----- مجلة علوم الرافدين، المجلد 16، العدد 1 خاص بعلوم الأرض، ص 177-189، 2005 -----

النضوج المعدني وتاثير المناخ والطوبوغرافية على الصخور الرملية لتكوين انجانه في مناطق مختارة من العراق

ثامر عبد الرزاق أغوان
قسم علوم الارض
كلية العلوم
جامعة الموصل

سالم قاسم النقيب
مركز بحوث السدود
والموارد المائية
جامعة الموصل

احمد نذير ذنون آل فتاح
قسم علوم الارض
كلية العلوم
جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2003/3/5 ، تاريخ القبول 2003/6/8)

الملخص

الوصف البتروغرافي للصخور الرملية لتكوين انجانة المتواجدة في عدة مقاطع مختارة من العراق اظهر تشابه في المكونات المعدنية متمثلاً برمال من نوع الاريناريت الصخري والاريناريت الصخري الفلدسباثي المنقول من صخور رسوبية ومتحولة ونارية من مسافات قريبة وضمن البيئة النهرية. وعموماً لم تكن الصخور الرملية ناضجة معدنياً بسبب زيادة معدل التعرية والترسيب اللذان يظهران مع سيادة التجوية الميكانيكية وعدم وضوح تأثير التجوية الكيميائية.

تمثيل النتائج البتروغرافية ضمن علاقات معينة اثبت ترسيب صخور التكوين تحت ظروف مناخية شبه جافة-شبه رطبة مع قلة في تأثير التجوية الكيميائية الحاصل بسبب وجود تضاريس عالية في منطقة المصدر. كما ان استمرارية الجفاف قلل الغطاء النباتي مما وفر كميات كبيرة من الرواسب.

Mimeralogical Maturity and the Effect of Climate and Topeography on The Sandstones of Injana Formation in Selected Areas From Iraq

Thamer A. Aghwan
Department of Geology
College of Science
Mosul University

Salem Q. Al- Naquib
Center of Dams Research
and Water Resources
Mosul University

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

ABSTRACT

Petrographic description of sandstones of the Injana Formation (Upper Miocene) from several selected sections in Iraq shows similarity in mineralogical composition. This is represented by litharenite and feldspathic litharenite eroded from precursor sedimentary, metamorphic and igneous rocks and transported for short distance to be

deposited within the fluvial environment. Generally, the sandstone are mineralogically immature; due to increased rates of erosion and deposition associated with dominant mechanical weathering and subdued chemical action.

Presentation of petrographic results as specific relationships point to the deposition under semiarid–semihumed climatic conditions accompanied by little ineffective chemical weathering induced by high relief of source area . Likewise semiarid conditions promoted sparse plant cover, thus providing large quantities of eroded sediments.

المقدمة

يتضمن البحث دراسة بتروغرافية للصخور الرملية لتكوين انجانه (المايوسين الاعلى) لمقاطع مختارة من العراق وتقع هذه المقاطع في المناطق التالية: جبل سنجار واتروش وبعشيقة وباستورة ودربنديخان والفتحة وجبل حمرين وانجانه (شكل 1).

