بتروغرافيا وجيوكيمياء الصخور المتحولة الأمفيبوليتية المرافقة

لأوفيوليت منطقةالباير – البسيط (شمال غرب سورية)

عبد الرحمن بن محي الدين سفرجلاني

جامعة الملك فيصل– كلية العلوم الزراعية والأغذية ص ب :٤٢٠ – قسم الأراضي والمياه الأحساء ٣١٩٨٢ – المملكة العربية السعودية.

جامعة دمشق – كلية الزراعة – قسم التربة واستصلاح الأراضي – دمشق ص . ب: ٣٠٦٢١ الجمهورية العربية السورية.

الملخص :

تحدد الدراسة البتروغرافية للعينات الصخرية الأمفيبوليتية المأخوذة من منطقة الباير البسيط البنيات والنسج المتباينة فيها إضافة إلى محتواها الفلزي ومن ثم تصنيفها و تسميتها، فلدى إسقاط المحتوى الفلزي للعينات الصخرية المدروسة على المخططات التصنيفية الخاصة بالصخور المتحولة والمعدة من قبل الباحث (LORENZ) نجد أن أغلبيتها تقع في القطاع المخصص للصخور الأمفيبوليتية. كما أن الترافق المنشئ الفلزي(Mineral paragenesis) المحدد للعينات المدروسة يتوافق مع سحنة الشيست الأخضر ويمتد حتى سحنة الأمفيبوليت.حددت نتائج تحليل فلزي البلاجيوكلاز والهورنبلند للعينات الصخرية الأمفيبوليتية المدروسة شروط تحول متوافقة مع التجمع الفلزي ، تتراوح ما بين 500 - 650 م للحرارة و2,5 -5 كيلو بار للضغط.

أظهرت الدراسة الجيوكيميائية للعينات الصخرية الأمفيبوليتية بشكل واضح أن المادة الأولية لهذه الصخور هي مادة مهليه المنشأ (Orthogenetic) بازلتية الخصائص طازجة غير فاسدة وثولوئيتية التركيب، تشكل جزء منها في منطقة القيعان المحيطية والآخر في منطقة الأقواس الجزرية.

المقدمة :

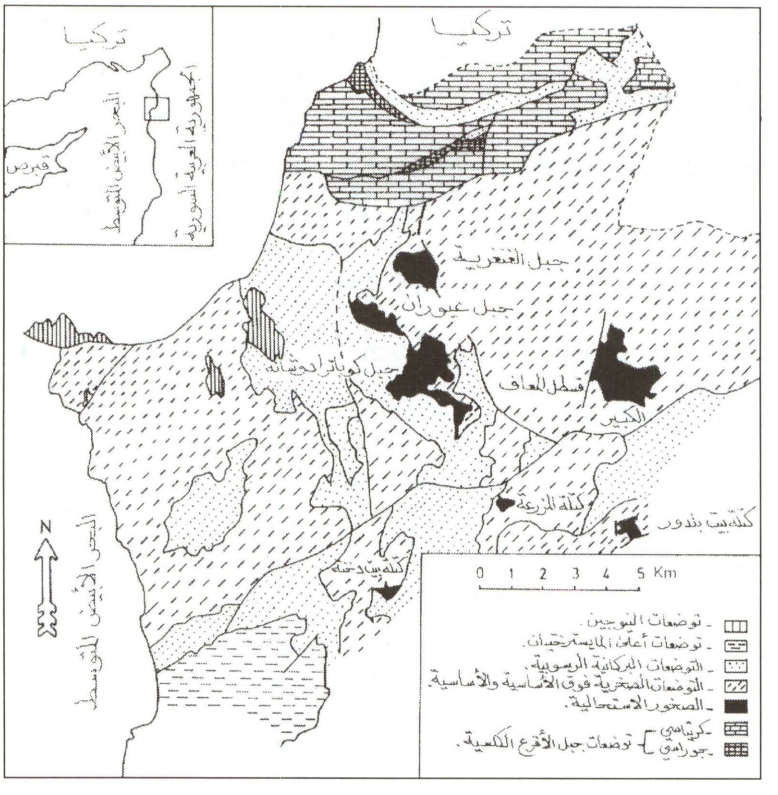
تقدر مساحة منطقة الباير ـ البسيط الواقعة شمال غرب سورية بـ 180 كم^2 حيث يحدها شمالا جبل الأقرع و جنوبا وشرقا نهر الكبير الشمالي و غربا البحر الأبيض المتوسط وتمثل منطقة جبلية متوسطة الارتفاع.

أعاد الباحث (Juteau,1980) المعقد الأوفيوليتي المتكشف في منطقة الباير ـ البسيط إلى الحزام الأوفيوليتي الجنوبي والذي يشكل الجزء المركزي للقوس الأوفيوليتي الممتد من قبرص الباير والبسيط ـ إنطاكية وجبل الأكراد (Parrot,1977) . تعود مجموعة الصخور الأوفيوليتية المتكشفة في منطقة الباير - البسيط حسب الباحث (Parrot,1977;Parrot,1980) لأجزاء من قشرة محيطية تشكلت في مقعر التيتس انتقلت من الشمال إلى الجنوب منجرفة ومتراكبة على الطرف الشمالي الغربي للسطيحة العربية أثناء الحركات الأوروجينية الألبية النهائية في عصر المايسترختيان وقد تشكلت على هيئة مجموعة من الأغطية الجرفية والتي تعرضت لاحقا في العصر الثالث والرابع لمجموعة من الحوادث التكتونية أعطتها الشكل الجيومورفولوجي الحالي.

تتواجد الصخور المتحولة في منطقة الباير - البسيط بشكل رئيس في ثلاثة أماكن هي: جبل الغنغرية (35,52 شمالا و35,55 شرقا) وجبل عيوران (35,51 شمالا و35,55 شرقا) وجبل كوباترا دوشانه (35,50 شمالا و 35,55 شرقا) كما تتواجد في أقصى الجزء الجنوبي من المعقد الأوفيوليتي على امتداد منطقة فالقية باتجاه غرب - شرق من بيت دخنه شمال قرية بسقين إلى المزرعة وأخيرا بيت بلدور (شكل ١).

متوضعة تحت مجموعة الصخور القاعدية والفوق القاعدية (بيريدوتيت- بيروكسينيت- سربنتينيت وغابرو) بتجانس واضح دون أية تشوهات أو ظواهر لعمليات الزحن وباتجاه عام هو NW SE (Dubertret,1953) ، و بسماكتها تتراوح ما بين 5 م 300 م و تقدر وسطيا بـ 50 م وتشغل مساحات محدودة تتراوح ما بين 3 0,5 كم٢. تشكل كافة الصخور المتحولة حسب تقسيمات (Kazmin and Kulakov,1968) و(Parrot,1980) التكتونية والليثولوجية لمنطقة الباير – البسيط إحدى الوحدات الرئيسة التابعة لمجموعة صخور المعقد الأوفيوليتي وتعتبر صخور الأمفيبوليت ، الرخام ، الكوارتزيت ، البيروكسينيت ، الغنايس والميكاشيست من أهم السحنات الصخرية المتحولة والمتكشفة في المنطقة هذا وتمثل الصخور الأمفيبوليتية الجزء الرئيس بالنسبة للأنواع الصخرية المتحولة الأخرى كما وتظهر تنوعا بتروغرافيا كبيرا (Chenevoy,1959)و(Majer,1962) و(Whitechurch and Parrot,1974). يعيد كل من (Dubertret,1953) و(Chenevoy,1959) و (Kazmin and Kulakov,1968) مجموعة الصخور المتحولة إلى عصر البريكامبري بينما يعتقد (Piro,1967) أنها تعود بعمرها لعصر الباليوزويك ويفترض أن تكون أقدم من السيلور مؤكدا بذلك افتراض الباحث(Majer,1962) عودة الصخور المتحولة إلى أسفل أو أوسط عصر الباليوزويك . تقدر نتائج تحديد العمر المطلق لحادثة التحول وفق طريقة K Ar لتشكيلة الصخور المتحولة للباحث(Thuizat etal.,1981) بـ 88+3 MJ وحسب (Delaloye etal.,1980) بـ 90 MJ أي للحد الفاصل جوراسي / كريتاسي. لقد أوضح (Parrot and Whitechurch,1978) أن جميع التوضعات الصخرية المتحولة المتواجدة في منطقة شرقي المتوسط تعود لسحنة الشيست الأخضر وسحنة الأمفيبوليت مع الأخذ بعين الاعتبار بأن حدث التحول تم في الجزء الداخلي المحيطي لنطاق بنيوف الإنغراسي قبل

عمـــلية الـــتراكب عـــلى السطيحة العربية أو تم أثناء عملية الجرف والطي ضمن سحنة الشيســـت الأخضـــر والأمفيـــبوليت . كمـــا ويشـــير الباحث (Whitechurch and Parrot,1974) والباحث(Parrot,1977) إلى إمكانية تشكل الصخور المتحولة نتيجة تحول جـــزء من مجموعة الصخور الرسوبية البركانية ضمن سحنة متوسطة الشدة تتراوح ما بين سحنـــة الشيست الأخضر وسحنة الأمفيبوليت.



شكل – ١:الخارطة الجيولوجية لمنطقة الباير ــ البسيط ، توضح انتشار الصخور المتحولة المدروسة عن الباحث (Parrot,1977)

هدف البحث :

تهـــدف الدراسة الوصفية (البتروغرافية) للصخور الأمفيبوليتية المدروسة إلى تحديد أنواعهـــا المختلفة وتحديد محتواها الفلزي الحقيقي والبنيات والنسج المتباينة بها ثم تصنيفها وتسميتها اعتمادا على تصنيف الباحث (Lorenz,1980;1981a;1981b) وتحديد الأنواع الفـــلزية والبـــنيات أولية النشأة إن وجدت ، كما تهدف الدراسة الجيوكيميائية للعينات المدروسة بشكل رئيس إلى تحديد طبيعة المادة الأولية الصخرية (الأم) فيما إذا كانت تمثل بطبيعـــتها صخورا رسوبية (Paragenic) أو أنها تمثل صخورا مهليه اندساسية أو مخترجة (Orthogenic) وفي حـــال الأصـــل المهلي يجب تحديد طبيعة المهل الأصلية وتحديد درجة تفاضلها والتأكد من أنها طازجة وأخيرا تحديد الموقع الجيوتكتوني الأولي الذي تشكلت فيه هذه الصخور.

طرائق التحليل :

شمـــلت الدراسة البتروغرافية 140 شريحة صخرية مجهرية درست باستخدام المجهر الاستقطابي من نوع Laborlux-12 Pol ، كما استخدام جهاز التعداد الفلزي Eltinor-4 مـــن أجـــل حساب التركيب الفلزي الحقيقي وذلك بإتباع طريقة العد النقطي للباحث Glakov (المسافة بين نقطة وأخرى كانت تحدد بشكل أساسي حسب أبعاد الحبيبات الفـــلزية الموجودة في كل عينة). تم تحليل فلزي الهورنبلند والبلاجيوكلاز بالطريقة النقطية باســـتخدام جهـــاز الميكروبروب من نوع (JXA-480A) والموصول مباشرة بالمحلل من نـــــوع (KEUX EDS) ، على شرائح صخرية مجهرية خاصة ذات أبعاد (٢-٢ مم) ملصقة بمادة (Epoxi-Hart) ، هذا وتمثل كل نتيجة قياس متوسط ٣-٥ قياسات نقطية، قورنـــــت نـــتائج تحـــليـــل الهورنبلـــنـــد بعيـــنة معياريـــة فـــلزية مـــن نـــوع (كيرسوتيت -Fa-Astemex) بينما قورنت نتائج تحليل البلاجيوكلاز بعينة عيارية صنعية،

بلغ زمن التحليل النقطي الواحد ١٥ ثانية مع جهد تيار كهربائي Kv١٨ ومقاومة a١٠ (جدول:١-٢). لقد تم تحديد العناصر الكيميائية الرئيسة والثانوية للعينات الصخرية الأمفيبوليتية بواسطة جهاز Spectrometry X-ray fluoroescence (XRF) وذلك بتحضير Schmelttableten وبوجود عنصر مضاف هو ثالث أوكسيد اللانتانيوم Lanthanium trioxide.حدد عنصر الفوسفور P باتباع طريقة قياس المطيافية الضوئية Spektrophotometry بينما تم تحديد نسبة كل من عنصري البوتاسيوم K والصوديوم Na بواسطة جهاز Atomic absorption spectrometry (AAS). و قد أدخلت عينة مقارنة معيارية ذات تركيب بازلتي وذلك من أجل التأكد من موثوقية ودقة التحليل (جدول: ٣ -٤).

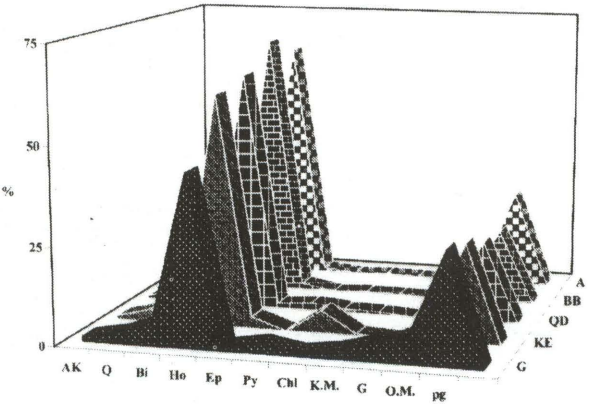
الدراسة البتروغرافية :

تم تحديد انتشار الصخور المتحولة وامتدادها في منطقة الباير - البسيط لأول مرة من قبل الباحث (Dubertret,1953) كما وتمثل دراسة (Chenevoy,1959) البتروغرافية لمجموعة الصخور المتحولة قاعدة الأساس لكافة الدراسات الجيولوجية اللاحقة التي تناولتها مثل: (Majer,1962), (Piro,1967) و (Whitechurch,1977) . قسم كل من الباحثين (Kazmin and Kulakov,1968) نتيجة للمشاهدات الحقلية الصخور المتحولة المنتشرة في منطقة الباير- البسيط إلى مجموعتين رئيستين هما:

- صخور متحولة متطبقة وتضم: شيست ميكاوي ، كوارتزيت ، رخام ، تعود في الأصل إلى صخور رسوبية بركانية مختلطة.
- صخور متحولة كتلية وتضم: شيست أمفيبوليتي - أمفيبوليت - أمفيبوليت غابروي المظهر - إيبيدوت أمفيبوليتي - بيوتيت أمفيبوليتي ، تعود أصلا إلى صخور مهليه بركانية الطبيعة.

