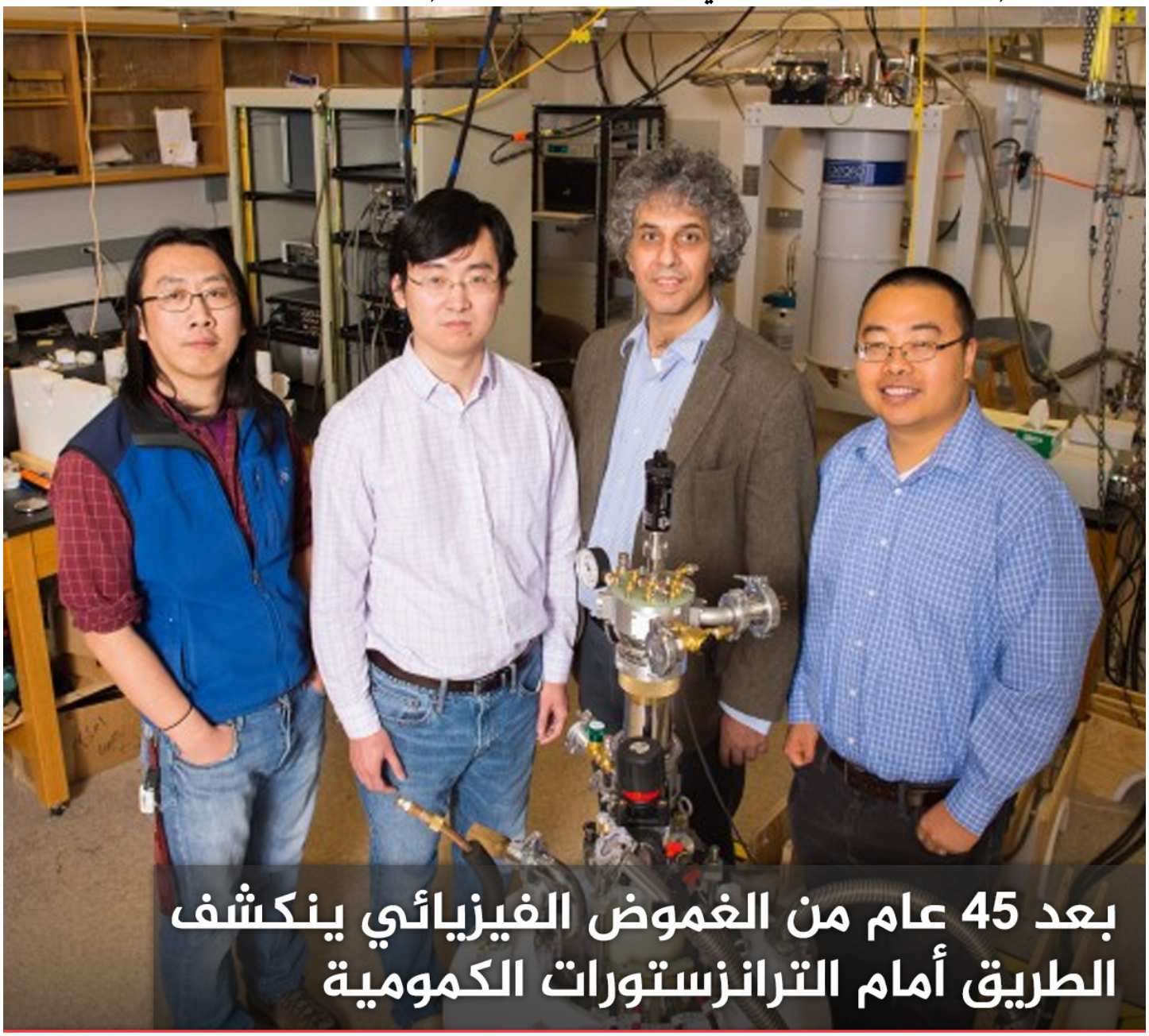
# بعد 45 عام من الغموض الفيزيائي ينكشف الطريق أمام الترانزستورات الكمومية




