات رسوبات الوحدات الدنيا من المكون السفلي من التشكيلة في كلا الجزأين الشمالي والجنوبي من المنطقة التدمرية، إذ أخذت الرواسب بالتوضع ضمن إطار تجاوز بحري (بحر التيثس) المرجح أن يكون قد بدأ منذ التريـاسي الأسفل قادماً من الشرق والشمال الشرقي باتجاه الغرب والجنوب الغربي مغطياً بذلك أراضي الحوض التدمري في بداية التريـاسي الأوسط حيث بدأً من الأجزاء الخارجية من المنحدر القاري المتاخمة لحوض رسوبي آخذ في التعمق وحتى الأجزاء الخلفية من هذا المنحدر. ويعتقد أن عملية الترسيب قد حدثت على قاع منبسط ومتدرج في الانحدار نحو البحر العميق ضمن بيئة شبه عميقة على صلة بالخلجان واسعة الانتشار أو اللاغونات العميقة التي قد توجد على أطراف المنحدرات القارية الداخلية.

الطور الثاني: ويشكل -إلى حد ما- استمراراً للطور السابق حيث استمر خلال هذه المرحلة التجاوز البحري مؤدياً إلى توضع رسوبات الوحدات العلوية من المكون الأسفل. وممَّا يميِّز هذا الطور عن سابقه التغيرات المتكررة والمتناوبة في سماكة الطبقة المائية

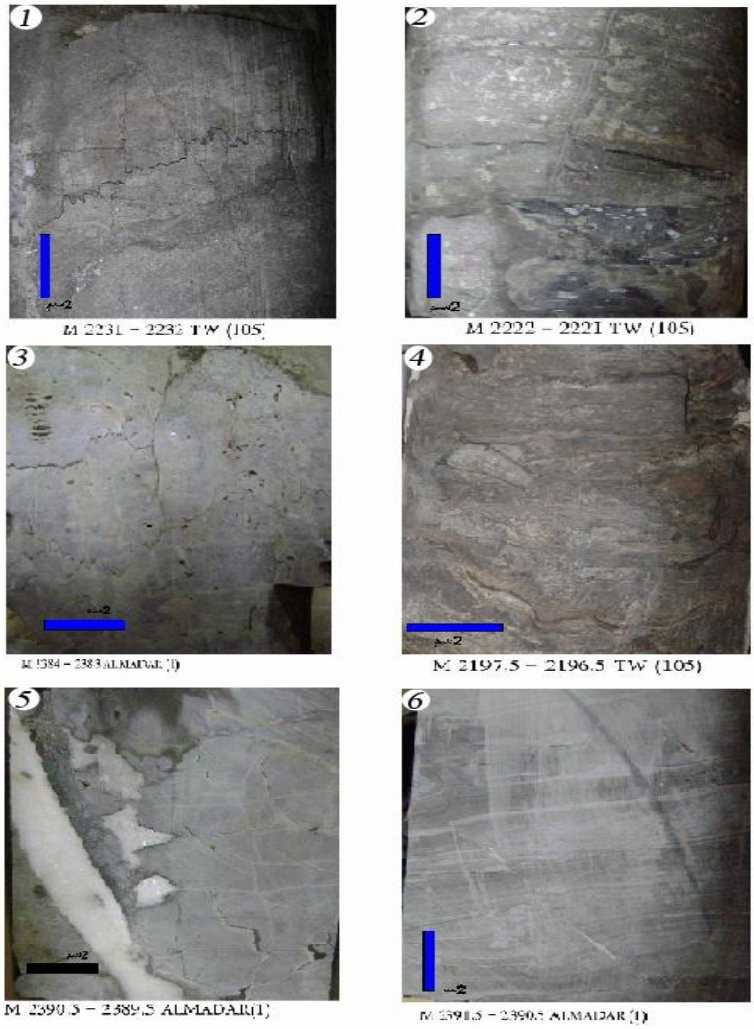
التي تجلت بتعاقبات إيقاعية لسحنات تشير إلى تعميق مرحلي (subsidence) لقاع الحوض الرسوبي بسبب الحمل الرسوبي (load) أو بفضل الأحداث التكتونية المعاصرة للترسيب، أو بفعل تضافر العاملين معاً. ويعزز هذا أو ذاك وجود سماكات كبيرة من الرواسب تقطعها صدوع محلية معاصرة للترسيب. وكما تشير المضاهاة (الشكل 6) فإن التجاوز يكون قد بلغ أوجه في منتصف هذا الطور وأن مركز الحوض التدمري كان خلال هذه المدة أقرب إلى النطاق الشمالي ويقع على مقربة من منطقة التوينان. وفي الحالات كلّها فإن السحنة الدولوميتية الدالة المكونة لقمة رواسب المكون الأسفل والمنتشرة على كامل الحوض التدمري تشير إلى حادثة طفو (emerssion) مؤقت قبل العودة إلى ظروف ترسيب أكثر عمقاً لتوضعات الطور الثالث. ويبيّن (الشكل 8) التوزع الباليوجغرافي لرواسب المكون الأسفل التي تشكلت خلال الطورين الأول والثاني في نطاق الطي التدمري الشمالي.



