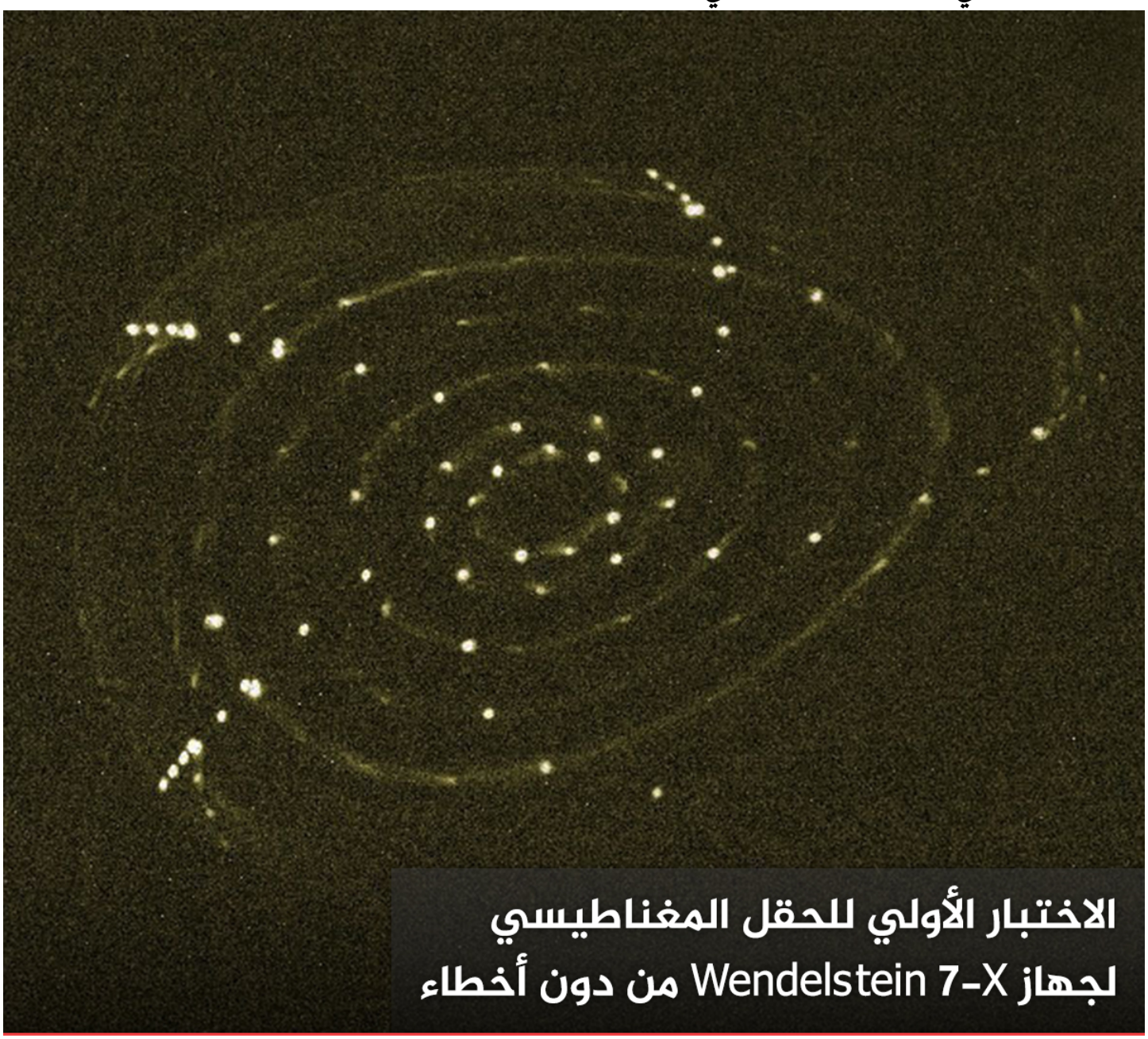
الاختبار الأولي للحقل المغناطيسي لجهاز Wendelstein 7-X من دون أخطاء



الدليل: يصنع القضيب المشع سطحاً مغناطيسياً مغلقاً متداخلاً ـ قفص الحقل المغناطيسي للبلازما تماما كما يجب أن يكون.