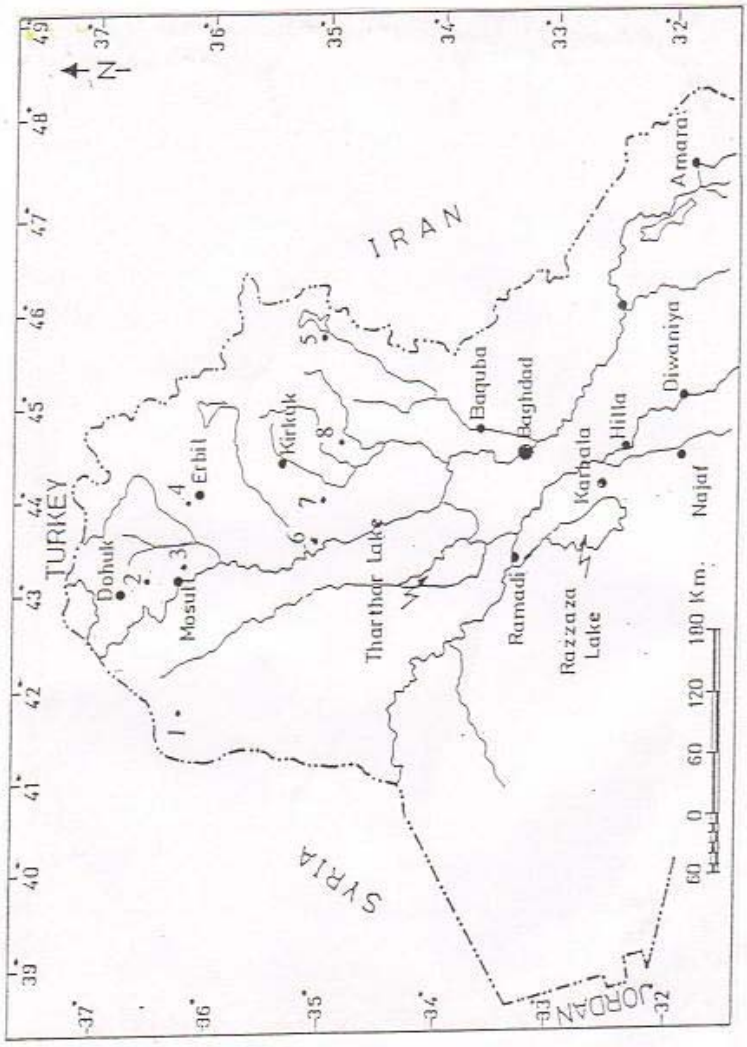
يضم تكوين انجانه صخور رملية (ناعمة–خشنة الحبيبات) وصخور غرينية فضلا عن الصخور الطينية وتنتظم هذه الصخور لتشكل دورات رسوبية متتاعمة نحو الاعلى (Fining –upward cycles) كنتيجة لنظام البيئة النهرية الالتوائية السائد عند ترسيب صخور التكوين والذي اثبتته اغلب الدراسات ومنها(Al-Samarrai,1978 ;البنا ،1982؛الكركجي،1989; AL-Juboury,1994 وآل فتاح ،2001).

هدف الدراسة هو محاولة توضيف نتائج التحليل البتروغرافي للصخور الرملية كاداة لاستنتاج الظروف المناخية السائدة ومارافقها أثناء ترسيب صخور تكوين انجانه.

المكونات البتروغرافية Petrographic composition

بالرغم من الاختلاف الفيزوغرافي ما بين المقاطع المدروسة كانت النتائج البتروغرافية لدراسة الصخور الرملية متشابهة الى حد كبير، وهذا ان دل على شيء فاءنمايدل على التاثير المتجانس للعوامل الجيولوجية كالوضع التكتوني والبيئة الرسوبية والمناخ القديم وغيرها.

تم فحص ودراسة (45) نموذج من الشرائح الصخرية والاطلاع على جميع المقاطع قيد الدراسة حيث امتازت هذه النماذج بوجود حبيبات الكوارتز بنوعيه الاحادي البلورة والمتعدد البلورات (2–5 بلورات) وعادة كانت نسبة الاحادي البلورة اكبر من نسبة المتعدد البلورات وذلك بسبب ضعف استقرار حبيبات الكوارتز المتعدد البلورات الناتج عن الحدود البلورية الثانوية المتعرجة او المستقيمة والفاصلة مابين البلورات، ومن صفات الكوارتز الاحادي البلورة الانطفاء مابين المتوازي والمائل واستدارته المتنوعة مابين المستدير والحاد جدا كما ان وجود الشوائب مثل المايكا واكاسيد الحديد وغيرها صفه مميزه للكوارتز الاحادي المعاد الترسيب.



شكل 1: خارطة موقعية. المقاطع: (1) سنجار، (2) اتروش، (3) بعشيقة، (4) باستورة، (5) دربنديخان، (6) الفتحة، (7) حمرين، (8) انجانة.

ويعتبر الفلدسبار المعدن الرئيس الثاني ضمن مكونات الصخور الرملية ويتميز بوجود سطوح الانفصام وبكونه شبة حاد – شبه مدور وذو انطفاء متوازي وتظهر عليه اثار التحلل الى المعادن الطينية على طول سطوح الضعف والانفصام. وتضم معادن الفلدسبارمجموعتي الفلدسبار القلوي (الاورثوكليز والمايكروكلاين) والفلدسبار الصودي (البلاجوكليز) فضلا عن وجود نسيج البيرثايت (Perthitic Texture).

