

Geological and Geochemical Study of the Rocks of the Volcanic-sedimentary Formation in Sheikh Hassan –Al-Asfoura and Umm Al-Tuyour

Dr. Moustafa Habib*
Morhaf Akel**

(Received 23 / 1 / 2024. Accepted 27 / 5 /2024)

□ ABSTRACT □

Two geological sections within the work area were implemented and studied (Sheikh Hassan-Al-Asfoura section, and Umm Al-Tuyour section). The Sheikh Hassan-Al-Asfoura section is considered one of the sites where the entire rocks of the volcanic-sedimentary formation can be seen with a total thickness of up to 1000 m, in addition to the richness of the rock formations in this site with manganese ore. While the Umm al-Tuyour site includes an integrated section of the volcanic-sedimentary formation and ophiolitic rocks. Petrographic studies were conducted on rock samples (20 microscopic slides), and the results showed that volcanic-sedimentary rocks are represented by two types: The first type is sedimentary and includes siliceous- claycareous rocks, claycareous -siliceous rocks, radiolarite silicate rocks, calcareous rocks, and calcareous-volcanic rocks. The second style is volcanic and includes diabase rocks, pillow lapa rocks, and volcanic tuff rocks, which are considered the products of subducted alkaline volcanism and are located within the sedimentary style. The results confirmed the consistency of the two field and laboratory studies. The results of geochemical analyzes of /10/ rock samples confirmed the presence of the studied igneous and sedimentary petrographic types.

Keywords: field study, petrographic, geochemical, Sheikh Hassan –Al-Asfoura and Umm Al-Tuyour.

Copyright



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

* Professor - Department of Geology - Faculty of Science - Tishreen University - Lattakia - Syria.

Moustafa.habib@tishreen.edu.sy

** PhD student - Department of Geology - Faculty of Science - Tishreen University - Lattakia - Syria.

Morhaf.Akel@tishreen.edu.sy

دراسة جيولوجية وجيوكيميائية لصخور التشكيلة البركانية -الرسوبية في موقعي الشيخ حسن -العصفورة وأم الطيور

د. مصطفى حبيب*

مرهف عاقل**

(تاريخ الإيداع 23 / 1 / 2024. قُبِلَ للنشر في 27 / 5 / 2024)

□ ملخص □

تم تنفيذ ودراسة مقطعين جيولوجيين ضمن منطقة العمل (مقطع الشيخ حسن -العصفورة، ومقطع أم الطيور). يعتبر مقطع الشيخ حسن -العصفورة من أكثر المواقع، التي يمكن مشاهدة كامل صخور التشكيلة البركانية -الرسوبية بسماكة إجمالية تصل إلى 1000م، فضلاً عن غنى التشكيلات الصخرية في هذا الموقع بخام المنغنيز. بينما يضم موقع أم الطيور مقطعاً متكاملًا للتشكيلة البركانية -الرسوبية والصخور الأفيوليتية. أجريت الدراسات البتروغرافية على العينات الصخرية (20 شريحة مجهرية)، حيث بينت النتائج أن الصخور البركانية -الرسوبية ممثلة بنمطين: النمط الأول رسوبي يضم صخور غضارية -سيليكاتية و/أو صخور سيليكاتية -غضارية، صخور سيليكاتية -الراديولايت، صخور كلسية، وصخور كلسية -بركانية. أما النمط الثاني فهو بركاني ويضم صخور الدياباز، صخور اللابا الوسادية، وصخور الطف البركاني والتي تعتبر نواتج البركنة القلوية المندسة والمتوضعة ضمن النمط الرسوبي. أكدت النتائج تطابق الدراسات الحقلية مع المخبرية. كما أكدت نتائج التحاليل الجيوكيميائية لـ 10/ عينات صخرية وجود الأنواع البتروغرافية النارية والرسوبية المدروسة.

الكلمات المفتاحية: دراسة جيولوجية، بتروغرافية، جيوكيميائية، التشكيلة البركانية-الرسوبية، الشيخ حسن -العصفورة، أم الطيور.

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. Moustafa.habib@tishreen.edu.sy

** طالب دكتوراه - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. Morhaf.Akel@tishreen.edu.sy

مقدمة:

يعبر مصطلح الأفيوليت عن بقايا القشرة المحيطية والمعطف، التي وجدت محفوظة في الأحزمة الجبلية الأرضية [1]، ويقدم معلومات قيمة عن كيفية تطور القشرة المحيطية في المراكز التوسعية لقاع المحيط. تتجلى أهميته العظمى في كونه القشرة المحيطية الوحيدة على سطح الأرض التي تعود إلى ما قبل مائتي مليون سنة [2]، وبالتالي هو المصدر الوحيد للمعلومات عن القشرة المحيطية التي تعود إلى ذلك الزمن. كما أنّ الأفيوليت هو المفتاح الرئيس لمعرفة آلية تشكّل الأحواض المحيطية واختنائها في الماضي، وشرح الباليوجغرافية الديناميكية لكوكب الأرض (أي توزع الكتل القارية والمحيطات خلال عدة ملايين من السنين السابقة) [3].

