كيف بدأ كل هذا

على الرغم من أن الكون أكبر كثيرا مما يمكن للعقل أن يدركه، إلا أنه أساسا يتكون من نجوم لا تحصى، تمر خلال دورة حياتها، فتولد، وتحيا، وتموت. تتجمع هذه النجوم فى مجموعات هائلة تسمى المجرات، وتتجمع هذه فى حشود مجرات جبارة. الكون، وإن كان حاليا هائل الحجم، إلا أنه كان ذات مرة مضغوطا فى نقطة ضئيلة ليس لها أساسا أى حجم فيزيقى، ولكنها لها ضغط وكثافة لا نهائيان، فجأة يقع حدث لا يمكن تخيله يسمى الانفجار الكبير، أخذ الكون بعده يتخذ شكله كسحابة شاسعة من غازى الهيدروجين والهيليوم، تتمدد بسرعات هائلة وتبرد لتهبط درجة حرارتها بعد أن كانت ساخنة سخونة مستحيلة أكثر من سخونة الشمس. يعتقد بعض علماء الفلك أنه فى أقل من بليون سنة تكونت أول النجوم والمجرات من هذه المواد. عندما وصلت هذه النجوم إلى نهاية حياتها انفجرت وماتت ونفثت فى الفضاء أول عناصر ذرية أثقل من الليثيوم، وهى العناصر التى يصنع منها الكواكب والبشر. مازالت تفاصيل طريقة حدوث ذلك موضع خلاف كثير.

obeikandl.com

الانفجار الكبير

أكبر سؤال يمكن أن يسأله أى فرد فى علم الفلك هو: من أين أتى الكون؟ يبدو أن الإجابة هى أنه لم يأت من أى مكان. هناك قدر ساحق من الأدلة التى تبين لنا أن الكون يتمدد ويغدو أكبر حجما فى كل ثانية. وبالتالى، لو أرجعنا الساعة وراء فإن هذا يطرح أن الكون عند زمن بعيد كان كله يشغل نقطة واحدة، تعرف باسم المفردة، ما لبثت بعدها أن تمددت بطريقة ما تمددا هائلا لينتج عنها الكون الذى نعرفه حاليا. إذا كانت نظرية الانفجار الكبير هذه صحيحة والكون قد انبثق حقا فجأة، وإذا كان علماء الفلك قد قاسوا بدقة سرعة تمدد الكون، يكون الأمر كله قد بدأ منذ ما يقرب من ١٢ – ١٥ بليونا من الأعوام.

صوت معارض: سير فريد هويل (١٩١٥ – ٢٠٠١) عالم بريطانى هو الذى سك مصطلح الانفجار الكبير فى أربعينيات القرن العشرين واصفا به هذه النظرية عن مولد الكون. استخدم هويل التعبير فى الواقع كاستهزاء عنيف ساخر بالنظرية – ذلك أنه بقى معارضا بقوة لهذه الفكرة حتى مماته. ومع ذلك فقد أدهشه كثيرا أنه حدث بما يثير السخرية إلى حد ما أن هذا المصطلح سرعان ما التصق بالنظرية. لا توجد أى نظرية أخرى عن أصل الكون نجحت أى نجاح يماثل نجاح نظرية الانفجار الكبير. تدعمت النظرية بقوة نتيجة ما رصد من تمدد الكون، وما وجد من إشعاع كونى فى خلفية الكون ، وأيضا طريقة توزيع هذا الإشعاع عبر الفضاء، وكل هذا يدعم فكرة أن الكون نشأ عن نقطة واحدة منذ ١٢ إلى ١٥ بليونا من الأعوام.

إدوين هابل (١٨٨٩ – ١٩٥٣) عالم فلك أمريكى هو أول من أثبت أن المجرات هى بالفعل جزر هائلة من النجوم، وكان من المعتقد قبل هذا الوقت أنها مجرد أنواع من سدم. على أن أهم اكتشاف لهابل هو أنه رصد تحرك المجرات مبتعدة إحداها عن الأخرى – وأن الكون إذن يتمدد. سمى التليسكوب الفضائى هابل على اسم هذا العالم. جدير بالذكر هنا أن هابل قد ساعده فى أرصاده مساعدة أساسية العالم ملتون هوماسون، على الرغم من أن هاماسون بدأ حياته كسائس بغال كان يحمّلها فوق جبل بالمعدات اللازمة لتركيب أكبر تليسكوب في عشرينيات القرن العشرين، ثم عمل حارسا لمرصد هذا التليسكوب، وساعد علماءه فى أرصادهم حتى أصبح أهم واحد من اثنين يستخدمان هذا التليسكوب فى الرصد، وسبحان من جعل سائس البغال يتفوق بدون مؤهلات على علماء بالدكتوراه.

هناك صورة ص ٢٣ لإشعاع خلفية الكون تبين «الآثار المتخلفة» عن الانفجار الكبير، وهذا الإشعاع هو ما تبقى متخلفا منذ ما يمكن أن يكون ١٣ بليونا من السنين، وهو مسئول جزئيا عن «الثلج» الذى يمكننا رؤيته فوق شاشة جهاز تليفزيون لم يضبط إرساله.

كرة نار الخليقة:

الانفجار الكبير هو كرة نار الخليقة التى كونت المواد الأساسية للكون، وكانت بداية الزمان نفسه. البذرة التى انبثق منها الكون كانت صغيرة وكثيفة وساخنة إلى حد لا يمكن تصوره، كل ما نراه الآن من مادة كان مضغوطا فى حجم حيزه أصغر كثيرا من جسيم تحت ذرى. ربما يستحضر هذا للذهن صورة نقطة ضئيلة ساخنة كثيفة تعوم فى خواء كونى وهى تترقب أن تنفجر. إلا أنه لم يكن هناك أى خواء. فالخواص الأساسية للكون – أى المكان والزمان، المادة – كانت مقيدة داخل مفردة، وبالتالى لا يمكن أن يكون هناك أى «خارج». كما أننا أيضا لا يمكننا القول بأن البذرة الكونية انفجرت لينتج عنها الانفجار الكبير – وذلك مرة أخرى لأنه لم يكن هناك وجود لفراغ له أبعاد لتنفجر فيه هذه البذرة. وبالمثل فإن فكرة وجود «ماقبل» الانفجار الكبير تتحدى حدود المنطق؛ لأن الانفجار الكبير خلق الزمان نفسه كل ما يمكننا قوله أنه كان هناك أولا بذرة كونية حدث، فجأة لأسباب قد لا نفهمها أبدا، أن أخذت تتمدد إلى كرة نيران الخليقة. وكما يقول الكاتب البريطانى دوجلاس آدمز (١٩٥٢ – ٢٠٠١) فى كتابه «يدليل الراكب المتطفل إلى المجرة»: وفى البدء تم خلق الكون. أدى هذا إلى غضب أناس كثيرين غضباً شديداً واعتبر الكثيرون أن هذا الحدث سيء.

التضخم (*) Inflation :

ما حدث فى أول اللحظات الأولى هو أن كرة النيران واصلت تمددها ببطء شديد، ولكن هذا التمدد مالبث أن تزايد فى سرعته، لو أن هذا المعدل للتمدد لم يواصل تزايده لعاد الكون إلى التقلص على نفسه ثانية خلال جزء من الثانية، ولاختفى معه الزمان والمكان. إلا أن الكون لم يتقلص لأنه كريه تغير مذهل فى سرعة تمدده – فمرت به فترة يسميها علماء الفلك التضخم. مع تمدد كرة النار الدقيقة فإنها أيضا بردت بسرعة بالطريقة نفسها التى تبرد بها الغازات عندما يزيد حجمها . عندما يقرب من ١٠-٣٥ ثانية بعد الانفجار الكبير (أى علامة نقطة عشرية يتبعها ٣٤ صفرا ثم واحد)، عندما كان الكون مازال أصغر كثيراً من جسيم تحت ذرى، وصلت الحرارة إلى درجة حاسمة من ١٠٢٨ درجة. نتج عن هذا انطلاق قدر هائل من الطاقة أدى إلى انتفاخ الكون بعامل من ١٠٢٠ إلى ١٠٣٠

(*) الترجمة الأصلية لكلمة Inflation هى الانتفاخ، وتستخدم الكلمة الإنجليزية مجازا لوصف التضخم المالى؛ وكثيرا ما يقارن علماء الفلك بين عوامل الزيادة السريعة لحجم الكون هى والتضخم المالى، ولهذا فضلنا استخدم كلمة التضخم. (المترجم)

وذلك فيما يقرب من ١٠-٣٢ ثانية. استمر هذا الحدث الوجيز لما يقرب من واحد من الترليون(*) من الثانية وأثناء ذلك تنامى الكون إلى حجم يقرب من شمامة ناضجة يساوى هذا زيادة حجم الذرة الواحدة لتصل إلى ملايين الأمثال لقطر المنظومة الشمسية فى وقت يستغرقه شعاع الضوء ليجتاز مسافة من واحد على البليون من عرض جسيم تحت ذرى واحد.

المادة من الطاقة:

بعد توقف التضخم، استمر الكون يتمدد،ولكن ذلك بسرعة أقل بما له قدره. أصبح الكون فى هذا الوقت مرجل يغلى ويزيد، وتتحول فيه الطاقة إلى مادة وتتحول المادة بدورها إلى طاقة. تغيرت بعض طاقة. الإشعاع (الفوتونات) إلى مادة فى شكل أزواج من الجسيمات تحت الذرية ومضاداتها. ما إن تظهر هذه الأزواج التقديرية(**) من الجسيم – مضاد الجسيم – حتى تلتقى معا ويبيد أحدها الآخر لتعود وتتغير إلى إشعاع. على أن هذه الجسيمات لا تباد كلها. كنتيجة لبعض ما يحدث من عدم توازنات طفيفة فى الكون المبكر جداً، يكون هناك عدد من الجسيمات أكثر إلى حد طفيف جدا من عدد الجسميات المضادة – فيكون هناك ما يقرب من الواحد والبليون من الجسيمات لكل بليون من الجسيمات المضادة – ولهذا نتائجه الهائلة فيما بعد.

حيوات قصيرة:

فى أبكر أطوار الكون يحدث طول الوقت خلق للجسيمات ومضادات الجسيمات. يحدث مع تفجير للطاقة خلق جسيم ومعه الجسيم المضاد. يظل الاثنان موجودين للحظة وجيزة من الزمن ثم يلتقيان ثانية ويبيد أحدهما الآخر مع تفجر آخر للطاقة.

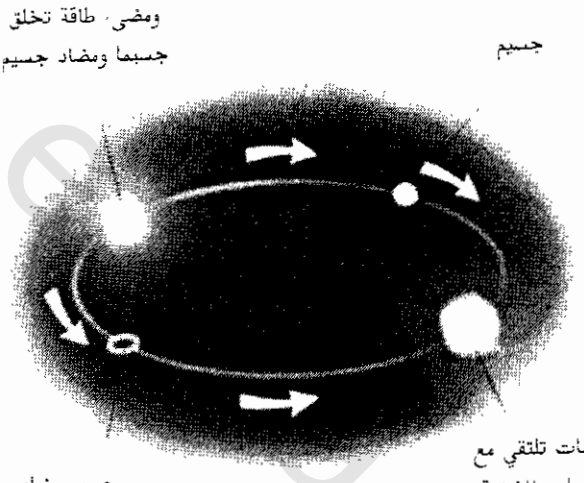
المادة المضادة:

لا يوجد أى شىء غريب بشأن المادة المضادة فيما عدا أنها شىء نادر. كل فئة من الجسيمات تحت الذرية لها نظيرها من الجسيم المضاد هو عكسها بمثل صورة المرآة. الإلكترون السالب الشحنة – يصاحبه جسيم مضاد له شحنة مضادة مساوية –

(*) الترليون يساوى مليون المليون، وذكرنا هذا للتذكرة لأن هناك أحيانا من يخطئ فى الأرقام حتى بين أساتذة الفيزياء المحترمين المحترفين .. وجل من لا يسهو. (المترجم)

(**) الجسيم التقديرى Virtual فى ميكانيكا الكم: جسيم لا يمكن الكشف عنه مباشرة، ولكن وجوده له بالفعل تأثيرات قابلة للقياس. (المترجم)

ويسمى البوزيترون. بل وحتى الجسيمات المتعادلة كهربائيا لها ما يقابلها من جسيمات مضادة، تكون فيها الخصائص الأساسية الأخرى معكوسة. وجدت الجسيمات والجسيمات المضادة بمقادير متساوية تقريبا فى الكون المبكر، ولكنها عند تلامسها يدمر أحدها الآخر، ولهذا باد معظمها فى التو تقريبا يتبقى بعدها فائض طفيف من المادة وهى التى تشكل الآن الكون من حولنا .



