------- مجلة علوم الرافدين، المجلد 16، العدد 2 خاص بعلوم الأرض، ص 158-175 ، 2005 -------

الخصائص البتروغرافية لتكوين انجانة في البئر (KH8/9) وانطباعاتها المناخيه والتكتونيه في منطقة سنجار- شمال غرب العراق

ثامر عبد الرزاق داؤد اغوان احمد نذير ذنون آل فتاح

قسم علوم الارض

كلية العلوم

جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2002/4/1 ، تاريخ القبول 2002/5/14)

الملخص

تبين من خلال الدراسة البتروغرافية لصخور تكوين انجانة في البئر (KH8/9) بانها متكونة بشكل رئيسي من القطع الصخرية الكاربوناتية والكوارتز (الاحادي والمتعدد البلورات) والفلدسبار (الصودي والبوتاسي) ونسبة كبيرة من القطع الصخرية (الرسوبية والمتحولة والنارية) فضلاً عن معادن المايكا ومواد الحشوة والسمنت بانواعه.

وعلى ضوء النتائج اعلاه تبين بان صخور المصدر هي صخور رسوبية ومتحولة ونارية وان صخور التكوين هي من نوع الحجر الرملي الغني بالقطع الكاربوناتية (Calclithite) وهي غير ناضجة معدنياً ونسيجياً.

وبما ان مكونات صخور التكوين تعكس الصفة الموروثة فيها بفعل المناخ لذا اشارت الدراسة ان مناخ منطقة الترسيب هو مناخ شبه جاف، في حين كان مناخ منطقة المصدر اكثر برودة منه. كما تم الاستدلال على الوضع التكتوني الذي ادى الى تراكم مثل هذا النوع من الصخور الرملية حيث ان البيئة التكتونية هي بيئة خلف القوس التي رافقت حصول التصادم القاري قبل ترسيب التكوين الذي ادى الى نشوء جبال عالية وفوالق زاحفة وزيادة في معدلات التعرية والترسيب في ان واحد.

Petrographic Characteristics of Injana Formation in Borehole (KH 8/9), and Their Climatic-Tectonic Implications, on Sinjar Area, NW Iraq.

Thamer A. Aghwan Ahmad N. Al-Fattah
Department of Geology
College of Science
Mosul University

ABSTRACT

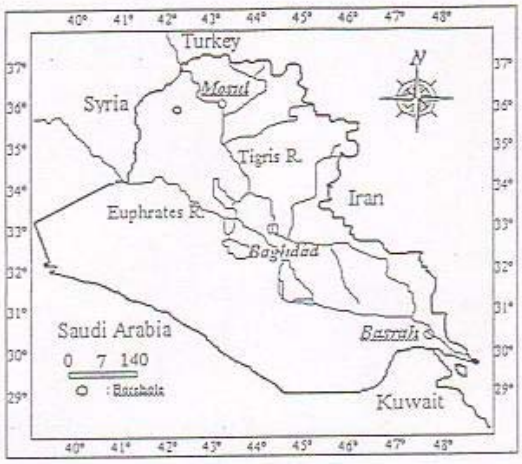
Petrographic study of the sandstones of Injana Formation in the well (KH8/9) revealed them to consist dominantly of carbonate rock fragments with subordinate monopoly crystalline quartz, K-Na feldspars fragments, igneous–metamorphic rock fragments and mica, in addition to matrix and cement of variable composition (carbonate, iron oxide, silica and sulphates). This suits of components can be related to provenance overwhelmed by sedimentary rocks with lesser contribution of igneous and metamorphic rocks.

This sandstone is mineralogically and texturally immature and of calclithite variety originated from source rock under colder conditions compared to their semi-arid environment of deposition. The tectonic setting of back – arc attributes as a consequence of plate – collision and overthrusting played a dominate role in sourcing the sediments.

المقدمة

يتناول البحث دراسة الصخور الرملية لتكوين انجانة في البئر (KH8/9) جنوب طيـــة ســـنجار ، شمال غرب العراق (شكل 1). ويضم التكوين صخور فتاتية خشنة-ناعمة الحبيبات متمثلـــة بالصـــخور الرملية والغرينية والطينية وذات الوان حمراء ورصاصية وبنية ومتداخلة. تتوزع هذه الصـــخور علـــى شكل دورات رسوبية متناعمة الحجم الحبيبي باتجاه الاعلى ويبلغ سمك المقطع (550 م) (شكل 2). يكون الحد الفاصـــل بين تكوين انجانة Injana Formation وتكوين الفتحة Fatha Formation والذي يســـفله متدرجا ومتوافقا ، اما الحد العلوي فانه لا يظهر في المقطع بسبب التعرية فـــي المنطقـــة (Al-Fattah, 2001).

يهدف البحث الى دراسة بتروغرافية الصخور الرملية للتكوين وتحديد المكونات المعدنية والصخرية لها فضلا عن تصنيفها ومعرفة درجة نضوجها ومحاولة استقراء الظروف المناخية والتكتونية التي رافقت ترسيب تلك الصخور.



شكل 1: خارطة موقعية تبين موقع منطقة وبئر الدراسة.

