النشاطات النارية والوضع التكتوني لمنطقة المسن جنوب غرب ترهونة

عبدالمنعم عبدالسلام البركي عـياد فـرج المبروك

قسم علوم الأرض - كلية العلوم - جامعة الزيتونة

تاريخ الاستلام 2023/07/03م

المستخلص

تشير الدراسات الحقلية للصخور النارية بمنطقة المسن جنوب غرب ترهونة إلى حدوث نشاطات بركانية وسط اللوح القاري، واتضح وجود نوعين رئيسيين من الصخور النارية المتصاحبة ما دل على أنها نتجت عن دورات من النشاطات البركانية المتتالية خلال فترات زمنية متقاربة، الانسيابات البازلتية في المنطقة عبارة عن طفوح بازلتية ناتجة عن نشاط بركاني حدث خلال البليوسين الأعلى، ويصاحب تدفقها أنماط وأشكال متعددة من التراكيب والظواهر النارية مثل تدفقات الحمم البركانية، الحمم الظفائرية، الأعمدة والفواصل والقواطع النارية، وتشير دراسة عينات لصخور البازلت بمنطقة الدراسة إلى التركيب المعدني الأساسي لها حيث تظهر صخور البازلت دقيقة الحبيبات، وأحيانا بورفيرية النسيج، وهي تمثل بازلت أوليفيني قلوي ناعم)مجهري(إلى متوسط الخشونة بورفيري، وبازلت أوليفيني - أوجيتي قلوي، وبعض العينات يظهر فيها النسيج الجرياني، أغلب العينات المدروسة تحتوى على فينوكريست لمعدن الأوجيت، الإيجرين والساندين، مع بعض المعادن المعتمة.

كما تنتشر في منطقة الدراسة قباب الفونولايت وهي تتكون من فونولايت شديد الصلابة أحيانا ذي نسيج دقيق الحبيبات وأحيانا بوفيري النسيج، والفونولايت صخور نارية لونها أخضر باهت تتكسر على هيئة صفائح وتصدر رنينا عند طرقها، وهي غنية في تركيبها بمعادن النيفيلين والليوسيت والساندين والايجيرين اوجيت، وتعتبر العلاقات الحقلية لمتداخلات الفونولايت مع الصخور المحيطة مؤشرات تفيد في معرفة عديد الخصائص التي ميزت النشاطات النارية بالمنطقة والظروف المصاحبة لها من تصدع وتقبب وعمليات احلال وتمعدن وعمليات لاحقة أدت إلى تغيرات في اللون والصلابة، من خلال الدراسة المجهرية لعينات صخور الفونولايت تبين أنها تتميز بوجود بلورات خشنة كاملة الأوجه من النيفيلين والفلسبار القلوي وبلورات منشورية من الاوجيت وأحيانا البلاجيوكليز، وتظهر صخور الفونولايت البورفيري النسيج به بلورات خشنة من الساندين في كتلة خلفية دقيقة التبلور واضحة التوجه، اضافة إلى النيفيلين والاسفين ونسبة قليلة من المعادن المافية وأكاسيد الحديد.

الكلمات المفتاحية : الانسيابات البازلتية ، قباب الفونوليت ، المسن، رواسب البيروكلاستك.

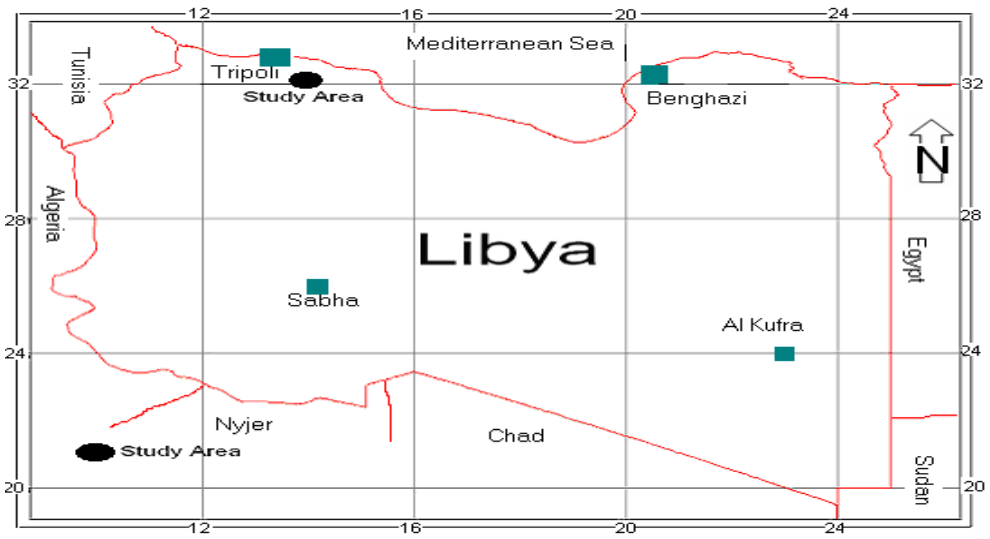
المقدمة

تأثرت ليبيا بالاندفاعات البركانية في العصر الثلاثي والتي تكشفت صخورها البركانية على مساحات واسعة في عدة مناطق مثل جبل الهروج الأسود وجبل السوداء وجبال غريان، ومنطقة الدراسة من المناطق التي تأثرت بهذه الاندفاعات النارية التي تمثلت في انبثاق اللافا البازلتية الداكنة اللون، وقد تعرضت المنطقة الى العديد من الحركات التكتونية المتمثلة في عمليات الرفع والهبوط خلال العصور الجيولوجية القديمة.

ونظرا لأهمية المنطقة قام العديد من الباحثين والمهتمين بتقديم دراسات بحثية تناولت الجوانب الجيوكيميائيه والبتروغرافيه والتركيبية، حيت ثم نشر العديد من المقالات التي تخص الصخور النارية بالمنطقة نذكر منها : الدراسة التي قام بها عياد المبروك وآخرون سنة 2017م واستخدموا فيها تطبيقات الاستشعار عن بعد في دراسة الصخور النارية بمنطقة المسن جنوب غرب ترهونة، وتضمنت توضيح دور التراكيب الجيولوجية والتغيرات الحرمائية في تكوين الرواسب المعدنية والدلالة عليها، وفي سنة 1996م قام Busrewil and Wedsworth بدراسة تناولت السمات الحقلية والبتروغرافية لصهير الحينين الثالث والرابع القلوية وتحت القلوية بمنطقة غريان وما جاورها، وكذلك الدراسة التي قدمها Piccoli 1971م حول النشاط الناري البركاني في شمال غرب ليبيا حيث تناولت الصخور النارية بالمنطقة، دراسة قام بها Gray 1971م والتي تناولت الجانب التركيبي وأصل قبة غريان ومن ضمنها منطقة الدراسة، دراسة قام بها Busrewil and Almond سنة 1974م حول جيوكيميائية الصخور البركانية بمنطقة غريان وماجاورها، والدراسة التي قام بها ElHinnawy and Cheshitev بمركز البحوث الصناعية سنة 1975م فيما يخص إعداد الخرائط الجيولوجية مع الكتيبات التفسيرية بمنطقة غريان والمناطق المجاورة بمقياس رسم 1:50000، أغلب الدراسات السابقة كانت تضم منطقة الدراسة كجزء من منطقة غريان ولم يتم فيها التركيز على منطقة الدراسة كجزء قائم بذاته، في هذه الدراسة سيتم التركيز على النشاطات النارية والوضع التكتوني لمنطقة الدراسة والظواهر الجيولوجية الحقلية المصاحبة لها، وتقييم مكوناتها الجيولوجية وإمكانية الاستفادة منها من خلال التفسيرات الحقلية للظواهر الجيولوجية بالمنطقة وبالاستعانة ببعض الشرائح

المجهرية وربطها بالمشاهدات الحقلية لهذه الدراسة، وتكمن أهمية هذه الدراسة في تحديد الأنواع المختلفة للصخور النارية المدروسة وتحديد مناطق انتشارها.