الشكل(8) خارطة باليوجغرافية تبين توزع رسوبات المكون السفلي من تشكيلة الكوراشينا دولوميت في نطاق الطي التدمري الشمالي.

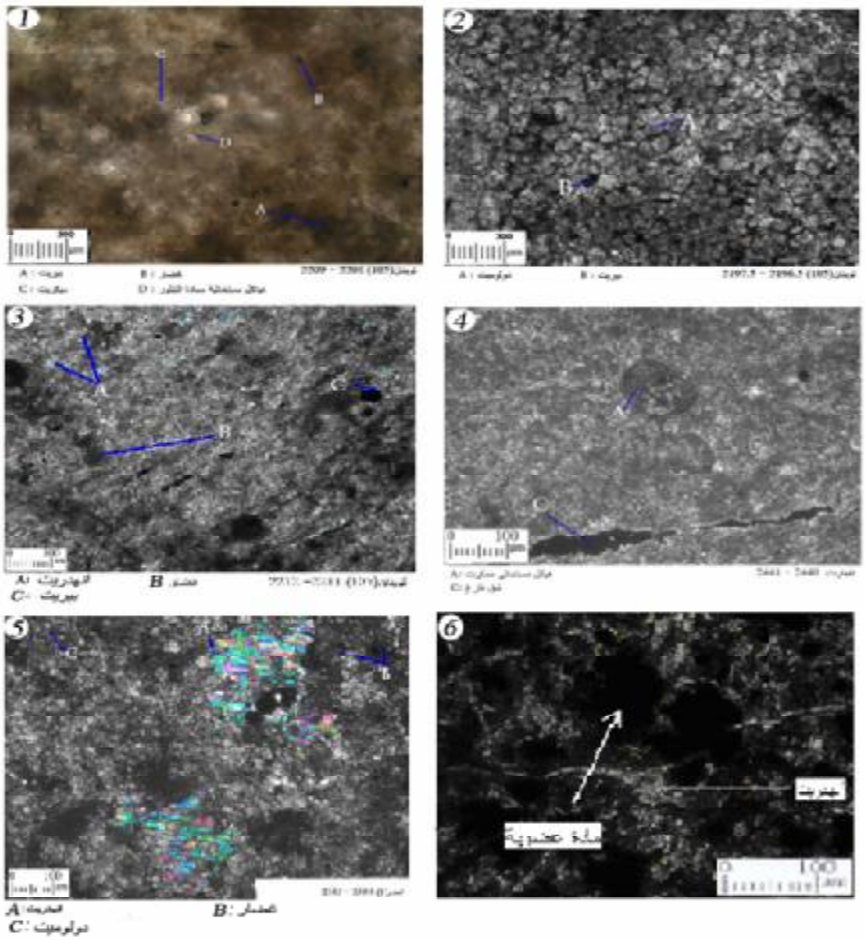
الطور الثالث: تجلت بداية هذا الطور بتعميق جديد ملحوظ للحوض الرسوبي أدى إلى توضع الرواسب القاعدية لوحدات المكون العلوي على قاع شبه أفقي وفي بيئة أكثر عمقاً خلف الأكمات أو المناطق الناهضة التي توضعت فيها رواسب الطور الثاني. ويقل العمق تدريجياً من جديد لتتوضع في نهاية هذه المرحلة الأوحال المدلمتة والمواد الأنهدريتية في بيئات ضحلة وشبه مغلقة تتناوب عليها الشروط القارية والبحرية.

