

بتروغرافية وجيوكيميائية الصخور البازلتية الحديثة في شمال شرق سورية

عبد السلام تركماني و مروان الشرع

قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة دمشق - سورية

تاريخ الإيداع 2008/05/13

قبل للنشر في 2009/01/18

الملخص

دلت دراسة الصخور البازلتية الحديثة في شمال شرق سورية (منطقة الجزيرة) أنها تمثل نموذجاً لبركنة داخل صفيحة، تشكلت نتيجة الانصهار الجزئي للمعطف العلوي بدرجة انصهار عالية وعلى أعماق ضحلة، باستثناء بركنة تل كوكب التي تشكلت بدرجة انصهار أقل وعلى أعماق أكبر، دل على ذلك دراسة العناصر الأرضية النادرة غير المتوافقة، والتي تشير إلى درجة انصهار جزئي منخفض.

الكلمات المفتاحية: منطقة الجزيرة، بركنة، انصهار جزئي، التبلور المجزأ، العناصر الأرضية النادرة.

Petrography and Geochemistry of the Recent Basaltic Rocks from the North East of Syria

A. S. Turkmani and M. Al-Shar'a

Department of Geology, Faculty of Sciences, Damascus University, Syria

Received 13/05/2008

Accepted 18/01/2009

ABSTRACT

This geological and geochemical study shows that the basaltic rocks located in the north east of Syria represent a model for intra plate volcanism, which was formed by a high degree of partial melting at shallow levels. Except the basaltic rocks of Tal- Kowkab volcano which were formed at deeper and lower degree of partial melting.

This was supported by the study of the incompatible elements, which indicate to the degree of partial melting .

Key Words: Al Jazera region, Volcanism, Partial melting, Fractional crystallization, Rear earth elements.

المقدمة

تعود أقدم التكتشفات في منطقة الجزيرة السورية أو ما يعرف جيولوجياً بمقدمة حفرة ما بين النهرين (Mesopotamian) إلى الكربوني (الحقب الأول) وتظهر على شكل كتل تائية ضمن التوضعات الأحدث (Leonov *et al.*, 1989) وذلك في محدد جبل عبد العزيز (غرب مدينة الحسكة بقرابة 41 كم) ويتكشف أيضاً في نواة المحدد المذكور كتل تائية عائدة للكريتاسي الأسفل تغطيها توضعات رسوبية عائدة للكريتاسي الأعلى والباليجين، في حين تتكشف في غالبية المنطقة توضعات النيوجين - الرباعي واندفاعات بركانية وانسكابات بازلتية تعود للنيوجين والرباعي حسب (Ponikarov, 1966).

اخترقت الآبار النفطية العميقة رسوبيات الحقب الأول والثاني والثالث، وأشارت الدراسات الجيوفيزيائية إلى أن عمق الركيزة في المنطقة متباين (Best *et al.*, 1993) حيث يصل في منطقة نهوض القامشلي إلى 4 كم ويزداد إلى 8 كم في منطقة جنوب نهوض سنجار في حين يتراوح عمقها بدءاً من نهر دجلة بين 4-6 كم، ويعزى ذلك إلى الحركات التكتونية التي أصابت الركيزة وأدت إلى ظهور بنايات ناهضة وأخرى هابطة.

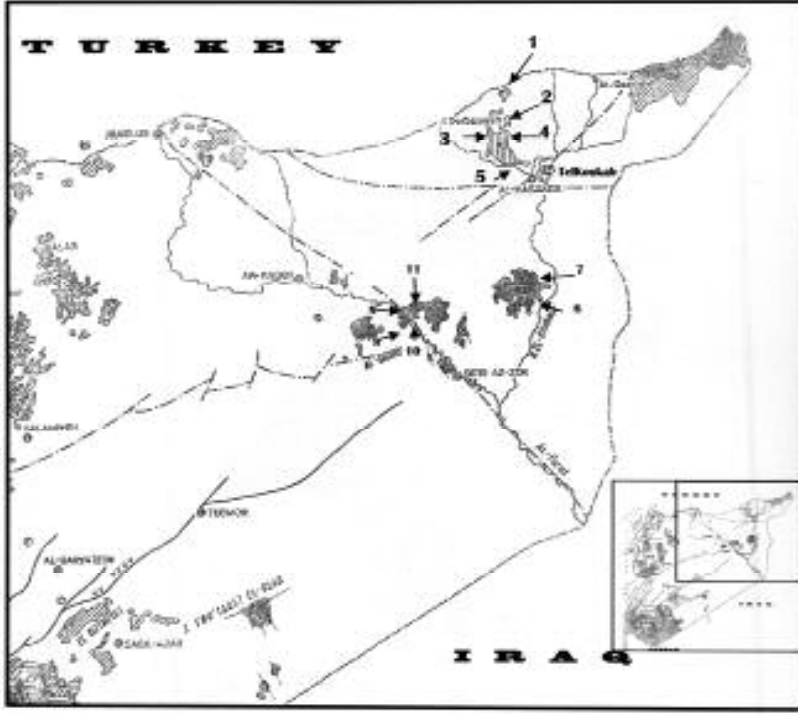
النشاط البركاني في منطقة الجزيرة

تنتشر في منطقة الجزيرة مراكز بركانية (شكل 1) وانسكابات بازلتية واسعة الانتشار ولا سيما في منطقة الجزيرة العليا (القامشلي) ومنطقة الحسكة؛ حيث تغطي الانسكابات البازلتية العائدة للنيوجين والرباعي التوضعات الرسوبية الأقدم بعدم توافق واضح، ويمكن تقسيم أعمار هذه الانسكابات ستراتيغرافياً حسب (Ponikarov, 1966) إلى الأعمار الآتية:

1- بركنة البليوسين الأعلى :

تنتشر الانسكابات البازلتية العائدة للبليوسين الأعلى (βN_2^b) في منطقة الجزيرة العليا جنوب تلال كراتشوك حيث تتوضع فوق رسوبيات البليوسين الأسفل بعدم توافق في الجنوب، في حين تغطيها في الشمال وباتجاه الحدود التركية الانسكابات البازلتية العائدة للبليوسين الأوسط.

تشغل هذه الانسكابات مساحة وقدرها 800 كم² وهي عبارة عن صبات بازلتية فاسدة ومتحولة على السطح، لتصبح باتجاه الأسفل قاسية وطازجة. يتراوح عدد الصبات الملاحظة في الآبار بين 5-6 صبات، تتألف كل منها من سوية خبثية في الأسفل ذات بنية زجاجية نتيجة ملامستها السطح الطبوغرافي القديم وفي وسط جسم الصبة الكتلي وفي الأعلى سوية فقاعية تتراوح ثخانة الصبة بين 3-5 م.



الشكل (1) الخارطة الجيولوجية لتوزع الصخور البركانية في شمال شرق سورية. حسب (Ponikarov, 1966).

الأرقام المرفقة تدل على مواقع الدراسة.

- 1- منطقة أرض الشيخ: شمال شرق السكر فوقاني.
- 2- منطقة أرض الشيخ: شمال شرق السكر التحتاني.
- 3- منطقة أرض الشيخ: 200 م من منطقة عين العبد.
- 4- أرض الحمراء: 7 كم شمال غرب الحسكة، أطراف الخابور.
- 5- منطقة أرض الشيخ: 2 كم غرب الموقع الرابع باتجاه الخابور.
- 6- الطرف الغربي لنهر الخابور - مرقدة.
- 7- الطرف الغربي لنهر الخابور - 8 كم شمال مرقدة.
- 8- الطرف الغربي لنهر الفرات - مرقدة.
- 9- الطرف الغربي لنهر الفرات، 3 كم شمال غرب الموقع 8.
- 10- الطرف الغربي لنهر الفرات، 2.5 كم جنوب الموقع 8.
- 11- الطرف الشرقي لنهر الفرات.