أول الجسيمات المستقرة:

تنامى الكون لحجم أكبر، وبهذا غدا أكثر برودة وغدت فوتوناته أقل نشاط. الجسيمات التى تظهر للوجود لزمن وجيز يكون لها كتلة أقل وبالتالى طاقة أقل. وأخيرا تصل الأمور إلى نقطة تكون الطاقة عندها فى الكون أقل من أن تكفى لصنع أى جسيمات جديدة. أزواج الجسيمات – الجسيمات المضادة التى توجد عند هذه النقطة تتحول للمرة الأخيرة إلى طاقة مرة أخرى ليصبح الكون مكانا أهدأ كثيرا. إلا أنه كما سبق القول لا تختفى المادة كلها. سيبقى متخلفا تلك الجسيمات الواحدة فى البليون التى ليس لها مكافئ من المادة المضادة ليبيد كل منها الآخر. تغدو هذه البواقى أول جسيمات مستقرة من الجسيمات تحت الذرية التى مازالت موجودة حتى الآن كلبنات البناء التى تصغ الذرات: جسيمات البروتونات والنيوترونات، والإلكترونات. لو لم تحدث عدم التوازنات المبكرة فى كرة نار الخليقة والتى دعمت وجود الجسيمات أكثر من مضاداتها – لو لم يحدث ذلك لما وجدت هذه اللبنات ولما احتوى الكون على مجراته، ونجومه، وكواكبه، وبشره.

أول نوى الذرة:

عندما أصبح عمر الكون ثلاث دقائق تقريبا، كانت الجسيمات الباقية فى الكون تصنع غازا ساخنا بدرجة لا تصدق. تتصادم فى هذا الغاز البروتونات، والنيوترونات، وغيرها من الجسيمات تصادما مستمرا ليتواثب احدها بعيداً عن الآخر، وذلك لأن الحرارة تزود هذه الجسيمات بطاقة للحركة بسرعات هائلة. مع تكتكة الساعة متجاوزة الدقائق الثلاث، تكون الحرارة قد بردت لما يقرب من درجة حرارة تزيد عن ١ بليون درجة مئوية (١,٨ بليون درجة ف) وعندها فإن بعض النيوترونات تتصادم برفق نسبيا وتتمكن من أن تلتصق معا لتشكل مجموعات عنقودية تترابط بإحكام وتصنع معا قلوب الذرات – نوى الذرات.

معظم نوى الذرات البسيطة تتكون من توليفات من البروتونات والنيوترونات. نواة الهليوم مثلا تتكوّن من بروتونين اثنين ونيوترونين اثنين. على أن نواة الهيدروجين تتكون من بروتون واحد ومن غير نيوترونات. هذان هما أكثر العناصر أساسية؛ العنصر البسيط الثالث هو الليثيوم. النوى الثلاث – للهيدروجين، والهيليوم، والليثيوم – هى أول نوى تكونت. ظهر أيضا للوجود عناصر أخرى قليلة. عندما كان الكون ساخنا كان يحوى طاقة تكفى لأن ينتج عن فوتونات إشعاع الخلفية جسيمات عديدة يمكنها أن تلتصق معا لتصنع الهيليوم والليثيوم. أما عندما هبطت الحرارة، فقد انخفض الإنتاج لجسيمات أقل، وبالتالى لا يمكن إنتاج إلا القليل من العناصر الأثقل من الليثيوم. وبالإضافة فإن تمدد الكون يؤكد أيضا أن الاصطدامات يتناقص تكرارها.

أول الذرات المستقرة:

فى سنة ٤٣٩ ق.م قال ديموقريطوس فى نظريته الذرية التاريخية «الماء، والهواء، والنار، والأرض (العناصر الأربعة التى يتألف منها الكون وقتها) كلها ببساطة تجمعات مختلفة من ذرات لا تتغير».

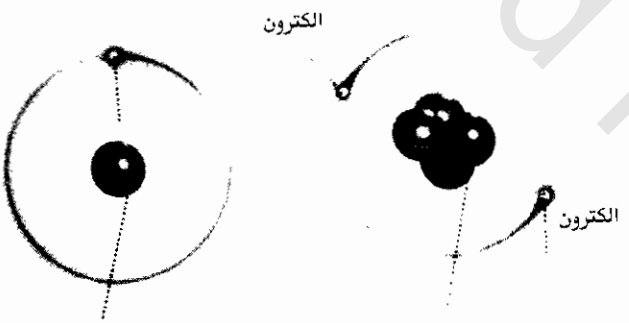
حسب نظرية الانفجار الكبير الحديثة، فإنه على الرغم من الوصول إلى نهاية فترة إبادة الجسيم – الجسيم المضاد، وأن الكون أصبح يحوى مادة مستقرة، إلا أنها كانت فحسب فى شكل حمام من غاز «متأين»(*) من نوى الذرات، والإلكترونات والفوتونات. لم تكن هناك ذرات؛ لأن النوى تحتاج إلى الكترونات تدور حولها فى مدار لتشكل ذرة كاملة. على أنه فى كل مرة يتصل فيها أحد الإلكترونات بإحدى النوى ليتم صنع ذرة، يصطدم فوتون له طاقة عالية بالإلكترون.يمتص الإلكترون.

(*) التأين: تكون الأيونات، والأيون جسيم أو مجموعة جسيمات لها شحنة كهربائية موجبة أو سالبة (المترجم)

طاقة الفوتون وتغدو له بذلك طاقة أكثر كثيرا من أن يظل يدور حول النواة، وهكذا ينطلق مبتعدا. عملية التأين هذه بقيت مستمرة دون أن تخمد طيلة أول مئات الآلاف العديدة من أعوام وجود الكون.

أحد الخواص الأخرى للكون فى هذه المرحلة، عندما أوشكت أول الذرات المستقرة على أن تتكوّن، هى أن الرؤية وقتها كانت مستحيلة خلال الفضاء. نحن نستطيع أن نرى لأن الضوء فى شكل تيار من الفوتونات يستثير الخلايا الموجودة فى الخلف من العين. ولكننا نجد فى المرحلة المبكرة من الكون أنه لم يكن يوجد أى فوتون يستطيع أن ينتقل لمسافة كبيرة جدا دون أن يمتص أحد الإلكترونات طاقته، وبدون الفوتونات لا يمكن رؤية شيء. على أى حال، فإنه بعد مرور ٣٠٠٠٠٠ سنة تقريبا بردت درجة الحرارة إلى ما يقرب من ٦٠٠٠° مئوية (١١٠٠٠° ف)، وعندها أصبح الكثير من الفوتونات ينقصها الطاقة الكافية لأن تتأين. غدت الإلكترونات تتمكن من الانضمام إلى النوى دون أن يوقفها شيء، وظهرت بذلك أول ذرات كاملة من الهيدروجين والهيليوم. تمكنت الفوتونات من أن تنتقل خلال الفضاء لأول مرة، وأصبح الكون شفافا للضوء. انتهى الانفجار الكبير.

هكذا فإن نواة الذرة تتكون من بروتون واحد، أو توليفة من البروتونات والنيوترونات، الذرة الكاملة لا تتكون إلا عندما يدور حول النواة عدد من الإلكترونات يساوى عدد البروتونات. وقد ثبت أن تكوين ذرات مستقرة فى الكون المبكر أمر صعب جداً.



نقاط هامة فى عمر الكون:

* أول جسيمات مستقرة تحت ذرية ظهرت عندما كان عمر الكون 10^{-4} من الثانية.

* عند عمر ثلاث دقائق تنظم هذه الجسيمات نفسها فى أول نوى للذرات.
* بعد حوالى ٣٠٠٠٠٠ سنة تكونت أول ذرات كاملة.

إشعاع الخلفية:

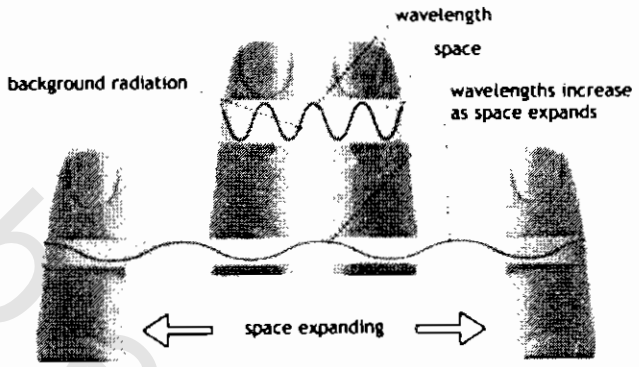
النقطة التى أصبح الكون عندها شفافا للضوء نقطة مهمة جدا. امتلأ الكون بإشعاع هو بحر من الفوتونات التى لم تعد تتفاعل بقوة مع المادة، وبالتالى أمكن لهذا الإشعاع أن يجوب الكون للأبد. تمدد الكون، وأعادت المادة ترتيب نفسها فى مجرات ونجوم – وبقى إشعاع الخلفية كإحدى الخواص لهذا الكون الجديد. إلا أنه لم يبق بلا تغيير، ذلك أنه مع تمدد الفضاء الذى يشغله هذا الإشعاع تمدد أيضا طول موجة إشعاع الخلفية. من الممكن أن يصعب علينا فهم فكرة أن الفضاء نفسه قد ظل يتمدد منذ الانفجار الكبير، إلا أن هذا لا يزال يحدث، وأى شىء يمرخلال الفضاء مثل إشعاع خلفية الانفجار الكبير هو أيضا لا يزال يتمدد. والحقيقة أن طول موجة اشعاع الخلفية الآن يطابق منطقة طول الموجة الميكروية (أو موجة الراديو القصيرة) فى الطيف الكهرومغناطيسى.

اكتشف علماء الفلك هذا الإشعاع بأن وجهوا هوائيات الراديو إلى الفضاء. وجد العلماء أن «حرارة» الإشعاع – أحد مقاييس طاقة الإشعاع – هى أدفأ بدرجات قليلة عن الصفر المطلق (– ٢٣٧°م)، استقبل اكتشاف هذا الإشعاع بالترحيب البالغ كواحد من أهم إثباتات نظرية الانفجار الكبير.

أرنو بنزياس (ولد ١٩٣٣) وروبرت ويلسون (ولد ١٩٣٦) عالمان فيزيائيان فى معامل (بل) بنيوجيرسى. استخدم العالمان فى ستينيات القرن العشرين هوائيات راديو ليكتشفا عن طريق الصدفة تماما أن السماء مليئة «بشوشرة» من موجات راديو ميكروية وتوصلا إلى إدراك أن هذه بواقى الانفجار الكبير نفسه حدثت لها إزاحة حمراء – إنها «صدى» الانفجار الكبير. منح العالمان فى ١٩٧٨ جائزة نوبل للفيزياء لهذا الإسهام النفيس فى المعرفة الكونية.

