

معامل النضوج وأصل الصخور المصدرية لطبقات الصخور الرملية لتكوين انجانه في منطقة عقرة، شمالي العراق

محمد علي مال الله الراشدي

قسم علوم التربة والمياه

كلية الزراعة والغابات

جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام ٢٥/٦/٢٠٠٨، تاريخ القبول ٣٠/١٠/٢٠٠٨)

المخلص

درُس مقطع تكوين انجانه في منطقة عقرة شمالي العراق، إذ تم اختيار ١٩ أنموذج من الصخور الرملية للدراسة. تتألف مكونات الصخور الرملية من المرو والفلدسبار بنوعيه (الصودي والبوتاسي) والقطع الصخرية (النارية والمتحولة والرسوبية) فضلا عن المكونات الأخرى. وقد أظهرت الدراسة التصنيفية للصخور الرملية لمقطع الدراسة بأنها تقع ضمن حقل الليث ارينايت الفلدسباتي. أشارت دراسة النضوج إلى أن الصخور الرملية غير ناضجة معدنيا (كيميائيا) وشبه ناضجة نسيجياً (فيزيائياً)، وكان المناخ السائد في منطقة الترسيب (شبه جاف - شبه رطب) والتضاريس عبارة عن مناطق عالية. وكان أصل صخور المصدر الاورجوني المعاد الترسيب والقوس الصهيري المتقطع والانتقالي الذي نتج عن التصادم القاري بين الصفائح العربية الخاملة من جهة والصفائح الإيرانية - التركية الفعالة من جهة أخرى وكانت الصخور المصدرية صخور نارية ورسوبية ومتحولة.

Maturity Index and the Origin of the Source Rocks of Sandstones for Injana Formation in Aqra Region, Northern Iraq

Mohammed A. AL-Rashedi

Department of Soil and Water Sciences

College of Agriculture and Forestry

Mosul University

ABSTRACT

The present study deals with the sandstones components of Injana Formation (Late Miocene) in Aqra area, northern Iraq. The Injana Formation consists of cyclic repetition of sandstones and claystones beds. Nineteen samples from sandstone beds were chosen for point counting and petrographic studies. The classification of these sandstone beds are feldspathic litharenite. Petrographic study shows that the sandstones consist of

mono and polycrystalline quartz, K- Na feldspar, carbonate and other sedimentary rock fragments, igneous and metamorphic rock fragments and calcite cement. In addition fine-grained clay matrix. The study marked mineralogical immature and physically submature sandstones.

These sediments were deposited under (semi arid-semi humid) climatic conditions. The origin of these sandstones were recycled orogen and dissected arc – transition arc of the collision zone between the passive Arabian plate and the active Turkish-Iranian plates.

These events lead to sedimentary - tectonic intermeshing of the rocks on both plates which were uplifted as high terrains of igneous, sedimentary and metamorphic rocks, which are the source of Injana Formation sandstones.

المقدمة

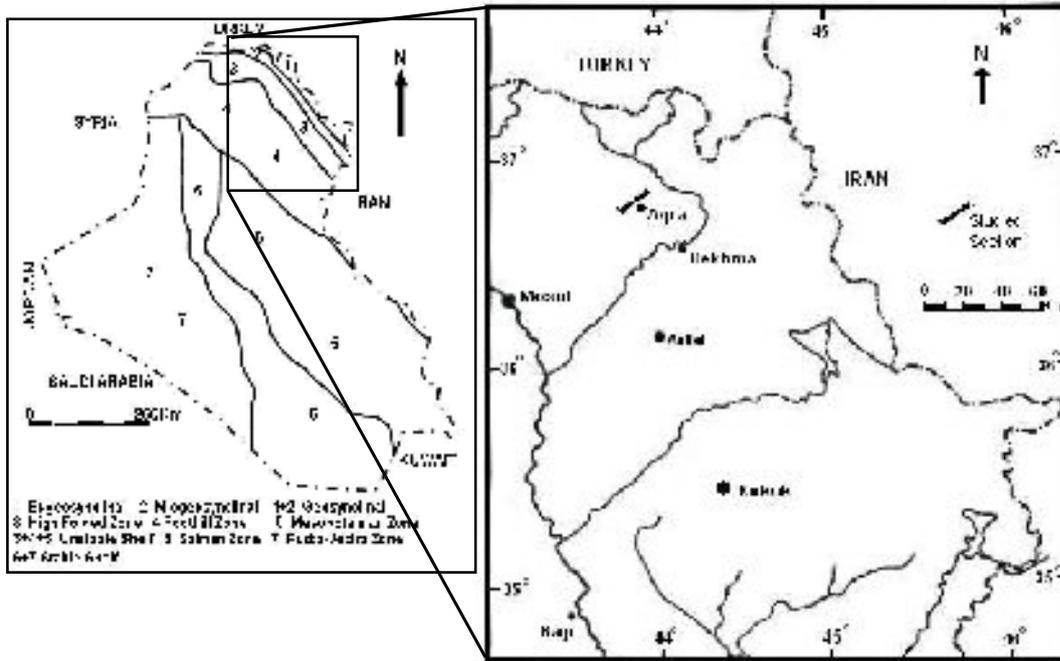
يتناول البحث دراسة الصخور الرملية لتكوين انجانه (Injana Formation) بعمر المايوسين المتأخر (Late Miocene) حسب (Bellen *et al.*, 1959) في منطقة عقرة شمال العراق و ضمن نطاق أقدام الجبال (Buday and Jassim, 1987) (الشكل ١)، يقع المقطع عند تقاطع خط عرض (36° 45' 19") شمالاً وخط طول (43° 52' 52") شرقاً. تتألف صخور التكوين من تعاقب الصخور الرملية والطينية و يبلغ سمك المقطع الصخري (٢٧٥ متر) الشكل (٢). يكون سطح التماس السفلي لتكوين انجانه مع تكوين الفتحة (Fat'ha Formation) تدريجياً ويحدد بأخر طبقة حجر جيرى لتكوين الفتحة، أما سطح التماس العلوي للتكوين فيكون متوافقاً و متدرجاً مع تكوين المقدادية (Mukdadiya Formation) ويتحدد بظهور أول طبقة صخور رملية حصوية (Bellen *et al.*, 1959).

