SEBHA UNIVERSITY JOURNAL OF PURE & APPLIED SCIENCES VOL.20 NO. 2 2021
DOI: 10.51984/JOPAS.V20I2.1266

مجلة جامعة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية
Sebha University Journal of Pure & Applied Sciences

Journal homepage: www.sebhau.edu.ly/journal/index.php/jopas

دراسة جيولوجية (أولية) لتقييم الصخور الفلذبركانية ومدى ملائمتها في صناعة الاسمنت

*عبدالسلام مادي[1] و اسامة الترهوني[2] و رهف الترهوني[1] و حاتم ساسي[1]

[1]قسم هندسة التعدين، كلية الهندسة، جامعة طرابلس، ليبيا
[2] إدارة البحوث الجيولوجية والتعدين، مركز البحوث الصناعية، ليبيا

الكلمات المفتاحية:

اسمنت بوزولاني
التحليل الكيميائي
الخواص الطبيعية
صخور الفلذبركانية
الطفوح البركانية.

الملخص

تنتشر في مناطق عديدة من ليبيا حقول بازلتية وطفوح بركانية، حيث تحتوي هذه الطفوح على مواد البوزلانا الطبيعية بوفرة والتي من الممكن أن تستخدم بشكل جزئي في عملية تصنيع الاسمنت البورتلاندي العادي وتصنيع الاسمنت البوزولاني، ولذلك كان من الواجب دراسة خواص هذه المواد (البوزولانية) من الناحية الكيميائية والفيزيائية لإثبات مدى صلاحية هذه المواد في إنتاج وتصنيع الاسمنت البورتلاندي والبوزولاني. هذه الدراسة أجريت على عدد خمس مواقع جيولوجية، وأضحت النتائج الكيميائية والفيزيائية لهذه العينات من الممكن ان تستخدم بديلا جزئيا للاسمنت البورتلاندي العادي، حيث يصبح اسمنتا مخلوط (اسمنت بوزولاني) ولاسيما في الاستخدام من الدرجة الثانية كالخرسانات الخفيفة وأعمال الياسة والطوب الخرساني وغيرها.

Geological study (preliminary) to Evaluation the Volcanic Rocks and their Suitability in the Cement Industry

*Abdasalam Madi[1], Osama Al-Tarhouni[2], Rahaf Al-Tarhouni[1], Hatem Sassi[1]

[1]Department of Mining Engineering, Faculty of Engineering, University of Tripoli, Libya
[2]Department of Geological Research and Mining, Industrial Research Center, Libya

Keywords:

Chemical analysis
Physical properties
Pozzolanic cement
Volcanic rocks
Volcanic eruptions.

ABSTRACT

Basaltic fields and volcanic outflows are spread in many areas of Libya, as these rashes contain abundant natural pozzolana materials, which can be partially used in the process of manufacturing ordinary Portland cement and the manufacture of pozzolanic cement, and therefore it was necessary to study the properties of these materials (pozzolanic) in terms of Chemical and physical properties to demonstrate the validity of these materials in the production and manufacture of Portland cement and Pozzolane cement. This study was conducted on a number of five geological sites, and it showed the chemical and physical results of these samples that can be used as a partial substitute for ordinary Portland cement, as it becomes mixed cement (pozzolanic cement), especially in second-class use such as light concrete, plastering works, concrete bricks and others.

المقدمة

تمتلك ليبيا العديد من الثروات الطبيعية منها الصخور البازلتية والطفوح البركانية على وجه الخصوص في أجزاء متفرقة من بلادنا ، كالهروج الأسود، جبل السودا ومرتفعات الجبل الغربي وغيرها من الأماكن. ونتيجة للتوسع العمراني من خلال بناء المباني السكنية وإنشاء الطرق والجسور وغيرها ازداد الطلب على مادة الاسمنت، حيث أن هذه الصخور قد أثبتت صلاحيتها في صناعة الاسمنت وان خلط المواد البوزولانية هذه (التف البركاني) وإضافته الى الكلنكر الأسمنتي لتصنيع اسمنت بوزولاني يقوم بتحسين جودة الخرسانة وزيادة مقاومتها، كما أن إضافة هذه المواد ستعمل على توفير العزل الحراري وتوفير استهلاك الطاقة الكهربائية [1]، كما يساهم أيضا في تقليل الاحتباس الحراري والتلوث البيئي..