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا على الحدود الجنوبية الغربية لمدينة ترهونة حيث تحدها من الغرب منطقة العربان ومن الجنوب منطقة بني وليد، وتغطي مساحة تقدر بحوالي 500 كم^2، وهي ترتفع فوق مستوى سطح البحر مابين 450 – 600 م تقريبا، إحداثيات خطوط الطول العرض هي: 13°:55`:10``-13°:15`:81`` شرقا، 32°:02`:61``- 32°:15`:05`` شمالا، الشكل(1).



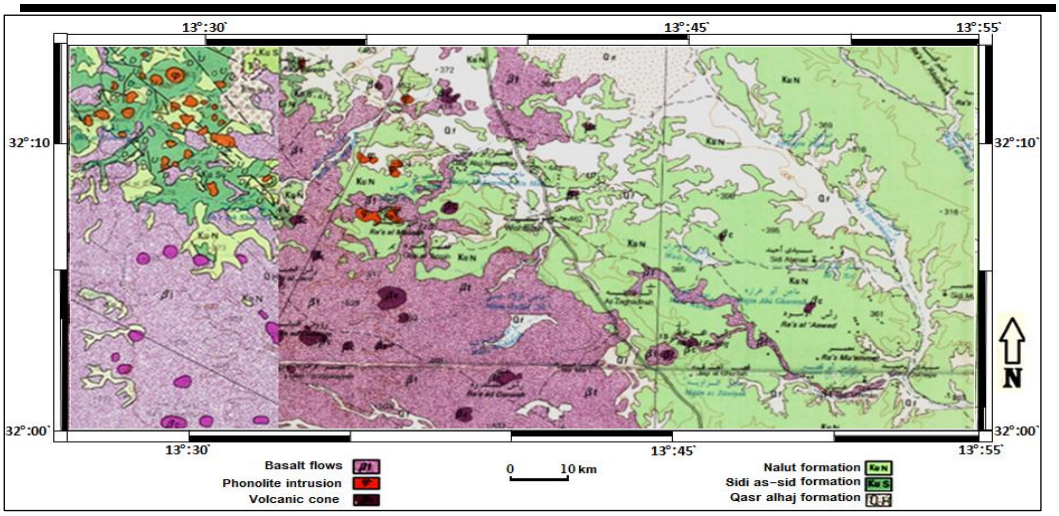
Fig(1): Location map of the study area

الجيولوجيا العامة لمنطقة الدراسة

من خلال تتبع التاريخ الجيولوجي للمنطقة تبين أنها تعرضت لتغيرات جيولوجية ومناخية متعددة أثرت بشكل مباشر على وضعها الجيولوجي ومظهرها الجيومورفولوجي ، فقبل بداية العصر الثلاثي كانت مياه البحر تغطي معظم المنطقة، وقد ترتب على ذلك تكون طبقات سميكة من

الصخور الجيرية ينتمي معظمها إلى الكريتاسي المتأخر، وفي أواخر العصر الثلاثي تعرضت المنطقة لعملية رفع تكتوني صاحبها نشاطات بركانيه نتج عنها تكون طبقات من الصخور النارية تنتشر على هيئة طفوح ومرتفعات بركانية غطت معظم أجزائها، وفي عصر البليستوسين تأثرت المنطقة بالتعرية المائية فيما يعرف بالعصر المطير وأصبح سطح المنطقة يضم مجاري مائية محددة الجوانب ذات تصريف شجري متعدد الرتب ، وفي العصر الرباعي أدت عوامل التعرية القارية إلى تكون رواسب الأودية الحديثة والرواسب المائية والريحية، هذه التغيرات أدت إلى تنوع التكوينات الجيولوجية التي اهمها (1) تكوينات الهولوسين وهي تكوينات قاريه تغطي مساحات محدودة من السهول كما تنتشر في مجاري الأودية، وتشغل نطاق شبه متصل تتداخل فيه مع تكوينات الكريتاسي الجيرية في جنوب منطقة الدراسة، وتتكون تكوينات الهولوسين من رواسب الأودية الحديثة وهي أحدث التكوينات الجيولوجية بالمنطقة وتتدرج من الرمال الناعمة إلى الزلط والحصى والجلاميد، وهي تكوينات قارية ناتجة على تجمع الرواسب المائية الحديثة بمجاري الأودية وضفافها، الرواسب الريحية التي تتمثل في الكثبان والغطاءات الرملية بعضها متماسك ، وبعضها تحركها الرياح عند هبوبها وخاصة في مواسم الجفاف وتشغل مساحات محدودة تتخلل الرواسب المائية في منطقة الدراسة، الرواسب المائية والريحية وهي تكوينات قارية تتكون من رواسب ريحية على هيئة كثبان وغطاءات رملية تتبادل مع طفل رملي وتدخلات من الحصي. (2) تكوينات البليستوسين وهي تكوينات قارية ناتجة عن فعل التعرية والترسيب المائي الذي ساد المنطقة في فترة العصر المطير، وانتشارها بالمنطقة قليل الامتداد ويقتصر على مساحات محدودة تتمثل في كونجلوميرات وحصى غير متماسك، ورواسب من الرمال المختلطة بالغرين، وطبقات من البريشيا الجيرية. (3) تكوينات العصر الثلاثي (الايوسين ـ البليوسين) تأثرت منطقة الدراسة في العصر

الثلاثي باندفاع اللافا البازلتية الداكنة اللون، والتي تتميز بقلة اللزوجة نتيجة لارتفاع درجة حرارتها، ومحتواها المنخفض من السيليكا، فانسابت على المنحدرات بسرعة ولمسافات بعيدة مكونة طفوحاً بركانية تغطي أغلب صخور المنطقة ، وتأثرت هذه الطفوح بعمليات التعرية الميكانيكية والتجوية الكيميائية نتيجة تعرضها للعوامل الجوية المختلفة من حرارة ورطوبة وأمطار ورياح وغيرها، ثم نقلت نواتج عمليات التعرية بواسطة المجاري المائية ورسبت على ضفاف الأودية، وهي تشغل معظم الأجزاء الجنوبية الغربية من المنطقة وتتكون من صخور بركانية تمتاز بصلابتها ولونها الأسود المائل إلى الاخضرار وتظهر على هيئة مخاريط وانسيابات من البازلت الاوليفيني وقباب من الفونولايت. (4) تكوينات العصر الكرتياسي تعتبر صخور الحين الكريتاسي العلوي من أكثر الصخور انتشارا في منطقة الدراسة، وتنتمي إلى عدة تكاوين هي تكوين نالوت الذي تمثل صخوره أغلب التكشفات الصخرية بمنطقة الدراسة، وهي تتكون من أحجار جيرية دلوميتية تحتوي على عقد من الصوان، وفي الجزء العلوي منه تتبادل طبقات من الحجر الجيري الدلوميتي مع طبقات من الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي Conant.L.C and Goudarzi.G.H، (1967)، وتكوين سيدي الصيد الذي تتكشف صخوره في أجزاء متفرقة من منطقة الدراسة، وتتكون من أحجار جيرية دلوميتية وحجر جيري مارلي ومارل، ويمثل الشكل(2) الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة.