تعود هذه الانسكابات البازلتية بتراكيبها البتروكيميائية إلى مجموعة البازلت الأوليفيني القلوي ويمكن أن تقسم بناءً على محتواها من بلورات الفينوكريست إلى البازلت الأوليفيني البلاجيوكلازي القلوي والبازلت الأوليفيني الأوجيتي القلوي.

تدل الدراسة البتروغرافية على أن بلورات الفينوكريست والميكروفينوكريست الأوليفينية فاسدة كلياً ومتحولة إلى أدبغزيت حيث تبلغ نسبة هذه البلورات في الصخر 10%، فضلاً عن بلورات ميكروفينوكريست من البلاجيوكلاز الكلسي (اللابرادوريت) على شكل صفائح بنسبة وسطية تتراوح بين 7-8%، وبلورات ميكروفينوكريست من الأوجيت التيتاني بنسبة لا تزيد على 5%، ضمن أرضية مجهرية أو سيلية مؤلفة من بلورات البلاجيوكلاز الكلسي-الصودي بنسبة عامة 48-50% وبلورات ناعمة من الأوليفين والأوجيت التيتاني بنسبة 10-15% وبلورات معدنية من الإلمينيت والمغنيتيت بنسبة وسطية 10% فضلاً عن نسب مختلفة من الزجاج البركاني.

2- البركنة في البليستوسين الأسفل $\beta Q1$:

تمثلها المواقع (1 و 2 و 3 و 4 و 5) في الجدول (1).

تظهر بعض الانسكابات البازلتية في الشمال الغربي من مدينة الحسكة وعلى الضفة اليسرى لنهر الخابور حيث تتراوح سماكة هذه الانسكابات بين 10-15م، وتغطي مساحة تقدر بنحو 180كم².

انسكب البازلت من عدد من المخاريط البركانية في مناطق جبل كورع وجبل كليب، وتتألف هذه المخاريط من تناوبات من طف أحمر أجري متماسك وسكوريا بركانية وصبات بازلتية، وقد توجه الانسكاب عموماً باتجاه الجنوب.

تتألف تلك الانسكابات من بازلت أوليفيني قلوي حيث تحتوي على بلورات فينوكريست وميكروفينوكريست من الأوليفين المتحول جزئياً إلى أدبغزيت بنسبة تقارب 12% ضمن أرضية مؤلفة من البلاجيوكلاز (اللابرادور) وبلورات ناعمة جداً من الأوليفين والأوجيت التيتاني والفلزات المعدنية المغنتيت والأيلمينيت وبقع من الزجاج البركاني.

3- البركنة في البليستوسين الأوسط $\beta Q2$:

يمثلها الموقع (6 و 7 و 8 و 9 و 10 و 11) في الجدول (1).

تُلاحظ في شمال شرق المنطقة وتنتشر على هضاب كراتشوك وتمتد إلى نهر دجلة شرقاً والحدود التركية شمالاً مغطية مساحة وقدرها 800 كم².

تظهر بعض البراكين الصغيرة التي كانت المصدر لبعض هذه الانسكابات في الشمال الغربي من المنطقة ولكن غالبية البراكين التي تعد المصدر لهذه الانسكابات تقع ضمن الأراضي التركية، وعموماً يكون اتجاه الانسكابات باتجاه الجنوب.

الجدول (1) التركيب الكيمايى للصخور البازلتية في شمال شرق سورية

رقم الموقع	الموقع الجغرافي لعينات الدراسة														
الأكاسيد الرئيسية	1	2	3	4a	4b	4c	5	6a	6b	7a	7b	8	9	10a	10b
SiO ₂	41.80	43.02	44.82	45.49	45.69	43.69	45.87	44.49	44.8	45.05	44.44	42.42	43.52	43.26	40.83
TiO ₂	3.28	3.23	2.94	2.38	2.31	2.16	2.42	2.89	3.05	2.63	2.45	3.34	3.10	3.13	3.20
Al ₂ O ₃	12.97	12.83	13.85	14.82	15.03	13.79	14.72	12.85	13.19	12.75	12.37	12.68	12.23	12.25	11.7
Fe ₂ O ₃	15.12	14.12	13.75	13.91	13.84	13.32	13.44	13.04	12.87	13.44	13.35	14.65	14.51	14.47	14.2
MnO	0.18	0.17	0.18	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17
MgO	7.61	8.13	8.42	7.88	8.02	8.74	7.5	8.89	8.15	10.30	10.87	10.75	10.13	10.08	10.23
CaO	9.58	10.01	9.72	9.95	9.29	11.51	10.62	11.24	11.33	10.50	10.84	10.57	10.10	10.62	11.69
Na ₂ O	4.32	3.30	3.24	2.67	2.64	2.65	3.33	3.31	3.07	2.89	2.91	2.49	3.03	3.24	2.49
K ₂ O	2.60	1.48	1.12	0.79	0.73	0.71	0.91	1.18	1.31	1.02	0.95	1.29	1.15	1.23	1.13
P ₂ O ₅	0.63	0.60	0.48	0.33	0.33	0.32	0.37	0.49	0.48	0.43	0.38	0.57	0.52	0.59	0.56
L.O.I	1.50	2.31	1.13	1.50	1.57	3.48	0.64	2.54	1.12	1.15	0.91	1.21	0.66	0.37	3.00
Total	99.37	99.48	99.33	99.81	99.81	98.3	98.67	99.88	99.55	100.14	98.64	98.65	98.92	98.32	98.29
Na ₂ O+K ₂ O	6.32	4.68	4.36	3.46	3.37	3.36	4.24	4.49	4.38	3.71	3.86	3.6	4.2	4.5	3.8
Na ₂ O/K ₂ O	2.11	2.16	2.89	3.37	3.81	3.59	3.85	1.95	2.34	2.83	3.05	1.93	2.83	2.65	2.20
(K ₂ O+Na ₂ O)/(MgO+FeO)	62	61	62	57	57	61	56	63	61	67	69	49	67	67	68

رقم الموقع	الموقع الجغرافي لعينات الدراسة									
الأكاسيد الرئيسية	11a	11b	11c	12	13	14a	14b	14c	14d	14e
SiO ₂	42.45	42.37	41.17	45.36	45.20	38.56	42.97	38.23	44.55	45.49
TiO ₂	3.21	3.19	3.11	2.62	2.63	3.49	2.80	3.35	2.51	2.53
Al ₂ O ₃	11.85	11.68	11.22	8.23	12.12	10.17	11.10	9.53	11.96	12.03
Fe ₂ O ₃	15.49	14.97	14.99	13.97	13.85	15.49	14.07	14.88	13.56	13.57
MnO	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.19	0.17	0.19	0.17	0.17
MgO	9.62	9.60	10.80	13.97	10.71	11.82	11.50	13.03	10.78	10.99
CaO	10.02	10.46	10.69	9.51	9.77	10.22	10.55	11.4	10.19	9.71
Na ₂ O	2.87	2.40	1.63	3.30	3.33	5.23	3.66	4.14	2.87	3.21
K ₂ O	1.27	1.10	0.99	1.15	1.16	1.87	1.14	1.29	0.92	1.09
P ₂ O ₅	0.74	0.72	0.63	0.57	0.60	1.40	0.73	1.07	0.56	0.60
L.O.I	1.87	2.83	3.39	0.62	0.36	0.49	0.41	1.68	0.60	0.61
Total	99.38	99.48	98.90	98.92	99.25	98.93	99.10	98.79	98.66	98.77
Na ₂ O+K ₂ O	3.9	3.5	2.6	4.45	4.49	7.1	4.8	5.43	3.79	4.3
Na ₂ O/K ₂ O	2.10	2.18	1.54	2.89	2.87	2.79	3.21	3.20	3.11	2.94
(K ₂ O+Na ₂ O)/(MgO+FeO)	67	67	71	69	69	74	72	77	69	69

