Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

# جيوكيمائية و تكتونية صخور التراخايت ضمن تكوين هورمان الكاربوناتي، نطاق التحام الزاكروس، إقليم كردستان / شمالي شرق العراق

صباح احمد اسماعيل[1]، شلير برهان عبدالقادر[2]

[1] كلية التربية العلوم الصرفة، جامعة كركوك، كركوك، العراق.

[2] قسم الجيولوجيا التطبيقية، كلية العلوم، جامعة كركوك، كركوك، العراق.

[1]Sabah@uow.edu.au, [2]Shaleer.b91@gmail.com

## الملخص

تتكشف صخور التراخايت على شكل قواطع تقطع صخور هورمان الكاربوناتي في الجزء الشمال الغربي لنطاق التحام الزاكروس. اكدت الدراسة البتروغرافية المصاحبة مع التحليل الالكتروني الدقيق بان البلاجيوكليس والكلاينوبايروكسين تمثل المكونات المعدنية الرئيسية المكونة لهذه الصخور فضلا عن معادن المغنيتايت والالمنايت على شكل معادن اضافية. تتواجد المعادن الثانوية المتمثلة بسحنة الزيولايت (معدن الانالسيم) والسربنتين الناتجة من عمليات التغيير والسربنتة. دلت الدراسة الجيوكيميائية على ان هذه الصخور تكون ذات محتوى واطئ من السليكا وانها غنية بالكالسيوم. تشير معايرة العناصر مع صخور الجزء العلوي من القشرة القارية على ان هذه الصخور تفتقر الى العناصر الليثوفيلية ذات النصف القطر العالي(LILE) وإغناء في محتوها من العناصر ذات شدة المجال العالي (HFSE)، بينما معايرة العناصر الارضية النادرة مع صخور كوندرايت اشارت الى اغناءها بالعناصر الارضية النادرة الخفيفة (LREE) مقارنة بالعناصر الارضية النادرة الثقيلة(HREE). جميع الدلائل الجيوكيميائية اشارت بان هذه الصخور تكونت من المصدر الجبي في بيئة البازلت للجزر المحيطية(OIB) ضمن الصفيحة (WIP).

**الكلمات الدالة:** التراخايت، هورمان، كوندوانا، كوردستان العراق.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

# Geochemical and Tectonic Setting of Trachyte rock within Avroman Carbonite Formation, Zagros Suture Zone, Kurdistan Region/ Northeastern Iraq.

Sabah A. Ismail[1], Shleer B. Abdul-Qadir[2]

[1]Collage of Education for Pure Science, University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq.

[2]Department of Applied Geology, Collage of Science, University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq.

[1]Sabah@uow.edu.au, [2]Shaleer.b91@gmail.com

## Abstract

Trachyte extrusion rocks exposed as dyke cutting Avroman carbonate formation that is part of northwestern Zagros suture zone. Petrographical study combined with EMPA study reveals that these trachyte rock composed of essentially Plagioclase and Clinopyroxene minerals with occurrence of some accessory minerals such as Ileminete and Magnetite. Secondary minerals of Zeolite facies (Analcime) and Serpentine minerals are present as result of alteration and serpentinization process. The whole rock geochemical indicates that these rocks are poor in silica and rich in calcium content. Upper continental crust indicate that these elements are depleted in Large ion lithophil element(LILE) and enrich in high field strength element(HFSE). Chondrite normalized rare earth elements are characterized by enrichment in light rare earth element (LREE) relative to heavy rare earth element (HREE). Geochemical data indicate that these rocks were generated from on enriched (OIB) mantle source formed Within Plate (WIP).

**Keywards:** Trachyte; Avroman; Gondwana; Kurdistan Iraq.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

## 1. المقدمة

التراخايت صخرة بركانية فاتحة اللون دقيقة الحبيبات جدا تتكون بنسبة كبيرة من معادن الفلدسبار القلوي مع كميات قليلة من المعادن الداكنة، وتتميز صخرة التراخايت بوجود الأنسجة والتراكيب الاتجاهية والتي تنتج من سريان الصهير أثناء تبلوره، اذ ترتب البلورات الكبيرة في خطوط متوازية تتبع في اتجاهها اتجاه انسياب الصهير[1]. تتمثل منطقة الدراسة بنطاق التحام زاكروس (Zagros suture zone) والذي يمثل التصادم ما بين الصفيحة العربية والصفيحة الايرانية فى الجزء الشمال الشرقي من العراق. نطاق التحام زاكروس يكون محصورا بين فالق زاكروس الزاحف الرئيسي العكسي الى الشمال الشرقي (Zagros Main Reverse Foult)، وفالق زاكروس الزاحف (Zagros thrust front) الى الجنوب الغربي. يعتقد [2] ان منطقة النطاق الزاحف حدثت خلال حركات الالباين البانية للجبال (Alpine Orogeny) والتي بدأت من العصر الطباشيري الأعلى واستمرت الى العصر الحديث مرورا بالعصر الثلاثي.

إن الوضع التكتوني الحالي للجزء الشمالي الشرقي من الصفيحة العربية نتج عن الانغلاق النهائي لبحر التيثيس الحديث بسبب التصادم بين الصفيحة العربية والايرانية خلال المايوسين المبكر الى المايوسين الأوسط [3].

## 2.موقع منطقة الدراسة

تم جمع ثمانية نماذج لصخور التراخايت من الاندفاعات النارية التي تقطع صخور هورمان الكاربوناتي من منطقة قريبة من قرية هاني دن(Hanay Din) ناحية احمد آوا، وعلى بعد (82 كم) جنوب شرق محافظة السليمانية. وتقع منطقة الدراسة بين خطوط طول (35°17'19.43"-35°17'33.8"N) شمالا وخطوط العرض (-46°08'16.63" 46°07'33.2"E) شرقا شكل1.

## 3. جيولوجية منطقة الدراسة

يظهر تكوين هورمان في شمال شرق العراق على الحدود الايرانية في سلسلة جبال هورمان. حدد عمر هذا التكوين بالاعتماد على دراسة المتحجرات الدقيقة أواخر العصر الترياس (Norian-Rhaetian) Late Triassic، يحد التكوين من الأعلى تكوين قلقلة والطبقات الحمراء التابعة لوحدة مركة (Merga Red Bed)، ولم يتم تحديد الحد الأسفل لهذا التكوين كونها غير منكشفة على السطح، ترسب الجزء الكاربوناتي من هذا التكوين في البيئة الضحلة على منصة كاربوناتية ضمن الرصيف المستقر[4].

