

تقييم صخور البازلت في حقل بالحاف – بئر علي البركاني – شبوة – جنوب اليمن لصناعة الألياف البازلتية. Assessment of Basalt Rocks in the Field of Balhaf – the Volcanic Bir Ali - Shabwa – South Yemen for Manufacturing Basaltic Fibers

د.عبدروس عبدالرحمن قطن^{1*}، د.عبدالمنعم مرصاص حبتور²

¹أستاذ مساعد، قسم الهندسة الجيولوجية، كلية النفط والمعادن، جامعة شبوة، شبوة، الجمهورية اليمنية

¹أستاذ مشارك، قسم الهندسة الجيولوجية، كلية النفط والمعادن، جامعة شبوة، شبوة، الجمهورية اليمنية

*qatenaid@gmail.com

تاريخ القبول: 2025/5/22

تاريخ الاستلام: 2025/4/15

الملخص

تستخدم صخور البازلت لإنتاج الألياف البازلتية التي تستخدم لأغراض صناعية عدة، من أهمها الصناعات الإنشائية، وتتميز هذه الألياف بخواص ميكانيكية ممتازة ومقاومة عالية للمواد الكيميائية وثبات حراري ومقاومة جيدة للرطوبة، كما أنها صديقة للبيئة لسهولة إعادة تدويرها. تهدف هذه الدراسة تقييم صخور البازلت في الحقل البركاني (بلحاف – بئر علي) بمحافظة شبوة على ساحل البحر العربي، لتحديد إمكانية استخدامها في صناعة الألياف البازلتية. تم جمع 13 عينة ممثلة من صخور البازلت من حقل بلحاف – بئر علي، وتم تحليلها كيميائياً بطريقة الأشعة السينية المتفلورة (XRF). وقد أظهرت نتائج التحليل بأن صخور البازلت في هذا الحقل صخور قلووية إذ تتراوح نسبة القلوويات (Na₂O + K₂O) من 4-8%، ونسبة ثاني أكسيد السيلكون (SiO₂) من 45.97 – 50.97%، ونسبة أكسيد الألمنيوم (Al₂O₃) من 15 – 17.8%، ونسبة أكسيد المغنيسيوم (MgO) من 1-4.2ص2ئ1 – 10.46%. تم حساب المعايير التقييمية كمعيار الحامضية (MK) ومعيار اللزوجة (MV) من خلال نتائج التحليل الكيميائية. وبينت نتائج التحليل الكيميائية أن غالبية هذه الصخور تتميز بدرجة انصهار عالٍ ولزوجة منخفضة، إذ تتراوح نسب معيار الحامضية بين 2.04 – 3.19%، ومعيار اللزوجة بين 1.49 – 2.22، وتشير هذه الحسابات إلى إمكانية استخدامها في صناعة الألياف البازلتية.

الكلمات المفتاحية:

- البازلت
- بئر علي
- بالحاف
- شبوة
- البحر العربي

ABSTRACT:

Key Words:

- Basalt
- Bir Ali..
- Balhaf
- Shabwa
- Arabian Sea

Basalt rocks are used to produce basaltic fibers, which are used for several industrial purposes, the most important of which are construction industries. These fibers have excellent mechanical properties, high resistance to chemicals, thermal stability, good resistance to moisture, and are eco-friendly due to the fact that it is easy recyclable. This study aims to evaluate basalt rocks in the volcanic field (Balhaf – Bir Ali) in Shabwa Governorate on the coast of the Arabian Sea, to determine the possibility of using them in the manufacture of basaltic fibers. 13 representative basalt rock samples were collected from Balhaf field, Bir Ali, and were chemically analyzed by X-ray fluorescence (XRF) method.

The results of the analysis showed that basalt rocks in this field are alkaline rocks, where the percentage of alkali ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) ranges from 4-8%, the percentage of silicon dioxide (SiO_2) from 45.97 – 50.97%, the percentage of aluminum oxide (Al_2O_3) from 15 – 17.8%, and the percentage of magnesium oxide (MgO) from 4.21 – 10.46%. Evaluation criteria such as acidity (MK) and viscosity (MV) were calculated by chemical analysis results. The results of the chemical analyses showed that the majority of these rocks are characterized by a high melting point and low viscosity, where the pH standard ratios ranged between 2.04 – 3.19%, and the viscosity standard ratios ranged between 1.49 – 2.22. These calculations indicate that they can be used in the manufacture of basaltic fibers.

مقدمة:

تعرف الصخور البازلتية بأنها عبارة عن صخور بركانية ذات منشأ ناري وتركيب قاعدي، إذ تحتوي على تحتوي على أكثر من 45 – أقل من 52% من (SiO_2) وأقل من 5% من إجمالي القلويات ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$). وتتميز بأنها دقيقة التبلور والتحبب، ذات لون داكن إلى أسود، سريعة التدفق والجريان نتيجة للزوجتها المنخفضة، وتتكون أساساً من معادن البلاجيوكليز والبيروكسين والحديد، وقد تحتوي صخور البازلت أيضاً على الأوليفين، والكوارتز، والهورنبلند. تتميز بكثافة وصلابة عالية.

