

جيوكيميائية صخور الطفل ضمن تكوين كولوش (الباليوسين - الايوسين) الاسفل) في منطقة دوكان، ونتائجها المترتبة كدليل على صخور الاصل، التكتونية والمناخ القديم، شمال شرقي العراق.

عباس رشيد علي¹، طورهان مظہر حسن المفتی²، مصطفی شهاب احمد³

قسم الجيولوجيا التطبيقية، كلية العلوم، جامعة كركوك، كركوك، العراق.^{3,1}

²امانة مجلس الوزراء، بغداد، العراق.

¹akervanci@gmail.com, ²muftitorhan@yahoo.com, ³Mustafa.shahab.ahmad@gmail.com

الملخص

اعتمدت الدراسة الحالية على جمع عشرون نموذجا من صخور الطفل العائدة لتكوين كولوش (الباليوسين - الايوسين الاسفل) ضمن منطقة دوكان في الجزء الشمالي الشرقي من العراق، اخضعت هذه النماذج الى دراسة مختبرية اشتملت على تحاليل كيميائية لتحديد تراكيز العناصر الرئيسية والابaria والعناصر الارضية النادرة لتمييز وتحديد تركيب صخور الاصل والظروف التكتونية والمناخ القديم للتكوين. تم تقييم الصخور الاصل بصورة اساسية اعتمادا على العلاقة النسبية ل(TiO_2) / (TiO_2 / Zr) و (Al_2O_3 / Al_2O_3) وال العلاقة الثانية بين TiO_2 و Al_2O_3 ، اذ تشير هذه العلاقات الى ان صخور الاصل المجهزة لصخور الطفل ضمن تكوين كولوش هي صخور نارية متوسطة. وبالاعتماد على العلاقة الثانية بين (SiO_2 %) و(K_2O/Na_2O) وبين مجموعة العناصر ($MgO+Fe_2O_3$ %) و (TiO_2 %) وكذلك العلاقات المعتمدة على محتوى العناصر (Co, Th, Sc, Zr, La). لوحظ بان البيئة التكتونية لصخور الطفل تقع ضمن بيئة (Oceanic Island Arc). ولتحديد النضوجية الكيميائية وظروف المناخ القديم، تم الاعتماد على قيم معامل التحلل الكيميائي (CIA) والتي ظهرت بمعدل (35%) لنماذج الدراسة من صخور الطفل، وعلى قيم Al_2O_3 - $CaO+Na_2O-K_2O$ وال العلاقة الثانية بين (SiO_2 %) و ($Al_2O_3+Na_2O_3+K_2O$ %)، مما يشير الى قلة التجوية الكيميائية لصخور الاصل وان هذه الصخور تكونت تحت ظروف مناخية شبه جافة.

الكلمات الدالة: كولوش، صخور الطفل، الصخور المصدرية، التكتونية، منطقة دوكان.

DOI: <http://doi.org/10.32894/kujss.2019.14.2.8>

Shales Geochemistry within Kolosh Formation (Paleocene – Early Eocene) in Dokan Region – Northeastern Iraq; Implications for Provenance, Paleoweathering and Tectonic Setting

Abbas R. Ali¹, Torhan M. H. Al-Mufti², Mustafa S. Ahmed³

^{1,3} Department of Applied Geology, Collage of Science, University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq.

²General Secretariat for the Council of Ministers, Baghdad, Iraq.

¹akervanci@gmail.com, ²muftitorhan@yahoo.com, ³Mustafa.shahab.ahmad@gmail.com

Abstract

The study is carried out on twenty shale samples that were collected from the Kolosh Formation (Paleocene – Early Eocene) within the Dokan area at northeastern part of Iraq. The samples were subjected to laboratory studies including chemical analyses for origin rock characterizing source rock composition, paleo-weathering conditions and tectonic. The origin rock compositions were evaluated mainly based on Al_2O_3/TiO_2 , TiO_2/Zr ratios and a TiO_2 and Al_2O_3 bivariate. The result suggest predominantly intermediate igneous source rock of the Kolosh Formation shale's. The bivariate plot, of (K_2O/Na_2O) and (SiO_2) , $(MgO+Fe_2O_3\%)$ and $(TiO_2\%)$, as well as the refashion ships based on the elemental components (Co, Th, Sc, Zr, La) were used to reveal tectonic setting of the depositional basin. All Kolosh Formation shale's samples were in Oceanic Island Arc. CIA values, bivariate plot of $(SiO_2\%)$ and $(Al_2O_3+Na_2O_3+K_2O)\%$ and $(Al_2O_3- CaO+Na_2O- K_2O)\%$ compositional space of the shale samples were utilized to infer the chemical maturity and the pale weathering conditions of the Formation. The results shows that Kolosh shale samples represent lower degree of chemical weathering of origine rock which imply semi-arid climatic conditions.

Keywords: Kolosh, Shale, Provenance, Tectonic, Dokan region.

DOI: <http://doi.org/10.32894/kujss.2019.14.2.8>

1. المقدمة:

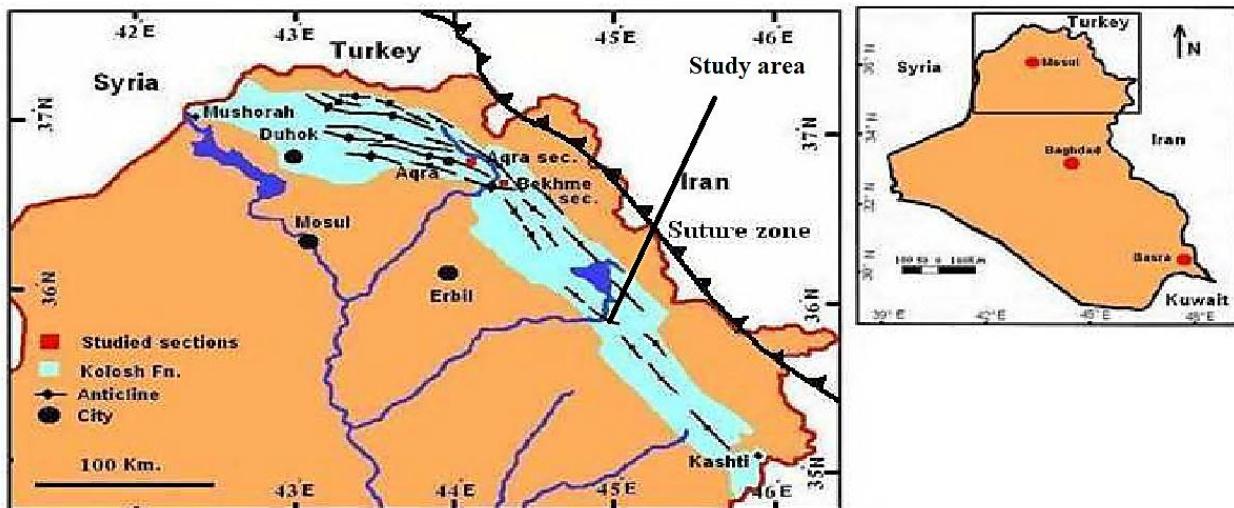
وصف تكوين كولوش لأول مرة عند المقطع النموذجي (type section) في منطقة كولوش شمال كويسنجد من قبل [1]. يمثل تكوين كولوش تربات فتاتية (Clastic sediments) لتابعات طباقية متغيرة في سماكة، وهي متكررة ومتاغمة من صخور رملية ذات لون اخضر داكن والبعض منها ذو لون رمادي متداخلة طباقياً مع صخور الطفل ذو اللون الرمادي الداكن والاسود المتصفح (black fissile shale) أو بشكل عدسات مع بعض الوحدات من الصخور الغرينية (siltstone) والجيرية (limestone) وقليل من المدملات (Conglomerate) [2] يمثل تكوين كولوش واتفاق آراء عدد كبير من الباحثين احدى تكوينات الدورة الترسيبية لفترة الباليوسين - الأيوسين المبكر (Paleocene – Early Eocene) [3,4] ينكشف التكوين وينتشر بشكل واسع في عدة مناطق من شمال وشمال شرق العراق، مثل شقلة وشیخان وبانك وبازيان وفي طيبة بيخير في دهوك، وهجران وكويسنجد (في منطقة كولوش) ومنطقتي دوكان ودربنديخان ومناطق أخرى.