اما القطع الصخرية فهي من اكثر المكونات تنوعا في تركيب الصخور الرملية وقد لوحظ ذلك في جميع المقاطع المدروسة حيث احتوت هذه القطع على قطع صخرية رسوبية [الصوان (الشعاعي ودقيق التبلور)، القطع الكاربوناتية والقطع الفتاتية (الحجر الرملي والطفل) وقطع صخرية متحولة (النضيد والنايس والسربنتين والفيلايت) والقطع الاقل نسبة هي القطع الصخرية النارية (البركانية والجوفية). وامتازت القطع الصخرية وخاصة الرسوبية منها بالنسبة الكبيرة والاستدارة العالية مقارنة بالمكونات الاخرى (جدول 1).

فضلا عن ما ذكر اعلاه تتوفر مكونات اخرى وبنسب ضئيلة مثل المعادن الثقيلة ومجموعة المايكا واكاسيد الحديد كما وتوجد مواد الحشوة الطينية التي تملأ الفراغات وتحيط الحبيبات وكذلك المواد السمنتية بانواعها (الكاربوناتية والحديد والسليكا والجبس). حيث لوحظ سيادة وتنوع في السمنت الكاربوناتي الذي وجد بشكل كالسايت سباري يحيط الحبيبات او يشكل ارضية لها.

وباستخدام تصنيف (McBride,1963) صنفت صخور التكوين اعتمادا على المكونات البتروغرافية الاساسية لها الى صنفين هما : الاريناريت الصخري (Litharenite) والاريناريت الصخري الغني بالفلدسبار(Feldespathic Litharenite) (شكل 2)، حيث امتازت صخور التكوين في اغلب المقاطع بزيادة القطع الصخرية نسبة الى الكوارتز والفلدسبار، ان وجود نوعين من الرمل اعلاه يدل على ان الصخور المصدرية هي رسوبية ومتحولة وجوفية وحتى بركانية كما ان هذه الصخور محلية التواجد أي بمعنى ان مسافة النقل للرواسب تكون قصيرة ، ويكثر تواجد هذا النوع من الرمال ضمن البيئة النهرية المصاحبة لاحواض المولاس (Pettijohn,et al., 1973).

النضوج المعدني Mineralogical Maturity

من المعلوم ان معرفة طبيعة النضوج النسيجي او المعدني للصخور يعطي دلائل عن ظروف ترسيب تلك الصخور ان كانت ظروف تكتونية او مناخية او رسوبية وغيرها.
واستخدم لحساب معامل النضوج المعدني معادلتين وكما يلي :

جدول 1: معدل المكونات البتروغرافية للصخور الرملية ومعامل النضوج المعدني لمناطق الدراسة.

الموقع	المصدر	عدد الشرائح	Qm	Qp	Qt	F	chert	R.F	Total R.F	Cement	Matrix	Others	معامل النضوج المعدني	
													(McBride & Picard, 1987)	(Pettijohn , 1975)
سنجار	ال فتاح (2001)	35	18.5	4.8	23.3	20	9.8	42.6	52.3	14.7	5.8	4.5	50.1	32.18
اتروش	Al-Naqib (1980)	10	3.7	5.8	9.5	7.4	3.9	7.3	11.2	16	4.2	1.8	38.6	51.08
بعشيقة	Al-Juboury (1994)	15	5.17	2.2	7.37	16.6	7.17	48.21	55.38	15.84	3.39	1.34	21.98	10.24
باسطورة		17	3.41	1.6	5.01	22.44	7.21	47.67	54.88	14.65	2.48	0.52	17.3	6.48
دربنديخان	Al-Samarrai (1987)	44	4.6	4.6	9.2	2.5	5.7	38.2	43.9	31.7	3.5	0.6	36.08	19.83
الفتحة		30	17.1	9.1	26.2	4.6	3.5	24.5	28	6.3	5.9	1.8	96.11	80.37
انجانة		37	21.7	7.9	29.6	4	3.5	28.53	32.03	9.1	7.3	1.7	96.7	82.15
حمرين	الكركجي (1989)	22	14.0	2.2	16.2	22.2	0.7	15.4	16.1	20.9	5.1	6.6	38.23	42.3

Qm=monocrystalline Quartz
Qp=polycrystalline Quartz
Qt=total Quartz
F=Feldspars
R.F=Rock Fragments

$$\text{(1) Mineralogical Maturity Index (MMI)} = \frac{\text{Quartz+Chert}}{\text{Other grains}} \times 100$$
(McBride and Picard, 1987)

$$\text{(2) Maturity Index} = \frac{\text{Quartz}}{\text{Feldspar + Rock Fragments}}$$
(Pettijohn, 1975)

ظهرت قيم النضوج المعدني بمدى (17.3%-96.7%) عند استخدام المعادلة رقم (1) وبمدى (6.48%-82.15%) من المعادلة رقم (2) (جدول 1) وبالرغم من اتفاق نتائج المعادلتين على ان مقطع باستورة يمثل الحد الادنى للنضوج المعدني ومقطع انجانه يمثل الحد الاعلى له وان صخور التكوين في اغلب المقاطع غير ناضجة معدنيا باستثناء مقطعي انجانه والفتحة ، الا ان القول بان المعادلة الاولى اكثر دقة في التعبير عن النضوجية المعدنية من الثانية هو القول الصحيح لان دمج حبيبات الصوان مع الكوارتز كحبيبات مقاومة هو اسلوب سليم كون السليكا هو المكون الاساسي للاثنين وبالتالي يبقى الصوان في المراحل النهائية من التجوية ليقرب الرمل من حالته الاكثر نضوجا ، لكن من سلبيات المعادلة الاولى هو اهمال بعض المعادن الثقيلة ذات الصلابة العالية أي ذات المقاومة العالية للتجوية والتعرية.

ان عدم النضوج المعدني هو خاصية من خواص رمال الاريناية الصخري (Litharenite) والتي تشير الى ان مكونات هذا النوع من الرمال قد اشتقت من مصادر صخرية مختلفة تاثرت نواتج تعريتها بمسافة نقل قصيرة وهذا مايؤيده (McBride et al., 1996) الذي اوضح بان نقصان الحبيبات المقاومة (الكوارتز والصوان) نسبة الى تلك الضعيفة المقاومة في بيئات النقل المائي يدل على مسافة النقل القصيرة وزيادة معدل التعرية نسبة الى التكسر.

ان تغيرات النضوج المعدني ما هي الا انعكاس لتغير مكونات الرواسب المعدنية والتي بدورها تنتج عن تغيرفي العوامل المؤثرة مثل الوضع التكتوني وصخور المصدر والبيئة الرسوبية و تاريخ النقل واستقرارية الحبيبات و المناخ القديم و تاثير العمليات التحويرية وعلية يمكن ان يشكل النضوج المعدني دليل لاباس به في دراسة المناخ القديم المؤثرمع افتراض ثبوت بقية العوامل (Singh et al., 1993).

التجوية والتعرية Weathering and Erosion

ان معرفة خصائص التجوية القديمة مهم لفهم البيئات القديمة واعادة بناء الجغرافية القديمة وفي المضاهاة الاقليمية للرواسب ودراسة التغيرات الارضية ومعرفة معدل وزمن النهوض والتعرية ومصادر الخامات ، ويمكن ان تعزى التغيرات في شدة وطبيعة التجوية الى تغيرات في مكونات الغلاف الجوي (Thiry et al., 1999).

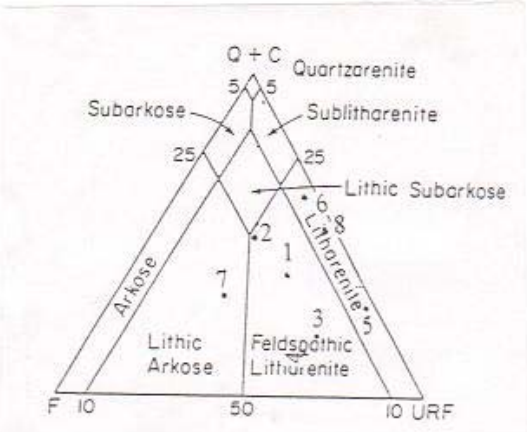
واعتمادا على نتائج التصنيف وقلة النضوج المعدني عموما يمكن الاستدلال على ان عملية التجوية الميكانيكية في منطقة الدراسة هي الاكثر تاثير وانتشارا مقارنة بالتجوية الكيميائية وهذا لايعني عدم ترافق تاثير النوعين من التجوية على مكونات الرواسب وربما تحدث زيادة ملحوظة نوعا ما في التجوية الكيميائية في مواقع معينة قد تنتج عن زيادة في الخزن النهري او اعادة التدوير او توفر وضع طوبوغرافي او ظرف بيئي ملائم ، لكن هذه الزيادة لاتستمر لان شدة ودوام التجوية الكيميائية عاملان يؤثران على المكونات المعدنية عند تعرض الرواسب للعوامل الجوية بشكل كبير نسبيا" وهذا لا يحدث بسبب زيادة معدلات التعرية ومعدلات الترسيب خلال ترسيب التكوين أي زيادة عزل الرواسب عن بيئة التجوية مما يعيق تغيرها (Johnsson and Meade, 1990).

من الواضح ان العوامل المناخية مثل الحرارة والترسيب والعمليات الجيومورفولوجية المحتثة مناخيا" تؤثر على معدلات التعرية وكمية الرواسب المزودة من حوض التصريف (معدل انتاج الرواسب) والذي يتاثر بدوره بالفيزوغرافية (الارتفاع الطوبوغرافي ، ومعدل النهوض التكتوني) والمناخ (الحرارة والترسيب والثلاجات)، الهايدرولوجية (الامطار والترشيح) وجيولوجية الطبقة الصخرية (Lemons et al., 1990).

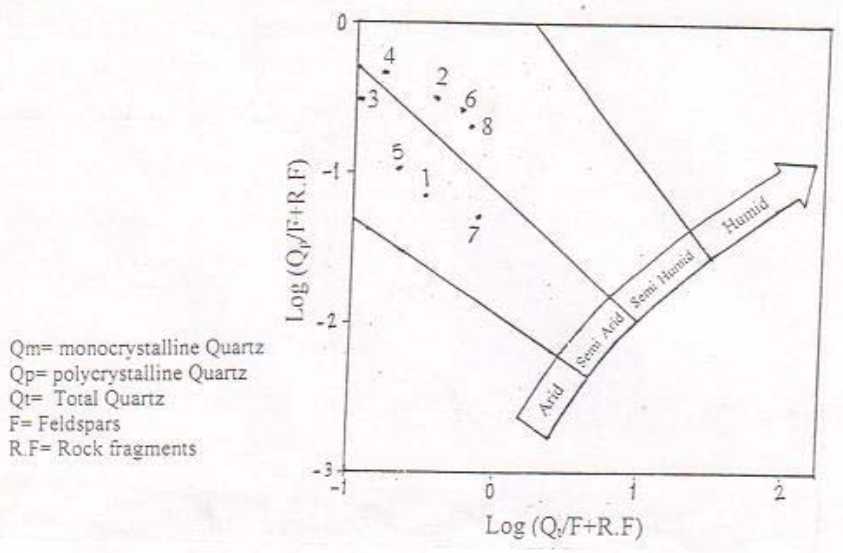
التضاريس والمناخ القديم Relief and Paleoclimate

يعتبر كل تغير في طبيعة ونمط وشكل التعاقب الرسوبي وحجمه الحبيبي والنسيج والمعدنية والتراكيب الرسوبية وانطباعات عمليات تكوين التربة والظواهر الجيومورفولوجية واحداث ما بعد الترسيب (العمليات التحويرية والتعرية وتكوين التربة) دلائل على الظروف المناخية المؤثرة ، وتحدث الاستجابة للظروف المناخية نتيجة لتغير معدل الطاقة المزودة للنظام أو تغير الظروف الجيوكيميائية في البيئة وربما تكون تلك الاستجابة لا يمكن تمييزها عن تلك العمليات غير المناخية (Teller, 1999).

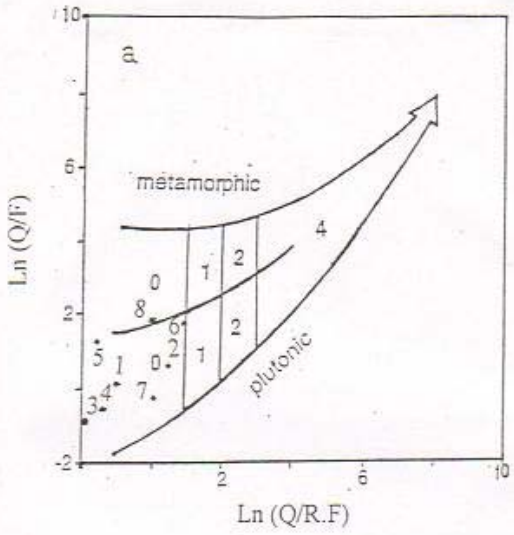
ونظرا" لارتباط عامل التضاريس وعامل التجوية والتعرية بعامل المناخ السائد بعلاقات متداخلة ومعقدة يظهر تاثيرها على مكونات الرواسب لذا استخدمت علاقة (Suttner and Dutta, 1986) لتمثيل الصخور الرملية في جميع المقاطع المدروسة واعطت هذه العلاقة الخلفية المناخية السائدة اثناء ترسيب تكوين انجانه وهي المناخ شبه الجاف – شبه الرطب (شكل 3) كما استخدمت علاقة (Eynatten and Gaupp, 1999) لاظهار تأثير التجويه واستقرار الوضع الطوبوغرافي المرافق للترسيب بعد معرفة نوعية المناخ السائد من العلاقة الأولى وعليه ظهرت نتائج تمثيل مكونات الصخور الرملية في جميع مقاطع الدراسة ذات قيمة لمعامل التجوية واطئة جدا" (Wi=0) (شكل a4) وبما ان مناخ منطقة الترسيب السائد هو المناخ شبه الجاف لذا يمكن ان تنسب قيمة معامل التجوية الواطئة الى قلة فترة بقاء الرواسب في بيئة التجوية أي زيادة الميل الطوبوغرافي الذي يحصل نتيجة وجود جبال وتضاريس عالية في منطقة المصدر (شكل b4) ، من جهة اخرى يعود سبب تجمع النتائج ضمن نطاق الصخور الجوفية



شكل 2: تصنيف صخور تكوين انجانة لمقاطع الدراسة حسب (McBride, 1963).



شكل 3: علاقة توضح سيادة المناخ شبه الجاف–شبه الرطب حسب (Suttner and Dutta, 1986).



Q = Quartz
F = Feldspar
R.F.= Rock Fragments

b

semi-quantitative weathering index (wi = c * r)			RELIEF (r) high, mountains 0	high, moderate 1	low, plains 2
CLIMATE (c)	(semi-)arid, mediterran.	0	0	0	0
	temperate, subhumid	1	0	1	2
	tropical, humid	2	0	2	4

شكل 4: a–علاقة توضح قيمة معامل التجوية لمناطق الدراسة.

b–التقدير شبه الكمي لمناخ وطوبوغرافية منطقة المصدر اعتمادا على معامل التجوية حسب (Eynatten and Gaupp, 1999).

اكثر من المتحولة الى تراكم الفلدسبار نتيجة زيادة معدلات التعرية والترسيب مما يؤدي الى قلة النضوج المعدني (Eynatten and Gaupp, 1999 ; Basu, 1985).

من الواضح ان النتائج التي تم التوصل اليها فيما يخص المناخ جاءت مطابقة ومكملة لنتائج الدراسة البتروغرافية عموما"، حيث اعطت هذه النتائج الدلائل الجيدة على سيادة المناخ شبه الجاف في منطقة الترسيب وهذه الدلائل هي كما حددها (آل فتاح، 2001) في منطقة سنجارهي قلة نسبة الكوارتز المتعدد البلورات مقارنة بالاحادي وقلة نسبة الفلدسبار مقارنة بالكوارتز ، كذلك يعتبر سيادة الرمل من نوع الاريناريت الصخري من ادلة المناخ الجاف أو شبه الجاف الناتجة عن تجوية صخور مصدرية عالية الطوبوغرافية فضلا عن عدم توفر النضوج المعدني في عموم صخور التكوين (جدول 1).

وعادة ما تدل المكونات المعدنية على ظروف التجوية المتاثرة مناخياً من المكونات المفتته وهذه المكونات معرضة للتحوير خلال النقل والترسيب والعمليات التحويرية ، لذا يمكن ان يحصل تداخل مناخي نسبته (% 10) بسبب النقل وبيئة الترسيب (Suttner et al., 1981) وهذا مايفسر ظهور النتائج في شكل (3) ما بين المناخ شبه الجاف – شبه الرطب.