أمواج أطول: دعنا نتخيل خطاً فى شكل موجة مرسومة على سطح رباط مطاطى. عندما يمتط الرباط المطاطى، تمتط الموجة أيضا. يتمدد الفضاء بالطريقة نفسها، وكذلك فإن إشعاع الخلفية الذى يملأ الفضاء يتمدد أيضا.

خريطة حرارة السماء: تكشف هذه الخريطة عن أن هناك فروقاً طفيفة فى حرارة إشعاع الخلفية خلال الفضاء. بعض المناطق أدفأ بنسبة ٠,٠١٪ من متوسط درجة حرارة الفضاء، وبعض المناطق الأخرى أبرد بالنسبة نفسها.



الكون الآن:

بينت الأرصاد أن اختلاف درجات الحرارة يدل على اختلاف كثافة المادة فى مناطق معينة من الكون. المناطق التى تزيد فيها الكثافة زيادة هينة لديها جاذبية أقوى من المناطق ذات الكثافة المنخفضة، وهذه المناطق ذات الجاذبية الأكبر هونا هى التى انبثقت فيها أول المجرات بعد الانفجار الكبير بزمن ما بين مليون إلى بليون من السنين.

على أى حال لابد وأن هناك مادة فى الكون الحالى أكثر مما ندرك حتى يمكن للمجرات أن تتماسك معا وتتحرك خلال الفضاء بالطريقة التى تفعل بها ذلك. وعلى وجه الخصوص، فإن طريقة دوران المجرات لا يمكن تفسيرها تفسيرا كاملا على أساس من مجرد المادة التى تحويها وأمكن اكتشافها. النجوم الأقصى بعدا عن مركز المجرات تدور بسرعة أكبر مما يمكن أن يتولد عن مجرد كتلة المادة التى يمكن لنا تمييزها. إحدى النظريات التى تحاول تفسير هذا الأمر نظرية تعرف باسم نظرية المادة المظلمة. تطرح هذه النظرية أن هناك مادة يفوق وزنها وزن العالم الناصع المرصود، وذلك بنسبة تقرب من نسبة ١٠ إلى واحد، ولكنها مادة لا يمكننا رؤيتها لأنها لا تبعث أى شكل من الإشعاع الكهرومغناطيسى. إنها حقا مادة مظلمة. يظن البعض أن المادة المظلمة موجودة فى شكل ما يفترض أنه جسيمات تحت ذرية اسمها الويمبات، وهذا الاسم هو مختصورة الكلمات الإنجليزية التى تعنى الجسيمات الثقيلة المتفاعلة. هناك نظريات كثيرة أخرى لتفسير تكوين المادة المظلمة، كأن يفترض أنها قد تكون جسيمات تسمى النيوترينو (وهى غير النيوترون)، أو ثقوب سوداء،أو غير ذلك.

مولد المجرات

تتناثر المجرات خلال الكون كله كأطباق للطعام لا يفصلها إلا أمتار معدودة، وهذه المجرات هى مجموعات هائلة من النجوم تمسكها الجاذبية معا. بعض المجرات أقراص مسطحة، والبعض الآخر شكله بيضاوى، كما أن هناك مجرات أخرى ليس لها أى شكل يميزها على الإطلاق. تؤوى المجرات داخلها حتى فى أصغرها ما يقرب من مليون من النجوم على الأقل، وأكبرها تزيد بمليون مرة .. وبالإجمالى، فإن من الممكن جدا أن يكون هناك من هذه الجزر الكونية عدد يفوق عدد النجوم فى مجرتنا درب اللبانة إلا أننا لم نصل بعد إلى الإجابة عن التساؤل عن كيف أتت أولا هذه البنى الهائلة. هل تشكلت كسحب غبار قبل تشكيل النجوم، أو أن النجوم ظهرت أولا؟ عندما يواجه علماء الفلك أسئلة كهذه فإن أحسن ما يستطيعونه حاليا هو أن يلجؤوا للتخمين.

عهد ما قبل المجرات:

بل إن علماء الفلك لم يتأكدوا بعد من الزمن الذى بدأت تتشكل فيه المجرات، ناهيك عن أن يتأكدوا من طريقة تكوينها. يقول بعض الباحثين أن ذلك حدث بعد مليون سنة من الانفجار الكبير، بينما يفضل آخرون رقما أقرب إلى البليون سنة. أفضل تقدير هو أن المجرات بدأت تتكوّن عند وقت ما بين هذين الطرفين القصويين. هناك لحسن الحظ بعض أمور نعرفها بيقين أكثر. قبل وجود المجرات كان الكون بعد خروجه حديثا من الانفجار الكبير فى شكل سحابة كونية من غازى الهيدروجين والهيليوم، وقد اختلطا بقدر أكبر كثيرا من المادة المظلمة. الكون المبكر كان مثل السحب الحقيقية فيه بقع كالرقع، حيث بعض المناطق تزيد كثافتها هونا عن المناطق الأخرى. هذه نتيجة مباشرة لفترة التضخم. المناطق الأكثر كثافة لها قوة شد جذبوى أقوى، وهكذا فإنها جذبت تدريجيا المادة من المناطق المحيطة بها، وأخذت السحابة تتنامى إلى مجموعات متمايزة أو خيوط من مادة مضمومة معا بإحكام، مع آثار صغيرة من المادة فيما بينها.

درب اللبانة (التبانة):

توماس رايت (١٧١١ – ١٧٨٦) فيلسوف إنجليزى له فكره المتقدم فيما أبداه من رأى فى القرن الثامن عشر من أن درب اللبانة هى جزيرة هائلة من النجوم التى تتحرك كلها فى الاتجاه نفسه، بينما الشمس قد انزاح موضعها من المركز، والمجرات تتخذ موقعها خارجها. لم يحدث إلا فى القرن العشرين أن أثبت العلماء الأكثر حداثة أن رأى رايت يعد بصورة عامة رأيا صحيحا.

هناك فكرتان رئيسيتان عن تكوّن المجرات، وإن كانت معظم أدلة الرصد فيما يبدو تدعم سيناريو التصاعد «من أسفل لأعلى».

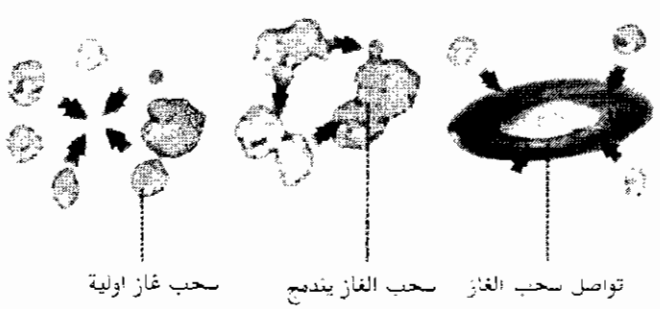
نظريات تكوين المجرات: لسنا متأكدين من الأحداث التى أدت إلى انقسام الكون المبكر إلى مجرات بعد أن تكونت الخيوط الممتدة للمادة. هناك نظريتان بشأن ذلك. تطرح النظرية الأولى أن الكون تشكل من سحب غاز كبيرة كثيفة ما لبثت أن تكسرت لشظايا .

نظريه من أعلى لأسفل

تصبح كل شظية مجرة منفردة حيث تتقلص سحب الغاز بتأثير الجاذبية لتشكل النجوم. المجرات حسب هذه النظرية تتنامى من أعلى لأسفل، بأن تقتطع بعيدا من أحجام للمادة أكبر كثيرا منها.

تحاج النظرية الأخرى بأن المجرات تتنامى من أسفل لأعلى. وهى تطرح أن المناطق الأصلية الكثيفة فى الكون كانت صغيرة نسبيا – حجمها أصغر كثيرا من أن تنقسم إلى بنى كبيرة بحجم مجرة بأسرها. تأخذ هذه المناطق فى الاندماج مع جيرانها بفعل الجاذبية لتصنع بنى أكبر حجما، ثم تصنع فى النهاية مجرات .

نظرية من أسفل لأعلى



كما سبق القول فإن معظم أدلة الرصد تدعم سيناريو من أسفل لأعلى. يمكننا أن نجد أقرب دليل على ذلك – هنا مباشرة فى مجرتنا درب اللبانة. درب اللبانة

تتخذ أساسا شكل قرص، ولكنها محاطة «بهالة» كروية ماردة من تجمعات نجوم تعج من حولها كالدبابير حول عشها. النجوم داخل هذه التجمعات التى تسمى حشودا كروية لها أعمار يختلف أحدها عن الآخر ببلايين عديدة من السنين.

يعرف علماء الفلك ذلك لأن النجوم عندما يكبر عمرها يغدو لونها أكثر حمرة عن النجوم الأخرى، وبالتالى فإن هذه الأفراد الحمراء تكون ولابد أكبر عمرا. يعنى هذا أن الحشود الكروية، وبالتالى مجرتنا كلها، هى فيما يحتمل لم تتكون فى نفس الوقت كما كان سيحدث لو أنها تكونت فى سيناريو من أعلى لأسفل. وبدلا من ذلك فإن درب اللبانة تكونت عبر بلايين السنين وهى تمتص تدريجيا المزيد والمزيد من سحب الغاز، التى تتكثف بعدها فى نجوم. هكذا فإن ألوان النجوم تروى لنا قصة تبين مدى عمرها. النجوم الأصغر سنا تنحو إلى أن يكون لونها فيه زرقة، والنجوم الأكبر سنا يصبح لونها أصفر، وبرتقاليا، وأحمر. هناك صور لدرب اللبانة يغلب عليها وجود نجوم حمراء وبرتقالية، مما يدل على أن مجرتنا فيما يحتمل تشكلت منذ بلايين السنين.

هارلو شابلى (١٨٨٥ – ١٩٧٢) هو أول من قاس حجم درب اللبانة بدقة بأن قاس المسافات إلى المجموعات الكروية للنجوم التى تدور فيها – الحشود الكروية. بين شابلى أن هذه المجرة أكبر كثيرا مما كان يعتقد. وقد أصدر فيما بعد كتالوجا للمجرات يكشف فيه عن طريقه انتشارها عبر الفضاء وقد تجمعت فى حشود هائلة.

المجرات تأكل إحداها الأخرى:

سواء تكونت المجرات حسب نظرية من أعلى لأسفل أو نظرية من أسفل لأعلى فإنها تتطور تطورا كبيرا بعد ظهورها فى الوجود، وهى تفعل ذلك بأن تتفاعل إحداها مع الأخرى. ولا يكاد هذا يثير أى دهشة، ذلك أن المجرات تتقارب معا بالنسبة لحجمها تقاربا أكثر كثيرا من تقارب النجوم. ونتيجة ذلك أن شاعت، ولا تزال تشيع، الاصطدامات بين المجرات المنفردة. أكبر كل المجرات هى ما تسمى الإهيلجيات العملاقة، ويبلغ من كبر حجمها أنها تحوى عددا من النجوم يبلغ عشرة أمثال نجوم درب اللبانة، وأنها فيما يحتمل قد تطورت بأن ابتلعت جيرانها الأصغر حجما. بعض هذه المجرات لها بنية داخلية تطرح أنها مازالت «تهضم» المجرات التى ابتلعتها من قبل. أحسن ما يدل على أن المجرات تطورت بأن تأكل إحداها الأخرى هو ما نجده فى الصورة التى التقطها المرصد الفضائى هابل الذى أنتج صورا تسمى صور احمال العميق. تبين هذه الصور مجرات بعيدة عنا ببلايين السنين الضوئية، ويعنى هذا أننا نرى هذه المجرات عند ظهورها منذ بلايين السنين. يستطيع علماء الفلك مقارنة هذه

المجرات القديمة بالمجرات الأحدث ليملؤوا الثغرات الزمنية ويستنتجوا ما ربما يكون قد حدث فيما بين هذه الأوقات. تشيع فى صور المجال العميق المجرات اللولبية إلى حد أكبر بكثير من تلك الإهليلجية؛ أما صور المجرات القريبة، فتشيع فيها بأكثر المجرات الأهيلجية؛ يُفسِّر هذا بأنه يعنى أنه منذ بلايين السنين كان عدد المجرات اللولبية أكثر، وذلك قبل أن يتسع لديها الوقت لأن تصطدم إحداها بالأخرى لتندمج معا لتشكل المجرات الإهليلجية الحالية. يظهر فى بعض الصور مجرتان لولبيتان متجاورتان إحداهما أكبر من الأخرى،وينتج عن قوى الشد الجذبوى للمجرة الأكبر أنها تحدث تشوها فى شكل المجرة الأصغر، ثم لا تلبث أن تمتصها بالكامل عبر بلايين السنين.