اعتمدت دراسات كثيرة على صخور الحجر الرملي (Sandstone) وبشكل واسع في تحديد وتمييز مصدرية الصخور، غير ان صخور الطفل تعد ذات اهمية مقارنة بالحجر الرملي في دراسة الاصل وذلك لانه يعكس معدل تواجد العناصر في تركيب القشرة الارضية وهذا بسبب طبيعته المتباينة ونفاديته القليلة مابعد عملية الترسيب، لهذا تعد جيوكيمائية صخور الطفل افضل من جيوكيمائية الصخور الاخرى في دراسة المصدر [5]. اثبتت جيوكيمائية العناصر الرئيسية والثانوية لصخور الطفل اهميتها الواسعة في دراسة المصدر والمناخ القديم لعدد من الاحواض الرسوبيّة [6-9] وقد اشار [10,11] بان العناصر غير المتحركة (Ti-Al-Zr) يساعد بشكل خاص في تقييم طبيعة صخور المصدر، وكذلك قام [12,13] بعدد من المحاولات لفهم البيئات التكتونية بالاعتماد على التغير النسبي للاكسيد الرئيسية ضمن صخور الطفل.

تتمثل منطقة الدراسة بتكوين كولوش في منطقة دوكان في الجزء الشمالي الغربي لمدينة السليمانية وتحديداً ضمن الجناح الجنوب الغربي لطية كوسرت وعلى بعد (50 km) تقريباً عن مركز المدينة، ما بين خط العرض (35° وخط الطول (1.2° 55' 44") وخط الطول (24.47° 55' 1.2") كما موضح في الشكل 1. اذ تهتم الدراسة الحالية باجراء تقييم نماذج

صخور الطفل المختارة من منطقة دوكان والمنكشفة في جنوب غرب طيبة كوسرت ضمن قضاء دوكان بالاعتماد على

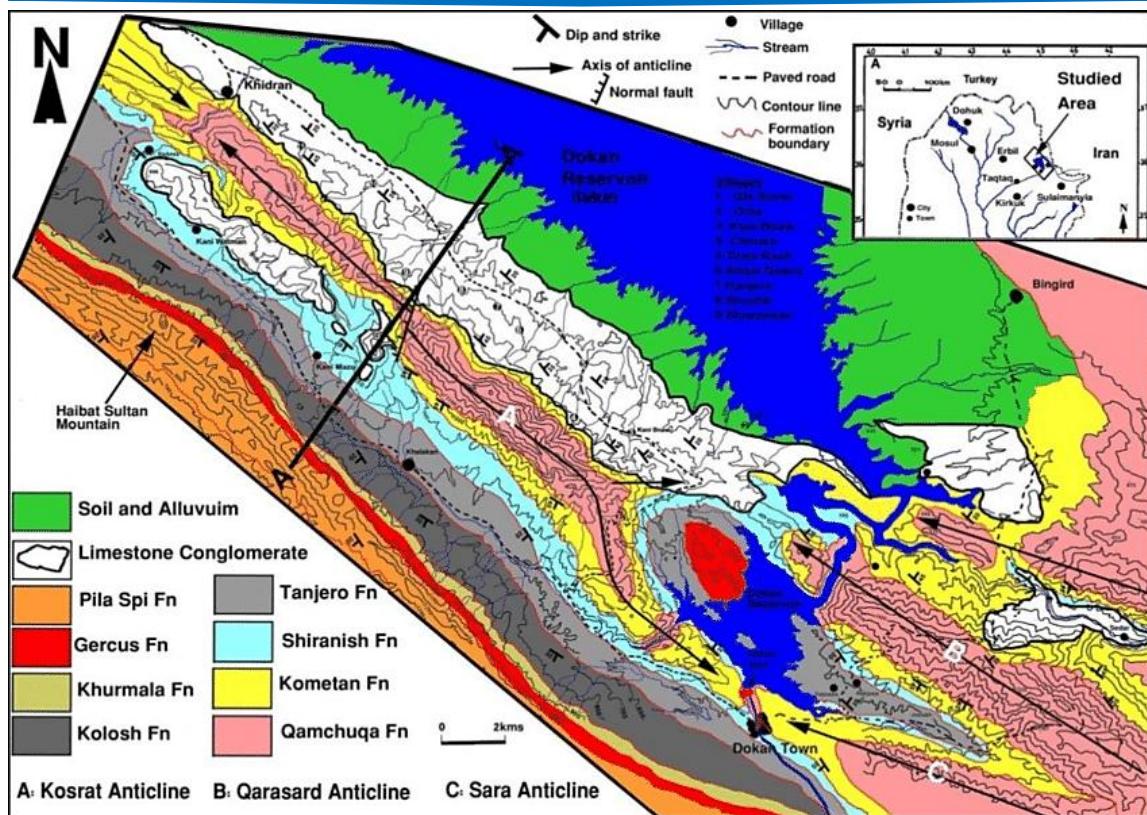
العناصر والاكسيد المعتمدة لوصف وتمييز الصخور المصدرية والتكتونية والمناخ القديم ضمن منطقة الدراسة.



شكل 1: خارطة موقعة لمنطقة الدراسة عن [14].

2. الوضع الجيولوجي:

تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الطيات العالية في الجزء الخارجي للصفحة العربية [15] كما في [الشكل 2](#) تمتاز طيات منطقة الدراسة بأنها تكون طولانية وضيقة ذات اتجاه (NW-SE) وان قسم من هذه الطيات يظهر فيها انقلاب محلي في اجنحة الطيات، ويشكل عام تكون الانقلابات في الجناح الجنوب الغربي. وبصورة عامة تظهر في معظم الطيات فوالق، حيث تمتد قسم من هذه الفوالق الى مسافات تصل لعدة كيلومترات باتجاه (NW-SE)، وقسم قليل منها تمتد باتجاه (NE-SE)، وان اغلب هذه الفوالق هي من النوع المعكوس (Reverse) [15]. ان منطقة الدراسة تقع ضمن المنطقة التي عانت من الحركات البناءة للجبال وتحديدا (Late Alpine orogeny) والتي ادت الى تشكيل الطيات. ان الدلائل التكتونية الحديثة يشير بان هذه القوى البناءة ما زالت نشطة (Active) [16]. تكشف في منطقة الدراسة ستة تكوينات جيولوجية وهي من الاقدم الى الاحديث عمرا تكونين شيرانتش (Late Campanian-Maastrichtian)، تكونين تانجيرو (Paleocene-Early Eocene)، تكونين كولوش (Campanian-Maastrichtian)، تكونين خورماله (Middle Eocene)، تكونين جركس (Middle Miocene)، تكونين سنجار (Eocene).