المكونات البتروغرافية:

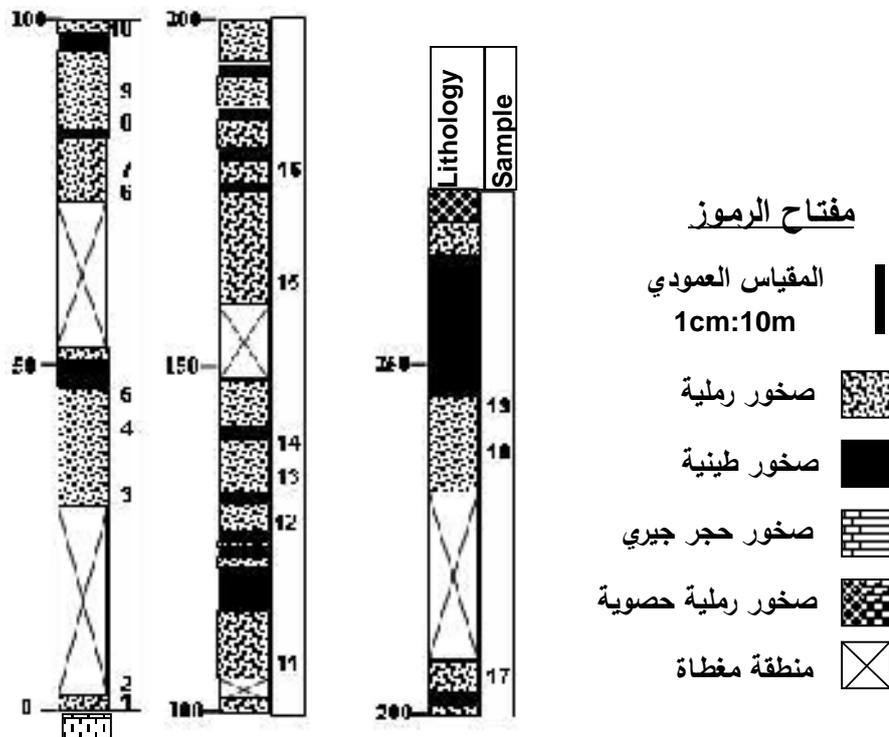
انتُخب (١٩) أنموذجاً موزعة على طول مقطع تكوين انجانه في منطقة عقرة وذلك لحساب مكوناتها المعدنية والفتات الصخري وباستخدام العداد النقطي بمعدل (٣٠٠) حُبيبة لكل شريحة رقيقة حسب طريقة (Gazzi-Dickinson, 1984) (Ingersoll *et al.*, 1984)، وذلك بعد معاملة الشرائح الرقيقة بصبغة الاليزيرين الحمراء وفق طريقة (Friedman, 1959) للتمييز بين معدني الكالسايت والدولومايت، وفيما يلي شرح موجز لهذه المكونات:

المرو Quartz : وجدت حبيبات المرو بنوعيه الأحادي والمتعدد البلورات (Mono and Polycrystalline quartz) وكانت نسبة المرو الأحادي التبلور (21.46%) اكبر من المرو متعدد البلورات (5.96%) وذلك بسبب ضعف استقرار حبيبات المرو متعدد البلورات خلال عملية النقل (Suttner *et al.*, 1981) الجدول (١).

معامل النضوج واصل الصخور المصدرية لطبقات الصخور.....



الشكل ١ : خارطة تبين موقع المقطع الصخري قيد الدراسة، وخارطة العراق التكتونية عن (Buday and Jassim, 1987).



الشكل ٢: المقطع الصخري لتكوين انجانه ويظهر عليه مواقع النماذج الصخرية.

الجدول ١ : النسب المئوية للمكونات المعدنية وقيم معامل النضوج المعدني للصخور الرملية من تكوين انجانه في مقطع عقرة .

معامل النضوج واصل الصخور المصدرية لطبقات الصخور.....

