Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

جيوكيميائية العناصر الرئيسة والأثرية والأرضية النادرة في صخور تكوين عقرة الكاربوناتية المأخوذة من مقطع كلي زنطة/ شمالي العراق

سليمان عبدالقادر حيدر[١] ، هشام يحيى ذنون الدباغ[٢]

[١] جامعة الموصل / كلية العلوم / قسم علوم الأرض

[1]Sulaimanabd69@yahoo.com

[٢] جامعة الموصل / كلية العلوم / قسم علوم الأرض

[٢]Hisham_aldabbagh44@yahoo.com

تاريخ استلام البحث: ١٤ / ١٢ / ٢٠١٤ تاريخ قبول البحث: ٢٢ / ١٠ / ٢٠١٥

المخلص

تمت دراسة ١٣ عينة صخرية لصخور كاربوناتية تمثل تكوين عقرة والتي ترسبت في بيئة حيدية فقد أوضحت النتائج الجيوكيميائية أن صخور هذا التكوين يمكن تقسيمه إلى جزأين، الجزء السفلي كالسايتي أما الجزء العلوي فقد تعرض الى عملية دلمتة شديدة يفصلهما منطقة إنتقالية تعرضت إلى دلمتة جزئية ، لوحظ أن الجزء العلوي يحتوي على تراكيز أعلى من عناصر أثرية مثل Sc, Co, Ni, Cr ... إلخ حيث أن معدل تراكيز هذه العناصر كانت (٩.٣٣، ٩.٤٧، ٣.١٥، ٠.٩٥) ج.م.م. في الجزء السفلي و (٥٧.٢٥، ٧٥.٨٨، ٥.٦٨، ٢.١٣) ج.م.م. في الجزء العلوي على التوالي . مما يوحي أن هذا الجزء قد تأثر بمصادر مافية وفوق مافية بخلاف الجزء السفلي، المحتوى من الـ REE كانت أيضاً مختلفة بين الجزأين حيث كان هناك نقصان في محتوى الـ LREE باتجاه الجزء العلوي (٤.٥٦ ج.م.م. – ٤.٠٧ ج.م.م.) مع زيادة الفضالة غير الذائبة ضعف المقدار (٢.٨٤% – ٥.٦٠%) وزيادة قليلة في الـ HREE (٠.٥٢ ج.م.م. – ٠.٧٨ج.م.م.) باتجاه العلوي وقد بلغ مجموع الـ REE ٥.٠٨ج.م.م. في الجزء السفلي و ٤.٨٥ج.م.م. في الجزء العلوي مما يعكس أيضاً الطبيعة المختلفة للمكونات الفتاتية التي زودت الجزأين . لوحظ وجود شاذة سيريوم سالبة في الجزء غير المتدلمت من التكوين في حين اختفت الشاذة السالبة في الجزء المتدلمت ، ومن

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

خلال دراسة العلاقات الثنائية بين العناصر الرئيسة والأثرية فقد تبين أن الجزء الأعظم من هذه العناصر الأثرية ترتبط بالمكونات الفتاتية وليس بالطور الكاربوناتي ، تأثر الحوض الترسيبي الذي ترسبت فيه تكوين عقرة بالنشاط التكتوني الذي حدث آنذاك بدليل وجود عناصر أثرية مافية مترافقة مع المكونات الفتاتية التي تزودت بها الحوض الترسيبي وهناك إختلاف في درجة تأثر الحوض بهذا النشاط بين جزأي التكوين.

الكلمات الدالة: جيوكيمياء ، العناصر الأرضية النادرة ، تكوين عقرة ، كلي زنطة ، شمالي العراق

Geochemistry of major, Trace and rare earth elements in to the Aqra Carbonate rocks taken from Geli Zanta section/ Northern Iraq

Sulaiman Abdul Qader Haidar[1] , Hisham Y. Dhannoun Al-Dabbagh[2]

[1]University of Mosul / College of Science / Department of Geology
[1]Sulaimanabd69@yahoo.com

[٢]University of Mosul / College of Science / Department of Geology
[٢]Hisham_aldabbagh44@yahoo.com

Received date: 14 / 12 / 2014 **Accepted date: 22 / ١0 / 2015**

ABSTRACT

A total of 13 carbonate rocks samples represented Aqra Formations deposited in the reefal environment, Chemical results of Aqra samples showed that the formation could be divided into two parts, lower part is limestone while the upper part has been subjected to dolomitization prosses, the two parts are separated by a transitional strata which have been less dolomitized. Its noticed that the upper part contain higher concentrations of trace elements like Cr, Ni, Co, Sc, the concentrations of this elements (9.33, 9.47, 3.15, 0.95)ppm in lower part and (57.25, 75.88, 5.68, 2.13)ppm in upper part respectively, which indicated that this part has been subjected to the influences of mafic and ultramafic provenance in contrast to the lower part, The rare earth elements (REE) content was also different in the two parts, there is relatively depletion in the light rare earth elements (LREE) towards the upper part (4.56ppm – 4.07ppm) with increase in the insoluble residue (I.R.) content from

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

2.84% to 5.60% and increase in the heavy rare earth elements (HREE) towards to upper part (0.52ppm – 0.78ppm), The ΣREE is 5.08ppm in lower part and 4.85ppm in upper part, This is also reflection of the difference in the nature of the terrigeneous component which the two parts where supplied. Negative Ce anomaly was noticed in the parts which are not dolomitized of the Formation involved in the present study but absent in the dolomitized part. Through the study of binary relations between major and trace elements its shown that the major part of trace are well correlated with the terrigeneous constituents and not correlated with the carbonate phases, The sedimentation basin which Aqra deposited was affected by the tectonic activities happened at that time, this is supported by the presence of trace elements of mafic nature associated with the terrigeneous clasts which the basin of deposition received.

Keywords: *geochemistry, rare earth elements, Aqra Formation, Geli Zanta, Northern Iraq*

١. المقدمة (Introduction)

تحتوي كاربونات الكالسيوم على ثلاثة عناصر رئيسية (الكالسيوم ، الكاربون ، الأوكسجين) وعنصرين ثانويين هما المغنيسيوم والسنترونشيوم وعدد من العناصر الأثرية والتي تفوق تراكيزها عن ١ج م م ، وبصورة عامة فان التركيب الكيميائي للكاربونات يعكس إتحاد مختلف الكاتيونات والأنيونات في البنية البلورية لكاربونات الكالسيوم، رغم أن دراسات عديدة سابقة ناقشت مواضيع تتعلق بوجود العناصر الرئيسة والثانوية والأثرية في الصخور الكاربوناتية إلا أن الدراسات المتعلقة بوجود العناصر الأرضية النادرة في الصخور الكاربوناتية نوعا ما نادرة ، ولعل من أوائل الذين أشاروا إلى ذلك [1]حيث أشار إلى إمكانية احتواء قشور بعض الأحياء على العناصر الأرضية النادرة وكذلك أجرى مقارنة لمحتوى العناصر الأرضية النادرة في البحار والمحيطات والأنهار ، كما أشار [2] إلى إمكانية إرتباط العناصر الأرضية النادرة مع بعض العناصر الرئيسة أو الأثرية أو تُمتز من قبل أسطح معادن الكاربونات ، إن تراكيز العناصر الأرضية النادرة في الصخور الكاربوناتية هي مثالياً قليلة إذا ما قورنت بتراكيزها في الصخور الفتاتية ولكن نسب هذه العناصر في الكاربونات مشابهة إلى معدلاتها في الترسبات الفتاتية [3] و [4] و [5] ، إن أنماط العناصر الأرضية النادرة المعايرة إلى الكوندرايت في رواسب البيئات البحرية تزود معلومات مهمة عن التغيرات العالمية في طبيعة المواد الفتاتية التي تزود بها المياه وكذلك

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

ظروف الأكسدة والإختزال، إن الدراسات التي أجريت لشاذة السيريوم Ce anomaly في الرواسب البحرية القديمة يخدم كأداة محتملة لمعرفة ظروف الأكسدة والاختزال للترسبات المعاصرة للمحيطات القديمة : [5] و [6] و [7] و [8] .

إن وجود المواد الفتاتية المشتقة من تجوية وتعرية صخور مصدرية سواءاً أكانت من خارج حوض ترسيب الكاربونات أو من داخله قد لا تشكل سوى نسبة ضئيلة جداً من مجموع محتوى الصخور الكاربوناتية ، إلا أن محتوى هذه المواد من بعض العناصر الأثرية فضلاً عن العناصر الأرضية النادرة قد توفر معلومات ذات أهمية عظيمة حول الطبيعة التكتونية للحوض الترسيبي والمناطق المجاورة له.

٢. الهدف من الدراسة (The aim of the study)

الكشف عن طبيعة الخصائص الجيوكيميائية للتكوين فضلاً عن الكشف عن تأثيرات الصخور المصدرية التي كانت تزود الحوض الذي ترسب فيه هذا التكوين على مجمل محتوى العناصر فيه.

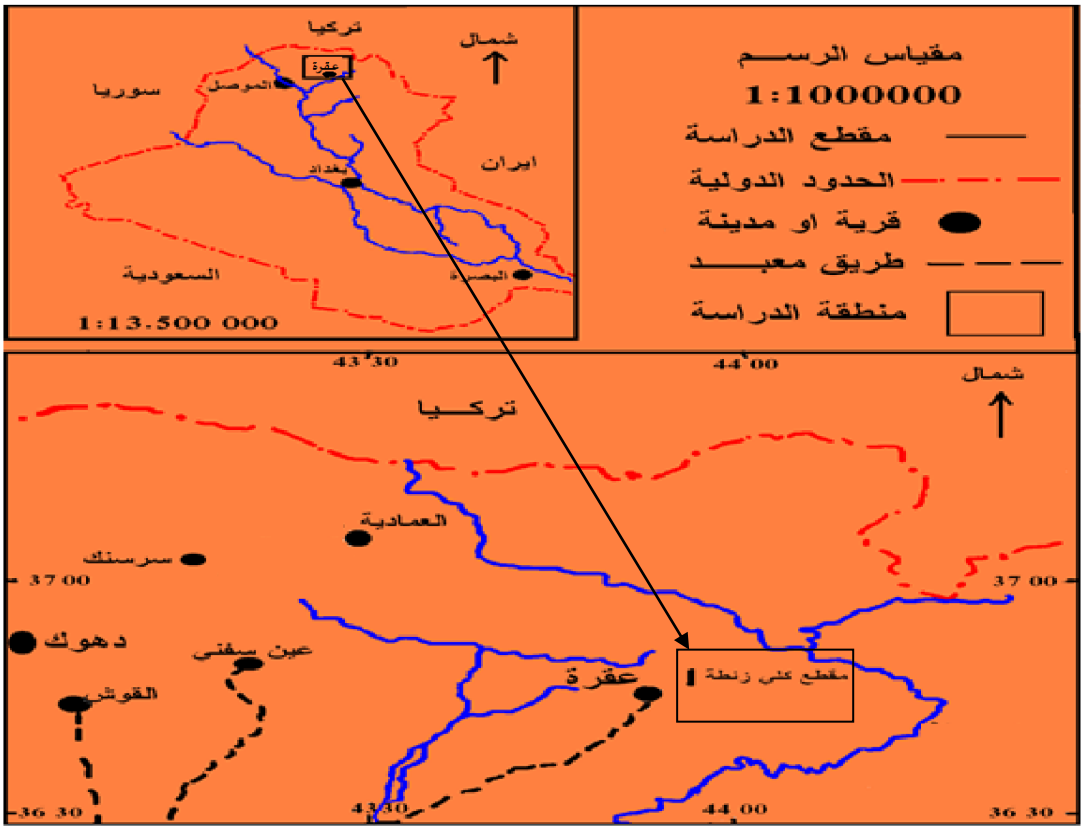
٣. جيولوجية المنطقة (Geological Setting)

يقع المقطع قيد الدراسة في وادي كلي زنطة حيث ينكشف على إمتداد مضيق كلي زنطة الذي يقطع طية عقرة المحدبة عمودياً على السطح المحوري ، وينكشف هذا المقطع على إمتداد الجانب الشمالي الشرقي لطية عقرة المحدبة وهو يبعد ١٠كم جنوب شرق المقطع النموذجي ويقع منتصف مقطع الدراسة على خط عرض `` 30 `45°36 شمالا وخط طول `` 41 `58 °43 شرقا، الشكل (١).

حُدد عمر التكوين بالماسترختي (Maastrichtian) [9] و [10] يبلغ سمك التكوين في مقطع الدراسة ٤٣٥ مترا وأن طبقات القاعدة لهذا التكوين في هذا المقطع غير مكشوفة والتكوين يقع فوق تكوين بخمة الجيري [11] ، أما الحد العلوي لتكوين عقرة فيعتبر سطح عدم توافق مع تكوين كولوش الفتاتي وتكوين خورمالة الجيري الذي يقع فوقه والذي توضعا خلال عصر الباليوسين المتاخر (Late Paleocene) [10] في [12] ، ويتكون التكوين في الأجزاء السفلية من حجر جيري جيد التطبق (٥-٤٠ سم) ذات لون بني شاحب وقد يصل سمك الطبقة الى (٥) متر، ثم يظهر على شكل اجسام كتلية وصلبة من الحجر الجيري ذات لون بني شاحب وغني بأصداف الرودست في الأجزاء الوسطية أما في الأجزاء العلوية فيتكون من أحجار جيرية جيدة التطبق ومتدلمتة ويتميز هذا التعاقب باحتوائه على كميات كبيرة من

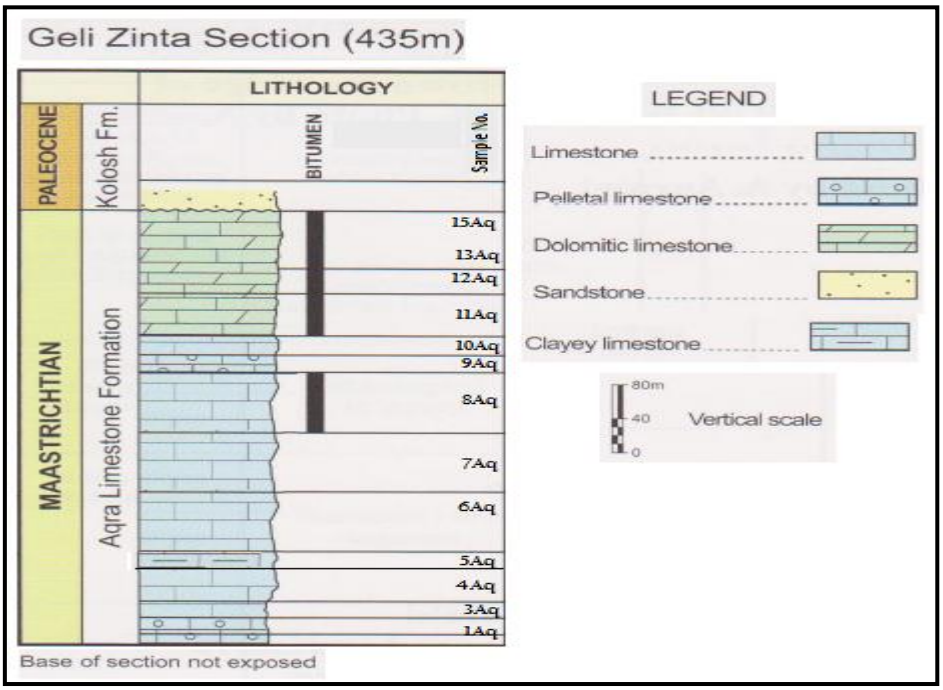
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

الفورامينيفرا القاعية وخاصة اللفتوزيا، ومن الجدير بالذكر وجود مواد قيرية (Betumine) تزداد باتجاه الأجزاء العلوية من التكوين، والشكل (٢) يوضح العمود الطباقي لتكوين عقرة في مقطع كلي زنطة وقد تم تسقيط نماذج الدراسة عليه[13].



الشكل(١): خارطة شمال العراق موضحا عليها مقطع الدراسة

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849



الشكل (٢): العمود الطباقي لتكوين عقرة الجيري في مقطع كلي زنطة من [13] مسقط عليه نماذج الدراسة

٤. النمذجة وطريقة التحليل (Sampling and Methodology)

أُجريت عملية النمذجة حسب الأساليب المتَّبعة في نمذجة التتابعات المماثلة، حيث تم جمع النماذج وهي صخور جيرية من الطبقات المنكشفة ومن أسفل المقطع إلى أعلاه وباتجاه عمودي على المكشف الصخري، أما المسافات بين نموذج وآخر فهي متباينة تبعاً للتغيرات الصخرية ، وتم اختيار نماذج ممثلة لكل طبقة من خلال مزج عدة نماذج مأخوذة من أماكن مختلفة من نفس الطبقة مع بعضها بصورة جيدة وبذلك نحصل على نموذج ممثل للطبقة، وتم إختيار(١٣) عينة ممثلة لتكوين عقرة وقد أعطي الرمز (Aq) له بعد ذلك تم أخذ العينات الى الورشة وتنظيفها ليتم تكسيرها الى قطع صغيرة بواسطة كسارة كهربائية بعد ذلك تم طحن العينات للحصول على مسحوق دقيق بواسطة طاحونة التيما بعد ذلك تم تمرير المسحوق من منخل بحجم ٢٠٠ مايكرون للحصول على الحجم المناسب للتحليل حيث يستخدم جزء منها لتحليل العناصر الرئيسة والأثرية والأرضية النادرة وجزء آخر يستخدم في حساب الفضالة غير الذائبة I.R. وكذلك لحساب نسب الفقدان بالحرق L.O.I. وكذلك فقدان المواد العضوية Carbon organic (C.org.)، أما الجزء الخاص بتحليل العناصر فقد تم تحليلها بتقنية بلازما الحث المزدوج – المطياف الكتلي (Inductivelly Couple Plasma –Mass Spectroscopy) وذلك في مختبرات شركة أكمي للتحليل في كندا (Acme Analytical Laboratories Ltd)، بتأريخ ١١ سبتمبر ٢٠١٣

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

ومن الفوائد الكبيرة لجهاز ICP–MS هي حدود التحسس الواطئة الى ابعد حد لمجموعة واسعة من العناصر إذ أن حدود التحسس في تحليل هذه العناصر بلغ (٠.١ج.م.م.)، وعند المقارنة ما بين القيم المستحصلة بطريقة ICP–MS والقيم المنشورة للنموذج القياسيOREAS24P. وجد أن الصحة التحليلية للأكاسيد والعناصر ما بين (% ٢.٠±) وعليه يمكن الاستنتاج بان نتائج التحليل للدراسة الحالية ذات صحة تحليلة عالية جدا.