يتراوح لون الصخورالأمفيبوليتية المدروسة ما بين اللون الرمادي – الرمادي المخضر (الزيتوني) و حتى اللون الأسود القاتم كما تتباين أبعاد حبيباتها الفلزية وتتراوح مابين الحبيبة الناعمة إلى المتوسطة الأبعاد مع نسيج كتلي إلى شبه منضد وبنية غرانوبلاستية إلى نيماتوبلاستية ، يظهر في العديد من العينات تناوب لرقائق أو أسرة (أشرطة) قاتمة مع أخرى فاتحة اللون ذات أبعاد ميللمترية إلى سنتيمترية.

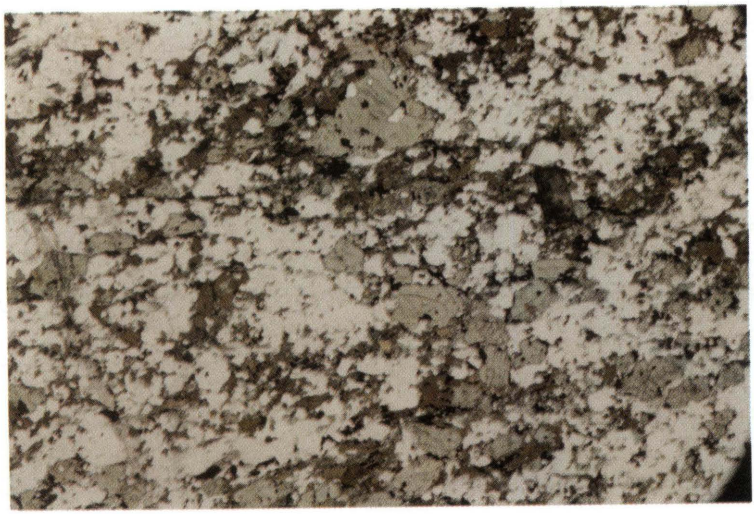
تتألف الصخور الأمفيبوليتية بشكل أساسي من فلزين رئيسين هما الهورنبلند والبلاجيوكلاز علما أن النسبة بينهما تكون شديدة التباين ، يضاف إليهما الفلزات الثانوية التالية : الكوارتز – البيوتيت – الكلوريت – البيروكسين – الغرينا – الإيبيدوت – الفلزات المعدنية والفلزات الإضافية مثل : التيتانيت الأباتيت – الروتيل والزيركون هذا ويوضح (شكل 2) متوسط المحتوى الفلزي الحقيقي لكل منطقة من مناطق الدراسة.



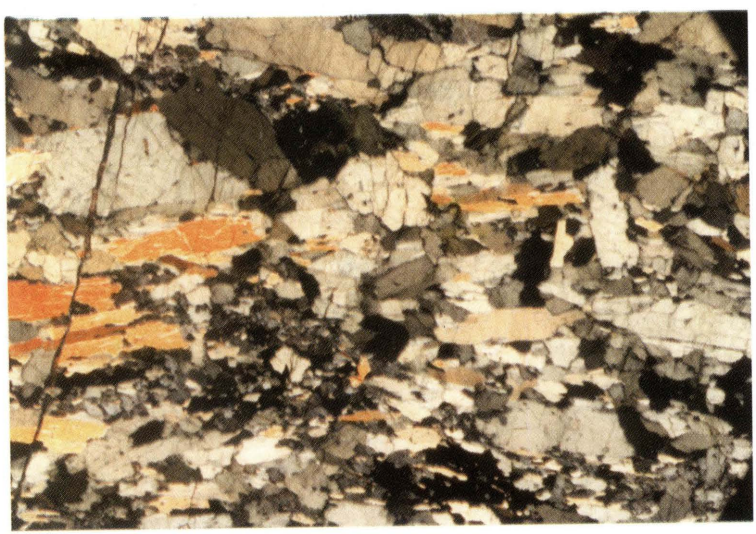
شكل متوسط المحتوى الفلزي الحقيقي للصخور الأمفيبوليتية المنتشرة في منطقة الباير – البسيط.
(Ho –هورنبلنده ، Pg – بلاجيوكلاز ، Q – كوارتز ، Ep، إيبيدوت ، G – غرينا ، Py – بيروكسين ، Bi – بيوتيت ، Chl – كلوريت ، O.M. – فلزات معدنية ، Ak – فلزات إضافية ، K.M. فلزات كربوناتية). وذلك في المواقع المواقع (G – الغنغرية ، KE – الكبير ، BB – بيت بلدور ، QD – كوباترادوشانه ، A – عيوران)

عـــند إسقاط محتوى العينات المدروسة من الفلزات(فلدسبار- هورنبلند - كوارتز) على مخطط (Lorenz,1981a;1981b) التصنيفي المعد بشكل خاص من أجل تصنيف الصخور المـــتحولة، وجد أنها تتمركز في القطاع المخصص للصخور الأمفيبوليتية ، يشذ عن ذلك العيـــنة BB-13 حيـــث تقـــع عـــلى الحد الفاصل بين المجال المخصص لصخور كوارتز أمفيـــبوليت و المجـــال المخصص لصخور أمفيبول غنايس وذلك بسبب ارتفاع نسبة فلز الكوارتز بها (Safarjalani,1996).

الهورنبلـــند : تتباين نسبة تواجد فلز الهورنبلند في العينات الأمفيبوليتية المدروسة بشكل كـــبير فهي 22,4% في العينة G-12 و 77,6% في العينة B B-14 وغالبا ما تأخذ بلوراته أشـــكالا هيبيديوبلاستية وبشكل أقل إيديوبلاستية إلى كسينوبلاستية تتواجد على هيئة قضـــبان أو أعمدة ومواشير قصيرة أو متطاولة تتراوح بأبعادها ما بين 3,5 - 0,10 مم . يتمـــتع الهورنبلـــند بـــلون أخضر فاتح إلى أخضر مصفر وأحيانا بني مخضر مع تعدد لوني يتراوح من الأخضر الفاتح المصفر(nx) إلى الأخضر الزيتوني لقاتم (ny=nz) أو مـــن البني الفـــاتح المخضـــر (nx) البـــنـــي المخضـــر (ny) وحتى البنـــي المخضر القـــاتم (nz) (شكل 3)، تتراصف الأعمدة أو مواشير الهورنبلند متوازية وموازية بشكل عام لاتجاه الـــتورق مشكلة بذلك بنيات نيماتوبلاستية واضحة مع نسيج ناعم التورق (شكل 4)، كما يشكل الهورنبلند في بعض العينات المدروسة بنيات غرانوبلاستية تلتصق أحيانا مع فلز الـــبلاجيوكلاز مشـــكلة بذلك بنيات ديابلاستية واضحة ذات نسيج كتلي،ويلاحظ في الكثير من الحالات إحتواء حبيبات الهورنبلند المتوسطة إلى الكبيرة الأبعاد على مكتنفات فـــلزية أخرى مثل البيوتيت ، الكلوريت ، الكوارتز، البلاجيوكلاز ، التيتانيت أو فلزات معدنية مشكلة بذلك بنيات بويكيلوبلاستية إلـــى ميكروبويكيلوبلاستيـــة (شكل ٥) ،



شكل –٣ صخر أمفيبوليتي ناعم الحبيبية مع كوارتز ومع قليل من الكلوريت والبيوتيت مع بنية نيماتوبلاستية، يشكل توزع حبيبات البلاجيوكلاز والهورنبلند بما بينهما بنيات ديابلاستية، عينة ٨ – A تكبير ٣٢ X ن بدون محلل



شكل – ٤ : صخر أمفيبوليتي ناعم إلى متوسط الحبيبة مع قليل من الكوارتز، تتراصف حبيبات الهورنبلند موازية بعضها البعض مشكلة بذلك بنية نيماتوبلاستية واضحة، عينة ٣ – BB ، تكبير ٣٢ X ، مع محلل (+)

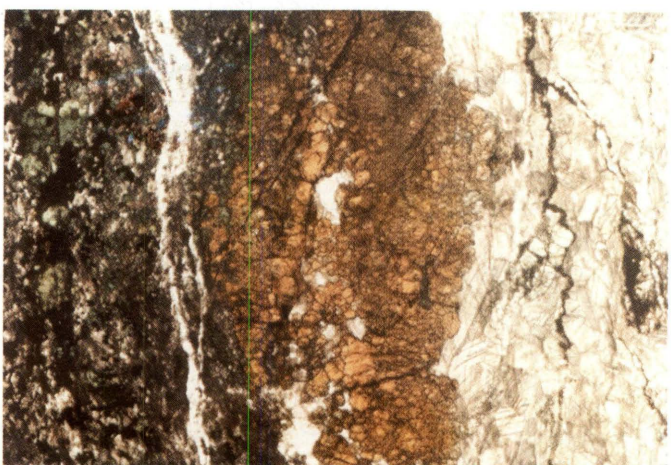
تبدي حبيبات الهورنبلند في الكثير من العينات مقاطع قاعدية مع اكتمال لشبكة السطوح الانفصامية بشكل واضح حسب الوجه (110) واكتمال لزوايا الانفصام 124 و 56 ، هذا ويشاهد أحيانا وبشكل واضح مواشير الهورنبلند المتمنطقة ، كما يشاهد في العديد من المقاطع المجهرية الصخرية المدروسة انفصالات وإنبثاقات فلزية معدنية تتوضع غالبا على الخطوط الانفصامية و تفسر هذه الظاهرة من قبل العديد من الباحثين على أنها نتاج عملية أكسدة للهورنبلند. تتراوح قيمة الانكسار المضاعف للهورنبلند ما بين 0,026 0,015 مع قيم لزوايا التعتيم تتراوح ما بين 8 -25 وبشكل وسطي 12 مما يؤكد أن الهورنبلند المدروس هنا هو من نوع Gemeine Hornblende. تقود نتائج تحليل الهورنبلند إلى تحديد توزع العناصر الكيميائية في بنيتها البلورية كما هي مقترحة من قبل الباحث (Leake,1978) حيث قدرت نسبة Fe^{+3}/Fe^{+2} حسابيا حسب طريقة الباحث (Papike etal.,1974) إلى تصنيف الهورنبلند المدروس ضمن مجموعة الهورنبلند الكلسي وذلك بسبب اغتنائه بعنصر الكالسيوم وتحقيقه للعلاقة $1.34<(Ca+Na)_X$ و $0.67>Na_X$ يمكن الحصول على تقسيمات أخرى أدق ضمن هذه المجموعة إذا ما أخذنا بعين الاعتبار الاختلافات والفروقات في نسبة محتوى عنصري (Na+K) في الموقع A والعلاقة $Al_{(6)}/Fe^{+3}$ ومحتوى عنصر $Ti_{(y)}$ وعنصر $Si_{(z)}$ و$Al_{(4)}$ مقابل نسبة $(Na+K)_A$. إن إسقاط قيم $Al_{(4)}$ مقابل $(Na+K)_A$ على مخطط الباحث (Leake,1978) توضح أن الهورنبلند المدروس يقع في المجال المخصص لمجموعةالهورنبلند من نوع Hastingsit Tschermarkit (جدول ١) حسب (Safarjalani,1996).

البلاجيوكلاز: تتفاوت نسبة تواجد فلز البلاجيوكلاز في العينات الصخرية الأمفيبوليتية المدروسة ما بين 22,1 % - 28,4 % ، تأخذ حبيبات البلاجيوكلاز ألونا رمادية فاتحة

مغـــبرة وتتراوح أبعادها ما بين 0,20 مم و 0,85 مم وبشكل وسطي 0,60 مم . يلاحظ عمـــوما نـــوعـــان مـــن البـــلاجـــيوكـــلاز يـــمـــيزان جيلين من التـــشكل هما : **البلاجيوكلاز الأولي** : وهو البلاجيوكلاز القديم ويشكل النسبة الكبيرة من البلاجيوكلاز الكـــلي ويلاحـــظ في كافة العينات الأمفيبوليتية المدروســـة ويتســـم بأنه شديد التفسخ والفساد ، متحولا إلى سوسوريت وسيريسيت بنسب متفاوتة كما يتميز بانعدام التوائم به و تكـــون حبيـــبات الـــبلاجيوكلاز هـــنا غالـــبا كسينوبلاســـتية الشكل وبشكل أقل هيبئيديوبلاســـتية صغيرة إلى متوســـــــطة الأبعاد ، تحتوي بعض حبيبات البلاجيوكلاز المتوسطة أو الخشنة أحيانا مكتنفات فلزية أخرى مثل الهورنبلند، الإيبيدوت ، الكوراتز ، التيتانيت أو الفلزات المعدنية وحتى الكربوناتية وتشكل بنيات بويكيلوبلاستية ، تشير نتائج تحـــاليل الـــبلاجيوكلاز بواسطة جهاز الميكروبروب (Safarjalani,1997) إلى محتوى من الأنورتيـــت يـــتراوح ما بين 42%-66% =An أي من نوع أند يزين لابرادوريت (جـــدول-٢). **الـــبلاجيوكلاز الـــثانوي**: وهو البلاجيوكلاز الحديث، يشاهد في بعض العيـــنات الأمفيبوليـــتية المدروســـة و يـــتواجد غالبا على شكل حبيبات صغيرة الأبعاد 0,08 مم 0,4 مم إيديوبلاستية الشكل وبشكل أقل شيوعا هيبئيديوبلاستية. كما يتميز بأنه طازج غير فاسد ويظهر توائم مفـــــــردة أو متكررة واضحة حسب نظام الألبيت أو البيريكلين.

