طاقة الصحراء

كيف يُحدث الصخر الطيني القطري ثورة في مواد الطاقة المتجددة

أ.د. خالد يوسف

أستاذ تكنولوجيا النانو، قسم الفيزياء وعلوم المواد، كلية الآداب والعلوم – جامعة قطر



في عالم يواصل البحث عن حلول مستدامة للطاقة، يحظى اكتشاف لافت من جامعة قطر باهتمام واسع. فقد توصل باحثون في جامعة قطر إلى طريقة لتحسين أداء المواد التي تحوِّل الحرارة المهدورة إلى كهرباء بشكلٍ كبير، وذلك باستخدام مكون غير متوقع: الصخر الطيني الصحراوي الشائع في تربة قطر. وقد يمهد هذا الابتكار الطريق لاستخدام أوسع وأقل تكلفة لتقنية تستغل الطاقة المتجددة من مصادر حولنا، بدءًا من حرارة الطقس لحرارة محرك السيارة وصولاً إلى دفء الآلات الصناعية.

التقنية التي تقع في صميم هذه الدراسة هي «المواد الكهروحرارية». تتمتع المواد الكهروحرارية بقدرة فريدة، عندما يتم تسخين جانب من هذه المادة مع إبقاء الجانب الآخر باردًا، فإنها تولد جهدًا كهربائيًا. يمكن استغلال هذا التأثير لإنشاء أجهزة تعمل كمولدات طاقة صلبة، تلتقط الحرارة التي كانت ستُهدر وتحولها إلى كهرباء مفيدة. لعقود مضت، كان العائق الرئيسي أمام هذه التقنية هو التكلفة المرتفعة والتعقيد في تصنيع المواد ذات الأداء العالي. فالإضافات الأكثر فعالية المستخدمة لتعزيز أدائها، مثل الجرافين أو المكسيين (MXene) أو أنابيب الكربون النانوية، تُعد باهظة الثمن ويصعب إنتاجها على نطاق واسع.

وهنا يأتي دور الابتكار القطري. فقد وجه الفريق البحثي بقيادة الأستاذ الدكتور خالد يوسف، من برنامج الماجستير في تكنولوجيا وعلم المواد بقسم الفيزياء وعلوم المواد، اهتمامه إلى مادة متوفرة بكثرة في منطقة دخان بدولة قطر: الصخر الطيني «ميدرا» من العصر الإيوسيني (الشكل 1). هذا الصخر المتوفر، وهو نوع من الصخور الطينية، يُعد مكونًا رئيسيًا في مكامن الهيدروكربون في البلاد. وما يجعله مميزًا هو بُنيته المجهرية؛ فهو يحتوي بشكلٍ طبيعي على ألياف نانوية دقيقة تشبه الإبر من معدن يسمى «الباليجورسكايت»، إلى جانب رقائق معدنية أخرى مثل الدولوميت والإليت (الشكل 2).

كان لدى الباحثين فكرة نوعية: ماذا لو كان بإمكان هذه المادة النانوية الطبيعية ومنخفضة التكلفة أن تحل محل المواد الاصطناعية باهظة الثمن؟ قرروا اختبار نظريتهم عن طريق خلط كمية ضئيلة من مسحوق الصخر الطيني المسحوق مع سبيكة كهروحرارية معروفة، وهي $Bi_2Te_{2.55}Se_{0.45}$، وقاموا بإعداد عدة دفعات تحتوي كل منها على نسبة مئوية مختلفة وصغيرة جدًا من الصخر.

وكانت النتائج رائعة بكل المقاييس. فقد وجد الفريق البحثي أن إضافة كمية ضئيلة من الصخر – فقط 0.05% من الوزن الإجمالي – كان لها تأثير كبير حيث عززت «رشة الغبار» هذه الأداء الكهروحراري الإجمالي للمادة، والذي يُقاس بمؤشر رئيسي يسمى «معامل الجدارة (ZT)»، بنسبة بلغت 19% مقارنة بالسبيكة النقية.