اكتشف الأفيوليت في بداية القرن العشرين في حزام الألب (بتشكيلاته المختلفة)، ومن ثم اكتشف لاحقاً في معظم الأحزمة الأوروغينية على الأرض [4، 5، 6] ، ومن أهم الأمثلة المدروسة جيداً نذكر معقد السمايل في عمان (ميزوزوي) وأفيوليت ترودوس في قبرص (ميزوزوي)، وأفيوليت منطقة البسيط في سورية (ميزوزوي) [7 و 8] وأفيوليت نيريز في إيران (ميزوزوي) وأفيوليت كيزيل داغ في تركيا (ميزوزوي) والأفيوليت اليوناني [9، 10، و 11]. يتشكل الأفيوليت إما كغطاء أو كخليط، وهو مزيج تكتوني من البقايا الفتاتية وفي كلتا الحالتين يتشكل في الأحزمة الأوروغينية التصادمية [9، 11، و 12].

يعتبر أفيوليت البابر -البسيط في شمال غرب سورية الذي يعود إلى الكريتاسي العلوي جزءاً من الحزام الأفيوليتي التيتسي (الشكل:1). وكما هو الحال في العديد من التتابعات الأفيوليتية المرتبطة بهذا الحزام فإن أفيوليت البسيط يحتوي على قواطع الغابرو الصفائحية وقواطع الدولوريت، والتي تشبه مثيلاتها في معقد ترودوس القبرصي حيث يعتبر المعقدان جزأين من القوس الأفيوليتي العربي الذي نشأ كنتيجة لعمليات تشكل وتطور واختفاء محيط التيتس، فضلاً عن باقي التشكيلات العائدة للمعقد الأفيوليتي وأهمها التشكيلة البركانية -الرسوبية قيد الدراسة [14، 15، 16، 17، 18، و 19].

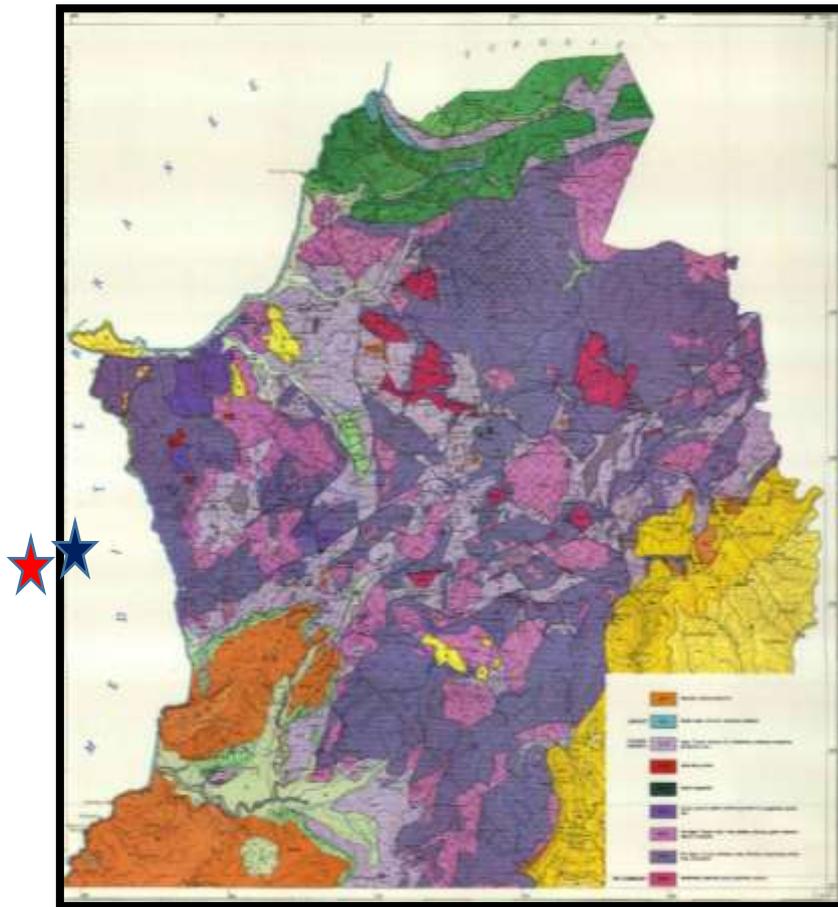
أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في محاولة إجراء دراسة تفصيلية لصخور التشكيلة البركانية -الرسوبية في مقطعي الشيخ حسن -العصفورة، وأم الطيور. ويهدف إلى:

- 1- إجراء دراسة حقلية وبتروغرافية تفصيلية لصخور التشكيلة البركانية -الرسوبية.
- 2- إجراء دراسة جيوكيميائية للعناصر الرئيسة وتقييمها.

