مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (6) العدد (1) 2022

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies –Basic Sciences Series Vol. (6) No. (1) 2022

إمكانية تصنيع الألياف البازلتية المستمرة من الصخور البازلتية في المنطقة الساحلية، وقلعة الحصن

الدكتورة رشا حسام خدام*

تاريخ الإيداع 25/8/ 2021– تاريخ النشر 17/ 1/ 2022)

□ ملخّص □

يهدف هذا البحث لتحديد صلاحية وإمكانية استخدام الصخور البازلتية المنتشرة في الساحل السوري وقلعة الحصنفي تصنيع الألياف البازلتية المستمرة اعتماداً على تراكيبها وعلى تحديد قيم مؤشر الحموضة (2.5<MK<6,5)، ثم مقارنتها مع قيم مماثلة لعينات روسية مدروسة وأخرى سورية، حيث تعد الصخورَ البازلتيةالمادة الخام الأولية المطلوبة لتصنيع الألياف البازلتية المستمرة من جهة، ولوفرة احتياطي كبير منها في الساحل السوري وقلعة الحصن. لقد توصل البحث بالدراسة والمقارنة إلى أن الصخور البازلتية في منطقة الساحل السوري (القرداحة، القدموس، صافيتا، بانياس، وقلعة الحصن) يمكن استخدامها في صناعة الألياف البازلتيةالمستمرة بإضافة مكون آخر، أو بدون إضافة إي مكون مما يقلل من تكلفة صناعتها،وإنتاجها مقارنة مع الألياف الزجاجية.

الكلمات المفتاحية:الألياف البازلتية المستمرة،الألياف الزجاجية، الصخور البازلتية، الساحل السوري، مؤشر الحموضة.

*–دكتوراه في الجيولوجيا التطبيقية / جامعة تشرين.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (6) العدد (1) 2022

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies –Basic Sciences Series Vol. (6) No. (1) 2022

The possibility of making Continuous Basalt fibers from basalt rocks on the Syrian coast, and Qal'at al-Hosn

Dr. RashaHossamKhaddam*

(تاريخ الإيداع 25/8/ 2021– تاريخ النشر 17/ 1/ 2022)

□ ملخّص □

This research aims to determine the viability and possibility of using basalt rocks scattered on the Syrian coast, and Qal'at al-Hosn in the manufacture of continuous basalt fibers depending on their composition and on the values of acidity index (Mk > 2.5 < 6.5), and then compare them with similar values for studied Russian and Syrian samples, where basalt rocks are On the Syrian coast, the primary raw material required for the manufacture of continuous basalt fibers on the one hand, and the abundance of a very large reserve on the Syrian coast. The study and comparison concluded that the basalt rocks in the Syrian coast region (Qardaha, Qadmus, Safita, Baniyas, and Qal'at al-Hosn) can be used in the manufacture of continuous basalt fibers by adding one component, or without adding any component, which reduces the cost of its manufacture and production compared to Fiber glass.

Keyword :Continuous Basalt fibers, Fiber glass, basalt rocks, Syrian coast, acidity index (Mk).

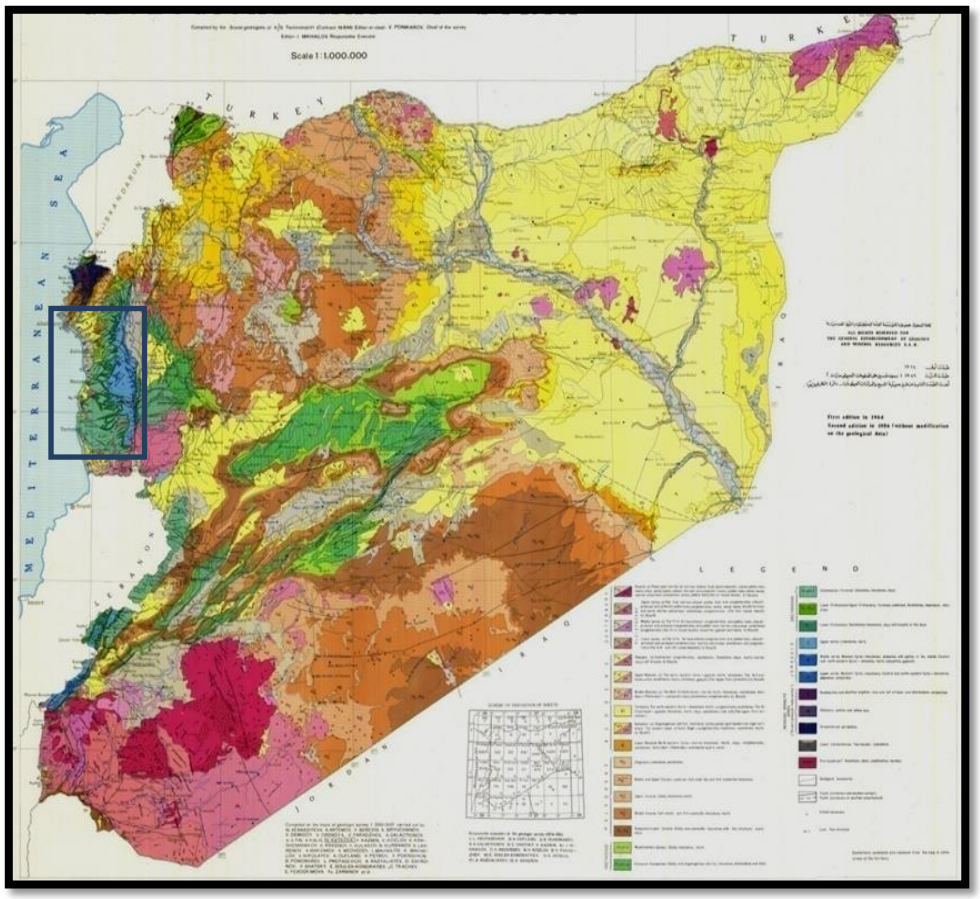
*- Ph.D. in applied geology/Tishreen University.

١-مقدمة:

تكمن أهمية الصخور البازلتية وتطبيقاتها ضمن المجالات والقطاعات الصناعية، حيث تشكل الصخور البازلتية ثروة واعدة في سوق الاستثمار، نظراً لما تفتحه من آفاق واسعة لاستخداماتها في أعمال البناء والإنشاءات والصناعات ما يكسبها كذلك أهمية لتوظيفها في إعادة الإعمار.نشأت الحاجةُ في العقود الأخيرة إلى مادة قوية غير قابلة للتآكل في صناعة البناء والتشييد، ففي المنشآت الخرسانية القريبة من البحر، مثل المنازل أو الجسور، هناك حاجةٌ إلى صيانة الخرسانة بشكل منتظم، وفي مثل هذه الظروف فإن الخطرَ الأكثر شيوعاً هو تآكلُ حديد التسليح مما يجعل المباني ضعيفةً وخطرة في فترة قصيرة من الزمن[7.6.5.4.3.2.1].