استخدمت صخور البازلت منذ آلاف السنين في بناء أساسات المباني، وفي المعابد والمساجد، والكنائس ونحت التماثيل، كما أن الخصائص الكيميائية والفيزيوميكانيكية لصخور البازلت أدت إلى استخدامها في عدد من التطبيقات الصناعية والإنشائية، إذ يتمثل الاستخدام الرئيس للبازلت في صناعة مواد البناء، مثل أحجار البناء والزينة، وإنتاج الركام، وصناعة الصوف الصخري، أما في الدول الصناعية المتقدمة فيستخدم البازلت لصنع الألياف التي تستخدم في صناعة بعض الأنابيب وأجزاء المحركات؛ نظراً لمقاومتها الشديدة للوسط الحامضي، بالإضافة إلى استخدامه في صناعة الصوف المعدني، وبعض الخيوط التي يمكن استبدالها بدلاً عن الاسبستوس الداخلي في صناعة بعض أنابيب المجاري والبلاط وكمواد مألثة للطرق الإسفلتية. بالإضافة إلى أن البازلت يستخدم في صناعة الدروع الإسمنتية المستعملة في بناء المفاعلات النووية (الصبري 2009، مشرف 2009). بالإضافة إلى أنها تتميز بثبات عالٍ للحمولات، واستمرارية زمنية طويلة في الاستخدام.

ومنذ بداية الثمانينات تطورت صناعة إنتاج الياف البازلت في كل من روسيا وأوكرانيا والولايات المتحدة في إنتاج ألياف البازلت للأغراض العسكرية والدفاعية، ورفعت السرية عن صناعة ألياف البازلت بعد تفكك الاتحاد السوفيتي.

أظهرت دراسات حديثة أن استخدام قضبان ألياف البازلت في تسليح الخرسانة يوفر حلاً جيداً لمتطلبات البناء الحديثة حيث تتميز هذه القضبان بالقوة والمتانة والاستدامة وخفة الوزن ومقاومة للتآكل والحريق، وتعمل على العزل الحراري والصوتي، بالإضافة إلى المقاومة الكيميائية ومقاومة للرطوبة، وتكون غير موصلة للحرارة وقليلة التكلفة وصديقة للبيئة. كما أن البازلت يمكن أن يستخدم في تحسين التربة.

ونظراً لتعدد استخدام صخور البازلت في الصناعات المختلفة، فقد تم الاهتمام بها ودراستها في حقل بركانيات بالحاف بئر علي محافظة شبوة جنوب اليمن، والتي يعود عمرها الجيولوجي إلى العصر الرباعي، حيث لتقييمها من الناحية الكيميائية والبتروجرافية.

خصائص الصخور البازلتية:

تتراوح درجة حرارة البازلت بين 1000 إلى 1200 درجة مئوية، وكثافته بين 2.8 إلى 3.1 جم/سم³ عند درجة الحرارة والضغط القياسيين، كما تبلغ سرعة الصوت في الصخر 3.7 كم/ثانية عند 700 درجة مئوية، وتبلغ قيمة التوصيل الحراري للبازلت السائل حوالي 0.001 إلى 0.003 سع/سم/ثانية عند 1200 درجة مئوية و 0.004 إلى 0.006 سع/سم/ثانية للصخر عند درجة الحرارة والضغط القياسيين، أما السعة الحرارية لصخر البازلت عند ثبوت الضغط فتتراوح بين 0.2 إلى 0.5 سع/سم/جم.

تقييم الصخور البازلتية لصناعة الألياف البازلتية:

بيّن عدد من الدراسات التي أجريت في دول عدة، التي تنتشر فيها صخور البازلت، مثل روسيا والهند ومدغشقر والأردن واليمن؛ وذلك لمعرفة ملائمة الصخور البازلتية لصناعة الألياف البازلتية، وقد توصلت الدراسات الى الآتي: (الصبري 2009: Tutakovo. 1992)

التقييم الحقلّي:

- أن الصخر متجانس ويتميز بصلابة عالية.
- أن يمتلك نسيجاً دقيق التحب وزجاجياً، وغير متأثر بعوامل التجوية.
- أنه لا يحتوي على نسبة مرتفعة من العقد الطينية والسيليكا الحرة، مثل الكوارتز والعقيق والكالسيدوني.

التقييم المختبري (مواصفات كيميائية وفيزيائية):

- لا يوجد إلى الوقت الحالي نموذج قياسي للمواصفات والخصائص الكيميائية المطلوبة للصخور البازلتية لإنتاج مصهور البازلت لإنتاج الخيوط والألياف البازلتية، لكن توجد حدود دنيا وعظمى للتركيب الكيميائي للصخور البازلتية المناسبة لصناعة الخيوط البازلتية، وأظهرت دراسات حديثة إمكانية استخدام

- صخور الديورايت في إنتاج الألياف والخيوط البازلتية، يوضح الجدول رقم (1،2) بعض المواصفات لإنتاج الألياف (الصبري 2009، مشرف 2009)، لكن هناك مواصفات عامة أهمها:
- أن تكون الصخور قلوية وتحت مشبعة بالسيليكا SiO_2 /زيادة نسبة السيليكا ترفع لزوجة المصهور البازلتي وتبطئ تبلوره.
 - أن لها نقطة انصهار في درجة حرارة تتراوح بين 1200-1300 درجة مئوية.
 - أن تكون قيمة معيار الحامضية (Mk) بين 2 - 2.7%، فعندما تصبح قيمة معامل الحامضية أكبر من 3 فإن عملية تصنيع البازلت تصبح أكثر كلفة وذلك بسبب تعديلها باستخدام الدولوميت والكلس.
 - أن تكون قيمة معيار اللزوجة (Mv) بين 3.7 - 6.
 - أن يكون قيمة معيار ثابت الصهر (R) بين 2.3 - 4.
 - ألا تحتوي الصخور على نسبة فلزات بوفيرييه عالية، كما أن وجود البلورات الكبيرة يعيق تجانس المصهور البازلتي ويؤدي إلى تقطع الألياف والخيوط البازلتية.
 - أن يكون قلوي (محتوى القلويات أقل من 5% لكي تعمل على تخفيض الصهر) وأن يكون ذو كثافة منخفضة.

