دراسة وصفية لبعض المعادن في الرواسب الناتجة عن تجوية الصخور البازلتية في بيئات المراقد المائية بمجاري وادي المسن جنوب غرب مدينة ترهونة

عبدالمنعم عبدالسلام البركي عياد فرج المبروك

قسم علوم الأرض– كلية العلوم– جامعة الزيتونة

المستخلص

بسبب صعوبة دراسة الطفوح النارية القاعدية المتدفقة بمنطقة المسن جنوب غرب مدينة ترهونة وذلك لصعوبة تضاريسها، مما يصعب الوصول إليها بوسائل الموصلات العادية، لذلك تم اللجوء لدراستها من خلال الرسوبيات الناتجة عن تجويتها في بيئات المراقد المائية لوادي المسن الذي يمر خلال هذه الطفوح البركانية للتعرف على مكوناتها من المعادن الثقيلة، تم تجميع العينات وأجريت لها عمليات فصل مختلفة في عدة مراحل وذلك اعتماداً على خصائصها المختلفة كالحجم الحبيبي، الخاصية المغناطيسية والكثافة النوعية، ودراستها مجهرياً للتعرف على بعض المعادن الثقيلة كالاوليفين والبيروكسين والامفيبول والمغناتيت والهيماتيت، بالإضافة إلى معادن الكوارتز، البلاجيوكليز، الميكا والكالسيت، ووصف هذه المعادن للتعرف على بيئات نشأتها وأهميتها الاقتصادية.

الكلمات المفتاحية: الثبات الكيميائي، الطفوح البازلتية، الحجم الحبيبي.

المقدمة

نتيجة تعرض الطفوح البركانية لعمليات التعرية والتجوية الكيميائية بسبب العوامل الجوية المختلفة من حرارة ورطوبة وأمطار ورياح وغيرها، فإن جزء كبير منها يتم تحطيمه وتهشيمه وتبدأ مكوناته المعدنية في التفكك وتنقل بواسطة المجاري المائية وترسب على ضفاف الوديان، أو تتحور إلى نواتج ثانوية أخرى، وهذه المعادن يطلق عليها أحيانا المعادن الثقيلة، والتي تتميز بكثافتها العالية ومقاومتها للإذابة والأكسدة كيميائيا وللبري ميكانيكيا، وعند تركيز هذه المعادن بنسب معقولة تعطي احتمالات اقتصادية. وتتحرر المعادن الثقيلة من صخورها الأم بواسطة عمليات التجوية ويتم تركيز

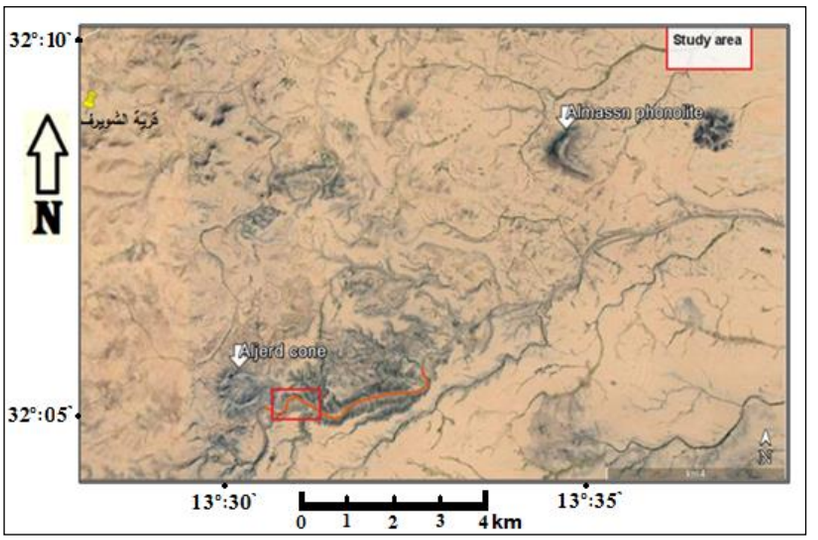
هذه المعادن بواسطة المياه الجارية حيث تقل سرعة التيار الناقل عندما يتسع مجرى النهر أو عندما يصطدم هذا التيار بتيار آخر أو بكتل صخرية ونتوءات مرتفعة تقطع مجراه.

