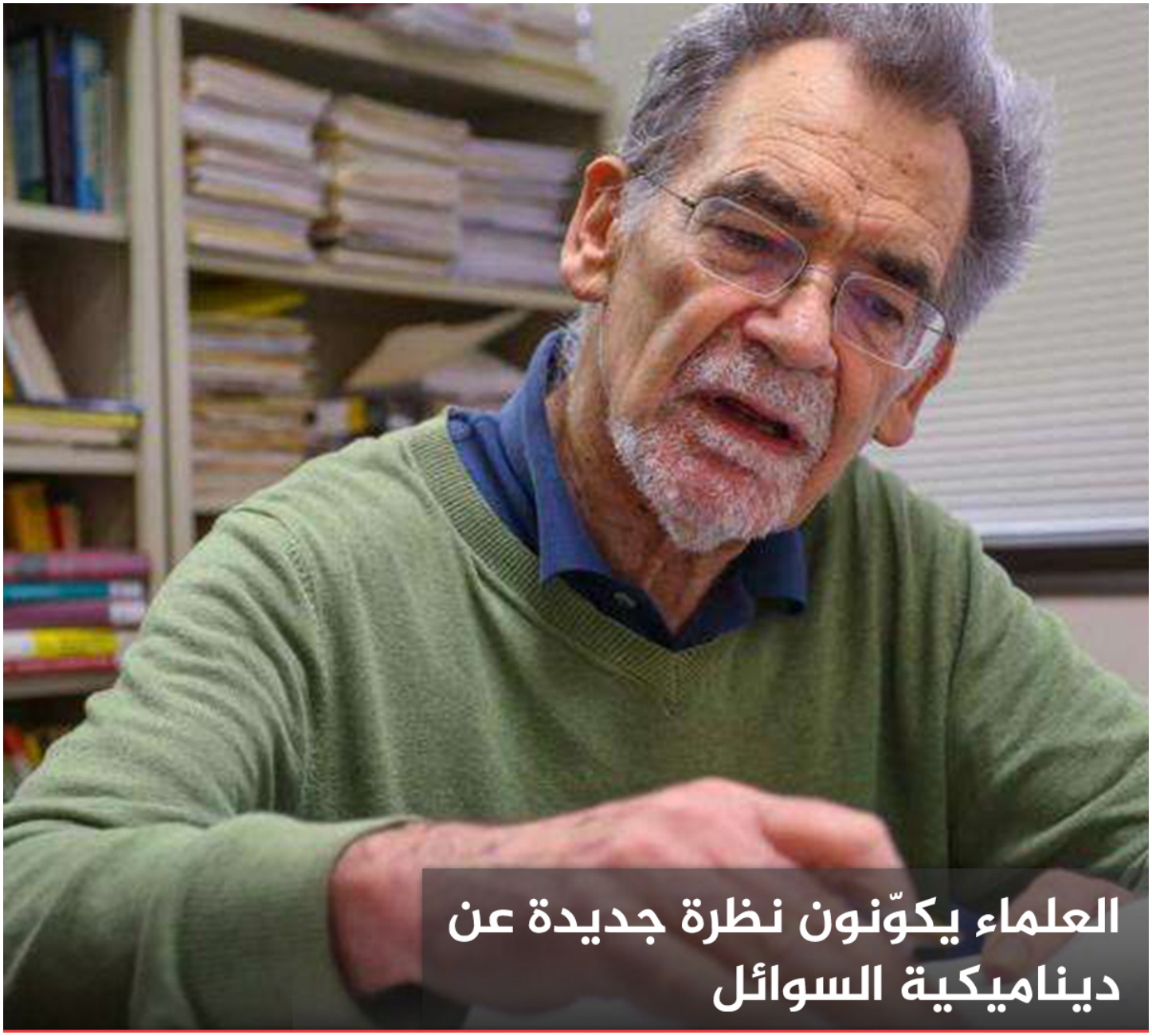
العلماء يكوّنون نظرة جديدة عن ديناميكية السوائل



توضح الصورة: الدكتور "غري ويب" هو عالم أبحاث في مركز البلازما الفضائية والآيرونوميك (CSPAR) في جامعة "آلاباما" (UAH)، التقطت له هذه الصورة أثناء شرحه للحسابات الواردة ضمن الورقة العلمية في مكتبه في الجامعة.

