

## دراسة بتروغرافية لصخور الغابرو في معقد أفيوليت البولكاليزا

الدكتور محمود مصطفى\*

تاريخ الإيداع 15 / 1 / 2008. قُبِلَ للنشر في 11/5/2008

### □ الملخص □

يعد أفيوليت البولكاليزا في جنوب بولونيا/جبال سوفييه/ جزءاً من الحزام الأفيوليتي النيو-تيتسي حيث يعد امتداداً لأفيوليت الكاربات والأفيوليت السلوفاكي. وكما هو الحال في العديد من التتابعات الأفيوليتية المرتبطة بهذا الحزام فإن أفيوليت البولكاليزا يحتوي على صخور الغابرو، والتي تشبه مثيلاتها في المعقد الأفيوليتي السوري في البسيط، مع بعض الفروقات المحلية، وعلى الرغم من أنها من مناطق مختلفة من الأحزمة الأفيوليتية ومن عمريين مختلفين لكن يعتقد أنها جميعاً تشكلت كنتيجة لعمليات تشكل محيط التيتس وتطوره واختفائه.

الصخور المدروسة في هذا البحث عبارة عن الغابرو، ونتيجة للدراسات البتروغرافية-الفلزية تميز بين نوعين من صخور الغابرو من حيث حجوم الحبات: غابرو متوسط حجوم الحبات، وغابرو-بازلت ناعم الحبات مع بعض الميغكريست من البلاجيوكلاز والبيروكسين. لدراسة التركيب الفلزي استخدمنا المجهر الإلكتروني لإجراء العديد من التحاليل الكيميائية النقطية للفلزات.

**الكلمات المفتاحية:** دراسة بتروغرافية-فلزية- صخور الغابرو - معقد أفيوليت البولكاليزا،ميغكريست- تحاليل نقطية- النيوتيتس.

\* أستاذ مساعد - قسم الجيولوجيا-كلية العلوم-جامعة تشرين-اللاذقية-سورية.

## A Petrographic Study of Gabbro Rocks at Polkalesia Ophiolite

Dr. Mahmoud Moustafa \*

(Received 15 / 1 / 2008. Accepted 11/5/2008)

### □ ABSTRACT □

The Ophiolite of Polkalesia in southern Poland, Sowie Mountain, is part of the New-Tethyan Ophiolite northern belt, where it is regarded as a continuation of Carpathian and Slovakian Ophiolite. As is the case with many of the ophiolite occurrences in this belt, the sequences are closely associated with this belt, polkalesia ophiolite contain gabbro rocks, which are similar to gabbro of the Syrian ophiolite in Al-Bassit area, with some local differences. Despite the fact that they belong different places of ophiolite belts and are of different ages, they are thought to be formed as a result of formation and development processes, and the disappearance of the Tethys Ocean. The studied rocks in this research are gabbros. In the light of petrography studies and by relying on the size of grains, we can distinguish two types of gabbros: those of medium-size grains and fine basalt-gabbro with megacryst of plagioclase and pyroxenes. Studying mineral composition, we have used an electronic microscope to conduct microprobe analyses of minerals.

**Keywords:** petrography ,mineralogical study, gabbro rocks, polkalesia ophiolite, complex, megacryst, microprobe analyses, New-Tethyan.

---

\*Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**مقدمة :**

يشكل أفيوليت شرق البحر المتوسط ثلاثة أحزمة رئيسة : معقد ديناريد-هيلينيد الغربي الجوراسي، و الأجسام الجوراسية-الكريتاسية في شرق اليونان، و وسط تركيا، والتوضعات الأفيوليتية التابعة لنهاية الكريتاسي في جنوب تركيا، وقبرص، وبعيداً باتجاه الشرق [1,2,3]. وفي شرق أوربا نميز بين حزامين من الأفيوليت الحزام الغربي والحزام الشرقي حيث يتألف الحزام الأفيوليتي الشرقي :

(أ)-حزام كيركوم رودوب :

تشكل كتلة أكسيوس (Stip-Axios) مع حزام كيركوم رودوب القوس الشرقي من نطاق أكسيوس، وكما يعتقد أنه جزء ضيق من الكتلة الصربية-المقدونية (Serbomacedonian Massif) ، والتي تعرضت لعمليات تحول تراجعية إلى سحنة الشيست الأخضر [4,5] (الشكل :1).

(ب)-الكتلة الصربية-المقدونية :

تحتوي الكتلة الصربية-المقدونية على سلسلة من الصخور الباليوزوية، أو الصخور الأقدم عمراً الممتدة نحو الشمال عبر يوغسلافيا سابقاً، وتتحنى نحو الغرب عند تشكيلات حزام كيركوم، وتتحرف نحو الشرق عند الركيزة البلورية لرودوب. وفي الجزء اليوناني /المقدوني/ تنقسم الكتلة إلى وحدتين هما: تشكيلة فيرتيسكوس (Vertiskos) في الغرب، وتشكيلة كيردايليا (Kerdyllia) في الشرق [6,7,8] .

(ج)- أفيوليت الميزوزوي في اليونان ( أفيوليت فورينوس ، و أفيوليت بيندوس (Vourinos, Pindos).

يفصل الحوض الميزو-هيليني أفيوليت فورينوس، بندوس و غيرها من الكتل الأفيوليتية، وتظهر عملية إعادة تركيب هذه الكتل الأفيوليتية أنها كانت أجزاءً من بلاطة محيطية واحدة. وقد تكسرت هذه البلاطة خلال الكريتاسي-الثلاثي، وربما يتوافق ذلك مع ولادة الحوض الميزو-هيليني [9,10,11] .

(د)-أفيوليت تجمع الجزر القوسية في غرب بلغاريا من عمر البريكامبري-الكامبري:

يوجد في غرب بلغاريا نوعان من الأفيوليت القديم حيث يتألف أفيوليت البلقان (Balkan ophiolite) من أجسام كبيرة مثل كتلة جنوب البانات (South Banat) الموجود في رومانيا ، و كتلة زاقلافاس (Zaglavac) و ديلي جوفان (Deli Jovan) في صربيا، وكتلة تشيرني فراش (Tcherni Vrach) وغيرها في بلغاريا، والتي تعد كتلاً من القشرة المحيطة المحفوظة جيداً [12,13].

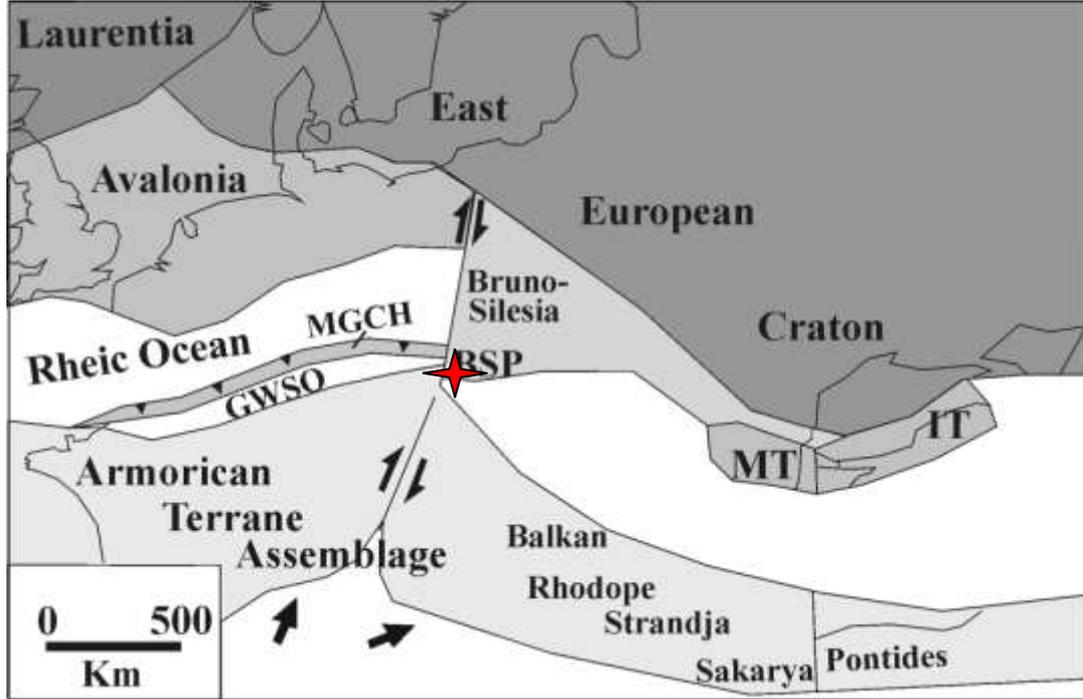
أما الحزام الأفيوليتي الغربي فيتألف من :

(أ)-الأفيوليت السلوفاكي :

يقع في منطقة الكرات الغربية حيث توجد صخور سحنة الشيست الأزرق التابعة للميزوزوي على طول نطاقين درزيين يتجهان من الشرق إلى الغرب ( وحدة ميلياتا Meliata و حزام بينيني كليبن Pieniny Klippen Belt ) في جبال الكرات الغربية (Carpathians) [14].

