

المجرات... عمالقة الكون المذهلة

مقدمة

المجرة (galaxy) هي تجمع هائل من مئات ملايين النجوم المرتبطة معاً بتأثير الجاذبية والتي تدور حول مركز مشترك. ويقدر الفلكيون بأن هناك حوالي 125 بليون مجرة في هذا الكون، وأكبر المجرات المعروفة تحتوي على نجوم أكبر بـ 13 ضعفاً من النجوم الموجودة في درب التبانة. وإن جميع النجوم التي نراها بالعين المجردة من الأرض تنتمي إلى مجرتنا درب التبانة، وتشكل الشمس مجرد نجم من نجوم هذه المجرة. وبالإضافة إلى النجوم والكواكب التي تدور حولها فإن المجرات تضم الحشود النجمية، سحب الغاز والغبار، والمادة بين النجمية.

تاريخ دراسة المجرات



مجرة أندروميديا أقرب المجرات إلى درب التبانة
وأول المجرات التي رصدها الإنسان.

يعتبر العالم الفلكي «الصوفي» أول من وصف المجرة الحلزونية المشاهدة في كوكبة المرأة المسلسلة (أندروميديا). ومع منتصف القرن الثامن عشر لم يكن الفلكيون قد عرفوا إلا ثلاث مجرات. ولكن في عام 1780 وصف الفلكي الفرنسي «تشارلز ميسييه» قائمة من الأجرام الخافتة التي لا تشاهد إلا بالتلسكوب، ومن بينها 32 مجرة. وتعرف هذه المجرات اليوم بأرقام ميسييه، فمجرة أندروميديا مثلاً تعرف بين الفلكيين باسم M31.

بعد ذلك قام الفلكي البريطاني «وليام هرشل» خلال السنوات الأولى من القرن التاسع عشر باكتشاف وتصنيف آلاف المجرات. ومنذ عام 1900 تم اكتشاف أعداد كبيرة من المجرات من خلال تطوير التلسكوبات القوية والتصوير الفلكي. وفي عام 1912 اكتشف الفلكي الأمريكي «فيستو سليفر» لدى عمله في مرصد لويل في أريزونا أن خطوط الطيف الصادر عن جميع المجرات كانت منزاحة باتجاه الطيف الأحمر. وقد قام الفلكي الأمريكي «إدوين هبل» في عام 1930 بتفسير هذه الأرصاد لاحقاً على أنها ناجمة عن توسع الكون.

تصنيف المجرات

عند النظر إلى المجرات بواسطة التلسكوبات الكبيرة فسيبدو أن كل مجرة تمتلك شكلاً مميزاً. وتصنف المجرات بشكل عام إلى ثلاث مجموعات:

1. المجرات الحلزونية (spiral galaxies): هي مجرات بشكل قرص مسطح تحتوي على بعض النجوم القديمة وعلى مجموعات كبيرة من النجوم الجديدة، الكثير من الغاز والغبار، والسحب الجزيئية التي تولد فيها النجوم. وتكون المناطق التي تحتوي على نجوم ساطعة شابة وسحب غازية مرتبة في أذرع حلزونية طويلة تشاهد وهي تدور حول مركز المجرة. وتكون هناك هالة من النجوم الهرمة الباهتة محيطة بقرص المجرة، كما يشاهد انتفاخ صغير في مركز المجرة تتبعث منه إصدارات من المادة المحملة بالطاقة نحو أعلى وأسفل قرص المجرة.

* المقالة مترجمة عن موسوعة Microsoft Encarta DVD إصدار عام 2008 - من ترجمة وإعداد جمعية هواة الفلك السورية.

2. المجرات البيضاوية (elliptical galaxies): هي مجرات ذات شكل بيضوي أو مكور وتكون ذات نواة ساطعة وتحتوي على نجوم قديمة مع كميات ضئيلة من الغاز والغبار. ويكون معدل تشكل النجوم الجديدة منخفضاً في هذه المجرات. وتتراوح هذه المجرات في حجمها من مجرات قزمة إلى مجرات عملاقة.