تُقدم حسابات جديدة أجراها عالم فيزياءٍ فلكيةٍ نظريةٍ من جامعة "**آلاباما**" في "**هانتسفيل**" **UAH** أدوات تفتح الباب أمام استكشاف تاريخ الأحداث في التدفقات الفلكية وفي أجهزة الاندماج النووي التي يدرسها الهيدروديناميك المغناطيسي (**magnetohydrodynamics**) أو اختصاراً (**MHD**).

تُسَلّط الحسابات ضوءاً إضافياً على ديناميك الموائع فوق الأرض، وفوق الشمس، أو في أي مكان يحتوي موائع مشحونة كهربائياً، وموجودة في حالة حركة داخل حقل مغناطيسي.

في "**MHD**"، تُحفّز الحقول المغناطيسية حقولاً كهربائية يتعلق فيها تطور التدفق المغناطيسي بالحقل الكهربائي؛ وبدوره، يُحَدّد الحقل الكهربائي عن طريق سرعة المائع والحقل المغناطيسية. بالإضافة إلى ذلك، يرتبط التيار الكهربائي بالحقل المغناطيسي بواسطة قانون أمبير (**Ampere's law**).

تُحدد تلك التغذية العكسية تطور الحقل المغناطيسي؛ وفي بعض الأحيان، يُوصف تدفق الحقل المغناطيسي على أنه مُجمّد داخل المائع، فهو ثابت بالنسبة لجملة مرجعية تتحرك مع المائع.

كان الدكتور غري ويب **Gary Webb**، وهو عالم أبحاث في مركز البلازما الفضائية والآيرونوميك **CSPAR** في **UAH**، المؤلف الرئيسي للورقة العلمية رابط الورقة التي تتضمن الحسابات الجديدة؛ أما المؤلفون المشاركون فهم الدكتور جي إف ماكانزي **J.F. McKenzie** ـالمتوفىـ من جامعة دوربان للتكنولوجيا في جنوب أفريقيا، ومدير **CSPAR** الدكتور غري زانك *Gary Zank*. كان الدكتور ماكانزي مشرفاً على الدكتور زانك عندما كان الأخير يُكمل رسالة الدكتوراه.

يقول ويب واصفاً عمله النظري: "هناك غابة كاملة من الأشياء التي تُرافق هذا العمل. في الكثير من الأحيان، يستخدم الأشخاص الممارسون للرياضيات والفيزياء قوانين الانحفاظ لوصف نظام فيزيائي ما". وبالنسبة لنظام يُوصف بقوانين الانحفاظ **conservation laws**، توجد كميات فيزيائية لا تتغير بمرور الزمن.

يقول ويب: "على أية حال، هناك قوانين انحفاظ معينة لا تربط الأشياء معاً بشكلٍ مباشر، وبدلاً من ذلك تمتلك نوعاً ما من أنواع الذاكرة". قال الدكتور ويب ذلك عند وصفه لإمكانية قيام عملية تُعرف باللاستقرار الباروكلينكي (**baroclinic instability**) بخلق سبين (**spin**) للمائع، وهو مفهوم غالباً ما يتم استخدامه في علوم الغلاف الجوي.

يُضيف ويب: "إذا لم يتحاذى تدرج الكثافة وتدرج الضغط، فإنك تحصل في الواقع على آلية تخلق سبين "**دوّامة**" في أعاصير. تترافق الآلية الباروكلينكية لصنع دوران المائع مع حالة اختلال بين تدرجات كل من الإنتروبي ودرجة الحرارة".

ويتابع قائلاً: "اكتشفنا أن بعض قوانين الانحفاظ تملك ذاكرة تترافق مع سبين المائع، وهو ما أدعوه بالمخطط الأعظم للأشياء". قد يتمتع ذلك الأمر بتطبيقات واسعة جداً في مجال الفيزياء.

