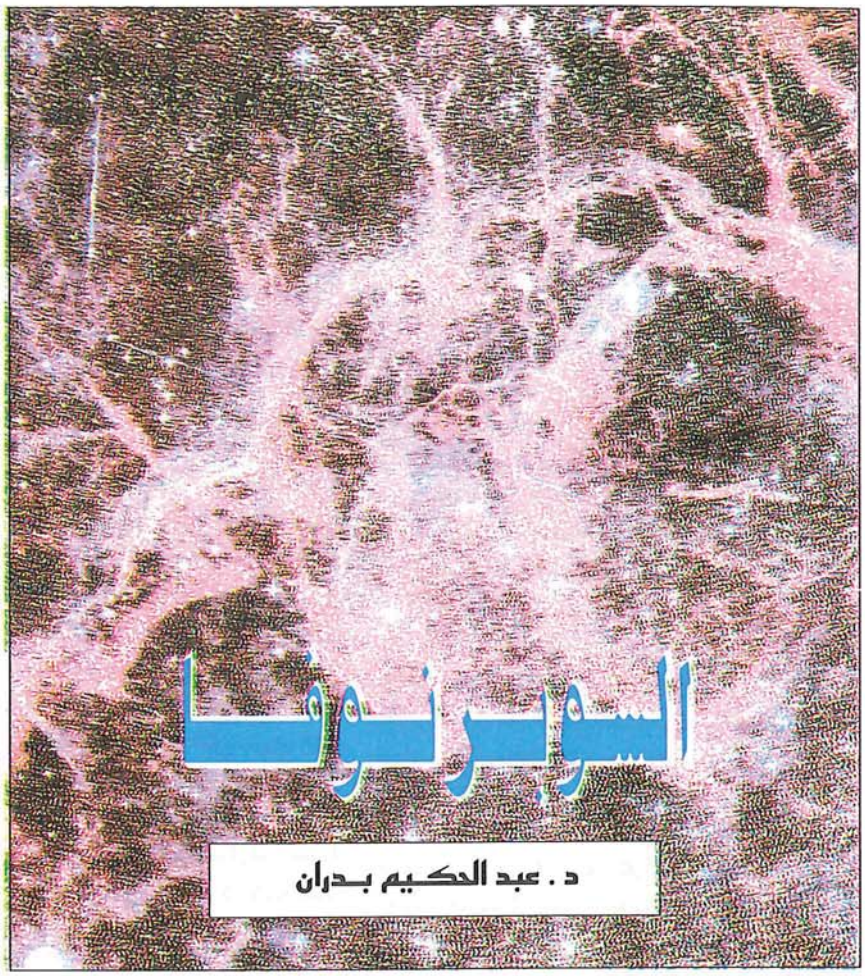

السوبرنوفا

د . عبد الحكيم بدران

تولد النجوم ، وتعيش ،وتموت في النهاية ، وعند موتها يظهر ضوء ساطع يصاحبه انفجار مروع ، وهذه الظاهرة تدعى السوبرنوفا ، وقد سجلت الوثائق التاريخية مئات الوفيات ولكن أياً منها لم يكشف عنه في مجرتنا منذ حوالي أربعمائة عام .

ومنذ حوالي ١٧٠ ألف عام وفي ليلة صافية، نظر الإنسان إلى شريط أبيض كالحليب مليء بالنجوم وممتد عبر السماء حينها استقرت عيناه لوهلة بسيطة على بقعة ضوء بدت وكأنها انشقت من شريط النجوم ، وتوهج نجم عملاق بشدة ولكنه لم يفصح عن أية إشارات ظاهرية تعبر عن نهايته الوشيكة ، وفجأة انفجر بعنف وتدمر متوهجا ، وترك وراءه مئات الملايين من النجوم كل منها بحجم الشمس، وانتشر الضوء في كل اتجاه بسرعة ٣٠٠ كلم/ثانية ، وتوجه بعضه نحو كوكب صغير يدور حول نجم متوسط في مجرة درب التبانة .