3. المجرات غير المنتظمة (irregular galaxies): هي مجرات لا تمتلك شكلاً معيناً، فهي لا تمتلك أذرعاً حلزونية واضحة، ولا تبدي شكلاً بيضوياً صريحاً. وهي تحتوي أيضاً على كميات كبيرة من الغاز، والغبار، والنجوم الشابة. وتتوضع هذه المجرات عادة بقرب مجرات أخرى أكبر حجماً، وربما يكون مظهرها ناجماً عن تأثيرها بجاذبية المجرات المجاورة. وتتوضع بعض هذه المجرات الغريبة في مجموعات مؤلفة من مجرتين أو ثلاث، حيث تبدي أذرعاً جانبية مشوهة توحي بأنها تتصادم أو تتفصل. فعلى سبيل المثال تتشكل المجرات الحلقية (ring galaxies) حين تصطدم مجرة صغيرة بمركز مجرة حلزونية، حيث تتشكل حلقة كثيفة من النجوم على الحواف الخارجية للمجرة الجديدة المندمجة، وتدعى هذه المجرة الغريبة المتشكلة بجسم هوغ (Hoag's object). وقد أظهر تلسكوب هبل الفضائي أعداداً من هذه المجرات أكبر مما كان العلماء يتوقعون، مما يشير إلى أن هذه الاصطدامات شائعة الحدوث.



تتميز المجرات الحلزونية بأنها تبدي أشكالاً متنوعة. الكثير من هذه المجرات يمتلك عدة أذرع من النجوم الشابة التي تدور حول انتفاخ مركزي تغلب فيه النجوم القديمة، وتتخللها سحب قاتمة من الغاز، مثل المجرة M101 أو مجرة الدولاب التي تبعد عنا حوالي 25 مليون سنة ضوئية ويبلغ قطرها حوالي ضعف قطر مجرة درب التبانة (اليمين). ويتفاوت عدد الأذرع الحلزونية من مجرة لأخرى، حتى أن بعضها قد يمتلك ذراعين فقط مثل المجرة NGC1300 التي تبعد عنا 70 مليون سنة ضوئية (الوسط). بعض المجرات الحلزونية تشاهد من الجانب بشكل قرص منقح من الوسط. وأحياناً تمتلك مثل هذه المجرات قرصاً من الغاز والغبار يحيط بها عند خط استوائها بحيث يظهر من الجانب وكأنه يقسم المجرة إلى قسمين، كما في المجرة NGC 891 (اليسار). وإذا نظرت إلى مجرتنا درب التبانة من الجانب من على بعد 30 مليون سنة ضوئية فستشاهد نفس هذا المنظر تقريباً.



تعتبر المجرات غير المنتظمة شائعة الوجود في الكون وهي لا تمتلك شكلاً محدداً وإنما تتنوع أشكالها بشكل كبير. تشاهد في الأيمن المجرة NGC1427A، وهي مجرة تتوضع على بعد 62 مليون سنة ضوئية وتبدي الكثير من النجوم الحديثة الشابة التي تسطع بلون أبيض وأزرق وتتوزع بشكل عشوائي. وإن سبب اتخاذ هذه المجرة لهذا الشكل هو وجودها في حشد مجري كثيف واندفاع الغازات في هذا الحشد من أسفل إلى أعلى الصورة، ولذلك تظهر هذه المجرة بشكل يشبه رأس السهم. أما في الأيسر فتشاهد المجرة M82. وقد تم تجميع هذه الصورة بدمج ثلاث صور التقطت بأطوال موجات مختلفة، فهي ليست مجرد صورة بصرية. وتظهر الألوان المختلفة عناصر مختلفة ضمن المجرة، كما تظهر اندفاعات غازية بلون أخضر باتجاه الأيمن والأعلى وباتجاه الأيسر والأسفل من الصورة، حيث تنجم عن تشكل النجوم في مركز المجرة. ويلاحظ عدم انتظام توزيع المادة في هذه المجرة.

تكون المجرات البيضاوية ذات شكل بسيط، فهي تجمع محتشد من النجوم التي تكون بمعظمها من النجوم القديمة. كما أنها لا تحتوي على الكثير من الغبار والمادة بين النجمية. وتعتبر المجرات البيضاوية الأكثر سطوعاً عند النظر إليها بواسطة التلسكوب. مثل هذه المجرة البيضاوية M32 التي تجاور مجرة أندروميديا وتعتبر من أقرب المجرات البيضاوية إلينا.



تعتبر الاصطدامات بين المجرات شائعة نسبياً في الكون. تظهر الصورة اليمنى مجرتين حلزونيتين ترتطمان ببعضهما البعض، وما يؤكد أنهما مجرتين وجود نواتين واضحتين بلون أصفر، الأولى في الأيمن والأعلى والثانية في الأيسر والأسفل. وهذه العملية ليس اصطداماً حقيقياً بقدر ما هي تداخل أو تفاعل بين المجرتين يؤدي إلى تشويه شكلهما أو اندماجهما معاً. وفي بعض الأحيان يؤدي التفاعل بين المجرتين إلى انفصال النجوم الشابة الثقيلة ذات اللون الأزرق لتتوضع في هالة حول النجوم القديمة ذات اللون الأصفر في مركز المجرة، وتدعى المجرة الغريبة الناجمة بجسم هوغ (الصورة اليسرى).

قياس المسافات بين المجرات

لا يمكن تحديد المسافات الفاصلة بيننا وبين أي مجرة من خلال النظر إليها عبر التلسكوب، فقد تكون المجرة بعيدة للغاية رغم أنها تبدو كبيرة بالتلسكوب نظراً لأنها عملاقة، وقد تكون المجرة قريبة للغاية رغم أنها تبدو صغيرة بالتلسكوب نظراً لأنها مجرة ضخمة. ويقوم الفلكيون بتقدير المسافات الفاصلة بيننا وبين المجرات من خلال مقارنة سطوع أو أحجام الأجرام الموجودة في هذه المجرات مع الأجرام المماثلة الموجودة في مجرتنا. وقد لجأ العلماء إلى الكثير من الأجرام مثل النجوم الساطعة، المستعرات الأعظمية، الحشود النجمية، والسحب الغازية.

وتعتبر المتغيرات القيفاوية من الأدوات المفيدة للغاية في هذا المجال. والمتغيرات القيفاوية هي نجوم يتغير سطوعها بشكل دوري بحيث تكون هناك علاقة ثابتة بين سطوع النجم وبين دورة تغير لمعانه. وبذلك إذا استطعنا رصد التبدل الدوري في سطوع النجم فبإمكاننا حساب لمعانه الحقيقي، ولدى مقارنة السطوع الحقيقي مع السطوع الذي نراه بواسطة التلسكوب فبإمكاننا بسهولة تحديد المسافة الفاصلة بيننا وبين هذا النجم.

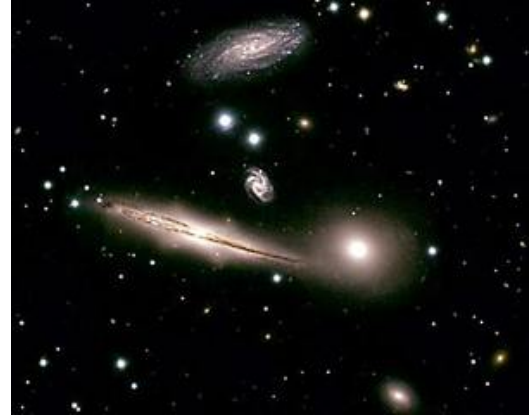
بالإضافة إلى ذلك فإن سرعة النجوم خلال دورانها حول مركز المجرة تعتمد على سطوع المجرة وكتلتها. تكون المجرات سريعة الدوران ساطعة للغاية، أما المجرات بطيئة الدوران فهي خافتة بطبيعتها. إذا أمكن تحديد سرعة دوران النجوم في المجرة فمن الممكن كذلك تحديد المسافة الفاصلة بيننا وبين هذه المجرة من خلال تحديد العلاقة بين هذه السرعة وبين سطوع المجرة.

توزع المجرات في الكون

لا تكون المجرات عموماً معزولة في الكون وإنما تتجمع معاً في مجموعات أو حشود مجرية (galactic clusters) صغيرة أو متوسطة الحجم. ويدورها تتجمع هذه الحشود المجرية معاً لتشكل حشوداً فائقة (superclusters) تتجمع فيها أعداد كبيرة من المجرات.