٢-منطقة الدراسة:

تشمل منطقة الدراسة التوضعات البازلتية في الساحل السوري ضمن مناطق (القرداحة، القدموس، صافيتا ، فضلاً عن بانياس، وقلعة الحصن) (الشكل:١)، حيث تشغل الصخور البازلتية حوالي ٢٠% من مساحة المنطقة الساحلية، وبسماكة متغيرة من رقعة إلى أخرى وبشكل وسطي ١٥ متراً.



(الشكل:١) – الخارطة الجيولوجية السورية، بمقياس ١/١٠٠٠٠٠٠ حيثتبين أماكن انتشار الصخور البركانية في سورية، وتقع منطقة الدراسة ضمن المسطيل الأزرق[8].

٣-إشكالية البحث:

تكمن إشكالية البحث في:

على الرغم من أن الصخور البازلتية في الساحل السوري درست بشكل تفصيلي من النواحي البترولوجية والجيوكيميائية، وتم تحديد خصائص البركنة البازلتية في كامل المنطقة، وذلك من خلال إجراء بعض الدراسات التي تناولت مناطق محددة مثل: القرداحة، القدموس، صافيتا، فضلاً عن بانياس،وقلعة الحصن،[13.12,11,10,9,] حيث تم تسليط الضوء على منعكساتها الاقتصادية، إلا أنه لم يتم البحث بشكل علمي متخصص في تحديد إمكانية تصنيع الألياف البازلتية المستمرة منها.

٤-أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في تحديد مدى إمكانية وصلاحية الصخور البازلتية في المنطقة الساحلية لاستخدامها في تصنيع الألياف البازلتية المستمرة بشكل خاص، وفي الصناعات البازلتية الأخرى بشكلٍ عام.

٥-طرائق البحث، وأدواته:

اعتماداً على نتائج التحليل الجيوكيميائي للصخور البازلتية في عدة رقع في المنطقة الساحلية تم تحديد مدى صلاحية الصخور البازلتية في المنطقة الساحلية لصناعة الألياف البازلتية المستمرة ، وذلك باستخدام معادلة صلاحية الألياف البازلتية المستمرة المستخدمة في روسيا الاتحادية [15,5,4] التالية:

$Mk=SiO_2+Al_2O_3/CaO+MgO>1.6-1.5<4$ بدون إضافة مكونات أخرى

$Mk=SiO_2+Al_2O_3/CaO+MgO>4.7<6.5$ مع إضافة مكون واحد

والتي تحددMk وهو مؤشر الحموضة حسب مزيد شرف[5,4]، ويعد مؤشر الحموضة الذي تتراوح قيمته ما بين (١-٣) مناسباً لإنتاج الألياف البازلتية المستمرة بدون إضافة أي مكون. كما استخدمت برمجيات أوفيس لرسم المخططات واستخراج النتائج.

(الجدول:١)-يبين مصدر التحاليل الجيوكيميائية للصخور البازلتية المعتمدة في البحث .

اسم المنطقة	الباحث	البحث	رقم المرجع
جنوب سوريه	د. مزيد شرف	مقال منشور	٤ و٥
القرداحة	د.رامية ورده	أطروحة دكتوراه	٩
بانياس	د.رامية وردة	رسالة ماجستير	١٠
القدموس	د.رشا خدام	أطروحة دكتوراه	١١
صافيتا	أشرف غانم	رسالة ماجستير	١٢
قلعة الحصن	رياض سينو	رسالة ماجستير	١٣

٦-النتائج والمناقشة:

هناك العديدُ من الأبحاث والاختبارات التي دمجت الألياف البازلتية في المنشآت الخرسانية، وبشكل أساسي في الحواجز. وقد أظهرت الاختبارات تحسناً في المقاومة والمتانة. وتُعد واحدةً من فوائد استخدام هذه الألياف كمادة لتقوية البيتون لأنها غيرُ قابلةٍ للتآكل؛ إذْ يمكن أن تُستخدم الصخور البازلتية ليس فقط في صناعة قضبان البازلت، ولكن أيضاً في صناعة الأقمشة البازلتية، أسلاك الألياف البازلتية المقطعة، أسلاك البازلت الشعرية المستمرة وشبكات ألياف البازلت، [16,14].

نذكر بعض التطبيقات المحتملة لهذه المركبات البازلتية: البلاستيك البوليمري المقوى، وتقويةُ التربة والجسور والطرق السريعة، والأرضياتُ الصناعية، وعزل الصوت والحرارة للمباني السكنية والصناعية، والسترات الواقية من الرصاص وإعادة تأهيل المنشآت. وفضلاً عن ذلك تتميز الصخور البازلتية بالمواصفات التالية:

- مواصفات جمالية عالية وخصوصاً بعد صقلها.
- مقاومتها الشديدة للكسر.
- عازليتها الجيدة للحرارة وقدرتها العالية على امتصاص الصوت والضجيج.
- مقاومتها العالية للعوامل الجوية وعوامل الاهتراء والتلف والأوساط الكيميائية الحامضية والقلوية فضلاً عن الرطوبة.
- اعتبارها خامات طبيعية نظيفة وغير ملوّثة للبيئة.
- واعتبار البازلت أفضلَ مقوٍّ للخرسانة بسبب قوة الشد التي يتمتع بها.

ومن الناحية الصناعية تتميز الصخور البازلتية بثبات حراري وكيميائي عاليين فهي خامات تركيبها قليلُ التعقيد كما أنَّ عمليةَ صهرِها وتجانسها، وإغنائِها قد تمَّت من قِبل الطبيعة بفعل النشاط البركاني ولهذا فإنَّ القسم الأكبرَ من الطاقة المستهلكة لعملية الصهر الأولية للبازلت قد تمت من قبل الطبيعة نفسها [18,17].

٦-١-صناعة الألياف البازلتية:

يقصد بالألياف البازلتية تلك الألياف المستمرة Continuous Basalt fibers المنتجة من خلال الصخور البازلتية البركانية المنصهرة بدرجة حرارة (١٥٠٠ درجة مئوية). إنتاج الألياف البازلتية والألياف الزجاجية متشابه، لكنَّ الصخورَ البازلتية المسحوقة هي المادة الخام الوحيدة المطلوبة لتصنيع الألياف البازلتية إذْ لا تحتاج الألياف البازلتية أيةَ إضافاتٍ أخرى في عملية إنتاجها مما يعطيها ميزة إضافية من حيث التكلفة. وعلى الرغم من أن درجةَ الحرارة المطلوبة لإنتاج الألياف البازلتية أعلى من الزجاج إلا أنَّ الباحثين قالوا إنَّ إنتاجَ الألياف المصنوعة من البازلت يتطلب طاقةً أقلَّ نظراً لتجانس تسخينها[16].