هناك العديد من المعادن الخام، وخاصة المعادن الثقيلة ذات الأهمية الاقتصادية قد تصاحب بعض الصخور النارية الطفحية القاعدية بأنواعها المختلفة، تكون غير منكشفة على السطح، أو مغطاة بطبقة من الرواسب أو الطفوح البركانية، أو الردم بالكثبان الرملية، حيث قد يصعب دراستها مباشرة في الصخور لعدم التمكن من العثور عليها بالطرق المباشرة، الأمر الذي يتطلب استعمال بعض الطرق غير المباشرة مثل دراسة الرسوبيات الناتجة من تجويتها في مراقد الوديان، في هذه الدراسة تم تتبع بعض المجاري المائية بوادي المسن التي تمر عبر الطفوح البركانية جنوب غرب مدينة ترهونة حيث تتجمع وتتركز المعادن الثقيلة في الأماكن التي تنخفض فيها سرعة التيار المائي في بيئات المراقد المائية.

منطقة الدراسة تقع جنوب غرب مدينة ترهونة بحوالي 30 كم، والوادي التي تمت فيه الدراسة الحقلية يتجه من جنوب غرب الى شمال شرق وطوله حوالي 15 كم، يقع عند إحداثيات`18:`06:°32 شمالا : ``35:`31:°13 شرقا ، شكل(1).

يوجد عدد قليل جداً من الدراسات لهذه المنطقة كان أهمها الدراسة التي قام بها **عياد المبروك وآخرون سنة 2017م** والتي استخدم 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 وماجاورها، وكذلك الدراسة التي قدمها Piccoli 1971م حول النشاط الناري البركاني في شمال غرب ليبيا حيث تناولت الصخور النارية بالمنطقة، والدراسة التي قام بها Gray 1971م والتي تناولت الجانب التركيبي وأصل قبة غريان ومن ضمنها منطقة الدراسة، والدراسة التي 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.



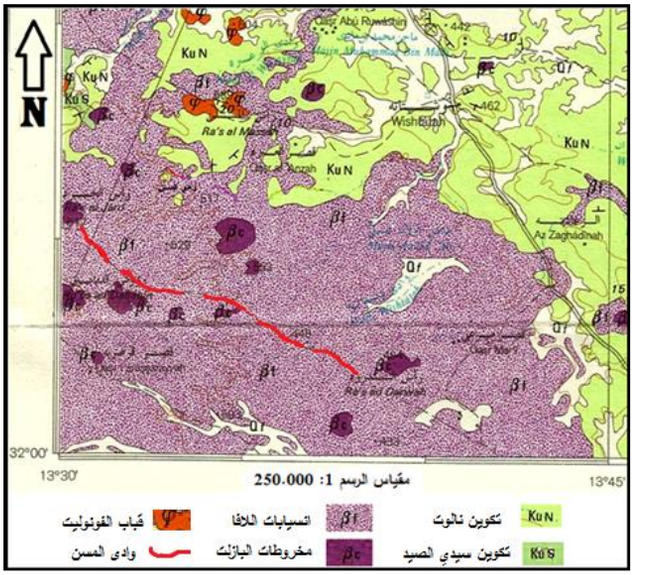
شكل (1) : موقع الدراسة

تمت هذه الدراسة في ثلاث مراحل متتالية بدءاً بتجميع البيانات والمعلومات عن المنطقة المدروسة، مرورا بالدراسة الحقلية التي تضمنت تحديد المجاري المائية المستهدف تجميع الرسوبيات منها، تجميع العينات وغربلتها بمناخل ذات أحجام مختلفة، وانتهاءً بالدراسة المعملية التي أجريت خلالها عمليات فصل مختلفة للحصول على المعادن الثقيلة من الرسوبيات بعد التخلص من الشوائب الأخرى ، وأخيراً دراسة هذه العينات مجهرياً للتعرف على أهم المعادن الموجودة ووصفها.