السوبرنوفا في التاريخ

من الصعب أن نقول إن الإنبهار بالسوبرنوفا ينفرد به العلم الحديث ، ففي الصين سُجِّل ظهور السوبرنوفا على قطعة من العظم في عام ١٣٠٠ قبل الميلاد ، كما سجلت حضارات أخرى انفجار النجوم ، وشوهدت السوبرنوفا الساطعة عام ١٠٠٦م بوساطة العالم علي بن رضوان ، كما سجلها أيضاً الرهبان في أوربا ، وذكر اليابانيون انفجار نجم عام ١١٨١م ، ولكن السوبرنوفا التي ظهرت في ٤ يوليو ١٠٥٤م وتفجرت فجأة في مجموعة نجوم الثور بجوار الجوزاء ، تحمل معنى للفلكيين في عهدنا هذا ، إذ انفجرت على بعد ٦٠٠٠ سنة ضوئية ، وتركت خلفها السحابة الجميلة للغاز المتوهج والتي تكونت ببطء وتمددت تدريجياً إلى ما يعرف الآن بسديم السرطان .

سوبرنوفا 1987 A

منذ ذلك الحين أخذ الإنسان في تطوير تقنياته ، وقام بجهد كبير في محاولة فهم مكانه في الكون ، وصنع الآلات الضخمة التي تمكنه من سبر أغوار السموات ، وفي ٢٣ فبراير عام ١٩٨٧م رُصِدَ ضوء ينبعث من نجم متفجر ويسير بالايين البلايين من الكيلومترات عبر الفضاء حتى وصل أخيرا إلى الأرض ، ورصدت مراصد كثيرة حول العالم هذا الضوء ، وسجل ايان شيلتون في مرصده في شمال شيلي على قمة جبل ترتفع ٨٠٠٠ قدم صورة لسحابة ماجلان الكبيرة بعد أن وجه المرقاب إلى السحابة لمدة طويلة ، وكان الوقت يشير إلى الساعة الثانية و٤٠ دقيقة صباح يوم ٢٤ فبراير ، وقتها لم يستطع شيلتون النوم ، وأخذ في تحميض آخر لوح فوتوغرافي ، وحينما رفع اللوح من حوض التحميض و فحصه توقف قليلا ، فقد ظهرت بقعة ساطعة غير مألوفة بالقرب من إحدى معالم سحابة ماجلان والتي يطلق عليها دورادوس أو سديم ترانتيلوا ، وتأكد شيلتون من أن هناك ما يشبه السحابة على اللوحة ، ولكنها لم تكن سحابة بالفعل ، ولكي يطمئن خرج الى العراء ، ونظر إلى السماء موجها نظره إلى سحابة ماجلان بدون المنظار، وبوضوح رأى النجم المتفجر أو السوبرنوفا .

كانت مئات السوبرنوفا قد رصدت في المجرات على مسافات غاية في البعد بوساطة المراقب القوية ، ولكنها كانت أول مرة يمكن رؤيتهابالعين المجردة منذ عام ١٨٨٥م ، وما يهم العلماء أكثر هو ذلك البريق المرئي من الأرض الذي ظهر منذ عام ١٦٠٤ م ، و يبعد مسافة تقدر بـ ١٧٠ ألف سنة ضوئية.

حملت اسلاك البرق حينئذ خبر اكتشاف شيلتون (أطلق عليه في الحال مصطلح سوبرنوفا 1987A) ، إلى المراصد في جميع أنحاء العالم ، عن طريق الإتحاد الفلكي العالمي ،

وا نتشر المصطلح خلال الأوساط الفلكية بسرعة تكاد تقترب من سرعة الضوء .

بدء مراقبة السوبرنوفا

كانت المرة الأولى التي يحصل فيها علماء العصر الحديث على فرصة ليراقبوا عن قرب - بالمناظير الفلكية - أكبر عرض طبيعي رائع ، فهم بذلك يستطيعون اختبار الآلات المعقدة لرؤية النجوم المتفجرة ، ويحللون بالتفصيل ظاهرة أساس لبنية الكون وتكوين النجوم .