شكل 2: خارطة جيولوجية للمنطقة عن [14].

3. المواد وطريقة العمل:

تم جمع عشرون نموذجاً من صخور الطفل المختارة ضمن منطقة دوكان، حيث تم تحليل النماذج بطريقة تقنية البلازما مزدوجة الحث (ICP-MS) في مختبرات اكما في فانکوفر في كندا والتي تعد من الطرق الحديثة والمتبعة في تحليل العناصر الرئيسية والثانوية والارضية النادرة، اذ تمت تهيئة وتحضير النماذج وذلك بتقنيتها وتجفيفها وتمريرها من مناخي ذات الحجم (200 Micron) ومن ثم وضعها في اكياس خاصة ومحكمة لغرض ارسالها الى المختبر. يتالف جهاز (ICP-MS) من منظومة ادخال النماذج ومصباح لتوليد غاز الاركون ومنظومة الناقل البصري والمطياف ومولد الترددات العالية فضلاً عن لوحة لبيان النتائج، حيث يمتاز الجهاز بحدود تحسس عالي الدقة. ان عملية تحليل العناصر بهذه الطريقة تتم بعدة اساليب مثل طريقة العوامض الاربعة (HClO₄-Hf-HNO₃-HCl).

يتم اجراء بعض الخطوات للنماذج الصلبة قبل القياس وكما ياتي

1. تجفيف النماذج بدرجة حرارة (60C°).
2. تخل النماذج بحجم (150 mesh).
3. يوزن (g 0.25) من النموذج ويوضع في انببيب خاصة من التيفلون.
4. عملية هضم النموذج بإضافة (10 ml) من المحلول الحامضي الى انببيب الاختبار التي تحوي النموذج ومن ثم يسخن الى ان تخرج الاخرة ثم يترك ليجف.
5. اضافة (4 ml) من (HCl) بتركيز(%) 50) الى المتبقى ومن ثم تسخينه في الفرن وبعد تبریده ينفل الى انببيب اختبار بلاستيكية ويکمل المحلول الى حجم (10 ml) وهذا المحلول سوف يدخل الى الجهاز لكي يتم تحليله.

4. النتائج والمناقشة:

4.1 محتوى العناصر الرئيسية والثانوية والاثرية:

يبين **الجدول 1** تركيز عناصر الرئيسية والثانوية وعناصر الارضية النادرة، ويتبين من الجدول سيادة اوكسيد السليكا (SiO₂) اذ بلغ معدله (35%) مقارنة بباقي الاكاسيد الرئيسية وهذا يعزى إلى دخوله كمكون رئيس ضمن التركيب البلوري للمعادن الطينية فضلاً عن وجوده بشكل سليكا حرة، وعند مقارنة نماذج الدراسة مع صخور الطفل العالمية [17] لوحظ بان معدل تركيز اوكسيد السليكا(SiO₂) في هذه النماذج هو اقل من معدل تركيزه في صخور الطفل، ويعزى النقصان بنسبة السليكا الى زيادة نسبة الكاربونيت (اوکسیدي الكالسيوم والمغنيسيوم) في الصخور قيد الدراسة، بينما بلغت معدل تركيز اوكسيد الالمنيوم (Al₂O₃) (5.66%) مما يلاحظ ارتفاع نسبة الالومينا مقارنة بباقي الاكاسيد وهذا يعود كونه المكون الأساسي للبناء البلوري للمعادن الطينية ومعادن الفلدسبار [18] بينما يلاحظ بان معدل تركيز اوكسيد الالمنيوم في الدراسة الحالية هو اقل من معدل تركيزه في صخور الطفل العالمية [7] ويعزى سبب انخفاض نسبتها إلى ارتفاع نسبة الكربونات في صخور الدراسة، اما معدل تركيز اوكسيد الحديد (Fe₂O₃) بلغت (8.53%) مما يلاحظ بان معدل تركيز اوكسيد الحديد هو مقارب من معدل تركيزه في صخور الطفل [17]، في حين بلغ معدل تركيز اوكسيد الكالسيوم (CaO) (11.08%) وهو اعلى من معدل تركيزه في صخور الطفل العالمية [17]. اذ يمكن ان تسهم الصخور الكاربوناتية والجبسية الموجودة في التكوينات الاخرى بتجهيز الكالسيوم فضلاً عن مساهمة الفلدسبار بنسبة اقل. اما تركيز اوكسيد الصوديوم

(Na₂O) بلغ بمعدل (0.057%) وهو اقل من معدل تركيزه في صخور الطفل العالمية [17]، بينما بلغ معدل تركيز المغنيسيوم (MgO) (12.04%) مما يلاحظ بان معدل تركيز اوكسيد المغنيسيوم هو اعلى من معدل تركيزه في صخور الطفل العالمية [17]، ويبلغ معدل تركيز اوكسيد البوتاسيوم (K₂O) (1.034%) مما يلاحظ بان معدل تركيز اوكسيد البوتاسيوم هي اقل من معدل تركيزه في صخور الطفل العالمية [17]. بلغ معدل تركيز اوكسيد التيتانيوم (TiO₂) (0.3%) مما يلاحظ بان معدل تركيز اوكسيد التيتانيوم هي اقل قليلا من معدل تركيزه في صخور الطفل العالمية [17].

اما عنصر الكوبالت (Co) بلغ معدل تركيزه (55.21 ppm) مما يلاحظ بان معدل تركيز الكوبالت هي اعلى من معدل تركيزه في صخور الطفل العالمية [17] . بينما عنصر السكانديوم (Sc) بلغ معدل تركيزه (16.45 ppm) مما يلاحظ بان معدل عنصر السكانديوم هي اقل من معدل تركيزه في صخور الطفل العالمية [17]. اما عنصر الزركونيوم (Zr) بلغ معدل تركيزه (28.26 ppm) مما يلاحظ بان معدل عنصر الزركونيوم هي اقل من معدل تركيزه في صخور الطفل العالمية [17]. وكذلك يلاحظ بان معدل تركيز عنصر الثوريوم (Th) بلغ (0.545 ppm) مما يلاحظ بان معدل عنصر الثوريوم (6.3 ppm) هي اقل من معدل تركيزه في صخور الطفل العالمية [17] . اما معدل تركيز عنصر اللانثانوم (La) بلغت (17). مما يلاحظ بان معدل عنصر اللانثانوم هي اقل من معدل تركيزه في صخور الطفل العالمية [17].