المناقشة Discussion

ان دراسة الرواسب النهرية من خلال علاقتها بالمناخ صعب بسبب التغيرات الافقية والعمودية للسحنات الرسوبية (Schumm، 1981) حيث ينعكس التغير المناخي على تغير النظام النهري عند الانتقال من فترة جليدية الى فترة ما بين جليدية ويظهر التغيرعلى جيومورفولوجية النهر ونمط الترسيب فيه والغطاء النباتي وبالتالي نظام التصريف (تزويد الرواسب وشدة التصريف) وعليه فان ارتفاع الحرارة وزيادة الترسيب في بداية الفترة مابين الجليدية يزيد كثافة الغطاء النباتي وبالتالي يحد من تزويد الرواسب بشكل عام مما يجعل بيئة الانهار الالتوائية نظام بيني سائد. لذلك سيادة الانهار الالتوائية خلال ترسيب تكوين انجانه رافقه ظروف حرارة معتدلة نوعاً ما كما ويتأثر الاختلاف في حجم الالتواء اعتمادا" على الاختلاف المناخي (Vandenbergh, 1995).

ان زيادة الترسيب قد يحصل نتيجة توفر ظروف مناخية محددة اضافة لتوفر انخفاض تكتوني ويحدث ذلك بسبب سرعة التاكل (التعرية) التي تتاثر بعوامل عدة منها تواجد الغابات وتاثير سعة الترشيح وكثافة الغطاء النباتي وتماسك التربة وتصريف النهر الذي يعتمد بدوره على الحجم الحبيبي للرواسب وتداخلات الحوض الرسوبي (Mol et al., 2000).

اعتمادا" على ماذكر اعلاه فان زيادة تراكم الرواسب في صخور التكوين ربما يكون ناتج عن ظروف مناخية محددة (شبه جافة وعالية الرطوبة) رافقت الزيادة في درجة الحرارة مع بقاء البيئة النهرية الالتوائية مما ادى الى زيادة في شدة التصريف.

لقد كان لزيادة القطع الصخرية في بعض المقاطع تاثيرها في الصخور الرملية من نوع الاريناريت الصخري أو الاريناريت الصخري الفلدسباثي والناتجان عن قلة التجويه الكيميائية وزيادة معدل الترسيب على الاغلب وهذا المناخ لا يؤثر على كمية الفلدسبار والقطع الصخرية لذا اذا حصل قلة في نسبة هذين المكونين نسبيا" فهذا يعني زيادة ملحوظة في نسبة التجوية الكيميائية لا سباب ذكرت سابقا" مع ترافق التجوية الميكانيكية الغالبة في المنطقة ، ويعتبر هذا دليل على ظهور اختلاف مناخي محلي أو موقعي (Girty, 1991 ;Basu, 1985)، أي تواجد ظروف مناخية شبه رطبة محلية ضمن الظروف الاقليمية الجافة أو شبه الجافة ويظهر ذلك جليا" في شكل (3).

الاستنتاج Conclusion

1- اعطت نتائج التحليل البتروغرافي تشابه في المكونات الى حد كبير دل على التأثير الموحد للعوامل الجيولوجية كالوضع التكتوني والبيئة الرسوبية والمناخ القديم وغيرها.

2- وجود الرمل من نوع الاريناريت الصخري (Litharenite) والاريناريت الصخري الفلدسباثي (Feldspathic Litharenite) حسب تصنيف (McBride, 1963) كان الدليل على وجود الصخور الرسوبية المتحولة والنارية كمصدر للرواسب المنقولة لمسافة قصيرة ضمن البيئة النهرية.

3- حساب معامل النضوج المعدني حسب معادلة (McBride and Picard, 1987) كان اكثر دقة في التعبير عن النضوج المعدني من معادلة (Pettijohn, 1975) وظهرت قيم النضوج المعدني واطئة في اغلب المقاطع مما دل على زيادة معدل التعرية نسبة الى التجويه.

4- اثرت التجوية بنوعيها الميكانيكي والكيميائي على مكونات الرواسب الرملية مع سيادة تأثير التجوية الميكانيكية منها بشكل واسع وعدم الاستمرارية في تأثير التجوية الكيميائية بوضوح بسبب زيادة عزل الرواسب عن بيئة التجوية أي زيادة التعرية ومعدل الترسيب.

5- ترسبت صخور تكوين انجانه ضمن ظروف مناخية شبه جافة - شبه رطبة وكان تأثير التجوية على الرواسب قليل نسبيا" نظرا" لزيادة الميل الطوبوغرافي الناتج عن وجود جبال وتضاريس عالية في منطقة المصدر.

6- رافق الظروف الحارة للمناخ شبه الجاف عند ترسيب تكوين انجانه سيادة البيئة النهرية الالتوائية.