٥. النتائج (Results)

تتألف الرواسب والصخور الكاربوناتية من مجموعتين من العناصر أولاً: العناصر المرتبطة بالطور الكاربوناتي (Ca , Mg , Sr وفي بعض الأحيان Ba الخ ..) وثانياً: العناصر المتواجدة أو المرتبطة مع معادن الفضالة غير الذائبة أو الطور غير الكاربوناتي (مثل B , Fe , Al , Si الخ..)، وتعرض الجداول (١) و(٢) و(٣) نتائج التحليل الكيميائي للعناصر الرئيسة والأثرية والأرضية النادرة لعينات تكوين الدراسة الحالية.

٥.١. العناصر الرئيسة Major Elements

يلاحظ من الجدول (١) أن صخور هذا التكوين أظهرت تغايراً في محتوى العناصر الرئيسة، ففي المحتوى الكاربوناتي يلاحظ نقصان في محتوى الـ CaO من قيم تقع بين (٤٩.٩٤%–٥٥.٥٤%) في الجزء السفلي والمتمثلة بالعينات 1Aqو 3Aqو 4Aq و 5Aqو 6Aqو 7Aqو 8Aq وبمعدل (٥٢.٣٢%) إلى قيم تقع بين (٢٥.٨١%–٢٩.٤٢%) في الجزء العلوي من التكوين والمتمثلة بالعينات 11Aqو 12Aqو 13Aqو 15Aq وبمعدل(٢٨.٠١%) ويمكن إعتبار العينتين 9Aq و10Aq مرحلة إنتقالية في الوضع الترسيبي بين الجزء السفلي والجزء العلوي في محتوى الـ CaO ويقابل هذا النقصان في قيمCaO زيادة في محتوى الـ MgO من قيم تقع بين (٠.٣٢%–٣.٨٥%) وبمعدل (١.٤٩%) في الجزء السفلي إلى قيم تقع بين (٢٠.٢١%–٢١.٤٩%) وبمعدل (٢١.٠١%) في الجزء العلوي واعتبرت العينتان 9Aq و10Aq أيضاً مرحلة انتقالية في محتوى الـ MgO بين الجزاين حيث بلغت قيم الـ MgO ٧.٥٤% و ٧.٩٧% على التوالي إن التغير الشديد في نسب المكونات الكاربوناتية يقود الى القول بأن هذا التكوين قد تأثر بعمليات دلمتة شديدة في الجزء العلوي، أما فيما يخص أكاسيد المكونات الفتاتية والمتمثلة بـ SiO_2 وTiO_2 وAl_2O_3 وFe_2O_3 فان هناك تغايراً واضحاً بين الجزأين السفلي والعلوي في محتوى هذه العناصر الفتاتية حيث أن معدل هذه العناصر في الجزء السفلي ٢.٥١% و٠.٠١% و٠.٢٧%

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

و٠.١٣% على التوالي هو أقل من معدلاتها في الجزء العلوي ٤.٩٣% و٠.٠٣% و٠.٦١% و٠.٧٩% على التوالي أيضاً وهذه الزيادة في معدلات المكونات الفتاتية في الجزء العلوي رافقت الزيادة في قيمة الفضالة غير الذائبة من معدل ٢.٨٤% في الجزء السفلي الى معدل ٥.٦٠% في الجزء العلوي وهذا يؤكد أيضاً أن المواد الفتاتية والطينية قد أتت مع المحاليل الغنية بالـ MgO والتي أدّت إلى عملية الدلمتة في الجزء العلوي من التكوين وبالتالي فان هذه الزيادة قد أدت الى زيادة تراكيز بعض العناصر الأثرية التي سيأتي ذكرها في فقرة قادمة.

الجدول (١): نتائج تحاليل العناصر الرئيسة لعينات تكوين عقرة

Elements	1Aq	3Aq	4Aq	5Aq	6Aq	7Aq	8Aq	9Aq	10Aq	11Aq	12Aq	13Aq	15Aq
SiO_2 (%)	3.52	1.78	0.02	3.21	3.82	1.46	4.46	2.84	4.22	2.42	8.90	5.61	2.79
TiO_2	0.01	0.01	0.01	0.05	n.d.	0.02	0.03	n.d.	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02
Al_2O_3	0.17	0.30	0.09	1.08	n.d.	0.36	0.43	n.d.	0.64	0.70	0.94	0.47	0.34
Fe_2O_3	0.09	0.17	0.10	0.36	n.d.	0.17	0.23	n.d.	0.54	0.76	1.33	0.67	0.40
MgO	0.32	3.85	0.66	8.62	0.32	2.70	1.13	7.54	7.97	21.49	20.21	21.21	21.14
CaO	53.95	49.94	55.54	42.60	53.04	51.64	49.85	44.85	41.98	29.24	25.81	28.06	28.89
K_2O	0.05	0.08	0.04	0.28	n.d.	0.11	0.06	n.d.	0.12	0.07	0.19	0.08	0.04
Na_2O	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
P_2O_5	n.d.	0.01	0.00	0.05	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
L.O.I	41.90	43.83	43.53	43.73	42.81	43.51	43.77	44.73	44.45	45.26	42.53	43.84	46.35
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	00.00	100.00	100.00
C-org.	0.20	0.47	0.26	1.28	0.55	0.40	1.53	1.01	2.64	1.39	1.56	1.09	1.50
I.R.	4.00	2.10	0.30	4.40	3.85	1.84	4.92	2.85	4.90	3.15	9.89	6.20	3.15
CaCO3	96.29	89.15	99.14	76.04	94.67	92.17	88.98	80.06	74.94	52.19	46.07	50.09	51.57

n.d:(notdetected)

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

٢.٥. العناصر الأثرية Trace Elements

يبين الجدول (٢) تراكيز العناصر الأثرية لعينات صخور تكوين عقرة يلاحظ من الجدول وجود تغاير واضح جداً بين الجزأين السفلي والعلوي حيث أن هناك زيادة في محتوى العناصر V, Sc, Co, Ni, Cr باتجاه الجزء العلوي ، إن معدلات هذه العناصر في الجزء العلوي (٥٧.٢٥، ٧٥.٨٨، ٥.٦٨، ٢.١٣، ٢٠.٠)ج.م.م. على التوالي أعلى بكثير من معدلاتها في الجزء السفلي (٩.٣٣، ٩.٤٧، ٣.١٥، ٠.٩٥، ٦.١٧) ج.م.م. على التوالي ومن الواضح أيضاً أن عمليات الدلمتة التي حدثت في الجزء العلوي من التكوين ليست سبباً في زيادة محتوى هذه العناصر وإنما يعود السبب في ذلك إلى زيادة قيمة معدل الفضالة غير الذائبة من (٢.٨٤%) إلى (٥.٦%) والتي جاءت من إزدياد قيم المكونات الفتاتية أو الطينية والمتمثلة بالـ SiO_2 و TiO_2 و Al_2O_3 فضلاً عن ازدياد قيم الـ K_2O و Na_2O بمقدار طفيف ، ومن المحتمل أن عملية الدلمتة أدّت إلى زيادة المسامية وبالتالي إلى إحتواء أطوار هذه العناصر ضمن المسامات .

ولاشك أن التركيز العالي للـ Cr و Ni وتراكيز أوطأ منهما نسبيا من الـ Sc و Co و V في الجزء العلوي يشير إلى مساهمة صخور مصدرية غنية بالمعادن المافية وفوق المافية [3] و [14] إن هذه الزيادة في نسبة العناصر الفيرومغنيسية يمكن تفسيره بتزويد الحوض الذي ترسبت فيه هذه الصخور برواسب فتاتية جاءت من تجوية وتعرية صخور نارية قريبة من حوض الترسيب ترافقت مع النشاط التكتوني الذي حدث في ذلك الوقت ومن الجدير بالذكر ان الزيادة في تراكيز العناصر الفيرومغنيسية ترافقها زيادة في محتوى الMg و Fe ويتضح ذلك جلياً من ازدياد معدل تركيزهما في الجزء العلوي. أما عناصر مجال الجهد العالي Nb, Ta, Hf, Zr, U, Th والتي تسلك سلوكا غير متوافقا (incompatible) خلال عمليات التبلور والتجزئة الصهيرية [15] ونتيجة لذلك فإنها تكون أكثر اغتناءاً بالصخور الفلسية مقارنة مع الصخور المافية فيلاحظ تغايراً قليلاً في محتوى هذه العناصر حيث أن هناك نقصان قليل في محتوى الـ Th و U وزيادة قليلة جداً في محتوى Zr و Hf و Nb في الجزء العلوي أما العناصر القلوية والقلوية الأرضية والتي تشمل Li, Rb, Sr, Ba فيلاحظ وجود علاقة ربط موجبة بين K_2O–Rb (r=0.95) ، K_2O–Ba (r=0.35) في الجزء السفلي وكذلك K_2O–Rb (r=0.75) ، K_2O–Ba (r=0.97) في الجزء العلوي وهذا يعطي دليل أن هذه العناصر مرتبطة مع المعادن الطينية (الايلايت ، البايوتايت ، المسكوفايت) [16] و [17] إن وجود علاقة ربط موجبة بين الـ Al_2O_3– Al_2O_3–Rb (r=0.99) Al_2O_3–Ba (r=0.81) ، Al_2O_3–Rb (r=0.83) في الجزء السفلي و Ba (r=0.42) في Al_2O_3–Li (r=0.89)

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

الجزء العلوي يدعم فكرة أن توزيع هذه العناصر مسيطر عليه من معادن السيليكات الورقية او الصفائحية (phyllosilicates) (الكلورايت، المونتموريلونايت) [18] ، أما السترونشيوم فهناك نقصان في محتوى هذا العنصر باتجاه الجزء العلوي من التكوين يتضح من ذلك أن الجزء الذي تعرض إلى عمليات الدلمتة من صخور هذا التكوين تحتوي على تراكيز أقل من الصخور التي لم تتعرض الى الدلمتة وهذا يشير إلى أن عمليات الدلمتة تؤدي إلى إزالة الـ Sr .لا يوجد علاقات معتبرة بينه وبين بقية العناصر في الجزء السفلي ولكنه ارتبط بعلاقة موجبة مع الـ CaO(0.46) وسالبة مع الـ MgO (−٠.٥٤) وموجبة قوية مع الـ C.org(0.94) في الجزء العلوي ، مما يدل على أن العنصر مرتبط بالطور الكاربوناتي حيث يحل الـ Sr محل الـ Ca في البنية البلورية لمعدن الكالسايت.

الجدول (٢): نتائج تحاليل العناصر الأثرية لعينات تكوين عقرة

Samples / Elements	1Aq	3Aq	4Aq	5Aq	6Aq	7Aq	8Aq	9Aq	10Aq	11Aq	12Aq	13Aq	15Aq
Cr (ppm)	8	8	8	17	10	9	13	15	47	61	85	41	42
Ni	3.1	4.2	1.9	12.5	1.5	7.4	38.7	2.7	52.3	57.7	144.8	68.6	32.4
Co	8.4	3.6	2	2.8	1.3	1.3	2.3	1.8	4.4	5.2	10.7	4	2.8
Sc	0.5	0.7	1.1	1.9	1	1.1	1.3	0.8	2	2.5	2.8	1.8	1.4
V	10	7	4	19	2	5	9	12	24	18	23	24	15
Mn	26	44	30	51	6	46	35	16	86	131	349	664	116
Th	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	<0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1
U	1.5	2.1	1.4	2.6	0.6	2	0.3	4	2.1	1.1	1.6	1.1	1
Zr	1	1.7	1.2	5.8	<0.2	2.3	3.8	0.3	2.6	2.8	4	2	1.7
Hf	0.03	0.03	0.02	0.14	<0.02	0.04	0.08	<0.02	0.07	0.08	0.09	0.05	0.04
Nb	0.2	0.29	0.12	0.85	0.05	0.43	0.49	0.08	0.65	0.42	0.63	0.3	0.26
Cd	0.12	0.14	0.1	0.55	0.08	0.33	0.67	0.23	0.16	0.15	0.15	0.18	0.11
Cu	3.7	1.83	1.42	2.99	0.35	2.04	2.36	0.5	3.47	4.92	6.98	3.7	2.91
Zn	3.8	1.7	1.7	16.9	0.7	10.7	7	0.9	3.5	4.3	7	3.9	4.4

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

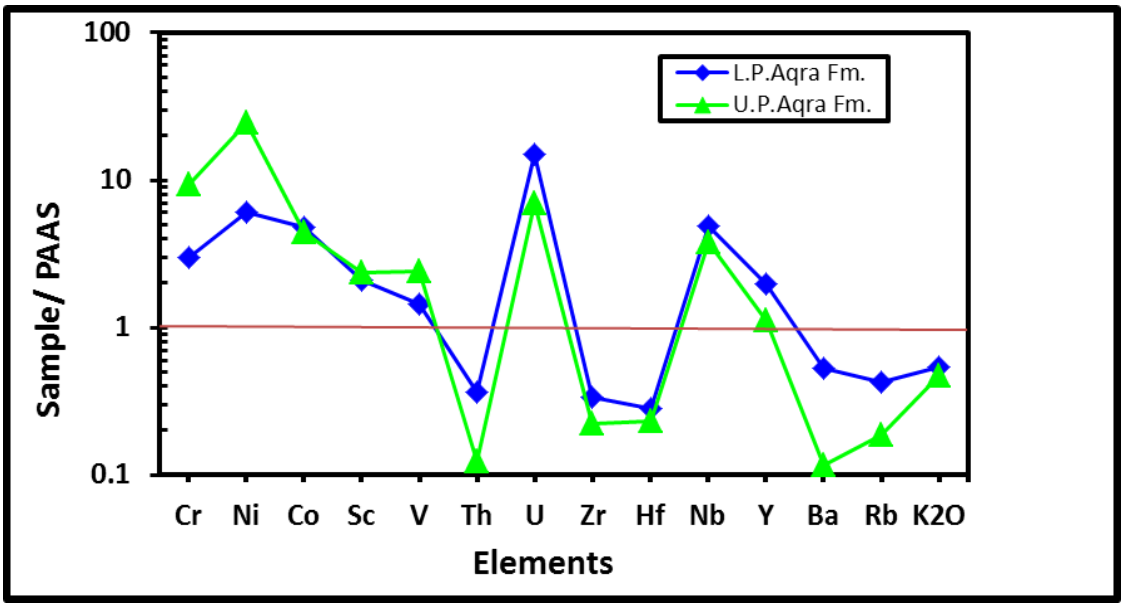
Mo	3.08	2.25	1.57	1.98	0.16	8.39	<0.05	0.2	4.62	2.44	5.61	0.68	1.92
Pb	0.72	0.53	0.42	1.17	0.03	0.99	0.53	0.13	0.23	0.21	0.32	0.17	0.08
Li	0.5	1.3	0.7	2.6	0.1	1.3	2.2	0.3	3.7	4.7	9.7	5.6	2.9
Ba	6	7	3	12	1	6	36	2	5	3	8	4	2
Rb	1	2.4	0.8	6.4	<0.1	2.6	2.8	<0.1	2.5	2	2.5	1	1.2
Sr	203	185	177	181	162	252	187	70	332	88	87	95	98
Y	1	1.5	1.7	3.3	1.5	2.1	1.2	1.1	0.8	1.2	1.7	2.7	1.2

لمعرفة سلوك ووفرة تلك المجموعة من العناصر في صخور تكوين عقرة وللكشف عن طبيعة واختلاف الصخور المصدرية التي زودت صخور التكوين واختلاف هذه المصادر عن صخور القشرة القارية العليا يتوجب علينا إعادة حساب تراكيز هذه العناصر على أساس خالي من الكاربونات وتم إختيار عناصر تمثل تراكيزها العالية تأثير المصدر المافي وأخرى تمثل تراكيزها العالية تأثير المصدر الفلسي ثم جرت معايرة محتوى هذه العناصر على محتواها في صخور الطين الصفحي الأسترالي لما بعد الاركيان PAAS (Post Archean Australian Shale) باعتبارها تمثل صخور مشتقة من القشرة القارية العليا [3] والشكل (٣) يوضح المخطط العنكبوتي (spider diagram) لمعدلات هذه العناصر الأثرية والتي تم معايرتها إلى الـ PAAS وعلى أساس خالي من الكاربونات ويلاحظ من المخطط المذكور أن الأنماط تكاد تكون متطابقة من حيث التغير في محتواها نسبة إلى الـ PAAS ومن أهم المميزات في هذه الأنماط ما يأتي :

١. وجود إغتناء (enrichment) في تراكيز العناصر الحديدومغنيسية V, Sc, Co, Ni, Cr نسبة إلى الـ PAAS وهذا الاغتناء يختلف بين جزأي التكوين حيث أن الجزء العلوي أكثر اغتناءاً من الجزء السفلي.