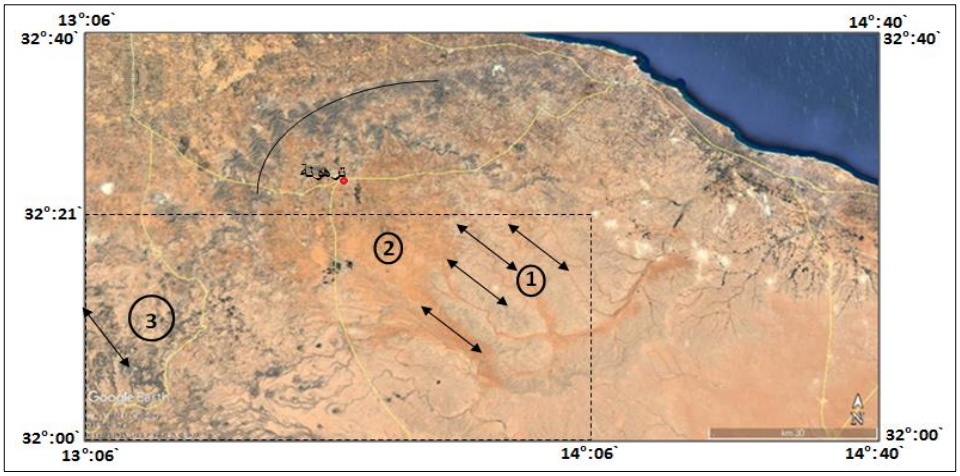
الشكل(2): الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة(خريطة ليبيا الجيولوجية لوحة الخمس، لوحة طرابلس)

جيومورفولوجية منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن الإقليم الإنتقالي الذي يقع بين الجبل الغربي والصحراء والذي يشمل أحواض الأودية التي تنحدر تدريجيا من الغرب إلى الشرق، وتنقسم المنطقة إلى عدة وحدات موروفولوجية وهي(1) مرتفعات صخور الكربونات المتمثلة في تكوينات الكريتاسي الكربونية وهي هضاب جيرية تمتد في اتجاه عام شمال غرب جنوب شرق.(2) الأراضي المنبسطة في بطون الأودية التي تغطيها الكثبان الرملية والتي تكونت نتيجة عمليات التعرية والترسيب التي تقوم بها شبكة من روافد الأودية تنحدر في اتجاهات مختلفة من المنحدرات الجنوبية وتصب في بطون الأودية الرئيسية. (3) مرتفعات الصخور النارية التي تتشكل من مخروطات بركانية من البازلت وقباب من الفونولايت وتدفقات من اللافا وهي منطقة جبلية صعبة التضاريس من متوسطة إلى شديدة الانحدار تظهر غرب وجنوب غرب منطقة الدراسة ، يبدو شكلها العلوي على هيئة سطح منبسط

تتخلله شبكة عظيمة من الأودية تنحدر في اتجاهات مختلفة لتشكل شبكات صرف شجرية وخصوصاً حيث توجد الصخور البازلتية فوق ترسبات العصر الكريتاسي، يبلغ ارتفاعها حوالي 400 - 650 متراً فوق مستوى سطح البحر، يتناقص تدريجيا نحو الشرق.

بعد دراسة وتتبع منطقة الدراسة يتضح أن جنوب غرب المنطقة مرتفع نسبيا وهي مصدر لجميع الرواسب التي تغذي أودية المنطقة ومتوسط ارتفاعها حوالي500 متر، أما جنوب شرق المنطقة منخفض ارتفاعه حوالي 300 متر وأقل، وشبكات تصريف الأودية شبكات شجرية، وهي المسئولة عن عمليات التعرية ونقل الرواسب إلى المناطق المنخفضة، وتكون هذه المناطق خصبة لأن رواسبها هي نواتج عمليات التجوية للمناطق المرتفعة التي عبارة عن صخور بركانية غنية بالمعادن.



الشكل(4) :اهم الوحدات الموروفولوجية واتجاه التضاريس بموقع الدراسة 1 مرتفعات الصخور الكربونية 2 الأراضي المنبسطة من رسوبيات العصر الرباعي 3 مرتفعات الصخور النارية النشاطات البركانية والصخور النارية

تشير الدراسات الحقلية للصخور النارية بمنطقة المسن جنوب غرب ترهونة الى حدوث نشاطات بركانية وسط اللوح القاري نتيجة لحدوث انصهار جزئي لمنطقة الوشاح العلوي بدرجة كبيرة وعلى أعماق ضحلة ولتأكيد ذلك يجب إجراء دراسة جيوكيميائية لعينات من الصخور النارية بالمنطقة لمعرفة العناصر الأرضية النادرة التي تدلنا على درجة الانصهار الجزئي وعمقه، ومن خلال الدراسات الحقلية اتضح وجود نوعين رئيسيين من الصخور النارية المتصاحبة ما دل على أنها نتجت عن دورات من النشاطات البركانية المتتالية خلال فترات زمنية متقاربة.

طفوح البازلت: الانسيابات البازلتية في المنطقة المدروسة عبارة عن طفوح بازلتية ناتجة عن نشاط بركاني حدث خلال البليوسين الأعلى عبر شقوق تكتونية شكلت ممراً للاندفاعات والانسيابات البركانية البازلتية، ولم تلاحظ أيّة شقوق تكتونية واضحة كمصدر لهذه التدفقات البازلتية، مع ظهور واضح للمخاريط البركانية، كما تنتشر في منطقة الدراسة إضافة للانسيابات البازلتية القاعدية، وتشير المشاهدات الحقلية المسجّلة إلى وجود انسيابات متتالية لطفوح بازلتية تتكشف على السطح الطبوغرافي في شكل غطاء تكون سماكته أعظم ما يمكن على قمم الهضاب المنتشرة ضمن الجزء الجنوبي والجنوبي الغربي من منطقة الدراسة وخاصة في منطقة المسن حيث يصل ارتفاعها إلى حوالي 10 امتار، وتتناقص باتجاه السفوح والأودية في الشمال والشمال الشرقي حيث تبدو على شكل قطع وحصى بازلتية صغيرة تنتشر ضمن المناطق المحيطة وهي من البازلت الأوليفيني القلوي والبازلت الأوليفيني-الأوجيتي القلوي حيث تتراوح ألوانها ما بين الرمادي الغامق إلى الأسود.

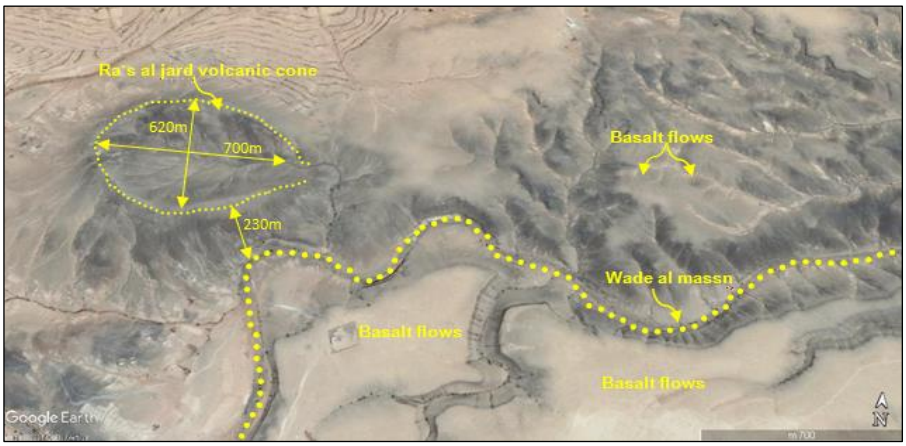
الصخور النارية بالمنطقة صخور قاعدية ناتجة عن خروج الصهير القاعدي على هيئة طفوح من اللافا، بردت وتصلبت فوق سطح الأرض مكونة صخوراً بركانية دقيقة الحبيبات، غنية في تركيبها

المعدني بالمعادن المافية القاتمة اللون(Mafic mineral) التي تتكون أساساً من معادن سيليكات الحديد والماغنيسيوم، وأهمها معدن الأوليفين والبيروكسين، إضافة إلى البلاجيوكليز الكلسي والبايوتيت وغيرها من المعادن الإضافية الثانوية والصهير القاعديBasic magma نسبة السليكا(SiO_2) فيه لا تزيد عن 52٪ وهو غني في تركيبه بعناصر الحديد(Fe) والماغنسيوم (Mg) والكالسيوم (Ca) وعند تبلور هذا النوع يعطى صخور نارية داكنة اللون مثل البازلت هذا النوع من الصخور النارية يتكون نتيجة تدفق الصهير تحت ظروف معينة إلى خارج القشرة الأرضية من خلال الفوهات البركانية أو عن طريق الشقوق والفواصل علي هيئة مقذوفات بركانية تعرف بالحمم(Lava) التي تنساب علي سطح الأرض فتتعرض للتبريد السريع مكوناً أشكالاً متعددة من الأجسام البركانية.