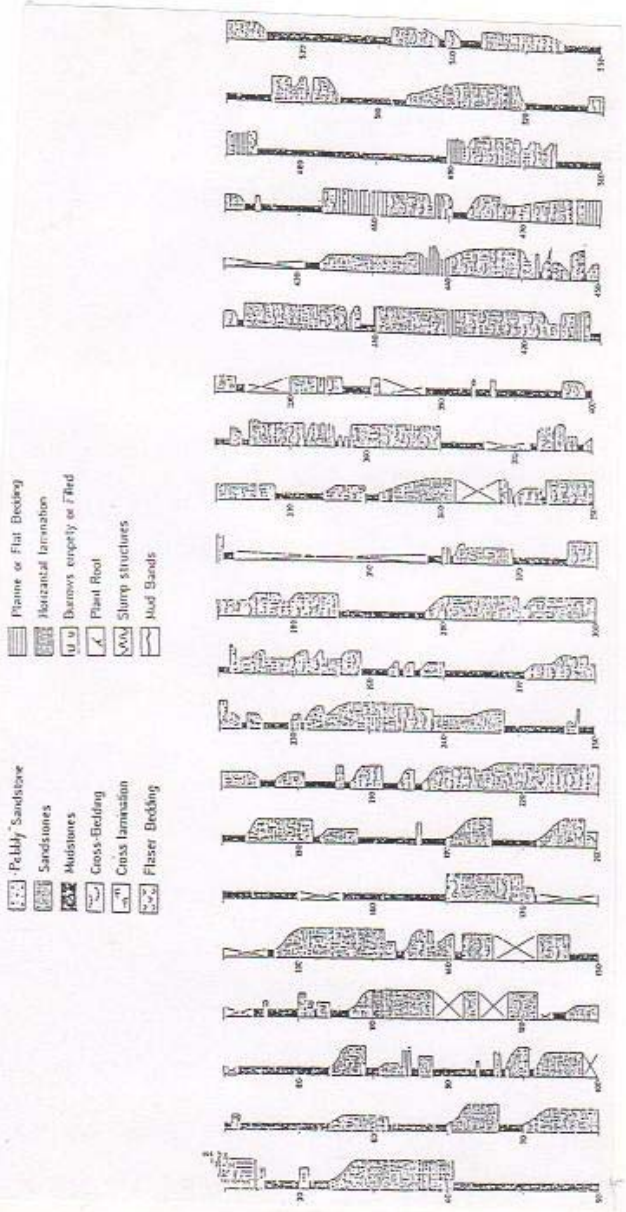
مكونات الصخور الرملية Sandstones Composition

من خلال فحص (50) شريحة صخرية بواسطة المجهر المستقطب واستخدام العداد النقطي (Point Counter) تم حساب المكونات لـ(37) شريحة وبواقع (400–500) نقطة للشريحة الواحدة وحسب طريقة (Griffiths, 1967) وفيما يلي وصف لهذه المكونات:

الكوارتز Quartz:

اوضحت الدراسة البتروغرافية لصخور التكوين وجود نوعين من الكوارتز هما: الكوارتز الاحادي البلورة (Monocrystalline Quartz) بمدى ما بين (% 12.1– % 28) وبمعدل (% 18.5)، والكوارتز المتعدد البلورات (Polycrystalline Quartz) بمدى (% 1.6–% 8.9) وبمعدل (% 4.8) (جدول 1)، (شكل 3).

ويمتاز الكوارتز الاحادي البلورة بحجم حبيبي ناعم جداً–خشن جداً، وعادة ذو شكل متساوي الابعاد الى متطاول وذو اوجه بلورية ناقصة–عديمة الاوجه وله استدارة متنوعة ما بين حادة جداً–مدورة ونادراً ما تكون جيدة الاستدارة وذو تكور واطئ الى عالي والانطفاء يكون مستقيما الى شديد التموج والانطفاء المستقيم هو الاكثر شيوعاً. كما تحتوي بعض حبيبات الكوارتز على الشوائب التي تكون



شكل 2: المقطع الصخري لتكوين انجانة في موقع البئر (KH 8/9).

جدول 1: النسب المئوية لمديات ومعدلات مكونات الصخور الرملية ومعامل النضوج المعدني لتكوين انجانه في منطقة الدراسة.

Sandstone Compositions			Range %		Average %
Monocrystalline Quartz			Min	12.1	18.5
			Max	28	
Polycrystalline Quartz			Min	1.6	4.8
			Max	8.9	
Total Quartz			Min	16.3	23.3
			Max	31.4	
Feldspar			Min	12.2	20
			Max	28.2	
Rock Fragments (R.F.)	Sedimentary R.F.	Carbonate R.F.	Min	21.4	32
			Max	46	
		Chert R.F.	Min	3.1	9.8
			Max	29	
		Clastic R.F.	Min	2.5	8.8
			Max	22.8	
	Metamorphic R.F.		Min	0.2	1.7
			Max	4.4	
	Igneous R.F.		Min	0.0	0.19
			Max	1.7	
Total R.F.			Min	42.5	52.4
			Max	65.2	
Other Components (Mica, Iron Oxides, HeavyMinerals)			Min	1.5	4.5
			Max	11	
Mineralogical Maturity Index (MMI)			Min	33.5	50.1
			Max	86.2	

متنوعة وهي اما على شكل فجوات (Vacuoles) خطية او عشوائية او بهيئة معادن مثل الزركون والمايكا وابر الروتايل واكاسيد الحديد وغيرها لوحة (a, b, 1).

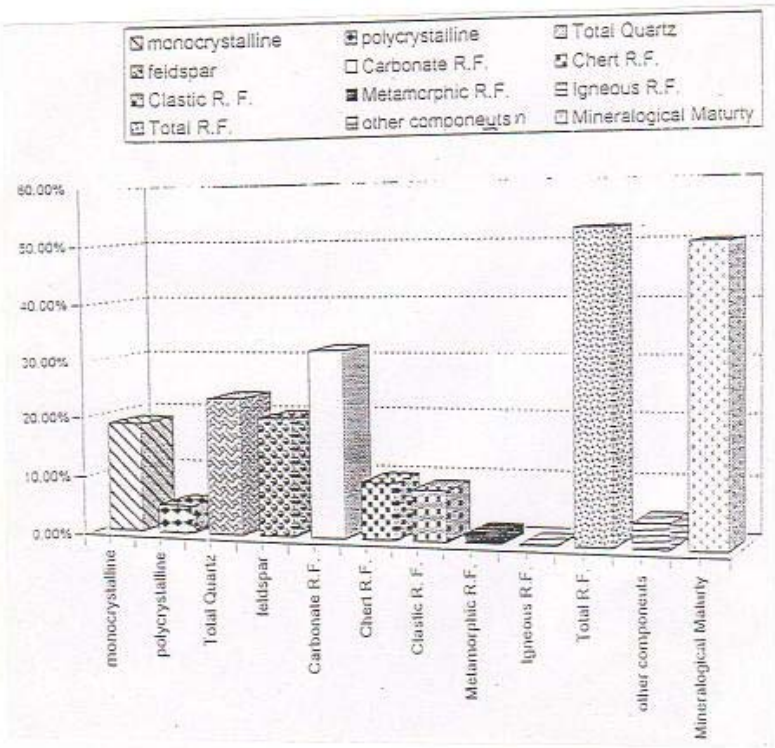
ويمتاز الكوارتز المتعدد البلورات بكونه متكوناً من بلورتين او اكثر وقلما تتجاوز الخمسة بلورات، وهي ذات احجام مختلفة وتفصل ما بين الحبيبات حدود مستوية ، وربما منحنية قليلاً او متعرجة ومسننة، وغالباً ما يعطي الكوارتز ذو الحدود المستوية شكلاً موزائيكياً اما ذو الحدود المسننة فيعطي شكلاً متطاولاً، كما ويظهر الكوارتز المتعدد البلورات بانطفاء مستقيم–متموج لوحة (1 ، c , d).

