الباب الثانى
تمدد الكون

من المعروف أن الضوء الأبيض مركب من عدة ألوان – الأحمر – البرتقالى – الأصفر – الأخضر – الأزرق – النيلى – البنفسجى. ويمكن مشاهدتها بوضوح فى قوس قزح وهو نتيجة تحليل ضوء الشمس بواسطة منشورات صغيرة جدًا من الماء المتجمد فى طبقات الجو العليا.

كذلك يمكن تحليل الضوء الشمسى بواسطة منشور زجاجى وتشاهد شريط ملون يبدأ باللون الأحمر وينتهى باللون البنفسجى وإذا ما تمكنا من الحصول على صورة واضحة لهذا الشريط الملون للشمس ودققنا النظر فيه وفحصناه جيدًا نجد أن الألوان فى هذا الشريط الملون ليست متصلة ببعض وإنما يتخللها خطوط دقيقة معتمة. أما كيف تكونت هذه الخطوط التى يتميز بها ضوء الشمس فيرجع إلى أن الضوء المنبعث من داخل الشمس قد سار خلال طبقات مختلفة مكونة من غازات بحيث لا تسمح بمرور بعض أجزاء محدودة منفردة على طول الشريط الملون ولهذا السبب تظهر خطوط رفيعة معتمة فى طيف الشمس وكذا الحال بالنسبة للنجوم أو المجرات وخلافه ويمكن بواسطة المطياف تحليل أضواء الأجرام السماوية وقياس الأطوال الموجبة لخطوط أطيافها.

ومن التحاليل الطيفية الفوتوغرافية لتلك المجرات والنجوم... ومن مقارنة مواقع الخطوط الطيفية مع مثيلاتها من مصادر ضوئية ثابتة... وبعد إزالة الأخطاء الناشئة عن دوران الأرض حول الشمس، ودورانها حول محورها... إلخ... من ثَم

ذلك، نتعرف على السرعة النصف قطرية (السرعة فى خط الأبصار) للجرم السماوى فإذا كانت إزاحة الخطوط الطيفية عن مواقع الخطوط الطيفية من المصدر الثابت نحو الأحمر، أى فى ناحية الموجات الطولية، فإن سرعة الجرم السماوى تكون عندئذ سرعة ابتعاد موجبة... أما إذا كانت الإزاحة نحو اللون البنفسجى من الطيف الصادر عن المصدر الثابت، فإن سرعة الجرم السماوى تكون سرعة اقتراب سالبة. وهذا هو ما يعرف بظاهرة دوبلر للتحليل الطيفى.

ظاهرة دوبلر:

وهى الظاهرة التى تجعل الضوء الآتى إلينا من مصادر تتحرك فى اتجاهنا يغير لونه نحو الاتجاه البنفسجى من الطيف والضوء الذى يصلنا من مصادر تبتعد عنا يغير لونه نحو الاتجاه الأحمر من الطيف – وحتى يمكن ملاحظة الإزاحة لابد بالطبع من أن تكون السرعة النسبية للمصدر بالقياس إلى موضع الراصد كبيرة إلى حد ما. وعندما قبض على البروفيسور "ر.و. وود" عند إختراقه لإشارة حمراء بلتيمور وقال للقاضى أن هذه الظاهرة جعلته يرى الإشارة خضراء لأنه كان يقترب منه بسيارته ظن القاضى أن يسخر منه. ولو كانت معرفة القاضى بالفيزياء أكثر من ذلك لكان قد سأل برفيسور "وود" أن يحسب السرعة التى لابد وأن السيارة كانت تسير بها، وفى هذه الحالة كان سيحكم عليه بغرامة سرعة.

إن مشكلة الإزاحة الحمراء التى ترى فى طيف المجرات قد تكون نتيجة غير مؤكدة وتبدو جميع المجرات كما لو كانت تفر من أمام "درب التبانة" بسرعة وكأنها وحش فضائى مخيف! فما هى إذن الخواص المخيفة لنظامنا النجمى ولماذا يبدو مختلفًا بين المجرات؟ إذا تفكرت فى هذا السؤال قليلًا ستجد بسهولة أن مجرتنا لا تختلف فى شيء معين عن باقى المجرات. وأن باقى المجرات لا تفر منها بالذات ولكنها تفر جميعا من بعضها البعض. وتخيل بالونا من المطاط به نقش على هيئة نقاط مطبوعة على سطحة. فإذا بدأت فى نفخه بالتدريج يتمدد سطحه إلى أحكام أكبر وأكبر وتتباعد المسافات بين كل نقطة والأخرى باستمرار بحيث لو كانت حشرة واقفة على إحدى هذه النقاط لظنت أن النقاط الأخرى تفر بعيدًا عنها وهذا

بالإضافة إلى أن سرعة تقهقر النقاط المختلفة على البالون المتمدد سوف تتناسب طرديًا مع بعدها عن مكان الحشرة. انظر الشكل "ظاهر دوبلر"

وهذا المثال لا شك يوضح تمامًا أن التقهقر الذى لاحظه "هبل" – سوف نوضحه فى هذا الباب – لا علاقة له بخواص أو موضع مجرتنا ولكن يمكن تفسيره ببساطة على أنه يرجع إلى التمدد العام والموحد لنظام المجرات المبعثرة فى فضاء الكون.

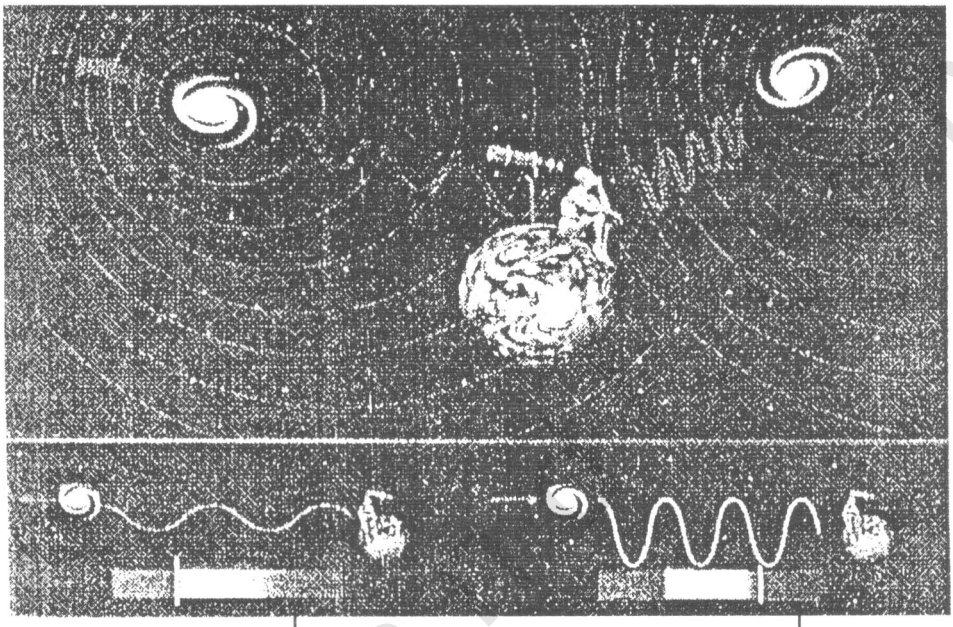
تنص بيانات "هبل" على أن متوسط البعد بين كل مجرتين متجاورتين ١٠٧ مليون سنة ضوئية (أو ١٠٦ * ١٠ ^{١٩} كيلو متر) فى حين أن سرعة التباعد المتبادلة بينهما ٣٠٠ كيلو متر / ثانية وبافتراض وحدة معدل التمدد يكون الزمن ١٠٦ * ١٠ ^{١٩} / ٣٠٠ = ٥،٢ * ١٠ ^{١٦} ثانية = ١،٨ * ١٠ ^{٩} عام وتشير تقديرات أحدث إلى أن عمر التمدد أقدم من ذلك.

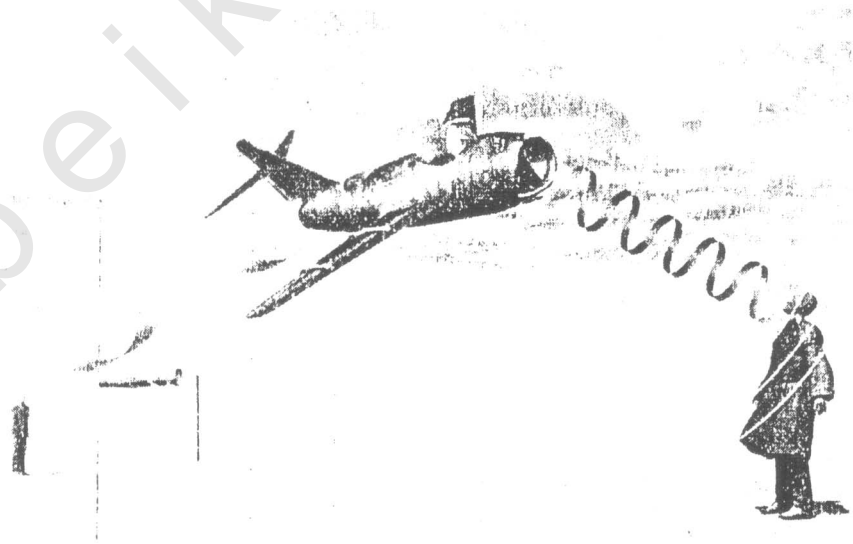
على الرغم من أن ثابت هبل يتغير مع الزمن لكن هذا التغير بطئ ويعرف بالسرعة المتوسطة لابتعاد أى جرمين فى الكون عن بعضهما مقسومة على المسافة الفاصلة بينها – لكنه فعليا يعين بقياس السرعة المتوسطة لابتعاد الأجرام السماوية المتنوعة عن الأرض وقياس أبعاد هذه الأجرام عنا. انظر الشكل "قانون هبل"

ولقد تمكن العالم الفلكى هابل وغيره من فلكى مرصد "مونت لون"، من أمثال "هيوماسن وبارا" تمكنوا من القيام بعملية التصوير الفوتوغرافى الطيفى لعدد كبير من المجرات مع مقارنة مواقع خطوطها الطيفية مع مواقع الخطوط المماثلة من مصادر ضوئية ثابتة... ونتيجة لذلك، تبين لهم قيمة الإزاحة نحو الأحمر... ومن هذه القيمة حصلوا على السرعة الابتعادية لتلك المجرات، كما أمكن أيضًا التعرف على اللمعان المطلق لتلك المجرات. انظر الشكل السابق.

وبمقارنة اللمعان المطلق على اللمعان الظاهرى المرئى بعد إزالة الأخطاء العديدة الناتجة عن آلات الرصد وتأثير الغبار الكونى... أمكن للباحثين الحصول على المسافات التى تفصل ما بيننا وبين المجرات المختلفة... ومن ثم، فلقد وصل

هابل على معادلة خطية بين السرعة والمسافات... ومنها أوضح أن السرعة تزداد باطراد مع المسافة وأن معامل هابل يتراوح بين ٧٥ كيلو متر وبين ١٥٠ كيلو متر فى الثانية على مسافة تساوى مليون بارسك (٣.٢٥×١٠^{٦} سنة ضوئية)





ظاهرة دوبلر

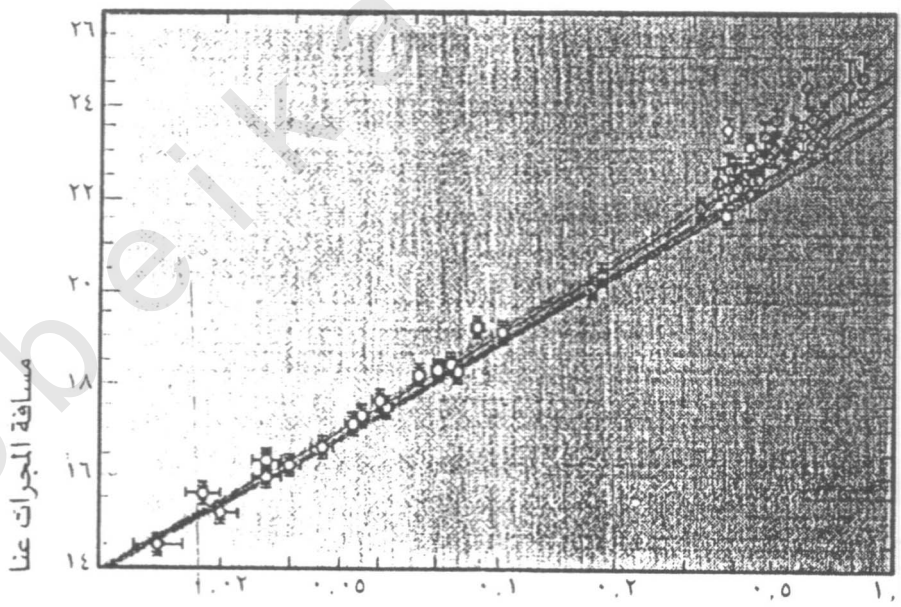
العلاقة بين السرعة طول الموجةتسمى ظاهرة دوبلر، وهى خبرة نمر بها فى حياتنا اليومية.

عندما نستمع إلى طائرة تمر عبر رؤوسنا، فإن محركها هى تقترب يكون له طبقة صوت أعلى، وعندما تمر الطائرة وتختفى،يكون لصوتها طبقة أكثر انخفاضًا.

تناظر الطبقة الأعلى موجات صوت لها طول موجة أقصر (طول الموجة هو المسافة بين ذروة إحدى الموجات وهى الذروة التالية) وتردد أعلى (التردد هو عدد الموجات فى الثانية).

وسبب ذلك هو أنه أثناء حركة الطائرة فى اتجاهنا ستكون أكثر قربًا منا، وهى تبث ذروة الموجة التالية، الأمر الذى يقلل المسافة بين ذروات الموجات.

وبمثل ذلك، عندما تتحرك الطائرة بعيدًا تزيد أطوال الموجات وتقل طبقة الصوت التى نسمعها.



الشكل قانون هابل

اكتشف إدوين هابل فى عشرينيات القرن العشرين، عن طريق تحليل الضوء الآتى من المجرات الأخرى، أن كل المجرات تقريبا تبتعد عنا بسرعة س (V) تتناسب مع مسافة بعدها عن الأرض، م (R) بحيث إن س = هـ × م (V = H * R).

هذه الملاحظة المهمة التى تعرف بقانون هابل قد أثبتت أن الكون يتمدد، وأن ثابت هابل هـ (H) ينظم سرعة التمدد.

الرسم البيانى أعلاه يبين أرصادا حديثة للإزاحة الحمراء للمجرات، بما يثبت قانون هابل حتى مسافات شاسعة بعيدة عنا.

يوجد انحناء هين فى الرسم لأعلى عند المسافات الكبيرة، وهو يدل على أن الانحناء يتزايد سرعة، وهذا أمر ربما ينتج عن طاقة فراغ vacuum.

الترتيب الرأسى لاكتشافات سليفر وهابل بين ١٩١٠م و ١٩٣٠م.

١٩١٢: قاس سليفر الضوء من أربعة سدم، ووجد إزاحة حمراء فى ثلاثة منها، ولكن أندروميدا لها إزاحة زرقاء، وكان تفسيره لذلك هو أن أندروميدا تترك بعيدًا عنا.

١٩١٢م – ١٩١٤م: قاس سليفر اثنى عشر سديما آخر، كان لها كلها إزاحة حمراء فيما عدًا واحدًا منها.

١٩١٤م: طرح سليفر نتائجه على الجمعية الفلكية الأمريكية، وسمع هابل ما طرحه.

١٩١٨م: بدأ هابل بحثه عن السدم.

١٩٢٣م: حدد هابل أن السدم اللولبية (بما فيها أندروميدا) هى مجرات أخرى.

١٩٢٤ – ١٩٢٥: واصل سليفر وآخرون قياس إزواحات دوبلر. ووصلوا بأعداهم فى ١٩٢٥م إلى وجود ٤٣ إزاحة حمراء مقابل إزاحتين اثنتين زرقاوين.

١٩٢٩م: واصل هابل وملتون هبوماسون قياس إزاحات دوبلر، ووجدا أنه –

obeikandi.com

على المدى الكبير – يبدو أن كل المجرات ترتد إحداها بعيدًا عن الأخرى، وأعلنا فى ١٩٢٩م اكتشافهما بأن الكون يتمدد.

ولقد لاحظ "سليفر" فى عام ١٩١٢ فى مرصد "لوفيل" لأول مرة أن خطوط الامتصاص (الخطوط الرفيعة المعتمة) فى طيف معظم المجرات تزاح نحو الأحمر أى أن أطوالها الموجبة قد زادت. وهذه الظاهرة تعرف بالإزاحة الحمراء أو احمرار الضوء وأن الزيادة فى عدد الذبذبات يطلق عليها الإزاحة نحو اللون البنفسجى. أما النقص فى عدد الذبذبات فتسمى الإزاحة نحو اللون الأحمر أو الإزاحة الحمراء أو احمرار الضوء. وتتوقف هذه الزيادة أو النقص فى عدد الذبذبات فى حالة الضوء على سرعة الضوء نفسه التى تبلغ حوالى ٣٠٠٠٠٠ كيلو متر فى الثانية. ومن هنا يمكننا أن نقول بأن الإزاحة الحمراء تشير إلى ابتعاد مصدر هذا الضوء وأن النسبة بين سرعة الضوء وسرعة ابتعاد المصدر تساوى تمامًا النسبة بين احمرار الضوء أى التغير الذى يحدث فى طول الموجة وبين طول الموجه الأصلية لنفس الخط الطيفى إذا قيس فى المعمل أى فى حالة ثبوت المصدر.

ترتبط المسافة (ف) لمجرة ما بسرعة الإزاحة نحو الأحمر (ع) بالعلاقة

ف = ع / هـ

حيث (هـ) ثابت "هبل" ويقدر بنحو ١٠٠ كيلو متر لكل ثانية لكل ميجا بارسك

لاحظ أن وحدات الـ (ف) هى الميجا بارسك

ووحدات الـ (ع) هى الكيلو متر لكل ثانية.

وإذا كانت الإزاحة الحمراء نتيجة حقيقة للحركة فإن المجرات يجب أن تكون مبتعدة عنا بطريقة منتظمة ويشذ عن ذلك عدد قليل من المجرات القريبة نسبيًا. انظر الترتيب الرأسى لإكتشافات سليفر وهابل بين ١٩١٠ – ١٩٣٠

لقد استنتجنا فيما سبق أن العلاقة بين الإزاحة الحمراء وقوة اللمعان تؤدى إلى

قانون يربط بين السرعة والبعد لأى جسم من الأجسام السماوية. وهذه هى نتيجة طبيعية لتماثل وتشابه الكون.

فلو كانت المجرات الأخرى فى الكون مسكونة وأهله بالسكان. فلكل راصد على أى مجرة من هذه المجرات تظهر صورة للكون واحدة وكذلك إذا نظر الراصد من هناك إلى الخارج فإنه يجد نفس المؤشرات ونفس العلاقة بين مقدار الإزاحة الحمراء وقوة اللمعان. وبالرغم من أنه فى هذا الاتجاه من التفكير ليس ممكنا أن يكون هناك تأكيد مطلق ومضمون فإننا نشاهد أن جميع الأرصاد تؤدى إلى نفس النتيجة وهى أن ظاهرة أُحمرار الضوء فى الحقيقة لابد وأن تؤخذ كدليل على سرعة ابتعاد أى جسم تتناسب مع بعده. فإذا ما أخذنا البعد لأى مجرة من المجرات فى الكون وقسمناه على السرعة لهذه المجرة فإننا نحصل دائمًا على نفس القيمة كخارج للقسمة وذلك مهما كان اختيارنا وهذه القيمة الثابتة ناتج من علاقة التناسب بين السرعة والبعد لأى مجرة.

ووحدة قياس هذه القيمة الثابتة هى وحدة الزمن وفى بعض البحوث الحديثة نجد أن هذه القيمة الثابتة تبلغ حوالى عشرة آلاف مليون سنة وهذا الزمن هو زمن مميز للكون.

يتبين من التحليل الطيفى لبنية جسم مضئ ما إذا كان هذا الجسم يقترب منا أو ينحسر مبتعدًا عنا. فإذا كان يقترب يبدو طول موجة ضوئه كأنه يقصر. ويبدو الجسم أكثر زرقه. أما إذا كان يبتعد فطول موجته يبدو كأنه يزداد ويظهر الجسم أكثر احمرارًا. وهذا ما يسمى بأثر دوبلر نسبة إلى الفيزيائى النمساوى "كريستان دوبلر" (١٨٠٣م – ١٨٥٣م) الذى كان أول من نبه إليه.

يتكون طيف مجرة خارجية من اختلاط أطياف ملايين النجوم. إلا أنه من الممكن التعرف على الخطوط الرئيسية فيه لقد تبين حتى الآن جميع أطياف المجرات باستثناء مجرات مجموعتنا المحلية التى يزيح طيفها نحو الأحمر. فإذا كانت هذه التحركات من نوع أثر دوبلر ينتج عن ذلك أن الكون بأجمعه فى حالة تمدد وقد تبين

أيضًا أن الإزاحة نحو الأحمر تزداد كلما كان موقع المجرة أبعد. إذا أن ازدياد الإزاحة يعنى ازدياد سرعة الابتعاد.

إذا ما تمدد الكون فإن النجوم البعيدة جدًا عنا تسير بسرعة عظيمة مبتعدة عنا ومن الظواهر الطبيعية المعروفة فى الكون وهى أن شدة الضوء المنبعثة من مصدر مشابه ولكنه فى حالة سكون. وتبعا لذلك فيمكننا أن نفسر ظلام السماء ليلًا فى الكون الذى نعيش فيه والذى يتمدد – بأن شدة الضوء الواصل إلينا من النجوم الموجودة فى المناطق النائية من الكون تكون ضعيفة جدًا بسبب تحرك هذه النجوم بسرعة كبيرة جدا مبتعدة عنا ونتيجة لذلك فسوف تظهر السماء مظلمة ليلًا وهو ما تؤيده جميع الأرصاد الفلكية وهذه الظاهرة تؤكد لنا بكل وضوح وبطريقة مباشرة إلى أن الكون يتمدد وهذا أيضا متمشيا مع القرآن الكريم: ﴿ **وَٱلسَّمَآءَ بَنَيۡنَٰهَا بِأَيۡيْدٖ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ** ﴾ سورة الذاريات الآية ٤٧.

ذلك هى الحقيقة اللامعة التى اكتشفها علماء الفلك فى العصر الحديث.

ويقول بعض العلماء أن ابتعاد المجرات هو تمدد للكون وللمحافظة على درجة الكثافة واستقرار الكون لابد من خلق مستمر لمجرات جديدة تحل محل المجرات القديمة التى تبتعد أى خلق مستمر للمادة وذلك بدون ذكر لمصدر المادة أو خالقها. فهل حقيقة أن الكون يتمدد أن التفسير الوحيد لابتعاد المجرات البعيدة بسرعات تتناسب مع بعدها هو حركة المادة وانتشارها داخل حدود الكون. أن الأشياء تتمدد فى محيط أو عالم له نفس الطبيعة وعلى الأقل نفس العدد من الأبعاد ولذا فإن التمدد يتم فقط فى حالة واحدة وهى حالة الخلق الجديد هذا بالإضافة إلى أن الابتعاد بسرعات متزايدة يوحى بإنجذاب المجرات أو رجوعها إلى أصل نشأتها فى دورة كونية غير معلومة ولا يعلم مداها إلا الله.

لقد أكد العالم "هبل" أن الكون ما زال يتوسع نتيجة للانفجار الكبير. وهنا نجد أنفسنا أمام سؤال مهم هو إلى متى سيستمر الكون بالتوسع؟ طبعًا يتوقف هذا على سرعة توسعه الحالية على شدة قوى الجاذبية التى تعنيها القيمة المتوسطة لكثافة المادة.

يرتبط هذان العاملان – سرعة التوسع وشدة قوى الجذب – وفقًا للنظرية النسبية العامة لاينشتاين – مع التقوس الوسطى للكون فإذا كانت الكثافة الكتلية لمتوسطة للمادة كبيرة إلى حد كاف فإيقاف التوسع وجعل الكون يتقلص ثانية. قيل عن الكون أنه مغلق (له شكل كرة) وإذا كانت الكثافة صغيرة فإن الكون سيستمر فى التوسع. وقيل عنه أن مفتوح (له شكل سرج حصان) أما إذا كان الجذب شديدا بما يكفى تمامًا لاستمرار تباطؤ التوسع لكن ليس إلى الحد الذى يؤدى إلى إغلاقه قيل عن الكون أنه منبسط وهناك حجج نظرية تؤيد الافتراض القائل بأن الكون منبسط فعلًا. وقد ثبت أنه يحوى من الكتلة أكثر بكثير مما يرصد على نحو مباشر (بالاعتماد على الإشعاع الكهرومغناطيسي) أو غير مباشرة على فعل الجاذبية.

من جميع الأسئلة التى تواجه البشرية والتى بقيت بدون إجابة. تظل تلك المتعلقة بأصل الكون أكثرها سحرًا. ومن المؤكد أيضًا أنها من أكثرها غموضًا.

إذا نظرنا إلى لوح فتوغرافى لاطياف النجوم فإننا نلاحظ وجود نوعان من خطوط الطيف خطوط لامعة وخطوط معتمة وهما يشبهان اللوحات الفوتوغرافية الموجبة والسالبة، وعندما تصدر ذرات غاز ما خطوط طيفية فإن الخطوط تكون لامعة فخطوط الطيف الصادرة من سحابة غازية فضائية حارة مثلا هى خطوط لامعة ومن ناحية أخرى إذا أصدر منبع حار كالغلاف المضئ لأحد النجوم ضوءًا من جميع الأطوال الموجية ومر الضوء خلال سحابة غازية منخفضة الحرارة نسبيا فإن الغاز البارد يمتص الضوء ذا الأطوال الموجية هذه ومن ثم فإنها تظهر كخطوط معتمة والضوء الصادر من الشمس يحتوى على خطوط معتمة أكثر مما يحتوى على خطوط لامعة لأن الضوء الصادر من غلافها المشئ يمر خلال المادة الأقل حرارة الموجودة فى الأجزاء السفلى من جو الشمس وهذا هو أيضًا نفس الموقف بالنسبة لمعظم النجوم الأخرى بيد أنه ليس من الضرورى أن تكون الخطوط المعتمة موجودة على الدوام فإن النجوم الشديدة الحرارة تلك النجوم التى تقع عاليا جدًا على التتابع الرئيسى تصدر خطوطًا لامعة كذلك تصدر بعض لنجوم الشديدة البرودة نسبيًا خطوطًا لامعة كما لو كان بعض بقع مضيئة على سطحها البارد تسخن

إلى درجة حرارة عالية نسبيًا. وهناك أكتشاف يعتبر من الاكتشافات الهامة فى علم الفلك وهو أن المجرات البعيدة تبتعد عنا بأسرع مما تبعد المجرات لقريبة – بمعنى انك إذا ضاعفت بعد مجرة فإن معدل ابتعادها يتضاعف أيضًا ويمكن التعبير عن هذه النتيجة بصورة أدق بالقول بأن كل زيادة فى المسافة تبلغ مليون بارسك تقابلها زيادة فى سرعة الابتعاد تبلغ نحو ١٠٠ كيلو متر فى الثانية مثلًا المجرة التى يبلغ بعدها ١٠ ملايين بارسك تبتعد بسرعة تبلغ ١٠٠٠ كيلو متر فى الثانية والمجرة التى يبلغ بعدها ١٠٠ مليون بارسك تبتعد بسرعة تبلغ ١٠ آلاف من الكيلومترات فى الثانية والمجرة التى بلغ بعدها ٥٠٠ مليون بارسك تبتعد بسرعة تبلغ نحو ٥٠ ألف كيلو متر فى الثانية.

وأسرع معدل للابتعاد قيس حتى الآن يقرب جدًا من ٤٠ ألف كيلو متر فى الثانية والمجرات التى تقع على أبعاد تزيد عن ذلك خافتة لدرجة أن من العسير قياس سرعتها بسبب قلة الضوء الواصل إلينا.

ويعتقد الفلكيون بدون استثناء بأنه يمكن التنبؤ بأن معدلات الابتعاد ستستمر فى الزيادة طبقًا للخط المستقيم المبين فى الشكل التوضيحى لظاهرة "هبل" ممثلًا لأحد المعالم الأساسية للكون ومن المسلم به أن هذا الخط يمكن مده إلى أية مسافة تختارها حسب الإرادة مهما كبرت.

وما شوهد من تمدد منتظم للكون إلى ما يقرب من ٤٠٠ مليون بارسك يحدث فى جميع الاتجاهات فمهما كان الاتجاه الذى تقوم فيه بالارصاد فإننا نصل إلى نفس النتيجة وما كانت جميع المجرات باستثناء مجرات المجموعة المحلية تبتعد عنا نتيجة لتمدد الكون فقد أوحى ذلك إلى كثير من الناس بأن مجموعتنا المحلية لابد أن تكون فى مركز الكون بيد أن هذا الاستنتاج ليس من الضرورى – من الواجهة المنطقية – أن يكون صحيحًا وأخيرًا فمعنى هذا أنه كلما زادت المسافة بين مجرتين زاد معدل التباعد بينهما بمعنى أنه إذا ضوعفت المسافة فإن معدل التباعد يتضاعف أيضًا وهذا ما ذكرناه فى الأسطر السابقة.

وبهذا يمكن أن نقول أنه فى بداية نشأة الكون كانت الكثافة عالية جدًا أعلى بكثير من كثافة الماء وإذا أخذت التمدد يمضى فى طريقه أخذت الكثافة تقل بأطراد فانخفضت إلى كثافة الماء ثم استمرت فى الانخفاض حتى وصلت إلى جزء من مليون جزء من كثافة الماء واستمر الانخفاض حتى وصلت الكثافة إلى جزء من مليون مليون جزء من كثافة الماء ثم إلى أقل من ذلك حتى وصلت إلى جزء من مليون مليون مليون من كثافة الماء ولم تقف عند هذا الحد بل استمرت فى الانخفاض حتى وصلت إلى جزء من ألف مليون مليون مليون مليون جزء من كثافة الماء وأخيرًا بدأت تجمعات المجرات تتكاثف واستمر التمدد عن طريق تباعد التجمعات بعضها عن بعض وعموما فهذه المرحلة الجارية التى نشاهدها الآن.

وتطبيق قانون الجاذبية المعدل على الكون بوجه عام تكون النتيجة هى أنه إذا انخفض متوسط الكثافة عن قيمة معينة (تسمى القيمة الحرجة) فإنه قوة التنافر تبدأ تعمل عملها ويأخذ الكون فى التمدد حتى ولو لم يبدأ فى التمدد منذ البداية أما إذا كان متوسط الكثافة معادلًا لتلك القيمة الحرجة فإن الكون يظل فى حالة اتزان ولكن حالة الاتزان هذه لا تكون مستقرة فإذا ما اختل الاتزان لسبب من الأسباب فى جانب التمدد فإن الكون يستمر فى التمدد بسرعة متزايدة وإذا كان الاختلال فى جانب الانكماش فإن الكون يستمر فى الانكماش بسرعة متزايدة وبذلك يمكن تعديل قانون الجاذبية قبل ذلك بزمن كاف لا نجد تمدد قط لأن الكون بدأ من حالة الاتزان التى وصفناها سابقا.

ومن مزايا هذه النظرية أنها تمدنا بتعديل أفضل لتكوين المجرات إذ من لممكن التجمعات المجرية فهذه النظرية تعلل نشأة التجمعات المجرية هذه النظرية تعلل نشأة التجمعات المجرية تعليلًا يستند إلى أسباب طبيعية أكثر قبولًا من تعليل النظرية الانفجارية التى تنص على تكون التجمعات المجرية فى الكثافة إلى جزء من ألف مليون مليون جزء من كثافة الماء (أو ربما أقل من ذلك).

وثمة نقطة ضعف أخرى فى النظرية الانفجارية التى تعلل نشأة التجمعات

المجرية على أساس حدوث انفجار هائل واحد فى مادة ذات كثافة فوق العادية ذلك أنه بدون تعديل طبيعة الجاذبية فإن التدليل بأن التمدد يقتضى ضرورة أن يكون الكون قد نشأ من انفجار مفرد لمادة ذات كثافة فوق العادية ليس من الضرورى أن يكون صحيحًا إذا أنه لا يكون صحيحًا إلا إذا كانت كل المادة الموجودة حاليا موجودة أيضًا فى الماضى.

نستطيع الآن أن ندرك الفرق بين الرأيين عن نشأة مادة الكون ففى النظرية لانفجارية يعبر عن نشأة المادة بظروف بدايتها لا بقوانين الطبيعة نفسها أما فى حالة الخلق تحدث بصفة مستمرة ومن ثم فإن عملية الق عملية عشوائية ولكنها تتطلب أن ندخل تعديلات فى قوانين الطبيعة وحقيقة إلى الآن لم نوفق تمامًا إلى وضع مثل هذه القوانين غير كاملة فإنها كافية لأن نستنتج منها عددًا من النتائج الشيقة والمبهرة فى نفس الوقت وأهم النتائج يمكن تلخيصها فيما يلي:-

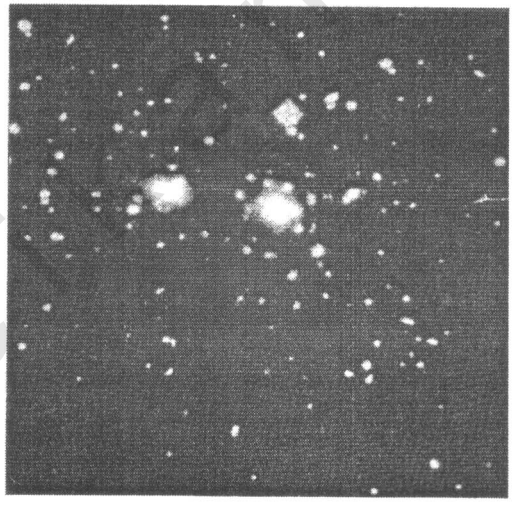
١- أن الكون يجب أن يتمدد ذلك أن خلق المادة المستمر يدفع الكون إلى التمدد وكذلك إلى مط الفضاء مطًا يباعد بين التجمعات المجرية بعضها عن بعض والإمكانية المستمرة لظهور ذرات جديدة فى الفضاء تضفى عليه نواحى طبيعية فعالة ولم يعد مجرد شيء خامد تثقله المادة وحسب.

٢- خلق المادة المستمر لا يدفع الكون إلى التمدد فقط بل أنه يحدد أيضًا معدل هذا التمدد فإذا كان الكون قد بدأ فى التمدد فإن خلق المادة يؤدى إما إلى زيادة هذا المعدل وإما إلى نقصانه على حسب الظروف التى كانت سائده فى البداية حتى يصل التمدد إلى قيمة معينه وذلك يستقر معدل التمدد عند تلك القيمة الثانية يصل إليها معدل التمدد بصرف النظر عن الظروف التى كانت سائدة عند البداية وهى القيمة التى تجعل متوسط كثافة الكون ثابتة ومن ثم فإن خلق المادة المستمر لا يؤدى إلى ازدحام الفضاء بالمادة كما أنه لا يؤدى إلى جعله قد امتلأ بالمادة ذلك أن معدل التمدد يثبت عند القيمة التى تجعل انخفاض الكثافة الناتج عن التمدد يعادل بالضبط الزيادة الناتجة من خلق المادة المستمر وإن ظهور هذا التوازن العجيب كنتيجة للنظرية لهو أقوى الأسباب التى تجعلنا نعتقد فى خلق المادة المستمر.

٣- ثبات متوسط كثافة المادة فى الفضاء قد أدى إلى فكرة أن الكون فى حالة استقرار ولما كان متوسط كثافة المادة فى الكون واحدًا فى جميع الأزمان فإن تكاثف التجمعات المجرية قد يحدث فى الوقت الحاضر أو فى المستقبل تاما كما حدث فى الماضى ولذلك فإن النظرية تتضمن أن التجمعات المجرية فإن تجمعات مجرية جديدة تتكاثف بمعدل متوسط عدد فى رقعة كبيرة من الفضاء يكاد لا يتغير بتوالى الزمن وبذلك تصل إلى هذه الخالية للكون وهى أن التجمعات المجرية تتغير وتتطور مع الزمن ولكنه هو نفسه لا يتغير وصاحب هذه النظرية هو "فرد هويل" قد أخطاء التعبير بقوله أن الكون لا يتغير وأن لبناته هى التى تتغير فكيف يحدث ذلك وفى قوله أيضًا أن الكون ليس له بداية ولا نهاية فهو خطأ لا يغفر له.

التطور المعكوس:

نحن الآن فى مواجهة بعض المشاكل الحيوية التى تتعلق بالاحتمالات التى مر بها الكون فى زمن التطور، فهل يجب علينا أن نفترض أنه فى حالة تطور مستمر يمر خلالها بعدة مراحل مختلفة.



الحشد ذؤابة، وهو حشد مجرات كروى الشكل يحوى ١٠٠٠ مجرة لامعة – على الأقل – بعضها إهليلجى وبعضها قرصى مفلطح. لذلك يعتبر من المجرات الغنية. وهو من أعلى الحشود المعروفة كثافة يبعد عنا مسافة ٣٥٠ مليون سنة ضوئية، ويقدر عمره بحوالى ١٥ مليار عام.

والحقائق التجريبية الأولية وفى حصاد مختلف أفرع العلوم يقضى بنا إلى إجابة قاطعة فالكون فى حالة تطور تدريجى. وصورته فى الماضى البعيد وحالته فى الحاضر وما يكون عليه فى المستقبل تمثل ثلاث مراحل مختلفة تماما من الوجود وتشير الحقائق العديدة التى جمعت من مختلف أفرع العلوم إلى أن كوننا بدأ بداية معينة ثم تحول إلى وضعه الحالى فى عملية تطور تدريجية، وكما رأينا من قبل أن عمر نظامنا الكوكبى يقدر ببلايين السنين وهذا الرقم يفرض نفسه علينا نتيجة التصدى لهذه المشكلة واقتحامها على جبهات مختلفة كما أن تكوين القمر كما يتضح لنا مرده إلى انتزاع مادته من جسم الأرض تحت تأثر قوى الجاذبية الشمسية العنيفة وهذا أمر لا يمكن أن يكون قد تم إلا منذ بلايين السنين.

وتشير دراسة تطور بعض النجوم إلى أن أغلب هذه النجوم التى نرأها الآن فى السماء تبلغ من العمر عدة بلايين من السنين أيضًا. ودراسة حركة النجوم بصفة عامة وخاصة الحركة النسبية للنظم الثنائية والثلاثية الأنجم. بالإضافة إلى النظم الأكثر تعقيدًا وهى المجموعات المعروفة باسم الحشود المجرية تؤدى بعلماء الفلك إلى استنتاج أن هذه الأشكال لا يمكن أن يزيد عمر وجودها عن مثل هذه الفترات أيضًا.

ولكن كيف كان حال الكون فى هذه المرحلة المبكرة منذ عدة بلايين من الأعوام عندما كان كل شيء قد تكون على ما يبدو؟ وما هى التغيرات التى ربما تكون قد حدثت فى الوقت ذاته لكى يتحول الكون إلى حالته التى نرأه عليها الآن؟

أن أكثر الأجوبة على السؤال السابق شمولًا يمكن العثور عليها عند دراسة ظاهرة تمدد الكون وقد رأينا فى هذا الكتاب أن الفضاء الكونى الواسع يمتلئ بعدد كبير من النظم النجمية العملاقة أو المجرات، وأن شمسنا هى مجرد نجم واحد ضمن بلايين النجوم التى توجد فى مثل هذه المجرات المعروفة عامة باسم "درب التبانة" وقد رأينا أيضًا أن هذه المجرات تتوزع بشكل متجانس تقريبًا فى الفضاء على مدى البصر (مع الاستعانة بتلسكوب ٢٠٠ بوصة).

وبدراسة الأطياف الصادرة عن هذه المجرات البعيدة لاحظ علماء مرصد