جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم التصميم الميكانيكي

تطوير تقانة تصنيع الألياف البازلتية واختباراتها وجدواها الاقتصادية

Developing the Technology of Manufacturing Basalt Fibers, their Tests and Economical Feasibility

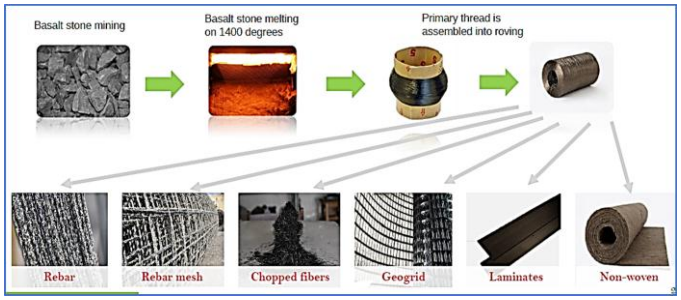
رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الصناعية
إعداد: م. حسام غانم
إشراف: أ. م. د. باسل صنوفة

الملخص:

نظراً لانتشار الصّخور البازلتيّة وبكميّاتٍ هائلةٍ جداً في الجمهوريّة العربيّة السوريّة ونتيجة الطّلب المتزايد عالميّاً على منتجات الألياف البازلتية جاء هذا البحث لدراسة إمكانيّة تطبيق استثمار الصّخور البازلتيّة في سورية– محافظة السّويداء– ودراسة الجدوى الاقتصاديّة لهذا الاستثمار، بالإضافة إلى دراسةٍ تصميميّة لآلة مقترحة لتصنيع نوعين من الألياف البازلتية يستخدمان لأغراض العزل وفي صناعة السيارات باستخدام تقانة الغزل بالطرد المركزي وتم العمل على نمذجة الآلة ومحاكاتها باستخدام برنامج (**Solid Works**)، ويُعدّ هذا البحث من أوّل الأبحاثِ التي تَدرس خواص الألياف والخيوط البازلتيّة السوريّة المستمرّة (**SBCF**) سَعياً إلى تحسين خَواصِها، بالإضافة إلى تصنيع وتحديد خواص بعض من منتجاتها (الحبال البازلتيّة والمنسوجات البازلتيّة).

القسم النظري

- يُعد الاستثمار قاطرة النّمو الاقتصادي للدّول لأنّه يؤدّي إلى قيام العديد من المشروعات الإنتاجيّة والخدميّة ويخلق فرص عملٍ جديدةً، كما يوفّر فوائضَ ماليّةً للحكومة وللأفراد وانطلاقاً من ذلك كان لا بد من دراسة إمكانية استثمار الصخور البازلتية في سورية.
- ونحن إذ نعرج في صدر هذه الدراسة على تكنولوجيا تصنيع الألياف البازلتية والمحصورة حالياً فقط ببعض دول العالم فلذلك سبب رئيسي ألا وهو: أن الخصائص المميزة لها سيجعلها في الوقت القريب من المواد الخام المطلوبة في السوق العالمية خاصة أنها باتت تعتبر الحل الأمثل مقارنة بالألياف الكربونية وألياف الفيبرجلاس، وسيكون لها استخدامات واسعة وكبيرة في الصناعة والبناء ووسائط النقل المختلفة وفي مجالات الطاقة والصناعات الكيميائية والنفطية والميتالوجينية والنسيجية والدفاعية والإنشائية وغيرها.



القسم العملي

أولاً: تحديد مدى ملاءمة التركيب الكيميائي للصخور البازلتية في سورية – السويداء، لتصنيع الألياف البازلتية المستمرة بالإضافة إلى تحديد إمكانيّة تطبيق استثمار هذه الصّخور والبحث في أثر تطبيق هذا الاستثمار في تحقيق قيمةٍ مضافةٍ للقطاع الصّناعي في سورية.

