Evaluation of Zeolite Content in Volcanic Tuff in the Coastal Chain

Dr. Moustafa Habib*
Dr. Akel Rumie**
Nisreen Saflo***

(Received 31 / 12 / 2022. Accepted 27 / 4 /2023)

□ ABSTRACT □

The research aims to evaluate the zeolite content of the samples of the study area, depending on the properties of ion exchange and X Ray Deffraction.

The exchange capacity (CEC) of 9 samples from the crude deposits (JNM, BS9-10, MK-B, JS, BA, KH, A.D.B R, KSa,) was studied.

For all samples the surface charge has been transformed to the sodium form first and then replacing the sodium cations with ammonium ions. The sodium cation concentration in the final solution was determined using a flame spectrometer method. The results showed that the exchange capacity of the samples ranged between 0.4-0.2 mmol/g.

It can be seen from X-ray diffraction (X.R.D) spectra of four samples, that all samples contained one or more zeolite phases of analcime and phyllipsite type noting the presence of new and distinctive zeolitic phases (dachiardite, jamesonden) in the study area from other regions in the country.

Keywords: exchange capacity, X-ray analysis, volcanic tuff, coastal chain.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Professor. Geology Department- Faculty of Science- Tishreen University- Latakia- Syria**
E.mail:Moustafa.habib@tishreen.edu.sy
****Professor- Chemistry Department- Faculty of Science- Tishreen University- Latakia- Syria**
E.mail:Prof.akel.rumie@tishreen.edu.sy
*****PhD Student- Geology Department- Faculty of Science- Tishreen University- Latakia- Syria**

تقييم المحتوى الزيوليتي في الطف البركاني في السلسلة الساحلية

د. مصطفى حبيب*

د. عقل رومية**

نسرين سفلو***

(تاريخ الإيداع 31 / 12 / 2022. قُبِل للنشر في 27 / 4 /2023)

□ ملخّص □

يهدف البحث إلى تقييم المحتوى الزيوليتي للعينات من منطقة الدراسة وذلك بالاعتماد على خاصتي التبادل الشاردي وحيودالأشعة السينية.

درست السعة التبادلية CEC لـ 9 عينات من التوضعات الخام وهي (JNM, BS9-10, MK-B, JS, BA, KH, R, KSa, A.D.B) وذلك بإجراء تعديل لسطحه الخارجي إلى الشكل الصوديومي أولاً ثم استبدال كاتيونات الصوديوم بأيونات الأمونيوم. تم قياس تركيز كاتيون الصوديوم في المحلول النهائي باستخدام مطياف اللهب. أظهرت النتائج أن السعة التبادلية للعينات تتراوح بين 0.4-0.2 ميلي مول/غ.

تبيّن من حيود الأشعة السينية (X.R.D) لأربع عينات إلى أن جميع العينات تحتوي طور أو أكثر من الأطوار الزيوليتية من نوع الأنالسيم والفليبسيت مع ملاحظة وجود أطوار زيوليتية جديدة ومميزة (الداتشياريديت. الجيمساندين) في منطقة الدراسة عن المناطق الأخرى في القطر.

الكلمات المفتاحية: السعة التبادلية، تحليل الأشعة السينية، الطف البركاني، السلسلة الساحلية.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

* أستاذ – قسم الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية E.mail:Moustafa.habib@tishreen.edu.sy

** أستاذ – قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية E.mail:Prof.akel.rumie@tishreen.edu.sy

***طالبة دكتوراه – قسم الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية E.mail:nisreen.safllo@tishreen.edu.sy

مقدمه:

الزيوليت الطبيعي هو نمط جديد من الخامات بدأ استخدامها في الصناعة والزراعة في الستينات من القرن الماضي. والزيوليت عبارة عن سيليكات ألومينية مائية تحوي في بنيتها البلورية أخاديد وقنوات (مسامات) مشغولة بجزيئات معدنية وماء[1].

توجد خامات الزيوليت الطبيعي في الطف البركاني وكذلك الرماد البركاني بالإضافة إلى وجوده في فجوات الصخور البازلتية، ينشأ الزيوليت من تغير الزجاج البركاني الذي يحدث بواسطة المياه الجوفية القلوية[2]. يتكون الزيوليت الطبيعي من تفاعل المياه الجوفية مع الزجاج البركاني أو الفلزات الطينية، فتقوم جزئيات الماء بإماهة الزجاج البركاني ونزع مكوناتها من العناصر من السيلكا، الألمنيوم، الصوديوم، البوتاسيوم والكالسيوم، مما يؤدي إلى ظهور تباين في التركيب المعدني مع العمق نظراً لاختلاف كيميائية الماء وزيادة مخزونها من العناصر المنزوعة، فتخلو المستويات العليا من الزيوليت، ويتم تركيزه في الأسفل حيث تزيد العناصر المذابة والرطوبة. يعتمد نوع الزيوليت المتكون على نوع المادة الرئيسية الداخلة في تكوينه، درجة الحرارة، الماء ونوع العناصر المذابة. كما أن للزمن دوراً مهما في تحويل المواد المتفاعلة إلى زيوليت.