تمتاز حبيبات المرو الأحادي التبلور بحجم حبيبي (ناعم - خشن) وذو شكل متساوي الأبعاد - متطاوّل وأوجه بلورية (ناقصة - عديم الأوجه)، وذات استدارة (حادة - شبه مدورة) وذات تكور (واطي - متوسط) ويكون الانطفاء (مستقيم - متموج)، فضلاً عن تواجد بعض المكتتفات من الزركون والروتايل وأكاسيد الحديد، لوحة (A - 1).

يتكون المرو متعدد البلورات من أكثر من ثلاث بلورات وبأحجام مختلفة، وتفصل بين الحدود البلورية حدود منحنية أو مسننة وذات انطفاء متموج لوحة (B - 1).

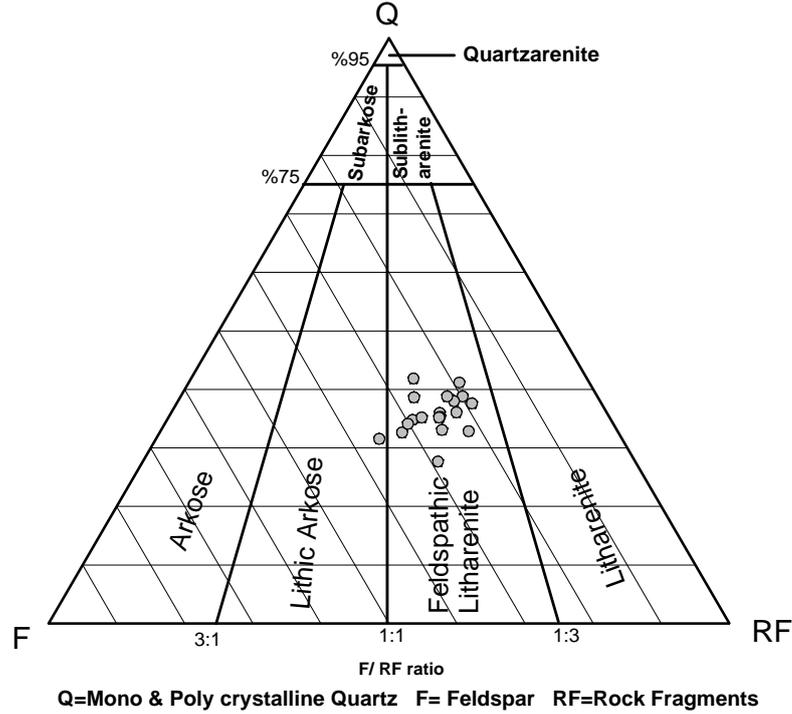
الفلدسبار Feldspar : يوجد الفلدسبار بنوعيه (البوتاسي والصودي) الأورثوكليز والبلاجيوكليز وكانت نسبة الأورثوكليز أعلى بصورة عامة (6.75%) الجدول (1)، وتمتاز حبيباته بأنها مغبرة وذات شكل لويحي ذو حواف (شبه حادة - مدورة) فضلاً عن الانطفاء المستقيم، في حين يظهر البلاجيوكليز بتؤمته المتعددة لوحة (C - 1)، كما لوحظ أن قسم منه قد تحلل إلى المعادن الطينية بصورة كلية أو جزئية، ويظهر هذا التحلل على طول مستويات وسطوح الانقسام.

القطع الصخرية Rock Fragments : توجد القطع الصخرية الرسوبية بنسبة عالية في صخور التكوين (25.7%) وتضم قطع الصخور الرسوبية (الكاربوناتية والطينية والرملية وقطع الصوان)، فضلاً عن القطع الصخرية المتحولة والنارية لوحة (E, D - 1)، كما يجدر الإشارة إلى أن القطع الصخرية الرسوبية الكاربوناتية هي الغالبة على باقي أنواع القطع الصخرية وكانت بنسبة (11.99%) الجدول (1).

المكونات الأخري : تتباين نسب وجود المعادن الثقيلة ومعادن المايكا والكلورايت لوحة (F - 1) في هذه الدراسة وهي بصورة عامة قليلة لكنها تستخدم كدليل على الأصل الصخري وفي فهم عملية التجوية. تتكون أحشوة من المواد الطينية أو الغرينية والتي تملأ الفراغات بين مكونات الصخور الرملية وتعد أغلب الحشوة في النماذج المدروسة من أصل ثانوي وذات أصل تحويري حسب (Dickinson, 1970).

تتنوع المواد اللاحمة لتشمل السمنت الكاربوناتية والطينية وأكاسيد الحديد والسيليكي، إذ لوحظ سيادة وتنوع السمنت الكاربوناتية والذي يكون على شكل سباري كالساييت يحيط بالحبيبات أو مائل للفراغات لوحة (F - 1) أو بشكل قطع معزولة. فضلاً عن وجود السمنت الطيني وأكاسيد الحديد مترافقان مع السمنت الكاربوناتية، أو يشكلان غلاف رقيق يحيط بالحبيبات بلون احمر غامق أو بني.