**مادة مُتغيرة اللون وغريبة حيرت علماء الفيزياء على مدى عقود، ثبت أنها حالة شاذة من حالات المادة، وقد تؤدي إلى فتح طريق جديد أمام الحواسب الكمومية والجيل الجديد من الإلكترونيات.**

---

اكتشف علماء الفيزياء في جامعة ميشيغان أو أكدوا على العديد من خصائص مركب سداسي-بوريد السَّمَاريوم الذي يزيد من الآمال في العثور على السيليكون الخاص بالعنصر الكمومي. يقول العلماء بأن نتائجهم أيضاً تغلق قضية كيفية تصنيف حالة المواد، وهو لغز يتم التحقيق فيه منذ أواخر سنة 1960.

قدم الباحثون أول دليلٍ مباشر على أن سداسي-بوريد السماريوم، ويختصر بـ **SmB6**، هو عازل طوبولوجي. تُعتبر العوازل الطوبولوجية لعلماء الفيزياء فئة مثيرة من المواد الصلبة التي توصل الكهرباء عبر سطحها مثل المعادن، ولكنها تمنع تدفق التيار بداخلها كما المطاط. تتصرف هذه العوازل بهذه الطريقة ثنائية الوجوه بصرف النظر عن كون تركيبها الكيميائي هو نفسه في كل مكان.

استخدم علماء **U-M** تقنية تسمى القياس المغناطيسي للعزم **torque magnetometry** من أجل رصد الاهتزازات المنبهة والموجودة في استجابة المواد للحقل المغناطيسي وهو أمر يكشف عن كيفية تحرك التيار الكهربائي بداخلها.

أظهرت تقنيتهم أيضاً أن سطح سداسي-بوريد السماريوم يحمل إلكترونات ديراك (**Dirac**) النادرة. وهي جسيمات تساعد الباحثين على التغلب على واحدة من أكبر العقبات في **الحوسبة الكمومية**.

هذه الخصائص مغرية جداً وخصوصاً للعلماء، لأن **SmB6** تُعتبر مادة ذات ارتباط قوي، وتتفاعل إلكتروناتها بشكل وثيق مع بعضها البعض أكثر من معظم المواد الصلبة. وهذا ما يساعد داخلها في الحفاظ على سلوك حجب الكهرباء.

هذا الفهم الأعمق لسداسي-بوريد السماريوم يثير احتمال أنه في يوم من الأيام سيوجه المهندسين تدفق التيار الكهربائي في أجهزة الحاسوب الكمومية كما يفعلون على السيليكون في مجال الإلكترونيات التقليدية، وذلك حسب قول لو لي(**Lu Li**)، وهو أستاذ مساعد في الفيزياء في كلية الآداب والعلوم و الفنون، والمؤلف المشارك في ورقة نتائج الدراسة التي نُشرت في مجلة **Science**.

يقول لي: "لم يجد أحدٌ قبل ذلك إلكترونات ديراك في مادة مرتبطة ارتباطاً قوياً، وكنا نعتقد أن ارتباطاً قوياً سيضر بها، ولكننا نعلم الآن أنه لا يفعل ذلك. ورغم أنني لا أعتقد أن هذه المادة هي الجواب، إلا أننا نعلم الآن أن هذا المزيج من الخصائص ممكن، ويمكن أن نبحث عن مرشحين آخرين".

إن العائق في سداسي-بوريد السماريوم هو أن الباحثين يراقبون سلوكه فقط في درجات حرارة الشديدة البرودة.
تَستخدم أجهزة الحاسوب الكمومية جسيمات مثل الذرات أو الإلكترونات لأداء المعالجة ومهام الذاكرة. ويمكن أن توفر تضاعف هائل في القدرة الحاسوبية نظراً لقدرتها على تنفيذ العشرات من العمليات الحسابية في وقت واحد. لأنه بإمكانها أن تحسب أرقام أسرع بكثير من أجهزة الحاسوب التقليدية، وسوف تحسن أمان الحاسوب بشكل كبير.