تتمتع الألياف البازلتية بمواصفات نوعية عالية جداً واقتصادية مقارنة مع الألياف الأخرى السائدة والمستخدمة في الوقت الحاضر(ألياف الزجاج والكربون وغيرها) بالإضافة إلى كونها غيرَ ضارةٍ بالبيئة وصحة الإنسان. هذا ومن المعروف أنَّ الأليافَ البازلتية تملك قوة شدٍّ أفضلَ من الألياف الزجاجية، وإجهادَ قصورٍ أكبرَ من ألياف الكربون، مما يجعلها ذات مقاومة جيدة للتأثر الكيماوي، وتحمّل للصدم والنار، مع أبخرة سامّة أقل.

كما تستخدم الألياف البازلتية كمواد لتقوية الخلطات الخرسانية. هناك ثلاثةَ أنواعٍ من أساليب التقوية باستخدام ألياف البازلت لتقوية الخرسانة:

١- التقوية الخارجية. ٢-شبكة الألياف.٣ -نوع مادة القضبان. بحيث مكنت هذه الطرائق من استبدال قضبان الصلب بقضبان البازلت على نطاق واسع.

كما أجريت تجارب لتقييم أداء الخرسانة المسلحة بقضبان مركبة من ألياف البازلت وتبين أنها خَيار جيد لتقوية الهيكل الخرساني، مثل الجسور والمنازل التي تقع على مقربة من البحر بالإضافة إلى متانتها الجيدة جداً حوالي ثلاثة أضعاف قوة حديد التسليح المستخدم حالياً، كما أنَّ مقاومتَها للحرارة جيدة جداً وهو أمر مهمٌ للغاية في المباني [20,19].

٦-٢-دراسة الصخور البازلتية في الساحل السوري وقلعة الحصن:

تمت مقارنة التراكيب الجيوكيميائية للعينات البازلتية في الساحل السوري ومن مختلف المناطق (القرداحة، القدموس، صافيتا، فضلاً عن بانياس، وقلعة الحصن) مع العينات النموذجيةالروسية والسورية الصالحة لتصنيع الألياف البازلتية (الجدول:١)بهدف تحديد إمكانية استخدام الصخور البازلتية في الساحل السوري لتصنيع الألياف البازلتية المستمرة.

(الجدول:١)-يبين التركيب الكيميائي للصخور البازلتية النموذجية في روسيا وجنوب سورية الصالحة لصناعة الألياف البازلتية المستمرة[5,4].

البلد	Sample	SiO_2	Al_2O_3	MgO	CaO	1.5<Mk <6,5 مؤشر الحموضة
روسيا	Berest	49.03	12.58	5.47	9.53	4.1
	Vasil	47.88	15.48	3.0	9.58	5
سورية	A	45.25	19.01	8.4	7.25	4.1
	B	46.3	17.6	6.92	8.8	4

وبشكل عام عندما تكون قيم (MK> 1.2) تكون الصخور البازلتية مناسبة للحصول على ألياف أساسية ناعمة جداً ورقيقة. وتؤثر كمية السيليكا في الصخر على لزوجة المصهور. حيث يجب أن يكون محتوى أكسيد السيليكون أكثر من ٤٦٪ لاستقرار عملية تكوين الألياف. مع زيادة القيمة، تتحسن الخصائص الميكانيكية للألياف. بالإضافة إلى ذلك، تتأثر جودة المادة بأكسيد الألومنيوم. فكلما زاد محتواها، زادت قوة الألياف.

أيضاً لأكاسيد الحديد تأثير كبير على جودة الألياف المنتجة. حيث لا تؤدي زيادة محتواها إلى تفاقم خصائصها الفيزيائية والميكانيكية فحسب، بل تؤدي أيضًا إلى زيادة عدد الإضافات غير الليفية المتكونة.

وبشكل عام إذا كانت قيمة (Mk<1.2) فإن الألياف تسمى صوف الخبث، و هي هشة للغاية، وتظهر مقاومة كيميائية ضعيفة. أما إذا كانت قيمة (Mk=1.2-1.5) فإن الألياف تعتبر صوفاً معدنياً، حيث تكون هذه الألياف هشة ولها خصائص عزل مقبولة، أما إذا كانت قيمة (Mk>1.5) فإن الألياف تسمى الصوف الصخري، أو ألياف البازلت. كما يوجد تصنيف آخر يعتمد على محتوى البازلت من السيليسيوم، حيث تعتبر الصخور البازلتية قلوية إذا كانت

(SiO_2=42%)، ومعتدلة الحموضة إذا كانت (SiO_2=43-46%)، وتعتبر الصخور البازلتية حمضية إذا كانت (SiO_2>46%).

وبشكل عام، يعتبر التركيب الكيميائي مثالي لإنتاج ألياف البازلت المستمرة عندما يكون مؤشر الحموضة للصخور البازلتية ضمن المجال (٣-٦). وهنا نميز بين عدة أنواع من الألياف:

-ألياف البازلت المستمرة (CBF) يكون قطر الألياف بين ٦-٢١ ميكرون وطولها أكثر من ١٠م.

-ألياف البازلت الرقيقة (BTF) يكون قطر الألياف ٦-١٢ ميكرون، وطولها ٣٠-٦٠ مم.

-ألياف البازلت فائقة الرقة (STBF) يكون قطر الألياف ١-٣ ميكرون وطولها ٥٠-٦٠مم.

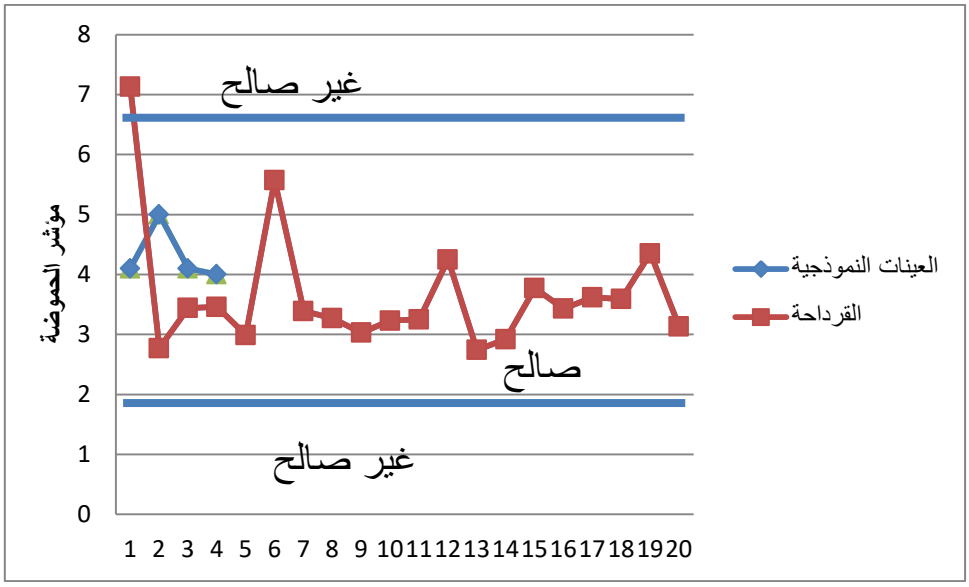
-قشور البازلت (BC) صفائح بسماكة ٢-٥ ميكرون ومساحتها ٠.٥-٤ مم مربع.