الهدف من الدراسة

تهدف هذه الدراسة الى إجراء دراسة جيولوجية تقييميه أولية على تموضعات

*Corresponding author:
E-mail addresses: Abdsalam_m@yahoo.com , (O. Al-Tarhouni) Osamairc73@gmail.com , (R. Tarhouni) alaroussirahaf@gmail.com , (H.Sassi) Hatimsasi@gimal.com

Article History : Received 09 August 2021 - Received in revised form 30 October 2021 - Accepted 31 October 2021

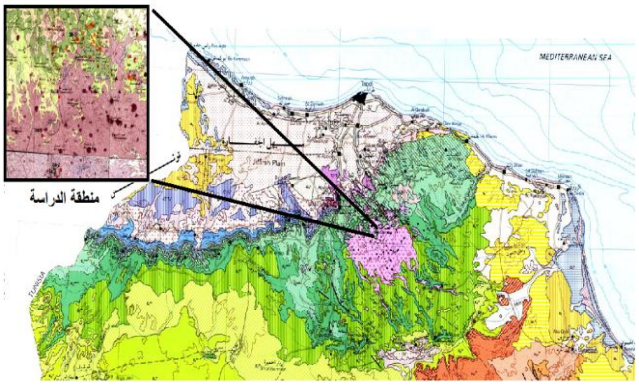
صخور التف البركان أو الفلذبركانية التابعة للصخور النابضة والمنتمية الى مجموعة الصخور البازلتية احد أنواع الصخور النارية ومدى صلاحيتها في صناعة الاسمنت.

أهمية الدراسة

استخدام مقتحمات الصخور النارية والحقول البازلتية والطفوح البركانية والتي لها نشاط بوزولاني بشكل جزئي بدلاً عن مادة الطين في صناعة الاسمنت البورتلاندي و البوزولاني [2].

موقع وجيولوجية منطقة الدراسة

موقع منطقة الدراسة : تقع منطقة الدراسة في الجنوب الشرقي لمدينة غريان بـ 60 كيلومتروتحديدا منطقة العربان بين الإحداثيات الجغرافية التالية ($32^0 15'' N$ $31^0 50''$ ، ($13^0 30'' E$ $13^0 10''$) والشكل (1) يبين موقع منطقة الدراسة .



شكل 1 : موقع منطقة الدراسة

جيولوجية منطقة الدراسة

جيومورفولوجية منطقة الدراسة

تمثل الطفوح البركانية الموجودة بمنطقة الدراسة جزءاً وامتداداً طبيعياً وبناء تركيبياً لمرتفع الجبل الغربي من الناحية الشرقية، تتشكل هذه الطفوح على هيئة فيضانات بازلتية ومخاريط بركانية وهضبات ذات ارتفاعات شاهقة.

طبقية منطقة الدراسة

تتكشف بمنطقة الدراسة العديد من التكاوين الجيولوجية والوحدات الصخرية من الأقدم الى الأحدث عمراً، كما في الشكل (2) العمود الطبقي لمنطقة الدراسة وهي كالتالي:

تكوين سيدي الصيد

يمثل أقدم وحدة صخرية بمنطقة الدراسة وتنقسم الى عضوين وهما عضو عين طبي وعضو يفرن ويتألف من أحجار جيرية وجيرية دولوماتية ذات تطابق جيد وأحجار مارلية ويرجع عمره الى العصر الكريتاسي العلوي [3].

تكوين نالوت

يقع فوق تكوين سيدي الصيد ويمكن تمييز الحد الفاصل بينهما لوجود تدخلات من الصوان ويتألف هذا التكوين من أحجار جيرية دولوماتية رمادية اللون متبلورة أحياناً مع تدخلات رقيقة من درنات من الصوان ويرجع عمره الى الكريتاسي المتأخر.

تكوين قصر تغرنة

تنتشر رواسب تكوين تغرنة بشكل واسع بمنطقة الدراسة على هيئة حزام يمتد شرق- غرب ، ويتألف من أحجار جيرية وأحجار جيرية طباشيرية الى أحجار جيرية مارلية، كما تتميز صخور هذا التكوين باحتوائه على طبقة سميكة من الجبس وترجع الى العمر الكريتاسي (تورنيات – كونيشيان) [3] .

تكوين مزدة

يتكون هذا التكوين من عضوين هما عضو معزوزة وعضو ثالة ، ويعد عضو معزوزة من أكثر الوحدات الصخرية انتشاراً بمنطقة الدراسة، ويتألف عضو معزوزة من الحجر الجيري المارلي في الجزء السفلي أما الجزء العلوي فيتألف من صخور جيرية وصخور دولوماتية ذات ألوان متعددة. أما عضو ثالة فيتألف من طبقات من أحجار جيرية جبسية تغطيها طبقات رقيقة مستمرة من المارل ويرجع عمر تكوين مزدة الى العصر الكريتاسي العلوي [4].

تكوين زمام

يتكون هذا التكوين من ثلاثة أعضاء وهي عضو المار السفلي وعضو الطارالعلوي وعضو الحاد، ويتألف في مجمله من صخور الكربونيت ومارل، ويغطي عضوي الطار مساحات واسعة بالمناطق القريبة من منطقة الدراسة، يحتوي هذان العضوان على طبقات من الكالكرنيت والكالسيردايت، أما الأجزاء العلوية فتتألف من طين متعدد الألوان، أما عضو الحاد الجيري هو عبارة عن صخور كلسية صلبة، ويرجع عمر تكوين الزمام الى الكريتاسي العلوي- الباليوجين السفلي [4].