الجيولوجيا العامة لمنطقة الدراسة

المظهر الطوبوغرافي والوضع الجيولوجي العام للمنطقة يبين أنها قد تعرضت لتغيرات جيولوجية ومناخية متعددة، فقبل بداية العصر الثلاثي كانت مياه البحر تغطي معظم المنطقة، وقد ترتب على ذلك تكون طبقات سميكة من الصخور الجيرية ينتمي معظمها إلي الكريتاسي المتأخر، وفي أواخر العصر الثلاثي تأثرت منطقة الدراسة باندفاع اللافا البازلتية الداكنة اللون، والتي تتميز بقلة اللزوجة

نتيجة لارتفاع درجة حرارتها، ومحتواها المنخفض من السيليكا، فانسابت على المنحدرات بسرعة ولمسافات بعيدة مكونةً طفوح بركانية تغطي أغلب صخور المنطقة، وقد تأثرت هذه الطفوح بعمليات التعرية الميكانيكية والتجوية الكيميائية نتيجة لتعرضها للعوامل الجوية المختلفة من حرارة ورطوبة وأمطار ورياح وغيرها، ثم نقلت نواتج عمليات التعرية بواسطة المجاري المائية ورسبت على ضفاف الوديان شكل (2).



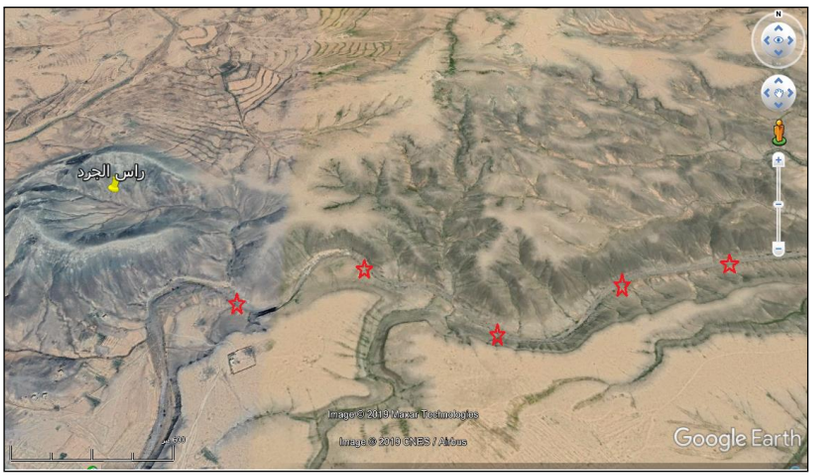
شكل(2) : الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة

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.

تجميع العينات وعمليات فصل المعادن

تم تجميع العينات من المجاري المائية لوادي المسن على نقاط تبعد عن بعضها مسافة 500 متر تقريباً، وتم أخذها على عمق 30-40 سم وذلك بعد إزالة الغطاء السطحي الخشن لأن أهم المعادن

وخاصة الثقيلة منها يتم تجميعها من الأجزاء الصغيرة الحجم الحبيبي، أما عينات المعادن التي يتوقع أن تكون الأسرع في التجوية فقد جمعت من أقرب نقاط للكتل الصخرية البازلتية شكل (3).



شكل (3) : مواقع أخذ العينات من المجرى المائي (وادي المسن)

تم فصل المعادن في عدة مراحل وذلك اعتماداً على خصائصها المختلفة، وأجريت عمليات غربلة للعينات مبدئياً في الحقل وذلك لغرض تقليل الحجم الحبيبي وللحصول على أكبر قدر من العينات، واستناداً إلى الخاصية المغناطيسية فقد تم فصل المعادن بواسطة المغناطيس العادي بعد أن تم نخلها، والهدف من هذا هو الحصول على المعادن الحديدية والتي أهمها المغناتيت والهيماتيت، العينات المتبقية فصلت اعتماداً على كثافتها النوعية، وذلك بعد أن تم تعويمها وشطفها بالمياه لإزالة بعض الأطيان أو الترب العالقة بها، حيث تعذر فصلها بواسطة السوائل الثقيلة مثل البروموفورم لعدم توفره ثم أعيدت الكرة مرة أخرى بفصل المعادن بواسطة المغناطيس بعد أن تم شطفها بالماء لكي تسهل عمليات تشخيصها تحت المجهر.

تعتبر الصخور السطحية البازلتية أسرع الصخور السطحية تأثراً بالعوامل الخارجية (التجوية)، لاحتوائها على المعادن التي تتبلور مبكراً وفقاً لسلسلة بوين للتفاعل، ونتيجة لذلك يحدث لها إما تفتت بحيث تنفصل المعادن عن بعضها، وبذلك فإن بعض المعادن تترسب وتتحلل في مكانها،

وأخرى تنقل إلى مسـافات بعيدة ، وتحتوي الصـخور النارية البازلتية على مجموعة من المعادن الأسـاسـية والإضـافية ، وهذه المعادن تكون أثقل في الوزن النوعي من الكوارتز والفلسـبارات، حيث يكون وزنها النوعي اكبر من 2.9 ولذلك تسمى هذه المعادن باسم "المعادن الثقيلة شكل (4).