واعتماداً على ما ذكر اعلاه، وبالمقارنة مع صفات الكوارتز حسب (Folk, 1974) نستنتج بان حبيبات الكوارتز تكون مشتقة من صخور نارية جوفية (Plutonic) وصخور متحولة (معادة التبلور (Recrystillized)، شستوزية (Schistosic)، متأثرة بالشد (Stretched). ومن الضروري الاشارة الى

ان قلة الاستدارة في حبيبات الكوارتز دليل على ان مسافة النقل كانت قصيرة وان الرواسب اشتقت مباشرة من صخور المصدر (Johnsson et al., 1988).

الفلدسبار Feldspars:

تميزت نماذج الدراسة بوجود الفلدسبار بمدى (% 12.2 – % 28.2) وبمعدل (% 20) (جدول 1) (شكل 3) ومن النوع البوتاسي (Potassium Feldspar) والبلاجوكليز (Plagioclase) وظهر الاول بنوعين هما: الاورثو كليز والذي شخص بالشكل اللوحي واللون المغبر (Cloudy Color) والتداخل الواطيء ، والمايكروكلاين والذي يتصف بوجود التوأمة المتقاطعة (Cross-Hatch Twinnig) فضلاً عن ذلك تم تمييز بعض الحبيبات الحاوية على نسيج البيرثايت (Perthitic Texture).



شكل 3: مخطط يوضح النسب المئوية لمعدلات مكونات الصخور الرملية ومعامل النضوج المعدني لتكوين انجانة في منطقة الدراسة.

اما النوع الثاني الاكثر شيوعاً هو البلاجوكليز والذي يمتاز بالتوأمة المتكررة ولقد تم تمييز معادن الالبايت والاوليكوكليز وقليل من الاندسين ضمن مجموعة البلاجوكليز من خلال قياس زاوية الانطفاء على جهتي البلورة. كذلك تميزت حبيبات الفلدسبار غالباً بالحجوم المختلفة والحافات الحادة والتكور الواطيء والانطفاء المستقيم وعادة ناقصة الاوجه، وبسبب وجود ظاهرة التحلل في معادن الفلدسبار كان من الصعب حساب نسبة كل نوع من انواعه لوحة (1، e, f, g, h).

ان تنوع الفلدسبار اعطى دليلاً على اشتقاق الرواسب من الصخور المتحولة والنارية معاً لكن بنسب مختلفة ويمكن تحديد انواع الصخور النارية منها من انواع الفلدسبار اذ ان تواجد الاورثوكليز والمايكروكلاين دليل على وجود صخور مصدرية نارية حامضية كما ان تواجد البلاجوكليز وخاصة الاوليكوكليز والالبايت تشير الى ان مصدر الفلدسبار في الصخور الرملية هو صخور نارية حامضية وغالبا من الكرانيت (Granites) كما يمكن ان تنسب الى بعض الصخور المتحولة (Thoreau, 1982).

القطع الصخرية Rock Fragments:

ظهرت القطع الصخرية في نماذج الدراسة بمدى (42.5%-65.2%) وبمعدل (52.4%) (جدول 1)، وكانت القطع الصخرية متنوعة وحسب نسبة التواجد تمثل:

النوع الاول بالقطع الصخرية الرسوبية بنسبة (96.3 %) من مجموع القطع الصخرية، وتشمل بالترتيب القطع الصخرية الكاربوناتية بمدى (21.4%-46%) ومعدل (32%) وهي قطع من الكالسايت (لوحة 1، i) او قطع من الميكرايت (لوحة 1، j). اما قطع الصوان (Chert) فيوجد بنوعيه الشعاعي والدقيق التبلور بمدى (3.1%-29%) وبمعدل (9.8%) (لوحة 1، k) واخيراً القطع الصخرية الفتاتية ويتواجد بمدى ما بين (2.5%-22.8%) وبمعدل (8.8%) وتشمل قطع الحجر الرملي (لوحة 1، l) وقطع الطفل (Shale Fragments) (لوحة 1، m) (جدول 1).

النوع الثاني من القطع الصخرية يشمل القطع الصخرية المتحولة وتوجد بمدى (0.2%-4.4%) وبمعدل (1.7%) وبنسبة (3.3%) من مجموع القطع الصخرية (جدول 3-1) وعادة تمتاز هذه القطع بالاتجاهية وتم تمييز النضيد (Schist) والنايس (Gneisses) (لوحة 1، n, o).

اما النوع الثالث فيشمل القطع الصخرية النارية وهي عادة نادرة التواجد وتوجد هذه القطع بمدى (0.2%-1.7%) وبمعدل (0.19%) وبنسبة (0.4%) من مجموع القطع الصخرية (جدول 1) (لوحة 1، p) (شكل 3).

وعموماً يلاحظ بان القطع الصخرية اكثر استدارة من بقية مكونات الحجر الرملي كما ان تواجد القطع الصخرية الرسوبية منها بكميات عالية يشير الى مسافة النقل القصيرة (McBride and Picard, 1987) أي ان صخور المصدر قريبة وهي كاربوناتية بشكل كبير اذ اشار (Al-Juboury, 1994) بان هذه الصخور هي تكاوين سابقة عائدة للحقبة المتوسطة (Mesozoic) في نطاق الزحف (Thrust Zone)

وهي ربما سلسلة قلقلة (Qulqula Series) ونطاق سانندج–سيريان (Senandaj–Sirian Zone) المجاور لها.