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

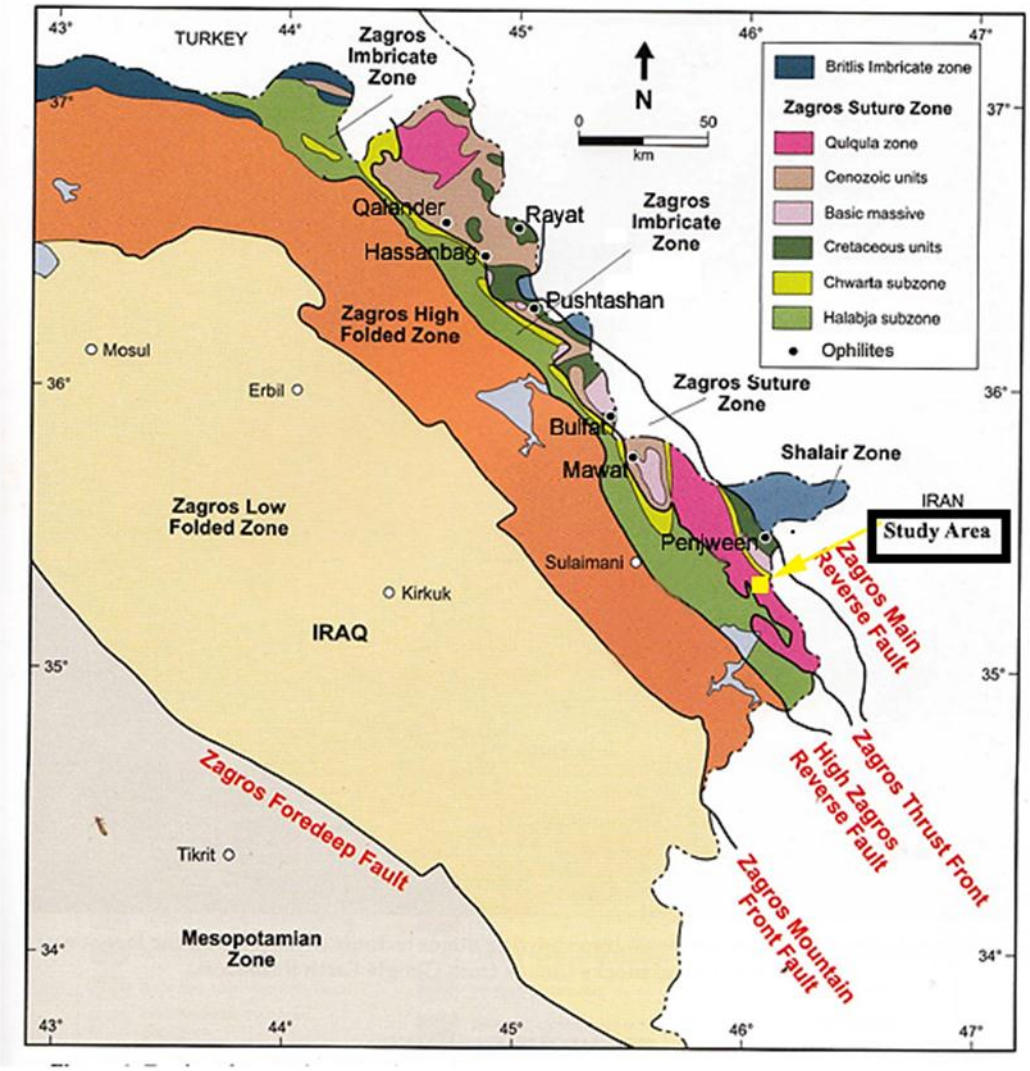
يقطع التكوين العديد من الاندفاعات النارية والتي حددتها دراسة كل من [6–4] وجود جسمين ناريين يقطعان التكوين، الجسم الأول موجود بين الحد الفاصل بين تكوين هورمان وتكوين قلقلة، أما الجسم الثاني فموجودة ضمن تكوين هورمان.

أما في الدراسة الحالية فقد أمكن تشخيص ستة اندفاعات بركانية ضمن منطقة الدراسية وتمتد هذه الاندفاعات بشكل متوازي وباتجاه (NW – SE)، وتتكون من صخور البازلت الأوليفين، الدايبيس والتراخايت، وتظهر صخور التراخايت في ثمانية مكاشف تم تحديد عمر هذه الاندفاعات البركانية اعتمادا على دراسة نظائر (K/Ar) بعمر النورين (Norian) (220+20 Ma) [7]. يكافئ تكوين هورمان الجزء السفلي لتكوين بيستون والذي يكون مكشوفا على مسافة قصيرة من الجنوب الشرقي من التكوين ضمن حدود ايران، اذ يتشابه هذان تكوينان من ناحية العمر والوضع التكتوني وزحف التكوين فوق صخور تكوين قلقلة الراديولاريا [3].

## 4. النمذجة و طرائق العمل

تم جمع (8) نماذج من صخور التراخايت من ثمانية مكاشف نارية موجودة ضمن تكوين هورمان الكاربوناتي. ولغرض تحديد الخصائص البتروغرافية تم تحضير ثمانية شرائح رقيقة (Thin Section) وشريحتين منها كانت مصقولة لدراسة المعادن المعتمة. تم تحديد المكونات المعدنية للصخور قيد الدراسة باستخدام جهاز XRD PANalytical – XPWRT (BRO) الموجودة في المركز العلمي لبحوث التربة/جامعة حلوان /جمهورية مصر العربية، بينما درست المكونات الكيميائية للمعادن باستخدام تقنية التحليل الالكتروني الدقيق (EMPA) من نوع (JEOL 8200) الموجودة في جامعة دلهاوسي(Canada/Dalhousie University). اجريت تحليل جميع النماذج الصخرية بواسطة جهاز (ICP-MS) من نوع (Elmer Elam ,Perkin 6000) والموجود في مختبرات شركة أكمي (Acme) في فانكوفر في كندا للعناصر الرئيسية والأثرية والأرضية النادرة.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)




**شكل1:** تقسيم تكتوني للعراق محورا من قبل [3] مبينا عليها منطقة الدراسة.

## 5. النتائج والمناقشة

### 1.5 الدراسة البتروغرافية

يمثل النسيج التراخيتي النسيج الوحيد في جميع النماذج والتي يعرف بانها تحتوي على شرائح الفلدسبار (feldspar) و المرتبة في خطوط موازية لاتجاه تدفق الحمم البركانية. يظهر هذا النسيج في الصخور الغنية بالقلويات شكل 2a. وتحتوي صخرة التراخايت على معادن الفلدسبار، الكالسايت، السربنتين والزيولايت. يمتاز معدن الفلدسبار بكونه بلوراته صغيرة لا تتجاوز أبعادها (0.5 mm) وتظهر بالوان رصاصي فاتح الى عديمة اللون.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

أكدت دراسة كيمياء المعادن بواسطة التحليل الإلكتروني الدقيق والموضحة في الجدول 1 بأن نوعية معادن (K–feldspar) هي من نوع ساندين (Sanidin) [8] شكل 3. والصيغة الكيميائية له هي ($An_{0.95}$ $Ab_{7.62}$ $Or_{91.41}$). ويترافق الفلدسبار مع معادن كلورايت والكالسايت في صخور التراخايت وبنفس الأتجاهات البلورية. يتواجد معدن السربنتين على شكل ارضية وهي ناتجة من عمليات تحلل البايروكسين والأوليفين ويمتاز بانه له أنفصام كامل وذات لون أخضر شاحب شكل 2b ويصاحب هذا التحلل وجود حبيبات من اكاسيد الحديد الداكنة.

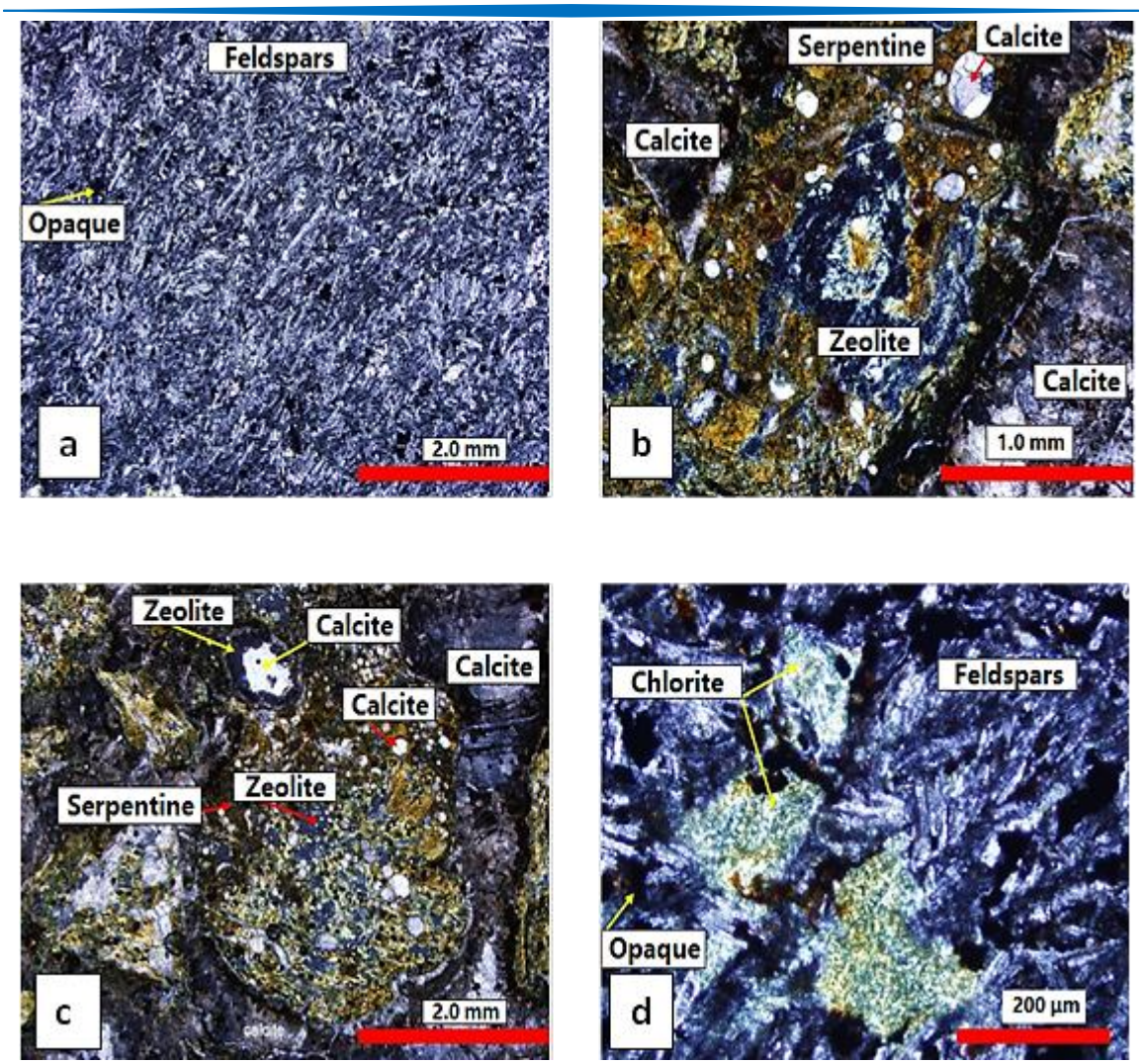
تظهر معادن الزيولايت ضمن صخور التراخايت كمالئ للفراغات نتيجة حدوث التغير (Alteration) في هذه الصخور، وقد أمكن تشخيص معدن الزيولايت باستخدام المجهر المستقطب فضلا عن تشخيصها باستخدام الاشعة السينية الحائدة (XRD) شكل 2c.

ويمثل معدن انالسيم (Analcime) معدن الزيولايت الرئيسي في صخور التراخايت كما في الشكل 4، ويتواجد على شكل مالئ للفتحات والثقوب.

تظهر معدن الكالسايت بشكل عديم اللون وذات مستويات تشقق واضحة وفي اتجاهي الانطفاء يكون متناظر وتكون الوان التداخل زاهية برتبة عالية ولها توأمة بسيطة (Simple twinning) ويظهر الكالسايت بشكل بلورات صغيرة متناثرة ضمن أرضية من معادن السربنتين شكل 2c.

يتواجد معدن الكلورايت بكميات قليلة في النماذج قيد الدراسة ويظهر بلون أخضر شاحب مع تغير لوني من أخضر إلى أخضر مائل للزرقة، ويكون الأنطفاء بشكل موازي والوان التداخل تكون ذات رتبة أولى من الرصاصي الغامق الى الازرق وبانفصام قاعدي، وينتشر الكلورايت في النماذج قيد الدراسة بشكل بقع (Patches) غير منتظمة أو حبيبات مبعثرة في أرضية الصخرة كما في الشكل 2d.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)




**شكل2**: تمثل النسيج التراخيتي والمكونات المعدنية الموجودة في صخور قيد الدراسة

**a**: شريحة لنسيج التراخيتي (**Trachytic texture**) في الصخور التراخايت حيث تظهر فلدسبار بنفس اتجاه الصورة تحت الضوء المستقطب.

**b**: شريحة لصخرة التراخايت تظهر معدن السربنتين في الصخور التراخايت الناتج عن تغير (تحلل) البايروكسين والأوليفين الصورة تحت الضوء المستقطب.

**c**: شريحة لصخرة التراخايت تظهر معدن الزيولايت وكالسايت والسربنتين الصورة تحت الضوء المستقطب.

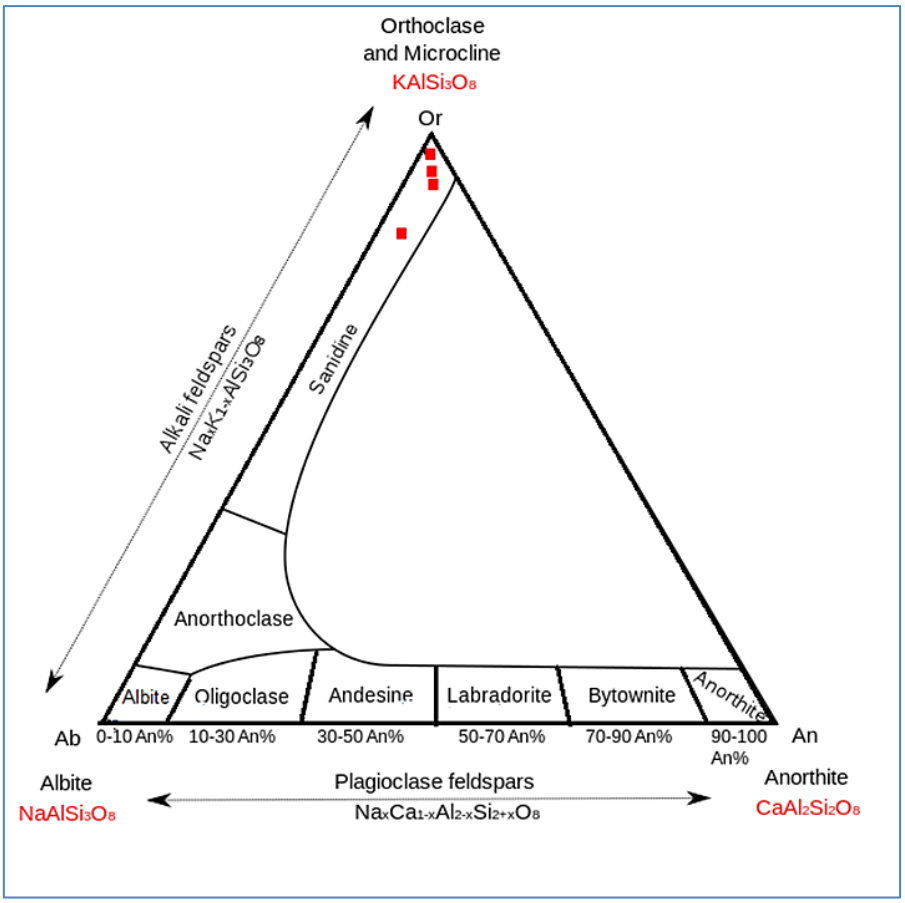
**d**: شريحة لصخرة التراخايت تظهر معدن كلورايت بهيئة بقع الصورة تحت الضوء المستقطب.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

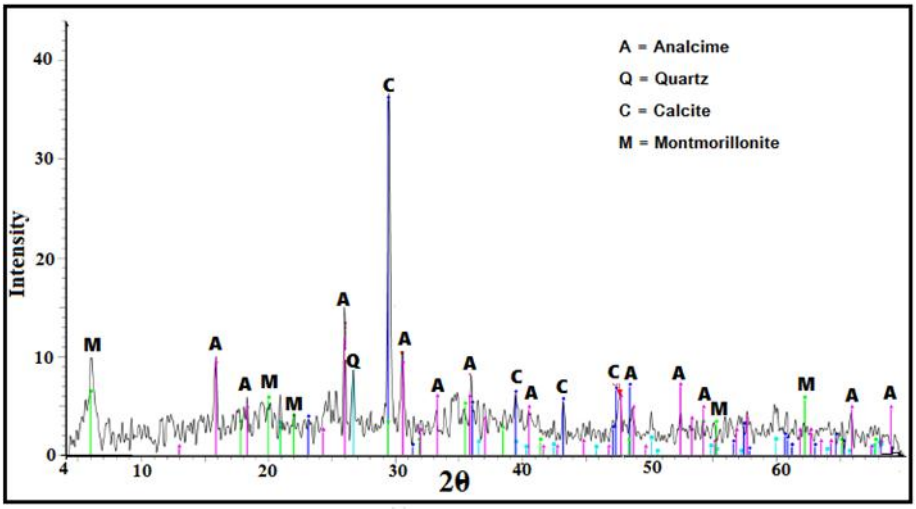
**جدول 1:** نتائج التحليل الالكتروني الدقيق وحساب الصيغة الكيميائية لمعدن البلاجيوكليس بالاعتماد على (32) ذرة أوكسجين.

