العمليات التحويرية المؤثرة في صخور الحجر الرملي ضمن الجزء العلوي لتكوين كولوش في منطقة دهوك– شمال العراق

احمد نذير ذنون

قسم علوم الارض ، كلية العلوم ، جامعة الموصل ، الموصل ، العراق

(تاريخ الاستلام: ٤ / ٥ / ٢٠٠٩ ---- **تاريخ القبول:** ٥ / ١ / ٢٠١٠)

الملخص

اوضحت الدراسة البتوغرافية لصخور الحجر الرملي ضمن الجزء العلوي من تكوين كولوش (الباليوسين) على الجناح الجنوبي لطية بيخير المحدبة في مدينة دهوك دلائل ومؤشرات شخصت تاثير العمليات التحويريه المتنوعه على تلك الصخور وميزت المراحل التحويرية المبكرة (التاثير الاحيائي وعمليات النشأة المتاخره لمعدني البايرايت و الكلوكونايت) والمتوسطة المحتثة بالتشوه الحراري والضغط الناتج عن تاثير الفعاليات التكتونيه المؤثره في المنطقة والموسع لظروف الحرارة والضغط المرافقين للدفن العميق نسبيا فتطورت عمليات (الرص والسمنتة والاحلال واعادة التبلور) ، أخيرا واستجابة للفعاليات التكتونية انكشفت صخور التكوين وبدا تاثير العمليات التحويرية المتأخرة والمتضمنة (الإذابة والتحلل والسمنتة بالكالسايت واكاسيد الحديد)

حدثت غالبية العمليات التحويرية ضمن بيئات المياه الجوفية العميقة أو الضحلة الدفن التحويرية وأثرت أكثر من عمليه تحويريه على الراسب في الوقت نفسه وبنسب مختلفة.

المقدمة Introduction

عادة ما يرافق عملية تصخر الرواسب تغيرات كيميائية وفيزيائية ومعدنية تؤدي بدورها إلى حدوث تغيرات في تركيب الصخرة الكيميائي وطريقة أو اسلوب ترابط المكونات الصخرية مع بعضها أو ما يعرف بالتعبئة (packing) مما يؤثر بالتالي على مسامية تلك الصخور فضلا عن التغير المعدني ، وتختلف درجة تلك التغيرات وتعتمد بشكل رئيسي على عمق دفن الراسب أو الصخرة وفترة بقائهما تحت تأثير البيئة التحويرية بعد انتهاء الترسيب، ومن هنا كان لدراسة تأثير العمليات التحويرية على الرواسب اهمية اقتصادية من حيث أنها يمكن أن تؤثر بشكل كبير على قابلية خزن الموائع في الصخور وخاصة الفتاتية .

تضمن البحث دراسة مكشف صخري لتكوين كولوش على الجناح الجنوبي لطية بيخير المحدبة في مدينه دهوك شمال العراق شكل (١). تمثلت صخور تكوين كولوش في المقطع المدروس بسمك (٥٨ م) بتعاقبات من صخور الحجر الرملي بحجوم مختلفة ومتدرجة إلى صخور الحجر الرملي الغريني والغرين وينتهي التعاقب بصخور الطفل ويتداخل في صخور المقطع بعض من طبقات صخور الحجر الجيري الرملي والتي يعتقد انها تداخلات والسنة من تكوين خورمالة شكل (٢) ترسبت صخور تكوين كولوش بعمر (Paleocene) وفق دراسة (الوزان، ٢٠٠٧) وبحدود تماس غير متوافقة مع تكوين شرانش في الاسفل وتكوين جيركس في الاعلى (Jassim &buday,2006). وتعتبر رواسب التكوين رواسب فلشية (flysch deposites) ضمن حوض الفورلاند المتطور نتيجة للهبوط ألانزلاقي للصفيحة العربية والذي انشأ تيارات عكرة بكثافة واطئة استقرت في بيئة المراوح تحت البحرية (l-Qayim et al,2008).

هدف البحث تحديد العمليات التحويرية المؤثرة على صخور الحجر الرملي في المقطع وتشخيص تسلسل المراحل التحويرية فيه .

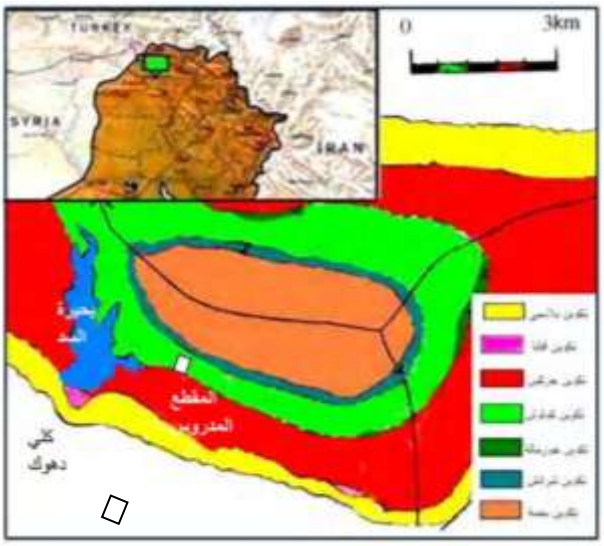
بتروغرافية الصخور الرملية Sandstones Petrography

اظهرت صخور الحجر الرملي في المقطع قيد الدراسة الوان داكنة ورمادية إلى خضراء وحجوم حبيبية مختلفة ودلائل على التعكرات الحياتية ، ومن خلال الدراسة البتروغرافية لحوالي (١٥) شريحة صخرية تحت المجهر تبين ان معظم المكونات الفتاتية المعدنيه والصخريه ذات استدارة شبه زاوية – زاويه وذات فرز رديء ولذلك اعتبرت صخور التكوين الرملية غير ناضجة نسيجيا .

ومن ناحية اخرى لوحظ سيادة في القطع الصخرية وبانواعها المختلفة وخاصة القطع الصخرية الرسوبية منها (الصوان والقطع الصخرية الكاربوناتية) على بقية المكونات الرئيسية الاخرى (الفلدسبار والكوارتز) ومع ذلك شخصت نسبة من معادن الفلدسبار وخاصة معدن الاورثوكليز وكانت جميعها متاثرة بالتحلل بشكل كبير ، اما فيما يخص الكوارتز فقد كانت كميته ضئيلة واقل من الفلدسبار والقطع الصخرية وكانت معظم الحبيبات من الكوارتز الاحادي التبلور ولم يلاحظ الكوارتز المتعدد التبلور، فضلا عما ذكر وجدت كمية من المعادن الثانوية من اكاسيد الحديد ومعدني البايرايت والكلوكونايت وبعض المعادن الثقيلة ، ودمجت وترابطت جميع تلك المكونات بالسمنت الكاربوناتي واحيانا الحديدي مع الحشوة الطينية ، لوحة (١و٢و٣)

لقد اشارت معظم الدراسات التي تضمنت تكوين كولوش من الناحية البتروغرافية إلى ان صخور التكوين الرملية تنتمي إلى صنف الارينايت الصخري أو الكريواكي الصخري (Lithic arenite or Lithic greywacke) وكان اخر تلك الدراسات(محمود ،٢٠٠٧) (AL-Qayim ,2008) وأوضح الأخير بان رواسب تكوين كولوش

مشتقه من اقليم (اوروجيني معاد) تمثل بنهوض صخري شكل مصدرا لتجمع الرواسب ضمن حوض الفورلاند .



شكل(١) خارطة جيولوجية لطية بيخير توضح موقع المقطع المدروس محورة عن(الحبيطي،٢٠٠٨)

شكل(٢): مقطع صخري يمثل الجزء العلوي من تكوين كولوش في منطقة الدراسه.

العمليات التحويرية في صخور الحجر الرملي Sandstones Diagenesis Processes

تضم العمليات التحويرية وبشكل عام جميع العمليات الكيميائية والفيزيائية والبايولوجية المؤثرة على الرواسب من لحظة ترسيبها وخلال التصخر والى ما قبل عملية التحول وعلى هذا الأساس حدد (Bogges,2006)ظروف حدوث عملية تحوير للراسب عند درجة حرارة اقل من ($250C^o$) وضغط جوي (1-2kb) أي بمعنى ادق فان العمليات التحويرية تحدث عند ظروف بيئية أعلى من ظروف بيئات التجوية وأدنى من ظروف وبيئات التحول إلى صخرة متحولة غير أن التغيرات ألتحويريه عادة ما تكون تدريجية مع تأثيرات تجوية الغلاف الجوي عندما تتكشف الصخور على السطح ومع التحول عند ارتفاع درجات الحراره والضغط . وقد قسم (Choquette &Pray,1970 in Bogges,2006) العمليات التحويرية المؤثرة على الصخور إلى ثلاث مراحل أو فترات وهي على التوالي المبكرة والمتوسطة والمتاخره وتعتمد العمليات التحويرية المبكرة بشكل كبير على الدالة الحامضية لمياه الفجوات والفراغات الاولية مابين الحبيبات والمناخ السائد ومكونات الراسب الاولية والبيئة الرسوبية الاولية (Spark & Trewin ,1986) .

ومع زيادة الحرارة والضغط يبدا تاثير العمليات التحويرية ألمتوسطه. وقد اشار (Mackenzie,2005) إلى انه غالبا ما يكون المصدر الحراري المؤثر هو نتيجة لنهوض تكتوني أو اقاليم مشوهة تكتونيا أو منطقة ذات شذوذ بالتدرج الحراري الارضي ، واشار نفس المصدر إلى ان أي تشوه تكتوني يمكن اعتباره جزء متمم ومشجع للعمليات التحويرية عموما. وعندما ترفع الصخور بحركة تكتونية تنشط العمليات التحويريه المتاخره بحيث تعرض وتكشف تلك الحركة التجمعات المعدنية الجديدة والمتشكلة بالمرحلتين السابقتين من مراحل التحوير إلى بيئة بظروف مختلفة (حرارة وضغط واطئين) وبالتالي تستبدل مياه الفجوات الناشئة في المرحلة المتوسطة بمياه حامضية واقل ملوحة وغنية بالاؤكسجين نتيجة امتزاجها بمياه الأمطار (Meteoric water) واخيرا تحدث عمليات تحويرية متعددة أهمها الإذابة والسمنتة والتحلل والأكسدة (Bogges,2006).

ومن الجدير بالذكر ان كل عملية تحويرية يمكن ان تحدث في أي مرحلة من المراحل الانفة الذكر اذا ما توفرت الظروف الملائمة لان التقسيم المرحلي لهذه العمليات هو تعبير عن مراحل تغير ظروف الراسب أو الصخرة من بيئة الترسيب إلى بيئة الاعماق المطمورة ثم بيئة التجوية والتعرية وفيما يلي عرض لاهم العمليات التحويرية المؤثرة على صخور الحجر الرملي في المقطع .

١ – التاثير الاحيائي Bioturbation

وهي عمليات إعادة تدويرا لترسبات بالفعاليات الحياتية في الرواسب أو عند سطح الترسيب من خلال الحفر والثقوب وغيرها من المظاهر الحيوية الأخرى، وبالتالي تحطيم التراكيب الرسوبية الاولية مثل التصفح ، ويعتبر تاثير الاحياء قليل جدا على التركيب الكيميائي والمعدني للرواسب (Bogges , 2006)

لقد شخص التاثير الاحيائي على صخور الحجر الرملي في التكوين من خلال ملاحظة الالوان الداكنة لتلك الصخور حيث تعكس تلك الالوان الخضراء والرمادية الداكنة تاثير فعاليات البكتيريا اللاهوائية العاملة على اختزال مياه الفجوات ذات الطبيعة القاعدية بسبب نقص الاوكسجين في بيئة الترسيب وعادة ما يحدث ذلك بعد استقرار الرواسب المترسبه تحت سطح البحر كتأثير تحويري مبكرضمن البيئه الرسوبيه الاوليه ، كما و تعمل الخمائر البكتيرية للمواد العضوية المتواجدة عند اعماق الدفن الضحلة وتؤثر على الرواسب وتنشيء المياه وثاني اوكسيد الكاربون والميثان العضوي وهذا ما يزيد قاعدية المحاليل في مياه الفجوات بزيادة الدالة الحامضية PH (Selley , 2000).

وتعد الفعاليات البكتيرية العامل الاول المؤثر على الرواسب لوفرتها في الرواسب البحرية في كل مكان وقدرتها على العيش باستخدام المواد العضوية كما انها يمكن ان تتعايش مع بعض الجرثوميات الاخرى ، فضلا عن ما ذكر كانت التعكرات الحياتية مؤثرة على صخور التكوين الرملية في المقطع وتوفرت فيها الحفر والثقوب والمظاهر الحيوية المختلفة بدليل تواجد بعض الهياكل المتبقية لاصداف المتحجرات لوحه(1,a).

٢– عملية الرص Compaction

الرص أو الانضغاط هو اسلوب حركة للحبيبات والمكونات الصخرية محاولة للتقارب مع بعضها استجابة لتاثير الحمل والثقل العمودي (ثقل العمود الطباقي) مما يقلل من سمك و مسامية الرواسب (Jonas & Mcbride , 1977) وتقاس عملية وتاثير الرص من خلال ملاحظة طبيعة ونمط تماس الحبيبات المتجمعة مع بعضها (Tucker, 1991) لقد لوحظ رص وترابط حبيبات صخور المقطع الرملية عند ملاحظة طبيعة التماس بين تلك الحبيبات واسلوب تشوه الحبيبات اللدنة منها(المايكا والقطع الصخرية الكاربوناتية) ومن مشاهدة تكسر وتشقق بعض الحبيبات الصلده ذات التكسر الهش خاصة(الصوان والكوارتز) اواختراق هذه المكونات الصلدة كالصوان لتلك اللدنة كالقطع الصخريه الكاربوناتيه، ونظرا لندرة التلامس المتشابك والمحدب – مقعر مقارنة بالوفرة النسبية للتلامس المستقيم والنقطي بين الحبيبات فضلا عن الحبيبات المنفردة الطافية كانت التعبئة متوسطة الترابط لوحة (1,b,c,d,e,f) لوحة (2,g).