فعلى سبيل المثال تشكل مجرة درب التبانة عضواً في مجموعة تضم 30 مجرة أخرى على الأقل ويدعوها العلماء باسم المجموعة المحلية (Local Group). وتشكل درب التبانة ومجرة أندروميديا أكبر مجرتين في هذه المجموعة، حيث تحتوي كل منهما على مئات بلايين النجوم. أما سحابتي ماجلان الصغرى والكبرى فهما من المجرات القريبة التابعة لمجرتنا، وتعتبران من المجرات الصغيرة والخافتة حيث تحتوي الواحدة منهما على حوالي 100 مليون نجم فقط. وبدورها فإن المجموعة المحلية هي عضو من الحشد الفائق المحلي (Local Supercluster). وأقرب الحشود المجرية هو حشد العذراء، والذي يحتوي على آلاف المجرات. ويتوضع حشد العذراء قرب مركز الحشد الفائق المحلي، وإن جذبه للمجموعة المحلية يجعل هذه المجموعة تتحسر ببطء أكبر مما يجب حسب معدل توسع الكون.

وإجمالاً لا تتوزع الحشود والحشود الفائقة في الكون بشكل متجانس. تكون الحشود الفائقة التي تحتوي على عشرات آلاف المجرات مرتبة في خيوط طويلة متشابكة حول فراغات كبيرة. فالجدار الكبير (Great wall) هو خيط مجري اكتشف في عام 1989 ويمتد عبر أكثر من نصف بليون سنة ضوئية من الفضاء. ويفترض علماء الكونيات بأن المادة المظلمة، وهي المادة التي لا تقوم بإشعاع الضوء أو عكسه، تمتلك ما يكفي من الكتلة لتوليد حقول الجاذبية المسؤولة عن هذه البنية المتباينة للكون. إن أبعد المجرات المعروفة، والتي تقع عند حافة الكون المرئي، تكون زرقاء اللون بسبب النجوم الحارة الشابة التي تحتوي عليها. وتظهر الصور الحديثة بواسطة تلسكوب هبل الفضائي مجرات تبعد حوالي 13 بليون سنة ضوئية عن الأرض، والذي يعني أنها تشكلت بعد فترة قصيرة من ولادة الكون، والذي يبلغ عمره 13.7 بليون سنة. وتبدو هذه المجرات كروية الشكل، وربما تشكل ظليعة المجرات البيضاوية والحلزونية.



تتجمع المجرات معاً في حشود مجرية، حيث يشاهد في الصورة اليمنى جزء من الحشد المجري المعروف باسم مجموعة هيكسون 87، وهي تبعد حوالي 400 مليون سنة ضوئية عن الأرض. ويلاحظ ضمن هذه المجموعة عدد مختلف من المجرات ذات الأشكال المتنوعة، والكثير من البقع البعيدة التي تبدو وكأنها نجوم هي في الواقع مجرات لا تظهر إلا بالتكبيرات العالية. وتتجمع الحشود المجرية معاً في حشود فائقة، والتي تتجمع بدورها ضمن خيوط مجرية كبيرة تتترك بينها فراغات هائلة الحجم كما لو كانت فقاعات كونية (الصورة اليسرى).

دوران المجرات الحلزونية

تدور النجوم والسحب الغازية حول مركز المجرة. ويعتقد الفلكيون أن معظم المجرات تدور حول ثقب أسود في مركزها. والثقب الأسود هو جسم كثيف للغاية يمتلك حقل جاذبية هائل بحيث لا يمكن لأي شيء يعبر بجواره أن يهرب من هذا الحقل، بما في ذلك الضوء. وقد استطاع العلماء في عام 1994 بواسطة تلسكوب هبل الفضائي العثور على أول الأدلة على وجود ثقب أسود في مركز إحدى المجرات. وفي عام 1998 أكد الباحثون وجود ثقب أسود تبلغ كتلته أكثر من 2 مليون ضعف كتلة الشمس في مركز مجرتنا درب التبانة، وذلك على بعد 28,000 سنة ضوئية من الأرض. وفي عام 1999 أظهرت مجموعة من الفلكيين أن البقعتين الساطعتين في قلب مجرة أندروميديا هما نجمان يدوران سريعاً حول ثقب أسود يحتل مركز هذه المجرة. تحتاج المجرة إلى أكثر من 100 مليون سنة لتتم دورة واحدة حول نفسها. تتم دراسة هذه الحركات من خلال دراسة الخطوط في طيف المجرة. تتحرك النجوم في المجرات الحلزونية في مدارات دائرية، وتزداد السرعة كلما ازداد البعد عن مركز المجرة. وقد قاس العلماء سرعات تصل إلى 300 كيلومتر في الثانية على بعد يبلغ 150,000 سنة ضوئية من مركز المجرات. إن هذه العلاقة بين السرعة والمسافة (زيادة السرعة بزيادة البعد عن مركز المجرة) مغايرة لما هو الحال عليه بالنسبة لحركة الكواكب في المجموعة الشمسية، حيث تتناقص سرعة دوران الكواكب حول الشمس كلما ازداد بعدها عنها. وهذا الاختلاف يوحي إلى العلماء بأن كتلة المجرة ليست متجمعة في منتصفها كما هو الحال في المجموعة الشمسية. يتوضع جزء كبير من كتلة المجرات على بعد كبير من مركزها، ولكن سطوع هذه المادة من الضالة بحيث لا يمكن كشفها إلا من خلال تأثيراتها الثقالية. وقد دفعت دراسة النجوم في المجرات الخارجية بالعلماء إلى الاعتقاد بأن معظم كمية المادة الموجودة في الكون ليست مرئية كالنجوم. ولا تزال الطبيعة الحقيقية لهذه المادة المظلمة غير معروفة في الوقت الراهن.