وهكذا تتمثل هذه الأطوار الباليوجغرافية الثلاثة بدورة رسوبية ضخمة (mega-cycle) مؤلفة من ثلاثة أنماط دورية (cyclothemes) تدرجت فيها بيئات الترسيب دون انقطاعات ترسيبية تذكر من أطراف المنحدر القاري العميقة المتاخمة للأحواض البحرية المفتوحة إلى المسطحات البحرية متوسطة العمق والانحدار، لتنتهي بالبيئات الشاطئية والسبخات.



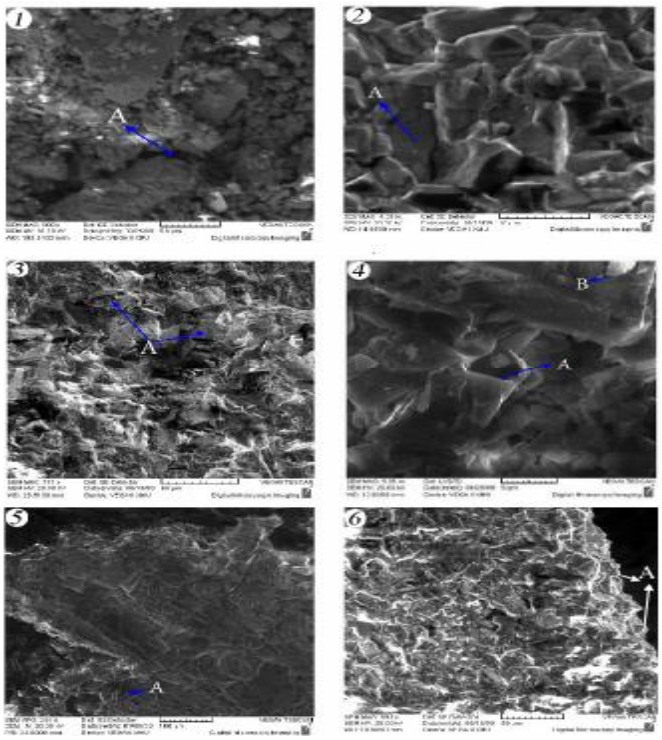
اللوحة (A) بعض السحنات الجهرية لرسوبات تشكيلة الكوراشينا دولوميت في بئري التوينـــان TW والمدار M.

1- حجر كلسي قاس ذو بنية مخضوضة تقطعه بنيات عميدية موازية وعمودية على التطبق.
2- حجر كلسي غضّاري غني بالأنهدريت على هيئة بقع (بيضاء) منتشرة ضمن الصخر.
3- حجر كلسي مدلمت وقاس تقطعه بنيات عميدية (stylolithe) وعمودية على التطبق.
4- حجر كلسي ذو بنية طحلبيّة (سترومناتوليتية) متقطعة.
5- شق واسع وفجوات كبيرة مليئة بالأنهدريت ضمن صخر دولوميتي تقطعه عميدات دقيقة.
6- فالق عكسي صغير معاصر للترسيب ضمن صخر دولوميتي دقيق التطبق.