7- زيادة الظروف المناخية الجافة بسبب زيادة درجة الحرارة ادى الى تقليل الغطاء النباتي وزيادة شدة التصريف ضمن البيئة النهرية الالتوائية مما اعطى كميات كبيرة من الرواسب لا يمكن ان تتكون عن انخفاض تكتوني وحسب.

8- يمكن ان ينسب وجود الظروف المناخية شبه الرطبة الى التداخل المناخي بنسبة (10%) الناتج عن النقل وبيئة الترسيب أو الى اختلاف مناخي موقعي أو محلي يستدل عليه من قلة الفلدسبار والقطع

الصخرية النسبية والتي لا يمكن ان تحصل الا بزيادة التجوية الكيميائية نوعاً ما والتي تنشط في المنـــاخ الرطب.

شكر وتقدير

نود ان نتقدم بالشكر الجزيل الى كل من الاستاذ الدكتور علي اسماعيل الجبوري والســـادة وســـيم مجيد الكركجي وخليل السامرائي لتعاونهم في تسهيل انجاز هذا البحث واطلاعنا على المعلومات المتوفره لبعض المقاطع وفقهم الله لخدمة العلم.

المصادر العربية

البنا، نبيل يوسف محمد، 1982. دراسة رسوبية لتكوين الفارس الاعلى في منـــاطق مختـــاره- شـــمال العراق. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل، 177 صفحة.

الفتاح، احمد نذير ذنون، 2001. دراسة رسوبية لتكوين انجانة في البئر (KH 8/9) جنوب طية ســـنجار شمال غرب العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الموصل، 148 صفحة.

الكركجي، وسيم مجيد، 1989. تحليل السحنات الرسوبية لتكوين الفارس الاعلى في منطقة جبل حمـــرين الشمالي، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة بغداد، 123 صفحة.

المصادر الاجنبية

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

Al-Naqib, S.Q., 1980.Geology of Atrush area. Unpub. M.Sc. Thesis, Mosul Univ., 183p.

Al-Samarrai, K.I., 1978. Petrology of the Upper Fars sandstone and the origin of their cement, Unpub. M.Sc. Thesis, Bagdad, Iraq, 141p.

Basu, A., 1985. Influence of climate and relief on composition of sands released at source areas. In; provenance of arenites, GG. Zuffa (ed), Reidel,Holland.

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

Girty, G.H., 1991. A note on the composition of plutoniclastic sand producted in different climatic Belts. Jour. Sed. Petro., Vol.61, pp.428-433.

Johnsson, M.J. and Meade, R.H., 1990. Chemical weathering of fluvial sediments during alluvial storage; the Macuapanium Island point bar Solimoes River, Brazil Jour. Sed. Petro.,Vol.60, pp. 827-842

Lemons, D.R., Milligan, M.R. and Chan, M.A., 1996. Paleoclimatic implications oflate Pleistocene sediment yield rates for the Bonneville basin, northern Utah, paleogeog. Paleoclim. Paleoecolo., Vol.123, pp.147-159.

McBride, E.F., 1963. Classification of common sandstone, Jour. Sed. Petro., Vol.33, pp.664-669

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

McBride, E.F., Wahab, A.A. and McGilvery, 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.

Mol, J., Vandenenberghe, J. and Kasse, C., 2000. River response to Variations of periglacial climate in mid-latitude Europe. Geomorphology, Vol.33, pp.131-148.

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

Pettijohn, F.J., 1975. Sedimentary Rocks 3rd ed. Harper and Row Publ. Co., New York, 628p.

Schumm, S.A., 1981. Evolution and response of the fluvial system, sedimentologic implications. Society of Econ. Paleont. and Mineral. Special Pub., Vol.31, pp.19-29.

Singh, A., Bhardwaj, B.D. and Ahmed, A.H.M., 1993. Tectonic setting and sedimentology of Ganga river sediments India. Boreas, Vol.22, pp.38-46.

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

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

Teller, J.T., 1999. Recognizing abrupt climatic changes in the continental record of clastic sedimant; An overview. Gff, Vol.121, pp.166-168.

Thiry, M., Schmitt, J.M. and Simon-coincon, R., 1999. Problems, progress and future research concering palaeoweathering and palaeo-surfaces. Special-Pub. Inte. Ass. Sediment, Vol.27, pp.3-17.

Vandenberghe, J., 1995. Time scales, climate and river development. Quaternary Science Review, Vpl.14, pp.631-638.