الوصف الجغرافي

مواقع العينات

- 1- منطقة أرض الشيخ: شمال شرق السكر فوقاني.
- 2- منطقة أرض الشيخ: شمال شرق السكر التحتاني.
- 3- منطقة أرض الشيخ: 200 م من منطقة عين العبد.
- 4- أرض الحمراء: 7 كم شمال غرب الحسكة، أطراف الخابور.
- 5- منطقة أرض الشيخ: 2 كم غرب الموقع الرابع باتجاه الخابور.
- 6- الطرف الغربي لنهر الخابور - مرقدة.
- 7- الطرف الغربي لنهر الخابور - 8 كم شمال مرقدة.
- 8- الطرف الغربي لنهر الفرات - مرقدة.
- 9- الطرف الغربي لنهر الفرات، 3 كم شمال غرب الموقع 8.
- 10- الطرف الغربي لنهر الفرات، 2.5 كم جنوب الموقع 8.
- 11- الطرف الشرقي لنهر الفرات.
- 12- الصبات البازلتية الواقعة شرق تل كوكب - مدينة الحسكة
- 13- الصبات البازلتية الواقعة جنوب شرق تل كوكب - مدينة الحسكة
- 14- الصبات البازلتية الممتدة ليركان تل كوكب - مدينة الحسكة

تابع الجدول (1)...

مواقع العينات	الوصف المورفولوجي
1-	بازلت أوليفيني يحتوي حشوات صغيرة القياس (1-2 سم) من الأوليفين .
2-	بازلت كتلي فقير بالأوليفين.
3-	بازلت أوليفيني.
4-	بازلت أوليفيني كتلي من أسفل الصبة (a4) - بازلت أوليفيني كتلي من أعلى الصبة (b4 و c4).
5-	بازلت أوليفيني كتلي من أعلى الصبة .
6-	بازلت أوليفيني كتلي (a6)، بازلت أوليفيني مسامي (b6).
7-	بازلت أوليفيني كتلي (a7)، بازلت أوليفيني مسامي (b7).
8-	بازلت أوليفيني كتلي طازج.
9-	بازلت أوليفيني كتلي طازج.
10-	بازلت أوليفيني كتلي طازج. (a10 و b10) .
11-	بازلت أوليفيني كتلي من أعلى الصبة (a11) - بازلت أوليفيني كتلي من مركز الصبة (b11) - بازلت أوليفيني كتلي من قاعدة الصبة (c11).
12-	بازلت أوليفيني كتلي ممثل للصبة البازلتية
13-	بازلت أوليفيني كتلي ممثل للصبة البازلتية
14-	سكوريا بازلتية من الطرف الشمالي الغربي للبركان (a14) - بازلت أوليفيني فقاعي مع بعض الترسبات الكلسية ويمثل الانسكاب الأخير والصبة الأحدث لبركان كوكب (b14).
	بازلت أوليفيني كتلي من الطرف الجنوبي الشرقي لبركان كوكب (c14) - بازلت أوليفيني فقاعي من الطرف الغربي لفوهة البركان (d14) - بازلت أوليفيني كتلي من الطرف الغربي لبركان كوكب (e14).

تتألف هذه الانسكابات من عدد من الصبات البازلتية التي تبلغ أكثر من 10 وبخانة تتراوح من 2-5 م وتتناقص باتجاه الجنوب لتصل إلى 2-3 م.

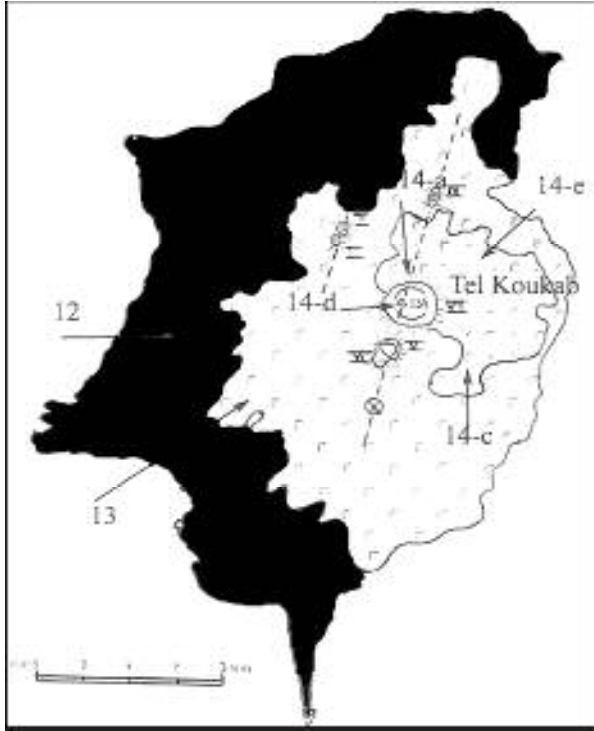
تتألف تلك الانسكابات من الصخور البازلتية الأوليفينية القلوية والبازلت القلوي، وتدل الدراسة البتروغرافية على أنها مؤلفة من بلورات فينوكريست من الأوليفين بنسبة تتراوح ما بين 8-10% في البازلت الأوليفيني القلوي، و5% في البازلت القلوي ضمن أرضية مجهرية ناعمة مؤلفة من البلاجيوكلاز (اللابرادور)، وبلورات ناعمة جداً من الأوليفين والبيروكسين (الأوجيت التيتاني) والفلات المعدنية المغنيتيت والإيلمينيت وبعض الزجاج البركاني.

4- البركنة الحديثة βQ_4 :

يمثلها الموقع (12 و 13 و 14) في الجدول (1).

تتكشف طفوح البركنة الحديثة شمالي مدينة الحسكة بنحو 13 كم في (بركان كوكب) تدفقت عبر مجموعة من الفوالق المتوازية ذات الاتجاه شمال شرق - جنوب جنوب غرب وأدت إلى تشكيل عدد من المخاريط البركانية المتقاربة والتي تأخذ الاتجاه نفسه (شكل 2).

تعود هذه الانسكابات إلى الرباعي الحديث (*Recent*)، وتتألف من ثلاث صبات بازلتية هي: صبة سفلى ($\beta_1 Q_4$) وصبة وسطى ($\beta_2 Q_4$) وصبة عليا ($\beta_3 Q_4$)، تمتد جميعها باتجاه واحد شمال شرق-جنوب غرب، وتشكل جروفاً حادة في المنطقة .



الشكل (2) الخارطة الجيولوجية لتوزيع الصخور البركانية الحديثة، في بركان تل كوكب. حسب (Ponikarov, 1966). أرقام مواقع العينات المدروسة (12،13،14).

- 1-الإنسكايات الأولى من الصخور البازلتية الحديثة β_1Q_4 . 2-الإنسكايات الثانية من الصخور البازلتية الحديثة β_2Q_4
- 3-الإنسكايات الثالثة من الصخور البازلتية الحديثة β_3Q_4 . 4- البراكين الموجودة فعلياً و أرقامها.
- 5- فوهة بركانية. 6- فولق افتراضية.
- 12 الصبات البازلتية الواقعة شرق تل كوكب-مدينة الحسكة.
- 13 الصبات البازلتية الواقعة جنوب شرق تل كوكب-مدينة الحسكة.
- 14 الصبات البازلتية الممثلة لبركان تل كوكب -مدينة الحسكة.