دلت الظواهر اعلاه على ان تاثير عملية الرص في الصخور الرملية كان تاثيرا محدودا نسبيا (Akhtar, et al, 1992) ومما يعزز ذلك هو عدم ملاحظة أي دليل على الرص الكيميائي في تلك الصخور ،غير ان ظهور التشققات والتكسرات في حبيبات الصوان والكوارتز الهشه التكسرمع التطور المحدود لعملية الرص كحاله اعتياديه في الصخور الضئيلة المحتوى بالمكونات اللدنه مثل المايكا كان الدليل الواضح على تاثير النشاط التكتوني في هذه الصخور(Wilson &

McBride, 1988)،وهذا التاثير واضح في المنطقه لوجود طية بيخير المحدبه.

ولان عملية الرص هي محاولة الصخرة إلى التوصل إلى حالة التعبئة المترابطة فان عموم العملية يقلل من مسامية الصخرة وخاصة في الصخور الرديئة الفرز (Gluyas, 2005) ، لذا نستنتج ان مسامية الصخور الرملية في المقطع متاثرة بشكل كبير نسبيا كونها رديئة الفرز وان كانت عملية الرص محدودة

٣- عملية التلاحم Cementation

تعتبر عملية التلاحم أو السمنتة عملية تحويرية رئيسية تساهم في تحويل الراسب إلى صخرة رسوبية حيث تعرف العملية انها عملية ترسيب للمعادن من محاليلها فوق المشبعة بها داخل الفجوات والفراغات الاولية أو الثانوية (Flugil,2004) حيث يتحور الراسب عند تقليل الفجوات نتيجة للترسيب المعدني وبالتالي تقل مساميته ويتحول إلى صخرة ، وقد يترسب أي معدن يمكن ان يتوفر في المحاليل ما بين الفراغات وبصورة فوق مشبعة لكن تعتبر معادن الكاربونايت والسليكا اكثر المعادن شيوعا كمواد سمنتية (Bogges, 2006) .

ترابطت صخور المقطع الرملية بنوعين من المواد السمنتية الرابطة وهي السمنت الكاربوناتي والسمنت الحديدي ، وقد فرض الانتشار الكبير والتوزيع الواسع النطاق شيوع وسيادة للسمنت الكاربوناتي مقارنة بالسمنت الحديدي حيث توفر الاول اما على شكل بلورات كالسايتية تحيط بالحبيبات والمكونات الفتاتية بشكل طوق(circumgranular) أو بلورات كالسايتية خشنة ومالئة للفراغ المتاح بين المكونات الفتاتية(granular mosaic) . اما السمنت الحديدي فقد لوحظ وجوده فيما بين الحبيبات الفتاتية أو بصورة بقعة متجمعة داخل هياكل المتحجرات الذائبة ونادرا ما توفر بهيئة غلاف دقيق يحيط بالحبيبة لوحة (2,h,i,j ,k)

وقد دلت مواصفات وأنسجة الإسمنت الكاربوناتي الملاحظه أعلاه على بيئات المياه الجوفية العميقة أو الضحلة الدفن التحويرية (Burial or meteoric phereatic water) (Bogges, 2006)(Flugile, 2004) ،حيث اشارالمصدرين ان البلورات السمنتيه المحيطه بالمكونات الفتاتيه بشكل طوق تمثل بيئة المياه الجوفيه الضحلة اما البلورات الموزائيكيه الخشنه فانها تشير إلى بيئات المياه الجوفية العميقة والضحلة الدفن التحويرية .ولما كان توفر اكاسيد الحديد يتطلب بيئة تحويرية مؤكسدة ومتاثره بالظروف الجويه ولان تلك الظروف لم تتوفر عند ترسيب صخور التكوين لكونها مترسبة في بيئة المراوح تحت البحرية وهي بيئة يقل فيها الأوكسجين ،لذا يمكن القول بان السمنت الكاربوناتي ترسب قبل السمنت الحديدي واستمر لحين تعرض رواسب التكوين لبيئة التجوية حينذاك بدا ترسيب السمنت الحديدي(Morad,et al,1995) وتحت نظام المياه الجوية عندما تتجوى المعادن الفيرومغناطيسية مكونة اطيان غنية بالحديد تتغلغل بين فراغات ومسارات الرواسب لتشكل السمنت الحديدي (Akhtar, et al, 1992) واللذي رافق السمنت الكاربوناتي المتاخرالناشئ في نفس البيئة التحويرية meteoric phereatic .

ان تكوين السمنت الكاربوناتي لايتطلب حرارة وضغط عاليين غير انه يترسب تحت ضروف قاعدية (Selley,2000) وقد ينتج السمنت الكاربوناتي من عدة مصادر اعتمادا على عدة عوامل تتحكم في ترسيبه منها: المسارات النسيجية الاولية المشكلة للنفاذية وكمية اذابة Ca-plagoclase واسلوب توزيع الطبقات الحاملة للاصداف الحيوانية أو الفتاتات الكاربوناتية الاخرى والتي تستخدم كنويات للسمنته فضلا عن درجة السمنتة المبكرة وتوفر طبقات الطفل والتاثير النسبي للانتشارالافقي خلال عملية السمنتة (De Souza & Silva ,1998 De Assis) (Mackenzie , 2005)

واستنادا إلى ما ذكر يرجح ان توفر الهياكل والاصداف الحيوانية والفتاتات الكاربوناتية المنقولة من تكاوين سابقة فضلا عن توفر طبقات الطفال الكلسيه جميعها كانت مصادر محتملة لامداد المياه الجوفيه بالايونات الكاربوناتيه إلى ان اصبحت تلك المياه فوق مشبعه بالكاربونيت ترسب السمنت الكاربوناتي في صخور الحجر الرملي في المقطع وهذا ما يتفق مع دراسة (Sakry , 2006)

٤- عملية الاحلال Replacement

الاحلال هو عملية اذابة معدن ما وترسيب معدن اخر يحل محله بشكل متزامن وبدون أي تغير حجمي بين المعدنين (Bogges , 2006) وتعد ظاهرة الاحلال من العمليات أو الظواهر المرافقة للسمنت الكاربوناتي

لوحظت عملية الاحلال من خلال ترسيب معدن الكالسايت محل بعض القطع الفتاتية خاصة الصوان لوحة (2,l) وقد يكون الاحلال جزئيا أو كليا بحيث يمحو معالم الحبيبة الاولية ، وتحدث عمليتي الاحلال والسمنتة في نفس الوسط أو البيئه التحويريه وهذا ما يفسر ترافق العمليتين كما ويدل الاحلال على حدوث اذابة وان كانت محدودة حيث انه يتضمن تحويل المعدن إلى محلول وتحويل المحاليل إلى معدن أي انه تحويل باتجاهين أو حالة مابين السمنتة والاذابة (Mackenzie , 2005) .