أهم خصائص هذا النوع من الصخور أنه يتم تشكيلها فوق سطح الأرض بسبب الانخفاض الكبير والمفاجئ في درجة الحرارة والضغط ، مما يؤدي إلى سرعة التبريد وبالتالي يقلل من فرص عملية التبلور ونمو البلورات، وعادة ما تتكون هذه الصخور من حبيبات صغيرة جدا تعكس نسيج دقيق الحبيبات(aphanitic texture) أو تنعدم فرصة تكوين البلورات مكونة النسيج الزجاجي(glassy texture)، ويصاحب تدفق الصهير القاعدي أنماط وأشكال متعددة من التراكيب والأنسجة السريانية ((flow structures، حيث تظهر في منطقة الدراسة العديد من التراكيب والظواهر النارية مثل تدفقات الحمم البركانية الحمم الظفائرية الأعمدة والفواصل البركانية ، وغالباً ما تحتوي على غازات وأبخرة تتصاعد عند تعرضها للجو الخارجي تاركةً خلفها فراغات فقاعية تكسب الصخور الكثير من النتوءات والبثور.

التراكيب والظواهر النارية

تظهر في المنطقة العديد من التراكيب النارية وهي عبارة عن اجسام مختلفة الاشكال والأحجام تتكون نتيجة لحركة الحمم lava المنسابة على سطح الأرض ومن هذه التراكيب:(1) المخروطات البركانية يظهر في منطقة الدراسة عدة مخروطات بركانية أهمها المخروط البركاني لجبل الأجيرد حيث تم كسر الفوهة تمامًا لتأخذ الجدران المتبقية شكل حدوة حصان حول الفتحة.(2) تدفقات البازلت يتدفق الصهير على هيئة لافا تنساب فوق السطح مكونة كتلاً يتراوح سمكها مابين 5-10 امتار من صخور البازلت ويتدرج لونها من الرمادي إلى الرمادي الغامق.



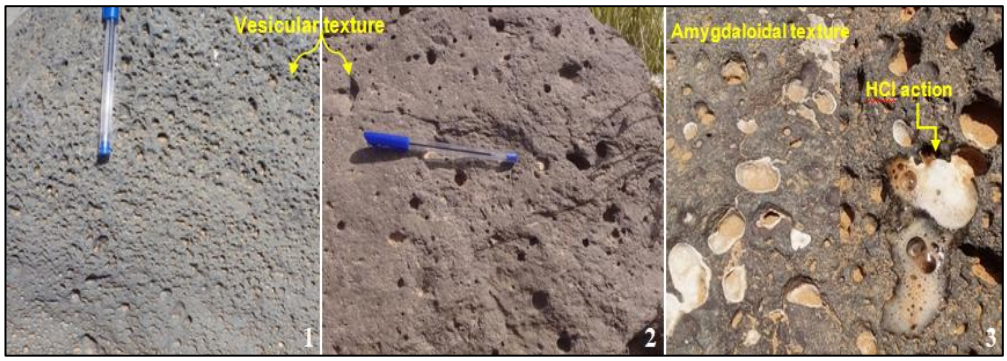
Volcanic cone & Basalt flow

(3) تراكيب اللافا الكتلية تنتج هذه التراكيب من تدفق الحمم البركانية عادة ما يزيد قطرها عن 5 أمتار، يتم تشكيلها نتيجة انفصال وتجزئة السطح الخارجي البارد للحمم بينما داخل الحمم لا يزال يتحرك.(4) تراكيب الكهوف النارية تشبه في الشكل الكهوف التي تتكون في صخور الحجر الجيري الكربونية ولكن تختلف عنها في آلية تكوينها حيث تتكون الكهوف النارية من كتل اللافا

المتدفقة على السطح نتيجة سرعة تبريد السطح الخارجي مكونا قشرة صلبة من الصخور النارية في حين يستمر تدفق المكونات الداخلية مكونة فجوة على هيئة كهوف يمكن ملاحظة تكونها باستمرار عند تتبعك لتدفقات اللافا لمسافات طويلة.

Blocky lava structures& Caves structures

(5)التراكيب الفقاعية فجوات تنتج من هروب الغازات والأبخرة أثناء المراحل الأخيرة من تصلب اللافا تأخذ أشكالاً بيضاوية مختلفة.(6) عندما تمتلئ هذه الفجوات برواسب ثانوية من معادن مختلفة كالكالسيت والسيلكا يتكون التركيب اللوزي.

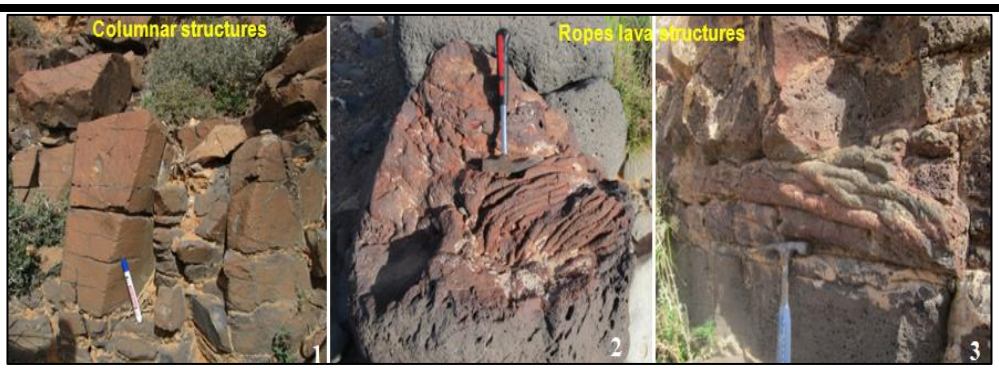


Vesicular structure& Amygdaloidal texture

(7) تراكيب الانسياب تظهر هذه الأنواع من التراكيب بسبب حركة الحمم وجريانها لتكون أحزمة أو خطوطاً أو عدسات تبين اتجاهها، إذا استمر انسياب وتدفق اللافا خلال مراحل التبريد والتبلور ينتج عن ذلك ترتيب للبلورات في اتجاه الانسياب تعكس اتجاهات جريان الطفوح البركانية، كما تعكس أشكال الفراغات الناتجة عن هروب الغازات وطريقة استطالتها اتجاهات الجريان بحيث يكون شكلها البيضاوي موازيا لـ .direction flow (8)النسيج الحبيبي الدقيق التحبب الحبيبات الدقيقة التي تكون البازلت تعكس نسيجاً حبيبياً دقيق التحبب تكون نتيجة التبريد السريع على سطح الأرض.

Flow texture& Fine-grained texture

(9) تراكيب الفواصل العمدانية عبارة عن مستويات وسطوح انفصال توجد بكثرة في الصخور النارية ناتجة عن التأثر بعوامل التجوية الميكانيكية المختلفة كالرطوبة والحرارة، وعادة يكون اتجاه هذه الفواصل عمودياً على اتجاه جريان اللافا ما يمكننا من تمييز الجسم الناري ما إذا كان قاطعاً أو سداً. ((10) تراكيب الحمم الظفائرية تراكيب انسيابية تتكون نتيجة حركة حمم اللافا وانسيابها فوق سطح الأرض مكونة كتلاً من الحمم البركانية في شكل مشابه لضفائر شعر المرأة، وهذا النوع من التراكيب يدل على اتجاه الجريان أو الانسياب الذي عادة ما يكون موازيا لها.



Columnar structures& Ropes lava structures

(11) التجوية الكروية عندما تتعرض الحمم البركانية للتعرية الفيزيائية تنتج عنها كتل من اللافا المستديرة الشكل حيث أثرت التجوية بشكل مكثف على زوايا وحواف الصخور أكثر من الوجوه الصخرية المستوية، مما يؤدي إلى ظهور الزوايا والحواف مصقولة ، تعرف التجوية الكروية باسم Concentric weathering (12) تراكيب التشقق والتقشر **Crusting & Cracking structures** عبارة عن مستويات وسطوح انفصال توجد بكثرة في الصخور النارية تنتج عن التأثر بعوامل التجوية الميكانيكية المختلفة كالرطوبة والحرارة.