– الصبة السفلى β_1Q_4 :

يمثلها الموقع (12) في الجدول (1).

هي الصبة الأقدم وتتميز بامتداد واسع يصل إلى حدود مدينة الحسكة بامتداد من 12-8 كم مع وجود أسنة ممتدة على طول وادي نهر جججغ، تصل ثخانة الصبة إلى 10 م في المركز وتتناقص كلما اتجهنا نحو الأطراف لتصل إلى قرابة 3م.

تدفقت هذه الانسكايات من بركان رئيس (I) فضلاً عن براكين صغيرة تشكل تلالاً منخفضة، يتراوح ارتفاع البركان الرئيس من 10-15م، ويبلغ قطر قاعدته 200 م تقريباً وهو عبارة عن مخروط دائري بشكل قمع مقلوب يحتوي على طف بركاني وسويات

بازلتية توجد على حافات البركان مواد بيروكلاستيكية ناعمة مفتتة، كما يوجد في الجهة الجنوبية الغربية وفي الجهات الأخرى من البركان الطف الأحمر المتماسك والذي يحتوي على مسامات بمقاييس 8 مم مملوءة بالترسبات الثانوية من الكالسيت المجهرى. يظهر الطف على شكل صبات بازلتية مسامية تحوي على بلورات فينوكريست بنسبة 10% تتوزع ضمن أرضية مؤلفة من زجاج بركاني حديدي وبلورات ناعمة ميكروليتية من البلاجيوكلاز والبيروكسين بمقاييس 1مم.

– الصبة الوسطى β_2Q_4 :

يمثلها الموقع (13) في الجدول (1).

تمتد هذه الصبة إلى مسافة لا تتجاوز 4كم و تتراوح ثخانتها في الجزء المركزي بين 50-60م وتصل في الأطراف إلى نحو 5م.

نشأت هذه الصبة من خمسة مخاريط بركانية أساسية (VI, V, IV, III, II) يقع المخروطان (II, III) على خط الفالق الغربي، وهما محفوظان بشكل جيد، أما المخروط (IV) فيكون على شكل بيضوي ممتد من الجنوب إلى الشمال بطول 700م وعرض 200م، أما المخروط (V) فيقع على بعد 1كم من جبل كوكب بارتفاع 50-60 م وقطر 500م، ويوجد في قمته ثلاثة أقماع صغيرة بعمق يقارب 50م. أما المخروط (VI) فيبلغ قطره نحو 250م وعمقه نحو 35م.

تتألف هذه المخاريط من سكوريا بركانية وسويات من الطف والصبات البازلتية.

– الصبة العليا β_3Q_4 :

يمثلها المواقع (a, b, c, d, e 14) في الجدول (1).

تمتد هذه الصبة إلى مسافة صغيرة باتجاه شمال شرق ويبلغ طول بعضها نحو 3كم، وتبلغ ثخانتها في الجزء المركزي 50م وتتناقص في الأطراف إلى 10م. يعدُّ جبل كوكب أحدث البراكين في المنطقة حيث يرتفع إلى 534م فوق سطح البحر، ويرتفع من سطح الصبة الوسطى 150-200م، ويبلغ قطر قاعدته 1200م، وعمق قمعه 200 م، وهو ذو منحدرات حادة، تتألف من مواد بيروكلاستيكية ناعمة دون ملاط مؤلفة من السكوريا وبعض القنابل البازلتية (شكل 2).

تتألف الصبات البازلتية الحديثة من البازلت الأوليفيني القلوي والبازلت القلوي. وتظهر الدراسة البتروغرافية أنها مؤلفة من بلورات فينوكريست من الأوليفين 10% في البازلت الأوليفيني القلوي، بنسبة أقل من 5% في البازلت القلوي وضمن أرضية مؤلفة من البلاجيوكلاز بنسبة 50-60%، وبلورات ميكروليتية من الأوليفين والبيروكسين بنسبة 10-25%، وبعض الزجاج البركاني والفلات المعدنية كالمغنيت والإلمينيت.

5- التركيب البتروغرافي:

دل التركيب البتروغرافي لخمسين عينة من الصخور البازلتية المدروسة بالمجهر الالكتروني (*Scanne Electron Microprobe Camscan-4D*) في جامعة موسكو الحكومية، على أنها ذات بنية ناعمة الحبيبية إلى بورفيرية وتحت بورفيرية مؤلفة من بلورات فينوكريست إلى ميكروفينوكريست من الأوليفين والكلينوبيروكسين "أوجيت" ضمن أرضية ناعمة التبلور زجاجية (*Hyalopilitic texture*) إلى ميكرووليتية (*Interesrtal texture*).

الفينوكريست مؤلفة بشكل رئيس من بلورات الأوليفين وقليل من بلورات الكلينوبيروكسين والتي تشغل بمجموعها قرابة 5 - 9 % من حجم الصخر .

• يظهر الأوليفين في المقاطع المجهرية بشكل بلورات وجهية إلى تحت وجهية وبشكل بلورات لا وجهية في أغلب الأحيان تتراوح أبعاد بلورات الأوليفين ما بين 0.5-2 مم وتصل في بعض الأحيان إلى قرابة 2.5 مم، وهي طازجة عموماً يلاحظ في أطرافها عروق دقيقة من الأيدنغزيت، تظهر بشكل إطار يحيط ببلورات الأوليفين سواء الفينوكريست أو تلك الموجودة في الأرضية (*Groundmass*) تقابل بلورات الأوليفين الفينوكريست في تراكيبها (Fo =80-85%)، وتشغل نسبة تتراوح ما بين 5-7% من حجم الصخر، كما يلاحظ وجود بلورات غريبة من الأوليفين (*Xenocryste*) تركيبها (Fo=90 %).

• الكلينوبيروكسين تظهر بلوراته في الصفائح المجهرية المدروسة بشكل نادر، ويأخذ وجودها شكل بلورات صفائحية تتراوح مقاييسها بين 1-2 مم، ويتراوح تركيبها بين $Wo_{47}En_{40}$ إلى $Wo_{51}En_3$ وهي من الأوجيت التيتاني.

• الأرضية (*Groundmass*) ناعمة التبلور، زجاجية إلى ميكرووليتية، تتألف بشكل رئيس من بلورات البلاجيوكلاز والبيروكسين والأوليفين، فضلاً عن بلورات ناعمة من الإلمينيت والمغنيتيت التيتاني بنسب تتراوح بين 5-15 مم، وبعض الكروميت الذي يظهر كمحتسبات في الأوليفين. فضلاً عن نسب متغايرة من الزجاج البركاني.

• أوليفين الأرضية عبارة عن بلورات مجهرية ناعمة التبلور، تتراوح أبعادها ما بين 0.02-0.08 مم، وتشغل ما يقارب 3-5% من الأرضية، تتحول في أطرافها جزئياً أو كلياً إلى ايدنغزيت.

• البيروكسين يظهر على هيئة بلورات ناعمة شبه كروية أو عديمة الشكل تقابل في تراكيبها الأوجيت.

• البلاجيوكلاز يأخذ شكل بلورات صغيرة صفائحية الشكل تتراوح ما بين 0.01 - 0.05 مم، وتشغل 25-30% من الأرضية، وتقابل في تركيبها اللابرادور.