٢. إفتقار أو نضوب (depletion) في تراكيز العناصر K2O, Rb, Ba, Hf, Zr, Th نسبة الى الـPAAS والتي تمثل العناصر الفلسية باستثناء الـ Y, U, Nb وقد يعود السبب في ارتفاع نسبة الـ Nb أعلى من الـ PAAS إلى التلوث الذي يحدثه جهاز الطحن (التيما).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849



الشكل(٣): المخطط العنكبوتي spider diagram لمعدلات بعض العناصر الأثرية المعيرة الى الـ PAAS في الجزء غير الكاربوناتي لصخور تكوين عقرة، L.P.:Lower part , U.P.:Upper part
(Average values and ratio of PAAS taken from [3]

٣.٥. العناصر الارضية النادرة Rare Earth Elements

لاحظ من الجدول (٣) وجود تغاير في تراكيز العناصر الأرضية بين الجزأين السفلي والعلوي وخاصة الخفيفة حيث أن هناك نقصان في العناصر الخفيفة من الجزء السفلي الى الجزء العلوي في حين ظهرت بعض العناصر الثقيلة في الجزء السفلي مثل Yb, Er, Dy, Gd بتراكيز قليلة جداً ثم ازدادت تراكيزها في الجزء العلوي وهذا أدى بالتالي الى حدوث نقصان في نسب مجموع العناصر الخفيفة الى مجموع العناصر الثقيلة (∑LREE/∑HREE) وكذلك النسب (La/Yb)n و (La/Dy)n بالإتجاه من الجزء السفلي الى الجزء العلوي، أما شاذة السيريوم فقد ظهرت شاذة سالبة في الجزء السفلي بمدى ٠.٤٥-٠.٧٩ بمعدل ٠.٦٥ في حين كانت الشاذة قليلة جداً أو معدومة في الجزء العلوي وبلغت قيمها من ٠.٧٣ الى ٠.٩٦ بمعدل ٠.٨٤ لاحظ الجدول (٤).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

الجدول (٣): نتائج تحاليل العناصر الأرضية النادرة لعينات تكوين عقرة

Samples / Elements	1Aq	3Aq	4Aq	5Aq	6Aq	7Aq	8Aq	9Aq	10Aq	11Aq	12Aq	13Aq	15Aq
La (ppm)	1	1.3	1.7	3	0.6	1.9	1.2	0.4	0.7	0.7	1.3	1.5	0.6
Ce	1.41	1.87	2.11	4.35	0.55	2.88	2.03	0.52	1.18	1.41	2.16	2.27	1.22
Pr	0.1	0.2	0.2	0.5	<0.1	0.4	0.5	<0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
Nd	0.9	1	1.2	2.2	0.4	1.7	1.1	0.4	0.8	0.8	1.2	1.1	0.5
Sm	0.1	0.2	0.2	0.5	<0.1	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1
Eu	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Gd	0.1	0.2	0.3	0.5	0.1	0.4	<0.1	<0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2
Tb	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Dy	0.1	0.2	0.2	0.5	0.1	0.3	0.2	<0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.2
Ho	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Er	0.1	0.1	0.1	0.3	<0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.2	0.2	0.1
Tm	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Yb	<0.1	<0.1	0.1	0.3	<0.1	0.2	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.2	0.2	<0.1
Lu	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

الجدول(٤): معدلات تراكيز العناصر الارضية النادرة ونسبها لعينات صخور تكوين عقرة

	الجزء السفلي			الجزء العلوي		
(ppm)	Ranges	Avg.	S.D	Ranges	Avg.	S.D
∑REE	1.75-8.18	5.07	2.10	3.02-6.47	4.85	1.68
∑LREE	1.55-7.18	4.56	1.90	2.52-5.27	4.07	1.37
∑HREE	0.2-1.0	0.52	0.29	0.5-1.2	0.78	0.34
∑LREE/∑HREE	6.59-12.83	9.39	2.35	4.39-6.62	5.45	0.96
$(La/Yb)_n$	6.42-11.49	8.67	2.58	4.39-5.07	4.73	0.34
$(La/Dy)_n$	6.23-10.38	7.50	1.72	3.11-4.5	3.78	0.58
Ce/Ce*	0.45-0.79	0.65	0.11	0.73-0.96	0.84	0.11

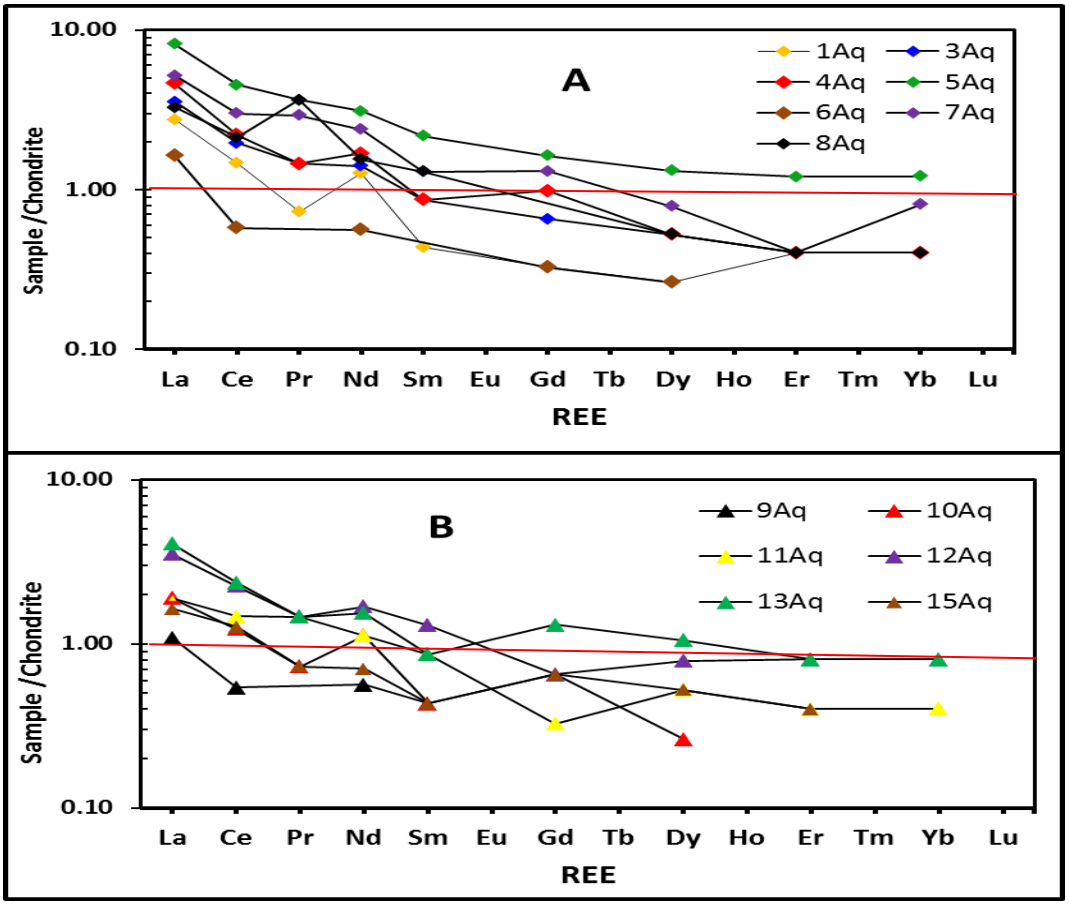
Avg.: Average, S.D.: Standard Deviation, Ce/Ce*: cerium anomaly