ثانياً: دراسة وتحديد بعض خواص الألياف والخيوط البازلتيّة السورية المستمرة وفق الامكانيات المتاحة مثل:

- تحديد نمرة الخيط وقطر الفتيل (الشعيرة)، وتحديد قيم قوة انقطاعه واستطالته.
- توصيف عينات الخيوط البازلتيّة السورية بالاعتماد على اختبار (EDX)

ثالثاً: دراسة بعض خواص الحبال البازلتيّة السوريّة مثل: (قوة الانقطاع، والاستطالة، والانفعال والإجهاد) بكلا نوعيها حبال 4 mm , 5 mm

رابعاً: تصنيع عيناتٍ من المنسوجات البازلتيّة السوريّة (النّسيج العادي "السّادة") وفق الإمكانيّات المتاحة وتحديد بعض خواصها من خلال إجراء عدة اختبارات مثل: (مقاومة الانفجار، نفوذية الهواء، الشد).

خامساً: دراسة تأثير المحاليل الحمضية (حمض الكبريت H_2SO_4) والمحاليل القلوية (حمض هيدروكسيد الصوديوم NaOH) في الخيوط البازلتيّة كما تمّ العمل على معالجة خصائص تلك الخيوط وتحسينها عن طريق غمرها في محلول الزيركونيا (ثاني أوكسيد الزيركونيوم ZrO_2) الذي حسّن من خواص تلك الخيوط بحيث تضاعفت مقاومتها للقلويّات بشكلٍ كبيرٍ وحافظ على قوة الشد لهذه الخيوط .

النتائج والمناقشة:

- **البازلت في محافظة السويداء يماثل بتركيبه الكيميائي وبشكلٍ كبيرٍ للتركيب الكيميائي للصخور البازلتية الروسية المستخدمة في تصنيع الألياف البازلتية ويعتبر تركيبه الأمثل لإنتاج الألياف البازلتية المستمرة.**
- **توفر مقلع هائل في محافظة السّويداء في منطقة وادي اللوا (جنوب شرق شهبا)، ويتألف من 18 صبة بازلتيّة منفصلة عن بعضها البعض وتقدر كمية الصّخور البازلتيّة فيه بنحو 2.086 مليون طن.**
- **إنتاجية المشروع المقترح تقدّر بـ 2500 ton/year من الألياف البازلتية المستمرة وهناك احتمالية لزيادة الانتاج إلى 10000 ton/year، وبالتالي فإن الموقع المقترح ومن مقلع واحد يكفي لمئات السنين.**
- **الرّبح للطن الواحد من الألياف البازلتية المستمرّة : 1142.66 $ وفترة استرداد رأس المال المتوقّعة لتصنيع الألياف البازلتيّة المستمرّة 3.05 سنة.**
- **تفوق الحبال البازلتية على حبال البوليستر والبولي ايثيلين والقماش، ولكن تبقى الكابلات الفولاذية والبولي ايثلين عالي الكثافة تتمتع بقوة شد أكبر.**
- **تُعتبر المنسوجات الممزوجة (البازلت/الأراميد) ذات جدوى اقتصاديةٍ فعّالةٍ في حال كانت تلبي متطلّبات العملاء من ناحية الشّد ومن ناحية بقيّة خواصها.**
- **معالجة الخيوط البازلتيّة بثاني أوكسيد الزيركونيوم وبزمن غمر لمدة 3 ساعات وبتركيز (0.5 M/L) أعاد لهذه الخيوط قوة شدها الأساسية تقريباً.**

المراجع:

1. Guo, Z. & Wan, Ch & others (2018) Review of Basalt Fiber-Reinforced Concrete in China: Alkali Resistance of Fibers and Static Mechanical Properties of Composites Advances in **Materials Science and Engineering**
2. Coughlin, N. & Drake, B & others (2019) Development and Mechanical Properties of Basalt Fiber-Reinforced Acrylonitrile Butadiene Styrene for In-Space Manufacturing Applicatios, **Journal of Composites Science**
3. Kukla, D. & Koper, J (2020) Methodology For Quantitative Assessment Of Basalt Fibers Obtained In Continuous Process, Composites Theory and Practice 20: 2 (2020)
4. Matchonova N. & Rakhimov F. (2020) Basalt Fiber and Capabilities for Creating Added Product, **Solid State Technology**, Volume:63 Issue: 5
5. Abdiev. i. (2022) BASALT FIBER -BASIC (PRIMARY) CONCEPTS. Article in **International Scientific Research Journal** · Volume 3. Issue 4. April 2022