اللوحة (B) بعض السحنات المجهرية لرواسب تشكيلة الكوراشينا دولوميت

1- غضار (B) ميكريتي (C) تظهر فيهب بلورات من الأنهدريت (بيضاء اللـــون) ومـــن البيريـــت (A) وهياكل مستحاثية (D).
2- ميكرودولوميت(A) من نوع euhedral وذي نسيج idiotopic، مشوب بالغضار، وغني بالبيريت (B).
3- ميكريت غني بالغضار (B)، والأنهدريت (A)، والبيريت (C) .
4- بيوميكريت غضاري تقطعه شقوق صغيرة فارغة (C)، ويحتوي على هياكل مستحاثية بيلاجية ممكرتة (A).
5- بلورات كبيرة من الأنهدريت (A) ضمن سحنة غضارية (B) مدلمتة (C).
6- ميكريت غضاري مشقق، وغني بالمادة العضوية الأولية، وهياكل مستحاثية رقيقة وجيدة الحفظ.



(اللوحة (C) بعض السحنات المجهرية الالكترونية للرواسب الكلسية الدولوميتية في تشكيلة الكوراشينا دولوميت.

1- ميكريت مدلمت، خفي التبلور، مشوب بالغضار، تقطعه شبكة من الشقوق الصغيرة الفارغة (A).
2- بلورات من الميكروسباريت والسباريت (A) كثيفة البنية البلورية.
3- وحل ميكريتي مدلمت، تبدو فيه بلورات الدولوميت (A) متفاوتة الأبعاد.
4- بلورات واضحة الأوجه من الدولوميت(A) من نوع euhedral، إلى جانب بلورات من الأنهدريت (B).
5- معينات من الدولوميت جيدة النمو (A) من نوع euhedral إلى subhedral.
6- ميكرودولوميت دقيق اتبلور (A)، كثيف البنية البلورية، وعديم المسامية.

خلاصة ونتائج عامة

قادت الدراسة الترسيبية لتشكيلة الكوراشينا دولوميت العائدة للترياسي الأوسط في حزام الطي التدمري إلى النتائج الآتية:

- تنتشر تشكيلة الكوراشينا دولوميت على امتداد حزام الطي التدمري بنطاقيه الشمالي والجنوبي على أعماق مختلفة وبسماكات تتزايد من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي لتبلغ أقصى سماكة لها في نهايات نطاق الطي الشمالي ومن ثم تعود لتتناقص لتبلغ أدنى سماكة له في أقصى الجنوب الغربي من نطاق الطي الجنوبي.

- تتألف التشكيلة من مكونين ليثوستراتغرافيين تتوزع رواسباتهما في سبع وحدات ليثولوجية ينضوي تحت كل منها عدد من تحت الوحدات والنطاقات السحنية.
- تنضوي رسوبات التشكيلة في أربع سحنات رئيسة: كلسية دولوميتية، وكلسية غضارية، وغضارية، وأنهدريتية، وتشكل السحنة الكلسية الدولوميتية ما يقارب 60%، في حين تشكل الرواسب الغضارية العادية والصفحية 25%، تصل نسبة الأنهدريت إلى 15% من حجم الرواسب. ولا تتجاوز نسبة الدولوميت في الصخور الكلسية 20% من حجمها.
- الرسوبات الدولوميتية ناتجة عن دلمتة مبكرة معاصرة للترسيب للأوحال الكربوناتية الأولية، مع إمكانية وجود دولوميت إيبيجينيزي لاحق النشأة. وتتناقص شدة الدلمتة شاقولياً من قمة التشكيلة نحو قاعدتها لتبلغ أشدها في قمة المكون الأسفل منها، في حين تزداد جانبياً من جنوب غرب إلى شمال شرق السلسلة التدمرية.
- تعود السحنات الكلسية الغضارية إلى بيئات عميقة أو شبه عميقة مفتوحة وتحت مدية واقعة على أطراف المنحدر القاري، في حين تندرج السحنات الكلسية والكلسية المدلمتة ضمن بيئات المد والجزر ضمن السطائح القارية، وتتمثل برواسب المسطحات البحرية واللاغونات والمنخفضات الشاطئية. أمّا السحنات الدولوميتية الخالصة والأنهدريتية فتعزى لبيئات شاطئية ضحلة فوق مدية تتناوب عليها الشروط القارية والبحرية.
- توضعت رسوبات التشكيلة وفق ثلاثة أطوار باليوجغرافية، تمثل الأول والثاني منهما بالرواسب التجاوزية للمكون السفلي للتشكيلة، وتمثل ثالثهما برواسب المكون العلوي ذي الصبغة الانحسارية.
- تتوزع رسوبات التشكيلة في متواليات رسوبية تطغى على معظمها صفة الحيادية، وتتالى هذه المتواليات وفق ثلاثة أنماط دورية يمكن جمعها ضمن دورة رسوبية ضخمة تمثل كامل التشكيلة.

