الباب الثالث

الأجـرام السمـاوية

١ ـ " وهو الذى جعل الشمس ضياءً والقمر نوراً وقدره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب " (١٠/٥)

٢ ـ " لا الشمس ينبغى لها أن تدرك القمر ولا الليل سابق النهار وكل فى فلك يسبحون " (٣٦/٤٠)

٣ ـ " والشمس تجرى لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم " (٣٦/٤٠)

٤ ـ " والسماء والطارق وما أدراك ما الطارق النجم الثاقب " (٨٦/٣)

" والنجـم إذا هـوى مـا ضل صاحبكـم ومـا غـوى وما ينطـق عـن الهـوى " (٥٣/١)

فى هذه الآيات الكريمة يتحدث الخالق عن خلقه من الأجرام السماوية فيخبرنا عن تسخيره للشمس والقمر ويطلعنا على الدقة فى حساب مدارهما ومسارهما . دقة نراها فى شروق الشمس وغروبها وفى تغير فصول السنة فلا نرى ليلاً يسبق نهاراً ولا صيفاً يسبق ربيعاً . فالكل يتبع نظاماً دقيقاً وضعه الخالق . ثم يطلعنا العليم الخبير على سر آخر فالشمس لا تسبح فى فلك مدروس معلوم فحسب ولكنها تجرى أيضاً بجانب ذلك لا إلى ما لا نهاية ولكن إلى مكان محدد قدره الخالق لها فتقف عند بلوغه .

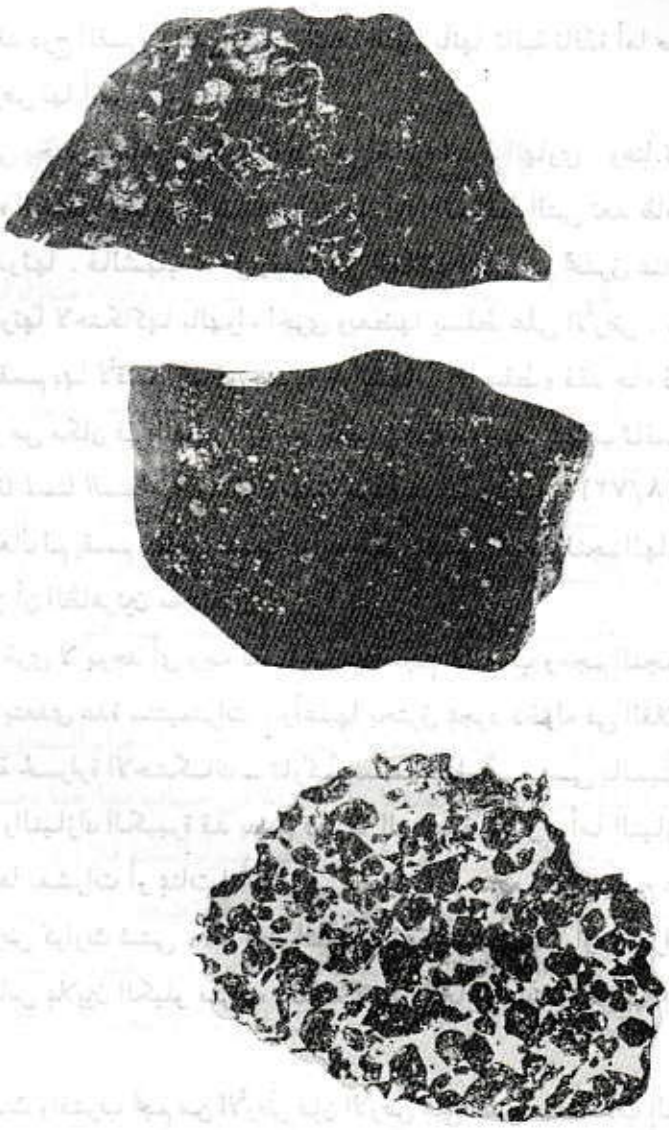
ثم يقسم الخالق بأحداث كونية عظيمة : يقسم بالسماء والطارق ، ومن يستمع إلى هذا القسم لن يعرف لأول وهلة من هو أو ما هو المقصود بالطارق ولذلك عرفنا العليُّ القدير بأنه نجم ثاقب . فكيف يكون النجم طارق وثاقب ؟ وهل هناك تفسير

علمى لذلك ؟ لقد درج المفسرون على تفسير آشعة النجم بأنها ثاقبة نافذة أما صفة الطرق فقلما تعرض لها أحد .

والقسم الثانى يختص بظاهرة فلكية أخرى وهى ظاهرة النجم الهاوى . وهنا لابد أن نفرق بين هذه الظاهرة وظاهرة الشهاب (Meteor) الساقط التى تعد ظاهرة يومية لكثرة حدوثها . فالشهب تدخل يومياً فى الغلاف الجوى ثم تحترق عندما ترتفع درجة حرارتها لاحتكاكها بالهواء الجوى وبعضها يسقط على الأرض . ولو أراد الخالق أن يقسم بها لأقسم ولو فى صورة «والشهاب إذا سقط» فقد جاء ذكر الشهب فى أكثر من مكان فى القرآن " *إلا من خطف الخطفة فأتبعه شهاب ثاقب* " (٣٧/ ١٠) " *وأنا لمسنا السماء فوجدناها ملئت حرساً شديداً وشهباً* " (٧٢/٨) . ولكن القوى المتعال لم يقسم بظاهرة الشهاب الساقط وأقسم بظاهرة النجم الهاوى فمن الواضح إذن أن الظاهرتين مختلفتان .

ومن ناحية أخرى لا يوجد أى وجه للمقارنة بين حجم الشهاب وحجم النجم . فقطر الشهب لا يتعدى عدة سنتيمترات ، وأغلبها يحترق بمجرد دخوله فى الغلاف الجوى ـ نتيجة لحرارة الاحتكاك ـ تاركاً جسماً صلباً يسمى بالنيزك (Meteorite) . والنيازك الكبيرة قد يصل قطرها إلى عدة أمتار ، أما النيازك التى يقاس قطرها بعشرات أو بمئات الأمتار هى نادرة الحدوث فعلاً وقد ينتج عن اصطدامها بالأرض كوارث شتى . أما قطر النجم فلا يقاس بالأمتار أو بعشرات الأمتار ولكنه يقاس بملايين الكيلو مترات وكتلته لا تقاس بالجرامات ولكن ببلايين الأطنان .

كذلك إذا حدث واقترب نجم من الأرض فإن الأرض هى التى ستنجذب إليه وتدور فى فلكه كما هو الحال الآن مع الشمس . فمن الواضح إذن أن ظاهرة النجم الهاوى لا يمكن تفسيرها بالشهاب الساقط فلابد إذن من وجود تفسير علمى مقنع لظاهرة النجم الهاوى . وهذا ما سوف نحاول العثور عليه خلال الفصول الخمسة التالية التى نناقش فيها تفسيرات جديدة لهذه الآيات الكريمة .



شكل ٣ . ١ بعض النيازك الساقطة على الأرض وتنقسم فى العادة إلى ثلاثة أنواع رئيسية النيازك الحديدية (فى أعلى الصورة) والنيازك الصخرية أو الحجرية (فى وسط الصورة) والنيازك المخلطة (فى أسفل الصورة) وأقدمها الشهب الصخرية . وقد قدر عمر بعضها ٤,٦ بليون عام فهى بذلك تمثل أقدم الأجسام المعروفة فى المجموعة الشمسية . وكما نلاحظ من الشكل أن أحجام هذه النيازك لا تتعدى عدة سنتيمترات .

٣ . ١ ضياء الشمس ونور القمر

لقد فرق العزيز الحكيم فى الآية الكريمة " *هو الذى جعل الشمس ضياءً والقمر نوراً* " بين أشعة الشمس والقمر، فسمى الأولى ضياءً والثانية نوراً . وإذا نحن فكرنا فى استشارة قاموس عصرى لما وجدنا جواباً شافياً للفرق بين الضوء الذى هو أصل الضياء والنور ، ولوجدنا أن تعريف الضوء هو «النور الذى تدرك به حاسة البصر المواد» . وإذا بحثنا عن معنى النور لوجدنا أن النور أصله من «نار ينور نوراً ، أى أضاء» . فأكثر القواميس لا تفرق بين الضوء والنور بل تعتبرهما مرادفين لمعنى واحد . ولكن الخالق سبحانه وتعالى فرق بينهما فهل يوجد سبب علمى لذلك ؟

دعنا نستعرض بعض الآيات الأخرى التى تذكر أشعة الشمس والقمر . فمثلاً فى الآيتين التاليتين " *وجعل القمر فيهن نورا وجعل الشمس سراجاً* " (١٦/٧١)

"*وبنينا فوقكم سبعاً شداداً وجعلنا سراجاً وهاجاً* " (١٣/٧٨).

نجد أن الله سبحانه وتعالى شبّه الشمس مرة بالسراج وأخرى بالسراج الوهاج . والسراج هو المصباح الذى يضىء إما بالزيت أو بالكهرباء . أما أشعة القمر فقد أعاد الخالق تسميتها بالنور . وإذا نحن تذكرنا فى هذا الصدد معلوماتنا فى الفيزياء المدرسية لوجدنا أن مصادر الضوء تقسم عادة إلى نوعين : مصادر مباشرة كالشمس والنجوم والمصباح والشمعة وغيرها ، ومصادر غير مباشرة كالقمر والكواكب . والأخيرة هى الأجسام التى تستمد نورها من مصدر آخر مثل الشمس ثم تعكسه علينا . أما الشمس والمصباح فهما يشتركان فى خاصية واحدة وهى أنهما يعتبران مصدراً مباشراً للضوء ولذلك شبه الخالق الشمس بالمصباح الوهاج ولم يشبه القمر فى أى من الآيات بمصباح . كذلك سمى ما تصدره الشمس من أشعة ضوءا» .

أما القمر فلا يشترك معهما فى هذه الصفة فالقمر مصدر غير مباشر للضوء فهو يعكس ضوء الشمس إلينا فنراه ونرى أشعته التى سماها العليم الحكيم نوراً . ومن العجيب حقاً أننا لم نستوعب هذه الدقة الإلهية فى التفرقة بين ضوء الشمس ونور القمر ، فكان المفروض أن نفرق بين الضوء والنور ونسمى الأشعة التى تأتى من مصدر ضوئى مباشر بالضوء وتلك التى تأتى من مصدر ضوئى غير مباشر بالنور ولكنا خلطنا لغوياً بين الضوء والنور ، واقتصرنا فى العلوم على استخدام كلمة الضوء ونسينا مرادفها وهو النور والسبب واضح ففى الإنجليزية والفرنسية بل والألمانية ـ وهى اللغات التى جاءت عن طريقها العلوم الحديثة ـ لا يوجد إلا مرادف واحد لهذا المعنى وهو بالترتيب (Light, Lumiere, Licht) ، ولم يخطر ببالنا أو ببال المترجمين أن اللغة العربية أغنى منهم وأدق ففيها مرادفين لهذه الكلمة يجب أن نفرق بينهما تبعا لنوعية مصدر الضوء سواء أكان مباشراً أو غير مباشر .

لا شك أنه ما زال فى الوقت متسع لكى نتدارك هذه الهفوة ونبدأ فى التفريق اللغوى والعلمى بين الضوء والنور .

٣ . ٢ مدارات القمر والشمس

علم الإنسان منذ قرون عديدة أن القمر يدور حول الأرض فهو تابع لها . والعلم يخبرنا بأن القمر يدور حول الأرض فى ٢٧ ٣/١ يوم . وذلك بالنسبة للأرض فقط أى إذا كانت الأرض ثابتة مكانها ، ولكن الأرض تتحرك وتدور حول الشمس وفى هذه الأثناء أى خلال الـ ٢٧ ٣/١ يوم تكون الأرض ومعها القمر قد قطعا حوالى ١٣/١ من دورتهما السنوية حول الشمس . فلو كان القمر فى نقطة ما أثناء دورانه بين الشمس والأرض فبعد ٢٧ ٣/١ يوما لن يعود تماماً إلى هذه النقطة وذلك لتحرك الأرض بالنسبة للشمس وسوف يحتاج القمر أن يدور أكثر قليلاً حول الأرض ليعود فى نفس الخط بين الأرض والشمس . ويصل القمر هذه النقطة بعد حوالى يومين فتصبح دورة القمر حول الأرض ليعود لمكانه بين الشمس والأرض تساوى ٢٩ ٢/١ يوما وهو الشهر القمرى أو الهجرى .

ولما كانت أوجه القمر تعتمد على الزاوية بين الشمس والقمر والأرض فمن الطبيعى أن تتكرر هذه الأوجه كل ٢٩ ٢/١ يوم . فالشمس تضىء دائماً نصف القمر ، ولكنا نحن سكان الأرض نرى منازل القمر أو أوجهه لأننا لا نرى إلا أجزاءً مختلفة من النصف المنير . وعندما تكون الشمس والقمر فى اتجاهين عكسيين بالنسبة للأرض نرى القمر بدراً ، وعندما يكونا في نفس الاتجاه بالنسبة للأرض نرى القمر محاقاً . فالنصف المنير من القمر فى هذه الحالة الأخيرة هو الوجه الآخر الذى يواجه الشمس وبين المحاق والبدر نرى أوجه القمر الأخرى مثل الهلال والتربيع الأول و ... الخ . وأوجه القمر تبدو بنفس الشكل فى نفس اليوم من أى مكان فى الأرض . وهذه الأوجه هى المنازل التى ذكرها الله تعالى فى الآية " *والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم* " (٣٦/ ٤٠) وفى الآية : " *وقدره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب* " (١٠/ ٥).

والعرجون هو عزق النخل الذى يتكون فيه البلح فالقمر يبدأ فى التناقص بعد

البدر ليصل إلى ما يشبه الهلال المعكوس ولكنه ليس بهلال فهو أقرب الشبه بعزق النخل القديم الذى جف وانحنى على نفسه ، والتشبيه بديع يدعو للإعجاب .. فالقمر بعد المحاق وفى هلاله يبدو وكأنه فى دور الشباب منيراً لامعاً أما فى نهايته وقبل المحاق فيبدو وكأنه هَرِمَ وإنحنى على نفسه .

وفى الآية الثانية يخبرنا العزيز الحكيم أن الغرض الأساسى من منازل القمر هى مساعدتنا فى حساب السنين والأشهر . وهذا ما كان فالسنة القمرية أو الهجرية اثنا عشر شهراً أى ٣٥٤ يوماً فهى أقصر من السنة الشمسية أو الميلادية التى تستغرقها دورة الأرض حول الشمس بـ ١١ ٤/١ يوم . فالسنة الهجرية (القمرية) أبسط فى حسابها من السنة الميلادية (الشمسية) لعدم وجود كسور اليوم بها . أما الشهر الهجرى فيبدو أصعب فى تحديده من الشهر الميلادى وذلك لنفس السبب فالشهر الهجرى ٢٩ ٢/١ يوم . وبالرغم من أن حل هذه المشكلة ، مشكلة النصف يوم ، كان المفروض أن يكون أسهل من حل مشكلة السنة الميلادية التى تحتوى على ربع اليوم (٣٦٥ ٤/١) إلا أن ذلك لم يحدث وما زلنا نرى اختلافاً بيننا فى بدء الشهور الهجرية وبالذات فى شهرى رمضان وشوال .

فللتخلص من مشكلة ربع اليوم فى السنة الميلادية لزم اختراع السنة الكبيسة أى إضافة يوما إلى السنة العادية كل أربع سنوات . وللتخص من مشكلة النصف يوم فى الشهر الهجرى كان يكفى أن يكون فى السنة ستة أشهر ٢٩ يوماً وستة أشهر ٣٠ يوماً وبالحساب نستطيع أن نحدد بدقة متناهية أى الشهور سيكون ٣٠ يوماً وأيهم ٢٩ يوماً وذلك لعشرات السنوات المقبلة . فالقمر يظهر كل ليلة فى ساعة محددة حسب وجهه . وبطبيعة تعريف البدر فهو لابد أن يطلع عند غروب الشمس ويغرب عند شروقها . وبالمثل فالمحاق يطلع مع شروق الشمس ويغرب مع غروبها . ومن الممكن أن نرى المحاق نتيجة لسقوط نور الأرض عليه . فالذى يمكننا من رؤية المحاق هو ضوء الشمس الذى تعكسه الأرض على القمر أى نور الأرض ولو أن ذلك يحتاج لبعض الظروف المساعدة . ويتأخر طلوع القمر فى كل ليلة

حوالى ٥٠ دقيقة عن الليلة السابقة .

والشهر الهجرى يبدأ من اليوم الذى يلى ظهور الهلال وليس المحاق ، فالتعريف العلمى إذن لبدأ الشهر الهجرى هو اليوم التالى لأول غروب يغرب فيه القمر بعد الشمس . وتحديد هذا اليوم علمياً أو حسابياً من السهولة بمكان وذلك بمقارنة أوقات غروب الشمس بأوقات غروب القمر اللذان نجدهما محسوبين ومدونين بدقة فى التقويم السنوى (المناخ = almanac) وهو كتاب به سجل للأيام والأسابيع والأشهر ولأوقات شروق وغروب الشمس والقمر . فإن لم نر الهلال فى اليوم التالى لأول غروب يغرب فيه القمر بعد الشمس فليس معنى ذلك أن الهلال غير موجود ولكنه غم علينا .

لقد كثر الحديث فى أمر تحديد بدأ الشهور الهجرية حسب التقويم العلمى ، وقام بعض المفسرين بتفسير الحديث الشريف الأساسى فى هذا الصدد «صوموا لرؤيته وأفطروا لرؤيته فإن غم عليكم فعدوا ثلاثين» . بأن الرؤية لا تنحصر فى الرؤيا العينية بل تتعداها لتشمل كل أنواع الرؤيا العلمية منها والحسابية . ونحن لن نخاطر بالدخول فى هذه المعمعة الفقهية ، ولكنا نرى أنه لو كان الرسول "صلى الله عليه وسلم" القائل فى حديث آخر «يسروا ولا تعسروا وبشروا ولا تنفروا وتطاوعوا ولا تختلفوا» . شاهداً لما يحدث الآن للمسلمين فى البلاد المختلفة من بلبلة واختلاف قبيل شهرى رمضان وشوال ، فهذا يرى الهلال وذاك لا يراه ، وهذا البلد يبدأ الصيام اليوم والآخر يبدأه غدا وهؤلاء صلوا العيد البارحة وأولئك يصلونه اليوم وآخرون يصلونه غداً ، لو شهد الرسول "صلى الله عليه وسلم" هذا الاختلاف بينما وفقنا الله إلى وسائل حسابية وعلمية تمكننا من تحديد ظهور الهلال لأمرنا بأن نتبع التقويم العلمى والحساب وخاصة وأن الحديث الشريف المذكور أعلاه جاء فى أوله : «نحن أمة أمية لا نقرأ ولا نحسب صوموا لرؤيته وأفطروا لرؤيته» .. فقد علل رسول الله "صلى الله عليه وسلم" الاعتماد على الرؤية فقط لكون الأمة العربية فى وقت التنزيل كانت أمة أمية ، أما بعد أن نالت حظاً كبيراً من العلوم

وخاصة علوم الفلك وذلك بتوجيه وحث من الله تعالى ورسوله "صلى الله عليه وسلم" فقد زال السبب .

واقتراحنا فى هذا الصدد أن يتبع المسلمون فى مشارق الأرض ومغاربها التقويم العلمى فقد آن الأوان لذلك . وعندما يوفق أحد فى رؤية الهلال فهو تثبيت للتقويم العلمى وإن لم يوفق فقد غمت عليه الرؤيا العينية فقط ولكن الرؤيا العلمية تثبت وجود الهلال وإن لم يره فيظل التقويم العلمى ثابتاً ومتبعاً ويظل الحديثان الشريفان قائمين ومتبعين معنى وروحاً وقلباً وقالباً ويتم توحيد المسلمين فى صيامهم وفى احتفالهم بالعيد . أما إذا ادعى أحدهم بأنه رأى الهلال قبل ظهوره حسب التقويم العلمى فهذا أمر مرفوض علمياً وشرعياً ، فمعنى ذلك حسب التعريف العلمى أنه رأى الهلال يغرب قبل غروب الشمس وهو محال علمياً فكيف يرى الهلال قبل المحاق ؟ كذلك فهو غير مقبول شرعيا فالذى رآه ـ وذلك إن كان قد رأى شيئاً ـ فهو بقايا لشبه هلال الشهر الماضى الذى شبهه الخالق عز وجل بالعرجون القديم . فاتباع التقويم العلمى والحسابى بهذه الطريقة لا يتعارض مع الحديثين الشريفين وفى نفس الوقت يوفر على المسلمين الاختلاف والبلبلة .

إذا كان هذا مدار القمر الذى يسير فيه حول الأرض ، فما هو مدار الشمس ؟ لقد عرف مدار القمر ـ ولو بدقة أقل من الدقة الحالية ـ منذ قرون أما مدار الشمس فلم يكتشف إلا فى النصف الثانى من القرن العشرين ، فحتى عام ١٩١٧ كان الاعتقاد السائد هو أن مجرتنا المسماه بدرب اللبانة تمثل الكون كله ، فهى تتكون من جمع حاشد من النجوم التى تبدو ثابتة وذلك بالرغم من تجوال بعض فرادى النجوم فى المجرة وفى سديمها الملىء بالدخان والسحب الغازية . فالمجرة كلها كانت تبدو غير متغيرة أزلية لا تكبر ولا تصغر . وفى أثناء الحرب العالمية الأولى أنكب أحد الفلكيين الأمريكيين على دراسة الدرر أو المجموعات النجمية داخل مجرتنا . والمجموعات النجمية هى جمع من النجوم على شكل كرات تحتوى كل منها على عشرات الألاف أو عدة ملايين من النجوم رصوا معاً فبدوا وكأنهم جوهرة متلألئة .

وقد استطاع شابلى ـ وهذا إسمه ـ تقدير بعض هذه الدرر المتلألئة وذلك بقياس مقدار لمعان النجوم . وبالتدريج بدأت أبعاد مجرتنا تتحدد فقد وجد شابلى أن هذه الدرر تقع فى اتجاه واحد فى السماء وبالتحديد داخل المجرة فى ناحية برج القوس ولم يكن هذا الاتجاه غير قلب المجرة ومركزها ، وبالتالى اتضح أن الشمس والمجموعة الشمسية بأكملها تقع بعيداً عن تلك التجمعات النجمية وبالتالى بعيداً عن مركز المجرة .

وقد روجعت قياسات شابلى وأعيدت حساباته وأمكن الآن التوصل إلى نتائج على درجة كبيرة من الدقة فقطر مجرتنا يحدد الآن بحوالى ١٠٠٠٠٠ (مائة ألف) سنة ضوئية والشمس تقع على بعد ٣٠٠٠٠ (ثلاثين ألفا) سنة ضوئية من مركز المجرة أى أنها أقرب لطرف المجرة منها لمركزها . والمركز الجانبى للمجرة يبدو كقرص سمكه حوالى ١٠٠٠ سنة ضوئية . أى أن الأبعاد النسبية بين قطر المجرة وسمكها تقارب الأبعاد النسبية لاسطوانة الجرامافون القديمة التى يبلغ قطرها ٣٠سم وسمكها ٣مم . وبتقدير عدد نجوم المجرة الذى بلغ ـ كما ذكرنا آنفاً ـ ٥٠٠ بليون نجم أمكن تقدير كتلتها ثم قوة جذبها ومن ثم سرعة دوران النجوم حول مركزها .

فكل هذه البلايين من النجوم تدور فى نظام ثابت وفى مدار محدد حول مركز المجرة بسرعات مختلفة تزداد كلما اقتربنا من مركز المجرة . وبالرغم من هذا العدد الهائل من النجوم ومن المسافات بين النجوم التى تقل كلما اقتربنا من مركز المجرة يندر أن يصطدم نجم بآخر فكلها تدور فى المسار الذى حدده الخالق لها "*فلا أقسم بمواقع النجوم وإنه لقسم لو تعلمون عظيم*" (٥٦/٧٦) وما نعلمه الآن عن مواقع النجوم ليفتح أعيننا وعقولنا أكثر إلى عظمة هذا القسم .

وقد ذكرنا فى الفصل السابق أن القمر يدور دورة كاملة حول الأرض فى ٢٩ ١/٢ يوما وبسرعة تعادل ١ كم فى الثانية وأنه يدور مع الأرض حول الشمس كما نعلم دورة كاملة كل عام تقرب فيها سرعة الأرض من ٣٠ كم / الثانية .

أما الدورة التى تدورها الشمس والمجموعة الشمسية كلها حول مركز المجرة فتتم فى حوالى ٢٣٠ مليون سنة وتبلغ سرعة الشمس فيها حوالى ٢٣٠ كم الثانية هذا هو فلك الشمس الذى تسبح فيه والذى نسبح فيه معها إلى جانب فلكنا حولها الذى نسبح فيه ويسبح القمر فيه معنا وذلك إلى جانب فلكه حولنا الذى يسبح فيه بمفرده . وفى هذا تفسير للآيات "*والشمس والقمر حسباناً ذلك تقدير العزيز العليم*" (٩٦/٦) والآيـة " *وهو الذى خلق الليل والنهار والشمس والقمر كل فى فلك يسبحون* " .

٣ . ٣ مستقر الشمس والقمر

فى أكثر من آية ذكر الحكيم الخبير أن الشمس والقمر كلاهما يجرى لأجل مسمى .

" *وسخر الشمس والقمر كل يجرى لأجل مسمى يدبر الأمر يفصل الآيات لعلكم بلقاء ربكم توقنون* " (٢/١٣)

" *وسخر الشمس والقمر كل يجرى إلى أجل مسمى وأن الله بما تعملون خبير* " (٢٩/٣١).

كذلك ذكر العزيز العليم أن الشمس تهرول إلى مكان معين متى وصلته توقفت عن هذه الهرولة :

" *والشمس تجرى لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم* " (٢٨/٣٦)

والشمس تدور كما بينا فى الفصل السابق فى فلك حول مركز المجرة ومعها المجموعة الشمسية وهذا ما سماه القدير الغفار بسباحتهم " *وكل فى فلك يسبحون* " ولكن ما نفهمه من الآية السابقة أن الشمس لا تدور أو لا تسبح فى الفلك فحسب ولكنها تجرى أيضاً لأجل مسمى ولمستقر لها . وقبل أن ندخل فى التفسير العلمى لتلك الآيات لنا أن نلاحظ اختلاف التعبير اللغوى فى يسبح الذى ذكر فى الآيات الخاصة بدوران الشمس والقمر فى أفلاكها وبين « يجرى » الذى جاء فى الآية الأخيرة أثناء الحديث عن أجل الشمس ومستقرها . فالسباحة كانت فى فلك محدد يدور فيه القمر حول الأرض أو تدور فيه الشمس حول مركز المجرة أما الجرى فلا يحتاج ـ كما سوف نرى ـ أن يكون مربوطاً بمدار معين بل هو حركة إنطلاق غالباً ما تكون فى اتجاه واحد أو فى خط مستقيم .

والآن ننتقل إلى محاولة تفسير الشمس الجارية أو المهرولة فقد تحدثنا فى الباب الأول عن اكتشاف تمدد الكون واتساعه المستمر وابتعاد مكوناته وهى المجرات

ومجموعات المجرات عن بعضها وذكرنا كذلك أن بعض المجرات القريبة منا مثل الأندروميدا تخالف هذا القانون وتبدو فى حالة اقتراب منا أى أن الضوء الصادر منها يبدى انزياحاً تجاه اللون الأزرق . وبعد هذا الاكتشاف بسنوات عديدة بدأ الفلكيون فى محاولة تفسير هذه الظاهرة وهى ظاهرة اقتراب بعض المجرات القريبة فوجدوا أن ابتعاد المجرات عن بعضها ليست بالحركة الوحيدة للمجرات بل تنجرف المجرات فى حركات أخرى ذاتية بسرعات أخرى غير سرعاتها الناتجة عن تمدد الكون، فسرعاتها التى تبدو لنا والتى نقيسها هى سرعات مركبة أو بلغة الميكانيكا محصلة لسرعات مختلفة . وللتفريق بين هذه السرعات والحركات الخاصة بكل مجرة على حدة وبين سرعات وتحركات المجرة الناتجة عن تمدد الكون سوف نلقب الأولى بالحركات والسرعات الذاتية والثانية بحركات وسرعات تمدد الكون .

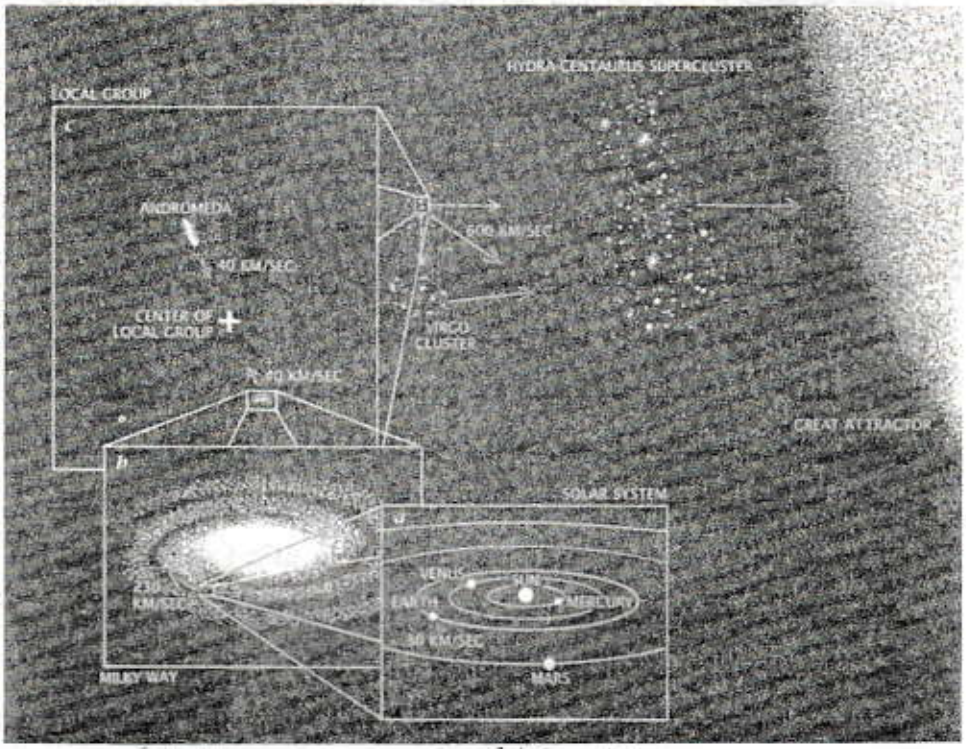
وقد انكب الفلكيون على دراسة تمدد الكون وسرعات ابتعاد المجرات عن بعضها حوالى أربعين سنة متتالية وتركوا موضوع المجرات وسرعاتها الذاتية وراء ظهورهم ـ أو على الأدق «فوق الرف» ـ إلى أوائل السبعينات ، وعندما بدأوا بدراستها كان الاعتقاد السائد أن هذه السرعات الذاتية صغيرة بالمقارنة بسرعات ابتعاد المجرات عن بعضها نتيجة تمدد الكون . ولهذا السبب نفسه كان المنطق يدعوهم للتركيز على المجرات القريبة حيث تقل سرعة تمدد الكون ويبدو تأثير الحركات الذاتية للمجرات واضحاً . وقابل الباحثون فى أول الأمر صعوبة غير متوقعة . وهى تحديد المرجع الذى ستقاس تحركات هذه المجرات بالنسبة له . ولحل هذا المشكل تقرر البدء بتحديد سرعة مجرتنا الذاتية بالنسبة لعدد من المجرات المحيطة بنا ، ولكى نحذف تأثير حركات المجرات الناتجة عن تمدد الكون كان يتحتم أن تبعد هذه المجرات عن الأرض بنفس المسافة فعندئذ تكون سرعات ابتعادها الناتجة من تمدد الكون واحدة ولا يتبقى إلا سرعة مجرتنا الناتجة عن حركاتها الذاتية . وفعلاً بدأ البحث عن عدد من المجرات يحيط بنا من جوانب متعددة ويقع على نفس البعد . ووفق باحثان من معهد واشنطون عام ١٩٧٥ فى العثور على مجرات مناسبة وتمكنا من

قياس السرعة الذاتية لمجرتنا فوجدوها تقارب ٥٠٠كم/الثانية . وقد قابل أغلب الفلكيين هذه النتيجة بالشك واعتقدوا أول الأمر أن الباحثين فشلوا فى العثور على مرجع من المجرات يقع على نفس البعد من مجرتنا . وفى عام ١٩٧٧ اقترح بعض الباحثين أن الإشعاع الخلفى للكون ـ الذى سبق أن تحدثنا عنه فى الباب الأول وعرفناه بأنه وهج الفرقعة المروعة أو بقايا إشعاع ولادة الكون ـ يكون أفضل مرجع تقاس سرعة مجرتنا الذاتية بالنسبة له لتجانسه فى جميع الاتجاهات . وفعلاً بدأ الباحثون فى القيام بعدد من القياسات الدقيقة ووجدوا أن هذا الإشعاع الخلفى أسخن قليلاً من المتوسط فى اتجاه معين وأنه أبرد بنفس المقدار فى الاتجاه المضاد . ومعنى ذلك أن الإشعاع له انزياح أزرق فى اتجاه معين وإنزياح أحمر فى الاتجاه العكسى بمقدار الحركة الذاتية لمجرتنا . وبعد عدة قياسات أخرى تمكن الباحثون من تحديد اتجاه وسرعة هذه الحركة فوجدوا أن مجرتنا «درب اللبانة» بما فيها من مجموعة شمسية وبلايين النجوم الأخرى ومعها أيضاً مجرة الأندروميدا أو المرآة المسلسلة ومجرات أخرى مجاورة تجرى فى الفضاء بسرعة تقترب من ٦٠٠ كم فى الثانية فى اتجاه عمودى على خط الرؤيا بين المجموعة الشمسية ومركز المجرة وذلك فى عكس اتجاه دوران المجرة وفوق مستواها بحوالى ٢٧ درجة .

بعد التأكد من هذه الحركة الذاتية لمجرتنا ومن سرعة واتجاه حركتها ظهر سؤال آخر يحتاج لإجابة وهو إلى أين تتجه مجموعتنا الشمسية بل مجرتنا كلها ومعها الأندروميدا وكل المجموعة المحلية من المجرات ؟ وما سبب تحركهم بهذه السرعة وفى هذا الاتجاه بالذات ؟ حاول البعض تعليل ذلك بوجود حركة جانبية أو ثانوية سببتها الفرقعة المروعة لبداية الكون . ولكن هذا التعليل لم يقبل ، فلو كان سبب حركات المجرات الذاتية راجع إلى وجود حركة جانبية سببتها الفرقعة المروعة لضاعت هذه الحركات منذ أمد بعيد ولاندثرت فى أثر تمدد الكون المستمر ولتبقت السرعة الأساسية وهى ابتعاد المجرات عن بعضها . وجاء تعليل آخر كان حظه من القبول أكثر، والتعليل هو وجود جاذب عظيم يتكون من كتل ضخمة مركزة فى مكان ما.

ولما كانت أكثر المواد المرئية مركزة في المجرات فقد اتجهت الأنظار إلى البحث عن أماكن تزيد فيها نسبة المجرات عن النسبة العادية في الفضاء . وباستخدام قانون نيوتن للجاذبية أمكن تقدير حجم هذا الجاذب العظيم الذى يستطيع أن يجذب المجموعة المحلية من المجرات بسرعة ٦٠٠ كم / ثانية . والمجموعة المحلية من المجرات تتكون من حوالى عشرين مجرة منهم المرآة المسلسلة أو الأندروميدا وسحب ماجلان الصغيرة والكبيرة والتنين أو الدراكو والليث الأول والثانى والدب الأصفر وغيرهم. وكل هذه المجرات تقع فى حيز لا يزيد عن مليونين من السنين الضوئية . وتتحرك هذه المجرات داخل المجموعة المحلية حركات لا انتظامية وتربط بينها قوى الجذب بالرغم من تمدد الكون واتساعه المستمر . وقد قدرت كتلة ذلك الجاذب العظيم الذى يستطيع أن يجذب هذه المجموعة من المجرات بكتلة مئات المجرات إذا كان يبعد عنا بمقدار ٣٠ مليون سنة ضوئية ، وهى المسافة التى تفصل بيننا وبين أقرب مجموعة مجرات . أما إذا كان هذا الجاذب على بعد ٣٠٠ مليون سنة ضوئية فلابد أن تزيد كتلته عندئذ كتلة عشرات الآلاف من المجرات .

ومن ثم فقد انكب الباحثون فى التنقيب عن هذا الجاذب العظيم فبدأوا بمجموعة عنقود العذراء (Vitre) التى تقع فى نفس اتجاه حركة مجرتنا والمجموعة المحلية كلها وتبعد عنا بحوالى ٥٠ مليون سنة ضوئية . وقد سمى المسلمون البرج الذى يضم هذه المجموعة ببرج عنقود العذراء (شكل ٢ . ٦) . وتعتبر مجموعة مجرات عنقود العذراء من أضخم المجموعات القريبة منا ولذلك فقد كانت مفاجأة الباحثين كبيرة عندما اكتشفوا سنة ١٩٨٢ أن مجموعة مجرات عنقود العذراء نفسها تتحرك حركة ذاتية فى نفس اتجاه حركتنا ، أى أنها تقع تحت تأثير قوة نفس الجاذب العظيم . وبعد أن ثبتت براءة مجموعة عنقود العذراء من هذه التهمة الشنعاء ـ تهمة جذبنا إليها ـ اتجهت الأنظار إلى المرشح التالى ولم يكن هذا المرشح سوى مجموعة مجرات حيدرا سنتوارس (Hydra Cyntuarus) التى تبعد عنا بمسافة تزيد على ١٠٠ مليون سنة ضوئية . ولكن التحريات والقياسات الدقيقة أثبتت



شكل ٣.٣ حركة مجرتنا وبها المجموعة الشمسية والكرة الأرضية تتكون من عدة حركات متداخلة لكى نستطيع تقديرها يجب أن نأخذ فى الاعتبار أولاً دوران الأرض حول الشمس بسرعة ٣٠ كم/الثانية وذلك داخل المجموعة الشمسية فى أسفل الشكل ثم دوران الشمس حول مركز المجرة بسرعة ٢٣٠ كم / الثانية ثم سرعة انجذاب مجرتنا درب اللبانة فى اتجاه مجرة الأندروميدا بسرعة ٤٠ كم / الثانية ثم حركة مجموعة المجرات المحلية كلها بما فيها مجرتنا والأندروميدا بسرعة ٦٠٠ كم / الثانية فى اتجاه محصلة جزت مجموعة عنقود العذراء والحيدرا وما سمى بالجاذب العظيم . هذا كله إلى جانب سرعة ابتعاد كل هذه المجرات ومجموعات المجرات عن بقية المجرات النائية وذلك نتيجة تمدد الكون وتقدر المسافة بيننا وبين ذلك الجاذب العظيم بما يزيد على ٢٠٠ مليون سنة ضوئية وتقدر كتلته بكتلة عشرات الآلاف من المجرات . هذا هو الاتجاه الذى تجرى فيه الشمس حالياً ، فهل يكون الجاذب العظيم مستقر الشمس ؟

مرة أخرى براءة مجموعة مجرات الحيدرا كما سبق اثبات براءة مجموعة عنقود العذراء ، والأكثر من ذلك اكتشف الفلكيون أن مجموعة الحيدرا نفسها تقع تحت تأثير هذا الجاذب العظيم وتتحرك بسرعة ذاتية في نفس اتجاه حركتنا ، وبدلاً من أن تكون هى الجاذب العظيم أمست هى الأخرى ضحية من ضحاياه .

وأخيراً وفى عام ١٩٨٦أعلنت مجموعة من الباحثين من ستة معاهد أبحاث مختلفة فى مؤتمر دولى فى جزر هاواى اكتشافهم لهذا الجاذب العظيم وتحديدهم لمكانه فحسب تقديرهم يقع الجاذب العظيم فى اتجاه مجموعة الحيدرا وعلى ضعف مسافتها منا أى على بعد ٢٠٠ مليون سنة ضوئية وقد ساعدهم فى تحديد مكانة اكتشافهم أن السرعات الذاتية للمجرات ومجموعات المجرات بدأت تقل وتتلاشى كلما اقتربت منه . وبعد ذلك تأكد الباحثون ـ باستخدام مجسات الآشعة تحت الحمراء ـ من وجود تركيز مادى كبير فى نفس المكان .

والواقع أن هذا الاكتشاف أدى إلى نتيجة أخرى قد تبدو أهم من الاكتشاف نفسه ، وهى أن وجود تركيز مادى فى الكون بهذه الدرجة الهائلة يستلزم وجود كثافات عالية فى الكون تصل فى النهاية إلى كثافته الحرجة التى تقترب من الكثافة اللازمة لانغلاق الكون . وبذلك يصبح هذا الإكتشاف بمثابة تعضيد جديد لنموذج الكون المنغلق .

من العرض السابق ، ومن خلال البحث والتنقيب عن الجاذب العظيم نستطيع أن نفهم المقصود بهرولة الشمس أو بجريها ، فالمجموعة المحلية وبداخلها مجرة درب اللبانة وبداخلها المجموعة الشمسية والشمس تجرى فى الفضاء بسرعة ٦٠٠ كم / ثانية فى اتجاه معين إلى مكان معين يسمى بالجاذب العظيم الذى يبعد عنا بأكثر من ٢٠٠ مليون سنة ضوئية . هذا كله طبعاً بالإضافة إلى تحركها مع مجموعات وجزر مجرات أخرى الحركة الأصلية الناتجة عن تمدد الكون وابتعاد المجرات عن بعضها .

هذا هو التفسير الذي يقدمه العلم لنا عن جرى الشمس . يتبقى بعد ذلك أن

نعرف مستقرها " *والشمس تجرى لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم* " فأين يقع مستقر الشمس ؟ لا شك أن أول مرشح يصلح لأن يكون تفسيراً لمستقر الشمس هو مكان الجاذب العظيم نفسه . فقد اكتشف الباحثون ـ كما ذكرنا فى الفقرة السابقة ـ أن السرعات الذاتية للمجرات ومجموعات المجرات تقل بالتدريج عند الاقتراب منه بل وتتلاشى عند الوصول إليه والصعوبة الوحيدة التى نقابلها فى هذا الاقتراح هى أن الشمس قد تحتاج لوصولها لهذا المستقر ـ أى لمكان الجاذب العظيم ـ زمناً أطول من حياتها . وذلك بالرغم من السرعة الهائلة التى تتحرك بها المجرة تجاه الجاذب العظيم وهى ٦٠٠ كم / ثانية . فهذه السرعة أكبر من سرعة الطائرة الكونكورد بألف مرة وأكبر من سرعة سفينة الفضاء التى حملت رواد الفضاء إلى القمر عام ١٩٦٨ بأكثر من اثنتى عشرة مرة ، ومع ذلك فإذا استمرت الشمس تجرى بهذه السرعة فى اتجاه الجاذب العظيم فسوف تصله ـ حسب التقدير الحالى للمسافة ـ بعد حوالى مائة بليون عام أى بعد انطفائها بعشرات البلايين من السنين بل وبعد أن ينتهى الكون كله ببلايين السنين . إلا فى حالة واحدة وهى حالة الكون المنغلق .ففى هذه الحالة سيبدأ الكون فى الانكماش فى وقت ما وتبدأ مكوناته من جزر ومجموعات مجرِّية فى الاقتراب من بعضها فعندئذٍ تقل المسافة بيننا وبين الجاذب العظيم وتزداد سرعة اقترابنا منه نتيجة لحركتين ؛ الأولى الحركة الذاتية للمجرات التى تتجه إليه والتى تحدثنا عنها الآن . والثانية الحركة الأصلية للمجرات ومجموعاتها الناتجة هذه المرة من انكماش الكون . وعندئذٍ قد نصل إلى الجاذب العظيم وتصل الشمس لمستقرها قبل نهاية الكون .

