

## بطاريات وأجهزة إلكترونية جديدة مصنوعة من الورق



تكنولوجيا

## بطاريات وأجهزة إلكترونية جديدة مصنوعة من الورق



[www.nasainarabic.net](http://www.nasainarabic.net)

@NasalnArabic

NasalnArabic

NasalnArabic

NasalnArabic

NasalnArabic



بطارية مبنية من الورق والبكتيريا قابلة للطي وللتحلل العضوي تفتح آفاقاً جديدة في مجال الإلكترونيات. حقوق الصورة: سيكهون شوي/جامعة بينجامتن Seokheun Choi/Binghamton University. CC BY-ND

كما يبدو، فإنه في كل بضعة أشهر هناك هاتف محمول أو حاسب محمول (لابتوب) أو جهاز لوحي (تابلت) جديد يُطرح في الأسواق، لنجد طوابير من الناس تصطف أمام المحال التجارية لشراؤه. وبينما يساهم الإنتاج المستمر للمواد الإلكترونية الجديدة والمتطورة في النجاح الهائل لشركات مثل آبل Apple، فإن هذه الإلكترونيات في الحقيقة مضرّة للبيئة.

تحتوي الإلكترونيات المعاصرة دارات كهربائية أُحْمِت عليها العديد من القطع البلاستيكية والمعدنية. بعض هذه المواد سامة، أو تتحلل

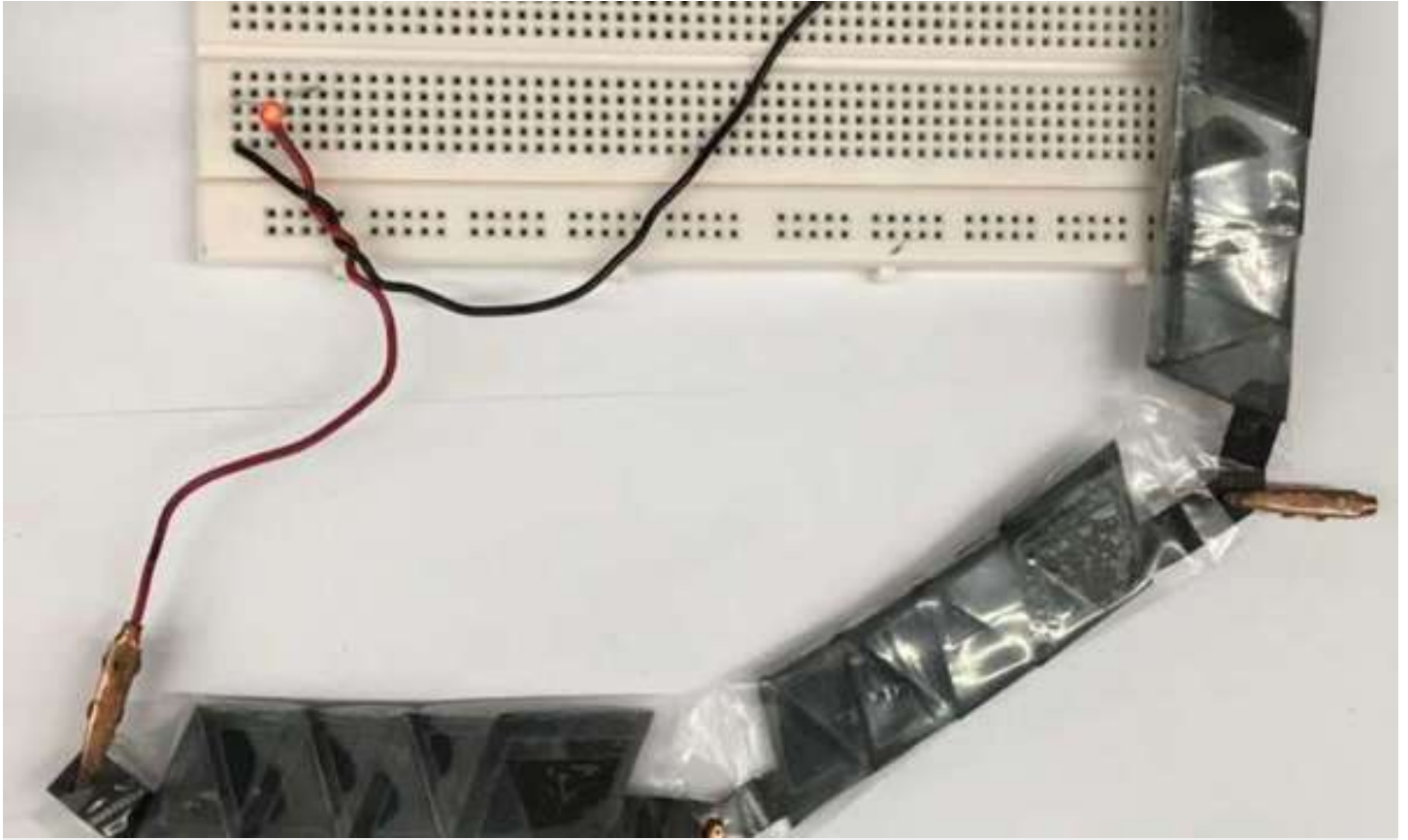
فيما بعد إلى موادّ سامة. هنالك جهود لدعم إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية، بتحصيل المواد التي من الممكن إعادة استخدامها والتخلص من الباقي بالطريقة المناسبة، ولكن سننتهي المطاف بمعظم الأجهزة كجزء من كومة النفايات الإلكترونية المتزايدة في مكب النفايات.

عوضاً عن التخلص من المزيد من الأجهزة، فإنّ هناك فرصة لتصنيع إلكترونيات قابلة للتحلل بيولوجياً، لذلك يتجه الكثير من الباحثين نحو مجال الإلكترونيات المبنية من الورق والتي تُدعى "الإلكترونيات الورقية **Papertronics**" نظراً لكونها مرنة إلى حدّ أنها قابلة للطّي كما أنها تتميز بالاستدامة وانخفاض التكلفة وهي غير مضرّة بالبيئة.

ولكن لتكون حقاً صديقة للبيئة، فإن الإلكترونيات الورقية لا يمكن أن تستخدم البطاريات التقليدية المصنوعة من المعادن والحموض القوية، لتخزين وتفريغ الكهرباء. بناءً على ذلك، طوّر الباحث سيكهون شوي **Sekheun Choi** والكيميائية أومونمي صادق **Omwunmi Sadik** بطارية ورقية قابلة لإعادة التدوير والتحلل البيولوجي، بالإضافة إلى أنها تتمتع بالموثوقية الكافية حتى تُستخدم بالفعل. السرّ في تطورها هو البكتيريا.

طوّر الباحث شوي في الماضي بطاريات مطاوعة، وأخرى تعمل باللُّعاب، وغيرها. واستنتج عند بحثه عن طريقة لإمداد الإلكترونيات الورقية بالطاقة أنّه من المنطقي محاولة صنع بطارية من الورق. لحسن الحظ، يُعدّ الورق مادةً جيدةً لتُصنع منها البطاريات وذلك كونه مطاوعاً، وعازلاً جيداً (مما يجعله منصّةً مناسبةً لحمل العناصر الإلكترونية)، وقادراً على امتصاص وتحرير السوائل بسهولة. أضاف شوي البوليمرات (وهي بوليمرات الحموض الأسيديّة ومادة بيروميليتيك ديانهيدرايد فينيلينيديامين **pyromellitic dianhydride-p-phenylenediamine**)، وذلك لتحسين تلك الخواص الكهربائية.

بعد ذلك، لتخزين الطاقة في البطارية أضاف الباحثان البكتيريا، وذلك عوضاً عن المواد المعدنية والأسيد التي تتفاعل كيميائياً لتوليد الإلكترونيات. عندما يبدأ تصنيع هذه البطاريات تجارياً ستُستخدم البكتيريا التي لا تشكل خطراً على الإنسان والبيئة وتقلل احتمال حدوث أيّ نوعٍ من التلوث.



مجموعة من البطاريات المطوية يمكنها أن تغذي الأجهزة الإلكترونية الورقية. حقوق الصورة: سيكهون شوي/جامعة بينجامت  
Seokheun Choi/Binghamton University, CC BY-ND

تلتصق البكتيريا بالورق بسبب خشونته ونفوذته، وتولد طاقتها عن طريق تحليل أي مادة عضوية متوفرة تقريباً، متضمنة مواد التربة أو الفضلات السائلة. في الوقت الحالي، تُجهَّز هذه المواد المصدرية المستخدمة وتُضمَّن يدوياً مع البطارية، ولكن من الممكن أن تأتي من البيئة أيضاً. يُنتج هذا التفاعل الكيميائي الإلكترونيات. بشكل عام في تفاعلات البكتيريا، فإن تلك الإلكترونيات ترتبط بالأكسجين، ولكن بُنيت هذه البطارية بحيث تحدّ من تواجد الأوكسجين وتضع قطب كهربائي محله (في عملية التفاعل مع الإلكترونيات)، بمعنى أنه يمكن في هذه الحالة التحكم بتدفق الإلكترونيات واستخدامه لتزويد الأجهزة بالطاقة.