تم تصنيف الصخور الرملية لتكوين انجانة حسب (Folk, 1980)، وظهرت النتائج في حقل (Feldspathic litharenit) باستثناء نموذج واحد ظهر في حقل (Lithic Arkose) الشكل (3)، وهذا يشير إلى أن مكونات الصخور قد انتقلت مسافات قصيرة نسبياً وذلك لوجود معدن الفلدسبار ووفرة من القطع الصخرية، و يكثر تواجد هذه الرمال ضمن البيئة النهرية (الينا، 1982).



الشكل ٣ : تصنيف الصخور الرملية لتكوين انجانه في مقطع الدراسة حسب (Folk, 1980).

المناقشة

أبرزت دراسة الصخور الرملية نتائج عن المحتويات المعدنية لهذه الصخور والتي استخدمت للتعرف على نضوج الصخور والمناخ القديم وكذلك أصل الصخور المصدرية، وفيما يلي مناقشة نتائج هذه الفقرات:

١. النضوج

يستخدم معامل النضوج في تسمية وتصنيف الصخور الرملية، فيكون نضوجها في اتجاهين كيميائياً وفيزيائياً، وبما أن الرواسب تتشكل من تجوية صخور مصدرية معقدة معدنياً تتعرض لعملية التجوية والنقل وبشكل متناسب تتحلل وتقل المعادن غير الثابتة كيميائياً (الفلدسبار) وتزداد نسبة المعادن الثابتة كيميائياً (المرو). فيكون معامل النضوج الكيميائي (Chemical Maturity Index) للصخور الرملية هو نسبة تواجد المرو والفلدسبار في الصخرة (Selley, 1982).

أما النضوج الفيزيائي فيصف التغيرات النسيجية (Texture changes) التي تمر بها الرواسب من فترة التجوية حتى فترة الترسيب، وتشمل هذه التغيرات كلاً من الزيادة في درجة الفرز (Sorting) والاستدارة والانخفاض في محتوى راسب الأرضية أو الحشوة (Matrix) (Folk, 1951)، وبذلك يكون معامل النضوج الفيزيائي (Physical Maturity Index) هو نسبة الحبيبات (Grains) إلى راسب الأرضية وفي هذه الحالة يكون الطين هو راسب الأرضية الشائع. إذن يشكل محتوى الطين في الصخور الرملية مقياس عامل النضوج الفيزيائي أو النسيجي (Textural Maturity) (Selley, 1982)، وظهرت

صخور الدراسة بان نسيجها شبه ناضج (Submature) لوجود قليل من الطين الذي يمثل الأرضية الجدول (١) والشكل (٤)، وكانت حبيبات المعادن غير جيدة الاستدارة والفرز. يشكل المرو مقياس عامل النضوج الكيميائي أو المعدني (Mineralogical Maturity)، يمكن التعبير عن معامل النضوج المعدني للصخور الرملية كميّاً حسب طريقة (McBride and Picard, 1987) بالمعادلة الآتية:

$$\text{Mineralogical Maturity Index (MMI)} = \frac{\text{Quartz} + \text{Chert}}{\text{Other grains}} * 100$$