Spheroidal weathering& Crusting & Cracking

بالإضافة إلى تغير التركيب الداخلي للمعادن، تسبب التجوية الكيميائية في تغيرات طبيعية. فمثلاً، عندما تتعرض قطع الصخور المزواة للمياه الجارية في الفواصل الصخرية فإن هذه القطع تأخذ أشكالاً مدورة. وتعطى هذه العملية الصخر المجوى مظهراً مكوراً، وعليه فإنها تسمى بالتجوية الكروية Spheroidal Weathering.

تخفيف الحمل Unloading: عندما تتعرض الأجسام النارية الكبيرة، خصوصاً تلك المكونة من الجرانيت، إلى التعرية تبدأ صفحات منه في الانفصال. وهذه الطريقة التي تنتج عنها قشور مثل قشور البصل تسمى بالتوريق Sheeting. ويعتقد بأن تكونها يعزى جزئياً إلى انخفاض الضغط عندما تنزاح الصخور التي تعلوها. فالطبقات الخارجية تتمدد أكثر وتنفصل عن بقية الجسم الصخري. ويسبب استمرار التجوية في النهاية انفصالاً في القشرة التي كونتها عملية التوريق بحيث تنزاح عن هذه الكتل الصخرية الكبيرة. وهذه التراكيب تعرف بقباب التقشر Exfoliation domes.

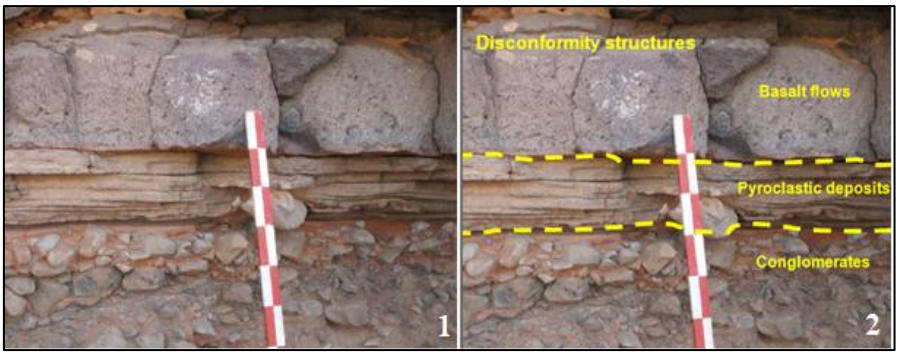
التمدد الحراري Thermal Expansion : يعتقد بأن التغيرات اليومية في درجة الحرارة تعمل على إضعاف مقاومة الصخور للتعرية وعلى الأخص في المناطق الجافة ذات الحرارة المرتفعة، حيث يزيد الفرق في درجة الحرارة اليومية عن 30°م. وتسخين الصخور يسبب تمددها ثم تبريدها بعد ذلك بسبب انكماشها. كما أن تعاقب هذه العملية (الانتفاخ والانكماش) في المعادن ذات المعدلات المختلفة، يحدث عنه ضغط على القشرة الخارجية للصخور. و يسود الاعتقاد بأهمية هذه العملية في تفتيت الصخور.

دسر الصقيع Frost wedging: يعتبر تفاوت التجميد والتدفئة من أهم عمليات التجوية الميكانيكية. وفي الواقع، تتسرب المياه إلى الشقوق والفراغات التي في الصخور، وعند تجمدها تتمدد وتدسر الصخور وتسمى هذه العملية بدسر الصقيع . ويحدث معظم دسر الصقيع في المناطق الجبلية ، حيث توجد دورة يومية للتجمد والتدفئة. وهنا تتعرض قطاعات صخرية للدسر، وقد تهوي مكونة أكواماً كبيرة تسمى منحدرات ركامية talus Slopes ، والتي توجد عادة في قدم البروزات الصخرية .

(12) تراكيب القواطع النارية ظهور أجسام من الصخور النارية المتداخلة نتيجة اقتحام الصهير في الشقوق والفواصل العمودية القاطعة لمستويات التطبق على شكل ألواح رأسية عرضها عدة سنتمترات وامتدادها عدة أمتار تظهر قاطعة لرسوبيات العصر الرباعي ما يدل على حداثة النشاط البركاني في منطقة الدراسة.

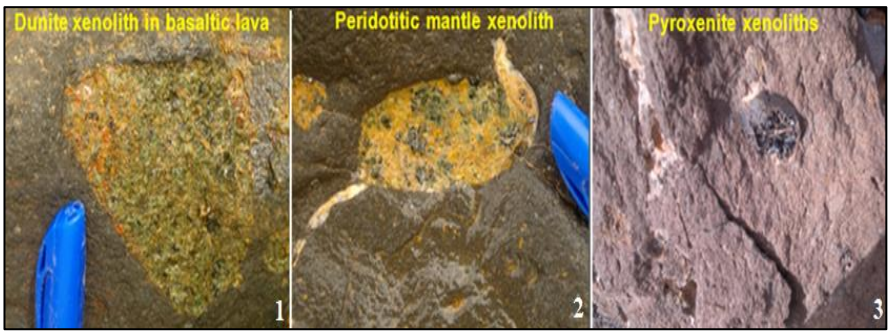
Dykes structures

(13) تراكيب عدم التوافق التخالفي ظهور لسطح عدم توافق يفصل بين طبقات أفقية من الصخور النارية والرسوبية حيث نجد طبقات من طفوح البازلت تعلو سطح الصخور الرسوبية لتكوين نالوت (الحجر الجيري الدلومايتي) مع وجود طبقة من الكونجلوميرات.



disconformity structures

(14) التركيب الزينوليتي غالباً ما يحتوي الصهير على قطع صخرية تندفع معه إلى السطح لتشكل جزءً من الصخور النارية القاعدية التي تختلف عنها في الخصائص والتركيب فهي من أنواع أخرى من الصخور النارية تشكلت في ظروف تختلف من حيث الحرارة والضغط، ووجود بعض البلورات من الأوليفين بها تشققات ناتجة عن التحرر المفاجئ من الضغط ما يدل على أن الصهير خرج بسرعة كبيرة ومباشرة من منطقة الوشاح دون التعرض للتوقف الذي قد يسبب حدوث عملية تبلور تجزيئي او تفاضل بلوري للصهير.



xenolith in basaltic lava from al Massn area

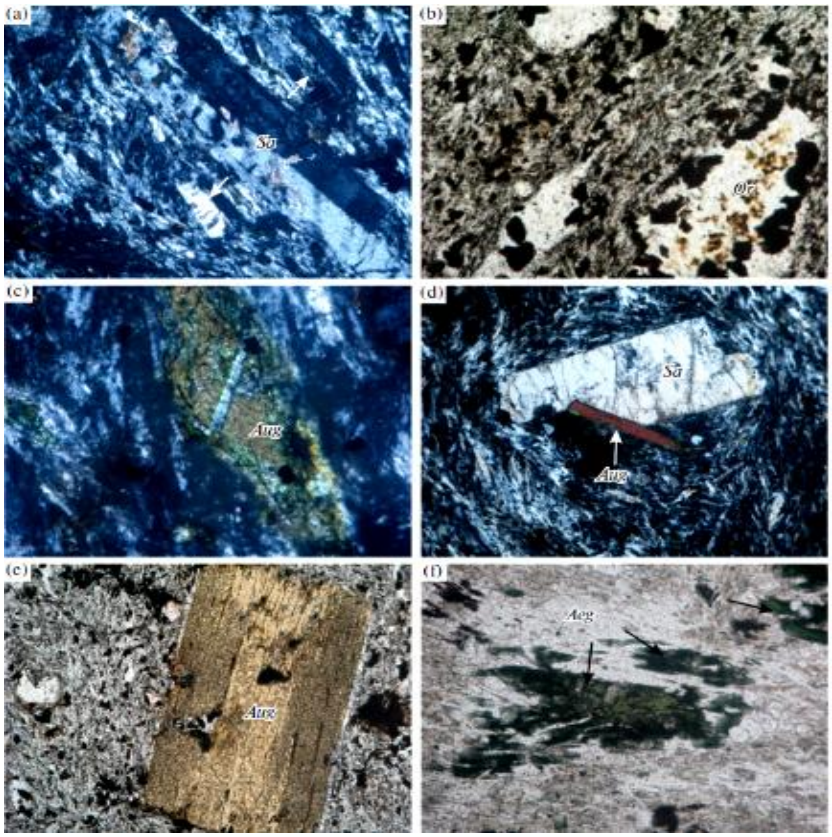
وصف بتروغرافي لبعض عينات الصخور البازلتية بالمنطقة