توصيات ومقترحات

- إعادة النظر في تسمية التشكيلة بالكوراشينا دولوميت إذ لا تتجاوز نسبة الرسوبات الدولوميتية فيها 25%.
- حفر المزيد من الآبار الاستكشافية بأعماق أكبر للإحاطة بكامل التشكيلة وخاصة في نطاق الطي الجنوبي.
- إجراء تحاليل كيميائية للنظائر المستقرة (C^{13}-O^{18}) لتحديد مصادر المياه المسؤولة عن الدلمتة وآلياتها.
- تكثيف أخذ اللباب الصخري من التشكيلة وخاصة من مكونها السفلي لتدقيق الدراسات البترولوجية.
- الاهتمام بدراسة الشقوق وإجراء تسجيلات تصويرية (FMI) مقابل النطاقات المشققة لأهميتها الإنتاجية.

المراجع REFERENCES

القاضي، محمد. (1999). تقانة إنتاج النفط- المنظمة الإسلامية للتربية والعلوم والثقافة (أيسيسكو)، المغرب.

باش، إمام. (1985). التریاسي وتحديده في آبار النفط السورية- المجلة الجيولوجية السورية، العدد 9.

حسين، كمال محي الدين (1998). جيولوجية سورية الإقليمية (2) - منشورات جامعة دمشق.

دوبرتريه، لويس. (1959). جيولوجية سورية ولبنان- ترجمة معطي، م.

مشرف، عبد الغني. (1995). أسس علم الرسوبيات- جامعة الملك سعود، الريض، المملكة العربيةالسعودية.

شحادة، نورما. (2010). دور الترسيب والدياجينيز في تحديد القدرات التوليدية والخزنية لتشكيلة الكوراشينا دولوميت في نطاق الطي التدمري الجنوبي، مثال: حقل الأرك- رسالة ماجستير، جامعة دمشق.

عبد الله، علاء. (2009). دراسة بترولوجية لتشكيلة الكوراشينا دولوميت العائدة للتریاسي الأوسط في حقل التوينان والحقول المجاورة" نطاق الطي التدمري الشمالي-سورية"- رسالة ماجستير، جامعة دمشق.

يوسف، إياد. (2012). دراسة تغيرات الصفات الخزنية لتشكيلة الكوراشينا دولوميت- شمال شرق تحت نطاق الطي التدمري الجنوبي- باستخدام الطرائق الجيوفيزيائية البئرية، رسالة ماجستير، جامعة دمشق.

الشركة السورية للنفط. (1986-2011). التقارير النهائية لحفر الآبار في تراكيب نطاق الطي التدمري.

AlSharhan, A. S., Nairn, A. E. M. (1997). Sedimentary Basins and Petroleum Geology of the Middle East. *ELSEVER, Amesterdam, New York, Oxford, Singapore, Tokyo.*

Beydoun, Z. R. (1988). The Middele East: Regional Geology and Petroleum Resources *Scientific Press, P.O.Box 21, Beaconsfield, Bucks, HP9 1NS, U.K.*

Blatt, H. (1992). Sedimentary Petrology. W. H. *Freeman and company, New York.*

Brew, G., Litak, R., Barazangi, M., Sawaf, T., & Zaza, T. (2001). Tectonic Map and Geologic Evolution of Syria; The Role of GIS , *The Leading Edge,(19), 176-182p.*