Photo: IPP, Matthias Otte

تمّ إكمال اختبار الحقل المغناطيسي في جهاز الدمج **Wendelstein 7-X** قبل الوقت المتوقع، كما أن القياسات، والتي توقعها العلماء في معهد ماكس بلانك لفيزياء البلازما في غريفزوولد، تُظهر أن الملفات المغناطيسية فائقة الناقلية (**superconducting magnetic coils**)، والتي أُكملت اختباراتها التقنية الأسبوع الماضي، تقوم بإنتاج الحقل المغناطيسي المطلوب.

يمتلك القفص المغناطيسي لبلازما الدمج، والذي تبلغ درجة حرارته عدة ملايين الدرجات، شكلًا يتفق مع حسابات الفيزيائيين، وتعتبر هذه مرحلة هامة في التحضيرات العملية التي تجري حالياً، أما بالنسبة لجهاز **Wendelstein 7-X** فمن المقدر له أن ينتج أول بلازما لاحقًا هذا العام.

على الرغم من أن جهاز **Wendelstein 7-X** لا يعمل حالياً، إلا أن التجربة تقوم بتوفير النتائج العلمية الأولى لتوها: يقابل الحقل المغناطيسي بالتحديد المتطلبات لولادة بلازما دمج عالية الحرارة. ظهر هذا في أول القياسات لبنية الحقل. يعلن البروفيسور الدكتور توماس سن بيدرسون **Thomas Sunn Pedersen** المسؤول في قسم **IPP** عن هذه المهمة: "لقد حصلنا على سطوح تدفق مغلقة جيدة (**closed flux surfaces**)".

كيف تبني قفصاً مغناطيسياً للبلازما؟ يستفيد باحثو الاندماج من حقيقة أن جسيمات البلازما المشحونة ـ الأيونات والالكترونات ـ تبقى في مسارات حلزونية ضيقة حول خطوط الحقل المغناطيسي بفعل القوة الكهرومغناطيسية. تبقى الجسيمات السريعة بعيدة عن جدران وعاء البلازما نتيجة لاستقرار الحقل المتشكل كما لو أنها تُساق في مسارات.

للحصول على قفص مغلق، يجب أن تتقارب خطوط الحقل في منتصف وعاء البلازما الدائري ـ مثل حلقات النمو داخل جذع الشجرة. يمنع هذا خطوط الحقل المغناطيسي من الاتجاه إلى الخارج، ما سيوجه جسيمات البلازما باتجاه الجدران وسيجعل من المستحيل تحقيق درجة الحرارة العالية والمطلوبة للبلازما.

يقول الدكتور ماتثياس أوت **Matthias Otte** المسؤول عن عملية القياس: "حالما تم وضع أدوات تشخيص سطح التدفق ضمن العمل، استطعنا رؤية السطوح المغناطيسية الأولى. تُظهر صورنا بشكل واضح كيف تخلق خطوط الحقل المغناطيسي سطوحاً مغلقة في عدة دورانات لعدة ملفات حلقية".

تُمكّن أدوات تشخيص سطح التدفق من قياس بنية الحقل. ولهذا الهدف، يتم حقن حزمة إلكترونية رفيعة وتتحرك على طول أحد خطوط الحقل في مسارات دائرية عبر وعاء البلازما المفرّغ. تَترك الحزمة خلفها خطاً، وهو الأثر الذي يخلقه تصادم الالكترونات مع بقايا الغاز في الوعاء. لو تم تحريك قضيب مشع خلال مقطع عرضي للوعاء، سيتم خلق بقع ضوئية عندما يضرب الشعاع الالكتروني القضيب. يصبح المقطع العرضي الكامل للحقل المغناطيسي مرئياً تدريجياً في تسجيل الكاميرا.