الكوارتز : يتواجد فلز الكوارتز في العينات الصخرية الأمفيبوليتية بنسب ضئيلة ومتفاوتة تـــتراوح مـــا بـــين 2,8% - 4,3% ، تـــتفاوت أبعـــاد حبيـــبات الكوراتـــز ما بين 0,06- 0,50 مـــم وبشكل أعظمي 1,2 مم وتبدو في النطاقات والأسرة فاتحة اللون على شكل حبيبات كسينوبلاستية الشكل دائرية إلى إهليلجية أو زاوية تتوزع ما بين المكونات الفلزية الأخرى أو تتـــواجد على شكـــل مكتـــنفات فلزية في البلاجيوكلاز والهورنبلند

شكل – ٥ : صخر أمفيبوليتي متوسط إلى خشن الحبيبة مع قليل من الكلوريت – البيوتيت والكوارتز، يلاحظ في الشكل حبيبات الهورنبلند متوسطة الأبعاد ذات البنية البويكيلوبلاستية مع الأنبثاقات المعدنية، عينة ٦ – G تكبير ٢٠ X ، بدون محلل (–)



شكل – ٦ : صخر أمفيبوليتي متوسط الحبيبة مع كربونات – إبيدوت – كلوريت – البيوتيت – وكوارتز في الجزء اليميني للشكل يلاحظ حبيبات الكربونات متوسطة الأبعاد ذات البنية الموزائكية تتبع بنطاق مؤلف من حبيبات الغرينا كستنائية اللون ، عينة ١٠ – G ، تكبير ٢٠ X ، بدون محلل (–)

جدول رقم (١) التركيب الكيميائي لفلز الهورنبلدن – أمفيبوليت منطقة الباير والبسيط (سورية)

Lok														
Pro	G	G	G	KE	KE	KE	BB	BB	QD	A	A	A	A	A
Si02	G6	G12	G13	KE10	KE12	KE13	BB9	BB10	QD4	A2	A8	A14	A15	A17
Ti02	45.50	44.85	54.65	46.81	42.05	48.42	49.17	43.22	49.87	45.68	50.20	46.25	42.72	47.07
A1203	1.54	0.66	1.39	1.16	2.09	1.90	0.78	1.12	0.65	1.24	0.72	1.96	2.04	2.82
Fe203	11.97	13.56	11.65	9.75	13.08	11.30	9.78	13.23	9.89	12.27	15.25	11.18	13.39	11.65
Mg0	0.70	3.51	0.00	0.77	3.86	1.93	0.72	1.04	0041	0.90	0.00	1.34	1.05	0.00
Ca0	18.79	14.58	13.20	13.14	10.71	15.30	13.18	3.64	18.29	14.37	12.97	13.90	10.77	12.43
Fe0	12.17	11.51	12.60	12.38	12.05	11.56	12.62	11.91	12.15	11.95	12.37	12.32	12.10	11.58
Na20	11.98	9.47	12.87	13.21	10.90	6.94	13.37	17.77	7.01	10.74	7.51	10.35	14.81	11.95
K20	1.72	1.60	1.82	1.21	1.49	0.94	1.11	1.49	1.60	1.99	0.86	2.15	1.89	1.44
Summe	0.79	0.26	0.96	0.91	1.15	0.41	0.33	1.94	0.46	0.60	0.10	0.14	1.32	1.05
Kation=23(0)	100.1	100.4	100.2	100.1	100.4	100.2	100.1	100.4	100.0	100.1	100.0	100.1	100.1	100.0
Si														
Al(4)	6.50	6.35	6.55	6.72	6.14	6.71	6.95	6.38	6.90	6.49	6.87	6.58	6.24	6.68
Summe (z)	1.50	1.65	1.45	1.28	1.86	1.29	1.05	1.62	1.11	1.51	1.14	1.42	1.76	1.32
	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al (6)														
Fe3	0.52	0.61	0.52	0.87	0.40	0.64	0.60	0.68	0.51	0.54	1.32	0.45	0.55	0.63
Ti	0.08	0.37	0.00	0.08	0.43	0.20	0.08	0.12	0.04	0.10	0.00	0.14	0.12	0.00
Mg	0.16	0.07	0.15	0.17	0.23	0.20	0.08	0.12	0.07	0.13	0.07	0.18	0.22	0.30
Fe2	2.94	3.08	2.82	2.87	2.33	3.16	2.78	1.90	3.77	3.12	2.46	2.95	2.35	2.63
Summe (y)	1.31	0.87	1.51	1.50	1.62	0.80	1.46	2.18	0.62	1.12	0.86	1.27	1.77	1.42
Fe	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.90	5.00	5.00	4.99
Ca	0.12	0.25	0.04	0.08	0.08	0.01	0.00	0.01	0.20	5.16	0.00	0.02	0.04	0.00
Al	1.86	1.75	1.94	1.90	1.98	1.72	1.92	1.88	1.80	1.82	1.18	1.88	0.89	1.76
Summe (x)	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.27	0.08	0.11	0.00	0.02	0.19	1.10	0.07	0.24
	2.00	2.01	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Na														
K	0.46	0.43	0.48	0.32	0.39	025	0.22	0.32	0.34	0.53	0.04	0.49	0.47	0.16
Summe (A)	0.14	0.11	0.18	0.17	0.21	0.07	0.06	0.37	0.09	0.11	0.02	0.07	0.25	0.19
	0.61	0.54	0.66	0.49	0.60	0.32	0.28	0.69	0.43	0.64	0.06	0.56	0.72	0.35

جدول رقم (٢) التركيب الكيميائي لفلز اللاجيوكلاز – أمفيبوليت منطقة الباير والبسيط (سورية)

Lok.		G															
Prp.Nr.	G6	G12	G13	KE10			KE12		KE13	BB9	BB13	QD4	A2	A8	A14	A15		A17
	P1	P1	P1	P1	P2	P3	P1	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P1
Si02	69.68	56.88	60.92	52.25	51.44	47.98	53.09	57.59	55.73	64.63	60.92	52.00	59.43	60.37	59.52	52.53	52.47	64.31
A1203	20.92	20.39	19.99	29.01	29.51	33.56	27.15	23.75	28.26	20.33	19.99	28.67	22.95	22.88	23.27	29.12	29.18	37.03
Fe203	0.00	3.43	1.98	0.00	0.00	0.00	1.79	1.84	0.00	0.00	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39
Ca0	8.57	14.46	12.85	14.28	14.60	14.39	12.92	11.11	11.97	8.66	12.85	14.24	12.77	12.21	12.43	14.11	14.03	12.78
Na20	5.82	3.20	4.27	4.36	4.36	4.08	5.06	5.71	4.04	6.37	4.27	5.09	4.85	4.54	4.78	4.24	4.42	4.49
K20	0.00	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sum.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kation=8(0)																		
Si	2.91	2.63	2.75	2.38	2.35	2.20	2.43	2.61	2.50	2.86	3.75	2.38	2.67	2.70	2.67	2.39	2.39	2.42
A1	1.04	1.11	1.06	1.56	1.59	1.81	1.46	1.27	1.50	1.06	1.06	1.55	1.22	1.21	1.32	1.56	1.57	1.46
Fe+3	0.00	0.12	0.07	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Sum.	3.95	3.85	3.88	3.94	3.94	4.01	3.95	3.94	4.00	3.92	3.88	3.93	3.89	3.91	4.00	3.95	3.95	4.07
Ca	0.38	0.72	0.62	0.70	0.72	0.71	0.63	0.54	0.56	0.41	0.62	0.60	0.62	0.59	0.60	0.69	0.68	0.62
Na	0.47	0.92	0.37	0.39	0.39	0.36	0.45	0.50	0.35	0.55	0.37	0.45	0.42	0.39	0.42	0.37	0.39	0.33
K	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sum.	0.68	1.10	1.00	1.09	1.10	1.07	1.08	1.04	0.99	0.96	1.00	1.05	1.04	0.98	1.01	1.06	1.07	0.94
An	44.84	65.16	62.45	63.89	64.77	66.09	85.53	51.82	62.09	42.90	62.45	60.73	59.27	59.78	58.97	46.78	36.96	61.14
Ab	55.16	26.09	37.55	36.11	35.23	33.91	41.47	48.18	37.91	57.10	37.55	39.27	40.73	40.22	41.03	35.22	36.31	38.86
Or	0.00	8.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ln(xan/xab)	-0.21	0.92	0.51	0.57	0.61	0.67	0.34	0.07	0.47	-0.29	0.51	0.28	0.38	0.40	0.36	0.61	0.56	0.63

وبشكل أقل في البيوتيت كما يشاهد أيضا في بعض العينات ضمن العروق والشقوق الصخرية الناعمة. يتواجد الكوارتز ثانوي المنشأ غالبا على شكل بلورات وحبيبات هيبئيديوبلاستية متوسطة الأبعاد غرانوبلاستية البنية تتميز بخاصية التعتيم المتموج.

تتفاوت نسبة تواجد فلز البيوتيت في الشرائح الصخرية المدروسة وتتراوح نسبته ما بين1,5% و6,2% ، يشاهد البيوتيت غالبا على شكل حبيبات ناعمة صغيرة الأبعاد مفردة أو متجمعة حرشفية أو ورقية إلى صفائحية الشكل هيبئديوبلاستية غالبا وأحيانا كسينوبلاستية ذات لون بني فاتح مصفر مع تعدد لوني واضح يمتد من اللون البني الشاحب المصفر (nx) وحتى اللون البني القاتم (ny=nz)، تتراوح قيمة الانكسار المضاعف ما بين0,035 -0,042 كما يشاهد محيطا لبلورات الهورنبلند أو على شكل مكتنفات ضمنها ، ويكون بشكل عام خاليا من المكتنفات الفلزية الأخرى ، تساهم حبيبات البيوتيت الصفائحية – الحبالية الشريطية المتطاولة الموازية لمواشير الهورنبلند غالبا بتشكيل بنيات نيماتوبلاستية إلى ليبيدوبلاستية واضحة أحيانا تتضمن حبيبات البيوتيت المتوسطة الأبعاد مكتنفات فلزية أخرى مثل البلاجيوكلاز ، الكوارتز ، والفلزات المعدنية وتشكل بنيات بويكيلوبلاستية ، يرتبط تواجد البيوتيت غالبا مع الهورنبلند ويعتبر في الكثير من الأحيان نتاجا مباشرا لفساده.

تشاهد الغرينا في عدد محدود من العينات المأخوذة من منطقة الغنغرية متواجدة ضمن أسرة كربوناتية فاتحة اللون و تبدو متجمعة على شكل أشرطة مليمترية إلى سنتمترية الثخانة ، تتوضع بشكل منتظم موازية لإتجاه التورق العام أو تكون مجعدة بشكل غير منتظم مشكلة طيات ميليمترية إلى سنتمترية الأبعاد، تأخذ الغرينا ألونا زهرية إلى بنية كستنائية وتكون متوسطة إلى خشنة الأبعاد مستديرة إلى إهليلجية متطاولة

الشكل ، تتراوح أبعادها ما بين 1,8 6 مم كما تتميز ببنية غرانوبلاستية وتشكل أحيانا بنيات بورفيروبلاستية، تحتوي حبيبات الغرينا الخشنة على حبيبات فلزية أخرى كالهورنبلند والبيوتيت والكلوريت والكوراتز أو الفلزات المعدنية مشكلة بنيات بويكيلوبلاستية . تدل الدراسة البتروغرافية إلى تعرض حبيبات الغرينا إلى إجهادات أدت إلى تكسرها وتشققها وتشكيل بنيات كاتاكلاستية حدد الباحث (Parrot,1977) نوع الغرينا بغروسولار(شكل ٦).

البيروكسين : يتواجد فلز البيروكسين المائل من نوع ديوبسيد في عدد محدود من العينات الصخرية الأمفيبولية المدروسة والمأخوذة من منطقة الغنغرية (G-15,G-13,G12,G11,G-10,G-9) و عينتين من منطقة كوباترادوشانة (QD-2, QD-1) مرافقا لفلز الغرينا غالبا ، تظهر حبيبات البيروكسين على شكل حبيبات كسينوبلاستية صغيرة الأبعاد 0,06 0,48 مم عديمة اللون أو خضراء مصفرة ذات لون تداخلي مرتفع وتتميز ببنيات كاتاكلاستية (شكل ٧).