الطفوح البركانية

تمثل الصخور البركانية المتكشفة بمنطقة الدراسة جزءاً من الفيضانات البازلتية ذات الانتشار الواسع، والتي في مجملها عبارة عن كتل ضخمة من تدفقات اللابة البازلتية مع وجود بعض من أنواع البراكين المدرعة والمخاريط البركانية المنتشرة بين انسيابات الطفوح البازلتية، ويرجع عمر هذه الطفوح البازلتية الى العصر الثالث- الرابع . لأهمية هذه الصخور في دراستنا فأننا نورد بعض من الخصائص منها :

اللابة :- هي عبارة عن مواد شبة سائلة تنساب من فوهات البراكين الى مسافات مكونة بذلك طفوح بازلتية ، يعتمد انسيابها على درجة لزوجتها وانحدار الارض وقوة البركان، فتبرد اللابة كلما ابتعدنا عن مصدرها.

الرماد البركاني :- يتكون عند ذروة الانفجار البركاني، حيث تنتشر هذه الصهارة البركانية السائلة في الهواء على شكل بخار وتتساقط تلك الصهارة على مسافات ومساحات شاسعة على شكل رماد بركاني.

الأحجار الفقاعية خفيفة الوزن (السكوريا):- هي إحدى المقذوفات البركانية البازلتية التي ترسبت بعد تطاير الغازات المحبوسة بها أثناء قذفها في الهواء، حيث تتواجد على هيئة كتل أو حصى بازلتي خفيف الوزن يوجد في الطبيعة في صورة مخاريط بركانية.

حجر الخفاف (البيومس) :- يتكون هذا الصخر من رغوة صهارية سلسية ذات تركيب جرانيتي فاتح اللون وغني بالغازات المتواجدة ضمن مكونات فوهة البركان وفي حالة تجمد هذه الرغوة في الهواء تكون صخور بركانية كثيرة المسامات.

القنابل البركانية :- تتشكل مثل هذه القنابل بفعل دوران المواد السائلة في الهواء عند قذفها وقبل تصلبها ، حيث تأخذ أشكالا متطاولة أو شبة كروية قبل أن تتساقط .

رواسب الحين الثالث – الرابع

رواسب الحين الثالث – الرابع من احدث الرواسب بمنطقة الدراسة، وتنتشر بشكل واسع بهذه المناطق عادة ما تكون متعاقبة ومتداخلة مع الطفوح البركانية، ويشمل العديد من التكاوين الصخرية منها :

طبقات البريشية :- بريشيا مكونة من رسوبيات طباشيرية وقطع من الحجر

الجبري.

مصاطب الوديان القديمة :- يتألف من كونجلوميرات ردئ التماسك وحصى غير متماسك.

تكوين قصر الحاج :- يتألف من حصى متماسك وغير متماسك مع تدخلات من الكاليتش.

صخور منهارة ومتماسكة :- تتألف من قطع متساقطة من صخور مختلفة.

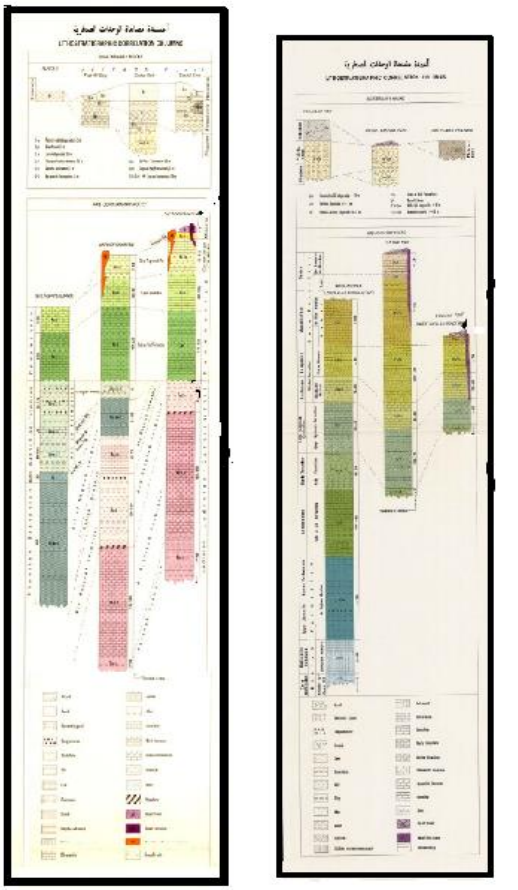
الرواسب المائية الرياحية :- عبارة عن غرين – رمال ناعمة وتدخلات من الكاليتش.

