لماذا تُعتبر بقايا السوبرنوفا مهمةً لنا؟

لماذا تُعتبر بقايا السوبرنوفا مهمةً لنا؟

تؤثر بقايا السوبرنوفا بشكل كبير على البيئة الموجودة في مجرة درب التبانة، فلو لم يكن هناك بقايا سوبرنوفا لما كانت الأرض موجودة، ولما كان هنالك نباتات أو حيوانات أو بشر، وذلك لأن جميع العناصر الأثقل من الحديد تم صُنعها في انفجارات السوبرنوفا. لذلك فإن السبب الوحيد لوجود هذه العناصر على الأرض أو في النظام الشمسي –أو أي نظامٍ كوكبي خارج النظام الشمسي– هو أن هذه العناصر تشكلت أثناء حياة السوبرنوفا.

يسمى الغاز الذي يملأ قرص مجرة درب التبانة بالوسط بين–نجمي، ويمكن للوسط بين–نجمي (ISM) في أجزاء من المجرة حيث يكون أكثرُ كثافة (على سبيل المثال،في الأذرع الحلزونية للمجرة)، أن ينهار وينكمش على شكل كتل. ستقوم التكتلات التي تفوق الكتلة الحرجة

(وهي قيمة متوسطة ما بين كتلة المشتري وكتلة الشمس) بإشعال تفاعلات الانفجارات النووية الحرارية بفعل الجاذبية، مشكلةً بذلك النجوم. ولذلك فإن التركيب الكيميائي للوسط البين نجمي سيصبح التركيب الكيميائي للجيل القادم من النجوم.

ولأن بقايا السوبرنوفا تقذف مقذوفات السوبرنوفا (بما في ذلك العناصر المشكلة حديثاً) إلى الوسط بين النجمي، فلو لم تكن موجودة لما تشكل نظامنا الشمسي بكواكبه الصخرية إطلاقاً.

- **ما الذي تفعله بقايا السوبرنوفا للمجرة؟**

بالإضافة إلى إثراء المجرات بالعناصر الثقيلة، تُطلق بقايا السوبرنوفا قدراً كبيراً من الطاقة للوسط بين النجمي (1028 ميغاطن لكل سوبرنوفا)، وكلما تحركت موجة الصدمة نحو الخارج، فإنها تدخل في مقدار أضخم من المادة بين النجمية، مؤثرةً فيها بطريقتين أوليتين:

- تُسخن موجة الصدمة الغاز الذي تواجهه رافعةً حرارة الوسط بين النجمي ومسخنة لأجزاء من المجرة لتصبح أكثر سخونة من غيرها. وتساعد هذه الفروقات في درجات الحرارة على إبقاء مجرة درب التبانة مكاناً أكثر حيويةً وإثارة للاهتمام.

- تعمل موجة الصدمة على تسريع الالكترونات والبروتونات والأيونات (عبر عملية تسارع فيرمي **Fermi acceleration**) إلى سرعات تقارب سرعة الضوء، وهي ظاهرة مهمة جداً لأنَّ مصدر الإشعاعات الكونية المجرية يُعتبر واحداً من أكبر المشاكل في علم الفيزياء الفلكية. يعتقد معظم علماء الفلك أن معظم الأشعة الكونية في مجرتنا كانت جزءاً من الغاز بين–النجمي إلى أن تم أسرها بواسطة موجات صدمة السوبرنوفا، ومن ثم فقد حصلت هذه الجسيمات على الطاقة مع تحركها جيئة وذهاباً عبر موجة الصدمة وأصبحت أشعةً كونيةً. وعلى أي حال فإن علماء الفلك ما زالوا يناقشون القيمة القصوى لطاقة بقايا السوبرنوفا التي تستطيع تسريع الأشعة الكونية –حيث كانت نتيجة الاختيار الأفضل حوالي 1014الكترون فولت / نيوكليون.

ما هي مراحل حياة بقايا السوبرنوفا؟
تمثل مراحل حياة بقايا السوبرنوفا مجالاً للدراسة حاليا. ومع ذلك، فقد تمخضت النظريات الأساسية عن ثلاثة تحليلات لمراحل تطور بقايا السوبرنوفا:

- في المرحلة الأولى وهي مرحلة التوسع الحر، بدأت عملية التوسع من تفاعل موجة الصدمة مع الوسط بين–النجمي المحيط، وتتميز هذه المرحلة بدرجة حرارة ثابتة داخل بقايا السوبرنوفا وسرعة توسع ثابتة للصدفة، وهي تستمر لبضع مئات من السنوات.

- أما المرحلة الثانية، والمعروفة باسم مرحلة سيدوف أو المرحلة الادياباتية (**Sedov or Adiabatic Phase**)، ففيها تبدأ مواد بقايا السوبرنوفا بالتباطؤ بمعدل يتناسب مع الجذر 3/2 لنصف قطر السوبرنوفا وتبرد بمعدل يتناسب مع الجذر 1/2 لنصف قطر السوبرنوفا. في هذه المرحلة، يكون الدرع الرئيسي لبقايا السوبرنوفا غير مستقر وفقاً لرايلي–تايلور، وتندمج مقذوفات السوبرنوفا مع الغاز الذي نتج عن موجة الصدمة الأولية، ثم يزيد هذا الدمج من قوة المجال المغناطيسي في درع بقايا السوبرنوفا، ويستمر هذا الطور من 10000– 20000 عام.

- تبدأ المرحلة الثالثة المسماة بجرف الثلج (**Snow-plow**) أو الطور الإشعاعي عندما تنخفض حرارة الدرع إلى 10^6 كلفن. تبدأ

الإلكترونات بالاتحاد مع الذرات الثقيلة (كالأكسجين) وعندها يُشع الدرع طاقة أكثر فاعلية، الأمر الذي يؤدي إلى تبريده بشكلٍ أسرع، مما يجعله يتقلص ويصبح أكثر كثافةً. وكلما برد الدرع أكثر، ازدادت مقدرة الذرات على الاتحاد مكونة ما يعرف بتأثير كرة الثلج.

يؤدي تأثير كرة الثلج إلى تطور بقايا السوبرنوفا بسرعة إلى درع رقيق يُشع طاقته على شكل ضوءٍ مرئي، ثم تتناقص السرعة بشكلٍ متناسب عكسياً مع r^3، ويتوقف التوسع الخارجي وتبدأ بقايا السوبرنوفا بالانهيار تحت تأثير جاذبيتها. يستمر ذلك لبضع مئات الآف السنين، وبعد ملايين السنوات يتم امتصاص بقايا السوبرنوفا في الوسط بين–النجمي بسبب لا استقرار رايلي–تايلور لتُقذف المواد بعيداً عن درع بقايا السوبرنوفا.

- التاريخ: 2015-03-27
- التصنيف: أجسام كونية

#السوبرنوفا #المستعرات الفائقة #بقايا السوبرنوفات

المصادر

- ناسا
- الصورة

المساهمون

- ترجمة
  - خزامى قاسم
- مُراجعة
  - Azmi J. Salem
- تحرير
  - آلاء محمد حيمور
- تصميم
  - رنا أحمد
- نشر
  - همام بيطار