| Rock Type | Trachyte | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mineral | Sanidine | | | |
| $SiO_2$ | 64.64 | 64.51 | 64.53 | 64.71 |
| $TiO_2$ | 0.08 | 0.05 | 0.02 | 0.03 |
| $Al_2O_3$ | 19.01 | 18.21 | 18.22 | 18.38 |
| FeO | 0.68 | 0.27 | 0.33 | 2.04 |
| MnO | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 |
| MgO | 0.11 | 0.00 | 0.19 | 1.45 |
| CaO | 0.41 | 0.00 | 0.07 | 0.19 |
| $Na_2O$ | 1.65 | 0.11 | 0.58 | 0.65 |
| $K_2O$ | 11.61 | 16.08 | 15.48 | 13.45 |
| $P_2O_5$ | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 |
| Total | 98.21 | 99.23 | 99.45 | 100.93 |
| Formula | | | | |
| Si | 2.986 | 3.003 | 2.994 | 2.954 |
| Ti | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.001 |
| Al | 1.035 | 0.999 | 0.996 | 0.989 |
| Fe | 0.026 | 0.011 | 0.013 | 0.078 |
| Mn | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Mg | 0.008 | 0.000 | 0.013 | 0.099 |
| Ca | 0.020 | 0.000 | 0.003 | 0.009 |
| Na | 0.148 | 0.010 | 0.052 | 0.058 |
| K | 0.684 | 0.955 | 0.916 | 0.783 |
| P | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Total | 4.910 | 4.978 | 4.990 | 4.971 |
| Or | 80.275 | 98.971 | 94.272 | 92.138 |
| Ab | 17.343 | 1.029 | 5.369 | 6.769 |
| An | 2.381 | 0.000 | 0.358 | 1.093 |

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)




**شكل3:** يمثل نوعية البلاجيوكليس والفلدسبار القلوي على مخطط الثلاثي(Or–Ab–An) عن [8]




**شكل4:** نمط حيود الاشعة السينية (XRD) لصخرة التراخايت توضح نوعية معادن الزيولايت المرافقة لهذه الصخور.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

## 6. جيوكيميائية صخور التراخايت

تم قياس تراكيز (45) عنصرا كيميائيا في جميع النماذج قيد الدراسة ، متضمنا العناصر الرئيسية والأثرية والعناصر الأرضية النادرة. تعد السليكا من الأكاسيد الأساسية المكونة للصخور قيد الدراسة، وتتراوح مدياتها في الصخور ما بين (30.40–50.94%) وبمعدل (35.45%) وتلعب السليكا دورا رئيسيا في تحديد نوعية الصخور النارية [13–9] وتمتاز هذه الصخور لمحتوها العالي من الكالسيوم والتي تتراوح مدياتها ما بين (3.64–14.74 %) وبمعدل (10.97 %)، وان الزيادة في نسبة الكالسيوم قد يعود الى تأثير عمليات التغيير على هذه الصخور، وفضلا عن تأثير الصخور الكاربوناتية المحيطة، كما في الجدول 2 الذي يمثل تراكيز بقية العناصر الرئيسية المكونة لهذه الصخور. عند معايرة تركيز هذه العناصر مع محتواه في الجزء العلوي للقشرة القاري ظهرت افتقارا في محتوى العناصر الليثوفيلية ذات نصف القطر العالي (LILE) مثل (Ba, Rb, K, Sr) وهي عناصر متحركة، بينما تظهر محتوى عالي من العناصر ذات شدة المجال العالي (HFSE) مثل (Nb, Zr,Ta, Th, Hf, U) وهي عناصر غير متحركة كما في الشكل 5a.

تظهر مخططات العناصر الأرضية النادرة للنماذج قيد الدراسة عند معايرتها بمحتواها في صخور الكوندرايت (Chondrite) تجانسا في نمط توزيع العناصر الأرضية النادرة، وتشير المخططات بأن هناك إغناء في العناصر الارضية النادرة الخفيفة (LREE) مقارنة بالعناصر الارضية النادرة الثقيلة (HREE) كما في الشكل 5b.

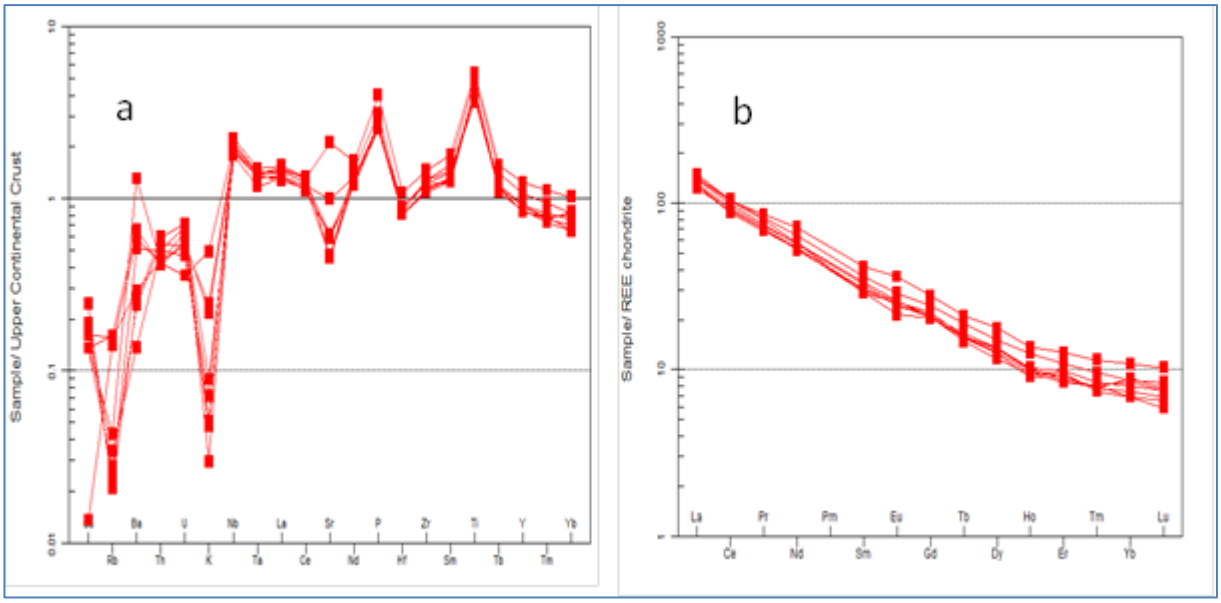
استخدمت النسبة $(La/Sm)_N$ للدلالة على إغناء أو افتقار في (LHRR) وتتراوح نسبته في صخور التراخايت (3.39 – 4.52)، ومن خلال هذه القيم نلاحظ اغتناؤها بالعناصر (LHRR)، فضلا عن ذلك تستخدم النسبة $(La/Yb)_N$ التي تمثل النسبة بين العناصر الارضية النادرة الخفيفة (LREE) والعناصر الارضية النادرة الثقيلة (HREE) التي تساوي (LREE/ HREE) وتتراوح $(La/Yb)_N$ في صخور التراخايت ما بين (13.06 – 18.71)، وهكذا تدل النسبة $(La/Yb)_N$ على اغناء هذا الصخور بالـ (LREE) نسبة الى (HREE). لم تظهر النماذج قيد الدراسة على اية شذوذ بالنسبة لشاذتي (Eu, Ce) وان عدم ظهور شذوذ (Ce) قد يدل على محدودية تأثر الصخور بعمليات التغيير الثانوية.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