هذا هو التفسير الذى يقدمه العلم لنا الآن عن جرىِّ الشمس وعن مستقرها وقد يكون هناك تفسير أفضل يقدمه العلم فى المستقبل القريب أو البعيد وقد يكون هناك مستقر آخر للشمس غير الجاذب العظيم وقبل أن تصل الشمس إليه ، مستقر آخر لا يعلمه إلا العليم الخبير الذى أحاط بعلمه كل صغيرة وكبيرة بعيدة كانت عنا أو قريبة .

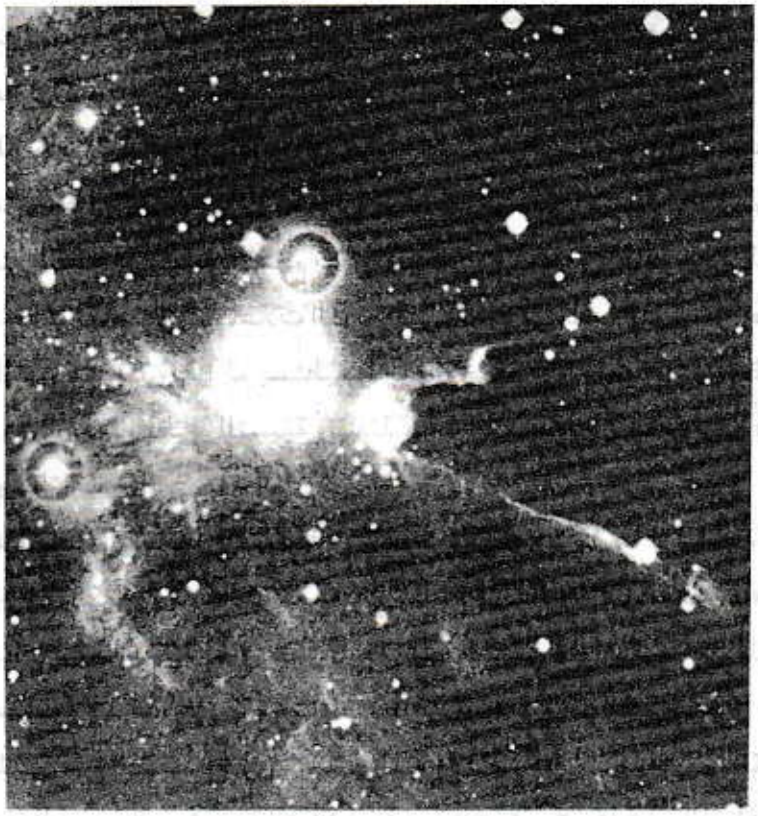
٤ ، ٣ حـياة النجوم وفنائهـا

تبقى فى هـذا البـاب آيتـان عن النجوم ، ولتفسـير هـاتين الآيتيـن نحتـاج لنزهـة أخـيرة فـى عـلم الفـلك لمعرفة تاريـخ حـياة النجوم .. نشـأتها .. ثم مـراحل حـياتها من طفولة إلى شباب إلى هـرم ثم موتها وفنائها .. وبعد القيام بهـذه النزهـة سوف نعود للآيتيـن لنرى المعانـى الجديدة التى يقدمهـا لنا العـلم فى تفسـيرهما .

١ ـ نشأة النجـوم

يبدأ مولد النجم عـادة من سديم أو من سحب تتكون من غـازات وأتربة وربما أشلاء نجوم متفجرة تتجاذب تحت قوة ثقلها لتكون نواة لنجم أو نوى لأكثر من نجم تبدأ فى النمو السريع باجتذاب مواد جديدة من السديم . وسرعان ما يزداد الضغط داخل النواة وترتفع درجة الحرارة تبعاً لهذا النمو وتحت ثقل المادة المتجمعة . وبارتفاع درجة حرارة النواة تتمدد الغازات فى داخلها ويبدأ الضغط الناشىء عن هذا التمدد فى معادلة ثقل مواد السديم المتراكمة . وهذا التوازن بين ضغط الغازات المتمددة الساخنة من الداخل وثقل مواد النجم أى قوة جاذبيته هى المعادلة الأساسية فى حياة النجم فإذا اختل هذا التوازن أصبحت حياة النجم فى خطر كما سنرى فى الفصول القادمة .

وكلما زادت كثافة مادة السديم كلما نمت قوة جاذبية النجم وسحبت بقية مواد السديم اليها فتزداد درجة حرارتها بسرعة حتى تصل إلى حوالى ١٠٠٠٠٠ (مائة ألف) درجة مطلقة وعندئذ يبدأ النجم فى الدخول فى دور التكوين النهائى ويشكل ما يسمى ببرعم النجم (Prsto star) . وقد تتجمع السحب الغازية أى مـواد السديم ـ كما ذكرنا ـ حول أكثر من نواة فينشأ ما يسمى بالنجوم الثنائيـة (Binary stars)



شكل ٣ . ٤ إحدى المناطق النشطة بتكوين النجوم وتعرف بالسديم المخروطى (Cone nebula) وتحتوى على بعض النجوم الناشئة المعروفة بنجوم ت ـ تاورى (T_Tauri) والتى لا تزال مغمورة فى سحب السديم التى تفصل النجوم عن بعضها . والجزء الكبير الذى يبدو متوهجاً فى الصورة هو سحب غازية تأينت بفعل النجوم الضخمة الناشئة فبدت منيرة على اثر انعكاس ضوء هذه النجوم .

ـ وهما نجمان يدوران حول بعضهما ـ أو قد تتكون عدة نجوم قريبة من بعضها . أما إذا تكونت نواة لنجم واحد فى مركز السديم كما حدث فى حالة شمسنا فقد تتفرطح الأجزاء الخارجية للسديم وتبتعد عن برعم النجم لتكون فيما بينها مجموعة كواكب كالمجموعة الشمسية (شكل ٢ . ٣) .

ويظل حجم النجم فى الزيادة ودرجة حرارته عند المركز فى الارتفاع كلما استطاع جذب مواد جديدة حتى ترتفع درجة حرارة مركزه لدرجة تكفى لإشعال تفاعل نووى تنتج عنه طاقات هائلة يشعها النجم بلا توقف حتى ينفذ مصدر الطاقة ويهرم النجم . ولقد ظلت تفاصيل التفاعلات الذرية التى تحدث فى قلب النجم سراً حاول الفيزيائيون كشفه ، ولغزاً لم يستطيعوا حله إلا بعد أن رسخت قواعد النظرية الذرية ومن بعدها النظرية النسبية وعندئذٍ بدأت التفسيرات العلمية تبدو ذات معنى ومنطق مقنع .

فقد أثبتت التحاليل الضوئية لأشعة الشمس أن عناصرها الأساسية هى الهيدروجين والهليوم وقد كانت هذه النتائج بمثابة الخيط الأول الذى اعتمدت عليه التفسيرات ، ومن ناحية أخرى تصل درجة حرارة الشمس عند مركزها ١٥ مليون درجة مطلقة وعند هذه الدرجة وتحت الضغط الهائل عند مركز الشمس الذى يبلغ مائة بليون مرة الضغط الجوى تتهشم الذرة وتتحرر الألكترونات من القوى الكهرومغناطيسية التى تجذبها إلى النواة الموجبة الشحنة وتجبرها على الدوران فى أفلاكها حول النواة . فتتكون المادة عندئذٍ من مائع تسبح فى الألكترونات مع نوى العناصر الخفيفة . وهذا المائع يشبه كثيراً المائع الذى تكون فى إحدى مراحل نشأة الكون المبكرة والذى سميناه «بحساء الإشعاع» ويستطيع هذا المائع الألكترونى تحمل ضغوط هائلة أكبر من الضغوط التى تتحملها الذرة . وتسمى المادة التى تتكون من هذا المائع الألكترونى بالمادة المنحلة (Digenerat maher) .وتصل كثافة المادة المنحلة إلى أضعاف كثافة المادة العادية والسبب فى ذلك أن النواة التى تتجمع فيها كتلة الذرة تشغل فى المادة المنحلة حيزاً أكبر نسبياً من الحيز الذى تشغله فى

المادة العادية .

وفى هذه الظروف يكثر اصطدام نوى الهيدروجين التى تتكون من بروثينات حرة ببعضها لتكون نواة أكبر من نواة الهيدروجين ، وهى نواة عنصر الهليوم ، التى تتكون من بروتونين ونيوترونين وتنتج من اتحاد أربع بروتونات أى أربع نوى من نوى عنصر الهيدروجين . وإلى جانب ذلك تنتج كمية من الطاقة . فالشمس مثلاً تشع هذه الكمية الهائلة من الطاقة التى يصلنا جزء منها على حساب ٦٠٠ مليون طن من الهيدروجين تتحول فى الثانية إلى حوالى ٥٩٦ مليون طن من الهليوم ، والفرق بينهما ـ وهو ٤ ملايين طن ـ يمثل كمية المادة التى تتحول إلى طاقة فى الثانية الواحدة . ويكون نصيب الأرض منها مائة بليون ميجاوات . أى ٥٠ مليون ضعف قدرة محطة السد العالى كاملة . غير أن هذه الكمية من الطاقة توزع توزيعاً ديموقراطياً على سطح الأرض فيكون نصيب المتر المربع حوالى ١,٣٥ كيلو وات وهو ما يسمى بثابت الطاقة الشمسية (Solar constant) .

وبالرغم من هذه الكمية الهائلة من الهيدروجين الذى تستهلكه الشمس فى الثانية الواحدة فالشمس بها هيدروجين يكفى لإستمرار اشتعالها لحوالى خمسة بلايين سنة أخرى . والسؤال الطبيعى هنا هو ما الذى يحدث بعد أن ينتهى الهيدروجين من النجم ؟ فحتى خمسة بلايين سنة ليست إلا حقبة أو دهر فى عمر الكون . بانتهاء الهيدروجين يكون النجم قد تعدى فترة شبابه وانتاجه المنتظم للطاقة ويبدأ بعد ذلك فى الدخول فى مرحلة الشيخوخة .

٢ ـ العمالقة الحمر

فى أثناء احتراق الهيدروجين يتراكم الهليوم الناتج عند مركز النجم فتزداد تبعاً لذلك كثافته المركزية لأن نواة الهليوم أثقل من نواة الهيدروجين فترتفع درجة حرارة النجم المركزية ارتفاعاً ملحوظاً ويزيد ضغط الغازات إلى الخارج فتتمدد طبقات

النجم المختلفة حتى يصل هذا التمدد إلى الطبقة الخارجية فتتمدد هى الأخرى تمدداً ملحوظاً ولكن درجة حرارة سطحه تقل بالرغم من ازدياد كمية الحرارة المتولدة فى داخل النجم وذلك لأنها تتوزع على سطحه المتضخم الجديد . وعلى سبيل المثال إذا حدث ـ أو عندما يحدث ـ هذا التمدد لشمسنا فسوف تهبط درجة حرارة سطحها إلى ٥٢٥٠٠ مطلقة وذلك من درجة حرارة سطحها التى تبلغ الآن ٥٦٠٠٠ مطلقة.

ويتبع هذا الانخفاض فى درجة حرارة السطح تغيراً ملحوظاً فى لون النجم فيبدو أكثر إحمراراً ولذلك يسمى النجم عندما يصل إلى هذا الطور من حياته بالعملاق الأحمر . ومن النجوم المعروفة التى بلغت هذا الحد من التطور إبط الجوزاء (Betelgeuse) الذى رصده وسماه المسلمون بهذا الإسم وهو يقع فى برج الجبار (Orion) . (شكل ٣ . ٦) ونجم آخر يسمى بنير العقرب (Antares) ويقع فى برج العقرب (شكل ٣ . ٧).

وعندما تبلغ شمسنا هذا الطور من حياتها فسوف ينتفخ حجمها ليحتوى كل من مدارىّ عطارد والزهرة ، وهما أقرب الكواكب إليها . وعندئذٍ سوف يقترب سطحها الساخن من الأرض لدرجة تكفى لغليان وبخر ماء المحيطات وإنهاء علامات الحياة التى نعرفها على الأرض ، هذا طبعاً إذا لم يقدر لها خالقها أن تنتهى قبل ذلك إذا بدأنا بنجم أكبر من الشمس فسوف يكون حجمه بطبيعة الحال بعد تمدده ووصوله إلى مرحلة العملاق الأحمر أكبر من الشمس فإبط الجوزاء مثلاً إذا وضعناه الآن مكان الشمس لابتلع فى جوفه مدارات عطارد والزهرة والأرض والمريخ ولغرقت الأرض تحت سطحه بآلاف الكيلومترات .

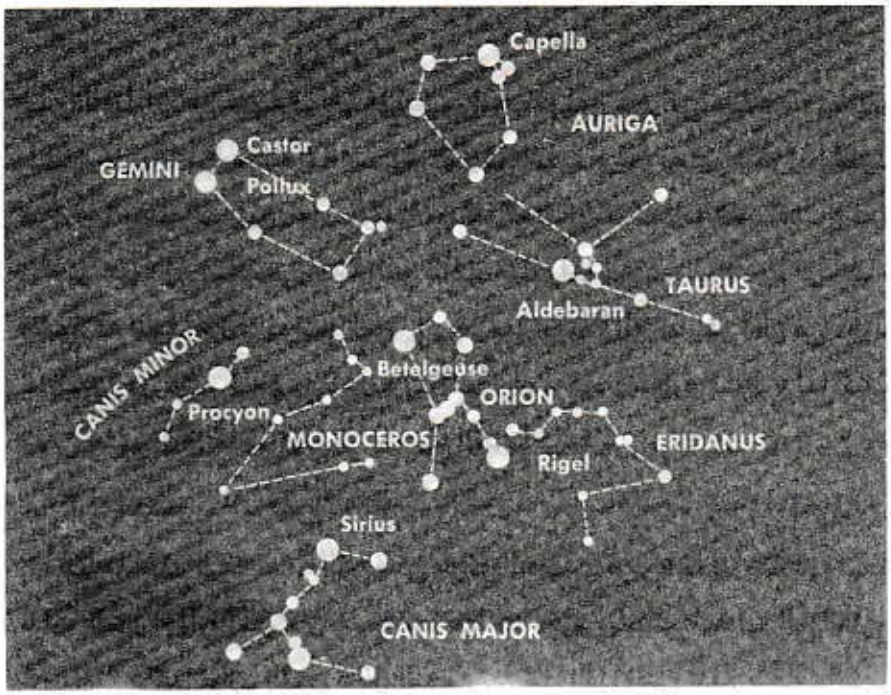
وعندما يتحول هيدروجين النجم إلى هليوم تبدأ ذرات الهليوم فى تفاعل نووى آخر تتلاحم فيه نوى الهليوم لتكون عنصراً جديداً أثقل مثل الليثيوم ثم الباريون فالكربون والنيتروجين حتى ينتهى المطاف بتكوين نوى الحديد التى تحتوى كل منها على ٢٦ برتون و٣٠ نيوترون والحديد هو آخر المطاف للتفاعلات النووية فبعد ذلك لا يستطيع النجم أن يستمد طاقته من التفاعلات النووية . وقد يبلغ

عمر النجم أثناء إستهلاكه للهيدروجين وتحول الهيدروجين إلى هليوم ١٠ بلايين سنة أو يزيد ، أما عمره بعد استهلاكه لكل الهيدروجين وحتى تكوين الحديد فنادراً ما يصل إلى بليون عام . وقلما وصلت كمية الطاقة المنتجة خلال البليون سنة الأخير عن ٦٪ (ستة فى المائة) من الطاقة المتولدة فى شباب النجم أى أثناء استهلاكه للهيدوجين . فوصول النجم إلى مرحلة العملاق الأحمر هو آذان فى دخول النجم فى دور الشيخوخة وعلامه بقرب انتهاء أجله كجرم سماوى نشط . أما كيف ومتى ينتهى أجل النجم فهذا هو موضوع الفقرة التالية .

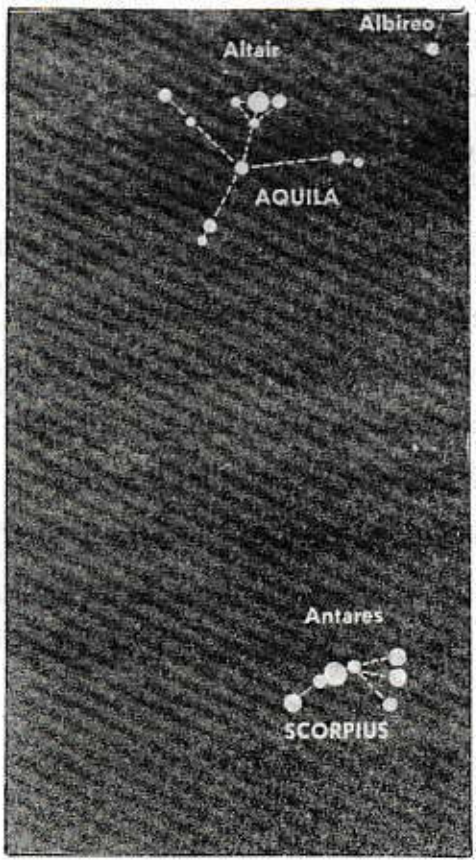
٣ ـ مصـرع النجـوم

عندما تقف التفاعلات الذرية في مركز النجم بتكوين الحديد يتلاشى تبعاً لذلك مصدر الحرارة الذى كان يسبب تمدد طبقات الكون وبالتالى ضغطها إلى الخارج . وعندئذٍ يختل توازن القوى داخل النجم وتتلاشى القوة التى تدفع طبقات النجم إلى الخارج لتوازن قوى جذب النجم . بمعنى آخر تجد قوة ثقل النجم أو جاذبيته السبيل ممهداً أمامها فقد زالت العوائق والمقاومات الداخلية ، فيقع النجم فريسة لقوة ثقله الطاحنة التى انتظرت عدة بلايين من السنين هذه اللحظة الذهبية بفارغ صبر وبدون ملل أو تعب ، فتنقض عليه بلا رحمة ولا هوادة ولايبقى أمام النجم من طريق إلا أن يتقلص وينكمش فيقع النجم صريعاً ويهوى متقلصا تحت قوة جاذبيته فتبدأ طبقاته الخارجية رحلتها السريعة منجذبة إلى مركز النجم وهى تتطلع طول الوقت إلى قوة تنقذها من براثن قوة ثقل النجم وجاذبيته التى تبدو وكأنها تدفع النجم إلى طريق الفناء . فهل من منقذ ؟ وهل من مغيث ؟

هناك متطوعان إثنان يمكنهما أن ينقذا النجم من مصير مظلم ينتظره . وتتوقف قدرة المتطوعين على كتلة النجم فهى التى تحدد المصير النهائى الذى يؤول إليه النجم بعد مصرعه وانهياره على نفسه ، ومعنى ذلك أن النجم سيؤول إلى حالة من ثلاث سوف نناقشهما بالتفصيل فى الفقرات التالية .



شكل ٣ . ٦ بعض البروج التى تظهر فى نصف الكرة الشمالى شتاءاً وأشهرها برج الجبار (Orion)وبه عملاقين أحمرين معروفين هما إبط الجوزاء (Beteigeuse) ورجل الجبار(Rhgel) وكذلك تظهر بروج أخرى مثل الكلب الأكبر (Major canis)والكلب الأصغر (mi nor canis))والجوزاء (Gemini) والعنان ذو الأعنة (Auriga)والثور (Taurus) ومعظم هذه الأسماء كما نلاحظ أسماء عربية الأصل .



شكل ٣ . ٧ بعض البروج المشهورة التى نراها فى نصف الكرة الشمالى صيفاً وهما برج النقاب (Aquila) وبه نجم الطائر أو النسر الطائر وبرج العقرب وبه نجم منير (قلب) العقرب(Antares) وهو أحد العمالقة الحمر المعروفة بضخامتها .

٤ ـ الأقزام البيـــض

إذا كانت كتلة النجم لا تزيد على ١,٤ مرة كتلة الشمس وهى الكتلة العادية لأكثر النجوم يظهر المتطوع الأول ويبدأ فى عملية إنقاذ النجم فعندما ينهار النجم على نفسه ويبدأ فى الإنكماش السريع يزيد الضغط على ذرات مواد النجم فتتحطم الذرات ويتكون المائع الألكترونى ويزداد سمكه ، وبزيادة الضغط نتيجة قوة الثقل التى لا يعوقها عائق تتقارب الألكترونات من بعضها حتى تتلامس (حجم الألكترونات أكبر من حجم النواة بالرغم من ثقل الأخيرة) . وعندما تتلامس الألكترونات يلعب المنقذ الأول دوره ، فبازدياد الضغط الناتج عن جاذبية النجم تنضغط الألكترونات على بعضها معطية رد فعل يساوى قوة الجاذبية بل ويكفى لإيقافها عند حدها فيقف تبعاً لذلك إنهيار النجم على نفسه . وهنا نحتاج لوقفة قصيرة لنرى ما الذى حدث للعملاق الأحمر .

لقد انكمش هذا العملاق وتقلص ووصل قطره لعدة الاف من الكيلومترات بعد أن كان يقاس بالملايين من الكيلومترات . وبالتالى فقد زادت كثافته زيادة مهولة لقد وصلت إلى حوالى ٣٥كجم / سم٣ أو ٣٥ ألف مرة أثقل من المادة وتزدادكثافة المادة كلما اقتربنا من مركز النجم وتصل عند مركزه إلى ١٠٠ طن لكل سم٣ وهى مليون مرة أعلى من كثافة المادة عند مركز الشمس . وفى أثناء عملية الإنكماش السريع أو الانهيار تتحول طاقة حركة طبقات النجم إلى طاقة حرارية فترتفع درجة حرارة النجم مرة أخرى فتصل إلى ما يقرب من ١٠٠٠٠٠ (مائة ألف) درجة مطلقة عند سطحه . ويبدأ النجم فى الإشعاع ولكن ضوءه هذه المرة يكون أبيضاً لامعاً لارتفاع درجة حرارة سطحه ومن هنا ـ بسبب صغر حجمه وبياض لونه ـ أطلق على النجم فى هذا الطور إسم القزم الأبيض .

وحرارة القزم الأبيض كما ذكرنا غير مستمدة من تفاعل نووى ولكن من سخونة مادته . وبمواصلة إشعاعه للحرارة يفقد القزم الأبيض طاقته فتسقط درجة حرارته

بالتدريج ويبرد القزم الأبيض . وعندما تصل درجة حرارة سطحه إلى أقل من ٥٠٠٠ درجة مئوية يبدأ لون النجم فى الإحمرار ويسمى بالقزم الأحمر . ويستمر القزم الأحمر فى فقدان حرارته حتى يصبح قزماً أسود أى أحد مكونات المادة الباردة السوداء التى تحدثنا عنها فى الباب الأول .

ويبلغ عدد الأقزام البيض فى مجرتنا بأكثر من خمس بلايين قزم . وأقربهم إلينا هو الشعرة اليمانية «ب» (Sirius B) وهو رفيع الشعرة اليمانية «أ» وهما الاثنان يكونان الشعرى المذكورة فى القرآن (Sirius A) الذى اكتشفه وسماه المسلمون وهو يبعد عنا بحوالى ثمان أعوام ضوئية (شكل ٣ . ٤). وقد اكتشفت الشعرة اليمانية «ب» فى أوائل القرن الحالى بصعوبة كبيرة وذلك لصغر حجمها فبينما يزيد قطر الشعرة اليمانية «أ» عن ضعف قطر الشمس لا يتجاوز قطر الشعرة اليمانية «ب» ٢٩/١ من قطر الشمس أى أقل من ٥٠٠٠٠ كم أو حوالى أربعة أضعاف قطر الأرض . وبالرغم من صغر حجمها وأبعادها الكوكبية إلا أن كتلتها تساوى كتلة الشمس وهذا يوضح ارتفاع كثافة الأقزام البيض . وفى الواقع أن الشعرة اليمانية «ب» هو أقرب مثال لما سوف تؤول إليه الشمس قبيل إحتضارها إذا قدر لها أن تعيش إلى ذلك اليوم .

كان هذا «المانع الألكترونى» هو المنقذ الأول الذى استطاع أن ينقذ النجم من مصير مظلم . ولكن قدرة هذا المنقذ تنتهى إذا زادت كتلة النجم عن ١ . ٤ كتلة شمسية . فما الذى يحدث إذن لتلك النجوم التى تزيد كتلتها على ١ . ٤ من كتلة الشمس ؟ هذا ما سوف نعرفه فى الفقرة التالية .

٥ ـ النجوم النيوترونية

إذا زادت كتلة النجم عن ١.٤ من كتلة الشمس عجز المائع الألكترونى عن تحمل الضغط الناتج من ثقل النجم وجاذبيته وتكون النتيجة أن تسحق جاذبية النجم المائع الألكترونى كما سحقت من قبل قشرة الذرة ويستمر إنهيار العملاق الأحمر على نفسه . فتلتصق الألكترونات بالبروتينات ثم تتحد معها مكونة نيوترونات جديدة ، وتبدأ طبقات النجم وهى تنهار فى التطلع إلى منقذ جديد ينقذها من براثن هذا الوحش المسمى بقوة ثقل النجم والذى يسحق كل ما يجده أمامه . وفى النهاية يظهر المنقذ الثانى والأخير عندما تتحد كل الألكترونات

شكل ٨.٣ السديم المسمى بسرطان البحر أو «الكابوريا» (Crabnebula) الذى تكون على أثر انفجار نجمى أعظم وقع سنة ١٠٥٤ ونتج عنه نجم نيوترونى (مشار إلى موقعه بسهم أسود) أمكن رصده وتسجيل طرقاته (نبضاته) التى تعتبر سريعة نسبياً (١٣/١ من الثانية) لأن النجم لم يمر على تكوينه سوى ٩٠٠ عام .

بالبروتينات ويصبح النجم عبارة عن نيوترونات منضغطة على بعضها بدون وجود أى فراغ . لقد وصلت كثافة النجم إلى رقم قياسى جديد وفى نفس الوقت استطاعت النيوترونات المنضغطة أو المائع النيوترونى المتكون من التصدى لقوة ثقل النجم وإيقاف إنهيار العملاق الأحمر ، بالرغم من أن ذلك تم على حساب حجمه ، فقد تقلص العملاق الأحمر إلى ما يسمى بالنجم النيوترونى ، وقطر هذا النجم لا يقاس بملايين الكيلومترات كما يقاس قطر العملاق الأحمر ولا حتى بالاف الكيلومترات كما يقاس قطر القزم الأبيض ولكن قطره يقاس بعشرات الكيلومترات . لقد تقلص العملاق الأحمر إلى كرة نيوترونية لا يتعدى قطرها عشرين كيلومترا . فالشمس التى يبلغ قطرها ١,٤ مليون كيلومتر إذا ضغطت وتحولت إلى نجم نيوترونى فلن يتعدى قطرها ١٤كم ! وتبلغ الكثافة المتوسطة للنجم النيوترونى ١,٤ بليون طن لكل سم٣ وهى كثافة هائلة يصعب تصورها . فـ «كرة» من المادة النيوترونية فى حجم كرة القدم يبلغ وزنها خمسين ألف بليونا من الأطنان ، وإذا وضعت هذه الكرة على الأرض أو على أى جرم سماوى آخر فلن يتحمل سطحه هذا الوزن الهائل فتسقط الكرة خلال الأرض أو خلال الجرم السماوى كما تسقط «بلية» حديدية نلقيها فى كوم من الدقيق تاركة وارءها ثقباً يتناسب مع حجمها .