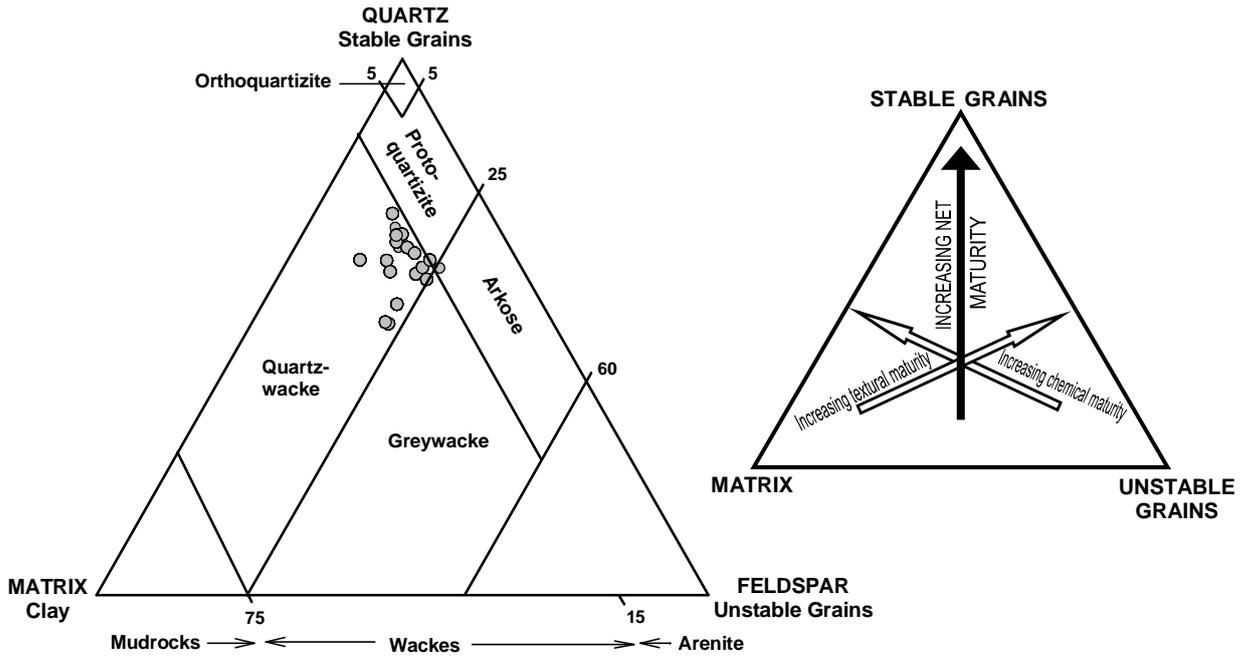
حيث أظهرت قيم النضوج المعدني بأن صخور التكوين غير ناضجة معدنياً الجدول (١). أشار (Al-Juboury, 2001) إلى أن طبيعة الصخور الرملية لتكوين انجانه في شمال العراق تمتاز بأنها رديئة الفرز وغير ناضجة وغنية بالقطع الصخرية. تتمثل الصخور غير الناضجة إما بصخور الاركوز أو الارينايت الصخري (Dutta, 1987). ظهرت الصخور الرملية لتكوين انجانه في منطقة عقرة بأنها من نوع الارينايت الصخري الفلدسباتي حسب (Folk, 1980) وان هذا النوع يمتاز بدرجة النضوجية المعدنية الواطئة التي تدل على مسافة النقل القصيرة. وهذا يتفق مع دراسة (اغوان واخرون، ٢٠٠٥) لمناطق عدة في شمال العراق حيث كانت الصخور غير ناضجة معدنياً بسبب زيادة معدل التعرية والترسيب. لذا يمكن القول أن الصخور الرملية لتكوين انجانه غير ناضجة معدنياً (كيميائياً) وذلك لوجود نسبة عالية من الفلدسبار والقطع الصخرية الجدول (١) التي نقلت بسرعة من مناطق ذات تضاريس عالية الى أماكن الترسيب أدى إلى الاحتفاظ بهذه النسبة العالية من الفلدسبار والقطع الصخرية، فضلاً عن كونها هذه الصخور الرملية شبه ناضجة نسيجياً (فيزيائياً) وذلك لوجود راسب الأرضية متمثلاً بالطين بكمية قليلة (1.85%) وكانت الاستدارة والفرز غير جيدة الشكل (4).

٢. التضاريس والمناخ القديم:

يختلف تركيب الصخور الرملية عن تركيب الصخور المصدرية التي اشتقت منها، فتكون بعض المعادن أكثر تأثراً من غيرها بالتجوية مما يؤدي إلى استنزافها وهذا يعتمد على طبيعة المعدن وشدة عمليات التجوية والزمن الذي بقيت فيه متعرضة لهذه العملية وطبيعة التضاريس في منطقة المصدر (Pettijohn, 1975)

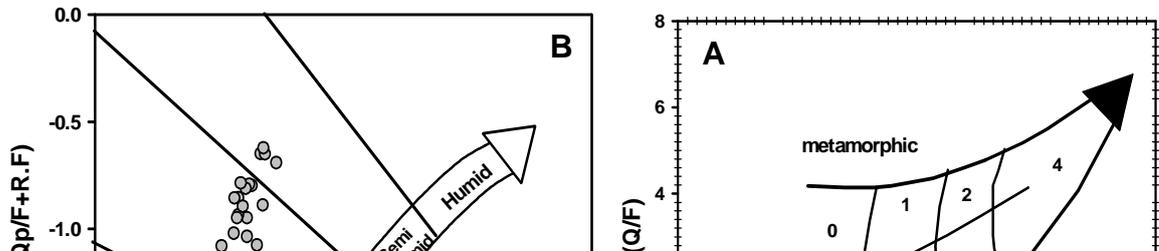
من خلال الدراسة البتروغرافية للصخور الرملية تبين أنها غنية بالقطع الصخرية وخصوصاً الكربوناتية وهذا يدل على أنها مصاحبة لمناطق الحركات التكتونية الشديدة والتي تؤدي إلى رفع الجبال وتعريتها بسرعة في ظروف مناخية (شبه جافة- شبه رطبة نسبياً)، حيث تغلب التعرية الميكانيكية. وبما أن الصخور الرملية لتكوين انجانه من نوع الارينايت الصخري الفلدسباتي فهذا يدل على أن طوبوغرافية

الصخور المصدرية كانت مناطق مرتفعة وفوالق زاحفة (Folk,1980). إن نسبة (المرو/الفلدسبار) تكون أكبر من واحد في صخور التكوين وتشير هذه النسبة إلى ظروف مناخية شبه رطبة في منطقة المصدر، وكانت قيمة النضوج المعدني واطئة لصخور التكوين (49.85%) وهي تدل على التعرية السريعة الناتجة عن الانحدار الشديد لمسافة قصيرة (Le Pera et al., 2001).



الشكل ٤ : تصنيف الصخور الرملية لتكوين انجانه باعتماد الطين كمؤشر على النضوج النسيجي (الفيزيائي) والفلدسبار على النضوج الكيميائي (المعدني) في مقطع الدراسة حسب (Selley, 1982).