• الزجاج البركاني يظهر بلون بني قاتم، مؤكسد، يشغل 10-20% من الأرضية ويمثل نتاج المصهور المتبقي بعد تبلور جميع أنواع الميكرووليتات. كما يلاحظ أحياناً آثار

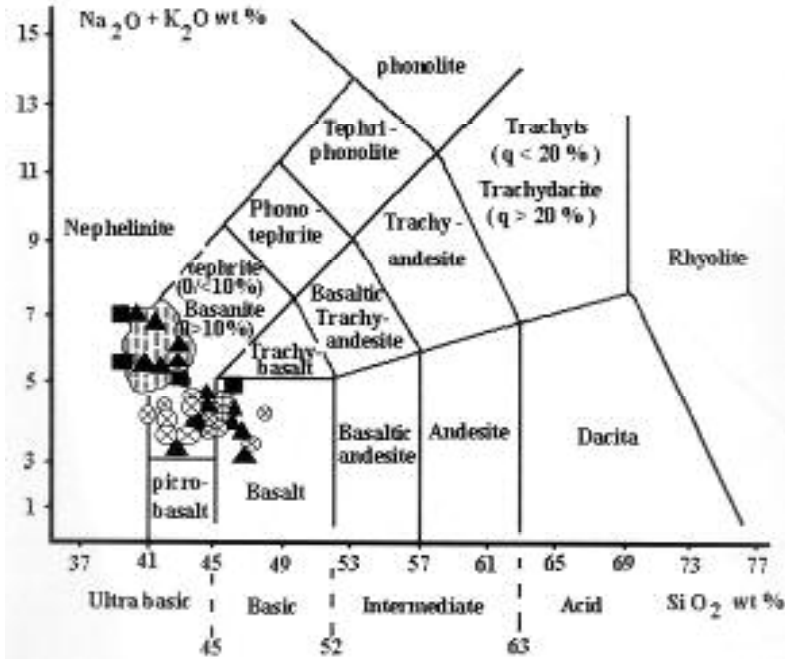
طلائع بلورية من الفلدسبار القلوي على هيئة تجمعات بلورية صغيرة في بعض أجزاء الزجاج البركاني.

6- التركيب الكيميائي:

يظهر التركيب الكيميائي للصخور البازلتية المدروسة (جدول 1) أنها لا تتميز بحدّة، حيث تتراوح قيمة (SiO_2) في معظم الأطوار البازلتية العائدة للأعمار المختلفة ما بين 38.23-45.49%، بينما يتراوح محتوى القلويات (Na_2O+K_2O) بين 2.6-6.22% أما محتوى (a_2O / K_2O) فيتراوح ما بين 1.64-3.59%.

نفذت التحاليل الكيميائية في مخابر جامعة لافال- كيوبيك- كندا باستخدام جهاز X.R.F و Plasma Spectrometer(ICP).

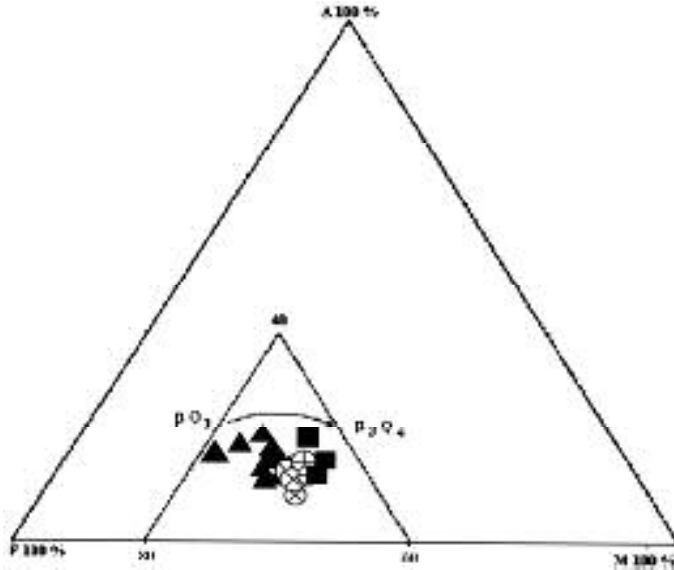
وكننتيجة يمكن القول: إن الصخور البازلتية العائدة للعصر الحديث تتراوح ما بين البازلت القلوي والباسانيت (شكل 3)، وهي من الأنواع الصودية- البوتاسية حيث إن محتوى (Na_2O / K_2O) يتراوح ما بين 1-4% حسب معطيات (Maleev,1980).



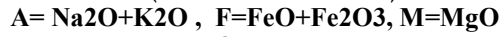
الشكل (3) توزع الصخور البازلتية الحديثة في الطرف الشمالي الشرقي لسورية حسب (Le Bas and others, 1986).

بازلت الحديث - الصبة الوسطى - (B2Q4). \oplus بازلت الرباعي الأسفل (BQ 1). \blacktriangle
 بازلت الحديث - الصبة العليا - (B3Q4). \blacksquare بازلت الحديث - الصبة السفلى - (B1Q4). \otimes

يُظهر (الشكل 4) أن الصخور البازلتية في منطقة الدراسة تتفاضل باتجاه الاغتناء بالمغنيزيوم بدءاً من الصبة البازلتية الأقدم (β_1Q_4) باتجاه الصبة البازلتية الأحدث (β_3Q_4). وبشكل عام فإن تركيب الصخور البازلتية العائدة للحديث يقع في حقل الصخور البازلتية العائدة لجزر هاواي (MacDonald and Katsura, 1964).



لشكل (4) توزع الصخور البازلتية الحديثة في الطرف الشمالي الشرقي لسورية في إحدائيات A-F-M . حسب (Marakushev.,1981).



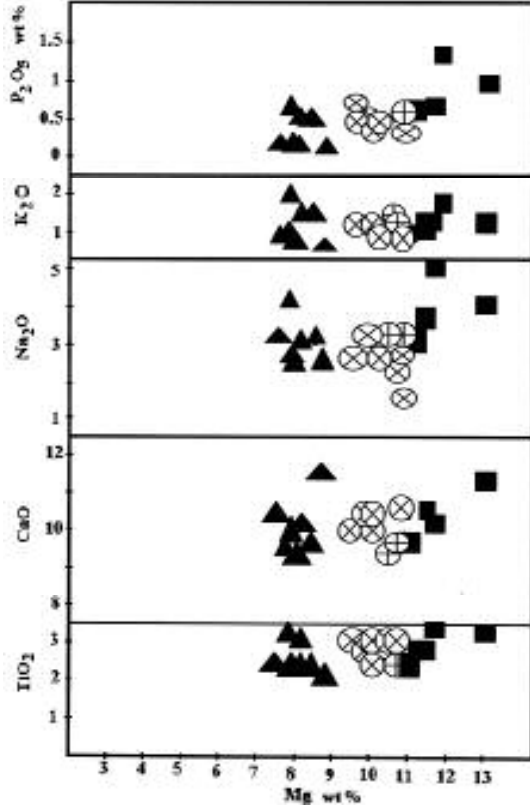
▲ بازلت الرباعي الأسفل (β_1Q_4).
 ⊕ بازلت الحديث - الصبة الوسطى (β_2Q_4).
 ■ بازلت الحديث - الصبة العليا (β_3Q_4).
 ⊗ بازلت الحديث - الصبة السفلى (β_1Q_4).

تبين قيمة المغنيزية $\# Mg = 100 \times (Mg / (Mg + Fe^2))$ للصخور البازلتية المدروسة العائدة لبراكين البليوسين الأعلى والرباعي الأسفل (جدول 1) أنها تتراوح بين 57-77، وتميز عادة درجة تفاضلية مرتفعة للمهل البازلتية.