شكل (4) : عمليات فصل المعادن (الغربلة، المغناطيس، التعويم)

هناك معادن سريعة التجوية تتأثر بالعوامل الخارجية فتتفكك وتنقل لمسافات قصيرة، وعادة تتوضع بجوار الصـخور المكونة لها على هيئة رواسـب متبقية، ومثال لذلك معادن فلسـبارات البلاجيوكليز الأوليفين والبيروكسـين، ومنها معادن تتميز بمقاومتها للإذابة والأكسـدة كيميائيا وللبري ميكانيكيا، لذلك تنقل لمسـافات طويلة وتترسـب في مناطق بعيدة عن مصـادرها، وعند تركيز هذه المعادن بشكل متكرر في مكان واحد قد تصل تركيزاتها لتكون خامات اقتصادية.

ويستفاد من دراسة المعادن الثقيلة في تمييز الصخر الأم أو الصخور الأصلية لهذه المعادن، ومن ثم معرفة إقليم المصدر ومنشأ الصخور الحاملة لها، ويتم تحرير المعادن الثقيلة من الصخور الأم بواسطة عمليات التجوية، وتركيزها بواسطة المياه الجارية والجاذبية.

تترسب هذه المعادن عندما تقل سرعة التيار الناقل، وذلك باتساع مجرى النهر مثلا، أو عندما يصطدم هذا التيار بتيار آخر أو بكتل صخرية ونتوءات مرتفعة تقطع مجراه، ويكون الترسيب على ضفاف الوديان في المنعطفات أو الدلتا وغيرها، وبالتالي فإن دراسة هذه الرواسب تعكس أو تبين آلية الترسيب والنقل وكذلك بعد وقرب صخور المصدر.

فمن حيث آلية الترسيب فإن المياه لها آلية واضحة للترسيب حيث إن المياه تتخلص من حمولة المعادن الثقيلة بمجرد انخفاض التيار، وعادة تزداد نسبة المعادن الثقيلة كلما تناقص حجم جسميات

الراسب، فالمعادن الثقيلة نتيجة لكثافتها العالية عادة ما تنتقل عن طريق الزحف والدحرجة، وهذا عادة ما يجعل حبيباتها مصقولة وذات استدارة جيدة وخاصة عندما تكون منقولة لمسافات طويلة، وتمتلك معظم المعادن الثقيلة احتمالية منخفضة للبقاء بسبب عدم الثبات الكيميائي والفيزيائي (الميكانيكي)، وهذه المعادن يندر أن توجد في الصخور الرسوبيات القديمة، ويعود السبب في اختفائها إلى عدم الثبات الكيميائي في نطاق التجوية، والسبب الآخر متعلق بعدم ثباتها كيميائيا أثناء عملية النشأة.

أما من حيث بعد وقرب صخور المصدر، فيمكن معرفته من خلال الشكل الخارجي للحبيبات، ويمكن أيضا معرفة بعد وقرب صخور المصدر من خلال المكونات المعدنية، حيث أن بعض المكونات المعدنية لها القدرة على تحمل أو مقاومة عمليات التعرية والنقل وبالتالي نجد تلك المعادن مستقرة وموجودة، وهناك بعض المعادن ليس لها القدرة على تحمل عمليات التعرية والنقل، وفي حالة وجود هذه المعادن فإنه دليل على قرب صخور المصدر، وعند وجود المعادن الثابتة ذات المقاومة العالية مثل الكوارتز، واختفاء المعادن غير الثابتة مثل الأوليفين، البيروكسين والأمفيبول فإنه دليل على بعد صخور المصدر.

تشمل المعادن الثقيلة أنواع عديدة من المعان المعتمة والشفافة، وتشمل مجموعة المعادن المعتمة الأكاسيد والكبرتييدات والخامات المعدنية، وغالبا ما تكون المعادن المعتمة هي المعادن السائدة.