هذا بعض ما توصل إليه الفيزيائيون من صفات النجم النيروترونى ولنا بعد ذلك أن نتساءل : هل استطاع الفلكيون العثور على نجوم نيوترونية تؤكد حسابات وتنبؤات الفيزيائيين ؟ الجواب بالإيجاب فقد كان لاكتشاف النجوم النيوترونية قصة طريفة ربما يتذكر القارىء بعض أطرافها . ففى عام ١٩٦٨ التقطت طالبة أمريكية إشارات لاسلكية من خارج الأرض بواسطة جهاز جديد يسمى بالتلسكوب اللاسلكى أو المذياعى (Radio telescope) ، وهو جهاز يلتقط الإشارات اللاسلكية من أعماق السماء ومن مسافات تقدر بملايين السنين فقد تمكن الفلكيون فى أوائل السبعينات من رصد عدة نجوم كلها تشترك فى خاصية إرسال إشارات لاسلكية منتظمة وعلى درجة كبيرة من الدقة . فالإشارات تصل على صورة

متقطعة : بيب .... بيب .... بيب . وتستمر كل إشارة منها كسوراً من الثانية وتتكرر كل ثانية أو أكثر . وكان أول مصدر لهذه الإشارات نجم يقع بين نجمين الأول يسمى بالنسر الطائر (Altair) والثانى بالنسر الواقع (Vega) . وهما نجمان رصدهما المسلمون وسموهما بأسماء عربية . ومن ثم توالت بعد ذلك المصادر الأخرى لهذه الإشارات اللاسلكية وأطلق على النجوم التى تصدر هذه الإشارات اسم النجوم النابضة (Pulsars) .

وبعد وقت غير طويل اتضح أن هذه النجوم النابضة ليست إلا نجوماً نيوترونية تدور حول محورها بسرعة هائلة لا تتعدى أربع ثوان للدورة الواحدة . أما سبب هذه النبضات أو الإشارات فقد عللت بوجود مجال مغناطيسى قوى للنجوم النيوترونية يمنع الألكترونات غير المقيدة من الهروب منه إلا عند القطبين المغناطيسيين للنجم حيث تخرج الألكترونات فى صورة فوارتين قويتين تسببان مع دوران النجم السريع إرسال هذه الإشارات . وتصلنا هذه الإشارات إذا وقع اتجاه فوارة الألكترونات على خط رؤيتنا أى على الخط الذى يصل الفوارة بالأرض . ولهذا السبب نجد أنه من بين مائة نجم نيوترونى يصل الأرض إشارات من واحد فقط من تلك المائة ، وبالتالى إذا وجد فى مجرتنا مائة ألف نجماً نيوترونياً فلن نعرف إلا بوجود ألف منهم .

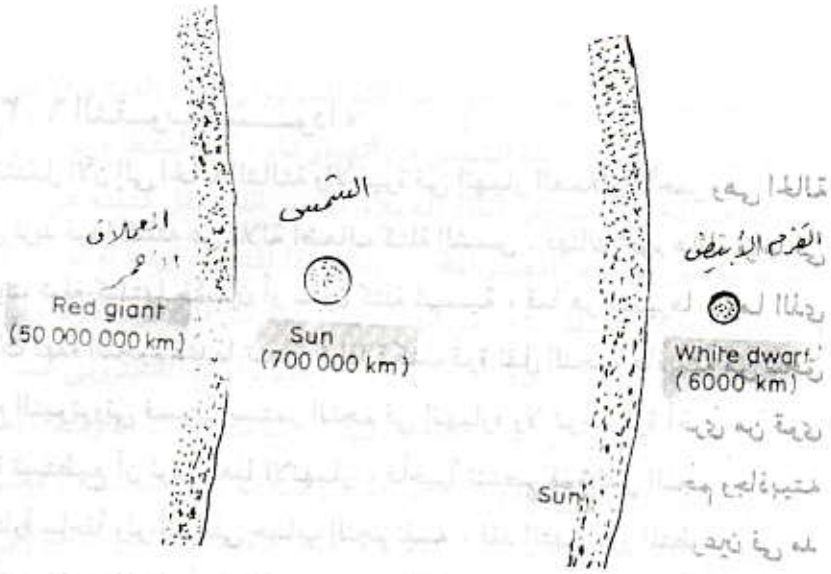
ومصير النجم النيوترونى شبيه بمصير القزم الأبيض . فالتدريج يفقد النجم طاقته وحرارته فتقل سرعة دورانه وتنخفض درجة حرارة سطحه حتى ينطفىء ويكون عضواً جديداً فى مجموعة المواد الباردة المظلمة .

وهكذا استطاع المتطوع الثانى وهو المائع النيوترونى إنقاذ العملاق الأحمر الذى تزيد كتلته عن ١,٤ كتلة الشمس من إنهيار تام . كما استطاع من قبل المنقذ الأول وهو المائع الألكترونى إنقاذ العملاق الأحمر الذى تقل كتلته عن ١,٤ من كتلة الشمس من نفس المصير المظلم . ولكن هذا المتطوع أيضاً له قدرته التى لا يستطيع بعدها أن ينقذ النجم من الهلاك تماماً كما كان للمتطوع الأول ، أى المائع الألكترونى قدرته على انقاذ العملاق الأحمر . فقدرة المائع الألكترونى صمدت إلى أن وصلت كتلة النجم إلى ١,٤ كتلة شمسية ، وعندها إنهارت مقاومته . أما قدرة المائع النيوترونى أو المتطوع الثانى فتقدر بثلاث كتل شمسية ، بمعنى آخر يستطيع المائع النيوترونى أن يصمد أمام قوة الجاذبية أى ثقل النجم إلى حد أقصى ، فإذا زادت كتلة العملاق الأحمر عن ثلاثة أضعاف كتلة الشمس سحقت قوة ثقل النجم المائع النيوترونى كما سحقت المائع الالكترونى وإنهار العملاق . والسؤال الطبيعى ماذا يحدث عندئذٍ للنجم ؟ لقد فشل المتطوعان فى إنقاذه فما هو المصير المظلم الذى ينتظره ؟ هذا هو موضوع الفقرة التالية ..

٣ . ٦ الثقـوب السـوداء

ننتقل الآن إلى الحالة الثالثة والأخيرة فى إنهيار العملاق الأحمر وهى الحالة التى تزيد فيها كتلته عن ثلاثة أضعاف كتلة الشمس . فهناك نجوم هائلة نراها فى مجرتنا تبلغ كتلتها خمسين أو ستين كتلة شمسية ، فما هو مصيرها ؟ وما الذى يحدث لهذه النجوم عندما تنهار ؟ إذا تمكنت قوة ثقل النجم وجاذبيته من سحق المائع النيوترونى فسوف يستمر النجم فى إنهياره ولا توجد قوة أخرى من قوى المادة تستطيع أن توقف هذا الانهيار ، فأخيراً تنتصر قوة ثقل النجم وجاذبيته إنتصاراً ساحقاً ولو أنه على حساب النجم نفسه ، فقد انتهى دور المتطوعين فى مد يد العون للنجم المنهار أو إنقاذه من مصيره المظلم ، فيهوى العملاق الأحمر ويهوى حتى يتردى فى الهاوية . والهاوية هنا أو المصير المظلم للنجم هو شىء يسميه الفلكيون بالثقب الأسود (Black Hole) .

فعندما يتحول العملاق الأحمر إلى ثقب أسود يتقلص قطره إلى بضعة كيلومترات وتبلغ قوة جاذبيته عند سطح الثقب الأسود حوالى ١٥٠٠ بليون ضعفاً قوة الجاذبية عند سطح الأرض . وهذه الجاذبية الرهيبة هـى المسؤولة عن تسـمية ما يؤول إليه النجم بالثقب الأسود . فكما نعلم أن سرعة الهروب من سطح الجرم السماوى ـ سواء كان كوكباً أو نجماً ـ تتوقف على جاذبيته عند السطح . وسرعة الهروب كما عرفناها من قبل هى أقل سرعة يستطيع بها الجسم التخلص من جاذبية الجرم . فسرعة الهروب عند سطح الأرض هى ١١.٢كم / ثانيـة .فإذا دفعنا صاروخاً من سطح الأرض إلى الفضاء بهذه السرعة فلن يعود الصاروخ مرة أخرى إلى الأرض بل سينطلق إلى الفضاء الواسع . وسرعة الهروب عند سطح كوكب المشترى تصل إلى حوالى ٦٠ كم/الثانية لأن كوكب المشترى أضخم من الأرض ولأن جاذبيته أكبر.وبالمثل تصل سرعة الهروب عند سطح الشمس إلى ٦١٧ كم/ الثانية

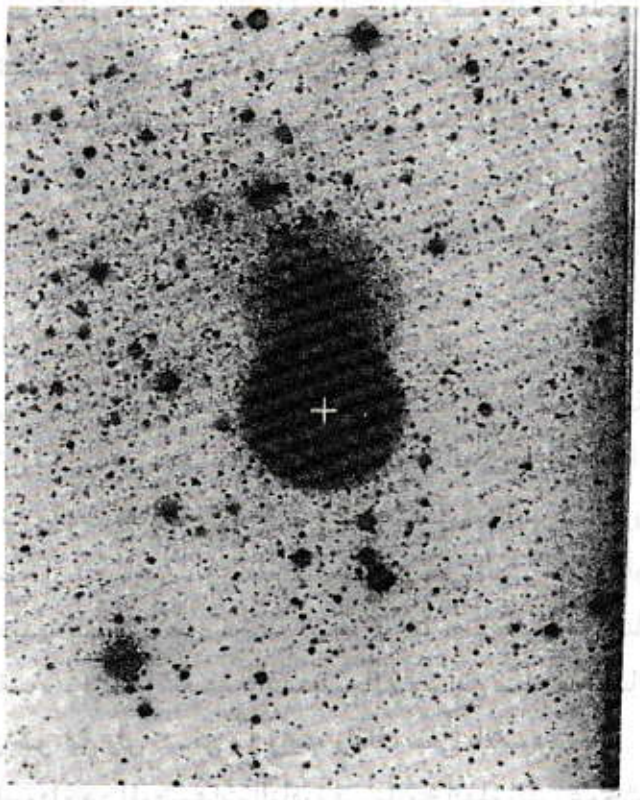


شكل ٣ . ٩ النسبة بين أبعاد العملاق الأحمر والشمس والقزم الأبيض ومقدار نصف قطر كل منهم

شكل ٣ . ١٠ النسبة بين أبعاد القزم الأبيض والنجمة النيوترونية والثقب الأسود ومقدار نصف قطر كل منهم .

وهلم جرا تزداد سرعة الهروب عند سطح الجرم السماوى كلما زادت كتلته . ولكن سرعة الهروب تتناسب فى نفس الوقت تناسباً عكسياً مع الجزر التربيعى لقطر النجم فإذا صغر قطر النجم مثلاً بمقدار الربع ـ مع ثبوت كتلته ـ إزدادت سرعة الهروب إلى الضعف . وبناء على ذلك نجد أن سرعة الهروب عند سطح الأقزام البيض جد مرتفعة فسرعة الهروب عند سطح الشعرة اليمانية «ب» مثلاً تساوى ٣٤٠٠ كم / الثانية . وكما نلاحظ أن هذه السرعة أكثر قليلاً من عشر سرعة الضوء . وبالمثل نجد أن سرعة الهروب عند سطح النجم النيوترونى تصل إلى ٢٠٠٠٠٠ كيلومتر / الثانية أى ثلثى سرعة الضوء ومعنى ذلك أنه لن يفلت أى جسم من جاذبية النجم النيوترونى إلا إذا كانت سرعته أعلى من ثلثى سرعة الضوء . أما إذا انضغط النجم النيوترونى وزادت كثافته وقل حجمه فسوف تصل قيمة سرعة الهروب منه إلى سرعة الضوء أو تتعداهما . وعندئذٍ لا يستطيع حتى الضوء نفسه أن يفلت من القبضة الحديدية للثقب الأسود فيبتلع النجم كل ما يصل إليه ومن هنا جاءت تسميته «بالثقب» . فالضوء نفسه لا يستطيع الهروب من سطحه وبالتالى فلن يظهر للنجم أى ضوء بل ولن نتمكن من رؤيته ولذلك سمى بالأسود .

والثقوب السوداء من الموضوعات النادرة فى تاريخ العلم التى عولجت نظرياً فقتلت بحثاً وكتب فيها كتب عديدة وأنشىء لها نماذج رياضية بالرغم من عدم التأكد من وجودها . إن المشاهدة والتجربة هى أم النظرية بل وفى معظم الأحيان الدافع لها ولكن أنىّ لنا أن نشاهد شيئاً لا يرى ولا يصدر منه أى ضوء ؟ إن البحث عن الثقوب السوداء فى ظلمات السماء كالبحث عن هرّة سوداء فى حجرة مظلمة ! والباحث عن الهرّة لن يستطيع أن يحدد مكانها إلا إذا بدأت تموء ! فهل تموء الثقوب السوداء ؟ الإجابة على هذا السؤال بالإيجاب فقد تنبأ الفيزيائيون أن المادة خارج الثقب الأسود وقبل أن تبتلع فى أجوافه ومجاهله ـ التى لا نعرف عنها شيئاً ولا يصلنا منها أخباراً ـ تصدر صرخات إستغاثة أخيرة إذا استطعنا التقاطها

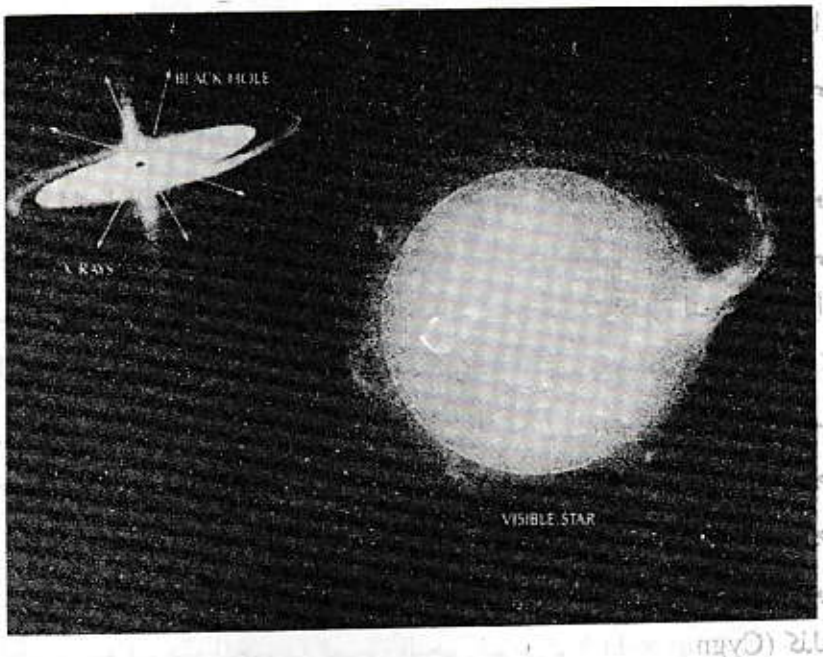


شكل ٣ . ١١ المرشح الأول لمقعد الثقب الأسود وهو النجم المسمى بـ س ـ ١ فى المجموعة المعروفة بمجموعة الدجاجة (Cygnus) وهو الجسم الأسود الضخم الذى يبدو فى الصورة السلبية المبينة أعلاه فهو المسؤول عن الآشعة السينية التى سجلت صادرة من نفس مكانه كذلك وضعت إشارة زائد (+) عند مصدر الإشارات اللاسلكية التى تم تحديد موقعها بدقة . وقد لوحظ أن التغير فى شدة الإشارات اللاسلكية ينطبق مع التغير فى قوة الآشعة السينية ومن ثم استطاع الفلكيون تحديد موقع س ـ ١ . ومصدر الآشعة السينية ووجدوا أنه مصدرا مكتنزاً صغير الحجم يعتقد الفلكيون أنه ثقب أسود يدور حول النجم الذى يبدو فوقه ويقوم بسحب مادته فى غياباته المظلمة (شكل ٣ . ١٠).