تتوزع خامات الزيوليت في الطبيعة بشكل غير منتظم، وتتشكل في بيئات جيولوجية تتراوح ما بين أعماق المحيط الى المياه الضحلة في البحيرات الصحراوية، وترتبط ارتباطا وثيقا بصخور الطف البركاني المتحول في مناطق النشاط البركاني القديمة أو الحديثة، وللمراحل الهيدروثرمالية اللاحقة دوراً أساسياً في تشكل هذه المعادن خصوصا في المراكز الانفجارية[2,3].

موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في القسم الهامشي من الركيزة العربية وتعتبر المنطقة جزء من سلسلة الجبال الساحلية التي يحدها من الشرق الانهدام الليفانتي (انهدام الغاب) ومن الغرب البحر الأبيض المتوسط. تشكل الصخور البركانية أغطية بازلتية تغطي قمم الكثير من التلال الشكل (1).

تتألف الصخور البركانية من مواد بيروكلاستية في الأسفل يتوجها في كل المناطق لافا بازلتية بسماكة تتراوح من (20 – 30 م) وقد تصل الى حولي (100 م) في بعض الحالات وتكون اللافا مؤلفة في معظم الأحيان من البازلت الأوليفيني[3.4]

تعود المواد البركانية إلى فترة نشاط بركاني طويلة نوعاً ما، حيث كانت تحدث فترات نشاط بركاني ويعقبها فترة هدوء وكانت المواد البيروكلاستية تتعرض خلالها للتعرية ويدل على ذلك الاختلاف في درجات الفساد وتشكل فلزات ثانوية، وكذلك في ألوانها حيث تكون ذات لون اسود في الأسفل وبني في الأعلى.

يعتقد أن الفتحات البركانية كانت قريبة من الشاطئ خلال فترة النشاط البركاني حيث توضعت المواد البيروكلاستيكية بتوافق فوق الصخور الرسوبية المغمورة بالماء والتي تتراوح أعمارها من السينونيان الى البليوسين الأسفل[4]، وهذه الفتحات البركانية كانت أحياناً على شكل شقوق تخرج منها المواد البركانية. الوضع المذكور وضمن مناخ منطقة الدراسة شّكل بيئة مناسبة لتقدم التجوية والفساد وتشكل بيئة مناسبة لتشكل الأطوار الزيوليتية، ومن هنا أتت الأهمية بدراسة هذه التوضعات.

كذلك كانت بعض الثورانات البركانية شديدة بحيث كانت تقذف معها بعض البلوكات من الصخور الرسوبية البليوسينيه، حيث يوجد تداخل لعدة طبقات من رسوبيات البليوسين مع المواد البيروكلاستية، وتعود هذه التوضعات الى البليوسين

حيث تتوضع أحياناً فوق صخور البليوسين الأدنى الرسوبية ويتوجها في معظم المناطق المصاطب الرباعية، ولقد أعطاها الخبراء الروس عمر البليوسين[4].

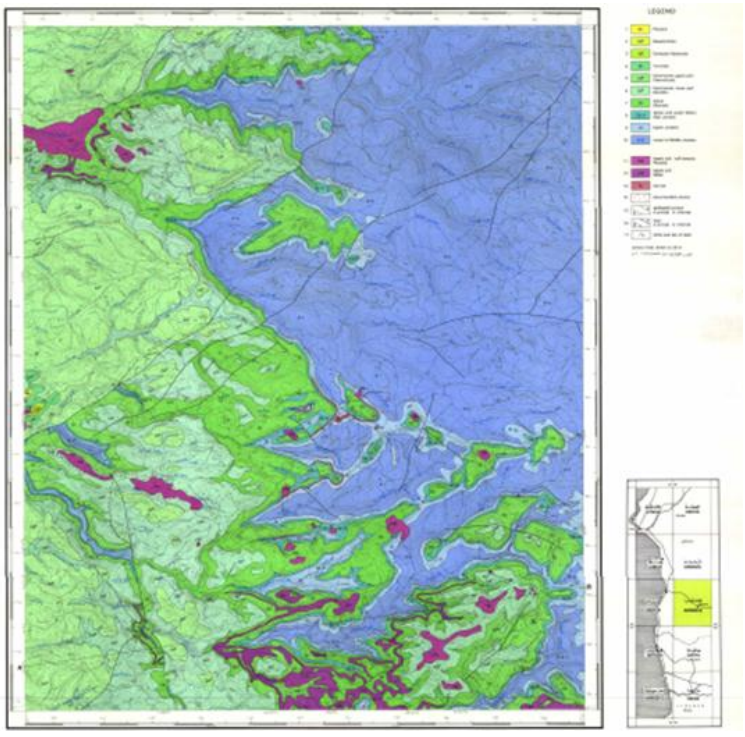
تتميز الصبات البازلتية بتكرارها إذ تتضمن بعض الفواصل الغضارية (حاوية على أطوار زيوليتية)، أو القطع البازلتية الصغيرة مع مواد غضارية وهذا يشير إلى حدوث فترات نشاط بركاني وبعدها فترة هدوء وتجوية، كما ظهر الكثير من القطع والحصى البازلتية الصغيرة والكبيرة والتي تنتشر ضمن الأراضي الزراعية على شكل كتل مجمعة[3,4].