تمت دراسة العينات مجهرياً للتعرف على بعض المعادن الثقيلة ومن أهمها الاوليفين، البيروكسين، الامفيبول، المغناتيت والهيماتيت، اضافة الى معادن الكوارتز، البلاجيوكليز، الميكا والكالسيت، شكل (5) يوضح بعض عينات المعادن التي تم التعرف عليها.

معادن الاوليفين: تتركب مجموعة معادن الأوليفين من سيليكات الحديد والماغنسيوم، وتتراوح من معادن الفورستريت المغنيسي$MgSiO_4$ الى الفيالايت الحديدي $FeSiO_4$، ويتميز الأوليفين بلونه الاخضر الزيتوني، وبريقه الزجاجي، وتتراوح صلادته ما بين 6–7 في مقياس موهو، وشكل الحبيبات غير مكتملة الأوجه.

وتوجد معادن الأوليفين في صورة بلورات مكونة للصخور الفوق قاعدية المعروفة باسم الدونيت والتي تتكون أساساً من الأوليفين، ولأن الدونيت سهل التحلل إلى سربنتينايت فنادراً ما يتواجد الدونيت النقي بكميات كافيه ليكون راسباً اقتصادياً، ويعتبر الأوليفين من المعادن النادرة في المركزات المعدنية فحبيبات الأوليفين غير مستقرة ودائما ما تكون متشققة، وبفعل عوامل التعرية والتجوية فإن لون الأوليفين يتغير إلى اللون المحمر وتتفكك بلوراته من الصخور الحاوية له وتتساقط مع الفتات الصخري المتجمع في مراقد الاودية، وعادة ما يتم العثور على الأوليفين بالقرب من صخور المصدر وعندما يتم نقله لمسافات فإنه يتحلل ويذوب شكل (5).

إن التركيب الكيميائي للأوليفين يجعله مناسباً ليستخدم كعامل مساعد للصهر ومكثف للخبث في أفران صناعة الصلب، كما أنه يحسن التبطين ويقلل من استهلاك الفحم ويستخدم الأوليفين كذلك في سباكة وتشكيل الرمل في قوالب خاصة لسبك الصلب، وفي صناعة الطوب الحراري شكل (5).

شكل (5) : معدن الاوليفين

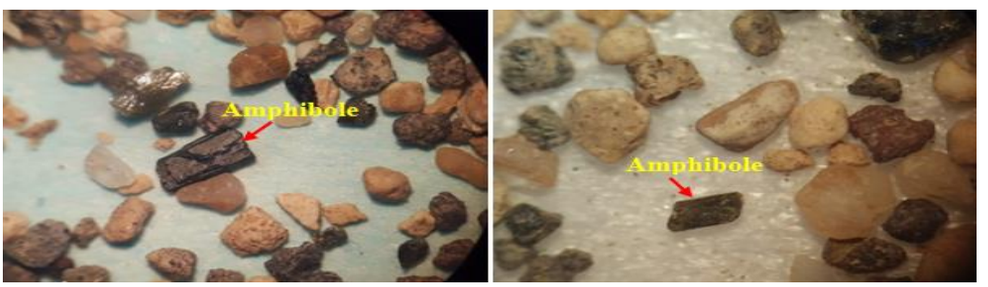
معادن البيروكسين: معادن البيروكسين لها شكل المنشور وقد تكون عمدانية قصيرة وأحيانا إبرية الشكل يتغير لون الحبيبات من البنية الفاتحة إلى البنية المخضرة إلى الخضراء الغامقة إلى شبه سوداء، المعدن شفاف ولكن الحبيبات غامقة اللون لا تظهر عليها الشفافية، البريق زجاجي، الصلادة 7.5 ، المعدن هش عند تكسيره ينقسم إلى قطع إبرية غير متساوية.

ومعادن البيروكسين من المعادن الشائعة في تركيب الصخور النارية القاعدية، ويتواجد في المركزات بكثرة لكنه يتأثر بعمليات النقل (غير ثابت)، وتتبلور معادن البروكسين في فصيلتي المعيني القائم

والميل الواحد، وحبيبات البيروكسين التي تتواجد في المركزات تكون مطولة وعليها آثار النقل على السطح شكل (6).

