الفصل السادس

النجوم

أولاً : التعرف على النجوم في السماء

ثانيًا : ميلاد وتطور النجوم

ثالثًا :أبعاد النجوم

رابعًا : سرعات النجوم

خامسًا : أنواع النجوم

سادسًا : حركة النجوم

سابعًا : موت النجوم

ثامنًا : بروج السماء

obeikandl.com

obeikandl.com

النجوم

مقدمة:

يقول المولى سبحانه وتعالى: M فَلَآ أُقۡسِمُ بِمَوَٰقِعِ ٱلنُّجُومِ ۝٧٥ وَإِنَّهُۥ لَقَسَمٞ لَّوۡ تَعۡلَمُونَ عَظِيمٌ L (الواقعة:75، 76).

إن قول الخالق ﷻ: M فَلَآ أُقۡسِمُ بِمَوَٰقِعِ ٱلنُّجُومِ L قد نقلنا من حدود دائرة مجموعتنا الشمسية – ذات التسع كواكب[1] وتوابعها من الأرض، والتي تدور جميعها حول نجم واحد هو الشمس إلى دائرة أرحب وأضخم تضم أعداد لا حصر لها من النجوم. لقد تجاوز القسم هنا مواقع الكواكب ونقلنا إلى مواقع النجوم الضخمة لا الكواكب الضئيلة كعطارد والأرض بل والمشترى وزحل، فالحديث هنا الآن، والقسم هنا الآن بمواقع أرباب الأسر، جبارة الجبابرة، النجوم الجبارة التي تفوق شمسنا المتواضعة حجمًا ولهيبًا.

والنجوم **Stars** [2]أجرام سماوية بمثابة كتل غازية تشكل في داخلها أقراص طاقة نووية هيدروجينية، ومن ثم فهي مولدة للطاقة ومشعة إليها خارجًا، لنراها بذلك من خلال لمعانها. وهي بوجه عام مختلفة الأبعاد عنا وعن بعضها، ومتباينة الأجسام والكتل، وذات ألوان متعددة، وتتحرك بسرعات متباينة حول نفسها وحول مركز المجرة التي تنتمي إليها، رغم ما تبديه من ثبات نسبي في مواضعها السماوية. وبعض صفات النجوم وخصائصها استمد من الرصد المباشر لها، وبعضها الآخر استخلص من تحليل طيفها، أو من استخدام معادلات فلكية.

---

(1) زاد عدد هذه الكواكب إلى 12 كوكب، وذلك من خلال اجتماع الفلكيين بالاتحاد الفلكي الدولي في شهر يونيه عام 2008، وفي هذا الاجتماع اتفق الفلكيون عن نزع لقب كوكب عن كوكب بلوتو، ليصبح عدد الكواكب إلى 11 كوكب.

(2) لمزيد من المعلومات عن النجوم راجع: **King, H.,C., Astronomy, Vista Books, London 1960, PP. 161-177.**

أولاً: التعرف على النجوم في السماء:

إذا نظرنا إلى السماء في ليلة صافية فسنشاهد آلاف النجوم التي تتلألأ هنا وهناك. سيكون بعض هذه النجوم ساطعًا وبعضها الآخر لا يكاد يرى. لقد اهتم الفلكيين منذ الأزل بإطلاق اسم على كل نجم من هذه النجوم في السماء. وفي الوقت الراهن تمتلك قلة من النجوم اسمًا شائعًا، ولكن جميع النجوم في السماء تمتلك اسمًا علميًا يمكن من خلاله الإشارة إلى هذا النجم أو ذاك عند الحديث عن أي شيء متعلق بهذا النجم.

وقد تأمل الإنسان النجوم في السماء حيث وجد من خلال المتابعة والتأمل نجومًا تشرق وأخرى تغيب، كما تظهر نجوم في فصل الصيف، وأخرى في فصل الشتاء، ومجموعة أخرى في كل من الاعتدالين (الربيع والخريف). ومن خلال أسفاره عبر الصحاري، عرف الإنسان القديم أن عليه أن يسير في اتجاه نجم أو نجوم بذاتها ويعطي ظهره لنجوم أخرى حتى يصل إلى هدفه. ونظرًا لكثرة النجوم في السماء، لجأ الأجداد إلى تسميتها وتقسيمها إلى مجموعات، إما على هيئة حيوانات متوحشة مثل الدب الأكبر.

من الأساطير التي تتناول شرح برج الدب الأكبر ونظام نجومه نسوق هذه الأسطورة: ذات يوم كان يعيش فلاح غني، وسرق لصان ثيرانه، فأرسل الفلاح خادمه ليطارد اللصوص، وعندما لم يعد، أرسل خادمته في أثره، وعندما لم تعد هذه بدورها، أرسل وراءهما كلبه الصغير، ولما لم يعد الخادم والخادمة والكلب، ذهب الفلاح بنفسه ليبحث عنهم، ولما لم يقع لهم على أثر، بدأ يسب ويلعن، وعوقب على ذلك، وتحولوا جميعًا – الفلاح والخادمان والكلب واللصوص والثيران المسروقة – إلى نجوم، ورفعوا إلى السماء، حيث قضى عليهم أن يسيروا في موكب النجوم إلى يوم القيامة. وهكذا ظهر الدب الأكبر بشكله المعروف حتى اليوم: فنجماه الأولان هما الثوران المسروقان، ونجماه التاليان هما اللصان، وأما

النجوم الأربعة – التي تشكل المقبض – فهي الفلاح والخادمة والفتاة والكلب[3]، والدب الأصغر ناحية الجهات القطبية الباردة. وإما على هيئة حيوانات أليفة مثل الفرس والحمل والكلب، أو طيور مثل الحمامة أو أسماك مثل الدرفيل. وبعد تقدم الحضارة وظهور الآلات دخلت أسماء جديدة مثل الملث والسفينة.

ولتمييز نجم معين في هذه المجموعات النجمية ظهر نظامان[4]:

1) **النظام العربي**: يميز محل النجوم حسب موقعه من المجموعة، فهناك قلب العقرب ورجل الدجاجة. وما زال هذا النظام معمول به حتى الآن، وتأتي أسماء هذه النجوم من الأشكال التخيلية التي رسمها القدماء لتجمعات هذه النجوم. بعض النجوم تمتلك نفس الاسم باللغتين العربية والإنجليزية، مثل نجم النسر الطائر الذي يدعى **Altair**، ونجم رجل الجبال الذي يدعى **Rigel**، وتختلف أسماء البعض الآخر بين اللغتين، مثل نجم الشعري اليمانية الذي يدعى باللغة اللاتينية **Serius** أي اللامع، وذلك لأن هذا النجم هو أسطع نجوم السماء.

2) **النظام الإغريقي**: ويعتمد في تصنيف جميع النجوم في السماء حسب المجموعات النجمية التي تنتمي إليها، وحسب قدرة لمعانها بحيث ترتب النجوم في المجموعة الواحـــدة مـــن الأشد سطوعًا إلى الأقل سطوعًا، وتعطى أسماء بالأحرف اللاتينية (**a, B, y, ...**) حسب تسلسلها. فمثلاً يشير اسم **a – scorpii** إلى النجم الأسطع في مجموعة العقرب **Scorpion**، والاسم الشائع لهذا النجم هو قلب العقرب باللغة العربية، و **Antares** باللغة اللاتينية. أما نجم رجل الجبال **Rigel** فاسمه العلمي **B-ori** لأنه ثاني أسطح النجوم في مجموعة الجبار **Orion** بعد نجم إبط الجوزاء، والذي يصبح اسمه بالتالي **a – ori**.

ويبلغ عدد النجوم التي يمن أن ترى بالعين المجردة في السماء كلها نحو خمسة

---

(3) عبد المحسن صالح: بعض الأنماط السلوكية والخرافات المرتبطة بالبيئة، في كتاب المنظمة العربية للتربية الثقافة والعلوم: مرجع في التعليم البيئي لمراحل التعليم العام في الوطن العربي، تونس 1988، ص 416.

(4) راجع: أ) محمد فهيم محمود، محمد أحمد سليمان، مرجع سبق ذكره، ص 88.

ب) محمد فراس الصفدي: مقدمة حول خصائص النجوم، جمعية هواة الفلك السورية، مقال منشور على شبكة الإنترنت في الموقع التالي: **www.saaa.sy.org**

آلاف نجم. ولكنها لا ترى كلها في آنٍ واحد؛ لأن نصفها يكون تحت الأفق، والنجوم الخافتة تزيدها كثافة الهواء خفوتًا عندما تكون قريبة من الأفق. وعندما تكون نجوم الدب الأكبر عالية في السماء في ليلة صافية، فلن يستطيع كل إنسان أن يرى بضعة نجوم داخل وعاء الدب الأكبر. ولما كان لا يوجد أكثر من 600 نجم بمثل هذا اللمعان أو أشد لمعانًا بالسماء في وقت واحد، فإننا لا نرى نجومًا كثيرة في أية كوكبة من الكوكبات. وأكبر عدد من النجوم يمكن أن يُرى في وقت واحد في أحسن الظروف الجوية لا يتجاوز 2000 نجم[5].

ويوضح الجدول التالي أكثر نجوم السماء لمعانًا.

(□) آن تري هوايت، مرجع سبق ذكره، ص 80.

obeikandl.com

جدول (3)

أكثر نجوم السماء لمعانا (*)

اسم النجم	الكوكبة	القدر الظاهري	البعد/ سـ ضوئية	النموذج الطيفي
الشعرى اليمانية	الكلب الأكبر	1.42	8.7	AO
الشمس	-	26.7	-	-
سهيل	الجؤجؤ	0.72	230	FO
الفا قنطورس	قنطورس	0.27	4.3	GO
السماك الرامح	العواء	0.06	38	KO
النسر الواقع	الشلياق	0.04	27	AO
العيوق	ممسك الأعنة	0.05	46	GO
الرحل	الجبار	0.14	500	BB
الشعرى العبور	الكلب الأصغر	0.38	11	F5
آخر النهر	النهر	0.51	73	B5
بيتا قنطورس	قنطورس	0.63	190	B1
النسر الطائر	العقاب	0.77	16	A5
منكب الجوزاء	الجبار	متغير	300	MO
الدبرات	الثور	0.86	64	K5
نعيم	الصليب الجنوبي	0.90	220	B1
السماك الأعزل	العذراء	0.91	190	B2
قلب العقرب	العقرب	0.92	230	MO
قلب الأسد	الأسد	1.36	78	B8

يتضح من الجدول السابق أن رقم القدر الأكبر يشير إلى النجم الأكثر خفوتاً من غيره، والعكس صحيح، كما أن النجوم التي هي في مجال الرؤية المباشرة من قبل العين لا يزيد رقمها الظاهري عن ستة. ونجم من القدر الظاهري الثاني لمعانه أكبر مرتين ونصف المرة من نجم من القدر الثالث، ونجم من القدر الأول أشد لمعاناً

(*) المصدر: مخلص الريس، علي موسى، مرجع سبق ذكره، ص ص 115 – 116.

بنحو 100 مرة من نجم من القدر السادس يصل منه إلينا من النور جزء من مائة جزء من النور الذي يصل إلينا من نجم من القدر الأول. ويصلنا من النجم الذي هو من القدر السابع جزء من مائة جزء من مقدار النور الذي يصل إلينا من نجم هو من القدر الثاني.. وهكذا.

كما يتضح من الجدول أن هناك خمس نجوم لها أقدار سلبية ظاهرة، في حين يبلغ عدد نجوم القدر الأول في السماء 12 نجمًا. أما عدد نجوم القدر الثاني فيبلغ 24 نجمًا، وعدد نجوم القدر الثالث 45 نجمًا. وهناك 445 نجمًا في القدر الرابع. وفي السماء نحو 6000 نجم من القدر الخامس فما دون. ونحو 50 مليون نجم من القدر السادس وما دون، ونحو 1000 مليون نجم من القدر 21 وما دون. والإنسان يستطيع أن يرى بالعين المجردة النجوم المتألقة حتى القدر السادس فقط[6].

ثانيًا: ميلاد وتطور النجوم:

أوضحت الاكتشافات الفلكية المتلاحقة أن النجم يولد من وسط طبقات هائلة من الغبار الكوني والغاز، والتي تظهر في شكل سحابة نجمية تأخذ شكلاً كرويًا، ونتيجة لقوة التجاذب بينها والضغط والحركة، تأخذ هذه السحابة في الانكماش تبدأ الحرارة في الارتفاع تدريجيًا بدءًا بالمركز، والحرارة الناتجة من هذه العملية تستهلك في تسخين الطبقات التالية، حول المركز، وتستمر هذه العملية حتى يتم تسخين معظم طبقات السحابة تقريبًا، إلى أن يكون هناك فائض في الحرارة عن حاجة التسخين بما يسمح لها بالانبعاث خارج السحابة. وعندما تكون مثل هذه السحابة في البداية يكون قطرها حوالي 15 ألف مليون كيلو مترا (ضعف حجم المجموعة الشمسية حاليًا) وهذا ما يقال له سحابة نجمية معتمة. وقد لاحظ الفلكيين العديد من هذه السحابات المعتمة داخل "مجرتنا" ويعتقد أنها "أنوية" لنجوم جديدة أو نجوم في طور التكوين.

وباستمرار عملية الانكماش وارتفاع درجات الحرارة تبدأ السحابة في الوميض

---

(6) المرجع السابق، ص ص 115 – 116.

نتيجة للانبعاث الحراري، ويبدأ لونها في الاحمرار قليلاً. وعندما تصل درجة حرارة المركز حوالي 10 مليون درجة، تبدأ فيها التفاعلات النووية فيتحول غاز الهيدروجين إلى غاز الهليوم. ويصحب ذلك انطلاق طاقة نووية كبيرة جدًا تعمل على رفع درجة الحرارة وتماسك السحابة، وانكماشها ولمعان سطحها، ويستمر هذا التفاعل إلى أن يحدث شيء من الاتزان بين الطاقة الناتجة من هذه التفاعلات ومن الضغوط الواقعة على هذه السحابة، وهذا يحتاج لفترة زمنية تقدر بملايين السنين. والاتزان هنا يكون في الحجم والحرارة واللمعان، ويعتبر هذا إيذانًا بميلاد نجم جديد. وتستغرق الفترة الزمنية لميلاد نجم في مثل حجم الشمس حوالي 500 مليون سنة، وتزيد هذه الفترة للنجوم الأكبر حجمًا من حجم الشمس، وتقل بالنسبة للنجوم الأصغر[7].

وغالبًا ما يستخدم منحنى هيرتزبرنج – راسل **(Hertzsprung – Russel)**[8] لدراسة الأنواع النجمية وتطورها. وهو منحنى بياني للمعان المطلق بدلالة الأصناف الطيفية أو اللون أو الحرارة. وتم وضع هذا المنحنى من قبل الفلكي الدانماركي **Einar Hertzprung** في عام 1905 والفلكي الأميركي **Henry Russel** في عام 1913. ويتم الحصول على المنحنى العياري للنجوم أو ما يسمى بمنحنى "هيرتزبرنج راسل" من خلال تمثيل النجوم على خط بياني. يمثل المحور الأفقي النمط الطيفي للنجم (أو درجة حرارة النجم من الأكثر حرارة إلى الأقل حرارة) أما المحور العمودي فهو يمثل سطوع النجم (أو القدر المطلق للنجم). لقد تم التوصل إلى هذا المنحنى حين فكر هذان الفلكيان بالصدفة بتمثيل النجوم على منحنى بياني حسب درجة حرارتها وسطوعها، وقد وجدا أن هناك علاقة واضحة بين درجة الحرارة وبين القدر المطلق. كلما ازدادت درجة حرارة النجم كلما ازداد القدر المطلق له، أو بعبارة أخرى: إذا كان لدينا نجم ساخن ونجم بارد ووضعنا كلا

---

(7) محمد فهيم محمود، محمد أحمد سليمان، مرجع سبق ذكره، ص ص 82 – 83.

(8) لمزيد من المعلومات عن منحني هيرتزبرج ـ راسل راجعل: **MC Guire, T., Earth science, Op.cit., PP. 264-265.**

النجمين على نفس المسافة منا فسنجد أن النجم الأسخن الأكثر سطوعًا من النجم الأبرد، أي أن القدر المطلق له أكبر، أي أن النجوم الساخنة هي إجمالاً أشد سطوعًا[9]. ومن خلال هذا المنحنى يمكن التعرف على نوع النجم إذا كان من النجوم اللامعة، أو الخافتة، أو العمالقة أو فوق العمالقة أو الأقزام البيضاء.

فعلى سبيل المثال، الشمس نجم من القدر الخامس[10]، ودرجة حرارة سطحه 6500 درجة مئوية وهي تتوسط منحنى هيرتزسبرنج – راسل تقريبًا. ويتوقف مكان وجود النجم على المنحنى العياري على كمية الغازات والأتربة التي كونت النجم، الأمر الذي يتوقف عليه درجة الحرارة واللمعان. فمثلاً سحابة نجمية ثقيلة جدًا تنتج نجومًا ساخنة جدًا، ومثل هذه النجوم توجد مواقعها في أعلى المنحنى العياري، أما السحابات النجمية الصغيرة فتنتج نجومًا حمراء خافتة.

ثالثًا: أبعاد النجوم:

النجوم نفسها شموس، أي كرات ملتهبة مثل الشمس التي نعرفها. ولكن النجوم جميعًا تبعد عنا بعدًا كبيرًا، بحيث لا نراها في شكلها المستدير، وحتى من خلال أعظم أنواع التلسكوبات، لا نرى النجوم إلا على شكل نقط من الضوء. وأقرب النجوم إلينا تبعد بعدًا هائلاً إلى درجة أن ضوءها الذي يقطع 300 ألف كيلومتر في الثانية – وهذه هي سرعته – يستغرق ما يزيد على أربع سنوات حتى يصل إلينا. وبعض النجوم أصغر بكثير من الشمس، وبعضها الآخر أكبر منها بكثير. بعضها ضوءه أضعف من ضوء الشمس، وبعضها ضوءه أشد من ضوء الشمس آلاف المرات. ولما كانت النجوم تقع على أبعاد مختلفة، فإن ضوءها كما يبدو لنا يختلف خفوتًا وسطوعًا تبعًا لاختلاف أبعادها. وقد يبدو نجم صغير قريب، أشد سطوعًا من نجم كبير بعيد في الفضاء. ولما كانت النجوم بعيدة بعدًا كبيرًا، فقد أعدت تلسكوبات كبيرة قوية لفحص ضوءها ودراسته، وبمساعدة المطياف (السبكتروسكوب) أمكننا

---

(9) محمد فراس الصفدي: مقدمة حول خصائص النجوم، مرجع سبق ذكره، ص ص 5 – 6.

(10) القدر: مقياس لدرجة لمعان النجم.

أن نعرف الآن شيئًا عن تركيبها وعن حركتها وحجمها، بل أمكن معرفة درجة حرارتها[11].

وتكتظ مجرتنا "درب التبانة" أكثر من 100 بليون نجم.

وتعد السنة الضوئية[12] من أكثر وحدات القياس المستخدمة في أبعاد النجوم وتعد الشمس هي أقرب نجم إلينا، وهي تبعد عنا بمسافة 149 مليون كيلومتر، وهذا ما يعادل نحو 8.3 سنة ضوئية. وأقرب نجم إلى الشمس هو ما يسمى "ألفا قنطوري" وهو يبعد عنا بنحو 4.3 سنة ضوئية. وهذا النجم ليس نجمًا واحدًا بل هو عبارة عن ثلاثة نجوم بلا كواكب تدور بدقة حول نفسها وحول بعضها.

وكتحديد تقريبي للنجوم القريبة من الشمس لو افترضنا دائرة وكانت الشمس في مركزها، فكلما اتسعت الدائرة كلما احتوت نجومًا أكثر مثال:

- دائرة نصف قطرها 17 سنة ضوئية والشمس في مركزها تضم حوالي 60 نجمًا.
- دائرة نصف قطرها 30 سنة ضوئية والشمس في مركزها تضم حوالي 170 نجمًا.
- دائرة نصف قطرها 65 سنة ضوئية والشمس في مركزها تضم حوالي 700 نجمًا.

رابعًا: سرعات النجوم:

أما عن سرعة النجوم، فيكفي أن نأخذ مثالها من سرعة نجوم مجرتنا، التي تتراوح بين 10، و 50 ألف ميل في الساعة (إذا زادت السرعة عن هذا القدر لأي نجم اعتبر نجمًا مارقًا)، ولا تعني هذه السرعة لنجوم المجرة احتمال تصادم نجم

---

[11]) فاطمة محجوب: عالمنا الذي نعيش فيه (مترجم)، كتاب الشعب رقم 21، مطابع الشعب، القاهرة 1958، ص 56.

[12]) السنة الضوئية: هي عبارة عن المسافة التي يقطعها الضوء في سنة أرضية كاملة.
السنة الضوئية = 300 ألف كيلومتر / الثانية.

obeikandi.com

بآخر. ذلك لأن متوسط المسافات بين النجوم، قدر بأنه مساوي في المتوسط 50 مليون ضعف لأطوال أقطارها. ويمكن تشبيه ذلك، بأن احتمال تصادم نجمين، يقل تمامًا احتمال تصادم زورقين صغيرين أخلي لهما المحيط الهادي بأكمله[13].

وتتراوح سرعات النجوم بين 16000 ألف كيلو متر و 6400 كيلو متر في الساعة. وتلحق شمسنا بكثير من النجوم المتحركة معنا في طريق واحد؛ لأنها تتحرك بسرعة 64000 كيلومتر في الساعة. ونحن لا نستطيع، ونحن نتحرك مع الشمس، أن نرى الطريق أمامنا إلى مسافة بعيدة. كذلك لا نستطيع أن نتبين الجانب الآخر من الطريق. وسبب ذلك وجود تراب يحجب الطريق. وبرغم ذلك فإننا نعرف الوجهة التي نتجه إليها. فنحن نتحرك في اتجاه كوكبة الدجاجة. ولكن لا تفزع عزيزي القارئ فلن يحدث تصادم، فالطريق فسيح للغاية، مما يسمح لنا بالمرور بأمان. وطرق المرور في السماء فسيحة للغاية، فالمسافات بين النجوم بوجه عام تعادل قطرها خمسين مليون ضعف. فالنجوم تكاد تكون تائهة في الفضاء.

خامسًا: أنواع النجوم:

تنتشر في السماء أشكالاً لا تعد ولا تحصى من النجوم. وغالبًا ما تظهر هذه الأشكال النجمية في شكل فردي مثل شمسنا والسماك الرامح، والنسر الواقع، وبعضها يظهر في أشكال متعددة سواء ثنائية أو ثلاثية أو رباعية ... إلخ. وهو النظام الغالب كما هو الحال في نجم الشعر اليمانية، وقلب العقرب ... إلخ. أما أكثر النجوم فتنتظم ضمن تجمعات قبلية يتراوح عددها بين عشرات النجوم وعدة ملايين من النجوم. وأهم أنواع النجوم هي[14]:

---

(13) شفيق عبد الرحمن، مرجع سبق ذكره، ص 87.

(14) راجع: ـ محمد فهيم محمود، محمد أحمد سليمان، مرجع سبق ذكره، ص ص 90 – 54.
ـ الموسوعة العلمية الميسرة، مرجع سبق ذكره، ص ص 158 – 159.
ـ مخلص الريس، علي موسى، مرجع سبق ذكره، ص ص 128 – 133.

1- النجوم المتغيرة *Variable Stars*:

من النجوم ما هو "ثابت" مثل الشمس، وما هو متغير – وهذه النجوم يتغير لمعانها من وقت لآخر، وبعضها يكرر هذا التغير بطريقة منتظمة، والبعض الآخر يصعب تحديد تغيره. وتنقسم النجوم المتغيرة إلى ثلاثة أنواع رئيسية: الكسوفية، والنابضة، والجانحة.

- **النجوم المتغيرة الكسوفية**: هي نوع من النجوم الثنائية. والنجم الثنائي هو في الواقع نجمان يدوران حول بعضهما البعض، ويبقيان ثابتين في مكانهما بفعل الجاذبية. ويتغير سطوع النجم الثنائي عندما يمر أحد النجمين وراء الآخر، كما يشاهد من الأرض.

وقد اكتشف من نجوم هذه الفئة في مجرتنا ما يزيد عن 3000 نجم، ويتغير اللمعان نتيجة للتغير المستمر في المساحة المضيئة لسطح النجم المواجه للراصد. وتختلف دورة التغير في لمعان النجوم الكسوفية من مجموعة إلى أخرى، فهناك الدورة التي تبلغ جزءًا من اليوم – كما هو الحال في مجموعة الدب الأكبر، وهناك الدورة التي تبلغ عدة آلاف من الأيام.

وتتمثل أهمية النجوم المتغيرة الكسوفية في إمكانية فهم بعض الخواص الهامة للنجوم، وخصوصًا في الحالات التي تعرف فيها المسافة التي تفصل بيننا وبين هذه النجوم وكذلك منحنى تغير السرعات القطرية **Radial Velocity** داخل المجموعة. وتُعين أقطار نجوم المجموعة بدلالة النسبة بينها وبين نصف القطر الكبير للمدار، ثم بعد ذلك يمكن إيجاد هذه الأقطار بالوحدات العادية الأرضية مثل الكيلومتر عن طريق زمني استمرار الكسوف.

- **النجوم المتغيرة النابضة**: هي أضخم من الشمس عادةً. يتغير حجمها ودرجة حرارتها، فتعطي ضوءًا أكثر عندما تكبر وضوءًا أقل عندما تصغر، وبعض النجوم المتغيرة ينكمش ويكبر في دورة منتظمة، إلا أن بعضها يكون أكثر شذوذًا. ومن أمثلة هذا النوع من النجوم نجم أعجوبة قَيْطس (ميرا) في كوكبة

قيطس وهو نجم متغير نابض ذو دورة منتظمة. إذ يتفاوت قدرة الظاهري بين 0.2، و9.6 بدورية منتظمة تبلغ مدتها 330 يومًا، ينخفض فيها لمعان النجم بمقدار 600 مرة. وهذا النجم من النجوم العملاقة الحمراء. ويصل عدد النجوم النابضة إلى حوالي 14000 نجمة.

- **النجوم المتغيرة الجانحة**: هي نجوم ثنائية يكون النجمان فيها قريبين جدًا أحدهما من الآخر. عندما يجذب أحدهما (قزم أبيض عادة) بعضًا من مادة الآخر (عملاق أحمر عادة) تحدث زيادة هائلة ومفاجئة في السطوع بينهما وحولهما نتيجة تفاعلات نووية عنيفة.

والنجم المستعر هو أحد أنواع النجوم المتغيرة الجانحة، يتوهج بصورة فجائية ثم يخبو إلى سطوعه الأصلي. وهو يستمر بذلك أشهرًا عدة أو حتى سنوات.

2- النجوم المفردة:

تعد أكثر أنواع النجوم انتشارًا، حيث تمثل 50 % من إجمالي النجوم في الكون، وهي ليست مرتبطة مع أي نجم آخر، وإنما مرتبطة مع النظام النجمي كله في التجمع النجمي الخاص، أو مع التجمع النجمي المجري العام. وتبدو هذه النجوم بأحجام مختلفة، وألوان متباينة، وأبعاد متفاوتة عنا.

3- النجوم المضاعفة والعنقودية:

تبدو الكثير من النجوم للعين المجردة وكأنها مفردة. فإذا ما رصدتها بالمنظار المزدوج أو بالتلسكوب، لتبين أنها ثنائية، أو ثلاثية، أو مزدوجة الازدواج (رباعية، أو سداسية) وكثيرًا ما تكون أقرب في شكلها إلى عنقود من العنب مكتز إلى آخره بحبات العنب.

والنجوم الثنائية هي نظام من نجمين يدور أحدهما حول الآخر في مدارات تشكلها جاذبيتها المتبادلة. ومن المعروف أن نحو 50 % من النجوم لها رفيق أو أكثر معها. وغالبًا ما تدور النجوم حول رفاقها على مسافة يبلغ من قربها أنها تبدو على أنها نجم واحد، بينما هي نجوم ثنائية أو ثلاثية. وهناك ثنائيات نجمية

أشد تلاصـــقًا. يمكـــــــن رؤيـــة حركتها من سنة إلى أخرى، فنجم رأس التوأم المقدم (**Castor**) ثنائي، ذو انفصال يبلغ معدله 70 وحدة فلكية، ويتحرك النجم الخافت حول النجم الأصلي في مدة 380 سنة. وبعض الثنائيات المرئية لها فترة قريبة من فترة دوران الأرض، فالثنائي (390 الذئب) يدور نجماه حول مركز مشترك في سنة واحدة وثمانية شهور، ويبعد أحد نجميه عن الآخر نحو وحدة فلكية واحدة. وهناك عدد كبير من النجوم، يتكون كل واحد منها من عدة نجوم (ثلاثة أو أربعة أو أكثر). ونجما العناق والسهي – في كوكبة الدب الأكبر – مثال على ذلك. فعلى الرغم من أن السهى رفيق العنان يشكلان ثنائيًا نجميًا، إلا أن كل نجم منهما يشـــكل بحد ذاته ثنائيًا نجميًا، بحيث تكون أمام أربعة نجوم. ونج أوبسليون الشلياق (**V lyrae**) مزدوج الازدواج (رباعي). فالنجمان المرئيان بالعين المجردة، يحللهما التلسكوب إلى زوجين. ومكونًا كل زوج يدور أحدهما حول الآخر دورانًا مستقلاً كالثنـــائيات المـــرئية العادية، ويدور أحد الزوجين ببطء حول الآخر. ورأس التوأم المقدم (**Castor**) فيه ستة توائم أي ستة نجوم. وكثيرًا ما تظهر بعض النجوم في شكل عنقودي بحيث لا يصبح الأمر هنا كنجمًا ثلاثيًا أو رباعيًا.. إلخ فقط بل أن عدد النجوم الموجودة في كل نجم عنقودي تتراوح بين مئات النجوم، ومئات الآلاف من النجوم. مثال ذلك النجم العنقودي المسمى "هرقل" وجد فيه حوالي 100.000 نجم تطوف جميعها حول بعضها بدقة رهيبة مذهلة لا نملك حيالها إلا السجود للخالق العظيم.

وقد لوحظ أن المسافات بين النجوم في ذلك النجم العنقودي الجبار "هرقل" تقترب جدًا بعضها من بعض إلى أن تصل إلى بضع عشرات الآلاف من الأميال، ورغم تلك المسافة الضئيلة إلا أن النجوم تطوف حول بعضها بدقة رهيبة مذهلة، ولا يمكن لأي عقل بشري أن يدرك بل أن يتخيل فقط 100 ألف نجم كل نجم له مداره، وجاذبيته ومجالاته، وكل نجم من تلك النجوم يطوف في مداره المتداخل مع مدارات بقية النجوم، وقد يقترب إلى الحد الذي يظن فيه الإنسان أنه متصادم لا محالة مع النجوم الأخرى، ولكن قدرة الخلاق العظيم تحول دون ذلك، فكل نجم في تلك النجوم العنقودية له مداره بلا خلل أو كلل. وسبحان الخالق العظيم، وسبحان العقل الأعظم المسيطر[15].

---

(15) محمد خليل الزهار، مرجع سبق ذكره، ص ص 190 – 192.

إن النجوم العنقودية بما تحوي من آلاف من النجوم تعتبر مجرة صغيرة داخلة ضمن درب التبانة الرهيبة. إن هذه النجوم العنقودية إن دلت على شيء فإنما تدل على عظمة طاغية وجبروت وعقل أعظم مسيطر ومهيمن وحقاً قلت وقولك الحق يا حق: M ۞ قَدَرُوا۟ ٱللَّهَ حَقَّ قَدْرِهِۦ وَٱلْأَرْضُ جَمِيعًا قَبْضَتُهُۥ يَوْمَ ٱلْقِيَٰمَةِ وَٱلسَّمَٰوَٰتُ مَطْوِيَّٰتٌۢ بِيَمِينِهِۦ ۚ سُبْحَٰنَهُۥ وَتَعَٰلَىٰ عَمَّا يُشْرِكُونَ L (الزمر، الآية 67).

ومن أهم النجوم العنقودية في مجرتنا درب التبانة:

* النجم هيادس، وهو مكون من مئات النجوم ويبعد عنا 130 سنة ضوئية.
* النجم كوما، وهو مكون من مئات النجوم ويبعد عنا 260 سنة ضوئية.
* النجم براسيب، وهو مكون من مئات النجوم ويبعد عنا 515 سنة ضوئية.
* النجم 678، وهو مكون من آلاف النجوم ويبعد عنا 2710 سنة ضوئية.
* النجم دبل، وهو مكون من آلاف النجوم ويبعد عنا 7340 سنة ضوئية.

وهناك عشرات الآلاف من النجوم العنقودية منتشرة في مجرتنا درب التبانة، ويحتوي كل نجم عنقودي على آلاف النجوم المذهلة بتداخلاتها وتداخلات مداراتها بلا أدنى خلل. بل أن هناك نجمًا ضخمًا يوجد من ضمن نجوم النجم العنقودي المسمى "الثريا" هذا النجم الضخم يسمى النجم بليون، وهو كالشمس في حجمه، ولكنه يدور حول نفسه بسرعة مذهلة تبلغ 200 ميل في الثانية الواحدة، ويطوف أيضًا داخل نجمه العنقودي بسرعة رهيبة، ورغم ذلك بدقة تامة ليس لها أي تحليل، ووقف العلم أمامها مبهورًا.

إن مجرتنا تحوي من مظاهر الخلق، ومن أشكال النجوم ما يجعل الأرض وما عليها تعادل في ملك الله جناح بعوضة إن لم يكن أقل وتبارك الخلاق العظيم.

سادسًا: حركة النجوم:

يتغير موضع النجوم في السماء قليلاً عبر عدة أعوام. وعلى الرغم من ذلك فإن النجوم تبدو متحركة على صفحة السماء كل ليلة. وهذه الحركة الظاهرية راجعة لدوران الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق. لكننا لا نحس بتلك الحركة

فإن النجوم تظهر لنا فوق رؤوسنا من الشرق إلى الغرب. والنجم الشمالي[16] فقط هو الذي لا يظهر دورانه نظرًا لوجوده تقريبًا فوق القطب الشمالي. وقد استعين بالنجم الشمالي مرشدًا للبحارة منذ العصور القديمة. ويتغير منظر السماء أيضًا من ليلة إلى أخرى بسبب الحركة السنوية للأرض ودورانها حول الشمس. فالشمس تحجب دائمًا جزءًا من السماء، أي أن بعض النجوم لا يمكن رؤيته لوجوده في السماء أثناء النهار. لكن بدوران الأرض حول الشمس يتغير الجزء المشاهد من السماء بالتدريج أثناء الليل. وتكمل الأرض دورتها حول الشمس كل 365 يومًا، ولذلك فإن النجوم تشرق وتغرب كل $\frac{1}{365}$ جزءًا من كل 24 ساعة، أي حوالي 4 دقائق مبكرًا كل ليلة. ويستمر تبكير النجوم في غروبها خلال العام حتى تختفي في ضوء الشفق. وفي الوقت نفسه يستمر تبكير نجوم أخرى في الشروق، وتصبح بذلك جزءًا من سماء الليل[17]. وغالبًا ما تتخذ النجوم أحد الحركات التالية[18]:

1- **الحركة القطرية Radial Motion**: وهي حركة النجم باتجاه الشمس أو بعكس اتجاه الشمس، أي أن النجم إما أن يقترب من الشمس أو أن يبتعد عنها، وهي المركبة العمودية على الكرة السماوية بالنسبة للراصد على سطح الأرض. يمكن تحديد هذه الحركة من خلال دراسة طيف النجم.

2- **الحركة الظاهرية Proper Motion**: وهي حركة النجم كما تبدو لنا على خلفية النجوم، أي أن النجم يمكن أن يتحرك بأي اتجاه على سطح الكرة السماوية، وهي المركبة التي تنطبق على الكرة السماوية بالنسبة للأرض على سطح الأرض.

3- **الحركة الحقيقية Actual Motion**: هي الحركة الواقعية للنجم في الفراغ ثلاثي الأبعاد، والتي تنتج عن دمج الحركتين السابقتين.

---

(16) يطلق عليه أيضًا نجم الشمال.

(17) راجع:

- http://www.mawsoah.net
- http://www.alargam.net

(18) محمد فراس الصفدي، مقدمة حول خصائص النجوم، مرجع سبق ذكره، ص 2.

obeikandl.com

سابعًا: موت النجوم:

تمر النجوم في مراحل من الحياة تستغرق مليارات من السنين. ويعجز الإنسان في أثناء فترة حياته القصيرة نسبيًا عن متابعة مراحل حياة نجم واحد، ولكنه يمكنه متابعة التطور النجمي عن طريق دراسة الكم الهائل من النجوم التي تحيط بنا والتي تمر بأطوار حياة مختلفة.

وتولد النجوم في سدم من الغبار والغاز الموجودة بين النجوم، عبر سلسلة من العمليات المعقدة نوعًا ما، وتكون في أول مراحلها النجوم الأولية (الأجنة)، أو ما يعرف باسم ما قبل التتابع الرئيسي. وعندما تصبح درجة الحرارة والضغط كافيان في بطن النجم، يبدأ النجم بدمج أنوية الهيدروجين نوويًا محولاً إياها إلى أنوية هيليوم، وفرق الكتلة حسب قانون أينشتين[19] يتحول إلى طاقة. وتنطلق من جراء ذلك طاقة حرارية هائلة، ليدخل النجم مرحلة التتابع الرئيسي التي يقضي فيها النجم معظم سنين حياته من عطاء الطاقة المتدفق المتزن ويكون في هذه المرحلة في مرحلة الشباب.[20]

وعند انتهاء المخزون الهائل من الوقود النووي – وهو الهيدروجين – في قلب النجم (باطنه) تبدأ سلسلة من العمليات التي تعتمد على كتلة النجم الوليد، أصلاً ليدخل النجم في أحد أشكال الموت الثلاثة اعتمادًا على كتلته الابتدائية. ويتضح ذلك من الجدول التالي:

---

[19] اسمه ألبرت أينشتين: هو عالم الفيزياء الألماني الشهير صاحب نظرية النسبية. ولد في 14 مارس عام 1879 في مدينة أولم بألمانيا، وكان والده صاحب مصنع كيميائي، وأمه ربة منزل محبة للفن والموسيقى. ولم يكن يبدو على الولد أية علامات ذكاء أو فطنة، بل كان ثقيل الدم والفكر، بطيء الكلام، ضعيف البنية محب للعزلة والانطواء. وكان مشاكسًا لأساتذته في المدرسة ومشجع لزملائه على احتقار النظام المدرسي والروح المدرسية مما سبب له طردًا من المدرسة إلى غير رجعة. وقد اهتم اهتمامًا شديدًا بالعلوم الطبيعية منذ أن كان عمره 12 عامًا.

[20] سناء مصطفى عبده: علم الفلك للمبتدئين، بعض الأخطاء الشائعة، الجمعية الفلكية الأردنية، د.ت، ص ص 21 – 23.

جدول (4)

تتابع موت النجوم

كتلة النجم الأولية	نوع النجم المتولد	نهاية مرحلة التتابع الرئيسي	بداية الموت	كتلة قلب النجم المتبقية	الشكل الذي يموت عليه
0.8 – 5 مرات من كتلة الشمس	نجم تتابع رئيسي متوسط	عملاق أحمر	سديم كوكبي	أقل من 1.44 من كتلة الشمس	قزم أبيض
10 –20 مرة من كتلة الشمس	نجم تتابع رئيسي أزرق كبير الحجم	فوق العملاق الأحمر	فوق المستعر	1.44 – 3مرات من كتلة الشمس	نجم نيوتروني
				أقل 3 مرات من كتلة الشمس	ثقب أسود

من خلال الجدول السابق يتضح أن موت النجوم يتأخذ أحد الأشكال الثلاثة التالية والتي يطلق عليها حد شاندرا سيكار **Chandrasekhar Unit**[21].

1- **الأقزام البيضاء White Dwarfs**: أطلقت تسمية الأقزام البيضاء على هذه المجموعة نظرًا لأنها ذات درجة حرارة مرتفعة جدًا فتظهر بلون أبيض، ولكنها أيضًا صغيرة للغاية (أقزام)، ولذلك فإن سطوعها منخفض جدًا. ويمر النجم بهذا الشكل في حال كانت كتلة قلب النجم عند نهاية حياته أقل من مرة ونصف من كتلة الشمس تقريبًا (1.4) وينتمي لهذا النوع نجم رفيق الشعري الخفي، وهي قدر حجم الأرض 30 مرة، لكنه يحوي من المادة قدر مادة الأرض 300 ألف مرة.

2- **النجم النيتروني Neutron Stars**: يتكون عندما ينفذ وقود نجم كبير تزيد كتلته

---

[21] حد شاندرا سيكار **Chandrasekhar Unit**: هذا الحد يعادل 1.4 من كتلة الشمس. فإذا بلغت كتلة نواة النجم عند انهياره أقل من 1.4 من كتلة الشمس، فإنه سينتهي في مرحلة الانحلال الإلكتروني، وسيموت كقزم أبيض. وإذا كانت هذه الكتلة تتراوح بين 1.4، 3 من كتلة الشمس، فإنه سينتهي في حالة الانحلال النيوتروني، وسيموت بحالة نجم نيتروني. أما إذا زادت هذه الكتلة على 3 كتل شمسية فإن النجم سيستمر بالانكماش حتى يصبح ثقبًا أسودًا.

على كتلـــة الشمـــس فيما يتراوح بين مرة ونصف من كتلة شمسنا إلى ثلاثة أضعاف منها (1.4 – 3)، فينهار وينكمش بتأثير قوى الجاذبية داخله. وهذه القوى على درجة هائلة من الشدة بحيث تحشد الجسيمات الذرية وتنضغط إلى كرة لا يزيد قطرها على عشرة كيلومترات بعد أن كانت نجمًا يفوق الشمس في الحجم، وبالتالي تزيد الكثافة إلى قيم لا يصدقها عقل.

3- **الثقوب السوداء Black Hole**: هو الشكل الثالث والأخير من أشكال موت النجوم. ويحدث الثقب الأسود نتيجة انهيار نجم كبير تزيد كتلته على ما يفوق ثلاثة أضعاف كتلة الشمس. فإذا انهار هذا النجم، وانضغط تحت تأثير قوى جاذبيته، فلا شيء يستطيع وقف هذا الانهيار والانضغاط. وبناء على ذلك فإن شمسنا سوف تموت بعد حوالي خمسة مليارات سنة ستنتهي بشكل قزم أبيض، والله تعالى أعلم.

ثامنًا: بروج السماء:

البروج تكوينات نجمية جميلة نراها كل يوم في السماء في أماكن وأوضاع شتى، ليس من الضروري أن يربطها أي علاقة فيزيائية، أي أن أغلب هذه النجوم لا تكون في العادة متقاربة بل ولا تضع في مجموعة نجمية واحدة، فبعض نجوم البرج الواحد قد تكون قريبة نسبيًا. كل ما نعرفه عن نجوم البرج الواحد أنها تبدو من الأرض في نفس الاتجاه.

ويطلق تعبير "البروج" على الكوكبات التي تمر بها الشمس أثناء مسارها الظاهري في السماء على مدار السنة أو بمعنى آخر هي الدائرة التي تصنعها الشمس في حركتها الظاهرية حول الأرض على الكرة السماوية عكس عقارب الساعة على مدار سنة كاملة. وتميل هذه الدائرة بزاوية مقدارها 23.5° عن دائرة امتداد السماء. والسبب في ميل دائرة البروج (23.5°) عن دائرة الاستواء السماوي هو أن محور دوران الأرض حول نفسها مائل بمقدار (23.5°) عن العمود المقام على المستوى دوران الأرض حول الشمس، ويطلق على هذا المسار اسم دائرة البروج، بسبب مروره بكل هذه الكوكبات.

وتوصف دائرة البروج بتعبير آخر بأنها هي تقاطع مستوى فلك الأرض حول الشمس مع الكرة السماوية. ويطلق تعبير "منطقة البروج" على كل المنطقة الواقعة على طول هذه الدائرة[22]. ويمثل فلك البروج دائرة ملائمة تمامًا لتحديد مواقع هذه الأجرام السماوية، وهكذا برز نظام الإحداثيات البروجية. وتسمى النقطتان الواقعتان على الكرة السماوية اللتات تقعان إلى الشمال والجنوب من فلك البروج وتبعدان عنه بزاوية قدرها 90 درجة قطبي فلك البروج، وقد اشتهر بين الناس أن عدد هذه البروج التي تمكث فيها الشمس هو اثنتا عشرة برجًا. وهي البروج التي تطالعنا بها الصحف والمتعارف عليها بين المنجمين. واعتبروا أن الشمس تمكث في كل برج منها ثلاثون يومًا تقريبًا لأنه تم الاصطلاح على أن طول البرج الواحد هو 30 درجة، وذلك بقسمة محيط الكرة السماوية 360 درجة على عدد البروج 12 برجًا.

ولكن في الحقيقة لا تمكث الشمس ثلاثين يومًا في كل برج. فعلى سبيل المثال تمكث الشمس 44 يومًا في برج العذراء، و7 أيام فقط في برج العقرب. والسبب في ذلك هو أن طول البرج الواحد لا يحتل بالضرورة 30 درجة على دائرة البروج طبقًا لتقسيم الاتحاد الفلكي الدولي (**IAU**)، كما أن سرعة دوران الأرض حول الشمس متغيرة ولأن مدارها إهليلجي، وبالتالي فإنها لا تقطع المسافة الزاوية للبروج المختلفة في نفس الزمن.

ودائرة البروج تمر خلال ثلاث عشرة مجموعة نجمية، وليس اثنا عشرة مجموعة كما عرف. حيث تمر الشمس في الجزء الجنوبي الأسفل من مجموعة الحواء الواقعة بين مجموعتي القوس (الرامي) والعقرب. إلا أن المنجمين أغفلوا

---

(22) عبد العزيز طريح شرف، الجغرافيا الطبيعية، مرجع سبق ذكره، ص ص 8 – 10.

obeikandi.com

هذه الحقيقة، ولم يعدو مجموعة الحواء ضمن البروج. وعليه فإن تقسيمات البروج الحقيقية تختلف عن البروج التي افترضها المنجمون[23].

وتوضح الأشكال التالية البروج في فصول السنة المختلفة.

obeikandl.com

[23] سناء مصطفى عبده، مرجع سبق ذكره، ص ص 16 – 17.

obeikandl.com

obeikandl.com

obeikandl.com

ويوضح الجدول التالي تقسيم البروج الحقيقية.

جدول(5)

تقسيم البروج الحقيقية الثلاثة عشر والذي وضع عام 1968 (*)

الرقم	البرج	تاريخ دخول الشمس في البرج	تاريخ خروج الشمس من البرج	عدد الأيام التي تمثلها الشمس في البرج
1	الحوت	3/11	4/18	38
2	الحمل	4/18	5/13	25
3	الثور	5/13	6/21	35
4	الجوزاء	6/21	7/20	29
5	السرطان	7/20	8/10	21
6	الأسد	8/10	9/16	37
7	العذراء	9/16	10/30	44
8	الميزان	10/30	11/22	23
9	العقرب	11/22	11/29	7
10	الحواء (**)	11/29	12/17	18
11	القوس	12/17	1/20	34
12	الجدي	1/20	2/16	27
13	الدلو	2/16	3/11	24

(*) المصدر، المرجع السابق، ص 18.

(**) يتجاهل المنجمين هذا البرج.

obeikandl.com