الإشعاعات المجرية

يعتمد تصنيف شكل المجرة على الأرصاد البصرية. أما معرفة تركيبها وحركة نجومها فهو يعتمد على الدراسة الطيفية. نظراً لأن غاز الهيدروجين المتناثر في الأذرع الحلزونية للمجرة يصدر الإشعاعات في المجال الراديوي من الطيف الكهرومغناطيسي، فمن الممكن معرفة الكثير من تفاصيل البنى المجرية من الدراسة الطيفية. ويصدر الغبار الساخن المتواجد في النواة والأذرع الحلزونية للمجرة إشعاعاً في المجال تحت الأحمر من الطيف.

وقد أكدت الأرصاد الحديثة للأشعة السينية أن الهالات المحيطة بالمجرات تصدر غازات ساخنة تصل درجة حرارتها إلى ملايين الدرجات. كما تشاهد إصدارات الأشعة السينية من الحشود الكروية، بقايا المستعرات الأعظمية، والغازات الساخنة. وتشير الأرصاد التي أجريت في الطيف فوق البنفسجي كذلك خصائص الغازات المتواجدة في الهالات المجرية، بالإضافة إلى تفاصيل تطور النجوم الشابة في المجرة.

منشأ المجرات

يعتقد العلماء أنهم أصبحوا - ونحن في القرن الحادي والعشرين - أكثر قريباً من فهم منشأ المجرات. تشير الأرصاد التي أجريت بواسطة مستكشف إشعاع الخلفية الكونية (المسبار COBE)، والذي أطلق في عام 1989، إلى صحة نظرية الانفجار الأعظم حول منشأ الكون. وهذه الأرصاد تؤكد وجود تباينات طفيفة في إشعاع الخلفية الكونية يسيطر على الكون، ويعتقد أنها تشكل كتل المادة التي تشكلت بعد الانفجار الأعظم، والتي أصبحت بذوراً تشكلت منها المجرات والحشود المجرية.

مجرة درب التبانة



جزء من الحافة الخارجية لمجرة درب التبانة كما تشاهد في ليلة صافية
جهة كوكبة القوس

تشاهد حافة مجرة درب التبانة (Milky Way) ليلاً كحزام ساطع باهت يعبر السماء من الأفق إلى الأفق. ويعني اسم هذه المجرة باللغة الإنكليزية الطريق اللبني، حيث اشتق الاسم من الأساطير الإغريقية. وتقول هذه الأساطير بأن حزمة الضوء هذه هي الحليب المتدفق من ثدي الإلهة هيرا. أما على أرض الواقع فإن هذا الحزام ينجم عن تجمع الضوء الصادر عن مليارات النجوم الساطعة، والتي تكون من البعد بحيث لا يمكن تمييزها بشكل منفصل بالعين المجردة. ومن الجدير بالذكر أن جميع النجوم التي يراها الإنسان في سماء الليل موجودة في مجرة درب التبانة.