جدول (1) حدود التركيب الكيميائي للصخور البازلتية الصالحة لإنتاج الألياف البازلتية (Khudyakova, et al., 2020)

صناعة الألياف البازلتية		المواصفات	
الألياف المستمرة	الألياف الأساسية		
50 - 42	51 - 39	SiO_2	التركيب الكيميائي (%)
20 - 14	19 - 10	Al_2O_3	
2	5 - 2	TiO_2	
13.5 - 7	18 - 10	Fe_2O_3	
11 - 7	13 - 8	CaO	
8.5 - 3	12 - 4	MgO	
7.5 - 2.5	5 - 2	K_2O+Na_2O	

جدول (2) حدود التركيب الكيميائي للصخور البازلتية الصالحة لإنتاج الألياف البازلتية (مشرف 2009)

مواد اخرى	K_2O+Na_2O	MgO	CaO	Fe_2O_3	TiO_2	Al_2O_3	SiO_2	التركيب الكيميائي
2	2.5	3	6	5	0.9	12	45	القيمة لصغرى %
3.5	6	7	12	15	3	19	60	القيمة الكبرى %

صناعة الألياف البازلتية (Basalt Fiber):

من أهم الابتكارات الجديدة لاستخدامات البازلت الصناعية هي إنتاج خيوط البازلت وأليافها (Basalt Fibers) إذ يتم تحويل البازلت المكسر بعد صهره في أفران خاصة بدرجات حرارة 1400-1600 درجة مئوية وتبرير المصهور البازلتي عبر وحدات سحب بلاستيكية Pushing / وشبكات مثقبة ذات فتحات وأبعاد محددة إلى ألياف وخيوط ناعمة وناعمة جدًا تنقل إلى ماكينات لف وغزل الخيوط التي تحولها إلى بكرات من الخيوط والألياف البازلتية التي تتمتع بمواصفات نوعية عالية جدًا واقتصادية مقارنة مع الألياف الأخرى السائدة والمستخدمة في الوقت الحاضر (ألياف الزجاج والكربون وغيرها) ، بالإضافة إلى كونها غير ضارة بالبيئة وصحة الإنسان. وتعد الخيوط والألياف البازلتية المادة الأساسية لتصنيع كثير من المواد والمنتجات المتنوعة، أهمها: (Tutakovo. 1992، شرف 2009، الشوابكة: 2000):

- ألياف مجدولة (Basalt Fiber Strands) ،تستخدم في صناعة النسيج والمواد البوليميرية والبلاستيك المقاوم.
- خيوط مفتولة (Basalt Fiber Roving) ،تستخدم في صناعة المواد المنسوجة وغير المنسوجة، كما تستخدم كمواد مألثة للمركبات البوليميرية ذات الامتصاص الضعيف للماء والعزل الكهربائي.
- قضبان بازلتية مركبة (Basalt Composite rods) ،بديلة لتحل محل الحديد والفولاذ والفيبرقلاس كعناصر تقوية في صناعة الخرسانة والأبنية وغيرها.
- الأنابيب البازلتية والبازلتية البلاستيكية المقاومة للتآكل (Basalt pipes and Basalt – Plasticpipes) أنابيب أكساء وضحه ونقله النفط وحفر الآبار وشبكات الصرف الصحي وغيرها.
- أقمشة وملابس (Basalt Cloth and Fabrics) ،تستخدم في صناعة وتقوية الملابس الواقية للجسم وتقويتها، العازلة والمقاومة للحرارة والنار، وفي البضائع للحماية الخاصة، مثل الستائر والسجاد وغيرها وأقمشة خيش وحصر وشبكات عزل وتدعيم للمنشآت الصناعية والأبنية.
- فلاتر عالية النوعية لتنقية الغازات والغبار والدخان.
- صناعة الألواح القرصية السداسية التي تستخدم في مجالات متعددة، مثل صناعة السيارات والسفن وهياكل الطائرات وعزل وتدعيم الأبنية والمنشآت الصناعية وتدعيمها وغيرها من الصناعات الأخرى.