(ب)- أفيوليت أوردبانا ديمو :

يتكشف الأفيوليت الألباني في نطاق ميرديتا (Mirdita)، ويمتد جنوباً في نطاق البيلاجون (Sub-Pelagonian) في الهيلينيد (Hellenides) وشمالاً في نطاق صربيا في ديناريدس (Dinaarides). وتتألف من حزامين يتجهان شمال-شمال غرب وجنوب-جنوب غرب، ولهما فرعان الأول باتجاه شرق-غرب، والثاني باتجاه شمال-جنوب [15].



(الشكل: 1) - يبين توزيع حزامي الأفيوليت في أوروبا الشرقية وموقع أفيوليت البولكاليزا. حسب ( J.A.Winchester,2003 ) المصطلحات: BSP - أفيوليت برونو-سيليزا. GWSO - محيط غيسين-فيرا-سودهلرز. MGCH - الكتلة البلورية الألمانية المتوسطة.

(ج) - أفيوليت فوسكويوجا في جنوب ألبانيا:

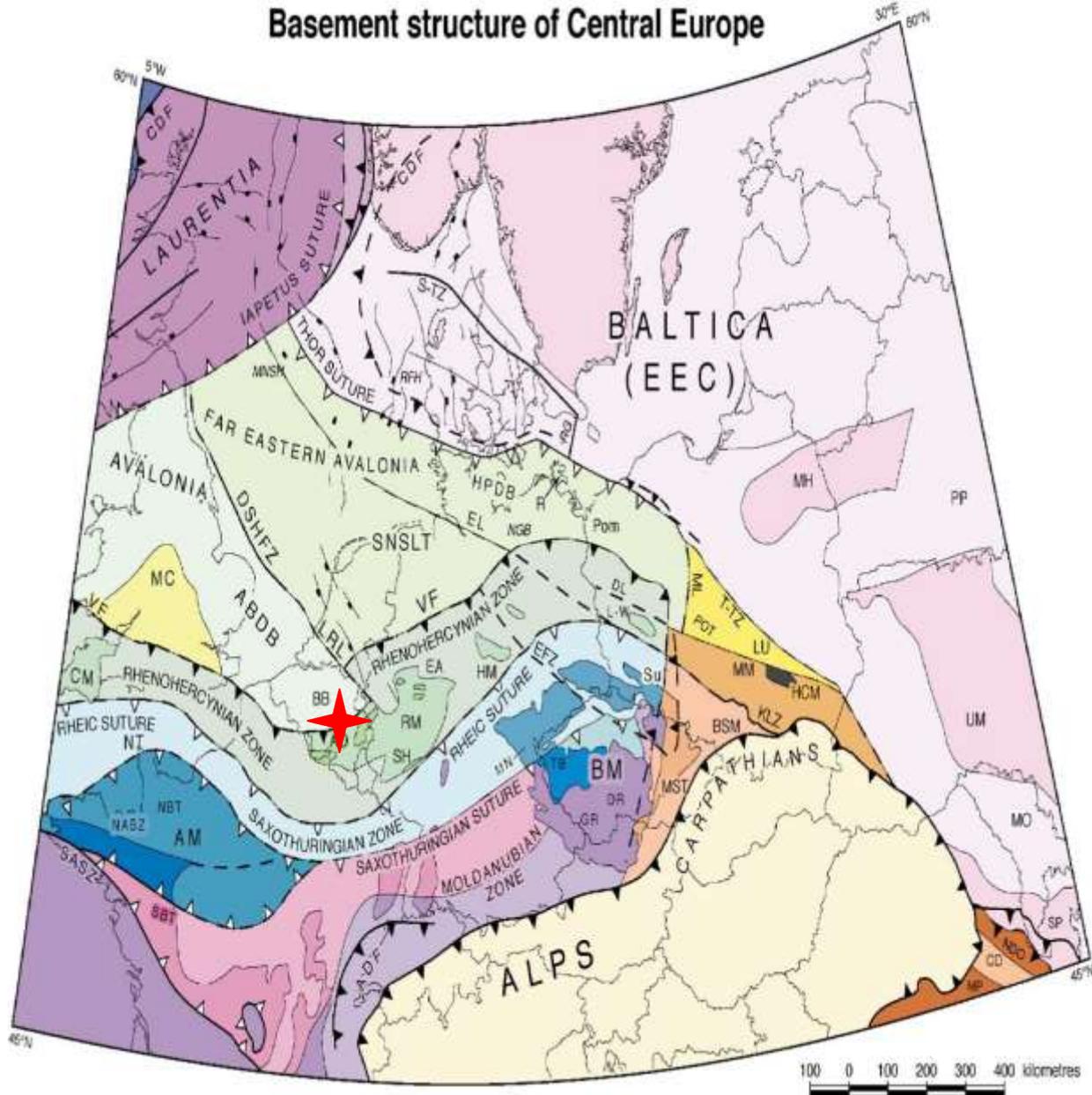
يشكل الجزء الألباني من أفيوليت شرق البحر المتوسط مقاطع متطورة جداً حيث يعد جزءاً من الحزام الأفيوليتي الغربي، ويمتد من كرواتيا في الشمال إلى اليونان في الجنوب. ويشكل عام يقسم الأفيوليت الألباني إلى نطاق غربي وشرقي حيث يظهر النطاق الغربي تقارباً من بازلت مورب بينما يظهر النطاق الشرقي تقارباً من نطاقات الانغماس [16].

(د) - الأفيوليت البولوني :

يعد أفيوليت البولكيز امتداداً للأفيوليت الألباني الذي يمتد حتى سلوفاكيا وهنغاريا حيث ينتشر في جنوب بولونيا في منطقة جبال سوفييه (Sowie Mountain) ويعود إلى الباليوزوي /بيرمي-ديفوني/(الشكل:3).

### أهمية البحث وأهدافه:

في هذا البحث نقوم بدراسة صخور الغابرو التابعة لأفيوليت البولكاليز في منطقة جبال سوفييه في جنوب بولندا (الشكل:2)، [17,18] [19]، والتي تشبه مثيلاتها في منطقة البسيط و معقد ترودوس القبرصي [23]، وتكمن أهمية البحث في كون أفيوليت البولكاليز تابعاً للأحزمة الأفيوليتية العائدة للنيوتيتس التي تشكلت كنتيجة لعمليات تشكل النيوتيتس الجديد في وسط أوروبا وتطوره واختفائه ، وبالتالي يساعدنا في فهم تاريخ تشكل محيط النيوتيتس، وأيضاً فهم منشأ الأفيوليت السوري الذي يعد قشرة محيطية تشكلت في قاع محيط النيوتيتس. لقد أجري البحث أثناء القيام في مهمة بحث علمي خارجي في مخابر معهد العلوم الجيولوجية بجامعة ياغيلونيان في مدينة كراكوف في بولندا [ 25 ] .



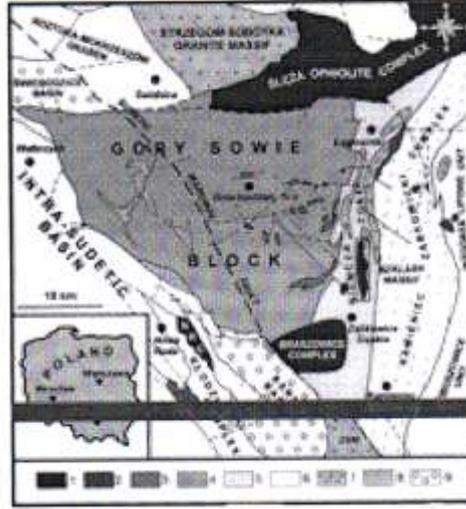
(الشكل: 2) -خريطة جيولوجية تبين بنية وسط أوروبا حيث يوجد أفبوليت بولكاليزا.

(J.A.Winchester,2002

### طريقة البحث ومواده:

لقد تمت الدراسات على العينات الصخرية / 40 عينة / المأخوذة من التوضعات الصخرية في جبال سوفيه (الشكلان: 3، 4) حيث تمت الدراسة البتروغرافية والفلزية باستخدام المجهر الاستقطابي لتحديد الخصائص الفلزية، ودلالات البنية، و النسيج ، ودراسة التركيب الكيميائي للفلزات وإجراء التحاليل الكيميائية النقطية / microprobe analyses / باستخدام المجهر الإلكتروني ياباني الصنع موديل هيتاشي حيث تم إجراء /29 تحليلاً نقطياً/، وتم

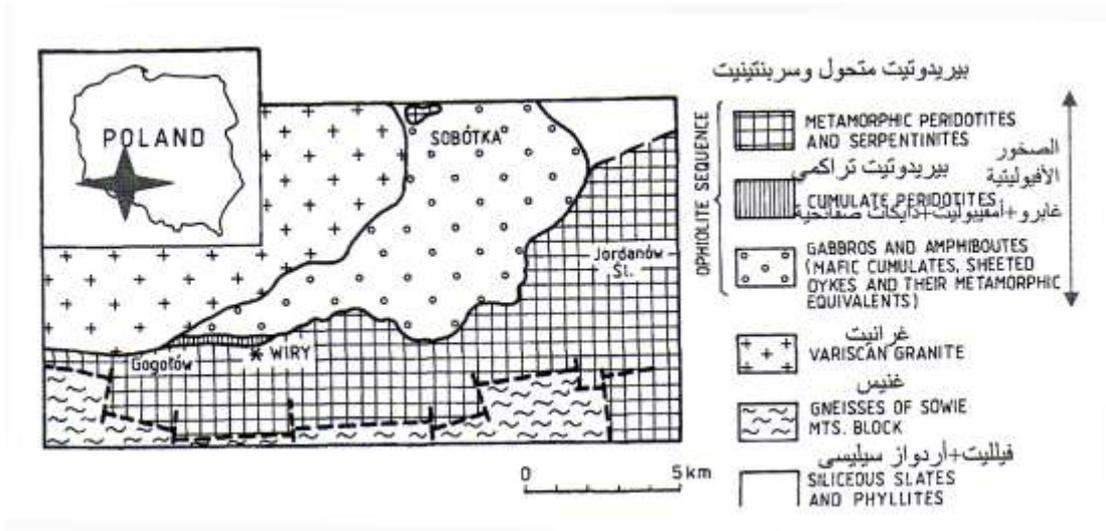
تصوير الشرائح الصخرية تحت المجهر الاستقطابي ، وباستخدام كاميرا رقمية يابانية الصنع من نوع Nikon. كما تمت معالجة الصور باستخدام الحاسوب.