ويعد تزامن اذابة السليكا وترسيب الكالسايت من احد مواصفات البيئة القاعدية ذات الدالة الحامضية (PH > 7.5) (Blatt , et al , 1980 in Selley , 2000) ، وبالرغم من ان السليكا تتحرر من عملية الاحلال كناتج عرضي الا انها بقيت ولم تتحرر لامن عملية الاذابه ولاحتى من المياه البحريه المحصوره في الرواسب لاغناء المحليل وترسيب السمنت السليكي في الحجر الرملي إلى جانب السمنت الكاربوناتي وينسب ذلك إلى عمق دفن الرواسب ودرجة الحراره غير الكافيين لتحرير السليكا (Pettijohn,1975)خاصة اذا ما لوحظ بان عملية الرص كانت محدودة ولم تتوفر دلائل الرص الكيميائي . وهذا ما يشير إلى اعماق الدفن المتوسطة العمق نسبيا .

٥- عملية اعادة التبلور Recrystallization

هي عملية تغير في حجم وشكل وتوجيه البلوره بدون أو بتغير طفيف في معدنيتها (Flugile,2004) (Bogges,2006) ،كان تاثير هذه العملية تاثيرا محدودا ومحليا ونادرا واقتصر تواجدها على المكونات الصخرية الكاربوناتية تحديدا بحيث تحولت القطع الصخرية المكرايتيه من الكالسايت الدقيق التبلور (Micrite) إلى الكالسايت السباري الدقيق (Microsprite) ويعزى سبب هذه العملية إلى التاثير الكيميائي للمحاليل حيث ان توفر ودخول محاليل شبه مشبعة بالكالسايت إلى المسامات البينية ومصادفتها لقطع صخرية مكرايتية يشجع التفاعل الكيميائي بينهما خاصة مع توفر تاثير حراري من الاعماق مما يؤثر على حواف تلك القطعة وتستجيب بالتغير حجميا لوحة (3,m).

ولان عملية اعادة التبلور تحدث في اعماق الدفن الكبيرة (Sakry , 2006) كان لتشخيص وجود هذه العملية دليل على حدوث دفن للرواسب لاعماق كبيرة نوعا ما ولكن لم يستمر هذا الدفن لفترات طويلة أو لاعماق اكبر بدليل الانتشار المحلي المحدود لتاثير العملية على الصخور .أو ان هذه العمليه كانت استجابة لارتفاع التاثير الحراري غير الطبيعي والمصاحب للنشاط التكتوني المؤثر في المنطقه.

٦- عملية الإذابة Dissolution

هي عملية تحدث في ظروف معاكسة لظروف عملية السمنتة وتؤثر على الحبيبات السليكاتية الهيكلية والسمنت الكاربوناتي المترسب مسبقا خلال الدفن العميق (Bogges,2006) كانت عملية الإذابة مميزة في القطع الصخرية الكاربوناتية في الصخور الرملية اكثر من الحبيبات الهيكلية الاخرى لوحة (3,n,o) .

وعادة ما تحدث عملية اذابة للكاربونايت في ظروف حرارة واطئة وضغط جزئي عالي لغاز CO_2 ولما كانت التفاعلات الكيميائية على سطوح المعادن بطيئة وذات معدلات محدودة لذا فان العمليات الكيميائية تعتمد كليا على الحرارة ومن جانب اخر ولان المعادن تميل ان تبقى لفترات جيولوجية طويلة تحت ظروف مختلفة عن حالة الاستقرارية الثيرموديناميكية لذلك فان بطئ التفاعلات المعدنية السطحية هو العامل المسيطر على نسبة الإذابة للمعدن (Mackanzie,2005) .وتحدث الاذابه في المعادن الكاربوناتيه شبه المستقره بالمحاليل شبه المشبعه بها(Flugil,2004).

يتضح مما سبق ان عملية الإذابة حدثت بنسبة بسيطة وهذا ما لوحظ فعلا في صخور المقطع ويعود سبب ذلك إلى عدم استمرارية دفن الرواسب لاعماق اكبر أو لفترات اطول ماقلص دور الحرارة المطلوبة لتسريع التفاعلات الكيميائية وبالتالي قلل نسبة الإذابة وحددها بالقطع الصخرية الضعيفة مثل القطع الصخرية الكاربوناتية . وقد تحدث عملية الإذابة في اعماق الدفن الضحلة نتيجة تعرض الرواسب للمياه الجوية (Rossi , et al,2001) ومن الواضح ان تكسرات الحبيبات الهشة التكسر نتيجة عملية الرص كانت إلى جانب المساميه الاوليه عامل مشجع ومساعد لعملية الإذابة ومرور المحاليل(& Wilson Mcbride, 1988) وغالبا ما تشكل الإذابة مسامية ثانوية في الحجر الرملي .

٧- التحلل أو التغير Alteration

التغير أو التحلل هو عملية استجابة المعادن غير المستقرة تحت الظروف البيئية التحويرية بالتغير والتحول إلى معادن اخرى اكثر استقرارا في تلك الظروف التحويرية .

لوحظت هذه العملية من تاثيرها على تغير الفلدسبار وتحوله إلى المعادن الطينية وخاصة تغير المعدن الاورثزكليز لوحة (3,p) . ان مياه الفجوات المحصورة في الرواسب البحرية تكون ذات طبيعة قاعدية ما يجعلها تحافظ على الحبيبات من التحلل خلال المراحل التحويرية المبكرة لان المايكا والفلدسبار يكونان مستقران تحت الظروف القاعدية (Spark & Trewin , 1986) ، كما ان غالبية عمليات التحلل تتطور بتاثير زيادة في درجة الحرارة وعمق دفن الرواسب في المرحلة المتوسطة من التحوير (Morad , etal 2000) .

نستنتج مما سبق بان عملية التغير لم تحدث في صخور التكوين بتاثير زيادة الحراره أو عمق الدفن حيث ان ظواهر وجودها تعود إلى تاثير بيئة التجوية على صخورالمقطع بدليل قلة معادن الفلدسبار عموما وسيادة معدن الاورثوكليز مقارنة بمعادن الفلدسبار الاخرى أو لربما تكون تلك المعادن المتاثرة بالتحلل نقلت إلى التكوين وهي متحللة اصلا ويمكن الجزم بان الاحتمال الاول هو الاكثر قبولا نظرا إلى ان صخور المقطع قد رفعت ومازالت متعرضه لبيئة التجويه ومتاثره بالمرحله التحويريه المتاخره.