الرواسب الرياحية :- عبارة عن كثبان وغطاءات رملية ولوس رملي.

رواسب الوديان الحديثة :- تتألف من حصى ورمال وطفل رملي والجدول (1) يوضح التتابع الطبقي بمنطقة الدراسة.

جدول 1 : التتابع الطبقي لمنطقة الدراسة

التكوين	العضو	الحين	العصر
رواسب الوديان الحديثة			الثالث- الرابع
الرواسب الرياحية			
الرواسب المائية- الرياحية			
صخور منهارة ومتماسكة			
قصر الحاج			
مصاطب الوديان القديمة			
طبقات البريشية			
الطفوح البركانية			
الزمام	الطار العلوي الطار السفلي الحاد	كامينان- دانيان	الكريتامي العلوي– الباليوجين السفلي
مزدة	معزوزة ثالة	سنتونيان- كامبينان	الكريتاسي العلوي
قصر تغرنة		تورنيان- كونيشيان	
نالوت		سينومانيان - تورنيان	
سيدي الصيد	يقرن مارل عين طبي	سينوماني	



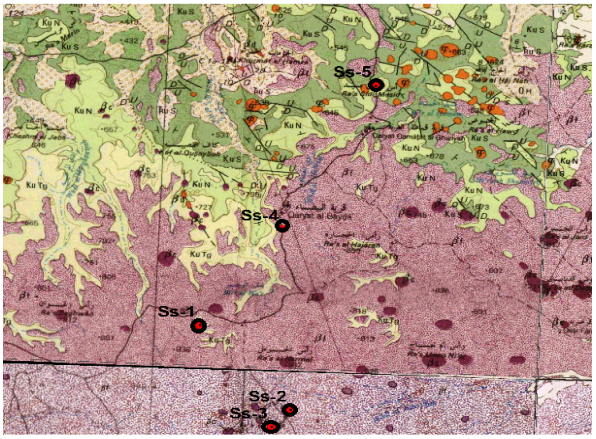
شكل 2 : العمود الطبقي لمنطقة الدراسة

البنية التركيبية لمنطقة الدراسة

تعد منطقة الدراسة من الناحية التكتونية جزءاً لا يتجزأ من الرصيف الأفريقي ، والتي تميزت بعمليات الرفع والخسف، كما تتميز منطقة الدراسة أيضا بوجود الصدوع الكتلية بها. ووفقا لما أورده (جودارزي 1970) فان الصفة التركيبية الرئيسية لهذهالمناطق هو التحدب الكبير جدا لقوس غريان – يفرن والذي يأخذ اتجاه شمال غرب – جنوب شرق. تظهر بمنطقة الدراسة العديد من الصدوع ذوات الرمية العليا والسفلى للتكاوين الجيولوجية المختلفة [5].

الدراسات الحقلية الجيولوجية

من خلال الزيارات الميدانية والأعمال الجيولوجية الحقلية والتي اجريت بمنطقة الدراسة والتي كانت قد استهدفت خمس مواقع متكشفة بها الطفوح البركانية ورواسبها، كما موضح في شكل (3)، حيث تم رصد واخذ قطاعات جيولوجية للمواقع الخمسة، حيث بلغ إجمالي سماكة هذه الصخور للمواقع الخمسة بطريقة تقديرية الى حوالي أكثر من 45 متر تقريبا، وتم فحص ووصف صخور هذه المواقع من الناحية الجيولوجية، كما تم انتقاء عينات صخرية ممثلة لكل قطاع، حيث بلغ إجمالي هذه العينات سبعة عينات صخرية، وذلك لغرض إجراء التحاليل الكيميائية والاختبارات الفيزيائية والميكانيكية اللازمة ، الجدول (2) يلخص المكونات الصخرية لمواقع الدراسة.



شكل 3 : يوضح مواقع اخذ العينات من منطقة الدراسة

جدول 2 : يوضح المكونات الصخري لمو اقع الدراسة

المواقع	عدد العينات	الوصف الصخري
الأول	Ss 1-1	فتات فلذبركاني ، مقدفات
الثاني	Ss 2-1	فتات فلذبركاني ، مقدفات
الثالث	Ss 3-1 Ss 3-2	حصى قلذبركاني وفتات زجاجي
الرابع	Ss 4-1 Ss 4-2	رذاذ ورماد بركاني
الخامس	Ss 5-1	نسيج بورفيري فلذبركاني

الخصائص الجيولوجية للتموضعات الصخور الفلذبركانية

الموقع الأول (AR-1) :- الموقع عبارة عن مخروط بركاني كأحد المخاريط البركانية البارزة والمنتشرة لمنطقة الدراسة، تتكون رواسب هذا المخروط من صخور نارية، كما في الشكل (4). تتألف في الأساس من بعض المقذوفات الصغيرة والفتات البركاني الناتج بفعل ثوران البراكين، حيث تظهر على أسطح هذه الصخور بعضاً من التراكيب الجيولوجية المشوهة والتي تدل على قوة الثوران، ولم يلاحظ وجود فوهة واضحة لهذا الجسم المخروطي. المؤكد وجود هذه الصخور بشكل كبير حول جوانبه ، تكون هذه الصخور مفككة نسبياً وذات مسامية عالية ولونها غامق نسبياً، ويقدر سمك هذه الرواسب حوالي 15 متر.