$Ce/Ce^* = Ce_n / (2/3La_n+1/3Nd_n)$ from (19), n: normalized value

Ce_n, La_n, Nd_n, $(La/Yb)_n$, $(La/Dy)_n$: normalized value to chondrite

يلاحظ من أنماط العناصر الأرضية المعيرة إلى الكوندرايت الشكل(٤ A, B) أن العناصر الخفيفة في كلا الجزأين أعلى من (١) أي هناك إغتناءاً في العناصر الخفيفة ولكن كل القيم المعيرة في الجزء السفلي أعلى من القيم المعيرة في الجزء العلوي (العناصر الخفيفة) أي إذا أمعنا النظر يلاحظ أن عينة واحدة فقط (6Aq) في الجزء السفلي يبلغ قيمة الـ La المعيرة فيها أقل من (٢) وبقية العينات كلها أعلى من (٢) ويصل بعضها قريبا من(١٠) أما في الجزء العلوي فهناك ٤ عينات (9Aq، 10Aq، 11Aq، 15Aq) قيمها أقل من (٢) وهذا يعني أن معدل الـ LREE في الجزء السفلي أعلى منه في الجزء العلوي (لاحظ أنماط المعدل شكل ٥) ، أما العناصر الثقيلة فهي مستوية تقريبا ولكن انعكست الحالة فقد حدث زيادة في قيم العناصر الثقيلة في الجزء العلوي (لاحظ شكل ٥ أيضاً) علماً أن هناك زيادة في محتوى المكونات الفتاتية في الجزء العلوي (اي بزيادة المواد الفتاتية قلت العناصر الخفيفة وزادت العناصر الثقيلة) ، فضلاً عن ذلك ظهور شاذة سيريوم سالبة في الجزء السفلي ولم تظهر في العلوي .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

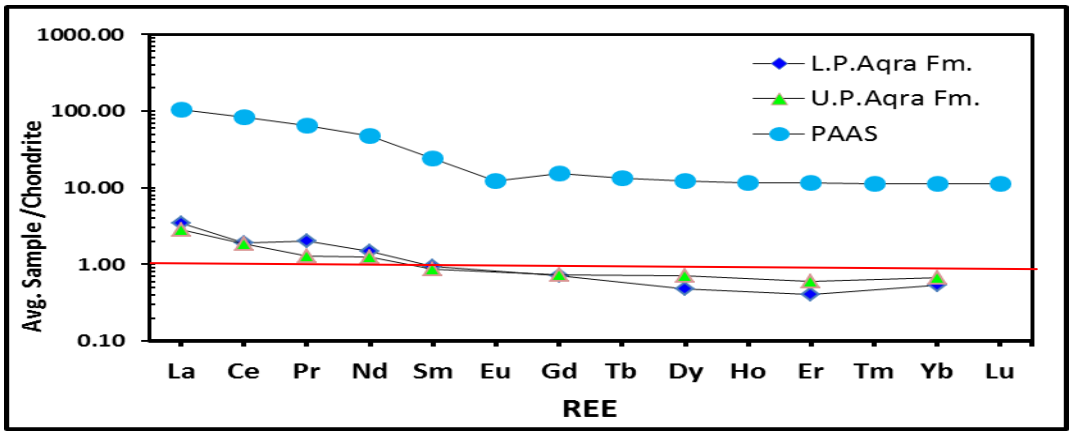


الشكل(٤): مخططات انماط العناصر الارضية النادرة المعيرة الى الكوندرايت للجزأين السفلي والعلوي لعينات صخور تكوين عقرة ، A الجزء السفلي، B الجزء العلوي
Chondrite normalizing values after: [20].

واخيراً عند ملاحظة الشكل (٥) نجد أن أنماط المعدلات لجزأي التكوين تكون متوازية تقريباً فيما بينها وعند مضاهاتها الى (الطين الصفحي الأسترالي لما بعد الاركيان) PAAS (Post Archean Australian Shale) يلاحظ أنها متشابهة من حيث كونها متوازية تقريباً ولكن تختلف عنها بنقطتين:

١. أنماط معدلات تكوين الدراسة أقل من الـ PAAS
٢. يحوي نمط الـ PAAS على شاذة الـ Eu بينما أنماط تكوين الدراسة لا تحوي على شاذة الـ Eu وإنما تحوي على شاذة السيريوم السالبة في الجزء السفلي ولا تحوي في الجزء العلوي والتي سبق وأن تم ذكرها

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849



الشكل(5): مخططات انماط العناصر الارضية النادرة المعيرة الى الكوندرايت لمعدلات العينات ومضاهاتها مع الـ PAAS، للجزأين السفلي والعلوي لعينات صخور تكوين عقرة ، L.P.:Lower part , U.P.:Upper part Chondrite normalizing values after: [20].

٦. المناقشة (Discussion)

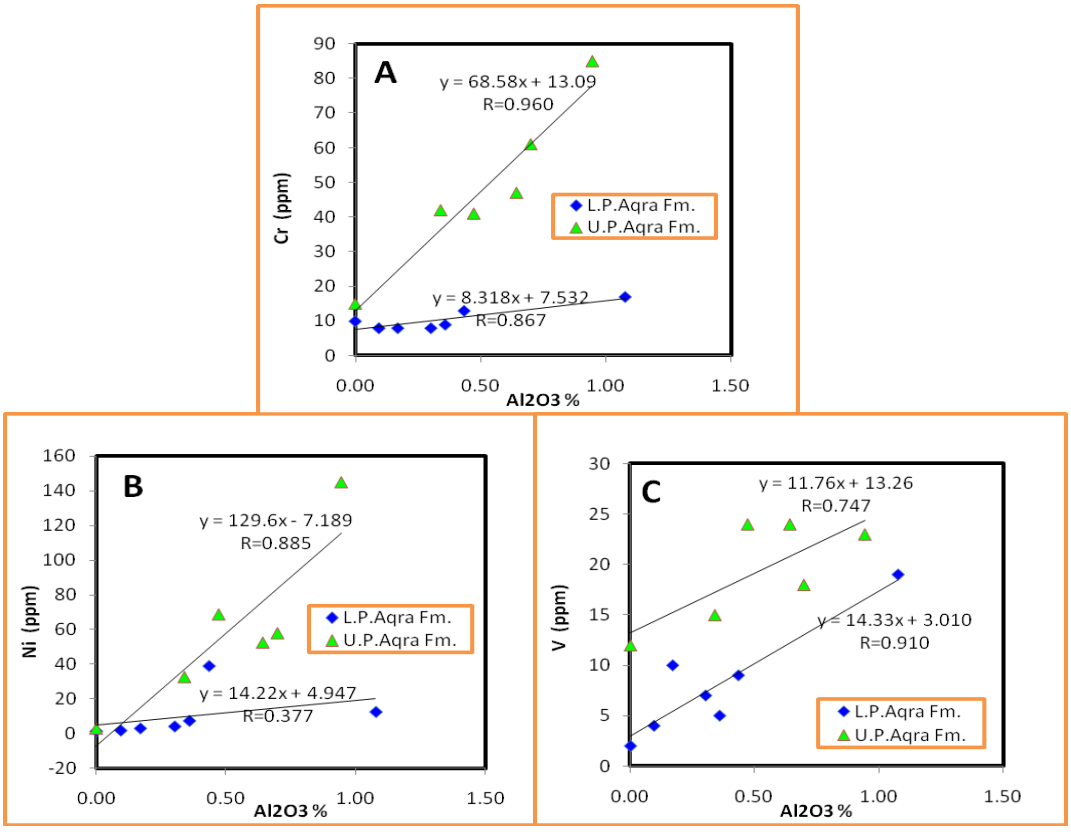
أظهرت النتائج التحليلية والمعطيات الجيوكيميائية للعناصر الرئيسة وجود إختلافات كبيرة جداً في محتوى العناصر الرئيسة في صخور تكوين عقرة وخاصة في المكونات الكاربوناتية ، ومن أكثرها تبايناً هو الزيادة في محتوى الـ MgO باتجاه الجزء العلوي ويقابل هذه الزيادة نقصان في قيمة الـ CaO في الجزء العلوي ،إن هذا التباين سببه حدوث عملية الدلمتة في الجزء العلوي . من ناحية أخرى حدث تباين واضح في محتوى العناصر الرئيسة التي تمثل المكونات الفتاتية SiO_2 و TiO_2 و Al_2O_3 و Fe_2O_3 و K_2O حيث أن محتوى هذه العناصر في الجزء العلوي أعلى من محتواها في الجزء السفلي ويعود السبب في ذلك الى إختلاف قيمة الفضالة غير الذائبة بين الجزأين، وهذا يشير الى ان المحاليل التي زودت الجزء العلوي بهذه المكونات الفتاتية كانت غنية بالمغنيسيوم والتي أدت الى حدوث عملية الدلمتة ، ويرافق التباين في محتوى العناصر الرئيسة المذكورة الآنف الذكر تبايناً واضحاً في محتوى العناصر الأثرية.

