

قراءة إبستمولوجية للكوسمولوجيا المعاصرة

الأستاذة : عبودي نبيلة

قسم الفلسفة

جامعة قسنطينة 2. عبد الحميد مهري

Abstract :

The subject of cosmology or cosmic sciences is the universe: from the smallest part of it, the atom - and its primary elements - to the largest part of it which is the galaxy, and because each science has its own epistemology, the epistemological history of this science reveals the mechanisms of its development, On this basis, the transition from the mechanical universe to the relativistic universe, and from the stable universe to the expanding universe, cosmology has been an open space for our epistemological reading.

الملخص:

إن موضوع الكوسمولوجيا Cosmology أو العلوم الكونية هو الكون: من أصغر جزء فيه وهو الذرة - بمكوناتها الأولية- إلى أكبر جزء فيه وهو المجرة، ولئن كان لكل علم إبستمولوجيته الخاصة فإن التاريخ الإبستمولوجي لهذا العلم هو الذي يكشف عن آليات تطوره، وعن القطائع التي مرّ بها. وعلى هذا الأساس تم الانتقال من الكون الآلي إلى الكون النسبوي، ومن الكون المستقر إلى الكون المتوسع، وبهذا تعتبر الكوسمولوجيا مجالا مفتوحا أمام قراءتنا الإبستمولوجية.

إن الوعي بالوجود في حقيقته وعي كوني، فالإنسان لا يدرك ذاته منفصلاً عما يحيط به، بل يدركها كجزء من كل هو هذا الكون، إلا أن التساؤل حول أصل كل الأشياء سبق تساؤله عن ذاته، وتحت تأثير وعيه الذاتي بضرورة فهم العالم، تعددت الصور التي اتخذها العقل البشري وسائط للبحث عن الحقيقة، وإن اختلفت هذه الصور في المناهج والنتائج إلا أن موضوعها هو الكون، وغايتها هي الفهم، وهنا يستحيل وضع حد فاصل بين ما هو علمي وما هو فلسفي، فالتساؤل عن أصل الكون يجمع التصورات البدائية والنظريات العلمية في إطار كوسمولوجي واحد.

ونميز في هذا السياق بين الكوسمولوجيا والكوسموغونيا Cosmogony على اعتبار أن هذه الأخيرة تختص بأصل الكون ونشأته، في حين تعنى الكوسمولوجيا بدراسة الكون بصفة عامة من حيث بنيته، صورته، أصله، تطوره ومصيره.

وتتأسس العلوم الكونية المعاصرة على علمي الفلك Astronomy وفيزياء الجسيمات Physics of particles، فقد تبين للكوسمولوجيين استحالة إدراك العالم الكبير الماكروسكوبيكي Macrocosm منفصلاً عن العالم الميكروسكوبيكي Microcosm. وقد شهدت العلوم الكونية تطورات حاسمة أدت إلى تغيرات جذرية في الأسس والمفاهيم، وتعتبر نظرية النسبية العامة General relativity theory نقطة تحول في مسار هذا العلم، حيث عملت على تثوير مفاهيمنا حول بنية الكون والجاذبية، كما ساهمت في تطور الكوسمولوجيا من خلال تأثيرها على النظريات الكوسمولوجية المعاصرة.

وهكذا تجمع الكوسمولوجيا بين كونها علماً محكوماً بقوانين ونظريات، وبين كونها مجالاً خصصاً للدراسات الإبستمولوجية التي تكشف عن مشكلات هذا العلم وأزماته، وعلى ضوء هذا نتساءل: ما هي الدلالات

الإبستمولوجية المنبثقة عن تطور العلوم الكونية؟ وإذا كانت الكوسمولوجيا المعاصرة في جوهرها كوسمولوجيا نسبية، فكيف تم الانتقال من الكون الآلي إلى الكون النسبي؟ ولماذا حلّ نموذج الكون المتطور محل الكون المستقر؟
أولاً: من الكوسمولوجيا الآلية إلى الكوسمولوجيا النسبية:

1- الكون الآلي:

اتضحت صورة الكون في العصر الحديث مع "إسحاق نيوتن" Isaac Newton (1642-1727م) فاستطاع من خلال الفيزياء ولوج علم الفلك، وإليه يعود الفضل في اكتشاف القانون الذي يفسر تماسك الكون، وهكذا كان "نيوتن" فيزيائياً وكوسمولوجياً طرح أولى القضايا الكونية والفلسفية. ويعتبر مؤلفه "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية" Mathematical principles of natural philosophy فتحاً علمياً أنار العصر الحديث من خلال قوانين الحركة وقانون الثقالة، وقد ساهم تأليفه بين علمي الرياضيات والفلك في تطوير نظرية الجاذبية، فصاغ قانونه الكوني حول الجاذبية، وأطلق على هذا الجزء من الكتاب "نظام العالم".⁽¹⁾

على أن التأليف بين الرياضيات والعلوم الأخرى لم يظهر مع "نيوتن"، فقد سبقه إلى ذلك "أفلاطون" Plato (427-347 ق.م) عندما اعتبر الظواهر الطبيعية كائنات رياضية، ومع أفول العصر الوسيط وتباشير العصر الحديث صرح "غاليلي" Galilei Galileo (1564-1642م) أن الطبيعة لا تجيب إلا على الأسئلة المكتوبة بلغة الرياضيات، إلا أن ما تميز به "نيوتن" هو اعتماده على الرياضيات المعقدة لتفسير الظواهر الفلكية.

وفي "المبادئ" حدد "نيوتن" قوانين الحركة والجاذبية وهي:

• القانون الأول:

• كل جسم يبقى على حالته ساكنا أو متحركا في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير حالته.

• القانون الثاني:

يتناسب معدل تغير كمية الحركة مع القوة المؤثرة، وكل التغير في اتجاه القوة المؤثرة.

• القانون الثالث:

لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه.⁽²⁾
وينص قانون الجاذبية على أن كل جسيمين يتجاذبان بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما، وعكسيا مع مربع المسافة بينهما.
ولم ينحصر القانون الذي صاغه "نيوتن" على كوكبنا فحسب وإنما على الكون ككل، فالقانون الذي يجعل الأجسام تنجذب وتسقط إلى الأسفل مثل التفاحة هو القانون نفسه الذي يضمن محافظة الكواكب على مداراتها، وقد ساهمت دراساته لمدارات الكواكب في تطور الميكانيك السماوي، وأصبح قانون الجاذبية قانونا كونيا شاملا.

ويوضح القانون الأول أن الجسم يتحرك بسرعة منتظمة وفي منحني مستقيم ويغير سرعته وحركته إذا خضع لتأثير قوة ما، وبإسقاط هذا القانون على حركة الكواكب توصل إلى أن هناك قوة تؤثر عليها، فتبقىها في مداراتها، وأطلق عليها اسم الثقاقل Gravitation. أما القانون الثاني، فينص على أن الكتلة ثابت مرتبط بالجسم يعبر عن مقدار المادة المتجمعة في الجسم، وهذا ما يعبر عن عطالته، وتقاس القوة بجداء الكتلة والتسارع. في حين ينص القانون الثالث على أن تأثير أي جسم على جسم آخر يساوي ويعاكس تأثير الجسم الثاني على الأول وفق خط يصل بين الجسمين.⁽³⁾

وفي تفسيره لظاهرة الثقالة، استند "نيوتن" إلى الوسط الأثيري، وهو الوسط الذي من خلاله تتولد القوى المؤثرة في المادة في أرجاء الكون، والأثير أقل كثافة وأكثر مرونة من الهواء، منتشر في كل مكان، إلا أنه أقل وجوداً في الأجرام الكثيفة مثل الشمس والنجوم والكواكب منها في الفضاء الواسع، وما إن يتغلغل الأثير في باطن الكوكب أو النجم حتى يتحول بطريقة ما ويعود إلى الفضاء، وتتكرر هذه العملية في دورة لا نهائية.⁽⁴⁾

ولكن هذه الفرضية التي سادت في القرن الثامن عشر انهارت بعد تجربة "مورلي" Morly (1838-1923م) و"ميكلسون" Michalson (1852-1931م) حيث بيّنا من خلال اختلاف اشعاعين اتجاها وسرعة، وتقابلهما في نقطة محددة أنهما لم ينحرفا، لذلك فلا وجود لهذا الوسط الأثيري. وبهذا كان الأثير أقرب إلى الفرض الفلسفي منه إلى الفرض العلمي لأنه لم يصمد أمام الاختبار التجريبي.

ومن خلال تأليفه بين الفيزياء والفلك، كان "نيوتن" أول كوسمولوجي حاول فهم الكون من خلال التساؤل حول كونه متناه أو لامتناه، مستقراً أو متطوراً؟ فصرح أن الكون لا نهائي، وتعتبر هذه الفكرة إحدى المنطلقات الأساسية لميكانيكا "نيوتن" القائمة على الوجود المطلق للمكان، إنه فضاء إقليدي لا متناه.⁽⁵⁾

وتتوضح صورة علم الفلك لـ "نيوتن" من خلال الكتاب الثالث من "المبادئ"، ويبدو أن "كانط" I.Kant (1724-1804م) قد تأثر كثيراً بـ "نيوتن" في هذا الكتاب، وصاغ على نحوه مؤلفه "نظرية في السماوات". وتعتبر فكرة الكون اللانهائي حلقة الوصل بين الرجلين، فقد تطرق "كانط" في "نقد العقل المحض" إلى تساوي فكرة الكون النهائي واللا نهائي في العقل، والملاحظ هو أن

"كانط" يسلم ضمنيا بمطلقية الزمان ومطلقية المكان كذلك، لأنه أسس تصورته على الهندسة الإقليدية، وهذا ما أسس عليه "نيوتن" الكون اللانهائي. وفي مراسلته إلى "بانتي" Richard Bently رفض "نيوتن" فكرة الكون المحدود فلكيا والذي يتضمن فضاء لا محدودا، وعمل على تكييف الفضاء المتجانس المتختم مع النجوم، وقرر أن الكون لو كان متناه، فستركز كل المادة في كتلة مركزية ضخمة، لذلك اعتبره نظاما لا نهائيا.⁽⁶⁾

واستدل على ذلك بأننا ما دمنا عاجزين عن رصد كتلة الكون فإنه غير محدود، إذ لو كانت كل مادة الكون موزعة بالتساوي في السماء، وكان الفضاء الذي توجد فيه هذه المادة محدودا، فستزحف المادة الموجودة خارجا بفعل جاذبيتها نحو المادة الموجودة بالداخل، وتندفع نحو منتصف الفضاء الكلي لتكون كرة كبيرة من الكتلة، أما إذا توزعت بالتساوي في فضاء غير محدود فلن تتجمع في كتلة واحدة، وستشكل كتل عظيمة كثيرة العدد في الفضاء الغير محدود، وعلى هذا الأساس افترض أن الكون ساكن غير محدود تتجمع فيه الأجسام بفعل قوى الجاذبية، غير أن الحقيقة التي تأكدت لاحقا هي أن الكون متمدّد.⁽⁷⁾

ونتيجة لقول "نيوتن" بسكون الكون ولا نهائيته ظهرت مفارقة الكون اللانهائي، والتي تعرف بمفارقة "أولبرس"^(*) نسبة إلى الفيلسوف الألماني "هينرش أولبرس" Heinrich Olbers (1758-1840م) الذي كتب حول هذا الموضوع سنة 1826م.

وتتأسس هذه المفارقة على ثلاثة افتراضات:

الافتراض الأول: وهو أن النجوم موزعة بالتساوي في الفضاء اللانهائي، وبريقها المطلق هو نفسه في كل مكان وزمان.

الافتراض الثاني: وهو أن النجوم مستقرة، باستثناء الحركات المحلية العشوائية.

الافتراض الثالث: وهو أن الكون لا يتغير مع الزمن.⁽⁸⁾

وتوصل من خلال هذه الافتراضات إلى نتيجة غريبة وهي: أن السماء يجب أن تكون ساطعة في كل مكان شأنها شأن سطح الشمس. ويمكن صياغة هذه الافتراضات على النحو التالي: إذا كانت النجوم أبدية وموزعة بالتساوي في فضاء لا نهائي، فإن بريقها سيكون لا نهائياً في الزمن اللانهائي، وهذا ما يستلزم أن تكون السماء الليلية ساطعة ولا معة. ولكن الحقيقة غير ذلك.

والمأمل في مضمون هذه المفارقة يدرك التداخل بين الأساس المنطقي والأساس التجريبي، إذ أنها تقوم على علاقة الاستلزام بين أبدية النجوم وتوزعها المتساوي في الفضاء اللانهائي، وبين ضرورة سطوع السماء ليلاً، إلا أن المفارقة كامنة في عدم تطابق هذه الصياغة مع الواقع التجريبي.

ومعنى هذا هو أن السماء الليلية دليل على محدودية الكون من جهة، وعدم استقراره من جهة أخرى، وهذا ما عبر عنه "ستيفن هوكينغ" Stephen Hawking (1942-2018م) قائلاً: « لا بد أن شيئاً ما قد حدث في الماضي يجعل النجوم تضيء منذ زمن محدود، الأمر الذي يعني أن الضوء الذي يخرج من النجوم البعيدة جداً لم يمض عليه بعد الوقت الكافي لأن يصلنا، وسيفسر هذا السبب أن السماء لا تتوهج ليلاً في كل اتجاه. ولو كانت النجوم تظل قابضة دائماً في مكانها، لما حدث وأن أضواءت فجأة منذ بلايين معدودة من السنين».⁽⁹⁾

وعليه، فالكوسمولوجيا الآلية تقوم على أساسين: لا نهائية الكون واستقراره، إنه كون لا نهائي لأن الفضاء عند "نيوتن" إقليدي لا متناه، وهذا

ما يتعارض مع الهندسة الكونية التي أسس عليها "أينشتاين" Albert Einstein (1879-1955م) رؤيته للكون المحدود فيزيائيا ورياضيا. وتعكس الهندسة الإقليدية للكون رؤية "نيوتن" للزمان والمكان، فهما مطلقان ومنفصلان، إلا أنهما أصبحا نسبيين في ظل النسبية العامة لأنهما يرتبطان بالملاحظ. هذا من جهة، ومن جهة أخرى لا يوجد انفصال بينهما، فالزمان Space-time متصل رباعي الأبعاد.

أما من حيث طبيعته، فالكون الآلي مستقر، وهي الفكرة التي يفضلها معظم الفيزيائيين، و"أينشتاين" نفسه كان يسلم بها، إلا أنه تراجع عن ذلك أمام الإثبات التجريبي، عندما توصل "إدوين هابل" Edwin Hubble (1889-1953م) إلى قانون نفور المجرات، فتبين أن كوننا غير مستقر لأنه في توسع. وأمام هذه الاختلافات نتساءل: كيف كان الانتقال من الكوسمولوجيا الآلية إلى الكوسمولوجيا النسبوية؟

2- الكون النسبوي:

تعتبر النسبية العامة نظرية في الجاذبية صاغها "ألبرت أينشتاين" سنة 1915م، وحدد من خلالها تصوره حول بنية الكون وهندسته، وتتأسس الكوسمولوجيا النسبوية على جملة في المبادئ أهمها: المتصل رباعي الأبعاد، الجاذبية، وبنية الكون وتمدده.

يؤكد. "أينشتاين" أن عالم الحوادث متصل رباعي الأبعاد، ففي الفيزياء التقليدية يفكك الفيزيائي المتصل رباعي الأبعاد إلى متصل ثلاثي الأبعاد ومتصل زماني ذي بعد واحد معتمدا على الزمان المطلق، أما في الفيزياء النسبوية فإن الزمان والمكان يتغيران متشابكين من مرجع لآخر، لأن الزمان ليس مطلقا.⁽¹⁰⁾

ومعنى هذا هو أن الزمان والمكان في نظرية النسبية يرتبطان بالراصد، ويمكن أن يتحول المكان إلى زمان إذا تقلص المكان عند تمدد الزمان، والعكس بالعكس. لذلك فالكون رباعي الأبعاد يتداخل فيه الزمان مع المكان، وهذا ما يعرف "بزمكان منكوفسكي" Minkowski Spacetime (1864-1909م).

على أن المزيج بين الزمان والمكان سيظل نسبيا، لأنهما يعتمدان على الشخص الذي نتحدث إليه، إذ يمكن تمديد الأمد الزمني والطول أو تقليصهما حسب الراصد، وتبقى الجملة الكلية للمكان-الزمان نفسها لكل واحد، وعليه "فصورة المكان-الزمان تنطوي على إحداثيات تغيير جذري؛ فالوحدة الأساسية للوجود لم تعد نقطة في الحيز المكاني، بل هي الخط الذي ترسمه هذه النقطة في المكان-الزمان عند اعتبارها في كل الأوقات، وهذا ما يسمّيه "منكوفسكي" خط الكون".⁽¹¹⁾

وبهذا تهدمت فكرة مطلقية الزمان والمكان التي تأسست عليها الفيزياء الكلاسيكية، وأصبحت مفهومي نسبين مرتبطين بالملاحظ. هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن الفصل بينهما في نظرية النسبية أصبح مستحيلا لأن الزمكان متصل رباعي الأبعاد.

كما تغير مفهوم الجاذبية في إطار النسبية العامة، حيث أصبحت مفهوما هندسيا يعبر عن تشوه أو تحذب الزمكان، فقد أكد "أينشتاين" أن القانون الذي يحكم خواص مجال الجاذبية في الفضاء لابد أن يكون قانونا تام التحديد، ولا يتجلى ذلك إلا من خلال ربط الفيزياء بالهندسة، وهنا تحولت مشكلة الجاذبية إلى مشكلة رياضية.

وقد عبر "أينشتاين" عن هذا التحول المفاهيمي قائلا: «إن البناء الهندسي لهذا الفضاء يتوقف أيضا على عوامل فيزيائية، وهكذا فالفضاء - تبعاً لهذه

لنظرية هو بالضبط كما اقترح "ريمان" - ليس مطلقا: فيناؤه يتوقف على مؤثرات فيزيائية، ولم تعد الهندسة (الفيزيائية) علما منعزلا مستقلا بذاته مثل هندسة "إقليدس"، وهكذا أُختزلت مشكلة الجاذبية إلى مشكلة رياضية⁽¹²⁾.

ويتجلى من هذا القول الاختلاف بين أنموذج "نيوتن" وأنموذج "أينشتاين" حول مفهوم الجاذبية، وما صاحب ذلك من اختلافات جذرية في النتائج التي توصل إليها كل منهما، فالكوسمولوجيا الآلية التي تتأسس على الهندسة الإقليدية تعتبر الجاذبية قوة جذب بين الأجسام في حين تجعلها الكوسمولوجيا النسبوية تشوه للزمكان، وهذا ما يتناسب مع هندسة "ريمان".

ومع أن "نيوتن" ربط بين الميكانيك وعلم الفلك، وعمل على تريبض الظواهر الفلكية إلا أنه لم يخرج عن إطار الهندسة الإقليدية. وفي المقابل نجح "أينشتاين" في التآليف بين الفيزياء والرياضيات، وما أكد ذلك هو توافق حساباته الرياضية مع الوقائع التجريبية، فقد تأكد العلماء من خلال الكسوف الذي حدث سنة 1919م أن جاذبية الشمس تؤثر على شعاع النجم الموجود بالقرب منها، فتؤدي إلى انحرافه قليلا عن مساره.

وعلى هذا الأساس تتضح بنية الكون النسبوي، فإذا كان "نيوتن" قد أكد لا نهائية الكون فإن "أينشتاين" يؤكد على محدوديته، ويبرهن على ذلك هندسيا وفيزيائيا، وجوهر هذا الاختلاف هو أن فيزياء "نيوتن" تستند إلى الهندسة الإقليدية، في حين تتأسس النسبية العامة على هندسة "ريمان"، وقد أكد "أينشتاين" على ضرورة الانتقال من النموذج الإقليدي إلى النموذج الريماني قائلا: «لقد استلزم أن نتخلى عن الهندسة الإقليدية، ومعنى هذا هو أن القوانين التي يمكن تبعاً لها ترتيب الأجسام في المكان لا تتفق تماما مع

القوانين المكانية للأجسام في هندسة "إقليدس" وهذا هو ما نعنيه حينما نتكلم عن انحناء الفضاء».⁽¹³⁾

ولهذا يؤكد صاحب نظرية النسبية العامة أن الكون الذي نعيش فيه يختلف قليلا عن الكون الإقليدي، فمن الناحية الهندسية يسلك الكون سلوك سطح منحن بغير انتظام في أجزائه الفردية، فيبدو كسطح بحيرة متموج شبه إقليدي، وتؤكد التقديرات الحسابية أن كثافة المادة في كون شبه إقليدي ستكون صفرا. لكن الواقع لا يؤكد ذلك، فمتوسط كثافة المادة في الكون مختلف عن الصفر، وهذا ما يستلزم أنه غير إقليدي يأخذ شكلا كرويا، وسيكون متناه.⁽¹⁴⁾

ومن هنا كان الانتقال من الكون اللامتناهي إلى الكون المحدود ضروريا على المستويين الفيزيائي والهندسي، وإذا كان "أينشتاين" قد صرح أن ما توصل إليه في الفيزياء هو امتداد للمسار الذي بدأه "نيوتن"، فإن الاختلاف بين الأسس التي تقوم عليها الكوسمولوجيا الآلية والكوسمولوجيا النسبوية، والنتائج التي توصل إليها كلّ منهما تؤكد عكس ذلك، وفي هذا السياق يقول "باشلار" Gaston Bachelard (1884-1962م) : « لا يصح القول بدقة أن العالم النيوتوني يضمّر سلفا عالم "أينشتاين" في خطوطه الكبرى... فليس ثمة انتقال موصول بين مذهب "نيوتن" ومذهب "أينشتاين"، ونحن لا نمضي من الأول إلى الآخر بتكتيل المعرفة ومضاعفة العناية بالمقاييس وبتصحيح المبادئ تصحيحا طفيفا، بل إن الأمر يقتضي على العكس بذل جهد تجديد كامل».⁽¹⁵⁾

ومعنى هذا هو أن الانتقال من نموذج "نيوتن" إلى نموذج "أينشتاين" كما يتصور "باشلار" لا يتم عن طريق توسيع إطار النموذج الجديد ليستوعب

النموذج القديم، بل يتم من خلال تجاوزه، فعلم الفلك عند "نيوتن" ليس سوى حالة من علم الفلك الكلي عند "أينشتاين".

ويضيف "باشلار": « والنسبية ليست علم فلك عام، بل هي وليدة تفكير يتناول المفاهيم الأولية، وليدة شك في الأفكار البديهية ⁽¹⁶⁾». فقبول الأفكار البديهية دون الشك فيها سيؤدي إلى الاستمرارية، ولكن النقد هو الذي يضع الحد الفاصل بين النموذج القديم والنموذج الجديد من خلال حركتي الهدم والبناء « وإذا نحن قبلنا حقا أن الفكر العلمي في جوهره يعني إنشاء الموضوعية، وجب أن نستخلص أن مستنداته الحقيقية هي التصحيحات وتوسيعات الشمول ⁽¹⁷⁾».

وقد شملت هذه التصحيحات مجمل التغيرات التي حدثت في الفيزياء المعاصرة: فمن مطلقية الزمان والمكان إلى نسبتهما، ومن انفصالهما إلى الاتصال بينهما، ومن الجاذبية بالمفهوم النيوتوني إلى الجاذبية في إطار نظرية النسبية، ومن الكون اللامحدود إلى الكون المحدود.

ومن هذا المنطلق يؤسس "باشلار" "فلسفة النفي" التي تنفي العلم القديم وطرق التفكير المألوفة، فالكون ليس هو الصورة التي قدمها الكوسمولوجيون، بل هو مجموعة الانتقادات الموجهة إلى صورته الحسية القديمة: من الكون الخرافي إلى الكون العضوي، ومن الكون الآلي إلى الكون النسبوي، فالأهم هو نقد ورفض الصور الحسية المتخيلة، وهذا ما يساهم في تطوير فهمنا للكون.

وقد توالى تصورات الكون وتغيرت مع مرور الزمن، ومن أهم الصور التي عانقها خيال العلماء فكرة الكون المستقر، إلا أنها تراجعت بعد ظهور النسبية العامة، فكيف ساهم الاثبات التجريبي في تأكيد حقيقة الكون المتطور؟

ثانياً: من الكون المستقر إلى الكون المتطور

1- الكون المستقر: لم تكن فكرة الكون المتطور مقبولة في زمن "نيوتن"، و"أينشتاين" نفسه كان يعتقد أن الكون مستقر، حتى أنه أدخل ثابتاً كونياً في معادلاته ليضمن ثبات الكون وسكونه، ولكن النتائج التي انتهت إليها النسبية العامة كانت تناقض ذلك، وأمام التأكيد التجريبي تبين أن الكون يجب أن يكون متطوراً، فتراجع "أينشتاين" عن موقفه، واعتبر الثابت الكوني أكبر خطأ ارتكبه في حياته.

ورغم ذلك استمرت فكرة استقرار الكون، ويعتبر أنموذج الكون المستقر The steady state model امتداداً للفلسفة المادية التي سيطرت على علوم القرن التاسع عشر، والتي تفترض أن الكون مجرد تراكم للمادة التي وجدت في زمن لا نهائي، وتنكر هذه النظرية فكرة بداية الكون ونهايته، وتؤكد في المقابل على أزليته وأبديته.

وأمام هذه النظرية ظهرت نظرية الانفجار العظيم The big bang theory التي تؤكد على أن للكون بداية، وأنه كون متطور انطلاقاً من الحلول التي قدمت لنظرية النسبية العامة، فكان الكون المتوسع من أهم الوقائع التجريبية التي تأسست عليها نظرية الانفجار العظيم.

أما بالنسبة لنموذج الكون المستقر، فقد أُقترح سنة 1948 من طرف "فريد هويل" (Fred Hoyle) (1915-2001م) وزميله "هيرمان بوندي" (Hermann Bondi) (1919-2005م) و"توماس غولد" (Thomas Gold) (1941- . م) وفي هذا النموذج يكون الكون أزلياً، إنه كون ستاتيكي لا يتطور، لا بداية له ولا نهاية، وقد كان هذا التصور يشكل نموذجاً أنيقاً مقارنة بالكون المتطور الذي تبنته نظرية الانفجار العظيم.⁽¹⁸⁾

ولأن الكوسمولوجيا المعاصرة كوسمولوجيا نسبوية، فقد حاول "هويل" التوفيق بين النسبية العامة والكون المستقر، ومع أن الأدلة الرصدية قد أكدت أن الكون متوسع، إلا أن أنصار هذه النظرية سلموا بأن المادة تخلق باستمرار في أرجاء الكون.

ولهذه النظرية صيغتان تتأسسان على "المبدأ الكوني التام" The perfect cosmological principle والذي أطلق عليه "هويل" اسم "المبدأ الكوني الواسع"، ومعناها واحد هو أن الكون متجانس مكانيا وزمانيا. ويستلزم المبدأ الكوني التام أن يكون الكون أزليا، غير أن الكون المستقر يتناقض مع قانون نفور المجرات، ولتجاوز هذه المشكلة قدم "بوندي"، "غولد" و"هويل" فكرة الخلق المستمر للمادة في إطار ما يعرف بـ"كوسمولوجيا الخلق المستمر".⁽¹⁹⁾

ويفسر هذا القانون تباعد المجرات عن بعضها البعض، وتباعدها اليوم يؤكد أنها كانت متقاربة جدا في الماضي البعيد إلى درجة أن تتجمع كلها في نقطة شديدة الكثافة ابتداءً منها كل شيء، ومعنى هذا هو أن الكون قد تطور عبر مراحل زمنية إلى أن بلغ شكله الحالي، وهذا ما يتناقض مع الكون المستقر.

ويعتبر "المبدأ الكوني التام" الصياغة الأمثل لنظرية "بوندي" و"غولد"، وتقوم على أساس فلسفي هو الثبات، فكل مكان في الكون يشبه إلى حد كبير أي مكان آخر فيه، وما ينطبق على الفضاء أو المكان ينطبق على الزمان أيضا، ويؤكدان أن تكرار التجارب في العلوم الفيزيائية يقود إلى النتائج نفسها، "فما يحدث في الكون ثابت، لأن فكرة الكون المتغير تؤدي إلى تغير القوانين الفيزيائية، وهذا المبدأ في علاقته بالتوسع الكوني يبني على الخلق المتجدد للمادة للحفاظ على كثافتها في الكون".⁽²⁰⁾

وفي هذا النموذج يشبه الكون الساعة التي تتجدد تعبئتها، إذ يعبئ نفسه باستمرار ليسير وفق نظام مطرد، لذلك يرجع تمدده إلى خلق جسيمات جديدة من المادة، وهذا ما يحافظ على ثبات معدل كثافتها في الكون، أما موت المجرات فيتبعه دائما تكون جديد انطلاقا من الخلق المتجدد للمادة.⁽²¹⁾

وبهذا أسس "غولد" و"بوندي" نظرية تقوم على التناسب بين ثبات معدل توسع الكون ومعدل خلق المادة، والذي يعمل على المحافظة على ثبات متوسط الكثافة، لذلك فالكون يحافظ على استقراره رغم توسعه، وهذا ما يؤكد على أزليته، غير أن نظريتهما كانت مستقلة عن نظرية النسبية العامة، لأنهما اعتبرا المبدأ الكوني دعما كافيا لها.

وفي المقابل، عمل "هويل" على التوفيق بين هذه الآراء وبين النسبية العامة، ورغم ذلك تعرضت هذه النظرية لضغط شديد من الراصدين سنة 1966م، وهذا ما دفع "هويل" إلى تعديلها، حيث أكد أن الكون، وإن كان « في حالة ثابتة عندما ننظر إليه بمقياس كبير بما فيه الكفاية، فإن ما نراه فعلا هو مجرد اضطراب محلي، ومع مرور الزمن أصبح معروفا أن زيادة عدد المصادر الراديوية أقل مما كان متوقعا، وذكروا ذلك بعدم التأكد من تعيينات المسافة، بحيث يمكن أن يقال بأنه غير متفق تماما مع نظرية الحالة الثابتة».⁽²²⁾

وعليه فقد فندت الأدلة الرصدية نظرية الكون المستقر، وقد أثبت الفلكي "مارتن راي" Martin Ryle (1918-1984م) أن مصادر موجات الراديو الضعيفة الأبعد أكثر من المصادر القوية الأقرب، وهذا ما يفسر أن عدد المصادر كان أكبر في الماضي مما هو عليه اليوم، وقد أكد اكتشاف الخلفية

الإشعاعية أن الكون في الماضي كان شديد الكثافة، وهذا ما أدى إلى ضرورة التخلي عن نظرية الحالة المستقرة للكون.⁽²³⁾

وأمام الانتقادات الموجهة إلى نموذج الكون المستقر، وعدم صموده أمام الاختبارات التي تعرض لها ظهرت الأزمة، فكان من الضروري الانتقال إلى نموذج الكون المتطور، ولأن الاختلاف بين النموذجين بلغ حدّ التناقض. فلا يمكن اعتبار تطور الكوسمولوجيا تطورا خطيا، وفي هذا السياق يقول "توماس كون" Thomas Cohn (1922-1996م): «إن الانتقال من نموذج إرشادي في حالة أزمة إلى نموذج إرشادي جديد يمكن أن ينبثق عنه تقليد جديد للعلم القياسي، مسألة أبعد ما تكون عن وصفها بأنها عملية تراكمية، تتحقق عن طريق تنقيح وإحكام النموذج الإرشادي القديم أو توسيع نطاقه، بل إنها على الأصح تجديد أو إعادة بناء لمجال فوق قواعد أساسية جديدة»⁽²⁴⁾

ويبدو التقاطع جليا بين موقف "كون" وموقف "باشلار" فيما يتعلق بالتطور الانفصالي في العلم، إذ يؤكد هذا الأخير أنه على العقل العلمي أن يرمي إلى إصلاح ذاتي شامل "فكل تقدم حقيقي في الفكر العلمي يستوجب انقلابا/ تحولا. وإن تقدم الفكر العلمي المعاصر عيّن تحولات في أسس المعرفة ذاتها"⁽²⁵⁾

والفلسفة التي يتأسس عليها هذا الانقلاب والتحول هي فلسفة الرفض أو النفي، وهذه الفلسفة المنفتحة على حد تعبير "باشلار" هي التي تجعلنا ندرك أن الاختبار الجديد يقول: "لا" للاختبار القديم، وعلى هذا الأساس تراجع نموذج الكون المستقر أمام نموذج الكون المتطور.

2- الكون المتوسع:

يرتبط الكون المتطور أو المتوسع بنظرية النسبية العامة، فمن خلال الحلول التي انتهت إليها هذه النظرية توصل "وليام دي سِتر" De Sitter (1872-1934م) و"ألكسندر فريمان" Alexander Friedman (1888-1925م) و"جورج لوميتير" George Lemaitre (1894-1966م) إلى استحالة أن يكون الكون مستقرا، فأصبحت فرضية الكون المتطور مقبولة، وتأكدت لاحقا من خلال الأدلة الرصدية.

افترض "دي سِتر" نموذجا متوسعا للكون تتوزع فيه المادة مبعدة عن بعضها البعض بسرعة متناسبة مع المسافات النسبية، وهذا ما يستلزم أن تكون المادة منضغطة إلى حد كبير في الماضي، ويشبه كون "دي سِتر" بالونا يجري نفخه باستمرار، فإذا كان هناك شخصان في هذا الكون، فيستبعدان عن بعضهما البعض بسرعة متناسبة مع المسافة الموجودة بينهما، لذلك فحل "دي سِتر" لمعادلات "أينشتاين" يمثل نموذجا متوسعا.⁽²⁶⁾

كما وضع الرياضي الروسي "فريدمان" سنة 1922م تنبؤا مفاجئا مفاده أن لنظرية النسبية العامة حلولا مختلفة، تفضي كل منها إلى كون غير مستقر ما دام في توسع، وتقوم حسابات "فريدمان" على الأسئلة التالية: ما هي الكتلة الموجودة في الكون؟ وهل توجد كتلة كافية لإيقاف الكون عن التوسع أو الرجوع به إلى التقلص؟ وهل سيستمر الكون في التوسع إلى الأبد؟⁽²⁷⁾

وفي بحث مستقل، وفي سنة 1927م، قدم "جورج لوميتير" حلوًا للكون التوسعي كان قد توصل إليه "فريدمان" قبله بسنوات، إلا أن "لوميتير" أضاف إليه بعض العناصر الضرورية لفهم تطور المادة، وكذا دور الإشعاع في الكون المبكر، وبيّن بأسلوب شعري أن الكون متطور وليس ساكنا، غير أن أفكاره لم تؤخذ على محمل الجد وخاصة من طرف "أينشتاين".

وسبب ذلك هو أن "جورج لوميتز" كان رجل دين (قس)، فاعتقد "أينشتاين" أن الورقة البحثية التي قدمها هذا القس تفتقر إلى الأساس العلمي، لأن الهدف منها هو إثبات أن الكون مخلوق انطلاقاً من كونه متطوراً وله بداية.

وأطلق على النموذج التطوري للكون "نماذج فريدمان لوميتز" وتأكدت قيمة عملهما من خلال التحقيق التجريبي، حيث قدم "فريدمان" رؤية كوسمولوجية جديدة تعتبر تغيراً جذرياً، ومن خلال آليتي الهدم والبناء هدمت الكوسمولوجيا النسبوية فكرة استقرار الكون وأزليته، وأسست في المقابل لحقيقة توسع الكون وتطوره.

ويتأسس نموذج "فريدمان" على التجانس الكوني Cosmic homogeneity (تكافؤ جميع النقاط في الفضاء)، والتناحي الكوني Cosmic isotropy (تكافؤ جميع الاتجاهات). وتحدد الهندسة الكونية على الهندسات الثلاثة: هندسة "إقليدس" Euclide (300 ق.م) "ريمان" Bernhard Rieman (1826-1866 م) و"لوباتشوفسكي" Nikolai Lobatchevski (1792-1856 م). و تتميز هذه الهندسات بأن لكل منها "طول لنصف قطر التقوس" Radius of Curvature : فإذا كان التقوس موجبا كانت الهندسة كروية، وإذا كان سالبا كانت زائدية. وفي الكون الكروي يكون مجموع زوايا المثلث أكبر من 180 درجة، حيث تتلاقى الخطوط المتوازية، ولأن الفضاء يتقوس ويثنى على نفسه يكون الكون الكروي منتهياً. أما في الكون الزائدي، فيكون مجموع زوايا المثلث أقل من 180 درجة، حيث تتباعد الخطوط المتوازية، فيكون الكون لا متناه في حجمه مثل الفضاء الإقليدي.⁽²⁸⁾

ومن هذا يكون للكون ثلاثة أشكال: مغلق، مفتوح ومسطح.

والكون المغلق كون متناه ولكن ليس له حدود، إنه كون ينحني فيه المكان على نفسه، ولكن هذا لا يعني أننا لو انطلقنا من نقطة سنعود إليها، لأن الكون المغلق لا يستمر وجوده للزمن الكافي لإتمام الطواف حوله، ولوزادت كثافة مادة الكون عن الكثافة الحرجة فسيتوقف الكون عن التمدد وسيقلص إلى أن تنسحق كل المادة في انسحاق كبير.⁽²⁹⁾

أما الكون المفتوح، فلا متناه في مداه، يتمدد إلى الأبد، لأن كثافة المادة لا تكفي لوقف التمدد، وفي النموذجين المفتوح والمغلق يعتبر الانفجار العظيم حدثاً وقع في كل مكان، ولم يكن انفجاراً دفع بالمادة إلى مكان موجود من قبل، في حين تكون كثافة المادة في الكون المسطح مساوية تماماً للكثافة الحرجة، فيتأرجح الكون بين الكون المفتوح والكون المغلق، وهنا تكون الهندسة إقليدية. والكون المسطح كون لا متناه مثل الكون المفتوح إلا أن الكون المسطح يختلف عنه في التمدد، فمع أنه أبدي إلا أن التمدد يصبح بطيئاً إلى درجة لا يمكن تمييزها عن الصفر⁽³⁰⁾

وعليه يكون كوننا متطوراً، وهذا ما أكد عليه "جورج غاموف" George Gamow (1904-1968م) عندما قال: «فالكون في حالة تطور تدريجي، وصورته في الماضي البعيد، وحالته في الحاضر، وما سيكون عليه في المستقبل تمثل ثلاث مراحل مختلفة تماماً من الوجود، وتشير الحقائق العديدة التي جمعت من مختلف أفرع العلوم إلى أن كوننا بدأ بداية معينة، ثم تحول إلى وضعه الحالي في عملية تطور تدريجية»⁽³¹⁾

وتعني بداية الكون أن له عمراً محدداً، وقد قدره الكوسمولوجيون بـ 13,7 مليار سنة، ومن هذه البداية الحارة انبثق كل شيء، وأطلق على هذا الحدث اسم "الانفجار العظيم"، إذ يفترض أن الكون قد انبثق من ذرة كونية بدائية شديدة الكثافة تعرضت لإشعاع قوي، ومع التبريد التدريجي بدأ تشكل الأجرام

والكواكب والمجرات، ولم يتم ذلك دفعة واحدة، بل عبر مراحل استغرقت حقبا زمنية طويلة.

ومن الحقائق الكونية التي أثبتت الطبيعة اللامستقرة للكون ظاهرة التوسع الكوني Cosmic expansion، فمنذ أن أثبت الكوسمولوجيون أن كوننا ليس أحادي المجرة أصبح تعدد المجرات حقيقة كوسمولوجية، أما التمدد أو التوسع الكوني، فقد تأكد من خلال الحسابات الرياضية، إلا أن التأكيد التجريبي ظهر مع "هابل" سنة 1929م عندما توصل إلى قانون نفور المجرات من خلال ملاحظاته الرصدية، حيث لاحظ من خلال التلسكوب أن أطيف المجرات تنزاح نحو اللون الأحمر.

والانزياح نحو الأحمر^(**) Red Shift هو الذي يفسر سبب انزياح الضوء المستقبل نحو اللون الأحمر، وترتبط هذه الظاهرة بما يعرف "بمفعول دوبلر" (1803-1853م). وهذا الانزياح الموصوف من خلال قانون "هابل" يفسر طبقا لمفعول "دوبلر" في علاقته مع أطيف المجرات وتوسع الكون.⁽³²⁾

ومفعول "دوبلر" هو الذي يفسر قوة الصوت وضعفه انطلاقا من قربه وبعده عنا، فإذا ما اقترب منا كان صاخبا، وإذا ما ابتعد عنا كان خافتا حسب مصدر الصوت، وما ينطبق على الصوت ينطبق على الضوء كذلك، إذ تنزاح الأمواج نحو اللون الأزرق إذا كانت تقترب منا ونحو اللون الأحمر إذا كانت تبتعد عنا، ولأن أطيف المجرات كانت تنزاح نحو اللون الأحمر فإنها تبتعد عنا، وعلى ضوء هذه الملاحظة الرصدية صاغ "هابل" قانون نفور المجرات الذي ينص على أن سرعة انحسار المجرة يتناسب طرذا مع بعدها عنا.

وبهذا كان قانون نفور المجرات هو التأكيد التجريبي على الكون المتطور، فهو الدليل الكوسمولوجي الذي أيد الكون الديناميكي وحطم فكرة الكون

الستاتيكي، وقد اعتبر "هوكينغ" توسع الكون من الثورات الكبرى التي شهدتها القرن الماضي، حيث يقول: « يعد اكتشاف تمدد الكون إحدى الثورات الفكرية الكبرى في القرن العشرين، وقد ظهر على نحو مفاجئ تماما وغير بالكامل من النقاش حول أصل الكون».⁽³³⁾

ويعتبر التوسع الكوني من أهم الوقائع التي عززت نظرية الانفجار العظيم، فكان الدليل الحاسم الذي جعلها تتفوق على نظرية الكون المستقر ورغم استناد النموذجين إلى نظرية النسبية العامة إلا أن الأدلة الرصدية كانت متوافقة مع نظرية الانفجار العظيم، وهذا ما جعلها تتميز بالتماسك المنطقي والتعزيز التجريبي.

وعليه، ومن خلال القراءة الإبستمولوجية للعلوم الكونية يتبين لنا أن تطور هذا العلم لم يكن خطياً، لأنه تقدم في شكل قطائع، فغالبا ما يعارض النموذج الجديد النموذج الذي سبقه، والصور الحسية المتعاقبة والمتناقضة للكون مثل: الكون الآلي، والكون النسبوي والكون الآلي و الكون المتطور تعكس بصدق تقدم العلم من خلال التصحيح الذي يكشف عن أخطائه، ولكن القطيعة بين العلم السابق واللاحق لا تنفي إمكانية استيعاب النموذج الجديد للنموذج السابق وتجاوزه. وهكذا تتعزز قراءتنا الإبستمولوجية للكوسمولوجيا المعاصرة من خلال النماذج الكوسمولوجية التي ساهمت في صقل تصوراتنا حول الكون، فالكون متطور، وأفكارنا حوله تتطور، وما يشكل حقيقة في زمن ما سيكون خطأ في زمن آخر، لذلك تبقى النماذج الكوسمولوجية صورا ناقصة لم تكتمل بعد

التهميش :

- (1) - Douglas Hustad : Isaac Newton discovers gravity, core library, USA, 2016 , p p 39-40.
- (2) - Isaac Newton : Mathematical principles (of natural philosophy and his system of the world), the motion of bodies, revised by Cajori, university of California press, London, 1962, Vol1, p13.
- (3) - كليف كيلمستر: طبيعة الكون، ت محمد بشار وحكمت البيطار، سلسلة العلوم (6)، منشورات وزارة الثقافة، دمشق، 1991م، ص ص 46-47.
- (4) - جيل كريستيانسن: إسحاق نيوتن والثورة العلمية، ت مروان البواب، مكتبة العبيكان، الرياض، ط1، 2005م، ص ص 84-85.
- (5) - Fang Lizhi, Shu Xia : Creation of the universe, world scientific publishing, USA, 1st published, 1989, p51.
- (6) - Helge. S. Kragh : Conceptions of cosmos from myths to the accelerating universe: a history of cosmology, Oxford university press, USA, 1st published, 2007, p73.
- (7) - نيل ديجراس تايسون و دونالد غولد سميث: البدايات، ت محمد فتحي خضر، كلمات للترجمة والنشر، مصر، ط1، 2014م، ص ص 104-105.
- (*) مفارقة أولبرس: إذا افترضنا أن النجوم موزعة بطريقة منتظمة، وتبعث كمية الضوء نفسها، فإن عددها يتناسب مع مساحة الكرة التي ينتشر عليها الضوء، وكلما زادت المسافة الفاصلة عن النجم اتسعت مساحة الكرة التي ينتشر عليها الضوء، وكلما زادت المسافة الفاصلة عن النجم اتسعت مساحة الكرة، وهكذا تسهم جميع المادة الموزعة بتقديم قدر من الضوء، ومع أن الضوء القادم من النجوم البعيدة باهت وضعيف، إلا أن عددها الأكبر يمكن أن يعوضه تماماً، وهنا سيكون اللمعان لا نهائياً في الليلة المظلمة، وهذا ما يناقض الحقيقة لأن السماء ليلاً تكون سوداء (كليف كيلمستر: طبيعة الكون، ص ص 128-129).
- (8) - Tai L. Chow : Gravity, black holes, and the very early universe : an introduction to general relativity and cosmology, Springer, USA, 2008, p 118.
- (9) - ستيفن هوكينغ: الكون في قشرة جوز، ت مصطفى ابراهيم فهمي، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 2003م، ص ص 72-73.

- (10) - ألبرت أينشتاين وليو بولد أنفلد: تطور الأفكار في الفيزياء: من المفاهيم الأولية إلى نظريتي النسبية والكم، دار طلاس، دمشق، ط2، 1999م، ص ص 153 – 154.
- (11) - جواو وماكيو يجو: أسرع من سرعة الضوء: قصة نظرية علمية مفترضة، ت سعيد محمد الأسعد، شركة الحوار الثقافي، لبنان، ط1، 2005م، ص50.
- (12) - Albert Einstein : Ideas and opinions, Crown publishers, USA, 5th printing, 1960, pp 284-285.
- (13) - Ibid, p 231.
- (14) - ألبرت أينشتاين: النسبية (النظرية الخاصة والعامة)، ت رمسيس شحاتة، دار نهضة، مصر، 2005م، ص ص 107-108.
- (15) - غاستون باشلار: الفكر العلمي الجديد، ت عادل العوا، م عبد الله عبد الدايم، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، لبنان، ط2، 1983م، ص46.
- (16) - المصدر نفسه، ص 47.
- (17) - المصدر نفسه، ص 55.
- (18) - Amedo Balbi : The music of the big bang : the cosmic microwave background and the new cosmology, Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 2008, p47.
- (19) - Helge.S. Kragh : Conceptions of cosmos from myths to the accelerating universe, p186.
- (20) - كليف كيلمستر: طبيعة الكون، ص ص 122-123.
- (21) - بول ديفز: الله والعقل والكون، ت: سعد الدين خرفان ووائل بشير الأتاسي، منشورات دار علاء الدين، دمشق، ط1، 2001م، ص56.
- (22) - كليف كيلمستر: المصدر نفسه، ص139.
- (23) - ستيفن هوكينغ: موجز في تاريخ الزمان (من الانفجار العظيم إلى الثقوب السوداء)، ت: عبد الله حيدر، م: محمد دبس، أكاديميا للنشر، بيروت، ط1، 1990م، ص68.
- (24) - توماس كون: بنية الثورات العلمية، ت: شوقي جلال، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1992م، ص124.
- (25) - غاستون باشلار: فلسفة الرفض، ت: خليل أحمد خليل، دار الحداثة، لبنان، ط1، 1985م، ص11.
- (26) - كليف كيلمستر: طبيعة الكون، ص120.

- (27) - Paul Fleisher : The big bang : Great ideas of science, library of Congress cataloging, 2006, pp 26-27.
- (28) - N.D سبركل و A.M بوشر: هندسة الكون، مجلة العلوم، المجلد 16، العدد 11، 1999م، ص 71.
- (29) - ريتشارد موريس، حافة العلم: عبور الحد من الفيزياء إلى الميتافيزيقا، ت مصطفى إبراهيم، منشورات المجمع الثقافي، الإمارات العربية المتحدة، ط1، 1994م، ص 61-63.
- (30) - المرجع نفسه، ص ص 63-64.
- (31) - جورج غاموف: بداية بلا نهاية، ت: محصد زاهر، الهيئة المصرية العامة للكتاب، مصر، 1990م، ص 316.
- (**) الانزياح نحو الأحمر: Red Shift : أكد "دوبلر" أن الأمواج الصوتية تنزاح نحو اللون الأزرق إذا كانت تقترب منا ونحو الأحمر إذا ابتعدت عنا، وكذلك الحال مع الضوء، فإذا اقترب منا ستقصّر موجاته وستنزاح نحو اللون الأزرق، وفي المقابل ستطول الموجات الضوئية كلما ابتعدت عنا وستنزاح نحو اللون الأحمر، وهذا ما يطلق عليه "مفعول دوبلر" (عماد مجاهد: الموسوعة الفلكية الحديثة، مكتبة القلعة، ص 332).
- (32) - Maurizio Gasperini : The universe before the big bang : Cosmology and String theory, Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 2008, p27.
- (33) - ستيفن هوكينغ: الكون في قشرة جوز، ص 75.

قائمة المصادر والمراجع:

أولاً: باللغة العربية

- 1- ألبرت أينشتاين: النسبية (النظرية الخاصة والعامة)، ت: رمسيس شحاتة، دار النهضة، مصر، 2005م.
- 2- ألبرت أينشتاين وليوبولد أنفلد: تطور الأفكار في الفيزياء: من المفاهيم الأولية إلى نظريتي النسبية والكم، دار طلاس، دمشق، ط2، 1999م.
- 3- بول ديفز: الله والعقل والكون، ت: سعد الدين خرفان ووائل بشير الأتاسي، منشورات دار علاء الدين، دمشق، ط1، 2001م.
- 4- توماس كون: بنية الثورات العلمية، ت: شوقي جلال، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1992م.
- 5- جواو ماكيو يجو: أسرع من سرعة الضوء، قصة نظرية علمية مفترضة، ت: سعيد محمد الاسعد، شركة الحوار الثقافي، لبنان، ط1، 2005م.
- 6- جورج غاموف: بداية بلا نهاية، ت: محمد زاهر، الهيئة المصرية العامة للكتاب، مصر، 1990م.
- 7- جيل كريستيانسن: إسحاق نيوتن والثورة العلمية، ت: مروان البواب، مكتبة العبيكان، الرياض، ط1، 2005م.
- 8- ريتشارد موريس: حافة العلم: عبور الحد من الفيزياء إلى الميتافيزيقا، ت: مصطفى إبراهيم، منشورات المجمع الثقافي، الامارات العربية المتحدة، ط1، 1994م.
- 9- ستيفن هوكينغ: الكون في قشرة جوز، ت: مصطفى إبراهيم فهي، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 2003م.

10- ستيفن هوكينغ: موجز في تاريخ الزمان (من الانفجار العظيم إلى الثقوب السوداء)، ت: عبد الله حيدر، م: محمد دبس، أكاديمية للنشر، بيروت، ط1، 1990م.

11- عماد مجاهد: الموسوعة الفلكية الحديثة، مكتبة القلعة.

12- غاستون باشلار: الفكر العلمي الجديد، ت: عادل العوا، م: عبد الله عبد الدايم، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، لبنان، ط2، 1983م.

13- غاستون باشلار: فلسفة الرفض، ت: خليل أحمد خليل، دار الحداثة، لبنان، ط1، 1985.

14- كليف كيلمستر: طبيعة الكون، ت: محمد بشار وحكمت البيطار، سلسلة العلوم (6)، منشورات وزارة الثقافة، دمشق، 1991م.

15- نيل ديجراس تايسون ودونالد غولد سميث: البدايات، ت: محمد فتحي خضر، كلمات للترجمة والنشر، مصر، ط1، 2014م.

16- ND سبركل وA.M بوشر: هندسة الكون، مجلة العلوم، المجلد 16، العدد 11، 1999م.

ثانيا: باللغة الأجنبية

- 1- Albert Einstein : Ideas and opinions, Grown publishers, USA, 5th printing, 1960.
- 2- Amedo Balbi: The music of the big bang: the cosmic microwave background and the new cosmology, Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
- 3- Douglas Hustad: Isaac Newton discovers gravity, core library, USA, 2016.
- 4- Fang Lizhi and Shu Xia: Creation of the universe, world scientific publishing, USA, 1st published, 1989.
- 5- Helge.S. Kragh: Conceptions of cosmos from myths to the accelerating universe: a history of cosmology, Oxford university press, USA, 1st published, 2007.

- 6- Isaac Newton: Mathematical principles (of natural philosophy and his system of the world), the motion of bodies, revised by Cajori, University of California press, London, 1962, Vol 1.
- 7- Maurizio Gasperini: The universe before the big bang: cosmology and string theory, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
- 8- Paul Fleisher: The big bang: great ideas of science, library of Congress cataloging, 2006.
- 9- Tai L. Chow: Gravity, Black holes and the very early universe: an introduction to general relativity and cosmology, Springer, USA, 2008.