العمليات التحويرية والتطور التحويري لصخور تكوين انجانه في البئر (KH8/9) شمال غرب العراق

ثامر عبد الرزاق اغوان احمد نذير ناجون ال فتاح

قسم علوم الارض- كلية العلوم

جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2002/2/1 ، تاريخ القبول 2002/5/12)

المستخلص

تأثرت صخور تكوين انجانه في البئر (KH8/9) بالعديد من العمليات التحويرية وهي: الانضغاط والذي نوعاً من اندماج الحشوة الطينية من حول حبيبات الرمل وظهور التماس المقعر المحدب ما بين الحبيبات وتشويه وانواء الحبيبات المرنة ؛ وعملية التسمنت الممثلة بالسمنت الكاربوناتي بشكل رئيسي والحديدي والسليكي والجبسي بشكل ثانوي ، كما شخصت عملية الاحلال من خلال تأكل السطح الخارجي للحبيبات الفتاتية من قبل السمنت الكاربوناتي ، وظهرت عملية اعادة التبلور من تحول القطع الصخرية السيلتية والطفلية الى سيارى كلسيت واخيراً كان تحول الفلسبار الى السمنت الطينية دليل على عملية التغير.

ان اكثر الاطوار التحويرية شيوعاً والمؤثرة على صخور المقطع هي العمليات التحويرية المبكرة (جميع العمليات اعلاه عدا التغير) وجزء يسير من العمليات التحويرية المتوسطة (عملية التغير وجزء من عمليتي السمنت واعادة التبلور).

Diagenetic Processes and Their Progression in The Rocks of Injana Formation, Borehole (KH8/9), NW Iraq.

Thamer A. Aghwan **Ahmad N. Al-Fattah**

Department of Geology
College of Science
Mosul University

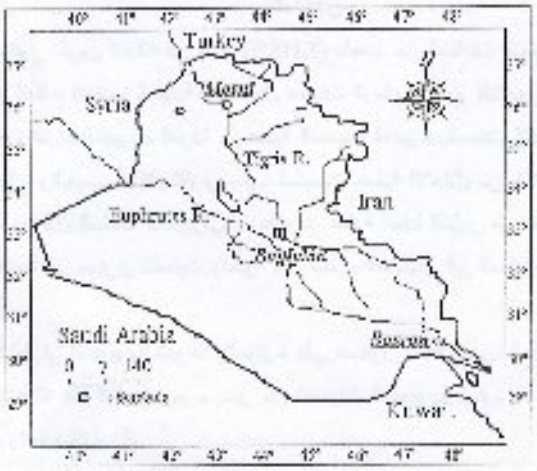
ABSTRACT

Several diagenetic phenomena have affected the sandstones of Injana Formation. These include: compaction, cementation (manifested by dominance of carbonate cement with minor silica, ferruginous, and gypsum cements), replacement, recrystallization

which noticed by the transformation of micritic matrix and fragments to sparry calcite whereas the alteration appeared through change of feldspar to clay minerals. Most of these diagenetic phenomena are related to eodiagenesis and minor role of mesodiagenesis (alteration and partial recrystallization and cementation).

المقدمة

تمت دراسة العمليات التحويرية لصخور تكوين انجانة (المايوسين الاعلى) في البئر (KH8/9) والذي يبعد حوالي 15 كم عن قضاء سنجار والواقع عند تقاطع خط طول (00 00 42) مع خط عرض (00 15 36) وعلى الحافة الجنوبي لطية منجزر المحدبة في الجزء الشمالي الغربي من العراق (شكل 1).



شكل 1: خارطة موقعية توضح موقع منطقة وبئر الدراسة.

تتكون صخور تكوين انجانة من الصخور الرسوبية (Sandstones) التي تمثل الجزء الاكثر من الحبيبات فضلا عن الجزء الناعم لحبيبات والذي يضم الصخور الغرينية والطينية (Silt stone and claystones) وكانت صخور التكوين بالوان حمراء وردمائية وبنية ، متداخلة ، يكون الحد السفلي للتكوين متوافقا ومتدرجا مع تكوين الفتحة اما الحد العلوي فانه مفقود بسبب التعرية ويبلغ سمك المقطع (350 م) (شكل 2) (Al-Hamali, 2001).

يهدف البحث الى دراسة العمليات التحويرية المؤثرة على الصخور الرسوبية في التكوين وتحديد التطور التحويري لصخور التكوين.