المكونات الاخرى Other Components:

وتشمل هذه المكونات حبيبات من مجموعة معادن المايكا والتي هي حسب وفرتها بالترتيب تتضمن معادن المسكوفايت والبايوتايت والكلورايت وبعض الكلوكونايت ، كما وتوجد بعض اكاسيد الحديد والمعادن الثقيلة. ويبلغ مدى تواجد هذه المكونات مجتمعة ما بين (1.5%–11%) وبمعدل (4.5%) (جدول 1) (شكل 3).

الحشوة والسمنت Matrix and Cement.

تتكون الحشوة من المواد الطينية والميكراتية المشتقة من تكسر القطع الصخرية الكاربوناتية بفعل النقل وربما تنتج من عملية اعادة التبلور للقطع الصخرية الميكراتية وقد اشار السامرائي (Al-Samarrai, 1978) الى ان غالبية الحشو في صخور تكوين انجانه هو من النوع الحقيقي (Portomatrix). اما المواد السمنتية فتكون متنوعة حيث يظهر السمنت الكلسي والسليكي والحديدي والكبريتاتي لكن الغالبية العظمى هي للسمنت الكلسي المتواجد بشكل مبقع ومنتشر (Al-Fattah, 2001).

النضوج المعدني Mineralogical Maturity

استخدمت المعادلة المقترحة من قبل كل من (McBride and Picard, 1987) في حساب معامل النضوج المعدني (Mineralogical Maturity Index) (MMI) وهي:

$$MMI = \frac{(Quartz) + (Chert)}{(Other\ graines)} \times 100$$

كما اتضح من (جدول 1) ان مدى قيم معامل النضوج المعدني ما بين (33.5%–86.2%) وبمعدل (50.1%) وكانت نماذج الدراسة عموماً غير ناضجة معدنياً (Immature). لقد اشار (McBride, et al., 1996) الى ان نقصان الحبيبات الاكثر مقاومة (الكوارتز والصوان) نسبة للحبيبات ذات المقاومة الضعيفة (الفلدسبار والقطع الصخرية والمكونات الاخرى) في بيئات النقل المائي دليل جيد على مسافة النقل القصيرة وزيادة معدل التعرية نسبة الى التكسر (Abrasion/Breakage ratio). ومن الجدير بالذكر ان صخور التكوين معظمها غير ناضجة نسيجياً واحياناً شبه ناضجة بسبب الفرز الرديء نوعاً ما وكمية الحشوة الطينية العالية.

تصنيف الصخور الرملية Classification of Sandstones

من خلال ملاحظة النتائج في جدول (1) تبين انه من المناسب استخدام تصنيف (Folk, 1974) ومقارنته مع تصنيف (Al-Rawi, 1982) للتعبير عن نماذج الصخور الرملية بشكل اكثر دقة.

تم تسقيط نماذج الدراسة على تصنيف (Folk, 1974) (شكل 4)، واعطى التصنيف نوعين من الصخور الرملية الاول هو الاريناىت الصخري (Litharenite) والثاني هو الاريناىت الصخري الفلدسباثي (Feldspathic Litharenite)، كما تراكمت جميع النماذج ضمن نطاق القطع الصخرية الرسوبية (Sedarenite) في التصنيف الثانوي للقطع الصخرية، وظهرت جميع النماذج في التصنيف الفرعي للقطع الصخرية الرسوبية من نوع القطع الصخرية الكاربوناتية (Calclithite).

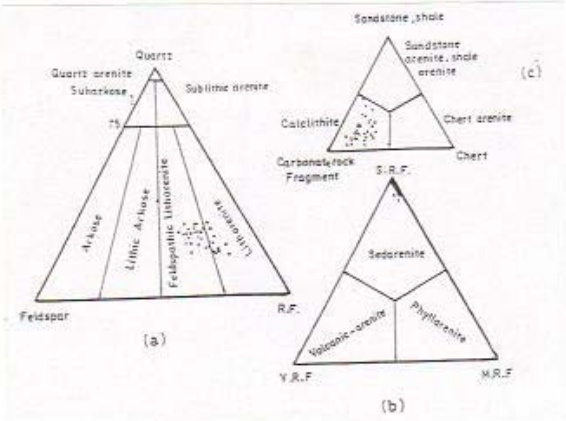
وعند مقارنة التصنيف اعلاه مع تصنيف الراوي (Al-Rawi, 1982) (شكل 5) ظهرت غالبية النماذج المسقطة على هذا التصنيف من نوع الصخور الرملية الغنية بالقطع الكاربوناتية الاريناىتية او الواكي (Calclithic Arenite (or) Wacke) مع وجود بعض النماذج من نوع الصخور الرملية الصخرية الاريناىتية او الواكي (Lithic Arenite (or) Wacke). لقد اكد فولك (Folk, 1974) ان الصخور الرملية من النوع (Calclithite) تتكون عندما يكون معدل التعرية هو السائد على معدل التحلل الكيميائي وذلك لضعف مقاومة القطع الصخرية الكاربوناتية وعليه يفترض ان يكون معدل الترسيب سريعاً لحفظ هذه القطع الصخرية، كما اشار المصدر نفسه الى ان هذا النوع من الرواسب شائع في الرواسب الرملية الناتجة ما بعد الحركات البانية للجبال (Post-Orogenic) مثل الحركة الالبية، نستنتج من ذلك ان صخور تكوين انجانه ناتجة من زيادة في معدل التعرية لصخور المصدر يرافقه زيادة في معدل سرعة الترسيب والذي هو انعكاس لفعالية الحركات التكتونية.

المناخ القديم والتضاريس Paleoclimate and Terrain.