مراحل الدراسة:

نفذت الدراسة على مرحلتين حقلية ومخبرية، يمكن إيجازها بالآتي:

نفّذت في المرحلة الأولى (الحقلية) العديد من الجولات الحقلية على امتداد منطقة الدراسة بهدف تحديد أماكن انتشار التوضعات الحاملة للزيوليت في غرب وجنوب السلسلة الساحلية –سورية ورفع المقاطع الجيولوجية ضمن منطقة الدراسة (رقعة صافيتا –رقعة القدموس – رقعة بانياس). سنعرض فيمايلي رقعة القدموس كنموذج للدراسة الحقلية التي قمنا بها في هذا البحث الشكل (2)، تبين الأشكال التالية الاحداثيات الجيولوجية لهذه المواقع وكذلك صورة فوتوغرافية مع مقطع جيولوجي لأماكن أخذ العينات الشكل(3.4).

أما في المرحلة الثانية (المخبرية) قدرت السعة التبادلية الكلية بطريقة (Ming and Dixon) تم قياس تركيز كاتيون الصوديوم في المحلول النهائي باستخدام مطياف اللهب الضوئي Flame Photometer. تعتبر كمية الصوديوم المطروحة تعبيراً عن عدد المراكز التبادلية في الزيوليت. استخدم جهاز قياس انعراج الأشعة السينية بطريقة المسحوق X.R.D في المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية بدمشق حيث حضرت العينة بشكل مسحوق بغية تحديد الأطوار المؤلفة لها والتعرف إلى التركيب الفلزي للعينة المدروسة بشكل دقيق ومفصل.



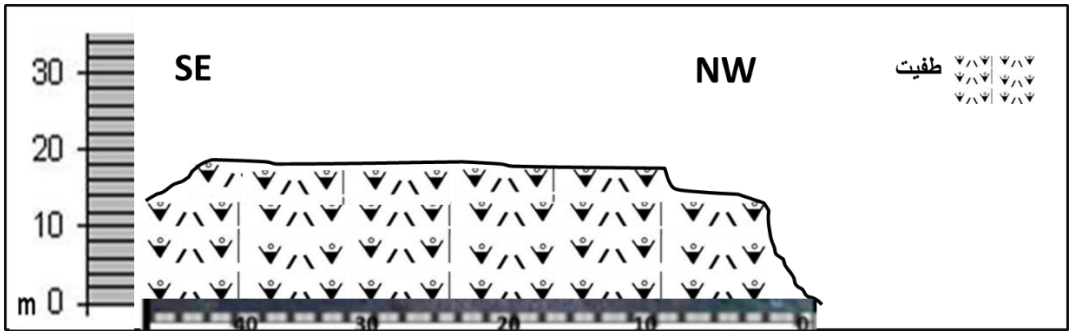
الشكل (1) خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة رقعة صافيتا / مقياس 50000/1

فيما يلي أحد المقاطع المدروسة من رقعة القدموس / موقع عين الدوسة –بريصين –سد الصوراني/ ضمن الاحداثيات الآتية:

N: 35º 00` 45``

E: 36º 06` 10``

الشكل (3) صورة فوتوغرافية لموقع عين الدوسة –بريصين –سد الصوراني



الشكل (4) مقطع جيولوجي لموقع عين الدوسة –بريصين –سد الصوراني

يبين الشكل(4) جبهة تكشف تصل حتى (18م) وتمتد حتى (70م) بشكل وسطي يتوّج التوضعات مستوي طفي مع ملاحظة انتشار للطفيت من أسفل التوضعات إلى أعلاه بحيث تزداد نسبة الحطام البازلتي في الأعلى والتي يجمعها ملاط تركيبه بركاني رسوبي، وقد سحبت العينات من مكونات الملاط لدراستها بوساطة تقانة الـ (X.R.D) بهدف تحديد الأطوار الفلزية المكونة. يجمع الحطام البازلتي ملاط مكوناته بركانية ورسوبية والحطام الموجود عبارة عن حطام بازلتي لكن بحجوم أكبر تظهر الأطوار الزيوليتية فيه ضمن شقوق التبرد إضافة لوجوده ضمن شقوق لاحقة ناتجة عن الوضع التكتوني للمنطقة، الشقوق بمجملها مملوءة بمواد لاحقة التبلور والتوضع (كالسيت، زيوليت).

مادة البحث:

تلقى الزيوليتات الطبيعية استخداماً واسعاً كمبادلات أيونية، نظراً لرخص ثمنها ووفرتها وسهولة الحصول عليها، كما أنها خالية من المركبات التي لها تأثير سلبي في البيئة، وتتمتع بقدرة على استبدال الأيونات دون إحداث أي تغيير في

تركيبها الكيميائي. فقد أظهر الزيوليت (الصنعي) قدرات متباينة في التبادل الأيوني للكاتيونات كالأمونيوم وأيونات المعادن الثقيلة. ومن هنا يأتي تفوق الزيوليت الطبيعي والمعدل على ما عداه من المبادلات الأيونية والمواد المازة الصنعية.

تحتوي الزيوليتات على الكاتيونات مثل الصوديوم (Na^+)، بوتاسيوم (k^+)، كالسيوم (Ca^{2+})، والمغنزيوم (Mg^{2+})، هذه الأيونات هي المسؤولة عن تبادل الأيونات المقابلة والموجودة في المحلول. إن قيمة التبادل الأيوني تعرف بعدد ميلي مولات الأيون القابل للتبادل لكل غرام من الزيوليت.

يمكن تعريف عملية التبادل الأيوني على أنها تفاعل استبدال ما بين الأيونات الموجودة في الطور السائل والأيونات الموجودة في الطور الصلب. لقد اكتشفت خاصية التبادل الكاتيوني في الزيوليت منذ أكثر من مئة عام، وذلك بسبب البنية الهيكلية ثلاثية الأبعاد في الزيوليت والتي لا تتعرض لأي تغييرات هيكلية تذكر عند التبادل الأيوني[5,6].

يملك الزيوليت الطبيعي مناطق سطحية داخلية وخارجية كبيرة وسعات تبادل كاتيوني مناسبة للتعديل السطحي. حيث تعمل الكاتيونات التي تشغل فراغات الشبكة البلورية وتجاويفها على تحقيق التعادل الأيوني في بنية الزيوليت، فضلاً عن أنها تقدم أهم خصائص الزيوليت المتمثلة في التبادل الأيوني، إذ يمكن لهذه الكاتيونات أن تشارك في عمليات التبادل الكاتيوني مع كاتيونات أخرى إلا أنه ليس بمقدور الزيوليت الطبيعي غير المعالج إزالة أنواع الشوارد الأنيونية نظراً إلى شحنته السطحية السالبة.

وفيما يلي نعرض جدولاً لرمز العينات وأماكن تواجدها جدول(1):

جدول (1) يظهر العينات المدروسة وأماكن تواجدها.

رمز العينة	الرقعة	الموقع
R	بانياس	الرويسة
BA		بيت العتيق
KH		الخراب
A.D.B	القدموس	عين الدوسة – بريصين –سد الصوراني
MK-B		عين الحلو
BS_{9-10}		بستان الحمام
JNM	صافيتا	جبل النبي متى
KSa		خزان صافيتا
JS		جبل السيدة

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهميَة البحث لما يمتلكه الخام الزيوليتي من خواص وميزات منها:

- درجة إماهية عالية.
- كثافة منخفضة وفراغ وحجم (مسامات) كبير عند نزع الماء منه.
- ثبات البنية لأنواع عديدة من فلزاته عند نزع الماء منه.
- خصائص فيزيائية متنوعة من أهمها الناقلية الكهربائية.

- إدمصاص الغازات والأبخرة.
- التبادل الشاردي.
- الخصائص الحفزيَة.

لذا يعد البحث ذو أهمية كبرى ولاسيما دراسة الخامات الطبيعية الوطنية. و يهدف إلى تقويم أولي لما تحتويه التوضعات الجيولوجية في مناطق جديدة (الساحل السوري) من الزيوليت. اعتمدنا في تقييم المحتوى الزيوليتي على خاصتي التبادل الشاردي والتحليل بالأشعة السينية.

طرائق البحث ومواده:

1. تحضير عينات الزيوليت:

طريقة الأخذ من الموقع (نقوم بأخذ ثلاث عينات من الطفيت الحامل للخام للموقع الواحد ثم نخلطها)، تم تحضير 9 عينات أصولاً: طحن بواسطة الهاون ثم نخل بواسطة مناخيل بقطر 300–500 ميكرون. بعدها تم غسل العينات بالماء المقطر وتجفيفها عند الدرجة 100^0 C.

2. قياس السعة التبادلية:

قدرت السعة التبادلية الكلية بطريقة (Ming and Dixon) [7]، عبر معاملة العينات المأخوذة من المقاطع المرفوعة بوزن 0.5غ بالغسل لكل عينة بحجم معين من محلول خلات الصوديوم 1N وذلك بغية تحويل الزيوليت إلى الشكل الصوديومي، ثم وضع المزيج في هزاز، ثم فصل الزيوليت عن السائل المتبقي، بعدها عولجت بمحلول خلات الأمونيوم تركيزه 1N حيث يتم استبدال كاتيونات الصوديوم الموجودة على سطح وداخل مسامات الزيوليت بإيونات الأمونيوم. تجري عملية الاستبدال على ثلاث مراحل، في كل مرة يمزج الزيوليت بحجم معين من محلول خلات الأمونيوم، ثم يفصل السائل عن الزيوليت ويجمع في بالون معايرة حجمه 100 ml. بعدها تم قياس تركيز كاتيون الصوديوم في المحلول النهائي باستخدام مطياف اللهب الضوئي Flame Photometer. تعتبر كمية الصوديوم المطروحة تعبيراً عن عدد المراكز التبادلية في الزيوليت.

3. دراسة طيفية بالأشعة السينية X.R.D:

تم استخدام جهاز قياس انعراج الأشعة السينية بطريقة المسحوق X.R.D من نوع PHILIPS والهدف من الدراسة تبيان الأنواع البلورية والتركيب الفلزي في العينة بشكل مفصل ودقيق.

النتائج والمناقشة:

السعة التبادلية:

حسبت السعة التبادلية الكلية للزيوليت CEC مقدرة ب (ميلي مول/غ) باستخدام العلاقة [6]:

$$CEC=\frac{100*[Na]}{1000*23*0.5} \qquad [6]$$

علماً أن 0.5 هي كتلة الزيوليت مقدرة ب (غ)

23 الكتلة المولية للصوديوم مقدرة ب (غ/ مول)

100 تمثل حجم المحلول النهائي بعد عملية التبادل (ميلي ليتر)

[Na] تركيز الصوديوم في المحلول مقدراً ب (ميلي غ / ليتر)

الجدول (2) نتائج تحاليل السعة التبادلية للعينات المدروسة والمأخوذة من التوضعات الحاملة لخام الزيوليت ضمن منطقة الدراسة.

جدول (2) يظهر نتائج تحاليل السعة التبادلية للعينات المدروسة.

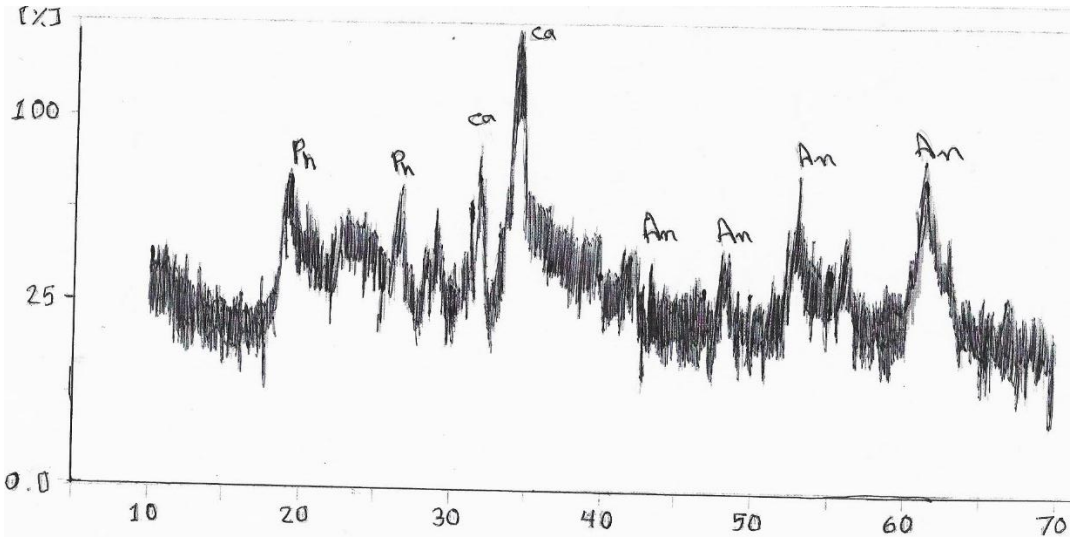
الرقعة	الموقع	رمز العينة	تركيز الصوديوم في المحلول (ميلي غ/ ليتر) [Na]	السعة CEC التبادلية الكاتيونية (ميلي مول/غ)
بانياس	الرويسة	R	45.76	0.39
	بيت العتيق	BA	18.84	0.16
	الخراب	KH	34.23	0.29
القدموس	عين الدوسة – بريصين –سد الصوراني	A.D.B	38	0.33
	عين الحلو	MK-B	26.53	0.23
	بستان الحمام	BS_{9-10}	38	0.33
صافيتا	جبل النبي متى	JNM	34.23	0.29
	خزان صافيتا	KSa	22.69	0.19
	جبل السيدة	JS	18.84	0.16