العمليات التحويرية في الصخور الرملية Sandstone Diagenesis:

من خلال الدراسة المجهرية لعدد من الشرائح الصخرية للصخور الرملية في تكوين الخالد تم ملاحظة العمليات التحويرية التالية:

عملية الرص او الانضغاط Compaction Process:

الانضغاط هو عملية حركة الحبيبات لمحاولة التقارب مع بعضها البعض نتيجة للحمل العمودي (الناتج من ضغط العمود الطباقي) وبالمحصلة يحصل فقدان بالمسامية وسمك الرواسب (Jonas und McBride, 1977).

لقد لوحظت عملية الانضغاط في صخور تكوين الخالد من خلال اندفاع الحشوة الطينية حول حبيبات الرمل (الكوارتز والفلسبار) (لوحة ١ ، ج) ، ظهور التلامس النقطي والمستقيم او الخطي (Point and Long Contacts) ما بين الحبيبات (لوحة ١ ، ب) ووجود ظاهرة التشوه والالتواء في الحبيبات المرنة مثل المايكا والقطع الصخرية المتحولة والطفل (لوحة ١ ، ب).

اعتماداً على الادلة المذكورة اذاً يمكن القول بان صخور تكوين الخالد قد تعاني من عملية الانضغاط بدرجة كبيرة وذلك عند توفر شرط عدم حصول الانضغاط الكومبدي (تأثير محاليل الضغط). ومن المعروف ان استجابة الصخور لعملية الانضغاط يعتمد على نوعية تلك الصخور وعليه يكون تأثير عملية الانضغاط على صخور المقطع الصخري تأثيراً تفاضلياً نظراً لوجود نوعين من الصخور في المقطع هما الصخور الطينية والصخور الرملية حيث تكون الصخور الطينية اكثر قابلية للانضغاط مقارنة بالصخور الرملية، ومع افتراض تعرض صخور المقطع الى نفس القوة الضاغطة اذا يمكن ان نتوقع بان مقدار الفقدان في سمك الصخور الطينية يكون كبيراً مقارنة بالصخور الرملية ، ومن الجدير بالذكر ان هذه الصخور الطينية المتواجد في الزمن يكون اكثر حساسية وقابلية للانضغاط و لصق من بقية المكونات حيث تشكل الحشوة الكاذبة (Pseudomatrix) (Burns and Ehrlich, 1979).

اذ (McBride et al., 1996) ان حصول الانضغاط ينتج بشكل رئيس من ارتباط عمليات اعادة ترتيب الحبيبات مع عمليات التشوه الفعلي (Ductile) وتأثير محاليل الضغط. كما لاحظ (Galloway, 1979) ان عملية الانضغاط ترتبط بعملية السمك حيث وعلى الرغم عدم تعرضه ضغطاً للهيكل العام الرمل بفعل عملية الانضغاط.

كما اشار (Wahab et al., 1995) الى وجود عدة عوامل تؤثر على الانضغاط مثل مكونات الرمل خاصة الحبيبات المرنة ، والحرارة ، وكمية ووقت السمنة ، وضغط المحاليل لكن الاهمية النسبية لتأثير عامل معين على حساب عامل اخر غير مفهومة. اخيراً يجب ان نذكر بان التشوه الحاصل بالانضغاط ربما يكون دليلاً حساساً على الوضع التركيبي للمنطقة وتاريخ ذلك التشوه

(Wu and Grosboog, 1991) وربما يكون تطور عملية الاضغاط في صخور تكوين انجانه في منطقة الدراسة ناتج عن القوى التكتونية المؤثرة في المنطقة كونها من الاقاليم الرسوبية الاشباه.

عملية السمنت Cementation Process :

هي عملية تصلب الرواسب بواسطة ترسيب السمنت من المواد الحاملة لها داخل الفجوات والفراغات ما بين الحبيبات (Jonas and McBride, 1977). وتشير (Pettijohn et al., 1973) إن استمرارية الترسيب في الفجوات تحدث عند استمرار نزوح المحاليل الموقع بالاملاح ضمن نظام مفتوح (Open System) حتى لا يبقى فراغ ضمن الفجوات ، واستمرارية الترسيب تختزل المسامية ومعدل الجريان وترتبط معدل الترسيب وتركيز المعدن المترسب اكثر فعالية من الحبيبة الفتاتية من نفس المكونات السمنتية. لقد توحظ وجود اكثر من نوع من السمنت في صخور تكوين انجانه وفيما يلي عرض لهذه الانواع وحسب الاكثر شيوعاً.