٦.١. مخططات العلاقات الثنائية للعناصر الرئيسة والأثرية Schemes of bilateral relations

يوضح الشكل (٦) مخطط العلاقة بين Al_2O_3 وبعض العناصر الأثرية لصخور تكوين عقرة ويلاحظ أنه بالإضافة إلى الارتباط القوي والموجب بين المتغيرين حيث تزداد تراكيزها بازدياد الألمنيوم فان هناك انفصالاً واضحاً في محتوى هذه العناصر بين الجزأين السفلي والعلوي فلنفس القيمة من الألمنيوم للجزأين فان تراكيز العناصر Cr و Ni و V في الجزء

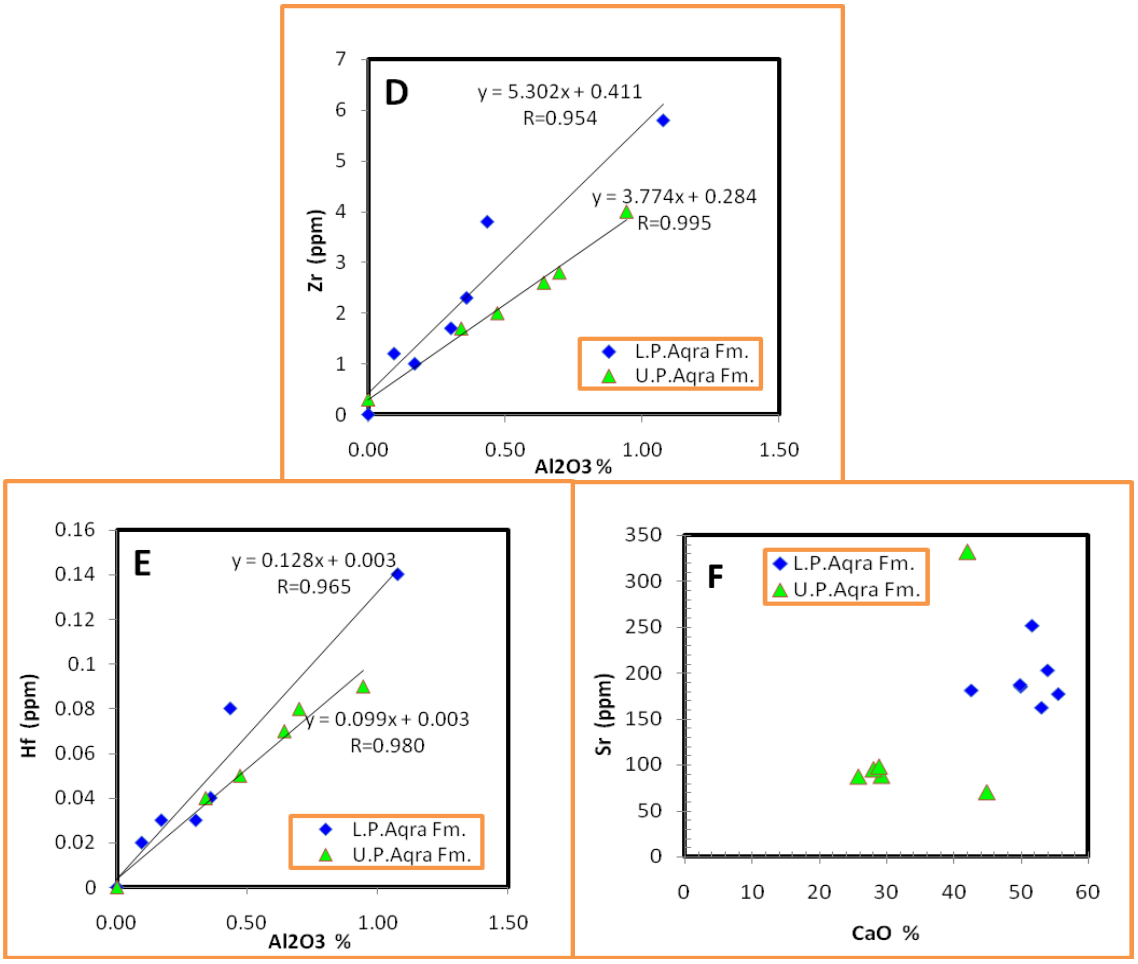
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

السفلي هي أقل من تراكيزها في الجزء العلوي كما موضح في الشكل(٦) C, B, A ، من ناحية أخرى أن نسبة الزيادة في هذه العناصر في الجزء السفلي هي أقل من نسبتها في الجزء العلوي (إنحدار خط التغاير) ، بينما كانت تراكيز العناصر Zr و Hf في الجزء السفلي أعلى مما هو عليه في الجزء العلوي ولنفس القيمة من الألمنيوم أيضاً وكما موضح في الشكل(٧) E, D وهذا يشير إلى أن الفتاتات المزودة للجزء السفلي كانت أقل مافيةً وأن الجزء العلوي كانت من مصادر أكثر مافية . ومن الجدير بالذكر أن ارتباط بعض العناصر ليس فقط مع الألمنيوم وإنما ارتبطت بأطوار أخرى عدا الالمنيوم وذلك لعدم مرور خط التغاير لهذه العناصر بنقطة الأصل مثل الكروم والنيكل في الجزء السفلي والفناديوم والى حدما الزركونيوم ، ويوضح الشكل(٧) F العلاقة بين الـ CaO و Sr حيث يلاحظ أن محتوى السترونثيوم في الجزء العلوي (المتدلمت) هي أقل من محتواها في الجزء السفلي (الكالسايتي) مما يشير إلى أن عملية الدلمتة أدّت إلى إزالة جزء من السترونثيوم وهذا يعني أن هذا العنصر يرتبط مع الكالسايت في هذه الصخور بشكل أكبر من الدولومايت حيث يحل الـ Sr محل الـ Ca في البنية البلورية لهذا المعدن.



الشكل(٦): مخطط العلاقة بين بعض العناصر الرئيسة والأثرية لصخور تكوين عقرة
L.P.: Lower part U.P.: Upper part

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849



الشكل(٧): مخطط العلاقة بين بعض العناصر الرئيسة والأثرية لصخور تكوين عقرة
L.P.: Lower part U.P.: Upper part

إن الزيادة في نسبة العناصر الفيرومغنيسية نسبة إلى الـ PAAS المذكورة في النقطة ١ من الشكل (٣) يمكن تفسيره بتزويد الحوض الذي ترسبت فيه هذه الصخور برواسب فتاتية جاءت من تجوية وتعرية صخور نارية قريبة من حوض الترسيب ترافقت مع النشاط التكتوني الذي حدث في ذلك الوقت اي ان الحوض الترسيبي تأثرت من إنكشاف صخور مافية وفوق مافية تأتت من صفائح الاوفيولايت التي ارتفعت فوق الحافة الشمالية الشرقية للوح العربي، ولتعزيز هذا الشيء اشار [21] ان هذه الفتاتات جاءت من مكونة مافية من داخل المناطق المجاورة للحوض والواقعة في محيط التيثس الحديث والتي كانت تزود تكوين، هذه الوضعية بدأت مع بداية الحركة التي أدت إلى رفع صفائح وكتل رسوبية مكونة من تكوين قلقلة الراديولاراتي وربما صخور أقدم من ذلك فضلاً عن رواسب بحرية حديثة انذاك ووضعها على حافة اللوح العربي وهذه الحركة كانت بداية البداية لغلق محيط التثيس وارتطام اللوح العربي مع اللوحين الايراني والتركي، وكانت هذه الحركة تمثل

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

بداية النشاط الذي أدى الى فصل محيط التثيس عن حافة اللوح العربي وتكوين حوض الفورلاند (الكامبانيان المتاخر) [11] ومن المؤكد أنهُ في شرق وشمال شرق هذه الحافة الناشئة كانت تجري نشاطات بركانية وحرمائية(مائية تحت سطحية) كانت هي المسؤولة أنذاك عن توفير المكونات الحديدومغنيسية السابقة الذكر. إن أهم ما يؤيد الكلام الانف الذكر هو حدوث نقصان في محتوى العناصر الفلسية نسبة الى الـ PAAS مثل K_2O, Rb, Hf, Zr, Th .

هناك اختلافات في محتوى العناصر الأرضية بين الجزأين حيث أن مجموع العناصر الأرضية النادرة في الجزء السفلي أعلى من الجزء العلوي علماً أن المكونات الفتاتية في الجزء العلوي أعلى من الجزء السفلي (أي تقل الـ ∑REE وخاصة LREE بزيادة المكونات الفتاتية في الجزء العلوي) هذا يعني أن الفتاتات التي كانت تزود الجزء السفلي لتكوين عقرة كانت فلسية (او اقل مافية) واختلفت عن الفتاتات التي تزود الجزء العلوي والتي أصبحت أكثر مافية ويؤيد هذا الشي كون النسب $(La/Yb)_n$ و$(La/Dy)_n$ في الجزء السفلي أعلى من الجزء العلوي (لاحظ الجدول ٤) والتي توضحان نسبة الاغتناء في العناصر الارضية النادرة الخفيفة الى الثقيلة (LREE/HREE) ومن المعلوم أن هذه النسب تكون في الصخور الفلسية اعلى مما هي في الصخور المافية وهذا يتطابق مع الاستنتاج الذي سبق ذكره وهو أن الجزء العلوي من تكوين عقرة تأثر بمصادر مافية بسبب ازدياد محتوى العناصر الفيرومغنيسية وخاصة العناصر V, Ni, Cr وحدوث فرق في نسبة العناصر الفيرومغنيسية بين الجزأين .