(الشكل:3)- خريطة جيولوجية لأفيوليت بولكاليز/كتلة جبال سوفيه/ التابع للحزام الأفيوليتي الشمالي.

1- أجزاء من أفيوليت سوديتيك 2- بازلت نيوجيني. 3- أمفيبوليت. 4- غنيس ومغماتيت من معقد جبال سوفيه. 5- ميلونيت من نطاق نيمتشا. 6- ميكا شبيست من وحدة كامينيتس-زابكوفيتسكي. 7- صخور غرانيتية. 8- رسوبات تابعة للكربوني الأسفل. 9- صخور رسوبية من حوض باردو و حوض شفيكودزيتس.

معقد نوبا رودا: NRC ، كتلة زلوتي ستوك الغرانيتية: ZSM الخطوط المنقطة عبارة عن فوالق .



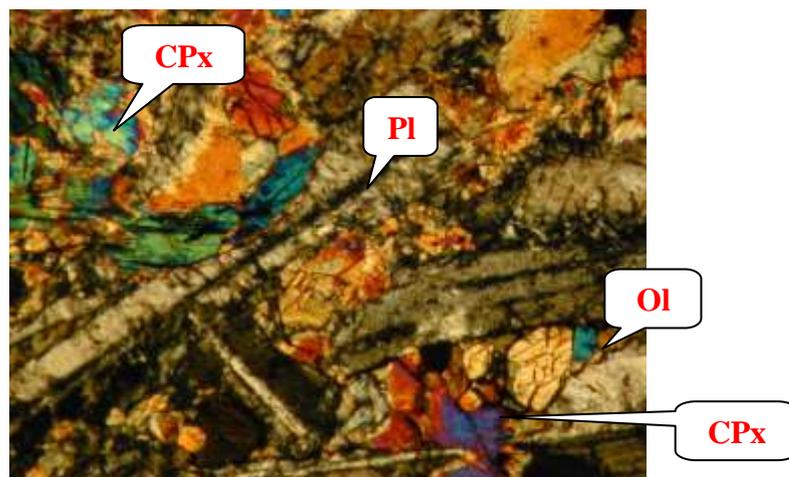
(الشكل:4)- مخطط جيولوجي مبسط لجنوب بولندا يبين انتشار الصخور الأفيوليتية، حسب (Majerowicz,1981) .

النتائج والمناقشة:

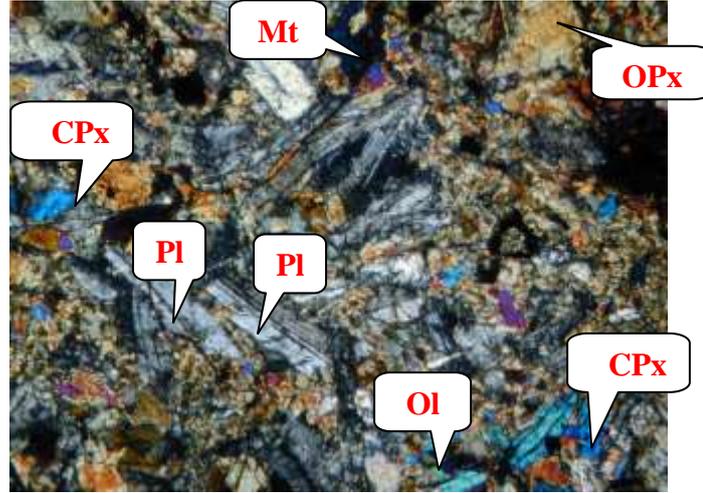
لقد أجريت الدراسة البتروغرافية الفلزية لصخور الغابرو والبازلت :  
 تم من الناحية البتروغرافية التمييز بين ثلاثة أنواع من صخور الغابرو (الجدول:1): 1- الغابرو: ويحتوي على  
 البلاجيوكلاز، والكلينوبيروكسين، وكمية قليلة من الأورتوبيروكسين، وعلى بلورات ميغاكريست من البلاجيوكلاز  
 والبيروكسين. وهو النوع السائد في العينات المدروسة (الصورة:1) .  
 2- غابرو-بازلت حيث يحتوي على البلاجيوكلاز، والأورتوبيروكسين، والكلينوبيروكسين، والمغنيتيت. وتوجد هذه  
 الصخور بكميات قليلة (الصورة:2).  
 3- غابرو أوليفيني: وهو غابرو يحتوي على نسبة من الأوليفين وذلك داخل جيوب تضم فينوكريست من  
 البلاجيوكلاز والأوليفين. توجد صخور الغابرو ذو الأوليفين بكميات قليلة .

الجدول:1 يبين التركيب الكيميائي لصخور الغابرو والبازلت في أفبوليت البولكاليزا.

الأكاسيد	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	49.18	47.31	47.00	45.90	46.10	45.90	46.22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.60	15.85	18.99	18.63	15.55	17.52	15.10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.40	5.55	4.91	5.95	5.15	6.27	5.33
FeO	2.10	1.55	4.00	5.55	5.23	5.72	5.20
MnO	0.08	0.9	0.11	0.13	0.17	0.17	0.15
MgO	9.07	9.95	9.25	7.24	10.54	8.77	10.51
CaO	14.51	16.55	14.65	13.05	13.98	11.00	13.89
Na <sub>2</sub> O	0.69	0.82	0.61	1.75	0.97	2.72	1.90
K <sub>2</sub> O	0.12	0.05	0.05	0.05	0.04	0.09	0.09
TiO <sub>2</sub>	0.04	0.14	0.09	1.10	0.44	1.44	0.42
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.06	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05
H <sub>2</sub> O	0.04	0.19	0.22	0.23	0.11	0.26	0.23
الفاقد	1.15	1.14	1.07	0.37	1.61	0.14	0.91
المجموع	98.85	98.86	98.93	99.63	98.39	99.86	99.09



(الصورة:1)- صخر الغابرو تبين التركيب الفلزي المؤلف من البلاجيوكلاز، والبيروكسين والأوليفين. (MP-1)، تكبير 100× .



(الصورة:2)- صخر الغابرو-بازلت تبين العلاقة بين فلزات البلاجيوكلاز والبيروكسين والأوليفين والمغنيتيت.(MP-2) ، تكبير  $\times 40$ .

من خلال الدراسة الفلزية التي أجريت على الشرائح المجهرية الصخرية تحت المجهر الاستقطابي والمجهر الإلكتروني تبين أن صخور الغابرو تحتوي على الفلزات الرئيسية التالية[19]:

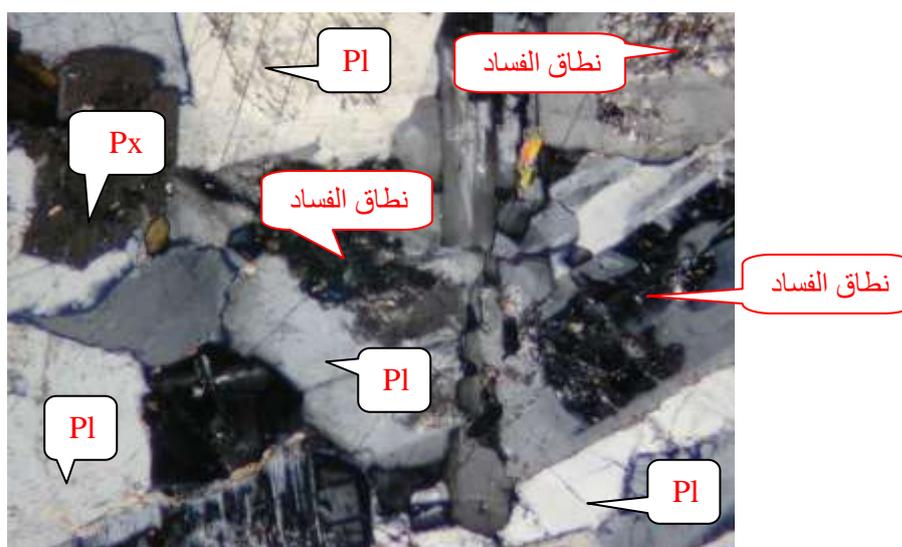
**1-البلاجيوكلاز:** البلاجيوكلاز السائد في العينات المدروسة هو من نوع اللابرادوريت ( $An_{56-62}$ ) (الجدول: 2) حيث يوجد بنسبة 60-70% وبشكل بلورات كبيرة الحجم مستطيلة الشكل ذات توأمية بسيطة عريضة مؤلفة من توأمين (الصورة:3) ، و تتميز بلورات البلاجيوكلاز من خلال لونها التداخلي الرمادي المسود من الترتيب اللوني الأول ، وقد تصادف في بعض العينات المدروسة بلورات بلاجيوكلاز من الجيل البلوري الأول مكسرة و مفككة إلى حبات صغيرة الحجم (الصورة: 4) ، ونعتقد أن التكسر حدث بفعل عوامل الضغط الخارجي على الصخر. كما تصادف في صخور الغابرو بلورات كبيرة الحجم /ميغاكريست/ (الصورة:5) و (الصورة:6). وفي بعض العينات تم ملاحظة تجوية بلورات البلاجيوكلاز إلى ألبيت وساسوريت/لونه أخضر مصفر، وعادة ما يوجد بشكل بلورات أبرية أو خيطة الشكل ناعمة/ أو سوسوريت/لونه أخضر قاتم إلى أخضر مسود، ويوجد بشكل تجمعات بلورية كتلية المظهر/ (الصور:7 و8 و9 و10 و11 و12).