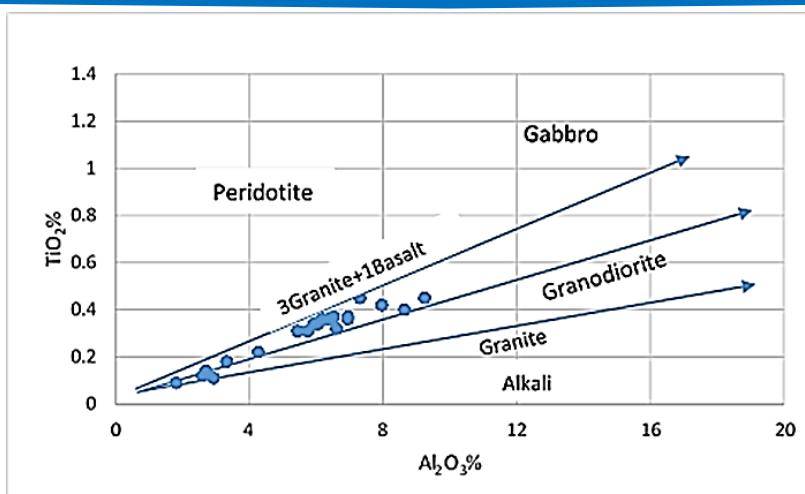
4.2 تركيب الصخور المصدرية:

تعتمد المصادر العلمية على الدلائل والبيانات الجيوكيميائية للصخور الرسوبيبة الفاتاتية لتحديد خصائص ومميزات الصخور المصدرية. اذ تعد العناصر المتحركة (Mg-Ca-Na) اقل اهمية في تحديد تركيب الصخور المصدرية [19]، اما العناصر غير المتحركة (Ti-Al-Zr) فتعد مهمة جدا في دراسة مصدرية الصخور وذلك بسبب الذوبانية القليلة لأكسيدات وهيدروكسيدات هذه العناصر في المحاليل المائية ذات الحرارة الواطئة [19] [20] ولكن يتأثر بالظروف المناخية القوية جدا اذ يتم اضمحلال نسبة (Al/Ti) في الاجزاء العليا من مقاطع التجوية [21][22] ولهذا فان قيمة (Al/Ti) لمعظم الصخور الرسوبيبة تعكس معدل تركيب الصخور ضمن منطقة المصدر [19]، اما عنصر (Ti) يتواجد في الصخور النارية ضمن المعادن القاعدية (البايروكسین-الكلورايت-البايوتايت) بينما (Al) في الفلسبار. ان قيمة (Al/Ti) تزداد مع زيادة محتوى السليكا (SiO₂) وان معدل قيمة (Al₂O₃/TiO₂) يتراوح ما بين (11-3) للصخور القاعدية و(11-21) للصخور

المتوسطة و (70-21) للصخور الحامضية [19]، وتبين في دراسة الحالية ان قيمة (Al_2O_3/TiO_2) والتي تراوحت بين (19.23-16.2) وبمعدل (26.5) هي صخور نارية متوسطة كما موضح الشكل (3).

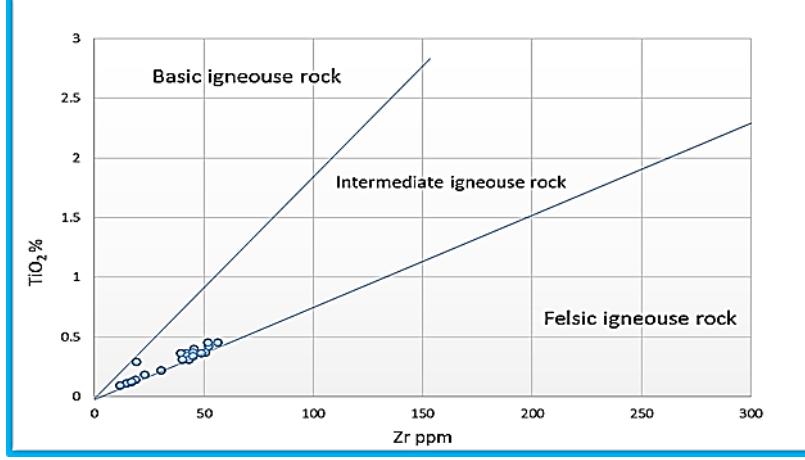
جدول 1: تركيز العناصر الرئيسية والثانوية والارضية النادرة وتركيز معامل التحلل الكيميائي.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Sc	Co	Th	Zr	La	Al ₂ O ₃ /TiO ₂	CIA
Sample	%	%	%	%	%	%	%	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	
M1	15.77	2.92	4.73	17.26	21.24	0.14	0.81	0.11	8	23.6	0.7	14.8	5	26.5	6.85
M2	52.94	7.3	8.69	6.56	0.52	0.04	1.43	0.45	20	22.3	2.6	56.4	5.9	16.2	74.0
M3	15.84	1.8	3.61	16.97	22.88	0.1	0.27	0.09	5	26.5	0.6	11.9	4.7	20	4.1
M4	47.19	7.96	12.77	12.72	1.23	0.05	2.62	0.42	21	61.9	2.5	52.3	6	18.9	60.8
M5	44	6.6	11.02	17.82	1.56	0.04	1.36	0.32	18	66.5	1.7	40.4	6.9	20.6	60.5
M6	38.9	6.94	8.28	13.28	6.39	0.11	1.49	0.36	20	81.6	1.5	42.2	3.6	19.27	34.1
M7	35.12	9.24	12.37	16.09	5.5	0.09	1.37	0.45	31	93.8	2	51.7	3.4	20.5	44.2
M8	37.48	8.64	12.62	14.22	4.44	0.05	1.17	0.4	28	161.7	1.7	45.4	5	21.6	47.9
M9	44.75	6.18	10.53	7.87	0.88	0.03	0.89	0.36	20	26.4	1.2	39.3	2.8	17.1	70.2
M10	21.03	2.69	5.93	6.24	33.15	0.02	0.27	0.14	9	51.6	0.7	18.8	14.1	19.2	4.2
M11	46.01	5.92	9.82	7.09	1.04	0.03	1.04	0.34	18	23.1	1.5	42.4	3.3	17.4	65.8
M12	47.65	6.94	8.86	7.28	0.48	0.04	1.53	0.37	21	23.2	1.6	45.1	2.7	18.7	72.7
M13	49.18	6.52	9.79	10.11	3.78	0.04	1.19	0.37	16	57.8	2.5	50.6	9.6	17.6	44.3
M14	32.28	4.26	6.86	8.71	21.16	0.03	0.6	0.22	12	43	1.4	30.5	14.6	19.3	9.8
M15	40.19	5.44	7.02	9.81	13.94	0.04	1.01	0.31	14	54.5	2	43.1	9.9	17.5	17.06
M16	20.75	2.58	3.89	15.54	21.09	0.1	0.27	0.12	7	33.7	0.7	16.8	5.2	21.5	6.23
M17	31.3	6.04	9.1	14.46	11.48	0.06	1.06	0.34	17	68.1	2	45.2	5.7	17.7	21.4
M18	33.07	6.35	11.05	12.2	9.11	0.05	1.08	0.36	18	80.8	2.2	48.8	6.1	17.6	26.2
M19	28.32	5.74	8.05	14.38	14.15	0.04	0.79	0.31	16	61.4	1.4	40.2	5.6	18.51	17.7
M20	18.26	3.31	5.63	12.24	26.83	0.04	0.42	0.18	10	42.7	0.9	22.8	6.1	18.3	6.29
Av	35	5.669	8.531	12.04	11.043	0.057	1.034	0.301	16.45	55.21	1.57	37.94	6.31	19.2	34.7



شكل 3: مخطط تمييز صخور المصدرية بالاعتماد على العلاقة ما بين (Al₂O₃%) و (TiO₂%). [19].