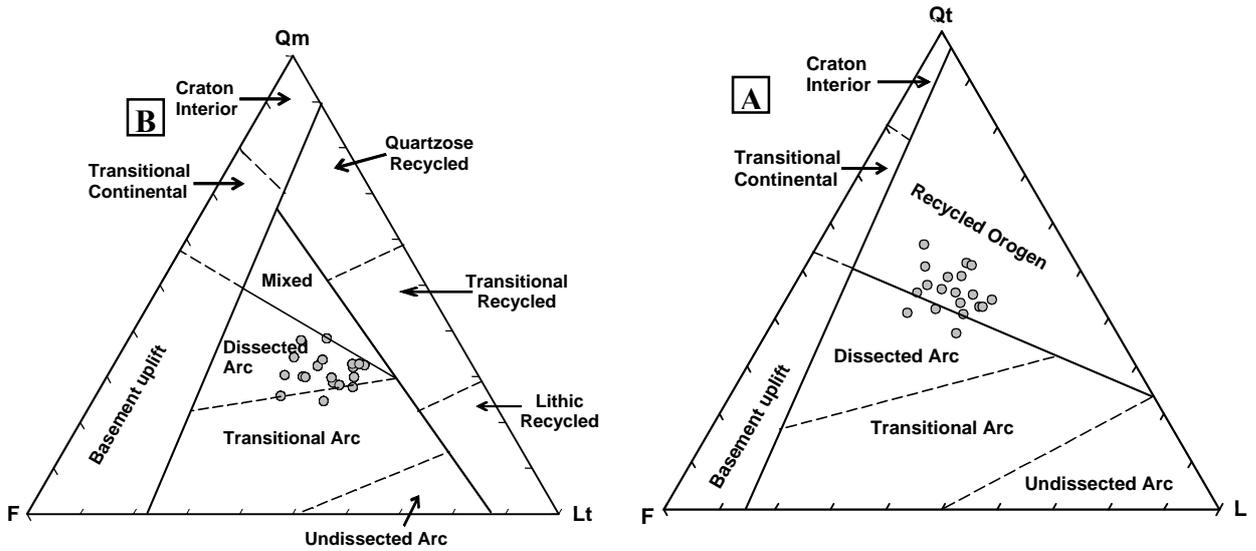
لغرض معرفة دليل التجوية (w_i) (Weathering index) فقد تم تمثيل نماذج الدراسة على العلاقة المقدمة من قبل (Suttner and Dutta, 1986) الشكل (B-5)، وأعطت هذه العلاقة الخلفية المناخية السائدة أثناء ترسيب تكوين انجانه وهي المناخ (شبه الجاف - شبه الرطب). كما استخدمت علاقة (Von Eynatten and Gaupp, 1999) لإيجاد العلاقة بين مكونات الصخور الرملية ودليل التجوية والوضع الطبوغرافي المرافق للترسيب الشكل (A-5)، وقد ظهرت قيمة دليل التجوية واطئة جداً ($w_i = 0$) والتي تدل على أن مدة بقاء الرواسب في بيئة التجوية قليلة جداً، وهذا يدل على أن المناخ (شبه جاف - شبه رطب) ($c = 1-0$) يتطلب مناطق مصدرية ذات تضاريس عالية ($r = 0$) (الشكل C-5). وهذا يشير إلى أن الصخور الرملية لتكوين انجانه قد اشتقت من صخور ذات تضاريس عالية ومناخ (شبه جاف - شبه رطب).



٣. أصل الصخور المصدرية:

أشار (Dickinson, 1985) إلى أن مكونات الصخور الرملية تعكس بصورة أولية الأوضاع التكتونية لمناطق الصخور المصدرية. تم تسقيط نماذج الدراسة على مخططي (Dickinson *et al.*, 1983) المثلثين، إذ يشير مخطط (QtFL) إلى النضوج المعدني بينما يشير مخطط (QmFLt) إلى نوع الصخور المصدرية السائد في وقت الترسيب، ظهرت النماذج في مخطط (QtFL) في حقل الاورجوني المعاد الترسيب (Recycled Orogen) هو نطاق التقاء الصفائح المتصادمة، ماعدا ثلاث نماذج ظهرت في حقل القوس المتقطع (Dissected Arc) الذي يمثل جزء

ثانوي من حقل القوس الصهيري (Magmatic Arc) الشكل (6-A). بينما ظهرت النماذج في مخطط (QmFLt) في حقل القوس المتقطع (Dissected Arc) والقوس الانتقالي (Transitional Arc) الشكل (6-B)، وهذان الموقعان التكتونيان يمثلان نطاق أمام القوس (Fore Arc) وخلف القوس (Back Arc) وهما يمثلان موقع الصخور المصدرية للصخور الرملية لتكوين انجانه وهي صخور نارية جوفية وبركانية، فضلاً عن الصخور الرسوبية والمتحولة الموجودة أصلاً، من مجمل هذه مواصفات المرور البصرية يستدل على أن أصل المرور يكون مشتقاً من صخور نارية ومتحولة (Folk, 1980).