المزايا الفنية والتقنية للألياف البازلتية:

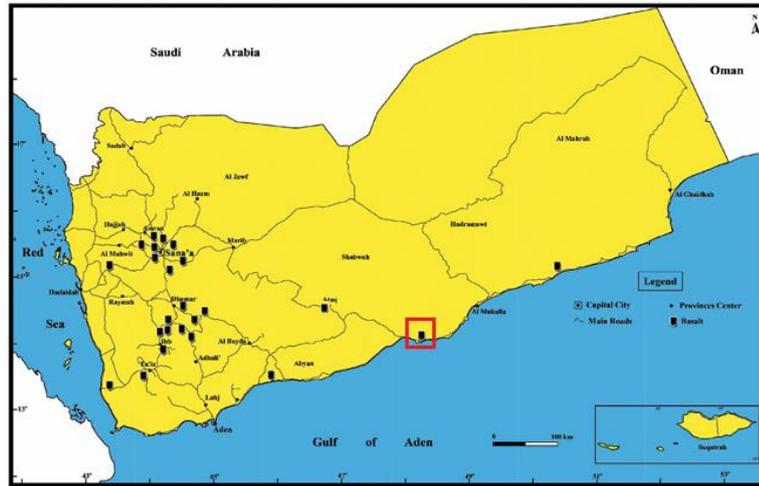
تتمتع الألياف البازلتية المشتقة من البازلت الطبيعي بالخصائص والمزايا التقنية الآتية:

- متانة وقوة شد فائقة -خمول كيميائي عالٍ - ،مقاومة وثبات كيميائي لتأثير الرطوبة والحموضة والقلويات .
- مقاومة عالية للحرارة والحرائق عند تأثير الحرارة المرتفعة والمنخفضة.
- عازلية عالية للصوت والضجيج ومختلف الترددات وذات امتصاص ضعيف للماء.
- مقاومة عالية للكسر، ومقاومة عالية للتآكل.

الصخور البازلتية في اليمن (Basaltic Rocks in Yemen):

توجد صخور البازلت في اليمن ضمن صخور مجموعة بركانيات اليمن، حيث تنتشر ضمن الصخور البركانية الثلاثية في شكل طفوح بركانية متبادلة مع صخور الريوليت والتف والإجنميريت، أو في شكل قواطع تخترق صخور القاعدة والصخور الرسوبية التابعة للعصر الجوراسي والعصر الطباشيري. تنكشف صخور البازلت الثلاثي ضمن المنطقة الممتدة من تعز إلى شهارة في مناطق عدة، أهمها تعز، إب، ذمار، صنعاء، الضالع، لحج، عدن، وتوجد أيضاً ضمن الصخور البركانية الرباعية في هيئة طفوح وفرشات بازلتية ومخاريط بركانية. في مناطق محدودة تعرف بالحقول البركانية التي من أهمها حقل صنعاء همدان وذمار- رداع، مارب-صرواح، شقرة-أحور، بلحاف - بئر علي، سيحوت قصيعر، إضافة إلى وجود بركانيات متفرقة تابعة للعصر الرباعي في عتق- حطيب شكل رقم (1).

شكل (1) خريطة موقعية تبين انتشار صخور البازلت في الجمهورية اليمنية: (الصبري، 2009)



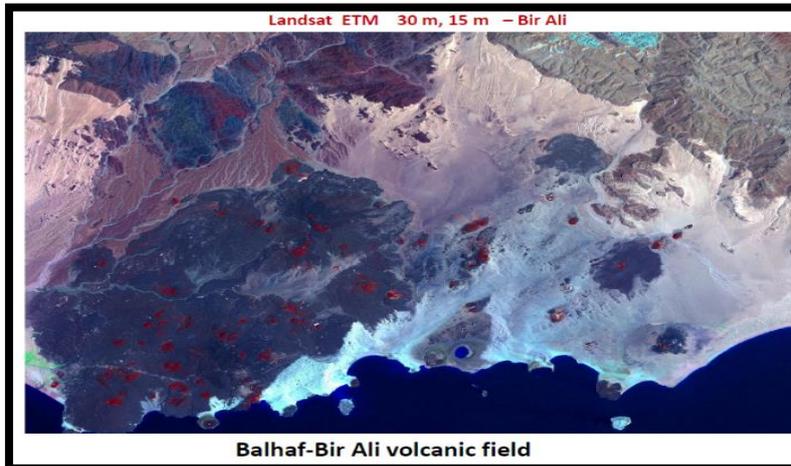
حقل بلحاف - بئر علي:

يقع حقل بلحاف - بئر علي البركاني في محافظة شبوة على ساحل البحر العربي على الطريق الواصلة بين محافظتي شبوة وحضرموت، على بعد 100 كم غرب المكلا شكل رقم (1)، ويغطي حوالي 700 كم² شكل رقم (3،2).