السمنت الكاربوناتي Carbonate Cement:

يعد السمنت الكاربوناتي (الكلسي) من اكثر انواع السمنت الموجودة في صخور تكوين انجانه، وهو عبارة عن بلورات من الكالسايت الناقة بحجم السبارايت (Sparite) (اكبر من 0.03ملليمتر) دائمة الشي عديمة الاوجه والتي احتوت بلون داخل زهرية (زرقية باهتة) وبالاقسام المعني ، ويتوزع السمنت الكاربوناتي بهيئة حبيبات صغيرة او بشكل بقع معزولة (Segregated Patches) وهذا النوع هو الاكثر شيوعاً واحياناً يتواجد بشكل واسع ومنتشر (Pervasive) بحيث تلتحط الحبيبات وكانها طافية (Floating) على ارضية من السمنت (لوحة ٤، ٥) ، ويمكن اعتبار وجود الحبيبات الطافية ضمن السمنت الكاربوناتي دليلاً على حصول عملية السمنت قبل اكتمال الاضغاط (Adams, 1964).

تمتاز نماذج الدراسة بنوعين من السمنت وذلك حسب تصنيف (Dapples, 1971) الفيزيائي للسمنت الكاربوناتي، وهما السمنت المؤثر على الهيكل البنائي من الحبيبات الفتاتية والذي تشخص من ظاهرة الالتحام للكالسايت في الحبيبات الفتاتية ، والنوع الثاني من السمنت هو السمنت الكاربوناتي الاعتيادي غير المؤثر على الهيكل البنائي الذي تشخص من وجود حوافي السمنت الطينية المحيطة بالحبيبة.

كما اشار (Dapples, 1971) الى ان السمنت الكاربوناتي عادة ما يرافقه اعادة تبلورة الحبيبات بالذوبان واعادة الترتيب والتنظيم وتكوين انسجة متحزرة ، وذلك قبل الانسجة الناتجة لا تماثل النسيج البنائي للراسب كما ان توزيع السمنت يرتبط بالبيئة الترسيبية والسحنات الرسوبية (Galloway, 1979). وتشير (Land et al., 1987) الى درجة السمنته بالكالسايت مستقلة نسبياً عن العمق كما اشار الى ان توزيع الكاربونات كسمنت يمكن تغيراً في ظروف الترسيب. وقد ذكر (Bjorkum and Walderhaug, 1990)

ان السمنت الكلسي لا يتوزع بشكل متناسق ضمن الرمل بل يتركز في بعض المواضع ويحصل له اعادة توزيع بالانتشار الموضعي او النقل لمسافة قليلة جداً .

تقد تبين من عدة دراسات ان مصادر الكاربونات كسمنت متعددة، فقد ذكر (Blatt,1979) ان السمنت الكاربوناتي يترسب من مياه البحر المحصورة في الرواسب والفرق مشبعة بكاربونات الكالسيوم ، او بعد ازالة الحجرات والقطع المتحررة الكاربوناتية او من محاليل الضغط لرجات الحجر الجيري المجاورة خلال المسامات التحويرية ، كما اشار الى ان حركة المياه الجوفية النوائية عموماً هي المسؤولة عن ترسيب السمنت وخاصة الكاربوناتي تحت اعماق ضحلة بعد الدفن من مصادر مياه عميقة او بعد حركة تركيبية تقرب الصخور من سطح الارض.

نستنتج مما سبق ان المياه الجوفية المحصورة (Connat Water) في صخور تكوين الجاله هي المسؤولة عن اذابة القطع و الهياكل الكاربوناتية الموجودة في تلك الصخور وتكوين السمنت الكاربوناتي (الكلسي) من الترسيب الكيميائي بعد ان اصبحت فوق مشبعة بكاربونات الكالسيوم بعملية التبلور الموضعي السريع حيث تمثل هذه القطع والهياكل النويات الاولى لتكوين السمنت ، وهذا ما يتفق مع نتائج العامري (Al-Samarrai,1978) الذي اكد ان مصدر السمنت الكاربوناتي في صخور تكوين الجاله هو المياه الجوفية المحصورة ، كما اوضح (Dapples, 1972) ان السمنت غير المتوافق مع المعادن الفتاتية مثل السمنت الكاربوناتي يتواجد في الاقاليم البسيطة الالتواء او المستقرة مع عمق دفن ضحل وهذا ما يتوافق مع ما هو موجود في الصخور قيد البحث الحالي.

السمنت الحديدي Ferruginous Cement:

توجد وجود لكاسيد الحديد متمثلة بمعدن الهيماتايت وكاسيد اخرى كما تم تمييز السمنت الحديدي من خلال ظهور الحبيبات الفتاتية مغلفة ومحاطة بغشاء احمر اللون بدلاً الفجوات ما بين الحبيبات ويكون ذا انتشار محدود وقد يغلف الحبيبة جزئياً او كلياً كما وتظهر الحبيبة الفتاتية المتأثرة بهذا السمنت بحدود غير منتظمة وغير واضحة وعادة ما يعتبر هذا السمنت باللون الاحمر ويعتمد تأثير السمنت الحديدي على لون الصخرة المتأثرة به فتظهر بلون احمر او بني محمر (لوحة 1 ، e).