٦-٢-١-الصخور البازلتية في رقعة القرداحة:

لتحديد صلاحية الصخور البازلتية في رقعة القرداحة لتصنيع الألياف البازلتية المستمرة قمنا بمقارنة التحاليل الجيوكيميائية للصخور البازلتية في القرداحة (الجدول:٢) مع العينات النموذجية الروسية والعينات النموذجية المأخوذة من جنوب سورية (الجدول:١)، حيث تبين أن معظم الصخور البازلتية الطازجة غير المعرضة للتجوية صالحة لتصنيع الألياف البازلتية المستمرة عدا العينة (١) حيث كان مؤشر الحموضة (٧.١٣) (الشكل:٢

(الجدول:٢): التحاليل الكيميائية للصخور البازلتية في منطقة القرداحة، حسب[9]:

	SiO_2	Al_2O_3	MgO	CaO	1.5 <Mk <6,5 مؤشر الحموضة	الألياف المستمرة
1	٥٠.١	١٦.٩٤	٤.١	5.3	٧.١٣	غيرصالح
2	٤٦.٤	١٢.٥	٧.٢	١٤	٢.٧٧	
3	٤٩.٣	١٢.٣٩	٦	١١.٩	٣.٤٤	
4	٤٨.٣	١١.٩٦	٧.٣	١٠.١	٣.٤٦	
5	٤٦.٥	١٣.١٧	٧.٧	١٢.٢	٢.٩٩	
6	٤٩.٨	١٦.٠٦	٤	7.8	٥.٥٧	
7	٤٧.٢	١٤.٨٩	٥.٣	١٣	٣.٣٩	صالح
8	٤٩.٢	١٣.٣٤	٦.٦	١٢.٥	٣.٢٧	
9	٤٦.٨	١٢.٦٢	٥.٧	١٣.٩	٣.٠٣	
10	٤٩	٩,٥٠	٦.٥	١١.٦	٣.٢٣	
11	٤٧.٧	١٥.٧٩	٦.١	١٣.٤	٣.٢٥	
12	٤٧.٥	١٥.٩٤	٣.٦	١١.٣	٤.٢٥	
13	٤٨.٦	١١.٨٦	٦.٧	١٥.٣	٢.٧٤	
14	٤٩.١	١١.٩٩	٦.٤	١١.٣	٢.٩٢	
15	٤٧.١	١٣.١٧	٧.٩	١٢.٧	٣.٧٧	
16	٤٦.٥	١٤.٧١	٦.٣	٩.٩	٣.٤٣	
17	٤٥.١	١٤.٣٩	٦.٢	١٠.٢	٣.٦٢	
18	٤٩	١٤.٣٢	٨.٧	٨.٩	٣.٥٩	
19	٤٧.٥	١٥.٦٦	٦.١	٨.٤	٤.٣٥	
20	٤٦.٨	١٢.٨٣	٧	١٢	٣.١٣	



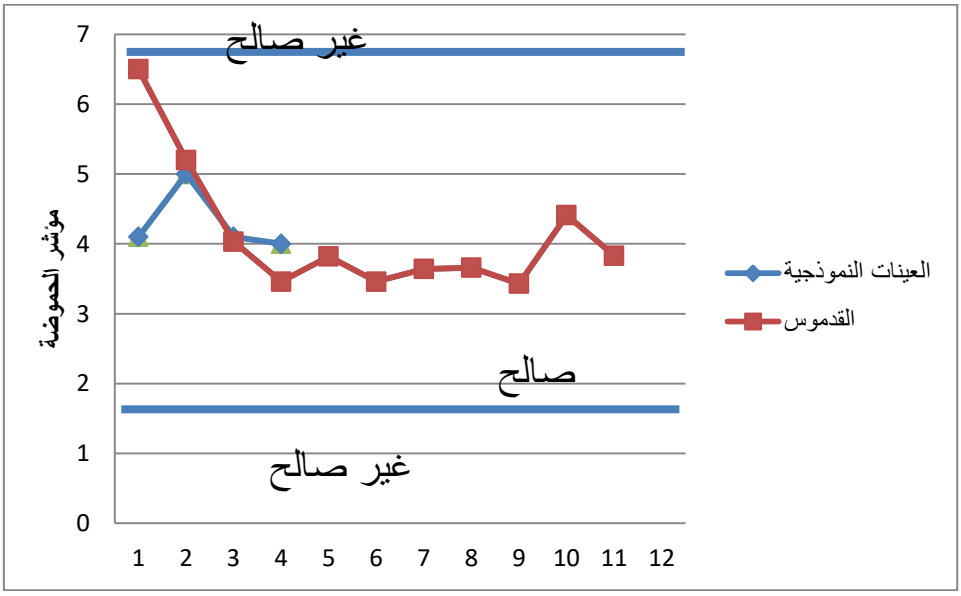
(الشكل:٢)-يبين صلاحية الصخور البازلتية في القرداحة لصناعة الألياف البازلتية مقارنة مع العينات النموذجية السورية والروسية.[5.4]

٦-٢-٢-الصخور البازلتية في رقعة القدموس:

لتحديد صلاحية الصخور البازلتية في رقعة القدموس لتصنيع الألياف البازلتية المستمرة قمنا بمقارنة التحاليل الجيوكيميائية للصخور البازلتيةالطازجة غير المعرضة للتجوية في القدموس (الجدول:٣) مع العينات النموذجية الروسية والعينات النموذجية المأخوذة من جنوب سورية (الجدول:١)، حيث تبين أن الصخور البازلتية في رقعة القدموس صالحة لتصنيع الألياف، حيث نجد أن Mk في موقع الجماسة تبلغ ٦.٥، وفي موقع النبي شيث تبلغ Mk=٥.٢ وفي موقع بستان الحمام تبلغ Mk=٣.٤٦ وهذا يعني أن بازلت البليوسين في بستان الحمام والجماسة، والنبي شيث صالح لصناعة الألياف والألياف البازلتية المستمرة لكون نسبة مؤشر الحموضة تقع ضمن المجال (1.5-6.5) (الشكل:٣)

(الجدول: ٣)-يبين إمكانية استخدام الصخور البازلتية في رقعة القدموس في صناعة الألياف البازلتية المستمرة، حسب[11].