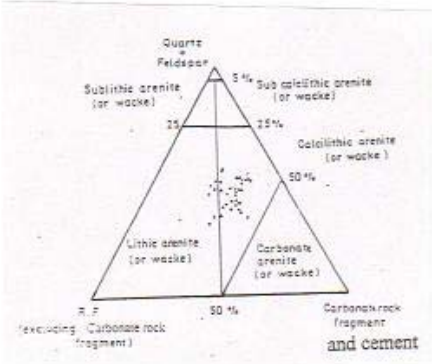
يظهر تاثير عامل المناخ وعامل التضاريس على التركيب المعدني للصخور الرملية من خلال عمليات تكوين التربة (Pedogenic Processes) كما ان دراسة هذين العاملين تعطي فكرة عن معدل التعرية في المنطقة (Basu, 1985 b).

لقد اثبتت نتائج كل من (Suttner and Dutta, 1986 ; Suttner et al., 1981) بان التركيب المعدني للصخور الرملية يبقى محافظاً على خصائصه الموروثة من تاثير المناخ اذا كانت مسافة النقل اقل من (75 كم) تقريباً واذا كان عمق الدفن للرواسب لا يتجاوز الالف الامتار لان عمليات الاذابة للمعادن السليكاتية والقطع الصخرية المكونة للصخور الرملية لا تحصل في اعماق دفن قليلة وهكذا تبقى مكونات الصخور الرملية لتكوين انجانه محافظة على الصفة الموروثة فيها بفعل المناخ.

اعطت نتائج الدراسة البتروغرافية ادلة على المناخ القديم لمنطقة الدراسة وفيما يلي ايجاز لتلك الادلة:



شكل 4: تصنيف الرواسب الرملية حسب (Folk, 1974).



شكل 5: تصنيف الراوي (Al-Rawi, 1982) للحجر ارملي في نماذج الدراسة.

1- قلة في نسبة تواجد الكوارتز المتعدد البلورات في نماذج الدراسة جدول (1) يدل على ظروف مناخية جافة (Basu, 1976) وعلى الدور الثانوي لصخور المصدر كونها نارية او متحولة.

2- وفرة حبيبات الفلدسبار اقل نسبيا مقارنة بحبيبات الكوارتز أي ان نسبة الكوارتز/الفلدسبار تكون عموماً اكبر من واحد، ولقد ذكر (Basu, 1976) بان المحتوى الكلي للفلدسبار يعطي دليلاً على المناخ في

منطقة المصدر وانه اذا كانت نسبة الكوارتز/الفلدسبار اكبر من واحد فان ذلك دليل على ظروف مناخية رطبة في منطقة المصدر.

3- ظهور الصخور الرملية من نوع الاريناليت الصخري يعد دليلاً على انها مترسبة في ظروف مناخية جافة اذ اكد (Basu, 1976) ان وفرة القطع الصخرية ضمن مكونات الصخور الرملية ناتج عن ظروف مناخية جافة، كما ان سيادة القطع الصخرية الكاربونائية اعطت صخوراً من نوع الرمل الصخري الكاربوناتي حسب تصنيف (Al-Rawi, 1982) الذي اكد ان تواجد القطع الصخرية الكاربونائية دليل جيد على تواجد ظروف مناخية جافة، كما اوضح (Cavazza et al., 1993) ان القطع الصخرية الكاربونائية تعتبر دلائل مهمة ومفيدة في دراسة المناخ القديم.

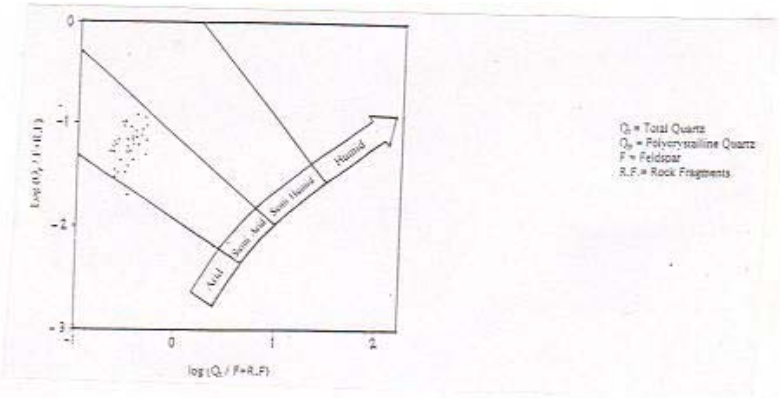
4- عدم توفر النضوج المعدني اذ كانت الصخور الرملية غير ناضجة معدنياً وكان معدل النضوج المعدني (50.1 %)، مما يوفر دليلاً على وجود ظروف مناخية جافة حسب (Suttner and Dutta, 1986).

كما تبين ومن خلال الدراسة البتروغرافية وجود بعض الدلائل على تضاريس منطقة المصدر وعلاقتها بالتجوية ومنها ماذكره (Grantham and Velbel, 1988) بان وفرة القطع الصخرية نسبة للمكونات الاخرى في الصخور الرملية يكون افضل دليل على ضعف شدة واستدامة عملية التجوية الكيميائية وهذا بدوره يعطي ادلة قوية عن مناخ وطوبوغرافية منطقة المصدر، ومن الطبيعي ان تقل شدة التجوية الكيميائية في المناخ الجاف وبالعكس، كذلك ترتبط استدامة عملية التجوية الكيميائية عكسياً مع الميل الطوبوغرافي للمنطقة ففي مناطق الميل العالي تكون معدلات التعرية سريعة وبالتالي تكون فترة بقاء مواد التربة متعرضة للتجوية الكيميائية فترة قليلة وغير دائمية. وقد اعتبرت القطع الصخرية دلائل لقلة التجويه الكيميائية بسبب حساسيتها للتحطم بهذا النوع من التجوية (المصدر السابق).