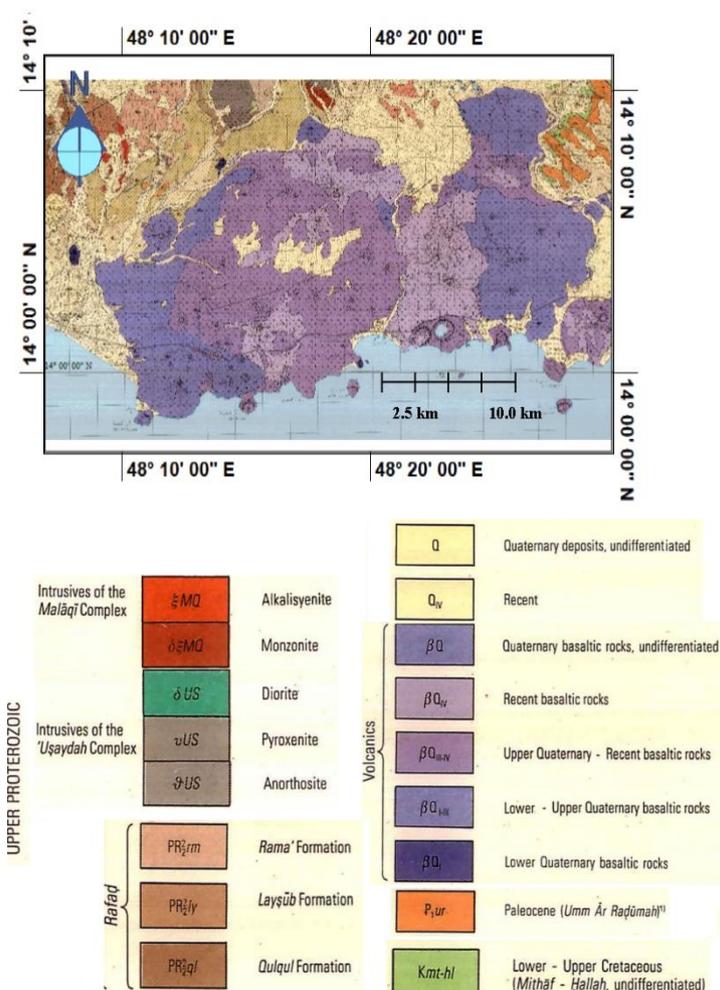
جيولوجية وبتروجرافية منطقة الدراسة:

تمثل بركانيات بالحاف - بئر علي أحد الحقول البركانية الرباعية التي يمتد عمرها من (5-10 مليون سنة) (Mattash, 1994). يتكون هذا الحقل من صخور البازلت القلوي، إضافة إلى الصخور النارية فوق المافية، مثل الدونيت والبيردوتيت والبازلت الفقاعي والمواد الفلذبركانية، يتميز هذا الحقل بوجود عدد من المخاريط البركانية والفوهات البركانية شكل رقم (2) و(3) إضافة إلى الفرشات البازلتية التي تتميز بعدد من الأشكال التي تتميز بها الصخور البركانية المافية، مثل لتراكيب والفواصل العمدانية (Columnar joints) وغيرها من أشكال الصخور البركانية (الخرياش وآخرون 2024). تم تقسيم هذا الحقل (Schramm et al. 1986: Heikal et al. 2012: Habtoor et al. 2022) إلى تتابع من هذه البركانيات من الأسفل إلى الأعلى إلى صخور البازلت القلوي، وحدة الصخور الفلذبركانية (التف والرماد البركاني)، وحدة البازلت مع التف البركاني والبازلت الفقاعي والإسكوريا شكل رقم (3). من خلال الدراسة البتروجرافية تبين أن صخور البازلت تتميز بألوان سوداء ذات نسيج دقيق التحبب التي تتكون أساساً من معادن البلاجوكليز والبيروكسين (أوجيت وتيتانيوم أوجيت) حوالي 80% مع نسبة من الأوليفين المتغيرة على الحواف والشقوق إلى معدن (الأدنجزايت) مكون النسيج البروفيري، بالإضافة إلى المعادن المعتمة (المجناتيت والتيتانومجناتيت) شكل رقم (4.ج). يتميز البيروكسين بأنه دقيق إلى متوسط التحبب، في حين يظهر البلاجوكليز في شكل بلورات مستطيلة (Phenocryst Rectangular) وكذلك على شكل (Lath Shaped) وتوأمية بسيطة شكل رقم (4.ر،ز)، وتوجيه انسيابي وفي غالب القطاعات يشبه إلى حد ما النسيج التراكتي (Trachytic or Flow texture) شكل رقم (4.د) في حين بعض البلورات تكون بداخل بلورات البيروكسين الكبيرة كلياً أو جزئياً مكونة نسيجاً أوفيتياً أو شبه أوفيتي (Ophitic or Sub-ophitic) شكل (4.و) وفي بعض القطاعات تظهر النسيج الديابيزي (diabase texture) شكل (4.هـ،ز).

شكل رقم (2) صورة فضائية من القمر الصناعي الأمريكي اللاندسات لحقل بالحاف بئر علي البركاني.