البلد	Sample	SiO_2	Al_2O_3	MgO	CaO	1.5 <Mk <6,5 مؤشر الحموضة	الألياف المسترة
روسيا	Berest	49.03	12.58	5.47	9.53	4.1	صالح
	Vasil	47.88	15.48	3.0	9.58	5	
سورية	A	45.25	19.01	8.4	7.25	4.1	
	B	46.3	17.6	6.92	8.8	4	
الجماسة٢	Jm2	46.5	12.99	2.72	4.91	٦.٥	
جبل النبي شيث١	SH1	44.51	19.33	4.2	8.06	٥.٢٠	
بازريس	KR5-6	45.85	17.36	7.67	8.01	٤.٠٣	مع إضافة مكون واحد
بستان الحمام٢	KB2	46	16.43	6.55	9.81	٣.٤٦	
بستان الحمام٢-	KB2-1	47	14.87	7.05	9.11	٣.٨٢	
بستان الحمام٢-	KB2-2	46	15.58	7.05	10.71	٣.٤٦	
بستان الحمام١-	KB3-1	47	18.13	5.54	9.21	٣.٦٤	
بستان الحمام٢-	KB2-2	45	16.5	7.05	9.81	٣.٦٦	
بستان الحمام٣-	KB4-3	48	17.58	5.03	9.81	٣.٤٣	
بستان الحمام٢-	KB6-2	47	14.9	7.06	9.81	٤.٤١	صالح
جماسة	JM3-1	45.64	13.22	7.66	7.7	٣.٨٣	مع إضافة مكون



(الشكل:٣)-يبين صلاحية الصخور البازلتية في القدموس لصناعة الألياف البازلتية مقارنة مع العينات النموذجية السورية والروسية[5,4].

٦-٢-٣-الصخور البازلتية في رقعة صافيتا:

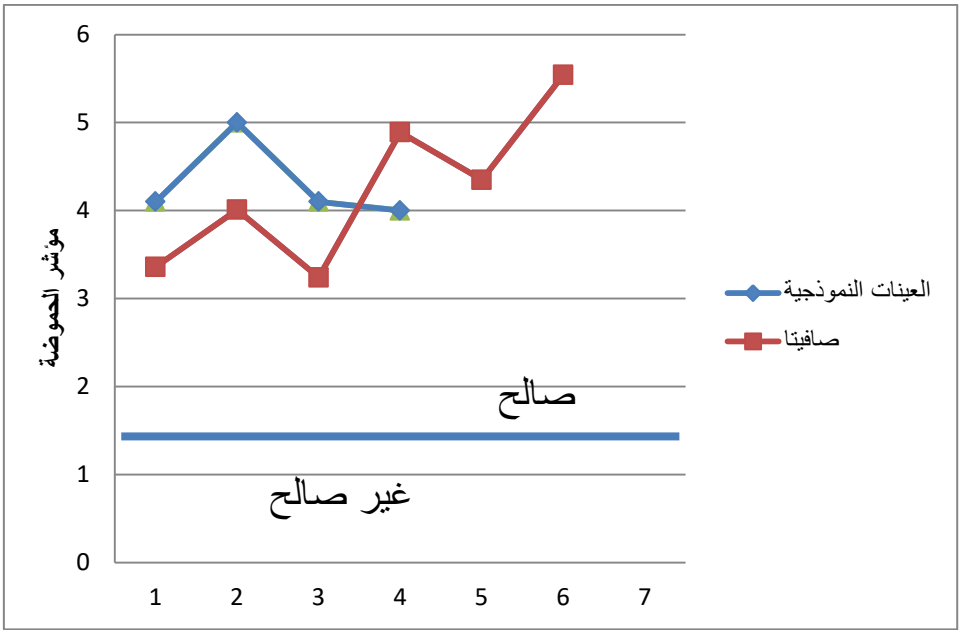
لتحديد صلاحية الصخور البازلتية في رقعة صافيتا لتصنيع الألياف البازلتية المستمرة قمنا بمقارنة التحاليل الجيوكيميائية للصخور البازلتية الطازجة غير المعرضة للتجويةفي صافيتا (الجدول:٤) مع العينات النموذجية الروسية والعينات النموذجية المأخوذة من جنوب سورية (الجدول:١).

١-تبين لدينا أن غالبية المواقع في رقعة صافيتا صالحة لاستخدامها في صناعة الخيوط الألياف البازلتية باستثناء موقع (رأس الدير)، حيث يلاحظ اختلاف بنسب أكسيد السيليسيوم وأكسيد الألمنيوم وأكسيد الحديد عند مقارنته مع الجداول القياسية وبالتالي يمكن استخدامها في صناعة الصوف البازلتي.

٢-لدى حساب قيمة مؤشر الحموضة لتبيان صلاحية استخدام الصخور البازلتية في صناعة الخيوط والألياف البازلتية المستمرة تبين لدينا أن قيمة مؤشر الحموضة تتراوح ما بين (٣.٢٤-٥.٥٤) أي أن قيمة مؤشر الحموضة تزيد عن (٣) وبالتالي يجب تعديلها بإضافة الأكسيد الناقص (أكسيد المغنيزيوم) مع الأخذ بعين الاعتبار النسب المثالية لبقية الأكاسيد وتبين بأنه يوجد نقص بأكسيد المغنيزيوم وبالتالي يجب تعديله بإضافة صخر الدولوميت (الشكل:٤).

(الجدول:٤) مقارنة العينات في رقعة صافيتا مع النموذجين السوري والروسي الصالحة لصناعة الخيوطوالألياف البازلتية.[12]

البلد	Sample	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	$Fe_2O_{3(t)}$	MgO	CaO	1.5 <Mk <6,5 مؤشر الحموضة	صلاحية الاستخدام
روسيا	Berest	٤٩.٠٣	٢.٨٥	١٢.٥٨	١٤.٠٣	٥.٤٧	٩.٥٣	4.1	صالح
	Vasil	٤٧.٨٨	١.٩١	١٥.٤٨	١٢.٥٨	٣.٠	٩.٥٨	5	
سورية	A	٤٥.٢٥	١.٤٦	١٩.٠١	١٣.٧	٨.٤	٧.٢٥	4.1	
	B	٤٦.٣	٢.١	١٧.٦	١٣.٨	٦.٩٢	٨.٨	4	
صافيتا	خزان صافيتا	٤٦.٨٥	١.٦٦	١٥.٥٣	١٣.٦١	٦.٤٩	١٠.٣١	٣.٣٦	
	دمقس	٤٩.٥١	١.٧٦	١٥.٠٦	١٣.٢٠	٦.٣٣	٩.٧٤	٤.٠١	
	جب الأملس ١	٤٥.٢٩	١.٩٦	١٥.٠٦	١٣.٠٩	٨.٢١	١٠.٤١	٣.٢٤	
	جب الأملس ٢	٤٨.٨١	١.٦٢	١٦.١١	١٤.١٥	٥.٦٧	٧.٦	٤.٨٩	
	عين شمس	٥١.٣٧	١.٧٨	١٣.١٢	١١.٨٦	٦.٢٤	٨.٥٦	٤.٣٥	
	القليعة	٤٨.٣١	١.٨٧	١٩.١٢	٨.٩١	٤.١٤	٨.٣٨	٥.٥٤	
	رأس الدير	٤٠.٣٤	٢.٧٧	٢١.٩٨	١٦.٣٢	٣.٥٥	٨.٣٤		غير صالح