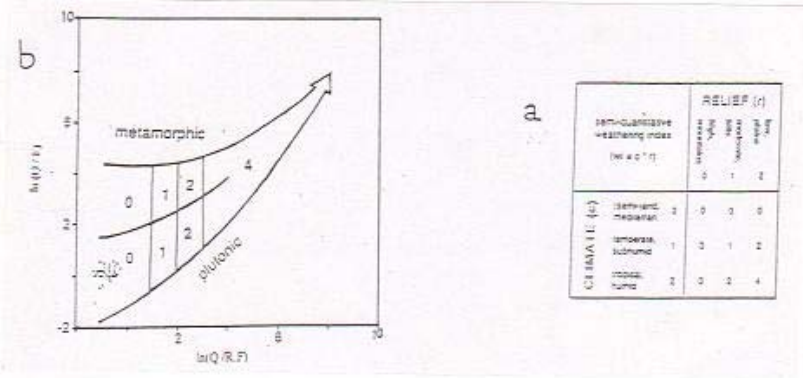
وبما ان صخور تكوين انجانه هي غنية بالقطع الصخرية لذلك فان عملية التجوية الميكانيكية هي السائدة في منطقة المصدر وبالنتيجة يكون الميل الطوبوغرافي عالياً في منطقة المصدر ومعدل التعرية سريعاً وهذا يتطابق مع قيمة النضوج المعدني الواطئة حسب (McBride, et al., 1996) كما يدعم توفر ظروف مناخية جافة الى حد ما.

ولمحاولة تاكيد التفسيرات اعلاه كان من الضروري تمثيل نماذج الدراسة على علاقة (Suttner and Dutta, 1986) (شكل 6) اذ اظهرت هذه العلاقة بان صخور التكوين مشتقة من منطقة ذات مناخ شبه جاف، ومن خلال معرفة معامل التجوية (Wi) (Weathering Index) حسب (Eynatten and Gaupp, 1999) والذي ظهر بقيمة واطئة (Wi = 0) لاحظ شكل (a7) وهذه القيمة الواطئة بعد معرفة الظروف المناخية لا يمكن ان تنتج الا عندما تكون فترة بقاء الرواسب في بيئة التجوية قليلة جداً (r=0) لذلك فان تضاريس المنطقة المصدرية عبارة عن جبال عالية ، ومن جهة اخرى ربما يعود سبب ظهور النماذج ضمن نطاق الصخور الجوفية (شكل b7) لتراكم الفلدسبار بفعل زيادة فعالية التجوية الميكانيكية

نسبة الى التجوية الكيميائية ضمن طوبوغرافية عالية مما يؤكـد زيـادة معـدلات التعريـة والترسـيب (Eynatten and Gaupp, 1999, Pettijohn et al., 1973).



شكل 6: علاقة توضح مناخ شبه الجاف لمنطقة الدراسة (عن Suttner and Dutta, 1986).



شكل 7: a-مخطط يوضح التقدير شبه الكمي لمناخ وطوبوغرافية منطقة المصدر اعتمادا علـى معامـل التجوية (Eynatten and Gaupp, 1999).

b-علاقة توضح قيمة معامل التجوية لنماذج الدراسة.

الوضع التكتوني Tectonic Setting

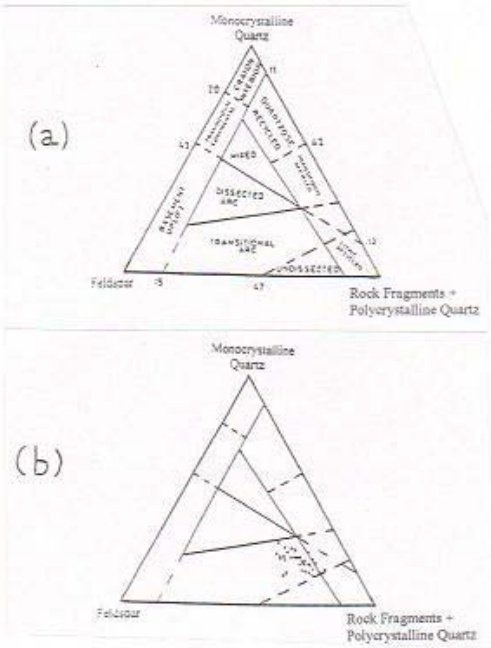
ان النظام التكتوني المؤثر في صخور المصدر عامل اساسي في تحديد طبيعة وتركيب الرمال المشتقة من تلك الصخور ولقد استفاد الباحثون من هذه الخاصية لايجاد العلاقة ما بين مكونات الصخور الرملية والبيئة التكتونية السائدة من خلال تمثيل النماذج على مخططات ثلاثية تمثل مكونات معدنية صخرية متنوعة كما اشار (Ingersoll and Suczek, 1979) بان هذه الطريقة يمكن تطبيقها عندما تكون العوامل الاخرى المؤثرة على تركيب الصخور الرملية مثل العمليات التحويرية والنقل وغيرها ذات تاثير ثانوي وغير اساسي.

بناءً على ما تقدم تم تمثيل نماذج الدراسة على مخطط دكنسن (Dickinson, 1985) فظهرت غالبية النماذج ضمن نطاق القوس الانتقالي (Transitional Arc) وقليل منها ضمن نطاق الرواسب الصخرية المعادة الترسيب (Lithic Recycled) شكل (8 ، b و a) ، نستنتج اذاً واعتمادا على دراسات (Mitchell and Reading, 1978) ونعمان (Numan, 1997) و(Asiedu, et al., 2000) ان صخور تكوين انجانه في منطقة الدراسة مشتقة من بيئة تكتونية ضمن الصفيحة الفعالة وهي بيئة خلف القوس (Back- Arc) وهذا يدل وبشكل قاطع ان الوضع التكتوني كان عبارة عن تصادم بالصفيحة غير الفعالة (العراق) مع الصفيحة الفعالة (تركيا وايران) (شكل 9). وبما ان صخور التكوين كانت من نوع (Calclithites) حسب (Al-Rawi, 1982) فقد اوضح (Folk, 1974) بان هذه الصخور شائعة في اقاليم الحجر الجيري المتاثر بالفوالق الزاحفة ما بعد الحركة الاوروجينية مثل الحركة الالبية ، وهذا يؤيد حصول التصادم القاري. ان تواجد القطع الصخرية الكاربونائية واستخدام مثلث (QFL) لتمثيل الصخور الغنية بالقطع الصخرية الكاربونائية ربما يعطي تفسيرات غير دقيقة وخاطئة (Mack, 1984 و Eynatten and Gaupp, 1999)، ويتضح هذا من عدم التطابق الكامل والتام بين نتائج الدراسة ونتائج دراسة (Al-Juboury, 2001) التي شملت عدة مقاطع لتكوين انجانه في وسط وشمال العراق اذ ظهرت النماذج المستخدمة ضمن نطاق القوس المعاد الترسيب وقليل منها ضمن القوس الانتقالي عندما استخدم مثلث (QFL). ان احتواء الصخور الرملية على انواع مختلفة من القطع الصخرية (رسوبية، متحولة، نارية) يشير الى بيئة خلف القوس التكتونية (Asiedu et al., 2000) وهذا يتطابق مع المكونات الصخرية لصخور التكوين.