طرائق البحث ومواده:

- 1- جمع العينات الصخرية من خلال رفع المقاطع الجيولوجية في منطقة أم الطيور وجوارها.
- 2- تحضير الشرائح الصخرية، ودراستها وتصويرها باستخدام المجهر الاستقطابي المجهز بكاميرا ديجيتل، المتوفرة في مخبر الفلزات والبلورات في جامعة تشرين.
- 3- إجراء تحاليل جيوكيميائية باستخدام جهاز الامتصاص الذري، وجهاز XRF المتوفرة في المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية بدمشق.



(الشكل:1) خارطة جيولوجية لتوزع التشكيلات الصخرية الأفيوليتية في شمال غرب سورية
مقياس 1:50.000.

موقع مقطع الشيخ حسن -العصفورة، *
مقطع أم الطيور *

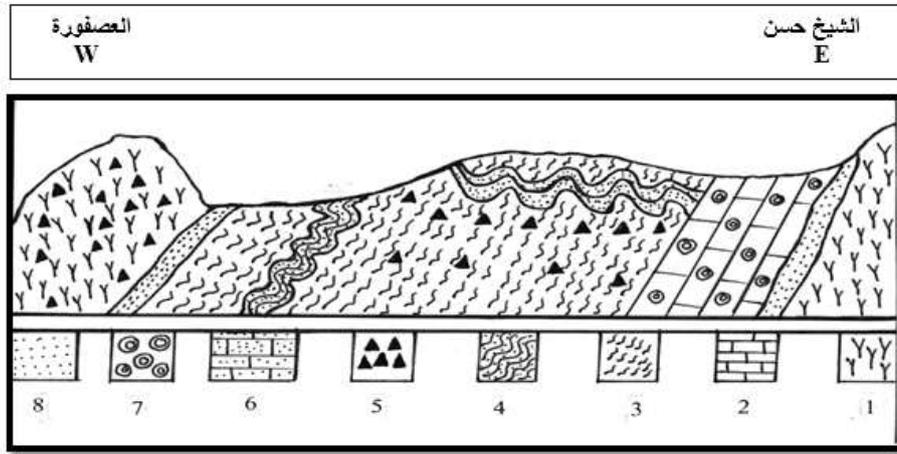
النتائج والمناقشة:

لتحقيق أهداف البحث تم تنفيذ مقطعين جيولوجيين في منطقة الدراسة وجمع العينات اللازمة، هما:

1-مقطع الشيخ حسن -العصفورة:

يعتبر مقطع الشيخ حسن-العصفورة من أكثر المواقع، التي يمكن مشاهدة مقطع كامل للصخور البركانية -الرسوبية بسماكة إجمالية تصل إلى 1000م، كما يمكن من خلاله دراسة العلاقة بين التشكيلة البركانية -الرسوبية، والصخور الأفيوليتية، وكذلك تعيين الحدود الفاصلة بينهما. أضف إلى ذلك أن التشكيلات الصخرية في هذا الموقع غنية بخام المنغنيز، الذي يوجد على شكل عقيدات وعدسات مختلفة الحجم ضمن صخور الراديولاريت واللابا الوسادية (الشكل:2). يبدأ المقطع عند قرية العصفورة في الغرب، حيث تظهر كتلة ضخمة من الصخور الأفيوليتية المتفسخة وهي عبارة عن اللابا الوسادية العليا، التي تحتوي على كميات كبيرة من الكروميت والمنغنيز والمتوضعة حول الوسائد. تبلغ سماكة اللابا الوسادية حوالي 60م يليها طبقة من التربة العاتمة بسماكة ما بين 2-5 م. أما التشكيلة البركانية -الرسوبية فتتألف من:

- 1-راديوالاريت مع غضار كتلي، بسماكة قد تصل إلى 100م.
 - 2-تطبقات غضارية خضراء إلى رمادية اللون بسماكة قد تصل إلى 20م.
 - 3-راديوالاريت يحتوي على عدسات وتطبقات منغيزية بسماكة ما بين 4-5م، يعلوها راديوالاريت مع طبقات غضارية ملونة بسماكة تصل إلى 500م.
 - 4-حجر كلسي متطبق شريطي، ذو لون رمادي مصفر يحتوي على بعض المستحاثات مثل رأسيات الأرجل التي تعود لعمر الترياس العلوي. كما تحتوي على عقد صوانية وعلى قليل من البريشا والكونغولوميرا في الجزء العلوي، (الصورة:1و2)، وتبلغ سماكة الحجر الكلسي 100م.
- أما بالقرب من قرية الشيخ حسن في الشرق فتظهر ثانية كتلة من صخور اللابا الوسادية (الكروية) المغطاة بطبقة رقيقة من التربة العاتمة.