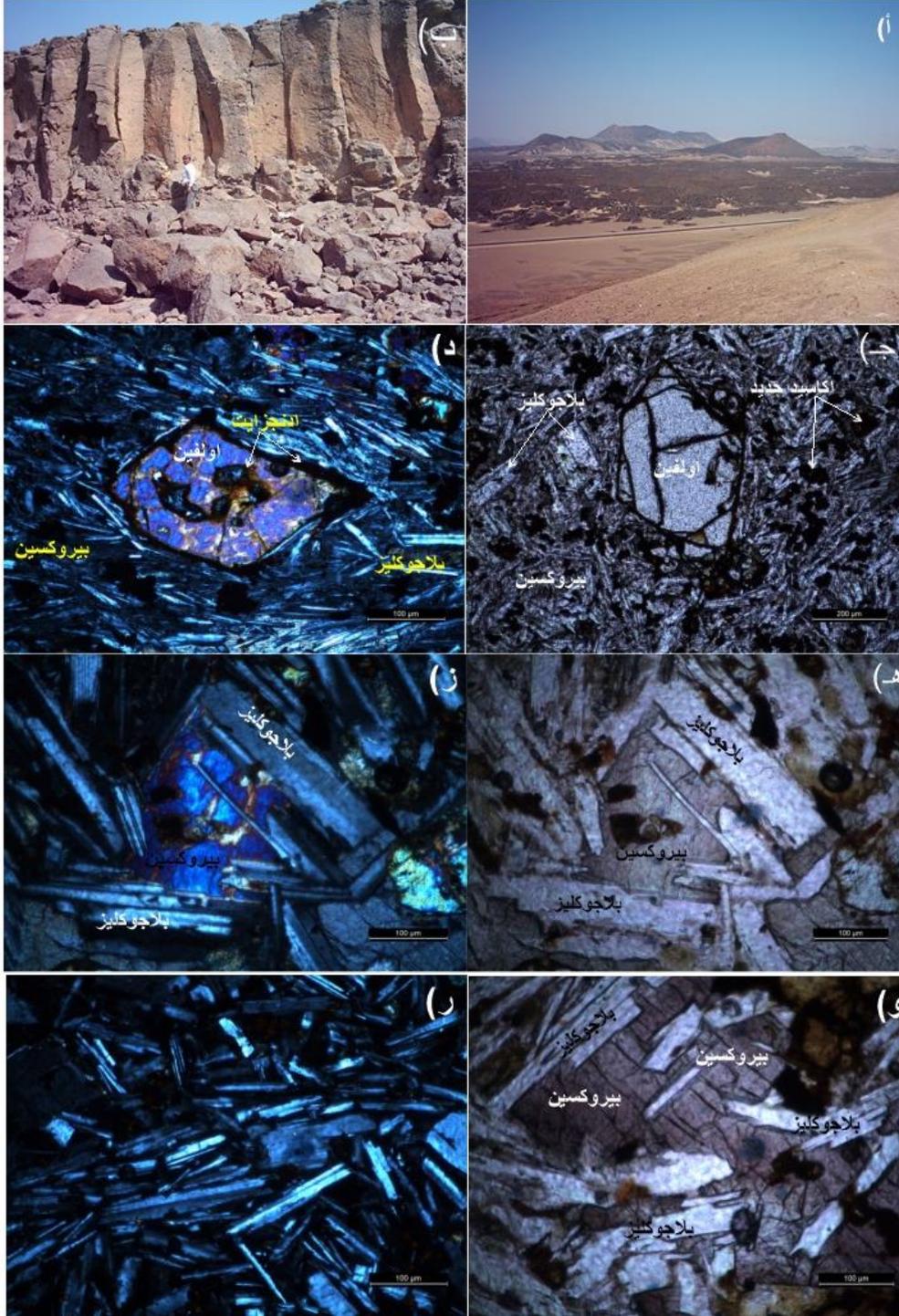
شكل رقم (3) خارطة جيولوجية توضح حقل بركانيات بلحاف -بئر علي (Schramm et al. 1986)



الخصائص الكيميائية لصخور البازلت في حقل بلحاف - بئر علي:

تم التحليل الكيميائي ل 13 عينة من صخور البازلت بطريقة الأشعة السينية (XRF). وقد أظهرت التحاليل الكيميائية بن صخور البازلت في هذا الحقل صخور قلووية حيث تكون نسبة (4-8%) $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ وثاني أكسيد السيلكون (45.97-50.84% SiO_2) في حين أن ارتفاع نسبة أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 (15.8%) وانخفاض نسبة أكسيد المغنيسيوم (4.21-10.46% MgO). ومن خلال النتائج تم تقييم هذه الصخور وذلك بحساب كل من المعيار الحمضي (Standard Acid MK)، وثابت الانصهار (Fusion Rate R) ومعيار اللزوجة (Measurement of Viscosity MV) (جدول 3) حيث تبين أن هذه الصخور تتميز بدرجة انصهار عالٍ (R=3.07-4.44) (MK =2.04-3.19) ولزوجة منخفضة (MV=1.49-2.22) مما يعني إمكانية استخدامها في صناعة الألياف البازلتية.

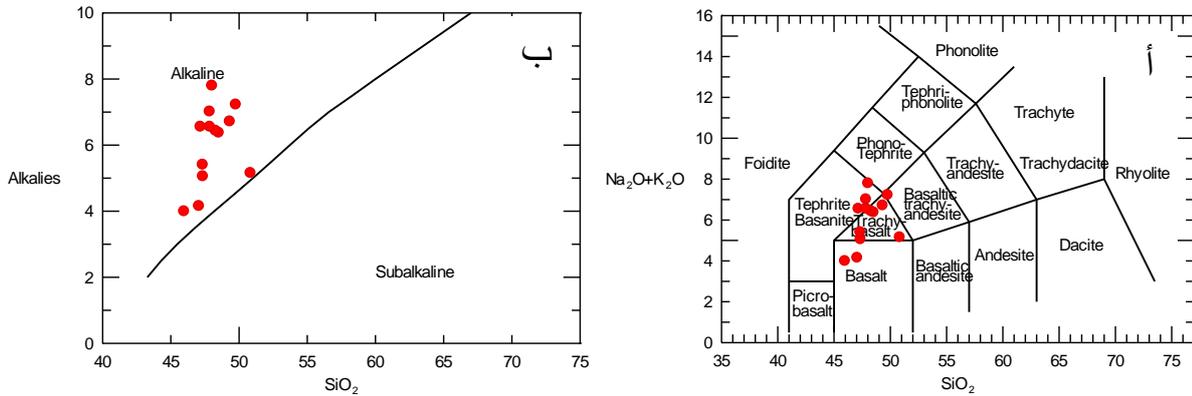
شكل رقم (4) أ- صورة فوتوغرافية توضح منظر عام لجزء من المخاريط البركانية في حقل بالحاف بئر علي البركاني، ب- صورة فوتوغرافية توضح الأعمدة البازلتية في الحقل البركاني، ج- صورة مجهرية توضح بلورات المعادن الرئيسة لصخر البازلتو النسيج البروفيري من معدن الأولفين (الصورة تحت الضوء المستقطب C.P)، د- صورة مجهرية توضح بلورة كبيرة من الأولفين المتغير إلى الأذنجازيت (الصورة تحت الضوء المتعامد C.N)، هـ- صور مجهرية للنسيج الدياتري في صخر البازلت (C.P)، و- صورة مجهرية توضح نسيج أوفيتي (Ophitic texture) في صخور البازلت (C.P)، ر- صورة مجهرية توضح نسيج الانسيابي في صخور البازلت (C.N)