ويمكن اعتبار السمنت الحديدي في صخور تكوين الجاله هو سمنتاً ثانوياً ناتجاً من اصل تحويري وليس مترسباً بشكل بدائي ومن دلائل الاصل التحويري لهذا السمنت هو عدم تواجده عند نقطة تلامس الحبيبات الفتاتية مع بعضها وتوفره فقط في الفجوات ما بين الحبيبات وقد يكون مصدر الحديد هنا هو تراكم مع الجزء الطيني وحتى" اثر اذابة بعد توفير طاقة اثناء المرسب للرمل ، او من تحلل المعادن في صخور المصدر ، ويتكون هذا السمنت في ظروف مناخية شبه رطبة الى جافة (Salem et al., 1998).

السمنت السليكي Silica Cement:

عموماً يلاحظ هذا النوع من السمنت من خلال ظاهرة النمو الثانوي (Overgrowth) ويسمى تسميه بسبب استمرارية البصرية مع الحبيبة الاصلية ما عدا في حالة تواجد بقايا من المواد الطينية أو الأكاسيد الحديد أو مواد عضوية على شكل شفاف رقيق يغلف الحبيبة الاصلية من جهة واحدة أو عدة جهات بشكل قوس يتأقلم تدريجيا مع حافات الحبيبة الاصلية (لوحة ١ ، ف).

ان وجود هذا النوع من السمنت نادر في صخور تكوين الخانه وربما يكون مسئولا عن تحرر السليكا من بعض المعادن السليكاتية نتيجة لظاهرة الاحلال (Al-Hadidi, 1997) ، وتجدر الاشارة هنا الى ان السمنت الكاربوناتي في الصخور الرملية ترسب قبل السمنت السليكي والدليل على ذلك وجود ظاهرة الاحلال التي تعتبر احد مصادر السليكا والتي لا يمكن ان تحدث بدون توفر السمنت الكاربوناتي او لا فضلاً عن عمق الدفن العميق تصخر التكوين في منطقة الدراسة.

السمنت الجبسي Gypsum Cement:

يتمثل هذا السمنت بوجود معدن الجبس الذي يكون عديم اللون بشكل حبيبات متفرجة الحافات او ليفية الشكل ويكون هذا السمنت مومضي و غير متأثر ولا يشكل حدوداً واضحة مع الحبيبات الغائبة (لوحة ١، ج). ويعتقد ان مصدر هذا السمنت هو المحاليل المائية بكبريتات الكالسيوم التي وجدت في الشروخ والعروق في صخور التكوين من تكوين مرتفعة.

عملية الاحلال Replacement Process:

الاحلال هو عملية ذائبة معدن ما وترسب معدن اخر محله بشكل متزامن (Jeans and McBride, 1977) ولوحظت هذه الظاهرة من خلال وجود الكالسايت المترسب فوق بعض المعادن السليكاتية مثل معدن الكوارتز (لوحة ١، ب) والفلدسبار (لوحة١، ز،ا) حيث يظهر المعدن المتأثر بالاحلال ذو حافات متفرجة ومتآكلة ويمكن ان يوجد الكالسايت بشكل بلورات مسعرة ومتأثرة او بشكل وارزة كثيرة على سطح المعدن. وتعد ظاهرة الاحلال من الظواهر الشائعة والمهمة للسمنت الكاربوناتي ويتأثر بالاحلال غالبية المعادن السليكاتية المكونة للصخور الرملية بالسمنت الكاربوناتي والمعادن الثقيلة ذات الاستقرارية العالية (Al-Fattah, 2001). ان العامل المسيطر على حدوث الاحلال هو الدالة الحامضية (pH) وتمثل هذه العملية التحويرية مرحلة متأخرة ضمن مرحلة (Loconorphic Stage) (Dapples , 1971, 1972, 1979). وتعتبر ظاهرة الاحلال دليلاً جيداً على وجود السمنت الكاربوناتي المكتئي النشأة (Authigeneesis) وعلى حصول الكالسايت (Morad et al., 1998 ; Adams, 1964).

ان حدوث عملية الانحلال يعطي دليلاً على حصول فقدان لبعض السليكا من المعادن السليكاتية المتأثرة بالانحلال ، اذ ان ترسيب الكالسايت او تقليل ذوبانه يتطلب زيادة في الحموضة للمحاليل وهذا بالمقابل يزيد من قابلية ذوبان السليكا وتحررها (Tancer-Agim, 1976) لذلك اعتبرت ظاهرة الانحلال دليلاً على حصول عملية الصفة للسليكا كما ذكر سابقاً.