(الشكل:2) -مقطع يمثل صخور التشكيلة البركانية -الرسوبية في موقع الشيخ حسن -العصفورة

وعلاقتها مع صخور المعقد الأفيوليتي. مقياس الرسم: 150/1

1-لابا وسادية (كروية). 2-حجر كلسي متطبق شريطي. 3-راديوالاريت.

4-غضاريات. 5-خامات المنغيز. 6-حجر كلسي غضاري. 7-عقد صوانية. 8-تربة عاتمة.



الصورة 2 -مقطع الشيخ حسن -العصفورة
حجر كلسي يحتوي على بعض المستحاثات
(رأسيات الأرجل) وعقد صوانية وبريشا.

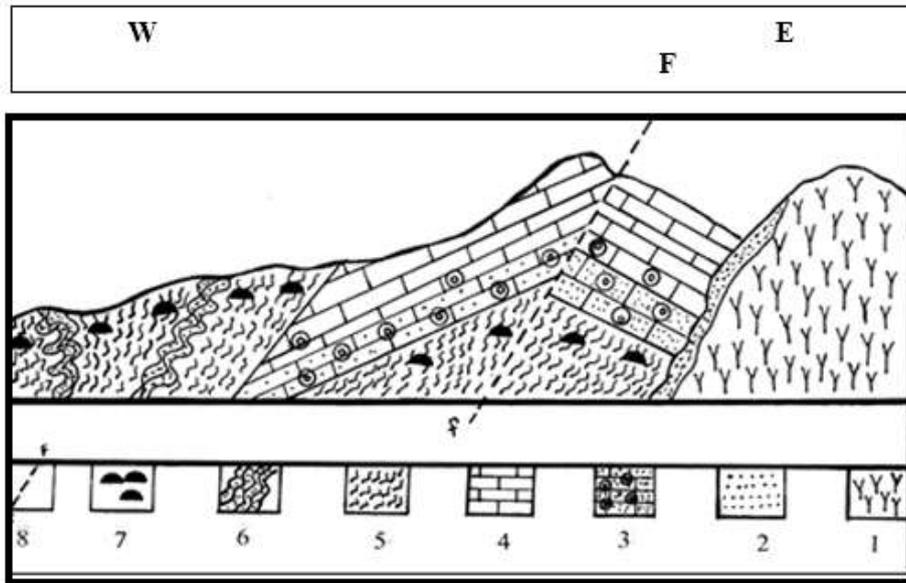


الصورة 1 -مقطع الشيخ حسن -العصفورة
حجر كلسي متطبق شريطي
ذو لون رمادي مصفر.

2-مقطع أم الطيور:

يضم موقع أم الطيور مقطعاً متكاملًا للتشكيلة البركانية-الرسوبية والصخور الأفيوليتية، ويبدأ المقطع في غرب قرية أم الطيور على الطريق العام، حيث تلاحظ الصخور الآتية من الغرب إلى الشرق (الشكل:3)، وبسماكة إجمالية تقدر ب 700م:

- 1-صخور راديولارينية حمراء اللون تحتوي على عقد منغنيزية بسماكة 100م (الصورة: 3).
- 2-تطبقات ملتوية من الغضاريات الملونة بالأحمر والأصفر توجد ضمن الراديولاريت بسماكة عدة أمتار تتناوب مع طبقات مارلية (الصورة: 4).
- 3صخور راديولارينية بسماكة 100م.
- 4-حجر كلسي غضاري متطبق مع عقد صوانية بسماكة 20م.
- 5-حجر كلسي بسماكة 25م (الصورة: 5 و 6). كما تم تأكيد وجود فالق صغير في المقطع المدروس.
- 6-طبقة رقيقة من التربة العاتمة تعتبر الحد الفاصل بين صخور التشكيلة البركانية-الرسوبية في الأعلى، وصخور اللابا الوسادية (الكروية) العليا في الأسفل.
- 7-كتلة ضخمة من صخور اللابا الوسادية (الكروية) العليا بسماكة غير محددة.