وفقاً للدكتور زاك فإنه: "بصرف النظر في بعض الأحيان عن استخدام الرياضيات المتقدمة في استكشاف دقة قوانين الانحفاظ من قبل الدكتور ويب، إلا أن أفكاره تتمتع بفائدة عظيمة كحل عملي لمعادلات **MHD** في مجال واسع من المجالات الفيزيائية المهمة، بما في ذلك الغلاف الجوي للشمس، والبيئة الجيوفضائية للأرض".

يقول الدكتور ويب: "ما أقوم به يقع في مجال الفيزياء الكلاسيكية، لكن تتمتع هذه الأشياء بتطبيقات في حقول فيزياء أخرى، إضافةً إلى ميكانيك الكم، ونظرية الأوتار، والجاذبية الكمومية، والنسبية العامة، ونظرية الكهرومغناطيسية".

ويتابع قائلاً: "تترافق قوانين الانحفاظ هذه في الموائع الدوّارة مع إنتروبي المائع. وفي مائعٍ مثالي، فإن التاريخ التراكمي لدرجة حرارة المائع مهم جداً في تحديد سبين المائع، الذي يتم وصفه بقوانين انحفاظ غير موضعيّة".

في العادة، يستخدم الفيزيائيون حسابات نظرية الانحفاظ عندما يحصل حدث ما وينطلق من نقطة زمنية يحصل عندها؛ ويُقدم العمل الجديد القدرة على رؤية الحدث الحالي، ومعرفة تاريخه، ويقول الدكتور ويب: "هناك بعض قوانين الانحفاظ التي تتمتع بذاكرة مرتبطة بهذا التاريخ".

يستخدم الدكتور "ويب" طرق مدرسة ابتدائية لتفسير الـ "**MHD**"؛ إذ يستعمل طلاب المدرسة الابتدائية برادة الحديد لمعرفة كيف تتحاذى الأجسام الموصلة مع الحقل المغناطيسي.

يقول ويب: "إذا استخدَمتَ برادة المعدن ومغناطيس ثنائي القطب، فإنها ستُنظم نفسها بطريقة محددة، وستحصل على نمط للبرادة يتحاذى مع ما يُعرف بخطوط الحقل المغناطيسي".

اكتشف إسحاق نيوتن نظرية الميكانيكا وحركة الجسيمات، بالإضافة إلى قانونه الثاني في الحركة، الذي ينص على أن القوة مساوية للكتلة مضروبةً بالتسارع. بعد ذلك، طوّر علماء الفيزياء الرياضية مثل جوزف لاغرانج، وليونارد أويلر، ووليام هاميلتون تلك الأفكار باستخدام حساب التفاضل والتكامل.

ساهم إلي كارتان، وإيمي نويثر، وهنري بوانكاريه، وآخرون في نظرية قوانين الانحفاظ وفي ارتباطها مع تناظرات المعادلات؛ وشكّل عملهم الأساس في تطوير نظرية ميكانيك الموائع، التي يُشار إليها حالياً بالميكانيك الهندسية؛ لأنها تعتمد على أفكار هندسية، وتُطبق تلك النظرية أيضاً على ميكانيك الأجسام الصلبة الدوّارة مثل، الأقمار الصناعية الدوّارة.

ساهم كل واحد من أولئك الرائدين في مجال الفيزياء بفكرة مختلفة تتعلق بكيفية عمل معادلة القوة، ولاحقاً، استُخدمت تلك الأفكار في ميكانيكا الموائع، وتعتمد الورقة العلمية الحديثة على ذلك الأساس وتعمقه.

- التاريخ: 2015-06-28
- التصنيف: فيزياء

#ديناميك الموائع #الفيزياء الكلاسيكية #إنتروبي المائع

المصادر

- phys.org
- الورقة العلمية

المساهمون

- ترجمة
  - همام بيطار
- مُراجعة

- فراس الصفدي
- تحرير
  - محمد وليد قبيسي
  - آلاء محمد حيمور
- تصميم
  - عبد الغني بوزيدة
- نشر
  - مي الشاهد