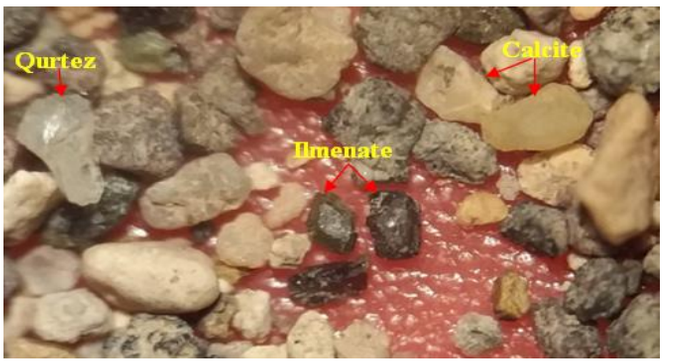
شكل (6) : معدن البيروكسين

معادن الامفيبول: مجموعة معادن الأمفيبول من المعادن الشائعة والهامة في تركيب الصخور القاعدية وتشبه إلى حد كبير معادن البيروكسين، ولكن هناك بعض الفوارق والتي تعزى إلى الاختلاف في البناء الذري بين المجموعتين، تضم هذه المجموعة العديد من المعادن الشائعة التي تتبلور في فصيلتي المعيني القائم والأحادي الميل والثلاثي الميل، يوجد عادة في هيئة إبرية أو منشورية، تتراوح الصلادة مابين 5.5 - 6، وهي معادن نصف شفافة لها بريق زجاجي وانفصام في اتجاهين متقاطعين بزاوية °60 -°120، اللون رمادي يقتم كلما زادت نسبة الحديد شكل (7).



شكل (7) : معدن الأمفيبول

معدن الالمينيت $(FeMg)TiO_2$: يعتبر من معادن المركزات الواسعة الانتشار، ويكثر تواجده في مناطق تواجد الصخور النارية القاعدية والبجماتيت القلوي، يعتبر من المعادن الثابتة ولذلك يمكن أن يحمل عن طريق الأوساط المختلفة لمسافات طويلة عن صخوره المصدرية، ومع ذلك تظل بعض حوافه وزوائده بارزة، اللون صمغي أسود، المخدش أسود، البريق نصف فلزي وصمغي، الصلادة 5 - 6، يتواجد معدن الالمنيت مع معادن الزركون والروتيل والهيماتيت، ويتكون من (36.5 Fe %، 31.6 Mg %) ويتم التعرف عليه في المركزات من خلال اللون (الصمغي الأسود) والبريق الصمغي، وبلوراته مزواة او شبه مزواة شكل (8).

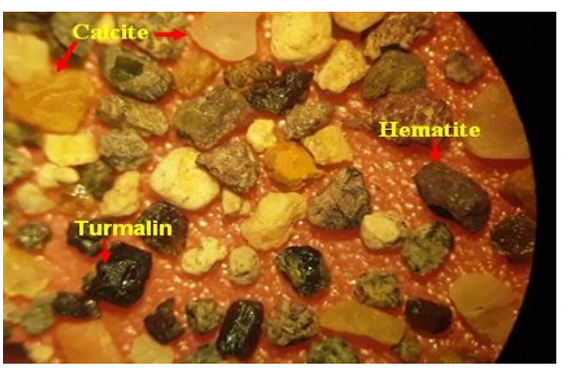


شكل (8) : معدن الالمينيت

معدن المغناتيت (Fe3O4) يحتوي على (FeO %31، Fe2O3 %69)، تنتمي إلى فصيلة المكعب، معدن غير شفاف لونه حديدي أسود، والبريق معدني، الصلادة 5.5 - 6.5، يتواجد بكثرة في المركزات وذلك بسبب تنوع صخوره المصدرية، يتصاحب المغناتيت مع معادن الالمنيت والكرومايت والجارنت والزركون، عادة بلورات المغناتيت في المركزات غير متساوية ولها مكاسر مختلفة، وأسطحها غير متساوية، وعادة ما تكون البلورات ناقصة، وبعض الأوجه عند النقل تفقد العديد من حوافه وزواياه، ويمكن العثور عليه من خلال خاصية المغناطيسية العالية شكل (9).