(الشكل: 3) -مقطع يمثل صخور التشكيلة البركانية-الرسوبية في موقع أم الطيور وعلاقتها مع اللابا الوسادية. مقياس الرسم 100/1-لابا وسادية (كروية). 2-تربة عاتمة. 3-حجر كلسي ذو عقد صوانية. 4-حجر كلسي. 5-راديولاريت. 6-غضاريات 7-خام المنغنيز. 8-فالق.



الصورة 4 -مقطع أم الطيور
-تطبقات ملتوية من الغضاريات
ملونة بالأحمر والأصفر موجودة ضمن
الراديلولاريت مع طبقات مارنية (كلس غضاري).



الصورة 3 -مقطع أم الطيور
-صخور الراديلولاريت حمراء اللون
تحتوي على عقد منغنيزية سوداء اللون
وتتوضع في أسفل المقطع المدروس.



الصورة 6 -مقطع أم الطيور
-حجر كلسي يحتوي على مستحاثات.
يتوضع أعلى المقطع المدروس.



الصورة 5 -مقطع أم الطيور
-حجر كلسي كتلي بسماكة 25م
يتوضع أعلى المقطع المدروس.

الدراسة البتروغرافية:

تم جمع 20 عينة صخرية من المنطقة، حضرت منها 20 شريحة مجهرية، حيث أجريت لها الدراسة البتروغرافية، وفيما يلي أهم الخصائص البتروغرافية لصخور التشكيلة البركانية-الرسوبية في البسيط.

أمكن تمييز عدة أنواع بتروغرافية من خلال الدراسة المجهرية، نوجز فيما يلي أهم خصائصها:

1-صخور غضارية-سيليكاتية، سيليكاتية-غضارية:

توجد الصخور الغضارية - السيليكاتية على شكل كتل أو طبقات ملتوية، وتكون هشّة، ومفككة ذات لون أحمر بني إلى رمادي ومؤلفة من الميكا، والفلازات الغضارية الأخرى، وبعض الهياكل المستحاثية وتبلغ نسبة السيليس في الصخر حوالي 28%.

أما الصخور السيليكاتية-الغضارية فتوجد على شكل طبقات رقيقة لكنها قاسية ومتماسكة ذات لون أصفر، أو رمادي مخضر ونادراً بني. وتتألف من حبيبات ناعمة من الكوارتز ذات حجوم أقل من 0.01م، وتجمعات ميكاوية، وتبلغ نسبة الغضار فيها حوالي 25% (الصورة 7).



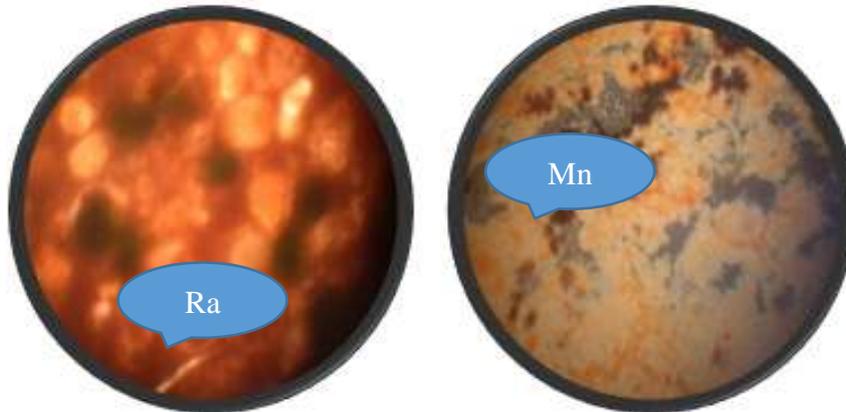
صورة مجهرية 7 تكبير 10*4

حجر غضاري سيليسي (أو سيليسي غضاري)، مع نسبة سيليس 25-28%.

2- صخور سيليكاتية -راديوالاريت:

صخور هشة متطبقة وردية اللون مع بقع، وداندرت من هيدروكسيد المنغنيز في الجزء العلوي منها. يحتوي الصخر على بلورات صغيرة من السيليكات، والأوبال الزجاجي، والذي يتحول تدريجياً إلى كتلة بلورية. يتميز الأوبال بلونه الأصفر الغامق مع ملاحظة وجود الراديوالاريت. تتميز صخور الراديوالاريت بألوانها الحمراء، والبنية والزهرية، ويكونها صخوراً مفككة تنتج عن فساد، وتفكك التوضعات الراديوالاريتية البيضوية والدائرية، والإجاصية الشكل، وذلك بحجم حتى 0.1 مم (الصورتين المجهريتين 8 و9).

يتألف الملاط الصخري من الكالسيت والسيليكات ذات الحبات الدقيقة بأبعاد 0.01 مم، وفي بعض الأحيان تسمى هذه الصخور بالصخور الكلسية السيليسية، أو الراديوالاريت الكلسي نتيجة لزيادة نسبة الكالسيت حتى تبلغ 50% من الصخر. (الجدول: 1).