أدوات تشخيص سطح التدفق: تضم الصورة متتبع شعاع الالكترون على عدة دورات على طول خط الحقل خلال وعاء البلازما، مع نقط الصورة التي تركها القضيب المشع الذي تم تحريكه عبر مستوى الصورة. تم تحريك القضيب بسرعة وهو غير مرئي بسبب زمن التعرض المطول. Photo: IPP, Matthias Otte

خلال قياس واحد يستمر لستين ثانية، يدور الشعاع الالكتروني عدة مرات على خط الحقل "الخاص به" في وعاء البلازما الدائري وبذلك يغطي مسافة عدة كيلومترات.

تقود خطوط الحقل الحلزونية الشعاع بعد كل دورة أبعد قليلاً عبر المستوى الذي يتحرك فيه القضيب، وتتشكل صورة المقطع العرضي للحقل بشكل تدريجي من البقع الضوئية على القضيب، وبالفعل: تظهر سطوح التدفق المتداخلة المطلوبة في الخطوط المنقّطة. يقول البروفيسور سن بيدرسون: "نحن الآن مسرورون جداً بنتائج القياس بعد زمن التجميع المطول، لقد بدت سطوح التدفق كما أردنا."

خلفية عن المشروع

الهدف من بحث الاندماج هو تطوير مصدر طاقة صديق للمناخ وللبيئة. يتم الحصول على الطاقة من اندماج الأنوية الذرية، وذلك مشابه لما يحدث في الشمس، ومن أجل إشعال الاندماج في محطات الطاقة المستقبلية، فيجب جعل الوقود- بلازما الهيدروجين- محصوراً في حقول مغناطيسية وأن يسخن إلى درجة حرارة تفوق المئة مليون درجة.

عقب إتمام جهاز **Wendelstein 7-X**، الذي سيكون أكبر جهاز اندماج في العالم من نوع ستيلاراتور (**stellarator type**)، فإنه لن يقوم بإنتاج الطاقة ولكن سيمكن العلماء من التحقق من صلاحية هذا النوع من الأجهزة كمحطة طاقة. مع إصدارات البلازما، والتي تستمر لثلاثين دقيقة، ينبغي لها أن تبين مقدرتها الخاصة، وهي قدرتها على العمل بشكل مستمر.

المكون الأساسي للجهاز هو حلقة من خمسين ملفاً مغناطيسياً فائق الناقلية بارتفاع يقارب الثلاثة أمتار ونصف المتر، وستستهلك القليل جداً من الطاقة، وذلك حالما يتم تبريدها بالهيليوم السائل إلى درجة حرارة الناقلية الفائقة التي تقارب الصفر المطلق، وذلك حالما يتم تشغيلها. السبب في أشكالها المميزة يأتي نتيجة للحسابات المحسنة. تتمثل مهمتها في خلق قفص مغناطيسي للبلازما مع خصائص عزل حراري (**thermal-insulation**) جيدة.

تم إكمال تجميع **Wendelstein 7-X** في أيار/مايو 2014 في الوقت المناسب، كما استمر التحضير للتشغيل لمدة تزيد على العام. يتم اختبار عمل كل نظام تقني واحداً تلو الآخر. من نهاية أبريل/نيسان وحتى يوليو/تموز 2015، كان الاهتمام يتجه نحو الملفات المغناطيسية. حالما تم تأكيد القدرة الوظيفية لمكونات النظام المركزي هذه، أجري اختبار السطوح المغناطيسية.

بقي الآن تكوين مجموعة البيانات التي يدعمها الحاسب للعمليات التجريبية، كما لم تكتمل المعدات الخاصة بمراقبة وتسخين البلازما بعد. الهدف: هو إنتاج جهاز **Wendelstein 7-X** لأول بلازما هذا العام.

- التاريخ: 2016-11-30
- التصنيف: فيزياء

#الحقل المغناطيسي #القوة الكهرومغناطيسية #محطات الطاقة المستقبلية #جهاز Wendelstein 7-X

المصادر

- ipp

المساهمون

- ترجمة
  - ريم المير أبو عجيب
- مُراجعة
  - عبد الرحمن سوالمه
- تحرير
  - بنان محمود جوابره
  - منير بندوزان

- تصميم
  - محمود سلهب
- نشر
  - مي الشاهد