إن قيمة المغنيزية المرتفعة في الصخور البازلتية العائدة للحديث يدل على عدم حدوث التبلور المجزأ (*Fractional crystallization*) في الصبات البازلتية الحديثة (β_3Q_4)، أو لحدوثه بدرجة ضعيفة في الصخور البازلتية العائدة للصبات الأقدم (β_1Q_4).

إن هذه العلاقة تصبح أكثر وضوحاً عند دراسة العلاقات التغايرية (مخططات هاركر) بين أكسيد المغنيزيوم والأكاسيد الرئيسية ($TiO_2, CaO, Na_2O, K_2O, P_2O_5$) حيث يلاحظ أن الصخور البازلتية الممثلة للصبة البازلتية الأحدث (β_3Q_4) تميل للاغتناء

بالمغنيزيوم ومعظم الأكاسيد الرئيسية (شكل 5)، وتتأكد هذه النتيجة بدراسة العلاقة بين أكسيد المغنيزيوم وعناصر الأثر (Cr, Ni, Ba, Sr) حيث تظهر الصبات البازلتية الأحدث اغتناءها بالكروم والنيكل بشكل واضح مقارنة بالصبات البازلتية الأقدم (β_1Q_4)، وينعكس هذا الأمر بشكل واضح في تغير تراكيز العناصر اللامتوافقة السترونسيوم والريبديوم (Sr, Rb) (شكل 5).

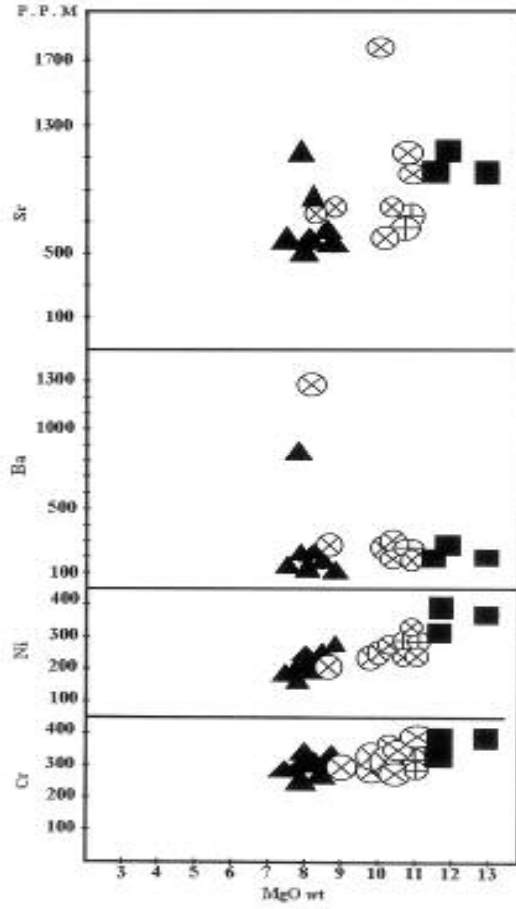


الشكل (5) مخططات مقارنة المتغيرات الكيميائية (مخططات هاركر) لبعض أكاسيد العناصر الكيميائية الرئيسية، مقابل أكسيد المغنيزيوم في الصخور البازلتية الحديثة في الطرف الشمالي الشرقي لسورية.

▲ بازلت الرباعي الأسفل (BQ 1).
 ⊕ بازلت الحديث - الصبة الوسطى - (B2Q4).
 ⊗ بازلت الحديث - الصبة السفلى - (B1Q4).
 ■ بازلت الحديث - الصبة العليا - (B3Q4).

كنتيجة يظهر أن الصخور البازلتية العائدة للصبة البازلتية الأحدث (β_3Q_4) ذات تركيب أولي (Primitive composition) أقرب ما يمكن من الناحية البتروكيميائية

للصخور البروتوليتية الأولية، وهذه النتيجة يؤكدها المحتوى المرتفع للنكل وارتفاع محتوى العناصر اللامتوافقة (Rb،Sr) في الصخور البازلتية العائدة للصبة البازلتية الأحدث والموضحة في (الشكل 6).



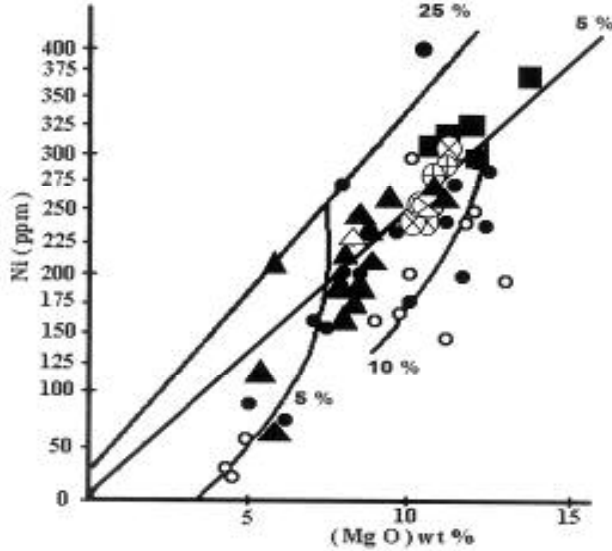
الشكل (6) مخططات مقارنة المتغيرات الكيميائية (مخططات هاركر) لبعض عناصر الأثر الكيميائية، مقابل أكسيد المغنيزيوم في الصخور البازلتية الحديثة في الطرف الشمالي الشرقي لسورية.

▲ بازلت الرباعي الأسفل (βQ 1).
 ⊕ بازلت الحديث - الصبة الوسطى - (β2Q4).
 ■ بازلت الحديث - الصبة العليا - (β3Q4).
 ⊗ بازلت الحديث - الصبة السفلى - (β1Q4).

بينت دراسة العلاقة بين محتوى أكسيد المغنيزيوم (MgO) وعنصر النكل أن كلاً من العينات البازلتية العائدة للحديث تتجمع قرب الخطين المائلين الممثلين للتبلور المجرأ

لبورات الأوليفين والبيروكسين 5%-10%، وتتجمع عينات الصخور البازلتية العائدة للصبات البازلتية العائدة للرباعي الأسفل β_1Q_4 على الخط المائل 10% في حين تتوزع العينات البازلتية العائدة للرباعي الأحدث β_3Q_4 على طول الخط المائل % مما يعكس درجات مختلفة للتبلور المجرأ في الصخور البازلتية العائدة للحديث في منطقة الدراسة.

كما يلاحظ أن معظم الصخور البازلتية العائدة للصبات الأحدث تقع بين الخطين المستقيمين 5%-25% ولا سيما على طول الخط 5% اللذين يمثلان الانصهار الجزئي للمعطف العلوي بما يتوافق مع معطيات (Mouty *et al.*, 1992) والتي أشارت إلى حدوث انصهار جزئي كبير خلال النيوجين ناجم عن نشاط بركاني عنيف أو عن صبة حارة جداً صلة أكبر بحركة الصفحة العربية (الشكل 7).



الشكل (7) درجة الانصهار الجزئي والتبلور المجرأ في إحدائيات العلاقة بين أكسيد المغنيزيوم وعنصر النيكل وذلك في الصخور البازلتية الحديثة في الطرف الشمالي الشرقي لسورية حسب (Auchopt *et al.*, 1987).