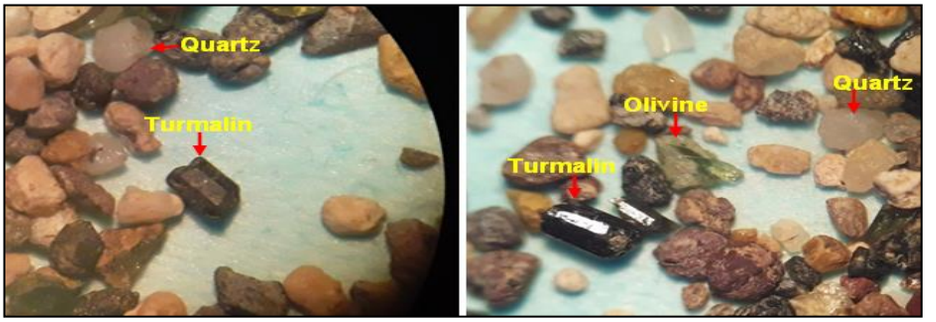
شكل (9) : معدن المغناتيت من العينات المدروسة وفي المركزات

معدن (الهيماتيت (Fe2O3) من معادن أكاسيد الحديد المغناطيسية، يمتاز بلونه البني المائل للاحمرار إلى الأسود، البريق فلزي، هش يمكن تكسيره ببساطة، غير شفاف، يتواجد في المركزات بكثرة، ينتمي الى فصيلة الثلاثي نظام المثلثات الوجهية الثلاثي المزدوج، حبيباته مزواة غير متساوية (قطع) عادة مسطحة، وقد تكون الصفائح الرقيقة متجمعة عادة في هيئة ترابية وكذلك في هيئة عنقودية، التركيب الكيميائي (أكسيد الحديديك Fe2O3)، الحديد70%، الأكسجين30%، معدن الهيماتيت من المعادن الشائعة في الصخور وفي جميع العصور الجيولوجية ويعتبر أكثر خامات الحديد انتشارا، فقد يوجد المعدن مترسبا حول فوهات البراكين، وكمعدن إضافي في الصخور النارية شكل (10).



شكل (10) : صورة لمعدن الهيماتيت

معدن التورمالين: يتبلور التورمالين في فصيلة الثلاثي نظام الهرم الثلاثي المزدوج وبلوراته عادة منشورية ويوجد على هيئة كتل متماسكة أو عمدان دقيقة، وقد تكون البلورات متوازية أو إشعاعية، وللتورمالين ألوان متغيرة متوقفة على التركيب الكيميائي، فالتورمالين العادي الذي يحتوي على كمية كبيرة من الحديد لونه أسود أو بني وهناك أنواع أخرى منها الأخضر الزيتونى والأحمر والوردي والأصفر، وتوجد بعض البلورات متعددة الألوان من الخارج إلى الداخل، البريق زجاجي، يتميز المعدن بالأشكال الدائرية لمقاطعه المستعرضة شكل (11).



شكل (11) : صور لمعدن التورمالين

معدن الكوارتز: ثاني أكسيد السليكون(SiO_2)، معدن أولي تصل فيه نسبة السليكا إلى حوالي 98%، السليكون حوالي46.7%، الأكسجين حوالي53.3%، وهو من أكثر المواد وفرة على سطح الأرض حيث يوجد في جميع البيئات الجيولوجية في اشكال عديدة منها الهيئة الكتلية، يمتاز الكوارتز بالصلادة العالية (7)، المكسر المحاري، البريق الزجاجي، لونه عادة شفاف أو أبيض وقد يكون يتميز الكوارتز بتعدد ألوانه نتيجة وجود بعض الشوائب مثل اللون الأصفر إلى المحمر نتيجة تأثير اكاسيد الحديد، وهو من المعادن شائعة الوجود في الطبيعة وذلك لأنه يقاوم عوامل التحلل والتفتت فيبقى بعد تكسير الصخور الحاوية له وينتقل لمسافات طويلة وتظهر آثار النقل على حبيبات معدن الكوارتز من حيث التكور والاستدارة، يستعمل في صناعة الاجهزة البصرية والاسمنت والزجاج ومواد الصنفرة وغيرها من الصناعات شكل (12).