عملية اعادة التبلور Recrystallization Process:

هي عبارة عن تفاعل تتغير به الحبيبات الاصلية المعدن حجماً او شكلاً او كلاهما او تتحول تلك المعادن المتعددة الاشكال (Polymorph) الى شكل مختلف عن الاول (Jonas and McBride, 1977).

تمثلت هذه العملية من خلال ملاحظة تاثيرها على القطع الصخرية و الحفوة السيكاريكية اذ تمثلت هذه التكوينات بعملية اعادة التبلور من الكرايت الى الكالسايت السباري، وتبدأ هذه العملية بالأ بتكوين بلورات صغيرة من السباريت تحيط بحبيبة الكاربونات وتغلفها لكن لا توجد حدود واضحة وحادة بين تلك الحبيبة والبلورات المتكونة، ويزداد حجم البلورات بالابتعاد عن مركز الحبيبة أي بتقدم واستمرار حدوث العملية ولكن استمرارية العملية في صخور تكوين الجاهة كان نادراً لذلك فان هذه العملية كانت محدودة وغير متطورة بشكل كامل (لوحة 1 ، ب).

عملية التغير Alteration Process:

هي عملية تحول بعض المعادن الى معادن اخرى بفعل المحاليل الناتجة عن زيادة في الحرارة وعمق الدفن، ويدلل على حدوث هذه العملية بوضوح من خلال تحال الدولوكلز الى المعادن الطينية جزئياً او كلياً وعمل المحاليل الداخلة الى المسافات البينية في المعادن و على طول خطوط الانفصام وظهر المعدن المتأثر بهذه العملية بشكل حويطات داكنة و كتلة الارجه بهيئة عيارية غير نقية (لوحة 1 ، أ).

ان التوزيع المكاني والزماني للتحلل التحويري المبكر للفتات السليكاتي وكما اشار (Morad, et al., 2000) يعتمد على عدة عوامل هي: السحنات الرسوبية والبيئية الترسيبية المناخ، المكونات القلقية ، التغير في مستوى سطح البحر ، الخصائص الكيمياوية والفيزيائية للحبيبات ، كيمياوفعالية المواد العضوية ، درجة التشبع بالهيدروكاربونات، واخيراً نذكر بان تواجد الفجوات في بعض الفلدسبار البوتاسي يدل على الشكل التحويري الكامن (Morad, et al., 1989).

مسامية الصخور الرملية Sandstone Porosity:

من المعروف عموماً أن مسامية الصخور تقل بزيادة عمق الدفن لكن هناك عدة عمليات تحويرية تؤدي الى اختزال مسامية الرواسب بشكل متزامن مع الترسيب وهي: العمليات الحياتية (Bioturbation) من خلال مزج رواسب الحمل القاعي (الرمل) مع رواسب الحمل المعلق (الطين) بواسطة الحفر او التغذية ... الخ او من خلال تشويه التوجيه الاولية للحبيبات ، وعمليات تكوين التربة (Pedogenesis) خاصة على بعض رواسب الجزائر الهلالية من خلال امتزاج الطين المتكون بالمياه الجوية مع حبيبات الرمل ، وعمليات الهبوط (Slumping) من خلال حصول الامتزاج ما بين الطين والرمل نتيجة هبوط كتلة من الرمل او الطين (Jeans and McBride, 1977).

ان تأثير العمليات التحويرية على مسامية الصخور الرملية يكون مختلفاً ويعتمد على نوعية العملية التحويرية لكن وبشكل عام وفي الدراسة الحالية فان العمليات التي ساهمت من مسامية الصخور الرملية في التكون هي الانضغاط والسمنت واعادة التبلور ، اما العمليات المساعدة في زيادة او تكوين المسامية فهي الاحلال والاذابة ، ولم تعط نماذج الدراسة تجانساً في المسامية والسبب في ذلك هو اختلاف خصائص الصخور المدروسة حيث ان (Meade, 1966) ان العوامل المؤثرة على مسامية الرمل في الرواسب المبكرة من التحوير هي الحجم والفرز والاستدارة والشكل والاصرورة، كما ان نوعية المسامية في نماذج الدراسة كانت غالبيتها ما بين الحبيبات (Intergranular) وهذا ما يدل على ان تأثير العمليات التحويرية في صخور تكوين انجانه هي في طور مبكر.