شكل 4 : يوضح الصخور الفلذبركانية للموقع الأول (AR-1)

الموقع الثاني (AR-2) :- تتشابه صخور هذا الموقع مع صخور الموقع الأول (AR-1) من حيث الليثولوجي والمحتوى الصخري، غير انه قد اختلفت عنه من حيث الشكل والتموضع الجغرافي، وهو عبارة عن بعض الهضبات والمرتفعات الصغيرة والمتفرقة وتكون هذه الصخور مفككة وخفيفة الوزن، أيضا ذات مسامية عالية، تتكشف بألوان غامقة نسبياً، كما في الشكل (5). ويصل سمك هذه الرواسب الى أكثر من 10 أمتار.

شكل 5 : يوضح الصخور الفلذبركانية للموقع الثاني (AR-2)

الموقع الثالث (AR-3) :- تتكشف هذه الصخور في هذا الموقع على هيئة مرتفعات صغيرة وهضبات، إذ تتألف صخوره من حصى صخري فلذبركاني وفتات زجاجي، وتنتشر صخور السكوريا ذات الوزن الخفيف والفراغات البينية خلال القطاع الصخري، وتظهر هذه الصخور بألوان غامقة، كما في الشكل (6). ويصل سماكة هذه الرواسب الى أكثر من 10 أمتار.

شكل 6 : يوضح الصخور الفلذبركانية للموقع الثالث (AR-3)

الموقع الرابع (AR-4) :- تتكشف صخور هذا الموقع على هيئة تطابقات لرواسب هشة جداً، تبدو وكأنها متكونة من الرماد أو الرذاذ البركاني، تكون مختلطة مع فتات صخور الفلذبركانية الأخرى، أحيانا تكون متعاقبة مع صخور أخرى ذات صلابة جيدة وألوان فاتحة نسبياً، كما في الشكل (7). ويصل سمك هذه الرواسب الى حوالي 5 أمتار تقريبا.

شكل 7 : يوضح الصخور الفلذبركانية للموقع الرابع (AR-4)

الموقع الخامس (AR-5) :- هو عبارة عن جزء من هضبة كبيرة نسبياً ، تتألف

من صخور من تطابقات متماسكة وسميكة، ذات صلابة عالية من مقتحمات الصخور النارية (الصخور الفلذبركانية)، حيث يظهر النسيج البورفيري في كثير من الأحيان أو (البريشيا)، وتتلون هذه الصخور بألوان بنية داكنة، كما في الشكل (8). يقدر سمك هذه الرواسب بحوالي 5 أمتار.

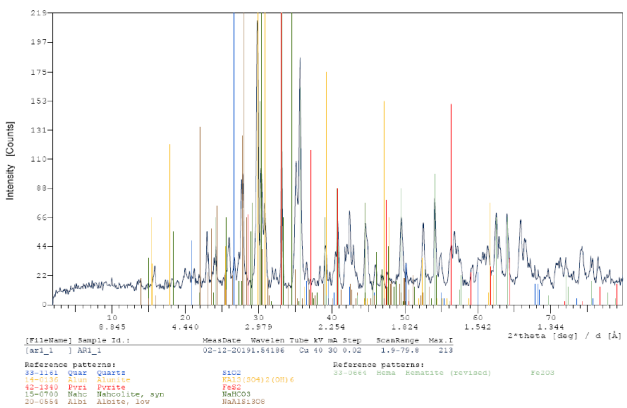
شكل 8 : يوضح الصخور الفلذبركانية للموقع الخامس (AR-5)

الدراسات المعملية

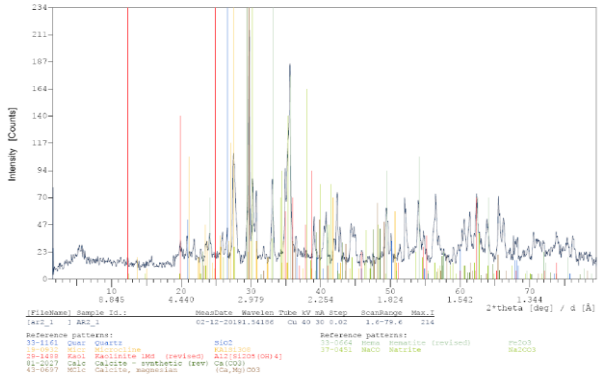
التحاليل الكيميائية

تم إجراء التحاليل الكيميائية لعدد خمس عينات في مختبرات معهد النفط الليبي، وتم استخدام جهاز XRD كما في الشكل (9) في التحاليل الكيميائية لهذه العينات بعد طحنها على هيئة مسحوق ووضعها داخل الجهاز، حيث تركز اهتمام إجراء عمليات التحاليل الكيميائية على نسب تراكيز العناصر الأساسية ولا سيما تلك العناصر التي من الواجب معرفتها في صناعة الاسمنت، والأشكال (14,13,12,11,10) تبين نسبة العناصر الكيميائية لعينات المواقع الخمسة باستخدام جهاز XRD .