**جدول2:** تراكيز الاكاسيد الرئيسية والعناصر الاثرية والعناصر الارضية النادرة لصخور قيد الدراسة.

| Rock Type | Trachyte | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Major Oxides (wt %) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| $SiO_2$ | 50.94 | 30.87 | 32.54 | 35.62 | 35.54 | 30.40 | 33.73 | 33.99 |
| $Al_2O_3$ | 16.54 | 11.68 | 11.35 | 12.61 | 12.08 | 11.11 | 12.43 | 11.45 |
| $Fe_2O_3$ | 14.82 | 10.38 | 11.05 | 12.21 | 11.05 | 10.64 | 10.50 | 10.54 |
| MgO | 0.98 | 8.11 | 7.22 | 8.45 | 7.30 | 7.04 | 7.35 | 7.86 |
| CaO | 3.64 | 13.88 | 13.10 | 8.16 | 10.43 | 14.74 | 11.83 | 12.05 |
| $Na_2O$ | 5.59 | 1.85 | 1.34 | 1.67 | 1.82 | 1.58 | 1.50 | 2.51 |
| $K_2O$ | 1.66 | 0.17 | 0.73 | 0.24 | 0.83 | 0.30 | 0.10 | 0.16 |
| $TiO_2$ | 2.69 | 2.05 | 2.12 | 2.51 | 2.18 | 2.06 | 1.98 | 1.83 |
| $P_2O_5$ | 0.64 | 0.42 | 0.41 | 0.50 | 0.43 | 0.41 | 0.44 | 0.41 |
| MnO | 0.08 | 0.09 | 0.18 | 0.23 | 0.17 | 0.36 | 0.16 | 0.18 |
| $Cr_2O_3$ | 0.003 | 0.014 | 0.014 | 0.017 | 0.013 | 0.012 | 0.019 | 0.017 |
| LOI | 2.2 | 20.2 | 19.6 | 17.5 | 17.9 | 21.0 | 19.7 | 18.7 |
| Total | 99.80 | 99.71 | 99.76 | 99.73 | 99.76 | 99.76 | 99.75 | 99.74 |
| Trace elements (ppm) | | | | | | | | |
| Ni | <20 | 59 | 66 | 83 | 63 | 59 | 78 | 81 |
| V | 114 | 157 | 151 | 146 | 159 | 147 | 146 | 148 |
| Ga | 13.9 | 13.8 | 15.7 | 15.3 | 16.3 | 15.7 | 15.6 | 13.3 |
| Co | 14.9 | 31.6 | 35.3 | 35.9 | 30.7 | 31.2 | 28.1 | 30.7 |
| Sc | 10 | 12 | 13 | 15 | 13 | 12 | 12 | 12 |
| Sr | 742.0 | 348.1 | 214.9 | 162.5 | 159.5 | 207.5 | 163.8 | 217.2 |
| Rb | 15.8 | 2.7 | 17.8 | 3.8 | 17.3 | 4.8 | 2.3 | 3.1 |
| Ba | 320 | 280 | 362 | 75 | 161 | 719 | 140 | 132 |
| Zr | 278.3 | 230.1 | 213.8 | 245.7 | 216.9 | 206.5 | 244.5 | 232.7 |
| Hf | 6.3 | 5.2 | 4.7 | 5.1 | 4.7 | 4.7 | 4.8 | 5.2 |
| Nb | 51.1 | 47.6 | 46.8 | 55.7 | 48.4 | 44.7 | 53.3 | 50.0 |
| Y | 27.4 | 19.9 | 18.9 | 23.7 | 18.5 | 18.7 | 20.2 | 19.9 |
| Be | <1 | 3 | 2 | <1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Cs | <0.1 | 0.7 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.9 | 0.5 |
| Sn | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Ta | 3.1 | 2.9 | 2.9 | 3.3 | 3.0 | 2.6 | 3.1 | 3.0 |
| Th | 4.5 | 5.4 | 4.4 | 5.4 | 4.7 | 4.6 | 6.4 | 5.8 |
| U | 1.0 | 1.9 | 1.6 | 1.3 | 1.5 | 1.8 | 2.0 | 1.5 |
| W | 0.8 | <0.5 | 0.9 | <0.5 | 0.5 | <0.5 | 1.3 | 0.9 |
| Rare Earth Elements | | | | | | | | |
| La | 43.8 | 40.6 | 39.7 | 46.6 | 38.3 | 40.1 | 45.1 | 43.3 |
| Ce | 84.4 | 75.8 | 72.4 | 85.6 | 73.5 | 71.2 | 83.3 | 80.2 |
| Pr | 10.46 | 8.90 | 8.55 | 10.08 | 8.64 | 8.38 | 9.70 | 9.19 |
| Nd | 43.1 | 34.8 | 31.3 | 38.3 | 32.3 | 31.9 | 34.7 | 34.3 |
| Sm | 8.12 | 5.65 | 5.86 | 7.03 | 5.97 | 5.73 | 6.59 | 6.37 |
| Eu | 2.67 | 1.88 | 1.82 | 2.12 | 1.89 | 1.57 | 1.91 | 1.78 |
| Gd | 7.19 | 5.69 | 5.40 | 6.30 | 5.32 | 5.29 | 5.50 | 5.38 |
| Tb | 1.00 | 0.75 | 0.70 | 0.90 | 0.75 | 0.73 | 0.78 | 0.75 |
| Dy | 5.73 | 4.34 | 3.73 | 4.82 | 4.10 | 4.03 | 4.33 | 4.27 |
| Ho | 0.98 | 0.72 | 0.68 | 0.90 | 0.69 | 0.65 | 0.74 | 0.71 |
| Er | 2.66 | 1.90 | 2.01 | 2.30 | 1.77 | 1.93 | 2.09 | 1.80 |
| Tm | 0.37 | 0.25 | 0.24 | 0.31 | 0.26 | 0.25 | 0.27 | 0.26 |
| Yb | 2.26 | 1.55 | 1.43 | 1.81 | 1.43 | 1.85 | 1.68 | 1.78 |
| Lu | 0.33 | 0.22 | 0.19 | 0.27 | 0.21 | 0.25 | 0.24 | 0.24 |