صورة مجهرية 9

صورة مجهرية 8

الراديوالاريا بألوانها الحمراء، والبنية والزهرية، بيضوية، دائرية وإجاصية الشكل.

مع ملاحظة المنغنيز (Mn) في الصورة المجهرية رقم 8، والراديوالاريا (Ra) في الصورة المجهرية رقم 9.

3- صخور كلسية:

توجد الصخور الكلسية على شكل كتل، أو تطبيقات رقيقة مسطحة ذات لون رمادي غامق، أو أسود، أو أصفر فاتح. تحتوي هذه الصخور أحياناً على الغضار (كلس غضاري)، وبعض العقد الصوانية، وعلى بعض المستحاثات (حجر كلسي مستحاثي -الصورة 10 و 11).



صورة مجهرية 11

حجر عضوي غضاري (يحتوي عضويات)



صورة مجهرية 10

حجر كلسي عضوي (يحتوي عضويات)

4-صخور الدياباز:

تكون صخور الدياباز فاسدة ومتفسخة، وتشبه إلى حد كبير الصخور البركانية الأساسية / البازلت (الصورتين المجهريتين 12 و13).



صورة مجهرية 13

دياباز فاسد جداً



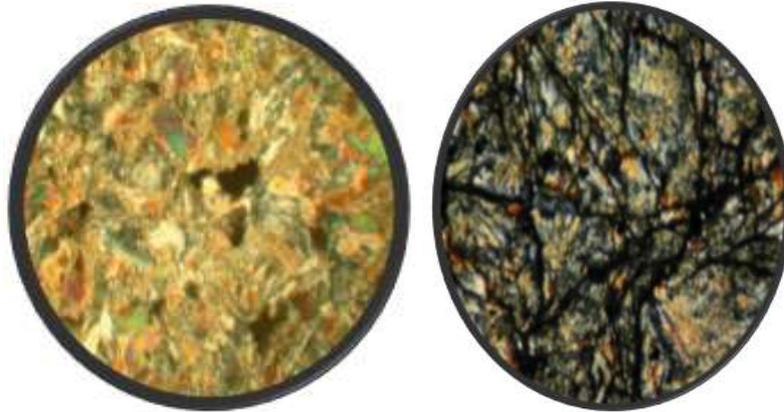
صورة مجهرية 12

دياباز فاسد

والدياباز يشبه إلى حد كبير الصخور البركانية الأساسية (صخر بازلي شديد التفسخ).

5-صخور اللابا الوسادية (الكروية):

عبارة عن بازلت برفيريت، ذات لون رمادي مصفر إلى أسود، ذات قشرة سمراء على سطحها العلوي ناتجة عن عمليات الفساد، ويتألف تركيبها الفلزي من بلورات كبيرة من البلاجيوكلاز، والبيليت، والكلوريت، والسيريست. أما الملائم الصخري فيتألف من مكروليت من البلاجيوكلاز والأوجيت، مع الإيلمينيت، والكلوريت الناتجين عن فساد الزجاج البركاني (الصورتين المجهريتين 14 و15).



صورة مجهرية 15

لابا وسادية (بازلت بورفيريت)

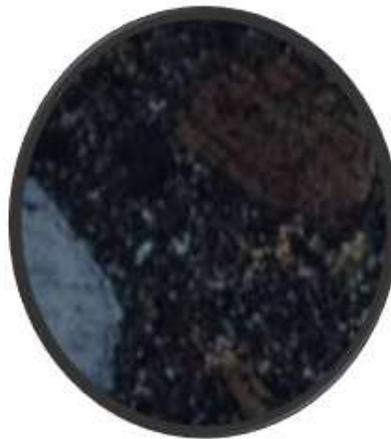
بلورات كبيرة من البلاجيوكلاز، والكلوريت، والسيريسيت. وتتألف الأرضية من مكروليت من البلاجيوكلاز والأوجيت، مع الإلمينيت، والكلوريت الناتجين عن فساد الزجاج البركاني.

صورة مجهرية 14

لابا وسادية (بازلت بورفيريت)

6-صخور الطف البركاني:

تعتبر ذات تركيب أساسي إلى متوسط، وأهم الصخور المشكلة للتشكيلة البركانية -الرسوبية، وتتميز بلونها الرمادي المخضر، وتكون من الطف الزجاجي، أو الطف الصخري (بركاني بازلتي)، وتحتوي على بعض الفلزات مثل الهورنبلاند، والأوجيت، والزجاج. أما أرضيته فتتألف من الزيوليت، والكلوريت، والزجاج البركاني (الصورة 16).



صورة مجهرية 16

طف بركاني (بازلتي): تتألف أرضيته من الزيوليت، والكلوريت، والزجاج البركاني

7-صخور كلسية -بركانية:

تشكل طبقات رقيقة بسماكة ما بين 0.2-1.5م ضمن الوحدة البركانية -الرسوبية، تتناوب مع صفائح رقيقة بسماكة 0.5-1م من عدسات كلسية رمادية اللون، وتداخلات من مواد بركانية حطامية تحتوي على بلورات ميكروليتية من البلاجيوكلاز.

الدراسة الجيوكيميائية:

أكدت الدراسة الجيوكيميائية المنجزة على /10/ عينات (الجدول:1) وجود الأنواع البتروغرافية المحددة ضمن صخور التشكيلة المدروسة، وذلك من خلال الخصائص الكيميائية للعناصر الأساسية التي توافقت مع تركيب الأنواع البتروغرافية التي تم تحديدها. فضلاً عن ذلك،

نلاحظ من (الجدول:1) أن نسبة المنغنيز وسطياً 25.33% (تتراوح ما بين 20.55-30.11%).

(الجدول 1): -تحاليل جيوكيميائية لصخور التشكيلة البركانية -الرسوبية في الشيخ حسن وأم الطيور.

الأوكسيد	حجر كلسي		مارل (كلس -غضاري، غضار -كلسي)		راديولاريت		لابا وسادية (كروية)		منغنيز	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	2.20	1.10	6.01	6.35	94.01	92.89	52.41	56.90	53.40	56.90
TiO ₂	0.01	0.01	0.09	0.10	0.02	0.02	0.23	0.12	0.23	0.12
Al ₂ O ₃	0.07	0.08	1.77	1.79	1.80	2.01	4.19	3.75	4.19	3.75
FeO	0.06	0.06	0.88	0.85	0.75	0.75	2.91	10.10	2.91	10.11
MnO	0.13	0.10	0.05	9.06	1.76	0.99	30.10	20.55	30.11	20.55
MgO	0.45	0.43	1.45	1.39	0.46	0.42	0.70	0.61	0.70	0.61
CaO	54.01	54.71	49.10	49.31	0.32	0.30	0.91	1.22	0.91	1.22
Na ₂ O	0.05	0.05	0.08	0.05	0.14	0.12	0.30	0.25	0.30	0.25
K ₂ O	0.03	0.04	0.29	0.31	0.29	0.25	0.31	0.30	0.31	0.30
P ₂ O ₅	0.05	0.06	0.05	0.05	0.01	0.01	0.15	0.16	0.15	0.16
H ₂ O	43	43.32	39.06	30.51	1.19	2.21	6.20	5.99	6.30	5.90

الاستنتاجات والتوصيات:

توصّل البحث من خلال الدراسة الحقلية، البتروغرافية والجيوكيميائية المنفّذة على العينات الصخرية التي تم جمعها، ودراستها من منطقة الدراسة إلى الاستنتاجات الآتية:

1- يعتبر مقطع الشيخ حسن -العصفورة من أكثر المواقع التي يمكن مشاهدة مقطع كامل للصخور البركانية -الرسوبية، بسماكة إجمالية تصل إلى 1000م، مع ملاحظة غنى التشكيلات الصخرية في هذا الموقع بخام المنغنيز (بنسبة وسطية 25.33%).

2- يمثّل موقع أم الطيور مقطعاً متكاملًا للتشكيلة البركانية -الرسوبية والصخور الأفيوليتية، بسماكة إجمالية حوالي 700م.

3- بيّنت نتائج الدراسة البتروغرافية على العينات الصخرية التي تم جمعها (والممثلة بـ 20 شريحة مجهرية)، أنّ الصخور البركانية -الرسوبية المدروسة ممثلة بنمطين:

-نمط رسوبي يضم صخور غضارية-سيليكاتية، صخور سيليكاتية-غضارية، صخور سيليكاتية -الراديولاريت، صخور كلسية، وصخور كلسية -بركانية.

ونمط بركاني يضم صخور الدياباز، صخور اللابا الوسادية (الكروية)، صخور الطف البركاني والتي تعتبر نواتج البركة القلوية المندسة والمتوضعة ضمن النمط الرسوبي.

4- أكدت نتائج التحاليل الجيوكيميائية المنقّدة على العينات المدروسة (وعددها 10، الجدول رقم 1) من مقطعي الشيخ حسن-العصفورة ومقطع أم الطيور وجود عدة أنواع من الصخور الرسوبية الغضارية السيليكاتية والكلسية، إضافة إلى عدة أنواع بتروغرافية من الصخور النارية كالدياباز واللابا الوسادية، والطف البركاني. كما نوصي بمتابعة البحث في كل المناطق المجاورة بهدف ربط المقاطع الجيولوجية المدروسة لصخور التشكيلة البركانية-الرسوبية مع منطقة قسطل معاف وجوارها بهدف التوصل إلى فهم أفضل حول انتشار هذه الصخور في منطقة البسيط وتقييم إمكانية الاستفادة منها.

References:

- 1-Dubertray, L. 1970-The Geology of Syria and Lebanon - translated into Arabic by Dr. Mikhail Moati, Damascus University.
- 2- A book entitled (The economic importance of the Belulava rocks and the Amber formation in the Al-Basit area in Latakia). Research registered by Tishreen University Council Resolution No. 1041, date: 4/8/1999. The research was conducted in the Department of Geology - Faculty of Science - Tishreen University (the research is unpublished.)
- 3- A book titled (Useful Materials Accompanying Volcanic-Sedimentary Rocks in Basset). Research registered by Tishreen University Council Resolution No.:/1470/, date: 6/11/2001. The research was conducted in the Geology Department, Faculty of Science, Tishreen University (the research is unpublished)(
- 4- Mustafa Mahmoud, Qawjah Muhammad, a mineral-chemical study of the pillow Lapa rocks and the Amber Formation in Al-Basit, northwestern Syria. Jerash University Journal for Research and Studies, Volume Five - Issue Two, June 2001 .
- 5-Mustafa Mahmoud, study of the main types of pillow lapa rocks in the Al-Basit region / Syria. Published in Tishreen University Journal for Scientific Studies and Research - Basic Sciences Series, 2002.
- 6- Youssef Radwan, Leos Ihsan, a proposed tectonic model for the structural connection of the structures of the Coastal Range and Jabal al-Zawiya since the Upper Cretaceous, Department of Geology, Atomic Energy Commission, Second Geological Conference, Damascus, (2009).
- 7- Hamdan, Mahran, 2016, Geological study of the region bordering the ophiolite complex with the Northern Kabir River Basin, Master's thesis in the Department of Geology, Faculty of Science - Tishreen University
- 8-Hamdan, Mahran, 2020, a mineral-geochemical study of ultra-basic rocks in the Al-Basit region and its environmental implications, doctoral thesis in the Department of Geology, Faculty of Science - Tishreen University.
- 9-Bozkurt, E. 2001. Neotectonics of Turkey – a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14, 3-30.
- 10-David J.W.:The igneous rocks of Greece, The anatomy of an orogen abstract. 2002.
- 11-Robertson . A, . Xenophonotos . C. 1993. *Development of Concepts Concerning the Troodos Ophiolite and adjacent units in Cyprus*. Geological Society Publication No. 76.85 – 119.
- 12-ROBERTSON,A.H.F.,XENOPHONTOS,C., DANELIAN, T.AND DIXON,J.E.,2000 Tectonic evolution of the Mesozoic Arabian passive continental margin and related ophiolite in Baer-Bassit region (NW Syria) Proceedings of the Third international

- conference on the Geology of the eastern Mediterranean .Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Geological Survey Department. Nicosia, Cyprus. 2000.Pages 61-81.
- 13-P.R., and Ruppel, C., editors, The Central Atlantic Magmatic Province: American Geophysical Union, Geophysical Monograph, 136, 163-178, 2002.
- 14-Sleep, N.H., 1996, Lateral flow of hot plume material ponded at sub-lithospheric depths: Journal of Geophysical Research, v. 101, p. 28065–28083.
- 15-Sundvoll, B. and Larsen, B.T. 1995. Architecture and early evolution of the Oslo Rift. Tectonophysics 240, 173-189.
- 16-Taylor RN, Murton BJ & Nesbitt RW, Geological Society Special Publication, 60, 117-132, (1992).
- 17-Torsvik, T.H., Eide, E.A., Meert, J., G., Smethurst, M.A. and Walderhaug, H.J., 1998. The Oslo Rift: new palaeomagnetic and ⁴⁰Ar/³⁹Ar age constraints. Geophysical Journal International 135, 1045-1059.
- 18-Upton, B.G.J., Emeleus, C.H., Heaman, L.M., Goodenough, K.M. and Finch, A.A. (2003) Magmatism of the mid-Proterozoic Gardar Province, South Greenland: chronology, petrogenesis and geological setting. Lithos, 68, 43-65
- 19-Vidal, N., Klaeschen, D., Kopf, A., Docherty, C., Von Huene, R., and Krashennikov, V.A. 2000. Seismic images at the convergence zone from south of Cyprus to the Syrian coast, eastern Mediterranean. Tectonophysics, 329, 157-170.