تعد العملية العجيبة التي تقود إلى السوبرنوفا مسؤولة عن إمداد الوسط المحيط بالكثير من العناصر التي تكونت بالإندماج النووي داخل النجم قبل انفجاره حيث تندفع هذه العناصر في الكون (بقوة انفجار السوبرنوفا) وتكوِّن سحباً كثيفة من الغاز والغبار ، وبالتالي ترسل السوبرنوفا موجات تحدث صدمة عبر السحب ، حيث تبدأ - بإرادة الله - في تكوين نجوم وكواكب جديدة ، علاوة على ذلك تُولِّد هذه الإنفجارات النجمية جسيمات نشطة تعرف بالأشعة الكونية يمكنها أن تسبب الطفرات في كائنات الأرض.

وربما تساعد هذه الفرصة التي سنحت للعلماء وأدت إلى فهم طبيعة السوبرنوفا على اختبار نظريات نشأة النجوم وتطورها التي ما زالت تعتمد بدرجة كبيرة على المعادلات . واستخدام الحاسب الآلي وما يتخيله العلماء ، ومما يجعل السوبرنوفا مثيرة أنها تكتب كتاباً مرجعياً سوف يترك المنظرين يسرحون في التفكير العميق حول كل الإحتمالات ، إنها البداية للبحث العلمي حول السوبرنوفا الذي كان من الخيال العلمي من قبل ، ولكنه الآن حقيقة علمية ، ومما يثير الملاحظة ، أن ما كان يدرسه العلماء نظرياً هو عن حدث وقع منذ ١٧٠ ألف عام ظهر أمام أعينهم اليوم فقط .

لقد تحرك حشد كبير من العلماء وبطريقة غير عادية بعد سماع خبر اكتشاف السوبرنوفا مباشرة ، وشحذوا عقولهم ، واستغلوا أجهزتهم بسرعة عجيبة ، وصدرت الأوامر إلى جميع أجهزة الرصد أن تتوجه لمراقبة هذه الظاهرة ، وَوُجِّهت معظم المراقب في نصف الكرة الجنوبي إلى المولود الجديد الساطع في سحابة ماجلان الكبيرة ، وبالمثل فعلت مؤسسة أبحاث الفضاء الأمريكية (ناسا) حيث أعطت الأوامر لبعض أقمارها الصناعية بفعل الشيء نفسه ، ووجهت مركبة الفضاء فويجير - ٢ وهي تسير نحو هدفها إلى نبتون في عام ١٩٨٩م جهازيها للإستشعار اللذين يعملان بالأشعة فوق البنفسجية إلى السوبرنوفا ، وحوِّل القمر الصناعي سولار ماكس انتباهه عن هدفه الأصلي نحو الشمس لقياس إشعاعات جاما التي تطلقها السوبرنوفا 1987A ، وبدأ «المكتشف الدولي» الذي يعمل بالأشعة فوق البنفسجية يرصد أشعة سوبرنوفا فوق البنفسجية ، وفي اليابان أسرع العاملون في أبحاث الفضاء بإطلاق القمر الصناعي الجديد قبل أن يكملوا تجارب معايرته حتى يستطيع أن يبدأ في الحال في الكشف عن الأشعة السينية التي تبعثها غازات سوبرنوفا 1987A الساخنة . سعى العلماء إلى فحص المعلومات التي تخرجها الحاسبات الآلية ، وكانوا يأملون في الكشف عن بعض الجسيمات الاثيرية والتي تعرف بالنيوترينو والتي تنبأ بها النظريون ، وهذه الجسيمات تتسرب إلى الأرض تاركة آثارها التي تقتفيها أجهزة اكتشاف النيوترينو التي وضعت في مناجم الفحم تحت بحيرة « أرى» في مناجم كامبوكا للر صاص والزنك باليابان ، وفي نفق مونت بلانك الذي يصل فرنسا بإيطاليا ، وفي أنفاق أخرى في الإتحاد السوفيتي .

جمع العلماء في فترة وجيزة لا تتعدى بضعة أيام معلومات كثيرة أوضحت القراءات الأولى منها أن الأغلفة الغازية المتمددة حول (1987A) كانت تسير في باديء الأمر بسرعة تبلغ حوالي ١٥ ألف كلم /ثانية ، وفي تلك اللحظة وبسرعة أكثر مما كان متوقعاً ، تغير لون السوبرنوفا من الأزرق إلى الأحمر. ومما أثار دهشة العلماء أيضاً انخفاض شدة إضاءتها وظنوا أن مبعث السوبرنوفا نجم عملاق يعرف باسم SK-69202، إلا أن المسح بالأشعة فوق البنفسجية أوضح أن هذا النجم مازال في مكانه ، ومن ثم تحول تفكيرهم إلى نجوم أخرى أكثر قربا ، لكن هذا الإختيار لم يكن موفقا ، حيث أن مبعث السوبرنوفا يجب أن يكون أكثر إضاءة .