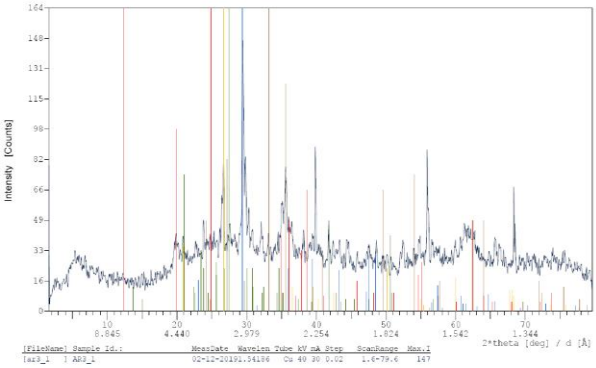
شكل 9 : جهاز حيود الاشاعة السينية (XRD)



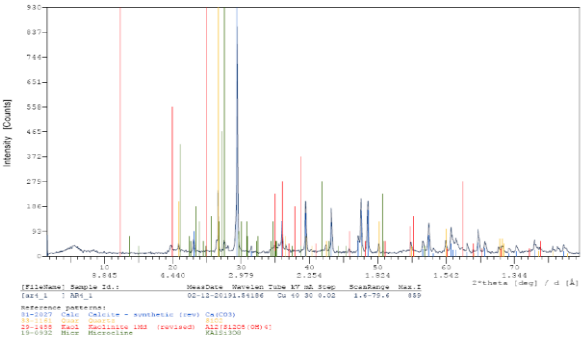
شكل 10 : يوضح نسبة العناصر الكيميائية لعينة الموقع الأول



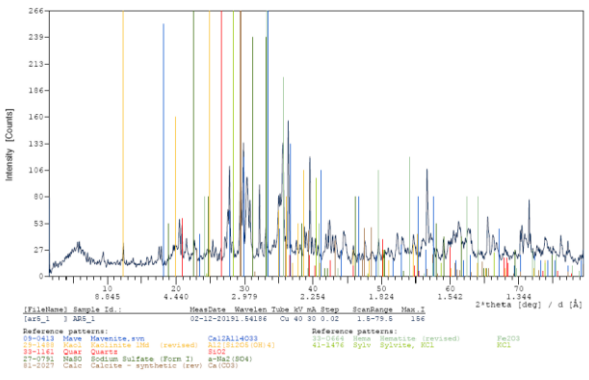
شكل 11 : يوضح نسبة العناصر الكيميائية لعينة الموقع الثاني



شكل12 : يوضح نسبة العناصر الكيميائية لعينة الموقع الثالث



شكل13 : يوضح نسبة العناصر الكيميائية لعينة الموقع الرابع



شكل14: يوضح نسبة العناصر الكيميائية لعينة الموقع الخامس

اختبار الخواص الطبيعية

اجريت العديد من الاختبارات الفيزيائية على العينات الصخرية المنتقاة من المواقع المختارة وذلك لمعرفة صلاحية تلك الصخور لإنتاج الاسمنت البورتلاندي – البوزولاني ومن ابرز تلك الاختبارات الكثافة والمسامية، حيث انه من المعلوم بان صخور السكوريا تصنف بكونها صخور ذات مسامية

عالية، وقد تم حساب المسامية بقانون أرشميدس للأجسام المغمورة ، وذلك بحساب نسبة حجم فراغات الصخر الى الحجم الكلي. جدول (3) يوضح الخواص الفيزيائية للعينات الصخرية والتي تمثل عينة لكل موقع من مواقع الدراسة.

النتائج والمناقشة

نتاتج التحاليل الكيميائية وكذلك الاختبارات التقنية والفيزيائية التي اجريت على عدة عينات مختارة من المواقع الواقعة جنوب شرق مدينة غريان، حيث تمثلت هذه العينات في صخور التف البركاني (الفلذبركانية) المفككة، حيث أظهرت هذه العينات ملائمتها للخصائص البوزولانية، أيضا أشارت الاختبارات التقنية الإضافية بان النشاط البوزولاني لهذه الصخور يمكن أن ينمو ويتطور بعد تكلسه عند درجات حرارة تصل من 700 الى 800 درجة مئوية وتبقى في الفرن من ساعة الى ساعتين [6]. والجدول (3) يوضح نتائج الخواص الفيزيائية للعينات الصخرية و أيضا الجداول من (4) الى (8) توضح تركيز نسب العناصر الأساسية للعينات الصخرية والتي تمثل عينة لكل موقع من مواقع الدراسة .