المجرات الحالية:

يقدر حاليا أنه يوجد من ٥٠ إلى مائة بليون من المجرات التى يمكن التعرف عليها بالتليسكوبات الحديثة، على أن من المرجح أن العدد الإجمالى للمجرات هو ثما عدد هائل.

فيما يتعلق بالمجرات الموجودة حاليا، يقدر علماء الفلك أن ما يقرب من ٦٠ فى المائة منها إهليلجية، وثلاثين فى المائة لولبية، وحوالى ١٠ فى المائة بلا شكل منتظم. مازالت تتواصل عملية أكل مجرة للأخرى، وسوف تزيد فى المستقبل نسبة المجرات الإهليلجية إلى تلك اللولبية.

حياة النجوم

المجرات مصنوعة من نجوم، ولما كنا نعيش داخل مجرة درب اللبانة فإن النجوم تتناثر عبر الفضاء فى كل اتجاه ننظر فيه، تظهر النجوم بخصائص كثيرة مختلفة من حيث درجات الحرارة، والألوان. ولكنها كلها نابعة من نفس المصدر – سحب باردة من الغاز والغبار تغطى منطقة عرضها سنين ضوئية عديدة.

السحب الجزيئية العملاقة:

توجد المواد الخام اللازمة لصنع النجوم منتشرة عبر مجرتنا هى والمجرات الأخرى فى رقع هائلة من ضباب ما بين النجوم تعرف بأنها السحب الجزيئية العملاقة، أو سدم ولادة النجوم. سديم الجوزاء Orion مثل شهير لذلك. لهذه السحب أبعاد نمطية حيث يقاس عرضها بعشرات من السنوات الضوئية. وهى مصنوعة أساسا من غاز الهيدروجين حيث تنظم الذرات المفردة معا ليزدوج كل اثنين منها لصنع جزيئات بسيطة – جزيئات الهيدروجين. المادة المتبقية، وهى ما تقرب كتلتها من الربع، تكون فى معظمها هيليوم، على أن هناك أيضا آثارا من الكربون، والأوكسجين، والنيتروجين، بل وحتى جسيمات صلبة متناثرة حجمها أصغر. تعرف هذه الجسيمات الصلبة فى مجموعها عند الفلكيين بأنها «غبار» إلا أنها لا تشابه قط المادة التى تتجمع فوق أرضية الغرفة تحت السرير. جسيمات غبار ما بين النجوم حجمها أصغر كثيرا من ذرات غبار حياتنا اليومية ولها تركيب مختلف. وهى أساسا حبيبات من سناج الكربون، مغلفة بجليد ناتج إما عن تجمد الميثان، أو تجمد الماء. أو تجمدهما معا. يتجمد الجليد على الحبيبات لأن السحب الجزيئية العملاقة باردة جداً، وحرارتها هى فحسب أعلى من حرارة الفضاء نفسه بما يقرب من ١٠ – ٢٠°م (٥٠ – ٦٨°ف). وعلى أى حال فإن المسافات بين الحبيبات المنفردة مسافات مذهلة حقا. على الرغم من أن هذه السحب تحوى مادة كافية لصنع ملايين من النجوم المماثلة للشمس، إلا أنها على درجة بالغة من الاتساع ورقة السمك،بحيث إنها تكون حتى أكثر خواء من أقوى ما يصنعه العلماء من الفراغ فوق الأرض. وهى تبدو فحسب صلبة لنفس السبب الذى تبدو به السحب الأرضية صلبة – وهو أننا ننظر إليها من مسافات بعيدة جدا.

التقط المرصد الفضائى هابل صورا لسديم الجوزاء، ويظهر السديم عند مركزه تماما نجوما تتكوّن داخل المناطق الأنصع من سحب الغاز الهائلة التى تصنع السديم.

التقلص الجذبوى:

تغير السحب فوق الأرض من شكلها وهى تسير متمهلة فى زهو عبر السماء، وتسلك بمثل ذلك تماما السحب الجزيئية وهى تنجرف عبر الفضاء. تتطور السحب الأرضية فتصبح فى مناطق معينة منها أكثر رقة وتغدو خفيفة، بينما تصبح مناطق أخرى أكثر سمكا وأكثر عتامة، ويصدق الشيء نفسه على السحب الجزيئية. فى النهاية ينشأ فى السحابة الجزيئية مناطق عديدة فيها مادة أكثر وكثافتها أكبر مما يحيط بها مباشرة. يكون لهذه القلوب الكثيفة تأثير جذبوى أقوى، ويعنى هذا أنها تجذب المواد المجاورة وتتنامي لتصبح حتى أكثر انضغاطا وكثافة. تعرف هذه العملية بأنها التقلص الجذبوى، وهى نفس العملية التى بُنيت بها المجرات الأولى.

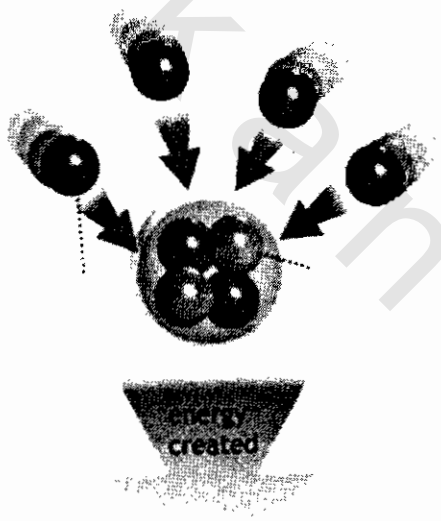
التقلص الجذبوى بالإضافة إلى ما يؤدى إليه من انكماش السحابة الأصلية، له كذلك تأثير آخر رئيسى. عندما ينضغط الغاز تقل أيضا المسافة بين الذرات المفردة والجزيئات المفردة، وبالتالى يزيد تكرار ما يحدث بينها من اصطدامات. إحدى الطرائق لتصور ذلك هى أن نتخيل حبوب فشار الذرة فى مقلاة ساخنة. لو أن حجم المقلاة صُغِّر فجأة فإن المسساحة التى تتحرك فيها حبوب الذرة تصبح أقل، فتصطدم بجوانب المقلاة كما تصطدم إحداها بالأخرى بمعدل أكبر. الغاز المضغوط مثله مثل حبوب الذرة يصبح أكثر تهيجا، وتُكتشف الطاقة الزائدة فى شكل حرارة. وبكلمات أخرى فإن قلب السحابة الجزيئية يغدو أصغر، وأكثر كثافة كما أنه يغدو أكثر حرارة.

النجوم الأولية:

أول نتيجة للتقلص الجذبوى هى إنتاج شرنقة نجم – بقعة صغيرة قاتمة من غاز وغبار عرضها أقل من سنوات ضوء معدودة – ويسميها علماء الفلك بأنها كرية .. أو كرة صغيرة. يتشكل داخل الكرية نجم واحد أو أكثر. تواصل الكرية تقلصها فتغدو أصغر، وفى النهاية تنطلق الطاقة الجذبوية فى شكل حرارة ويبدأ النجم فى النصوع بقدرته الذاتية. عند هذه المرحلة تكون درجة حرارة سطح القلب عدة مئات من الدرجات المئوية، وتكون درجة حرارة مركز القلب أكبر بآلاف المرات. لا تشكل هذه البنية بعد نجما لأنها مازالت تنكمش، وهى تعرف بأنها نجم أولى. هكذا فإن تشكيل النجم الأولى يخلق منطقة مركزية شديدة السخونة، ولكن درجة حرارتها لم تصل بعد إلى حرارة النجم الحقيقى التى يحدث عندها اندماج نووى.

النجومية:

يواصل النجم الأولى انكماشه ويصبح حتى اصغر وأسخن مما كان. كلما زادت سخونة أحد الأجرام، تحركت ذراته حركة أسرع. عندما يصل قلب النجم الأولى إلى درجة الحرارة الحرجة التى تزيد عن ١٥ مليون°م (٢٧ مليون° ف)، تتحرك عندها ذرات الهيدروجين بسرعة بالغة حتى أنها عندما تصطدم إحداها بالأخرى تلتصق معا وتكوّن هيليوم. تعمل قنابل اندماج الهيدروجين حسب نفس هذه القاعدة التى تعرف بالتركيب النووى أو الاندماج النووى.



starlight

الاندماج النووى: يحدث عميقا داخل النجم أن تتحد أربعة بروتونات فى تفاعلات نووية لتصنع نواة هيليوم. يتغير اثنان من البروتونات إلى نيوترونات، وهكذا فإن النواة النهائية للهيليوم تتكوّن من بروتونات ونيوترونان. ينتج عن هذه العملية انطلاق طاقة هائلة من الإشعاع هى علامة على نقطة تحول فى تكوين الجرم. كما يحدث فى القنبلة المتفجرة فإن هذا الإشعاع الجديد يحدث ضغطا هائلا للخارج.

يبلغ من شدة هذه القوة أنه عندما ينطلق الإشعاع بقوة من القلب فإنه يوقف وصول المزيد من المادة التى تحاول أن تصل إلى المركز عن طريق قوى الجاذبية. يحدث هكذا توازن محكم بين قوة ضغط الإشعاع للخارج وقوة الشد الجذبوى للدخل؛ هذه الحالة من التوازن هى ما يعيّن وجود النجم الحقيقى. هكذا يوجد فى مركز النجم مفاعل نووى يصنع الهيليوم من الهيدروجين – يأخذ هذا التفاعل فى النصوع باطراد – ويبدأ ضوء جديد رحلته خارجا من نجم جديد.

النجوم الأولى:

تأتى النجوم فى كتل مختلفة بما يعتمد على مقدار المادة التى كانت متاحة محليا عند تشكل النجم. النجوم الأكثر كتلة لها ضغوط أكبر على مركزها بسبب وزن المادة التى تشدها الجاذبية. يعنى هذا أن النجوم الكبيرة الكتلة لابد وأن تحرق وقودها النووى بسرعة أكثر كثيراً لتنتج إشعاعا كافيا للإبقاء على بنيتها، ومن الممكن أن ينفد هكذا ما بها من الهيدروجين فى زمن يبلغ فحسب ملايين معدودة من السنين. النجوم الأصغر مثل الشمس، تحرق ما بها من الهيدروجين فى زمن بطىء نسبيا، ويصل زمن حياتها إلى ما يقرب من ١٠ – ١٣ بليونا من السنين. أما النجوم التى تقل كتلتها كثيرا عن الشمس فيمكنها أن تعيش لعشرات البلايين من السنين، وهذا زمن أطول كثيرا من عمر الكون الحالى. من المرجح أن الكون لا يزال يحوى نجوما هى من بين أول ما تشكل بعد الانفجار الكبير.