جدول (3) يوضح نتائج التحاليل الكيميائية للعناصر الرئيسية (%) (Major elements) لعينات صخور بازلت حقل بالحاف - بئر علي البركاني

Sample	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	TOTAL	MK	MV	R
BR1	48.02	2.04	17.5	8.93	0.14	5.81	7	5.6	2.2	1.07	98.33	3.11	2.16	3.72
BH1	47.17	2.13	17.1	9.61	0.14	6.39	7.7	5.27	1.29	0.67	97.52	2.80	2.04	3.68
BH2	47.35	2.07	16.8	10.67	0.16	7.33	8.6	3.9	1.16	0.49	98.49	2.49	1.91	3.66
BH3	45.97	2.02	15.4	10.9	0.17	10.46	9.7	2.99	1.01	0.45	99.11	2.04	1.67	3.07
BH4	47.06	2.02	15.9	10.94	0.16	8.46	9.3	3.15	1.01	0.48	98.44	2.26	1.80	3.46
BH5	48.51	2.21	17.8	8.99	0.14	5.84	7.6	4.82	1.56	0.68	98.13	3.05	2.22	3.91
BH6	49.76	1.96	17.7	10.92	0.18	4.21	6.7	5.54	1.69	0.66	99.33	3.19	2.13	4.44
BH7	49.32	2.08	17.5	9.05	0.14	6.12	7.2	4.95	1.77	0.84	99	3.08	2.21	3.89
BH8	48.28	2.07	17.3	11.1	0.18	4.67	7.3	4.78	1.66	0.67	97.97	2.94	2.04	4.29
BH9	47.33	2.1	16.6	10.43	0.16	8.03	8.8	4.13	1.28	0.52	99.3	2.42	1.87	3.44
BH10	47.86	2.12	17.4	17.42	0.14	6.52	7.6	4.83	1.73	0.87	98.3	2.13	1.49	4.10
BH11	50.84	1.85	16	9.37	0.15	7.12	7.7	3.78	1.38	0.47	98.63	2.84	2.14	3.90
BH12	47.84	2.57	17.7	10.68	0.15	5.38	7.1	5.6	1.42	0.55	99.02	2.94	2.04	4.03
Average	48.1	2.095	17	10.69	0.2	6.642	7.9	4.565	1.474	0.65	98.6	2.71	1.98	3.8

شكل (5) أ- مخطط TAS لتصنيف صخور البازلت في حقل بالحاف - بئر علي البركاني. ب- مخطط يوضح قلووية الصخور البازلتية في هذا الحقل، (after Irvine and Baragar, 1971).



صناعة الصخور البازلتية في حقل بالحاف - بئر علي البركاني:

لا يوجد إلى الوقت الحالي نموذج قياسي للمواصفات والخصائص الكيميائية المطلوبة للصخور البازلتية لإنتاج الخيوط والألياف البازلتية، وكما ذكر سابقاً تم إنتاج الألياف والخيوط في بعض الدول من صخور الديورايت. من الناحية البتروجرافية، فإن صخور الخبث البركاني والبازلت الفقاعي في هذا الحقل البركاني غير مناسبة في صناعة الصوف الصخري والصناعات الأخرى المرتبطة به؛ كونها تحتوي على فراغات كثيرة، وبعض الفراغات معبأة ببعض المعادن الثانوية في حين أن صخور البازلت المصمت والدقيق والتحبب والمتجانس هو الصخر المناسب لهذه الصناعة.

وعند مقارنة نتائج التحليل الكيميائي لعينات البازلت من هذا الحقل مع عينات من البازلت من مناطق مختلفة من العالم كالبازلت الأردني والسوري والروسي والسعودي لصناعة الخيوط البازلتية فإن صخور هذا الحقل تتشابه مع صخور البازلت في هذه الدول، وأن هناك اختلافاً طفيفاً من الناحية الكيميائية، لكن ليس له تأثير كبير في معاملات الحامضية واللزوجة وثابت الانصهار لصخور هذا الحقل، وأن نتائج بازلت هذا الحقل ملائمة لصناعة الألياف البازلتية.