تشير صور شرائح عينات صخور البازلت بمنطقة الدراسة إلى التركيب المعدني الأساسي لصخور البازلت النارية السائد ظهورها بالمنطقة والمكونة لطفوح الحمم البركانية المدروسة، تظهر صخور البازلت دقيقة الحبيبات، وبورفيرية النسيج أحيانا على الرغم من أن البورفير لا يظهر واضحاً في العينات اليدوية، وهي تمثل بازلت أوليفيني قلوي ناعم)مجهري(إلى متوسط الخشونة بورفيري، وبازلت أوليفيني . أوجيتي قلوي، وبعض العينات يظهر فيها النسيج الجرياني Flow texture. الصخر بشكل عام ذو لون رمادي إلى أسود وأحيانا رمادي مع تلوّنات بأكاسيد الحديد نتيجة التأثر بعمليات التجوية الكيميائية المختلفة ، من خلال الدراسة المجهرية لعينات تحت المجهر المستقطب نجد أن أغلب العينات المدروسة تحتوى على فينوكريست لمعادن البيروكسين Pyroxene متمثلة في معدني الأوجيت Augite والإيجرين Aegerine، والفلسبار القلوى Alkali Feldspar متمثلة في معدن الساندين، مع بعض المعادن المعتمة Opaque، ونسيجها مكتمل الشكل جزئياً Hypoidiomorphic حيث تظهر معظم المكونات البلورية محاطة جزئياً بأوجه بلورية ناقصة الأوجه Subhedral وبعضها مكتمل Anhedral أو عديمة الأوجه Euhedral.

معدن الأوجيت (شكل4 e) يظهر في أغلب العينات بحبيبات غير مكتملة الأوجه بطول 1-4 مم، وفى داخل بعض البلورات عثر على بلورات معدن الفلسبار (الساندين) (شكل4c) ، مشكلة نسيجاً شبه أوفيتي Sub-Ophitic وهو النسيج الذى تكون فيه حبيبات معادن البيروكسين (الملونة) أكبر من الفلسبار ويحيط به من أكثر من جهة (شكل4c)، إلى جانب ذلك يعتبر البيروكسين أحد المعادن الرئيسة في الكتلة الخلفية Groundmass مع معادن الفلسبار، معادن الفلسبار

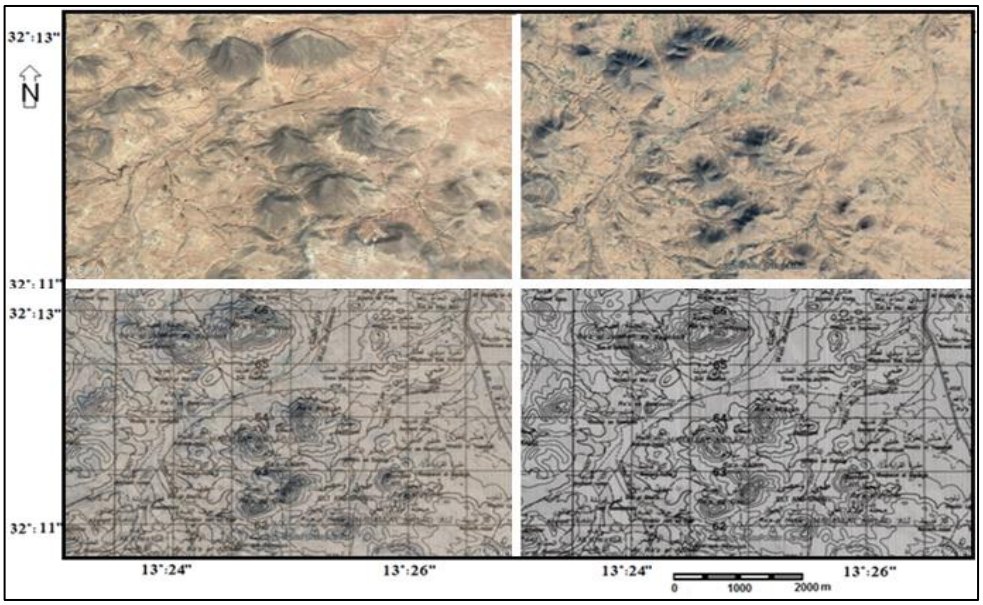
Feldspar كبيرة الحجم وبارزة (Phenocryst) شبه مستديرة الشكل Subround في الكتلة الخلفية، ويمثلها معدن الساندينSanadine ومعدن الارثوكليز Orthoclase (شكل4 a،b) بعض بلورات المعدنين تحتوى على مكتنفات بداخلها مثل الزجاج البركاني، بلورات الإيجرين Aegerine ناقصة الأوجه وتأخذ شبه اتجاهات واحدة مما يشير إلى تكوينها لنسيج اتجاهي يبين اتجاه الطفوح أثناء حركتها على السطح (شكل4 f).

المعادن القاتمة Opaque تضم معادن التيتانامغناتيت Titanomagnatite والذى يوجد على شكل بوكليل Poikilicaly ضمن بلورات الفلسبار.



شكل(19) صخور البازلت تخت المجهر: **Aug** أوجيت، **Aeg** ايجرين، **Sa** ساندين، **Or** ارثوكليز

انبثاقات الفونولايت من اهم الظواهر النارية الناتجة عن النشاطات البركانية قباب الفونولايت، وهي من الظواهر الواضحة بمنطقة الدراسة حيث توجد قباب المسن، الجمة الكبيرة، الجمة الصغيرة، مقرح، مقرح الطويل، الرأس الأزرق وراس الضبع وغيرها، وهي تتكون من فونولايت شديد الصلابة ذي نسيج دقيق الحبيبات أحياناً ، وأحيانا بوفيري النسيج، والفونولايت صخور نارية لونها أخضر باهت تتكسر على هيئة صفائح وتعطي رنينا عند طرقها، وهي غنية في تركيبها بمعادن النيفيلين والليوسيت والساندين والايجيرين اوجيت.



خريطة كنتورية لقباب الفونولايت جنوب غرب ترهونة

من اهم أنواع أنسجة الفونولايت التي لاحظناها في الحقل النسيج الدقيق الحبيبات الذي تكون نتيجة تبريد سريع عند خروج الصهارة بالقرب من السطح ويسمى بالنسيج الأفانيتي.