(الصورة:3)- صورة مجهرية تبين تجمع بلورات البلاجيوكلاز من جيلين بلوريين، العينة رقم (MP-25) ، تكبير  $\times 100$ .

الجدول:2-التركيب الكيميائي لفلز البلاجيوكلاز في صخور الغابرو في أفيوليت البولكالييزا.

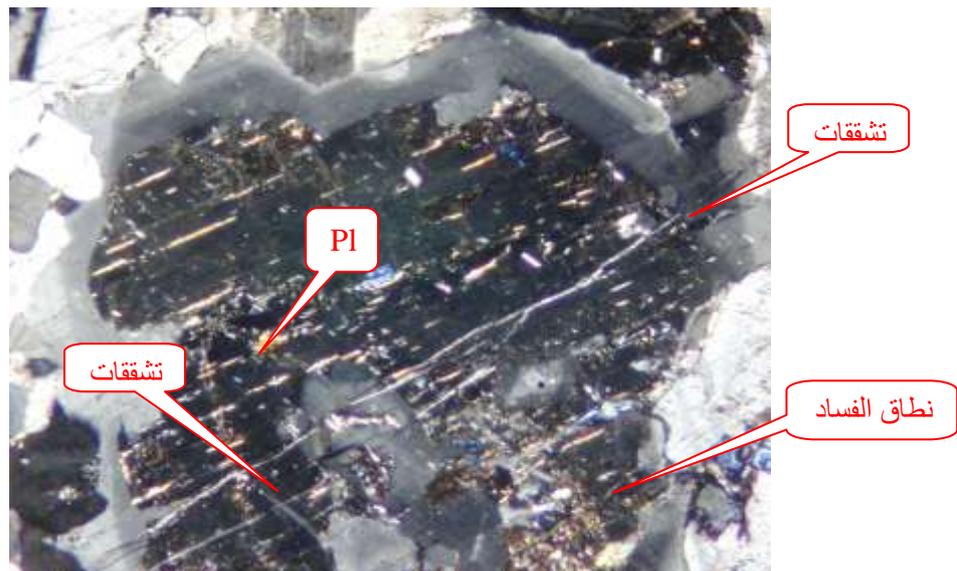
رقم العينة	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	50.42	50.86	54.68	65.05	65.26	56.31
TiO <sub>2</sub>	1.56	1.65	0.00	0.22	0.48	0.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.21	2.23	27.61	19.94	19.77	27.18
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	0.06
FeO	9.65	8.38	0.21	0.22	0.41	0.15
MnO	0.30	0.30	0.30	0.26	0.26	0.26
MgO	14.02	13.28	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	22.05	21.67	11.57	2.23	1.90	10.61
Na <sub>2</sub> O	0.36	0.63	4.77	7.55	7.04	5.24
K <sub>2</sub> O	0.03	0.07	0.36	3.73	4.08	0.40
Total	100.60	99.08	99.20	98.94	98.94	99.90
An	62.6	56.1	11.0	51.6	9.8	51.7
Ab	35.3	41.8	67.2	46.1	65.3	36.3
Or	2.1	2.1	21.8	2.3	24.9	12.0



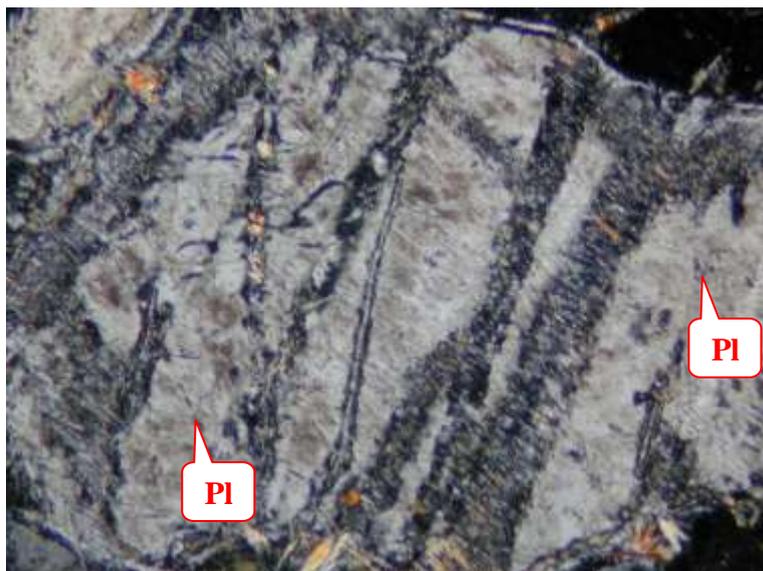
(الشكل:4)- صورة مجهرية لصخر الغابرو تبين تجمعا من بلورات البلاجيوكلاز التي تعرضت للفساد. العينة رقم (MP-10)، تكبير ×100.



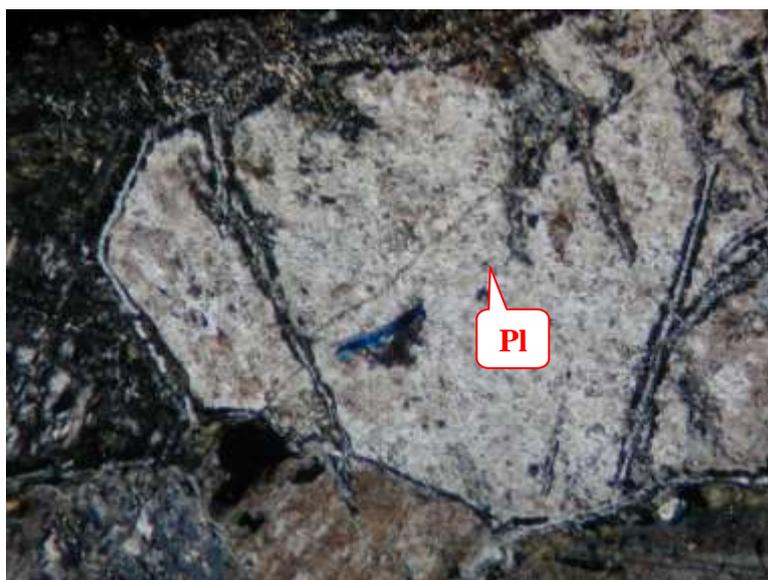
(الشكل:5) - صورة مجهرية لصخر الغابرو تبين الفساد الكلي لبلورة بلاجيوكلاز. العينة رقم (MP-12)، تكبير  $\times 100$ .



(الصورة:6) - صخر الغابرو تبين البنية الداخلية للبلاجيوكلاز حيث تعرض للفساد والتشقق. العينة رقم (MP-9)، تكبير  $\times 100$ .



(الصورة:7)- صورة مجهرية تبين البنية الداخلية للبلاجيوكلاز/ميغاكريست/، العينة رقم (MP-43)، تكبير  $\times 100$ .



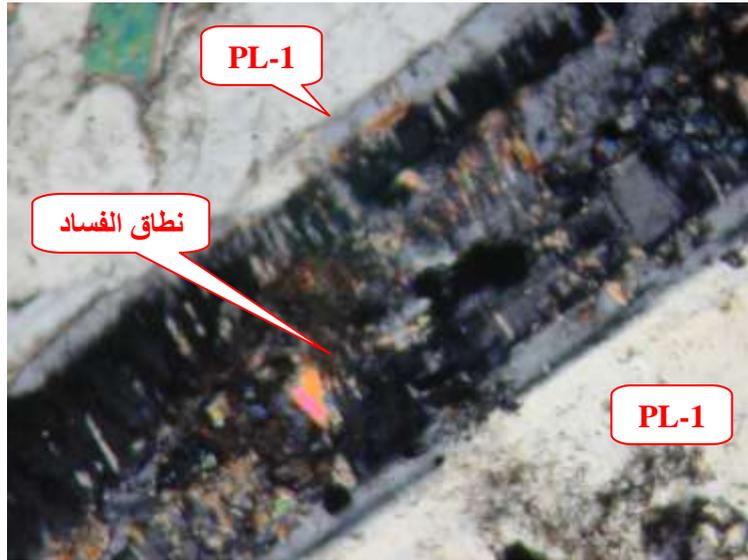
(الصورة:8)- صورة مجهرية تبين نسيج بلورات البلاجيوكلاز/ميغاكريست/، العينة رقم (MP-37)، تكبير  $\times 100$ .