Qt = Total Quartz , F = Feldspar , L = Lithic Fragments , Qm = Monocrystalline Quartz , Lt = Total Lithic Fragments .

الشكل 6-A : مخطط (QtFL) يوضح تكتونية منطقة المصدر.

الشكل 6-B : مخطط (QmFLt) يوضح تكتونية ونوع صخور منطقة المصدر، المخططان عن

(Dickinson *et al.*, 1983)

الاستنتاجات

تتكون الصخور الرملية لتكوين انجانه من المكونات الآتية: المرور والفلدسبار ونسبة عالية من القطع الصخرية الكربوناتيّة، وكانت تسمية الصخور من نوع الارينايت الصخري الفلدسباتي وكانت الصخور غير ناضجة معدنياً (كيميائياً) وذلك لوجود وفرة من الفلدسبار والقطع الصخرية وشبه ناضجة نسيجياً (فيزيائياً) بسبب وجود الأرضية المكونة من الطين وكانت المعادن ضعيفة الاستدارة والفرز.

إن المناخ السائد في بيئة المصدر كان شبه جاف - شبه رطب، وبيئة صخور المصدر التكتونية كانت بيئة الاورجوني المعاد الترسيب والقوس الصهيري المتقطع- الانتقالي التي تكونت نتيجة للتصادم

القاري الصفيحة العربية الخاملة (العراق) بالصفيحة الفعالة (إيران وتركيا) مما أدى إلى تكوين تضاريس عالية، والتي تعد منطقة مصدرية غنية بالصخور النارية والرسوبية والمتحولة.

المصادر العربية

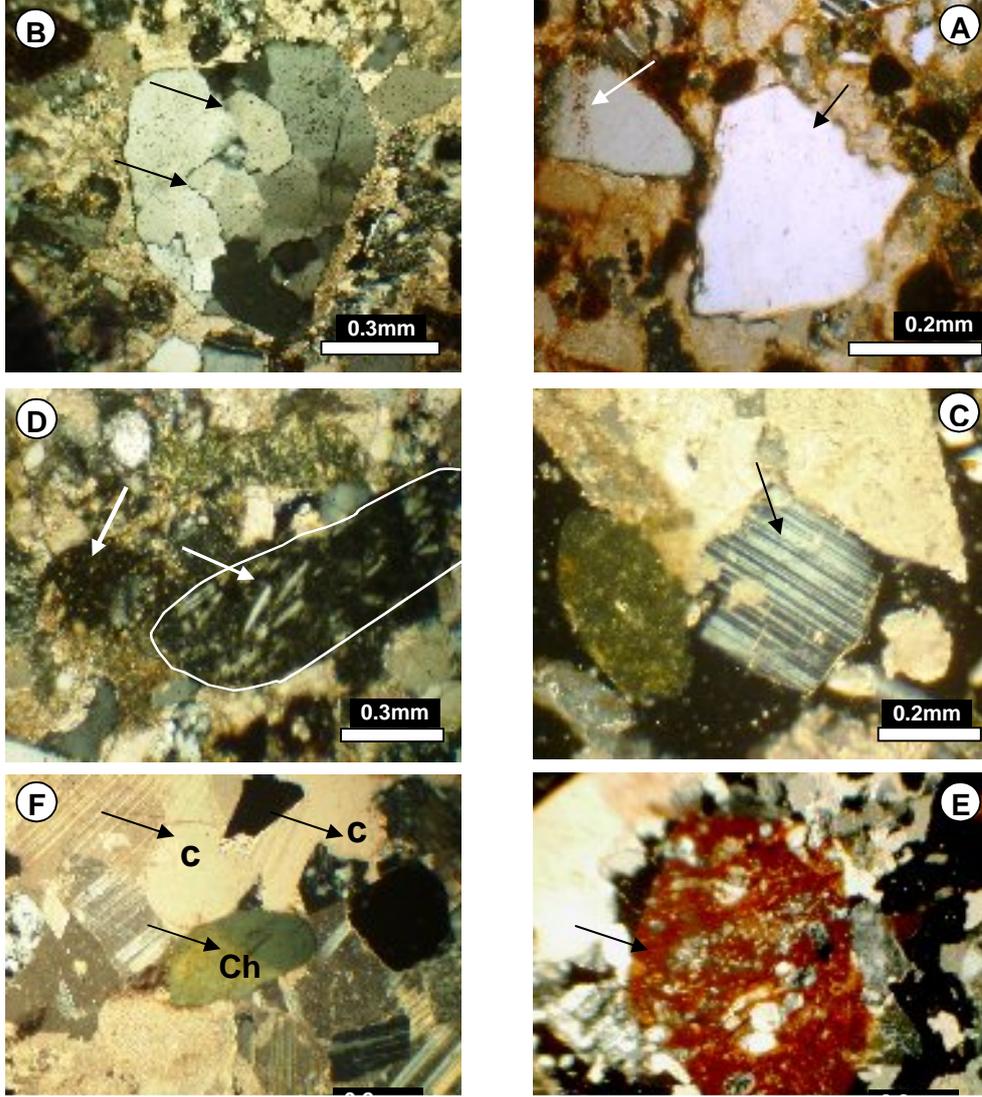
أغوان، ثامر عبد الرزاق والنقيب، سالم قاسم وال فتاح، أحمد نذير، ٢٠٠٥. النضوج المعدني وتأثير المناخ والطوبوغرافية على الصخور الرملية لتكوين انجانه في مناطق مختارة من العراق، مجلة علوم الرافدين، العدد ١، ص ١٧٧ - ١٨٩.

