الشهاب العلمي

ECHIHAB EL-ILMI

العـدد السادس

جوان 2023

حوار مع البروفيسور

جورج ايليس

George .Ellis

عـالم الكونيات الافريقي العملاق :

بانوراما الكونيات الحديثة

ضيف العدد السادس

نبيلة اغانيم

Nabila.Aghanim

الباحثـة الجزائريـة المختصـة في الكونيات

حوار مع الدكتور

ياسين علي حيمود

Yacine Ali -Haimoud

باحـث جزائري في علم الكونيات

بجامعة نيويورك

دارت Dart المركبة التي غيرت مسار كويكب

حوار مع محمد عودة,مدير المركز الدولي للفلك

التلوث الكهراطيسي

أ.د إسماعيل بوجعدار,جامعة قسنطينة 1

ملف العدد

الكونيات

Cosmology

ECHIHAB EL-ILMI
SCIENTIFIC MAGAZINE
By:
SIRIUS ASTRONOMY ASSOCIATION
& CERIST - ALGERIA
www.siriusalgeria-mag.net

مجلّة الشهاب العلمي
من إنتاج جمعية الشعرى لعلم الفلك و Cerist الجزائر

قبس من العلم في كلّ بيت

الشهاب العلمي

مجلّة علميّة تصدر عن جمعية الشعرى لعلم الفلك الجزائرية ووحدة البحث في الوساطة العلميّة (CERIST)، ومديريّة البحث العلميّ والتطوير التكنولوجيّ بالجزائر (DGRSDT)، تتناول المواضيع الفلكية بصفة خاصة والعلمية بصفة عامة، من إعداد ثلة من الباحثين وهواة الفلك المتقدمين من شتى المجالات.

تهدف مجلّة الشهاب العلمي إلى نشر الثقافة العلمية و تبسيطها للعامّة، ومحاولة تقريب الأفكار من المصادر الموثوقة عن طريق الحوارات التي تجريها مع العديد من العلماء والباحثين في أنحاء المعمورة.

اسم المجلة مُستوحى من مجلة الشهاب التي أسّسها الشيخ عبد الحميد بن باديس رحمه الله؛ مؤسس جمعيّة العلماء المسلمين الجزائريين الذي قام بدور كبير في إعداد الشعب الجزائري للكفاح المظفر من أجل الاستقلال.

موقع المجلة على الإنترنت
www.siriusalgeria-mag.net
contact@siriusalgeria-mag.net

موقع جمعية الشعرى
www.siriusalgeria.net

موقع مركز البحث
في الإعلام العلمي و التقني
www.cerist.dz

كلمة العدد

تُطِل مجلة الشهاب العلمي على القراء بعددها السادس، وهي تحفر عميقا جدا في أبعاد الكون العظيم وتجلياته العلمية المدهشة، ساعية إلى تبسيط الأفكار العلمية وتجديد أساليب طرقها ومباشرتها. يضم هذا العدد ملفا كاملا عن «علم الكونيات»، ورغم حداثة تسمية «علم الكونيات» إلا أنه يتناول بعضًا من أقدم الأسئلة التي طرحتها البشرية مثل: هل الكون غير محدود؟ هل هو موجود منذ الأزل؟ أم ظهر بعد عدم؟ وكيف ظهر إلى الوجود؟ وهل سينتهي يومًا ما؟ ...إلخ في هذا الملف عن الكونيات، أجرت المجلة حوارا حصريا مع عالم الكونيات الأفريقي العملاق جورج إيليس، دافع فيه بحماسة ومنطق عن علم الكونيات مع اعترافه بوجود قضايا رئيسية فيه لم يتم حلها بعد، كما فصَّل موقفه من الأكوان المتعددة وتصورات ستيفن هوكينغ لفلسفة العلم، وشرح حدود الإجابات العلمية، وجمعه بين الوظيفة الدينية والبحث العلمي. وضمن الملف نفسه فازت المجلة بمحاورة ضيفة هذا العدد د.نبيلة أغانيم عالمة الكوسمولوجيا. كما حاورت المجلة أيضا الدكتور ياسين علي حيمود، الباحث الجزائري الكوسمولوجي بجامعة نيويورك، عن نظريات الكوسمولوجيا المعاصرة. ويتضمن العدد أيضا حوارا شيقا مع مدير مركز علم الفلك الدولي بأبوظبي ورئيس المشروع الإسلامي لرصد الأهلة الأستاذ محمد عودة حول تكنولوجيا اعتراض الكويكبات. في هذا العدد أيضا حديث عن الانقراض الجماعي السادس يسعى للإجابة عن سؤال: هل الحياة مهددة على كوكبنا؟ وبسط لأفكار عن المادة المضادة في الكون وسبب ندرتها، وتفصيل دقيق عن التلوث المغناطيسي وعن التكنولوجيا المختفية وراء نظام تحديد المواقع العالمي. لم تغب التحقيقات الخاصة بالنشاطات العلمية عن هذا العدد، فحضرت مدينة العلوم بتونس. وفي ركن الناشئة الصغير تناغم طفولي جميل مع ملف العدد عن الكونيات، فقد حوى قصة عن «لغز اختفاء بطيخ السيد خطيب» وتبسيط لنظرية الانفجار العظيم، وحديث ممتع عن الكون المدهش وتجربة تمدد الكون. ولم يخل العدد من آخر المستجدات الفلكية على صعيد الجزائر والعالم العربي وأفريقيا. أما في مجال تبسيط العلوم فقد حاورت المجلة د.مجدي سعيد مؤسس رابطة الإعلاميين العلميين العرب. مع كل عدد من الشهاب العلمي تشرق شمس علمية جديدة تصيب بأشعتها كل الشغوفين بالعلم المسكونين بالتفكير العلمي.

نذير طيار

فهرس المواضيع

كلمة العدد

باباراتزي العلوم
2 آخر المستجدات الفلكية

ملف العدد : الكون
5 الكونيات: علم جديد، د. عمر نمول و أ.د جمال ميموني
17 عالم الكونيات الإفريقي:بانوراما الكونيات الحديثة
حوار حصري مع د. جورج إيليس George Ellis عالم الكوسمولوجيا
20 نظريات علم الكون المعاصرة- حوار مع د. ياسين علي حيمود
24 حللت سهلا: ضيفة العدد: د. نبيلة أغانيم: من طالبة في الجزائر إلى عالمة في الكوسمولوجيا

مقالات علمية و أنشطة متنوعة
34 آلة رصد الماضي السحيق: التلسكوب جيمس واب، د.قرقوري هشام
40 الإنقراض الجماعي السادس: هل الحياة مهددة على كوكبنا، د. عزيز مليائي
42 التلوث الكهرومغناطيسي، أ.د إسماعيل بوجعدار
47 التكنولوجيا وراء نظام تحديد المواقع GPS، سندة بن عثمان وملاك زردازي
48 المادة المضادة، لماذا نادرة؟ منار جعيجع
50 دارت (DART) ... المركبة التي غيرت مسار كويكب، أ. محمد شوكت عودة.
53 مدينة العلوم بتونس، صرح علمي متميز، نوفل بن معاوية كاهية
57 خير جليس: كتاب السما ... علم الفلك على طبق من ذهب، فلة داود.
58 تبسيط العلوم يزيد شغف الجمهور العربيّ بالمعرفة ويلهِم الباحثين الشّباب، حوار مع د. مجدي سعيد مؤسّس رابطة الإعلاميّين العلميّين العرب

الشاطر الصغير
61 الكون المدهش، وليد بن خليفة
62 لغز إختفاء بطيخ السيد خطيب، آمنة سعدي
63 إختبارات وألغاز، د. عمر نمول
63 تجربة تمدد الكون، وليد بن خليفة

من كل سديم نجمة
64 الصور الفلكية: سديم الصياد، من تصوير فيليب مورال
66 الأخبار الفلكية العربية، أسماء فيلالي
67 الأخبار الفلكية الإفريقية، يسرى ميموني
68 الأخبار الفلكية الجزائرية، يسرى ميموني
70 فشار ... سينما العلم والخيال، Don`t look up، سندة بن عثمان
71 دليل الرصد الليلي بالعين المجردة، خالد شبري

آخر المستجدات الفلكية

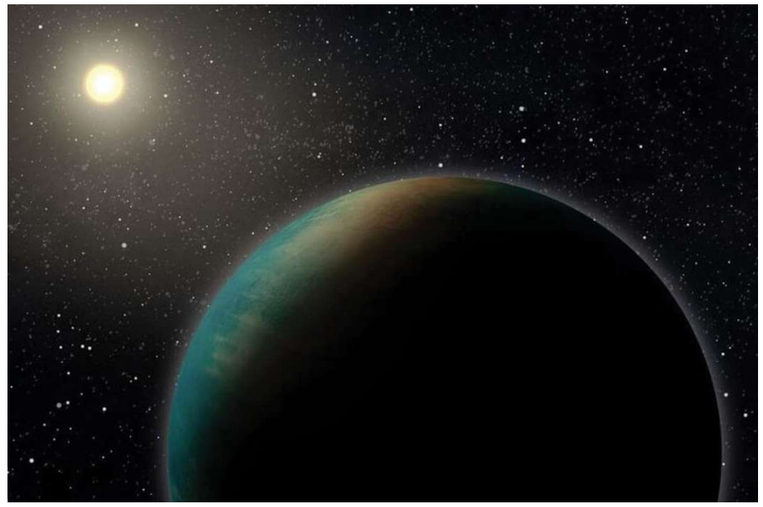
من إعداد: وليد بن خليفة وبسملة شبري وتسنيم بن مشيرح

اكتشاف كوكب خارجيّ من المحتمل أن يكون كوكبًا محيطيًّا

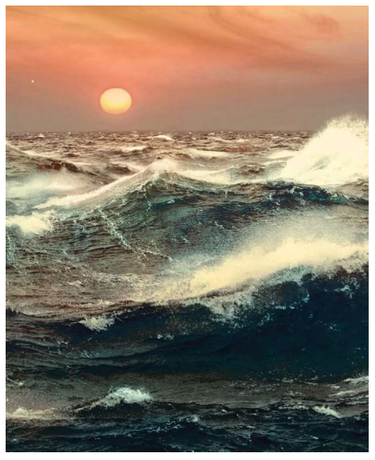
أصبح الكوكب الخارجيّ المُكتَشَف حديثًا TOI-1452 b أحد أكثر المرشّحين ليكون كوكبًا محيطيًّا من بين كلّ الكواكب الخارجيّة المُكتَشَفة حتّى الآن على حدّ تعبير الباحث: «تشارلز كاديو» من جامعة مونتريال الذي قاد فريق البحث المكتشِف للكوكب الخارجيّ. إنّ الكوكب المحيطيّ هو الكوكب الذي يكون مغطّى كلّيًا بطبقة سميكة من الماء مثلما هو عليه الحال في كوكب TOI-1452 b حسب ما يعتقده فريق بحثيّ مكوّن من خمسين باحثًا من جامعة مونتريال.

من خلال ورقةٍ بحثيّة نُشِرت بمجلّة The Astronomical Journal، أبرز خمسون باحثا من جامعة مونتريال اكتشافهم لكوكب خارج النّظام الشمسيّ من المحتمل أنه مغطّى بالكامل بالمياه. كوكب TOI-1452 b الذي يقع ضمن حدود كوكبة التنّين يدور حول نجمٍ من بين نجمين صغيرين في نظامٍ نجميّ ثنائيّ على بعد 100 سنة ضوئيّة من الأرض. النّجمان يدوران حول بعضهما البعض وينفصلان عن بعضهما بحوالي 97 وحدة فلكيّة أو حوالي مرّتين ونصف من المسافة بين الشّمس وبلوتو.

من أجل اكتشاف كوكب TOI-1452 b، استعمل فريق البحث من جامعة مونتريال بيانات من تلسكوب مسح الكواكب الخارجيّة بتقنيّة العبور TESS التّابع لوكالة ناسا الأمريكيّة والذي يقوم بمسح كلّ السّماء بحثًا عن أنظمة كوكبيّة قريبة من نظامنا الكوكبيّ. كشفت إشارات TESS عن انخفاض طفيف في اللّمعان كل 11 يومًا.



صورة فنية من ناسا للشكل الذي يمكن أن يبدو عليه كوكب TOI-1452 b المكتشف حديثا من فريق بحث بجامعة مونتريال الكندية.



وهذا الأمر جعل العلماء يتنبّأون أنّ الكوكب الخارجيّ أكبر بحوالي 70 بالمائة من الأرض.

لقد كشف تحليل فريق البحث للبيانات أنّ الماء من الممكن أن يشكّل 30 بالمائة من كتلة كوكب TOI-1452 b الذي هو أكبر قليلا من حجم الأرض، لكنّه يدور حول نجم مضيفٍ أصغر من الشمس على مسافة بعيدة بما يكفي من حرارة نجمه تسمح للماء السّائل بالتّواجد على سطحه، ما يجعل هذا الكوكب الخارجيّ كوكبًا واعدًا ومثيرًا للكثير من الفضول والأسئلة للكشف عن أسراره خاصّة في ظلّ وجود تلسكوب «جيمس واب» المتطوّر، وهذا ما عبّرت عنه وكالة ناسا تعليقا على اكتشاف كوكب TOI-1452 b: «يبدو أنّ الكوكب TOI-1452 b في وضع مثاليّ لإجراء مزيد من البحوث بواسطة «تلسكوب جيمس واب الفضائي».

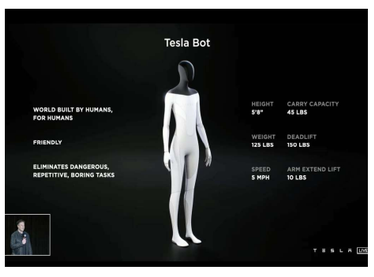
الحرارة ترتفع في القطب الشّماليّ المُتجمّد أسرع بحوالي أربع مرّات من بقيّة العالم

ليس جديدا أنّ الحرارة في القطب الشّمالي المتجمّد ترتفع بشكل أسرع من بقيّة المناطق في كوكب الأرض، لكنّ الجديد الذي فاجأ العلماء هو ما كشفت عنه دراسة حديثة مثيرة للاهتمام نُشرت في11 أوت 2022م بمجلة Communications Earth & Environment مفادها أنّ درجة الحرارة ترتفع في القطب الشّمالي المتجمّد أسرع بحوالي أربع مرّات من بقيّة المناطق عبر كوكب الأرض، وتعدّ هذه النسبة مرتفعة بالنّظر إلى ما كان يُعلن عنه من قبلُ من طرف الجهات المختصّة، وجاء في الدّراسة على لسان الباحثين: «تشير العديد من الدّراسات إلى أنّ القطب الشّمالي يسخن إمّا مرّتين أو أكثر من مرّتين أو حتّى ثلاث مرّات أسرع من باقي مناطق العالم في المتوسّط. نوضّح هنا، من خلال استخدام العديد من البيانات الرّصديّة التي تُغطي منطقة القطب الشّمالي، أنّه خلال السّنوات الـ 43 الماضية، كان القطب الشّمالي يسخن أربع مرّات أسرع تقريبًا من المناطق الأخرى على الأرض، وهي نسبة أعلى ممّا تمّ الإبلاغ عنه بشكلٍ عام».

من أجل حساب الوتيرة الحقيقيّة للارتفاع المُتسارع لدرجات الحرارة، قام الباحثون في هذه الدّراسة الحديثة بتحليل بيانات رصد وتيرة ارتفاع درجات الحرارة من سنة 1979م حتّى سنة 2021م على الصّعيد العالميّ ليستنتجوا أنّ ارتفاع درجات الحرارة أسرع ممّا كان يتصوّره الجميع؛ ففي حين كان متوسّط زيادة درجة الحرارة في باقي أقطار الأرض هو 0.2 درجة مئويّة لكلّ عقد، كانت درجات الحرارة في القطب الشّماليّ ترتفع بنسبة 0.75 درجة مئويّة لكل عقدٍ.

يُعرف التّسارع في ارتفاع درجات الحرارة في القطب الشماليّ مقارنة بالمناطق الأخرى على سطح الأرض بظاهرة «التضخم القطبي» ذلك أنّ أقطاب الأرض أكثر حساسيّة تجاه التّغيّرات المناخيّة من باقي مناطق كوكب الأرض، لذلك ترتفع فيها درجات الحرارة بسبب التغيّرات المناخيّة بشكل أسرع من المناطق الأخرى، لكنّ العلماء حتى وقتٍ قريب كانوا يعتقدون أنّ ارتفاع درجات الحرارة في القطب الشّماليّ أسرع مرّتين أو ثلاث ممّا هو عليه في المناطق الأخرى، غير أنّ نتائج الدّراسة الحديثة كانت مُفاجئة ومُقلقة ومُخالفة لما كان يُعتقد.

في عالم التقنيّة... أين وصل التّطوّر في مجال الروبوتات؟



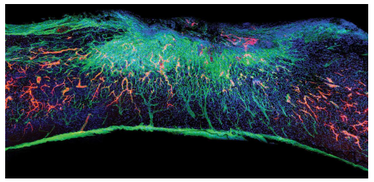
يوم الذكاء الاصطناعي لشركة تسلا العام الفارط، قام رئيسها رجل الأعمال «إيلون ماسك» بالإعلان عن عمل شركته تسلا على تطوير روبوت optimus، وقد كشف عن شكله الذي يشبه شكل الإنسان بطول 173 سم و وزن 57 كلغ، ذو جسم أبيض ورأس أسود مُزوّد بشاشة وكاميرات «Autopilots» تجعل الروبوت قادرا على تمييز ما يراه، هذا الأخير مُصمّم للقيام بالأعمال المتكرّرة، الخطرة والصّعبة كحمل أجسام ثقيلة، ويمشي بسرعة 8 كلم/سا. أغلب الأنباء تُشير إلى أنّنا سنراه بنهاية هذا العام، إلّا أنّه لن يكون متاحا للشراء في ذلك الوقت إلّا من أجل التّجريب.

وبشكل مشابه لتسلا بوت أعلنت شركة «شاومي» الشّهر الماضي عن روبوتها، وقد ظهر في الإعلان الرّسمي سقوط هذا الأخير عدّة مرّات ونهوضه مجدّدا، ما يدلّ على أنّ الروبوت قادر على التعلّم التدريجيّ وليس فقط العمل بما تمّت برمجته عليه. كذلك هو قادر على رفع كيلوغرام ونصف والمشي بسرعة 3.6 كم/سا. Cyber one قادر على التعرّف على 45 عاطفة بشرية ومُزوّد بكاميرتين وميكروفونين بدقّة عالية.

فهل سيكون لهذين الروبوتين قدرات مشابهة أو على الأقل مقاربة لقدرات الإنسان لما يتميّز به من انسيابيّة وتحريك عالي الدقة من طرف المخ للأطراف؟ يذكر أنّ روبوت boston dynamics هو من أعلى الروبوتات التي تمّ تصميمها بقدرات متقدّمة جدًّا، فهل سيشاركانه في هذه الميزة؟ ولكن لماذا تركز كبرى الشركات على تصميم روبوتات مشابهة للإنسان دون التركيز على تصميمها بشكل يساعدها على القيام بمهامها؟

الجزيئات الرّاقصة علاج للشلل
Dancing molecules

الشّلل أحد الأمراض التي يعدّ علاجها تحديًا للأطبّاء، وذلك لعدم قدرة الجهاز العصبي على تجديد أنسجته عند التّلف بسبب إصابة أو نتيجة مرض عصبيّ انتكاسي. وقد توصّل باحثون من جامعة «نورث ويسترن Northwestern» إلى تقنية علاج جديدة ساهمت في تطوير علاج لمرض الشّلل تُدعى بالجزيئات الرّاقصة Dancing molecules. وهي عبارة عن بيبتيدات معدّلة تُحاكي البروتينات الطبيعيّة اللّازمة لتحفيز الاستجابات البيولوجيّة المرغوب بها.



فقد قام الباحثون بحقن هذه الجزيئات في فئران مشلولة، فاستطاعت استعادة حركتها وقدرتها على المشي خلال أربعة أسابيع، إذ تعتمد هذه التقنيّة على إرسال إشارات نشطة لتحفيز الخلايا العصبيّة على الإصلاح والتّجديد، وقد حسّن هذا العلاج الحبال الشوكيّة المتضرّرة، وذلك من خلال خمس طرق رئيسة:

1. تجديد امتدادات الخلايا العصبيّة المقطوعة والّتي تُسمّى المحاور العصبيّة المقطوعة axons لتفعيل التواصل بين الخلايا.
2. تقليص حجم النّسيج النّدبي بصورة كبيرة، وهو المُتسبّب بخلق حاجز مادي يعيق عمليّة التجديد.
3. إعادة تشكيل غمد النخاعين Myclin حول الخلايا وهو الطبقة العازلة للمحاور العصبيّة.
4. تشكيل أوعية دمويّة فعّالة لتوصيل المغذيّات إلى الخلايا في موقع الإصابة.
5. الحفاظ على الخلية العصبيّة، وإنقاذها من التلف.

بعد انتهاء فترة العلاج، تتحلّل الجزئيات إلى مغذيات للخلايا خلال 12 أسبوعًا، ثمّ تختفي من الجسم من دون أي آثار جانبيّة.

ملف العدد

علم الكونيات

COSMOLOGY

الكونيات علم جديد

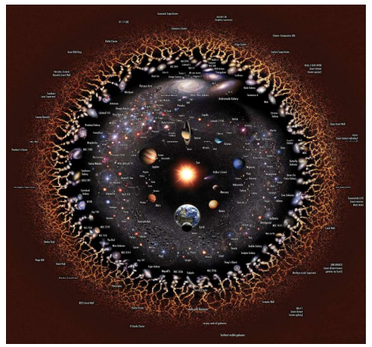
بقلم د. عمر نمول
و أ.د جمال ميموني

ما هو الكون؟

سؤال تبادلته الحضارات والعقول الإنسانيّة منذ القدم وقدّمت له أجوبة مختلفة جدا، مستقاة من الأساطير والخيال البشريّ أحيانا ثم من نتائج العلم عبر العصور أحيانًا أخرى. إنّ المصطلحات والتّساؤلات حول الكون كانت تختلف جذريًّا عند القدامى وتطوّرت تدريجيًّا عبر التاريخ حيث أصبح علم الكون يعني ببساطة محاولة الإجابة عن الأسئلة التالية:

ما هذا الكون الذي نوجد فيه وما مكانتنا داخله؟

كيف وُجد هذا الكون، وهل تغيّر منذ بدايته وما مصيره؟



تمثيل على مقياس لوغاريتمي للكون المرئي إنطلاقا من الشمس في المركز

لقد مرّ تصوّر البشريّة للكون بمراحل عديدة ومختلفة وعرف تغيّرات جوهريّة، فما نعرفه اليوم عن الكون ومعظم هذه المعلومات صارت ذات درجة لا بأس بها من الثقة، يختلف جذريًّا عمّا كانت تعتقده الحضارات القديمة، بل يختلف جذريا حتّى عمّا كنّا نظنّ في بداية القرن العشرين. فالحضارات القديمة كانت تتصوّر العالم في شكل كائن حيّ وهو موجود منذ الأزل ويُظهر حركات أعضائه وقام بإنشائه وترتيبه «عقل» يقوم بتسييره. أمّا الكون كما كانت تراه البشريّة في بداية القرن العشرين فهو أزليّ غير محدودة أبعاده متجانس في محتواه الماديّ، مستقرّ (أي لا متغيّر الشّكل والوجود) وإقليدي الهندسة (مسطّح)، كذلك لم تكن هنالك معرفة بوجود مجرّات أخرى مثل مجرّتنا ناهيك عن عناقيد المجرات، كما لم نكن نعرف عمر الكون ولا عمر الشّمس أو الأرض، والكون كما نعرفه اليوم مختلف إلى حد كبير لتلك الصّورة، فهو محدود العمر (حوالي 13.8 مليار سنة) وما نراه من الكون اليوم في كل الاتّجاهات من الأرض هو كرة يُقدّر قطرها بـ $8.8x10^{23}$ كلم (أي حوالي مليون مليار مليار كلم)، وغير متجانس من حيث توزيع المادة فهو في توسّع مستمرّ.

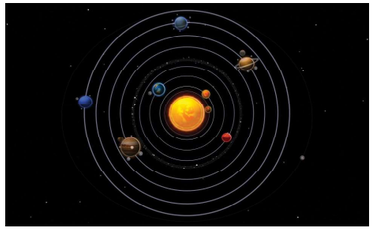
إنّ قصّة الكون التي سنرويها في هذا المقال هي قصّة عقلانية مجرّدة من الخرافات تعتمد على القوانين الفيزيائيّة بداية من نيوتن وأينشتاين وإلى ما بعد أينشتاين.

قانون نيوتن للجاذبية

في بداية تاريخ علم الفلك كان يُنظر إلى الأرض بوصفها مركز كلّ الأشياء حيث تدور الكواكب والنّجوم حولها، وفي القرن السّادس عشر افترض العالم البولندي نيكولاس كوبرنيكوس (Nicolaus Copernicus) أنّ الأرض والكواكب الأخرى في النظام الشمسيّ تدور في الواقع حول الشمس ممّا أحدث تحوّلًا عميقًا في فهم الكون، وفي أواخر القرن السّابع عشر قام إسحاق نيوتن (Isaac Newton) بتفسير كيفيّة تفاعل الكواكب والأقمار فيما بينها عن طريق الجاذبيّة، قبل نيوتن كانت فكرة العلماء عن الجاذبيّة متهافتة بل شبه منعدمة، علموا فقط أنّ الأشياء تسقط على الأرض وعرفوا أنّ الكواكب والأقمار تدور بطريقة ما ولكن ما لم يعلموه هو أنّ هاتيْن الظّاهرتيْن مرتبطتان. وضع نيوتن قانونه للجاذبيّة ليفسّر سقوط الأجسام وحركة الكواكب والأقمار في إطار موحّد يُعرف بقانون الجذب العام، حيث أنّ الكتل تلعب دورا مهمًّا في هذه القوّة. بيّن نيوتن أنّ الجاذبية التي تختبرها التفاحة المتساقطة يمكن وصفها بنفس المعادلة التي تختبرها الأرض أثناء دورانها حول الشّمس والقمر أثناء دورانه حول الأرض، فكلّ الكتل في الكون سواء أجسام صغيرة أو كواكب أو نجوم تتفاعل مع بعضها البعض وفق القانون الذي ينصّ على وجود قوة تجاذب بين أيّ جسمين في الكون، تتناسب طرديًّا مع حاصل ضرب كتلتيْهما، وعكسيًّا مع مربّع المسافة بين مركزيهما.

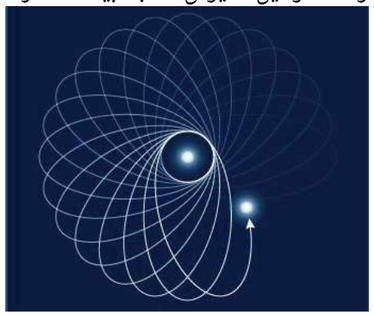
فأصبح التصوّر الموّحد لدى نيوتن هو أنّ التفاحة والقمر كلاهما يسقط على الأرض بفعل جاذبيّتها، التفاحة تقع على السّطح أمّا القمر فلا يفعل ذلك لأنّه يندفع بسرعة أفقيّة على سطح الأرض تجعله لا يقع أبدا فهو في حالة سقوط مستمر بلا وقوع. قبل 50 سنة من اكتشاف نيوتن استنتج عالم الفلك يوهانس كيبلر (Johannes Kepler) من خلال الملاحظة ثلاثة قوانين وصفت عمل مدارات الكواكب حول الشمس، هذه القوانين تطابقت بشكل جيّد مع المدارات التي رآها علماء الفلك في السماء آنذاك. علم نيوتن أنّ قانون الجذب العام يجب أن يتوافق مع قوانين كيبلر أو سيتوجّب عليه إيجاد طريقة لإثبات خطأ كيبلر. لحسن حظ نيوتن أنّ قانونه ناسب تماما قوانين كيبلر وكان أيضا قادرا على أن يفسّر سبب الانحراف الطفيف لبعض

الكواكب عن توقعات قوانين كيبلر فقد أرجع ذلك إلى الجذب العام بين جميع الأجرام فتؤثر قليلا على مدارات بعضها البعض.



المجموعة الشمسية

اعتُبرت معادلة نيوتن للجاذبيّة كتابا مقدّسا لمئات السنين، لتمكّنها من تفسير المدارات الإهليليجية لكلّ الأجرام في السّماء، ومع ذلك فقد لوحظ أنّها لم تتنبّأ تماما بالحركة المرصودة لكوكب عطارد وهو الكوكب الأقرب للشّمس إذ يفعل مدار عطارد شيئا غريبا اسمه: الترنح (precession) وهو يعني أنّ مدارته لا تنغلق أبدا، يبقى الأوج (أبعد نقطة من الشّمس) والحضيض (أقرب نقطة من الشمس) في تغيّر مع كلّ دورة لكوكب عطارد بمسافة مرصودة. كان هذا التغيّر في المدار أكبر ممّا توقّعته قوانين نيوتن للجاذبية لكن في 1859م اقترح عالم الرياضيات الفرنسيّ أوربان لوفيرييه (Urbain Le Verrier) تفسير هذه الحركة الغريبة لعطارد بكوكب صغير مظلم (غير مرئي) يدعى فولكان (Vulcan) يقع في مكان ما بين مدار عطارد والشّمس. اعتقد العلماء حينذاك أنّ هذا الكوكب كان محجوبا عن الرؤية لأنّ الشمس ساطعة جدّا بحيث لا يمكن رؤية أيّ شيئ صغير أمامها أو خلفها. استمرّت هذه النظريّة حتّى بداية القرن العشرين عندما وصف أينشتاين الجاذبية بشكل أكثر دقّة في النسبيّة العامّة وقد تنبّأ بشكل مثاليّ بمقدار التغيّر في مدار كوكب عطارد. لذلك تبيّن أنّ كوكب فولكان غير موجود في الحقيقة وأنّ قوانين نيوتن للجاذبية قاصرة.



ترنح مدار كوكب عطارد حول الشمس

الكون النيوتوني

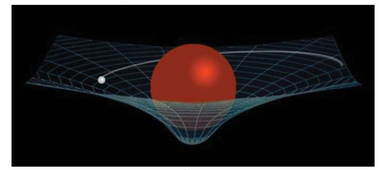
كون نيوتوني غير منتهي

في كون لانهائي مع توزيع منتظم للمادة، الجاذبية بين الأجسام يمكن موازنتها بواسطة الجاذبية من جميع الاتجاهات الأخرى. هذا يعني أنه على نطاق واسع فإن القوة الكلية على أي جسم ستكون صفرًا، مما يؤدي إلى حالة من توازن الجاذبية.

كون نيوتوني منتهي

بينما تنجذب المادة إلى بعضها البعض، فإن تأثير هذا الجذب سيلغي على نطاق واسع بما يكفي بسبب حركتها النسبية، هذا مشابه لمفهوم سحب الجاذبية بين الأرض والشمس الذي يتم موازنته بالحركة المدارية للأرض، مما يؤدي إلى مدار مستقر.

النسبية العامة



إنحناء الزمكان بفعل كتلة الأجرام

في سنة 1905م اقترح العالم ألبرت أينشتاين (Albert Einstein) توحيد المكان والزمان في نظريّته النسبيّة الخاصّة، في نسيج موّحد يدعى الزمكان والتي كانت تعتمد بالأساس على تحويلات لورنتز بين الأطر المرجعية القصورية (غير المتسارعة)، ثم بعدها بعشر سنوات نشر نظريّته النسبية العامة عام 1915م فتعرّض للتجاهل من طرف المجتمع العلميّ، فكيف يجرؤ على تحدي أعظم العلماء إسحاق نيوتن الذي صمدت نظريّته لمئات السنين. ما لاحظه أينشتاين أنّ الكتلة والطاقة بشكل عام تتسبّبان في انحناء الفضاء، ربّما لا يكون الخطّ المستقيم هو أقصر طريق بين نقطتين، وأنّه بوجود الكتلة يصبح الفضاء منحنيًا فتصبح المسارات منحنية، وربّما تكون الجاذبيّة بمثابة انحناء الزمكان وأنّ الأجسام التي تتعرّض للجاذبية هي في الواقع تسقط في الفضاء المشوّه الذي تمرّ منه. كانت هذه الفكرة الأساسيّة حول الجاذبيّة عند أينشتاين، لكن من أجل التعبير عن هذا التصوّر يتطلّب الأمر رياضيات متقدمة للغاية حتّى أينشتاين العبقريّ لم يستطيع الوصول إليها بسهولة. اتّصل بصديق قديم له من أيّام الكليّة وهو عالم الرياضيات المجريّ مارسيل غروسمان (Marcel Grossmann) وبمساعدته تمكّن أينشتاين من تقديم الرياضيات التي تستوعب هذا الزّمكان المنحني، وهي الهندسة الريمانية المنحنية فقد أصبحت الأساس الرياضياتيّ للنسبية العامة. قام العالم الأمريكي جون ويلر (John Wheeler) لاحقا بتلخيص النظريّة النسبيّة العامّة في 10 كلمات صغيرة:

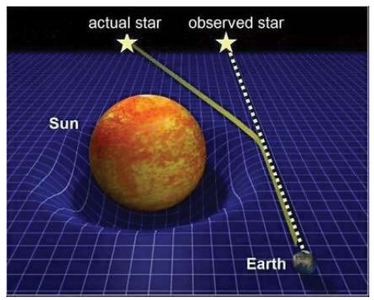
«الزّمكان يخبر المادة كيف تتحرّك، والمادّة تُخبر الزّمكان كيف ينحني»

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

يمكننا الآن تفسير مدارات الكواكب ليس من خلال قوة غامضة تعمل آنيا، ولكنها بالأحرى تفاعل يحدث مع الكتلة والطاقة والفضاء المحيط بها. والمثير للاهتمام من خلال هذه النظريّة أنّها لا تعطي صورة الفضاء المنحني فقط، بل تسمح للفضاء نفسه أن يتوسّع ويتقلّص وأن يكون ديناميكيّا.

اختبارات النسبية العامة وتنبؤاتها

من أجل أن تُأخذ هذه النظرية على محمل الجدّ كان عليها إعطاء تنبؤات يمكن اختبارها ولا يمكن تفسيرها بطريقة أخرى غير النظريّة النسبيّة العامّة. جاء أول تنبؤ لها من خلال مسار كوكب عطارد فقد كان مداره كما ذكرنا سابقا؛ لغزا لعقود حيث لا ينغلق مداره الإهليليجي وقد نوّهنا أنّ قانون نيوتن للجذب العامّ لا يفسّر مقدار هذا التغيّر في المدار (الترنح). عندما طبّق أينشتاين نظريّته الجديدة للزّمكان المنحني على مدار عطارد وجد أنّها تنبّأت بالضبط بهذا الترنح وبنفس الزاوية المرصودة فكان الأمر مثيرا للاهتمام. بقي العديد من العلماء لا يصدّقون نظريّة أينشتاين لغرابتها لكن بعد 4 سنوات من نشره للنظريّة جاء التأكيد الأكثر حسما، كان ذلك سنة 1919م عندما قاد عالم الفلك البريطانيّ آرثر إدينغتون (Arthur Eddington) فريقه إلى جزيرة برينسيبي في خليج غينيا حيث قاموا بتصوير النجوم بالقرب من الشمس خلال كسوف كليّ لها. إذا كان أينشتاين على حق فإنّ مواقع النّجوم بالقرب من الشّمس ستبدو مختلفة عن المواقع المتوقّعة الذي يجب أن تُرى فيه. فحسب أينشتاين عندما يمرّ الضّوء بالقرب من الشّمس يجب أن ينحني بسبب انحناء الفضاء، وهذا بالضّبط ما وجده إيدنجتون مؤكّدا أنّ النسبيّة



إنحناء مسار الضوء القادم من النجوم في الخلف بفعل جاذبية الشمس

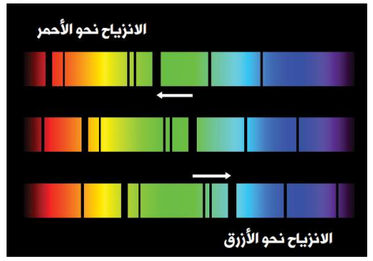
العامّة كانت صحيحة وهذه هي اللّحظة التي أصبح فيها أينشتاين من المشاهير.

الكون ليس مجرّتنا

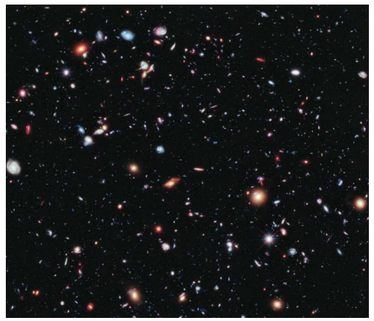
في أوائل القرن العشرين؛ كان العلماء يناقشون إن كانت مجرّة درب التبّانة وحيدة في الكون بأكمله أو كانت مجرّد واحدة من عدّة مجرّات أخرى، حيث كان الاعتقاد السائد أنّ درب التبانة هي كل ما في الكون. سنة 1923م قام العالم الأمريكي إدوين هابل(Edwin Hubble) بقياس المسافة من الأرض إلى بعض السّدم اللولبيّة القريبة في السّماء مثل سديم أندروميدا، مجرة بيرنارد ومجرة المثلث واكتشف أنها تقع خارج مجرّتنا، فكان هذا إثبات على أنّها أجرام بعيدة يضاهي حجمها حجم مجرّتنا. ممّا يُثبت أنّ مجرّتنا هي قطرة صغيرة في كون هائل من المجرّات المتعددة.

الانزياح الطّيفي

حسب ظاهرة دوبلر للضوء فإنّ طيف الضّوء القادم إلينا من أحد الأجرام السماويّة يتعلق بسرعة ابتعادها أو اقترابها منّا، فإذا كان المصدر الضوئي يبتعد عنّا فسنرى انزياحًا إلى الأحمر لطيفه الأصليّ، وأمّا إذا كان يقترب منّا فسنلاحظ انزياحًا نحو الأزرق.



للانزياح الطّيفيّ دور مهم في علم الكونيّات حيث أصبح مقياسًا لتحديد سرعة ابتعاد النّجوم والمجرّات عنا، وأوّل من استخدمه هو هابل في العشرينيّات، حيث كان يراقب المجرّات المحيطة بنا وأخرى في أعماق الكون، ولاحظ أنّ كلّ المجرّات النائية تنزاح أطيافها نحو الأحمر ممّا يدلّ على ابتعادها عنّا. وعن طريق الانزياح الطّيفيّ أيضا يستطيع علماء الفلك معرفة اتّجاه دوران المجرات، فجزء المجرّة الذي يدور في اتّجاه الأرض ينزاح طيفه إلى الأزرق وأمّا الطّرف الآخر للمجرّة الذي يدور في اتجاه يبتعد فيه عن الأرض فطيفهُ ينزاح إلى الأحمر... وهكذا.



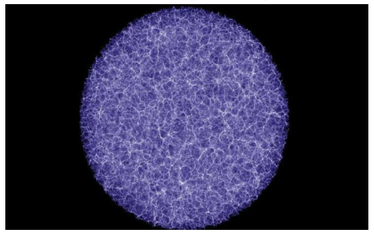
صورة حقل هابل العميق

التوسّع الكوني وقانون هابل

في سنة 1929م، استعمل هابل مبدأ الانزياح الطّيفي ليختبر النماذج الكونيّة التوسعيّة التي ظهرت حينذاك وسبق التحدث عنها. قاس هابل أطياف المجرات البعيدة حيث بدت أنها تنزاح نحو الأحمر فاستنتج أنها تندفع بعيدًا عنّا مؤكّدا بذلك النّماذج التوسعيّة للكون، ثمّ لاحظ أنّ الانزياح نحو الأحمر للمجرات يزداد متناسبا مع مسافتها عنا، وهذا ما يعرف بقانون هابل للتوسّع الكونيّ.

المبدأ الكونيّ
Cosmological Principle

في سنة 1933م وضع عالم الفلك الإنجليزي إدوارد ميلن (Edward Milne) ما يعرف بـ المبدأ الكوني وهي مجموعة من الافتراضات التي تتعلق بخواص توزيع المادة في الكون، وهذا المبدأ يفترض على مقياس واسع بما فيه الكفاية (أكبر من 250 مليون سنة ضوئية) أنّ الكون يجب أن يكون متناحيا (متماثل في كل الاتجاهات) ومتجانسا (متماثل في كل المواقع). أي أنه حسب المبدأ الكوني وفي النطاق الواسع تكون النجوم والمجرات موّزعة توزيعا متساويا في جميع جهات وأنحاء الكون. يعتبر هذا المبدأ اللبنة الأساسية لعلم الكونيات الحديثة وأساسا لكل النماذج الكونية المتلاحقة.



خريطة لتوزع المادة في الكون

الجدول 1: كون أينشتاين 1917 م

بعد عامين فقط من نشره للنسبية العامة، طبّق أينشتاين معادلاته على الكون ليتحصّل على النتائج التالية

الكون كروي مغلق ثلاثي الأبعاد نعيش في 3 أبعاد على سطح كرة رباعية الأبعاد لا يوجد فيها داخل ولا خارج الكرة.
الكون محدود وبلا حدود.
الكون بلا حدود زمنية أي أنه بلا بداية ولا نهاية.
المادة ثابتة بلا حركة تتوزع بشكل موّحد في الفضاء.
إضافة الثابت الكوني E إلى معادلات أينشتاين ليكون بمثابة قوة طاردة تصد الجاذبية وتبقي الكون متوازنا $R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R\, g_{\mu\nu} + \Lambda\, g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$ الكون في حالة توازن (قوة جاذبية الكون = القوة الطاردة الممثلة بالثابت الكوني E).
الكون ثابت (لا ينكمش ولا يتمدد).
الكون غير مستقر (أيّ اضطراب صغير جدا في النظام الكوني كاف لإنهاء هذا التوازن).

الجدول 2: النّماذج الكونيّة التوسعيّة وبروز فكرة الانفجار العظيم

مباشرة بعد إثبات إيدنجتون للنظريّة النسبيّة العامّة؛ شرع علماء الفيزياء النظريّة في محاولة الوصول لفهم كيفيّة تطوّر الكون من خلال حلّ معادلات أينشتاين

كون دي سيتر 1917 كم	اختار العالم الهولندي «فيليم دي سيتر» كونا مسطّحًا تخيّليا بلا مادة مع وجود القوّة الطّاردة (قوة تنافرية)، والمعبّر عنها بالثّابت الكونيّ فوجد أنّ معادلات أينشتاين تخبرنا أنّه يتوجّب على الفضاء أن يتوسّع.
كون فريدمان 1992 م 1924 م	صاغ العالم السوفياتيّ «ألكسندر فريدمان» معادلاته الشهيرة باسم «معادلات فريدمان» التي تصف كونا يحوي مادة موّزعة بانتظام في كلّ الأرجاء، لكنّه حينذاك لم يعتبر الثّابت الكونيّ في معادلاته، فقام باختبارها أوّلا على فضاء منحنٍ ثلاثيّ الأبعاد لسطح كرة فوجد أنّه يتوسّع ثمّ ينكمش، وبعدها اختبرها على فضاء منحنٍ ثلاثيّ الأبعاد لسطح زائديّ فتوصّل إلى أنّه يتوسّع للأبد.
كون لوميتر 1927 م	استطاع العالم البلجيكيّ «جورج لومتر» التوصّل إلى التصوّر الفيزيائيّ لـ «الانفجار العظيم» دون تسميّته وبإضافة الثّابت الكونيّ لمعادلات «فريدمان» المشتقّة من معادلات «أينشتاين»، استنتج «لومتر» أنّ للكون بداية كان فيها صغيرا جدّا مع كثافة عالية ثمّ بدأ في التوسّع الفضائيّ بسبب أنّ الثّابت الكونيّ للقوّة الطّاردة أكبر من قوّة تجاذب المادة، توقّع أيضا «لومتر» أنّ المجرّات تبتعد عنّا وقدّم علاقة الانزياح نحو الأحمر للنّجوم المبتعدة عنّا بدلالة مسافاتها عن الأرض والمعروفة لاحقا بقانون هابل، لهذا يُعتبر أحيانا أنّ «جورج لومتر» الأب الروحي لنظريّة الانفجار العظيم.

أكوان FLRW 1935

نموذج فريدمان-لوميتر-روبرتسون-ووكر هو حلّ دقيق لمعادلات آينشتاين باستعمال المبدأ الكونيّ، يصف هذا الحلّ فئة من الأكوان المتماثلة هندسيًّا. في الهندسة الريمانية يمكن الحصول على 3 أنواع فقط من الفضاءات التي تخضع للمبدأ الكوني وهي الفضاء المسطّح، الكروي والزائدي. يعتمد شكل وهندسة الكون على كثافته، إذ قام العلماء بحساب الكثافة الحرجة الذي يكون من أجلها الكون مسطّحا والتي يمكننا من خلالها معرفة الشكل الهندسي لكوننا

إذا كانت كثافة الكون أصغر من الكثافة الحرجة: يكون الكون زائديا مفتوحا.

إذا كانت كثافة الكون أكبر من الكثافة الحرجة: يكون الكون كرويا مغلقا.

إذا كانت كثافة الكون تساوي الكثافة الحرجة: كون مسطح غير مستقر.

من خلال البيانات الرصدية الحديثة، وكما سنرى لاحقا يتبيّن أنّ الكون حاليا في توسّع متسارع، وبالتّالي فإنّ كوننا حاليا لا يخرج من الاحتمالات الكونيّة للنماذج الملوّنة بالبرتقالي (الجدول4). تبقى هذه النماذج الكونيّة التوسعيّة نظريّة لا تصف بالتفصيل محتوى كوننا الحقيقيّ، لهذا عمل علماء الفيزياء الكونيّة مؤخرًا على تطوير نموذج أكثر واقعيّة يتطابق مع الأرصاد الفلكيّة للمحتوى الكونيّ يدعى نموذج Λ-CDM والذي هو بمثابة إطار الأبحاث الحالية في علم الكونيّات النظريّ.

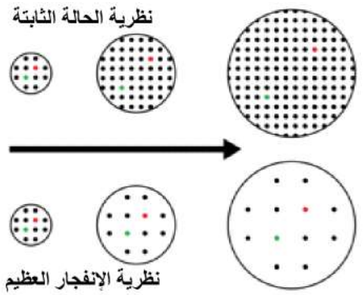
الجدول 3: كون «أينشتاين» و«دي سيتر» 1932 م

بعد عامين فقط من اكتشاف هابل أنّ الكون في توسّع قام أينشتاين ودي سيتر بصياغة نموذج كوني جديد وفقا لهذا المستجدّ:

الكون عبارة عن سطح ثلاثيّ الأبعاد مسطّح بلا انحناء فهو كون غير محدود وبلا حدود.
إلغاء الثّابت الكونيّ من المعادلات حيث اعتبره آنذاك آينشتاين أنّه أكبر خطأ في حياته.
الكون يتوسع إلى الأبد
معدل تمدد الكون يتباطأ

نظريّة الحالة الثّابتة 1948م بديلا لنظريّة الانفجار العظيم

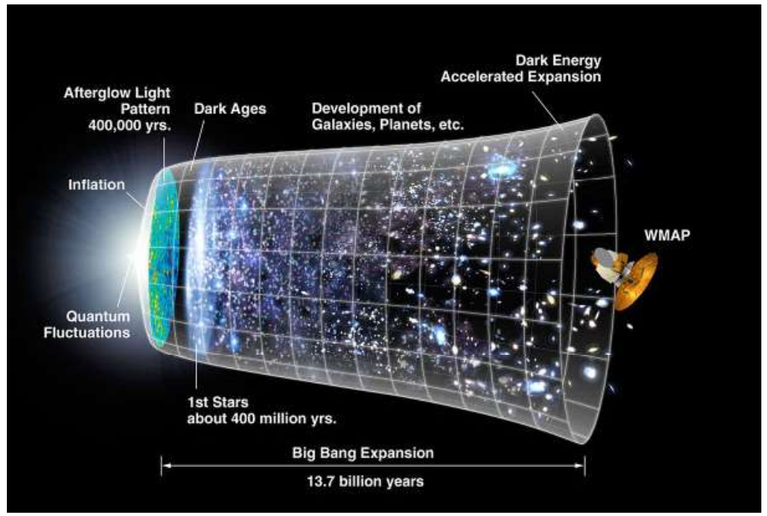
تمّ تطويرها من قِبَل العالم البريطاني فريد هويل (Fred Hoyle) والعالمين النمساويّين توماس جولد (Thomas Gold) وهيرمان بوندي (Hermann Bondi) وآخرون كبديل لنظريّة الانفجار العظيم لتطوّر الكون. افترضوا في هذا النّموذج أنّ كثافة المادة في الكون المتوسّع تبقى ثابتة بسبب انشاء مستمرّ للمادّة من العدم، فيبقى الكون على حالته مع مرور الزمن ولا تتغير درجة حرارته، وبالتالي التمسك بالمبدأ الكوني المثالي الذي ينصّ على أنّ الكون المرئي ليس متماثلا في المكان فقط بل في الزمان أيضا. في الستينيّات انتهت جميع الأرصاد الكونية بدعم نظريّة الانفجار العظيم وأنّ الكون تطوريًّا ليس متماثلا زمنيا، لذا لم يبق مؤيدون لهذه النظرية.



مقارنة بين نظرية الإنفجار العظيم والحالة الثابتة للكون.

نظريّة الانفجار العظيم

أصبحت نظرية الانفجار العظيم هي السّائدة لتفسير نشأة الكون وتطوّره، تعتمد على أنّ الكون كان في لحظة بالماضي صغيرا جدا مفرط الكثافة والحرارة ثم انخفضت مع التوسّع الكونيّ. يقدّر حدوث تلك اللّحظة قبل 13.8 مليار سنة والذي يُعدّ عمر الكون. ومع مرور الزمن بَرَدَ الكون بما يكفي لتكوين جسيمات دون ذريّة كالبروتونات والنيترونات والإلكترونات، ورغم تكوّن أنوية بسيطة خلال الدّقائق الثّلاث التّالية للانفجار العظيم إلا أنّ الأمر احتاج آلاف السّنين قبل تكوّن ذرّات متعادلة كهربيًا. كانت معظم الذرات التي نتجت عن الانفجار العظيم من الهيدروجين والهيليوم مع القليل جدا من الليثيوم، ثم بعد بضع مئات ملايين السنين تكاثفت عن طريق الجاذبية لتُكوّن النجوم والمجرات. فتشكّلت عناصر كيميائية أثقل من خلال تفاعلات الاندماج النووي بداخل النجوم الثقيلة وخاصة في



تمثيل نظرية الإنفجار العظيم

الجدول 4: فئة الأكوان التوسعية FLRW

استُعملت هذه الفضاءات الثلاث لصياغة نماذج كونيّة مختلفة، تعتمد على كثافة الكون وقيمة الثابت الكوني، تمثل المنحنيات تطور توسع الكون بدلالة الزمن

	$\Lambda > 0$	$\Lambda = 0$	$\Lambda < 0$
زائدي مفتوح		فريدمان 1924	
مسطح	دي سيتر 1917	اينشتاين ودي سيتر 1932	
كروي مغلق	$\Lambda > \Lambda_E$ / لومتر 1927 — $\Lambda = \Lambda_E$ / اينشتاين 1917 — $0 < \Lambda < \Lambda_E$	فريدمان 1922	

المستعرات العظمى. تُقدّم نظرية الانفجار العظيم شرحاً وافياً لمجموعة واسعة من الظواهر المرئية التي تُشاهد وتُرصد بتلسكوبات أرضية وفضائيّة مختلفة. يجدر القول أنه في سنة 1950م صاغ فريد هويل مصطلح «الانفجار العظيم» ساخرًا منها.

بعض التّجاوز الطّفيف، ومع ذلك فإنّ التوافق العام مع النسب التي تنبأ بها التّخليق النوويّ للانفجار العظيم هو دليل قويّ على النظريّة، مع العلم أنّ النماذج البديلة للانفجار العظيم أعطت نسبًا صغيرة جدًا من الهيليوم، فأصبحت بذلك نظرية الانفجار العظيم السّاخن هي التفسير الوحيد والمعروف عن الوفرة النسبيّة للعناصر النوويّة الخفيفة.

الجدول 5: النسب الكتلية للأنوية

الأنوية	الرمز	النسب الكتلية التقريبية المتنبأ بها
الهيدروجين 1 (البروتون)	$^{1}_{1}H$	0.75
الهيليوم 4	$^{4}_{2}He$	0.245
الهيدروجين 2 (الديوتيريوم)	$^{2}_{1}H$	10^{-4}
الهيليوم 3	$^{3}_{2}He$	10^{-4}
الهيدروجين 3 (التريتيوم)	$^{3}_{1}H$	10^{-6}
الليثيوم 7	$^{7}_{3}Li$	10^{-10}
البيريليوم 7	$^{7}_{4}Be$	10^{-10}
الليثيوم 6	$^{6}_{3}Li$	10^{-11}

وفرة بعض الذرّات كما توقعته نظرية الانفجار العظيم

في سنة 1966م وضّح العالم الكندي جيمس بيبلز (James Peebles) أنّ الانفجار العظيم السّاخن يتنبّأ بالوفرة الصحيحة للهيليوم، ثمّ بعدها بعام فقط أظهرا عالما الفيزياء النوويّة الأمريكيان روبرت واجنر (Robert Wagner) ووليام فاولر (William Fowler) بالإضافة إلى فريد هويل أنّه أيضا يتنبّأ بكميّات الديوتيريوم والليثيوم الصحيحة. تنصّ هذه التنبؤات على حدوث ما يُعرف بـ التّخليق النوويّ للانفجار العظيم خلال الثواني الأولى للكون السّاخن، والذي أنتج لنا بعض العناصر النوويّة الخفيفة. وباستخدام نتائج الفيزياء النوويّة خلال تلك الظّروف الفيزيائية في الكون المبكر كان من الممكن للعلماء حساب وفرات هذه العناصر في الكون. فوضعوا شبكة التفاعلات النوويّة التي حدثت في تلك الفترة والتي تؤدّي إلى إنتاج بعض الجسيمات وتحطيمّ أخرى، ثمّ وضعوا برنامجًا حاسوبيًا لحلّ تلك السلسلة من المعادلات، فتوصّلوا إلى النسب في الجدول 5.

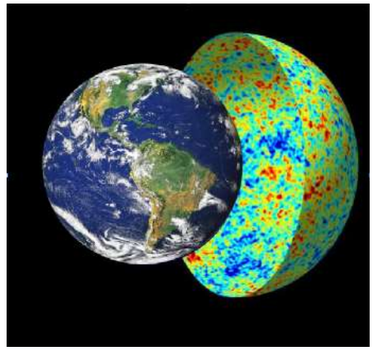
تتفق تقريبًا هذه القيم النظرية لوفرة بعض العناصر الخفيفة مع النسب المرصودة مع

إشعاع الخلفيّة الكونيّة الميكروية CMB

رغم انقسام الكوسمولوجيين في الخمسينيّات بين نظريّتَي الانفجار العظيم ونظريّة الحالة الثّابتة، إلّا أنّ التأكيد الحاسم بالملاحظة والرّصد على صحّة سيناريو الانفجار العظيم جاء مع اكتشاف الخلفية الإشعاعية للكون (CMB) عام 1964م.

ما هي هذه الخلفية الإشعاعية؟

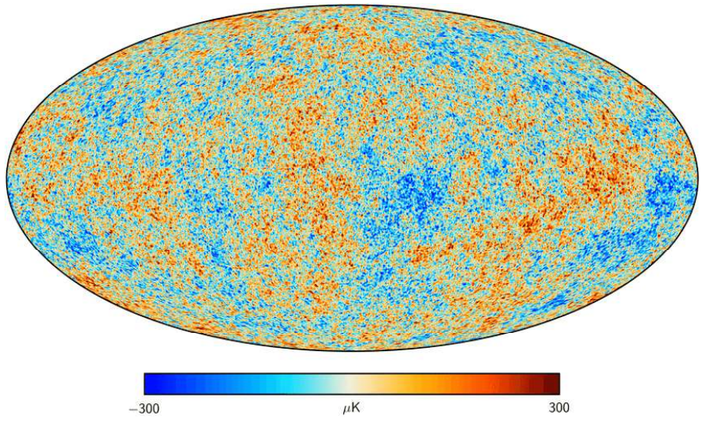
عندما ننظر إلى السماء فإنّ الضوء الذي نراه قد أتى من الماضي وكلّما نظرنا بعيدًا كلما استطعنا العودة إلى الماضي أكثر، وهذا يقودنا إلى سؤال ماذا لو نظرنا إلى أبعد ما يمكننا النّظر إليه بالوسائل التكنولوجية؟ يا ترى ماذا سنرى؟ سنرى خريطة كرويّة إشعاعيّة كهرومغناطيسيّة على نطاق الأمواج الميكرويّة في جميع الاتّجاهات وهذا ما يُسمّى بالخلفيّة الكونيّة الميكروية CMB وهو أقدم ضوء في الكون ويمكنه أن يُخبرنا الكثير عن تاريخ الكون المبكر.



التنبؤ بالـ CMB من خلال نموذج الانفجار العظيم

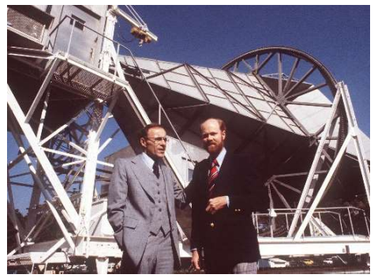
تمّ التنبّؤ بالخلفيّة الكونيّة الميكرويّة لأوّل مرّة في عام 1948م من قِبَل العالمين الأمريكيّين رالف ألفر (Ralph Alpher) وروبرت هيرمان (Robert Herman) وقبلهما العالم الروسي جورج جاموف (George Gamow) من خلال النظر في سلوك الإشعاع البدائي في الكون المتوسّع.

اكتشاف CMB



خريطة إشعاع الخلفية الكونية CMB

سنة 1964م اكتشف العالمان الأمريكيّان أرنو بنزياس (Arno Penzias) وروبرت ويلسون (Robert Wilson) إشعاع الخلفية الميكروي وقدّرا درجة حرارته بـ 3.5 كلفن، أثناء تجربتهما مع هوائي هولمدل هورن (Holmdel Horn Antenna) ممّا أكسبهما جائزة نوبل في الفيزياء لعام 1978م. تمّ قبول الاكتشاف الجديد كدليل مهمّ لكون مبكّر ساخن (نظريّة الانفجار العظيم) وضدّ نظريّة الحالة المستقرّة المنافِسة. يشكّل اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية الميكروي تطوراً رئيسياً في علم الكونيات الفيزيائي الحديث.



صورة للفلكيين أرنو بانزياس وروبرت ويلسون

تفسير الانفجار العظيم لـ CMB

كان الكون في بداياته الأولى صغيرا جدّا وشديد الحرارة، وكان يملأه غاز ساخن للغاية موزّع توزيعا متساويا بالتقريب في جميع أنحائه، وكانت مكوّنات هذا الغاز في الغالب من بلازما الهيدروجين، أي بروتونات وإلكترونات حرّة غير مرتبطة ببعضها البعض من شدّة الحرارة وعظم الطاقة التي تحملها. على الرّغم من وجود الكثير من الفوتونات في تلك المرحلة إلّا أنّها لم تكن حرّة في الحركة حيث كانت ترتدّ وتتفاعل مع الإلكترونات وتتشتّت بشكل عشوائيّ، وهذا ما سبّب منع الضوء من النفاذ داخل البلازما فجعل الكون يبدو معتما، كما أنّه أيضا ساهم في بقاء حالة التأيّن. لكن بعد حوالي 380 ألف سنة من الانفجار العظيم ومع التوسّع بدأت درجة حرارة البلازما في الانخفاض (انخفاض طاقة الفوتونات) إلى حوالي 3000 كلفن وهو الحدّ الذي تصبح فيه الفوتونات غير قادرة على إبقاء حالة التأين فتتحد الإلكترونات مع البروتونات مشكّلة ذرّات الهيدروجين والهيليوم المحايدة. عندئذ تصبح الفوتونات حرّة في الانتقال من أحد طرفي الكون إلى طرفٍ آخر دون أن تتشتّت، فبات الكون شفّافا. بدأت الفوتونات الموجودة تنتشر في جميع أرجاء الكون إلّا أنّ طاقتها تضعف مع التوسّع الكونيّ عبر نحو 13.7 مليار سنة إلى 2.725 كلفن حاليا. هذه الفوتونات هي الّتي تشكّل اليوم إشعاع الخلفية الميكروية CMB. إنّ حقيقة وجود CMB هو دليل مهم على حدوث الانفجار العظيم لأنّ هذا الإشعاع هو بالضّبط ما كنّا نتوقعه إذا كان الكون أكثر كثافة وحرارة وأصغر في تاريخه المبكّر.

معضلات الانفجار العظيم

كان اكتشاف الخلفيّة الإشعاعيّة الكونيّة CMB بمثابة الدّليل القاطع على الكون المبكّر السّاخن لنظريّة الانفجار العظيم، في نفس الوقت طرح هذا الاكتشاف بعض المشكلات؛ لم يستطع النموذج الأصلي تفسيرها والتي لا يمكن التغاضي عنها، على وجه التحديد سنطرح الأسئلة التي تُركت بلا إجابة في النموذج الأصلي.

مشكلة الأفق

عندما ننظر إلى الخلفيّة الإشعاعيّة الميكرويّة CMB من كلّ أنحاء الأرض نلاحظ أنّ درجة حرارة الإشعاع هي نفسها تقريبا بنسبة 99.999%، ممّا يدلّ على أنّ الكون كان في شبه توازن حراريّ خلال حقبة CMB وهذا يطرح استفهاماً كبيرا حول كيفيّة حدوث هذا!، كيف يصل الكون إلى هذا التوازن الحراري وأرجاؤه منفصلة سببيا؟ هناك مناطق في الكون منذ عصر الـ CMB بعيدة جدّا عن بعضها البعض نسبيا لدرجة أنّه لم يحدث أيّ اتّصال بينها فحتّى الضوء لم يصل بعد بينهما؛ فنقول إنّها خارجة عن أفق بعضها البعض، فكيف أصبح لهذه المناطق نفس درجة الحرارة تقريبا وعمر الكون حينها 380 ألف سنة فقط؟ حيث أنّ المسافة بين أبعد نقطتين متعاكستين في الاتجاه بالنسبة لنا كانت حوالي 42 مليون سنة ضوئيّة في تلك الحقبة، فالكون يحتاج إلى 42 مليون سنة على الأقل لبلوغ التوازن. يجدر أن ننوّه إلى أنّ العالم النمساويّ وولفجانج ريندلر (Wolfgang Rindler) هو أوّل من أشار إلى هذه المسألة سنة 1956م لكن حتّى عام 1969م قدّم العالم الأمريكيّ تشارلز ميزنر (Charles Misner) مشكلة أفق الانفجار العظيم بشكل رسميّ.

مشكلة التّسطيح:

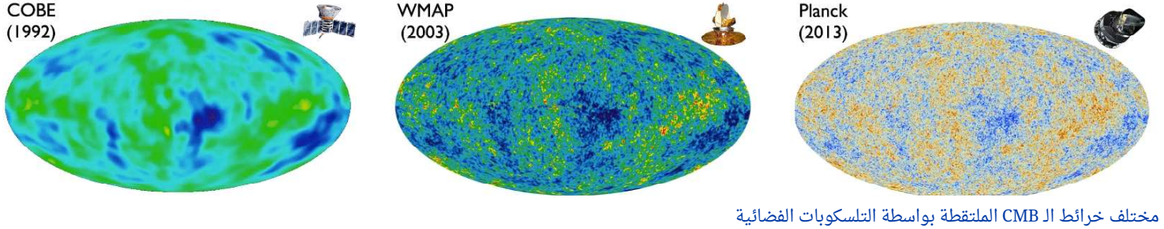
في سنة 1969م قدّم العالِم الأمريكيّ روبرت ديك (Robert Dicke) مشكلة تسطيح الانفجار العظيم. تكمن المعضلة الثّانية في أنّ الكثافة الحالية للكون تقترب كثيرًا من الكثافة الحرجة لكون مسطّح بنسبة 0.4%. بما أنّ القيمة الحرجة لكون مسطّح تمثّل نقطة توازن غير مستقرة بالنّسبة لتطوّر الكون (الكون مسطّح غير مستقرّ) فإنّ أي انحراف ولو طفيف للغاية عن هذه القيمة كان سيتضاعف خلال بلايين السنين من التوسع لخلق كثافة حالية بعيدة جدًا عن القيمة الحرجة، وبالتّالي كيف يكون كوننا اليوم مسطّحا بنسبة 0.4% ! يدلّ هذا الاقتراب الكبير من التسطّح في الوقت الحالي على أنّ كوننا خلال اللحظات الأولى من الانفجار العظيم كان مسطّحا بنسبة 10%-58، هذه القيمة الصغيرة هي جوهر مشكلة التّسطيح، فإذا كان يمكن للكثافة الأوليّة للكون أن تأخذ أي قيمة، فيبدو من المدهش للغاية العثور عليها مضبوطة بدقة مقارنة بالقيمة الحرجة لكون مسطّح.

التضخّم الكونيّ كحلّ لمعضلات الانفجار العظيم

حتّى الثمانينيّات من القرن الماضي فشل نموذج الانفجار العظيم في تفسير بعض الخصائص الأخرى المرصودة للكون والتي ظلّت لغزا مثل سبب تجانسه الشّديد، ولماذا تبدو هندسته مسطّحة؟ جاءت نظريّة التضخّم الكونيّ التي اقترحها العالِم الأمريكيّ آلان جوث (Alan Guth) والروسيّ أليكسي ستاروبنسكي (Alexei Starobinsky) بشكل مستقلّ في سنة 1981م لتحلّ العديد من هذه الألغاز ويعتبرها معظم علماء الفيزياء اليوم جزءً أساسيًّا في علم الكون المبكّر للانفجار العظيم، يقول المقترح أنّ الكون توسّع أسيًّا بشكل هائل ومفاجئ من حوالي 10-36 ثانية بعد الانفجار العظيم إلى 10-32 ثانية، خلال هذه المدّة الصغيرة جدّا تضخّم الكون حوالي 1026 مرّة وانتقل من كونه مجهريًّا إلى كون مرئيّ في حدود السنتيمترات.

التضخّم ومشكلة الأفق:

تفترض نظريّة التضخّم أنّ الكون المرئيّ كان صغيرًا جدًا وفي حالة اتّصال سببيّ



مختلف خرائط الـ CMB الملتقطة بواسطة التلسكوبات الفضائية

بالكامل في الزمن المبكّر جدًّا قبل 10-36 ثانية من الانفجار العظيم، ثم وسّع التضخم هذا الكون المرئيّ من منطقة صغيرة ومتّصلة سببيًا ومتّزنة حراريًا تقريبًا إلى كون شاسع منفصلة أجزاؤه سببيا ومحافظا على توازنه الحراري عبر هذا الحجم الكبير، كما ساهم التضخم أيضا في خفض الاختلافات الملحوظة في CMB.

التضخم ومشكلة التسطيح

تسبّب التضخّم الكونيّ في تمدد الفضاء بمعامل 1026 مرّة ممّا أدّى إلى اقتراب شكل الكون من التّسطيح، فحتّى لو بدأ الكون منحنيا فبعد التضخّم الهائل ستنخفض درجة الانحناء وسيبدو الكون المرئيّ وكأنّه مسطّح للغاية.

المادة المظلمة

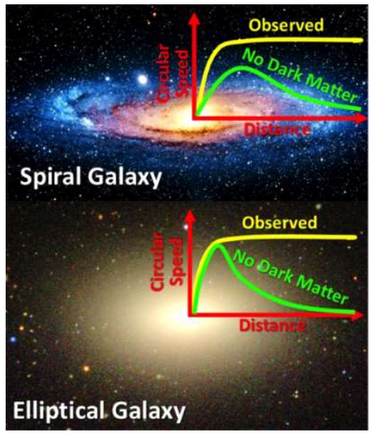
ماذا لو أخبرتك أنّ هناك دلائل قوية بوجود كمية هائلة من المادة والطاقة في كوننا لا يمكن رؤيتها ولا ادراكها بالطرق المعتادة. وهي وفيرة جدًّا لدرجة أنّها تشكّل 20 أضعاف المادة المرئيّة من نجوم ومجرّات وما بينها. إذا فكيف نعرف بوجودها؟

ظواهر غامضة: سرعة المجرّات تخرق قوانين نيوتن

أوّل دليل على وجود المادة المظلمة جاء من عالم الفلك السويسريّ فريتز زويكي (Fritz Zwicky) سنة 1933م، عندما رأى أنّ المجرّات في عنقود كوما المجرّي كانت تتحرّك بالنسبة لبعضها البعض بسرعة كبيرة لدرجة أنّها لم تكن قادرة على البقاء مرتبطة حسب قوانين نيوتن. فكان يجب أن تنفصل ما لم تحوي مادة غير مرئية كما تصوّر أنّها تُقارب 100 مرّة من كتلة المادة المرئيّة، فقام بصياغة مصطلح المادّة المظلمة. حيث لم يصدّقه المجتمع العلميّ وتمّ تجاهله.

ظواهر غامضة : أذرع المجرّات تخرق قوانين نيوتن

بعد مرور 40 عام من تجاهل المجتمع العلميّ لملاحظات زويكي وفي سنة 1970م، كانت عالمة الفلك الأمريكيّة فيرا روبين (Vera Rubin) تنظر إلى حركة النّجوم في الأجزاء الحلزونيّة من مجرّة أندروميدا المجاورة لمجرّتنا درب التبانة. ما وجدته صدم العلماء حيث بدا أنّه ينتهك جاذبية نيوتن، أظهرت ملاحظاتها أنّ النّجوم في الحوافّ الخارجيّة لمجرّة أندروميدا كانت تتحرّك أسرع من المتوقع. ومنذ ذلك الحين وجد العلماء أنّ النجوم في المجرات التي يمكن ملاحظتها بما في ذلك مجرتنا درب التبانة تحقّق نفس الظّاهرة الغريبة.



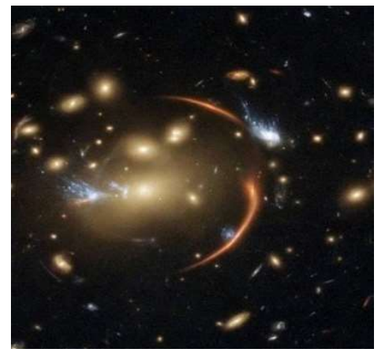
منحنى الفرق بين الدوران المرصود للمجرات حول نفسها ودورانها المفترض دون وجود المادة المظلمة

المادة المظلمة لفهم هذه الظواهر الغريبة

حسب نظريّة نيوتن والنسبيّة العامّة التفسير الوحيد الممكن لهذه الظاهرة هي أنّ حواف المجرات أثقل بكثير ممّا نعتقد، أي أنّها تحوي كتلة هائلة لا نستطيع رؤيتها لأنّها لا تُصدر أيّ إشعاع ولا تتفاعل بأي شكل مع المادة العاديّة، بل نرصد تأثيراتها من خلال جاذبيتها فقط فهي بمثابة مادة مظلمة.

المادة المظلمة والعدسات الجذبويّة

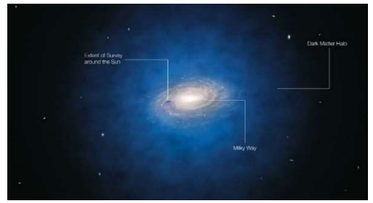
على الرقم من أننا لا نستطيع رؤية المادة المظلمة، إلّا أنّه يمكننا اكتشاف تأثيرها من خلال رصد كيف ينحني الفضاء بفعل الجاذبيّة الهائلة للعناقيد المجريّة التي تحتوي على كمية ضخمة من المادة المظلمة، فتشوّه مسار ضوء المجرّات البعيدة الواقعة خلفها وتسمّى هذه الظاهرة العدسات التجاذبية. وتمثّل هذه الظاهرة دليل إضافي على حقيقة المادة المظلمة.



تأثير العدسات التجاذبية بفعل الحشد المجري والمادة المظلمة المحيطة به

المادة المظلمة ووفرتها في الكون

يمكننا أن نلاحظ سلوك النّجوم داخل المجرات وانحناء الضّوء بفعل الجاذبيّة الهائلة لهذه المادة المجهولة، وقد اتّضح أنّها تقارب 5 أضعاف كمية كلّ المادة والإشعاع في الكون.



تمثيل للمادة المظلمة (الهالة بالأزرق) المحيطة بالمجرة

الطاقة المظلمة

منذ اكتشاف هابل أنّ الكون يتوسّع، سعى العلماء لمعرفة معدّل هذا التوسّع. اعتقدوا سابقا أنّ المعدل سينخفض بمرور الزمن بفعل الجاذبية. وكأيّ انفجار نتوقع مع مرور الوقت أنه سيتباطأ حتّى يتوقف نهائيًا، فالذي يبطّئ الانفجار هو احتكاك الهواء. نفس الظاهرة تحدث في الانفجار العظيم عندما يتباطأ التوسّع ولكن هذه المرة بسبب الجاذبيّة. ولمعرفة كيفيّة تمدّد الكون كان يجب أن نجري قياسات دقيقة لمواقع المجرّات وسرعة ابتعادها خلال مراحل زمنيّة مختلفة لتحديد معدّل التّسارع الكونيّ.

الكون في تمدّد متسارع

في بداية التسعينات شرع فريقان من علماء الفلك إحداهما بقيادة الأمريكي شاول بيرلماتر (Saul Perlmutter) والآخر بقيادة الأمريكيان آدم ريس (Adam Riess) وبريان شميت (Brian Schmidt) في دراسة معدّل تطوّر التوسّع الكوني عبر فترات زمنيّة مختلفة، وذلك من خلال معرفة الانزياح نحو الأحمر للمجرّات البعيدة عنا. ما اكتشفوه وأعلنوه سنة 1998 كان صادما، لم يجدوا فقط أنّ التوسّع لا يتباطأ ولا حتى يبقى ثابتًا بل أنّ تمدّد الكون يتسارع، وهذا يعني أنّ الكون يزداد في التوسّع مع الزمن.

الطاقة المظلمة لتفسير تسارع تمدّد الكون

كانت النّتائج صادمة للعلماء لأنّ هذا النوع من التّسارع يؤدّي بشكل حتميّ إلى وجود قدر هائل من الطاقة الغامضة تدفع الكون نحو التوسّع ضدّ جاذبيّته. لليوم لا نعرف ماهية هذه الطاقة ومصدرها فهي بمثابة طاقة مظلمة.

الطاقة المظلمة ووفرتها في الكون

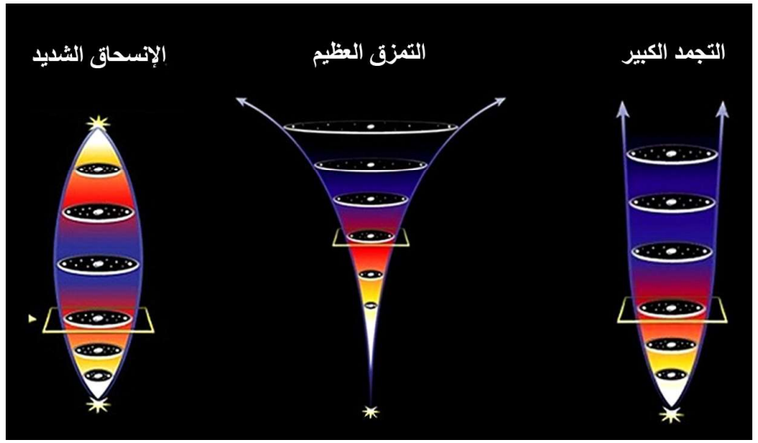
اتّضح أنّها كميّة هائلة من الطاقة حوالي 68% من المخزون الطاقوي للكون. النظريّة السّائدة في وصفها هي أنّها

خاصيّة للفراغ نفسه فهي نوع من الجاذبيّة المضادّة، حيث تمّت إضافتها إلى معادلات أينشتاين من خلال الرمز الإغريقي لامبدا الذي يدعى الثابت الكوني. ومن المفارقات أنّ أينشتاين كما ذكرنا سابقًا قد أدخل E في معادلاته لموازنة الجاذبية حتى يبقى الكون مستقرا (لا يتمدد ولا يتقلص) ثم تخلى عنه بعد اكتشاف هابل لتوسّع الكون واصفا إيّاه بأنّه أكبر خطأ فادح ارتكبه.

النموذج المعياري للكونيات الحديثة

آخر البيانات المرصودة: وفرة مكوّنات الكون

سمحت خريطة الخلفيّة الكونيّة الميكروية عالية الدقة المرصودة من مسبار بلانك للعلماء باستخراج أدق القيم حتى الآن لمكوّنات الكون. تساهم المادة العادية التي تتكون منها النجوم والمجرات بنسبة 4.9% فقط في مخزون الكون. المادة المظلمة التي تمّ اكتشافها بشكل غير مباشر من خلال تأثير جاذبيتها على المادة القريبة فهي تحتلّ 26.8% بينما الطاقة المظلمة القوّة الغامضة المسؤولة عن تسريع تمدد



السيناريوهات المحتملة لنهاية الكون

الكون تمثّل 68.3% من المحتوى الكوني.

نموذج Λ-CDM

نموذج لامبدا للمادة المظلمة الباردة هو أحدث النماذج الكونيّة التوسعيّة الذي يشمل كلّ المحتوى الكونيّ من طاقة مظلمة، المادة العادية والمادة المظلمة بنسبها المرصودة.

كباقي النماذج التوسعيّة يعتمد نموذج Λ-DM على معادلات النسبية العامة والمبدأ الكونيّ الذي ينصّ على أنّ الكون متماثل في كلّ المواقع والجهات. نجاح هذا النموذج يتمثّل في تفسيره لظواهر عديدة للكون مثل CMB والاتّساع المستمرّ للكون ونسب العناصر الكيميائيّة الخفيفة في المادة الكونيّة الأولى وغيرها.

الجدول 6: السيناريوهات المحتملة لنهاية الكون

الإحتمالات	ماذا سيحدث؟
التجمّد الكبير Big Freeze	سيستمرّ الكون في التوسّع إلى الأبد، وسينمو الفضاء بين المجرّات والعناقيد المجريّة وحتى النجوم بمعدّل متزايد، وستبدأ النّجوم في التحوّل إلى اللّون الأحمر ثمّ تتلاشى تمامًا. وبعد فترة من الوقت سيؤدّي التمدّد إلى التّخفيف من كثافة الغبار والغاز العائم في الفضاء حتّى لا يكون هناك تركيز كافٍ في أيّ منطقة واحدة لتغذيّة ولادة نجوم جديدة، ومع عدم ولادة المزيد من النجوم تُصبح النّجوم مهدّدة بالانقراض، ثمّ تنقرض فعلا. في نهاية المطاف يستقرّ الكون في عصره الأخير المظلم والذي يعرف بالموت الحراريّ للكون.
الانسحاق الشّديد Big Crunch	ستتغلّب الجاذبيّة على الطّاقة المظلمة ويؤدّي هذا في النّهاية إلى انكماش الكون، فتندمج عناقيد المجرّات وتصطدم المجرّات ببعضها البعض ثمّ النّجوم أيضا، ومع استمرار الكون في الانكماش سترتفع درجة حرارته بحيث تتفكّك الذرّات ثمّ البروتونات والنترونات وتنهار على نفسها، ويتمّ امتصاص ما تبقّى في الثّقوب السّوداء التي ستَشغَل نسبة متزايدة من الكون المتقلّص. في النّهاية سيتمّ سحق محتويات الكون بالكامل في مساحة صغيرة للغاية مثل الانفجار العظيم العكسيّ.
التمزّق العظيم Big Rip	ستطغى الطّاقة المظلمة على كلّ جاذبيّة الكون ممّا يؤدّي إلى توسّع الكون توسّعًا أسيًّا هائلًا فتتفكّك جميع المجرّات بما فيها مجرّتنا درب التبّانة ونظامنا الشّمسيّ. في الواقع وبمرور الزّمن ستطغى الطّاقة المظلمة على كلّ قوى الطّبيعة فتتمزّق المادّة بما فيها جميع الذرّات والأنوية وسيتمّ تدمير الكون كليًّا، وتصبح طاقته نقيّة من الجسميات المتفرّقة متبدّدة في الظّلام البارد لكون شاسع لا يمكن تخيّل حجمه.

نظرية الإنفجار العظيم
Big Bang Theory

quarks · leptons · Higgs boson · photon · gluon
W boson · Z boson · proton · neutron
helium nucleus · hydrogen nucleus · electron
helium atom · hydrogen atom · positron

الأرض

النظام الشمسي

مجرة درب التبانة

العصر الحالي
13.8 مليار سنة

تشكل المجرات والهياكل الكبرى
بفعل الجاذبية يتجمع عدد كبير من النجوم حوالي ١٥٠ مليار نجم لتشكل المجرات
400 مليون سنة

تشكل المجرات
بفعل الجاذبية انهارت كتل من الغازات مما يكفي لتشكل النجوم. بدأت الجاذبية تعمل دورها في جذب الذرات والهياكل المعقدة لاحقا بدور النجوم والمجرات
100 مليون سنة

العصر المظلم
3000 كلفن
380 الف سنة
مر الكون بفترة ظلام حقيقية قبل أن تتشكل النجوم. بدأت الجاذبية تفعل دورها في جذب الذرات والهياكل المعقدة لاحقا
60 كلفن

تشكل الذرات
توقفت الفوتونات عن التشتت وذهبت عبر الفضاء دون عوائق
20 دقيقة
10^7 كلفن

تشكل الأنوية الخفيفة
يمثل الكون بالملازما الحنابنة وهي حساء ساخن من البروتونات والإلكترونات وبعض من أنوية الهيليوم. الفوتونات في تصادم متكرر مع الإلكترونات فأدى هذا إلى إعاقة دورها
3 دقائق
10^9 كلفن

عصر الفوتونات
فناء جل الإلكترونات مع مضاداتها فأصبحت الفوتونات أكثر وفرة
10 ثانية
5×10^9 كلفن

عصر الليبتونات
مجزة بين الهادرونات ومضاداتها أدت إلى فناء جلها، فأصبحت الليبتونات (مثل الإلكترونات) والفوتونات أكثر وفرة
1 ثانية
10^{12} كلفن

عصر الهادرونات
اندماج الكواركات لتكوين الهادرونات (مثل البروتونات والنترونات) والجسيمات المضادة لها
10^{-6} ثانية
10^{14} كلفن

عصر الكواركات
كانت غالبية الجسيمات من الكواركات فكان الكون عبارة عن حساء كوارك-غليون
10^{-12} ثانية
10^{15} كلفن

التضخم الكوني
10^{-32} ثانية
10^{27} كلفن

10^{-36} ثانية

زمن بلانك
10^{-43} ثانية
10^{32} كلفن

تفكك الجسيمات الأولية الثقيلة وبقاء المستقرة منها : الإلكترون وكوارك up و down والنترينوات

نهاية تشكل الهادرونات بوفرة :
البروتونات 87.5%
النترونات 12.5%

نهاية الإندماج النووي بوفرة كتلية :
أنوية الهيدروجين 75%
أنوية الهيليوم 25%

أشعة الخلفية الكونية الميكروية CMB
أول ضوء للكون يمكن إلتقاطه

وحدة البحث في الوساطة ونشر الثقافة العلمية
Design: O. Nemoul

أسئلة وأجوبة

هل الانفجار العظيم مثل القنبلة الكبيرة؟

في الحقيقة كلمة «انفجار» غير صحيحة في وصف ما ترمي إليه النظريّة. لم يكن هناك انفجار مثل قنبلة يدويّة حيث تتطاير الشّظايا لأنّه لا يوجد فضاء خارجي حتّى تتطاير فيه المادّة. وليس أصلا هي المادة التي تتطاير بل الفضاء هو الذي يتوسّع.

هل بدأ الانفجار العظيم من نقطة؟

بدأ الانفجار العظيم عندما كان الكون بأكمله فضاء صغير جدًّا وليس نقطة، ويحوي طاقة هائلة تساوي طاقة كلّ الكون وليست لا نهائية. إنّها مجرّد بداية كان فيها الكون شديد السّخونة والكثافة فتوسّع هذا الفضاء حتى أصبح كبيرًا وباردًا.

في أيّ نقطة تمدّد الكون؟ وهل يمكن اعتبارها مركزا له؟

لم يتمدّد الفضاء من نقطة واحدة ولكن بدلاً من ذلك، فجميع أنحاء الكون في توسّع وفي وقت واحد وبالتّالي لا يوجد مركز للكون.

ماذا حدث قبل الانفجار العظيم؟

تعتبر الإجابة على هذا سؤال أمرًا صعبًا وقد لا يوجد إجابة علمية نهائية له، بالإضافة إلى تغيّر الجواب مع التطورات الحاصلة في علم الكونيات. كانت الإجابة النمطية قبل 40 سنة هي أنه لا يمكن إدلاء بأي شيء معقول عن هذه الفترة إذ كلّ شيء بدأ مع الانفجار العظيم، ولم يكن هناك فترة زمنية قبله. ويتعقد الأمر نوعا ما عندما نأخذ بعين الاعتبار الفيزياء الكوانتية، حيث أنّه عندما نقترب من لحظة الصفر تتشابك مفاهيم الزمان والمكان ويصبح الزمكان غير محدد ولكن متقلب بطريقة عشوائية تشبه الرغوة (Quantum Foam). فلا نستطيع التمييز بين الماضي والحاضر كما هو الحال في الفيزياء العادية. يجدر الإشارة إلى أنه توجد بعض النماذج الكونية المتذبذبة (Cyclic models) حيث يتبع فيه الفضاء الكوني دورات متكررة ولا نهائية من تمدد وانسحاق شديد. ومن أبرز النماذج الحديثة للكون المتذبذب نظرية الارتداد العظيم (Big Bounce) و نظرية الكون الملتهب (Ekpyrotic universe). وبناءً على ذلك، يمكن القول بأنّ حالة الكون تصبح أكثر غموضًا كلما اقتربنا من الصفر، إذ لا تزال فيزياء هذه المرحلة غير معروفة وبالتالي لا نستطيع إعطاء إجابة نهائية على هذا السؤال.

هل هناك أكوان أخرى غير كوننا؟

ماذا نعني بتعبير الأكوان المتعدد هي مناطق منفصلة سببيا عن بعضها البعض وليس التعريف التقليدي الذي يقصد به كل ما هو موجود. هناك عددًا من التخمينات حول وجود أكوان أخرى، لكن لا توجد طريقة عمليّة لرصدها، وبالتّالي لن يكون هناك أبدًا أيّ دليل عليها أو ضدّها. ولو نفرض جدلا أنّنا استطعنا إثبات وجودها، فلن تكون أكوانًا أخرى منفصلة سببيا عنّا بل سيكون كون واحد يتمثّل في المجموع.

ما هو شكل كوننا الحاليّ؟

كما نوّهنا سابقا فإنّ شكل الكون يعتمد بالأساس على كثافته وعوامل أخرى، فحتّى يومنا هذا لا يزال شكل الكون موضع نقاش في علم الكونيّات الفيزيائيّ. في هذا الصّدد تؤكّد البيانات التجريبيّة من مصادر مستقلة مختلفة (مسبار WMAP وبلانك على سبيل المثال) أنّ الكون إمّا مسطّح أو قريب جدًّا من التسطّح بهامش خطأ 0.4%. والقصة تتعقد إذا أخذنا بعين الإعتبار الطوبولوجيا الشاملة للكون.

الأسئلة المتبقية المطروحة

هل عرفنا الآن ما هو الكون؟

استطعنا من خلال هذا المقال سرد بعض التّفاصيل المهمّة حول المراحل التاريخيّة لتطوّر فهم الكون، بداية من نيوتن إلى أينشتاين ثمّ إلى ما بعد أينشتاين. وتوصّلنا إلى أنّ الكون هو أعظم ممّا ندرك حيث تتحكّم فيه قوانين فيزيائيّة ورياضيّة غريبة عن تصوّراتنا البدائيّة، والمثير للدّهشة أنّ كلّ ما نعرفه عن الكون ليس هو ما نستطيع أن نراه وليس كلّ الكون بالمعنى الحرفيّ، فماذا يا ترى يوجد وراء أفق رؤيتنا؟ من المُحرج أيضا أنّنا نجهل 95% من محتوى كوننا المرئيّ حيث نعلم أنّ المادة والطاقة المظلمتين موجودتين ولا نعرف ماهيتهما! لكن رغم كلّ هذه الخيبات والغموض إلّا أنّنا استطعنا معرفة سلوك الكون من مراحله الأولى حتى عصرنا الحاليّ بمنهجيّة علميّة رصينة مبنيّة على الملاحظات الفلكيّة والنّماذج الرياضيّة والفيزياء الأساسيّة في وصف كلّ مرحلة، فالفيزيائيين الكونيين مُجمعين على نظريّة الانفجار العظيم التطوريّة من بدايته صغيرا وشديد الحرارة ثمّ مع توسّعه وانخفاض درجة حرارته إلى تكوين المادّة والهياكل المعقّدة من مجرّات وأنظمة نجمية. وأمّا الشّكل الهندسيّ للكون ونهايته المستقبليّة فهما استفهامان كبيران يحاول العلماء جاهدين تحديدهما أو على الأقلّ ترجيح أقوى الاحتمالات. فالقصّة التي رويناها لم تتعرّف البشريّة بعدُ على نهايتها ولا فصلها الأخير، بل هي قصّة لا تزال متواصلة وتُكتب صفحاتها يوما بعد يوم.

يقول آينشتاين: «إنّ العقل البشريّ مهما بلغ من عظم التّدريب وسموّ التفكير عاجز عن الإحاطة بالكون».

عالم الكونيات الإفريقي
بانوراما الكونيات الحديثة

حوار حصري مع عالم الكوسمولوجيا
جورج إيليس George Ellis

حاوره: جمال ميموني ترجمة وتحرير: قرقوري هشام

جورج إيليس هو أستاذ فخري في جامعة كيب تاون وإفريقي متميّز في علم الكونيات الرياضي، كان مرجعًا عالميًا في الكوسمولوجيا على مدار العقود القليلة الماضية، وقام بعمل أساسي مع ستيفن هوكينغ حول هذا الموضوع. لديه أيضًا اهتمام كبير بالقضايا المتعلقة بفلسفة العلم بشكل عام مع مساهمات ملحوظة حول مفهوم الإنبثاق ، بينما نقد مؤخرًا نموذج الأكوان المتعددة.

علم الكونيّات هو مجال رائع لأيّ عالِم طموح. خصوصا الحديث عن الكون العظيم بطريقة واضحة ويمكن التأكد منها. كيف اتخذ الشاب «جورج إيليس» هذا الطّريق؟ وماهي أكبر لحظات الفرحة خلال مسارك العلميّ؟ (أثناء إثبات صحّة الانفجار العظيم بُعد اكتشاف الخلفيّة الكونيّة المايكروية، أو بعض الجوانب التي كنت لامعا فيها؟)

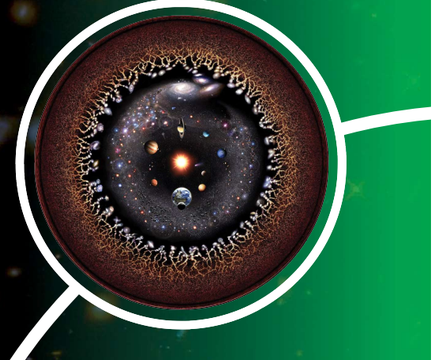
لقد كُنْت مَهوُوسا بِكتابات «أرثر إيدينغتون»، وهذا ما قادني لدراسة النِّسْبيّة العامّة. بعدها، كان مشْرف البحث الخاصّ بي دينيس سياما (Dennis Sciama)، بجامعة كامبريدج على دراية واسعة بعلم الكونيّات ومتحمّسا للعمل في هذا المجال، هذا ما قادني له.

أعظم لحظات الفرح؛ أوّلا كوني واحدا من مجموعة صغيرة بجامعة كمبريدج الذين بالإضافة إلى آخرين -خاصة روجر بينروز

The Great African Cosmologist

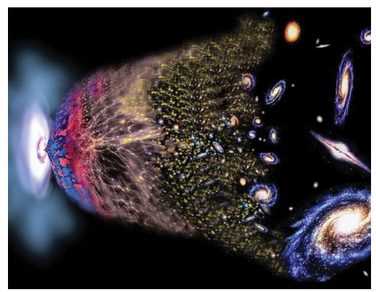
Panorama of modern Cosmology

Georges Ellis is an emeritus distinguished professor at the University of Cape Town and an African giant in mathematical cosmology about which he has been the world reference for the past few decades and has done seminal work with S.Hawking on the subject. He has also a keen interest in issues related to the philosophy of science in general with noted contributions on the concept of Emergence, while he has recently tackled head on the Multiverses paradigm.



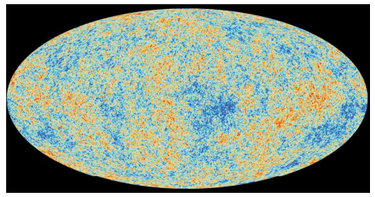
(Roger Penrose)- كنّا مركزا للتقدّم المُحرَز خلال ما يُسمّى بالعصر الذهبيّ للنسبيّة العامّة. ولكن في الآونة الأخيرة، اكتشاف عدّة جوانب لكيفيّة ظهور التّعقيدات من الفيزياء كتعقيدات الحياة والدماغ. لديّ العديد من الأصدقاء الرّائعين الذين بإمكاني مناقشة هذه الجوانب معهم، كالباحث دينيس نوبل (Dennis Nobel) من جامعة أوكسفورد (يمكنكم الاطّلاع على موقعه المُسمّى Music of life).

لا يزال علم الكونيّات علما حديثا في طور التّكوين مع نقلة نوعيّة كل عقد أو نحو ذلك. صرّح الفيزيائيّ «لاندو» «Landau» بشكل ساخر أنّ: «علماء الكوسمولوجيا غالبا مخطئون ولكن نادرا ما يشككون» وهذا يجعل من المفاهيم الأساسيّة متزعزعة بشكل دوريّ، ظهرت نظريّات ما قبل الانفجار العظيم عندما اعتقد الجميع أنها «ليست» مشكلة أو معضلة على الإطلاق، ظهرت نظريات ماقبل الانفجار العظيم عندما كان الجميع يعتقد أنّ هذا الأمر من الأشياء غير المعقولة، مثلها مثل نظريّات الأكوان المتعدّدة والتي سمّاها أصحاب العقول النيّرة «هرطقة معرفيّة». يمكننا حتّى إضافة المادّة المظلمة وعلى وجه الخصوص الطّاقة المظلمة إلى نفس الفئة. وبهذا يستمرّ كلّ جيل من علماء الكونيّات بإنتاج «وحوش». وصرّح بشكل صارخ: وأنا أدرك أني أتحدث على عالم كونيات، وإن يكن رياضيا)، فسؤالي هو: هل يمكن أن تصبح الكوسمولوجيا يوما ما علما بأتمّ معنى الكلمة؟



مخطط فني لتطور الكون زمنيا ومكانيا ابتداءا من الإنفجار العظيم على اليسار

علم الكونيّات الفيزيائيّ علم قويّ ذو نظريّة مدعومة بعدد كبير من الملاحظات. ومع ذلك، هناك قضايا رئيسيّة لم يتم حلها. هذا هو الحال دائمًا في حدود كلّ علم. لكن في علم الكونيّات، الأجزاء التي هي علم حقيقيّ مثل عصر الانفجار العظيم السّاخن، وتشكّل المادّة منذ ذلك الحين، وما إلى ذلك، يمكن تمييزها عن مقترحات الأكوان المتعدّدة التي لا يمكن التأكّد منها علميًّا، كما كتبتُ في أماكن مختلفة. ربّما يكون التضخّم صحيحًا ولكن التضخّم غير معروف.



خريطة CMB للإختلافات الحرارية للخلفية الإشعاعية الكونية.

يميل علم الكونيات إلى الدخول في التعقيد مع مرور الوقت: من عامل واحد يحمل مصير الكون (أي كثافة المادة)، إلى العديد من المعاملات التي تتعلق بعضها بالكيانات الإشكاليّة من النّاحية الوجوديّة (المادة والطاقة المظلمة). هل مصير النّماذج الكونيّة هو التطوّر في التّعقيد لمواكبة بيانات علم الكونيّات الدّقيقة؟ هل سيبقى علما دقيقا بشكل متزايد من النّاحية الرصديّة وغير مؤكّد من النّاحية النظريّة، أم أنه علامة مشؤومة على بعض الفشل؟

هذه علامة على تقدّم كبير، من المعروف أنّ آلان سانداج (Alan Sandage) قال: «إنّ الكوسمولوجيا كانت تحتاج تفسير عددين فقط». الآن، لدينا العديد من التّفاسير لشرحها لأنّه لدينا الكثير من البيانات المتاحة (أطياف طاقة المادّة، القوّة الزّاوية للخلفيّة الكونيّة المايكرويّة CMB على وجه الخصوص). لدينا المزيد للشّرح بمستويات أكثر دقّة من التّفصيل. التوتّرات لا بدّ أن تظهر، فهي علامة على التقدّم.

لقد استثمرتَ كلّ حياتك الأكاديميّة (على الرّغم من أنّك تدرك أنّك رجل متديّن بالتّوازي ...) في علم الكونيّات الرياضيّ، وقد تركتَ بالفعل بصمتك في العديد من جوانبها ... لقد عملتَ أيضًا في مرحلة مبكّرة مع «ستيفن هاوكينغ S. Hawking»، بعدها سلك ستيفن مسارًا كان من المتوقّع منك أن تكون قد سلكته، تكهّنات عالية المستوى يبدو أنّه قد انغمس في تقديمها للجمهور العام كنموذج لما يجب أن يقوم به عالم الكونيّات في السّاحة العامّة، أو يجب أن يُنظر إليه على أنه الانخراط في النفس فقط بوصفه كائنا مقدّسا في علم الكونيّات؟

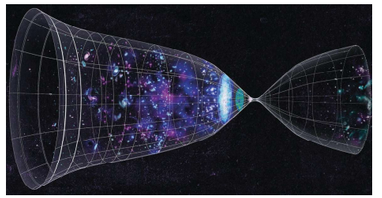
صورة لجورج إيليس مع ستيفن هاوكينغ

لستُ متأكّدًا ممّا تعنيه هنا، ولكم كانت لستيفن هاوكينغ نظرة بسيطة جدًّا لفلسفة العلم، لا أعتقد أنّه فكّر بعمق كافٍ في كيفيّة قيام الفرضيّات الميتافيزيقيّة على أساس كلّ العلوم، وخاصّة علم الكونيّات، للأسباب التي ذكرتها في مقالتي.

بالحديث عن سيناريو الأكوان المتعدّدة الذي عرضتَ ضدّه حججًا منهجيّة قويّة وأنّه قد يطمس الفرق بين ماهو علميّ وما هو غير علميّ. ماهي أفضل وسيلة دفاع ضدّ هذه «البدعة» المعرفيّة المعاصرة من إدخال ما هو غير قابل للرّصد بسبب الكيانات المنفصلة سببيًّا، ولمَ أقوى المدافعين عنها هم أشدّ «العقلانيّين»؟

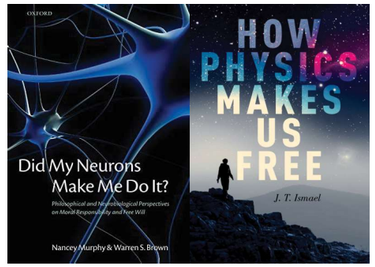
حسنا، الحجّة الرئيسيّة هي قضيّة «إنثروبي» توجّه إنساني، والأكوان المتعدّدة يُنظر لها على أنّها مخرج. التضخّم من المفترض أن ينتج عن التضخم فقاعات أخرى، لكن التضخّم الفوضويّ ليس سوى نموذج واحد من مائة نموذج آخر للتضخّم. أفضل وسيلة للدّفاع هي التّشكيك بقوّة في فكرة تحرير العلم من الرّابط القويّ الذي يربطه بالتجربة أو الملاحظة.

النّماذج الكونيّة الدوريّة هي فكرة كونيّة عظيمة أيضا، عارضها تولمان (Tolman) في وقت مبكّر جدّا على أساس الديناميكا الحراريّة ولكن تمّ إحياؤها قبل بضعة عقود على شكل فكرة الكون Ekpyrotic والتي تعتمد على أفكار الأوتار الفائقة، أو استنادا لفكرة «الطاقة الوهمية»، يدّعي مؤلّفو هذه الفكرة أنّها مدعّمة بالرّصد وربّما حتّى أفضل من نظريّة الانفجار العظيم، لجعل النظريّة تتفادى المخاطر اللّاحقة. هل هذا صحيح أو هي مجرّد مثال آخر على قلّة حتميّة النظريّات عند وقوفها على حدود العلم؟



صورة لكون دوري أين تم استبدال نظرية الإنفجار العظيم بارتداد.

لم يتم صياغة أفكار الأوتار الفائقة بشكل جديّ ولم يتم اختبارها رصديًّا، كما أنّ فكرة الطّاقة الوهميّة لا تمتلك أساسًا فيزيائيًّا قويًّا، نعم هو بالضّبط مثال على ذلك. ولكن المشكلة هنا هي أنّنا على حدود ما يمكن التأكّد منه علميًّا، وهذا بسبب الآفاق البصريّة التي تواجهنا إضافة إلى استحالة رؤية الأوقات قبل التشتّت الأخير. المشكل النهائيّ للكوسمولوجيا كعلم هو ما يجعل هذا الكون مُتفرّدا.

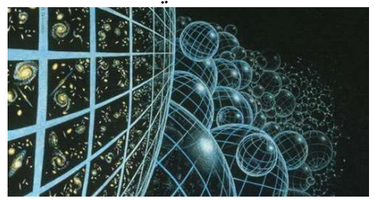


ملخص مقال جورج إيليس:
تُجادل هذه الورقة لصالح الواقعيّة الأخلاقيّة، ومن ثمّ تميّز الأخلاقيات (الأفكار المحدّدة اجتماعيًا عن الخير والشر) عن الضمير(المعايير الأبدية وغير المتغيّرة لما هو في الواقع جيد وسيئ). لا يمكن تحديد الضمير بأيّ حجّة مبنيّة على الفهم العلميّ، لأنّها ذات طبيعة مختلفة تمامًا. لا يوجد اختبار علميّ لما هو جيد أو سيئ، لأنّه لا يمكنك الحصول على «يجب» من «موجود». يمكن التقدّم الأخلاقيّ في تغيير أخلاقيّات المجتمع لتُصبح أكثر شبهًا بطبيعة الضّمائر الحقيقيّة، والتي أجادل بأنّها ذات طبيعة كينوتيكية (محبة وتضحية بالنفس).

ثمّ هناك هذا الإصرار القويّ من الملحدين الجدد على وجه الخصوص على أنّ الخطاب الديني يجب أن يمتنع تمامًا عن الاستفادة من الاكتشافات العلميّة أو العلم بشكل عام بأي شكل من الأشكال لأنّ الاثنين ينتميان إلى عالمين مختلفين. هل هذا الموقف مشروع في رأيك؟

إنّهم ينتمون بالفعل إلى مجالات مختلفة باستثناء (1) و (2) أعلاه. لكن بعض هؤلاء المؤلّفين تجاوزوا الحدود من خلال تجاوز (1)، إنّهم يحاولون استخدام العلم لتحديد أشياء خارج حدوده المشروعة. (هناك محاولات مختلفة هنا لكنّها فشلت جميعًا، هذه قضية رئيسيّة يمكنكم الإطلاع عليها في مقالي بعنوان:

A Mathematical Cosmologist Reflects on Deep Ethics: Reflections on Values, Ethics, and Morality



صورة تخيلية لفكرة الأكوان المتعددة.

ملخص كتاب جينان إسماعيل:
في عام 1687م، بشّر «إسحاق نيوتن» بعصر علميّ جديد يمكن فيه استخدام قوانين الطّبيعة للتنبّؤ بحركات المادّة بدقّة شبه كاملة. شكّلت فيزياء نيوتن أيضًا تحديًا عميقًا لفهمنا لذاتنا، ومع ذلك؛ فبالنسبة لنفس القوانين التي تحافظ على الطائرات في الهواء وتدفق الأنهار إلى أسفل المنحدرات، تُخبرنا أنّه من الممكن من حيث المبدأ التنبّؤ بما سيفعله كلّ واحد منّا في كلّ ثانية من حياتنا الكاملة، بالنّظر إلى الظّروف المبكّرة للكون.

ملخص كتاب ميرفي وبراون:
إذا كان الإنسان ماديًا بحتًا، وإذا كان الدّماغ هو الّذي يقوم بالعمل المخصّص سابقًا للعقل أو الرّوح، فكيف يمكن أنْ لا تحدَّد جميعُ أفكارنا وأفعالنا قوانينُ البيولوجيا العصبيّة؟ إذا كان هذا هو الحال، فإنّ الإرادة الحرّة، والمسؤوليّة الأخلاقيّة،وفي الواقع، العقل نفسه سيبدو في خطر. تدافع نانسي مورفي (Nancey Murphy) ووارن س.براون (Warrenb S. Brown) هنا عن نسخة غير اختزاليّة من الماديّة حيث يكون البشر (أحيانًا) هم مؤلّفو أفكارهم وأفعالهم.

نظريات علم الكون المعاصرة

د. ياسين علي حيمود

باحث بجامعة نيويورك
بالولايات المتحدة الأمريكية

حاوره جمال ميموني
تفريغ و تحرير: عمر نمول

ياسين علي حيمود عالم فيزياء فلكية جزائري سعى وراء مسيرة دولية في علم الكونيات. هو الآن في جامعة نيويورك في الولايات المتحدة وهو معروف بخبرته في علم الكونيات الحسابي الذي يستخدمه لسبر سيناريوهات مختلفة للمادة المظلمة والثقوب السوداء البدائية ومجموعة من الموضوعات الساخنة الأخرى المتعلقة بـ CMB والكون المبكر. حصل في عام 2018 على جائزة هيلين ب. وارنر لعلم الفلك «لعمله الاستثنائي في مجموعة واسعة من المشاكل الكونية ...». وهو أيضًا محاضر مرموق يسافر على نطاق واسع لفك أدواته التجارية بأسلوب تعليمي رائع.

مرحبا بك أخي ياسين، الكوسمولوجي الجزائري بجامعة نيويورك. سعِدنا باستضافتك في هذا العدد من مجلة الشهاب العلميّ حول الكونيات. أوّلًا، لنتحدّث قليلًا عن مسارك الشخصيّ، انطلاقًا من الطّور الأساسيّ إلى الجامعة؟

لقد أتممتُ دراستي الابتدائيّة في مدرسة «حسيبة بن بوعلي» بعين طاية بالجزائر العاصمة، ثمّ ذهبتُ إلى فرنسا في سنّ العاشرة من عمري بعدما اضطُرّت عائلتي للمغادرة بسبب أحداث التّسعينيات، ثمّ درستُ هناك إلى غاية الجامعة وحصلت على دورة تحضيريّة (Prépa) في المدرسة متعدّدة التّقنيات (Polytech) في تولوز الفرنسيّة. وبعد ذلك سافرت إلى الولايات المتّحدة الأمريكيّة أين حصلت على الدكتوراه بمعهد كاليفورنيا للتّكنولوجيا CIT.

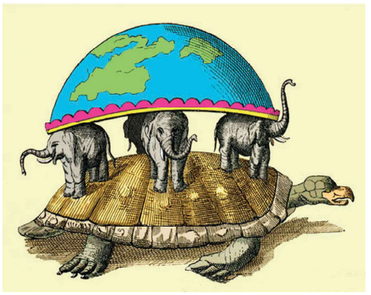
درستَ الفيزياء الفلكيّة وتخصّصتَ في علم الكونيّات، لماذا اهتممتَ بالكونيات والذي يبدو فرعًا خاصًا بل غريبًا إلى حدّ ما؟

نعم، لطالما اهتممت بعلم الفلك والفيزياء الفلكيّة منذ الصّغر، وبالنّسبة لعلم الكونيات على وجه الخصوص، فقد اكتشفتُه في المدرسة متعددة التّقنيات بفرنسا عندما أخذتُ دورةً قصيرةً في الكونيات من قبل الفلكيّ الشّهير مارتن ليموان (Martin Lemoine) من IAP بباريس. وقد شوّقني عند حديثه حول تاريخ الكون بأكمله، لكنّ الفيزياء الفلكيّة بشكلٍ عام، كانت شيئًا أردتُ دراسته منذ فترةٍ طويلة.

حسنا، إنّ علم الكونيات لا يفهمه الكثير من النّاس، أوّلًا لماذا ينبغي التخلي عن الهندسة الإقليديّة واستعمال الهندسة الريمانيّة؟ كيف يمكننا أن نفهم أنّ الكون بلا حدود ومحدود في آنٍ واحد؟ هل يوجد تشبيه آخر أكثر فعاليّة من التّشبيه بسطح الكرة لفهم هذه «المفارقة»؟

ليس لديّ تشبيهٌ أوضح من مثال سطح الكرة، ولكن ما أودّ إضافتَه أيضًا هو أنّ ما يمكننا أن نلاحظه من الكون هو جزء صغيرٌ جدًّا من سطح الكرة. لنتخيّل أنّ نملةً تعيش على سطح كرة، في هذه الحالة لن تدرك النّملة ما الذي يوجد من فوقها ومن تحتها. يمكنُها أن تتجوّل في هذا السّطح وفي النهاية ستعود إلى النّقطة التي بدأت منها، بحيث لا توجد إشارة نهايةِ الطّريق أو نهايةِ سطح الكرة. إذن هو سطحٌ ليس له حدود ولكنه مع ذلك محدود، ومن ثمّ فإنّ هذا التّشبيه قد يكون هو إحدى الطّرق لوصف كوننا.

هذه محاولةٌ لشرح الغرابة المُتمثّلة في عدم وجود بعدٍ خارجيّ، أي أنه لا يمكننا رؤية الكون من مرجعٍ يقع "في «الخارج» لأنّ الكون هو كلّ شيء؟ بالحديث عن المفارقات، كيف يمكن تقبّل أنّ كل شيءٍ أتى من نقطة واحدة. هناك بعض التّصوّرات عند حضاراتٍ بدائيّةٍ تصوّر أنّ الأرضَ محمولة على ظهرِ سلحفاة فنسخر منها، في حين أنّ هناك نظريّة علميّة تزعم أنّ كلّ شيءٍ في الكون ومنها مئات المليارات من المجرّات أتت من نقطةٍ



رسم من سنة 1877 لأسطورة من الأساطير القديمة للأرض وهي محمولة فوق ظهر أربعة فيلة تحملها سلحفاة.

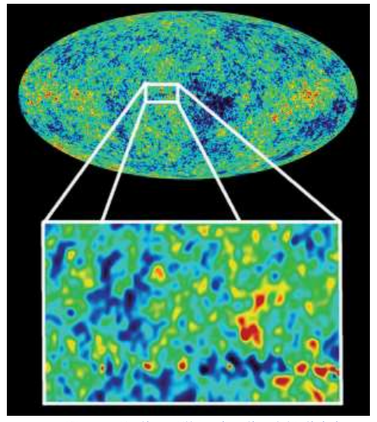
واحدة نُسمّيها نقطة التفرّد.

نعم بالطّبع، الأمر أبسط من أسطورة السّلحفاة، لكن في الواقع ليس بالشّيء الواضح جدًّا. الحقيقة هي أنّنا لا نستطيع الرّجوع إلى نقطة التفرّد، تُمكّننا النظريّة بالعودة إلى اللّحظات الأولى ولكن ليس للحظة التفرّد. لذا فحتّى القول بأنّ كلّ شيءٍ ينشأ من نقطة، لا يصرّحُ به علم الكونيّات، إنّه مجرّد استقراءٍ رياضيّ. كلّ ما يمكننا قوله هو أنّه يُمكننا العودة إلى وقتٍ كان فيه الكون صغيرًا جدًا جدًا ولكن لا يُسمح لنا فَهْمُنا الفيزيائيّ بالذّهاب إلى أبعد من ذلك.

إنّ إشعاع الخلفية الكونيّة الميكرويّة CMB هو ظاهرة فيزيائيّة حدثت مبكرا جدًّا. لكن بعد أن نظّفنا CMB من الإشعاعات المجريّة، وبعد أن أصبح الانزياح في كلّ الاتجاهات مُنعدم، ألم نتحصّل على مرجع مطلق، والذي زعمنا أنّنا قد تخلّصنا منه في إطار النسبيّة العامّة؟

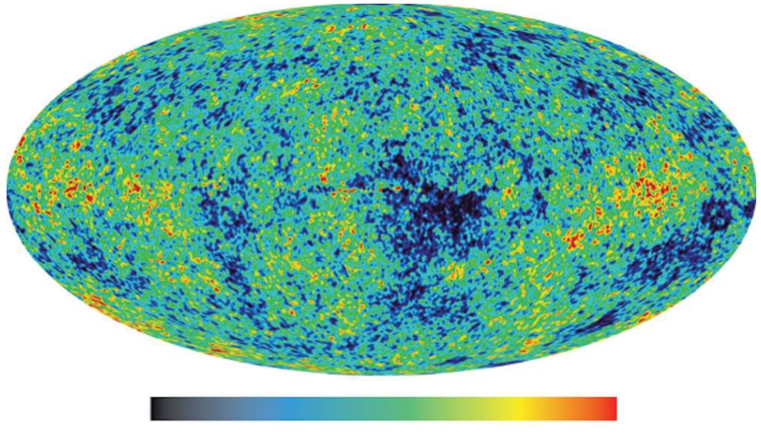
نعم، هو مرجع خاصّ في هذه اللّحظة، ولكن ماذا إذا انتظرنا مليار سنةٍ مثلًا؟ دعنا نقول أنّنا سافرنا في صاروخ يسير بالسّرعة اللّازمة لإلغاء سرعة مجرّتنا، سنرى أن CMB له نفس درجة الحرارة بالضّبط في جميع الاتّجاهات. ولكن هذا بالنّسبة إلى CMB الحاليّ. مرّةً أخرى، إذا انتظرتَ مليار سنة فهل سيظلّ هذا هو الحال؟
هذا الإطار المرجعيّ الآن، أو بعد مليار سنة في هذا المكان أو في مكان آخر ليس له نفس السّرعات بالضرورة، فهما في حالة حركةٍ بالنّسبة لبعضها البعض. وهذه الأطُر المرجعيّة التي هي في أماكن مختلفة ترى CMB مختلفًا.

نتّفق إذًا أنّ كلّ مراقب سيرى خلفية CMB مختلفة، وأنّه في حالة سكون سيُصبح مرجعًا مُطلقًا محليًّا وآنيًا فقط. دعنا نعود إلى السّنوات الأولى لنشوء النسبيّة العامّة، تمّ اعتبار الحلول المُعمّمَة من قِبَل العالِمَين: «ميلتون فريدمان» و«جورج لومتر» مدعومة بملاحظات هابل. مرّت ثلاثون عامًا دون أن تؤخذ النسبيّة العامّة على محمل الجدّ، إلى أن تمّ اكتشاف الـ CMB عام 1965م، فأصبحت حينها النظريّة دون منافسٍ يُذكر، ومن ثمّ أصبحت دراسة CMB تقريبًا أساس علم الكونيات. اشرح لنا هذه الخريطة الملوّنة الجميلة، حيث تُظهر تقلّبات درجة الحرارة باللّونين الأحمر والأزرق بدقة أقل من 100.000/1 من متوسّط درجة الحرارة لمنحنى البلانك للجسم الأسود المرافق لها؟

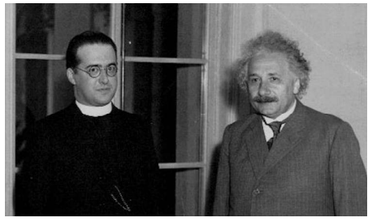


مخطط التقلبات الحرارية للكون المبكر مع تكبيير لجزء بسيط.

في الحقيقة لا تنحصر الكونيات على دراسة هذه الخلفية، بل تشمل على وجه الخصوص دراسات إحصائيّة للتّوزيع على نطاق واسع للمجرّات. لكن صحيح أن دراستها باستخدام



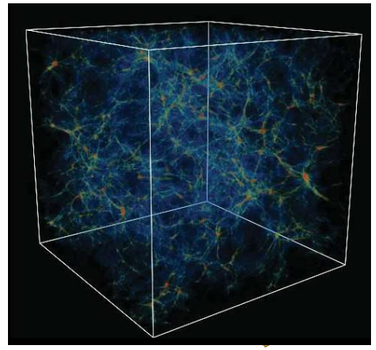
خريطة الـ CMB مع توضيح الإختلافات الحرارية، فالمناطق الحمراء أكثر حرارة من المناطق الزرقاء بمقدار 10^{-5}.



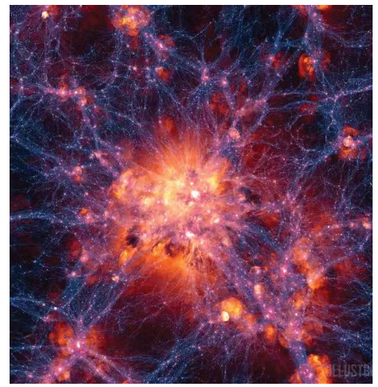
جورج لوميتر و ألبرت إينشتاين (1933).

الإشعاع الراديويّ بالغ الأهميّة لأنها تُمثّل حسب فهمنا الحاليّ فيزياء بسيطة للغاية، ويمكننا شرح إحصائيّات التقلبات على خريطة CMB بدقّة أقل من 100/1 باستعمال الفيزياء البسيطة التي نعرفها، حساء (بلازما ساخن) متجانسة تقريبًا. والسّبب كما قلتُ هو أنّ الـ CMB هي في الواقع صورة الكون الأقدم عندما كان عمره أقلّ من 400 ألف سنة فقط، أي خريطة للكون عند طفولته وهكذا كان الكون لا يزال في غاية البساطة في ذلك الوقت، في حين أنّ المجرات عبارة عن هياكل معقّدة للغاية تنتج عن تجمّع المادة النجميّة.
فيمكننا وصف هذه الخريطة بالاختلافات في درجة الحرارة، وبالضّبط المغايرة (Variance) في طيف القدرة (Power spectrum)، وهذا التّباين في الواقع دالّة تابعة للمقياس الزّاويّ بين النّقاط في الخريطة. النّموذج النظريّ الذي لدينا في علم الكونيات يحتوي على 6 معاملات أساسيّة فقط. هناك معاملان بسيطان يميّزان ويحدّدان الظّروف البدائيّة للكون، وعلى وجه الخصوص مدى تجانسه فهما السّعة المميّزة لهذه التقلّبات، ومعامل آخر يحدّد العلاقة بين السّعة في الأطوال الموجيّة الطّويلة والقصيرة. ثمّ لدينا ثلاث معاملات تعطي الوفرات لكلّ من المادة العاديّة (وعلى وجه الخصوص كميّة الهيليوم) والطّاقة الموجودة في الكون آنذاك، ثمّ

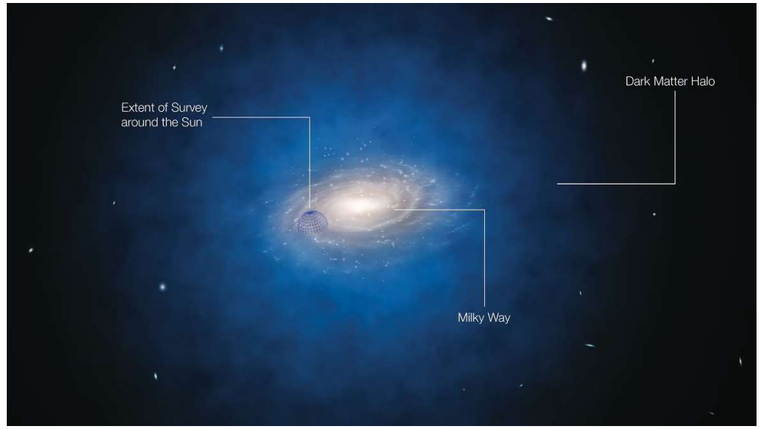
معامل يحدّد كثافة المادّة المُظلمة، إذ اتّضح أنّه لشرح الـ CMB، علينا تضمين تلك المركبة التي تتفاعل تجاذبيًّا فقط والتي تتحكّم في توزيع المجرّات ومجموعات المجرّات على نطاقٍ واسع جدًّا. فيمكن استخراج كميّة هذهِ المادّة المظلمة بدقّة شديدة دون معرفة ماهيّتها. ثمّ معامل يدلّ على وتيرة تمدّد الكون اليوم. أخيرًا، هناك معامل يخبرنا عن حالة الكون بعد أن تمّت تدفئتُه في فترةٍ تُسمّى: «عصر إعادة التأيّن» (Re-ionisation era). في الخلاصة، نستطيع من خلاله معرفة المحتوى المادي للكون مركبة بمركبة بالإضافة إلى عمره والظروف الأوليّة عند بدايته. لكلّ هذا يُعتبر دراسة خرائط CMB مهمًّا للغاية.



هناك نظريّة بديلة في الكونيّات والتي لا تعتمد على المادة المظلمة، وهي نظريّة «موند» (MOND: Modified Newtonian Dynamics). أعلم أن الكوسمولوجيين لا يحبّونها لاسيّما الّذين يدرسون CMB، إذ يصرّون على ضرورة وجود تلك المركبة ماديًّا (من أجل شرح العدسات التجاذبيّة المرصودة إلخ). لكن نظريّة «موند» أيضًا قابلة للتكيّف للغاية، وهي تشرح الأشياء على مستوى المجرّة ولكن على مستوى العناقيد المجريّة فيجب تكييفها. ما رأيك في نظرية «موند»؟

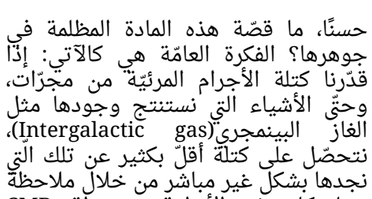


محاكاة Illustris على نطاق واسع تتمحور حول أكبر المجرات في الكون.



صورة فنية لتوزع المادة المظلمة (بالأزرق) حول مجرة.

حسنًا، ما قصّة هذه المادة المظلمة في جوهرها؟ الفكرة العامّة هي كالآتي: إذا قدّرنا كتلة الأجرام المرئيّة من مجرّات، وحتّى الأشياء التي نستنتج وجودها مثل الغاز البينمجري(Intergalactic gas)، نتحصّل على كتلة أقلّ بكثير عن تلك التي نجدها بشكل غير مباشر من خلال ملاحظة ديناميكا هذه الأنظمة وخريطة CMB ودمجها في معادلات أينشتاين. إذن، هناك تفسيران، إمّا أن يكون لدينا شكل من أشكال المادة غير المرئيّة وهو ما نسمّيه المادة المظلمة، أو أنّ نظريّة أينشتاين ونيوتن غير صحيحة. إذًا فإنّ نظريّة «موند» هي محاولة لتعديل معادلات نيوتن. صحيح أنّها مثل نظريّة المادة الظّلماء هي «بسيطة»، إذ تمثّل الحدّ الأدنى من تعديل قانون التّسارع (أي يختلف بشكل طفيف عن التّناسب العكسيّ لمربّع المسافة). الفرق مع «بساطة» إدخال المادة المظلمة (معامل إضافيّ واحد وهو وفرة المادة المظلمة وكثافتها) هو أنّ نظريّة «موند» تفسّر فقط بشكل مُرضٍ ديناميك المجرّات عند سُلّم صغير (سلّم المجرة) بل غير موفقة عند السلّم الكبير (عناقيد المجرّات). وقد سمعتُ شخصًا في مؤتمر انعُقِد أخيرًا عن نسخة نسبويّة لنظريّة «مُوند»، ولكن تحتوي على العديد من معاملات إضافيّة منها تلك المرتبطة بحقول سُلّمية إضافية (Scalar fields)، ففقدت بساطتها النظريّة. والغريب في هذا التّعديل النّسبويّ هو أنّه بمثابة «اعتراف بالهزيمة»، إذ بإدخال مجالاتٍ سلميّةٍ إضافيّة قد سلّمنا بوجود مادّةٍ غير مرئيّة ...



مثل المادة الظّلماء!

لكنّني لا أقول أنّنا لا يجب الذهاب في هذا الاتّجاه، وأعتقد أنّه من المهمّ النّظر فيه. ولكن ينبغي أن لّا نَنسى أنّ نظريّة «موند» في شكلها الأساسيّ غير نسبويّة، لذلك لا يمكننا معالجة خريطة CMB. ولا يوجد في الوقت الحاليّ نسخة نسبويّة مرضيّة تُنافس سيناريو المادّة المظلمة في بساطته.

وما هي الميادين الأخرى للكونيّات الّتي تهتمّ بها ما عدا بحوثك حول CMB؟

صحيح أنّ المادّة المظلمة هي واحدة من الجوانب الّتي أركّز عليها أكثر من غيرها. ما نفعله ككسمولوجيّين هو مثل لعبة استقصائية (Jeu de détectives)، فهناك فيزيائيّون نظريّون يفترضون وجود جسيمات ما مرشّحة أن تكون المادة المظلمة. فدوري هو ترجمة النّماذج النظريّة إلى قياسات قابلة للمشاهدة على مستوى الـ CMB. وإذا كانت المادة المظلمة عبارة عن جسيمات لا تتفاعل على الإطلاق مع جسيمات النموذج القياسيّ (Standard Model of Particle Physics)، أي جسيمات المادة الهادرونيّة واللبتونيّة العاديّة، فليس لدينا أي أمل في اكتشافها. فمثلًا هناك نظريّة لها نوع من المادة المظلمة تتفاعل مع المادة العادية بشكل ضعيف حيث اصطدامها المرن مع البروتونات هي بدلالة السّرعة النسبيّة المحليّة للسّائل. عمومًا، ما أحاول فعله هو التفكير في طرق جديدة للتعرّف على مميّزات إضافيّة للمادة المظلمة قد تُساعدنا على اكتشافها.

أليس محرجًا أنّنا في عام 2022 وليس لدينا أيّ دليل مباشر عنها، وكلّ التّجارب في المختبرات الأرضيّة المختلفة لمحاولة إيجادها مباشرة لم تفلح؟

نعم بالتّأكيد، ومن ناحية أخرى أعتقد أنّه سيكون أكثر إثارة إذا تمكّن شخصٌ ما من الوصول إلى أنّ نظريّة أينشتاين خاطئة، ويجدُ تفسيرًا للمادّة المُظلمة والطّاقة المظلمة، فستكون النظريّة الجديدة رائعة حقًا. نعم إنه مُحرج أنّه في عام 2022م مازالت هناك أنواع من المعاملات الفينومنولوجية في النظريّة السّائدة في الكونيّات التي لا تفهمها.

لدينا الآن سؤال فلسفيّ بعض الشّيء: هل استقر علم الكونيّات أخيرًا كعلم ناضج ؟ لا شكّ أنّ الأرصاد تمدّنا اليوم ببيانات دقيقة، فنحن كما يقولون في عصر كوسمولوجيا البيانات الدّقيقة (High Precision Era Cosmology)، لكن من النّاحية النظريّة نلاحظ تغيّرًا جديدًا كلّ عشر سنوات (Paradigm shift)، فكان لدينا أوّلًا علم الكونيّات مبنيٌّ على المادة العاديّة فقط إلى غاية الثّمانينات، ثمّ أدخلنا المادّة المظلمة التي أصبحت السّائدة في تركيب الكون، ثمّ أدخلنا الطّاقة المظلمة. وبعد عشر أو عشرين سنة هل سيبدو علم الكونيّات مثل الذي هو عليه اليوم؟

أنا آمل أنّ تغييرًا جديدًا لا يكون من نفس النّوع السّابق، إذ لا نعرف حتّى الآن الطّبيعة الفيزيائيّة لهذ المكوّنات الجديدة المحيّرة. نحن نعرف أنّ التفسير البسيط للطّاقة الظّلماء هي أنّها ثابت كونيّ، حيث أنّ كثافتها ثابتةٌ بمرور الزّمن على الرّغم من التمدّد الكونيّ، أيْ أنّها مجرّد معامل جديد لمقياس طاقة كوننا بالإضافة إلى مقيّاس بلانك. لكن تخيّل أنّ بعد عشر سنوات عندما نكون أكثر تقدّمًا تكنولوجيًّا، وعند القياس بدّقة شديدة كثافتَها نجد أنّها ليست ثابتةً، بل لها تغيّرات بسيطة، مثلًا ممّا سيلزمنا عندئذٍ بتعقيد إطارها النظريّ. أمّا بشأن المادّة الظّلماء، ما أمله هو أنّه خلال السّنوات القادمة، سيكون لدينا اكتشافٌ واضحٌ لماهيتها، لأنّني شخصيًّا مهتمٌّ بها.

الآن، لنتحدّث عن التضخّم الكونيّ (Cosmic Inflation). لم يتم إثباتُه رصديًّا إلى يومنا هذا، وعلاوةً على ذلك فإنّ مزاعم فريق التّلسكوب BICEP2 في 2014م، أنّهم قد وجدوا آثارًا للتضخّم في خريطة CMB كانت خاطئة إذ لم يتم تنظيف البيانات للأخذ بعين الاعتبار الغبار المجريّ، كما فعله التّلسكوب بلانك لاحقا. هل تعتقد أنّ التضخم ضروريّ أو أنّه مجرّد نموذج نظريّ عام؟ بالطّبع يمكننا تبرير حدوثه في سياق النظريّات مثل الأوتار الفائقة وما إلى ذلك، لكنّ التضخم لم يثبت وجوده رصديًّا! ومع ذلك نحن بحاجةٍ إليه، وإلّا فلا يمكننا شرح بعض الألغاز التي نواجهها، وخاصّة الألغاز الثّلاثة الكبرى في علم الكونيّات (مشكلة الأفق، والتسطّح وأحاديات الأقطاب)؟

لا أعتقد أنّ عدم اكتشاف دلائل للتضخّم هو حجّة لدحضه، وكما قلتُ إنّ التضخّم ليست نظريّة بل إطار عام لها عدة تجسيدات نظريّة (نماذج). في الوقت الحالي لدينا معاملان في الـ CMB يمكن ربطهما بالتضخّم، لكنّ التضخّم يتمتّع بقدرةٍ كبيرةٍ للتكيّف بحيث يمكن اعتبار مجالاً سلمياً أساسيا واحدا واحدا أو عدة تلك المجالات، مع تفاعلات أو بدون تفاعلات وما إلى ذلك، فلا يزال أمامه طريق طويل لقبل أن نضبط النموذج المناسب للتضخم.أعتقد أنّه أساس نظريّة الانفجار العظيم وليس في ذلك أيّ شك، ولكن لا نزال بعيدين عن تثبيت نظرية التضخم كوصف للكون مبكّر. نعلم أنّ سعة التقلبات الجيبيّة لـ CMB تابعة للمقاييس الكبيرة والصّغيرة (Large and small scale amplitudes)، ونعرف أيضًا أنّ هناك طاقة أقل قليلاً في المقاييس الصّغيرة مقارنةً مع المقاييس الكبيرة، ويجب أن تُمكّننا نظريّتنا من إعادة إنتاج ذلك. وإذا استطعنا يومًا ما قياس موجات التجاذبيّة البدائيّة، فقد يساعدنا ذلك بالفعل.

آلان غوث (اليمين) و بول ستاينهارد (اليسار). مطوري نظرية التظخم (Inflation Theory)

ماذا تستطيع أن تقول حول التّباين في قيمة ثابت هابل التي ظهرت أخيرًا؟ هل ستزول المشكلة مع الوقت أم سيبقى أمامنا قيمتان متباينتان لنفس المعامل؟ هل هي مشكلة حقيقيّة أم يمكن حلّها؟

إنّها مشكلة حقيقيّة، لأنّه عندما يكون لدينا قياسان يفصل بينهما فرق إحصائي بـ 5 sigma فهي معضلة كبيرة. هل هي مشكلة في النموذج الفيزيائيّ الأساسيّ أم أنّها مشكلة في القياسات نفسها فلا نعرف بعد. أعتقد أنّ الإجابة التي يمكننا تقديمها لتفسير هذا تعتمد بشدّة على الأفراد. وإذا لم يكن هناك خطأ تجريبيّ فيجب أن تكون هناك إضافات إلى النّموذج الكونيّ، لكن أعتقد أنّ الإضافات التي تمّ اقتراحها حتّى الآن غير أنيقة.

السّؤال الأخير، لا يوجد العديد من الباحثين عندنا في علم الكونيات، هل هو مجال له مستقبل؟ وهل ستنصح الباحثين الشّباب بالبقاء في مجالات آمنة كالفيزياء الفلكيّة التقليدية ؟

علم الكونيّات مجال متنامٍ، هناك الكثير من التّلسكوبات والأقمار الصّناعيّة لقياس الـ CMB، ومن ثمّ رسم خرائط توزيع المجرّات وما إلى ذلك، لذا فهو مجال لا يزال يتوسّع بسرعة تجريبيًّا. من المؤكّد أنّ هناك تقدّم كبير في هذا التخصّص.

أمّا من الجانب النظريّ لعلم الكونيّات الّذي كان زمنه الذهبيّ قبل 20 عاما، فأعتقد أنّنا تجاوزناه على أيّ حال، هذا هو انطباعي على الأقل، لأنّنا الآن وصلنا إلى الدقة الفائقة في الأرصاد، لذا لم نعد في فترة الاستفهام بل نحن في فترة ضبط التفاصيل الفينومنولوجية الدّقيقة. ما أودّ إضافته أيضًا أنّ كل ما تحدثنا عنه حول CMB هي عبارة عن موجات كهرطيسيّة، لكنّ الآن نحن في عصر الموجات التجاذبيّة وقد حان الوقت للتّفكير فيما يمكن جلبه من وجهة نظر كونيّة بشأنها. أتكلّم عن الموجات التجاذبيّة البدائيّة للكون الّتي تمّ قياسها بواسطة BICEP وأيضًا من طرف Pulsar Timing Array وLIGO فهي نافذة جديدة لعلم الكونيات الّتي ستفتح آفاقًا جديدة.

نبيلة أغانيم

عالِمة الكوسمولوجية في حوار خاصّ للشّهاب العلميّ

من طالبة في الجزائر إلى عالمة في الكوسمولوجيا

حاورها :
جمال ميموني وهشام قرقوري
تحرير وتدقيق: هشام قرقوري وعمر نمول

نبيلة أغانيم عالمة كونية رائعة نشأت في الجزائر قبل أن تمارس مهنة علمية لامعة في الغالب في «معهد الفيزياء الفلكية المكاني» (IAS) في باريس حيث شغلت منصب نائب المدير لبعض الوقت. لقد شاركت بشكل وثيق مع تلسكوب بلانك التابع لوكالة الفضاء الأوروبية وعصره ، حيث حققت نجاحات في علم الكون القائم على الملاحظة. لقد عملت مؤخرًا مع فريقها على الكشف عن «المادة الباريونية غير المرئية» الغامضة ، وهي عنصر مهم غير مرئي حتى الآن من 5% من المادة العادية في الكون.

سعيد جدا بوجودك معنا نبيلة، الجزائرية المختصة في الكونيات والتي أصبحت مرجعا للكوسمولوجيا في فرنسا تحت اسم نبيلة أغانيم عالمة الكوسمولوجيا الجزائرية. سنتحدث عن الكوسمولوجيا اليوم والتي هي موضوع عددنا هذا من مجلة الشهاب العلمي، والتي تعتبر إحدى العلوم الكبرى التي ترجع للقرن الـ 20. ولكن قبل هذا، لو سمحتِ، سنتحدث قليلا عن مسارك الذي يهم الجميع وخاصة الشباب، كيف وصلت إلى ما أنت عليه اليوم؟ إذا نبيلة أغانيم المولودة بالجزائر العاصمة، والتي درست بثانوية جزائرية، بالمناسبة أي ثانوية درست بها؟

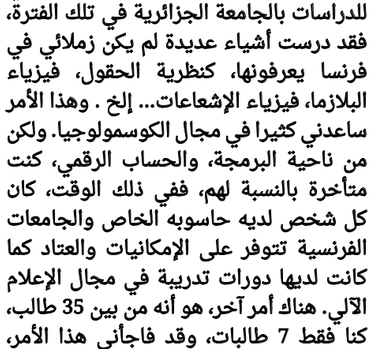
درست بثانوية عمر راسم بالجزائر العاصمة، ثم أتممت الدراسة بجامعة باب الزوار وحصلت على شهادة الدراسات العليا DES بتخصص فيزياء الإشعاعات (Radiation Physics). في ذلك الوقت كان هناك تخصصين فقط، فيزياء الإشعاعات، فيزياء المواد المكثفة (Condensed matter physics)، وربما الفيزياء النظرية كذلك.

ان هناك أسماء كبرى في الفيزياء في ذلك الوقت، فلاح، بونفياي، منتالشتة..... إلخ

نعم، كلهم أساتذتي ولكن في فيزياء ا لإ شعا ع ا ت .

جيد، وماذا فعلت بعد حصولك على شهادة DES؟

حصلت على الشهادة سنة 1992، وأردت أن أكمل البحث في مجال الفيزياء الفلكية وبالتحديد في علم الكونيات، ولهذا بدأت أبحث عن الخيارات المتاحة، وعلى ما أعتقد، كانت تلك أول سنة بدأوا بدراسة الفيزياء الفلكية بجامعة البليدة، وفي نفس الفترة، زارنا بروفيسور من جامعة جوسيو (Jussieu) يدعى بير لينا (Pierre Léna)، عندما زار جامعة باب الزوار والتقى محاضرة بمناسبة احتفالية 100 سنة لتأسيس مرصد الجزائر، وهناك التقيت به وسألته كيف يمكن أن أصبح فيزيائية فلكية ومختصة في علم الكونيات، والشيء الذي كنت أجهله أنه كان مديرا لمدرسة الدكتوراه في هذا التخصص، فقدم لي كل المعلومات اللازمة حتى أتمكن من التسجيل هناك، وفي النهاية تم قبولي.



الفيزيائي الفلكي الفرنسي بير لينا (Pierre Léna).

إذن بعدها ذهبت إلى فرنسا أين تخصصت بعلم الكونيات وحققتِ حلمك، إحكي لنا قليلا عن هذه الفترة وكيف كانت الدراسة هناك بالمقارنة مع الدراسة في الجزائر

عم، بداية عندما سجلت، لم تكن لدي أدنى فكرة عن توفر المنح ولذلك كنت تحت رعاية عائلتي بفرنسا، ولكن خلال السنة، قدم طلب لوزارة الخارجية الفرنسية لكي أحصل على منحة تعاون لإتمام شهادة الدراسات المعمقة DEA إضافة لمنحة من 3 سنوات للدكتوراة. لم تكن منحة كبيرة ولكن بالنسبة لي كانت كهبة من السماء. بالنسبة للإيجابيات، عندما وصلت إلى فرنسا، وجدت أني مستعدة جدا من الناحية النظرية وهذا بفضل المستوى العالي للدراسات بالجامعة الجزائرية في تلك الفترة، فقد درست أشياء عديدة لم يكن زملائي في فرنسا يعرفونها، كنظرية الحقول، فيزياء البلازما، فيزياء الإشعاعات... إلخ . وهذا الأمر ساعدني كثيرا في مجال الكوسمولوجيا. ولكن من ناحية البرمجة، والحساب الرقمي، كنت متأخرة بالنسبة لهم، ففي ذلك الوقت، كان كل شخص لديه حاسوبه الخاص والجامعات الفرنسية تتوفر على الإمكانيات والعتاد كما كانت لديها دورات تدريبة في مجال الإعلام الآلي. هناك أمر آخر، هو أنه من بين 35 طالب، كنا فقط 7 طالبات، وقد فاجأني هذا الأمر، لأنه في الجامعة الجزائرية، لدينا عدد كبير من الطالبات وقد يتجاوز أحيانا عددهم عدد الطلبة الذكور. وقد كان الأمر مضحكا، فقد كنا سنة 1992 في بداية العشرية السوداء في الجزائر، وكان زملائي وأساتذتي في فرنسا يتساءلون، أليس الأمر صعبا على النساء في الجامعة الجزائرية؟ وكنت أخبرهم أنني أنا المتفاجئة بوضع النساء في فرنسا، لأن عدد النساء في الجامعات الجزائرية في ذلك الوقت يتجاوز 40% أو 50 % من عدد الطلبة. في حين أنه هنا توجد 7 طالبات من بين 35 طالب! فالمشكل هنا في فرنسا وليس في الجزائر. وهذا يعبر عن الفجوة بين الأشخاص الذين يملكون نظرة معينة حول الثقافات الأخرى دون معرفة ما يحصل هناك فعلا، وهو نفس الأمر بالنسبة لي، فقد كنت أعتقد أن ممارسة العلوم في البلدان الغربية أسهل على النساء، ولكن في نهاية المطاف، العوامل النفسية للمجتمع الغربي أصعب تجاوزها مما هي عليه في مجتمعنا.

إذن فقد كنت مستعدة بفضل دراستك بجامعة باب الزوار، ولكن هل كانت ظروف الدراسة والعلاقة مع الأساتذة مختلفة ؟

نعم لقد كنت مستعدة من الناحية النظرية، ولكن الطلبة والباحثين هناك قاموا بالعديد من التدريبات التي هيأهم أحسن للعمل في ميدان البحث، ومن هذه الناحية لم أكن مستعدة أبدا. كما كانت لديهم الفرص لحضور ندوات ومؤتمرات علمية عديدة، سمحت لهم باكتساب معارف وثقافة علمية في هذا المجال أكبر بكثير من الثقافة العلمية التي أمتلك والتي حصلتها من خلال قراءة مجلات علمية كمجلة Science et Vie و Pour la Science ... إلخ. وقد كانوا أيضا على اتصال مباشر مع باحثين في جامعاتهم، لأن معظم الأساتذة هناك هم أساتذة باحثين نشطين في مجال البحث، فقد نقلوا إليهم أساسيات الفيزياء والرياضيات وفي نفس الوقت، نقلوا إليهم معرفة البحث العلمي. وقد لاحظت هذا الفرق الكبير جدا في بداية التحضير لـ DEA، وكان علي أن أتدارك الأمر.

وبالطبع، العلاقة مع الأساتذة كانت مختلفة تماما، وهذا راجع لأننا كنا مجموعة صغيرة وقد تعرفنا شخصيا على الأساتذة، أحيانا يقومون بدعوتنا لشرب القهوة أو الغداء، مما سمح لنا بتطوير علاقة مباشرة والحديث معهم وطرح الأسئلة مباشرة للحصول على التوجيه المباشر. خلال فترة الدكتوراه، كان الأمر أفضل فقد كنا فعلا زملاء، رغم الفرق في الخبرة ولكن كنا نسافر معا لحضور المؤتمرات المتخصصة، كنا نتناقش ونختلف وكل منا يعطي وجهة نظره، وهذا الأمر يختلف من بلد لبلد آخر، فخلال فترة سفري إلى اليابان، لاحظت أن هناك فرق كبير بين الطلبة والأساتذة، وحتى طلبة الدكتوراه لا يستطيعون مخالفة رأي أساتذتهم. وهذا يبن أن الأمر مرتبط بالثقافة. في فرنسا، الأشخاص يتحدثون ويناقشون كثيراً وهذا ساعد على كسر الحاجز عكس البلدان انجلو ساكسونية كإنجلترا والولايات المتحدة، ليس بنفس درجة اليابان، ولكن يمكن ملاحظة الفرق بين طلبة الدكتوراه والأساتذة.

الفيزياء الفلكية هي مجال محدد في علوم المادة، ولكن الكوسمولوجيا أيضا مجال محدد جدا في التخصص نفسه. بالطبع هي مجال راقي فالجميع يحلم أن يكون مثل آينشتاين أو هاوكينغ وغيرهم، ولكن هل كان حلمك من الأول عندما كنت هنا في الجزائر أن تتخصصي في الكوسمولوجيا تحديدا أو فقط الفيزياء الفلكية؟

نعم لقد كنت مهتمة بالفيزياء الفلكية ولكن منذ البداية أردت أن أتخصص في الكوسمولوجيا التي اهتممت بها أكثر، وعندما بدأت جمع المعلومات خلال فترة DES حول التخصصات المتوفرة في جامعة البليدة، كان هناك بعض من فيزياء الشمس وأشياء من هذا القبيل وحقيقة لم يكن هذا ما يهمني، كنت أريد محاولة فهم بطريقة علمية بنية الكون، تطوره، كيف بدأ ... إلخ.. وعندما كنت في مرحلة DEA، فكنا نتلقى مجموعة من الدروس، وبعدها وجب علينا اختيار مجال التخصص، وكانوا يقومون بما يسمى بـ «ندوة التربصات» (La foire au stage)، بمعنى أن كل الأساتذة والباحثين يقترحون مجالات تدريب لمدة 3 أشهر على شكل مذكرة (في ذلك الوقت لم تكن الأنترنت متوفرة كاليوم)، أين يقومون بكتابة عنوان التدريب وفي أي مكان وملخص

***Nabila Aghanim** is a brilliant cosmologist who grew up in Algeria before pursuing a gleaming scientific career mostly at the "Institut d'Astrophysique Spatiale" (IAS) at Paris where she was the Vice Director for some time. She has been intimately involved with the ESA's Planck Telescope and its epoch making successes in observational cosmology. She has recently been working with her team on uncovering the mysterious "Invisible Baryonic Matter", an important yet up to now unseen component of the 5% of ordinary matter of the Universe.*

الدكتورة نبيلة أغانيم رفقة الفيزيائي الفلكي الفرنسي Jean-Loup Puget امام مجسم للتلسكوب الفضائي Plank.

عن مضمونه، وبعدها نقوم نحن بقراءة هذه المذكرات، وفي ندوة التربصات الذي يستمر طوال اليوم، نلتقي مع الأساتذة والباحثين ونطرح عليهم الأسئلة قبل أن نختار مجال التربص، وقد قمت بقراءة كل المذكرات والتي يتجاوز عددها الـ 50، ولم تكن أي مذكرة حول الكوسمولوجيا، وأنا كنت أريد أن أختار مجال الكوسمولوجيا ولم أجد أي شيء يهمني، بعد انتهاء الندوة، ذهبت إلى الأستاذ الذي درسني الكوسمولوجيا في مرحلة DEA، Jean-Loup Puget، والذي أصبح لاحقا المشرف الخاص بي في الدكتوراه، وأخبرته أنني لم آتي إلى هنا من أجل أي شيء سوى دراسة الكوسمولوجيا ولكن لم أجد تدريب في هذا المجال. في نهاية المطاف، تحصلت على ما كنت أصبو إليه. أضيف أن في ذلك الوقت، بدأت الإضطرابات السياسية في الجزائر، وعندما كنت أتناقش مع زملائي في الجزائر، كان بعضهم يريد مغادرة الجزائر من أجل المغادرة فقط، أنا شخصيا لم يكن أبدا هدفي أن أغادر الجزائر، بل أتخصص في الكسمولوجيا، فشأت الأقدار أنني قد تحصلت على منصب دائم في بلد آخر لا غير.

ويجب أن أذكر لقراءنا أن نبيلة أغانيم إستجابت لدعوتنا عندما احتجنا إليها عند فتحنا لمدرسة الدكتوراه في الفيزياء الفلكية. فقد درست طلبتنا على الرغم أنها لم تكوني في راحة البال آنذاك إذ كانت منشغلة إلى درجة استحواذ باقتراب إطلاق القمر الصناعي الكسمولوجي بلانك (Planck) وبقيت بعدئذ على تواصل معنا في نشاطات علمية أخرى.

نمر الآن الى علم الكونيات، هذا العلم الذي عمره قرنا. ونريد تحديدا التحدث عنه من عام 1965 المشهود حيث تم اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية CMB. ما هذا الإشعاع وكيف أصبحت خريطة الـ CMB الوسيلة السحرية لفهم الكون وتشكله ؟

نعم، الـ CMB هو أحد الأعمدة الأساسية للكوسمولوجيا لعدة أسباب: أولا هو الدليل الرصدي الذي يثبت أن النسبية العامة صالحة على السلم الكبير، فهي الإطار الذي يشرح بشكل أفضل بداية الكون. سوف لم أتعمق كثيرا في الموضوع، ولكن في بداية القرن العشرين توصل آينشتاين و لومتر وغيرهم إلى أن الكون في تطور مستمر، وبالرجوع في الوقت يعني أن هناك بداية في فترة ما في الماضي. وفي هذه الفترة المبكرة حسب النظرية كان حجم الكون صغيرا للغاية، و كانت هناك كثافة ودرجة حرارة عاليتين جدا تؤول إلى ما لا نهلية، أي ما نسميه حالة تفرد (Singularity). بعدها، تأتي إشكاليات الجاذبية التي لا تنطبق على التفرد وإشكالية جدار بلانك ... إلخ.

خلال الأربعينيات والخمسينيات من القرن الماضي، عندما بدأ الربط بين الكوسمولوجيا وفيزياء الجسيمات التي بدأت تزدهر كمجال جديد في ذلك الوقت، توصل غاموف (Gamow) إلى أنه إذا كان الكون في هذه الظروف، فهذا يعني أنه في حالة توازن ديناميكي حراري، وهذا يكافئ حالة الجسم الأسود. فمن المفترض أن نرى آثر هذه المرحلة الإبتدائية على شكل إشعاع متساوي المناحي (Isotropic) ومتجانس (Homogeneous) يملأ الكون في كل الإتجاهات، وحسب غاموف فهذا الإشعاع من المفروض أن يمتلك درجة حرارة اليوم على حسب عمر الكون المتوقع في ذلك الوقت تقدر ببضع عشرات كيلفين. ومنه، إذا كان كل هؤلاء الكوسمولوجيين الذين يتحدثون عن مبدأ علم الكونيات، عن فضاء «فريدمان-روبيرتسون-والكر» (Friedmann-Robertson-Walker)، عن النسبية العامة وعن الإنتروبي على حق، فلا بد من وجود إشعاع منتشر يملء الفضاء، ومن هنا بدأ عدد من العلماء في البحث عن هذا الإشعاع.

وقد تمكن المهندسين أرنو بنزياس (Arno Penzias) وروبارت ويلسون (Robert Wilson) بمحض الصدفة من اكتشاف هذا الإشعاع، حيث كانا يشتغلان بالمختبر Bell الراديوي، وكانا يعملان على تطوير مستقبلات الراديو لاتصالات فضائية، فالتقط ضوضاء في الخلفية فحاولا جاهدين التخلص منها دون جدوى، حتى أنهما قاما بتنظيف الهوائي من فضلات الحمام ظنًا منهما أنها قد هي السبب، ولكن النتيجة بقيت نفسها.

روبارت ويلسون وأرنوا بنزياس أمام الهوائي الراديوي Horn Antenna.

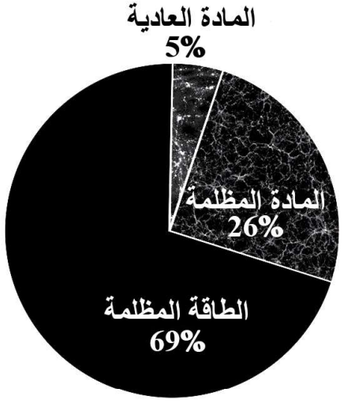
بعدها، قاما بمناقشة هذه الضوضاء مع العلماء اللذين كانوا يبحثون عن الإشعاع الكوني، ليتم التحقق بعد تحليل البيانات أن فقد اكتشفا فعلا الإشعاع القادم من بدايات الكون والذي تنبأت به نظرية الإنفجار العظيم والذي ذكره غاموف في أبحاثه. ومن المهم معرفة أنه في ذلك الوقت، سنة 1965، كان الباحثيين يحاولون قياس طيف انبعاث الجسم الأسود، وفي الواقع، لديهم بعض الترددات التي قا مو ا من خلا لها

Cobe Telescope

باستقراء الجسم الأسود، لأنهم بالطبع لم يقيسوا طيف الجسم الأسود كله بل نقطة واحدة منه. ساعوا عدد من الباحثين إثبات وجود هذا الإشعاع لأنه إذا كان الكون كثيفًا وساخنا بالفعل، فهو في حالة توازن ديناميكي حراري، وبالتالي فهو إشعاع جسم أسود متساوي المناحي في السماء، وهذا الدليل الذي حاولنا العثور عليه. وبالفعل سبقهم ويلسون وبينزياس شيئًا يشبه ذلك في تردد معين، فأعطوا تقديرًا تقريبيًا لدرجة الحرارة التي كانت في حدود بضع درجات، وهي قريبة جدًا مما اقترحه غاموف. بعدها ومن 1965 إلى 1988، عملت وكالة الفضاء الأمريكية ناسا على إنشاء قمر صناعي يدعى كوبي (COBE) والذي كان يحتوي على كاشفين رئيسيين، الأول يدعى «فيراس» (FIRAS) وكان هدفه قياس طيف انبعاث للإشعاع CMB للتأكد أنه فعلا إشعاع جسم أسود كوني. أما الكاشف الثاني يدعى DMR فكان هدفه مسح هذا الإشعاع الأحفوري. إن الجمع المعطيات من هاذان كاشفين هو الذي وفر الأساس الصلب لعلم الكونيات. إستطاع جهاز فيراس إظهار أن الإشعاع CMB هو إشعاع جسم أسود بدقة لا مثيل لها إلى اليوم تقدر بـ 10-5. كما أظهر جهاز DMR أن هناك على سلم كبير هناك تغيرات طفيفة جدا في درجات الحرارة كما نراها في صورة الـ CMB، مناطق تكون فيها درجة حرارة أكثر برودة ومناطق أكثر حرارة، وهو يدل على اختلاف توزع كثافة المادة عندما كان الكون صغيرًا جدًا بعمر 380 ألف سنة، وهي الظروف الأولية لتشكل المجرات. نحن نعلم أم المجرات تشكلت ونستطيع رؤيتها وقياس مميزاتها، ولكن لا نعلم من أين أتت؟ فاقتراح أن هذه الإضطرابات الأولية التي نرى أثرها من خلال درجة حرارة الخلفية الكونية هو نجاح ثاني الكبير.

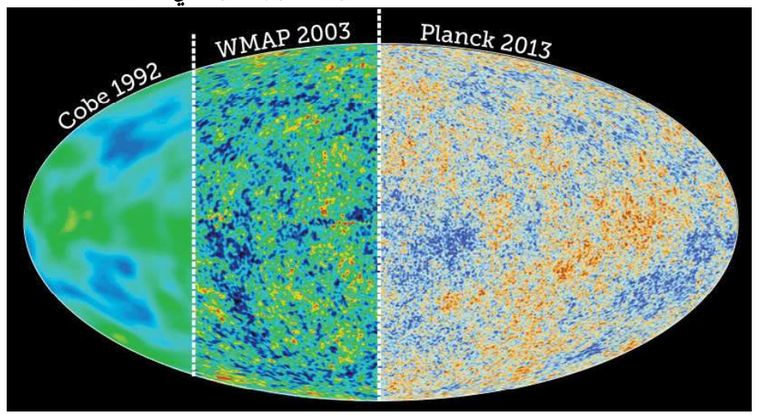
نمر مباشرة من مهمة كوبي إلى مهمة بلانك (Planck)، حدثينا عن مهمة بلانك الأوروبية، هذه المغامرة الكبيرة أين كنتِ في قلب الحدث، **أنتِ كباحثة شابة في علم الكونيات؟ وماهي نتائج بلانك التي صنعت الحدث؟**

التحدي الذي كان يواجه بلانك هو القيام تصوير الخريطة للخلفية الكونية بدقة مقاييس زاوية صغيرة جدا. إستطاع كوبي تصوير الخلفية الكونية بدقة 10 درجات زاوية ، أي ما يعادل 20 مرة قطر القمر في السماء. كانت هناك عدد من التجارب الأخرى التي قامت بقياس إشعاع الخلفية الكونية بدقة تصل إلى درجة واحدة، أي مرتين القطر الزاوي للقمر. ما نعرفه هو ما أخبرتنا به النظرية، وهو أن CMB هو أثر لتطور الكون بمجمله، وأن حجم وشكل وتوزيع البقع الصغيرة للخلفية الإشعاعية تصل إلى



مخطط المحتوى المادي للكون.

مقاييس صغيرة جدًا حوالي 5 دقائق قوسية، أي 6/1 قطر القمر، يمكننا أن نحدد من خلال الدراسات الإحصائية وقياس طيف القدرة وتحليله وما إلى ذلك، تحديد جميع المعاملات الكونية تقريبًا للكون، أي الكمية الكلية للمادة



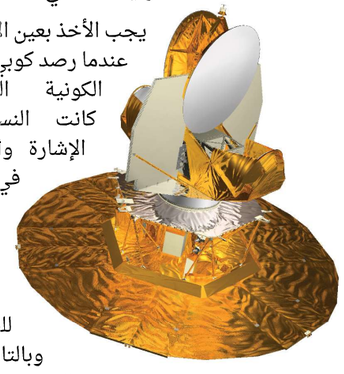
تحسين دقة خريطة الـ CMB مع تطور التقنيات من Cobe إلى Planck.

Planck Telescope

في الكون (المادة الباريونية (Baryonic Matter) والمادة المظلمة (Dark Matter)، وشكل الكون، وهندسته، كل هذا من خلال الدراسة الإحصائية لتوزيع تقلبات درجات الحرارة، المتمثلة في البقع الصغيرة على خريطة الخلفية الكونية الميكروية. من الناحية النظرية كل هذا يبدو رائعا ولكن في الواقع التحدي هو أنه عندما يرصد التلسكوب السماء حتى من الفضاء، فإنه لا يلتقط إشعاع الخلفية الكونية الميكروية فقط، وإنما يلتقط أيضا كل إشعاعات الانبعاث من الظواهر الفيزيائية الفلكية التي تحدث بين وقتنا الحالي وبداية الكون، وبالتالي في الواقع ليس لدينا خريطة صافية فعلا، بل لدينا تراكب طبقات من الإشارات، وللحصول على هذه المعلومات النهائية يجب تنظيف كل طبقة من طبقات من الإشارة المرتبطة بالانبعاثات الفيزيائية الفلكية. يجب نزع الإشعاعات القادمة من مجرتنا في مجال الميكرومتر و تحت الحمراء والراديو، ثم نزع الإشارة التي تأتي من المجرات الأخرى ومن الحشود المجرية الأخرى. هذا ما نسميه عملية فصل المكونات. وبالتالي تم تصميم أجهزة بلانك بحيث يمكننا قياس جميع الإشارات في 9 ترددات مختلفة لتمكننا كل مجموعة من هذه الترددات من إزالة إشاراتها المشوشة طبقة بطبقة.

للقيام بذلك، كان من الضروري التفكير في تصميم أداة متطورة تقنيًا بشكل كبير بأحدث التقنيات في هذا الوقت، حيث تملك أجهزة كشف قوية ويتم تبريدها إلى 100 ميللي كلفن، أي 0.1 درجة فوق الصفر المطلق، وإرسالها إلى الفضاء، مع التحكم في الموضع ودرجة الحرارة. تم اقتراح إنجاز التلسكوب بلانك في عام 1993 وهو نفس العام الذي بدأت فيه أطروحتي تحت إشراف جان لو بوجيه (Jean-Loup Puget) وهو نفسه الذي اقترح الفكرة. وبهذه الطريقة دخلت مغامرة بلانك من خلال تواجدي في مركز الحدث، حيث كنا نفكر في الأداة، وفي استراتيجية المراقبة وتفسير البيانات. تم اختيار نشروع بلانك من طرف وكالة الفضاء الأوروبية ESA في عام 1996

قبل بضعة أشهر من انهائي رسالة الدكتوراه. بعد ذلك، استغرق الأمر عدة سنوات لتطوير الجهاز وأساليب التحليل وما إلى ذلك، وكان الإطلاق في عام 2009 مع تأخير بسيط بسبب بعض المشاكل التقنية. كنتُ رئيسة لبعض الفرق العلمية وكنا نقوم بتحليل البيانات وتفسيرها، وفي الواقع كل التحضير العلمي الذي قمنا به، كل الأساليب الإحصائية وفصل المكونات، وتنظيف الإشارات، وإجراء التعديلات، وعمل النظريات، جعل من الممكن حقًا تحقيق هدف بلانك وهو الحصول على أفضل خريطة للإشعاع الأحفوري، وانطلاقا من هذه الخريطة تحديد أكثر المعلمات الكونية دقة في العالم.

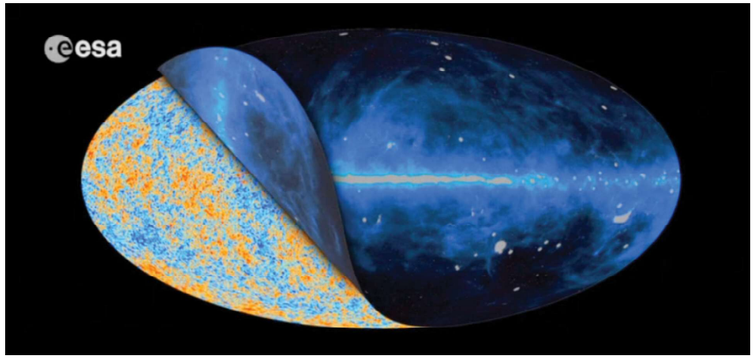


WMAP

يجب الأخذ بعين الاعتبار أن عندما رصد كوبي الخلفية الكونية الميكروية، كانت النسبة بين الإشارة والضوضاء في حوالي 1، أي أن الإشارة كانت مكافئة للضوضاء، وبالتالي كان من الصعب جدًا أجراء تحليلات علمية بدقة كبيرة. أما بالنسبة لبلانك، فالنسبة بين الإشارة والضوضاء في طيف الطاقوي الذي تم قياسه بواسطة بلانك تعادل 2000 ما هو عليه في القياسات سابقيه.

حتى لا نقارن بلانك مع كوبي الذي كان في التسعينيات، فهناك تلسكوب آخر وهو WMAP أقدم قليلا من بلانك، تم إرساله قبل بضع سنوات من بلانك، هل يمكنكِ إخبارنا في الأداء بين التلسكوبين ؟

تغلبت مهمة بلانك على WMAP بنسبة ما بين 500 إلى 700، وفي الحقيقة، فضل بلانك لا يكمن في دقة قياساته فحسب، بل أيضا في صلابة وموثوقية بياناته، إذ عكس WMAP، يرصد بلانك في ما لا يقل عن 9 ترددات مما يسمح له بتنظيف الإشعاع الأحفوري من الإشعاع المجري في الميدان الميكرو بشكل أفضل. وليس هذا فقط، بل يمكنه قياس معامل استقطاب الخلفية الميكروووية الكونية، وهو أمر لا يستطيع WMAP القيام به، وبالتالي فقد ضاعفنا كمية المعلومات الكونية التي يمكن استخدامها في التحليل. وقد تمكنا بفضل ذلك من تصحيح بعض القياسات التي أجراها WMAP، على سبيل المثال السمك البصري للإشعاع. كما أخطأوا في تحديد تاريخ تكون أول مجرة وأولى النجوم في الكون، هذه الحقبة مهمة للغاية في تطور الكون. وفي الواقع، لا تسمح بيانات WMAP بالحصول على لقيمته بشكل الدقيق. وفي علم الكونيات جميع الوسائط الكونية المميزة مرتبطة ببعضها البعض، فعندما تخطئ في وسيط ما، فإنها تُترجم إلى أخطاء في الوسائط الأخرى، وهذا ما حقق لبلانق الأداء المنفرد ونجاحه الساحق.



تنظيف خريطة إشعاع الخلفية الكونية منن التشويش الناتج عن مجرتنا والمجرات المجاورة.

بعد بضع سنوات من ذلك، أدعى بعض الباحثين مع تجربة BICEP2 أن نظرية التضخم الكوني تم برهنتها تجريبيا، ولكن جائت بيانات بلانك كالصاعقة تدحض الأدلة المزعومة، فهل يمكن أن تذكرينا بهذه الحادثة ؟

التضخم الكوني ليس نظرية، بقدر ما هو مجرد سيناريو أفترضه علماء الكونيات حول ظهور أول بذور المجرات، والظروف الأولية لتشكل الهياكل الكبرى والاضطرابات الأولية للمادة، وبالتالي هذه الاضطرابات التي هي نتيجة للتضخم هي عنصر من عناصر البحث في علم الكونيات. فيمكننا العثور على آثار هذه الفترة التضخمية من خلال الكشف عن هذه اضطرابات في CMB وعلى وجه التحديد في استقطابها. بشيء من التفصيل فالتضخم يؤدي إلى اضطرابات في المادة وبالتالي اضطرابات في درجة الحرارة ذات توزيع يسمى «هاريسون زيلدوفيش» (Harrison-Zeldovich) بمؤشر طيفي (spectral index) ذو قيمة الدقيقة 0.96. قبل مشروع بلانك، لم نتمكن من قياس هذه القيمة، لأن التلسكوبات السابقة ومن بينها WMAP تقيس اضطرابات الكثافة ودرجة الحرارة على نطاق زاوي محدود. عكس ذلك بلانك له القدرة في قياس هذا المؤشر الطيفي بفضل قدرته في مسح الكون على نطاق واسع ووجدنا أن المؤشر متطابق تقريبًا مع 0.96 كما هو متوقع في سيناريو التضخم. كان ذلك نجاحًا كبيرًا لأنه أظهر أن هذا السيناريو موفق. لكن السؤال الذي يطرح نفسه هو متى حدث هذا التضخم،وما هو مصدره ومقياس الطاقة التي حدث بها؟

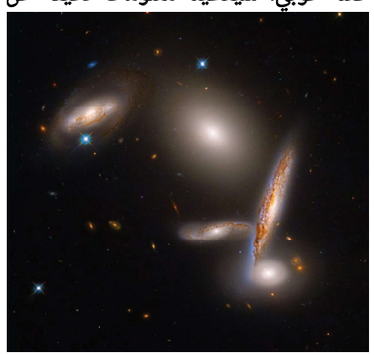
التلسكوب Bicep2 الكوسمولوجي بالقطب الجنوبي.

لقياس كمية التضخم، ما نحتاجه هو قياس ما يسمى بالاستقطاب من نمط B للخلفية CMB، وهناك فريق أمريكي يشغل التلسكوب الأرضي BICEP2 في القطب الجنوبي الذي فسر القياسات على أنها الدليل القطعي لسيناريو التضخم. ولكن بما أن تم إجراؤها على الأرض فهي خاضعة لتشويش من مصادر إشعاعية مختلفة أهمها من مجرتنا درب التبانة الأمر الذي لا يحدث لبلانك. تنظيف قياساتها من المساهمات والتلوثات والإشارات الطفيلية على وجه الخصوص من مجرتنا، والتي تملك تقريبًا نفس المقاييس من الطاقة، وبشكل عام إذا لم نقم بالتنظيف بشكل صحيح، فنحن مخطئون تمامًا. فبالتعاون مع الزملاء الأمريكيين وباستخدام بيانات بلانك ذات التغطية الطيفية الكبيرة، قمنا بمراجعة قياساتهم واستطعنا نزع المساهمة الغبار المجري. نتيجة هذا فمازال سيناريو التضخم الكوني بحاجة إلى دليل تجريبي.

إنها مغامرة رائعة. إذاً ما بعد مسبار بلانك هناك مسبار أقليدس الذي ينتظرنا، فتلسكوب إقليدس هو الخطوة الموالية الذي سيذهب بعيدا في التعرف على المادة والطاقة المظلمين وكيفية تطورها مع مرور الزمن. ثم كيف تأثر اطلاقه بالحرب في أوكرانيا وهل هناك موعد آخر لإطلاقه ؟

إذا سمحت لنفسي سأقول أنه اليوم في علم الكونيات هناك مساران متوازيان لجلب الصدي للبيانات حول الكون. لأننا في النهاية لم ننتهي من الـ CMB بعد. ما كنت أقوله هو أنّه لدينا مؤشرات على أنّ التضخم كسيناريو يعمل جيدا ولكن في الحقيقة لا نعرف ما هي نظرية التضخم حقاً، فلا تزال هناك مشاريع كبرى هدفها فهم «التضخم» مت الناحية الفيزيائية. لإجراء هذا النوع من البحث في علم الكونيات هناك مشاريع كبرى جارية حالياً، هناك مشروع قمر صناعي ياباني LiteBIRD تشارك فيه أوروبا والولايات المتحدة ويهدف إلى قياس استقطاب النمط B الذي تحدثت عنه مسبقا له حساسية أعلى مقارنة بتلسكوب بلانك بعامل 100. وسوف لن نقيس فقط التقلبات الحرارية الصغيرة بل سيركز على التقلبات على نطاق زاوي أكبر والتي يهيمن عليها التضخم. هذا أحد الأهداف LiteBIRD وأنا منخرط في هذا المشروع داخل مختبري.

بالنسبة لـ CMB وهذا ما سأتحدث عنه لأنه حقًا المفضل لدي لأنني أمضيت السنوات الثلاث الماضية في تقديم مقترحات الأقمار الصناعية إلى وكالة الفضاء الأوروبية ووكالة ناسا لإطلاق قمر صناعي هدفه إعادة قياس بعد ما يقارب 40 عامًا لطيف الجسم الأسود لـ CMB. لقد وضحت سابقا أن طيف الجسم الأسود مهم للغاية إذ هو الدليل على نظرية الانفجار العظيم. ولكن الشيء المثير للاهتمام أن الحصول على طيف الجسم الأسود لـ CMB بحساسية أكبر من 100 إلى 1000 مرة مما فعله كوبي، سيعطينا معلومات دقيقة عن مرحلة التضخم الكوني، أي سنقترب اقتراب شديد بللحظات الأولى للكون، وهذا يتطلب مسار متقدم جدًا للغاية. لذلك كما كنت أقول قدمت ثلاثة مقترحات لأقمار صناعية جديدة ولم يتم قبولها للأسف، ولكن ما اعترفت به وكالة الفضاء الأوروبية هو أنه بحلول عام 2050 سيكون من الضروري إطلاق قمر صناعي لقياس ما يسمي بالتشوهات الطيفية (Spectral distortions) للجسم الأسود لـ CMB بفعل فيزياء بداية الكون.



مجموعة مجرات هيكسون المتراصية من هابل HST.

أما المسار الثاني فهو المجهول الكبير للنموذج الكوني بشكل فعال لذا فإن مسبار بلانك رائع في تحديد المعاملات الكونية لما يسمى بالنموذج القياسي وهو النموذج الذي يوصف تسارع التمدد بواسطة الثابت الكوني. لكننا من ناحية أخرى نعلم أنّ الثابت الكوني ليس هو التفسير الفيزيائي لتسارع التمدد للكون لأنّ طاقة الفراغ في فيزياء الجسيمات لا تتفق مع الثابت الكوني والاختلاف شاسع للغاية إذ النسبة بينهما تساوي تقريبا عشرة قوة 120. لذلك توجد مشكلة كبيرة في فهم الطاقة المظلمة من الناحية نظرية. وهناك أيضا مشاكل التباين في ثابت هابل وكيفية نمو الهياكل الكونية الكبرى وفهم المادة المظلمة. هذا في الواقع ما يحاول التلسكوب إقليدس الجواب عليه هذا ليس من خلال النظر إلى خلفية التشتت الكوني ولكن من خلال توزيع المجرات بطريقة إحصائيات عندما بدأ الكون يتمدد بطريقة متسارعة، مستعملا ما يسمى مفعول العدسة التجاذبية الضعيفة ودرجة تجمع المجرات (Clustering). وبالفعل تأجل إطلاقه الذي كان مبرمج لـ 26 من سبتمبر 2022، بواسطة مركبة سويوز الروسية إلى أجل غير مسمى، وذلك بسبب انهيار التعاون مع روسيا بعد غزوها لأوكرانيا. وهناك حاليا مسعى جاد لإطلاق أقليدس مع الصاروخ آريان 6 الأوروبي الجديد في حين أن آريان 5 لا يصلح نظرا لحجم أقليدس. وبالتالي فإن إحدى المشكلات تتطلب أن يكون آريان 6 جاهزًا لإطلاق الأقمار الصناعية. تتمثل إحدى المشكلات الفنية في أنه عندما نبني أقمارًا صناعية فإننا نبنيها بحيث تقاوم مستوى الاهتزاز للصاروخ المستعمل عند الإطلاق. لكن تم تصميم أقليدس ليتحمل اهتزازات سويوز الروسية وليس آريان 6. لحسن الحظ، يقولوا مهندسو ESA و Ariane Space أن هناك أملًا جيدًا أن أقليدس قد يصمد مستوى اهتزازات أريان 6. هناك مشكلة أخرى وهي أنّ دفتر إطلاق آريان 6 ملىء، فيجب على إطلاق أقليد أن ينسجم مع هذا الجدول. في أحسن الظروف سيتم إ طلا قه هذا العام 2023، وإما فعام 2024 أو ما بعد...

Euclid

لذا أتخيل أنها خيبة أمل كبيرة بالنسبة لك.

نعم إنها خيبة أمل كبيرة جدًا لأننا لا نعرف ماذا سيحدث بشأن الحرب والمشكلات الاقتصادية وما إلى ذلك، فلم نعد متأكدين من أي شيء على الإطلاق ...

وهل هنالك من مشكلة مالية في إطلاقه عن طريق آريان 6؟ أتخيل أن التكاليف أعلى من تكلفة سويوز؟

لا ليست المشكلة مالية، لأنه في النهاية وحتى لو كانت هنالك مشكلة مالية فوكالة الفضاء الأوروبية ستوافق على دفع الفرق لأن الاستثمار ضخم جدا ، لذا نعم سيوافقون على دفع المبلغ الإضافي مقارنة مع سويوز.

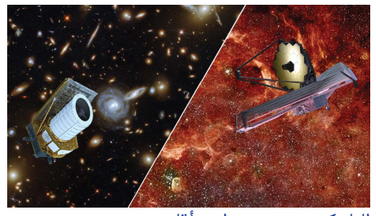
نعم فقد كان ذلك في إطار برنامج ESA»الرؤية الكونية» وفي البداية كانت التكلفة منخفضة نسبيًا مقارنة بتلسكوب بلانك أو غيره، فقد كانت نصف مليار أورو ثم فجأة حدث التأخير، وكم سيكلف الإطلاق؟

نعم، الميزانية كانت مبدئيا حوالي 450 مليون يورو، وهو يقترب اليوم من حوالي 600 مليون يورو لأنه كانت هناك تكاليف إضافية ومفاجآت وتعقيدات وما إلى ذلك. وهي تقريبًا تكلفة بلانك. هذه هي تكلفة الأداة بشكل أساسي والتي تُضاف إليها تكاليف من أجور الباحثين والموظفين. أيضا تساهم البلدان المشاركة في تكلفة الموظفين ويتم غالبًا إضافة ذلك إلى الميزانية، ما بين 100 و 150 مليون يورو لهذا الغرض. أما تكلفة الإطلاق فهي سرية عادة، فلا تعلن عنها الوكالات الفضائية لسويوز و آريان بسبب الممنافسة مع إطلاقات تجارية.

حسنًا، سؤال حول جزء مسبار أقليدس لنغير بعدها الموضوع. إنه تلسكوب كوني مثل تلسكوب جيمس واب لكنه يتكون من جزئين، الجزء يعمل في البصري (المرئي) وبشكل طفيف في الأشعة تحت الحمراء والقريبة منها. لماذا يختلف مع جيمس واب الذي يراهن على العمل بشكل كامل في الأشعة تحت الحمراء وحتى الأشعة تحت الحمراء المتوسطة. لماذا لم يتم اختيار الأشعة تحت الحمراء البحتة في مسبار أقليدس؟

هي ببساطة تعتمد على الأهداف العلمية المرجوة. تتمثل الأهداف العلمية لمسبار إقليدس في رسم خريطة المجرات خلال الفترة حوالي قبل 4 إلى 5 مليارات سنة حيث بدأ التسارع التوسع بفعل الطاقة الظلماء، فيهمه مجرات متوسطة الانزياح نحو الأحمر، من الرتبة حوالي z=2 (بدأ تسارع التوسع مع z بين 3 و1) أي أول مليار سنة من عمر الكون. وبالتالي فلا نحتاج إلى استعمال الأشعة تحت الحمراء البعيدة والمتوسطة

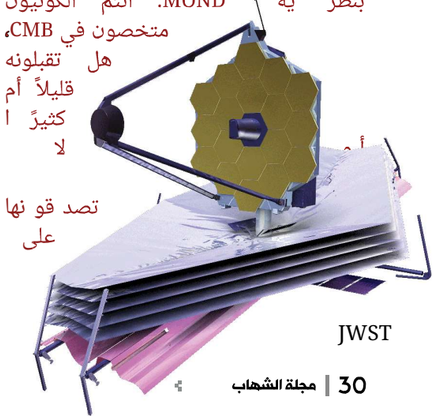
أما جيمس واب فيدرس تتشكل النجوم والمجرات الأولى. نريد مع المشروع أقليدس فقط دراسة إحصائية ومسحًا واسعا لعشرات الملايين من المجرات خلال الفترة التي تتوافق مع تسارع التوسع الكوني.



التلسكوبين جيمس واب وأقليد.

حسنًا لنغير قليلا الموضوع. لنبدأ بسؤال يطرحه الكثير من المتخصين حول ذاك المتحدي للمادة المظلمة وهو البديل المسمى بنظر ية MOND. أنتم الكونيون متخصون في CMB، هل تقبلونه قليلاً أم كثيرً ا لا

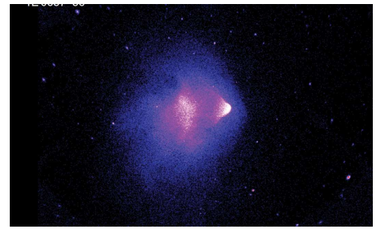
تصد قو نها على



JWST

الاطلاق، خاصة أنها لا تعمل جيدا على النطاق الواسع، مقارنة بما يمكنها شرحه على النطاق الصغير (المجري). إذن ماذا يمكنك القول عن هذه النظرية التي تتضمن نفي وجود المادة مظلمة ؟

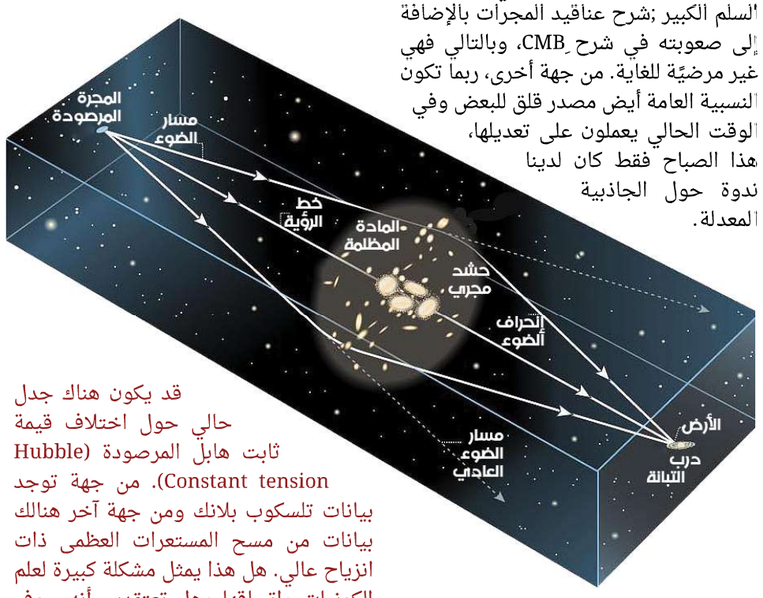
حسنًا هو بالضبط الذي قُلْتَهُ، ربما سأعيد صياغته فقط لأنك لخصت كل شيء بشكل جيد. في الـ CMB وفي علم الكونيات بشكل عام نحاول النظر إلى الملاحظات والأرصاد بمقاييس مختلفة حيث يجب أن تكون النظريات متسقة على كل السلم. لا يمكننا إعطاء تفسير في سلم معين مثلا على نطاق المجرات يختلف عن نطاق عناقيد المجرات ويختلف عن نطاق العناقيد الفائقة ويختلف عن تلك المرتبطة بقياسات الـ CMB وإلا فهذا ليس علمًا، بل ترقيع فقط وغير مرضٍ فكريا. في الحقيقة نحن لا نقدم تفسيرا، إنه مجرد نموذج ويجب أن يكون متسقًا. لذلك أتفق تمامًا على أنه من غير المرضي للغاية أن نضيف مكونًا يسمى المادة المظلمة ولا نعرف حتى ماهيتها من وجهة نظر فيزياء الجسيمات، لذا فهي غير مرضية للغاية (من وجهة نظر تفسيرية) ولكن في اطار النموذج التجريبي أجدها أكثر إرضاءً من أن أقول لنفسي إنني سأستخدم نظرية ما في هذا الجزء هنا ونظرية أخرى من هذا الجزء هناك... نعم لسوء الحظ تواجه نظرية MOND صعوبة في الشرح على السلم الكبير ;شرح عناقيد المجرات بالإضافة إلى صعوبته في شرح CMB، وبالتالي فهي غير مرضيّة للغاية. من جهة أخرى، ربما تكون النسبية العامة أيض مصدر قلق للبعض وفي الوقت الحالي يعملون على تعديلها، هذا الصباح فقط كان لدينا ندوة حول الجاذبية المعدلة.



صورة بالأشعة السينية لظاهرة الـ Bullet Cluster «تداخل تصادمي لحشدين مجريين ملتقطة بواسطة تلسكوب شاندرا.

من ناحية أخرى نقدم حالة Bullet Cluster (ظاهرة تداخل تصادمي لحشدين مجريين) كأفضل دليل رصدي على وجود المادة المظلمة ولكن يبدو أن أخيرا ظهرت بحوث حديث وجهت انتقادات قاسية لهذا التفسير...

أعتقد أن الطريقة التي ينجز بها البحث العلمي اليوم حساس للغاية. بالنسبة لي إن ظاهرة Bullet Cluster ليست أفضل دليل على المادة المظلمة، هي دليل من بين أدلة أخرى.. بالنسبة لي هناك العديد من البراهين على وجود المادة المظلمة. صحيح أن حالة Bullet Cluster مرتبطة بصورة وبالتالي من السهل رؤيتها واستغلالها إعلاميا، ولكن استنتاج حقيقتها من CMB هي في اعتقادي دليل أقوى, ضف إلى هذا العدسات التجاذبية ودلائل أخرى بعد.



مخطط تشريحي لمفعول العدسات التجاذبية، حيث تظهر المجرة المرصودة في الخلف للراصد في غير مكانها أو بشكل مقوس وذلك بفعل تأثير جاذبية الحشد المجري والمادة المظلمة المحيطة به.

قد يكون هناك جدل حالي حول اختلاف قيمة ثابت هابل المرصودة (Hubble Constant tension). من جهة توجد بيانات تلسكوب بلانك ومن جهة آخر هنالك بيانات من مسح المستعرات العظمى ذات انزياح عالي. هل هذا يمثل مشكلة كبيرة لعلم الكونيات واتساقها وهل تعتقدين أنه سوف **يتم حل المشكلة في المستقبل؟**

في الواقع إنه لغز حقيقي، لأننا من الواضح أننا بذلنا قصارى جهدنا مع البيانات وتحليلها من جانب تلسكوب بلانك، فعملنا كل ما في وسعنا لفهم الأخطاء المنهجية (systematic errors) والتلوثات وما إلى ذلك، لذا أعتقد أن العمل الذي قمنا به نظيف للغاية. ومن ناحية أخرى أنا مقتنع تمامًا بأن الأشخاص الذين عملوا في المستعرات العظمى قاموا بنفس النوع من العمل النظيف مع بياناتهم وبفهمهم وبتأثيراتهم المنهجية لأنهم متخصصون. لذلك هناك مشكلة حقيقية هنا! ربما بالفعل واحدًا أو آخر منا أو كلانا لدينا مشاكل مع بياناتنا ولكن من الصعب جدًا العثور على المشكلة لأن هناك الكثير من الأشخاص أعادوا تحليل بياناتنا وبالتالي لا يمكننا التخلي عن ما قمنا به. ربما هناك مشكلة أخرى حيث لا يمكن مقارنة الطريقة التي نعيّن بها ثابت هابل عند لـ CMB لا يمكن مقارنتها بما يحدث مع المقاييس الصغيرة للمستعرات العظمى. الذي نبحث عنه مع بعض الزملاء هو معرفة ما إذا كانت البيئة المحلية في نهاية المطاف يمكن أن تؤثر على الطريقة التي يتطور بها التوسع الكوني وبالتالي قد تؤثر على قياس ثابت هابل.

نعم هي مشكلة حقيقية يجب حلها أو فهمها بطريقة ما. نعم وكما قلت ربما يكون ثابت هابل غير متجانس بسبب حقيقة أننا قريبون من حشد مجري فائق. لذا أتصور أنه ستكون هناك مفاجآت آتية فحظًا سعيدًا لفريقك في هذا المجال، لإنها أحد المعضلات القرن الحالي.

إنه لأمر جيد أنه لا تزال هناك ألغاز ومعضلات.

لدي سؤال حول المركز الوطني للبحث العلمي الفرنسي (CNRS)، هل توجد فرص للأشخاص الذين درسوا وحصلوا على درجة الماجستير هنا، على سبيل المثال، هناك فرصًا لهم على مستوى الدكتوراه، هل هناك منح دراسية أو حتى إذا كان هناك احتمال أن يدفعوا أنفسهم تكاليف الدراسات.

ي فرنسا الأمر جيد وليس جيدًا ولكنه جيد حسب اعتقادي. في العلوم وخاصة في الفيزياء الفلكية لأن هناك مجالات علمية معينة غير موجودة هنا، يُرفض كليا قبول أشخاص للدكتورا دون أن يكون لديهم ما يكفي للعيش. في الواقع في فرنسا عندما تكون طالب دكتوراه فهذه ليست منحة دراسية بل هو عقد عمل. لقد غيروا ذلك منذ عدة سنوات، في السابق كانت عبارة عن منح دراسية والآن هي عقد عمل. أقول أنّ الأمر جيد في فرنسا لأن البحث في الحقيقة معقد للغاية إنه استثمار كبير ومن الصعب جدًا القيام بذلك بدوام جزئي العمل في الليل وما إلى ذلك لأنه في النهاية استثمار كبير جدًا. أيضا هنالك شيئ تغير مقارنة مع الفترة السابقة هو أنك تجتاز الآن مسابقة في مدرسة الدكتوراه متبوع بمقابلة ثم يمنحون المنح الدراسية حسب الاستحقاق ولذا فهي مسابقة ومنافسة حقيقية. أعتقد أن جميع مدارس الدكتوراه تعمل الآن بطريقة مماثلة في الفيزياء الفلكية أي أن هناك منافسة مفتوحة وليست مرتبطة بالجنسية.

في اعتقادكم هل هنالك إمكانية للجزائريين في الحصول على منحة دكتوراه بوجود منافسة مع الباكستانيين والهنود الذين ينهون درجة الماستر بمقالات علمية؟

هذا في الواقع لا يطرح مشكلة للجزائريين فقط بل للفرنسيين أيضا لأن الفرنسيين عندما يقومون بالماستر 2 هناك تدريب لمدة 8 أسابيع فهذا أمر رائع نجري خلاله القليل من البحث العلمي ولكن بدون مقالات علمية. لقد أجرى البعض فترة تدريب للماستر 1 في البحث لذلك لديهم القليل من الخبرة لكنهم لا يجدون أنفسهم فقط في مواجهة مع الباكستانيين يوجد الإيطاليين و...، في ألمانيا لديهم مستر 1 في عام وفي كل مكان تقريبًا في أوروبا وحتى في العالم، تدريب الماستر عبارة عن مشاريع بحثية مدتها عام واحد. لذا فإن المرشحين الفرنسيين أنفسهم لديهم مشاكل مع ذلك. بعدها الذين هم في اللجنة يعيدون ترتيبهم ويكونون على اتصال بهم ويرون تقييماتهم ويرون رسائل التعديلات ... يرون الكثير من الأشياء. لا يكون الحكم من خلال المقالات العلمية فقط وإلا فستذهب المناصب الى الكثير من الأجانب وهذا لا يحدث حقا.

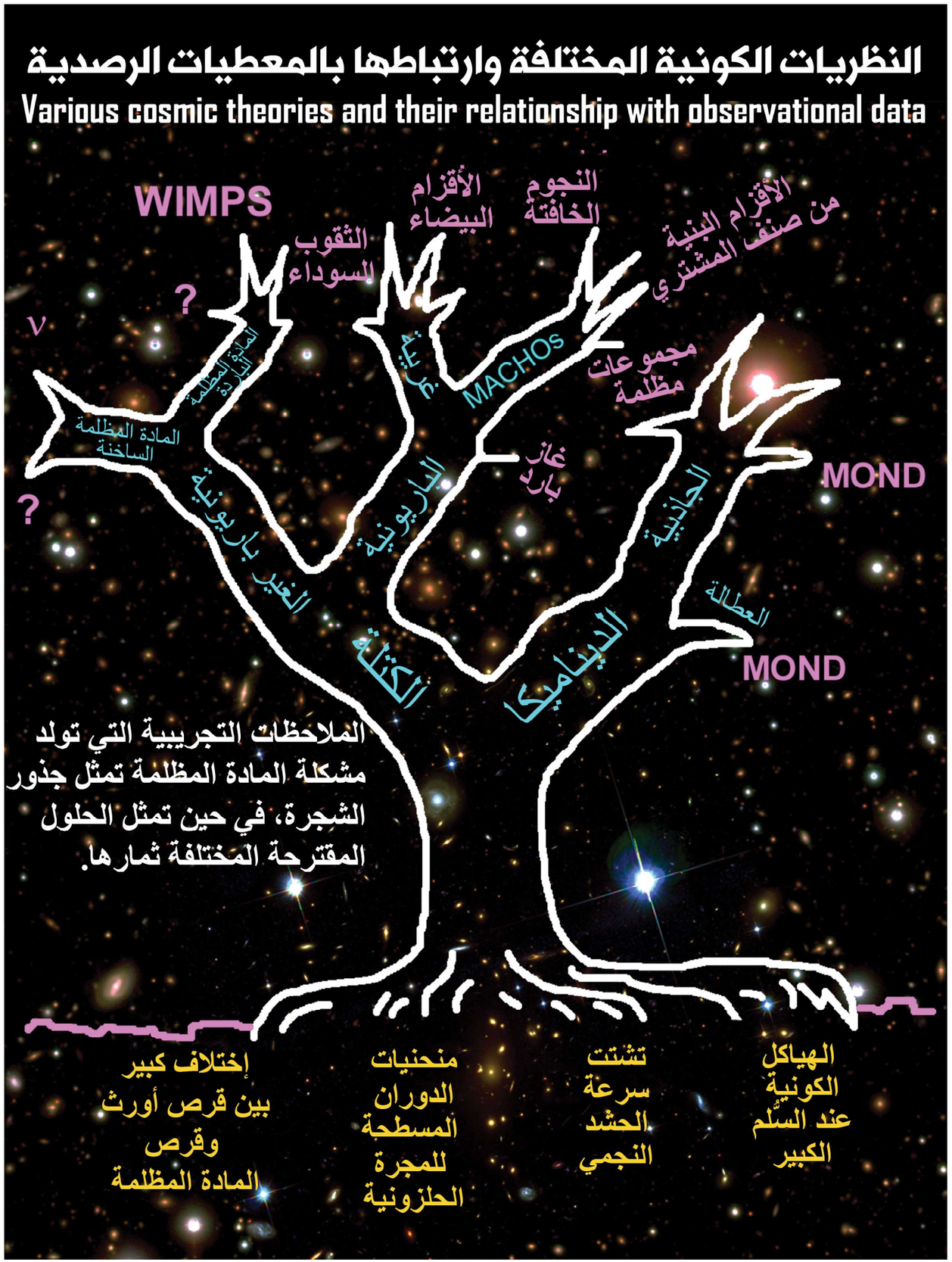
هناك حديث في الجزائر بين الطلاب يتعلق الأمر بالمستوى الأكاديمي في فرنسا. يقول الناس أتحفظ من الذهاب إلى فرنسا للدراسة لأن المستوى أقل مما هو عليه في أمريكا أو كندا... أي تعليق؟

المستويات ليست نفسها هذا أمر مؤكد، لكنني لن أقول إنها في فرنسا أقل مستوى على الإطلاق. بصراحة هذا يعتمد على الأماكن التي يأتي منها الطلبة. نستقبل طلابًا من كل مكان حتى أنني أستقبل باحثين بوست دوك (يعني الباحثين لهم درجة دكتوراه) من إنجلترا وألمانيا والولايات المتحدة وأحيانًا يكون مستواهم حقًا ناقصا. ميزة فرنسا التي أراها مقارنة بالدول الأخرى وأراها حقًا يومًا بعد يوم عندما نستقبل المتدربين والطلاب وهي أن التدريب على مستوى الثانوية والجامعة يشبه إلى حد ما التدريب الجزائري حيث أنه تدريب يركز كثيرًا على الجانب النظري. لذا فإن الطلاب الفرنسيين جيدون للغاية لأن الرياضيات مهمة ولذا حيث يعرفون كيفية الحساب وكيفية حل المعادلات وكيفية البرمجة... في حين أن ما يحدث في البلدان الأنجلوساكسونية على وجه الخصوص في إنجلترا والولايات المتحدة باستثناء الجامعات العظيمة من نوع كامبريدج، أكسفورد وبرينستون وكالتيك وهارفارد أو مثل هذه الجامعات من أولئك الذين هم في أول خمسة عشر جامعة، ولو استثنينا هؤلاء الجامعات المرموقة فإن معظم طلاب الجامعات الأخرى يفعلون الفيزياء «بأيديهم» (تجريبيين) فليس لديهم عمق رياضي، وهذه مشكلة كبيرة لنا. بالطبع إذا كان للجزائريين الذين تتحدث عنهم فرصة للذهاب إلى هارفارد، ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT)، وبرينستون وكامبريدج وأكسفورد فسوف لا يجدون مشكال.

تصور فني لتوزيع المادة الباريونية الغير مرئية في الكون.

سؤال الأخير لقد كان أبحاثك عن المادة الباريونية الغائبة (Baryonic dark matter) والمادة المظلمة والتي تعملين عليها مع فريقك البحثي. ما هي هذه المادة المظلمة الجديدة التي تدرسيها ؟ وكم قسطها من الـ 5% لنصيب المادة العادية؟

المادة في الكون لها طبيعتان: هنالك المادة العادية وهي ما يسمى المادة الباريونية (Baryonic matter) التي هي أساسا المادة النووية، ثم هناك مادة غير باريونية غير مرئية وتسمى المادة المظلمة. لذا فهي التي تحدثنا عنها سابقًا مع كرة ..... ومعظم المادة في الكون مصنوعة من مادة مظلمة ونحن لا نعرف ماهية طبيعتها في الوقت الحالي ولا نعرف ما هي الجسيمات المكوّنة لها. من ناحية أخرى ما نعرفه هو أنّ 5% من المادة في الكون هي في شكل مادة عادية (المادة التي تشكلنا والكواكب والنجوم...). ونعلم بدقة أنها 5% من المحتوى الكتلي للكون لأنه على وجه التحديد الـ CMB يسمح بقياس دقيق للغاية من خلال



مقارنة تنبؤات «عمليتي تركيب النووي النجمي والإبتدائي» (Stellar and primordial nucleosynthesis) وما إلى ذلك. لذلك تسمح لنا بالحصول على نسبة المادة الباريونية في الكون وهي 5٪.

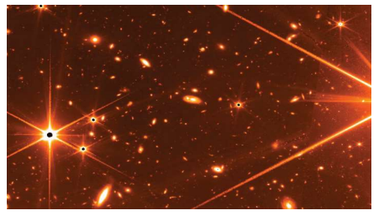
لكن المشكلة هي أننا أدركنا منذ حوالي أربعين عامًا أنه عندما نرصد توزيع المجرات القريبة منا وكذا النجوم والكواكب والغازات إلخ نجد أننا نفتقد حوالي النصف، فلدينا مادة مفقودة، مادة مخفية. أعددت مشروعًا بحثيا ERC خلال السنوات 5 الأخيرة، مع المجلس البحوث الأوروبي هدفه البحث عن هذه المادة. والفرضية التي قدمناها هي أنه إذا لم نتمكن من رصدها فليس الأمر أنها ليست موجودة ولكن أن تلسكوباتنا ليست حساسة بما يكفي لرؤيتها، إذ هذه يجبلها أن تكّن مستويات إشارة منخفضة جدًا على شكل غاز عند كثافة منخفضة جدًا ودرجة حرارة منخفضة نسبيًا. وقد تفطنا لهذه الفرضية عندما ننظر إلى المحاكاة الرقمية نتوقع رؤية هذا الغاز ولكن لا يراه. وقد استخدمنا في مشروعي البيانات الأرشيفية بالأشعة سينية و«بلانك» ولتوزيع المجرات، ثم نعالجها بأساليب إحصائية متطورة ونحاول إيجاد هذه المادة. وبالتالي في العمل الذي قمنا به. لقد استخدمنا بيانات من القمر الصناعي Rosat واكتشفنا ولأول مرة توقيعات مباشرة للمادة الباريونية المفقودة. ومؤخرًا هناك منذ بضعة أشهر استخدمنا بيانات من تلسكوب e-Rosita وهو قمر صناعي روسي-ألماني يعمل في ميدان الأشعة السينية جزء صغير وتم تأكيد النتائج التي توصلنا إليها مع Rosat. وقد استنتجنا أن هذه المادة الباريونية المفقودة هي موجودة في خيوط الشبكة الكونية من المجرات على شكل غاز متخلخل جدًا وغير ساخن نسبيا. وما نقوم به الآن هو حساب كمية المادة الموجودة في هذا النموذج لمعرفة ما إذا كنا قد وجدنا كل المادة المخفية أو جزءًا منها فقط.

لذا فقد وضعتم إصبعكم على هذا المكوّنة المفقودة للمادة العادية، لكن لم تتأكدوا بعد هل تطابق هذه المكونة المكتشفة الـ 3٪ الناقص. وإذا تمكنكم من ذلك فسيمكننا أن نقول أن نسبة المادة المجهولة ليست 98٪ بل مجرد 95٪! مع اطلاق تلسكوب جيمس واب، يقال أنّ الصورة التي ستلتقط ستكون الأبعد والأقدم التي سنراها في الكون، لكننا نعرف مسبقا أن CMB هي أول ضوء يمكن أن نراه للكون، فما هو تعليقك؟

أنا غاضبة ومنزعجة جدًا من ذلك المؤتمر الصحفي لوكالة ناسا تصف قدرة جيمس واب بهذا الشكل. هذا خاطئ تمامًا. صورة جيمس واب ليست أبعد صورة للكون المبكر! الـ CMB هي أقدم صورة للكون يمكن رؤيتها ولن تكون أي صورة أخرى قديمة مثل صورة الـ CMB. في الأساس كان الكون غاز متأين وهنالك فوتونات تنتشر في كل مكان وتتشتت مع جسيمات الغاز فكان الكون معتما فلا يسمح بمرورأي فوتون. وآخر سطح تشتت هو الذي يتوافق مع الـ CMB وهو الزمن الذي يتحرر فيه الفوتون من تفاعلاته مع المادة. لذلك لا يمكنك الحصول على أي صورة أخرى من الفوتونات قبل الـ CMB و CMB هي أقدم صورة يمكنك الحصول عليها من الكون. ولكن لسوء الحظ قد تحولت الأبحاث إلى الجنون تمامًا لأن الباحثين في وكالة ناسا يريدون المبالغة في كل نتائجهم من أجل حصولهم على التمويل والشهرة على الرغم أن بالتأكيد صور جيمس واب في غاية الروعة.. العلم ليس أول شيء أنت دائمًا تبني على ما فعله الآخرون.

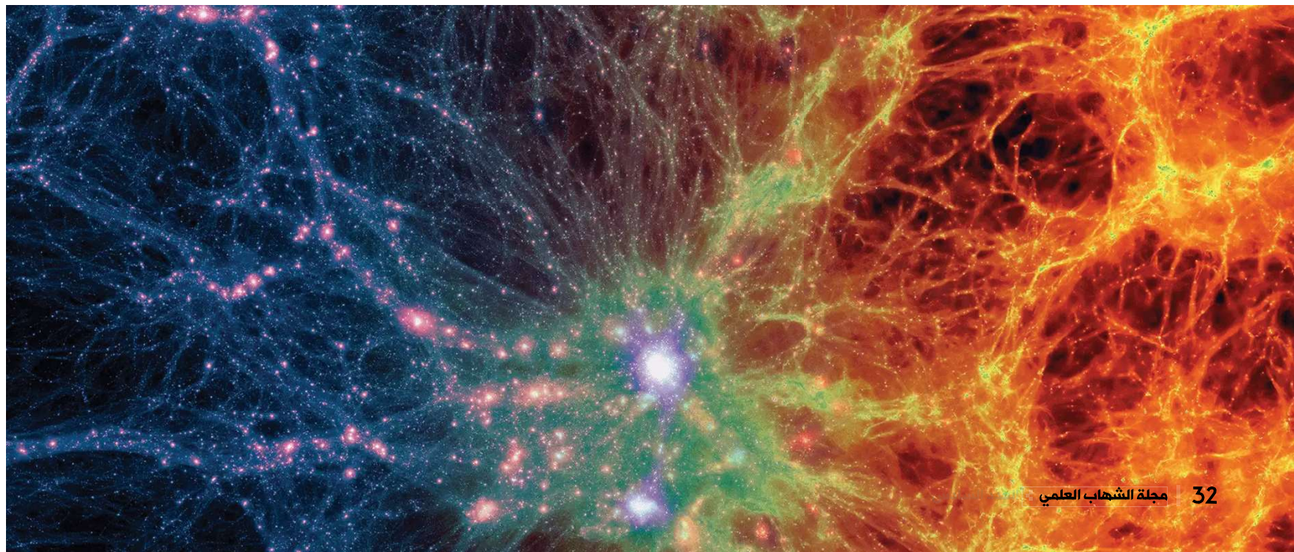
لكن لو نكن منصفين، ما يقصدونه هو أنه أول صورة «بصرية» (حشد مجري SMACS 0723) لمنظر مكوّن من مجرات واضحة الملامح، حتى لو في العبارة المستعملة نقص في الدقة...

إنهم لا يقولون ذلك بشكل صحيح، من المفترض أن نقول أشياء دقيقة جدًا للناس وإلا سيبدأ الناس في خلط كل شيء، لذلك لدينا مسؤولية كعلميين لنكون دقيقين. أعرف ما يريدون قوله لكنهم يصرحون بكلام مختصر يحتمل ما وقع الناس في ظنه، وفي النهاية تتحدث إلى وزير أو إلى سياسي أو إلى شخص ما في الخارج ويخبرك «أه لا ولكن ماذا تقول لي؟ سمعت وقرأت في الجريدة أن هذه هي أقدم صورة موجودة للكون». أنا غاضبة حقًا من هذا لأنّ هذا مجرد تواصل (تسويق) والتسويق يقتل القيمة العلمية للأشياء ويقتل كل شيء، وفي العلم علينا أن نكون دقيقين عندما نتحدث ولا يمكنك استبدال كلمة معينة بكلمة أخرى فهنالك كلمات تحتمل معنيين. هذا ما ألقنه بإصرار لإبنتي وعمرها 14 سنة.



صورة ملتقطة بـ JWST للكون البعيد.

سوف نأخذ بعين الاعتبار هذه النصيحة المهمة حول ضرورة امتثال بالدقة في التواصل مع الجمهور، خاصة في القضايا العلمية، ونشكرك مرة أخرى نبيلة بما أعطيت من وقتك، كانت فعلا مقابلة علمية ثرية وشيقة.



آلة رصد الماضي السحيق
الكون بعدسة جيمس واب

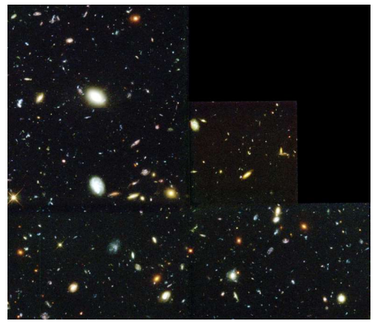
بقلم د . هشام قرقوري

حقل هابل العميق

في سنة 1995م، أراد الفلكيّ «روبرت ويليامز» توجيه التّلسكوب الفضائيّ «هابل» (Hubble Space Telescope) نحو بقعة فارغة تمامًا من الفضاء لمدّة 100 ساعة، انتُقِد بشدّة من طرف زملائه لاعتقادهم بأنّ ذلك مضيعة للوقت، ورغم ذلك ولكونه مدير معهد مراصد علوم الفضاء (Space Telescope Science Institue) فكان يمتلك 10% من وقته للرّصد، ووعد أنّه إذا لم يتحصّل على أيّ شيءٍ خاصّ من هذه الفكرة فسيستقيل من منصبه. بعد ذلك ولمدّة 100 ساعة بين 18 و28 ديسمبر 1995م، كان التّلسكوب «هابل» موجّهًا نحو بقعة فارغة من الفضاء داخل كوكبة الدبّ الأكبر الّتي لا يتجاوز قطرها 1/30 من قطر القمر. قام التّلسكوب بالتقاط 342 صورة للمنطقة بتعريضٍ يتراوح بين 25 إلى 45 دقيقة، ليظهر لنا أنّ المنطقة الّتي تبدو فارغة في الفضاء، هي في الحقيقة مليئة بالمجرّات بكلّ أنواعها: مجرّات حلزونيّة، إهليليجيّة، محدّبة، حمراء، زرقاء، برتقاليّة، صفراء وغيرها، حيث ظهرت أكثر من 3000 مجرّة في تلك البقعة الصّغيرة، بعضُها يتجاوز عمرها 12 مليار سنة. أظهرت الصّورة النّهائيّة الكون بطرقٍ لم يكن العلماء يتخيّلونها. هذه الصّورة تُعرف اليوم بحقل هابل العميق (Hubble Deep Field).

وبقدر ما كانت هذه الصّورة مذهلة، أراد الفلكيّون المزيد من الصّور. ومن هنا جاءت فكرة إنجاز تلسكوب فضائيّ أقوى من التّلسكوب «هابل» ويستخدم تقنيّات جديدة ليصوّر لنا الكون بعد بضع مئات ملايين السّنين من نشأته. تلك الفترة الّتي لا تزال تخفي الكثير حول فهمنا لنشأة الكون وتشكّل النّجوم والمجرّات.

التلسكوب الفضائي هابل Hubble space telescope

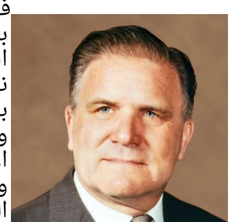


صورة الفضاء العميق من التلسكوب الفضائي هابل.

بدايات الكون

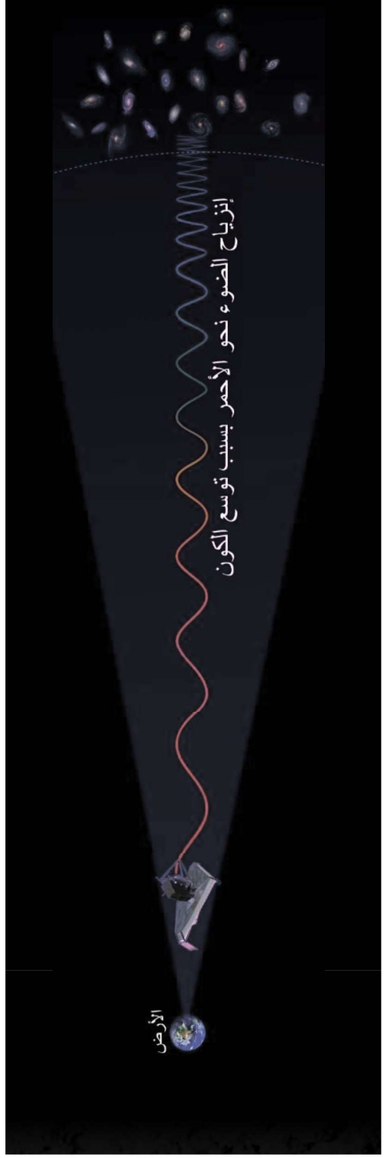
كلّ ما نراه في السماء هو من الماضي، فضوء الشّمس الّذي نراه يستغرق حوالي 8 دقائق للوصول إلينا، أي أنّنا نرى الشّمس قبل 8 دقائق من الآن، كما أنّ أقرب نجم منا يستغرق ضوءه حوالي 4 سنوات للوصول إلينا، وكلّما ابتعدنا أكثر نظرْنا أبعد في الماضي. ومن هنا يأتي القول الشّهير «إذا وُجد كائن فضائيّ على بعد 65 مليون سنة ونَظر إلى الأرض باستعمال تلسكوب قويّ فسيرى الدّيناصورات» أي الأرض قبل 65 مليون سنة. بنفس الفكرة كلّما نظرنا أبعد في الفضاء فنحن نرى النّجوم والمجرّات في الماضي؛ عندما انطلق منها الضوء الّذي نراه الآن. ولهذا تُعتبر التّلسكوبات آلاتٍ زمنيّة تُمكّننا من رصد ماضي الكون، فالتّلسكوب «هابل» من خلال صورة الحقل العميق، مكّننا من رؤية مجرّات تبعُد عنّا بـ 13 مليار سنة ضوئيّة أي حوالي 800 مليون سنة بعد الانفجار العظيم. في بداية التشكّل، كان الكون ساخنًا وكثيفًا جدًّا، ومع انخفاض حرارته، بدأت الإلكترونات تتفاعل مع الأنوية مُشكّلةً الذرّات الأولى، وبعد بضع مئات ملايين السّنين بدأت النّجوم الأولى وبعدها المجرّات الأولى في الظّهور. لكن كيف كانت تبدو هذه النّجوم؟ وكيف تشكّلت من دون سدم؟ وكيف تشكّلت المجرّات؟ وغيرها من الأسئلة الّتي لا تزال إلى يومنا هذا من دون إجابة.

مشروع التّلسكوب الفضائيّ «جيمس واب»



جيمس واب المدير الثاني لوكالة ناسا

في سنة 1997م بدأت وكالة الفضاء الأمريكيّة ناسا (NASA)، بالشّراكة مع وكالة الفضاء الأوروبيّة (ESA)، ووكالة الفضاء الكنديّة (CSA)، الاشتغال على مشروع تلسكوب فضائيّ جديد يُدعى «جيمس واب» (James Webb Space Telescope) الّذي سُمّيَ نسبة إلى المدير الثّاني لناسا «جيمس واب» (James E. Webb) الّذي بلغت تكلفته حوالي 10 مليار دولار. كان من المبرمج إطلاقه في أكتوبر 2018م، ولكن بسبب تعقيدات التّكنولوجيا المستخدَمة والخوف من عدم نجاح المشروع، تأجّل إلى حين التأكّد من جاهزيّة كلّ شيء ومن نسبة الفشل ضئيلة جدا، ليتمّ إطلاقه في الخامس والعشرين من شهر ديسمبر عام 2021م نحو مداره الّذي يَبعُد عن الأرض بحوالي 1.5 مليون كيلومتر.*

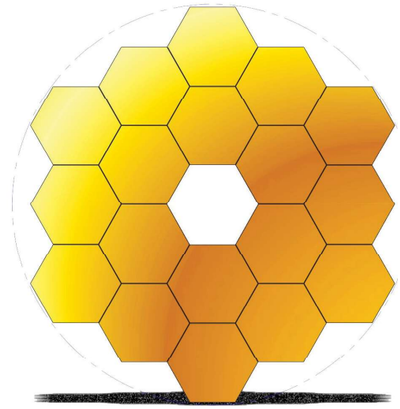


الصورة أثناء تجميع تلسكوب جيمس واب الفضائي بالكامل مع حاجب الشمس وهياكل البليت الموحدة قبل طيها للإطلاق. مركز جودارد لرحلات الفضاء في جرينبيلت ، ماريلاند، الولايات المتحدة..

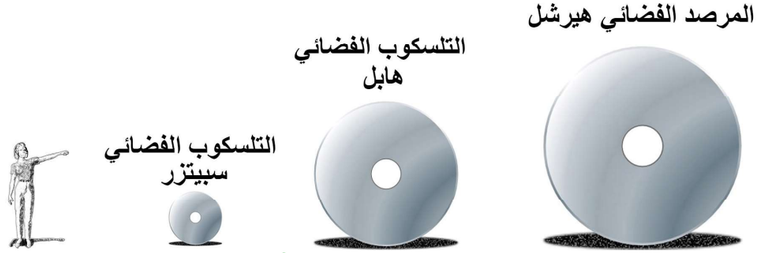
ما الفرق بين «جيمس واب» و«هابل»؟

«جيمس واب» أقوى بمائة مرّة من التّلسكوب الفضائيّ «هابل»، أي أنّه يستطيع رؤية أجسام أخفتَ بمائة مرّة من التّلسكوب هابل، فمرآة هذا الأخير يبلغ قطرها 2.4 متر، في حين يبلغ قطر مرآة التّلسكوب «جيمس واب» 6.5 متر. إضافة إلى هذا؛ يعمل «جيمس واب» في مجال الأشعّة تحت الحمراء (Infrared light) والّتي تستطيع اختراق السّحب الغباريّة البين نجميّة والّتي تَحجُب عنّا جزءً من الضّوء القادم من النّجوم والمجرّات البعيدة في مجال الضّوء المرئيّ، كما يمكنه أن يرى أبعد بكثير ممّا استطاع «هابل» رؤيتُه، إضافة إلى هذا؛ فتوسّع الكون وتمدّد المسافات بين الأجرام في الفضاء يؤثّر حتّى على الضّوء حسب النّسبيّة العامّة لآينشتاين مما يجعل الضّوء القادم نحونا من النّجوم والمجرّات الأولى يتمدّد ويصبح مرئيًّا في مجال الأشعّة تحت الحمراء بدلًا من الأشعّة المرئيّة فيما يُعرف بمفعول الانزياح نحو الأحمر (Redshift). أُرسلت تلسكوبات عديدة للرّصد في مجال الأشعّة تحت الحمراء من قبل كالتّلسكوب «سبيتزر» (Spitzer) وتلسكوب «هيرشل» (Herschel)، ولكن كبر حجم مرآة «جيمس واب» والتّكنولوجيا المستخدمة فيه تسمح له برؤية أجسام بعيدة وخافتة جدًّا تشكّلت بضع مئات ملايين السّنين بعد الانفجار العظيم. ولهذا فإنّ واحدة من المهام الأساسيّة لهذا التّلسكوب هي رصد بدايات الكون.

التلسكوب الفضائي جيمس واب

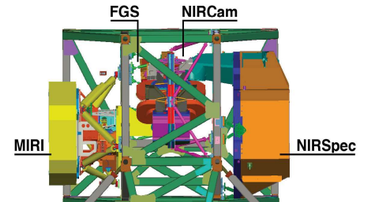


حجم مرآة جيمس واب مقارنة بتلسكوبات فضائية سابقة



تركيبة «جيمس واب»

يمتلك التّلسكوب «جيمس واب» أربعة أجهزة أساسيّة: كاميرا نيركام (NIRCAM) وهي كاميرا ذات مجال قريب من الأشعّة تحت الحمراء (طول الموجة بين 0.6 إلى 5 ميكرون)، تستطيع هذه الكاميرا رؤية أجسام خافتة جدًّا كالنّجوم والمجرّات



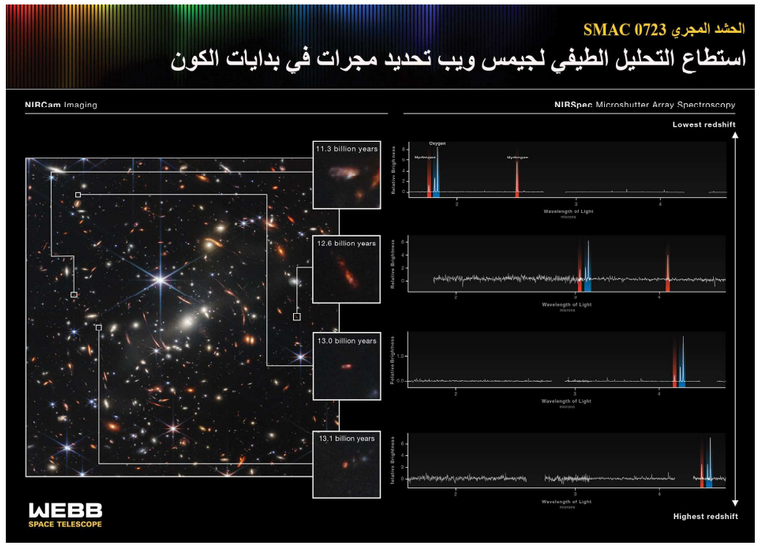
الصورة في الأعلى تظهر أحد المهندسين وهو يشتغل على الأجهزة العلمية المرفقة للتلسكوب الفضائي جيمس واب أما الصورة في الأسفل فتظهر مختلف تلك الأجهزة العلمية (FGS, NIRCam, MIRI, NIRSpec).

الأولى، إضافة إلى أنّها تستطيع رؤية الكواكب الخارجيّة، ولمعرفة العناصر الكيميائيّة الموجودة في هذه الأجرام، يستخدم التّلسكوب «جيمس واب» جهازا آخر يدعى نيرسباك (NIRSPEC) الذي يعمل في نفس مجال الأشعّة القريبة من تحت الحمراء،

ودوره يتمثّل في تحليل الطّيف الضوئيّ القادم من هذه الأجرام البعيدة ممّا يسمح لنا بتحديد خصائصها كالكتلة، الحرارة والتّركيبة الكيميائيّة. يستغرق تصوير هذه الأجسام الخافتة أكثر من 100 ساعة، ولجعل هذه الكاميرات قادرة على تصوير العديد من الأجرام في نفس الوقت وجمع الكميّات الكافية من الضّوء القادم منها، طوّر المهندسون القائمون على «جيمس واب» جهازًا يُدعى: «مستشعر التّوجيه الدّقيق» (Fine Guidance Sensor)، وليتمكّن من رصد الأجسام المتواجدة خلف السّحب الغباريّة في الفضاء البين نجميّ، يستخدم «جيمس واب» أداة أخرى تدعى «ميري» (MIRI) الّتي تعمل في مجال الأشعّة تحت الحمراء، وهي مزوّدة بكاميرا ومحلّل طيفيّ، كما تُمكّننا من رصد الأجسام الّتي انزاح الضّوء القادم منها وأصبحت مرئيّة في مجال الأشعّة تحت الحمراء.

ماذا أعطتنا الصّور الّتي التقطها «جيمس واب»؟

بعد بضعة أسابيع من إطلاق الصّور الأولى لجيمس واب، بدأنا في الحصول على صور لمجرّات ذات انزياح أحمر عالٍ جدًّا، والانزياح نحو الأحمر هو معدّل قياس سرعة ابتعاد هذه المجرّات عنّا، وهي السرعة الّتي يمكن تحويلها إلى وقت؛ أي متى انطلق الضّوء من تلك المجرّات.
بالنّسبة لهابل، كان قادرًا على رؤية المجرّات في فترات تُقدّر بحوالي 800 مليون سنة بعد الانفجار العظيم، «جيمس واب» استطاع رؤية المجرّات في فترات تُقدّر بحوالي 250 مليون سنة بعد الانفجار العظيم، وهذا الزّمن مهمّ جدًّا فهو على حسب الفلكيّين الوقت الذي بدأت فيه المجرّات الصّغيرة تتجمّع مُشكّلةً مجرّات ضخمة كالّتي نراها اليوم. كان من المتوقّع رصد تشكيلات نجميّة صغيرة معظمها غير متجانسة والّتي تتجمّع



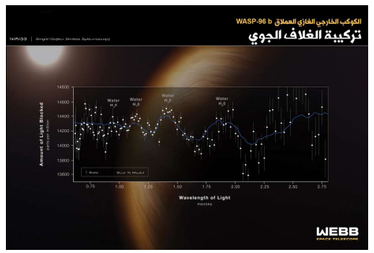
مع الوقت مشكّلةً مجرّات كبرى ذات أشكال أكثر انتظامًا، ولكنّ المفاجأة الحاصلة أن ما تمّ رصده بالتّلسكوب «جيمس واب» لتلك الفترة؛ أي 250 مليون سنة بعد الانفجار العظيم، الّتي بدأت فيها المجرّات بالتشكّل، كانت بالفعل مجرّات كبيرة تظهر على شكل أقراص كالمجرّات الّتي نراها اليوم وليس هذا فقط؛ وإنّما النّجوم أيضًا فقد كانت بالفعل ناضجة.

خماسية ستيفان مصورة بـ NIRCAM و MIRI

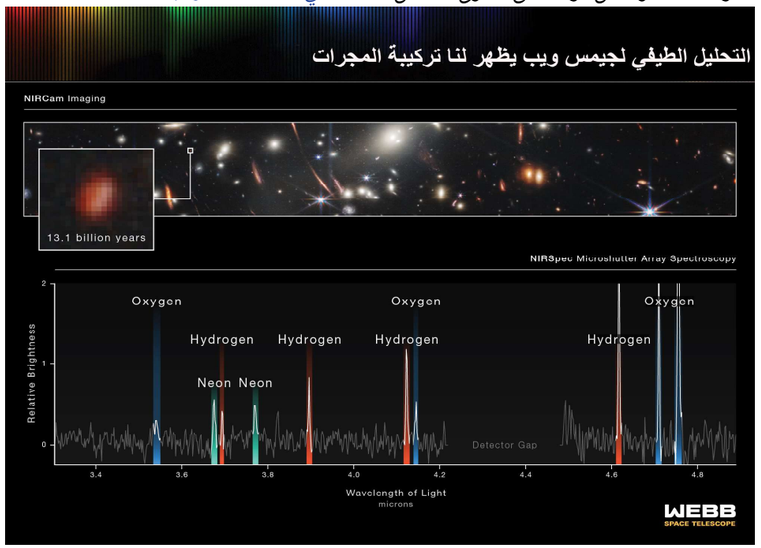
بالعودة إلى بدايات الكون كان كلّ شيءٍ عبارة عن هيدروجين والقليل من الهيليوم، وكان من المتوقّع أنّ تلك النّجوم تتكوّن أساسًا من عناصر خفيفة أي الهيدروجين والهيليوم، ولكنّ المفاجأة الّتي أظهرتها كاميرا التّحليل الطّيفيّ NIRSpec أنّ هذه النّجوم تحوي عناصر أثقل كالأكسجين، الّتي تتشكّل فقط داخل قلب النّجوم الموشكة على الموت، وهذا يعني أنّ المجرّات في ذلك الوقت كانت مليئة بنجوم تمتلك عناصر ثقيلة، أي أنّها مرّت بمراحل تشكّل النّجوم وموتها وانفجارها على شكل «سوبرنوفا» مكوِّنة عناصر أثقل، ومناطق أخرى لتشكّل نجوم جديدة تحتوي على هذه العناصر.
وهذا يقودنا إلى فهم أنّ تشكّل المجرّات والنّجوم في ذلك الوقت كان أكثر تعقيدًا مما اعتقد الفلكيّون، وهذا لا يعني أنّ نظريّة الانفجار العظيم خاطئة، وإنّما نحن بحاجة لمزيد من البيانات والأبحاث لإكمال القطع النّاقصة حول فهمنا لبدايات الكون وبداية تشكّل النّجوم والمجرّات.

المزيد؟

إضافة إلى مهمته الكوسمولوجية، لدى جيمس واب مهمة أخرى وهي رصد الكواكب الخارجية وتحليل الطيف القادم منها لمعرفة التركيبة الكيميائية لغلافها الجوي. ومن أولى التحليلات والصور التي ارسلها التلسكوب جيمس واب هي التحليل الطيفي للغلاف الجوي لكوكب خارجي غازي عملاق يدعى WASP-96 b، يدور حول نجم شبيه بالشمس وابعد عن الأرض بمسافة 1150 سنة ضوئية. أظهرت هذه التحاليل البصمة الواضحة للمياه ، وعلامات الضباب، والأدلة على وجود الغيوم التي كان يعتقد أنها غير موجودة بناءً على الملاحظات السابقة.



التحليل الطيفي للغلاف الجوي للكوكب الخارجي WASP-96 b والّتي تظهر علامات واضحة على وجود الماء في غلاف هذا الكوكب



عمق الكون المرصود بعدسة جيمس واب

التلسكوب الفضائي جيمس واب
JWST

سديم أعمدة الخلق (Pillars of Creation)

كوكب المشتري

كوكب أورانوس

مجرة عجلة العربة (Cartwheel Galaxy)

التلسكوب الفضائي جيمس ويب

هو أكبر تلسكوب فضائي بصري يعمل بالأشعة تحت الحمراء. فهو مزود بأجهزة عالية الدقة و الحساسية مما يسمح له بمشاهدة الأشياء البعيدة أو الباهتة بالنسبة لتلسكوب هابل الفضائي. يتيح ذلك إجراء دراسات عديدة في علم الفلك وعلم الكونيات، مثل دراسة نشأة وتشكيل النجوم والمجرات الأولى، دراسة تطور الكون، ودراسة التركيبة الكيميائية لإغلاف الجوي للكواكب الخارجية التي يحتمل أن تكون صالحة للعيش.

Design: H. Guergouri
وحدة البحث في الوساطة ونشر الثقافة العلمية

الانقراض الجماعيّ السّادس
هل الحياة مهددة على كوكبنا؟

بقلم: د. عزيز مليايي

عزيز مليايي باحث في الأحياء والبيئة، يعمل معنا في وحدة الأبحاث (والتي انضمت مؤخرًا إلى جامعة منتوري). لديه مجموعة واسعة من الاهتمامات النابعة من اهتمامه بالتحديات البيئية في عصرنا ، من الوقاية من المخاطر البيئية ، إلى دراسات macrobiota وطرق تحسين الصحة من خلال العادات الغذائية الجيدة.

Aziz Meliani is an environmental biologist working at our Research Unit (and recently affiliated with Mentouri University). He has a wide range of interests stemming from his concern with the environmental challenges of our time, from environmental risk prevention, to macrobiota studies and ways to improv health through good dietary habits.

ما هو الانقراض الجماعيّ؟

ظهرت الحياة على الأرض منذ 3.8 مليار سنة، خلال هذا الوقت كان هناك خمسة انقراضات جماعيّة بسبب كوارث مختلفة، ففي كلّ مرّة انقرض أكثر من 75٪ من أنواع الحيوانات والنباتات. حدث كل انقراض على مدى بضعة ملايين من السنين، وهي فترة قصيرة على النطاق الجيولوجيّ. الآن؛ يقدّر العلماء أنّ كوكبنا يشهد الانقراض الجماعيّ السّادس، وهذه المرّة الكارثة المتسبّبة في ذلك هي الأنشطة البشريّة.

وفقًا للصُحفيّة «إليزابيث كولبير»، مؤلّفة كتاب: «الانقراض السّادس»؛ نحن نعيش في زمن يشهد نسبة انقراض عالية جدًا، مثل حالات الانقراض الجماعي الماضية، وهذا يثير تساؤلات حول بقائنا. حسب دراسة جديدة نُشرت في مجلة « Proceeding of the National Academy of Science» تُقدّر نسبة الأنواع الحيوانيّة المهدّدة بالانقراض خلال القرون القادمة بـ 75٪، ومن المفروض أن يستغرق هذا آلاف السّنين في حالة عدم تدمير الطّبيعة بالأنشطة البشريّة. فخلال العشرين عاما القادمة، سيكون أكثر من 500 نوع حيوانيّ قد اختفى، وهو عدد أكبر ممّا كان عليه في القرن الماضي. كانت بعض عائلات الحيوانات موضوع ملاحظات معمّقة في هذه الدراسة، فقد اقتصرت على الفقاريات ، مثل الثدييّات والطّيور والزّواحف والبرمائيّات.

ما الذي يُثبت بشكل لا يقبل الجدل تورّط الإنسان في هذه العملية؟

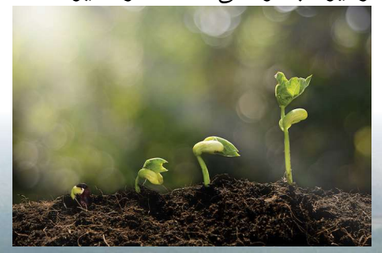
جلّ انقراضات الأنواع خلال المائة عام الماضية مرتبطة بالأنشطة البشريّة. لقد تناولت آلاف المقالات العلميّة هذا السؤال. الأسباب هي الصّيد الجائر، وإدخال الأنواع الاجتياحية، والتلوث، و تدمير الغابات، وتغيّر المناخ، والزراعة الأحاديّة والزراعة المكثفة... إلخ. يُحدث الإنسان خللًا في المعايير الجيولوجيّة وفي المسار الطبيعي للدورات البيوجيوكيميائية، لدرجة أنّ المختصين يتحدثون عن عصر جيولوجي جديد يسمّى «الأنثروبوسين» حيث تحدّد الأنشطة البشريّة مصير الكوكب.

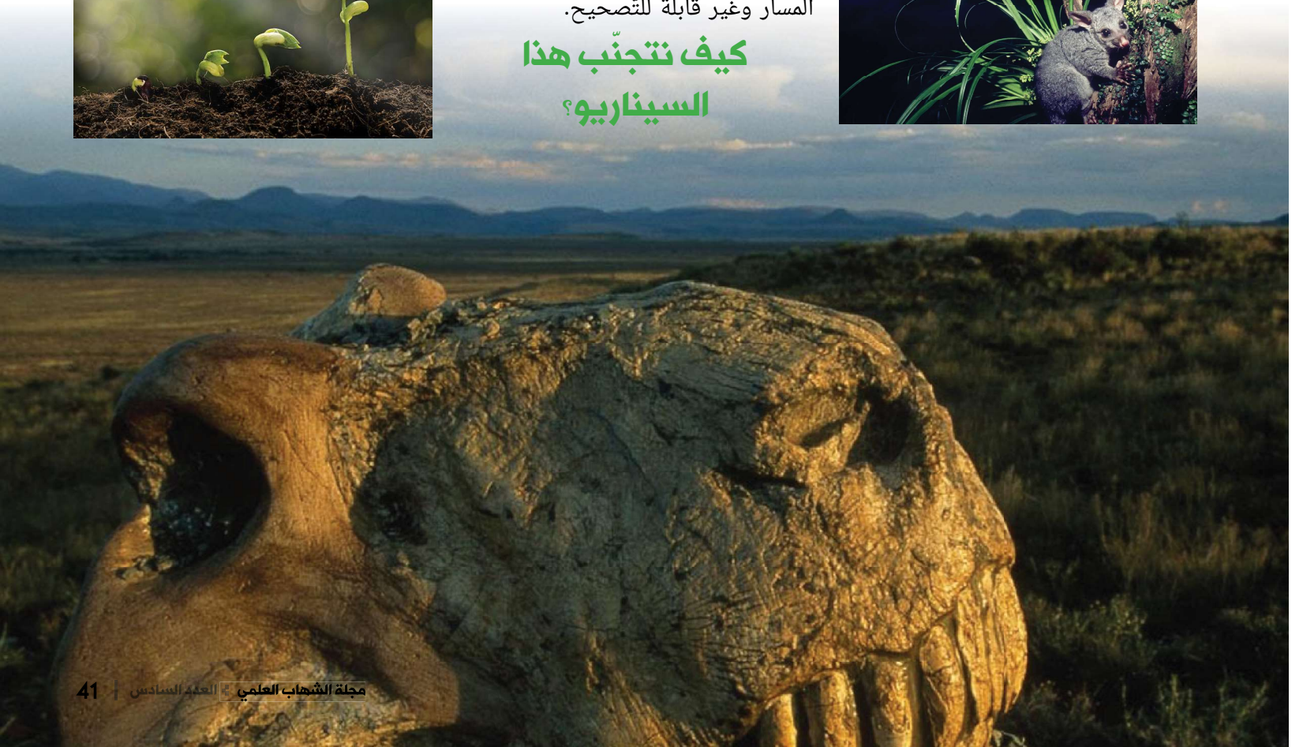
وفقًا لدراسة نُشرت في جوان 2013 في «Science Advance» يمكن أن تكون نسبة انقراض الأنواع أعلى مئة مرة ممّا كانت عليه في الانقراضات الجماعيّة السّابقة، مع العلم أنّ الدراسة أُخذت بعين الاعتبار الحيوانات المعروفة فقط. حيث تُخفي محيطات وغابات كوكبنا عددًا كبيرا من الأنواع، التي سيختفي معظمها قبل اكتشافها. أنواع الجزر معرّضة بصفة خاصّة وبشدّة للانقراض لعدّة أسباب. لقد عاشت دائمًا منعزلة، لكنّ الإنسان يقوم حاليًا بإزالة جميع الحواجز. على سبيل المثال لم تكن هناك ثدييات أرضيّة في نيوزيلندا، فالأنواع التي تطورت في غياب مثل هذه الحيوانات المفترسة هي حاليا مهدّدة، مما تسبّب في انقراض عدد كبير من أنواع الطيور، ناهيك عن تلك التي هي الآن في خطر كبير، وبالتالي فإنّ المناطق التي بقيت منعزلة لفترة طويلة تكون أكثر هشاشة، وكذلك الأنواع التي تنتمي لنظم بيئيّة محدودة الرّقعة، والتي لا توجد إلا في مكان واحد في العالم، فهي شديدة التأثّر بهذه التغيرات.

يقول العلماء: "إنّ الانقراض يُولّد الانقراض، إنّه تأثير الدومينو، وعلى عكس المشاكل البيئيّة الأخرى، فإنّ هذه الظاهرة أحاديّة المسار وغير قابلة للتّصحيح.

كيف نتجنّب هذا السيناريو؟

الحلول موجودة وقد تمّ شرحها على نطاق واسع من قبل مختصّين مختلفين وفي مختلف القطاعات التي تحدّد هذه الديناميكية، ولكن كلّما تأخرنا في تطبيقها فات الأوان. يتطرّق المقال المذكور أعلاه أيضًا إلى الترابط بين البشر والطّبيعة. إنّ اتّخاذ الإجراءات اللّازمة أمر مهم لأسباب عديدة، بما في ذلك حقيقة أنّ الحياة الحيوانيّة والنّباتيّة، تؤثّر بشكل مباشر وغير مباشر على صحتنا ومصيرنا.

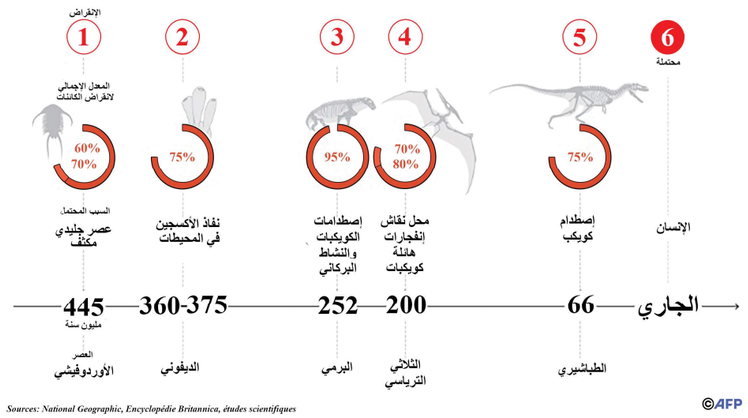




حيوانات في طريقها للإنقراض

الإنقراضات الجماعيةالكبرى

منذ 500 مليون سنة ، شهدت الأرض 5 فترات تم خلالها هلاك نصف الكائنات الحية على الأقل.



Sources: National Geographic, Encyclopédie Britannica, études scientifiques

التلوّث الكهرومغناطيسيّ

بقلم أ.د إسماعيل بوجعدار

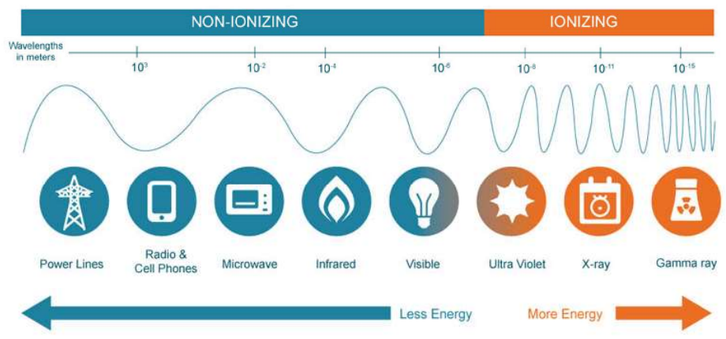
إسماعيل بوجدار بروفيسور محاضر أول بقسم الفيزياء بجامعة قسنطينة 1 بالجزائر. قام بتدريس وحدات دورة في الفيزياء الأساسية لطلاب البكالوريوس Chaabat لسنوات عديدة في حرم Erassas بتفان كبير. وهو معروف أيضًا بالتزامه باستخدام لغة عربية علمية أنيقة ودقيقة في تعليمه عندما يتم تدريس العلوم في كثير من الأحيان في خليط بغيض من اللغات المتنافرة. مجال خبرته العلمية هو تقنية النانو والمركبات الصديقة للبيئة

Ismail Boudjaadar is a senior lecturer at the Department of Physics at University of Constantine 1 in Algeria. He has been teaching course units in fundamental physics for undergraduate students for many years at the Chaabat Erassas campus with great dedication. He is also known for his commitment to use in his teaching elegant and accurate scientific Arabic when often science is taught in an unsavory jumble of dissonant languages. His domain of scientific expertise is nanotechnology and eco-friendly compounds.

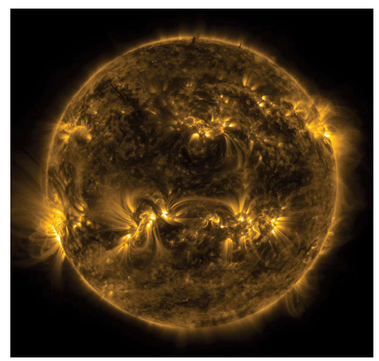
الطيف الكهرومغناطيسي

الشّمس هي المصدر الطّبيعيّ الأساسيّ للإشعاع الكهرومغناطيسيّ الذي يصل الأرض على شكل موجات أو على شكل طاقة ضوئيّة وحراريّة. ينتُج عن التفاعل بين هذا الإشعاع ومختلف مكوّنات الأرض ظواهر فيزيائيّة عديدة، أهمّها: الامتصاص والانعكاس والانتشار. يتكوّن الإشعاع الكهرومغناطيسيّ من تراكب حقلين جيْبيّيْن، أحدهما كهربائيّ والآخر مغناطيسيّ ،لذلك كانت التّسميّة الطّيف الكهرومغناطيسيّ. تنتشر هذه الأمواج في الفراغ على شكل جُسيْمات مهمَلة الكتلة وغير مشحونة تُسمّى بالفوتونات، تتحرّك بسرعة ثابتة $c=3\times10^{8}m/s$ لها تواتر (ν) وطول موجيّ (λ) وتحمل طاقة تتناسب طرديًّا مع تواتر الإشعاع وعكسيًّا مع طول الموجة، تُعطى بعلاقة بلانك – أنشتاين $E=h\nu=\frac{hc}{\lambda}$.

يُمثّل الضّوء المرئيّ $(380nm\leq\lambda\leq800nm)$ نطاقًا ضيّقًا جدًّا من الطّيف الكهرومغناطيسيّ الّذي يمتدّ من الأمواج



الشكل 1: الطيف الكهرومغناطيسي



الراديويّة الطّويلة جدًّا إلى أشعّة «غاما» القصيرة جدًّا، فالمجال الأكبر من الإشعاع الكهرومغناطيسيّ لا يُرى بالعين البشريّة. تَمّ تقطيع الطّيف الكهرومغناطيسيّ وفق الطّول الموجيّ أو مجال التردّدات أو الطّاقة إلى حُزَمٍ ونُطُق مختلفة كأمواج الرّاديو وتحت الحمراء وفوق البنفسجيّة والمرئيّة...إلخ **(الشكل1)**. لكلّ حزمة من حُزَمِ الأمواج الكهرومغناطيسيّة الصناعيّة تطبيقات علميّة وتقنيّة مختلفة، كالتّواصل بالأقمار الصّناعيّة والهاتف النقّال والرّاديو وشبكة الواي فاي والطبخ بالمايكروّيف والنّظر والتّصوير الطبيّ ومعالجة السّرطان وغيرها.