التطور التحويري لصخور تكوين انجانه Diagenetic evaluation of Injana Formation:

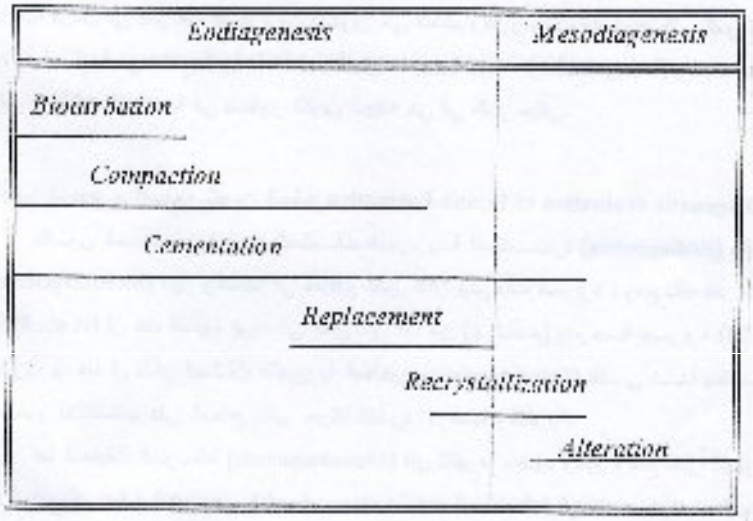
تكون الحدود ما بين العمليات التحويرية المبكرة (Eodiagenesis) والمتوسطة (Mesodiagenesis) غير واضحة في مفاهيم عمق الدفن ودرجات الحرارة ، ومع ذلك فقد ذكر (Morad et al., 2000) ان هذه الحدود توجد في عمق دفن يتراوح من (2 كم) ودرجة حرارة (70 م) ، ومن الضروري هنا ان نذكر العمليات التحويرية المتأخرة (Telodiagenesis) التي تمثل حالة تعرض الصخور للانكشاف على السطح بتأثير حركة القشرة الارضية والتعرية.

اما العمليات المتوسطة (Mesodiagenesis) من الاثر ها محدود وغير واسع انتشار أتوفر عدة ادلة منها: انضغاط حبيبات الطين على الفلسبار ، وندرة تواجد السمنت السليكي ، وحدوث عملية الاحلال بالسمنت الكاربوناتي ، ووجود التشوه المرن في الحبيبات المرنة نتيجة الانضغاط فضلاً عن عمق الدفن الاعتيادي لصخور في بئر الدراسة (550 م).

يتضح من ذلك ان صخور تكوين انجانه متأثرة وبشكل كبير بالعمليات التحويرية المبكرة (Eodiagenesis) متمثلة بعمليات الانضغاط والسمنت والاحلال ، كما انها متأثرة بشكل قليل بالعمليات

التحويرية المتوسطة (Mesodiagenesis) منطقة وعملية اعادة التبلور وعملية التفاعل ، وبتوظيف المقارنة مع مراحل (Dapples, 1979) فان العمليات التحويرية المبكرة تضم مرحلة الاكسدة والاختزال (Redoxomorphic) ومعظم مرحلة الدمك و التصلب (Loeomorphic) ، حيث تضم مرحلة الاكسدة والاختزال تغيرات المعادن الناتجة لظروف البيئة من اكسدة واختزال، اما مرحلة الدمك والتصلب فتشمل الدمك وانواعه وتطور التلاصق الفعلي ما بين الحبيبات وحدوث التذوب الضغطي للحبيبات المرنة وظهور الاحذال.

اما العمليات التحويرية المتوسطة فاوجزها نقلا في تصنيف(Dapples, 1979) مرحلة التداخل ما بين النشأة المتأخرة والتحول الوسطي (Phyllomorphic) متمثلة بالتطور المحدود لعملية اعادة التبلور وحلوه من عملية الدمك وكل عملية التغير في الفلسبار وتكوين المعادن الطينية والشكل (3) يوضح مخطط التطور وتتابع العمليات التحويرية في صخور تكوين الجدلة لمنطقة الدراسة.