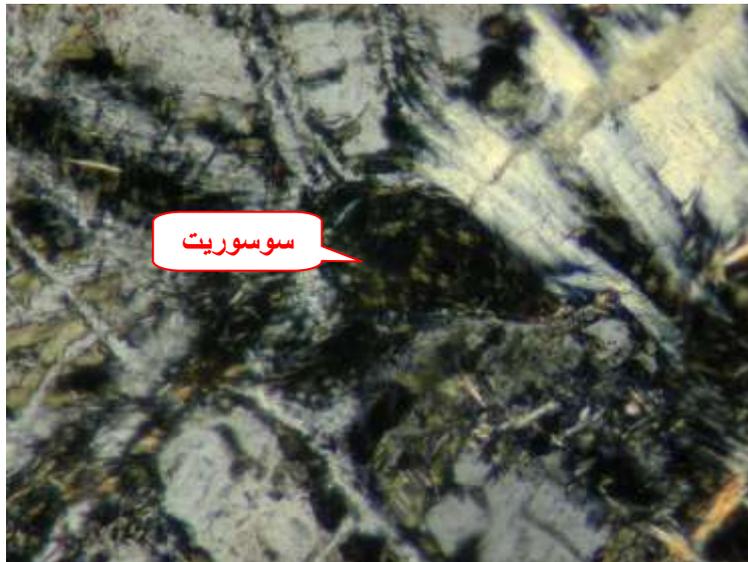
(الصورة:9) - صورة مجهرية تبين تفسخ البلاجيوكلاز إلى فلزات ثانوية، العينة رقم (MP-41)، تكبير  $\times 100$ .



(الصورة:10) - صورة مجهرية تبين تفسخ البلاجيوكلاز/ميغاكريست/ إلى ساسوريت وسوسوريت، العينة رقم (MP-40)، تكبير  $\times 100$ .



(الصورة:11)- صورة مجهرية تبين فساد بلورات البلاجيوكلاز من الجيل البلوري الأول، العينة رقم (MP-20)، تكبير  $\times 100$ .

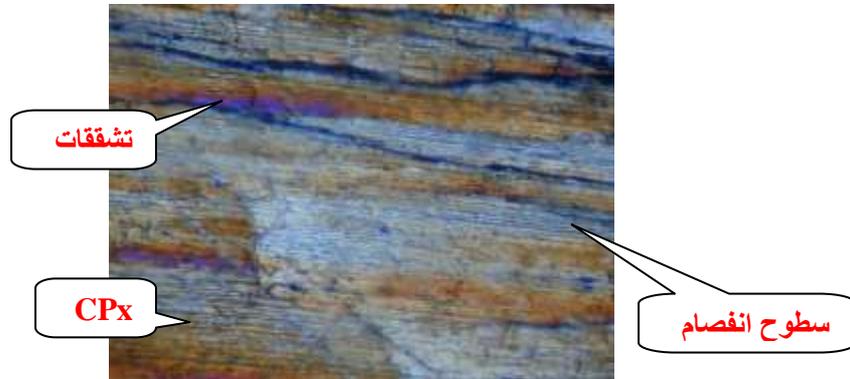


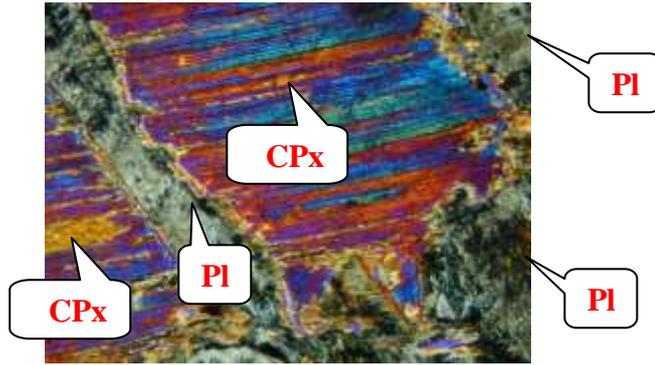
(الصورة:12)- صورة مجهرية تبين تفسخ بلورات البلاجيوكلاز/ميغاكريست/ إلى سوسوريت، العينة رقم (MP-30)، تكبير  $\times 100$ .

**2- الكليوبيروكسين:** الكليوبيروكسين السائد في العينات المدروسة هو من نوع الديوبسيد ( $Wo_{45.8-55.7} - En_{32.8-40.5} - Fs_{7-14}$ ) (الجدول: 3) يوجد بنسبة 25-20% وبشكل بلورات متساوية الأبعاد، و تتميز بلوراته من خلال تعتميمها المائل/زاوية التعتميم 45 درجة/، ومن خلال لونها التداخلي الأخضر المزرق من الترتيب اللوني الأول حيث يمكن تمييزها عن بلورات الأورتوبيروكسين من خلال تعتميمها المائل ولونها التداخلي العالي (الصورة:13)، وتحتوي البلورات على سطوح انقسام وبعض الشقوق (الصورة:14)، و عادة ما توجد بلوراته بشكل تجمعات بلورية مؤلفة من بلورتين أو أكثر. وتصادف بلورات الكليوبيروكسين ذات الحجم الكبيرة إلى العملاقة/ميغاكريست/ في صخور الغابرو (الصور: 15، 16)، وعادة ما تكون فاسدة ومتحولة إلى فلزات ثانوية (الصور:17،18،19).

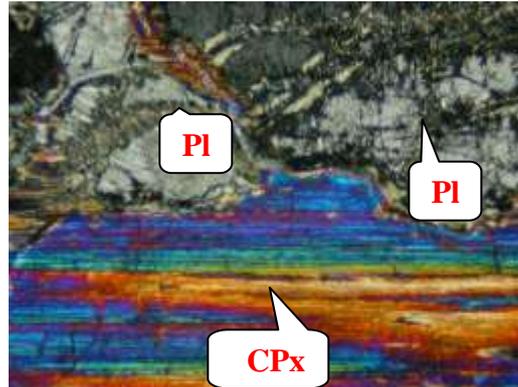
(الجدول:3)-التركيب الكيميائي لفلز الكالسيوم والبيروكسين في صخور الغابرو والبازلت في أفيوليت البولكاليزا.

رقم العينة	1	2	3	4	5	6
اسم الصخر	غابرو		بازلت	غابرو		
SiO <sub>2</sub>	53.13	51.75	43.70	47.12	47.82	42.99
TiO <sub>2</sub>	0.04	0.54	4.70	2.24	1.59	4.73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.60	3.06	9.39	6.40	8.56	9.67
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.02	0.00	0.31	0.18	0.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	3.31	-	3.31
FeO	0.30	10.25	7.68	5.27	6.59	7.48
MnO	0.30	0.68	0.16	0.03	0.19	0.10
NiO	-	-	-	0.00	0.11	0.00
MgO	0.00	11.91	11.43	12.97	12.71	10.26
CaO	13.06	21.94	22.60	24.01	20.88	24.29
Na <sub>2</sub> O	4.06	0.68	0.49	0.58	0.94	42.99
K <sub>2</sub> O	0.36	0.00	0.00	0.08	0.00	4.73
Total	99.55	100.45	100.15	99.01	99.46	99.86
Wo	45.8	46.4	51.7	53.1	48.0	55.7
En	40.5	39.6	36.3	39.9	40.5	32.8
Fs	13.7	14.0	12.0	7.0	11.5	11.5

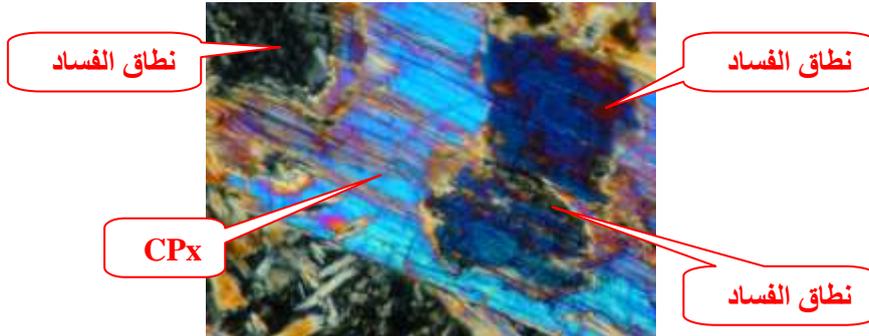
(الصورة:13)- صورة مجهرية لصخر الغابرو تبين البنية الداخلية للبيروكسين حيث تظهر سطوح الانفصام وبعض الكسور والتشققات .  
العينة رقم (MP-6)، تكبير 100.(الصورة:14)- البنية الداخلية للكلينوبيروكسين حيث تظهر سطوح الانفصام وبعض الشقوق على سطح البلورة وللفساد من الداخل . العينة  
(MP-33)، تكبير 100×.



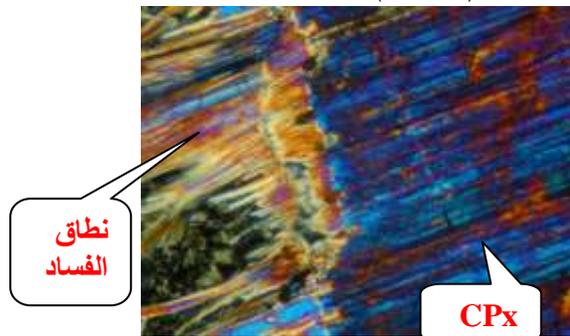
(الصورة:15)- التماس بين الكلينوبيروكسين/ميغكريست/ والبلاجيوكلاز، العينة رقم (MP-49)  $\times 100$ .



