إنتاج أشعة تيراهيرتز من المياه يجعل المستحيل ممكنًا

استخدم الباحثون أشعة الليزر لتوليد نبضات تيراهيرتز من خلال التفاعل مع الهدف. وفي هذه الحالة، كان الهدف طبقةً رقيقةً للغاية من الماء سمكها 200 ميكرومتر تقريبًا أو بسماكة ورقتين، وأُنشئت باستخدام مياهٍ معلّقةٍ بين سلكَين من الألمنيوم. الحقوق: University of Rochester photo / Kaia Williams

يعمل شي-تشنغ تشانغ **Xi-Cheng Zhang** منذ ما يُقارب العقد من الزمن على حلّ لغزٍ علميٍّ كان يُعدّ من المستحيلات للكثيرين في مجتمع البحث العلميّ، وهو إنتاج موجات تيراهيرتز **terahertz**، وهي شكلٌ من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسيّ **electromagnetic radiation** تقع في أقصى نطاق تردّد الأشعة تحت الحمراء، من الماء السائل.

وكما ورد في ورقةٍ نُشرت في مجلة **Applied Physics Letters** يقول تشانغ، أستاذٌ حاصلٌ على درجة باركر جيفنز في البصريات: "جعل الباحثون في جامعة روتشستر المستحيل ممكنًا"، ويضيف: "إنّ معرفة كيفيّة إنتاج موجات تيراهيرتز من الماء السائل هو تقدّمٌ جوهريٌّ لأن الماء هو أهم عنصرٍ في جسم الإنسان وعلى الأرض".

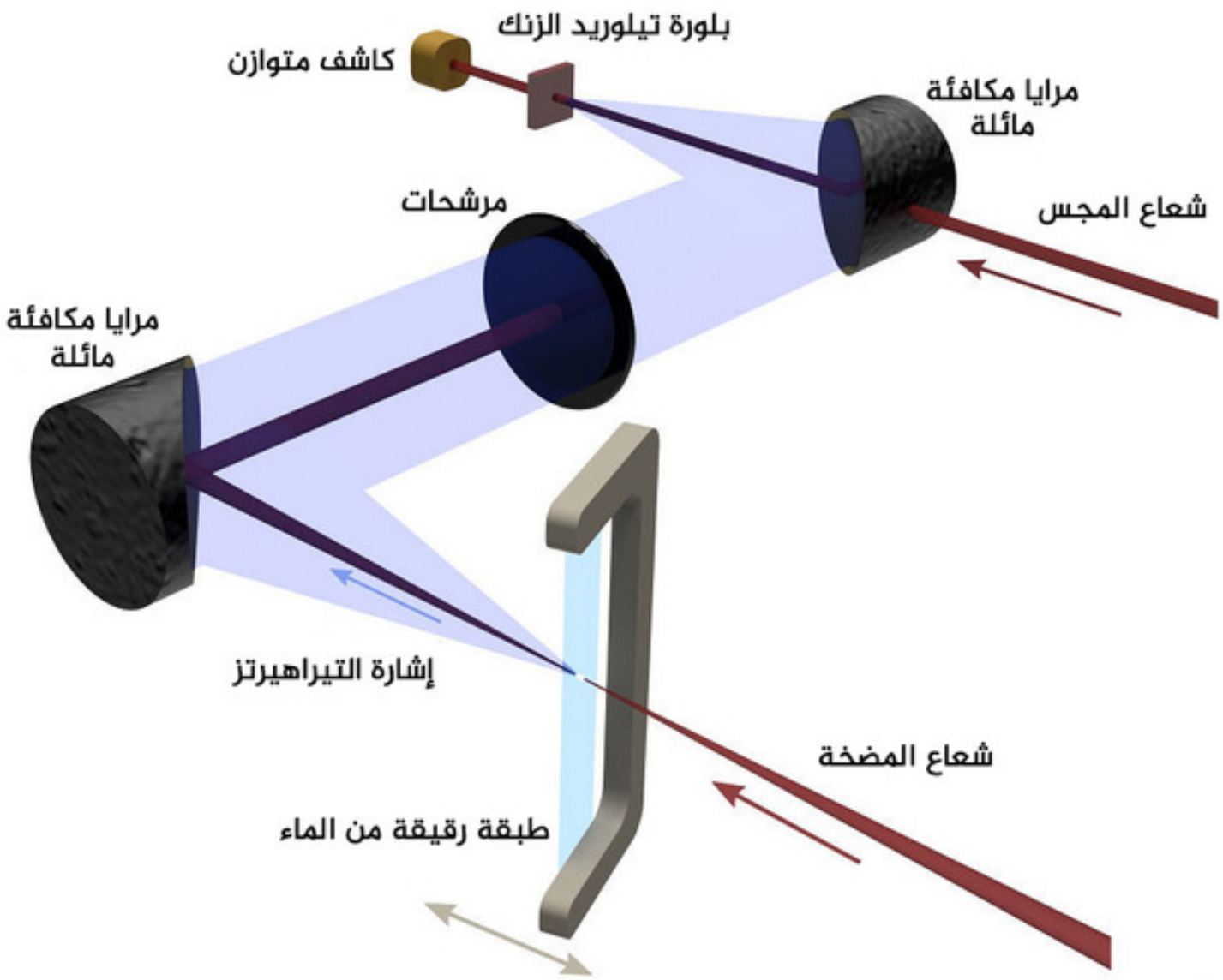
وقد اجتذبت موجات تيراهيرتز اهتمامًا متزايدًا مؤخرًا بسبب قدرتها على المرور غير الهدّام عبر الأجسام الصلبة، بما في ذلك تلك المصنوعة من القماش، والورق، والخشب، والبلاستيك، والسيراميك، كما تساعد أيضًا على إنتاج صور للديكورات الداخليّة للأشياء. وبالإضافة إلى ذلك، تُعدّ طاقة فوتون التيراهيرتز أضعف من طاقة فوتون الأشعة السينيّة **x-ray**، وعلى عكس الأشعة السينيّة، تُعتبر موجات التيراهيرتز موجاتٍ غير مؤيّنة؛ أي ليس لديها ما يكفي من الطاقة لإزالة الإلكترون من الذرّة، وبذلك لا يكون لها نفس الآثار الضارّة على الأنسجة البشريّة والحمض النوويّ.