اهتدينا إلى طرف الخيط الأول الذى قد يقودنا إلى الثقب الأسود . وصرخات الاستغاثة هذه تصدرها المادة فى صورة آشعة سينينة (X-rays) عندما يزداد ارتفاع درجة حرارتها وهى تقترب من الثقب الأسود فى حركة حلزونية تشبه إلى حد كبير حركة الماء قبل دخوله فى بلاعة الحوض .

وأما الخيط الثانى الذى يساعدنا فى الاهتداء إلى مكان الثقب الأسود فهو قوة جاذبيته . فالثقب الأسود كأى جسم آخر له كتلته وتبعاً لذلك فهو يؤثر على الأجسام المجاورة بقوة جاذبيته . وقد سجل الفلكيون حالات كثيرة لنجمين يدوران حول نفسيهما ، كذلك سجلت حالات عديدة لجسم أو نجم يدور فيها حول شىء لا يرى . ومن المحتمل أن يكون هذا الشىء الذى لا يمكن رؤيته نجماً معتماً . ومن المحتمل أيضاً أن يكون ثقباً أسوداً وذلك إذا صدرت منه أشعة سينية . وقد وجد أن هذين الشرطين ينطبقان على حالة المجموعة المسماه بمجموعة الدجاجة (Cygnus) فقد تمكن الفلكيون من تسجيل آشعة سينية صادرة عن رفيق مجهول لا يمكن رؤيته فى هذه المجموعة فسموه النجم رقم س ـ ١ (Cygnus x-1) كذلك تمكنوا من تقدير كتلته فوجدوا أنها تبلغ حوالى ستة أضعاف كتلة الشمس فهو أكبر من أن يكون قزماً أبيضاً وأكبر من أن يكون نجماً نيوترونياً . واحتمال أن يكون هذا الرفيق ثقباً أسود يزيد على ٩٥٪ (شكل ٣ . ١١) .

وهناك دلائل أخرى بوجود ثقوب سوداء فى مجموعات أو درر نجمية تشبه درة الدجاجة س ـ ١ فى مجرتنا وفى مجرات مجاورة لنا مثل سحب ماجلان . وهناك أيضاً احتمال بوجود ثقب أسود كبير فى مركز مجرتنا تبلغ كتلته عدة ملايين كتلة الشمس . ويعتقد بعض الفلكيين أن هذا الثقب الأسود هو ما يبدو فى صورة أو فى مكان نجم فى برج القوس والرمح سمى بالقزم « أ » (Sagitarius A) فبالرغم من كتلته الهائلة لا يتعدى حجم هذا النجم حجم الشمس ، وبالإضافة إلى ذلك فقد سجلت إشارات لاسلكية قوية مصدرها هو مكان هذا النجم ، وقد لوحظ كذلك أن سرعة دوران النجوم والسحب الغازية تزداد بالاقتراب من هذا النجم . هذا وقد تمكن



شكل ١٢.٣ شكل توضيحى يبين الثقب الأسود وهو يدور حول نفسه دوراته السريعة مصدر الإشارات اللاسلكية وفى نفس الوقت يقوم بسحب مادة رفيقه النجم الذى يدور حوله . وقبل أن تختفى المادة في مجاهل الجب تصدر عنها صرخات إستغاثة تصلنا فى صورة اشعة سينية . الثقب الأسود فى هذه الصورة هو النقطة السوداء الصغيرة التى تتوسط المادة المسحوبة من النجم المجاور.

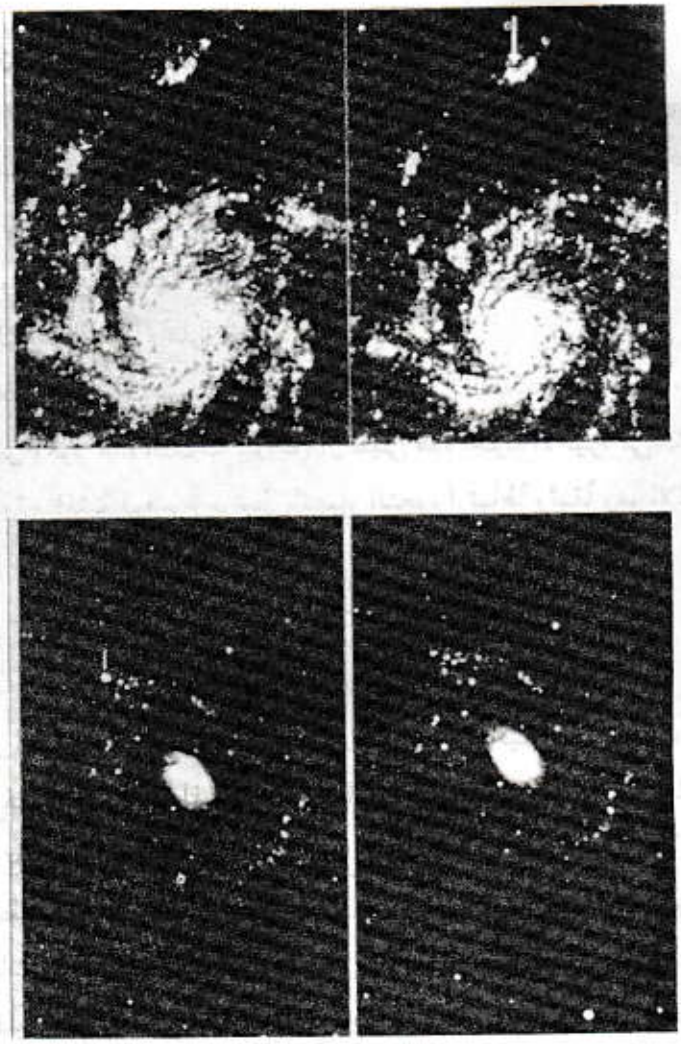
الفلكيون من تسجيل ورؤية نفاثات هائلة يبلغ طولها ملايين السنين الضوئية تصدر من مراكز بعض المجرات النائية فى إتجاه عمودى على مستوى المجرة ، ويعلل الفلكيون هذه الظاهرة التى سميت بالنفاثات الكونية ، بوجود ثقوب سوداء ضخمة ـ قد تبلغ كتلتها مائة مليون مرة كتلة شمسنا ـ فى مراكز هذه المجرات تقذف بالمواد التى تبتلعها فى اتجاه عمودى على مستوى المجرة فتخرج هذه المواد من تلك الثقوب السوداء على هيئة نفاثات هائلة .

هذه بعض الإشارات بوجود ثقوب سوداء ، وعلى الفلكيين يقع العبء النهائى بالتأكد من وجود هذه الثقوب . وقبل أن ننهى هذه الجولة الأخيرة فى علم الفلك نرى ضرورة مناقشة موضوع مرتبط بانهيار النجوم ارتباطاً وثيقاً وهو الانفجارات النجمية .

٧ ـ الانفجارات النجمية

تعتبر الانفجارات النجمية من أكثر الظواهر الفلكية التى سجلت على مر العصور فى أماكن مختلفة وخلال حضارات متباينة . وقد دأب السلف على تسميتها بالنجمة الجديدة أو «النوفا» (Nova stellar) ، فقد كان الاعتقاد السائد أن هذه الظاهرة تعلن ميلاد أو ظهور نجمة جديدة فقد كانت تظهر فجأة بدون سوابق أو مقدمات وتزداد فى اللمعان يوماً بعد يوم فيصل لمعانها إلى ذروته فى خلال أسابيع قليلة ثم تبدأ فى الخفوت التدريجى وتختفى تماماً خلال أشهر معدودة . والواقع أن هذه الظاهرة لم تكن إعلاناً بميلاد نجم بل على العكس فهى مشهد درامىٌ لاحتضاره . فأحد أسباب هذه الظاهرة هو إنهيار فى أعنف صورة لعملاق أحمر على نفسه .

فعند إنطفاء التفاعل النووى داخل النجم وذلك بانتاج الحديد فى طبقة النجم المركزية يختل توازن النجم بانعدام الضغط الداخلى الناتج عن حرارة التفاعل فتبدأ طبقات النجم فى الإنهيار نحو مركز النجم تحت تأثير قوة جاذبيته . غير أن



شكل ٣ . ١٣ بالرغم من أن ظاهرة الانفجار النجمى الأعظم ظاهرة تعتبر نادرة الحدوث نسبياً إلا أن الفلكيين لا تفوتهم هذه المناسبات كما نرى فى الصور العليا التى تظهر نفس الأجرام السماوية قبل وقوع الانفجار (الصورة العليا فى اتجاه اليسار) وبعده (الصورة اليمنى) والسهم يشير إلى مكان ذلك الانفجار الذى وقع سنة ١٩٥١ بالقرب من المجرة رقم Ngc ٥٤٥٧ . والصورة السفلى تبين انفجار آخر وقع سنة ١٩٤٠ فى المجرة رقم Ngc ٤٧٢٥ فى برج الذوابة (Coma ber enices) والسهم يشير إلى مكان الانفجار فى الصورة اليسرى .

استجابة طبقات النجم الخارجية لقوة الجذب تبدو أقل من استجابة طبقاته الداخلية لنفس القوة ، فينتج عن ذلك إختلاف فى سرعات انهيار الطبقات المختلفة . فالطبقات الداخلية تتضاعف سرعتها كلما اقتربت من المركز بينما الطبقات الخارجية ما زالت فى دور الاستجابة لقوة الجذب . وعندما تصل أولى هذه الطبقات إلى قلب النجم نجد أن المنطقة الداخلية قد تحولت إلى نجم نيوترونى أو إلى ثقب أسود خاصة إذا كانت كتلة النجم الأصلية تزيد على ثمان أضعاف كتلة الشمس . وعندئذ تصطدم الطبقات الخارجية بسطح النجم وينشأ عن ذلك موجة ضغط هائلة ترتد مبتعدة عن قلب النجم ومنتشرة بسرعة تزيد على عُشر سرعة الضوء إلى بقية طبقات النجم الخارجية التى ما زالت تمشى الخيلاء فى طريقها إلى قلب النجم ، وقبل أن تعى ماذا يحدث وفى أقل من كسور من الثانية تجد هذه الطبقات نفسها مطرودة إلى الخارج مرة أخرى شر طردة وبسرعة أضعاف أضعاف سرعتها التى كانت تقترب بها من قلب النجم .

وتواصل موجة الضغط هذه والتى تسمى علمياً بموجة صدمة تمددية (Expanding shock wave) رحلتها إلى خارج النجم حتى تصل إلى سطحه فتمزقه شر ممزق وتبعثر فى الفضاء طبقاته الخارجية التى تعادل أضعاف كتلة الشمس ، فتتناثر هذه البقايا مبتعدة عن بعضها بسرعات هائلة ، تتراوح بين عشرة وأربعين ألفاً من الكيلومترات فى الثانية ، تاركة فى قلب العملاق الأحمر نجمة نيوترونية أو ثقباً أسود . وبالرغم من عنف هذا الحدث ـ ومن الكمية الهائلة من الطاقة والضوء التى تصدر منه وتبلغ فى بعض الأحيان كمية الضوء الصادرة من مجرة بأكملها ـ يبدو هذا الانفجار من بعد وكأنه ألعاب نارية . أما إذا حدث هذا الانفجار قريباً نسبياً إلى الأرض فقد نجد أن كمية الضوء الصادرة منه تناهز ضوء القمر فى أسبوعه الأول . وقد سجل التاريخ انفجارات نجمية عظمى (Super nova) عديدة من أشهرها الانفجار النجمى الأعظم الذى حدث سنة ١٠٠٦ ميلادية وسجله المسلمون فقد كانوا سادة عصرهم في الفلك . فاستطاع فلكى

مصرى اسمه على بن رضوان من القاهرة رصد هذا الانفجار وتسجيله وتحديد مكانه بدقة بينما مر هذا الحدث على أوروبا بدون أى إشارة فقد كانوا نائمين نومتهم العميقة فى ظلام التنجيم والشعوذة . وقد كان تحديد على بن رضوان لمكان هذا الانفجار من الدقة لدرجة أن الباحثين فى العصر الحديث تأكدوا من حدوث هذا الانفجار بل وصوروا بقاياه فى سنة ١٩٨٤ أى بعد ما يقرب من ألف سنة من حدوثه وذلك بواسطة الإشارات اللاسلكية الصادرة منه شكل ٣ . ١٤ .

يطول الحديث عن الانفجارات النجمية والثقوب السوداء ولكننا نكتفى بهذا القدر لنختم جولتنا فى الكون ومع الأجرام السماوية ولنعد إلى الآيات الكريمة .

شكل ٣ . ١٤ صورة أخذت بالتلسكوب اللاسلكى لبقايا الانفجار النجمى الأعظم الذى وقع سنة ١٠٠٦ وسجله الفلكى المصرى على بن رضوان .