البناء، نبيل يوسف محمد، ١٩٨٢. دراسة رسوبية لتكوين الفارس الأعلى في مناطق مختارة شمال العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الموصل، كلية العلوم، ١٧٧ صفحة.

المصادر الأجنبية

- AL-Juboury, A.I., 2001. Provenance and Paleogeography of Injana Formation in Iraq Based on Petrography and Heavy Mineral Distribution, Iraqi Jour. of Earth Sci., Vol.1, pp.36-51.
- Bellen, R.C., Dunnington, H.V., Wetzell, R. and Morton, D.M., 1959. Lexique Stratigraphique International Asia, Fascicule, 10a, Iraq. Central National Deal Recherches Scientifique, Paris, 333p.
- Buday, T. and Jassim, S., 1987. The Regional Geology of Iraq (Tectonism and Magmatism), D.G. of Geol. Sur. and Min. Inv., Baghdad, Iraq, 322p.
- Dickinson W.R., 1970. Interpreting Detrital Modes of Graywacke and Arkose, Jour. Sedim. Petrol., Vol.40, pp.695-707.
- Dickinson W.R., 1985. Interpreting Provenance Relations From Detrital Modes of Sdstones; In: Provenance of Arenites (ed.) G. G. Zuffa (Dordrecht: D. Reidel Pub. Co.), pp. 333-362.
- Dickinson, W.R., Beard L.S., Brakenridge G.R., Erjavec J.L., Ferguson R.C., Inman K. F., Knepp R.A., Lindberg F.A. and Ryberg P.T., 1983. Provenance of North American Phanerozoic Sandstones in Relation to Tectonic Setting. Geol. Soc. Am. Bull., Vol.94, pp.222-235.
- Dutta, P.K., 1987. The role of Variables in Controlling Sandstone Composition, In: Swenson, A.,(ed.). Professional Paper No.19, pp. 30-50.
- Folk, R.L., 1951. Stages of Textural Maturity in Sedimentary Rocks; Jour. Sedim. Petrol., Vol.21, pp.127-130.
- Folk, R.L., 1980. Petrology of Sedimentary Rocks, Hemphill Publishing Co., Austin, Texas, U.S.A, 182p.
- Friedman, G.M., 1959. Identification of Carbonate Minerals by Staining Methods, Jour. Sedim. Petrol., Vol.29, pp.78-79.
- Ingersoll, R.V., Bullard, T.F., Ford, R.L., Grimm, J.P., Pickle, J.D. and Sares, S.W., 1984. The Effect of Grain Size on Detrital Modes: A Test of the Gazzi-Dickinson Point-Counting Method. Jour. Sedim. Petrol., Vol.54, pp. 103-116.
- Le Pera, E., Arribas, J., Critelli, S. and Tortosa, A., 2001. The Effect of Source Rocks and Chemical Weathering on the Petrogenesis of Siliciclastic Sand From the Neto

- River(Calabria, Italy): Implication for Provenance Studies. *Sedimentology*, Vol.48, pp.357-378.
- McBride, E.F. and Picard, M.D., 1987. Downstream Changes in Sand Composition, Roundness, and Gravel Size in a Short-headed, High-Gradient Stream, Northwestern Italy. *Jour. Sedim. Petrol.*, Vol.57, pp.1018-1026.
- Pettijhon, F.J., 1975. *Sedimentary Rocks*, (3rd ed.). Harper and Row Publishers, NewYork, 628p.
- Selley, R.C., 1982. *An Introduction to Sedimentology*, Academic Press INC. 2nd ed., London, 417p.
- Suttner, L.J., Basu, A. and Mack, G.H., 1981. Climate and the Origin of Quartz Arenites. *Jour. Sedim. Petrol.*, Vol.51, pp.1235–1246.
- Suttner, L.J. and Dutta, P.K., 1986. Alluvial Sandstone Composition and Paleoclimate. 1. Framework Mineralogy; *Jour. Sedim. Petrol.*, Vol.56, pp.329–345.
- Von Eynatten, H. 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.



لوحة (1)

(A) حبيبة مرو أحادي التبلور تظهر فيها مكثفات، (B) حبيبة مرو متعدد البلورات وتظهر الحدود مسننة (موشر)، (C) الفلدسبار الصودي، (D) قطعة صخرية نارية (مؤشرة ومحددة داخل منحنى)، (E) قطعة صخرية رسوبية فتاتية، (F) حبيبة كلورايت خضراء (Ch) (في المركز) وسمنت كاربونات (c).