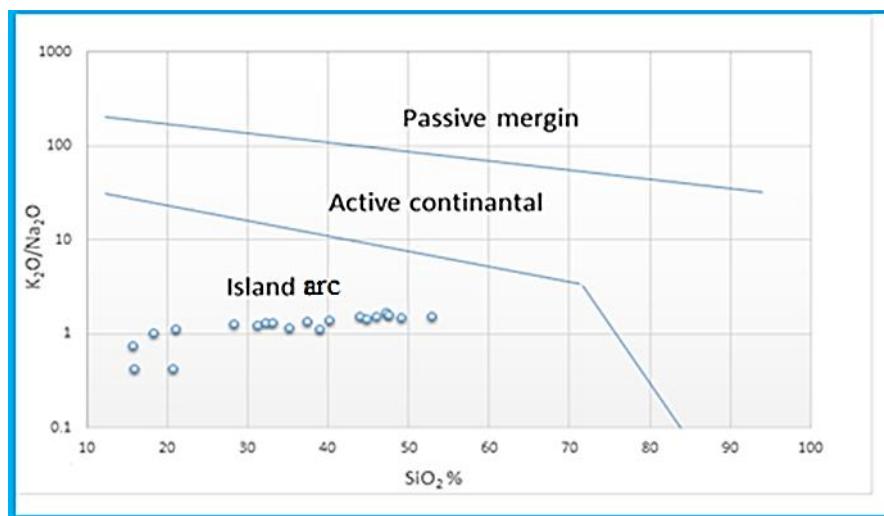
يعد عنصر الزركون (Zr) واحد من الاطوار غير المتحركة ولهذا يعد من العناصر المهمة في معرفة وتمييز صخور المصدر [19]، وبما ان كل من (Ti-Zr) يسلكان سلوكاً متشابهاً من حيث الحركة خلال عمليات التجوية والنقل والترسيب وكذلك خلال مراحل العمليات التحوييرية (Diagenetic)، لذا فان تركيزهما يعد مؤشراً فعالاً في تحديد نوعية الصخور المصدرية، ان العلاقة ما بين العنصرين والموضحة في [الشكل 4](#) تشير الى وجود ثلاثة انواع مختلفة من الصخور المصدرية (القاعدية- المتوسطة- الحامضية) وبالاعتماد على هذا المخطط فان صخور المصدرية لنماذج الدراسة الحالية مشتقة من الصخور النارية المتوسطة والموضحة في [الشكل 3](#).



شكل 4: مخطط تمييز صخور المصدرية بالاعتماد على العلاقة ما بين (Zr ppm) و (TiO₂%). [19].

4.3 البيئة التكتونية:

تعد البيانات الجيوكيميائية من افضل الطرق لوصف صخور الاصل فضلا عن البيانات التكتونية للصخور الرسوبيّة الفتاتية. لقد اشار كل من [12,23] الى وجود ثلات بيئات تكتونية مختلفة للاحواض الرسوبيّة (active continental) ، وبالاعتماد على المخطط ثنائي المتغيرما بين (margin, passive margin or intracratonic and island arcs) ليبيان البيئات التكتونية لمجاميع (Mudstone-Sandstone-Shale) (K₂O/Na₂O) و (SiO₂%) والمستخدمة لعدد من الاحواض الرسوبيّة القديمة والحديثة، تبين بان البيئة التكتونية القديمة لتكوين كولوش ضمن منطقة الدراسة هي (Island arc) والموضحة في **الشكل 5**.

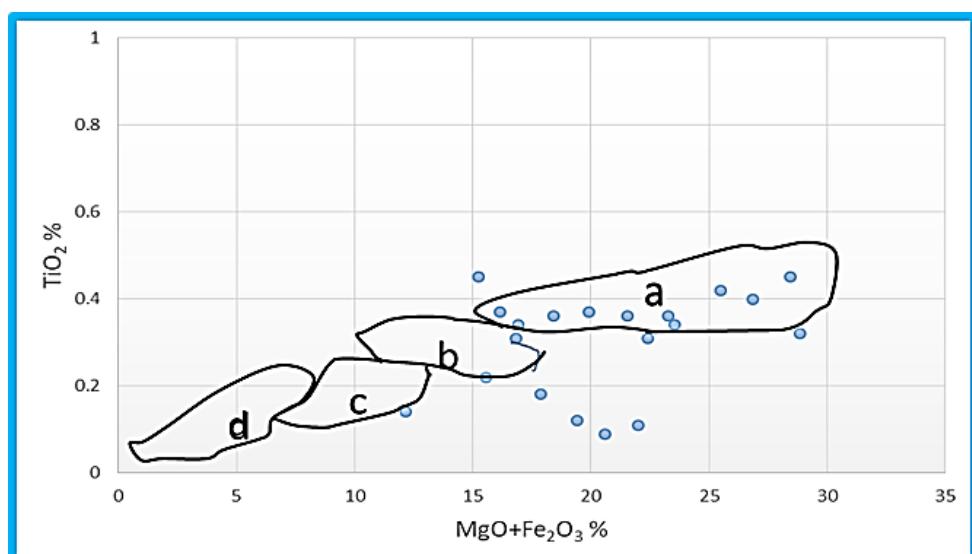


شكل 5: مخطط الوصف للبيئات التكتونية لفترات تكون كولوش بالاعتماد على (K₂O/Na₂O) و (SiO₂%).

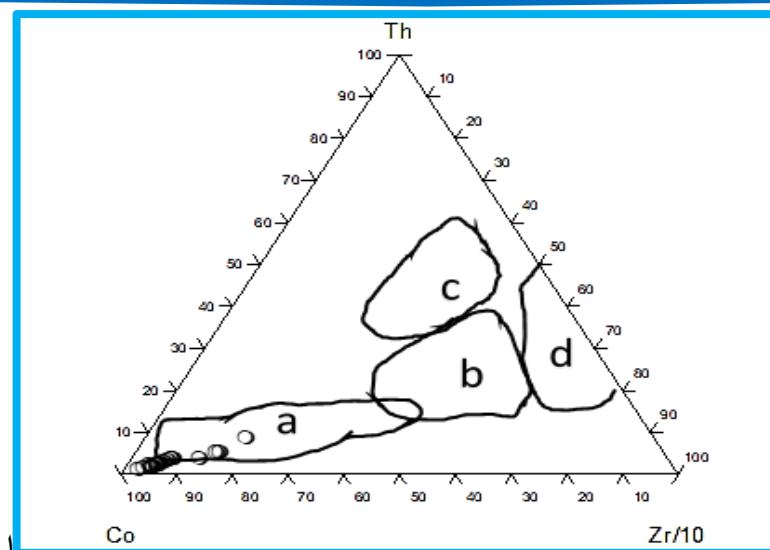
كما وشار العلاقة ما بين مجموع العناصر القاعدية والمنتشرة (MgO+Fe₂O₃%) و (TiO₂%) الى ان معظم نماذج الدراسة تقع ضمن بيئة تكتونية ممثلة ببيئة (Oceanic Island Arc) باستثناء نموذج (14) و (15) اذ تقع ضمن بيئة (Continental Arc) ونموذج واحد (10) تقع ضمن بيئة (Active Continental margin) والموضحة في **الشكل 6**، اذ تشير هذه البيئة الى احتمالية الترسيب للأكاسيد الحديدية نتيجة للعمليات الجيولوجية المختلفة (Geological process) لبعض الوحدات الصخرية المرافق لصخور الطفل (Shale) ضمن تكون كولوش وكذلك من البيئات السطحية في بعض المناطق.

ويلاحظ ايضا وبالاعتماد على المخطط المقترن من قبل [24] والمتمثل بعلاقة (Th-Co-Zr/10) لوصف البيئات التكتونية، بان نماذج الدراسة الحالية تقع ضمن بيئه (Oceanic Island Arc) وكما موضح في **الشكل 7**. ان محتوى عنصر الزركون (Zr) يكون اعلى من محتوى عنصر (Sc) في الصخور النارية الحامضية ضمن بيئه (Passive Island) بينما في بيئه (Active continental margin) تكون فيها محتوى (Th) عالي، و في بيئه (mergine) تكون محتوى (Sc) عالي [25]، و بالاعتماد على تراكيز العناصر (Continantal Arc) فان نماذج الدراسة الحالية تقع ضمن بيئه (Oceanic Island Arc) وكما هو موضح في **الشكل 8**.