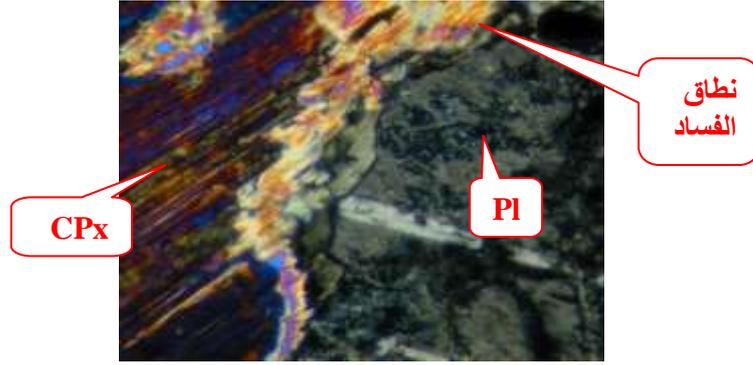
(الصورة:16)- صورة مجهرية تبين التماس بين الكلينوبيروكسين والبلاجيوكلاز، العينة رقم (MP-50)، تكبير  $\times 100$ .



(الصورة:17)- صورة مجهرية تبين البنية الداخلية للكلينوبيروكسين حيث تتعرض بلورة الكلينوبيروكسين للفساد من الداخل العينة رقم (MP-28)، تكبير  $\times 100$ .

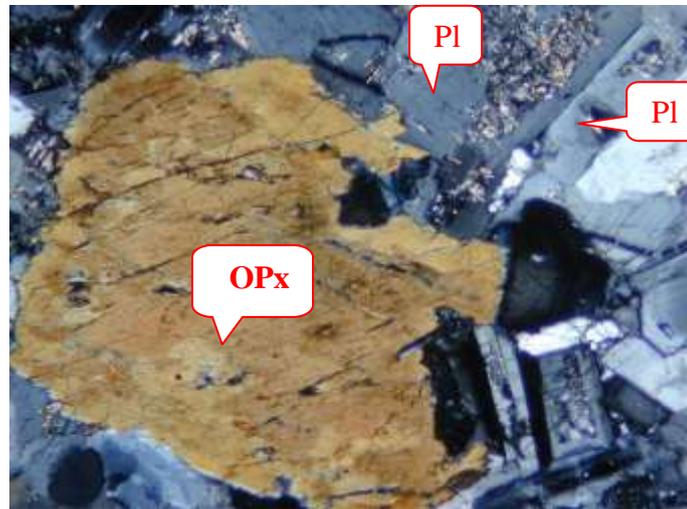


(الصورة:18)- فساد وتفسخ بلورة كلينوبيروكسين/ميغكريست/ من الأطراف العينة، رقم (MP-42)، تكبير  $\times 100$ .



(الصورة:19) - صورة مجهرية تبين فساد وتفسخ بلورة كلينوبيروكسين وتماسها مع البلاجيوكلاز ،  
العينة رقم (MP-45) ، تكبير  $\times 100$ .

**3-الأورتوبيروكسين:** الأورتوبيروكسين السائد في العينات المدروسة هو من نوع فروهبرستين ( $Wo_{1.1} - En_{56.8} - Fs_{42.1}$ ) (الجدول: 4) ، وبلوراته نادرة جداً، ويوجد بنسبة 3-5% حيث يوجد بشكل بلورات متساوية الأبعاد ، و تتميز بلوراته من خلال تعتميمها المستقيم ومن خلال لونها الداخلي المصفر من الترتيب اللوني الأول (الصورة:20)، وتحتوي أحياناً على محتبسات لفلزات أخرى (الصورة:21)، و توجد بلوراته بشكل بلورات منفردة، ويترافق عادة مع بلورات الكلينوبيروكسين (الصورة: 22). وتصادف بلورات ميغاكريست من الأورتوبيروكسين المكسرة والمفككة ، والمتفسخة في بعض الأنواع الصخرية (الصورة: 23) (الصورة:24) (الصورة:25). وتشاهد بعض مظاهر إحاطة الكلينوبيروكسين ببلورات الأورتوبيروكسين (الصورة:26).



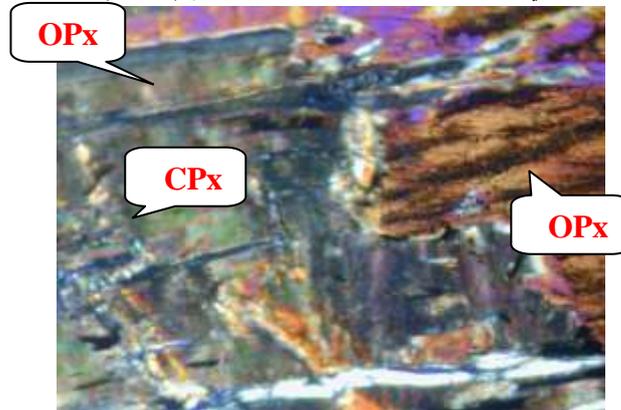
(الصورة:20) - صورة مجهرية لصخر الغابرو تبين البلاجيوكلاز والبيروكسين. العينة رقم (MP-5) ، تكبير  $\times 100$ .

(الجدول:4)-التركيب الكيميائي لفلزي الكلينوبيروكسين والأورتوبيروكسين في صخور الغابرو والبازلت في أفيوليت البولكاليزا.

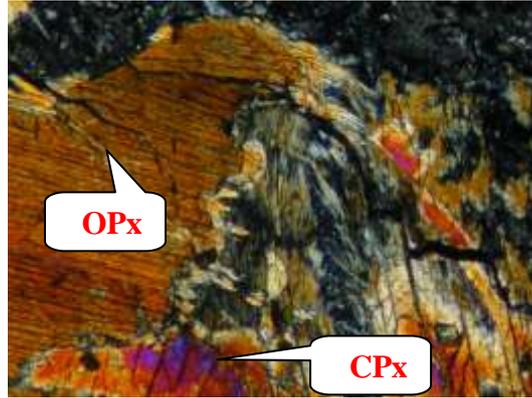
رقم العينة	1	2	3	4	5
اسم الصخر	غابرو ميغاكريست		جيوب غابرو	غابرو	غابرو
الفلز	CPx	CPx	CPx	CPx	OPx
SiO <sub>2</sub>	46.45	48.85	47.70	50.42	52.55
TiO <sub>2</sub>	2.76	1.13	2.29	1.56	0.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.16	8.01	7.68	2.21	1.75
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.11	0.55	0.04	0.00	0.02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.87	-	3.31	-	-
FeO	6.66	5.52	5.89	9.65	24.96
MnO	0.11	0.86	0.17	0.30	0.68
NiO	0.00	0.00	0.00	-	-
MgO	11.75	13.45	12.72	14.02	18.88
CaO	23.92	20.52	23.49	22.05	0.49
Na <sub>2</sub> O	0.40	0.76	0.48	0.36	0.52
K <sub>2</sub> O	0.07	0.09	0.00	0.03	0.06
Total	98.39	99.74	100.46	100.60	100.09
Wo	53.2	47.1	51.7	45.8	1.1
En	36.4	43.0	39.0	40.5	56.8
Fs	10.4	9.9	9.3	13.7	42.1



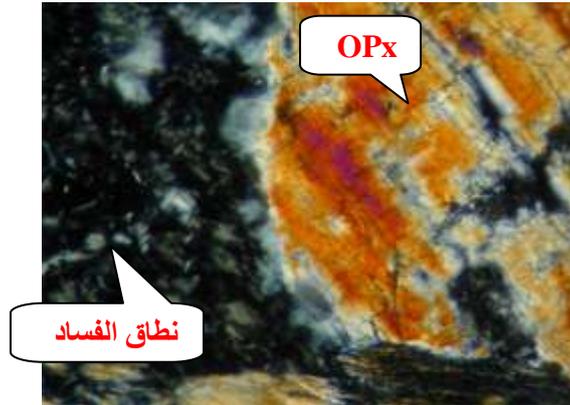
(الصورة:21) - تبيين وجود محتبسات فلزية في داخل بلورات أورتوبيروكسين. العينة رقم (MP-5)، تكبير ×100.



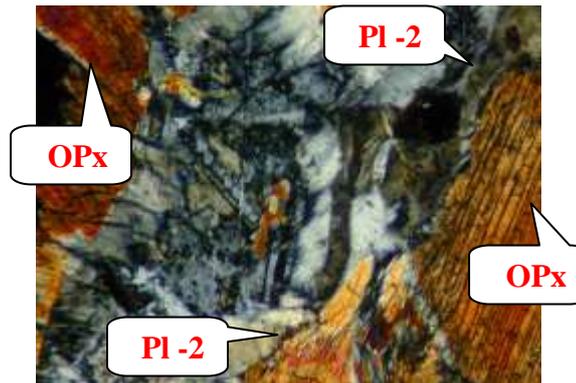
(الصورة:22) - صورة مجهرية لصخر الغابرو تبيين العلاقة بين الأورتو والكلينوبيروكسين. العينة رقم (MP-17)، تكبير ×100.