٨ ـ عودة إلى الآيات الكريمة

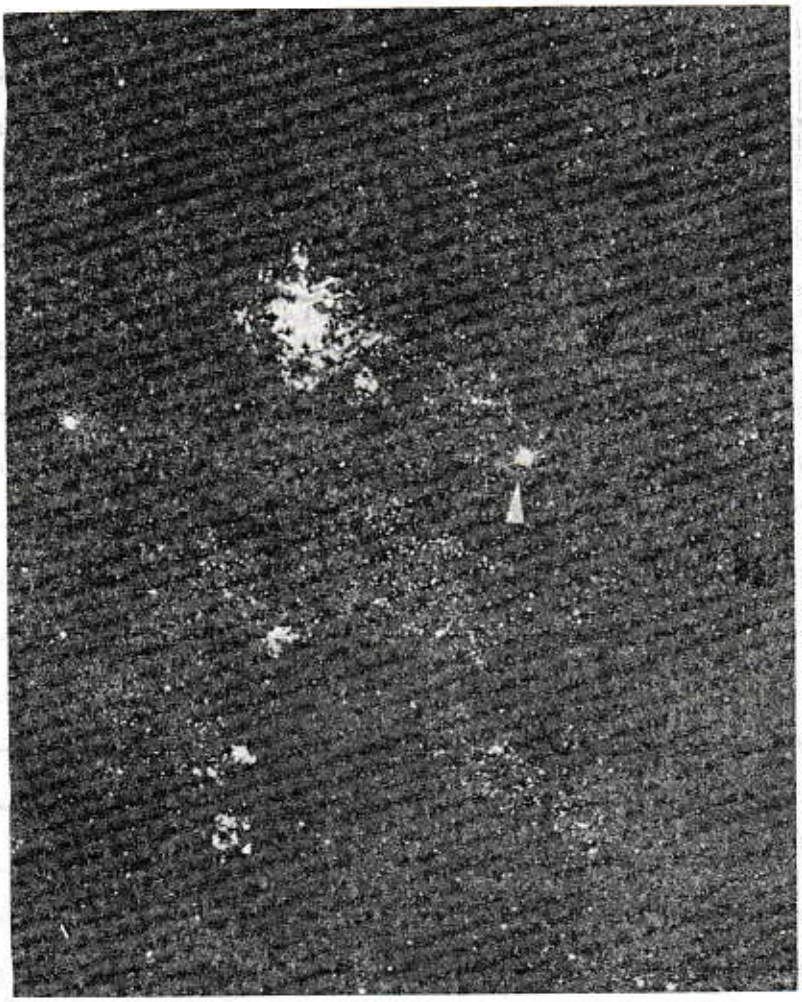
قد يبدو الآن معنى الآية الكريمة " *والنجم إذا هوى* " أكثر وضوحاً . فالنجم الهاوى ليس إلا عملاقاً أحمر ينهار على نفسه ، قد يكون بعد إنهياره قزم أبيض أو نجمة نيوترونية أو ثقب أسود ولكن هذا لا يغير شيئاً من الظاهرة نفسها ، ظاهرة النجم الهاوى ، فهى علامة احتضاره وآذان بنهاية حياته الطويلة مهما طالت

وبانتهاء أجله مهما امتد .

ولا شك أن ظاهرة إنهيار عملاق أحمر من قطر يقاس بعشرات أو مئات الملايين من الكيلومترات إلى ثقب أسود أو نجم نيوترونى يقاس قطرهما بالأحاد أو العشرات من الكيلومترات هى ظاهرة فلكية رهيبة . فقد أحدث الانفجار الأعظم الذى ظهر لنا سنة ١٩٨٧ فى سحب مجلان (شكل ٣ . ١٥) دوياً هائلاً فى الأوساط الفلكية فجذب إليه مناظير كل المراصد وسافر الكثير من الفلكيين إلى النصف الجنوبى من الكرة الأرضية لمتابعته بالرغم من أن رؤيته بالعين المجردة كانت صعبة لبعده عنا . فالمسافة التى تفصلنا عنه كانت حوالى ١٧٠٠٠٠ سنة ضوئية . أى أن هذا الانفجار الذى رأيناه لم يقع سنة ١٩٨٧ ولكن سنة ١٦٨٠١٣ قبل الميلاد أى قبل أن يظهر لآدم وأولاده أثر على الأرض . فما بالنا إذا وقع الانفجار فى نجم قريب مثل إبط الجوز الذى سبق الإشارة إليه ، فهو لا يبعد عنا سوى ٥٠٠ سنة ضوئية . وهو أحد النجوم المرشحة لانفجار أعظم (Super nova) .

فإذا حدث وانفجر إبط الجوزاء (Betelgouse) الذى تزيد كتلته عن كتلة الشمس بما يقرب من عشرين مرة فإن ضوءه الساطع الذى سينشأ من الانفجار قد يناهز نور القمر فى بدره ، ولكنه لن يستطيع منافسة القمر فى شاعريته وجماله المشهور فتركيز ضوئه فى نقطة صغيرة ـ على خلاف نور القمر الذى يظهر على سطح دائرى متسع ـ سيجعل أمر النظر إليه أو البحلقة فيه ذا خطورة على شبكية العين . كذلك سينتج عن إنفجاره سيل من الآشعة الكونية (Cosmic rays) التى قد تسبب تغيرات حيوية فى بعض المخلوقات أو حتى فناء عينات بأكملها . وما يدرينا فلعل إبط الجوزاء قد انفجر فعلاً منذعشرات أو مئات السنين وحتى الآن ما زال ضوءه وحادث الإنفجار فى طريقهما إلينا يقطعان هذه المسافة الطويلة التى تفصلنا عنه ليوقظا من غفلت أعينهم عن قدرة الخالق وعظمته .

فلا عجب إذن أن يقسم العليم القدير بهذه الظاهرة أنه يقسم بشىء عظيم على شىء أعظم وأهم بالنسبة لبنى آدم كلهم .. إنه يقسم بظاهرة النجم الهاوى أن



شكل ٣ . ١٥ الانفجار النجمى الأعظم الذى حدث سنة ١٩٨٧ يشير إليه سهم أبيض فى هذه الصورة التى أخذت فى ٢٥ فبراير ١٩٨٧ لسحب ماجلان التى تظهر فى النصف الجنوبى للكرة الأرضية من مرصد شيلى .

الرسول صلى الله عليه وسلم لم يضل ولم يتبع هواه ولم يقل شيئاً غير ما أنزل عليه وأمره الله به : " *والنجم إذا هوى ما ضل صاحبكم وما غوى وما ينطق عن الهوى* " وبإدراك عظمة القسم ندرك عظمة المقسوم به ونرى صورة أخرى من روعة وتناسق ألفاظ ومعانى القرآن . فنحن نرى بأعيننا ونقدر بعقولنا وعلمنا ظاهرة النجم الهاوى أو النجم المنفجر ، نراها أثناء حدوثها فى السماء فتبعث فى قلوبنا رهبة ونرى آثارها بعد حدوثها بمئات أو آلاف السنين فنشعر بهول الحدث ونقدر بعقولنا وعلمنا وخيالنا أبعاد النجم ، قوة جاذبيته ، طاقة انفجاره ، درجة حرارته وكثافة مادته فتسقط قلوبنا فى صدورنا من عظمة وضخامة الظاهرة وهول المفاجأة وتزيغ أبصارنا بين البلايين وملايين البلايين من القيم والأرقام محاولين أن نعى مداها ونفقه معناها بخبرتنا الأرضية المحدودة .

إن الانفجار النجمى أو النجم الهاوى ما هو إلا أية من آيات الله العظيمة يريها لنا ويعرفنا بها تخويفاً وتنبيهاً وتحذيراً ولنطمع في رحمته التى وسعت كل شىء ونخاف من عقابه وحسابه الذى لا يخفى عنه شىء ونحذر من بوادر الموت والهلاك اللذان يظهران خلال هذه الظواهر الطبيعية الجسيمة فلا يملك الإنسان حيالها من قوة ولا بأس . بهذه الآية العظيمة ـ آية النجم الهاوى ـ يقسم الخلاق الكريم لبنى آدم بأن رسوله الذى أرسله إليهم لم يضل ولم يغو ولم يختلق شيئاً من عنده بل كل ما جاء به وما ينطقه هو ما نقله الوحى عن أمر مالك الملك وسيد الخلق فهل للإنسان أن يصدق هذا القسم ؟!

ننتقل بعد ذلك إلى الآية الثانية : " *والسماء والطارق وما أدراك ما الطارق النجم الثاقب* " وتبدأ هى الأخرى بقسم آخر ، قسم بالسماء والطارق . والسماء لا تحتاج لتعريف أما الطارق فهو ما عرفه لنا الخالق فى الآية التالية حتى لا يظن ظان بأنه أى طارق على أى منزل ، فالطارق هو جرم سماوى له صفتان أخريتان وهما النجم والثاقب . معنى ذلك أننا نحاول أن نجد جرما سماوياً له ثلاث خواص .. أولها: أنه نجم . وثانيها : أن له صفة الطرق أى أنه طارق .. وثالثها : أن له صفة

الثقب . وإذا قارنا بين هذه الخواص وخواص الأجرام السماوية لوجدنا أن النجم النيوترونى يفى بهذه الشروط وله هذه الصفات الثلاث : فهو أولاً نجم .. فكما نذكر هو عملاق أحمر انهار وضغط على نفسه حتى أصبح قطره لا يزيد على عشرين كيلومترا . وثانياً : له نبضات أو طرقات فكما نذكر أيضاً أنه تم اكتشاف النجم النيوترونى بفضل نبضاته أو طرقاته المنتظمة التى رصدت بواسطة التلسكوب اللاسلكى ولو حاولنا أن نصف هذه «البيبات» المتقطعة التى يصدرها النجم النيوترونى (بيب .. بيب .. بيب) فلن نجد وصفاً لها أدق وأسهل من الطرق . فالطارق يصدر طرقات متقطعة (تك .. تك .. تك) تشابه تماماً تلك «البيبات» التى وصلتنا من النجوم النيوترونية بل وتقرب ذبذباتها من ذبذبة إشارات كثير من النجوم النيرترونية فكلاً من مدة طرق الباب ونبضة النجم تستغرق جزءاً من الثانية وتتتابع بطريقة منتظمة على فترات أكبر من الثانية . وقد تصلنا عقب مولد النجوم النيوترونية إشارات سريعة لسرعة دورانه ولكبر طاقته كذلك قد تصلنا من النجم النيوترونى العجوز إشارات بطيئة على فترات أطول وذلك عندما تقل طاقته وتنقص سرعة دورانه ولكن الفكرة الأساسية واحدة فالنجم النيوترونى خلال الشطر الأكبر من حياته يصدر طرقات متقطعة منتظمة لن نجد تشبيهاً لها أجمل وأدق من تشبيهها بدقات الطارق .

تتبقى بعد ذلك الصفة الأخيرة التى ذكرها القرآن لهذا النجم وهى «الثاقب» . وكما يذكر القارىء جيداً أن كثافة النجم النيوترونى هى أعلى كثافة معروفة للمادة ، فـ «كرة» نيوترونية قطرها يساوى طول ملعب كرة القدم قد يزيد وزنها على وزن الكرة الأرضية . والآن لنا أن نتصور ماذا قد يحدث للأرض أو لأى جرم سماوى آخر إذا وضعت فوق سطحه أو إذا قابل فجأة كرة نيوترونية بمثل هذا الحجم أو بحجم أكبر من ذلك وبمثل هذه الكثافة الهائلة . الذى يحدث ـ كما ذكرنا فى الفقرة الخاصة بالنجوم النيوترونية ـ أن الكرة سوف تسقط خلال مادة الجرم السماوى أو الأرض كما تسقط «بلية» حديدية فى كوم من الدقيق تاركة خلفها ثقباً يتناسب

مع قطرها . والسبب هو عدم وجود أى مادة فى الأرض أو فى أى جرم سماوى تستطيع حمل هذه الكثافة المهولة . فالنجم النيوترونى بكثافته الهائلة وحجمه الصغير هو ثاقب فعلاً إلى جانب أنه طارق ، ثاقب لأى نجم ولأى كوكب مهما بلغ حجمه . وهكذا تنطبق الخواص الثلاث التى ذكرت فى القرآن الكريم فى سورة الطارق على النجم النيوترونى الذى يقدم لنا أفضل تفسير للنجم الطارق الثاقب .

وقد قدر عدد النجوم النيوترونية فى مجرتنا بمائة ألف نجم . ومن الطبيعى أن تحتوى بلايين المجرات الأخرى على مئات الآلاف من النجوم النيوترونية الطارقة الثاقبة . فالسماء إذن تمتلىء بها ، ومن هنا جاء القسم " *والسماء والطارق* " فالحق يقسم بما خلق من سماء وبما احتوته هذه السماء من نجوم طارقة ثاقبة ، يقسم بهذا القسم ليؤكد للإنسان " *أن كل نفس لما عليها حافظ* " . فكل نفس موكل أمرها لحافظ يراقبها ويحصى عليها ويحفظ عنها . فالإنسان ليس مطلقاً إذا يفعل ما يشاء بلا رقيب ولا حسيب ولكنه الاحصاء الدقيق المباشر والحساب المبنى على هذه الرقابة وهذا الاحصاء .

وفى هذا القسم وفى تسمية ظاهرة النجم النيوترونى بالطارق الثاقب وفى أوجه التشابه بين الحافظ وبين الطارق نجد صورة حية جديدة من الإعجاز القرآنى . فوصف النجم النيوترونى ـ الذى لم يكتشف إلا حديثاً ـ بهذه الدقة التى تنطوى على معرفة كاملة بطبيعة الظاهرة وبخصائص النجم وفى ألفاظ قصيرة لا تتعدى كلمات قليلة تعد على أصابع اليد الواحدة لا يمكن أن تصدر إلا من خالق هذا الكون . فلو حاول الإنسان مهما بلغ علمه وإدراكه وصف أو حتى تعريف ظاهرة النجم النيوترونى لاحتاج لأسطر عديدة وربما لصفحات ولكن الخلاق القدير لا يحتاج إلى تلك الأسطر والصفحات لتعريف مخلوقاته فهو الذى خلقها وهو الذى يدرك خصائصها وخباياها .

وبعد هذه الإشارة السريعة إلى السماء وإلى النجم الطارق الثاقب يعود بنا الخالق إلى النفس البشرية ويذكّرنا بالحافظ الذى وكله الحفيظ الرقيب على كل نفس

يحصى ما لها وما عليها . والتشابه بين الحافظ الذى يحصى كل صغيرة وكبيرة فى دقة متناهية وبين الطارق الذي تطوى دقاته أقطار السماء لتصل إلينا فى دقة متناهية أيضاً هو تشابه يستوجب التأمل والتفكير . والتشابه بين الحافظ أو الرقيب الذى لا تخفى عليه خافية من خبايا النفس البشرية ولا سر من أسرارها وبين الثاقب الذى لا تستطيع أى مادة أو أى نجمة مهما بلغ حجمها أن تمنعه من التغلغل خلالها . وكشف أسرارها ، هذا التشابه ليلقى فى النفس إيحاء رهيباً ويقيناً راسخاً بأن الذى خلق النفس وحافظها والسماء وطارقها إنما هو الواحد القهار الذى لا تخفى عليه خافية والذى يحيط علمه بكل صغيرة وكبيرة . إنه برهان جديد وإثبات قاطع لمن فى قلبه ولو ذرة من إيمان بأن هذه الآيات لا تصدر إلا من خالق الكون والنفس البشرية جميعاً القوى المتعال. فسبحان ربك رب العزة عما يصفون وسلام على المرسلين والحمد لله رب العالمين .