وبالاعتماد على مخطط (La-Th-Sc) لوصف البيئات التكتونية والموضحة في **الشكل 8** يشير الى ان نماذج الدراسة الحالية لصخور الطفل تقع ضمن بيئه (Oceanic Island Arc)، وقد اشار [25] عند دراسته للرواسب الفتاتية وجود اضمحلال في محتوى الثوريوم (Th) وزيادة في محتوى السكانديوم (Sc) لصخور المصدر المجهزة الفتاتيات في الحوض الرسوبي، **الشكل 9**.

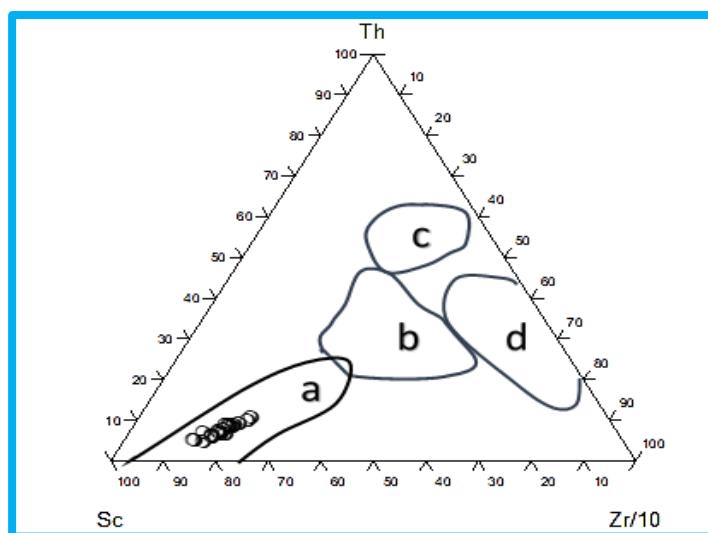


شكل 6: مخطط الوصف التكتوني بالاعتماد على $(\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{MgO})$ و $(\text{TiO}_2\%)$ لفتاتيات تكوين كولوش. a, oceanic island arc; b, continental arc; c, active continental margin; d, passive continental [24] margin



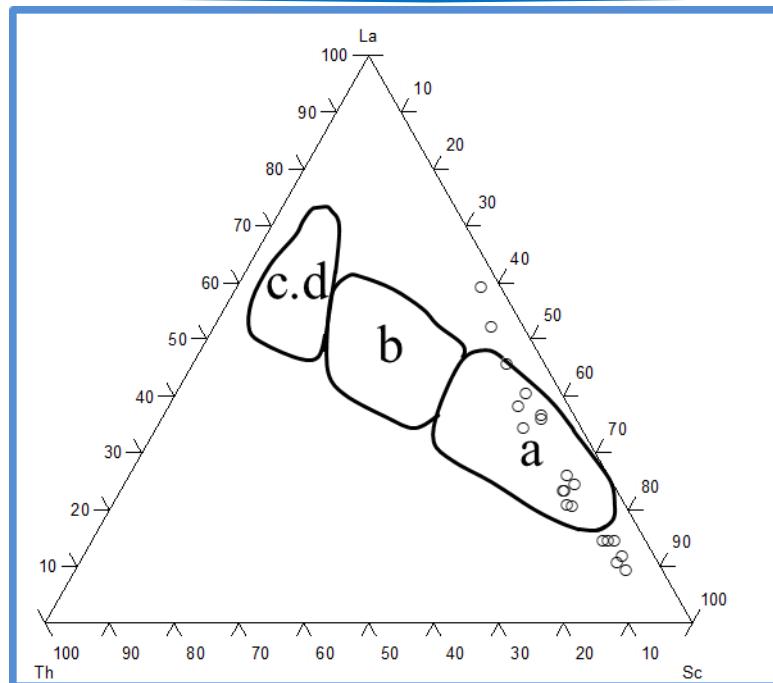
شكل 7: مخطط الوصف التكتوني بالاعتماد على (Th, Co, Zr/10) لفتاتيات تكوين كولوش.

[24] b, continental arc; c, active continental margin; d, passive continental margin



شكل 8: مخطط الوصف التكتوني بالاعتماد على (Sc, Th, Zr/10) لفتاتيات تكوين كولوش.

[24] b, continental arc; c, active continental margin; d, passive continental margin



شكل 9: مخطط الوصف التكتوني بالاعتماد على (La,Th, Sc) لفتاتيات تكوين كولوش.

[24] b, continental arc; c, active continental margin; d, passive continental margin

4.4 ظروف المناخ القديم:

يتم التحكم في نسبة التجوية الكيميائية لصخور المصدر ومعدل التعرية من خلال المناخ وكذلك تركيب صخور المصدر وظروف التكتونية للمنطقة [26]. اذ ان التجوية الكيميائية تكون عادة في المناطق المستقرة تكتونيا والمناطق ذات المناخ الحار والرطبة، يعد معامل التحلل الكيميائي (Chemical index of alteration) من الطرق المتبعة لوصف المناخ القديم والتاريخ التكتوني للصخور [27]، اذ يعد معامل التحلل الكيميائي من أفضل المعاملات لمعرفة مدى تأثير التجوية وتعد من القياسات شبه الكمية لدرجة التجوية السليكاتية في حوض التغذية، تم أحتساب معامل التحلل الكيميائي بالاعتماد على المعادلة الموضحة في [28] المقترحة من قبل [29] وهي كالتالي:

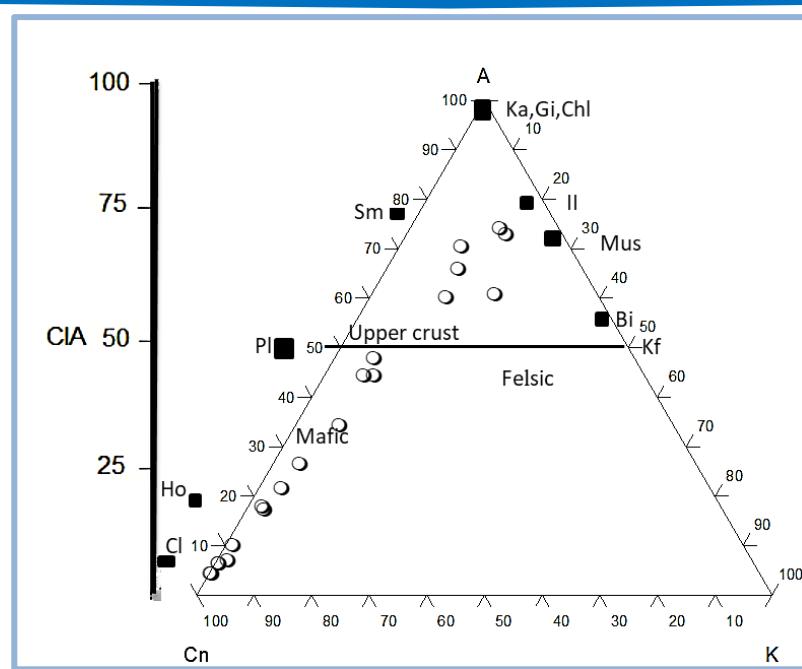
$$CIA = \frac{Al_2O_3}{(Al_2O_3 + CaO^* + Na_2O + K_2O)} \times 100 \quad (1)$$