وهذا يقود بالتالي الى ان ترسيب الجزء العلوي لتكوين عقرة ارتبطت بالنشاط التكتوني الذي حدث آنذاك والذي سبق الاشارة اليه في فقرة سابقة والذي كان يزود تكوين تانجيرو بالفتاتات في نفس الفترة التي كان يترسب فيها الجزء العلوي لتكوين عقرة وخلاصة القول فان تأثير المكونة المافية كان واضحاً جداً وخاصة في الجزء العلوي ومن الجدير بالذكر أن عملية الدلمتة في هذا الجزء ربما كان سببها تأثير هذه المكونات المافية لأن المحاليل الناتجة عن النشاطات البركانية غالبا تكون غنية بالـ Mg، وذكر سابقاً ان هناك اختلافات في شاذة السيريوم بين جزأي التكوين حيث لوحظ أن الجزءالعلوي لا تحتوي على شاذة السيريوم ، بينما الجزء السفلي يحتوي على شاذة سيريوم سالبة والسبب في ذلك يعود الى ان المحاليل المدلمتة التي زودت الجزء العلوي لتكوين عقرة بالفتاتات كانت غنية بالـ Mg والـ Ce ادت الى عملية الدلمتة وإزالة شاذة السيريوم السالبة التي كانت اصلاً موجودة قبل التزود بالفتاتات .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

٧. الاستنتاجات (Conclusions)

اولاً : أشارت المعطيات الجيوكيميائية أن تكوين عقرة يمكن تقسيمه الى جزأين سفلي وعلوي لوجود تغاير كبير في محتوى الـ MgO والـ CaO بسبب حدوث عملية الدلمتة.

ثانياً : أتضح أن الجزء العلوي يحتوي على مواد فتاتية أكثر من الجزء السفلي ، ويمتلك الجزء العلوي خصائص أخرى وهي إحتواءه على تراكيز عالية نسبياً من العناصر Sc, V, Co, Ni, Cr (عناصر مافية) أكثر من الجزء السفلي ، ومحتوى واطئ من العناصر Y, Hf, Zr, Th الخ ، مما يدلل على أن الجزء العلوي كان يستلم فتاتات من مصادر أكثر مافية من الجزء السفلي بسبب تغير مصدرية الرواسب المزودة لهذه الاجزاء.

ثالثاً : أشارت أنماط العناصر الأرضية النادرة أن العناصر الخفيفة LREE تقل باتجاه الجزء العلوي في حين أن العناصر الثقيلة HREE تزداد قليلاً باتجاه الجزء العلوي مع زيادة المواد الفتاتية ، وهذا يشير مع ما سبق ذكره من العناصر الأثرية أن الجزء العلوي كان يستلم عناصر من مصادر مافية أكثر من الجزء السفلي ، فضلاً عن احتواء الجزء السفلي على شاذة سيريوم سالبة واختفاءه في الجزء العلوي بسبب عملية الدلمتة.

المصادر (References)

[1] D. Z. Piper, 1974, ***Rare earth element in the sedimentary cycle*** : Summary . Chem. Geol. V.14, pp. 285-334.

[2] Y. L. Wang, Y. G. Liu, & R. A. Schmitt, 1986: ***Rare earth element geochemistry of South Atlantic deep sea Sediments***: Ce anomaly changes at ~ 54 My, Geoch. Cosmoch. Acta, v. 50, pp.1337-1355

[3] S.R. Taylor, and S.M. McLennan, 1985: ***The Continental Crust: It's Techniques***. Jon Wiley and Sons., New York, 527 p

[4] J. Schieber, 1988: ***Redistribution of rare earth elements during diagenesis of carbonate rocks from the mid – Proterozoic Newland Formation*** , Montana , Chemical

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

Geology, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam- Printed in the Netherlands , v.69, p.111-126

[5] J. Madhavaraju, C.M. Gonzalez-Leon, 2012: ***Depositional conditions and source of rare earth elements in the carbonate strata of the Aptian-Albian Mural Formation***, Pitaycachi section, northeastern Sonora, Mexico: Revista Mexicana de Ciencias Geologicas, v.29, num.2, P. 478-491

[6] A. Mazumdar, K. Tanaka, T. Takahashi, and I. Kawabe, 2003: ***Characteristics of rare earth elements abundances in shallow marine continental platform carbonates of Late Neoproterozoic succession from India***, Geochemical Journal, vol. 37, pp.277-289

[7] K. Tanaka, Y. Takahashi, and H. Shimizu, 2009: ***Determination of the host phase of rare earth elements in the natural carbonate using X-ray absorption near edge structure***, Geochemical Journal, vol. 43, pp. 143-149.

[8] D. Feng, Z. Lin, Y. Bian, D. Chen, J. Pechmann, G. Bohrmann, H. Roberts, 2013: ***Rare earth elements of seep carbonates indication for redox variations and microbiological prosses at modern seep sites***, Journal of Asian Earth Sciences, vol. 65, pp. 27-33.

[9] D. Al-Rawi, and A.T. Al-Hamdani, 1985: ***Microfacies of Aqra Limestone Formation in the type section and Geli Zinta section and reconstruction of the Paleoclimate***. Journal Geological Society of Iraq, vol.18, no.1, pp. 115-161.

[10] F.S. Al-Omari, M. Al-Radoani, and F.A. Lawa, 1989: ***Biostratigraphy of Aqra limestone formation (Upper Cretaceous); Northern Iraq***. Journal of Geological Society of Iraq, vol.22, no.2, pp. 44-55.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

[11] S. Z. Jassim, and J. C. Goff, 2006: ***Geology of Iraq***. Published by Dolin., Prague and Moravian Museum, Brno., 345p

[12] A.AM. Aqrawi, J.C. Goff, A.D. Horbury, F.N. Sadooni, 2010: ***The Petroleum Geology of Iraq***. Scientific, Bucks, UK, 424 p

[13] A. Malak, N.Y. Al-Banna, 2013: ***Sequence stratigraphy of Aqra Formation (Late Upper Campanian –Maastrichtian) in Geli Zanta corge***, Northern Iraq, Arabian Journal of Geosciences, DOI 10.1007/s12517-012-0822

[14] R.L. Cullers, 1995: ***The controls on the major and trace-element evolution of shales***, siltstones and sandstones of Ordovician to Tertiary age in the Wet Mountains region, Colorado, USA. Chem. Geol., 123(1-4), 107-131.

[15] W.M. White, 2001: ***Geochemistry: An On-line textbook,*** John-Hopkins University Press, 700p.

[16] S. M. McLennan, S. R. Taylor, and K. A. Eriksson 1983: ***Geochemistry of Archean shales from the Pilbara Super group, Western Australia***, Geochim. Cosmochim. Acta., 47, 1211-1222.

[17] R. Feng, and R. Kerrich, 1990: ***Geochemistry of Fine-grained clastic sediments in the Archean Abitibi greenstone belt***, Canada: Implications for provenance and tectonic setting. Geochim. Cosmochim. Acta, Vol.54, pp.1061-1081.

[18] S. Ali, K. Stattegger, D.G. Schonberg, M. Frank, S. Kraft, and W. Kuhnt, 2013: ***The Provenance of Cretaceous to Quaternary sediment in the Tarfaya basin***, SW Morocco: Evidence from trace element geochemistry and radiogenic Nd-Sr isotopes, Journal of African Earth Sciences, V. 90, PP.64-76.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(227-249)
ISSN 1992 - 0849

[19] J. Ingri, and C. Ponter, 1987: ***Rare earth abundance pattern in Ferromanganese concertinos from the Gulf of Bothnia and the Barents Sea***. Geochim. Cosmochim. Acta, 51, 155-161

[20] S.S. Sun, and W.E. McDonough, 1989: ***Chemical and isotopic Systematics of ocean basalt: implications for mantle composition and processes***. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), Magmatism in the ocean basins. Geol.Soc. Special Publication 42, 313-345.

[21] مجاهد عبدالواحد سعدالله. النقيب، ٢٠١٣: ***المصدر الصخري والوضع التكتوني لتكاوين شيرانش***، تانجيرو، وكولوش اعتمادا على الخصائص الجيوكيميائية للعناصر في مقاطع مختارة من شمالي وشمال شرقي العراق، اطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة الموصل، ٢٢٦ صفحة.

المؤلف

سليمان عبدالقادر حيدر: حاصل على شهادة البكالوريوس من جامعة الموصل / كلية العلوم / قسم علوم الأرض عام ١٩٩٠-١٩٩١ ، عمل جيولوجي في شعبة التشغيل في معمل سمنت سنجار في الشركة العامة للسمنت الشمالية ثم جيولوجي أقدم في شعبة الأنتاج في نفس الشركة وحاليا م. رئيس جيولوجيين في مجال السيطرة النوعية في شركة سنجار لصناعة الأسمنت الاستثمارية.