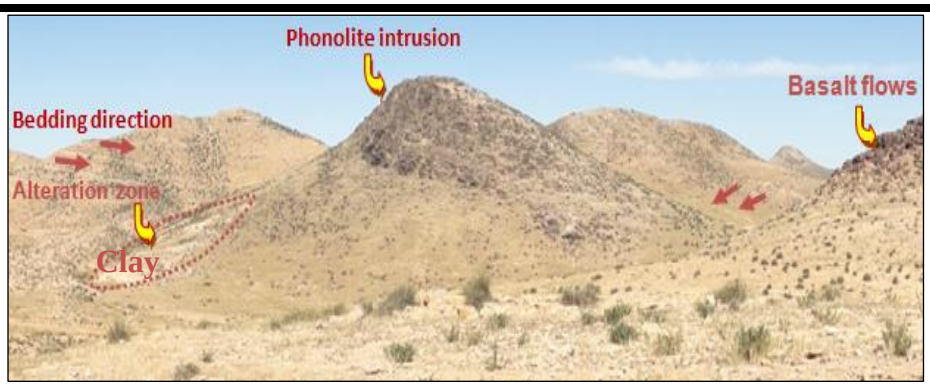
أهم أنواع أنسجة الفونولايت(حبيبي ـ بورفيري ـ تراكيتي)

النسيج البورفيري يتكون عند بدء التبريد في الأعماق ثم خروج الصهارة للسطح قبل أن يتصلب كليا حيث في الحالة الأولى يبرد ببطء فتنمو بلورات المعادن التي تتبلور أولاً وتصبح كبيرة الحجم نسميها فينوكرست وفي الحالة الثانية عندما تقترب الصهارة من السطح يصبح معدل التبريد سريعاً وفترة التبلور قصيرة والمعادن المتكونة تكون دقيقة تمثل الأرضية وهذا النسيج يسمى بالبورفيري، النسيج السرياني (التراكيتي) نسيج ينتج عن أخذ البلورات لوضع اتجاهي نتيجة لتدفق دفعات جديدة من الصهير إضافة إلى قابلية الصهير للحركة نتيجة لقلة اللزوجة.

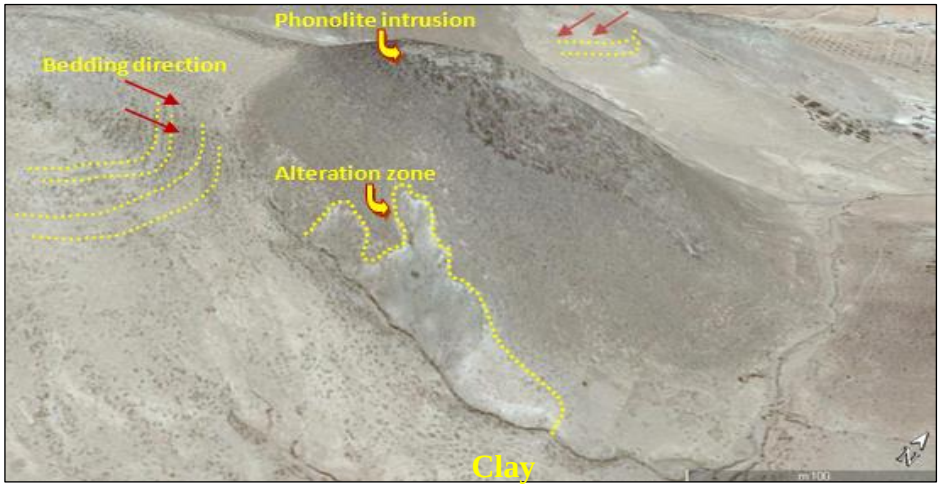
وتعتبر العلاقات الحقلية لمتداخلات الفونولايت مع الصخور المحيطة مؤشرات تفيد في معرفة عديد الخصائص التي ميزت النشاطات النارية بالمنطقة والظروف المصاحبة لها من تصدع وتقبب وعمليات إحلال وتمعدن وعمليات لاحقة أدت إلى تغيرات في اللون والصلابة، كل هذه العلاقات أمكن مشاهدتها في الحقل ولو جزء يسير منها ، وكان لها دلائل واضحة، وسنقدم في هذه الورقة بعض التفسيرات لهذه العلاقات والتي تحتاج إلى العديد من الدراسات الجيوكيميائية والبتروغرافية لدعمها، من أهم هذه العلاقات (1) في متداخلة الفونولايت (مقرح) لاحظنا رفع لأجزاء من تكوين سيدي الصيد تم عزلها في الأجزاء العليا من المتداخلة ما يعطي انطباعاً على أن صخور المتداخلة النارية أحدث عمرا من تكوين سيدي الصيد.(2) طبقات الصخور الرسوبية لتكوين سيدي الصيد

ونالوت تميل في اتجاه المتداخلة النارية لقبة فونولايت الجبل الأزرق في منطقة الكاطاي في حين من المفترض أن تكون دفعت لتميل في الاتجاه المعاكس، يمكن إعطاء أكثر من تفسير لهذه الحالة (اولا) ان هذه الطبقات قد تأثرت ورفعت بفعل نشاط ناري آخر أحدث من هذا المتداخل الناري وأدى إلى عكس ميولها. (ثانيا) قد يحدث هبوط حول فوهة الرقبة البركانية نتيجة حدوث فراغ ناتج عن صهر المكونات ما أدى إلى حدوث انهيار وميول للطبقات في اتجاه المتداخلة النارية. (ثالثاً) احتمال خروج الصهير المكون للمتداخلة عبر نظام من الفواصل والصدوع دون حدوث دفع واضح للطبقات يودي إلى ميولها إلى الخارج. (3) وجود قاطع ناري من صخور البازلت يقطع صخور الفونولايت بقبة الجبل الأزرق في منطقة الكاطاي بالجزء الجنوبي للمتداخلة، استطعنا من خلال وجود هذا القاطع تحديد العمر النسبي بينه وبين صخور الفونولايت، حيث يعتبر أحدث من صخور الفونولايت وقد أسهمت المحاليل المائية الحارة المصاحبة له في حدوث عمليات تجوية كيميائية لجزء كبير من صخوره ومكونتا طبقات من الصخور الطينية.

رفع لأجزاء من تكوين سيدي الصيد



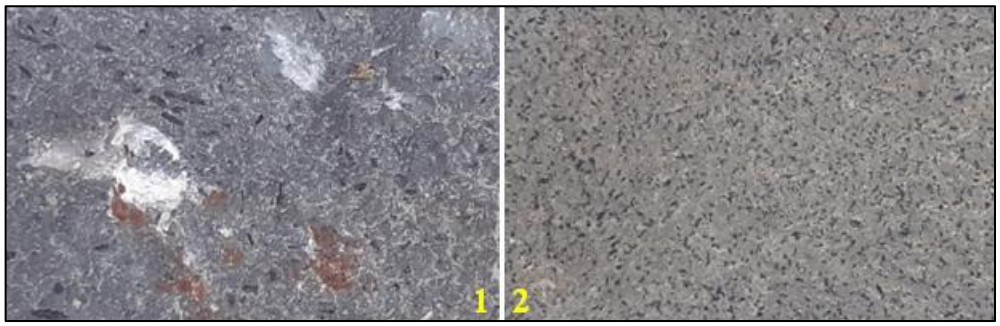
صخور تكوين سيدي الصيد تميل في اتجاه الفونولايت



فونولايت متأثر بالتجوية الكيميائية

(4) وجود الفواصل والتشققات في كل متداخلات الفونولايت ، واختلاف ألوانها الخارجية التي تتراوح من الرمادي إلى البني الفاتح عن لونها الداخلي الأخضر الزيتوني غير المجوى ، وهذا ناتج عن التأثر بالعوامل الخارجية. (5) تغير النسيج من الأشياء التي لوحظت في الحقل حيث يتغير النسيج من الفونولايت التراكيتي إلى الفونولايت الدقيق الحبيبات، كما لاحظنا تكرار ظهور الفونولايت البورفيري النسيج الذي يحتوي على حبيبات منشورية سوداء اللون من الاوجيت تتوزع

في أرضية من المعادن الناعمة الخضراء. (6) من الملاحظات الحقلية المهمة وجود نوع من الفونولايت يختلف في اللون عن المتداخلات الأخرى حيث يتميز بلونه الرمادي ونسيجه البورفيري ويحتوي في تركيبه على حبيبات واضحة بالعين من فلسبار البلاجيوكليز وحبيبات منشورية من البيروكسين اوجيت، ونوصي بإجراء دراسة جيوكيميائية وبتروغرافية لهذا النوع من الفونولايت لتحديد تسلسله من حيث التركيب المعدني.