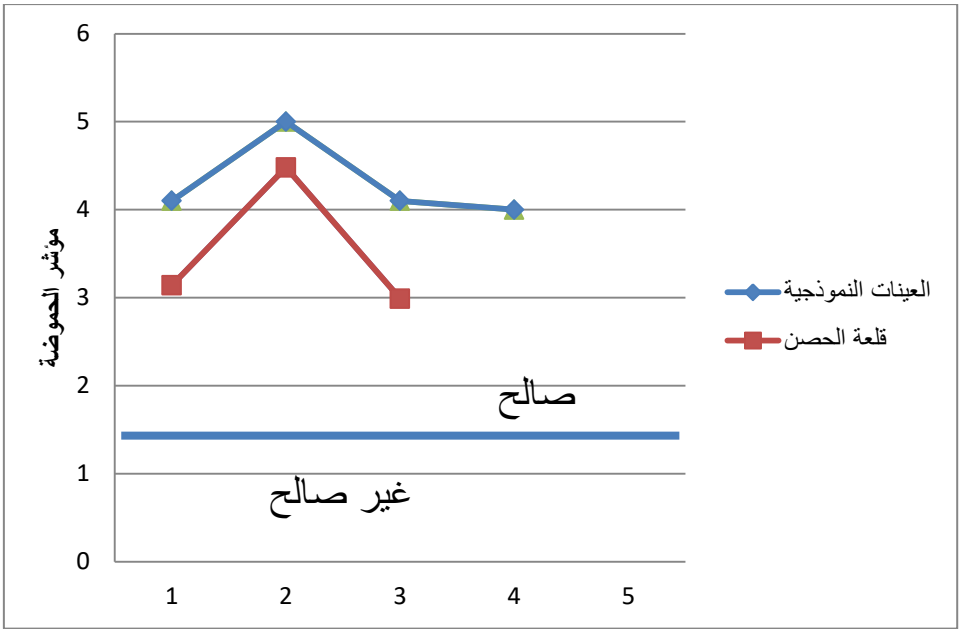
(الشكل:٤)-يبين صلاحية الصخور البازلتية في صافيتا لصناعة الألياف البازلتية مقارنة مع العينات النموذجية السورية والروسية.[5.4]

٦-٢-٤-الصخور البازلتية في قلعة الحصن:

لتحديد صلاحية الصخور البازلتية في رقعة قلعة الحصن لتصنيع الألياف البازلتية المستمرة قمنا بمقارنة التحاليل الجيوكيميائية للصخور البازلتيةا لطازجة غير المعرضة للتجوية في صافيتا (الجدول:٥) مع العينات النموذجية الروسية والعينات النموذجية المأخوذة من جنوب سورية (الجدول:١).

(الجدول:٥) مقارنة العينات في رقعة قلعة الحصن مع النموذجين السوري والروسي الصالحة لصناعة الخيوط والألياففالبازلتية[13]

البلد	Sample	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	$Fe_2O_{3(t)}$	MgO	CaO	1.5 <Mk <6,5 مؤشر الحموضة	صلاحية الاستخدام
روسيا	Berest	٤٩.٠٣	٢.٨٥	١٢.٥٨	١٤.٠٣	٥.٤٧	٩.٥٣	4.1	صالح
	Vasil	٤٧.٨٨	١.٩١	١٥.٤٨	١٢.٥٨	٣.٠	٩.٥٨	5	
سورية	A	٤٥.٢٥	١.٤٦	١٩.٠١	١٣.٧	٨.٤	٧.٢٥	4.1	
	B	٤٦.٣	٢.١	١٧.٦	١٣.٨	٦.٩٢	٨.٨	4	
	السنديانة	٤٥.٨١	٢.٧	١٤.٩٦	١٢.٥٧	٧.٦٧	١١.٦	٣.١٤	
	بساس	٤٧.٣	٢.٦٩	١٧.٥٠	١٣.٥٧	٦.١٤	٨.٣	٤.٤٨	
	عناز	٤٦.٥٤	٢.٢٠	١٤.١٤	١٤.٣٢	١٢.٠١	٨٨.٢٤	٢.٩٩	
	القلاطية	٤٣.٠٨	٢.٦٩	١٦.٥	١٥.٣١	٨.٢٩	٨.٣٩	٣.٥٧	غير صالح
	الشميسة	٤٣.٥٧	٢.٨٧	١٤.٧٤	١٤.٩٨	٨.٧٤	١٠.٧٤	٢.٩٩	



(الشكل:٥)-يبين صلاحية الصخور البازلتية في قلعة الحصن لصناعة الألياف البازلتية

مقارنة مع العينات النموذجية السورية والروسية.[5,4]

١-تبين لدينا أن المواقع (السنديانة، بساس، عناز) في رقعة قلعة الحصن صالحة لاستخدامها في صناعة الخيوط الألياف البازلتية، أما المواقع (القلاطية، الشميسة) تكون غير صالحة لاستخدامها في صناعة الخيوط والألياف البازلتية ويمكن استخدامها في صناعة الصوف البازلتي (الشكل:٥).

٢-لدى حساب قيمة مؤشر الحموضة لتبيان صلاحية استخدام الصخور البازلتيةالطازجة غير المعرضة للتجوية في صناعة الخيوط والألياف البازلتية المستمرة تبين لدينا أن قيمة مؤشر الحموضة تتراوح ما بين (٢.٩٩-٤.٤٨) أي أن الصخور البازلتية في موقع عناز صالحة لصناعة الخيوط والألياف البازلتية المستمرة حيث قيمة مؤشر الحموضة قريبة من(٣) وبالتالي يجب تعديلها بإضافة الأكسيد الناقص (أكسيد المغنيزيوم) مع الأخذ بعين الاعتبار النسب المثالية لبقية الأكاسيد وتبين بأنه يوجد نقص بأكسيد المغنيزيوم وبالتالي يجب تعديله بإضافة صخر الدولوميت.

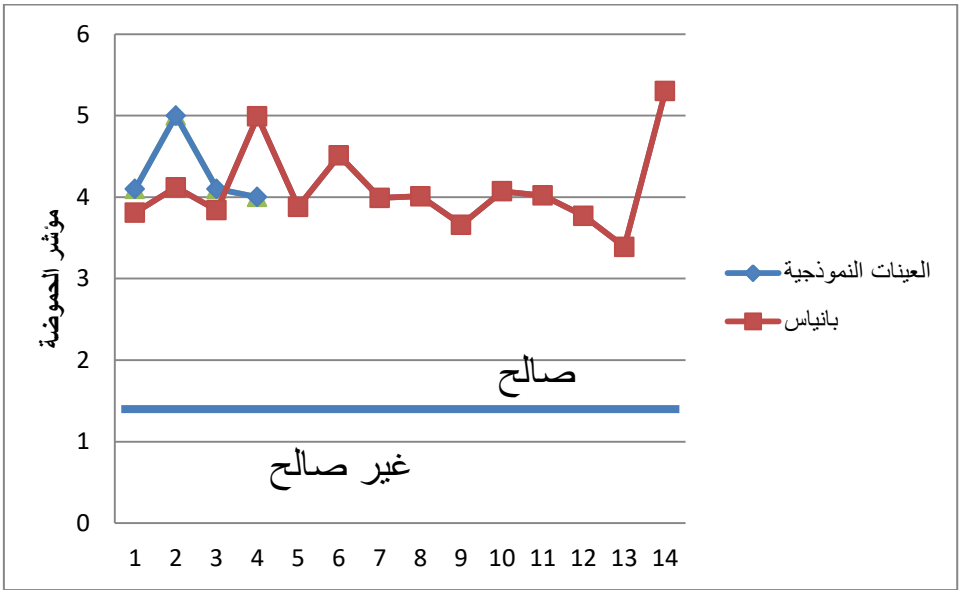
٦-٢-٥-الصخور البازلتية في منطقة بانياس:

لتحديد صلاحية الصخور البازلتية في بانياس لتصنيع الألياف البازلتية المستمرة قمنا بمقارنة التحاليل الجيوكيميائية للصخور البازلتية في بانياس (الجدول:٦) مع العينات النموذجية الروسية والعينات النموذجية المأخوذة من جنوب سورية (الجدول:١)، حيث تبين أن معظم الصخور البازلتية الطازجة غير المعرضة للتجويةفي بانياس صالحة لتصنيع الألياف البازلتية سواءً مع إضافة مكون واحد، أو بدون أية إضافات (الشكل:٦).

الجدول:٦): التحاليل الكيميائية للصخور البازلتية في منطقة بانياس، حسب [10]:

الألياف المستمرة	1.5 <Mk <6,5 مؤشر الحموضة	MgO	CaO	AL_2O_3	SiO_2
صالح	٣.٨١	7.68	8.01	13.87	45.98
	٤.١٢	5.01	10.63	18.07	46.38
	٣.٨٤	6.40	10.34	16.56	46.33
	٤.٩٩	3.76	9.21	18.45	46.35
	٣.٨٨	5.85	10.22	15.98	46.51
	٤.٥١	4.10	10.20	17.54	47.07
	٣.٩٩	6.80	8.98	16.26	46.83
	٤.٠١	5.53	9.87	15.03	46.74
	٣.٦٦	6.38	10.22	15.37	45.40
	٤.٠٧	7.24	7.60	13.85	46.65
	٤.٠٢	6.98	8.01	14.19	46.21
	٣.٧٧	٦.٩٧	٩.٢١	١٤.٦٤	٤٦.٤٩
	٣.٣٩	8.68	9.49	15.12	46.59
	٥.٣٠	6.08	5.32	14.04	46.44

نفذت التحاليل الكيميائية (تحليل رطب) للتوضعات البازلتية المدروسة (N2b)في مخابر المؤسسة العامة للجيولوجية والثروة المعدنية والعينتان ١٠,٩ عن (د. مزيد شرف مقالة منشورة ٢٠٠٨) تتضمن ضهر صفرا و عينة ٢٢ (شاركوف – ٢٠٠٦).



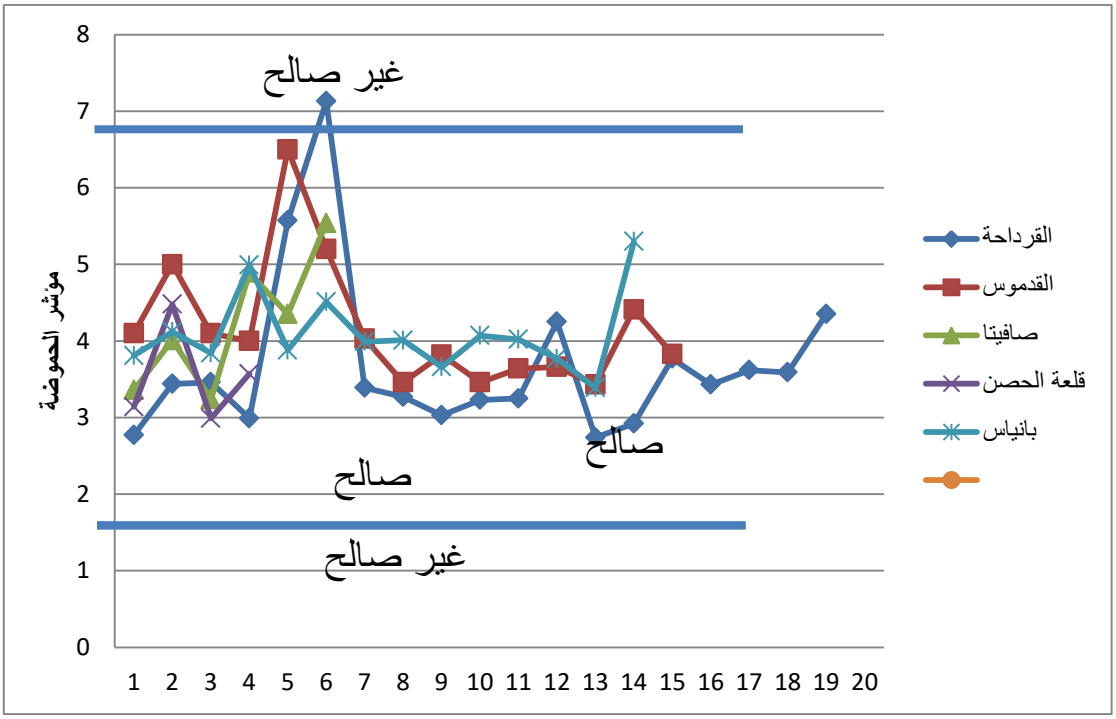
(الشكل:٦)–يبين صلاحية الصخور البازلتية في بانياس لصناعة الألياف البازلتية مقارنة مع العينات النموذجية السورية والروسية.[5,4]

٦-٢-٦-مقارنة النتائج:

من خلال مقارنة مؤشر الحموضة (1.5 <Mk <6,5) للعينات النموذجية الروسية وعينات بازلت جنوب سورية مع مؤشر الحموضة للصخور البازلتية في الساحل السوري، وقلعة الحصن(الجدول:٧) و(الشكل:٧) تبين أنها تتطابق بشكل عام، حيث تراوحت قيم مؤشر الحموضة (2.5<Mk<6,5)، عدا عينة واحدة بلغ مؤشر الحموضة فيها (٧.١٣)، وهذا يشير إلى أن البازلت الطازج غير المعرض للتجوية في الساحل السوري، وقلعة الحصن صالح لصناعة الألياف البازلتية المستمرة مع إضافة مكون واحد، أو دون أية إضافات.

(الجدول:٧)-يبين مؤشر الحموضة (1.5<Mk<6,5) للصخور البازلتية الصالحة لصناعة الألياف البازلتية المستمرة في المناطق المختلفة من الساحل السوري.