جدول (4) يوضح المواصفات الكيميائية الروسية والأردنية والسورية والسعودية للصخور البازلتية الصالحة لصناعة الصوف الصخري ومقارنتها بالمواصفات الكيميائية للصخور بازلت حقل بالحاف - بئر علي البركاني (الشوابكة، 2000 : مشرف،

2009 : ، Sabtan et al. 2000 : Tutakovo. 1992)

TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	البلد
2.85-1.9	-	-	9.5-9	5.47-3	14-12	5.5-12.6	7.88-49.3	روسيا (Tutakovo) (1992)
1.46-2.1	-	-	8.8-7.2	8.5-6.9	13.5-13	19-17	46.5-45.25	سوريا (مشرف، 2009)
-	0.94-0.33	3.43-2.62	11.9-6	10.2-6	14.30-10	16.3-14.5	49.5-44.61	السعودية (Sabtan et al. 2000)
-	3-0.5	4-2	15-6	14-6	14-7	17-10	50-42	الأردن (الشوابكة) (2000)
2.57-1.8	2.2-1	5.6-2	9.7-7	10.46-5	17.4-8.9	17.8-15.4	50.84-47	بئر علي - بالحاف (اليمن)

الاستنتاجات:

أظهرت نتائج التحليل الكيميائي لعينات الحقل البركاني أنها عينات بازلتية قلووية ذات تركيب بازلي، الى تركيب أنديزيتي وتراكي بازلت وتفرايت، حيث نسبة (Na₂O + K₂O) (4-8%) وثاني أكسيد السيلكون SiO₂ (45.97-50.84%) في حين أن ارتفاع نسبة أكسيد الألمنيوم Al₂O₃ (15-17%) وانخفاض نسبة أكسيد المغنيسيوم MgO% (4.21-10.46%). ومن خلال النتائج تم تقييم هذه الصخور وذلك بحساب كل من المعيار الحامضي (Standard Acid MK)، وثابت الانصهار (Fusion Rate R) ومعيار اللزوجة (Measurement of Viscosity MV) (جدول 3) حيث تبين أن هذه الصخور تتميز بدرجة انصهار عالٍ (R=3.07-4.44) (MK =2.04-3.19) ولزوجة منخفضة (MV)=(1.49-2.22) وأظهرت مقارنة نتائج التحليل الكيميائي لهذه العينات مع عينات من البازلت الروسي والأردني والسعودي تشابهاً كبيراً مما يعني إمكانية استخدامها في ملائمة تصنيع الألياف البازلتية سواءً كان لصناعة الصوف الصخري، أو الأنايبب والضبان البازلتية المختلفة.

المراجع العربية:

- الصبري، ع.م (2009) أحجار البناء والزينة في اليمن. هيئة المساحة الجيولوجية والثروات المعدنية-وزارة النفط والثروات المعدنية- صنعاء.
- الصبري، ع.م (2009) تقييم صخور البازلت في اليمن لصناعة الألياف البازلتية، هيئة المساحة الجيولوجية والثروات المعدنية-وزارة النفط والثروات المعدنية- صنعاء.
- شرف مزيد (2009) البازلت مادة أولية لصناعات هامة في سوريا ابتكارات القرن الواحد والعشرين المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، المؤتمر الجيولوجي الثاني دمشق - سوريا.
- الشوابكة، خ. (2000) الشركة الأردنية لصناعة الصوف الصخري، عمان الأردن.

المراجع الأجنبية:

- Habtoor A.M, Al-Akhaly, I.B, Lashdaf A. S (2022) Implications of Mantle Xenoliths in The Pliocene-Quaternary Basalts from the Shawran Crater, Bir Ali Area, Yemen. Electronic Journal of University of Aden for Basic and Applied Sciences, Vol. 3 No. 3 (2022).
- Heikal, M. T. S., Lebda E. M. M., Orihashi, Y. and Habtoor A.M. (2012) "Petrogenetic Evolution of Basaltic Lavas from Balhaf-Bir Ali Plio-Quaternary Volcanic Field, Arabia Sea, Republic of Yemen," Arabian Journal of Geosciences.
- Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A. (1971) A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Canadian Journal of Earth Sciences 8, 523-548.
- Khudyakova, L. I., Buyantuev, S. L. and Buyantuev, V. T. (2020) Basalts of the Republic of Buryatia and their suitability for obtaining mineral fibres. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 962, 022032.
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., and Zanettin, B., (1986) A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. Journal of Petrology 27, 745-750.
- Mattash, M. A., 1994, Study of the Cenozoic Volcanic and their associated intrusive rocks in Yemen Relation to Rift development: Ph.D.Thesis, Budapest.112p.
- Sabtan, A. A., Shehata, W. M., (2000) Evaluation of engineering properties of scoria in central Harrat Rahat, Saudi Arabia. Bull Eng. Geol. Env. 59: 219-225 7, Springer-Verlag.
- Schramm, H., Othman, N. A., Wifel, H., Kainz, H. and Assaruri, M. (1986). Geological survey and prospecting in the Habban- Mukalla area. Unpublished report prepared for the former P.D.R.Y., final report, vol.1, part 1, 303 p. v. 13, p. 211-220.
- Tutakovo .v and oth (1992) Reprocessing of basaltic Continuous filament covered with Polyvingl acetateemulsion, Russia,.