جدول 3 : الخواص الفيزيائية للعينات الصخرية

رقم العينة	الكثافة (gm/cm^3)	المسامية (%)
1	2.99	44.10
2	2.91	47.79
3	2.77	44.48
4	2.52	18.97
5	2.69	20.56

أوضحت النتائج بان جميع عينات هذه المواقع ترتفع بها العناصر غير المرغوب بها في تصنيع وإنتاج الاسمنت بشكل عام، حيث تزداد نسبة كل من الكبريت والصوديوم والبوتاسيوم والكلور، ونسبة اقل من الحديد، بينما تقل نسب كل من الالومنيا والسيليكا ، وذلك إذا ما استثنينا الموقع الرابع والذي من الممكن أن يعول علية كثيراً والاهتمام به والتركيز علية ، حيث أظهرت نتائج التحاليل الكيميائية لعينات هذا الموقع توافقا كبيراً وذلك من خلال تراكيز أكاسيد متمثلة في الالومنيا والسيليكا والحديد ($SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$)، حيث وصلت نسبهما المئوية مجتمعها الى حوالي 70% بالوزن ، بالرغم من وجود بعض الشوائب إلا أنها تكون مقبولة بشكل عام [7].

جدول 4 : نسب تركيز العناصر الأساسية لعينة الموقع الاول

	SUM	Quar	Alun	Pyri	Nahc	Albi	Hema
Phase%	100.0	14.11	4.53	3.58	47.52	26.62	
SiO_2%	32.41	14.11				18.30	
K_2O%	0.50		0.50				
SO_3%	1.75		1.75				
Fe_2O_3%	6.02			2.38			3.64
Al_2O_3%	6.85		1.68			5.17	
Na_2O%	20.69		0.01		17.53	3.15	
CO_2%	24.90				24.90		
H_2O%	5.68		0.59		5.09		
L.O.I%	31.78*	0.00	0.59*	1.20	29.99*	0.00	0.00

*نسبة فاقد الحرق (L.O.I) هو مجموع نسبة (CO_2 , H_2O)

جدول 5 : نسب تركيز العناصر الأساسية لعينة الموقع الثاني

	SUM	Quar	Micr	Kaol	Clca	Calc Mag	Natr	Hema
Phase%	100.0	2.30	20.65	26.32	12.78	5.31	20.84	
SiO_2%	27.92	2.30	13.37	12.25				
K_2O%	3.49		3.49					
Fe_2O_3%	11.80							11.80
Al_2O_3%	14.18		3.79	10.40				
Na_2O%	12.19						12.19	
MgO%	0.31					0.31		
CaO%	9.78				7.16	2.60		
CO_2%	16.66				5.62	2.38	8.65	
H_2O%	3.67			3.67				
L.O.I%	20.33*	0.00	0.00	3.67*	5.62*	2.38*	8.65*	0.00

*نسبة فاقد الحرق (L.O.I) هو مجموع نسبة (CO_2 , H_2O)

جدول 6: نسب تركيز العناصر الأساسية لعينة الموقع الثالث

	SUM	Quar	Micr	Kaol	Clca	Hema
Phase%	100.0	9.46	47.29	2.71	20.27	20.27
SiO_2%	41.35	9.46	30.63	1.26		
K_2O%	8.00		8.00			
CaO%	11.36				11.36	
Fe_2O_3%	20.27					20.27
Al_2O_3%	9.73		8.66	1.07		
CO_2%	8.91				8.91	
H_2O%	0.38		0.38			
L.O.I%	9.29*	0.00	0.38*		8.91*	0.00

*نسبة فاقد الحرق (L.O.I) هو مجموع نسبة (CO_2 , H_2O)

جدول 7: نسب تركيز العناصر الأساسية لعينة الموقع الرابع

	SUM	Quar	Micr	Kaol	Clca
Phase%	100.0	6.51	44.94	27.90	20.65
SiO_2%	48.60	6.51	29.10	12.99	
K_2O%	7.61		7.61		
CaO%	11.57				11.57
Al_2O_3%	19.25		8.23	11.02	
CO_2%	9.08				9.08
H_2O%	3.89			3.89	
L.O.I%	12.97*	0.00	0.00	3.89*	9.08*

*نسبة فاقد الحرق (L.O.I) هو مجموع نسبة (CO_2 ,H_2O)