- | | |
|---|---------------------------------------|
| ▲ | بازلت الرباعي الأسفل (BQ 1). |
| ⊗ | بازلت الحديث - الصبة السفلى - (β1Q4). |
| ● | بازلت البليوسين الأعلى (βN2) |
| ⊕ | بازلت الحديث - الصبة الوسطى - (β2Q4). |
| ■ | بازلت الحديث - الصبة العليا - (β3Q4). |
| ○ | بازلت الرباعي الأسفل (βQ1). |
- بازلت جنوب غرب سورية (Turkmani, 2000) (Mouty, *et al.*, 1992)

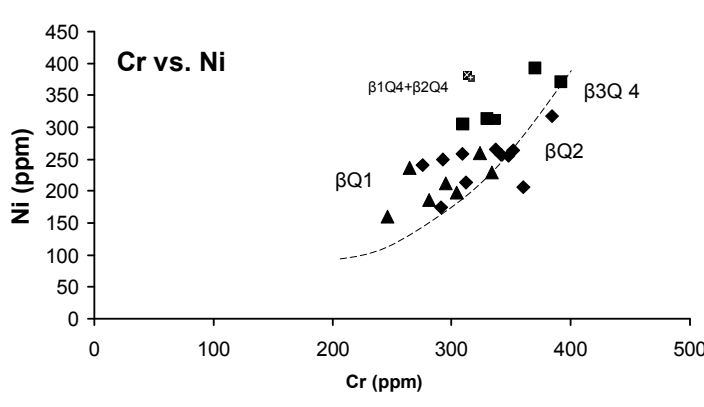
إن الدراسة الجيوكيميائية التفصيلية لعناصر الأثر قد أكدت النتائج التي حصلنا عليها، فوجود النيكل يوحى بتجزئة الأوليفين بدرجات مختلفة، مما يؤدي إلى زيادة في تركيز العناصر اللامتازجة في المهل البازلتية (الشكل 8)، كما أن ارتفاع نسبته في الصخور

البازلتية الباسانيتية إلى جانب الكوبالت والسكانديوم والكروم يدل على تلوث المهمل البازلتية بالأوليفين الذي مصدره الحشوات فوق الأساسية (Mahfoud & Beak, 1995)، وهذا ما أكدته الدراسة بالمجهر الإلكتروني على وجود بلورات غريبة من الأوليفين Xenocryste (Fo=90%) في الصخور البازلتية العائدة للصبية البازلتية الأحدث (β_3Q_4) في منطقة الدراسة.

دراسة الأنصهار الجزئي والتبلور الجزئي في الصخور البازلتية الحديثة للطرف الشمالي الشرقي لسورية (منطقة الجزيرة)، وذلك من خلال دراسة العلاقة بين العناصر الأثر المتوافقة واللامتوافقة الداخلة في تركيبها. الأشكال (8-9-10-11-12).

شرح الرموز:

- ▲ بازلت الرباعي الأسفل (BQ 1).
 ⊗ بازلت الحديث - الصبة السفلى (β1Q4).
 ◆ (βQ 2).
 ⊕ بازلت الحديث - الصبة الوسطى (β2Q4).
 ■ بازلت الحديث - الصبة العليا (β3Q4).

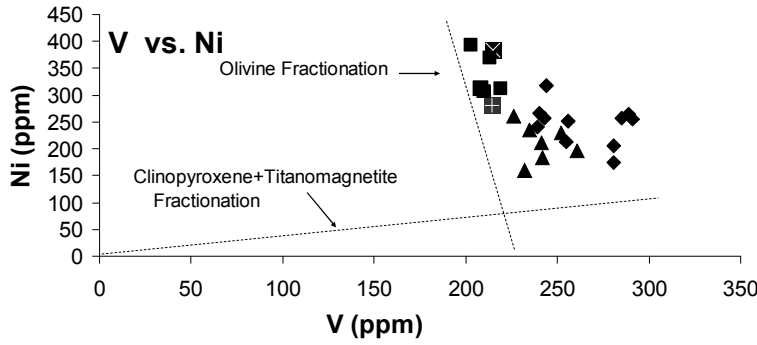


الشكل (8) توزع العناصر الأثر المتوافقة (الكروم مقابل النيكل) في الصخور البازلتية الحديثة في منطقة الجزيرة حسب (Camp, V.E., and Rooble M.J., 1989).

فاختلاف تراكيز العناصر المتوافقة (Compatible elements) مثل الكروم والنيكل، الكوبالت والسكانديوم، يدل على أن البيريدوتيت في الليثوسفير قد أعيد استنزافه، في حين اغتنى بها الأستينوسفير بما يتوافق مع دراسات (Mahfoud & Beak, 1995).

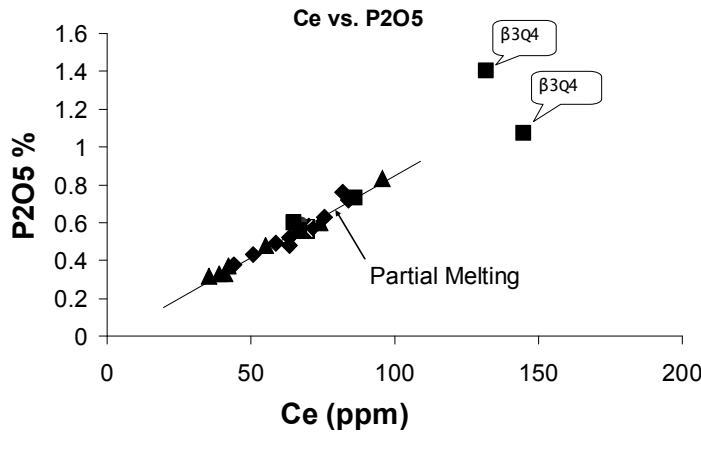
دلت الدراسة البتروغرافية على المحتوى المرتفع من الفلزات المعدنية كالمغنيتيت التيتاني والإلمينيت، وهذا ما دلت عليه الدراسة الجيوكيميائية لعلاقة الفاناديوم بالنيكل (الشكل 9) فالفاناديوم يتجزأ بسهولة داخل الكلينوبيروكسين والمغنيتيت التيتاني، وينضب بشدة في الصخور الأكثر تفضلاً، وهذا يدل على أن واحداً من كلا الفلزين

الكليوبيروكسين أو الأوليفين هو صاحب الشأن في عملية التجزئة (*Fractionation*)، وكما لاحظنا سابقاً فالصخور البازلتية العائدة للصبة الأحدث (β_3Q_4) اغتنت بالأوليفين المعطفي المصدر.



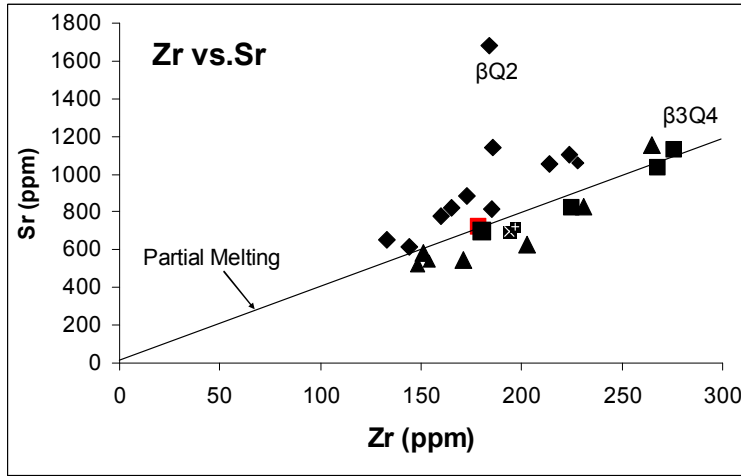
الشكل (9) توزيع العناصر الأثر (النيكل مقابل الفاناديوم) في الصخور البازلتية الحديثة في منطقة الجزيرة حسب (Camp, V.E., and Rooble M.J., 1989).