$$CaO^* = (CaO) - [10/3 \cdot (P_2O_5)] \quad (2)$$

إذ ان (CaO^*) يمثل تركيز أوكسيد الكالسيوم الموجود في الجزء السيليكات ويعزى سبب استخدام تركيز أوكسيد الكالسيوم CaO^* في الجزء السيليكاتي بدل من تركيزه في النماذج الكلية نتيجة لارتباط CaO بالمعادن الكاربوناتية [30]، وقد اشار [31] ان استخدام CaO^* بدلًا من تركيز CaO عندما يكون $(CaO \leq Na_2O)$ ولكن عندما يكون $(CaO > Na_2O)$ يتم الاعتماد على التركيز الكلي لأوكسيد الكالسيوم (CaO) في النماذج الكلية وهذا ما لوحظ في نماذج الدراسة الحالية **الجدول 1** من خلال تطبيق المعادلة أعلاه تبين ان قيمة معامل التحلل الكيميائي (CIA) للنماذج في منطقة الدراسة تتراوح بين $(74.04-6.29)$ وبمعدل (35%) والموضحة في **الشكل 10** وتعد هذه القيمة واطئة جدا لقيم التجوية الكيميائية مقارنة مع قيمة معامل التحلل الكيميائي $(70-75) CIA = 70$ لصخور الطفل [29] تشير القيمة الواطئة لمعامل التحلل الكيميائي إلى قلة التجوية الكيميائية لصخور المصدريه وبالتالي إخضاعه إلى عمليات الغسل السريعة لنواتج التجوية بسبب الارتفاعات العالية للمناطق المصدريه، وتعكس أيضا المناخ شبه الجاف لبيئة التجوية وكذلك تشير إلى قرب حوض الترسيب وقلة مسافة النقل [30]، ويتبين أيضا دور الكبير للعوامل الفيزيائية في السيطرة على نشوئية هذه الرواسب، فضلا عن وجود عوامل أخرى تؤثر على قيمة (CIA) منها الفرز وأصل الترسبات [32].

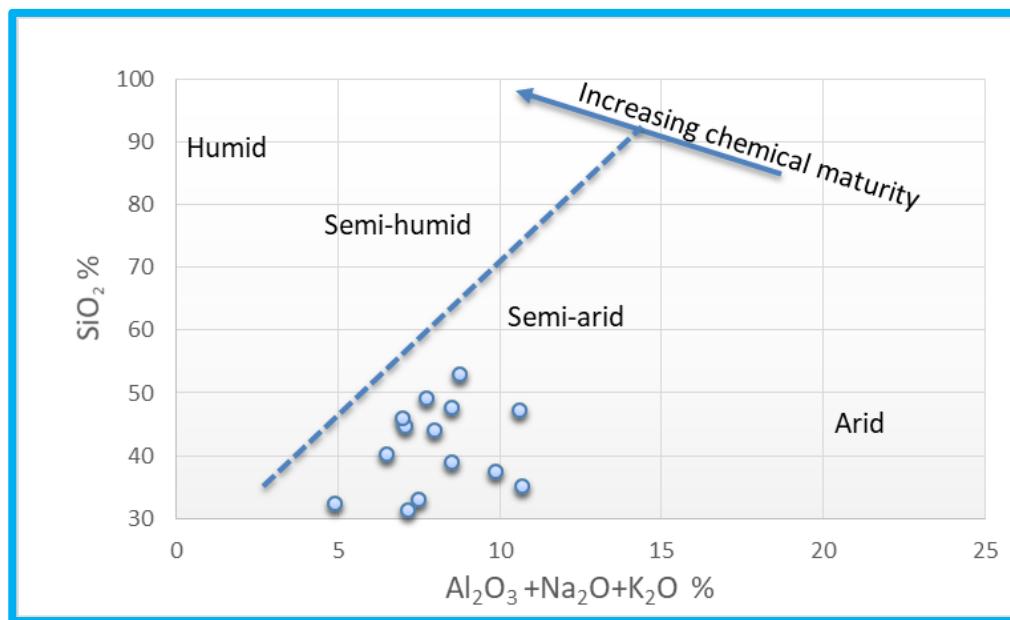
كذلك تشير القيمة الواطئة لمعامل التحلل الكيميائي إلى تحكم التجوية الفيزيائية وعمليات التعرية في تحديد كيميائية صخور منطقة الدراسة.

وأيضا تم استخدام مخطط $(SiO_2\%)$ و $(Al_2O_3+Na_2O_3+K_2O)\%$ لتمييز النصوجية الكيميائية لنماذج الدراسة في منطقة الدراسة كدالة للظروف المناخية [33] وقد اتضح من خلال المخطط (11) بان نماذج الدراسة تكونت تحت ظروف مناخية شبه الجافة والتي تشير الى قلة النصوجية الكيميائية.



شكل 10: مخطط ثلاثي المتغير (ACNK) لصخور الفتاتية لتكوين كولوش. [31]

$K = K_2O$, $A = Al_2O$



شكل 11: مخطط النضوجية الكيميائية بالاعتماد على $(SiO_2\%)$ و $(Al_2O_3 + Na_2O + K_2O\%)$. [33]

5. الاستنتاجات

تبين من خلال معطيات التحليل الجيوكيميائي وبالاعتماد على العلاقة النسبية لقيم $(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2)$ و (TiO_2/Zr) ان الصخور المصدر لهذه النماذج هي صخور نارية متوسطة، اذ تسلك معظم هذه العناصر سلوكاً متشابهاً خلال عمليات التجوية والنقل والترسيب وكذلك خلال مراحل العمليات التحويلية، لذا فان تركيزهما تعد مؤشراً فعالاً في تحديد نوعية الصخور المصدرية.

تشير معظم المخططات المقترحة لوصف البيئة التكتونية للأحواض الرسوبيّة والمتمثلة بالمخطط ثنائى المتغير ما بين $(\text{TiO}_2\%)$ و $(\text{SiO}_2\%)$ ، والعلاقة ما بين مجموع العناصر القاعدية والمتمثلة $(\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)\%$ و $(\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O})$ فضلاً عن العلاقة بين $(\text{La}-\text{Th}-\text{Sc}-\text{Zr})$ و $(\text{Th}-\text{Co}-\text{Zr}/10)$ و $(\text{Island Continental arc})$ بان البيئة التكتونية القديمة لتكوين كولوش ضمن منطقة الدراسة هي.

تشير القيمة الواطئة لمعامل التحلل الكيميائي (CIA) والعلاقة بين $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Na}_2\text{O}_3+\text{K}_2\text{O})\%$ و $(\text{SiO}_2\%)$ لبيان النضوجية الكيميائية، إلى قلة التجوية الكيميائية لصخور المصدر وبالتالي إخضاعها إلى عمليات الغسل السريعة لنواتج التجوية بسبب الأرتفاعات العالية للمناطق المصدرية وقرب الحوض الرسوبي من هذه المرتفعات التي كونت المصدر والاسفل، وان هذه الصخور قد تكونت تحت ظروف مناخية شبه الجافة والتي تشير إلى قلة النضوجية الكيميائية لبيئة التجوية وكذلك تشير إلى قرب حوض الترسيب وقلة مسافة النقل، مما يتضح الدور الكبير للعوامل الفيزيائية في السيطرة على نشوئية هذه الرواسب، فضلاً عن وجود عوامل أخرى تؤثر على قيمة (CIA) منها الفرز وأصل الترببات، وكذلك تشير القيمة الواطئة لمعامل التحلل الكيميائي إلى تحكم التجوية الفيزيائية وعمليات التعرية في تحديد كيميائية صخور منطقة.

المصادر

- [1] T. Buday, "*The Regional Geology of Iraq*", V.1, Stratigraphy and Paleogeography. Publications of Geological Survey of Iraq, Baghdad, 445 (1980).

- [2] S. Z. Jassim and G. C. Goff, "Geology of Iraq", Dloin, Prague and Moravian Museum, Brno, Czech Republic, 341, (2006).
- [3] R.C. Bellen, van, H.V Dunnington, R.Wetzel and D. Morton, " *Lexique Stratigraphic International*", Asie, Fasc. 10a, Iraq, Paris, (1959).
- [4] R. C Bellen, H. V. Dunnington, R. Wetzel and D.M. Morton, " *Lexique stratigraphique international*", Asie, Fasc. 10a, Iraq,Center Natu. Researche Scientifique, Paris, 336 , (1959).
- [5] M.T. McCulloch, and G.J. Wasserburg, " *Sm-Nd and Rb-Sr chronology of continental crust formation*", Science, 200, 1003 (1978).
- [6] R.L. Cullers, " *The geochemistry of shales, siltstones and sandstones of Pennsylvanian-Permian age, Colorado, USA: implications for provenance and metamorphic studies*", Lithos, 51, 181, (2000).
- [7] M. I. Bhat, and S. K. Ghosh, " *Geochemistry of the 2.51 Ga old Rampur Group pelites, western Himalayas: implications for their provenance and weathering*", Precamb. Res., 108, 16 (2001).
- [8] Y. II. Lee," *Provenance derived from the geochemistry of the Palaeozoic-early Mesozoic mudrocks of the Pyeongan Supergroup, Korea*", Sedimentary Geology, 149, 235 (2002).
- [9] A. Hofmann, R. Bolhar, P. Dirks and H. Jelsma, " *The Geochemistry of Archean shales derived from a mafic volcanic sequence, Belingwe greenstone belt, Zimbabwe: Provenance, source area unroofing and submarine versus subaerial weathering*", Geochim. Cosmochim. Acta, 67, 440 (2003).
- [10] S. R. Taylor, and S.M. McLennan, " *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*", Blackwell, Oxford, 312 (1985).

- [11] P. Huntsman-Mapila, A. B. Mumpunzu, B. Vink, and S. Ringrose, "*Cryptic indicators of provenance from the geochemistry of the Okavango Delta sediments, Botswana*", *Sedimentary Geology*, 148, 174 (2005).
- [12] B. P. Roser and R.J. Korsch, "*Determination of tectonic settings of sandstone-mudstone suits using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio*", *The Journal of Geology*, 94, 635 (1986).
- [13] L. Zhang, M. Sun, S. Wang and X. Yu, "*The composition of shales from the Odos basin. China: effects of source weathering and diagenesis*", *Sedimentary Geology*, 116, 141 (1998).
- [14] S. F. Fouad, "*Tectonic Map of Iraq, scale 1: 1000000*", 3rd Ed., Iraq Geological Survey Publications (GEOSURV), Baghdad, Iraq (2012).
- [15] K. Sissakian Varoujan, D. Abdul Ahad Ayda, Nадир Al-Ansari, Rebwar Hassan and Sven Knutsson, "*The Regional Geology of Dokan Area, NE Iraq*", *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*, 3, 63 (2016).
- [16] B. Al-Qayim, B. Nisan, "*Sedimentary facies analysis of Paleogene mixed carbonate clastic sequence, Haibat-Sultan Ridge*", NE-Iraq, *Iraqi Journal of Science*, 30(4), 557, (1989).
- [17] K. K. Turekian, and K. H. Wedephol, "*Distribution of the elements in some major units of the earth crust*", *Geol. Soc. Amer Bull*, 72, 192 (1961).
- [18] C. E. Weaver, and L. D. Pollard, "*The Chemistry of clay minerals*", *Development in sedimentology*, 15, 212, (1975).
- [19] K. Hayashi, H. Fujisawa, H. D. Holland, and H. Ohmoto, "*Geochemistry of ~1.9 Ga sedimentary rocks from northeastern Labrador, Canada*". *Geochim. Cosmochim. Acta*, 61, 4137 (1997).

- [20] K. Sugitani, Y. Horiuchi, and M. Adachi, "Anomalously low Al_2O_3/TiO_2 values for Archean crest from the Pilbara block, western Australia- possible evidence for extensive chemical weathering on the early earth", *Precambrian Res.*, 80, 49 (1996).
- [21] G. M. Young, and H. W. Nesbitt, "Processes controlling the distribution of Ti and Al in weathering profiles, siliciclastic sediments and sedimentary rocks", *Journal of Sedimentary Petrol.*, 68, 455 (1998).
- [22] H.W. Nesbitt, and G.M. Young, "Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic considerations", *Journal of Geology*, 48, 1534 (1984).
- [23] R. A. Concepcion, C. B. Dimalanta, J. G. Yumul Faustino, D. V. Eslava, K. L. Queano, J. R. Tamayo and A. Imai, "Petrography, geochemistry, and tectonics of a rifted fragment of Mainland Asia: evidence from the Lasala Formation, Mindoro Island, Philippines", *International Journal of Earth Sciences*, 643 (2011).
- [24] M. R. Bhatia, K.W. Crook, "Trace element characteristics of greywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins: Contributions to Mineralogy and Petrology", *scientific research*, 92(2), 193 (1986).
- [25] Z. S. A. Al-Ankaz, "Mineralogy, geochemistry and provenance of Dibdibba Formation, South and middle of Iraq", Unpublished M.SC. Thesis, University of Baghdad, 138 (2012).
- [26] S. Paikaray, S. Banerjee, S. Jeevankumar, and S. Mukherji, "Occurrences of black shales within the Vindhyan Supergroup, central India and its implications", *Indian Journal Petroleum Geology*, 12, 81 (2003).
- [27] A. Hofmann, R. Bolhar, P. Dirks and H. Jelsma, "The Geochemistry of Archean shales derived from a mafic volcanic sequence, Belingwe greenstone belt, Zimbabwe:

Provenance, source area unroofing and submarine versus subaerial weathering",
Geochim. Cosmochim. Acta, 67, 421, (2003).

- [28] A. R. Ali, "*Major and Trace Elements Distribution in Stream Sediments of the Lesser Zab River at Northeastern Iraq: Implications to Weathering and Transportation*", Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 8, 44(2012).
- [29] H. W. Nesbitt and G. M. Young, "*Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites*", Nature, 299, 717 (1982).
- [30] H. Y. Dhannoun, S.M. Othman, S. M. Al-Dabbagh, "*The Relationship Between Chemical Index of Alteration and Some Major and Trace Elements Content in Rocks of Injana Formation of Northern Iraq*", Iraqi National Journal of Earth Sciences, 1, 22, (2011).
- [31] C. M. Fedo, H. W. Nesbitt, and G. M. Young, "*Unraveling the effects of Potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance*", Journal of Sedimentary Petrology 10, 924 (1995).
- [32] I. Ahmad, R. Chandra, "*Geochemistry of loess-Paleosol Sediments of Kashmir Valley, India: Provenance and Weathering*", Journal of Asian Earth Sciences, 66, 89 (2013).
- [33] L. J Suttner, P. K .Dutta," *Alluvial sandstone composition and paleoclimate, 1. Framework mineralogy*", J Sed Petrol. 56(2), 345 (1986).