جدول 8: نسب تركيز العناصر الأساسية لعينة الموقع الخامس

	SUM	Quar	Maye	Kaol	Sodi	Clca	Sylv	Hema
Phase%	100.0	1.27	18.98	18.99	16.46	18.99	5.06	20.25
SiO_2%	10.10	1.27		8.84				
K_2O%	3.02						3.02	
SO_3%	9.28				9.28			
Fe_2O_3%	20.25							20.25
Al_2O_3%	17.27		9.77	7.50				
Na_2O%	7.18				7.18			
Cl%	2.04						2.04	
CaO%	19.85		9.21			10.64		
CO_2%	8.35					8.35		
H_2O%	2.65			2.65				
L.O.I%	11.00*	0.00	0.00	2.65*	n.c	8.35*	0.00	0.00

*نسبة فاقد الحرق (L.O.I) هو مجموع نسبة (CO_2 , H_2O)

ملاحظة : اسم العناصر واختصارتها في الجداول من (4 - 8)

Quartz	Quar	Microcline	Micr
Alunite	Alun	Kaolinite	Kaol
Pyrite	Pyr	Mayenite	Maye
Nahcolite	Nahc	Calcite, Magnesia	Cal, Mag
Albite	Albi	Natrite	Natr
Calcite	Calc	Sodium sulfate	Sodi
Hematite	Hema	Sylvite	Sylv

الخلاصة

من خلال دراسة هذه المواقع تبين وفرة المواد الفلذبركانية (السكوريا) باعتبارها مواد ملائمة لتصنيع مواد البناء ولاسيما في صناعة الاسمنت البورتلاندي – البوزولاني. وأوضحت التحاليل الكيميائية وجود ارتفاع ملحوظ في تراكيز العناصر غير المرغوب فيها كالصوديوم والبوتاسيوم والكبريت والحديد... وغيرها ، مما قد يفقدها قيمتها الاقتصادية ، ولكن بالنظر الى نتائج التحاليل الكيميائية للموقع الرابع (AR-4) يتبين وبكل وضوح بان نتائج التحاليل الكيميائية قد جاءت مرضية جداً، أما بالنسبة للمسامية كانت حوالي 35% لجميع مواقع الدراسة، وعليه يجب التركيز من ناحية أولية على الموقع الرابع والاستفادة من مواد هذا الموقع وإضافتها كمواد أولية لإنتاج وتصنيع الاسمنت البورتلاندي-البوزولاني. غير انه قد وجب التنويه بان الاسمنت البوزولاني في ليبيا غير منتج وليس متوفر حاليا على مستوى التصنيع والتسويق، على الرغم من وجود الكثير من الدراسات المحلية والإقليمية التي قد أوصت بتصنيع مثل هذا النوع من الاسمنت والأخص في المناطق التي تكثر بها أملاح والمناطق ذات الدرجات الحرارية العالية نسبياً [8]، [9]، وذلك لما له من خصائص مميزة على مستوى المتانة والتكلفة، فضلاً عن وفرة موارده الطبيعية في بلادنا ليبيا.

التوصيات

إجراء العديد من البحوث والدراسات التفصيلية المعمقة على الصخور الفلذبركانية ذات النشاط البوزولاني وتحديد الاحتياطي المؤكد للاستفادة منه في تصنيع الاسمنت البوزولاني.

المراجع

[1]- Khan, M. I. and Alhozaimy, A. M., Performance of Concrete Utilizing the Natural Pozzolanic Material Available in the Kingdom of Saudi Arabia, 2009, Cement and Building Materials Review.

[2]- الزنداح، أ. م. ، ميلاد، م.م. ، المزوغي، ر. ع. ،2020، استغلال الأمثل للصخور النارية (البازلت والفونولايت) في إنتاج الاسمنت البورتلاندي العادي.

[3]- لوحة طرابلس،الكتيب التفسيري،1977،مركز البحوث الصناعية

[4]- لوحة مزدة ، الكتيب التفسيري، 1975، مركز البحوث الصناعية

[5]- Govdarzi, G. H.,1970, Geology and Mineral Resources of Libya- A Reconnaissance Geol. Survey , pp No. 660.

[6]- شويرب، م. ع. ، العجيلي، أ. ، كريد ، ن.، 2003، إنتاج الاسمنت المخلوط بإضافة مواد محلية، مجلة عالم الاسمنت ومواد البناء، مركز البحوث الصناعية .

[7]- المواد الأولية لصناعة الاسمنت في ليبيا، 1983، مركز البحوث الصناعية، الإدارة العامة للبحوث الجيولوجية والتعدين، النشرة (15)، ص 67- 70 .

[8]- الزنداح، أ. م. ، ماشينة، ع. ، أبوظهير، ج. ،1993، الاستفادة من الخواص البوزولانية لبقايا طوب اجر السواني في صناعة الاسمنت المخلوط (الاسمنت البوزولاني)، مجلة البحوث الصناعية

[9]- مهنا، م. م. ، 2019 ، كلية الهندسة ، قسم الهندسة المدنية ، جامعة الانبار.