أنواع السوبرنوفا

أخذ المنظرون بعد أن تزودوا بالمعلومات التي أظهرتها الأعداد المتزايدة للسوبرنوفا في تطوير آرائهم عن تطور النجوم بوجه عام ، وكيف يحدث أن يموت بعضها فجأة وبعنف ، وتذكر الفرضية الأساس : أن النجم يتمتع باتزان مستمر - لكي يحافظ على شكله ككرة منتفخة من الغازات الساخنة - بين جاذبيته الكبيرة التي تحاول أن تجذب كل مادته إلى الداخل تجاه المركز ، والطاقة الحرارية النووية الشديدة التي تشع من كتلته ، والتي تدفع بالمادة تجاه الخارج .

وحينما ينضب الوقود النووي ، وتتوقف التفاعلات الإندماجية تلعب الجاذبية دورها ، ويقل الضغط نحو الخارج للمحافظة على تمدد النجم ، يبدأ في الإنهيار مثل البالون المنكمش وترتطم مواده بالمركز ، وبالنسبة لنجم بحجم الشمس يتوقف الإنهيار بعد عدة خطوات وسطية حينما تضغط المواد النجمية لدرجة كبيرة بحيث تتلامس ذراتها فعلاً مكونة ما يطلق عليه الفيزيائيون المادة المتفسخة التي تقاوم أى مزيد من الضغط ، كما أن ميل الإلكترونات إلى التنافر فيما بينها يمنع مزيد من الإنهيار ، وفي هذه الحالة قد تتحول النجوم إلى أقزام بيضاء ، إلا أنه لا يحدث التحول إلى القزم الأبيض ما لم يكن النجم جزءا من نظام زوجي (Binary Star) كما هو شائع في مجرة درب التبانة ، وفي هذه الحالة يمكن لجاذبية القزم الأبيض القوية أن تجذب المادة الغازية من النجم المرافق ، وفي بعض الحالات يصبح القزم منتفخا بمادة النجم المرافق ويثير ضغط الجاذبية تفاعلاً اندماجياً في الغازات المسوكة يؤدي إلى الإنفجار ، فتتطاير هذه الغازات مما ينتج عنه نجوم (نوفا) ، ويقول برانش إن حوالي ٥٠ نوفا يمكن ملاحظتها تتوهج في درب التبانة كل عام .

تزداد كتلة القزم حتى تصل إلى نقطة معينة تسمى حد شندراسيخر(Chandrasekhar) إذا لم تحترق المادة المحبوسة وعندئذ تتغلب جاذبيتها الخاصة على قوة التنافر بين الإلكترونات . وحينما تبلغ كتلة القزم حوالي ١,٤ مرة كتلة الشمس فإن النجم يبدأ فجأة في الإنهيار مرة أخرى ، ويسخن بدرجة عنيفة ، ويحترق جسمه بلهب نووي حراري فجائي ، مؤديا إلى ظهورالسوبرنوفا ، ولا يستغرق اختراق اللهب لكل القزم الأبيض أكثر من نصف ثانية ، وتنطلق طاقة كبيرة ، فيتحطم النجم بالكامل ، ويتطاير إلى فتات ، ويعرف هذا النوع من الإنفجار بالسوبرنوفا I .