شكل(3): التطور التحويري لتكوين الجدلة في منطقة الدراسة

الاستنتاج

1. تأثرت صخور تكوين الحانة في البئر (KH8/9) بالعمليات التحويرية التالية: الانضغاط ، السمنت ، الاحلال ، اعادة التبلور والتفير.
2. ظهر تأثير الانضغاط ضعيف الى متوسط بدليل عدم ظهور دلائل الانضغاط الكيميائي (تأثير المحاليل) كما ان انضغاط الصخور الطينية كان كبيراً مقارنة بالصخور الرملية.
3. تميزت صخور الكاربونات بعملية السمنت بالكاربونات (بشكل رئيسي) والحديد والسليكا والجبس (بشكل ثانوي) وحدثت عملية السمنت قبل اكتمال عملية الانضغاط.
4. تبين ان مصدر السمنت الكاربوناتي هو المياه الجوفية المحصورة في صخور التكوين لما السمنت الجبسي فمصدره تحويري وتعطي ظاهرة الاحلال السليكا لتشكل السمنت السليكي اما المحاليل المشبعة بكربونات الكالسيوم والموجودة في الشقوق والعروق فتعتبر من مصادر السمنت الجيري.
5. صخور التكوين خير متجانسة المسامية وتمركزت بيئة السمنة ما بين الحبيبات (Intergranular) مما يشير الى العمليات التحويرية المبكرة.
6. الطور التحويري الذي في صخور المشع هو الطور المبكر او العمليات التحويرية المبكرة (Eodigenesis) متمثل بالانضغاط والسمنت ، الاحلال وجزء من اعادة التبلور ، اما الطور المتوسط او العمليات التحويرية المتوسطة (Mesodigenesis) فان تأثيرها قليل ، محدود ، متمثل بعملية التفير وجزء من عملية السمنت وجزء من اعادة التبلور.

المصادر الاجنبية

Adams, W. L., 1964. Diagenetic aspects of Lower Morrowan Pennsylvanian sandstones northwestern Oklahoma, A.A.P.G. Bulletin, Vol.48, pp. 1568-1580.

Al-Fattah, A. N. Th., 2001. Sedimentological study of Injana Formation in the wel. (KH8/9) South Sinjar Anticline, North West of Iraq (in Arabic), Unpub, M.Sc. Thesis, Mosul, Iraq.148 p.

Al Hadidi, A. H. H. ,1997. Lithofacies, petrography and mineralogy study of Khabur Formation in borehole Akaas West of Iraq. (In Arabic), Unpub. M.Sc. Thesis, Mosul, Iraq 112 p.

Al-Samaraai, K. I. ,1978. Petrology of the Upper Fars sandstones and the origin of their cements. Unpub. M.Sc. Thesis, Baghdad, Iraq, 141 p.

Bjorlykke,P.A.and Walderhaug, O. ,1990. Geometrical arrangement of calcite cementation within shallow marine sandstones. Earth-Science Reviews, Vol. 29, pp. 145-161.

Blatt, H. ,1979. Diagenetic processes in sandstone in: Scholle, P.A. and Schluger, R.P. (eds.) Aspects of diagenesis, SEPM, special publication, No. 26, 443 p.

Burns,I.K. and Ethridge, F.G.,1979. Petrology and diagenetic effects of lithic sandstone, Paleocene and Eocene Umpqua Formation,southwest Oregon.in : Scholle, P. A. and Schluger,P.R.,(eds.)Aspects of Diagenesis,SEPM,Speical Publication.No. 26 , 433 p.

Dapples, E.C., 1971. Physical classification of carbonate cement in quartzose sandstone. Jour. Sed. Petrology. Vol. 41, pp. 196-204.

Dapples, E.C., 1972. Some aspects of cementation and lithification of sandstones. A.A.P.G. Bull. Vol. 56,pp. 3-25.

Dapples, E.C.,1979. Diagenesis of sandstones. In Larsen, G and Chilingar, G.V. (eds.) Diagenesis in sediments and sedimentary rocks. Development in Sedimentology, 25 A , Elsev. Sci. Publ. Amsterdam, pp. 31-97.

Galloway, W.E.,1979. Diagenetic control of reservoir quality in Arc-Derived sandstone: implications for petroleum exploration , in : Scholle , P. A. , and Schluger , P. R. (eds.), Aspect of Diagenesis , SEPM , Speical Publication , No. 26 , 433 p.

Jonas, E.C. and McBride, E.F.,1977. Diagenesis of sandstone and shale: Application to exploration for hydrocarbons, Department of Geological Sciences, The University of Texas at Austin, Continuing education program, Publication, No. 1, 120 p.

Land, L.S.; Milliken, K.L. and McBride, E.F.,1987. Diagenetic evaluation of Cenozoic sandstone, Gulf of Mexico sedimentary basin. Sedimentary Geology, Vol. 50, pp. 195-225.

McBride, E.F.; Waltab, A.A. and McKilvery, T.A.,1996. Loss of sand – size feldspar and rock fragments along the south Texas barrier Island, USA. Sedimentary Geology, Vol. 107, pp. 37-44.

Meade, R.H.,1966. Factors influencing the early stages of the compaction of clay and sands review, Jour. Sed. Petrology, Vol. 36, pp. 1085-1101.