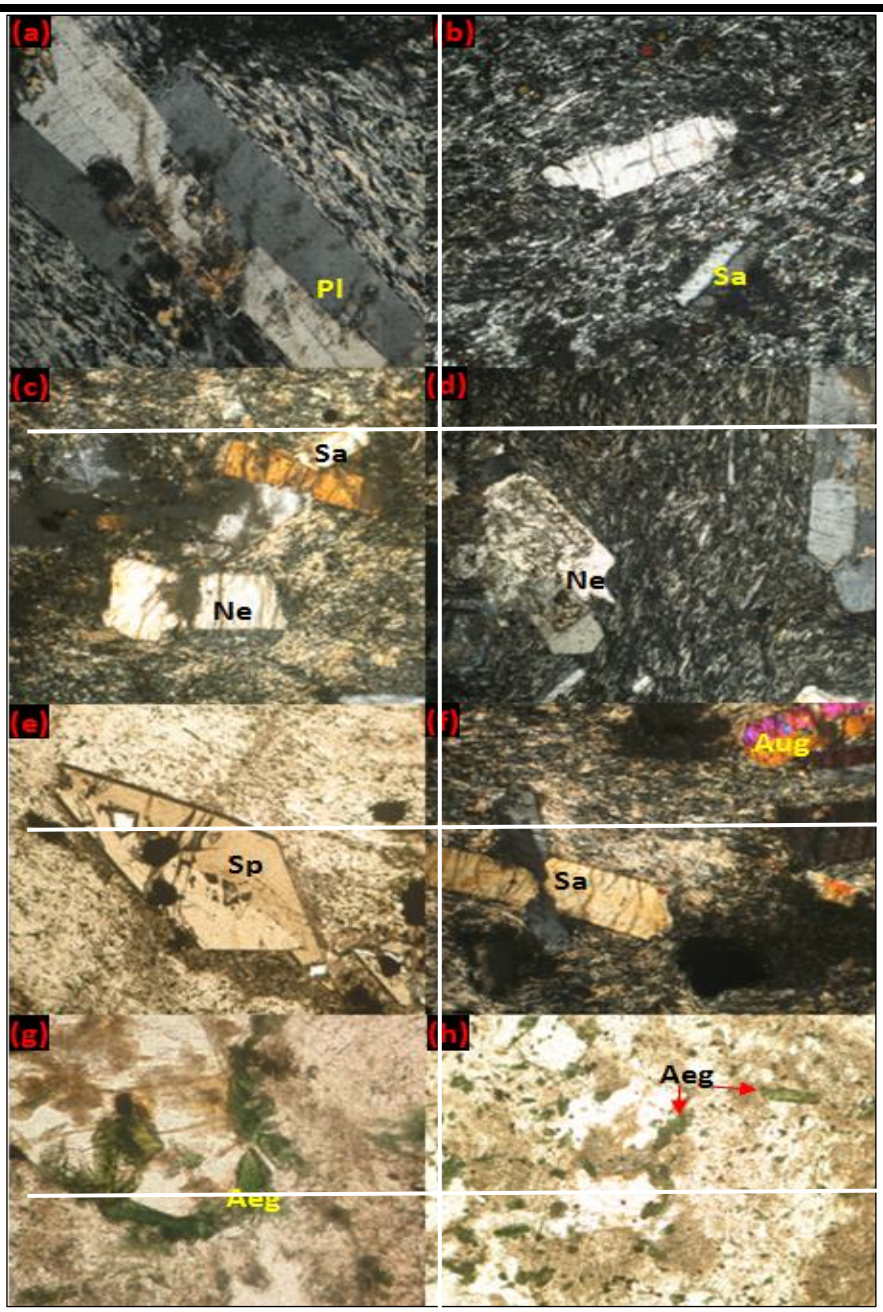
(1)الفونولايت البورفيري الرمادي المسود ، (2)الفونولايت الحبيبي الأخضر المزرق

وصف بتروغرافي لبعض عينات صخور الفونولايت بالمنطقة

تشير صور شرائح عينات صخور الفونولايت بمنطقة الدراسة إلى التركيب المعدني الأساسي لصخور الفونولايت النارية السائد ظهورها بالمنطقة على شكل قباب الفونولايت، أغلب صخور الفونولايت دقيقة الحبيبات وأحيانا بورفيرية النسيج يظهر فيها البورفير بتوجه واضح فى العينات اليدوية مكونا نسيجاً اتجاهياً تراكيتياً يدل على اتجاه التدفق، الصخر بشكل عام ذو لون أخضر مزرق وأحيانا به تلوّنات بأكاسيد الحديد نتيجة الثائر بعمليات التجوية الكيميائية المختلفة، وتتميز صخور الفونولايت عامة بوجود بلورات خشنة كاملة الأوجه من النيفيلين والفلسبار القلوي وبلورات منشورية من الاوجيت واحيانا البلاجيوكليز، وتظهر صخور الفونولايت البورفيري

النسيج به بلورات خشنة من الساندين في كتلة خلفية Groundmass دقيقة التبلور واضحة التوجه، اضافة الى النيفيلين والاسفين ونسبة قليلة من المعادن المافية وأكاسيد الحديد.

من خلال الدراسة المجهرية لعينات تحت المجهر المستقطب، كما هى موضحة بالشكل (4) نجد أن أغلب العينات المدروسة تحتوى على فينوكريست لمعادن الفلسبار القلوى Alkali Feldspar متمثلة في معدن الساندين، ومعدن الأوجيت الذي يظهر بحبيبات مكتملة الأوجه، وفى داخل بعض البلورات عثر على بلورات معدن الفلسبار القلوى (الساندين) مشكلة نمو مشترك مع معادن فلسبار البلاجيوكليز(شكلf4)، بعض المعادن القاتمة Opaque تضم معادن أكاسيد الحديد تتواجد على شكل بوكليل Poikilicaly ضمن بلورات فلسبار البلاجيوكليز والنيفيلين والساندين.



صخور الفونولايت تحت المجهر: **Aug** أوجيت، **Aeg** ايجرين، **Sa** ساندين، **Ne** نيفيلين، **Sp** اسفين، **Pl** بلاجيوكليز

المراجع باللغة العربية

1. عبدالسلام تركماني ومروان الشرع (2009م)، دراسة بتروغرافية وجيوكيميائية لصخور البازلت الحديثة شمال شرق سوريا، مجلة جامعة دمشق للعلوم الاساسية ،المجلد 25، العدد الاول.
2. عياد المبروك، أسامة الغول وعبدالمنعم عبدالسلام (2017م)، تطبيقات الاستشعار عن بعد في دراسة الصخور النارية بمنطقة المسن جنوب غرب ترهونة شمال غرب ليبيا،المؤتمر الدولي للتقنيات الجيومكانية (ليبيا جيوتك3).
3. مصطفى حبيب،(2012م)، دراسة بتروكيميائية للصخور البازلتية في منطقة أبوالظّهور- جرجناز شمال غرب سورية، مجلة تكريت للعلوم ،المجلد 17، العدد الاول.

المراجع باللغة الانجليزية

4. Blatt, Harvey and Robert J. Tracy (1996) Petrology: Igneous, Sedimentary, and Metamorphic, W.H.W. Freeman & Company; 2nd ed., pp. 26–29.
5. P. M. Vincent, “The evolution of Tibesti volcanic province, Eastern Sahara,” in African Magmatism and Tectonics, T. N. Clifford and I. G. Gass, Eds., pp. 301–319, Oliver and Boyd, Edinburgh, UK, 1970.
6. M. T. Busrewil and W. J. Wadsworth, “Preliminary chemical data on the volcanic rocks of Al Haruj area, central Libya,” in The Geology of Libya, M. J. Salem and M. T. Busrewil, Eds., pp. 1077–1080, Academic Press, London, UK, 1980.

.7 M. T. Busrewil, The petrology and geochemistry of Tertiary volcanic rocks from Ghirian area, Tripolitania, Libya [Ph.D. thesis], University of Manchester, 1974.

.8 M. T. Busrewil and W. J. Wadsworth, “The basalts and associated lherzolite xenoliths of Waw-an-Namus volcano,” Libyan Journal of Science, vol. 12, pp. 19–28, 1983.