أما إذا بدأ النجم حياته بكتلة تبلغ ثماني مرات كتلة الشمس ، فمن المحتمل أن يقذف

بالمادة من طبقاته الخارجية في أثناء تطوره ، حتى تصل كتلته في النهاية تحت حد شندراسيخر ، وحينئذ يصبح قزماً أبيضاً معرضاً لتبريد ثابت طويل المدى ، أو - إذا كان له مرافق قريب - يتحول إلى نوفا أو سوبرنوفا، وفي الحقيقة فمن المؤكد أن يفقد القزم الأبيض طبقته الخارجية الغنية بالهيدروجين (مهما يكن حجمه الأصلي) ، وتوصف هذه الحالة (عدم وجود الهيدروجين في انفجار السوبرنوفا مع الكتلة التي تساوي ثمانية أضعاف كتلة الشمس) بأنها سوبرنوفا I . أما إذا زادت كتلة النجم عن ثماني مرات كتلة الشمس ، تكون حياة النجم قصيرة فيتحول إلى عملاق أحمر وينهى حياته بانفجار من نوع سوبرنوفا II .

ومن المحتمل أن يبدأ النجم الكبير في الإحتراق بعد ثباته لمدة سبعة ملايين سنة ، ويحول كل ما يحمله من هيدروجين إلى هيليوم بوساطة الإندماج النووي ويبدأ في الإنكماش فيرتفع الضغط ودرجة الحرارة إلى ١٨٠ مليون درجة مئوية مسببة اندماج ذرات الهيليوم لتكوين ذرات الكربون والأكسجين ، وعندئذ يتمدد النجم مرة أخرى، ويبقى ثابتاً لحوالي ٦٠٠ ألف عام ، حتى تندمج كل ذرات الهيليوم لتعطى ذرات الكربون والأكسجين ، وفي فترات قصيرة متتابعة ومع ارتفاع أكبر في درجة الحرارة يتجدد النجم وينكمش ، وبالتدريج تندمج الذرات الخفيفة إلى أخرى أثقل منها ، حتى يتحول السيلكون إلى حديد وينتهي التحول الإندماجي عند تلك المرحلة لأن تركيب ذرات الحديد يجعل من الصعب عليها أن تندمج لتعطي ذرات عناصر أثقل في هذه الظروف ، وعند تلك النقطة فإن النجم يشبه بصلة قلبها من الحديد وغلافها الخارجي من الهيدروجين، أما الأغلفة الداخلية المتداخلة الأخرى فتتكون من ٢٠ عنصراً ، تتضمن السيلكون ، الكبريت ، الكالسيوم ، الأرجون ، الكلور ، البوتاسيوم ، النيون ، المغنسيوم ، الألومنيوم، الفوسفور .

ولا يمضي وقت طويل حتى يندمج كل السيلكون المتبقى ليكوّن الحديد ، ويتوقف التفاعل النووي الحراري مما يؤدي إلى انعدام ضغط الإشعاع اللازم لدعم القلب المتكون من الحديد والمخبأ تحت الطبقات الخارجية للنجم ويبدأ انهياره المدمر في وقت قصير لا يكاد يصدق (ثانية تقريبا) حيث ينضغط القلب وتزيد كثافته بدرجة كبيرة جداً ، ونتيجة للضغط العالي جداً تتلامس أنوية الذرات (في القزم الأبيض تتلامس الذرات فقط) ، لذلك تصبح الإلكترونات غير قادرة على التنافر فيما بينها . ولكنها تنفذ داخل الأنوية التي تحتوي في العادة على البروتونات والنيوترونات ، وفي أقل من جزء من ألف من الثانية ، تتحد الإلكترونات سالبة الشحنة مع البروتونات موجبة الشحنة لتكون نيوترونات إضافية ، وينتج من هذه العملية أيضاً النيوترينات الأثيرية التي تنطلق بدون أدنى جهد خلال طبقات النجم الخارجية متسللة إلى الخارج ، وهناك حد لمدى انضغاط النيوترونات إذ أنه كلما قوّت الجاذبية من قبضتها يصل النجم إلى النقطة التي يطلق عليها العلماء لحظة السحق الكبرى ، عندها ترتد النيترونات بشدة كبيرة جداً .

تنتشر الموجات التي تحدث صدمة كبيرة تجاه الخارج عبر جسم النجم ، وتعبر الطبقات الخارجية ، وبعد ساعات تصل إلى السطح وتقذف بالعناصر التي صنعت بجهد طائل إلى الفضاء ويحدث انفجار مروع ، وكل ما يتخلف بعد ذلك هوجسم غريب يطلق عليه العلماء النجم النيوتروني.