سير أرثر إدنجتون (١٨٨٢ – ١٩٤٤) عالم بريطانى هو أول فرد طبق الفيزياء على ما يجرى داخليا فى النجوم. أدرك إدنجتون بفضل أبحاث ألبرت أينشتين، أن هناك مقادير هائلة من الطاقة محبوسة داخل المادة حتى فى أصغر شذرة منها.

النجوم كأسلاف لنا:

على كل حال، أيا كان عمر النجوم، فإن النجوم الأولى قد ماتت من زمن طويل. معظم هذه النجوم كانت ولابد ذات كتلة قصوى بسبب ما كان يوجد من كميات هائلة من المواد اللازمة لصنع النجوم، حيث كانت هذه المواد متاحة فى نضارتها نتيجة الحداثة النسبية للانفجار الكبير. لما كانت هذه النجوم لها كتلة كبيرة، فإن حياتها تكون قصيرة، كما أن تركيبها يختلف عن النجوم التى نراها الآن. على الرغم من أن النجوم التى تتكوّن الآن مازالت مصنوعة بالكامل تقريبا من الهيدروجين والهيليوم، إلا أنها تحوى أيضا بعض آثار من عناصر أثقل مثل الكربون، والأوكسجين، والنيتروجين، التى توجد فى السحب الجزيئية العملاقة الحالية. يبين

هذا الدليل أن أول أجيال النجوم كانت ولابد مصانعا لكل العناصر الثقيلة الموجودة من حولنا ومن داخلنا.

وكما يقول ويليام فولر (١٩١١ – ١٩٩٥) عالم الفيزياء الفلكية الفائز بجائزة نوبل ١٩٨٣، «نحن جميعا فى الحقيقة وبالمعنى الحرفى للكلمة فينا بعض شىء من غبار النجوم».

ما إن تشكلت أول النجوم، حتى بدأ كل واحد منها يحوّل الهيدروجين إلى هيليوم داخل قلبه، تماما كما تفعل النجوم الآن. تتزايد باطراد كمية الهيليوم داخل مركز النجم وتقل كمية الهيدروجين، وهكذا يأخذ القلب فى الإبتراد تدريجيا ويتقلص بسبب نقص الاحتراق النووى، ويؤدى هذا إلى زيادة فى الكثافة. يتزيد تكرار التصادم بين النوى فى هذا الحيز المحدود فيرفع ذلك من درجة الحرارة، ويتقد أوتوماتيكيا اندماج نوى الهيليوم ليتكوّن عنصر البرليوم، وهو عنصر غير مستقر إلى حد كبير. تكون الكثافة فى قلب النجم بالغة الكبر، حتى أنه على الرغم من أن نوى البرليوم لا تظل موجودة إلا لجزء من الترليون من الثانية، إلا أن هذه النوى يمكن أن تتصادم مع نواة هيليوم لتكون نواة كربون مستقرة جدا. هذه العملية التى يؤسر فيها الهيليوم يمكن أن تستمر لينشأ عنها عناصر تتزايد ثقلا. وكمثل عند توفر درجة حرارة عالية بما يكفى، تصطدم نواة كربون بعنف مع نواة هيليوم أخرى لتنتج نواة أوكسجين مستقرة. مع كل دورة من تمدد وتقلص للنجم، تزيد الحرارة والكثافة عند القلب، بما يتيح لنوى الهيليوم أن تقع فى الأسر لتشكل نوى تتزايد ثقلا، مثل نوى المغنسيوم والسيليكون.

أول العناصر الثقيلة:

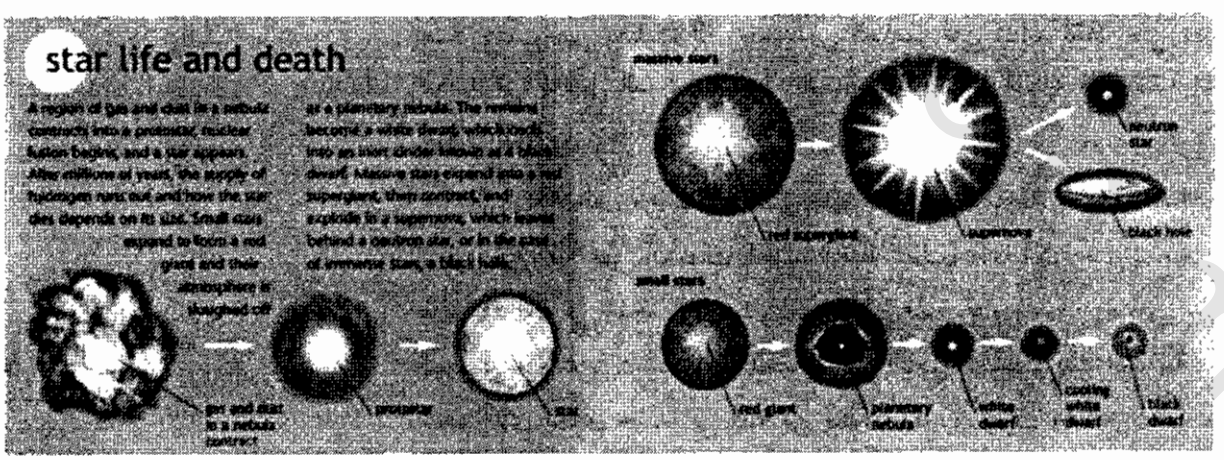
على هذا النحو تنجز هذه النجوم الأولى كبيرة الكتلة عملية تحول فيها ما كان أصلا هيدروجين وهيليوم إلى حشد من العناصر التى تتزايد ثقلا حتى تصل إلى الحديد فى الجدول الدورى للعناصر. الحديد يمثل نقطة النهاية فى عملية التركيب النووى للنجوم.

الذرات الأخف من الحديد تنبثق منها طاقة عند اندماجها، وهى الطاقة التى تُبقى النجوم حية، فى حين أن ذرات الحديد الثقيلة تتطلب طاقة أكبر حتى تندمج – وهى طاقة منقوصة فى النجم الذى يموت. وبالتالى فمع عدم وجود مزيد من الوقود فى النجم ليدفع التفاعلات الضرورية للحفاظ على النجم متماسكا ضد الجاذبية، سيعانى النجم الذى يحوى حديدا فى قلبه من مشكلة كبيرة. سوف يخضع للشد الجذبوى للداخل، وهو يفعل ذلك على نحو مفاجئ جدا، خلال ثوان، ويكون فى هذا نهاية حياة النجم الطبيعية.

موت النجم:

يتفجر النجم داخليا بمعدل يبلغ من سرعته أنه يصل فى عدة ثوان إلى كثافة كبيرة جدا، ويعاود القلب الارتداد لفترة وجيزة جدا بما يؤدى إلى دفع موجات صدمة للخارج خلال باقى النجم لها سرعات هائلة وتفجر الكثير من عناصر النجم الثقيلة إلى أعماق الفضاء. تصل الطاقة المنطلقة إلى قدر هائل ويسطع النجم لبرهة بأنصع من مجرة بأسرها. يسمى علماء الفلك هذا الحدث بأنه السوبرنوفا (المتوهجة)، وفيه تصاغ العناصر الأثقل من الحديد. مع كل قوة حدث السوبرنوفا فإنه لا يحدث دائما أن يدمر النجم تدميرا كاملا. بعد الانفجار، تكون هناك قوى جذبوية مكثفة فى القلب المتبقى، تسحق الإلكترونات والبروتونات معا ويلغى أحدها الآخر. وهكذا لا يتبقى إلا النيوترونات، وقد احتشدت معا مثل كريات الزجاج فى كيس، وينتج عن ذلك كرة فى حجم مدينة مصنوعة كلها من النيروترونات: النجم النيوترونى فائق الكثافة. أما إذا كان القلب له بوجه خاص كتلة كبيرة ، فإن القوى الجذبوية تعتصر الجرم إلى نقطة الانهيار. ينكمش النجم إلى نقطة واحدة، لا يهرب من جاذبيتها شيء ولا حتى الضوء ويصبح ثقبا أسود. ومع ذلك فإن النجوم لا تنتهى كلها متفجرة – وإنما يحدث ذلك فحسب للنجوم الأكبر كتلة – أما النجوم ذات الوزن الأخف مثل الشمس، فتعوزها الشروط الداخلية المطلوبة لتخليق عناصر تتزايد ثقلا طول الطريق حتى الحديد. وبدلا من ذلك فإنها تتمدد لتغدو نجوما منتفخة شاسعة مشربة بلون يميل إلى الوردى، وتعرف بأنها العملاقة الحمراء. تتبخر العملاقة الحمراء فى الفضاء، لتشكل ما يسمى بالسديم الكوكبى.

هكذا تتلخص حياة النجم ومماته كالتالى: تنكمش منطقة من الغاز والغبار فى



أحد السديم لتكون نجما أوليا، تبدأ عملية الاندماج النووى، ويظهر نجم. بعد مرور ملايين السنين، ينفد مدد الهيدروجين،وتتوقف طريقة موت النجم على حجمه. النجوم الصغيرة تتمدد لتشكل عملاقا أحمر وينسلخ جوها كسديم كوكبى. تصبح البقايا قزما أبيض يبرد إلى نفاية خاملة تسمى بالقزم الأسود. النجوم كبيرة الكتلة تتمدد إلى عملاق فائق أحمر، وتتفجر إلى سوبرنوفا تخلف وراءها نجما نيوترونيا، أو أنها فى حالة النجوم الضخمة تخلف ثقباً أسود.

تظهر فى صور الأرصاد مراحل مختلفة من حياة النجوم ومماتها. هناك مثلا صورة تبين موجة تفجر لأحد السوبرنوفات المسمى سوربونوفا حلقة الدجاجة Cygnus Loop ، وهو بقايا تفجر نجم منذ ما يقرب من ١٥٠٠٠ سنة. تبدو فى الصورة موجة صدمة التفجر فى شكل سحابة (حمراء وصفراء)، فى حين أن هناك شريط (أزرق) من الضوء يمكن أن يكون الغاز الذى تفجر من السوبرنوفا، ومن المتعقد أن هذا الضوء ينتقل بسرعة ٣ ملايين من الأميال فى الساعة (٥ ملايين من الكيلو مترات).

هناك صورة أخرى لسديم كوكبة يبدو كحلقة خاتم تمثل أحد الأشكال المحتملة لموت النجم مما يجرى للنجوم الأقل كتلة مثل الشمس. السديم الكوكبى غلاف من الغاز يحيط بما يسمى بالقزم الأبيض – أى البقايا المبتة للنجم الأصلى.

إعادة التدوير الكونية:

ما سبق وصفه من التفجرات الكونية هى أحداث تبذر الكون بأول العناصر الثقيلة. ينتج عن النجوم والسوبرنوفات أن يصبح لدينا الكواكب، والجبال، والأشجار، والبشر – فكلها مصنوعة من المواد التى تصنعها النجوم والسوبرنوفات. الأنقاض الأخرى التى تتخلف فى الفضاء تتحد مع بقايا النجوم الأخرى وتجمّع نفسها فى سحب جزيئية – وتبدأ مرة أخرى من جديد دورة ميلاد النجوم. الكون هو الماكينة الأساسية لإعادة هذه الدورة.

وإذن فحقيقة المادة هى أن كل مادة الكون بما فيها ما يوجد فى الكائنات الحية، قد تخلقت فى التاريخ الباكر من الكون. بعض هذه المادة قد تحول بعدها إلى أشكال أخرى، إما داخل النجوم أو عند تفجر النجوم كسوبرنوفا. تحول المادة هكذا مازال مستمرا للآن.