إن التوقيت الأفضل لرصد مجرة درب التبانة من نصف الكرة الشمالي هو خلال ليالي الصيف الصافية غير المقمرة، حيث تبدو كحزمة تعبر السماء من الجهة الشمالية الشرقية إلى الجهة الجنوبية الغربية. وهي تعبر كوكبات برشاوس، كاسيوبيا، وقيفاوس. بعد ذلك تنقسم الحزمة إلى ذراع غربية تعبر الصليب الشمالي لتخبو قرب الحواء بسبب مجموعة من السحب الغبارية وتعود للسطوع قرب كوكبة العقرب، وذراع شرقية يشتد سطوعها خلال عبورها باتجاه الجنوب عبر كوكبتي الترس والقوس. وإن أسطح أجزاء درب التبانة تمتد من كوكبة الترس عبر القوس إلى العقرب. ويتوضع مركز المجرة باتجاه كوكبة القوس حيث يبعد عن الشمس حوالي 25,000 سنة ضوئية.

بنية مجرة درب التبانة

تصنف درب التبانة مع المجرات الحلزونية الكبيرة، حيث تتألف من قرص دائري مسطح تبلغ سماكته حوالي 10,000 سنة ضوئية وقطره حوالي 100,000 سنة ضوئية. وتمتلك المجرة عدة أذرع حلزونية حول انتفاخ مركزي تحتشد فيه النجوم معاً، أما النجوم

الموجودة في الأذرع فتكون أكثر تباعداً. وتحتوي الأذرع كذلك على سحب من الغاز والغبار بين النجمي. ويحيط بهذا القرص هالة كروية تحتوي على العديد من الحشود النجمية الكروية التي تتوضع بشكل رئيسي فوق أو تحت قرص المجرة. ويصل عرض هذه الهالة إلى أكثر من ضعف عرض قرص المجرة بحد ذاته. بالإضافة إلى ذلك فإن دراسة الحركات المجرية تشير إلى أن مجرة درب التبانة تحتوي على مادة أكبر بكثير مما يمكن أن يشاهد في قرصها وحشودها النجمية، وما يصل إلى 2000 بليون كتلة الشمس.

توزع النجوم في المجرة

تحتوي مجرة درب التبانة على النجوم الزرقاء الساطعة الشابة (وتدعى بالنجوم من النمط الأول) والنجوم الحمراء العملاقة الكهلة (وتدعى بالنجوم من النمط الثاني). وتميل النجوم الزرقاء لأن تكون أكثر شباباً نظراً لأنها تحترق بعنف وتستنفذ وقودها خلال فترة قصيرة تبلغ عشرات بلايين السنين، وهي تتركز في الأذرع الحلزونية للمجرة. أما النجوم الحمراء فهي تتركز في مركز مجرة درب التبانة وفي الهالة المحيطة بالمجرة، ومعظم هذه المناطق يحتجب عنا بالسحب الغازية التي تعيق الرؤية البصرية، حيث تمكن العلماء من رؤية الضوء القادم من هذه المناطق من خلال دراسة الأطوال الموجية الأخرى في الطيف الكهرومغناطيسي مثل الأشعة الراديوية والسينية. ونفس هذه الدراسة قد أظهرت أيضاً وجود ثقب أسود هائل في مركز المجرة.

تدور النجوم حول مركز المجرة بسرعة تصل إلى 1.8 مليون كيلومتر في الساعة، وهي أكبر بـ 17 مرة من سرعة دوران الأرض حول الشمس، رغم أنها تبعد أكبر بمئات المرات من المسافة بين الأرض والشمس. وإن تحرك هذا المقدار الهائل من الكتلة حول مركز المجرة ضمن هذه المسافة الصغيرة وبهذا الشكل المضغوط يحتاج إلى وجود كتلة هائلة محتشدة في المركز، والمرشح الأكبر من جديد هو الثقب الأسود.

دوران المجرة

تدور مجرة درب التبانة حول محور يمر عبر قطبيها. وعند النظر إلى المجرة من القطب المجري الشمالي فإن الدوران يكون باتجاه عقارب الساعة، وتسير الأذرع الحلزونية بنفس الاتجاه. وتتحفز المدة اللازمة لإتمام الدورة الواحدة كلما ابتعدنا عن المجرة، حيث تقوم الشمس والنظام الشمسي التابع لها بإتمام دورة كاملة حول مركز المجرة خلال فترة أطول بقليل من 200 مليون سنة وبسرعة 220 كم/ثانية. ونظراً لأن عمر الشمس يبلغ حوالي 5000 مليار سنة فيقدر بأن الشمس قد أتمت منذ تشكلها وحتى الآن حوالي 20 دورة حول مركز المجرة.