Morad, S., DeRos, L.F.; Nystuen, J.P. and Bergan, M., 1998. Carbonate diagenesis and porosity evolution in sheet-flood sandstones evidence from the Middle and Lower Lunde Members (Triassic) in the Snorre Field, Norwegian North sea, Spec. Publs Int. Ass. Sediment, Vol. 26, pp. 53-85.

Morad, S.; Ketzer, J.M. and DeRos, L.F.,2000. Spatial and temporal distribution of diagenetic alterations in siliciclastic rocks: Implications for mass transfer in sedimentary basins, Sedimentology Vol. 47, pp. 95-120.

Morad, S.; Mertil, R. and Andres de Iapena, L.1989. Diagenetic k-feldspar pseudomorphs in the Triassic Buntsandstein sandstones of the Iberian range, Spain, Sedimentology, Vol. 36. pp. 635-650.

Petijohn, F.J. ; Potter, P.E. and Siever, R.,1973. Sand and Sandstone, Springer-Verlag, New York, 618 p.

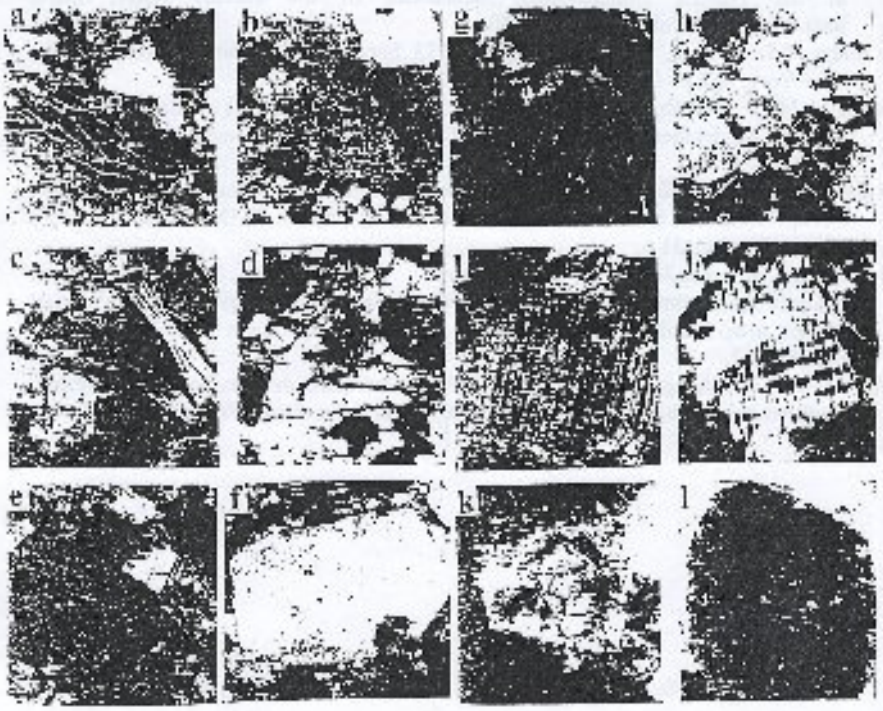
Salem, A.M.K.; Wanas, A.A. and McBride, E.F.,1998. Diagenesis of shallowly buried cratonic sandstones, southwest Sinai, Egypt. Sedimentary Geology, Vol. 119, pp. 311-335.

Tamar-Agha, M.Y.,1976. Sedimentology of the clastic members of the Middle Limestone Group in the area cross-fell to the Scottish border, Unpubl. Ph.D. Thesis, University of New Castle, 131 p.

Wahab , A. A. ; McBride , E. F. and Salem , A. M. K. ,1995 . Fabric , compaction analysis , and estimate of burial depth of Cambrian diagenetic quartzarenites , Gebel El-Zeit area. , Gulf of Suez , Egypt , Giornale di Geologia , Ser. 39 , Vol. 57 , pp. 245-257.

Wu, S. and Groshong , Jr. R.H.,1991. Low temperature deformation of sandstone, southren Appalachian fold-thrust belt. Geol. Soc. Amer. Bull, Vol. 103, pp.861-875.

لوحة 1



a- اندماج قطور بين الحبيبات الفتاتية (X 5)
b- التلامس الفتائي والحلي بين الحبيبات (X 10)
c- تقرؤ قليل بالانضغاط (10X)
d- انحلال كلسي للسمنت (X 10)
e- حافات لسمنت حديدي (X 10)
f- تأثير تلميع الكربوني في الكوارتز (X 10)
g- أسمنت لمعي (X 10)
h- انحلال في القوقعة (X 10)
i- الانحلال في البلاجيوكلاز (X 20)
j- التشكل في قرن الوعل (X 10)
k- إعادة التبلور في المتبقيات (X 10)
l- تورق ظلي داخل في طين (X 10)