بناء الكواكب

منذ زمن ليس ببعيد كانت العوالم الوحيدة الأجنبية عنا التى نعرف بوجودها على وجه التأكيد هى الكواكب الثمانية الأخرى التى تدور مع الأرض حول الشمس. على أن هذه الصورة تغيرت تغيرا كاملا فى السنوات الخمس أو الست الأخيرة (قبل ٢٠٠٢). نتج بفضل أوجه التقدم الحديثة فى تكنيكات الرصد، أن عرفنا أن هناك عشرات عديدة من النجوم لديها كواكب تدور من حولها، تماما مثل ما تفعل شمسنا. من الوجهة الإحصائية، يكاد يكون مؤكدا الآن أن الكواكب تنتشر ليس فحسب حول أقرب النجوم لنا حيث توجد معظم الكواكب الجديدة التى عثرنا عليها حتى الآن، وإنما تنتشر الكواكب أيضا حول نسبة كبيرة من كل النجوم خلال الكون كله. على أنه ليس فى هذا ما يدهشنا حقا إذا نظرنا إليه فى ضوء أحدث أبحاث علم الفلك، وذلك لأنه ثبت فى النهاية أن الكواكب هى النتاج الثانوى الطبيعى لعملية تشكيل النجوم.

الاقراص الكوكبية البدائية (البروبليدات = Proplyds)

فى إعادة لما سبق، تتكون النجوم عندما تأخذ فى الانكماش على نفسها سحابة ضخمة من الغاز والغبار داخل أحد السدم بفعل الشد الجذبوى. مع انكماش السحابة يصبح مركزهسا أكثر وأكثر انضغاطا، وتتزايد حرارتها باطراد حتى تسطع بقدراتها الذاتية. إلا أنه كما أن المادة التى سيؤول مصيرها إلى أن تكون نجما تتزايد وتتزايد انضغاطا؛ فإنها أيضا تصير أكثر تفلطحاً بفعل الحركة الدوارة الطبيعية، يشبه الأمر نوعا عجينة البيتزا التى تتفلطح عند لفها فى الهواء. ينتج عن ذلك أنه خلال ما يقرب من ١٠٠٠٠٠ سنة من بداية التقلص الجذبوى، تتكوّن فطيرة مدوّمة من الغاز والغبار لها حجم هائل وعرضها ملايين الأميال؛ وهى تحيط بالنجم الذى يتشكل حديثا.

يسمى الفلكيون هذا الجرم بأنه قرص كوكبى بدائى،ويختصر عادة بالإنجليزية إلى كلمة بروبليد. وببساطة فإن البروبليدات مصانع الكواكب. منذ ما يقرب من ٤٥٠٠ مليون سنة كانت المنظومة الشمسية موجودة فحسب كقرص مارد – يشير إليه علماء الفلك بأنه السديم الشمسى.

رُصدت صورة لسحابة حول نجم «بيتا بكتورس Beta Pictosis» تبين أحسن ما عرف من البروليدات.

مصغرات الكواكب:

عند أول بداية عملية بناء الكواكب، يحوى القرص الكوكبى البدائى مالا يزيد كثيرا عن جزيئات الغاز وحبيبات غبار الكربون المغطاة بالجليد، والتى تدور جميعا حول النجم المتنامى فى المركز. أثناء دوران الجسيمات حول المركز تتصادم وتترابط معا بقوى الكهرباء الإستاتيكية (التى تماثل تلك التى تجذب قطع الورق إلى منشط مشحون) .الحبيبات الأكبر التى تتكون تترابط بدورها مع الحبيبات الأخرى، ويتكرر ذلك المرة تلو الأخرى ويتزايد تدريجيا حجم الحبيبات. هكذا يحدث خلال آلاف السنين أن تتنامى حبيبات الغبار لما يقرب من حجم حبات البسلة. وبعدها لا يستغرق الأمر إلا مئات قليلة من السنين ليحدث تحول كامل فى القرص. تكون النتيجة تكوين عاصفة تدوّم من أجرام لا تحصى من أشباه الكويكبات عرضها يقرب من كيلومتر واحد (نصف الميل). تسمى قطع هذا «الطوب – العالمى» بمصغر الكواكب، وهى وحدات بناء الكواكب.

يمثل ظهور أول مصغرات الكواكب نقطة تحول فى عملية بناء الكوكب. لا تعود هذه الأجرام فى حاجة للاعتماد على اصطدامها بالصدفة بالأجرام المجاورة الدوارة حتى تتنامى إلى حجم أكبر،وبدلا من ذلك فإن لديها من الكتلة الجوهرية ما يجعلها تتحد معا بقوى شدها الجذبوى المتبادل. التنامى بواسطة الشد الجذبوى يعرف بأنه التحام، ويحوّل فى النهاية مصغرات الكواكب إلى كواكب حقيقية. بعد تكون الكواكب يؤدى اتقاد النجم إلى تدفق من الإشعاع ينفث ما بقى من غبار وغاز بعيدا، ليبقى النجم والكواكب.

بناء الكواكب:

على أن هناك المزيد مما يروى فى هذه القصة، الكواكب التى تتكوّن بالتحام مصغرات الكواكب تكون صغيرة وجامدة لأنها تتكون من مادة جامدة مثل المعادن والسليكات. تصنع هذه الجوامد الكواكب الأرضية (الشبيهة بالأرض)، مثل عطارد،

والزهرة، والمريخ، والأرض (وهى أكبر كوب أرضى فى المنظومة الشمسية).على أنه كما عرفنا فيما سبق، هناك كواكب أكبر كثيرا فى حجمها ولها تركيب مختلف جدا – وهى الكواكب الغازية الضخمة. تبدأ الكواكب الغازية بالطريقة نفسها مثل الكواكب الأرضية، ولكنها تتكون على مسافة بعيدة نسبيا عن نجمها الأب. تتكون هذه الكواكب نتيجة تباين الحرارة عبر قرص كوكبى بدائى. يكون القرص بالقرب من مركزه أكثر كثافة وسخونة وأقرب إلى النجم، ولا يتمكن من التكثف من الحالة الغازية إلى الحبيبات الجامدة إلا أثقل المواد – الصخور والمعادن – وهذه الحبيبات الجامدة تشكل البذور لعملية بناء الكواكب. وبالتالى فإن الكواكب التى تتكون هناك تنحو إلى أن تكون من النوع الأرضى.

على أنه عند مسافة معينة من مركز القرص نصل إلى نقطة تنخفض فيها الحرارة إلى الدرجة الكافية لأن تغير غازات، مثل النشادر، وثانى أوكسيد الكربون والميثان، من حالتها الغازية وتتكثف إلى جليد صلب. نجد فى سحب ما بين النجوم أن هذه المواد التى تسمى «المواد المتطايرة» (بمعنى أنها لا تتحول من غاز إلى جامد إلا عند درجات حرارة منخفضة جداً) تتوافر بقدر أكبر كثيرا من الصخور والمعادن، وهكذا يظهر ويتراكم الجليد بماله قدرة فى المناطق الخارجية الأبرد فى القرص الكوكبى البدائى. كل هذا القدر الإضافى من المواد المتطايرة عند الأطراف يتيح لما يتكون هناك من مصغرات الكواكب أن تتنامى لحجم كبير جدا وبما يصل إلى ما يزيد بعشرين مثل عن أى عالم أرضى. قبل أن تنتهى العوالم الصخرية قرب المركز من تناميها يسبق ذلك بزمن طويل أن تغدو لهذه العوامل الغازية الكبيرة كتلة بالغة الكبر حتى أن جاذبيتها تشد لداخلها غاز الهيدروجين والهيليوم مباشرة من القرص، كما تشد لداخلها أيضا ما يدور من مصغرات الكواكب الأخرى. العوالم الأرضية لا تصبح قط بكتلة كبيرة بما يكفى لممارسة هذا التأثير الجذبوى. هكذا فإن ما بدأ كرة من الصخر والجليد بعيدا عن النجم المركزى يغدو فى النهاية كرات ضخمة من غاز مضغوط تغلف قلوباً جامدة – أى تغدو العمالقة الغازية.

أمثلة من الكواكب وحجمها:

المريخ مثل الأرض كوكب من النوع الأرضى – كوكب صغير وصخرى وقطره يزيد بالكاد عن نصف قطر الأرض. بيئة المريخ من بين كل الكواكب الأخرى هى الأكثر شبها ببيئتنا فى كوكب الأرض. من الممكن أنه ربما تكون قد وجدت حياة على المريخ فى الماضى، بل وحتى حاليا. من غير المتوقع أن تكون الحياة على المريخ حياة كائنات ذكية، وأقصى ما يتوقعه العلماء وجود كائنات بيئية كالبكتريا.

نبتون مثلٌ للكواكب المصنوعة من غاز سائل، وهى كواكب تتنامى لحجم كبير، فى حين أن الكواكب من النوع الأرضى مثلنا تكون صغيرة وكثيفة.قطر نبتون هو ٤٩,٥٠٠ من الكيلومترات (٣٨٨٠٠ من الأميال) وهذا أعرض من الأرض بأربعة أمثال.

من العلماء الذين كان لهم دور مهم بشأن الكواكب سير وليام هرتشل (١٧٣٨ - ١٨٢٢) عالم الفلك الإنجليزى المولود بألمانيا. اكتشف هرتشل أول كوكب فى المنظومة الشمسية يدور وراء زحل، وسمى هذا الكوكب أورانوس، صنع هرتشل أكبر تلسكوب فى العالم وقتذاك وقطره ١,٢م (٤ أقدام)، وواصل بفضله العثور على أكبر قمرين لكوكب أورانوس، وكذلك العثور على قمرين لزحل.

الكويكبات:

تعد الكويكبات أساسا مصغرات كواكب، فهى تتخلف عن المادة التى تشكلت منها الكواكب، وهى بأحد المعانى «وحدات بناء الكواكب» التى لم تتمكن من أن تندمج معا لتشكل كوكبا واحدا، وذلك بسبب تأثيرات الاضطراب فى الجاذبية عند الاقتراب من المشترى.

هناك دائما إمكانية للعثور على كويكب يكون له مسار قد يصطدم بالأرض. حزام الكويكبات حلقة من أجرام غير منتظمة. تدور معظم الكويكبات فى هذا الحزام بين مدارى المريخ والمشترى. تم حتى الآن اكتشاف ما يزيد عن ١٠٠٠٠ كويكب كلها بأحجام مختلفة.

الأدلة:

منظومتنا الشمسية فيها نقطة بداية جيدة للنظر فى الأدلة التى تدعم ما ذُكر عن نظرية تكوين الكواكب والنجوم. كما هو متوقع فإن العوالم الأقرب من الشمس كلها صغيرة ومصنوعة من الصخر والمعدن. كذلك فإن الكواكب العملاقة - المشترى، وزحل، وأورارنوس، ونبتون - توجد على مسافات بعيدة من الشمس. هناك أدلة أخرى أيضا. يوجد ما بين مدارى المريخ والمشترى حشد مندفع من أنقض متقلبة - الكويكبات.وهذه أساسا مصغرات كواكب تخلفت من عملية بناء الكواكب. يوجد بالمثل فيما يتجاوز مدار نبتون عصابة أخرى من تكدسات حطام الجليد تعرف باسم حزام كوبر. بلوتو كوكب غريب الأطوار فى المنظومة الشمسية، كثيرا ما يعد كجرم كبير من حزام كوبر بأولى من أن يكون كوكبا حقيقيا. وأخيرا فإن المنظومة الشمسية أساسا مسطحة، بحيث تدور كل كواكبها (ما عدا بلوتو)

حول الشمس فى المستوى نفسه والاتجاه نفسه. هذا هو ما نتوقعه بالضبط إذا كانت المنظومة الشمسية قد تكوّنت من أحد الأقراص.