وبسبب هذه القدرات، لدى موجات التيراهيرتز تطبيقاتٌ فريدةٌ من نوعها في التصوير والتحليل الطيفيّ **spectroscopy**، كاكتشاف القنابل في الحزم المشبوهة، وتحديد الجداريّات المخفيّة تحت طبقات الطلاء، والكشف عن تسوّس الأسنان أيضًا.

يقول تشانغ: "إنّ موجات التيراهيرتز لديها القدرة على الرؤية من خلال الملابس، وهذا هو السبب في وجود ماسحات التيراهيرتز الفرعيّة للجسم في المطارات، إذ يمكن لهذه الموجات المساعدة في تحديد ما إذا كان الجسم متفجّرًا أو كيميائيًّا أو بيولوجيًا، حتى لو كانت لا تستطيع بالضبط معرفة ماهية الجسم".

تستخدم مجموعة تشانغ للأبحاث الليزر لإنتاج نبضات تيراهيرتز عن طريق التفاعل مع الهدف. وفي هذه الحالة، كان الهدف طبقةً رقيقةً جدًّا من المياه سماكتها 200 ميكرومتر تقريبًا أو بسماكة ورقتين، أُنشئت باستخدام المياه المعلّقة عن طريق التوتر السطحيّ **surface tension** بين سلكين من الألومنيوم، إذ يصوّب الباحثون الليزر في طبقة المياه، التي تعمل كمصدرٍ لإنتاج أشعة التيراهيرتز.

وقد أنتج الباحثون السابقون موجات تيراهيرتز من أهدافٍ أخرى كالبلورات الصلبة والمعادن وبلازما الهواء وبخار الماء، ولكن حتّى الآن، كانت المياه السائلة حلمًا بعيد المنال.