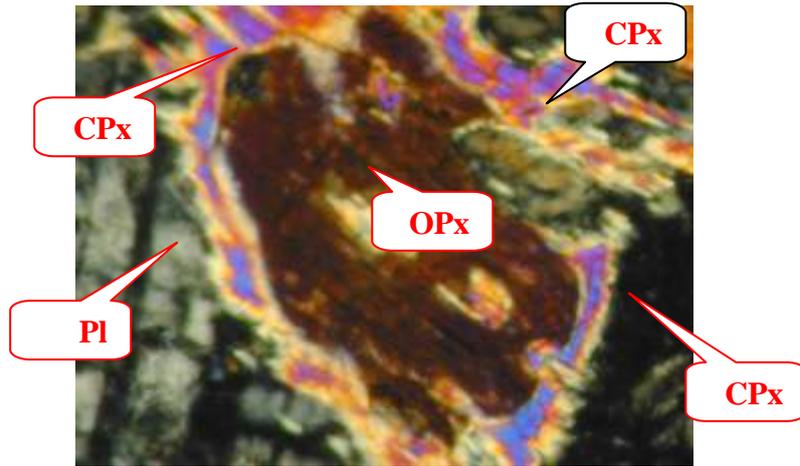
(الصورة:23)- صورة مجهرية تبين فساد وتفسخ بلورة أورثوبيروكسين/ميغاكريست/ عند الأطراف، العينة رقم (MP-48)، تكبير  $\times 100$ .



(الصورة:24)- البنية الداخلية للأورثوبيروكسين تظهر بعض الشقوق والفساد من الداخل . العينة رقم (MP-36)، تكبير  $\times 100$ .



(الصورة:25)- تبين العلاقة بين البيروكسين وبلاجيوكلاز الجيل الثاني، العينة رقم (MP-39)، تكبير  $\times 100$ .



(الصورة:26) - صورة مجهرية لصخر الغابرو تبين العلاقة بين الأوتو والكلينوبيروكسين حيث يلغف الكلينوبيروكسين الأوتوبيروكسين. العينة رقم (MP-18)، تكبير  $\times 100$ .

4-الأوليفين: يكون الأوليفين السائد في العينات المدروسة غنياً بالحديد ( $FO_{59-79}$ ) (الجدول:5) حيث توجد بلورات الأوليفين بكميات قليلة جداً في الصخر بنسبة 1-2%، و تصادف بشكل تجمعات بلورية مؤلفة من بلورتين. وتتميز بلورات الأوليفين من خلال شكلها غير المنتظم و من خلال سطوح الانفصام ، ومن خلال لونها الداخلي العالي الذي يصل إلى البنفسجي-الأزرق من الترتيب اللوني الأول (الصورة: 1) (الصورة:2). وعادة ما يوجد الأوليفين ضمن جيوب في صخر الغابرو حيث يترافق مع فلز السبينيل.

(الجدول:5)-التركيب الكيميائي لفلز الأوليفين في صخور الغابرو والبازلت في أفبوليت البولكاليزا.

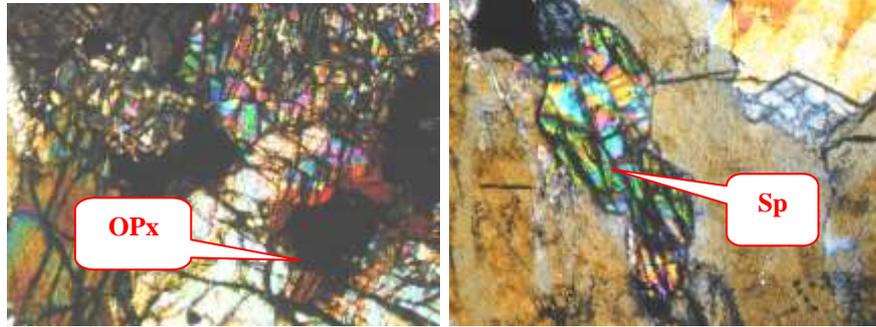
رقم العينة	1	2	3	4	5	6	7
اسم الصخر	غابرو	بازلت	جيوب في الغابرو			بازلت	غابرو
SiO <sub>2</sub>	39.10	38.43	37.38	37.51	35.88	39.37	36.05
TiO <sub>2</sub>	0.11	0.05	0.05	0.00	0.00	0.08	0.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	2.45	3.15	3.15	1.86	2.45	3.15
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.20	0.38	0.20	0.20	2.78	0.38	0.20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.31	26.74	22.41	22.41	32.52	26.74	22.41
FeO	17.84	25.86	26.64	25.78	30.79	21.29	34.92
MnO	0.44	0.66	0.82	0.75	0.69	0.23	0.68
NiO	0.60	0.18	0.00	0.21	0.00	0.29	0.12
MgO	40.19	34.71	33.80	34.38	31.81	38.73	28.38
CaO	0.49	0.32	0.37	0.39	0.36	0.31	0.33
Na <sub>2</sub> O	0.34	-	-	-	-	-	-
K <sub>2</sub> O	0.00	-	-	-	-	-	-
Total	99.07	100.20	99.06	99.48	99.53	100.3	100.48
Fo	79.7	68.4	64.11	68.7	64.3	76.2	58.7

5-السبينيل: النوع السائد من السبينيل هو (السيلونيت) الغني بالحديد، و (البيكوتيت) الغني بالكروم والحديد (الجدول:6) حيث يتراوح لونه من عديم اللون إلى الأسود وأحياناً يتلون بعدة ألوان اعتماداً على نوع الشوائب الداخلة في

تركيبه الكيميائي، وقد يصادف بلون أزرق، أو لون زهري مصفر (الصورة:27). ويتميز السبينيل بكون تضريسه مرتفعاً، وأعلى من بلسم كندا، ويكون سطوح الانقسام تكون وسطية حسب (111)، ويتميز أيضاً بوجود التوأمية حسب قانون السبينيل. ولوحظ وجود السبينيل ضمن الجيوب في الغابرو بنسبة 1%.

(الجدول:6)-التركيب الكيميائي لفلز السبينيل في صخور الغابرو في أفيوليت البولكاليزا.

رقم العينة	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	0.24	0.18	0.14	0.00	0.27
TiO <sub>2</sub>	20.56	0.71	16.76	0.78	21.67
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.45	59.77	1.86	56.22	3.15
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.38	3.13	2.78	1.65	0.20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.74	3.31	32.52	8.87	22.41
FeO	43.94	15.54	41.94	15.28	49.02
MnO	0.57	0.55	0.64	0.06	0.49
NiO	0.30	0.05	0.13	0.28	0.00
MgO	3.55	17.19	2.76	16.93	1.39
CaO	0.28	0.00	0.08	0.00	0.02
Na <sub>2</sub> O	-	0.34	-	0.76	-
K <sub>2</sub> O	-	0.00	-	0.09	-
Total	99.01	100.43	99.61	100.07	98.62
Ulv	56.5	1.4	46.4	1.6	60.5
Cr #	-	3.4	-	2.0	-



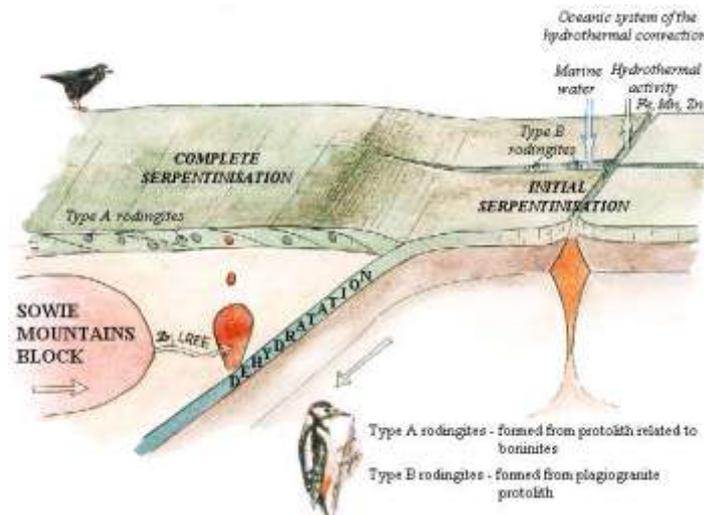
(الصورة: 27-A) تجمع من بلورات السبينيل ضمن جيب في الغابرو، العينة (MP-22) تكبير  $\times 100$ . مع المحلل.  
 (B)-التماس بين بلورات أورثوبيروكسين و بلورات السبينيل العينة (MP-21) تكبير  $\times 100$ . مع المحلل.

### الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال الدراسات البتروغرافية والفلزية، والتحليل الكيميائي النقطية/microprobe analyses / التي أجريت على عينات صخرية أفيوليتية من الغابرو والبازلت من أفيوليت منطقة جبال سوفييه / Sowie Mountain / في جنوب بولندا نتوصل إلى النتائج التالية:

- 1-الصخر السائد هو الغابرو (الجدول:1)، ويحتوي على الفلزات التالية: البلاجيوكلاز/اللابرادوريت (An<sub>56-62</sub>) / (الجدول: 2) بنسبة 60-70% ، الكالينوبيروكسين/ الديوسيد (Fs<sub>7-14</sub> - En<sub>32.8-40.5</sub> - Wo<sub>45.8-55.7</sub>) / (الجدول: 3) بنسبة 20-25% ، الأورتوبيروكسين/ فروهرستين (Fs<sub>42.1</sub> - En<sub>56.8</sub> - Wo<sub>1.1</sub>) / (الجدول: 4) بنسبة

3-5%، الأوليفين/ الغني بالحديد (F<sub>059-79</sub>)/(الجدول: 5) بنسبة 1-2%، المغنيتيت بنسبة 2% والسبينيل/(السيلونيت) الغني بالحديد، و(البيكوتيت) الغني بالكروم والحديد / بنسبة 1% (الجدول: 6).  
 2-تحتوي صخور الغابرو على بلورات كبيرة/فينوكريست و ميغاكريست/ من البلاجيوكلاز (الصورة: 6 و7 و8 و9 و10) و البيروكسين (الصورة: 14 و15 و18)، وعادة ما تكون هذه البلورات مكسرة، أو متفككة عائدة إلى مجموعة من الفلزات الثانوية (الصورة: 19 و23) .  
 3- من خلال الملاحظات الفلزية والكيميائية، والحقلية، واعتماداً على معطيات سابقة [5,13,14] نجد أن أفوليت جبال سوفية قد تشكل بطريقة الانغماس، ونتيجة للانصهار الجزئي للصخور من نمط البونينيت، أو من نمط البلاجيوغرانيت (الشكل: 5) .



(الشكل: 5) - يبين تشكل أفوليت جبال سوفية بطريقة الانغماس [5].

4-تحتوي صخور الغابرو على جيوب مؤلفة من الأوليفين، والسبينيل، والمغنيتيت (الصورة: 27) بحيث يمكن عدها متبقيات، أو محتبسات صلبة، أو كسينوليتة مجلوبة .  
 5-بالمقارنة مع صخور الغابرو في منطقة البسيط وأفوليت ترودوس القبرصي تتميز صخور الغابرو في أفوليت منطقة جبال سوفيه باحتوائها على جيوب ومحتبسات، ويكون فلزاتها تعاني من عمليات الفساد، والتكسر، وهذا يرجع إلى أن عمر هذه الصخور يعود إلى الباليوزوي/بيرمي-ديفوني [23,24] بينما صخور غابرو منطقة البسيط تكون أقل فساداً لكونها من عمر الميزوزوي /مايسترخت/ [25].  
 6-أما من حيث التنوع الصخري في منطقة جبال سوفيه فتتميز بقلة الأنواع الصخرية حيث تتألف الصخور من الغابرو، والغابرو -بازلت بينما في منطقة البسيط توجد عدة أنواع من الصخور مثل الغابرو الكتلي ، الغابرو المتطبق، الغابرو ناعم الحبات ، والغابرو بغماتيت ، الدياباز والدولوريت [25].

## المراجع:

- 1-BIAŁOWOLSKA A. *Enklawy w bazaltoidach wzgórz Łysanka i Trupień (Dolny Śląsk)*. Arch. Miner., 49, 2, 1993, 145-197.
- 2-BIRKENMAJER K., PECSKAY Z., GRABOWSKI J., LORENC M. W., ZAGOŹDŹON P. P. *Radiometric dating of the Tertiary volcanics in Lower Silesia, Poland. III. K-Ar and palaeomagnetic data from Early Miocene basaltic rocks near Jawor, Fore-Sudetic Block*. Annales Societatis Geologorum Poloniae, 72, 2002, 241-253.
- 3-BLUSZTAJN J., HART S.R. Sr, Nd, and Pb isotopic character of Tertiary basalts from southwest Poland. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 53, 1989, 2689-2696.
- 4-WELLS P.R.A. *Pyroxene Thermometry in Simple and Complex Systems*. Contrib. Mineral. Petrol., 62, 1977, 129-139.
- 5-BAKUN-CZUBAROW N., BIAŁOWOLSKA A. *Clinopyroxene – and olivine megacrysts from basaltoids of the Łądek Zdrój area (SW Poland)*. Pol. Tow. Mineral. Prace Spec., 19, 2001, 23-25.
- 6-BIAŁOWOLSKA A. *Geochemiczna charakterystyka niektórych bazaltoidów Dolnego Śląska i ich ultramafitowych enklaw*. Arch. Miner., 36 (2), 1980, 107-170.
- 7-KOZŁOWSKA-KOCH M. *Petrography of ultramafic nodules in the nephelinites from Księginki near Lubań (Lower Silesia)*. Arch. Miner., 37 (1), 1981, 33-59.
- 8- FRITZ, H., DALLMEYER, R.D. & NEUBAUER, F. *Thick-skinned versus thin-skinned thrusting: rheology controlled thrust propagation in the Variscan collisional belt (the southeastern Bohemian Massif, Czech Republic-Austria)*. Tectonics, 15, 1996, 1389-1413
- 9- ZELAZNIEWICZ, A. *The eastern termination of the Variscides: terrane correlation and kinematic evolution*. In: FRANKE, W., HAAK, Q., ONCKEN, O. & TANNER, D. (eds) *Orogenic Processes: Quantification and Modelling in the Variscan Belt of Central Europe*. Geological Society, London, Special Publications, 179, 2000, 63-86.
- 10-KREUZER, H., OKRUSCH, M., SCHOSSLER, U. RC SEIDEL, E. *Saxothuringian Basin: exotic metamorphic nappes: stratigraphy, structure, and igneous activity*. In: DALLMEYER, D., FRANKE, W. & WEBER, K. (eds) *Pre-Permian Geology of Central and Western Europe*. Springer, Berlin, 1995, 275-294.
- 11- ZELAZNIEWICZ, A., POREBSKI, S.J. & WAJSPRYCH, B. *The Saxothuringian Zone in Germany and Poland: differences and common features*. Geologische Rundschau, 82, 1993, 583-599.
- 12-FURNES, H., KRYZA, R. & MUSZYNSKI A. *Geology and geochemistry of early Palaeozoic volcanics of the Swierzawa Unit, Kaczawa Mts, W. Sudetes, Poland*. Neues Jahrbuch far Geologic and Paliontologie, Monatshefte, 3, 1989, 136-154.
- 13- FRITZ, H. & NEUBAUER, F. *Moravo-Silesian Zone; autochthon; structure*. In: DALLMEYER, R.D., FRANKE, W. & WEBER, K. (eds) *Pre-Permian Geology of Central and Eastern Europe*. Springer, Berlin, 1995, 579-593.
- 14- FRANKE, W. et al. *The mid-European segment of the Variscides: tectonostratigraphic units, terrane boundaries and plate tectonic evolution*. In: FRANKE, W. (ed.) *Orogenic Processes: Quantification and Modelling in the Variscan Belt*. Geological Society of London, Special Publications, 129, 2000, 21-34.
- 15-Gu:ia, T. *Cambrotrypa (Tabulata) from metamorphic rocks of the Western Sudetes*. Rocz Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 37, 1967, 417-428.

- 16-ALEKSANDROWSKI, P., KRYZA, R., MAZUR, S. & ZABA, J. *Kinematic data on major Variscan strike-slip faults and shear zones in the Polish Sudetes, Northeast Bohemian Massif*. Geological Magazine, 134, 1997, 727-739.
- 17- BACHTADSE, V. & VAN DER VOO, R. *Paleomagnetic evidence for crustal and thin-skinned rotations of the European lithosphere*. Geophysical Research Letters, 13, 1986, 161-164.
- 18- FINGER, F. & STEYRER, H.P. *A tectonic model for the eastern Variscides: indications from geochemical study of amphibolites in the south-eastern Bohemian Massif*. Geologica Carpathica, 46, 1995, 137-150.
- 19- EDEL, J.B. & WEBER, K. *The Cadomian terranes, wrench-faulting and thrusting in the Central Europe Variscides-geophysical and geological evidence*. Geologische Rundschau, 84, 1995, 412-432.
- 20-BURG, J.P., BALE, P., BRUN, J.-P. & GIRARDEAU, J. *Stretching lineation and transport direction in the Ibero-Armorican arc during the Siluro-Devonian collision*. Geodinamica Acta, 1, 1987, 71-87.
- 21-DALLMEYER, R.D. & URBAN, M. *Evolution of Variscan (Hercynian) and comparable Palaeozoic orogenic belts*. Journal of the Czech Geological Society, 39, 1994, 21-22.
- 22-DALLMEYER, R.D., NEUBAUER, F. & HOCK, V. *Chronology of late Paleozoic tectonothermal activity in the southeastern Bohemian Massif, Austria (Moldanubian and Moravo-Silesian zones):  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  mineral age control*. Tectonophysics, 210, 1992, 135-153.
- 23- EDEL, J.B. *200 My overprinting of 350-330 My old rocks in the Variscan belt*. EGS 26, Nice, March 2001. Geophysical Research Abstract, 3, 2001b,1310.
- 24-EDEL, J.B.. *The rotations of the Variscides during the Carboniferous collision: paleomagnetic constraints*. Tectonophysics, 332, 2001a, 69-92.
- 25- مصطفى م. تقرير بحث علمي خارجي (دراسة مقارنة للصخور الأفيوليتية في منطقة البسيط شمال غرب سورية مع الصخور الأفيوليتية في معقد البولكالييز البولوني) أجري في مخابر معهد العلوم الجيولوجية بجامعة باغبلونيان خلال الفترة ما بين 2007/9/14 وحتى 2008/1/11.