التحليل بالأشعة السينية X.R.D:

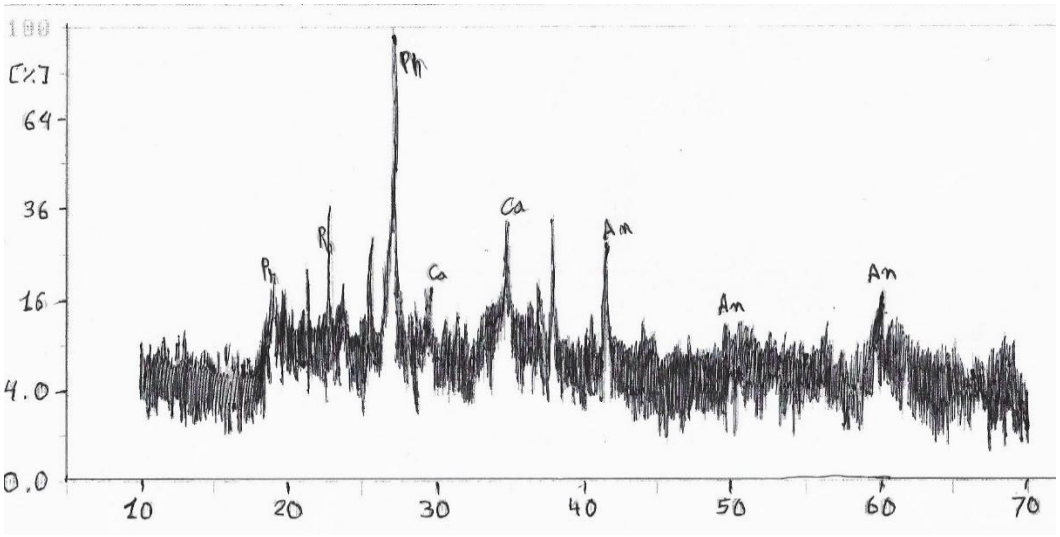
أرسلت بعض العينات المدروسة إلى المؤسسة العامة للجيولوجيا / دمشق/ لإجراء تحاليل X.R.D بجهاز من نوع PHILIPS تمثل العينات الأربع المدروسة المواقع الثلاث موضوع الدراسة. كانت النتائج كالتالي جدول(3):

جدول (3) الأطوار الفلزية المكونة للعينات المدروسة.

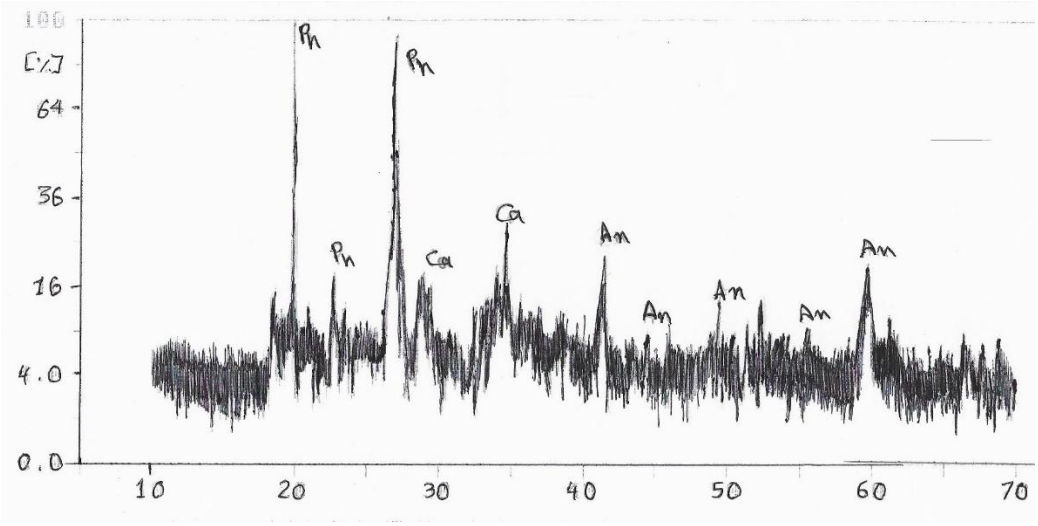
رقم العينة	الفلزات الاندفاعية	الفلزات الرسوبية	الأطوار الزيوليتية
R	إنستاتيت	كالسيت، هيماتيت	جيسموندين، فيليبسيت
A.D.B	لوسيت	إيلليت	فيليبسيت، داتشارديت
JNM	لوسيت، ديوبسيد	كالسيت	أنالسيم، حيسموندين
MKB	فورستريت، إنستاتيت، ديوبسيد	كالسيت	أنالسيم