ان الوضع التكتوني الناتج من تصادم الصفائح هو السبب الرئيسي لظهور تضاريس تمثلت بالتواءات عالية وزاحفة (Johansson et al., 1988) وكذلك ذكر كل من (Critelli and Ingersoll, 1994) بان تواجد القطع الصخرية الرسوبية والمتحولة الواطئة-متوسطة التحول والنارية ضمن مكونات الحجر الرملي يعتبر دليل على انه مشتق من حزام تصادم قاري، وهذا يتطابق مع النتائج البتروغرافية للدراسة.

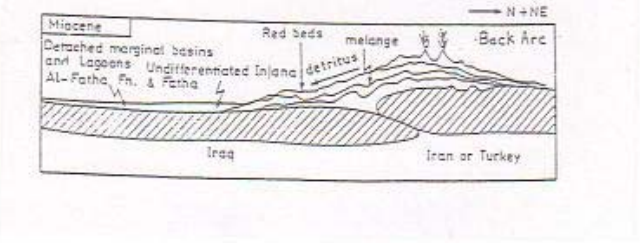
الاستنتاج

1. تتكون صخور تكوين انجانه في البئر (KH8/9) بتروغرافياً من معدن الكوارتز (الاحادي والمتعدد البلورات) والفلدسبار البوتاسي (الاورثوكليز والمايكروكلاين) والصودي (الالبايت والاوليكوكليز والانديسين) فضلاً عن نسبة عالية من القطع الصخرية الرسوبية (الكاربونائية والصوان والقطع الفتاتية) والمتحولة (النضير والنايس) والنارية فضلا عن المكونات الاخرى من المايكا واكاسيد الحديد والحشوة والسمنت بانواعه (الكاربوناتي والحديدي والسليكي والجبسي).
2. تشير الدلائل البتروغرافية ان صخور المصدر هي بالغالب رسوبية كاربونائية ومتحولة ونارية وانها غير ناضجة معدنيا وهذا يدل على مسافة النقل القصيرة وزيادة معدلات التعرية نسبة الى التكسر كما ان تلك الصخور غير ناضجة نسيجياً بسبب الفرز الرديء وكمية الحشوة الطينية.
3. ان الاريناريت الصخري والصخري الفلدسباثي هما النوعان السائدان في صخور التكوين اللذان كانا من نوع الاريناريت الرسوبي والغني بالقطع الصخرية الكاربونائية ودل ذلك على حصول زيادة في معدل سرعة الترسيب رافقه زيادة في معدل تعرية صخور المصدر.
4. لم تتاثر صخور التكوين بمسافة النقل وعمق الدفن لذا حافظت على خصائصها وانطباعاتها المناخية حيث اشارت الدراسة ان مناخ منطقة الترسيب شبه جاف ومناخ منطقة المصدر اكثر برودة منه.
5. اشارت نتائج الدراسة ان صخور التكوين مشتقة من بيئة خلف القوس التكتونية المرافقة لحركة تصادم قارية ما بين العراق من جهة وتركيا وايران من جهة اخرى والذي ادى بدوره الى تطور جبال عالية وفوالق زاحفة في منطقة المصدر ادت الى زيادة فاعلية التجوية الميكانيكية نسبة الى التجوية الكيميائية وبالتالي زيادة معدلات التعرية والترسيب في الوقت نفسه.



شكل 8: a- مخطط يوضح تكتونية منطقة المصدر اعتمادا على مكونات الحجر الرملي عن (Dickinsson, 1985).

b- مخطط (Dickinsson) موضحا عليه نماذج الدراسة.



شكل 9: مخطط يوضح البيئة التكتونية لصخور المصدر المشتقة منها رواسب تكوين انجانة محور عن (Numan, 1997)

المصادر الاجنبية

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

Al-Juboury, A.I., 1994. Petrology and provenance of the Upper Fars Formation, northern Iraq. Acta, Geologia Universities Commenianae (Slovakia), Vol. 50, pp.45-53.

Al-Juboury, A.I., 2001. Provenance and paleography of Injana Formation in Iraq based on petrography and heavy mineral distribution. Iraqi Jour. Earth Science (In press).

Al-Rawi, Y., 1982. Carbonate-rich sandstone: occurrence, classification and significance. Iraqi Jour. Sci., Vol.23, pp.371-419.

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

Asiedu, D.K., Suzuki, S. and Shibata, T., 2000. Provenance of sandstones from the Lower Certaceous Kanmon Group, Northern Kyushu, Japan. The Island Arc, Vol.9, pp.128-144.

Basu, A., 1976. Petrology of Holocene fluvial sand derived from plutonic source Rocks implications to paleoclimatic interpretation. Jour. Sed. Petrology, Vol.46, pp.694-709.

Basu, A., 1985. Influence of climate and relif on compositions of sands released at source areas, In Provenance of Arenites, G.G. Zuffa (ed.). NATO–AST, Vol. C-148, Reidel, Holland.

Cavazza, W., Zuffa, G.G., Camporesi, C. and Ferretti, C., 1993. Sedimentary recycling in a temperate climate drainage basin (Senio River, north Italy). Composition of source rocks, soil profiles and fluvial deposits In Johnsson, M.J. and Basu, A. (eds). Processes controlling the composition of clastic sediments, boulder, Colorado. Geol. Soc. Am. Special Paper 284.