Chaimov, T., Barazangi, M., Al-Saad, D., and Sawaf, T. (1993). Seismic fabric and 3D uppercrustal structure of the southeastern intercontinental Palmyridefold belt, Syria. *American Association of Petroleum Geologists Bullletin, Vol. 77, n0 12, 2032-2047p.*

Chambre Syndicale de la Recherche et de la Production du Petrole et du Gaz Naturel (1979). Depots Evaporitiques- illustration et interpretation de quelques sequences-, *edition technip, 27 rue Ginoux, Paris, France.*

Eren, M., Kaplan, Y. M. & Kadir, S. (2007). Petrography, Geochemistry and Origin of Lower Liassic Dolomites in the Aydincik Area, Mersin, Southren Turkey, *(Turkish J. Earth Sci), Vol. (16), 339-362p.*

Ging, H. (1998). Petrography and Geochemistry of early-stage. Fine and medium crystalline dolomites in the Middle Devonian presquile Barrier at pine point. *Canada, sedimentology (45), 433-446p.*

Land, L. S. (1985). The Origine of massif dolomite-*Journal geol. Educ. (33), 112-125p.*

Lovelock, P. E. R. (1984). A Review of tectonic of the northen Middle Eas. *Journal of the Geological Society, London, 154, 459-464.*

Mattes, D. H., Montjoy, E. W. (1980). Burial dolomitization of the Upper Devonian Miette buildup, Jasper National Park, Alberta. *In: Concepts and Models of Dolomitization (Ed. By D. H. Zenger, J. B. Dunham and R. L. Ethington), Spec. publ. Soc. Econ. Paleont., Miner (28) 259-297p.*

MacHargue, T. R., Price, R. C. (1982). Molomite from clay in argillaceous or shale associated marin carbonates. *J. Sedi. Petrol., (52), 873-886p.*

Miall, A.A. (1997). The Geology of Stratigraphic Sequances. *Springer- Verlage, Berlin.*

Miall, A.A. (1984). Priciples of Sedimentary Basin Analysis. Second Edition, *Springer- Verlage, Berlin, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong*

Mouty, M., Al- Maleh, K. (1983). The geological study of the Palmyridian chain using ideal geological sections for exploration purposes and geological survey. *General establishement of Geology and Mineral Resources, Ministry of Petrpleum and Mineral Resources, Damascus, Syria, 4 Volumes, 950p.*

North, F.K. (1985). Petroleum Geology. *Chapman & Hall, London, Glasgow, New York, Tokyo, Madrid.*

Ponikarov, V. P. (1966). The Geology of Syria- Explanatory Notes on the Geological Map of Syria, Scale: 1:200. 000, Ministry of Industry, Damascus, Syrian Arabe Republic.

Purser, B.H. (1973). Relations entre Caracteristiques Lithologiques et Petrophysique des Roches Carbonatees. *Synthese Bibliographique, Entreprise de Recherches et d'Activites Petrolieres, IFP.*

Salel, J. F. (1993). Tectonique de chevauchement et inversion dans la chaine des Palmyrides et le Graben de l'Euphrate (Syrie), consequence sur l'Evolution de la plaque Arabe. *Mem. These d'Universite, Universite de Montpellier II, France, 212p.*

Sharland, P. R., R. Archer, D. M. Casey, R. B. Davies, S. H. Hall, A. P. Heward, A. D. Harbury and M. D. Simmons (2001). Arabian Plate sequence stratigraphy. *GeoArabia Special Publication 2. Gulf Petrolink, Bahrain,371 p*

Tucker, M. E., Wright, V. P. (1992). Carbonate Sedimentology. *Oxford, Blackwell Scientific Publication, London, Boston, Paris.*

Wetzel, R. (1974). Etapes de la Prospection Petroliere en Syrie et au Liban. *Notes et Memoires, Compagnie Francaise des Petroles, 11: 40-70p.*