شكل (12) : صور لمعدن الكوارتز

معدن الزركون ($ZrSiO_4$): من معادن السيليكات التي تتبلور في فصيلة الرباعي ويوجد الزركون على هيئة بلورات غير منتظمة أو بلورات منشورية صغيرة، وهو ذو لون بنى وبريق ماسي، نصف شفاف، وصلابته 5.7 ووزنه النوعي 7.4، وإذا تم تسخين قطعة من الزركون بشدة في اللهب فإنها تتوهج وتعطى لون أبيض، يمتاز المعدن بشكله البلوري ولونه وبريقه وصلادته ووزنه النوعي العالي، يستخدم في صناعة الحراريات التي تتحمل درجات عالية من الحرارة، كذلك تستخدم الانواع الشفافة في الاحجار الكريمة شكل (13).

شكل (13) : معدن الزركون

فلسبار البلاجيوكليز: الفلسبار عبارة عن سيليكات ألومونيوم تحتوى على عنصر البوتاسيوم أو الصوديوم أو الكالسيوم من المعادن المشكِّلة للصخور والتي تشكل نحو60% من القشرة الأرضية، لونه ضارب إلى البياض، وهي ذات صلابة 6 ووزنها النوعي 2.5 المكسر محاري، شفاف إلى معتم والبريق زجاجي إلى غائم، وهو يدخل في تركيب معظم الصخور النارية، يستخدم خام الفلسبار في عدة صناعات أهمها صناعة الزجاج والسيراميك كما تستخدم كمعجون فعال في صناعة الدهانات والبلاستك والمطاط وفى صناعة البورسيلين شكل (14).

معدن الكالسيت ($CaCO_3$): يتبلور في فصيلة السداسي، الصلادة 3، الوزن النوعي2.7، الانفصام كامل، البريق زجاجي، اللون عادة أبيض أو شفاف، ولكنه قد يظهر بالوان مختلفة عندما يكون المعدن غير نقي، شفاف أو نصف شفاف، يتفاعل المعدن بفوران مع حامض الهيدروكلوريك المخفف، يستعمل في أغراض البناء وكخام يدخل في صناعة الإسمنت شكل (14).

شكل (14) : معدن فلسبار البلاجيوكليز

الطفوح البازلتية تعرضت لعمليات تجوية وتعرية ثم نقلت نواتجها بواسطة المجاري المائية ورسبت على ضفاف الوديان، ومن خلال الدراسات المعملية امكن لتعرف على وجود المعادن غير المستقرة في عمليات التجوية مثل معادن سيلكات الحديد والمغنيسيوم (الاوليفين والبيروكسين)، والتي عثر

عليها في بعض العينات ما يشير الى قربها من صخور مصدرها، ولكن وجود حبيبات جيدة الاستدارة للمعادن المستقرة على ضفاف الوديان اهمها الكوارتز مع بعض المعادن الثقيلة منها المغناتيت والهيماتيت والزركون والتورمالين يدل على أنها نقلت لمسافات بعيدة عن مصدرها.

المراجع

1. احمد بشادي وممدوح عبدالغفور (1993) ، المعادن تحت المجهر ، الدار العربية للنشر.
2. حسن ابوعربية وياوزمكي زينل (2009)، الجيولوجيا الاقتصادية، منشورات جامعة المرقب الخمس.
3. خريطة ليبيا الجيولوجية (لوحة الخمس وكتيبها التفسيري) (1975م) ، مركز البحوث الصناعية.
4. حلمي محمد عزالدين (2002) علم المعادن – الطبعة السابعة - مكتبة الانجلو المصرية.
5. عياد المبروك واخرون،(2017)، تطبيقات الاستشعار عن بعد في دراسة الصخور النارية بمنطقة المسن جنوب غرب ترهونة، شمال غرب ليبيا، المؤتمر الدولي للتقنيات الجيومكانية (ليبيا جيوتك3).
6. محمد عبد الغني مشرف (1995) ، أسس علم الرسوبيات ، جامعة الملك سعود للنشر والطباعة.
7. M.T.Buserwil ,W.J.Wadsworth (1996)Tertiary-Quaternary alkaline-Subalkaline magmatism in Gharyan area- field aspects and petrography PRJ V8 P13-23.
8. Conant.L.C and Goudarzi.G.H(1967a) Geologic map of Libya 1:2000000 second edition Industry. Res. Cen. Tripoli Libya.
9. Conant.L.C,Goudarzi.G.H(1967b)Stratigraphy and tectonic framework of Libya.
10. Goudarzi.G.H(1980) Structure-Libya In M.J.Salem and M.T.Buserwil geology of Libya Tripoli Libya Al-Fateh university V3 p. 879-882.