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)




**شكل5: a:** نمط توزيع العناصر عند معايرتها مع الجزء العلوي من القشرة عن[14].

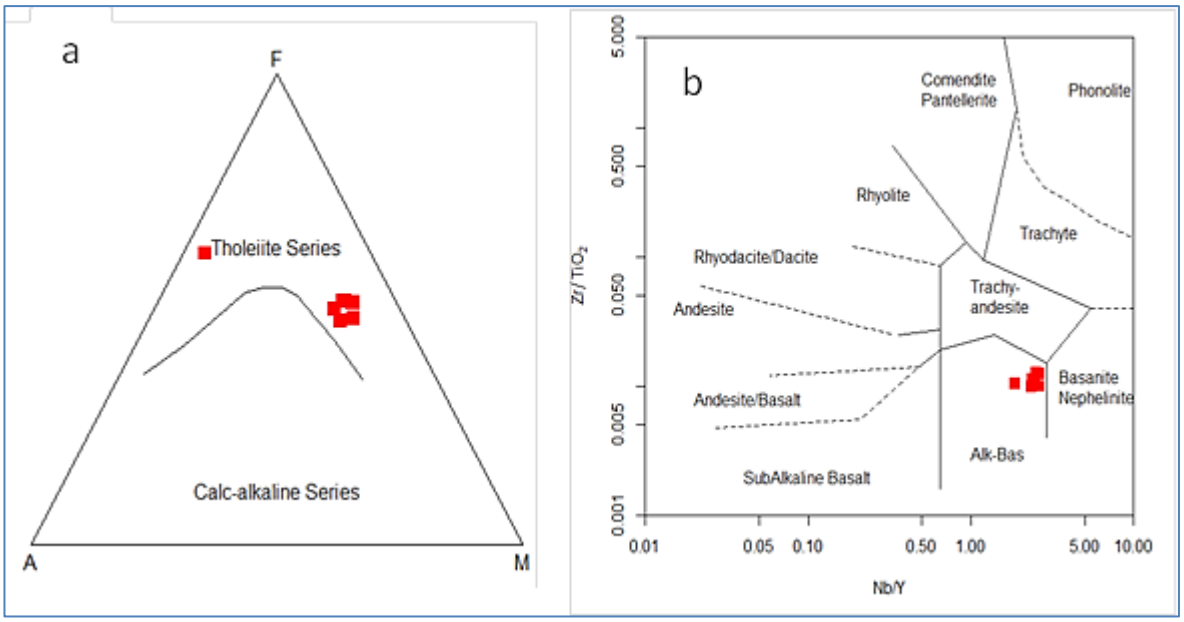
**b:** نمط توزيع العناصر الأرضية النادرة لصخور قيد الدراسة عن [15].

ولتحديد نوعية الصهير تم الاعتماد على مخطط (AFM) والمقترح من قبل [16]، وعند تسقيط النماذج قيد الدراسة على هذا المخطط لوحظ سقوط معظمها ضمن حقل ثوليايت (Tholeiite)، كما في الشكل 6a. كما يعد مخطط ($Zr/TiO_2$) و(Nb/ Y) من أهم المخططات لتصنيف الصخور البركانية [17]، فعند تسقيط النماذج قيد الدراسة على هذا المخطط تبين بان جميعها تقع ضمن حقل البازلت القلوي (Alkali Basalt) شكل 6b.

## 7. الوضع التكتوني

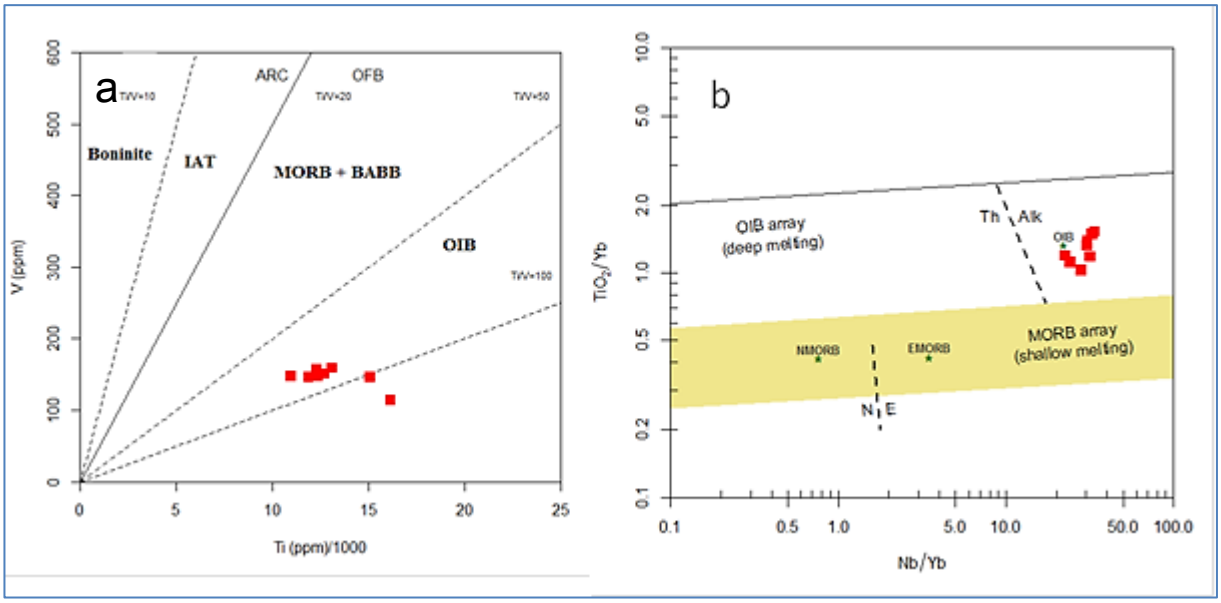
يشير مخطط (Ti-V) المقترح من قبل[18] ومخطط ($TiO_2$/Yb - Nb/Yb) المقترح من قبل [19] والمستخدمة لتحديد البيئات التكتونية للاندفاعات البركانية الموجودة ضمن تكوين هورمان بأنها تكونت في البيئات الجزر المحيطية [Oceanic Island Basalt (OIB)] خلال الترياسي المتأخر شكل 7a-b.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)




**شكل 6**: a: مخطط (AFM) عن [16] حيث صخور قيد الدراسة تقع ضمن حقل ثيولايايت

b: مخطط ($Nb/Y-Zr/TiO_2$) للفرز بين الصخور القلوية عن الصخور تحت القلوية عن [17] حيث تقع جميع النماذج ضمن حقل البازلت القلوي.