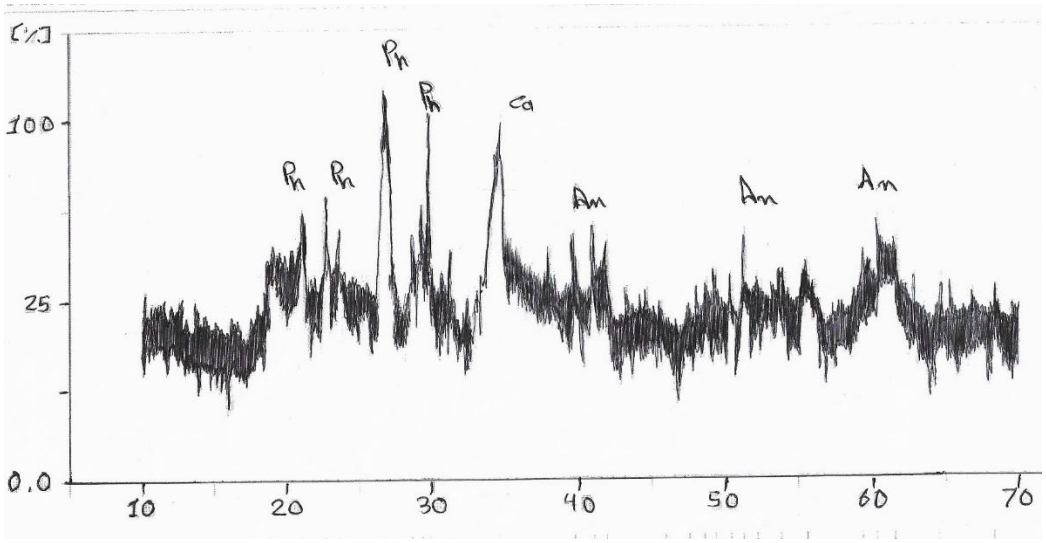
الشكل (5) طيف الأشعة السينية X.R.D للعينة JNM



الشكل (6) طيف الأشعة السينية X.R.D للعينة R



الشكل (7) طيف الأشعة السينية X.R.D للعينة A.D.B



الشكل (8) طيف الأشعة السينية X.R.D للعينة MK-B

جدول (4) قيم المباعد البلوري d المقابلة لزوايا انعراج السينية للعينة JNM.

d	θ2
4.92	18
3.42	26
2.75	32.5
2.36	38
2.08	44
1.89	48
1.69	54
1.51	61

اعتمدنا في تقييم طيوف الأشعة السينية على تقرير المؤسسة العامة للجيولوجيا والذي يشير إلى أن جميع العينات المرسلة تحتوي على طور أو أكثر من الأطوار الزيوليتية بالإضافة إلى أطوار متبلورة غير زيوليتية مثل الكالسيت والهيماتيت واللوسيت الأشكال (5,6,7,8).

الجدير بالذكر هنا أن الأطوار الزيوليتية من نوع الأنالسيم والفليبيسيت، توجد أيضاً في مناطق أخرى من القطر (السلسلة التدمرية) [8]، في حين لم يلاحظ أي وجود لنوعي دانتشارديت وجيسموندين إلا في المنطقة الساحلية.