المجموعة التجريبيّة المستخدمة في إنتاج نبضات الـ تيراهيرتز terahertz من الماء السائل. إذ يُصوب الباحثون شعاع المضخّة الضوئيّة على غشاءٍ رقيقٍ من المياه وتُستخدم سلسلةٌ من المرشّحات ومرايا مكافئة مائلة (OPAM) للكشف عن إشارة تيراهيرتز ومنع مرور أيّ موجات ضوءٍ أُخرى أُنتجت في الوقت نفسه من طبقة المياه. الحقوق: University of Rochester / Xi-Cheng Zhang Lab

وفي الواقع، عند قياس موجات التيراهيرتز الناتجة عن الماء، وجد الباحثون أنها أقوى بمقدار 1.8 مرةٍ من موجات التيراهيرتز الناتجة من البلازما الهوائية في ظروفٍ تجريبيّةٍ مماثلةٍ.

ولأنّ الماء مركّبٌ شديد الامتصاص، أعتقد العديد في مجتمع البحث العلميّ أنه سيكون من المستحيل استخدام المياه كهدفٍ، وقد قضى تشانغ نفسه سنواتٍ في محاولة حلّ هذا اللغز، ووجد أيضًا الإرادة في تشي جين **Qi Jin**، وهو مرشح دكتوراه في البصريات في جامعة روتشستر، والمؤلّف الرئيسيّ للورقة.

يقول جين: "اعتقد الجميع تقريبًا أنّنا لن نتمكن من الحصول على إشارةٍ من الماء. في البداية، اعتقدت ذلك أيضًا". وكان أحدَ التحديّات صنعُ طبقةٍ رقيقةٍ جدًّا من المياه لضمان عدم امتصاصها لفوتونات التيراهيرتز الناتجة عن شعاع الليزر، وسميكةٍ في الوقت نفسه لتحمّل طاقة الليزر. وقد قضى جين بجانب يوين إي **Yiwen E**، وهو زميل ما بعد الدكتوراه في مجموعة تشانغ للأبحاث، أشهرًا لتحسين سماكة طبقة المياه وزاوية سقوط شعاع الليزر، وكثافته، ومدّة نبضه.

يقول جين: "لقد قمنا بزيادة سُمك الماء قليلًا، وزدنا شعاع الليزر تدريجيًّا، وواصلنا المحاولة حتى تمكّنّا من تحقيق ذلك". ويضيف: "تُعدّ المياه واحدةً من أغنى الموارد على الأرض، لذلك كان من المهمّ حقًا بالنسبة لنا أن نكون قادرين على إنتاج هذه الموجات من المياه. وقد كانت هناك مرّاتٌ عديدةٌ أردت بها التخلّي عن هذا، لكن زملائي في المختبر شجّعوني على الاستمرار".

ويوافق تشانغ قائلًا: "دائمًا أُخبر طلّابي والباحثين هنا: إن حاولت في شيءٍ، فربّما لا تحصل على النتيجة التي تريدها، ولكن إن لم تحاول أبدًا، فإنّك بالتأكيد لن تحصل على أيّ نتيجةٍ".

تيراهيرتز: هو التردّد الذي تتذبذب به موجة كهرومغناطيسيّة تقع في الحيّز بين الموجات تحت الحمراء وموجات المايكروويف. ويتراوح تردّد موجات أشعة تيراهيرتز بين 0.3 تيراهيرتز و3 تيراهيرتز. وتيرا سابقة تعني 1012، أي إنّ تيراهرتز تعني شعاعًا كهرومغناطيسيًّا يبلغ تردّده نحو 1012 في الثانية. هذا يعادل طول موجةٍ قدره نحو 1 ميلليمتر.

- التاريخ: 2018-01-20
- التصنيف: فيزياء

#أشعة الليزر #أشعة تيراهيرتز #الإشعاع الكهرومغناطيسي #terahertz

---

المصطلحات

- **التحليل الطيفي (Spectroscopy)**: التحليل الطيفي ببساطة هو علم قياس شدة الضوء عند الأطوال الموجية المختلفة. وتُسمى المخططات البيانية الممثلة لهذه القياسات بالأطياف (spectra)، وهي المفتاح الرئيسي لكشف تركيب الأغلفة الجوية للكواكب الخارجية. المصدر: ناسا

المصادر

- Phys

المساهمون

- ترجمة
  - ريم محمد
- مُراجعة

- خزامى قاسم

- تحرير
  - عبد الواحد أبو مسامح
  - رأفت فياض
- تصميم
  - أحمد أزميزم
- صوت
  - إحسان قاسم
- نشر
  - روان زيدان