الكلوريت : يتواجد فلز الكلوريت في العينات الصخرية الأمفيبولية المدروسة بنسبة محدودة ويرتبط تواجده غالبا مع فلزي الهورنبلند والبيوتيت ويعتبر نتاجا مباشرا لفسادهما، تبدو حبيبات الكلوريت تجمعيه حرشفية أو ورقية كسينوبلاستية،بتروغرافيا نميز نوعان من الكلوريت يتمتع الأول بلون أخضر مصفر شاحب مع تعدد لوني ضعيف يمتد من اللون الأبيض المخضر وحتى الأخضر المصفر الشاحب (+)Opt.(-),l مع تداخل لوني غير عادي يصل إلى الأزرق وهو غالبا من نوع أفروسيديريت بينما تتمتع حبيبات النوع الثاني بألوان خضراء فاتحة مع تعدد لوني يمتد من الأخضر الفاتح المصفر وحتى الأخضر الشاحب (-)Opt.(+),l مع تداخل لوني غير عادي يصل للبنى المحمر وهو غالبا من نوع

ريبيدليت ، تتراوح قيمة الانكسار المضاعف للكلوريت ما بين 0,044-0,066 ، يتواجد فلز الكلوريت أيضا في بعض العينات على شكل أشرطة ناعمة متطاولة موازية لاتجاه التورق مشكلا بنيات نيماتو - إلى ليبيدوبلاستية.

الإيبيدوت: يظهر فلز الإيبيدوت في معظم العينات الصخريه الأمفيبوليتية المدروسة وبنسب متفاوتة ، يشاهد غالبا على شكل حبيبات كسينوبلاستية وبشكل أقل هيبئيديوبلاستية صغيرة الأبعاد ، عديمة اللون إلى صفراء شاحبة مع تضريس عالي ولون تداخلي شاذ (ألوان طاووسية) ، تتراوح قيمة الانكسار المضاعف ما بين 0,020- 0,028 مع تعدد لوني ضعيف . يترافق تواجد الإيبيدوت غالبا مع البلاجيوكلاز ويعتبر في الكثير من الأحيان نتاجا مباشرا لفساده.

الفلزات المعدنية : تظهر الفلزات المعدنية في الشرائح المجهرية للعينات الصخرية الأمفيبوليتية المدروسة غالبا مبعثرة بشكل غير منتظم بين المكونات الفلزية الأخرى المكونة للصخر أو تتوضع في الهورنبلند على طول امتداد سطوح شبكة الانفصام وتكون غالبا كسينوبلاستية الشكل وبشكل أقل هيبئيديوبلاستية .

الفلزات الكربوناتية : تتواجد الفلزات الكربوناتية أولية المنشأ بأبعاد متوسطة 1,20 3,35 مم هيبئيديو - إلى إيديوبلاستية الشكل موزائيكية البنية وتظهر اكتمالا لسطوح الانفصام وفق الاتجاه (1011) أو (0112) بشكل أساسي في النطاقات فاتحة اللون أو العروق بسماكات ميليمترية وأحيانا سنتمترية موازية لاتجاه التورق العام، مترافقة مع البلاجيوكلاز الصودي (ألبيت) أو البلاجيوكلاز الصودي الكلسي (أوليغوكلاز) ، الغرينا، الكلوريت، الإيبيدوت، البيوتيت والسفين. كما يتواجد كفلز ثانوي المنشأ ممثلا

نتاجا مباشرا لفساد البلاجيوكلاز ويبدو على شكل بلورات كسينوبلاستية تجمعية ناعمة الحبيبة.

الفـــلزات الإضـــافية : من خلال دراسة العينات الصخرية الأمفيبوليتية تم التعرف على الفـــلزات الإضافية التالية : تيتانيت - أباتيت - روتيل . وتتراوح نسبة هذه الفلزات في العيـــنات المدروسة ما بين 0,8 % - 2,1% . تشاهد مواشيرالتيتانيت منعزلة أو متجمعة ضمن فلزي البلاجيوكلاز والهورنبلند وتكون غالبا صغيرة الأبعاد هيبئيديوبلاستية الشكل ذات لـــون بني فاتح مع تعدد لوني خفيف ، بينما تلاحظ المقاطع الموشورية للأباتيت على شـــكل حبيبات ناعمة الأبعاد مع تضريس عالي ولون تداخلي منخفض رمادي من المرتبة الأولى موزعـــة ضـــمن البلاجيوكلاز و تشاهد حبيبات الروتيل ناعمة مكتنفة غالبا في فلزي الهورنبلند والبيوتيت.

تحديد الباراجينيز الفلزي وشروط التحول الإقليمي :

اعـــتمادا عـــلى الدراسة البتروغرافية للصخور الأمفيبوليتية والميتابازيتية المنتشرة في منطقة الباير - البسيط تم تحديد المترافقات الفلزية (الباراجينيز الفلزي) وفق الشكل التالي :

منطقة الغنغرية : هورنبلـــند + بلاجيوكلاز (أنديزين - لابرادور) + كوارتز ± إيـــبيدوت ± غريـــنـــــــا (غروســـولار) ± بيروكسين (ديوبسيد) ± كلوريت ± فلزات كربوناتية.

منطقة الكبير : هورنبلـــند + بلاجيوكلاز (أنديزين - لابرادور) + كوارتز ± إيبيدوت ± كلوريت ± بيوتيت ± فلزات كربوناتية .

منطقة بيت بلدور : هورنبلند + بلاجيوكلاز (أنديزين) + كوارتز إيبيدوت بيوتيت كلوريت.

منطقة كوباترادوشانه : هورنبلند + بلاجيوكلاز (لابرادور) + كوارتز إيبيدوت بيروكسين (ديوبسيد) بيوتيت كلوريت فلزات كربوناتية.

منطقة عيوران : هورنبلند + بلاجيوكلاز(لابرادور) + كوارتز إيبيدوت بيوتيت كلوريت.

يتضح مما ذكر أعلاه أن جميع المناطق المذكورة تشترك بالمترافقات الفلزية التالية : هورنبلند+ بلاجيوكلاز (أنديزين - لابرادور) + كوارتز ± إيبيدوت ± كلوريت ، رغم أن نسبة مشاركة فلز الكلوريت تبقى محدودة< 1% وتمثل مشاركته غالباً نتاجاً مباشراً لفساد الفلزات القاتمة كالهورنبلند والبيوتيت . يتطابق الباراجينيز الفلزي لمنطقة جبل عيوران ومنطقة بيت بلدور ومنطقة الكبير مع الباراجينيز الفلزي المقترح من قبل الباحث (Winkler,1965) والباحث (Mathe,1985) ويتوافق مع سحنة الشيست الأخضر ويقع غالباً في المجال المخصص أسفل سحنة كوارتز - ألبيت - إيبيدوت - بيوتيت. يشير ظهور فلز البيروكسين المائل من نوع (ديوبسيد) مرافقاً لفلز الغرينا من نوع (غروسولار) في بعض العينات الصخرية المدروسة والممثلة لمنطقة الغنغرية غالباً إلى الانتقال للجزء المنخفض من سحنة الأمفيبوليت - ألماندين ، تحت سحنة سِتا ورواليت - ألماندين.

النتائج :

نستنتج لدى التدقيق في متوسط المحتوى الفلزي الحقيقي للمناطق الرئيسة المدروسة والمبينة في (الشكل -2) النقاط الرئيسة التالية :

- يشكل فلز الهورنبلند مع فلز البلاجيوكلاز النسبة الكبيرة للصخور الميتابازيتية - الأمفيبوليتية المدروسة مع وجود علاقة عكسية بين تواجد فلز الهورنبلند وفلز البلاجيوكلاز ففي حين بلغت النسبة المئوية للهورنبلند في موقع الغنغرية كحد أدنى 43,8 % ونسبة البلاجيوكلاز 28,4 % ، تغيرت هذه النسب في موقع بيت بلدور لتزداد نسبة الهورنبلند إلى 68,9 % ولتتناقص نسبة البلاجيوكلاز إلى 19,3 %. لقد أشار الباحث (Walker etal.,1960) لدى دراسته للصخور الأمفيبوليتية ذات الأصل المهلي والرسوبي إلى وجود مثل هذه العلاقة العكسية بين الفلزين المذكورين معتبرا أن زيادة نسبة فلز الهورنبلند على حساب تناقص فلز البلاجيوكلاز دليلا على الأصل المهلي للصخور الأم في حين أن تناقص فلز الهورنبلند على حساب ازدياد فلز البلاجيوكلاز دليلا على الأصل الرسوبي.
- لا يتجاوز المحتوى الوسطي لفلز الكوارتز في المناطق المدروسة عن الـ5 % ، باستثناء العينة BB-13 حيث يزيد محتواه فيها عن الـ 20 % مما يؤدي إلى تواجد هذه العينة في المجال المخصص للصخور الغنايسية حسب (Mathe,1985) .
- تظهر بعض العينات المدروسة من منطقة الغنغرية - الكبير وكوباترادوشانه تناوب أسرة قاتمة مع أسرة فاتحة اللون (شكل ٨) ويعزى هذا التناوب إلى الاختلاف في المحتوى الفلزي للمادة الصخرية الأولية حيث تتألف الأسرة القاتمة من فلزات قاتمة

شكل – ٧ : صخر أمفيبوليتي ناعم إلى متوسط الحبيبية مع بيوتيت وبيروكسين ومع قليل من الكلوريت – الكوارتز والإبيدوت، يوضح الشكل في الجزء العلوي اليميني فلز الكلينوبيروكسين ذو البنية البورفيروكاتلاكلاس، عينة ١ – QD ، تكبير ٢٣ X ، بدون محلل (–)

شكل – ٨ : صخر أمفيبوليتي ناعم الحبيبية مع كوارتز ومع قليل من الكلوريت – الإبيدوت والبيوتيت، يوضح الشكل تناوب الأسرة القاتمة والفاتحة الموازية لإتجاه التورق، عينة ١٣ – BB ، تكبير ٢٠ X ، مع محلل (+)

اللون هي بشكل رئيس : الهورنبلند ،البيوتيت وأحيانا من فلزات معدنية بينما تتألف الأسرة فاتحة اللون من : الكوارتز - الإيبيدوت - الكلوريت والفلزات الكربوناتية ويمكن تفسير هذه الظاهرة بالافتراض أن المادة الصخرية الأولية قد تمثل مادة طفية أو ميتا طفية.

- توضح الدراسة البتروغرافية للعينات الصخرية المدروسة أنها خضعت لشروط تحول إقليمية أدت إلى تحول تركيبها الفلزي الأولي وتشكيل فلزات سحنة الشيست الأخضر وأحيانا فلزات سحنة الأمفيبوليت . هذا و تتفق مجموعة الفلزات المحددة في الدراسة البتروغرافية مع التجمع الفلزي (الباراجينيز الفلزي) المحدد من قبل الباحث (Wimmenauer,1985) و(Bucher and Frey,1994) والمميزة لسحنة الشيست الأخضر : (ألبيت + كلوريت + إيبيدوت + أكتينوليت ± كالسيت ± كوارتز) أو المميزة لسحنة الأمفيبوليت (بلاجيوكلاز + هورنبلند ± كوارتز ± غرينا ± بيوتيت ± كلينوبيروكسين).

- لقد أزالت عملية التحول كافة البنيات أولية التشكل وكافة الأوجه البلورية الأصلية باستثناء وحيد يلاحظ فقط في العينيتين QD-1 و QD-2 إذ يمكن أن تشير حبيبات فلز البيروكسين (كلينوبيروكسين) إلى الأصل المهلي كبقايا لفلزات أولية التشكل كالأوليفين مثلا.

- تعتبر مظاهر أكسدة الهورنبلند وتشكيل خثرات معدنية تتوضع على طول شقوق سطوح الانفصام البلورية أو على الأطراف الهامشية لحبات الهورنبلند المشاهدة في كثير من العينات الصخرية المدروسة حسب رأي الباحث (Wimmenauer,1985) دليلا للأصل المهلي، ويؤكد الباحث (Pichler,1993) أيضا هذا الأصل المهلي ويقترح أن

تكون الصخور الأم صخورا مهليه مخترجة حامضية إلى متوسطة الحامضية أنديزيتية إلى داسيتية التركيب والطبيعة. على النقيض من ذلك يعتبر تواجد فلز الغرينا عديم اللون أو البني ذا التركيب الكلسي (غروسولار) والمرافق لفلز الكلينوبيروكسين الكلسي التركيب أيضا من نوع (ديوبسيد) والمحدد من قبل (Parrot,1980) والمتوافر في بعض عينات موقع الغنغرية والمحقق لوجود الباراجيتر الفلزي (غروسولار + ديوبسيد + كالسيت + كوارتز) حسب دراسات (Seim,1967) و (Roesler,1983) دليلا على الأصل الرسوبي أو الرسوبي – المهلي المختلط. فضلا عن ذلك يعتقد الباحث (Pichler,1993) بأن تواجد الغرينا من نوع الغروسولار ضمن مجموعة الترافق الفلزي (غروسولار + ديوبسيد + كالسيت) يعتبر دليلا على اعتبار الصخور الأم هي صخورا كلسية – مارنية ذات طبيعة بارا غينية تحولت تحت شروط التحو ل الإقليمية أو التماسية متوسطة الشدة.

يتوافق الترافق الفلزي المحدد نتيجة الدراسة البتروغرافية مع سحنة الشيست الأخضر يمتد إلى أسفل سحنة الأمفيبوليت. تحدد شروط التحول اعتمادا على نتائج تحليل فلزي الهورنبلند والبلاجيو كلاز بـ 500--650 م للحرارة و 2,5 5 كيلوبار للضغط حسب (Brown,1977) و(Plyusnina,1982) و(Spear,1980;1981a;1981b).