على الرغم من أن طيوف الأشعة السينية X.R.D تعطي تقييماً كيفياً صريحاً عن تواجد الأطوار الزيوليتية في العينات لكن من الصعب إعطاء تقييم كمي دقيق لهذا المحتوى في العينات التي تحتوي أطوار بلورية أخرى وشوائب. لذلك تبين نتائج التحليل باستخدام تقانة الأشعة السينية X.R.D أن العينات تحتوي على أطوار بلورية من البنى الزيوليتية وهي عبارة عن خليط من الأنالسيم والفيليبسيت والشابازيت بشكل أساسي بالإضافة إلى فلزات أخرى كالكالسيت والغضار والفلدسبار،وقد حصلنا على هذه النتائج من خلال مقارنة قمم الإمتصاص والمبينة في الجدول(4) كمثال لاحدى العينات وهي العينة (JNM) مع طيف الأشعة السينية الممثل لها الشكل (5) (وطبقت على جميع العينات المدروسة) حيث قمم الامتصاص لهذه الفلزات كالتالي:

الأنالسيم والذي صيغته الكيميائية: $Na_2O:Al_2O_3:4SiO_2:2H_2O$

d: 5.61; 3.43; 2.43; 2.67; 2.50; 1.90; 1.87; 1.74

الفيليبسيت والذي صيغته الكيميائية: $(Ca,k_2,Na_2)O: Al_2O_3: 4SiO_2:4H_2O$

d: 7.19; 5.06; 4.13; 3.26; 3.18; 3.14; 270; 1.59

الشابازيت والذي صيغته الكيميائية: $CaO:Al_2O_3:4SiO_2:6H_2O$

d: 9.35; 5.06; 4.32; 3.76; 2.93; 2.89; 2.60; 2.50

وتحتوي العينات على فلزات أخرى مرافقة مثل الغضار، الذي هو عبارة عن ألومينوسيليكات وله قمم امتصاص كالتالي:

d: 6.85; 4.01; 1.65

بالإضافة إلى ذلك يتواجد فلز (الفلدسبار) وذلك من خلال قمم الإمتصاص الموافقة له:

d : 3.36; 1.58

إضافة إلى الاستعانة بخواص أخرى كالسطح النوعي والتبادل الشاردي.

- تشير نتائج التبادل الشاردي في العينات مجال هذا البحث إلى سعة تبادلية تتراوح بين 0.4−0.2 ميلي مول /غ. وبمقارنة هذه القيم مع قيم تابعة لأطوار زيوليتية في السلسلة التدمرية التي تقع في حدود 1.2−0.4 ميلي مول /غ [8]. نلاحظ تدني المحتوى الزيوليتي في هذه العينات، وهذا الأمر متوقع حيث أن شروط التبلور في حال الطف البركاني هي أدنى بكثير من شروط التبلور في الأعماق كما هو الحال في منطقة السيس السورية.

الاستنتاجات والتوصيات:

1) تحتوي عينات الطف البركاني في السلسلة الساحلية على أطوار زيوليتية جديدة (دانتشارديت، الجيسماندين) بالإضافة إلى الأنالسيم والفليبيسيت.
2) تبلغ السعة التبادلية لعينات الطف البركاني 0.4−0.2 ميلي مول /غ وهي أدنى من عينات السلسلة التدمرية.

3) نوصي بإمكانية الاستفادة من خاصة التبادل الشاردي في الطف البركاني في مجالات متعددة مثل التنقية وتحسين التربة.

4) تعتبر هذه الدراسة أول دراسة للطف البركاني من حيث المحتوى الزيوليتي في السلسلة الساحلية كما أنها تشير لأول مرة إلى تواجد توضعات زيوليتية جديدة مختلفة عما هو بالداخل، كما أنها تعطي ميزة إضافية لهذا الطف (تبادل الشاردي) يمكن استثمارها في مجالات عديدة.

References:

1. CLIFTON , R . A. *Natural and Synthetic Zeolites*. United States Department of the Interio , *Bureau of Mines information circula*, 1987, IC 9140.
2.ROCHER , P. *Les Zeolites Naturelles ,Geochroniqve*, 1990, P 13 -17.
3. Warda, Ramiah. Petrological study of basalt rocks in Banias. Master Thesis. Department of Geology, Tishreen University: Lattakia, 2010.
4. Shabu, Yusuf. *Explanatory note for the Qadmus and Baniyas patches*, scale 1/5000. Damascus, 1980.
5. Salman,N. Suleiman,S. *Characterization of zeolite ore in Banias region*. Tishreen University Journal of Scientific Studies and Research, Basic Sciences Series. 2017.
6. Habib,L. Adra,A. Alghoraibi,I. Salameh,B. *Characterization of Syrian Nano Zeolite Ore Modified by Using Cationic Surfactant (Hexadecyltrimethyl Ammonium Bromide= HDTMA-Br).* Tishreen University Journal of Scientific Studies and Research, Basic Sciences Series. 2022.
7. MING,D. W and DIXON, J.B. *Quantitive determination of clinoptilolite in soils by a cation-exchange capacity method*. Clays and clay minerals Texas, V.35, N.6, 1987,463-468.
8. Romie,A. Raheb,I. *Ion Exchange Investigation on the Syrian Zeolite*. Tishreen University Journal of Scientific Studies and Research, Basic Sciences Series. 2004.