Critelli, S. and Ingersoll, R.V., 1994. Sandstone petrology and provenance of the Siwalik Group (Northwestern Pakistan and Western Southeastern Nepal). Jour. Sed. Petrology, Vol.A64, pp.815-823.

Dickinson, W.R., 1985. Interpreting relations from detrital modes of sandstones. In Zuffa, G.G. (ed.). Provenance of arenites, 333-361, Reidel, Dordrecht.

Eynatten, H.V. and Gaupp, R., 1999. Provenance of Cretaceous synorogenic sandstones in the eastern Alps: constraints from framework petrography, heavy mineral analysis and mineral chemistry. Sedimentary Geology, Vol.124, pp.81-111.

Folk, R.L.. 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill publishing. Comp. Taxas, 182p.

Grantham, J.H. and Velbel, M.A., 1988. The influence of climate and topography on rock-fragment abundance in modern fluvial sands on the southern blue ridge mountains, north Carolina. Jour. Sed. Petrology, Vol.58, pp.219-227.

Griffiths, J.C., 1967. Seintific Method in Analysis of Sediments. McGraw- Hill, New York. 508p.

Ingersoll, R.V. and Suzek, C.A., 1979. Petrology and provenance of Neogene sand from Nicobar and Bengal fans. Dsdp sites 211 and 218. Jour. Sed. Petrology, Vol.49, pp.1217-1228.

Johnsson, M.J., Stallard, R.F. and Meade, R.H., 1988. First-cycle quartz arenites in the Orinoco River Basin, Venzuela and Colombia. Jour. Geol., Vol.96, pp.263-277.

Mack, G.H., 1984. Exceptions to the relationship between plate tectonics and sandstone compositions. Jour. Sed. Petrology, Vol.54, pp.212-220.

McBride, E.F. and Picard, M.D., 1987. Downstream changes in sand composition, roundness, and gravel size in a short headed, high gradient stream northweastern Italy. Jour. Sed. Petrology, Vol.57, pp.1018-1026.

McBride, E.F.; Abdel–Wahab, A. and Salem, A.M.K., 1996. The influence of diagenesis on the reservoir quality of Cambrain and Carboniferous sandstones, Southwest Sinai, Egypt, Jour. African. Earth Sciences, Vol.22, pp.285-300.

Mitchell, A.H.G. and Reading, H.G., 1978. Sedimentation and tectonics, In Reading H.G. Sedimentary Environments and Facies, Elsevier, New York 557p.

Numan, N.M.S., 1997. A plate tectonic senario for the Phanerozoic succession in Iraq. Iraqi Geol. Jour., Vol.30, pp.85-110.

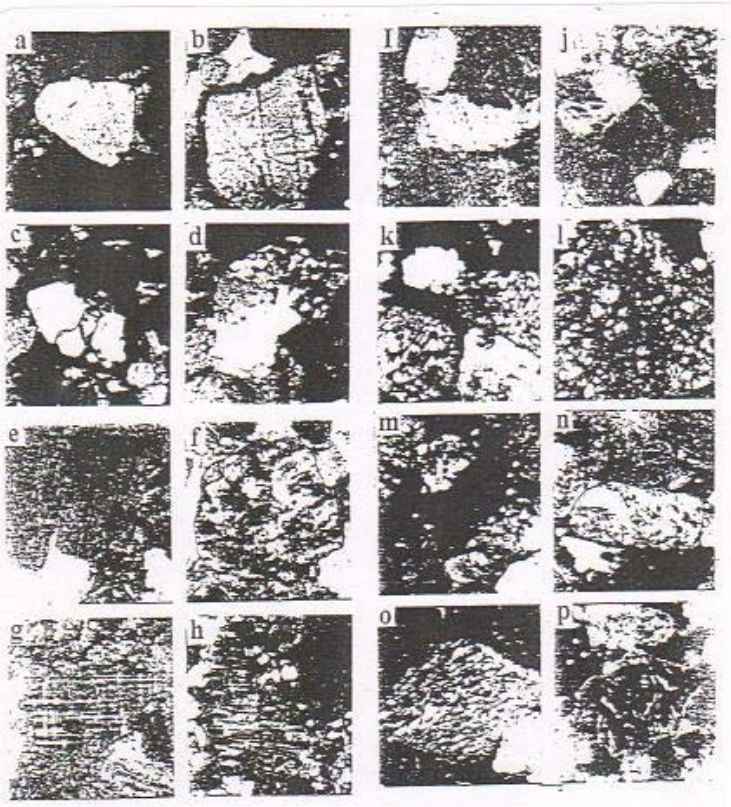
Pettijohn, F.J., Potter, P.E. and Siever, R., 1973. Sand and Sandstone, Springer-Verlag, New York, 618p.

Suttner, L.J. and Dutta, P.K., 1986. Alluvial sandstone composition and paleoclimate. I. Framwork mineralogy. Jour. Sed. Petrology, Vol.56, pp.329-345.

Suttner, L.J., Basu, A. and Mack, G.H., 1981. Climate and the origin of Quartz arenites. Jour. Sed. Petrology, Vol.51, pp.1235-1246.

Thoreau, H.D., 1982. Conglomerates and Sandstones: Composition, In: Blatt, H. Sedimentary Petrology, Freeman, 564p.

لوحة (1)



a- كوارتز ذو شوائب وفجوات (X 10)	i- قطع صخرية من السيليت (X 10)
b- كوارتز ذو فجوات خطية (X 10)	j- قطع صخرية من السكريت (X 10)
c- كوارتز متعدد البلورات بحدود مستقيمة (10X)	k- صوان شعاعي ودقيق التبلور (X 10)
d- كوارتز متعدد البلورات بحدود متعرجة (X 10)	l- قطعة من الحجر الرملي (X 10)
e- فلسبار (بالاجوكليز) (X 20)	m- قطع من الطين (X 10)
f- فلسبار (اورثوكليز) (X 10)	n-قطعة متحولة من التشيد (X 20)
g- فلسبار (مايكروكلاين) (X 10)	o- قطعة متحولة من الشيس (X 20)
h- فلسبار (نسيج البيرثايت) (X 10)	p- قطعة نارية حوفية (X 10)