كان هنالك قلقٌ من انتشار الأوكسجين داخل الورق ومقاطعته لتدفق الإلكترونيات بين البكتيريا مما يُقلّل من فعالية البطارية، إلا أن الباحثين وجدوا أنه رغم حدوث ذلك فإن تأثيره ضعيف. سبب ذلك هو ارتباط عدد كبير من خلايا البكتيريا ارتباطاً وثيقاً بألياف الورق مما يشكل عائقاً بيولوجياً متعدد الطبقات يحمي التفاعلات الكيميائية من أغلب ذرات الأوكسجين.

سعى الباحثان أيضاً إلى تطوير البطارية بحيث تكون قابلةً للتحلل بيولوجياً. حُقّق ذلك بكون البكتيريا الموجودة في البطارية (بمجرد انتهائها من إنتاج الطاقة) قادرة على تحليل الورق والبوليمرات إلى عناصر غير ضارة. بالإضافة إلى ذلك، فإن البطارية قادرة على التحلل بيولوجياً في الماء بسهولة دون الحاجة إلى وجود معدات خاصة أو حتى بكتيريا للمساعدة في ذلك.

تتميز بنية الورق البوليميري بكونها خفيفة الوزن ومنخفضة السعر ومطاوعة. تعطي هذه المطاوعة القدرة للبطارية على الانتشاء مثل قطعة الورق العادية، وكذلك إمكانية تجميع مجموعة من البطاريات فوق بعضها البعض، مما يمكننا من الحصول على طاقة بطارية أكثر ضمن

مساحات صغيرة.

من الممكن أن تكون الإلكترونيات الورقية مفيدة بشكل خاص في المناطق البعيدة والمعزولة ذات الموارد المحدودة لكونها تُزوّد بالطاقة عن طريق البكتيريا التي تستطيع البقاء في أقسى الظروف وتُحلّل تقريباً أي مادة لتوليد الإلكترونيات. كما أنها لا تحتاج بالضرورة إلى وجود شبكة كهربائية قوية حتى تعمل. علاوةً على ذلك، على الرغم من أن البطاريات الورقية مصممة بحيث يمكن تحللها بيولوجياً والتخلص منها بعد الاستعمال، فمن الممكن إعادة تدوير المواد التي صُنعت منها وإنشاء بطاريات جديدة من الورق المعاد تدويره.

على الرغم من الأهمية الكبيرة للبطاريات الورقية البيولوجية والآفاق الجديدة التي تفتحها أمام الأجهزة الإلكترونية المستقبلية، فإن عملية صنعها بسيطة جداً. يمكن دمج البوليمرات والبكتيريا بالورق باستخدام إجراءات التصنيع التقليدية، بما فيها الطباعة على اللغات (عملية تصنيع الإلكترونيات باستخدام لغات من البلاستيك أو الرقائق المعدنية المرنة)، أو طباعة الشاشة، أو عن طريق طباعتها أو صبها على الورق مباشرةً.

يمكن إضافة مواد أخرى للبطاريات الورقية كالمعادن وأنصاف النواقل والعوازل والجسيمات الذرية. تعطي هذه المواد (وغيرها) المزيد من الخائص والإمكانيات للأجهزة المبنية على الورق، مما يفتح مجالاتٍ واسعةً للأجيال القادمة من الإلكترونيات.

• التاريخ: 20-12-2018

• التصنيف: تكنولوجيا

#الإلكترونيات #البطاريات #دارات كهربائية #المخلفات الإلكترونية



## المصادر

• Phys

## المساهمون

- ترجمة
  - محمد سخيطة
- مراجعة
  - فرح درويش
- تحرير
  - رأفت فياض
  - زين صالح
- تصميم
  - محمد مزكتلي

• نشر

◦ روان زيدان