٨- عملية النشأة المتاخرة Authigenesis

تتضمن عملية النشاة المتاخرة عملية تبلور ونشوء اطوار معدنية جديدة في الراسب أو الصخرة اكثر استقرارا تحت ظروف البيئة التحويرية وفي نفس موضع الترسيب ، وكانت معادن البايرايت والكلوكونايت هي المعادن الناتجة عن عملية النشاة المتاخرة التي لوحظت في الصخور الرملية للمقطع حيث لوحظ معدن البايرايت بشكل قطع شبه مربعة وكاملة الاوجه ومتساوية الابعاد وذات الوان سوداء مائلة إلى الاحمرار ومن اهم مدلولات وجود معدن البايرايت في الرواسب هو حدوث الترسيب في بيئة اختزالية (Eh = < 0) حيث تفصل الفعاليات البكتيرية ايونات الحديد والكبريت لتشكل معدن البايرايت (Selley, 2000) ايضا ومن المعادن ذات النشاة المتاخرة لوحظ وجود معدن الكلوكونايت بشكل حبيبات خضراء غامقة وحمصية الشكل لوحة (3,q,r)

ينشا معدن الكلوكونايت بطرق مختلفة ويبدو هنا انه تشكل من الاحلال محل الدمالق البرازية اومن ملئ اصداف الفورامنفيرا التي تتحطم فيما بعد لانه تواجد بهيئة حبيبات حمصية الشكل (Selley , 2000) كما و لايتجاوز عمق نشاته في الرواسب (١٠٠٠ متر) ومن الجدير بالاشارة ان هذا المعدن يتجوى بسهولة كبيرة في بيئات التجوية ويتطلب وجوده توفر درجة حراره واطئه وبيئه مختزله قريبه من حالة التعادل((Eh= 0.0 _ (- 0.4) (Blatt , et al , 1980 in

2000 , Selley) لذا يمكن ان تنسب ندرته إلى التجويه اوالى الظروف الاختزاليه العاليه. ويعتبر الكلوكونايت من المعادن الطينية المميزة جدا للطبقات البحرية النشاة (Sakry , 2006)

ان ترافق معدني البايرايت والكلوكونايت في الصخور الرملية لتكوين كولوش يدل بوضوح على الترسيب في بيئة تحت بحرية اختزالية ضئيله بمحتوى الاوكسجين وذات طبيعة قاعدية .

التطورالتحويري العام للصخورالرملية General sandstone Diagenetic evolution

تمتلك العمليات التحويرية تسلسل زمني وتتابع تحويري ويعد افتراض ان ذلك التتابع والتسلسل يملا الفجوة الزمنية مابين لحظة الترسيب والوقت الحالي افتراض خاطئ لان كل عملية يمكن ان تستمر اذا توفرت ظروفها الملائمة بشكل رئيسي أو ثانوي (Gluyas , 2005) .

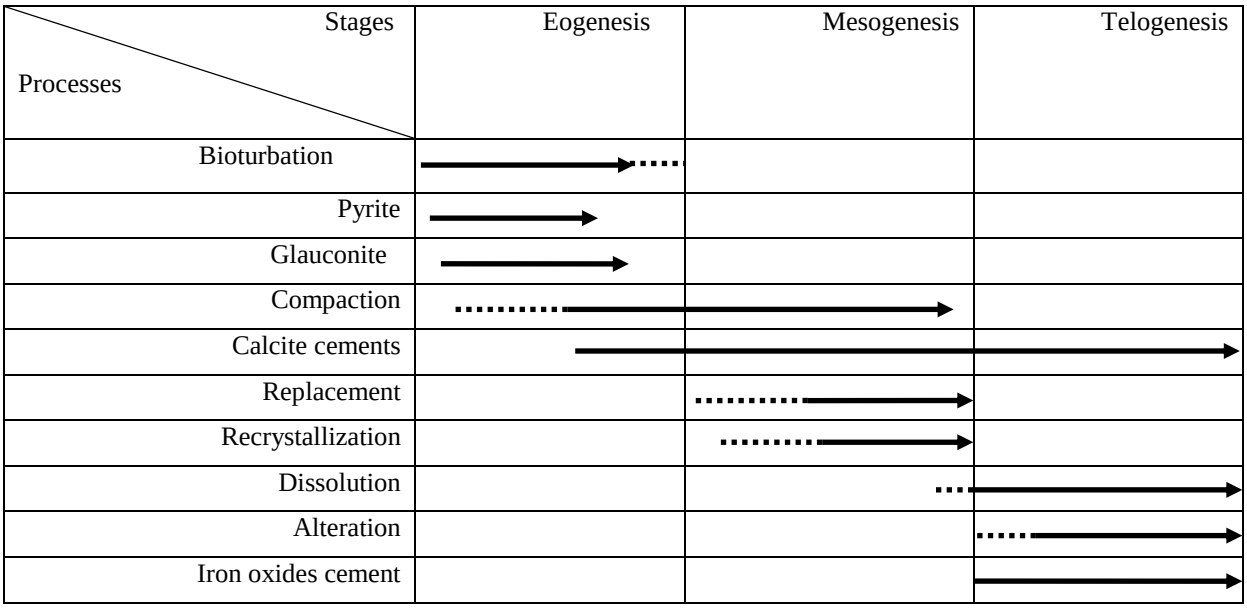
استنادا إلى ما ذكر اعلاه ربما تؤثر اكثر من عملية واحدة في نفس الوقت على الراسب ولكن غالبا ما يكون هناك تاثير رئيسي سائد على التاثيرات الاخرى ومن هذا المنظور وعلى ضوء مالوحظ من شواهد مجهرية ضمن العمليات التحويرية في صخور المقطع الرملية يمكن تتبع التطور التحويري المؤثر وبداية من بيئة الترسيب وهي بيئة المراوح تحت البحرية المميزة بظروفها من حيث نقص الاوكسجين والوسط القاعدي (Ph>7) المحيط بالمكونات والحبيبات المترسبة والمستقره عند استقرار التيار العكر وضمن اعماق الدفن الضحله مما هيئ للعمل التحويري المبكر Eogenesis ونشطت الفعاليات الحياتية بانواعها وخاصة تاثير البكتيريا اللاهوائية في مناطق توفر المواد العضوية حيث تصاعد النشاط البكتيري وفصل ايونات الحديد والكبريت التي امتزجت لتشكل معدن البايرايت مما اثر على لون الرواسب واكسبها الوان داكنة نتيجة لظروف الاختزال ومع سيادة التاثير الاحيائي ومخلفاته من اصداف وبقايا برازية نشا معدن الكلوكونايت ضمن ظروف بيئيه اختزاليه بسيطه وضئيله بمحتوى الاوكسجين وباسلوب الاحلال محل الدمالق البرازية وملئ اصداف الفورامنيفرا التي تحطمت فيما بعد وتركت حبيبات من هذا المعدن كما اثر النشاط الحياتي على التراكيب الرسوبية الاولية كالترقق ، ومع تزايد عمق دفن الراسب لعشرات الامتار اندفعت المواد الطينية والمكونات اللدنه نتيجه للضغط العمودي واذيبت الاملاح وتحللت المواد العضوية وانتظمت المكونات الصخرية بتعبئة شبه مترابطة .

ونتيجة لاستمرار الترسيب في الحوض الفورلاندي استمرت رواسب التكوين بالاندثار لاعماق متوسطه (غير ضحله) وبدا ثقل العمود الصخري يؤثر على الهيكل العام للصخور والذي انعكس نسيجيا بتعبئة مترابطة نوعا ما حصرت بعض المياه بين مساراتها النسيجية والتي بدات بترسيب السمنت الكاربوناتي المبكر على شكل طوق يحيط بالحبيبات وحيثما تكون المحاليل فوق مشبعة بالكالسايت في بيئة المياه الجوفيه الضحلة مما ادى إلى دعم الراسب وتصخره بصورة اولية بحيث حد من استمرارية عملية الرص .

لقد تاثرت منطقة الدراسة بالتطور التكتوني الاقليمي لشمال العراق بحيث تشوهت نتيجه للنهوض التكتوني وتكونت طية بيخير المحدبة بمراحلها البدائية ، وبما ان الحركات التكتونيه والنهوض التكتوني يولد شذوذا حراريا عاليا نسبيا (Mackenzie,2005) فان هذا الشذوذ شكل مصدرا حراريا اضيف إلى التدرج الحراري الارضي المؤثر على الصخور الرملية المدفونة حينذاك لاعماق كبيرة نسبيا وبالتالي حث على تطور العمليات التحويرية المتوسطة Mesogenesis حيث ترابطت المكونات الصخرية بتلامسات اكثر تعقيدا من السابق وتشوهت المكونات اللدنة وتصدعت المكونات الصلده ربما نتيجة القوى التكتونية المؤثرة والمعززة لثقل العمود الصخري في المنطقة حتى اصبحت التعبئة مترابطة بشكل متوسط وتوقفت عملية رص المكونات إلى هذا الحد بدليل عدم ظهور دلائل الرص الكيميائي ومن الجدير بالذكر ان عدم ملاحظة تاثير الرص على السمنته المبكره قد ينسب لاستمرار ترسيب السمنت الكالسايتي من المياه الجوفية العميقة الدفن (Burial phereatic) والتي استخدمت الفتاتات والاصداف الكاربوناتية كنويات لعملية السمنتة اضافة إلى طبقات الطفل الكلسي المتوفرة كمصدر للسمنت.

ان استمرار عملية السمنتة بالكاربونيت وزيادة شدة الظروف التحويريه ادى إلى حدوث تبادل معدني بين المكونات المعدنية والسمنت وبشكل متزامن فترسب الكالسايت فوق قطع الصوان نتيجة لعملية الاحلال التي رافقها احيانا عملية اعادة تبلور القطع الصخرية المكرايتية إلى الكالسايت السباري الدقيق التبلور وربما عملية اذابة محدودة والذي دل على استمرار دفن الصخور لفترات جيولوجية طويلة .

تعرضت الصخور الرملية للظروف الجوية وانكشفت على السطح استجابة للنشاط التكتوني المستمر والمنعكس على تطور طية بيخير المحدبة في المنطقة فنشأة بيئة تحويرية متأخرة Telogenesis وتضمنت عمليات سمنته بالكالسايت من المياه الجوية المتغلغلة في مسامات الصخور (Meteoric phereatic) وبالهيماتايت و اكاسيد الحديد من الأطيان الغنية بها والناتجة من تجوية المعادن الفيرومغناطيسية(مثل البايوتايت والاوليفين والبايروكسين)بمياه الأمطار وربما من رواسب تكوين الجركس كمصدر لها ورافق عملية السمنتة عملية الإذابة نتيجة مرور مياه الأمطار الحامضية داخل الصخور وعملية التحلل وتغير معادن الاورثوكليز إلى معادن طينية . شكل (٣)



شكل (٣) : مخطط توضيحي لأسلوب تطور العمليات التحويريه خلال المراحل التحويريه

الاستنتاجات Conclusion

١- تأثرت صخور المقطع قيد الدراسة بالمراحل التحويرية الثلاثة المبكرة والمتوسطة والمتأخرة

٢- كانت عمليات التأثير الإحيائي ورص المكونات وترسيب السمنت والإحلال وإعادة التبلور والتغير والإذابة والنشأة المتأخرة للمعادن هي العمليات التحويرية التي حولت الرواسب الرملية إلى الصخور الرملية الحالية المتميزة بالهشاشة نتيجة لاستمرار تأثرها بمرحلة العمليات التحويريه المتاخره.

٣- ساهم النشاط التكتوني المؤثر في المنطقة في تعزيز ظروف البيئه التحويريه (حراره وضغط) وتطوير العمليات التحويريه وخاصة في مراحلها المتوسطة

٤- لم تتطور عملية الرص بشكل كبير وكانت محدودة بدليل عدم توفر دلائل الرص الكيميائي لكنها كانت مؤثرة على مسامية الصخور لضعف الفرز في الصخور .

٥- ظهور النسيج المحيط بالحبيبات والنسيج الموزائيكي كان الدليل على تأثير بيئة المياه الجوفية العميقة أو الضحلة الدفن التحويرية على الصخور الرملية بعد العمليات التحويرية المبكرة .

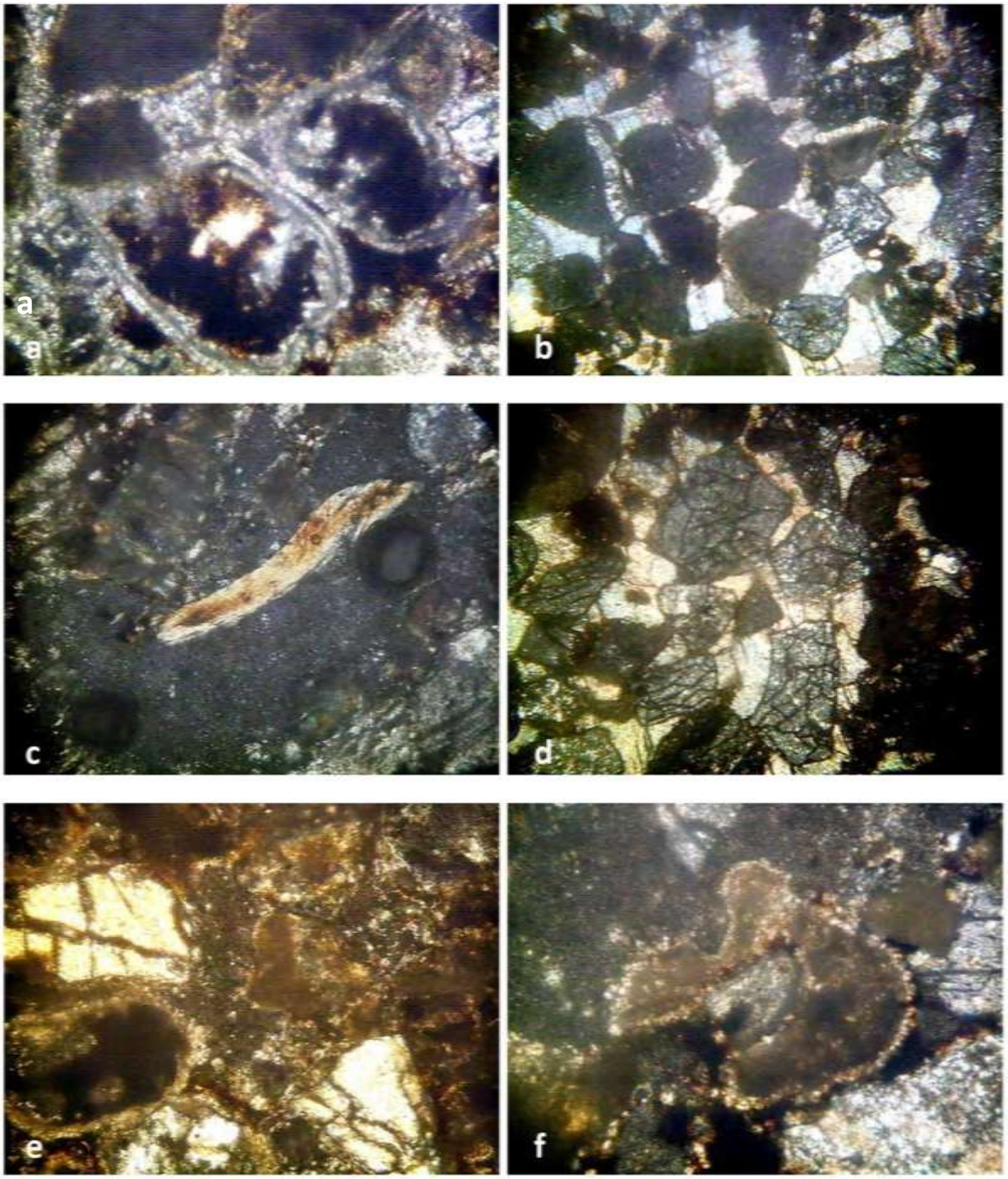
٦- نشا السمنت الكاربوناتي قبل السمنت الحديدي ثم تطورا معا خلال العمليات التحويرية المتأخرة .

٧- شكلت الهياكل والأصداف الحيوانية والفتاتيات الكاربوناتيه وطبقات الطفل الكلسيه مصدرا لتزويد المياه الجوفية وترسيب السمنت الكاربوناتي في حين اشتق السمنت الحديدي من تجوية المعادن الفيرومغناطيسية ربما من تكوين جركس ، ولم يترسب السمنت السليكي لعدم توفر أعماق الدفن الكافيه لتحرير السليكا.

٨- لم تدفن صخور المقطع لأعماق كبيرة جدا مما أدى إلى تقليص دور الإذابة وإعادة التبلور .

٩- تطورت عملية الإذابة وعملية التغير في المراحل التحويرية المتأخرة بعد انكشاف الصخور ١٠- تشكل معدن الكلوكونايت من الإحلال محل الدمالق البرازية أو من مليء أصداف الفورامنيفرا .

لوحة (١)



a- بعض الهياكل المتبقية لأصداف المتحجرات

b- التلامس النقطي والمستقيم بين الحبيبات

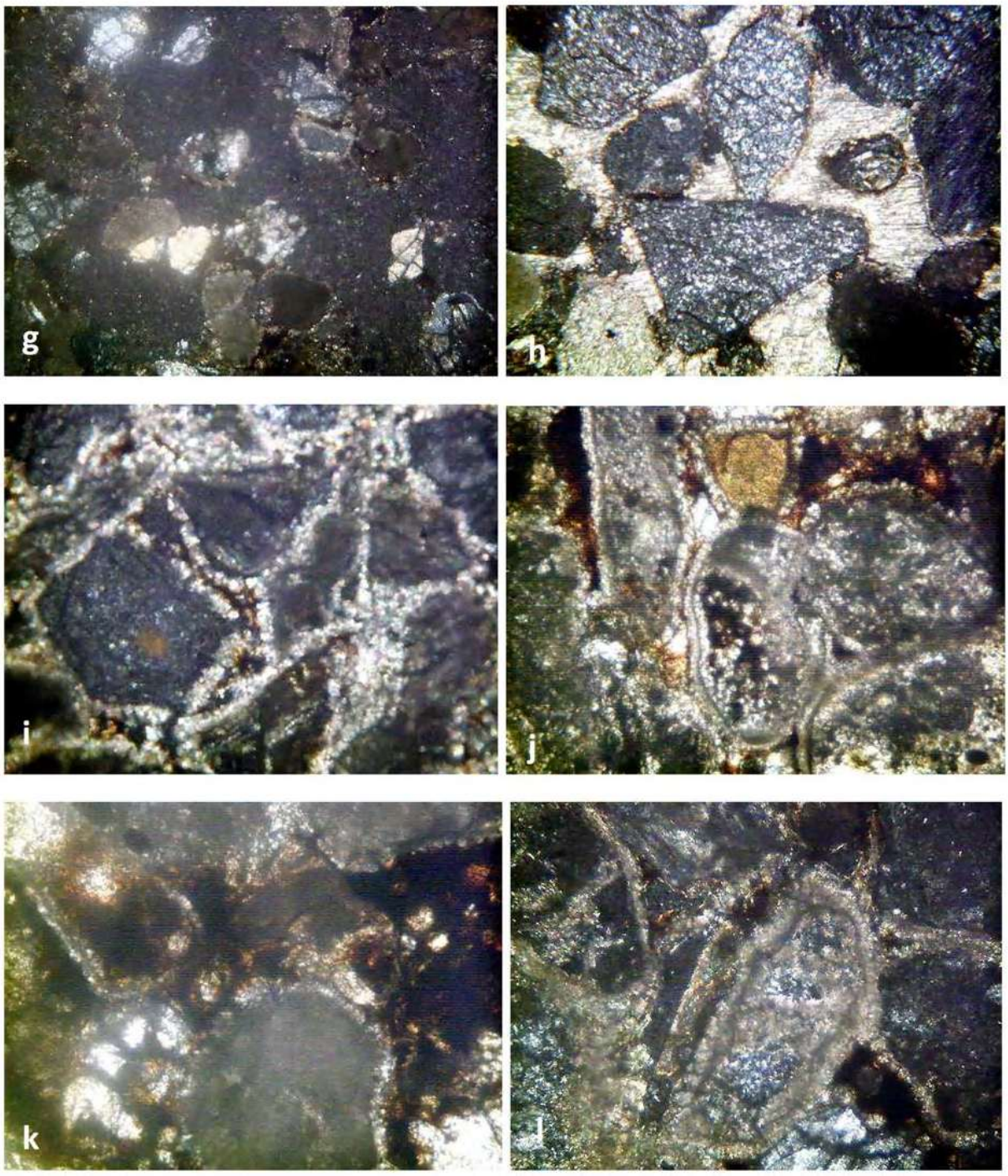
c- التواء بسيط للبايوتايت

d تصدع حبيبات الصوان

e-- تصدع حبيبات الكوارتز

f- اختراق في قطعة صخرية مكرايتية

لوحة (٢)