في أجهزة الحاسب الكمومية، تُستبدل ال 0 و 1 المستعملة في أجهزة الكمبيوتر التقليدية بالبتات الكمومية (**qubits**). ففي حين أن الحواسب الحالية التقليدية يمكن أن تكون إما 0 أو 1، يمكن للـ **qubit** أن يكون كلاهما في نفس الوقت ـ فقط إلى أن يتم قياسها، وهذا هو كل ما في الأمر. قياس نظام كمومي يرغمها على اختيار حالة واحدة، مما يلغي ميزته الرئيسية.

سُميت إلكترونات ديراك على اسم الفيزيائي الإنكليزي الذي وَصفت معادلاته سلوكها وهي تمتد إلى عوالم الفيزياء الكلاسيكية والكمومية. وعند العمل مع مواد أخرى، يمكن لهذه الإلكترونات أن تكون قادرة على تتجمع معاً في نوع جديد من الـ qubit والذي من الممكن أن يغير خصائص المواد بطريقة يمكن قياسها بصورة غير مباشرة، من دون أن يشعر الـ qubit بذلك، حيث يمكن لـ qubit أن يبقى في كلتا الحالتين.
في حين أن هذه التطبيقات مثيرة للاهتمام، إلا أن الباحثين متحمسون أكثر حول العلوم الأساسية التي اكتشفوها.

قال جيم ألين (**Jim Allen**)، وهو أستاذ فخري في الفيزياء وقد درس سداسيي-بوريد السماريوم لثلاثين عاماً: "في مجال العلوم، لديك مبدأ يخبرك أنه ينبغي أن يكون الشيء هذا أو ذاك، وعندما يكون شيئين في نفس الوقت، فهذا يعتبر مؤشر بأن لديك شيئاً مثيراً للاهتمام

ينتظر أن يتم اكتشافه. ودائماً تثير الألغاز الأشخاص الذين يقومون بأبحاث من باب الفضول".

اعتقد ألين لسنوات أن سداسي-بروريد السماريوم يجب أن يكون عازلاً غير كامل يتصرف مثل المعادن في درجات حرارة منخفضة بسبب العيوب والشوائب، لكنه لم يستطع دعم ذلك بوجود كل الخواص الأخرى.

وأضاف ألين: "منذ عدة سنوات، كان التنبؤ بشأنه على أنه عازل طوبولوجي سيجعل تفكيرك يتوقف إذا كنت رجلاً مسناً مثلي، وكنت تعيش مع هذه الأشياء كل حياتك".
قام كاي سان (**Kai Sun**)، وهو أستاذ مساعد في الفيزياء في **U-M**، في عام 2010 بقيادة مجموعة هي أول من افترضت أن **SmB6** قد يكون عازل طوبولوجي. وقد شارك هو وألين في تجارب U-M المنوية بقيادة أستاذ الفيزياء **Cagliyan Kurdak** في عام 2012 والتي أظهرت بشكل غير مباشر أن الفرضية كانت صحيحة.

وقال سان: "المجتمع العلمي يقوم دائماً بالنقد، يريدون أدلة قوية جداً، ونحن نرى أن هذه التجربة تُقدم أخيراً دليلاً مباشراً يثبت نظريتنا".

- التاريخ: 2015-03-22
- التصنيف: فيزياء

#الحالات الكمومية #الترانزستورات_الكمومية #الحواسب الكمومية #العوازل الطبولوجية

---

المصطلحات

- **البت الكمومي (الكيوبت) (qubit)**: هو أصغر وحدة معلومات كمية، وهو الذي يقابل البت في الحواسيب العادية، ويستعمل في حقل الحوسبة الكمية.

## المصادر

- phys.org
- الورقة العلمية

## المساهمون

- ترجمة
  - مصطفى عبدالرضا
- مُراجعة
  - أسماء مساد
- تحرير

- نوفل صبح
- تصميم
  - نادر النوري
- نشر
  - فرزت الشياح