الدراسة الجيوكيميائية:

تحديد طبيعة الصخور الأم (الأصل) :

تبين مما سبق ذكره أن الدراسة البتروغرافية المنفذة على الصخور الأمفيبوليتية لم تقدم البراهين الكافية والأكيدة بما يتعلق بطبيعة الصخور الأم (الأصل) فيما إذا كانت تمثل صخورا رسوبية أو أنها تمثل صخورا مهليه اندساسية أو مخترجة ، لذا تم تحديد طبيعة هذه الصخور جيوكيميائيا من خلال تحديد محتوى عيناتنا المدروسة من العناصر الكيميائية

الرئيسة والثانوية (جدول ٣ و ٤) وشكل توزع هذه العناصر وتحديد المعاملات البتروكيميائية وإسقاط ذلك على مخططات بترولوجية - جيوكيميائية معدة لهذا الهدف. استطاع الباحث (Leake,1964) نتيجة دراسته للمجموعات الصخرية الرسوبية والمهليه المتباينة الطبيعة أن يحدد من خلال استخدامه لمتغيرات قيم نغلي c مقابل mg عدة قطاعات واضحة تفصل وتميز الصخور ذات الأصل المهلي عن الصخور ذات الأصل الرسوبي (شكل - ٩)، لدى اختبار مخطط (Leake,1964) لعيناتنا نجدها تتوضع على جانبي الفاصل المهلي المحدد من قبل الباحث والمميز لصخور الكارو - دولوريت مع وجود نوع من التفاضل المهلي المحدود، نصل للنتيجة السابقة لدى اختبار مخطط (Leake,1964) ، (al - alk) - c - 100 mg حيث تتوضع معظم العينات المدروسة على الفاصل المهلي مع إزاحة للعينتين G-13 ,G-15 إلى الجانب الغني بالكربونات.استطاع (Walker etal.,1960) نتيجة دراستهم للصخور الأمفيبوليتية المتباينة الخصائص المنتشرة في منطقة كويزن لاند تحديد قطاعين رئيسين على المخطط التصنيفي ثلاثي الرؤوس MgO-CaO FeO* (شكل-١٠) الذي يفصل بين الصخور الأمفيبوليتية مهليه الطبيعة عن الصخور الأمفيبوليتية رسوبية الطبيعة ، لدى إسقاط عيناتنا على مخطط Walker نجد أن أغلبية العينات تسقط في القطاع المخصص للصخورالمهليه الطبيعة ، بعض العينات تقع على المجال المشترك في حين أن العينتينG15,G13 تسقطان في المجال المميز للصخور الأمفيبوليتية بارا غينية الطبيعة.

حدد (Evans and Leake,1960) نتيجة دراستهم للصخور الأمفيبوليتية المنتشرة في منطقة ايرلاند قطاعا مميزا للصخور مهليه الطبيعة وذلك من خلال مقارنة متغيرات قيم نغلي fm مقابل mg ، نجد عند إسقاط عيناتنا على مخطط الباحثين تجمع معظم عيناتنا المدروسة في القطاع المخصص للصخور الأمفيبوليتية مهليه الطبيعة مع انزياح بعضها إلى

الجانب الغني بالمركبة mg . كذلك يقود اختبار مخطط الباحث (Van de Kamp,1968) والـذي يعـتمد على مقارنة متغيرات قيم نغلي al-alk مقابل c أيضا إلى تأكيد الطبيعة المهليه.

تمكـن (Beuge,1989) اعـتمادا على شكل توزع ووفرة العناصر الكيميائية الرئيسة (Na - Ca - Mg) من وضع حد فاصلا يفصل بين الصخور المهليه والرسوبية الطبيعة على مخططه $(MgO)^2$/ $(CaO)^2$ مقابل $Na_2O.(CaO)^2$. نلاحظ عند إسقاط عيناتنا المدروسة على مخطط (Beuge) أنها تتوضع في المجال المخصص للصخور ذات الطبيعة المهليه البازلتية الخصائص والتركيب (شكل - ١١). حدد (Frohlich,1960) اعتمادا على نسبة محتوى الصـخور الأمفيبوليـتية لعنصـر الـ Cr والـ Ni ثلاث نطاقات ، يميز النطاق الأول الصـخور الأمفيبوليـتية الرسـوبية الطـبيعة بشـكل مؤكـد وفيـه تقـل نسـبة الـ Cr عن الـ ppm-20 ، النطاق الثاني وتتراوح نسبة الـ Cr ما بين 20-150 ppm- ويكـون مجـالا مشتركا ومميزا للصخور الأمفيبوليتية الرسوبية والمهليه الطبيعة، النطاق الـثالث تـزيد نسبة الـ Cr عن 150 -ppm ويكون مميزا للصخـور المهليه الطبيعـة ، لـدى اختـبار ذلك على عيناتنا المدروسة نجد أن معظمها يمثل صخورا أمفيبوليتية مهليه الطبيعة. كذلك يقترح (Lange,1965) قيما تزيد عن الـ 40 -ppm لعنصرالـ Co ونسبا تزيد عن الـ 200 -ppm لعنصر الـ V في الصخور الأمفيبوليتية ذات الطبيعة المهليه. عند تدقيـق ذلك على عيناتنا نجد أن جميع العينات تماثل بتركيبها الصخور المهليه عدا عينتي A-13 وQD-6 . أخـيرا يحـدد الـباحث (Siegferd,1988) في مخططه ثلاثي الرؤوس al-alk-c/fm قطاعـا يميـز الصـخور ذات الطبيعة المهليه ويشترط للعلاقة c/fm مجالا يتـراوح ما بين القيمتيـن (1,50-.25) . لدى اختبار هذه العلاقة بالنسبة لعيناتنا نجد أن جميـع العيـنات المدروسـة تحقـق نسـبة c/fm تقع ضمن هذا المجال عدا العينتين G - 15 و G - 13 .

جدول (٣)

العناصر الكيميائية الرئيسة مقدرة بـ % الداخلة في تركيب أمفيبوليت منطقة الباير والبسيط (سورية)

Sum.	LIO	P2O5	K2O	Na2O	CaO	MgO	MnO	Fe2O3	Al2O3	TiO2	SiO2	Pro.Nr
100.1	0.82	0.25	1.3	3.32	8.56	8.94	0.17	13.12	15.9	2.62	45.1	G-01
99.98	1.80	0.15	0.95	2.75	8.87	8.71	0.17	11.33	16.81	1.32	47.12	G-02
100.75	1.11	0.12	0.72	2.71	10.16	10.67	0.18	14.55	14.48	2.45	43.60	G-03
99.83	1.24	0.34	1.80	2.50	6.70	9.45	0.18	12.80	14.66	3.16	47.00	G-04
99.65	1.68	0.32	1.18	3.51	10.50	6.98	0.15	12.81	15.06	2.68	44.78	G-05
99.66	0.80	0.25	0.73	3.97	7.72	7.63	0.13	15.34	15.45	2.34	45.30	G-06
99.92	0.65	0.35	1.50	2.75	8.08	9.90	0.17	14.13	15.14	3.15	44.10	G-07
99.88	1.66	0.32	0.93	2.39	11.58	8.92	0.16	9.78	15.12	2.72	46.30	G-08
99.91	0.68	0.25	1.14	1.70	14.90	9.48	0.15	10.66	13.58	2.17	45.20	G-09
100.07	1.55	0.31	0.51	3.09	7.90	7.88	0.13	10.49	15.24	0.72	52.25	G-10
99.96	1.12	0.35	1.00	3.16	10.40	8.07	0.18	13.10	14.76	2.62	45.20	G-11
99.92	1.59	0.35	0.48	2.91	8.23	6.77	0.13	12.24	15.12	0.93	51.17	G-12
100.05	1.72	0.23	0.50	1.16	29.73	6.27	0.22	7.71	7.93	1.68	42.90	G-13
99.27	1.83	0.19	0.08	2.58	9.58	8.42	0.16	11.80	16.09	1.46	47.08	G-14
100	1.87	0.27	0.37	0.63	32.04	3.02	0.17	8.18	9.8	2.22	41.43	G-15
100.06	1.74	0.36	0.74	4.19	8.54	7.53	0.14	12.78	14.31	2.48	47.25	G-17
99.9	1.74	0.31	0.76	4.14	8.92	7.52	0.14	12.12	14.38	2.51	47.36	G-18
101.76	1.84	0.05	2.36	2.06	11.42	9.32	0.13	11.40	14.52	0.86	47.80	KE-01
99.94	1.12	0.06	1.36	3.27	11.79	9.91	0.14	12.57	13.59	1.13	45.00	KE-02
99.92	1.45	0.17	0.55	2.98	8.65	6.43	0.16	9.98	16.45	0.65	52.45	KE-03
100.22	1.62	0.22	1.06	2.46	7.74	6.51	0.18	11.31	16.91	1.37	50.84	KE-04
100.61	0.55	0.09	0.55	2.02	14.57	9.22	0.16	10.19	15.94	1.32	46.00	KE-05
100.32	0.60	0.38	1.05	2.93	11.12	9.19	0.17	12.48	11.13	2.92	48.35	KE-06
100.93	0.67	0.30	0.88	2.17	12.18	8.73	0.11	10.19	13.73	2.27	49.70	KE-07
99.96	1.54	0.24	0.63	2.78	8.10	7.15	0.17	10.84	16.34	0.82	51.35	KE-08
100.00	1.03	0.27	1.16	2.36	8.24	7.55	0.18	11.80	16.70	1.41	49.30	KE-09
99.19	0.61	0.10	0.75	3.61	11.54	9.16	0.16	10.34	15.79	1.23	45.90	KE-10
100.36	1.20	0.40	0.82	2.32	13.31	8.90	0.18	13.75	11.04	2.74	45.70	KE-11
100.97	0.71	0.66	0.44	2.11	15.82	6.96	0.16	11.93	14.75	1.33	46.10	KE-12
99.89	0.65	0.13	0.47	2.43	14.37	8.35	0.14	12.18	15.37	1.40	44.40	KE-13
99.79	1.66	0.15	0.50	3.94	11.75	6.86	0.18	13.42	14.55	1.29	45.49	KE-14
99.07	0.78	0.25	1.14	2.60	12.87	9.64	0.17	11.24	12.97	3.51	43.90	KE-15
100.58	1.21	0.06	0.74	3.15	12.27	9.19	0.15	12.66	12.37	1.78	47.00	KE-16
98.83	1.27	0.18	0.74	2.47	12.14	11.97	0.15	11.54	11.67	1.50	45.20	KE-17
99.37	0.92	0.07	0.46	3.47	14.55	9.10	0.25	10.85	14.32	1.08	44.30	KE-18
99.90	1.40	0.32	1.13	2.78	11.36	8.44	0.20	12.51	14.26	2.90	44.60	KE-19
99.16	1.24	0.30	0.81	1.39	12.27	8.68	0.19	9.29	12.48	2.21	50.30	BB-01
99.64	0.15	0.42	0.32	1.11	13.44	7.35	0.19	10.62	15.95	3.89	46.20	BB-02
100.70	0.45	0.31	0.73	3.30	12.54	8.67	0.11	12.61	13.23	2.65	46.10	BB-03
100.64	1.44	0.24	0.59	2.14	10.08	10.04	0.16	12.79	12.46	2.70	48.00	BB-04
100.50	0.45	0.52	0.60	2.82	9.65	7.77	0.12	11.69	12.49	2.19	52.20	BB-05

تابع جدول (٣)

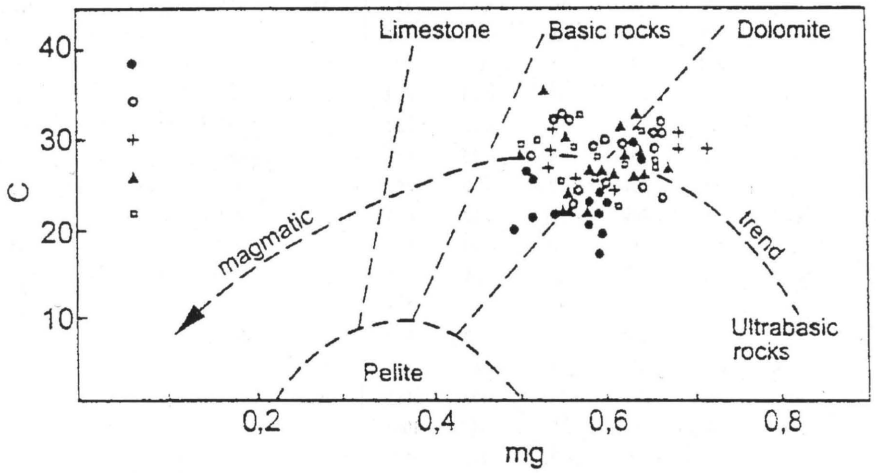
العناصر الكيميائية الرئيسة مقدرة بـ % الداخلة في تركيب أمفيبوليت منطقة الباير والبسيط (سورية)