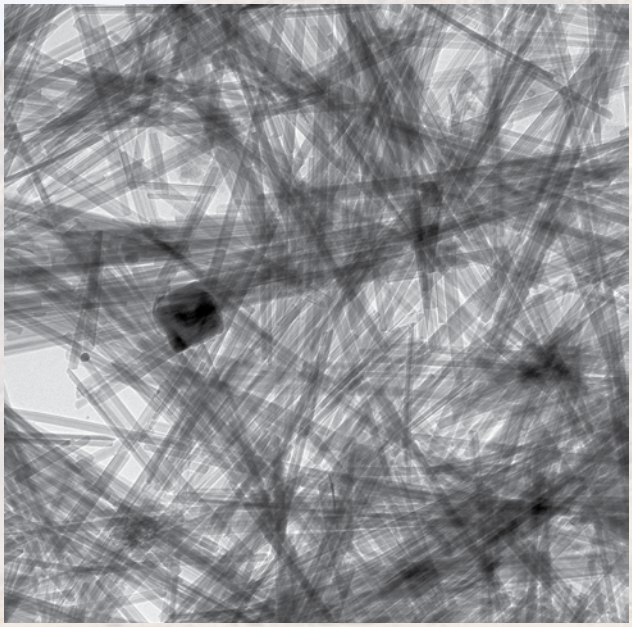
ويكمن سر هذا النجاح في تأثير تآزري فريد ناتج عن التركيب المعدني المتنوع للصخر. فقد شكلت ألياف الباليجورسكايت النانوية الطويلة والرفيعة «ممرات سريعة» مجهرية مثالية، مما سمح للشحنات الكهربائية بالتدفق بسهولة أكبر وعزز التوصيل الكهربائي للمادة. وفي الوقت نفسه، عملت الرقائق المعدنية الأخرى غير المنتظمة كـ «حواجز» معرقلة للحرارة، حيث شتتت موجات الحرارة (الفونونات) وخفضت التوصيل الحراري للمادة، إذ يُعد تحسين التوصيل الكهربائي مع تقليل التوصيل الحراري هو الهدف الأسمى في تصميم المواد الكهروحرارية، وهو إنجاز نادرًا ما يتحقق باستخدام مادة مضافة واحدة.

والأمر الأكثر إثارة للدهشة هو أن أداء المُركب المعزز بالصخر الطيني تفوق على أداء المُركبات الأخرى التي أعدوها في ظل نفس الظروف باستخدام إضافات عالية التكلفة مثل الجرافين أو المكسيين أو أنابيب الكربون النانوية، وهذا يثبت أن الصخر الطيني القطري المتوفر بكثرة ليس مجرد بديل أرخص، بل هو أيضًا بديل أفضل أداءً.

يسلط هذا الإنجاز الضوء على الإمكانات الهائلة لاستخدام المواد الطبيعية المتوفرة في التطبيقات التكنولوجية المتقدمة. من خلال الاستفادة من الخصائص الفريدة للصخر الطيني «ميدرا»، فقد فتح الباحثون مسارًا لجعل الأجهزة الكهروحرارية أكثر جدوى من الناحية الاقتصادية وقابلة للتطوير. وقد يُسرِّع هذا من اعتمادها في مجالات مختلفة، من توليد الطاقة لأجهزة الاستشعار اللاسلكية والإلكترونيات القابلة للارتداء، إلى استعادة الحرارة المفقودة في الجو وفي مجالات صناعية متعددة تتوافر فيها حرارة مُهدرة. وتُعد هذه الدراسة دليلاً قويًا على قدرة الموارد الطبيعية المحلية على تقديم حلولاً مستدامة لتحديات الطاقة العالمية.



الشكل (1): الصخر الطيني الصحراوي في منطقة دخان بدولة قطر والمستخدم في الدراسة البحثية.



الشكل (2): صورة عالية الدقة من المجهر الإلكتروني النافذ توضح التشكيل والحجم النانوي لألياف الصخر الطيني الصحراوي في تربة قطر.

للمزيد عن هذا الاكتشاف البحثي
امسح رمز الاستجابة السريعة: