في البدء:أمواج من ماضي الكون السحيق

بروفسور سليم زاروبي

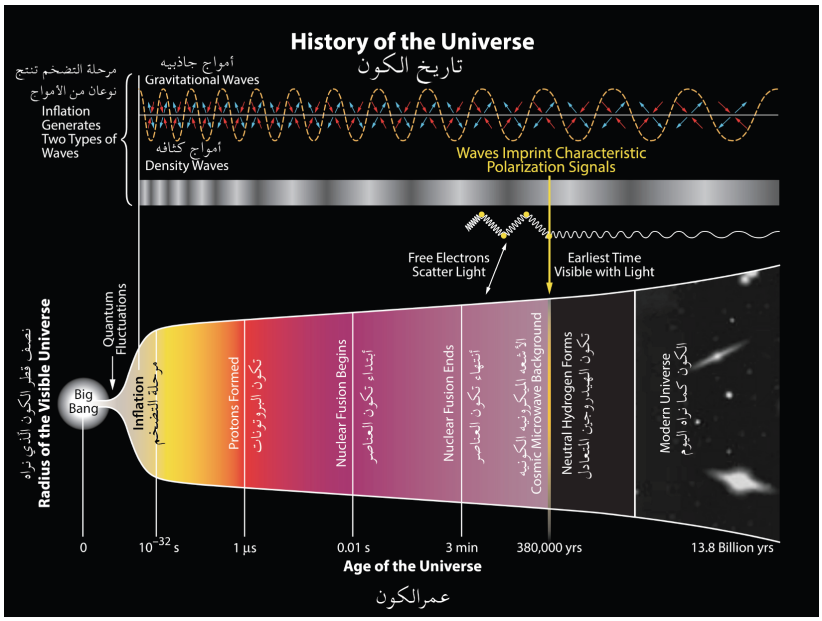
المتخصص في الفيزياء الكونيه

أعلن في الأسبوع الماضي فريق دولي من علماء الفلك, بقيادة علماء من جامعة هارفارد الأمريكيه, عن أكتشافهم لنمط معين من الأمواج الكهرومغناطيسيه يأتينا من ماضي الكون السحيق. ويعطينا هذا النمط من الأمواج دلائل هامه جداًعن الأنفجارالكوني الكبير(Big Bang) الذي نشأ من خلاله الكون الذي نراه حولنا قبل حوالي ال١٤ مليارد عاماً. وبالتحديد يعيدنا هذا الأكتشاف الى اللحظات الأولى من عمر الكون, أي الى بداية وجوده: بدايه المكان والزمان. وسأحاول في هذا العجاله إعطاء القارئ لمحه موزجه عن هذا الإكتشاف, أهميته وأسقاطاته على فهمنا للكون.

نظريه الإنفجار الكبير (Big Bang Theory) هي العمود الفقري لفهمنا الحالي للكون وتطوره. وتقضي نظرية الإنفجار الكبير بأننا نعيش في كون منتشر (أي آخذ في الإبتعاد عن بعضه البعض) نشأ قبل حوالي ال١٤ مليارد عاماً. فكلما عدنا في الزمن الى الوراء كلما كان الكون أصغر, ذو كثافة, ضغط وحرارة أعلى. وعندما نقترب الى اللحظات الأولى من عمر الكون ترتفع الحراره والكثافه لدرجة كبيره بحيث أن تصرف الماده يتغير جذرياً بالنسبه لتصرفها الذي نعرفه من حولنا. وبالتحديد ما يحدث هو أنه خلال أنخفاض الكثافه ودرجة الحراره منذ بدء الكون حتى الآن تخضع الماده والطاقه في الكون لعدة تحولات جذريه تعرف في الفيزياء بإسم "تحولات طوريه" (phase transitions). من الأمثله التي نعرفها جميعا لمثل هذه التحولات هو تحول الماء من الحاله السائله إلى الصلبه عندما يتجمد, أو من الحاله السائله إلى الغازيه عندما يتبخر. بالطبع, التحولات الطوريه التي يمر بها الكون مختلفه عن التحول الطوري في الماء. ويتغيرالتحول الطوري في كل مرحله من مراحل الكون تغيراً جذرياً . فمثلاً إحدى مراحل التحول تحدث في الفتره التي كان فيها عمر الكون ما بين ١ ميكروثانيه (واحد من مليون من الثانيه) و ثلاث دقائق, ففي خلالها يُنتج الكون العناصر الأساسيه, وهي الهيدروجين والهيليوم (أنظر الرسم التوضيحي الأول) فقبل هذه المرحله تكون درجة حرارة الكون عاليه لدرجه لا تسمح بوجود عناصر. ويجدر التنويه هنا بأن العناصر الأكثر ثقلاً, كالأوكسجين والكربون والحديد وغيرهم, لا ينتجها الكون في الدقائق الأولى وإنما تنتج عن طريق تحويل الهيدروجين والهيليوم إلى عناصرثقيله بواسطة التفاعلات النوويه التي تحدث خلال حياة وموت النجوم.وللتلخيص فنظرية الإنفجار الكبير هي نظريه ناجحه جداً, إذ أنها تفسرظواهروخواص الكون بشكل دقيق جداً وتعد من أهم إنجازات الإنسان العلميه والفكريه على مر العصور.

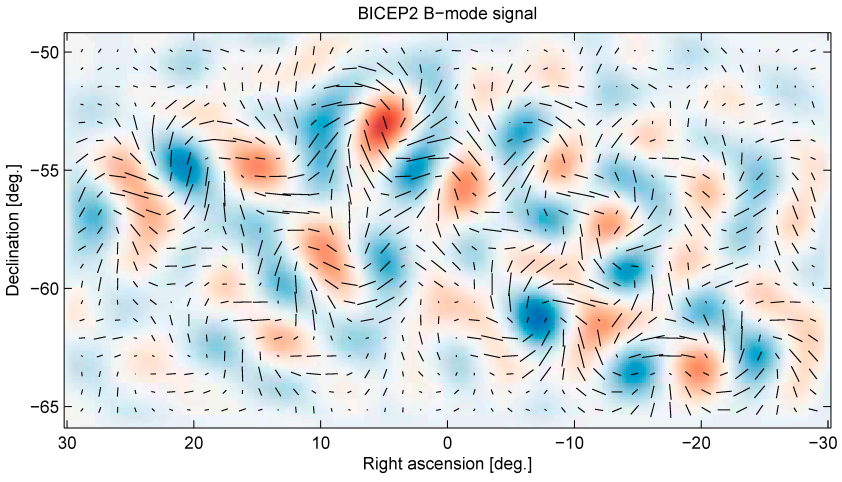
مثال هام آخر لتحول طوري في الكون حدث حوالي ال ٣٨٠ ألف عام بعد تكون الكَون, حينما تنتقل ذرات الهيدروجين والهيليوم من الحاله المتأينه إلى الحاله المتعادله. هذه المرحله مهمه لأنها المرحله التي يتحول فيها الكون إلى كون شفاف يسمح للضوء بالإنتقال من مكان إلى آخر بحرِّيه. فقبل هذه المرحل يكون الكون ضبابياً يتشتَّتُ فيه الضوء بشكل عشوائي, أما بعدها فيتحول الكون إلى مكان جليٍّ واضح. هذا التحول الطوري يأخذنا لأبعد نقطه نستطيع أن نراها بشكل مباشر بعد الإنفجار الكبير, أي بعد ٣٨٠ الف عام من حدوثه, فمنها نرصد الأشعه المسمّاه بالأشعه الكونيه الميكرونيه.

ويبيّن الرسم الذي في الصوره تاريخ الكون ومراحله المختلفه. الأشعه التي رصدها تلسكوب BICEP2 هي الأشعه الميكرونيه الكونيه والتي تصلنا من الوقت الذي كان فيه عمر الكون ٣٨٠ ألف عاماً. النمط الخاص من الأشعه التي أكتشفها هذا التلسكوب يعكس بصمة مرحلة التضخم, التي تحدث بعد لمحةِ بصر من ولادة الكون, على الأشعه الميكرونيه الكونيّه



أكتشفت اللأشعه الميكونيه الكونيه, التي تنبأت بوجودها نظرية الإنفجار الكبير,عام ١٩٦٤. ومنذ إكتشافاها أصبحت هذه الأشعه أشبه بالأوزه التي تبيض ذهباً بالنسبه لعلماء فيزياء الكون, فما باتت تزودنا بكنز من المعلومات تلو الآخر عن تاريخ كَوْنِنا وتطوره. وليس صدفةً بأن لجنة نوبل للفيزياء أعطت حتى الآن جائزتها مرتين لأربعة علماء يعملون في هذا المجال, إثنان في عام ١٩٧٨ وإثنان آخران في عام ٢٠٠٦. ولربما سيحظى العلماء القيمون على الإكتشاف الذي نحن بصدده على مثل هذه الجائزه في المستقبل إذا ما أثبتت صحه نتائجهم. والأكتشاف الذي أعلنه فريق علماء الأمريكي في الأسبوع الماضي مبني على معطيات جُمِعَت بواسطة تلسكوب خاص, أسمه BICEP2, بُني خصيصاً لرصد الأشعه الميكرونيه الكونيه في القطب الجنوبي. والسبب في إختيار القطب الجنوبي كموقع لهذا التلسكوب هو أن القطب الجنوبي بالإضافه لكونه بارد جداً فهو أيضاً جاف جداً مما يخفف من تأثير غلاف الكره الأرضيه الجوي على رصْد السماء

رصَد تلسكوب BICEP2 بقعه صغيره على صفحة السماء ليقيس تموجات الأشعه من حيث درجة حرارتها, تقطبها وشكل أصطفاف هذا التقطُّب. ويرينا الرسم التالي ما قاسه هذا التلسكوب. فالبقع الحمراء والزرقاء ترينا التغيير في درجة حرارة الأشعه في هذه الرقعه الصغيره من السماء. أما الخطوط الصغيره فترينا إتجاه تقطبا معينا للأشعه يسمى بتقطب من نوع B (mode polarization B), وهو هذا التقطب الذي يقاس للمره الأولى على الإطلاق.



ولكن ما هي أهمية هذا القياس؟ لنفهم ذلك علينا أن نتحدث عن إحد التحولات الطوريه هو تحول يحدث في مرحله مبكره جداً من عمر الكون, أي عندما كان عمره جزه ضئيل جداً من الثانيه يسمى بالتضخّم الكوني. ففي هذه المرحله يكبر الكون في خلال ومضة عين حوالي ال 10^{30} مرّه (واحد وبجانبه ٣٠ صفر) . وكانت هذه المرحله قد أقترحت في بداية سنوات الثمانين على يد العالم الأمريكي ألان جوث (Alan Guth) والعالم الروسي ألكسي ستاروبينسكي (Alexei Starobinsky) بشكل مستقل. وبالرغم من غرابة هذه المرحلة في تاريخ الكون إلّا أنها ضروريه لحل عدد من المشاكل الأساسيه التي كانت تواجه نظرية الإنفجار الكبير. ومن أهمها هو كيف أنشأ الكون التموجات الصغيره جداً في كثافة الماده, التي تكبر ببطأ على مدى عمر الكون لتكّون لاحقا المجرات والنجوم

والكواكب السياره ألخ. بالإضافه إلى تموجات الكثافه فتقضي نظرية التضخم الكوني بوجود نوع أخر من الأمواج تسمى بأمواج الجاذبيه. وهي أمواج تنبأ بوجودها أينشتين في النظريه النسبيه العامه ولكن حتى الأن لم ترصد بشكل مباشر. وجود أمواج الجاذبيه هو تحديداً ما يؤدي الى نشوء هذا النمط الخاص من التقطب في الأشعه الميكرونيه الكونيه (تقطب من نوع B).

فما أكتشفه فريق علماء الفلك في الأسبوع الماضي هو تأثير عملية التضخم الكوني التي حدثت بعد لمحة بصر من الإنفجار الكبير على أشعه تأتي من الكون عندما كان عمره ٣٨٠ ألف عام ووصلتنا الآن عندما أصبح عمر الكون ١٤ مليارد عاماً.

فهذا الإكتشاف يثبت أولا حدوث مرحلة التضخم الكوني التي أنشأ فيها الكون التموجات الصغيره التي تحولت على مدى الزمن إلى المجرات والنجوم والكواكب السياره الموجوده في الكون في كل مكان. ومنها مجرتنا, درب التبّانه, ونجمنا, الشمس, وكوكبنا, الكره الأرضيه. وثانياً فهو يثبت بشكل غير مباشر وجود أمواج الجاذبيه, التي تبنا حاليا منشئات ضخمه ومكلفه لرصدها بشكل مباشر. وثالثا يعطينا هذا الإكتشاف الفرصه للتبصر في حاله الماده عندما كان يحكمها في نفس الوقت نظرية النسبيه العامه بسبب الجاذبيه ونظريه الكم (Quantum theory) التي تحكم الماده في أصغر الأبعاد بسبب صغر الكون في حينه. أذ ما زالت الفيزياء حتى الآن تعجز عن توحيد هاتان النظريتان وقد تساعدنا المعطيات الجديده على أيجاد الطريق لضمّ النظريتين.

إنه من المذهل حقاّ بأننا كعلماء نستطيع العوده إلى الوراء الى المراحل الأولى جدا من عمر الكون بما نرصده على الأرض. والأكثر إثارةً من ذلك هو أنه بإستطاعة العلم فهم الكون وتطوره بمثل هذه الدقه والتفصيل. فللعلم في وقتنا قصه واضحه عن مجريات الأمور منذ بدأ الكون وحتى وجودنا الآن. فنحن الجيل الأول من البشر الذي يحظى بمثل هذه المعرفه والفهم لكوننا, تاريخه ومكاننا فيه. هذا بالطبع لا يعني بأننا نعرف كل شيء عن الطبيعه وقوانينها, بعيداً عن ذلك, ولكن العلم وأدواته يحفزنا بالإستمرار في سبر غور واقعنا وعالمنا. حتى نستمر على طريق الإكتشاف والمعرفه.

٢٦ آذار ٢٠١٤

خرونجن, هولندا