وهناك تصور آخر من المحتمل أن يحدث أيضاً ، إذا كانت كتلة النجم تبلغ من ٣٠ ـ ٤٠ مرة كتلة الشمس على الأقل ، وفي هذه الحالة يكون الإنهيار تحت ضغط الجاذبية عنيفاً جداً ، بحيث لايصبح أبداً سوبرنوفا ، وبدلا من أن يرتد لب النجم في لحظة السحق الكبرى، فإنه ينهار تماماً ، ويؤول إلى شيء غريب يتكون من حجم في غاية الدقة ، وكثافة في غاية الكبر ، وظهور مجال جذب قوي بحيث أن الضوء نفسه لا يمكنه الهروب ، وهو ما يعرف بحالة **الثقب الأسود** .

هذه هي التصورات النظرية ، وفي بداية الأمر بدا أن السوبرنوفا 1987A يتبع قواعد معينة ، فهو يقفز من كونه غير مرئي تقريباً إلى إضاءة لها وزنها في ليلة واحدة ، وعلى الرغم من أن سرعة تقدم الموجة كانت عالية ، فإن طيفه يشير إلى أنه من النوع II دون احتمال للخطأ ، ولكن حينما جاءت تقارير القمر الصناعي (المكتشف الدولي) الذي يعمل بالأشعة فوق البنفسجية عن الإنخفاض السريع في الضوء فوق البنفسجي ، اندهش العلماء ، حيث كان الطيف في هذا النطاق يشبه طيف النوع I .

الجديد في السوبرنوفا

على الرغم من أن بعض التقارير التي سجلتها المراصد المختلفة تفيد بأن شدة الإضاءة للسوبرنوفا 1987A زادت بعد أن ظلت ثابتة لمدة أسبوعين ، فإن العلماء يفترضون أن ما حدث ربما يدل على وجود نوع جديد من السوبرنوفا لم يكن معروفاً من قبل . والله يعلم سر كل شيء ، وتعجز العقول البشرية عن الوصول إلى ما يحدث في ملكوت السموات والأرض . وصدق الله العظيم حيث يقول: ﴿**ولا يحيطون بشيء من علمه إلا بما شاء ... الآية**﴾ ، سورة البقرة ٢٥٥ .

ومهما يكن من أمر فإن العلماء يمكنهم الإدعاء بأن السوبرنوفا سلكت على الأقل طريقاً واحدا كما هو مكتوب في النصوص التي تنبؤا بها ، حيث اكتشف في واحد أو أكثر من أماكن الرصد وجود النيوترينو قبل حدوث السوبرنوفا .

وقد يساعد الكشف عن انطلاق النيوترينو في رسم بعض النماذج النظرية عن موت النجوم وانتشار المادة المظلمة التي لايراها الفلكيون في الكون ، وإذا وُجدَت مادة مظلمة بكمية كبيرة ، فإن جاذبيتها سوف تكون كافية للضغط على الكون الذي ما زال يتمدد منذ الإنفجار الأعظم ، ليبطيء أو يتوقف أو يتجمع مرة أخرى في (عملية سحق كبيرة)، أما إذا لم تتوافر المادة الضرورية فإنه سوف يستمر في تمدده إلى الأبد، والله أعلم .

وقد يكون النيوترينو هو المسؤول عن هذه المادة المظلمة ، ولكن في واقع الأمر فإنه يسير بسرعة الضوء . وطبقاً لنظرية أينشتاين فإن الجسم إذا سار بسرعة الضوء فلن تكون له كتلة ، وبالتالي فمن المحتمل ألا يساهم النيوترينو في حل هذه المشكلة .

وحتى الآن ما زال العلماء يحاولون تفسير الظواهر التي رصدتها أجهزتهم المختلفة ويصوغون النظريات في محاولة لجمع الشواهد لإثباتها ، ولكن الطريق مازال طويلاً لمعرفة الحقيقة ، التي لا يعرفها إلا الله ، وما على الإنسان إلا السعي لمعرفتها تنفيذاً لقوله تعالى : ﴿ **قل سيروا في الأرض فانظروا كيف بدأ الخلق** ﴾، العنكبوت : الآية ٢٠ .