**شكل7**: **a**: مخطط (Ti-V) لتحديد الصلة التكتونية عن[18]

**b**: مخطط ($TiO_2/Yb$ - Nb/Yb) عن[19].

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 3, September 2018 , pp. (260-275)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

## 8. الاستنتاجات

1. تشير الدراسة الحقلية الى وجود اندفاعات من صخور التراخايت والتي تقطع صخور هورمان الكاربوناتي.
2. بينت الدراسة البتروغرافية والمعدنية باستخدام المجهر الالكتروني الدقيق بان البلاجيوكليس والكلاينوبايروكسين تمثل المعادن الرئيسية ، ومعادن المغنيتايت والالمنايت تمثل معادن اضافية بينما الزيولايت والسربنتين تمثل المعادن الثانوية.
3. تشير الدراسة الجيوكيميائية بان هذه الصخور تكونت من صهير ثيوليتي غني بالمغنيسيوم وان هذه الصخور تكون ذات محتوى واطئ من السليكا ومحتوى عالي من الكالسيوم بسبب تعرض هذه الصخور الي عمليات التغيير وتأثير الصخور المحيطة.
4. تؤكد معايرة العناصر مع محتواها في الجزء العلوي من القشرة القارية بان هذه العناصر تفتقر الي العناصر الليثوفيلية ذات نصف قطر العالي (LILE) ، واغناء في عناصر ذات شدة المجال العالي(HFSE).
5. تبين من خلال معايرة العناصر الارضية النادرة مع صخور الكوندرايت لصخور التراخايت اغتناؤها بالعناصر الارضية النادرة الخفيفة (LREE) مقارنة بالعناصر الارضية النادرة الثقيلة (HREE).
6. تشير مخططات التمايز المختلفة والمستخدمة لتحديد البيئات التكتونية للاندفاعات البركانية الموجودة ضمن تكوين هورمان بانها تكونت في بيئات الجزر المحيطية (OIB) خلال عصر الترياسي المتاخر.

## References

**[1]** Myron G. Best **"*Igneous and metamorphic petrology*" ,** 1st Ed., W. H. Freeman and Company, New York (1982).

**[2]** H. V. Dunnington**, "*Generation, migration, accumulation and dissipat –ion ofoil in north Iraq ",*** in Weeks, G.L. (ed.), Habitat of oil a symposium. AAPG. Tulsa, 57 (1958).

**[3]** B. Al-Qayim, Azad O. Ibrahim, Hemin A. Koyi **, "*Tectonostratigraphic overview of The Zagros Sutu Zone, Kurdistan Region, Northest Iraq* ",** GeoArabia 17(4), 47 (2012).

**[4]** Saad Z. Jassim and Jeremy C. Goff , **"*Geology of Iraq*" ,** publication of Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno Czech Republic (2006).

**[5]** A. Sasvari, L. Davies, A. Mann, J. Afzal, G. Vakarcs, and E. Iwaniw**, "*Dachstein-typeAvroman Formation: An indicator of the Harsin Basin in Iraq*"**, *GeoArabia*,20(4), 19 (2015).

**[6]** Mohammad J.A Talabani, **"*Stratigraphy and Sedimentology of The Avroman Formation (Triassic) Northeast Iraq "*,** PhD. Thesis, University of Baghdad, Iraq (2013).

**[7]** T. Buday and R. Suk**, "*Report on the geological survey in NE Iraq, between Halabja and Qala Diza* ",** GEOSURV library, Baghdad, 917 (1978).

**[8]** W. A. Deer, R. A. Howie and J. Zussman, **"*An Introduction to the Rock-Forming Minerals*",** Longmans, New York (1966).

**[9]** T.G. Vallance, **"*Spilite again ,some consequences of the Degradation of basalt*",** Proceedings of Linnaean Society of New South wales, 94, 43 (1969).

**[10]** S. E. Humphris and G. Thompson, **"*Hydrothermal alteration of oceanic basalts by seawater* "**, Geochimica Cosmochimica Acta, 42, 18 (1978).

**[11]** S.E. Humphris and G. Thompson**, "*trace element mobility during Hydrothermal alteration of ocanic basalts* "**, Geochimica Cosmochimica Acta , 42, 9 (1978).

**[12]** A. Miyashiro, F. Shido and M. Ewing**, "*Metamorphism in the Mid-Atlantic Ridge near 24$^{o}$ and 30$^{o}$ North Latitude ",*** Philosophical Transaction of the Royal Society of Landon, Seria A, Mathematical and Physical Sciences 268, 14 (1971).

**[13]** J. A. Pearce,**"*Basalt geochemistry used to investigate post-collision environment of Cyprus ",*** Tectonophys, 25, 26 (1975).

**[14]** S. R. Taylor and S. M. McLennan**, "*The geochemical evolution of the continental crust* "**Geophys, 33, 24 (1995).

**[15]** W.V. Boynton, **"*Geochemistry of the rare earth element*" ,** meterorite studies. In Rare Earth Element (Henderson,P;editor). Elsevier,Amsterdam, 51 (1984).

**[16]** T.N. Irvine and W.R.A. Baragar, **"*A guide to the chemical Classification of the common volcanic rocks* ",** Canadian Journal of Earth Sciences, 8, 25 (1971).

**[17]** J.A. Winchester and P.A. Floyd, **"*Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements* ",** Chemical Geology, 20, 18 (1977).

**[18]** J.W. Shervais, ***"Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lava"*,** Earth and Planetary Science Letters, 59, 17 (1982) .

**[19]** J. A. Pearce, ***"Geochemical fingerprinting of ocanic basalts with Applications to ophiolite classification and the search for Archean Oceanic crust ",*** Lithos 100, 34 (2008).