العينات النموذجية	القرداحة	القدموس	صافيتا	قلعة الحصن	بانياس
4.1	٢.٧٧	4.1	٣.٣٦	٣.١٤	٣.٨١
5	٣.٤٤	5	٤.٠١	٤.٤٨	٤.١٢
4.1	٣.٤٦	4.1	٣.٢٤	٢.٩٩	٣.٨٤
4	٢.٩٩	4	٤.٨٩	٣.٥٧	٤.٩٩
	٥.٥٧	٦.٥	٤.٣٥	٢.٩٩	٣.٨٨
	٧.١٣	٥.٢٠	٥.٥٤	٣.٥٠	٤.٥١
	٣.٣٩	٤.٠٣			٣.٩٩
	٣.٢٧	٣.٤٦			٤.٠١
	٣.٠٣	٣.٨٢			٣.٦٦
	٣.٢٣	٣.٤٦			٤.٠٧
	٣.٢٥	٣.٦٤			٤.٠٢
	٤.٢٥	٣.٦٦			٣.٧٧
	٢.٧٤	٣.٤٣			٣.٣٩
	٢.٩٢	٤.٤١			٥.٣٠
	٣.٧٧	٣.٨٣			
	٣.٤٣				
	٣.٦٢				
	٣.٥٩				
	٤.٣٥				



(الشكل:٧)-مخطط مؤشر الحموضة في الصخور البازلتية في الساحل السوري، حيث يقع معظم العينات ضمن مجال الصخور الصالحة لتصنيع الخيوط والألياف البازلتية.

٧-الاستنتاجات والتوصيات:

١-توصل البحث بمقارنة تراكيب العينات البازلتية في المنطقة الساحلية مع العينات النموذجية الروسية والسورية الصالحة لتصنيع الألياف البازلتية المستمرة إلى أن معظم الصخور البازلتية الطازجة وغير الفاسدة في الساحل السوري وقلعة الحصن صالحة لتصنيع الألياف البازلتية المستمرة، أما الأنواع التي لا تصلح لصناعة الألياف المستمرة، فيمكن استخدامها في صناعة الصوف البازلتي، أو الألياف القصيرة، أو القشور والصفائح البازلتية، إضافة إلى استخدامها في البناء والتلبيس الخارجي، ورصف الطرقات.

٢-اعتماداً على قيمة مؤشر الحموضة لتبيان صلاحية استخدام الصخور البازلتية في صناعة الخيوط والألياف البازلتية المستمرة تبين لدينا أن قيممؤشر الحموضة تراوحت ما بين(Mk>2.5<6,5)أي أن الصخور البازلتية غير المعرضة للتجوية في الساحل السوري، وفي قلعة الحصن تكون صالحة لصناعة الخيوط والألياف البازلتية المستمرة بدون إضافة إي مكون، أو مع إضافة مكون واحد، وبالتالي يمكن تعديل مؤشر الحموضة بإضافة الأكسيد الناقص (أكسيد المغنيزيوم) مع الأخذ بعين الاعتبار النسب المثالية لبقية الأكاسيد، حيث يمكن تعديله بإضافة صخر الدولوميت.

٣- تبين أن الصخور البازلتية المعرضة للفساد بشكل عام، ومن عمر الألبيان بشكل خاص، أو تلك الصخور الحاوية على بلورات فينوكريست كبيرة الحجم لا تصلح لصناعة الألياف البازلتية المستمرة لزيادة نسبة بلورات الأوليفين كفينوكريست، وبالتالي زيادة نسبة أكسيد المغنيزيوم في الصخر على حساب بقية المكونات ضمن معادلة مؤشر الحموضة Mk، مما يؤدي إلى تقطع الخيوط، لذا تصلح فقط لصناعة الألياف القصيرة .

٤-يوصي البحث بزيادة عدد العينات البازلتية المحللة في الساحل السوري لكي تشمل التحاليل الجيوكيميائية كل المناطق مع التوسع في دراسة الصخور البازلتية في بقية مناطق القطر بهدف تحديد مدى إمكانية تصنيعها، بغية الاستفادة من هذه الثروة الوطنية في عملية إعادة الإعمار.

٨-المراجع المستخدمة: References

1- Economic prospects for volcanic products in Syria (trachytic rocks, basaltic rocks, scoria and tuff), *the General Institution of Geology and Mineral Resources,* 2010.
2- The Syrian Researchers, *Basalt Fibers and their Uses in Various Facilities and Industries,* Syrian Researchers' website. www.syr-res.com, 2017.
3- Basalt is a raw material for important and qualitative industries in Syria */ Innovations for the 21st Century / General Institution of Geology and Mineral Resources,* 2010.
4- Sharaf Mazyad, *Future Prospects for Possible Uses and Industries of Volcanic Rocks in the Southern Region of Syria*, Workshop on "Current Reality and Future Prospects for Investing Mineral Resources Ores, Sweida June 23-24, 2007.
5- Sharaf Mazyad, *Petrophysical Properties of Volcanic Rocks, and Volcanic Slag Reservoirs in the Southern Region of Syria, and Their Economic Importance,* Syrian Geosciences Journal, Issue Seven, Damascus 1996.
6- German Skate Company, */ Report of the study of the use of basalt material in Hama Cement Factory No.* 173/83 / TPV,1983.
7- The General Institution of *Geology , Geological studies and preliminary exploration work for the deposits of raw materials for the cement industry in the country,*1991.
8- Ponikarov .P. *The Geology of Syria: Explanatory notes on the geological map of Syria,* scale 1:100.000. Minist. Industry, SYRIA. 1967.
9- Warda Ramia. *Study the petrological properties of basalt rocks in the Qardaha area.* Doctoral thesis, 2107.
10- Warda. Ramia*. A petrological study of basaltic rocks in the Baniyas area. Master's thesis,* 2010.
11- Khaddam Rasha, *Characteristics of Basalt Volcanism in the Qadmous Region and its Geological Significance,* PhD thesis, 2021.
12- Ghanem Ashraf, *A Petrological Study of Basaltic Rocks in the South of the Safita Patch*, Master Thesis, 2021.
13- Sino Riad, *A Petrological Study of Basaltic Rocks at Al-Hosn Castle,* Master Thesis, 2021.
14- Tutakovo.v and other.*Reprocessing basaltic ContinuousfilamentcoveredwithPolyvinglacetate emulsion*,Russia,1992.
15- Safwan D.; AL-Mishwat. Ali. *The Geochemistry of Pliocene Volcanism in the Shahba region, South of Syria.* An - Najah University Research Journal. 30 , 2016.
16- K.Yu.Kudrin, N.V.Mizina, *A new prospective raw material in Khanty-Mansiysk autonomousarea–Yugra(Russia):rawmaterialfor production of continuous basalt fiber*.2018.
17- NIIG.*GraftTechuologies*,Moscowm Russia,2003.
18- M.Makhova,G.*Gorbshevandoth.Productionof*

superthinfiberfromigneousrockmelt"glassand ceramic "1984.
19- NIISV,*Techuologies*,Kiev,Ukrania2001.
20- L I Khudyakova, S L Buyantuev, V T Buyantuev, *Basalts of the Republic of Buryatia and their suitability for obtaining mineral fibres*,2020.