إن دراسة العناصر اللامتوافقة (*Incompatible elements*) كأوكسيد الفوسفور مع السيريوم (Ce) بينت أن الصخور البازلتية في منطقة الدراسة تقع على طول خط واحد يمثل التباين المشترك (*Mutual incompatibility*) لهذه العناصر خلال الانصهار الجزئي، كما يلاحظ أنه لا يوجد اتجاه آخر للأباتيت، وهذا دليل على عدم تراكمه خلال عملية التبلور الجزئياً (*Fractional crystallization*) (الشكل 10).



الشكل (10) توزيع العناصر الأثر اللامتوافقة (الفسفور مقابل السيريوم) في الصخور البازلتية الحديثة في منطقة الجزيرة حسب (Camp, V.E., and Rooble M.J., 1989).

كذلك بينت دراسة العناصر اللامتازجة مثل السترونسيوم والزركون (الشكل 11) أن الأنواع البازلتية في منطقة الدراسة تتفاضل باتجاه الاغثناء بالسترونسيوم والزركون بدءاً من الصبات البازلتية الأقدم (β_1Q_4) باتجاه الصبات البازلتية الأحدث (β_3Q_4).



الشكل (11) توزيع عناصر الأثر اللامتوافقة (السترونسيوم مقابل الزركون) في الصخور البازلتية الحديثة في منطقة الجزيرة حسب Camp, V.E., and Rooble M.J., (1989).

المناقشة

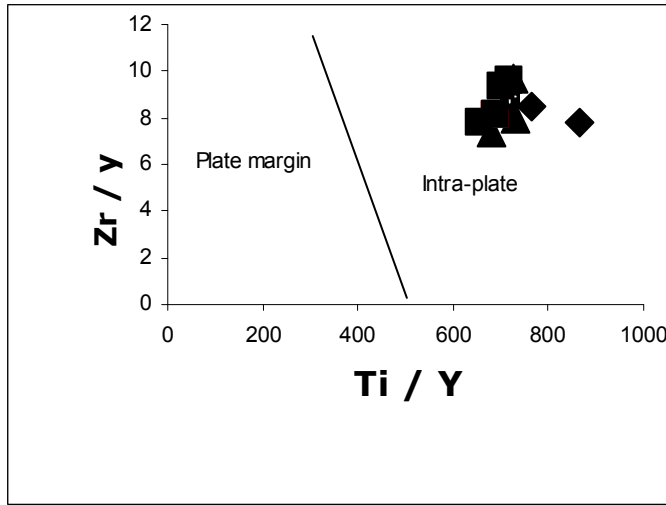
يلاحظ ارتفاع محتوى السترونسيوم والزركون والنيون بدءاً من الصخور البازلتية الأقدم باتجاه الصخور البازلتية الأحدث المدروسة، والتركيز المرتفع للسترونسيوم والزركون والنيون يدل على درجة انصهار جزئي منخفض لا تتجاوز 5% (Wedepohl and Muramatsu, 1979)، كما بينت الدراسة اغثناء الصخور البازلتية المدروسة بالفلزات المعدنية التي يتجزأ فيها الفاناديوم بسهولة كالمغنيتيت النيتاني، كما تمثل الصخور البازلتية العائدة للصبات الحديثة (β_3Q_4) استنزافاً للأباتيت خلال عملية التبلور الجزئياً.

إن قيمة المغنيزية المرتفعة في الصخور البازلتية العائدة للعصر الحديث يدل على حدوث التبلور الجزئياً (*Fractional crystallization*) بدرجة منخفضة في الصبات البازلتية الحديثة (β_3Q_4) وبشكل أكبر في الصخور البازلتية العائدة للصبات الأقدم

$(\beta_1 Q_4)$ ، فالصخور البازلتية العائدة للحديث والغنية بالنيكل تكون أقرب ما يمكن من التركيب البروتوليتي الأولي للمهل وتقع على خط الانصهار الجزئي الذي يقابل 5%، مقارنة بالصخور البازلتية الأقدم التي تتوزع على خط الانصهار الجزئي الذي يقابل 25% (الشكل 7).

النتيجة

تشكلت الصخور البازلتية الحديثة في شمال شرق سورية (منطقة الجزيرة) والتي تمثل نموذجاً لبركنة داخل الصفيحة (الشكل 12)، نتيجة الانصهار الجزئي للمعطف العلوي، بدرجة انصهار عالية وعلى أعماق ضحلة حيث إن عمق الانصهار يزداد ودرجته تتناقص بدءاً من نهاية البليوسين، باستثناء بركنة جبل كوكب التي تعود لمصدر أعمق ودرجة انصهار منخفضة.



الشكل (12) توزع عناصر الأثر Zr / Y مقابل Ti / Y في الصخور البازلتية حسب (Pearce & Gale , 1977) والذي يظهر الوضع التكتوني للصخور البازلتية الحديثة في منطقة الجزيرة.

REFERENCES المراجع

- Auchapt, A., Dupuy, C., Dostal, j., and Kamika, M. (1987). Geochemistry and petrogenesis of rift related volcanic rocks from south Kiva (Zaire). *J.V. Geotherm.Res.*31.P.33-46 .
- Best, J. A., Barazangi, M., Al- Saad, D., Sawaf, T., Gebran, A. (1993). Continental margin evolution of the Northern Arabian platform in Syria, *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 77, 173-193.
- Camp, V. E. and Rooble M. J. (1989). The Arabian continental alkali basalt province:part 1.Evolution of Harrat Rahat,Kingdom of Saudi Arabia. *Geol. Soc. Am. Bull.*,101:p.71-95.
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B. (1986). A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram: *Journal of petrology*, v.27.pt.3,p.745-750.
- Leonov, Y. G., Sigachev, S. P., Otri, M., Yusef, A., Zaza, T. and sawaf, T. (1989). New Data on the Paleozoic complex of the platform cover of Syria. *Geotectonic*, 23,538-542.
- Maleev, E. F. (1980). *Vulcanite's, Reference book* .Moscow, Nedra, 240 P. (In Russian).
- Mac Donald, G., and Katsura, T. (1964). Chemical composition of Hawaiian Lavas *J. petrology*, 5: p 82-133.
- Mahfoud, R., and Beck, J. N. (1995). Petro genesis and geodynamic significance of ultramafic inclusions and basanite from southern Syria. *Int. Geol. Review*. V.37.p 448-470.
- Marakushev A. A. (1981). *Petrography*. E.ZD. MGU.Moscow. 327p (in Russian).
- Mouty, M., Delaloye, M., Fontignie, D., Piskin, O. and Wagner, J. (1992). The Volcanic activity in Syria and Lebanon between Jurassic and Actual. *Schweiz, Mineral, Petrogr. Mitt.* 72.,p-91-105.
- Pearce, J. A. and Gale, G. H. (1977). Identification of ore deposition environment from trace element geochemistry of associated host rocks. In: *Volcanic processes in ore genesis*, London institute. Mining Metall. And Geol-Soc.,p-14-24.
- Ponikarov, V. P., ed (Chief), (1966). *The Geology of Syria, Explanatory notes on the geological map of Syria, scale 1:500.000, part 1, Stratigraphy, Igneous rocks and Tectonics* . Techno export.
- Turkmani, A. A. (2000). Model of the upper mantle beneath the south western part of Syria deduced from the study of peridotite xenoliths. 5th IGC, "GAW-5" Cairo Univ., p. 167 - 200.
- Wedepohl, K. K. and Muramatsu, Y. (1979). The chemical composition of Basaltic magma types. In: *Kimberlitic diatremes and diamonds: their geology petrology and chemistry*, proc. 2nd intern. Kimberlite conference., Eds., F.R.Boyd and H.O.A.Meyer . 1:p 300-312.