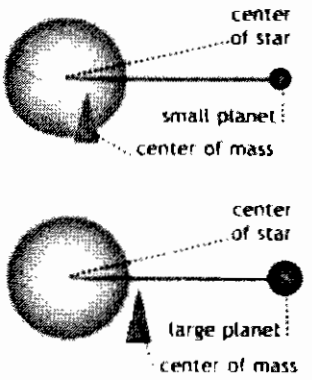
بل إن علماء الفلك فيما يضاف بعيدا عن ذلك، قد كشفوا أيضا بالبحث الدقيق عن دليل أكثر إقناعا على صحة نظرياتهم عن تشكيل النجوم: فقد رأوا بالفعل بأنفسهم أقراصا كوكبية بدائية. أحد أشهر أمثلة ذلك هو القرص المحيط بنجم اسمه بيتا بكتوريس فى كوكبة آلة التصوير Pictoris . كذلك فإن المرصد الفضائى هابل قد رصد فى زمن أحدث العديد من البروبليدات فى سديم الجوزاء العملاق فى الكوكبة التى لها الاسم نفسه.

اكتشاف كواكب أخرى:

كما أن علماء الفلك قد عينوا وحددوا موقع الأقراص الكوكبية البدائية، فإنهم أيضا قد وجدوا فى السنوات المعدودة الأخيرة عشرات من الكواكب التى تدور حول نجوم أخرى. أدت هذه الاكتشافات إلى أن أوقفت أخيرا التساؤل عما إذا كانت الكواكب شائعة أو نادرة، إلا أن هذا البحث الفلكى الذى يشبه أعمال التحرى عند الشرطة يعد بحثا أبعد من أن يكون سهلا، وهذا هو السبب فى أن علماء الفلك قد استغرقوا زمنيا طويلا لإثبات وجود عوالم أجنبية حقا .

المشكلة هى أنه لا توجد أى أجهزة يمكنها أن ترى بالفعل هذه الكواكب مباشرة – على الأقل حتى الآن. الكواكب لا تسطع بقدراتها الذاتية، وإنما هى تعكس ضوء النجم الأب كوهج معتم يسهل أن يصير غير مرئى بواسطة النجم الأب. وبالتالى فحيث إن هذه العوالم الخارج الشمسية (كما تسمى) لا يمكن عموما رؤيتها، فإنه لابد وأن يكتشفها علماء الفلك عن طريق تأثيراتها فى النجم الأب. إذا تكلمنا بمنتهى الدقة، فإن الكواكب لا تدور حول النجوم. وبدلا من ذلك فإن النجم والكوكب يدوران حول مركز كتلة مشترك بينهما – نقطة يتوازنان عندها إذا وصلنا بينهما بعصا كما فى قلب الميزان. وحيث إن النجوم أثقل كثيرا من الكواكب، فإن مركز الكتلة يكون عادة داخل النجم نفسه. وبالتالى فبينما يتبع الكوكب دائرة كبيرة حول مركز الكتلة، فإن النجم يتذبذب لاغير أماما ووراء مثل طفل يلعب بطارة «الهولاهوب»(*). هذه الذبذبة هى الحركة التى تكشف عن وجود أحد الكواكب. إذا كان النجم بلا كوكب يدور حوله، فإنه يدور ببساطة حول محور مركزى ثابت تماما بلا ذبذبة.

(*) طارة لعب يضعها الطفل حول وسطه ويهتز داخلها ليجعلها تدور دائما من حوله. (المترجم)



العمالقة الخارج الشمسية:

استطاع علماء الفلك بفضل دراسات الطيف أن يعرفوا كيف تتحرك النجوم، وأدى رصد هذه الذبذبات لأول اكتشافات للكواكب خارج الشمسية فى ١٩٩٥. عرفنا حتى الآن بوجود عشرات من النجوم التى تدور حولها كواكب. تدل الأبحاث على وجود كوكب واحد فى معظم الحالات، على أن بعض الكواكب لديها على نحو مؤكد أكثر من كوكب واحد. وربما تكون النجوم كلها لديها أكثر من كوكب واحد. (من الممكن أن يكون هناك أيضا كواكب صغيرة، ولكنها تفلت من اكتشافها لانها ببساطة لا تخلق إلا ذبذبات صغيرة). دراسات الطيف لا تكتشف حاليا إلا الحركة الناتجة عن كواكب كبيرة جدا. حتى الآن، فكل ما عثرنا عليه من الكواكب خارج الشمسية هى عمالقة، تكون عادة أكبر حتى فى كتلتها من أكبر كوكب فى المنظومة الشمسية، أى المشترى. وعلى أى حال فإن التكنيكات تتحسن والأجهزة تتزايد طول الوقت فى حساسيتها. تم بالفعل لكشف عن كواكب كتلتها وسط بين كتلة المشترى وزحل. والمسألة هى فقط مسألة وقت حتى يصل علماء الفلك إلى العثور على ما هو حتى أصغر من العوالم. على أنه من المشكوك فيه أن طريقة اكتشاف الكواكب عن طريق ذبذبة النجوم ستكون قط حساسة بالدرجة الكافية للعثور على أى شىء غير الكواكب العملاقة؛ إذا كان لعلماء الفلك أن يكتشفوا كواكب أرضية أخرى فإنهم سيحتاجون فى ذلك لتكنيكات أخرى. ولعل الأمر كما تنبأ كريستوفر ورن (١٦٥٧) قائلاً، «سيأتى وقت يحدث فيه عندما يمد البشر بصرهم بعيدا أن يروا فيما ينبغى كواكب أخرى مثل أرضنا».

كواكب ارض اخرى:

إحدى الطرائق التى يرجح أنها ستثمر نتائج هى البحث عن كواكب فيما يسمى المرور العابر (ترانزيت). أثناء كسوف الشمس يمر القمر أمام الشمس وكنتيجة لذلك يسود الظلام فوق الأرض. وبالمثل، فإن كواكب عطارد والزهرة تمر دوريا أمام

الشمس – مرورات تسمى بالعابرة. دعنا نتصور كوكبا خارج شمسى يدور حول نجم بعيد، ولنتخيل أننا نرى المواد بما يكاد يكون عند الحافة، يمر الكوكب فى النهاية أمام النجم بما يسبب أن تنخفض مستويات الضوء انخفاضا طفيفا ثم تعود طبيعية بمجرد أن ينتهى المرور العابر. بعد ذلك فى بعض وقت لاحق عندما يكمل الكوكب دورة أخرى حول نجمه سيمر مرة أخرى مرورا عابرا. هكذا ستنتج سلسلة دورية من انخفاضات فى شدة ضوء النجم. على الرغم من أن هذه التغيرات ضئيلة، إلا أن علماء الفلك يستطيعون الكشف عنها بأحدث معداتهم حتى وإن لم يستطيعوا رؤيتها مرة أخرى. هذه الطريقة أكثر حساسية بالنسبة للكواكب الأكثر كتلة والأكبر حجما، ولكنها مما يمكن أن نتصور أنها تكشف عن عوالم أصغر كثيرا.

هناك طريقة أخرى للبحث عن الضوء الذى تعكسه الكواكب من نجومها. على أن مستويات ضوء الكواكب بعيدة عن إمكان اكتشافها بأى من الأجهزة المتاحة حاليا – وذلك فيما عدا تلك التى تأتى من كواكب كبيرة بعيدة عن نجومها ولا تضيع فى وهجها. ولكننا عن طريق الربط بين التلسكوبات الكبيرة فوق الأرض أو فى الفضاء يمكننا أن نحسّن دراميا من دقة التحدد عموما. توضع الآن الخطط لإنشاء مصفوفات من التلسكوبات فى الفضاء للعثور على الكواكب.

obeikandl.com

مولد الحياة

توجد الحياة فى كل مكان فوق الأرض. فهى موجودة فوق اليابسة، وفى الهواء، وفى المحيطات على أعماق لا يمكن أن تنفذ لها الشمس، بل وموجودة فى الصخر الجامد. وباختصار، الحياة موجودة فى مدى من ظروف تتباين تباينا مذهلا. نشأت أول أشكال الحياة البدائية بمجرد أن برد الكوكب بما يكفى. وبعد ذلك ظلت هذه الخلايا الأولية تتطور لتصل إلى التعقد الذى نراه الآن. على الرغم من هذا التنوع الثرى، إلا أن الحياة العضوية ما زالت تشغل عالما واحدا فقط. لا يوجد أى دليل مقنع على وجود حياة فى أى مكان آخر، لا فى منظومتنا الشمسية ولا فى الكواكب حول النجوم البعيدة. يصر بعض علماء الفلك على أن الحياة – بل والحياة الذكية – يشيع وجودها فى الكون له، الأمر ببساطة هو أن أحداً لا يعرف ذلك على وجه التأكيد.

تعريف الحياة:

يستطيع كل فرد أن يذكر الفرق بين الكائنات الحية والأشياء غير الحية، ولكن عندما يصل الأمر إلى أن نحاول بالفعل تعريف معنى الكائن الحى، سنجد أنه حتى أعظم العلماء يجدون صعوبة فى توفير إجابة عن ذلك . هناك خصائص محدودة لا تمتلكها إلا الكائنات الحية، ومدى من الوظائف التى لا تؤديها إلا المنظومات الحية. الكائنات الحية كلها من نبات وحيوان تأخذ الطاقة لداخلها مما يحيط بها وتستخدمها لتغذية أنفسها ولتناميها، وهى تستطيع أن تكاثر من أنفسها، وتستطيع أن تستجيب للمنبهات الخارجية، وتستطيع أن تتكيف لتفى بالشروط اللازمة لأن تظل باقية فى بيئة متغيرة. وأخيرا فإن أشكال الحياة كلها التى نعرفها تتكون من جزيئات تتأسس على عنصر الكربون. وسبب ذلك أن الكربون أكثر من أى عنصر آخر له القدرة على تكوين جزيئات كبيرة جدا. ولكنها أيضا مستقرة، هى جزيئات تتضمن حامض دى نواة أوكسى ريبونيوكليك (دنا). دنا هو المادة الأساسية التى تكون الجينات أو المورثات فى نواج ةالخلية، وعن طريقه تعطى النواة التعليمات التى تتحكم فى كيمياء سيتوبلازم الخلية وتكوين المواد البروتينية التى تقوم بدور أساسى فى بناء الخلية وفى كيمياء حياتها. نستطيع تصور جزىء دنا على أنه سلسلة من المعلومات والتعليمات تحويها كل خلية حية. تقوم هذه التعليمات بأن تخبر الخلية بطريقة استخدام الطاقة من بيئتها المحيطة بها وبطريقة أدائها لدورها الفردى داخل الكائن الحى ككل.

إذا كانت كل أشكال الحياة تتأسس على الكربون فإن هذا لا يعنى أن كل الأشكال المؤسسة على الكربون هى بالضرورة أشكال حية. القلم الرصاص المعتاد يحوى عنصر الكربون ولكن الكربون هنا فى شكل غير عضوى.

نثر البذور:

أقدم ما يعرف من حفريات الكائنات الدقيقة ترجع إلى ما يقرب من ٣,٥ من بلايين السنين، بما يقل بمئات قليلة من ملايين السنين عن بدء تشكيل الأرض. يبدو إذن أن الحياة البدائية ظهرت بمجرد أن برد الكوكب إلى مستوى من درجات الحرارة التى يمكن الحياة فيها، أدى هذا الظهور السريع للحياة إلى أن يعتقد بعض العلماء أن المكونات الضرورية لذلك – ما يسمى بالجزيئات العضوية المصنوعة من الهيدروجين، والكربون والأوكسجين والنيتروجين – كانت كلها موجودة منذ البداية ولم تتكوّن فوق الأرض. إذا كان الأمر كذلك، فمن أين جاءت هذه الجزيئات العضوية؟ إحدى الإجابات الممكنة أن الأرض كانت قد بُذرت ببذور من الفضاء الخارجى. وجد علماء الفلك بالفعل عشرات من الجزيئات العضوية مطمورة فى سحب الغبار ما بين النجوم التى تتشكل منها النجوم والكواكب تتضمن أمثلة من ذلك سيانيد الهيدروجين والفورمالدهيد. من الممكن أن يكون السديم الذى نشأت منه المنظومة الشمسية سديما ممتلئا بهذه المكوّنات، وأنها انتثرت مبذورة فى الأرض ومهدت الطريق للتفاعلات البيوكيميائية.