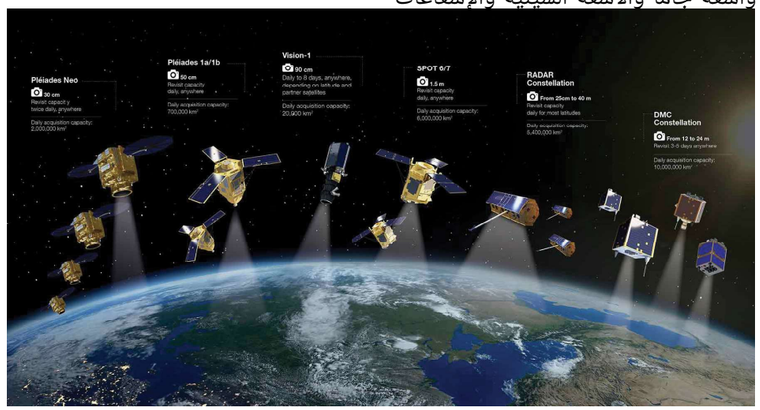
تتعرّض الكائنات الحيّة عمومًا والكائن البشريّ خصوصًا يوميًّا إلى أشكال متعدّدةٍ من إشعاعاتٍ طبيعيّة أو صناعيّة خارجيّة، واعتمادًا على كميّة الطّاقة الّتي تحملها هذه الإشعاعات يمكن تصنيفها إلى إشعاعات مؤيّنة وإشعاعات غير مؤيّنة، فالإشعاعات غير المؤيّنة تحمل طاقة غير كافية لتأيين ذرّات وجزيئات الخلايا الحيّة كالمجال الكهرومغناطيسيّ السّاكن للأرض والحقول المغناطيسيّة النّاشئة عن مرور تيّارات شديدة في خطوط الضّغط العاليّ وأفران المايكروّيف ونظام الملاحة العالميّ GPS والأقمار الصناعيّة **(الشكل 2)**، والهاتف النقال وهوائيّات الإرسال **(الشكل 3)**، والأشعّة تحت الحمراء و فوق البنفسجيّة.... إلخ.

أمّا الإشعاعات المؤيّنة فهي الّتي تحمل طاقة كافية لنزع إلكترون أو أكثر من مداره الخارجيّ في ذرّات الأنسجة الحيّة والإخلال حينها بالتّوازن مع بروتونات النّواة ممّا يجعل الذرات و الجزيئات مشحونة بشحنات موجبة، يوجد أنواع عديدة من الإشعاعات المؤينة، كالجسيمات الثقيلة والمشحونة والبروتونات وأشعة ألفا وبيتا وأشعّة جاما والأشعّة السينيّة والإشعاعات النوويّة. بعض العناصر الطبيعيّة المشعّة موجودة في الهواء كغاز الرادون وفي أجسامنا كعنصر البوتاسيوم والبعض الآخر موجود في التربة.

الشكل 3. هوائيات الإرسال

التأثيرات السلبية المحتملة

نظام الملاحة الدوليّة GPS (يضمّ 24 قمرًا صناعيًا محيطة بالكرة الأرضية من كلّ الجهات **(الشكل 4)**، وأقمار التجسّس والبثّ التلفزيونيّ، إضافة إلى محطّات الإرسال والاستقبال للهاتف الجوّال) جعل الكرة الأرضيّة قفصا ملوّثا بأمواج الرّاديو وأمواج الميكروويف من كلّ الجهات، نمتحن في هذا المقال انطلاقًا من تقارير مؤسّساتيّة متخصّصة وبحوث علميّة حديثة بعض التّأثيرات السلبيّة المحتملة لبعض مظاهر



الشكل 2. البث التلفزيوني بالأقمار الصناعية

الشكل 4. نظام الملاحة الدولي GPS

التطور العلميّ والتكنولوجي على صحّة الإنسان، والمتمثّل في التّصوير الطبيّ بالأشعّة السينيّة والاستعمال المكثّف للهاتف النقّال الذي أضحى من ضرورات الحياة، يستخدمه أكثر من خمسة ملايير من البشر. هل يمكن اعتبار الإشعاعات الصّادرة عن الهواتف المحمولة ضيوفا مريبة ومزعجة للإنسان؛ فرضها التقدم العلمي والتطور التكنولوجي رغم ما تقدّمه من خدمات جليلة في سبيل رفاهيّته وتيسير حياته، أم أنّه لا خطر على حياة البشر من هذه الإشعاعات؟

يعتمد نوع الضّرر المحتمل الذي يلحقه الإشعاع بالخلايا الحيّة والأنسجة على طاقة الجرعة الإشعاعيّة ومصدرها، فالإشعاعات المؤيّنة مسرطنة بصفة عامّة فهي قادرة على تدمير الحمض النوويّ للإنسان بسبب طاقتها العالية، لذلك هناك شبه إجماع على أنّها مسبّبة للسّرطان على المدى البعيد. أمّا الإشعاع غير المؤيّن فتأثيره إن وُجد فمحدود خاصّة أمواج الرّاديو المستعملة في الهاتف النقال فهي إشعاعات ذات طاقة ضعيفة لا يمكنها إتلاف الحمض النوويّ، فالتّأثير البيولوجي الوحيد للترددات الراديوية المعروف لدى البشر هو التّسخين في منطقة الجسم التي يكون فيها جهاز الهاتف قريبًا، كالأذن والرأس لكن التسخين منخفض الدرجة ولا يكفي لزيادة درجة حرارة الجسم الأساسيّة.

التصوير الطبي «الإشعاعات المؤينة»

يُعتبر علم الأشعة Radiology أحد فروع الطب الذي يستخدم تقنيّات التصوير الطبي للتشخيص والعلاج في الوقت نفسه. بسبب التطور التكنولوجي الهائل الذي عرفته البشريّة لم يعد يقتصر علم الأشعة على التصوير بالأشعة السينيّة فقط X-Ray، بل ظهرت تقنيات عديدة كالتصوير بالأمواج

فوق الصوتيّة والرنين المغناطيسيّ والعلاج الإشعاعيّ والتصوير التّشخيصيّ والطب النووي، ممّا يطرح تساؤلات حول الآثار السلبيّة لهذه الإشعاعات على جسم الإنسان المريض أو التقنيّ المختص المعالج.

الأشعة السينية:

الأشعة السينيّة هي شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي عالي التردّد اكتشفها العالم الألماني وليام رونتجن عام 1895م، تتكون من فوتونات تتراوح طاقتها بين بضع مئات من الإلكترون فولط eVإلى عدّة ملايين من الإلكترون فولت MeV و يتراوح تواترها بين 1016 و 1020 هرتز. الأطوال الموجية للأشعة السينية من رتبة الأبعاد الذريّة حيث تتراوح ما بين 0.03 و10 نانومتر1. هذه الخاصية تسمح لها باختراق الأجسام والمرور عبر المواد المختلفة التي منها المعتمة للضوء كجسم الإنسان والخشب والشرائح المعدنيّة الرقيقة. يمكن أن يكون منشأ الأشعة السينية طبيعيا كالذي يحدث في المجرّات أو صناعيا من إبداع الإنسان. تنشأ الأشعة السينية عن ظاهرة: امتصاص – إصدار، الناتجة عن تفاعل إلكترونات مُسرَّعة مع نواة وإلكترونات المدارات الداخلية في ذرات مادة صلبة مستهدَفة، تنبعث الأشعة السينية وفق آليتين مختلفتين: آلية الفرملة التي ينتج عنها أشعة سينية مستمرة وآلية ثانية ينتج عنها الأشعة السينية المميزة.

إستخداماتها:

الميدان الطبي هو المستفيد الأكبر من اكتشاف الأشعّة السينيّة، إذ تُعتبر التقنية الأساس في التصوير الشعاعيّ في الطب للكشف عن تسوّس الأسنان وكسور العظام وتحديد مواقع الأجسام الصلبة مثل الشظايا أو الرّصاص في الجسم، وكذلك الكشف عن الأورام في الجسم **(الشكل 5)**. بفضل هذه الأشعة أصبح من الممكن رؤية الكسور العظمية بدقة عالية حيث

الشكل 5. صور الأشعة السينية

تستطيع هذه الأشعة اختراق الأجسام الليّنة مثل الجلد واللحم ولكنها لا تستطيع المرور عبر العظام، مما يؤدي لظهور صورة الأخيرة على أفلام التصوير الفوتوغرافي المخصّصة لذلك. أيضاً يستخدم الأطباء هذه الأشعة في علاج الأورام السرطانيّة والقضاء عليها. فالأشعة السينية تُميت الخلايا السرطانية وتقضي عليها، أمّا خلايا الجسم السليمة فهي تستعيد حيويّتها بعد فترة قليلة وتعود سليمة معافاة.

أخطار الأشعة السينية:

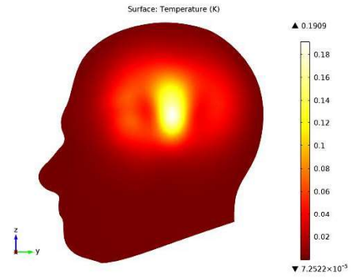
الأشعة السينية هي إشعاعات مؤيّنة يمكنها اختراق النسيج الجسماني و لها تأثيرات مضرّة على الصحة إذا كانت فترات التعرّض لها طويلة، أو تكرّر التعرض لها مرات عديدة ومتقاربة أو كانت شدّتها عالية. أمّا أضرارها فهي متعدّدة كإتلاف الجلد والعيون وسقوط الشّعر وإحداث أمراض الدم والخلايا التي تسبب مرض السرطان وتشوهات الأجنة، لذلك تضع الحكومات تعليمات وتشريعات تتعلّق باستعمال الأشعة السينية سواء في الطب أو في الصناعة، وتراقب الامتثال لتلك التعليمات وتعاقب المخالفين لها طبقا للقوانين الموضوعة في هذا الشّأن. ولكن تُستعمل الأشعة السينية أيضا في مكافحة مرض السرطان بطريقة تركيزها على الخلايا السرطانية المريضة. وبصفة عامة يجب أن لا تتعرض المرأة الحامل للأشعة السينية، كما يجب الحذر جدّا من استخدامها على الأطفال، وقد تسبّب العقم عند الرجال والنساء إذا تعرّضت الأجهزة التناسلية لها.

الهاتف النقال «الإشعاعات غير المؤينة»

معلوم أنّ الهواتف الخلوية هي أجهزة إرسال واستقبال، إذ تُعتبر أكبر مصدر للإشعاع وليست محطّات الإرسال كما هو شائع، فهي تُصدر إشعاعات في نطاق الترددات الرّاديوية للطيف الكهرومغناطيسيّ، حيث تُصدر الهواتف من الجيل الثّاني والثّالث والرّابع ترددات لا سلكيّة في مجال محصور بين 0.7 GHz و 2.7 GHz. يعتقد الكثيرون منّا أنّ إشعاع الهواتف النقالة يُسبب أنواعا من السرطانات والأورام؛ ممّا يدع في أنفسنا نوعا من الهواجس وعدم الشعور بالراحة والطمأنينة تّجاه الأجهزة، خاصّة وأنّ التّقارير الصّادرة قبل عشر سنوات عن مخابر البحث متضاربة فمنهم من يشير إلى إمكانيّة الإصابة بالسّرطان ومنهم من ينفي ذلك ممّا أدّى بالوكالة الدوليّة لأبحاث السرطان، وهي جزء من منظمة الصحة العالمية أن تُصنّف المجالات الكهرومغناطيسيّة للتردّدات الراديويّة ضمن العوامل التي قد تُسبّب السرطان عند البشر2011! ولا شّك أن ذلك خلق نوعا من الخوف والقلق عند الكثيرين، بحتمية وجود نوع من أنواع المخاطر على صحة الإنسان تسببه هذه التكنولوجيا خاصة عند الإفراط في استخدامها، فهل هذا حقيقيّ؟

معدل الإمتصاص المحدد (SAR):

مُعدَّل الامتصاص النوعيّ :SAR Specific Absorption Rate (ou Débit d'Absorption Spécifique – DAS en français هو قياس لمعدّل طاقة الأشعة الكهرومغناطيسية الممتصّة من طرف الجسم عندما يكون معرّضا إلى حقل مغناطيسي (هاتف نقال، فرن ميكروويف،....)، وُضع هذا المعامل كمؤشر على أنّ استعمال



الهواتف النقالة ليس مضرّا بجسم الإنسان. عادة ما يتمّ حساب متوسّط معدّل الامتصاص النوعي إما على الجسم بكامله أو على عيّنة صغيرة من الأنسجة (عادة 1غرام أو 10 غرامات من الأنسجة) ويقاس هذا المعامل بالواط على الكلغ أو الميلي واط على الغرام. وبما أنّ SAR هو مقياس لمعدل امتصاص الطاقة من قِبل جسم الإنسان، فيمكن تعريفه بالإشارة إلى شدّة المجال الكهربائي أو تغيُّر درجة الحرارة، إذ يُعبَّر عنه من خلال العلاقة الآتية:$SAR=\sigma E^2/\rho$ حيث σ هي موصليّة الأنسجة و ρ كثافة كتلة الأنسجة، وE هي قوة المجال الكهربائي في الأنسجة 2. كلّما انخفض معامل SAR في هاتفك النقال، كلّما كان مستوى التعرّض للإشعاع الكهرومغناطيسي ضعيفا انخفضت المخاطر الصحيّة المحتملة المرتبطة باستخدام الهاتف الخلوي. تختلف مقاييس

السلامة في الهواتف النقالة من دولة إلى أخرى ومن منطقة إلى أخرى.

-في الولايات المتحدة حدّدت لجنة الاتّصالات الفيدرالية FCC قيمة SAR العظمى بـ 1.6 W/kg مأخوذة على الجسم بكامله وكذلك في روسيا الاتّحاديّة.

-بينما حُدّد الحد الأقصى لمعدل الامتصاص المسموح به في دول الاتّحاد الأوروبي و كندا بـ 2W/kg.

تتطوّر أجهزة الهاتف النقّال ويتحسّن أداؤها مع مرور الوقت، بحيث تُصدّر الأجيال الرقميّة الحديثة طاقة إشعاع أقلّ بكثير من الأجيال السابقة، الجدول الآتي **(الجدول 1)** يوضّح معدل SAR في بعض الهواتف النقالة، فطاقة الإشعاع الصّادرة من أغلبها بعيدة عن العتبات المحدّدة ممّا يساهم في تبديد الهواجس والمخاوف ويزيد من درجة الأمان والاطمئنان لدى المستعملين.

دراسات مطمئنة !

صدرت حديثا دراسات علميّة ميدانيّة عديدة عن مراكز بحثية محترمة خلصت إلى عدم وجود علاقة بين الهواتف النقالة والإصابة ببعض سرطانات الدّماغ والمخ.

الدراسة الأولى : مشروع بحث ‹الأنترفون› دراسة دولية

تجربة الإنترفون 3 هو مصطلح أطلق على مشروع بحث للمنظمة الدوليّة للصحة OMS، أُجريّ البحث تحت إشراف المركز الدوليّ للبحث حول السرطانCIRC الموجود مقرّه بليون بفرنسا على عيّنة من المرضى تتعدّى 5000 مصاب بسرطانات دماغيّة (سرطان دبقي Glioma 2708 حالة وسرطان سحائي: meningioma 2409 حالة) موزّعين على 13 بلدا عبر مختلف القارات. تُعتبر هذه الدراسة التي انتهت نهاية 2011م الأضخم في بحوث المراقبة الميدانيّة لمستعملي الهاتف النقال، هذه العيّنة استعملت الهاتف النقال لأكثر من 10 سنوات. سُئلت المجموعتان عن معدلات استخدام الهاتف النقال، لتنفي الدراسة وجود علاقة إحصائيّة واضحة بين مخاطر الإصابة بالسرطان واستخدام الهاتف النقال لمدّة تصل إلى عشر سنوات.

الدراسة الثانية: دراسة دنماركية

أظهرت دراسة واسعة استمرّت 18 عاما في الدنمارك ونُشرت نتائجها في مجلة «بريتيش ميدكال جورنال» 4 أنّ استخدام الهاتف النقال لفترات طويلة لا يزيد من خطر الاصابة بسرطان الدماغ، رغم أنّه في عام 2011م صنّفت منظمة الصحة العالمية الهاتف الخلويّ أو إشعاع الترددات الراديوية بأنّه قد يكون مادة مسرطنة ومضرّة جدًا بصحة الإنسان. أظهرت الدراسة الواسعة التي أجريت على حوالي 400000 مواطن دنماركي وامتدّت إلى غاية 2007م،غياب أيّة علاقة مع أيّ نوع من أنواع سرطانات الدماغ

الجدول 1: تصنيف الهواتف الذكية حسب قيمة SAR (وحدة القياس W / kg)

هواتف ذكية ذات معدل SAR منخفض			هواتف ذكية ذات معدل SAR عالي		
	الهاتف	SAR		الهاتف	SAR
1	ZTE Blade V10	0.130	1	Motorola EDGE	1.790
2	Samsung Galaxy Note 8	0.173	2	ZTE AXON 11 5G	1,590
3	+Samsung Galaxy Note 10	0.187	3	Samsung Galaxy S20+ (5G)	1,570
4	Samsung Galaxy A80	0.220	4	Samsung Galaxy S20 Ultra	1,560
5	LG G7 Thinq	0.240	5	Samsung Galaxy Z Flip	1,550
6	Samsung Galaxy S8+	0.260	6	Samsung Galaxy S20	1,520
7	Samsung Galaxy A50	0,270	7	SONY XPERIA XA2 Plus	1.410
8	Samsung Galaxy S9+	0,294	8	Google Pixel 3 XL	1.390
9	Samsung Galaxy S8	0.315	9	One Plus 5	1.390
10	Huawei P30	0.330	10	Google Pixel 4	1.390
11	Samsung Galaxy S9	0.362	11	Google Pixel 4 XL	1.390
12	Galaxy Z Flip 3	0,369	12	Google Pixel 3 XL	1.390
13	Huawei Mate 20 Pro	0.400	13	Oppo Reno 5G	1.360
14	Samsung Galaxy Fold	0,430	14	Google Pixel 3	1.330
15	Samsung Galaxy S10	0.477	15	One Plus 6	1.330
16	Huawei P40	0.490	16	Google Pixel 3	1.330
17	Huawei P40 Pro	0.490	17	Google Pixel 3a	1.330
18	Samsung Galaxy S10+	0.516	18	iPhone 8	1.320
19	Xiaomi Mi 11	0.550	19	One Plus 7 Pro	1,199
20	Samsung Galaxy S10e	0.582	20	Oppo Reno 6 Pro	1,170
21	Xiaomi Poco F3	0.59	21	One Plus 7	1,166
22	Xiaomi Redmi Note 10 Pro	0.597	22	One Plus 7T	1,040

واستعمال الهاتف النقال، حتّى لأولئك الذين لهم اشتراك بشبكة الجوّال لمدة تزيد عن 13 عاما. وتبيّن أنّ نسبة الإصابة بورم دبقي وبورم سحائي هي نفسها لدى المشتركين بخدمة الهاتف النقال وغير المشتركين مع تفاوتات «غير مهمة» مهما كان عدد سنوات الاشتراك. عيب هذه الدراسة أنّها لم تأخذ في الحسبان مدّة استخدام الجوال يوميًّا.

الدراسة الثالثة: الدراسة المليونية- دراسة بريطانية

نُشرت حديثا نتائج دراسة ميدانية شاملة، أجراها باحثون من منظّمة أكسفورد لصحة السكان (OPH) والوكالة الدوليّة لأبحاث السرطان (IARC) (مارس 2022)، إلى أنّ استخدام الهاتف المحمول لا يزيد من خطر الإصابة بأورام المخ 5. وهي دراسة تمّ تسجيل المشاركين فيها قبل أن يصابوا بالمرض المعني، وذلك للتأكد من وجود علاقة أو عدم وجود علاقة بين استخدام الهاتف النقال ومخاطر الإصابة بأورام الدماغ. ونُشرت النتائج في مجلّة المعهد الوطنيّ للسرطان (,May 2022 Journal of the National Cancer Institute). استخدم الباحثون بيانات من دراسة لمليون امرأة في المملكة المتحدة: وهي دراسة جارية جنّدت واحدة من كلّ 4 نساء من المملكة المتّحدة ولندن بين عامي 1935م و1950م. أكملت حوالي 800 ألف مشاركة استبيانات حول استخدامهنّ الهواتف المحمولة في عام 2001م، وتمّ مسح حوالي نصف هؤلاء مرّة أخرى في عام 2011م، ثمّ تمّت متابعة المشاركات لمدّة 14 عاما في المتوسط من خلال الربط بسجلات خدمة الصحّة الوطنيّة البريطانيّة (NHS) الخاصة بهن. تمّ فحص استخدام الهاتف المحمول فيما يتعلّق بخطر الإصابة بأنواع مختلفة من أورام المخ: ورم في الجهاز العصبي، وورم العصب السمعي والورم السحائي وأورام الغدة النخامية. وقد تحقّق الباحثون أيضا مما إذا كان استخدام الهاتف المحمول مرتبطا بخطر الإصابة بأورام العين. وتوصّلت الدراسة إلى النتائج الآتية: خلال فترة المتابعة البالغة 14 سنة، أصيب 3268 من النساء (0.42%) بورم في المخ. لم يكن هناك فرق كبير في خطر الإصابة بورم في المخ بين أولئك اللواتي لم يستخدمن الهاتف المحمول مطلقا، ومستخدمات الهاتف المحمول، وشمل ذلك الأورام في الفص الصدغي والجداري، وهي أكثر أجزاء الدماغ تعرّضًا للموجات. لم يكن هناك أيضا اختلاف في خطر الإصابة بالورم العصبي السمعي أو الورم السحائي أو ورم الغدّة النخاميّة أو ورم العين.

لم تكن هناك زيادة في خطر الإصابة بأيّ من هذه الأنواع من الأورام بالنسبة للواتي استخدمن الهاتف المحمول يوميا، وتحدّثن لمدة 20 دقيقة على الأقل في الأسبوع و/ أو استخدمن الهاتف المحمول لأكثر من 10 سنوات. كانت الإصابة بأورام الجانب الأيمن والأيسر مماثلة في مستخدمي الهواتف المحمولة، على الرّغم من أنّ استخدام الهاتف عادة ما يكون أكبر بكثير في الجانب الأيسر منه في الجانب الأيمن. وقالت الباحثة المشاركة «كريستين بيري» من وحدة علم وبائيّات السرطان التابعة لأكسفورد ببليك هيلث: «تدعم هذه النتائج الأدلة المتراكمة على أن استخدام الهاتف المحمول في ظل الظروف المعتادة لا يزيد من خطر الإصابة بأورام المخ». وفي هذه الدراسة أبلغ 18% فقط من مستخدمات الهاتف عن التحدث به لمدة 30 دقيقة أو أكثر كلّ أسبوع. وقال كبير الباحثين من الوكالة الدوليّة لأبحاث السرطان «يواكيم شوز»: «تقنيات الهاتف المحمول تتحسّن طوال الوقت، لذا فإنّ الأجيال الحديثة تبعث طاقة إشعاعيّة أقلّ بكثير. ومع ذلك؛ ونظرا لعدم وجود أدلة للمستخدمين بكثافة ولمدد طويلة – عشرات السّنين- وجب على مستخدمي الهواتف المحمولة التقيّد بشروط الاحتياط والأمان التي يرشد إليها المختصّون.

الجيل الخامس 5G

الجيل الخامس من شبكات الاتّصال 5G هو الجيل الحديث الذي سيخلف الجيل الرّابع الحالي 4G، يُنتظر أن تحدُث ثورة في شبكات الهاتف النقال، ستعمل تقنية الجيل الخامس الأكثر سرعة على زيادة فعاليّة إنترنت الأشياء التي تجعل المدن أكثر ذكاء والسيارات ذاتية القيادة والروبوتات أيضا بشكل كبير والفيديو عالي الجودة وتنسيق حركة الطّائرات بدون طيار منسَّقة، والذكاء الاصطناعي مدعَّما.... **(الشكل 6)**. تستخدم هذه التقنية محطات إرسال أكبر عددًا ومتقاربة لكون طول الموجات المستعملة أقصر وذلك من أجل جودة الاتّصالات. في الجدول الآتي **(الجدول 2)** حوصلة نقارن فيها بين خصائص الجيلين الرّابع والخامس وأدائهما.

مع دخول الجيل الخامس الخدمة سنة 2020م في بعض الدول (الولايات المتحدة، اليابان، كوريا الجنوبية، ألمانيا، فرنسا،.....) تزداد هواجس البشر من الأخطار المحتملة على صحّتهم، خاصة وأنها تستعمل أطياف من الترددات أشد بكثير من الترددات المستعملة في شبكات الجيل الرابع، لكن تبقى دوما في نطاق الأشعّة غير المؤينة التي

الشكل 6. الجيل الخامس من الهاتف

يبقى تأثيرها تسخين طفيف في الأنسجة البشريّة الحيّة والذي عموما لا يشكّل عواقب خطيرة ومضرّة بالصّحّة العامة، على الأقل على المديَيْن القصير والمتوسّط.

الحيطة واجبة

رغم أنّ مساحة عدم اليقين حول أخطار إشعاعات الهواتف النقالة أضحت صغيرة جدّا، إلّا أنّه وجب التعوّد على بعض السلوكيّات العمليّة التي تساعد على اتّقاء الكثير من هذه الإشعاعات تفاديًا لضررها المحتمل على صحّة الإنسان، بعض النصائح للتّقليل من الخطر المحتمل للأشعة الكهرومغناطيسية :

المسافة بين الهاتف وبرج الاتصالات: تزيد الطّاقة المنبعثة من الجوّال كلّما بعدت المسافة عن البرج للحصول على أفضل إشارة التقاط، أي كلّما كانت محطّة الإرسال أقرب كلّما كان ضرر الهاتف النقّال أهون.

بطارية الهاتف: كلّما كانت نسبة شحن البطارية عالية كلما كانت نسبة الإشعاعات الصادرة من الهاتف أقل.

معامل SAR: من الضروريّ عند شراء الهاتف النقال الانتباه إلى مُعدّل الامتصاص النوعيّ للجهاز واختيار الأجهزة ذات معامل SAR أقل.

إبعاد الهاتف عند النوم: كلما كان بعيدًا كلما كانت درجة تأثيراته السلبية المحتملة أقل (على الأقل 50 سم أو 1متر).

وضع الطائرة mode avion: خاصّة في اللّيل، هذا الخيار يوقف الهاتف تماما من إرسال أو استقبال أيّة موجة.

استخدام سمّاعة الأذن: للتقليل من الإشعاعات الضارّة على الرأس والأذن.

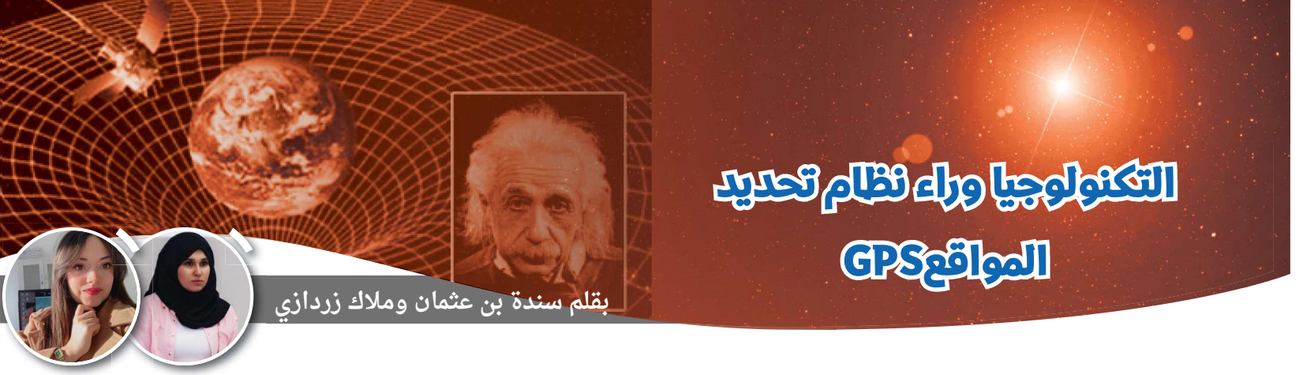
استخدام مكبّر الصّوت: ضع الهاتف على وضع تكبير الصوت وابقه على مسافة محدّدة للتقليل من خطورة إشعاعات الهاتف النقال.

التواصل بالرّسائل النصيّة SMS: وذلك للتقليل من مضار إشعاعات الهاتف عند المكالمات الهاتفيّة.

كميّة الوقت المستهلك في استخدام الهاتف النقال: قلّل قدر المستطاع من استخدام الهاتف النقال واستخدم بدله الهاتف الثابت.

الجدول 2: مقارنة بين الجيلين 4G و 5G

المميزات	الجيل الرابع 4G	الجيل الخامس 5G
طيف الترددات	GHz- 2.66 GHz 0.7	GHz- 30 GHz 3.5
سرعة التنزيل العملية	Mbits/s 30	Mbits/s- 1Gbits/s 700
زمن الإستجابة	$20\ ms\ -\ 40\ ms$	$\sim 1ms$
كثافة الإتصال	100 ألف /كم^2	1 مليون /كم^2
إستهلاك الطاقة	أقل كفاءة	أعلى كفاءة



التكنولوجيا وراء نظام تحديد المواقع GPS

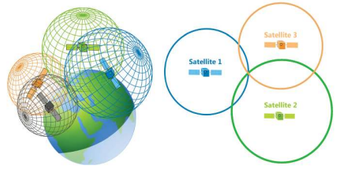
بقلم سندة بن عثمان وملاك زردازي

منذ العصور القديمة والبشر يرتحلون برّا وبحرا معتمدين على السّماء لمعرفة مكانهم وتحديد وجهتهم، لكن اليوم كلّ ما تحتاجه هو هاتفك النقال لتعرف موقعك والوقت الذي ستستغرقه للوصول إلى وجهتك وهذا كلّه راجع لنظام تحديد المواقع GPS.

ال GPS اختصار لعبارة Global Positioning System التي تعني نظام تحديد المواقع، وهو نظام ملاحة عبر الأقمار الصناعية يُستخدم لتحديد مواقع الأجسام على الأرض، يتكوّن من 31 قمرا صناعيًا تدور على ارتفاع 20 ألف كلم. كانت الولايات المتحدة الأمريكية أول من استخدم هذه التقنية لأغراض عسكرية في فترة السبعينات ثم طورت روسيا نظام Glonass، الذي نشأ في عهد الاتحاد السوفييتي بعدها الاتحاد الأوروبي الذي أنشأ نظام Galileo والصين Beido، ثم ما لبثت هذه التقنية أن استخدمت في المجالات المدنية خلال العقود القليلة التالية.

كيف يتمّ تحديد المواقع؟

يحتوي نظام GPS على ثلاثة أجزاء أساسيّة: الأقمار الصناعية التي تشبه النجوم والمجموعات النجمية التي استخدمها



أسلافنا لمعرفة موقعهم، المحطات الأرضية التي تستعمل أجهزة رادار لتضمن ما إن كانت الأقمار في موقعها بالفعل، أجهزة الاستقبال المتمثّلة في هواتف، حواسيب... يرسل كلّ قمر صناعيّ من أقمار نظام GPS إشارة كهرومغناطيسيّة تحتوي على موقعه، مداره ووقت الإرسال، ويجمع جهاز الاستقبال الإشارات الصّادرة ليحسب موقعها بدقة من خلال عمليّة حسابيّة تُدعى التّثليث المساحيّ بحيث يلزم ما لا يقلّ عن 4 أقمار صناعيّة لإعطاء نتيجة أكثر دقة.

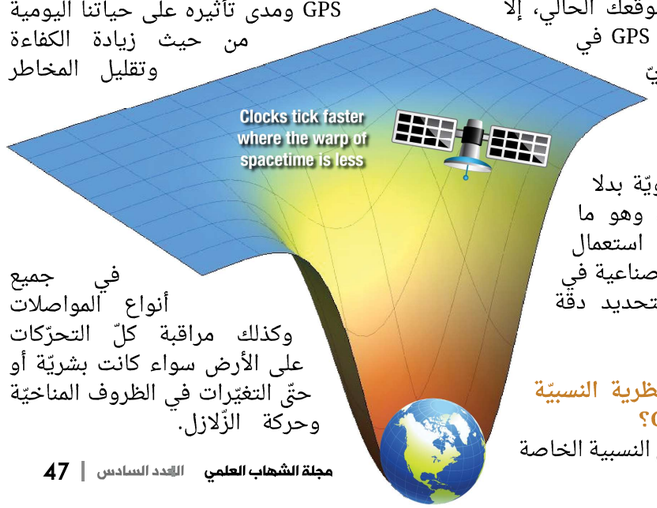
ما هي آلية التّثليث المساحي؟

لنفرض أنّك تقف في مكان ما على سطح الأرض مع ثلاثة أقمار صناعيّة فوقك، إذا علمت بعدك عن القمر الصناعيّ A هذا يعني أنّك ستكون في نقطة ما من الدائرة الحمراء الّتي مركزها هذا القمر كما هو مبيّن في الشّكل، وبتطبيق الشّيء نفسه مع القمرين B وC يمكنك معرفة نقطة تقاطع الدوائر الثّلاث التي تمثّل موقعك الحالي، إلّا أنّ أقمار ال GPS في الفضاء ثلاثيّ الأبعاد تستعمل تدا خل مجالات كرويّة بدلا من الدّوائر، وهو ما يستوجب استعمال أربعة أقمار صناعية في آن واحد لتحديد دقّة أفضل.

ما علاقة نظرية النسبيّة بنظام GPS؟

تنصّ كل من النسبية الخاصة على أنّ الأجسام المتحرّكة يكون زمنها أبطأ من تلك السّاكنة، أمّا النسبيّة العامّة فكلّما ابتعد الجسم عن تأثير الجاذبيّة مرّ زمنه بسرعة أكبر، وهذا ينطبق على أقمار GPS الّتي تدور بسرعة عالية وارتفاع كبير، لهذا يحدث ما يسمّى بالتباطؤ الزمني أو تمدّد الزمن غير المحسوس في البداية لكنّه مع مرور الوقت يُنتج فارقًا كبيرا في المسافة. للحصول على الدقة المطلوبة في تحديد المواقع؛ يقوم القمر الصناعي ببثّ إشارات إلى الجهاز وحساب الوقت التي استغرقته الإشارة في العودة عن طريق ساعة ذريّة تبلغ دقتها بضعة ملايين من الثانية ليتمّ تصحيح الوقت من خلال برامج حسابيّة مخصصّة وبهذا يستطيع القمر الصناعي معرفة بُعد الجسم عنه بالضبط.

أنظمة GPS متعددة الاستخدامات بحيث يمكن العثور عليها في أي قطاع صناعي تقريبًا، كرسم خرائط الغابات، مساعدة المزارعين في حصاد حقولهم، مجال الطيران، الإبحار وتقنيات القيادة الذاتية. إن أنظمة تحديد المواقع جزءٌ لا يتجزّأ من التطبيقات العسكرية وأنظمة الطوارئ لتحديد موقع الأشخاص الذين يحتاجون إلى المساعدة. وهذا ما يوضح أهمية نظام GPS ومدى تأثيره على حياتنا اليومية من حيث زيادة الكفاءة وتقليل المخاطر في جميع أنواع المواصلات وكذلك مراقبة كلّ التحرّكات على الأرض سواء كانت بشريّة أو حتّى التغيّرات في الظروف المناخيّة وحركة الزّلازل.



المادة المضادة
لماذا هي نادرة في الكون؟

بقلم: منار جعيجع

منار جعيجع هي شابة طموحة وخريجة في الفيزياء النظرية من جامعة قسنطينة 1، تخرجت مؤخرًا بامتياز برتبة الشرف. لديها مجموعة واسعة من الاهتمامات التي تتراوح من فيزياء الطاقة العالية إلى علم الكونيات

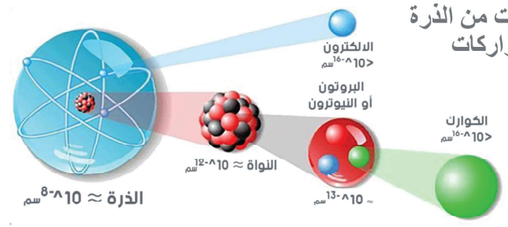
تعتني الفيزياء النظريَّة بالبحث عن نظريّة -في إطار رياضيّاتي- قادرة على تفسير كلّ الظّواهر الفيزيائيّة الّتي نلاحظها (نظرية الكل). وكما هي سُنّة كلّ العلوم؛ فإن كلّ نظريّة يتبنّاها الفيزيائيّون تعجز في نقطة ما عن تفسير بعض الظّواهر ممّا يَستَدعي تعديلها أو إيجاد نظريّة أكثر شمولًا، وهذا ما يسمح بالتطوّر المتواصل لذلك العلم وتوسّع فهمنا للكون.

النظريّة الحاليّة الّتي تعتمد عليها فيزياء الجُسَيْمات الأساسيّة -وهي فرعٌ من فروع الفيزياء يدرس أصغر مكوّنات الكون والتّفاعلات بينها- هي ما يُسمّى بالنّموذج القياسيّ (الموحّد) (Standard Model)؛

إذ تنقسم وِفْقَه الجُسيْمات الدّقيقة المكوِّنة للمادّة إلى قِسميْن: الكواركات (Quarks) واللّبتونات (Leptons).

تتمثّل هذه الأخيرة أساسًا في الإلكترون والنيوترينو، في حين تتكوّن البروتونات والنيوترونات (مكوّنات نواة الذرّة) من ثلاثٍ كواركات.

بالإضافة إلى الشّحنة الكهربائيّة الّتي تميّز كُلًّا من تلك الجُسَيْمات، تحمل هذه الأخيرة أنواعًا أخرى من الشّحَن، فيحمل كلّ كوارك إحدى الشّحَن اللّونية الثّلاث: أزرق، أخضر، أو أحمر (مهلًا، هذه ليست ألوان بالمعنى البصريّ وإنّما هي مجرّد اصطلاحات!)، وكما تُعتَبَرُ الشّحنة الكهربائيّة مصدر



التّفاعلات الكهرومغناطيسيّة فإنّ الشّحنة اللّونيّة هي مصدر التّفاعلات القويّة. إضافة إلى الشّحنتَيْن الكهربائيّة واللّونية يحمل كلّ كوارك شحنة باريونيّة موجبة قيمتها 1/3+ ، في حين تحمل اللّبتونات شحنة لبتونيّة موجبة 1+.

تحدّثنا آنفًا عن جسيمات المادّة وخصائصها، ماذا عن جُسَيْمات المادّة المضادّة؟

يوافق كلَّ جُسَيْم من الجُسَيْمات المذكورة آنفًا جُسَيمٌ «مضاد» بنفس الكتلة ويعاكسه في كلّ الشحن. فتمتلك مثلًا الكواركات المضادّة شحنة باريونيّة سالبة 1/3-، كما تحمل اللّبتونات المضادّة كالبوزيترون (مضاد الإلكترون ذو شحنة كهربائية موجبة e+) شحنة لبتونيّة سالبة 1-. سُميّت الجُسَيْمات المضادّة بهذا الاسم لأنها تمتلك خاصيّة الإفناء، فمثلًا عند التقاء إلكترون ببوزيترون، يَفنى كلاهما وتَنتُج أشعّة گهرومغناطيسيّة (فوتونان). تستخدم الشحنتان الباريونيّة واللّبتونية عادة للدّلالة على المادّة (في حال شُحنة موجبة) وعلى المادّة المضادّة (في حال شُحنة سالبة).