Sum.	LIO	P2O5	K2O	Na2O	CaO	MgO	MnO	Fe2O3	Al2O3	TiO2	SiO2	Pro.Nr
99.73	1.26	0.47	0.59	3.82	10.43	6.56	0.12	12.22	13.79	3.37	47.10	BB-06
100.18	1.20	0.39	0.93	3.06	12.00	10.64	0.14	11.39	12.61	3.32	44.50	BB-07
99.63	0.67	0.41	0.92	1.17	11.69	7.74	0.14	14.09	12.78	2.12	47.90	BB-08
99.95	1.62	0.72	0.77	3.29	10.83	8.97	0.12	10.83	12.87	3.10	46.83	BB-09
98.84	0.61	0.29	0.15	1.02	11.49	10.97	0.14	11.88	12.80	2.29	47.20	BB-10
99.89	3.03	0.32	0.14	2.84	10.95	8.33	0.13	11.34	15.17	1.61	46.03	BB-11
98.69	1.36	0.21	0.60	4.47	9.68	8.14	0.18	11.28	14.20	1.67	46.90	BB-12
99.93	1.06	0.45	0.46	3.49	11.13	6.80	0.12	12.29	14.42	3.15	46.56	BB-14
98.78	1.39	0.47	0.50	3.66	9.58	8.87	0.13	11.89	13.75	2.54	46.00	QD-01
100.32	0.84	0.22	0.70	1.47	12.21	7.13	0.16	11.65	12.32	1.12	52.50	QD-02
98.86	0.87	0.05	0.28	2.13	13.06	10.05	0.19	9.37	13.31	0.95	48.60	QD-03
100.00	0.98	0.03	0.70	1.40	12.60	11.40	0.18	10.60	14.73	0.88	46.50	QD-04
98.79	1.12	0.02	0.86	1.93	12.55	11.49	0.15	9.31	14.42	0.74	46.20	QD-05
100.13	3.13	0.02	1.57	2.07	10.41	6.74	1.11	11.76	15.30	0.36	47.66	QD-06
100.00	1.24	0.35	1.98	2.06	10.32	8.34	0.21	12.22	16.12	3.63	43.53	QD-07
101.01	1.30	0.43	1.84	2.55	11.35	8.37	0.21	12.08	15.20	3.59	44.09	QD-08
99.66	0.87	0.34	0.19	2.67	11.93	7.95	0.17	14.72	13.73	1.99	45.10	A-01
100.46	0.67	0.07	0.51	2.58	13.78	9.71	0.16	9.76	14.03	0.89	48.30	A-02
100.21	0.56	0.10	0.67	1.49	14.63	7.38	0.20	12.15	15.76	2.07	45.20	A-03
101.32	0.68	0.05	0.75	2.56	13.59	8.90	0.15	11.41	15.48	1.25	46.50	A-04
100.18	1.01	0.06	0.48	3.17	11.46	9.52	0.15	10.17	15.34	1.32	47.50	A-05
100.73	0.72	0.07	0.66	2.51	14.43	7.31	0.09	12.14	14.65	0.95	47.20	A-06
100.44	0.89	0.08	1.07	2.90	11.27	8.48	0.19	11.55	14.27	0.84	48.90	A-07
99.82	0.71	0.08	0.37	3.47	12.77	8.25	0.16	11.12	13.12	1.57	48.20	A-08
99.43	0.95	0.06	0.20	2.12	10.98	11.21	0.18	11.93	13.63	1.27	46.90	A-09
100.79	0.67	0.06	0.20	2.20	11.85	9.17	0.21	10.95	14.27	0.91	50.30	A-10
100.50	0.87	0.08	0.50	2.45	12.12	8.39	0.18	11.08	14.50	1.53	48.80	A-11
100.42	0.76	0.09	0.24	3.29	13.25	7.15	0.18	10.45	14.04	0.97	50.00	A-12
100.55	1.93	0.18	0.66	2.85	9.12	6.95	0.18	10.08	16.42	0.62	51.56	A-13
99.94	1.76	0.21	0.63	2.61	8.87	7.13	0.17	11.13	16.31	0.68	50.44	A-14
98.95	1.19	0.10	0.71	2.20	13.30	9.06	0.15	10.01	15.60	1.33	45.30	A-15
98.74	1.08	0.06	0.80	3.07	14.60	10.06	0.13	9.51	14.23	1.00	44.20	A-16
100.00	1.86	0.18	1.30	3.52	10.06	10.18	0.14	9.32	14.41	1.77	47.26	A-17
100.08	1.39	0.05	0.45	2.64	11.23	8.21	0.16	9.13	15.08	0.91	50.83	A-18

جدول (٤)
العناصر الكيميائية الثانوية مقدرة بـ PPm الداخلة في تركيب أمفيبوليت منطقة الباير والبسيط (سورية).

V	Co	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Pb	Cu	Pro.Nr
		165	112	122	29	698	26	105	17	119	G-01
249	83	204	118	103	36	934	40	143	19	93	G-02
		234	196	129	13	152	39	169	24	70	G-03
		135	126	94	16	324	30	123	32	99	G-04
222	70	195	109	124	27	626	31	148	26	127	G-05
		185	102	77	20	690	31	144	16	74	G-06
		146	126	104	67	275	30	148	17	130	G-07
		99	74	116	26	295	47	210	19	131	G-08
		122	80	83	22	419	25	141	27	139	G-09
254	68	149	118	84	48	876	40	149	20	156	G-10
		194	119	117	18	252	50	190	20	116	G-11
221	56	149	113	97	37	785	34	235	36	148	G-12
		290	108	86	< 10	332	26	114	20	139	G-13
204	65	174	100	105	32	678	33	149	21	105	G-14
		88	91	71	< 10	672	25	124	35	105	G-15
		238	125	85	12	659	28	120	18	105	G-17
234	67	210	124	98	< 10	706	34	134	18	89	G-18
225	69	588	190	61	< 10	490	26	102	24	80	KE-01
		344	190	75	22	272	30	119	14	78	KE-02
224	44	153	132	83	< 10	820	39	156	19	119	KE-03
266	43	230	170	65	< 10	312	30	122	17	100	KE-04
		537	143	87	15	699	31	147	16	105	KE-05
		194	118	108	< 10	200	48	278	21	150	KE-06
		241	125	90	< 10	212	48	256	20	122	KE-07
241	43	191	119	93	< 10	711	43	178	18	117	KE-08
280	45	176	134	76	< 10	249	26	131	17	115	KE-09
		191	138	86	< 10	447	20	94	16	134	KE-10
		241	114	110	< 10	722	45	290	19	129	KE-11
		162	104	68	< 10	280	28	128	14	111	KE-12
		215	168	59	< 10	435	36	177	< 18	100	KE-13
357	66	139	85	100	< 10	545	53	112	20	116	KE-14
		210	143	51	< 10	189	53	181	46	69	KE-15
		246	163	71	12	633	36	100	27	70	KE-16
		196	285	85	< 10	152	43	116	26	100	KE-17
		181	132	68	< 10	291	19	108	25	91	KE-18
		246	68	104	16	842	34	245	23	143	KE-19
		462	446	55	< 10	693	33	229	< 10	68	BB-01
		250	157	46	< 10	1777	60	365	33	119	BB-02
		156	109	70	16	421	37	267	25	116	BB-03
		505	265	116	< 10	254	37	224	18	112	BB-04
		196	131	103	18	971	40	207	16	114	BB-05

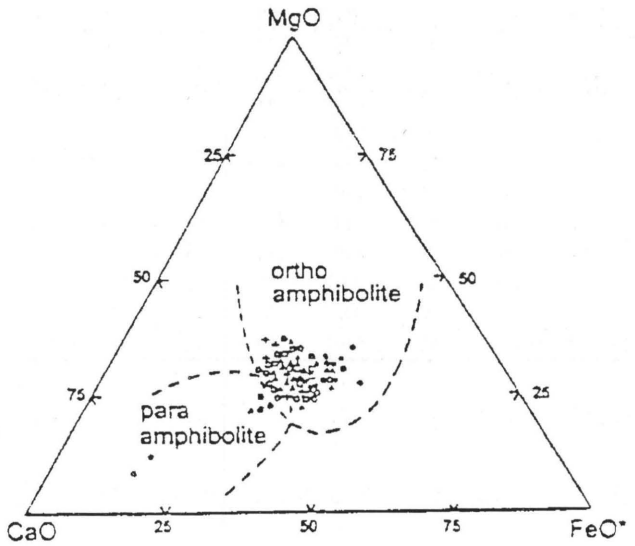
V	Co	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Pb	Cu	Pro.Nr
305	78	174	98	97	< 10	517	51	248	20	89	BB-06
		304	216	80	< 10	711	23	214	< 10	106	BB-07
		238	183	102	12	571	37	254	16	135	BB-08
255	73	351	217	100	< 10	432	39	274	17	90	BB-09
		363	395	90	< 10	130	26	170	25	191	BB-10
233	92	376	454	74	< 10	116	29	152	16	95	BB-11
		269	221	72	< 10	807	40	350	< 10	140	BB-12
216	83	120	106	86	< 10	619	31	224	17	170	BB-14
		215	143	70	< 10	554	25	151	24	79	QD-01
		747	573	62	<10	212	36	125	23	73	QD-02
		271	231	78	< 10	225	30	210	22	76	QD-03
		318	239	31	< 10	579	17	210	22	74	QD-04
		454	228	100	< 10	457	42	289	22	117	QD-05
123	46	693	280	59	45	462	20	210	12	61	QD-06
		448	282	87	34	1061	40	331	< 10	61	QD-07
		358	290	79	31	925	36	218	< 10	53	QD-08
		147	131	109	27	312	23	131	27	99	A-01
		315	154	56	< 10	180	42	139	22	76	A-02
		249	174	74	< 10	87	28	143	25	101	A-03
		272	130	66	13	322	64	143	21	101	A-04
		307	98	62	<10	722	31	86	38	66	A-05
		349	143	76	15	309	25	98	23	98	A-06
		426	184	57	20	396	17	109	21	62	A-07
		326	104	76	< 10	370	30	116	22	74	A-08
		259	99	90	< 10	317	31	124	16	94	A-09
		299	129	57	< 10	249	28	128	12	75	A-10
		234	109	62	< 10	492	29	154	< 10	73	A-11
		146	139	75	< 10	462	28	180	< 10	64	A-12
226	38	272	187	78	< 10	272	29	131	25	92	A-13
243	41	219	134	45	< 10	454	29	135	< 10	76	A-14
		256	188	71	< 10	232	34	143	< 10	69	A-15
		254	185	76	13	451	23	128	14	96	A-16
		273	158	50	15	420	23	131	15	77	A-17
		301	193	62	< 10	247	23	146	21	69	A-18



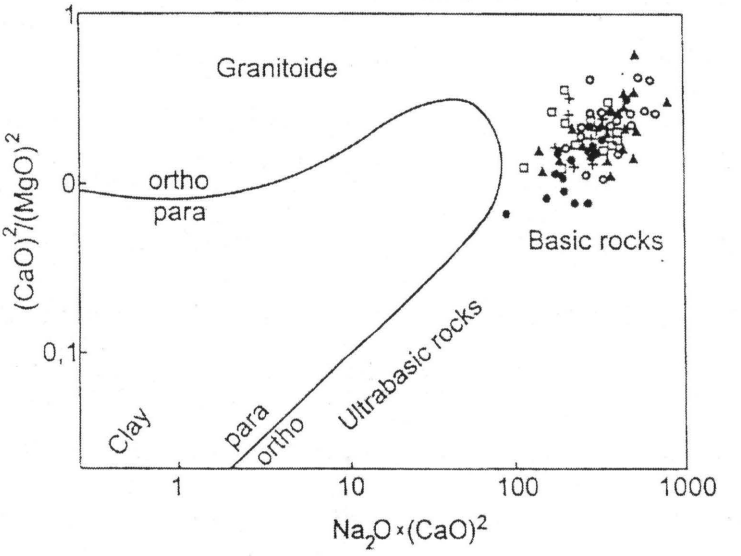
شكل – ٩ : متغيرات نغلي C مقابل mg عن الباحث (Leake, 1964)

عينات منطقة: ● الغنغرية، ○ عيوران، + كوباترادوشانة، ▲ بيت بلدور، □ الكبير

(تستعمل هذه الرموز في كافة مخططات البحث التالية)



شكل – ١٠ : مخطط MgO-FeO* عن الباحث (Walker etal., 1960)



شكل –١١: المخطط $(CaO)^2 / (MgO)^2$ مقابل $Na_2O.(CaO)^2$ عن الباحث(Beuge,1989) .

نتيجة لما سبق يمكن القول أن لجميع العينات الصخرية الأمفيبوليتية المدروسة طبيعة مهليه مؤكـــدة عـــدا العينيتين G - 13 , G - 15، مما يقودنا لمتابعة التدقيق عن ماهية وطبيعة الأصل المهلي لهذه الصخور.

تحديد طبيعة الأصل المهلي للصخور المدروسة :

لـــتحديد الأصـــل المهلي للصخور الأمفيبوليتية المدروسة تم مقارنة تركيب عيناتنا الجيوكـــيميائي مع التراكيب الجيوكيميائية للأنواع المهليه المختلفة الخصائص والتراكيب ، ومـــن أجل ذلك كان لابد من التأكد أولا من أن عيناتنا المدروسة حافظت على تراكيبها و لم تغير من خصائصها نتيجة عمليات الفساد الجانبي أثناء مراحل تطورها الجيولوجية.

يظهـــر مخطط الباحث (Miyashiro,1975a;1975b) علاقة الارتباط الإيجابية بين تـــزايد محتوى الصخور من العناصر القلوية (K, Na) مع تزايد درجة فساد وتحول هذه الصـــخور إلى ســـبيليت ، لقد تمكن الباحث من وضع حد فاصل يميز بين المهل البازلتية الطازجـــة وتـــلك الفاسدة والمتحولة إلى سبيليت ، يدل اختبار هذا المخطط لعيناتنا على تواجدهـــا جميعـــا ضمن المجال المخصص للصخور البازلتية الطازجة غير الفاسدة . أيضا لـــدى اختبار المخطط الجيوكيميائي Na_2O مقابل CaO للباحث (Vallance,1974) تقع عيناتنا في المجال المميز للصخور البازلتية الطازجة .

صنف (La Roche etal.,1980) الصخور المهليه المختلفة اعتمادا على نسبة تواجد العناصـــر الكيميائية الرئيسة فيها إلى عدة مجموعات رئيسة مستخدما لذلك معاملين هما R1 وR2 حيث :

$$R1 = 4Si - 11 (Na + K) - 2 (Fe + Ti) \quad ; \quad R2 = 6 Ca + 2 Mg + Al$$

نتـــيجة إسقاط قيم R2 مقابل R1 لعيناتنا نجد أن جميع العينات تتمركز في القطاعات المخصصة للصخور المهليه البازلتية التركيب.

لـــدى اختـــبار مخطط الباحث (Middlemost,1980) Na_2O+K_2O مقابل SiO_2 الذي يحدد مجموعة من القطاعات والمجالات تقابل بدورها مختلف الأنواع الصخرية المهليه نجد أن جميع العينات الصخرية المدروسة متوضعة في القطاعات المخصصة للصخور المهليه البازلـــتية .أيضـــا عند اختبار مخطط (Irvin and Baragar,1971) K_2O+Na_2O مقابل SiO_2 نجـــد أن جميـــع عيناتنا تتمركز في المجال المخصص للصخور المهليه البازلتية ذات الطبيعة الغير مشبعة بالقلويات .

من أجل الفصل بين الصخور المهليه البازلتية القلوية عن الصخور المهليه البازلتية الغير مشبعة بالقلويات،اعتمد الباحث (Irvin and Baragar,1971) على تغيرات قيم المحتوى الفلزي العياريICPW عند إسقاط قيم عيناتنا على المخطط المذكور نجد أن معظم عيناتنا تتمركز أيضا في المجال المخصص للصخور المهليه ــ البازلتية الغير مشبعة بالقلويات(subalkalibasalt).

فصل (Winchester and Floyd,1976) في مخططهما التصنيفي للمهل P_2O_5 مقابل Zr ما بين المهل البازلتية القلوية والمهل البازلتية الثولوئيتية، يشير اختبار هذا المخطط لعيناتنا إلى أن معظمها تقع في المجال المخصص والمميز للصخور المهليه البازلتية ثولوئيتية الطبيعة.

وضع (Miyashiro and Shido,1975) مجموعة من المخططات الجيوكيمائية والبترولوجية تفصل ما بين المهل ذات الطبيعة الثولوئيتية عن تلك المهل ذات الطبيعة الكلسية القلوية وحسب دراساتهم تبدي الصخور الكلسية القلوية علاقة ارتباط عكسية ما بين *FeO مقابل *FeO / MgO وكذلك ما بين TiO_2 مقابل *FeO / MgO بينما تكون هذه العلاقة ايجابية في الصخور ذات الطبيعة الثولوئيتية ، نجد عند اختبار المخططين *FeO مقابل *FeO / MgO و TiO_2 مقابل *FeO / MgO أن جميع عيناتنا المدروسة تقع في المجال المخصص للصخور المهليه البازلتية الثولوئيتية الطبيعة.

فصل الباحثان (Miyashiro and Shido,1975) في مخططيهما SiO_2 مقابل *MgO/ FeO وSiO_2 مقابل Cr بين المهل البازلتية الثولوئيتية الطبيعة عن تلك المهل البازلتية الكلسية القلوية ، إن إسقاط قيم عيناتنا المدروسة على هذين المخططين يظهر وبوضوح تمركز أغلبية العينات المدروسة عدا عينة واحدة في المجال المخصص للصخور

المهليه البازلتية ثولوئيتية الطبيعة،تؤكد هذه النتيجة أيضا لدى اختبارنا المخططين التصنيفيين الموضوعين من قبل الباحثين Na2O + K2O- FeO-MgO (Irvin and Baragar,1971) و Al2O3 مقابل (NPC) .

حدد (Jensen,1976) في مخططه Al_2O_3 - (FeO + TiO_2) - MgO التصنيفي للمهل عدة قطاعات تفصل بين مجموعة الصخور الكوماتوئيدية و الصخور المهليه البازلتية الكلسية القلوية والصخور المهليه البازلتية الثولوئيتية ، يتبين لدى إسقاط قيم عيناتنا الصخرية المدروسة على مخطط الباحث (Jensen,1976) تمركز معظمها في القطاع المخصص للصخورالمهليه البازلتية الثولوئيتية الطبيعة.

كنتيجة لما سبق ذكره و تطبيقه يمكن القول أن جميع العينات الصخرية الأمفيبوليتية المدروسة ذات تركيب بازلتي تحت مشبع بالقلويات ثولوئيتي الخصائص.

تحديد الموقع الجيوتكتوني للصخور المهليه الأم:

حاول عدد كبير من الباحثين الجيوكيميائيين والبترولوجيين في العقدين الأخيرين تحديد الموقع الجيوتكتوني الأولي التي تتشكل فيه الأنواع المتباينة والمختلفة للصخور المهليه المتنوعة وذلك من خلال دراستهم ومقارنتهم لمحتوى ووفرة وشكل توزع العناصر الكيميائية الرئيسة والثانوية في هذه الصخور لاسيما العناصر الكيميائية الثانوية والنادرة مثل: Ti,P,Mn,Zr,Nb, Y,Cr (Pearce and Gale,1977) , (Beccaluva etal.,1979), (Pearce,1975) , (Rittmann,1973).

فصل (Pearce and Gale,1977) الصخور المهليه المتشكلة ضمن الصفائح عن تلك الصخور المهليه المتشكلة في الهوامش الصفائحية من خلال اعتمادهم على وفرة وتوزع العناصر الكيميائية (Zr , Ti , Y) في مخططهم Zr/Y مقابل Ti/Y ، يظهر عند إسقاط عيناتنا على هذا المخطط توزيع هذه العينات في كلا المجالين المذكورين.

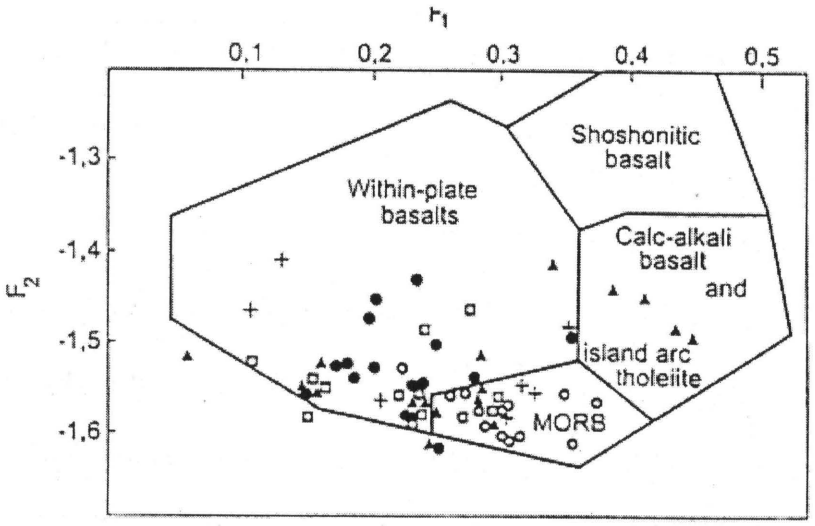
أمكن اعتمادا على نسبة توفر العناصر الكيميائية الرئيسة في الأنواع الصخرية المهليه المتباينة الخصائص والتراكيب تجريبيا وإحصائيا إلى تشكيل ثلاثة معاملات F3 , F2 , F 1 ووضع مخططين بترولوجيين الباحث (Pearce etal.,1976) الأول فيهما للمعاملين F1 و F2 (شكل - ١٢) ويفصل بين المهل البازلتية المتشكلة ضمن الصفائح (W.P.B) والبازلت المتشكل في قاع المحيطات (O.F.B) والبازلت الكلسي القلوي مع البازلت الثولوئيتي الفقير بالبوتاسيوم (CAB+LKTB) وأخيرا صخور الشوسونيت (SHO) ، بينما المخطط الثاني للمعاملين F2 وF3 (شكل - ١٣) ويفصل بين الصخور البازلتية الكلسية القلوية(LAB) والصخور البازلتية الثولوئيتية الفقيرة بعنصر البوتاسيوم (LKTB) نجد لدى إسقاط قيم F1 و F2 لعيناتنا على المخطط الأول أنها تتوزع في المجالين المخصصين للصخور المهليه المتشكلة ضمن الصفائح (W.P.B) والصخور المهليه المتشكلة في مناطق أراضي المحيطات (O.F.B) ، بينما تتمركز لدى اختبارنا المخطط الثاني في القطاع المخصص للصخور البازلتية الثولوئيتية الفقيرة بالبوتاسيوم.

يظهر لدى إسقاط قيم عيناتنا على المخطط البترولوجي التصنيفي Ti / Cr مقابل Ni حسب الباحث (Beccaluva etal.,1979) تمركز جميع العينات المدروسة في القطاع المخصص للصخور المهليه البازلتية المتشكلة ضمن الصفائح المحيطية . بينما يدل إسقاط قيم

عيناتنا على مخطط الباحث (Rittmann,1973) على تبعثرها في المجالين المخصصين لبركنة الأقواس الجزرية والبركنة ضمن الصفائحية.

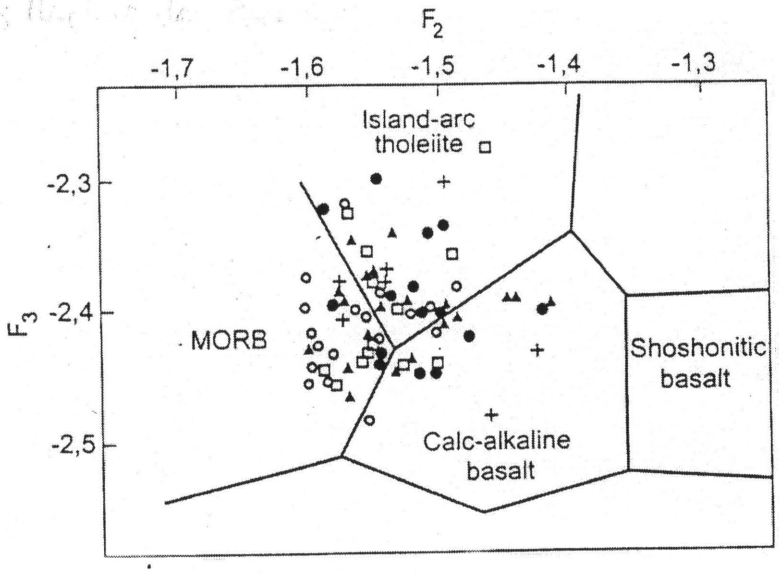
قارن الباحثان (Pearce and Cann,1971) التراكيب الكيميائية للصخور المهليه المتباينة الطبيعة مع التراكيب الكيميائية للصخور المتشكلة في مناطق أواسط الأعراف المحيطية (MORB) واستطاع أن يفصل بين التراكيب المهليه المختلفة الطبيعة وأن يربطها مع مواقع جيوتكتونية منشأية ، حسب دراسته تبدى الصخور المهليه البازلتية المتشكلة في مناطق الأقواس الجزرية اغتناء بالعناصرمثل Ba , K,P, Sr , Zn في حين تظهر افتقارا للعناصرNb, Cr, Y, Ti, Zr.

نلاحظ لدى مقارنة متوسط محتوى عيناتنا المدروسة بالعناصر الكيميائية الرئيسة والثانوية مع متوسط هذه العناصر للمهل المتشكلة في منطقة أواسط الأعراف المحيطية والمقترحة من قبل الباحث (Huch,1988) اغتناء صخورنا بالعناصر Zr , Sr, P , K ,Rb في حين تبدي افتقارا بـ Cr , Y (شكل - ١٤) مما يدعو للافتراض بأن عيناتنا المدروسة قد تشكلت غالبا في منطقة الأقواس الجزرية وهذه النتيجة تدعم ما توصل إليه الباحث(Kosters,1991).

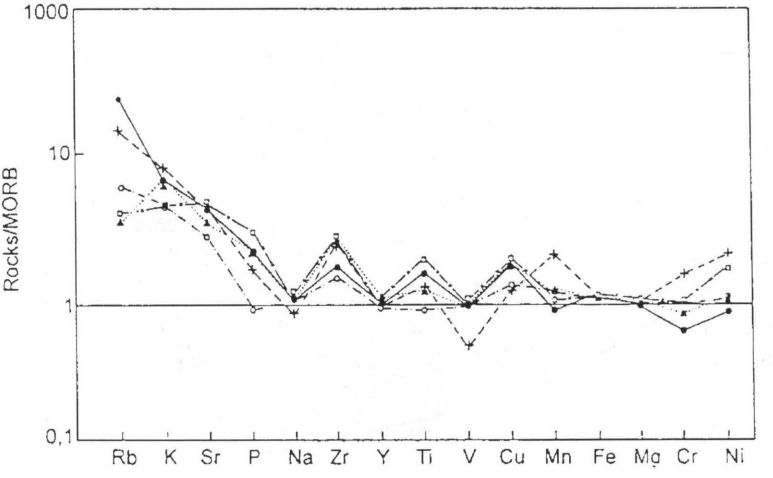


F1= 0.0088SiO2-0.0774TiO2+0.0102Al2O3+0.0066FeO-0.0017MgO-0.0143CaO-0.0155Na2O-0.0007K2O.
F2=-0.013SiO2-0.0185TiO2+0.0102Al2O3-0.0134FeO-0.03MgO-0.0204CaO-0.0481Na2O+0.0715K2O.
F3=-0.0221SiO2-0.0532TiO2-0.0361Al2O3-0.0016FeO-0.031MgO-0.0237CaO-0.0614Na2O-0.0289K2O.

شكل - ١٢ : F1 مقابل F2 عن الباحث (Pearce etal.,1976).



شكل – ١٣ : F2 مقابل F3 عن الباحث (Pearce etal.,1976).



شكل – ١٤ : مقارنة متوسط محتوى العناصر الكيميائية الرئيسة والثانوية للعينات المدروسة مع متوسط محتواها في صخور الـ MORB عن الباحث (Huch,1988)

نتائج الدراسة الجيوكيميائية:

نتيجة لوفرة محتوى وشكل توزع العناصر الكيميائية الرئيسة والثانوية والمعاملات البتروكيميائية لعيناتنا الصخرية الأمفيبوليتية المدروسة وإسقاط هذه القيم على مجموعة من المخططات التصنيفية الجيوكيميائية والبترولوجية نجد :

- جميع عيناتنا الصخرية الأمفيبولوتية المدروسة لها غالبا طبيعة مهليه G15, G13.
- جميع العينات تعود لمادة صخرية مهليه طازجة غير فاسدة.
- معظم عيناتنا المدروسة لها تراكيب مهليه غير مشبعة بالقلويات كما وتظهر تفاضلا مهليا محدودا يصل للحد ما بين الصخور البازلتية والصخور الأنديزيتية.
- جميع العينات المدروسة لها تراكيب مهليه بازلتية الخصائص وثولوئيتية الطبيعة.
- تعود العينات الصخرية المدروسة بتشكلها بجزء منها إلى مناطق قيعان المحيطات وبجزء آخر إلى مناطق الأقواس الجزرية.

REFERENCES:

1. Beccaluva, L.;D. Ohnenstetter and M.Ohnenstetter. (1979): Geochemical discrimination between ocean floor and island-arc tholeiites-application to some Ophiolites. In: Can. J. earth Sc.-Ottawa 16.S. 1874-1882.

2. Beuge, P. (1989): Zur Geochemie pelitischer Gesteine im prozess der Regionalmetamorphose. Freiberg. Bergakad., Diss. B.

3. Brown. E.H., (1977) : The crossite content of Ca-amphibole as a guide to pressure of metamorphism. - Journ. Petrol.. 18:53-72.

4. Bucher.K. and M.Frey., (1994):Petrogenesis of Metamorphic Rocks.,Springer Verlag.318 S.

5. Chenevoy.M.,(1959) : le substratum metamorphiquie des roches vertes dans le Baer et le Bassit. NOtes et Memoires sur le Moyen-Orient,T.7.1-18.

6. Delaloye, M.; De H.Souza; J.J. WagnerandI.Hedley (1980b): Isotopic ages on ophiolites from the eastern Mediterranean. In: A.Panayiotou (Ed.), Ophiolites. Proc. Intern. Ophiolite Symp. , Cyprus 1979, P.292-295.

7. Dubertret, L. (1953): Geologie des roches vertes du nordouest de la Syria et du Hatay (Turquie). Notes Mem. Moyen-Orient. 6.227p.

8. Evans, B.W.andB.E. Leake (1960): The composition and origin of the striped amphibolites of Connemara, Ireland. - In: J.Petrol. - Oxford 1., p.337-363.

9. Frohlich, F. (1960): Ein Beitrag zur Geochemie des chroms. Geochem. Cosm. Acta 20, 215-240.

10. Huch, K.M. (1988): Die Panafrikanische Khzama-Geosuture im zentralen Anti-Atlas. Marakko -172S. ; Berlin (SchelzkyandJeep).

11. Irvin, T.N.andW.R.A. Baragar. (1971): A guide to the classification of the common volcanic rocks. - In: Can J.Earth Sc. Ottawa 8. p. 523-548.

12. Jensen, L.S. (1976): A newcation plot for classifying subalkaline volcanic rocks. - In: Ontario Dep. Mines: Paper. - Ontario, 66.

13. Juteau, T. (1980): Ophiolites of Turkey. - Ofioliti (Spec. Issue) 2:199-237p.

14. Kazmin, V.G,andV.V Kulakov, (1968): Geological Map of Syria sheet Bassit 1/50,000 explanatory notes: 124p. Mini. of petrol. and Mineral Resources,Syria.

15. Kosters, B. (1991): Geochemie und Petrogenese des Peridotit und der-Chromiterzvorkommen des Ophiolith-Komplexes im Bassit Gebiet (NW-Syrien). Diss. Naturwiss. Munster, 125S.

16. Lange, H. (1965): Zur Genese der Metabasite im sachsischen Erzgebirge. - Leipzig, 136 S. - (Freiberjer Forschungshefte: C-177).

17. La Roche, H. De.; J.Leterrier; P. Grandclaude; M.Marchal. (1980): A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2- diagram and major-element analysis. - In: Chem. Geol. - Amsterdam 29., P. 721-736.

18. Leake, B.E. (1978): Nomenclature of amphibolis. - Amer. Mineral., 63: 1023-1052, Washington D.C.

19. Leake, B.E. (1964):The chemical distinction between Ortho-and Paraamphibolites.-In:J.Petrol.-Oxford 5.p.238-254

20. Lorenz. W. ,(1980) : Petrographische Nomenklatur metamorpher Gesteine. I. Grundlagen. Konzeption. Systematik. In: Z.geol. Wiss. - Berlin 8;12. - S.1479- 1509.

21. Lorenz. W., (1981a) : Petrographische Nomenklatur metamorpher Gesteine. II. Klassifikatorische und Nomenklatorisch Spezialfragen. In: Z. Geol. Wiss. - Berlin 9 - S. 137-156.

22. Lorenz. W., (1981b) : Petrographische Nomenklatur metamorpher Gesteine. III. Generalisierung und Extrapoletionen. In:Z. Geol. Wiss. - Berlin 9-4. - S.417-426.

23. Majer,V., (1962) :Magmatisch Gesteine um Gebiet von Bassit zwischen Latakia und Kessab im nordwestlichen Syrien.Neves.Miner.,Abh.,98.250-282S.

24. Mathe.G.,(1985):Metamorphite.In:Pfeiffer,L;Kurze,M;Mathe,G:Einfuhrung in die Petrologie.-Berlin.442-565S.

25. Middlemost, E.A.K. (1980): A contribution to the nomenclature and classification of volcanic rocks. - In: Geol. mag. - London. 117., p. 51-57.

26. Miyashiro, A. (1975a): Classification, characteristics, and origin of ophiolites. - In: geol. - Chicago 83. p. 249-281.

27. Miyashiro, A. (1975b): Volcanic rock series and tectonic setting. - In: Ann. rev. earth plan. Sc. - palo. Alto 3., p. 251-269.

28. Miyashiro, A.andF.Shido. (1675): Tholeiitic and calc-alcali series in relation to the behaviors of titanium, vanadium, chromium, and nikel. In: Amer. J. Sc. - New Haven 275. p. 265-277.

29. Papike . J.J., Cameron. K.L.and Baldwin. K. (1974) :Amphibol and Pyroxenes: character of other than quadrilteral components and estimates of ferric iron from microprobe data.. Geol. Soc. Am.. Abstr. with program. 6. Boulder. Colorado.

30. Parrot, J.F. (1977): Assemblage ophiolitique du Baer-Bassit et termes effusifs du volcano - sedimentaire Tra. et Doc. de 1 O.R.S.T.M. (these) 333p.

31. Parrot, J.F. (1980): The Baer-Bassit (Northwestern; Syria) ophiolitic area-Ofioliti (Spec. Issue) 2, 279-296; Bologna.

32. Parrot, J.F.and H.Whitechurch (1978): Subductions anterieures au charriage nord-sud de la croute tethysaenne: Facteure de metamorphisme du volcano-sedimentaire oceanique en schistes verts et amphibolites lies aux assemblages ophiolitiques syro-turcs. Rev. Geogr. Phys. Geol. dyn., 2:153-170.

33. Pearce, J.A. (1975): Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environment of Cyprus., - In: Tectonophys. - Amesterdam 17. p. 15-43.

34. Pearce, J.A.and J.R. Cann (1971): Ophiolite origin invesrtigated by discriminant analysis using Ti, Zr, and Y. - In: Earth plane. Sclett. - Amsterdam 12.p. 339-349.

35. Pearce, J.A.and G.H.Gale (1977): Identification of ore depositions environment from trace elements geochemistry associated to igneous hostrocks. - In: Volcanic processes in ore genesis/ed. M.J. JONES. London, p. 14-24. (Inst.min.metall. Geol.Geol.Sec. : spec.publ.:7).

36. Pearce, J.A.T.H. Gormanand,T.C. Birkett (1976): The relationship between major element chemistry and tectonic enviroment of basic and intermediate volcanic rocks. - In: Earth plan. Sc. lett. - Amsterdam 36. p. 121-132.

37. Pichler. H., and Schmitt - Riegraf (1993) : Gesteinbildende Minerale im Dunnschliff. Enke. Stuttgart S.230.

38. Piro. Y., (1967) : Conribution al etude des Roches verts du Nord-Ouest de la Syrie thesis 3eme cycle Montpellier 142p. (Multigr).

39. Plyusnina. L.B., (1982) : Geothermometry and Geobarometry of Plagioclas - Hornblende earing assemblages. - Contrib. Mineral. Petrol.. 80: 140-146 Berlin - Heidelberg 1982 .

40. Rittman, A., (1973): Stable mineral assemblages of igneous rocks. - Berlin, Heidelberg. - p. 262.

41. Rosler. H. J., (1983) : Lehrbuch der Mineralogie VEB-Deut. Verlag fur Grundstoffindustrie.Leipzig. 833 S .

42. Safarjalani.A., (1996) :Petrographical and Geochemical Study of Metabasitic and Amphibolitic Metamorphic Rocks in the Ophiolithe complex in the Bear and Bassit (N.W.Syria) Report On Scintific Study Department of Geology and Nuclear Ores (AECS) 110p.

43. Safarjalani. A., and J. Eidam (1997) : Geochemistry and initial geotectonic setting of amphibolitic rocks outcropped in the Baer-Bassit area (Northwest Syria). Z.Geol.Wess. ,Band 25, Heft 5 - 6, 541 554 S.

44. Seim. R., (1967) : Der Para - Biotit - Plgioklasgneis des Kyffhauserkristallins seine metatektischen Derivate und seine Einlagerungen. - Geol. 16. Beih. 56:1-85.

45. Siegferd, M. (1988): Mineralogie:Eine Einfuhrung in die speziellen Mineralogie, Petrologie und Lagerstattenkunde. 2. Auflage.

46. Spear. F.S., (1980) : NaSi-CaSi exchange equiliberium between plgioclase and amphibole. - Contr. Mineral. Petrol.. 72. 33-41.

47. Spear. F., (1981a) : An experimental study of hornblende stability and compositional variability in amphibolite.. - Amer. - J.S.Sci.. 281: p. 697-734.

48. Spear. F., (1981b) : Amphibole-plagioclase equilibria: An emprical model for the relation albite -tremolite=edenite+4quartz. -Contrib. Mineral. Petrol. 77:p.355-364.

49. Thuizat ,R.;H.Whitechurch.,R.MontignyandT.Jutea.(1981):K-Ar dating of some infra-ophiolitic metamorphicsoles from the Eastern Meditteranean:New evidence for oceanic thrustings before obduction.Earth Planet.Sci.Lett52,302-310.

50. Vallance, T.G., (1974): Spilite degradation of a tholeiitic basalt. - In: J.petrol. - Oxford 15. -p. 79-96.

51. Van de Kamp, P.C. (1968): Geochemistry and origin of metasediments in the Haliburton-Modac area, Southwestern Ontario. - In: Can. J. earth Sc. - Ottawa 5. p. 1337-1372.

52. Walker, K.R.; Joplin, G.A.; Lovering, J.F.; R Green (1960): Metamorphic and metasomatic convergence of basic igneous rocks stern Qeensland. - In: J.Geol. Soc. Australia. - Sydeny 6. -p. 149-178.

53. Whitechurch. H., and J.F. Parrot., (1974) : Les ecailles metamorphiques Infraperidotitiques du Bear - Bassit. Cah. Orstom 6. 173-184.

54. Whitechurch. H., (1977): Les roches metamorphiques infraperidotitiques du Baer-Bassit (Nw Syrien). Termoins de L ecaillage intraoceanique tethysien. Etude petrologique et structural. Thesis (unpubl.) Nancy. Univ. Franc. 194pp.

55. Wimmenauer. W., (1985) : Petrographie der magmatischen und metamorphen Gesteine. Enke Verlag. - Stutt - gart. 382S.

56. Winchester, J. A; P.A. floyd (1976): Geochemical magma type discrimination appl. to altered and metamorphosed basic igneous rocks. - In: Earth plan. Ac. lett. - Amsterdam 28. -p. 459-469.

57. Winkler. H.G.F., (1965) : Die Genese der metamorphen Gesteine - Berlin Heidelberg:218S.

Petrography and Geochemistry of the metamorphic amphibolitic rocks associating the Baer-Bassit ophiolithe (Northwest Syria)

A.M. Safarjalani

King Faisal University-Faculty of Food and Agriculture P.O.Box 420-31982 Al -Hofuf-Saudi Arabia.
Damascus University- Faculty of Agriculture Land. Soil reclamation Division- Damascus P.O. Box 30621- Syria.

Abstract

Petrography of metamorphic rock samples from amphibolitic rocks outcropped in Baer-Bassit area enabled the mineralogical composition, structures, textures and hence the classification of these rocks to be defined .

The plotting of minerals percentages of the studied samples onto classification diagrams of (LORENZ) confirms that all of these samples lie in the field assigned to amphibolitic rocks .

The mineralogical paragenesis of the studied samples is in conformity with those of green schist up to amphibolite facies . The mineralogical analysis carried out by the use of electron microscope on plagioclase and hornblende in amphibolite samples set a metamorphism temperature between 500 - 650 $^{\circ}$C and a metamorphism pressure between 2,5 - 5 K bar.

The geochemistry of these samples proves clearly and decisively that these rocks are derived from initial matter of orthogenic nature, possessing the characteristics of a fresh non-altered basaltic tholeiitic composition in part hence forming an oceanic floor and partially an island arc.