طرح بعض علماء الفلك بدلا من ذلك أن هذه الجزيئات المعقدة هوت إلى الأرض فوق مذنبات ونيازك سقطت عليها أثناء تكوينها. كما أن هناك علماء آخرين يعتقدون أن هذه المذنبات والكويكبات لم تكن تحوى مجرد جزيئات عضوية، وإنما كانت تحوى أشكال حياة بالفعل، مثل بوغات بكتريا بسيطة، تكونت فوق كواكب بعيدة وحُملت إلى الأرض عندما فُجرت بعيداً شدف من هذه الكواكب بواسطة الاصطدام بنيازك. سفانت أرينيوس (١٨٥٩ – ١٩٢٧) كيميائى سويدى هو أول شخص طرح أن الحياة فوق الأرض ربما تكون قد نتجت عن بذور من الفضاء.اعتقد أرينيوس أن الحياة أتت من كائنات حية ضئيلة الحجم مطمورة فى جسيمات الغبار التى توجد فى المذنبات، وأتت إلى الأرض عندما اصطدمت هذه المذنبات منسحقة بكوكبنا منذ زمن طويل.

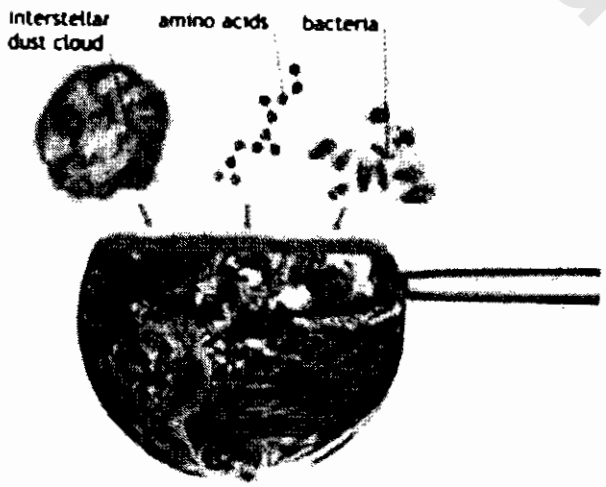
على أى حال فإن الأرجح هو أن الأرض فى زمن مبكر جدا كانت تؤوى فقط جزيئات عضوية ولا يوجد بها أى أشكال حية فعلا أتت من الفضاء.

أول أشكال الحياة:

بصرف النظر عن الطريقة التى نشأت بها هذه الجزيئات العضوية، فإنها سرعان ما

نظمت نفسها فى أشكال أكثر تركبا. خُفف تركيز الجزيئات العضوية فى المحيطات بسبب ما يوجد من مياه، فشكلت ما يشير إليه العلماء كثيرا على أنه الحساء الأولى. مع ما يوجد من حرارة عند تكوين الكوكب الصغير السن فإن هذه الحرارة تدفع بعض هذه الجزيئات التى تسمى بالأحماض الأمينية إلى أن ترتبط معا لتصنيع سلاسل من جزيئات تسمى بالبروتينات. ينشأ فى النهاية جزىء يستطيع أن يصنع نسخا بسيطا لذاته هو نفسه. وبعدها، فحتى تضمن الجزيئات بقاءها ينشأ جزىء متكاثر يحيط نفسه بجدار من البروتين ليشكل أول ما ظهر بأى حال من أغشية واقية للخلايا. وجود القدرة على التكاثر ووجود غريزة الوقاية والبقاء كلها دلائل أكيدة على الحياة. يحدث فى حيز صغير جداً من المكان والزمان، من وجهة النظر الجيولوجية، أن يتولد عن الحساء الأولى أول أشكال الحياة ذات الخلية الواحدة فوق الأرض.

هكذا فإن المكونات الممكنة للحساء الأولى تبدأ بسُحب غبار يُعرف أنها تحوى مركبات عضوية بسيطة ويمكن أن تصل للأرض. هناك أحماض أمينية يمكن أن تتطور من الجزيئات المؤسسة على الكربون التى تتخلق بالإشعاع فى طبقات الجو العليا، وتسقط الأحماض الأمينية بعدها إلى المحيطات. من المعروف أن البكتريا تشكل بوغات يمكن أن تقبع فى سبات لملايين السنين، وربما يحدث ذلك أثناء انتقالها فى الفضاء. يطرح البعض أن أشكال الحياة البدائية ذات الخلية الواحدة مثل البكتريا قد أتت للأرض بعد تشكلها فى كواكب بعيدة، وإن كان من المرجح أن هذه الأشكال قد نشأت بالتطور فى الحساء الأولى على الأرض.



التطور:

الكائنات الحية الأولى ستبدو مثل البكتريا أو الطحالب. كل ما يوجد الآن من الحياة فوق كوكبنا قد أتى من هذه البوغات الأولى البسيطة. مفتاح هذه الأحداث

الهائلة من التحول الحيوى والتنوع هو التطور. التطور هو عملية تكيف الأحياء لبيئتها المتغيرة، وهى عندما تفعل ذلك تصبح «أكثر صلاحية» – أى أفضل تجهيزاً للبقاء كما تصبح أكثر تعقدا. ما يسوق التطور هو طفرة الجينات والانتخاب الطبيعى. حتى نعرف طريقة عمل التطور، دعنا نتخيل قطيعا من حيوانات الزراف تعيش على الأشجار فى الغابة. لا توجد ذرية يكون أفرادها صورة طبق الأصل من الوالد – وسبب ذلك هو اختلافات طفيفة، أو طفرات عشوائية فى جيناتها. هذا هو السبب فى أن الزراف البالغة يكون بعض أفرادها برقبة أقصر بينما هناك زراف أخرى لها رقبة أطول. إذا نمت الأشجار فى المنطقة بحيث تزيد طولا تغدو الأغصان على المستوى المنخفض أكثر ندرة . لن يستطيع أفراد الزراف قصيرة الرقبة أن تصل إلى الأغصان العالية. ستواجه هذه الأفراد بنقص فى طعامها وقد يتعرض الكثير منها للموت جوعا. يحدث مع مرور أجيال كثيرة أن الكثير من أفراد الزراف قصيرة الرقبة ستموت قبل أن تتكاثر، ويصبح ما فيها بالذات من طفرة جينية طفرة تتزايد فى ندرتها. أما أفراد الزراف طويلة الرقبة فهى مكيفة أفضل وتصبح هى الأفراد التى تبقى حية وتتمكن من التكاثر وأن تمرر جينات رقبتها الطويلة للأجيال التالية. وكما يقول العلماء فإن هناك هكذا «انتخاب مضاد» لأفراد الزراف قصيرة الرقبة يؤدى إلى أن تطور العشيرة تدريجيا رقابا أطول.

تشارلز داروين هوصاحب نظرية التطور، وقد بين فيها أن الحيوانات تتكيف لبيئتها فتحدث فيها تغيرات كنتيجة للطفر العشوائى تتعدّل بواسطة عملية الانتخاب الطبيعى.

هل هناك حياة فى مكان آخر؟

الحياة الآن أكثر تعقدا إلى مالا نهاية عما كانت عليه عند أول ظهورها. ولكن ماذا عن الحياة فى مكان آخر؟ هل توجد حياة فى مكان آخر؟ الإجابة هى ببساطة أننا لا نعرف.يوضح بعض العلماء أن الحياة رسخت على الأرض بمجرد أن أمكنها ذلك، وأن هذه الأحداث نفسها لابد وأنها حدثت فى مكان آخر، لأن هناك أعدادا لا حصر لها من الكواكب الأخرى لابد وأن أحدها فيه حياة مثلنا. إلا أن هناك علماء آخرين ينادون بأن أول جزيئات ناسخة لنفسها قد نشأت عن أضأل نسب من الاحتمالات، وأنه من غير المرجح أن يحدث الشيء نفسه فى مكان آخر. هكذا فإن احتمال وجود أى حياة ذكية فى كوكب آخر يعد احتمالا ضئيلا لن يحدث إلا فى عدد محدود من الكواكب لصعوبة شروط نشأة الحياة وتطورها للذكاء. يسمى هذا الرأى بالمبدأ الإنسانى الضعيف الذى يرى إمكان وجود حياة ذكية ولكن فى عدد

قليل من الكواكب الأخرى. على أن هناك علماء يصرون على أن الحياة الذكية لا توجد إلا على أرضنا وحدها، ووجودها مؤكد لأننا ها هنا موجودون ونتساءل عن هذه الحياة، ويسمى هذا بالمبدأ الإنسانى القوى، وينتقده البعض لأن فيه عودة للنظريات القديمة غير المقبولة التى تنادى بأن الإنسان فى الأرض هو مركز ومحور الكون كله.

ومع ذلك لو فرضنا جدلا أن الحياة تنتشر عبر الكون كله، ما هى احتمالات أن يكون أى من هذه الأشكال من الحياة الغريبة عنا له ذكاء؟ تعتمد الإجابة عن ذلك على التطور. التطور لا يقتصر مفعوله على أنه يغير الصفات الفيزيقية كطول رقبة الحيوان أو سرعة هربه من المفترسين، فالذكاء أيضا صفة لابد لها من أن تظهر بالتطور. الأفراد الأولى من عائلة الإنسانيات عندما يكون لديها القدرات العقلية لالتقاط غصن تستخدمه كسلاح ضد الفهد ذى الناب السيف(*)، فإنها هكذا يكون لديها ميزة للبقاء تفوق الأفراد الأخرى بعائلة الإنسانيات الذين يحاولون لا غير أن يسبقوا النمر المفترس عدوا. وبالتالى يمكن المحاجة بأن الحياة إذا كانت قد نشأت فى مكان آخر وظلت باقية، فإنها ستتطور بالضرورة لتشكل ذكاء تنشأ عنه حضارة قد تعرف الراديو. استخدم علماء الفلك فى السنوات الأخيرة تليسكوبات بالراديو للاستماع إلى أى رسائل قد تصل من الفضاء. يتفاءل البعض بأنه إذا وجدت هذه الحضارات بالفعل فى مكان ما، فإننا سوف نجدها خلال عقود قليلة، بل إن وكالة ناسا لأبحاث الفضاء قد أنشأت فرعا لإجراء الأبحاث عن وجود ذكاء فى مخلوقات خارج الأرض، ومخصورة اسمها بالإنجليزية هى SETI (سيتى). يعمل فى هذا المشروع متطوعون فى كل مكان يستخدمون كمبيوتراتهم بحثا عن أى بث بالراديو لأنماط إشارية قد تدل على مصدر فضائى من كائنات ذكية.

نقاط أساسية:

* تتكون كل أشكال الحياة من جزيئات تتأسس على الكربون.
* نشأت أول أشكال الحياة على الأرض من «الحساء الأولى».
* التطور هو عملية تكيف الأحياء للبيئة المتغيرة.
* نشأة الحياة وتطورها إلى ذكاء تنشأ عنه حضارة أمر صعب للغاية ولا يتم إلا بشروط غاية فى الدقة، لا تحتمل أى تغير. وكمثل، لو تغيرت الجاذبية على الأرض تغيرا بسيطا أو لو كان وزن أو شحنة مكونات الذرة مختلفا أقل اختلاف لتغيرت الظروف الرهيفة التى تنشأ فيها الحياة، فلا تظهر الحياة بالمرة أو تظهر على نحو بدائى لتبيد مختفية قبل تطورها إلى شكل أرقى.

(*) فهد منقرض له ناب طويل. (المترجم)