g – حبيبات طافية

h – السمنت الكالسايتي المالئ للفراغات

i– السمنت الكالسايتي المحيط بالحبيبات

j– السمنت الحديدي داخل هياكل المتحجرات

k– بقعة لتجمع السمنت الحديدي

l – إحلال السمنت الكالسايتي محل الصوان

لوحة (٣)

m – إعادة تبلور المكرايت إلى مايكروسبارايت

n– إذابة في قطعة صخرية مكرايتية

o– إذابة في السمنت الكالسايتي

P – تحلل كامل للفلدسبار إلى الكاؤولين

q– معدن الكلوكونايت

r– معدن البايرايت

المصادر :

١– الـوزان ، ألاء محمـود (٢٠٠٧): الطباقيـة الحياتيـة للفـورامنيفرا الطافيـة لتكـوين كولوش(الباليوسـين) فـي منطقـة دهوك،شـمال العـراق ،رسالة ماجستير غير منشورة،كلية العلوم،جامعة الموصل،٦٨ صفحه.

٢– محمود، علي مصطفى (٢٠٠٧) :دراسة رسوبية تكوين كولوش فـي منطقتـي دهـوك وشـقلاوه –شـمال العـراق ،رسـالة ماجسـتير غيـر منشورة،كلية العلوم،جامعة الموصل،١٥٠ صفحه.

٣- الحبيطي،صفوان طه ياسين محمد (٢٠٠٨):تغيرات الطراز التكتوني على طول طية بيخير المحدبه –شمال العراق رسالة ماجستير غير منشورة،كلية العلوم، جامعة الموصل،١٢٩ صفحه.

4- Akhtar, A., Khan, M.M.& Ahmed, A.H.M., (1992): Diagenetic evolution of Cretaceous quartz arenite, Narmada rift basin ,India, Sedimentary Geology,76,99-109.

5- AL-Qayim ,B.A.,AL-Mutwali, M.M. & Nissan, B.Y. (2008): flysch- Molasse sediments of the paleogene foreland basin of North Arabia, Shiranish area ,North Iraq,Iraqi Bulletin of geology and mining V:4, N :1 ,1-20

6- Blatt, H., Middleton, G.& Murray, R.(1980):origin of sedimentary rocks 2nd ed.Prentic-Hall, Englewood cliffs, NJ. 782p.

7- Bogges, S.J.(2006):principles of sedimentology and stratigraphy,4ed,Prentice-Hall,662p.

8- Choquette P.W., &Pray, L.C. (1970):geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates ,AAPG Bull.,V:54 ,207-250.

9-DE Sauza, R.S., and DE Assis silva, C.M., (1998): Origin and timing of carbonate cementation of the Namorado sandstone (Cretaceous),Albacora Field, Brazil: implicatians for oil recovery, spec. publ int. Ass. Sediment. 26,309-325

10- Flugil, E. (2004): microfacies of carbonate rocks, analysis, interpretation and application, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 976 P.

11- Gluyas, J.,: sandstones, diagenesis and porosity evolution in Selley, R.C., Cocks, L.M., & Plimer, I.R., (2005): Encyclopedia of geology, Elsevier V:5, 141-151.

12- Jassim, S.Z. and Buday, T.: middle Paleocene-Eocene megasequenceAP10 in Jassim, S.Z. and Goff, J.C. (2006): Geology of Iraq, pub by Dolin, Prague and Moravian museum,brno 341P.

13- 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. N: 1, 120 P.

14- Mackenzie, F.T.,(2005):sediments, Diagenesis, and sedimentary rocks. Treatise on geochemistry,V:7 Elsevier,425p.

15- Morad, S., AlAasm, I.S., Longstaffe, F.J., Marfil, R., DERos, L.F., Johasen, H., & Marzo, M., (1995): diagenesis of mixed silicaclastic / evaporitic sequence of the middle Muschelkalk(Middle Traissic) the catalon coastal range,NE Spain, Sedimentology, V:42 ,749-768.

١6- 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,V:47, 95-120.

17- Pettijohn, F.J. (1975). Sedimentary Rocks, 3rd ed. Harper and Row Publ. New York, 628 P

18- Rossi, C., Marfil, R., Ramseyer, K.,& Permanyer, A.(2001): facies-related diagenesis and multiphase siderite cementation and dissolution in reservoir sandstone of the Khatatba formation Egypt,s Western desert,J.S.P.,V:71, N: 3 , 459-472.

19- Sakry, S.I.,(2006):sequence stratigraphy of the Paleocene-Lower Eocene succession, Northeaster Iraq, Unpub. PH.D. Thesis, Baghdad University,Iraq,240p.

20- Selley, R.C.,(200٠) : Applied sedimentology, 2nd ed, academic press , 523 p.

21- Spark,I.S.C.,&Trewin,N.H.,(1986):facies –related diagenesis in the main claymore oilfield sandstone,clay mineralogy 21,479-496.

22- Tucker, M.E.(1991):Sedimentary petrology,2nd ed,260P.

23- Wilson, J.c., & McBride, E.F.,(1988):compaction and porosity evolution of Paliocene sandstone, Ventura basin, California, AAPG,V:72,N:6, 664-681.

Diagenetic processes affecting on the sandstone rocks in the upper part of the Kolosh Formation in Dohuk area- northern Iraq

Ahmed Natheer Thanoon

Geology Department , Sciences Collage , Mosul University , Mosul , Iraq

(**Received:** 4 / 5 / 2009 ---- **Accepted:** 5 / 1 / 2010)

Abstract

Sandstones petrographical study of the upper part of the Kolosh Formation (Paleocene)at the southern limb of Bekhair anticline in Dohuk city showed clues of the effect of multivariate diagenetic processes and identified eogenesis (bioturbation, glauconite and pyrite authigenesis), mesogenesis induced by the pressure and tempreture deformation as a result of tectonic activities in the area which are amplified the pressure, tempreture conditions accompanied with relative deep burial leading to development of (compaction, cementation, replacement and recrystallization). Finally as a response to tectonic effects, the rocks were exposed and telogenesis stage begins including (dissolution, alteration and calcite, iron oxides cementation).

Most of the diagenetic processes occured in meteoric and burial pheratic water diagenetic environments.At the same time, more than one diagenetic process had an effect on the rocks but in different proportions.