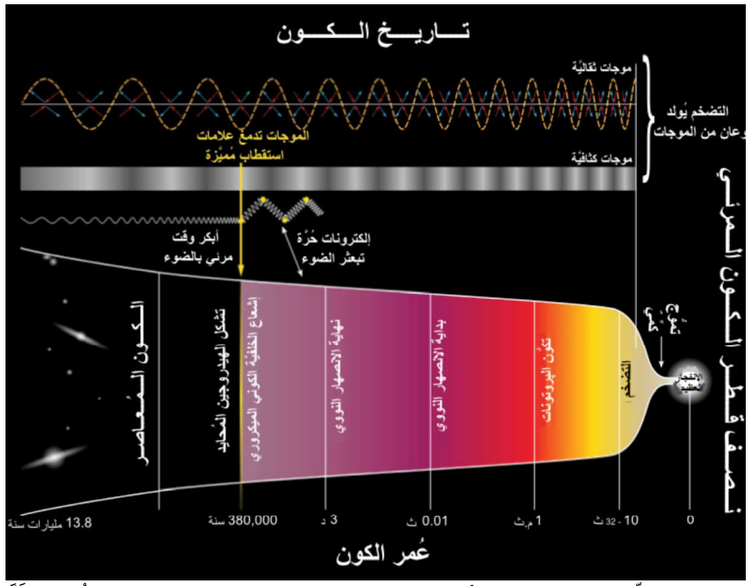
من المعلوم أنّ الشّحنة الكهربائيّة محفوظة في التفاعلات، وفي النّموذج الموحد، وفي درجات حرارة منخفضة نوعًا ما، الشّحنتين الباريونيّة واللّبتونية محفوظتان أساسًا في التّفاعلات، بمعنى آخر؛ إذا كانت كميّتيْ المادّة والمادّة المضادّة متساويتان قبل التفاعل (الشّحنة الباريونية الكُلّية مُنعدمة)، فهما كذلك بعد التّفاعل (لا يمكن إنتاج فرق في الكميّتين عن طريق أيّ تفاعل من تفاعلات النّموذج الموحد: كهرومغناطيسيّ، ضعيف، قوي).

أين توجد المادّة المضادّة؟

تَنتُج المادّة المضادّة في الفضاء أساسًا من خلال التّصادمات بين الأشعّة الكونيّة وأنوية الوسط البين نجميّ. بخلاف ذلك، لم يتم إلى الآن رصد أيّة «جُزُر» من المادّة المضادّة في جوارنا، ذلك لأنّه في حال وجود مناطق تحتوي فقط على المادّة المضادة (مجرّات أو تجمعات مجرّية) فإنّ تفاعلات الإفناء مع المادّة على حدود تلك المناطق تُنتِج دَفَقًا هائلًا من أشعّة غاما وهو ما لم يتمّ رصده من أيّة تجمعات مجريّة إلى يومنا هذا ما يشير إلى أنّ الكون تسوده المادّة. يدفعنا هذا إلى التّساؤل عن سبب الاختلاف بين كميّتيْ المادّة والمادّة المضادّة في الكون؟.

قد يتراود إلى أذهان بعض منّا أنّ الكون خُلق بهذا اللّاتناظر، لكن حسب نسق التضخّم الكونيّ (Inflation)، فإنّ الكون في أوّل حياته مرّ بمرحلة توسّع أسيّة أماهت

أيّ مادّة أو مادّة مضادّة وُجدت قبل هذه المرحلة، حيث أصبح تركيزها في الكون صفريًّا، ما يدفعنا مجدّدًا للتّساؤل: إذا كانت كميّتا المادّة والمادّة المضادّة في الكون متساوية (صفريّة بعد التضخّم الكونيّ)، فكيف انتهى الحال إذن بكوننا إلى هذا اللّاتساوي المرصود بين الكميّتَيْن؟

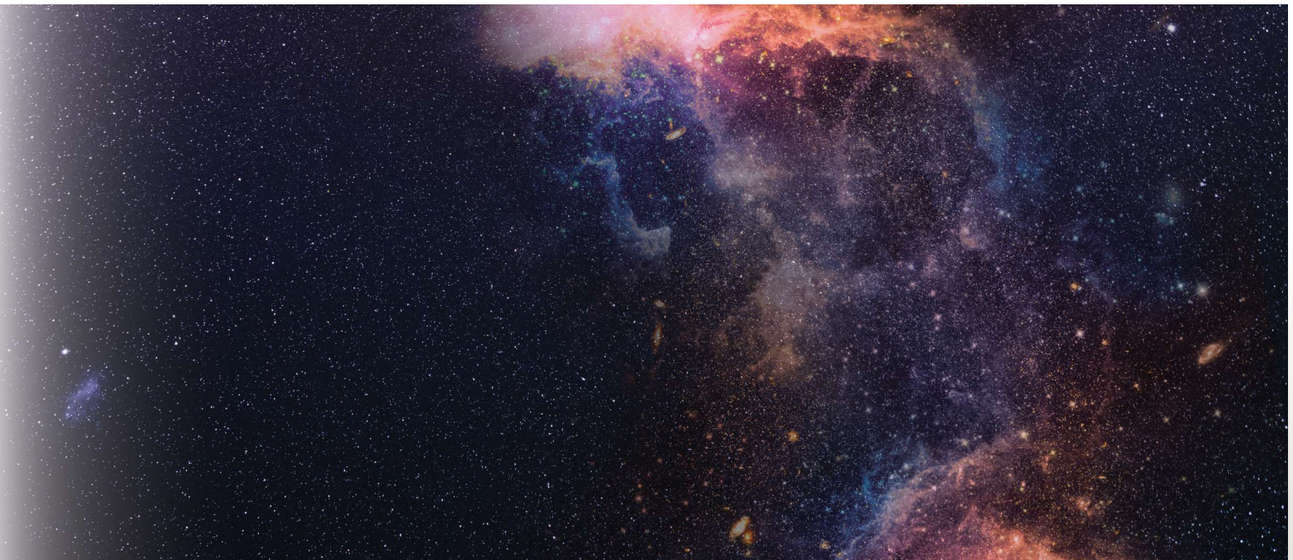


في عام 1967م، وضع الفيزيائيّ النظريّ الرّوسيّ «أندريه ساخاروف» ثلاثة شروط تُمكّن من إنتاج فرق في المادّة والمادّة المضادّة في أولى مراحل الكون (10-11> ثوانٍ) ضمن آلية تُعرَف في مجتمع الفيزيائيّين الكونيّين بنشأة الباريونات (Baryogenesis) نسبة إلى الباريونات الّتي تُعدّ المكوّن الأساسيّ للمادّة (اللّبتونات -كالإلكترون- لها كتلة مهملة أمام الباريونات -كالبروتون والنيترون-). تتمثّل تلك الشّروط في: خرق انحفاظ الشّحنة الباريونيّة، خرق التّناظرَيْن الشّحَني C والشّحني مع انعكاس المكان CP، وكذلك الابتعاد عن الاتّزان الحراريّ.

يُعتبر اللّاتناظر بين المادّة والمادّة المضادّة مسألة وجوديّة، إذ لو تساوت الكميّتان فإنّ تفاعلات الإفناء ستبيد المادّة كُلّيًّا تقريبًا ممّا لا يَسمح بتشكّل النّجوم والمجرّات ولكان الكون مختلفًا تمامًا على الّذي هو عليه الآن.

يفشل النّموذج الموحّد في تحقيق شرطين من شروط «ساخاروف» ممّا يجعله غير قادر على الإجابة على التّساؤل الّذي طرحناه آنفًا، ويُعدّ مشكل اللّاتناظر بين المادّة والمادّة المضادّة أحد نقائص النظريّة الحاليّة (SM).

خلال العقود القليلة الماضية، تمّ اقتراح العديد من السيناريوهات الّتي تُفسّر نشأة الباريونات والّتي تعتمد على نظريّات لا تزال هي الأخرى موضع استقصاء؛ كنَظريّة التّناظر الفائق (Supersymmetry) ونظريّات التّوحيد العظمى (Grand Unified Theories).



Manar Djaidja is an ambitious young graduate in Theoretical Physicist from University of Constantine1 who recently graduated with Summa Cum laude. She has a wide range of interests ranging from High Energy Physics to Cosmology.

دارت DART ... المركبة التي غيرت مسار كويكب

حوار مع أ.محمد شوكت عودة

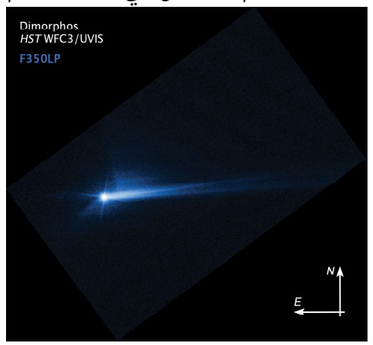
حوار مع مدير مركز علم الفلك بأبوظبي ورئيس المشروع الإسلامي لرصد الأهلة ICOP

حاورته: أسماء فيلالي

محمد شوكت عودة مهندس ميكانيكي وفلكي معروف في العالم العربي باعتباره من روّاد نشر الثّقافة الفلكيّة، متحصل على شهادة الماجيستير في الفلك وعلوم الفضاء، وهو رئيس مركز الفلك الدولي (IAC) بأبوظبي. ومعروف أيضًا في العالم الإسلامي لكونه رئيس مشروع الإسلامي لرصد الأهلة ICOP مع شبكة مراقبي الهلال المنتشرة في جميع أنحاء العالم. كما قام بتطوير سلسلة من البرامج الفلكية أشهرها Accurate-time الذي يتناول علم الميقات (حساب مواقيت الصلاة، القبلة، إمكانية رؤية الهلال ...)، بالإضافة إلى برامج أخرى لرصد الظواهر الفلكية ومتابعة سقوط شظايا الأقمار الصناعية.

حول آخر عمل لكم وهو رصد مسار الكويكب بعد يومين من رصده من قبل ناسا. كيف كشفتم عن أخطاء تنبّأت بها وكالة الفضاء الأمريكيّة ناسا؟ فقد كان الاصطدام أعنف ومادة تكوين الكويكب ألين، كما كان هناك تأخير وتغيير في المدار، كلّ هذا عكس المتوقع، فهل هناك تفسير لهذا الأمر، وتفسير أسباب خطأ ناسا في الرّصد؟

السلام عليكم؛ أخت أسماء، دعيني أجيب على أسئلتك. أوّلًا لم تكن هناك أيّة أخطاء من قِبَل ناسا ولم نُصحّح أيّ شيء، والكويكب لم تكنّ فيه أيّة أخطاء أبدًا، إنّما هي مهمّة لتجربة مدى قدرتنا على تغيير مسار كويكب، وقد تمّ اختيار الكويكبين: «دي مورفوس» (Dimorphos) و«دي ديموس» (Didy-mos) وهما كويكبان ثنائيّان. وقد اصطدم المسبار دارت (DART) فعلًا بالكويكب دي مورفوس يوم السّابع والعشرين من شهر سبتمبر 2022م. أمّا نحن في مرصد الختم

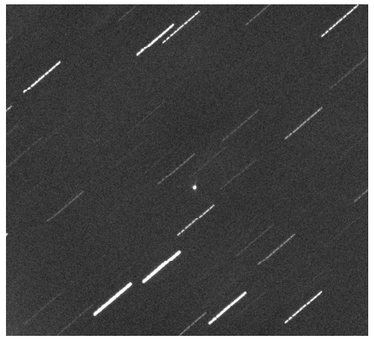


صورة الكويكب وديمورفوس، 285 ساعة بعد الاصطدام بواسطة تلسكوب هابل.

Mohamed Shawkat Odeh is a mechanical engineer and an astronomer well known in the Arab World as a popularizer of science. He holds a master degree in astronomy and space sciences. He is the chairman of the International Astronomical Center (IAC) at Abu Dhabi. He is also well-known in the Muslim world for being the head of the ICOP project with its network of crescent observers distributed all over the world. He developed a series of astronomical programs, the most well know one being Accurate Time dealing with the science of Miqat (calculating prayer times, the Qibla, seeing the crescent...), as well as others for observing astronomical phenomena and following up on the fall of satellites.

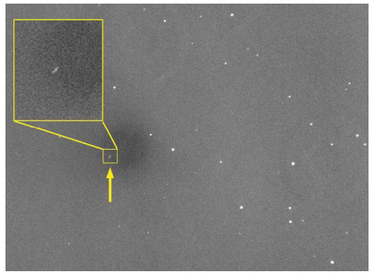
صورة للأستاذ محمد عودة من مرصد الختم بأبو ظي.

الفلكيّ بصحراء أبوظبي ومركز الفلك الدّولي وهو مركز أُسّس في نهايات سنة 1998م ويوجد به هواة ومتخصّصين في علم الفلك. نحن لم يتم اختيارنا من قِبل ناسا بشكل فرديّ أو بشكلٍ استثنائيّ. نحن تواصلنا مع الجامعة الّتي تُنسّق مع ناسا في هذه المهمّة، وأخبرناهم بأنّنا نملك مرصدًا فلكيًّا قادرًا على إجراء الأرصاد الفوتومتريّة، فتجاوبوا وأبدوا استعدادهم وكانوا بانتظار النّتائج الفوتومتريّة الخاصّة بمرصدنا، فهو مرصد متقدّم ويعمل ليس بشكل آليّ فقط، وإنّما لا يحتاج إلى وجود أيّ شخصٍ أساسًا ليُشغِلَه. في ساعة معيّنة يبدأ لوحده في العمل، حيث يُفتَح سقف المرصد، ثمّ يبدأ بالرّصدِ وبالتقاط صور لعدة أجرام متتالية ثم يُغلق تلقائيًّا وتنتهي عمليّة الرّصد.



تصوير الذيل الغباري للكويكب ديمورفوس بعد الإصطدام من مرصد الختم.

الشّاهد من الكلام أنّه يوم الاصطدام، كنّا في المرصد لرصد نتيجة الاصطدام وقُمنا بتصويره قبل الاصطدام بـ 45 دقيقة، لكن لم نتمكّن بعدها من متابعة الرّصد وتصوير الكويكب لحظة الاصطدام لظهور ضباب ساد سماء المنطقة كلّها، ولكن بعد الاصطدام بيومين قُمنا برصده مجدّدًا وأجرَيْنا الأرصاد الفوتومتريّة، وظهرت لنا ثلاثة ذيول لهذا الكويكب، وهذا شيءٌ ليس عاديًّا، فعادة الذيول تظهر للمذنّبات وليس للكويكبات ولكن بسبب الاصطدام والتّربة النّاعمة لهذا الكويكب ظهرت هذه الذيول الثلاثة.



الكويكب "ديمورفوس" كما تم تصويره من مرصد الختم الفلكي من صحراء أبوظبي.

طبعًا هل نجحت التجربة؟ الكويكب الصّغير الذي كان يدور حول الكويكب الكبير بمدة مقدارها 16 ساعة و55 دقيقة، بعد الاصطدام وبعد تحليل النّتائج الفوتومتريّة، تبيّن أنّ مدار الكويكب تغيّر وانخفض بمقدار 32 دقيقة، وهذا أكبر ممّا كان متوقّعًا، وبذلك نجحت تجربة تغيير مدار الكويكب. هذا السّؤال الأول.

ما علاقة مركزكم بمتابعة حطام الأقمار الصناعية؟

صورة لحطام صاروخ يخترق الغلاف الجوي.

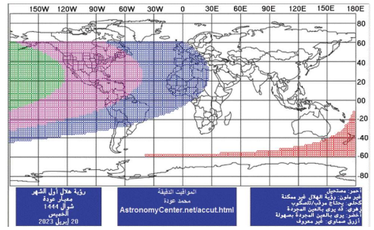
سؤالك الثاني حول سقوط حطام الأقمار الصناعيّة نحو الأرض. حقيقةً هذا الموضوع نحن في مركز الفلك الدوليّ، أولينا له اهتمامًا كبيرا منذ عدّة سنوات بعد سقوط عدّة أقمار صناعيّة فوق منطقة الخليج، وبالتّالي ارتأينا ضرورة وجود جهة عربيّة تتابع مثل هذه الظواهر، ولذلك أنشأنا ما يسمى ببرنامج متابعة سقوط الأقمار الصناعيّة، وهو برنامج يحتوي على خبراء عالميين، بعضهم يعمل في وكالة ناسا وغيرهم في وكالات أخرى معنيّة بهذا الشأن، ونحن نشرف عليه، فيتكوّن بشكل رئيس من خمسة أشخاص يديرون البرنامج وعدّة أعضاء آخرين. ونتابع بشكل يوميّ حطام الأقمار الاصطناعيّة الّتي ستسقط على الأرض، ونقوم أيضا بشكل دوريّ ويومي بإصدار إشعارات عن طريق البريد الإلكتروني بالشّظايا أو الحطام الذي سيسقط على الأرض. وفي حالة وجود سقوط لقمر صناعيّ أو حطام قمر صناعي مهم، سيكون هناك خبر إعلامي ونقوم بنشر ذلك للتّحذير من خلال وسائل التواصل الاجتماعي المختلفة، فيسبوك، تويتر، أنستغرام. طبعا كما تفضّلت مؤخرا يعني من أكثر الأجسام أو من أكثر حطام الأقمار الاصطناعية الذي يثير عادة المخاوف وتتابع الناس هو حطام الصاروخ الصيني. طبعا ليست الصين الدولة الوحيدة غير المهتمة بسقوط حطام صواريخها على الأرض. بل سائر الدول وجميع الوكالات الأخرى، إنّما عادة هناك تركيز على الصين لكبر الحطام، وبالتّالي احتمال مرتفع أن يحدث ضررا، وبالفعل حدث هذا في إحدى مناطق إفريقيا، حيث سقط عليها الحطام الصيني، وقد أحدث أضرار بسيطة ولكن قد لا تكوّن دائما هكذا، ولكن هي في الغالب بسيطة. تقريبا كل بضعة أشهر إلى كلّ سنة هناك إطلاقٌ لقمر صناعيّ صينيّ وبالتّالي هناك حطام من هذا الصاروخ، ويتكرّر هذا الأمر بين الحين والآخر. لا أقول أنه يجب أن يثير الهلع والفزع في أوروبا أو غيرها، وإنما واجب الجهات الرسمية أن تعمل على المحافظة على شعوبها، على دولتها وعلى ممتلكاتها، فنعم أنا لا أرى من الخطأ إغلاق إسبانيا لمجالها الجويّ، فهذا الصاروخ كبير وشظاياه ستكون كبيرة، فإذا ما صادف أثناء سقوطه طائرة فهذا سيسبّب كارثةً للطّائرة، فبالتّالي لا أرى بذلك مبالغة خاصة في مثل هذه الشّظايا الكبيرة. شاهدنا من الكلام أنّنا نتابع هذا الموضوع عن كثب وقمنا بعمل برنامج حاسوب لتوقع مكان سقوط هذه الشظايا. وبهذا الصدد قمنا بتنظيم عدة محاضرات في أماكن مختلفة ولقاءات في التلفزيون لتوعية الناس حول هذا الشأن.

رصد هلال بداية الشهر الهجري - المشروع الإسلامي لرصد الأهلة ICOP.

بشأن مشروع الأهلّة الّذي تشرف عليه منذ أكثر من عشر سنوات، هل سيبقى الجدل مع الفقهاء في تحديد هلال رمضان. وهل تتوقّع تحسّن فهم الاساسيّات العلميّة والرصديّة لبداية رمضان. وهل من تحديثات مستقبلًا؟

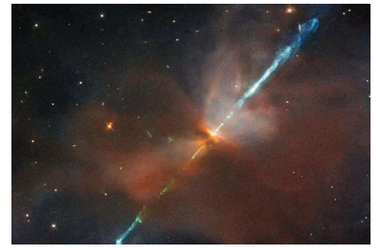
هذا الموضوع كبيرٌ وشائكٌ جدًّا. نحن لا نريد أن نصوّر الموضوع وكأنه خلاف بين الفلكيين وبين الفقهاء. أوّلا، المشروع الإسلامي لرصد الأهلة هو أوّل مشروع لمركز الفلك الدولي. كما تعلمين نحن في هذا المركز نقوم برصد الهلال بشكل شهريّ منذ تأسيسه وإلى هذا اليوم ونقوم بإجراء حوارات ونقاشات ومؤتمرات مع المسؤولين ومتّخذي القرار من الفقهاء. المشكلة الحقيقيّة ليست بين الفلكيين والفقهاء، في الفترة الأخيرة خاصّة، هناك تناغم وتفاهم بيننا، المشكلة الرئيسيّة التي تحدث هي قبول بعض الدّول لشهادات أشخاص لرؤية الهلال في ظروف لا يمكن فيها رؤيته، وهذا الشّأن أو هذا الخطأ ليس محصورًا في دولة معيّنة. للأسف هناك العديد من الدّول التي نعاني فيها من هذه المشكلة، أين يتقدّم شهود برؤية الهلال، نحن نعلم أنّ هذه الشّهادة من النّاحية العلميّة هي شهادة خاطئة، ولكن على الرّغم من ذلك تقبل شهادة هؤلاء النّاس وعلى إثرها تبدأ الدّول بالصيام أو بالإفطار دون التّدقيق الكامل من النّاحية العلميّة، لا أريد أن أذكر الدول بعينها، ولكن هذا ليس محصورًا في دولة واحدة إنّما في عدّة دول.

فالمشكلة ستُحلّ إن أصبح هناك اهتمام رسميّ من قِبَل هذه الدول لتمحيص وتدقيق الشّهادات المقدّمة لها من النّاحية العلميّة. وأيضًا لابدّ من زيادة الحرص من النّاحية الشرعيّة حتى نطمئن بأنّ هذه الشّهادة صحيحة وبناءً عليها نبدأ الشّهر أو نُنهيه، فالموضوع باختصار لا يتعلّق بالجوانب العلميّة، لا توجد هناك جوانب علميّة غير واضحة نزيد من دقّتها أو نزيد من البحث فيها. إنّما الذي نحن بحاجةٍ له هو المزيد من التّواصل ما بين المتخصّصين الفلكيّين وبين متّخذي القرار لتوضيح مثل هذه الجوانب الحاصلة مع إخواننا في دول العالم الإسلامي. الكثير من المسؤولين لا يعلمون أنّ العديد من شهادات رؤية الهلال التي تقبل من قبل الناس هي شهادات خاطئة، لو لم تُقبل هذه الشّهادات لما حصلت هذه الأخطاء، فالموضوع ليس بالدرجة الأولى موضوع فقهيّ أو علميّ أو شرعيّ بقدر ما هو موضوع يتعلّق بتأصيل قاعدة قبول الشّهادات من قبل من يتقدم برؤية الهلال.



خريطة إمكانية رصد هلال شوال يوم 29 رمضان 1444 الموافق لـ 20 أفريل 2023.

تطبيقك الذي لقي رواجا كبيرا بين عامة الناس وخاصّتهم، هل ستكون هناك تحديثات بخصوصه؟



صورة للنفاثات النسبية (Relativistic Jet) ملتقطة من مرصد الختم.

إن كنتِ تتكلّمين عن برنامج الحاسوب المسمّى المواقيت الدّقيقة الّذي هو المتوفّر على موقعنا في شبكة الإنترنت بشكل مجانيّ، منذ سنة 2000 تقريبًا، حقيقةً هو برنامج شامل يحتوي على مواقيت الصّلاة، مواقيت شروق وغروب القمر، أطوار القمر من تربيع وبدر ومحاق، إمكانيّة رؤية الهلال واتّجاه القبلة، كما يحتوي أيضًا على مكان لحساب أزياج القمر والشّمس. أمّا إن كنتِ تقصدين تطبيق الأحداث الفلكيّة، فهناك نيّة للتّعاون مع إحدى الجهات الشرعيّة في دولة الإمارات لإطلاق تطبيق يحتوي على مواقيت الصّلاة واتّجاه القِبلة وبداية الأشهر الهجريّة. سنبدأ العمل به إن شاء الله قريبًا جدًّا ونتوقّع إتمامه خلال السّنة القادمة بمشيئة الله. وبإمكانكِ بالمناسبة أن تدخلي على موقعنا في شبكة الإنترنت As-tronomycenter.net، وستجدين الكثير من الأخبار والصّور الّتي قد تستفيدين منها. هناك بعض الصّور الجميلة الّتي قمنا بالتقاطها من مرصد الختم الفلكي التّابع لمركز الفلك الدوليّ، واحدة منها مثلا تُظهر ما يُسمّى بـ (Relativistic Jet) من خلالها صوّرنا إحدى المجرّات ويظهر عمود يخرج منها وهو عبارة عن مادّةٍ تسير بسرعة مقاربة لسرعة الضّوء. هو ليس واضحًا كثيرًا ولكن مجرّد التّفكير أنّه باستخدام تلسكوبات أرضيّة نستطيع تصوير مثل هذه الظّاهرة فهذا شيء جميل. على كل حال في بداية الصفحة سترين بعض الأرصاد المهمّة الّتي قمنا بها في مرصد الختم الفلكيّ.

أستاذ، لديّ فضول لما قرأت سيرتك الذّاتية التي كانت ملمّة نوعًا ما بكلّ أعمالك، لكن حياتك العلميّة مثل أيّام الجامعة لم تتوفر على المعلومات الكافية. هل يمكننا القول بأنّ شغفك في الرّصد كان سببه اكتسابك لتلسكوب شخصي أو من خلال نادٍ كنت فيه أيّام الشباب؟

اهتمامي بعلم الفلك قديمٌ نوعًا ما، أثناء تواجدي بالكويت أين وُلدتُ، كان هناك تقويمٌ اسمه تقويم العجيري نسبةً إلى عالم فلك كويتيّ تُوفّي قبل عام وعمره مئة سنة، كان يُصدر تقويمًا يحتوي على بعض الأحداث الفلكيّة، وقد لفتَ نظري. ولكن لم تكن هذه البداية الحقيقيّة، فالبداية عندما كنتُ طالبًا في المدرسة والتحقت بالجمعيّة الفلكيّة الأردنيّة سنة 1992م، ومنذ ذلك الوقت وأنا عضوٌ فيها، وقد كنت عضوًا في الهيئة الإداريّة للجمعيّة لعدّة دورات. ومع بدايةِ اهتمامي بعلم الفلك اشتريتُ منظارًا ثنائيًّا (Binoculars)، ثم اشتريتُ تلسكوبًا صغيرًا ثمّ تلسكوبًا أكبر، وهكذا بدأتُ أتطوّر بهذه الطّريقة.

بقلم نوفل بن معاوية كاهية

مدينة العلوم بتونس

صرح علمي متميز بشمال إفريقيا منذ 30 سنة

مدينة العلوم بتونس هي مؤسسة عمومية ذات صبغة غير إدارية، تتمتع بالشخصية المدنية والاستقلالية الإدارية والمالية، وتعمل تحت إشراف وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، حيث تهدف لنشر الثقافة العلمية والتكنولوجية والابتكار لدى مختلف فئات المجتمع بكافة أنحاء أنحاء التراب التونسي، وذلك في إطار السياسة الوطنية للنهوض بمجتمع واقتصاد المعرفة، كما يُهدَف من خلالها إلى الانفتاح على منظومة التربية والتعليم والتكوين والبحث والتطوير والتكامل معها، لتعزيز المكتسبات العلمية وتثمين مخرجات منظومة البحث والابتكار.

شيّدت مدينة العلوم بتونس على مساحة ٦ هكتارات، حول الموقع التاريخي لحوض يسمى حوض أبي فهر، الذي بني في القرن الثالث عشرة في عهد عبد الله محمد المستنصر بالله الحفصي في الفترة ما بين ١٢٤٩م إلى ١٢٧٧م ولتأدية مهامها التعليمية النبيلة تحتوي المدينة على قبة فلكية ومكتبة معلوماتية وعلى العديد من الفضاءات العلمية. فضاء الكون وفضاء الحياة والإنسان وفضاء ا لا ستكشا فا ت وفضاء المعارض المؤقتة والمتنقلة وفضاء الطيران، إضافة إلى مختبر الحمض النووي للجميع وحديقة النباتات ومركز المؤتمرات وإقامة

أبو فهر ومسرح في الهواء الطلق، مع حدائق أندلسية وفروع لها في تطاوين وقبلي وآخر في القصرين بصدد الإنشاء. كما نجد بمدينة العلوم بتونس مطعما ومقهى وملعبا وقاعة رياضية وقاعة ثقافية متعددة الاختصاصات ومساحات وفضاءات خارجية.

إنّ مشاركة العلوم مع الجمهور العريض ووضع الثقافة العلمية في متناول الجميع، يعني تعزيز المكاسب ومعرفة علمية للمجتمع بمختلف مكوناته وفئاته وذلك من خلال تصميم وتقديم ورشات علمية وتكنولوجية تفاعلية، وتشجيع الحوار بين الباحثين والمجتمع وإيجاد صيغ جديدة تواكب التطور التكنولوجي لنشر الثقافة العلمية.

ومن بين الطرق الناجعة في نشر الثقافة العلمية هي العروض الفلكية في القبة الفلكية، والزيارات المؤطرة المصحوبة بأساتذة التأطير العلمي، والورشات العلمية

والسهرات الفلكية والأيام العلمية الدولية والمحاضرات المشفوعة بالنقاشات وليلة النجوم والمقاهي العلمية.

المعارض المؤقتة والمتنقلة هي في الأساس معارض تعرض لمدة محدودة في الزمن سواء كانت على سبيل الكراء أو التصميم المحلي وكذلك من خلال إعادة تدوير المعارض القديمة، ونذكر هنا على سبيل المثال معرض Covid ١٩ وباء تحت المجهر ومعرض الطاقات المتجددة ومعرض التدوير ورسكلة النفايات ومعرض حول التغيرات المناخية.

ومن بين طرق نشر الثقافة العلمية أيضا إنتاج محتوى علمي وذلك بهدف التنقل والتجول في المناطق الداخلية للبلاد من خلال القاطرة العلمية، وهكذا تغطي مدينة العلوم أنشطتها إلى ما وراء جدرانها ولكن أيضًا عبر معارض متنقلة حسب الطلب وقبب فلكية تعرف بمعرض «الفلك السيار»، بالتنسيق مع المؤسسات التربوية والشبابية والثقافية ومكونات المجتمع المدني والمعرفة بالجهة.

القاطرة العلمية

وتشهد مدينة العلوم تنظيم دورات تكوينية ومدارس صيفية ونوادٍ علمية مثل نادي الروبوتات ونادي الطيران ونادي الرياضيات، إضافة إلى التظاهرات العلمية الدولية: ليلة الباحثين الأوروبية، مهرجان العلوم والندوات الدولية.

إن جعل مدينة العلوم في تونس (CST) رافعة لإضفاء الطابع الديمقراطي على العلم ومكانًا للتعلم والثقافة واستكشاف تقنيات نشر العلوم في المجتمع، يعتمد بالضرورة على استراتيجية تعزز ثقافة

العلوم ونشرها والإطار التشريعي والتنظيمي المناسب. وبتطوير الآليات والأدوات والوسائل لنشر الثقافة العلمية والتكنولوجية تعزز بذلك مدينة العلوم دورها الريادي في المجتمع وتتأقلم مع متغيراته حسب التطور والمعايير والمواصفات الدولية في المجال.

الفضاءات العلمية

تقدم الفضاءات العلمية بمدينة العلوم حسب مقاربات ومحاور تمكن الزائر من التعرف على الظواهر الطبيعية، حسب ترتيب زمني جيولوجي يأخذ بعين الاعتبار بداية الكون وتطوره إلى يومنا هذا. نجد في مدينة العلوم فضاء القبة الفلكية وفضاء الكون وفضاء الحياة والإنسان، مختبر الحمض النووي وفضاء الماء. كما نجد أيضا فضاء الاستكشافات وفضاء المعارض المؤقتة والمكتبة المعلوماتية وفضاء للطيران قيد الإنجاز.

القبة الفلكية

تمّ افتتاح القبة الفلكية لأول مرة أمام الجمهور التونسي في ٢١ مارس ١٩٩٦، بجهاز تخيل فلكي ميكانيكي بصري. وفي أواخر ديسمبر ٢٠١٢، تمّ تجهيز القبة الفلكية بنظام عرض رقمي في غاية من الإتقان على شاشة في شكل قبة تجعل المتلقي ينغمس في الفضاء البعيد في رحلة ممتعة بين الأجرام السماوية. إن القبة السماوية عبارة عن دليل لاكتشاف الكون والكواكب السيارة، وتحتوي حاليا على عشرة عروض فلكية رقمية.

فضاء الكون

يرتكز مسار الزيارة بفضاء الكون على السفر من أعماق الكون والرجوع إلى الأرض عبر المجرات البعيدة والوصول الى المجموعة الشمسية والمرور عبر الغلاف الجوي للأرض. كما تتطرق إلى الصفائح التكتونية والتطور الجيولوجي لتونس والموارد الطبيعية للبلاد التونسية. في هذا الفضاء يكتشف الزائر الكون انطلاقا من المشاهدات التي دوّنها الإنسان من خلال مشاهدته للأجرام السماوية مثل النجوم والشمس والقمر.

في فضاء الكون لمدينة العلوم بتونس تعتبر الأرض حبة رمل في شطآن البحار، وهو ما ينفي نظرية مركزيّة الأرض للكون لبطليموس منذ قرنين قبل الميلاد. إن الزيارة في هذا الفضاء عبارة عن عدسة تنقلنا من أعماق السماء، من التجمع الكبير للمجرات إلى المجرات القريبة ثم الى مجرة درب اللبني ثم إلى المجموعة الشمسية ثم إلى الأرض.

فضاء الاستكشافات

شُيد هذا الفضاء خصيصا للشباب وكل من يريد اكتشاف لذة الممارسة العلمية لأول مرة. والهدف الأساسي منه تحفيز الفضول لدى الناشئة ودعم اهتمامهم بالعلوم والتكنولوجيا من خلال أنشطة مرحة وتكميلية. ويحتوي البرنامج العلمي لهذا الفضاء على وحدات تفاعلية,ورشات وتجارب,أيام علمية و عروض علمية.

فضاء الماء

فضاء مكمل لفضاء الاستكشافات، مخصص للشباب ويحتوي على وحدات تفاعلية حول الخصائص الفيزيوكيميائية للماء مع جناح مخصص للمنابع الطبيعية للماء في تونس، هذا ويتمّ حاليا تجديد جزء من هذا الفضاء بالشراكة مع المؤسسة الألمانية للتعاون الدولي.

فضاء الحياة والإنسان

يروي هذا الفضاء قصة الحياة المذهلة على الأرض منذ نشأتها، ويقدم للزوار رحلة حقيقية عبر الزمن، ويهدف إلى مساعدتهم على اكتشاف الحياة منذ بداياتها الأولى

مخبر الحمض النووي

أي منذ حوالي 3.8 مليار سنة، حتى تنوعها الحالي المذهل.يكتشف الجمهور عند زيارته للفضاء الحياة وآلياتها والمراحل الرئيسية في تطور البشر وما يميزهم عن بقية الحيوانات والنباتات. وهذا من خلال العديد من الوحدات التفاعلية التي تحترم المحطات الرئيسية في تطور الحياة على الأرض.

مختبر الحمض النووي للجميع Laboratoire ADN pour tous

منذ اكتشاف الحمض النووي فإن تقنيات البيولوجيا الجزيئية وعلم الوراثة يلعبان دورا فعالا في خدمة الأحياء. ونتعرف من خلاله على أصل الأفراد والسكان، مع تحديد السمات الجينية وكذلك تحسين المردودية في الزراعة والتعرف على أصل الأمراض. ولهذا تمّ بعث مختبر لنشر ثقافة تقنيات البيولوجيا الجزئية بمدينة العلوم بتونس منذ سنة 2018.

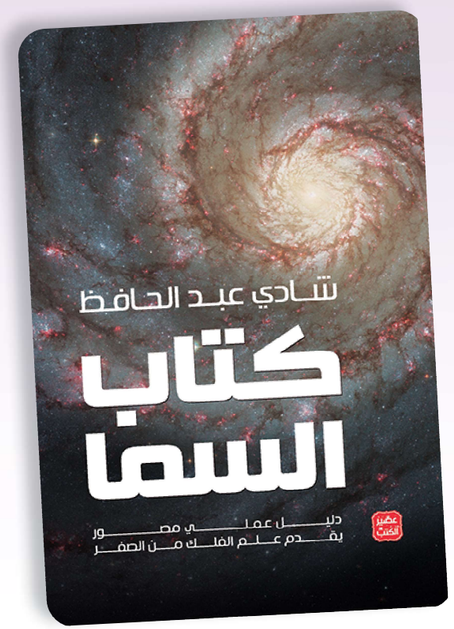
فضاء المعارض المؤقتة

الهدف الرئيسي لهذا الفضاء هو إثراء وتجديد المحتوى العلمي باستمرار حيث أن المادة التي يقدمها تجعل الزائر وفيا وباستمرار، يرجع الى المدينة لمواكبة أنشطتها. منذ سنة 2004 تمّ عرض 18 معرضا علميا من خلال الكراء بالتعاون مع مراكز العلوم الأوروبية أو التصميم والصنع المحلي داخل أسوار المدينة، ونذكر من بينها «معرض ديناصورات الصحراء الذي صُمم وصُنع بمدينة العلوم بتونس» فمدينة العلوم بتونس كغيرها من مثيلاتها في العالم تهدف إلى إثارة الفضول الفكري لدى المواطنين وفهم الابتكارات العلمية والتكنولوجية اليوم، من خلال الاستعانة بوحدات علمية تفاعلية تحت «شعار ممنوع، ممنوع اللمس» للتأكيد على الصبغة التفاعلية للوحدات. ومن بين شعاراتنا «تمتعْ بأسرار العلوم بمدينة العلوم» و»من الكون إلى الأرض مدينة العلوم جسر المعرفة» وشعار «في مدينة العلوم أحلم» وشعار « 30 سنة من المعرفة والدراية».

ً ما حدث أجمل من ذلك، فقد أسهم تلاميذ آخرون من أسوان نفسها في إرسال نتائج الإزاحة الزاوية إلى أصدقائهم في مكتبة الاسكندريّة..أوَلم يعد إيراتوستينيس فِعلًا هذه المرّة؟

إن تجربة إيراتوستينيس لحظة مميّزة تربط الشاب والطفل بكوكبه وتجعله يشعر بوجوده، وتعمّق في وجدانه الإحساس بنظام الكون الدقيق الذي جعل النتائج لا تكاد تتغيّر منذ التجربة الأولى، فتُغذّي ثقتَه بالعلم، وتبيّن له أن العلم ليس سوى لبنات صغيرة بسيطة متعاضدة فيما بينها بالقوانين والأنظمة، وأن فهمه ليس بالصعوبة أو التعقيد الذي قد يظنّ.

خير جليس
كتابُ السّما... علمُ الفلَك
على طَبقٍ من ذهبْ.



من إعداد: فلة داود

المؤلف: شادي عبد الحافظ

من هو الكاتب؟ كاتبٌ مصريّ ومحرّر علميّ، درس الصّيدلة، واهتمّ بعلوم الفلك وتبسيطها وكتب في العديد من المواقع والمجلّات والمنصّات العربيّة منها والعالميّة

مثل موقع إضاءات ومجلّة التقدّم العلميّ الكويتيّة؛ ويعمل حاليًا مدير التّحرير لقسم العلوم والفنون بمنصّة ميدان التّابعة لموقع الجزيرة.

مدخل

في إحدى اللّياليّ الصّيفيّة الماتعة وأنت في سطح بيتك تتأمّل السّماء بعينيك الغائرتين، تلقي بهما شمالًا ويمينًا فتلمح تشكيلات سماويّة بديعة لا تنتهي، من المؤكّد وأنت تفعل كلّ ذلك بين الفينة والأخرى أن تتبادر إلى ذهنك مجموعة من التّساؤلات والاستفسارات.

ماذا تمثّل هذه النّقاط اللّامعة المضيئة، وأيٌّ منها تشكّل كواكب وأيٌّ منها هي نجوم متلألئة ؟

وماذا عن أطوار القمر المنير، كيف يبدو لنا من سطح الأرض على شكل هلال ثم أكبر بقليل كحرف دال مرسوم بالفرنسيّة ثم بدرًا يغمر السّماء بضيائه؟

وماذا عن تلك النّجمة اللّامعة بقدر وسطوع أكبر والأشدّ بروزا وتوهّجًا...؟

هذه الأسئلة وكثيرة أخرى تجد لها جوابا شافيًا ومركّزًا بين ثنايا كتاب السّما، فهو بمثابة دليل عمليّ يبدأ من الصّفر ومن دون اللّجوء إلى تعقيدات فيزيائيّة أو رياضيّة.

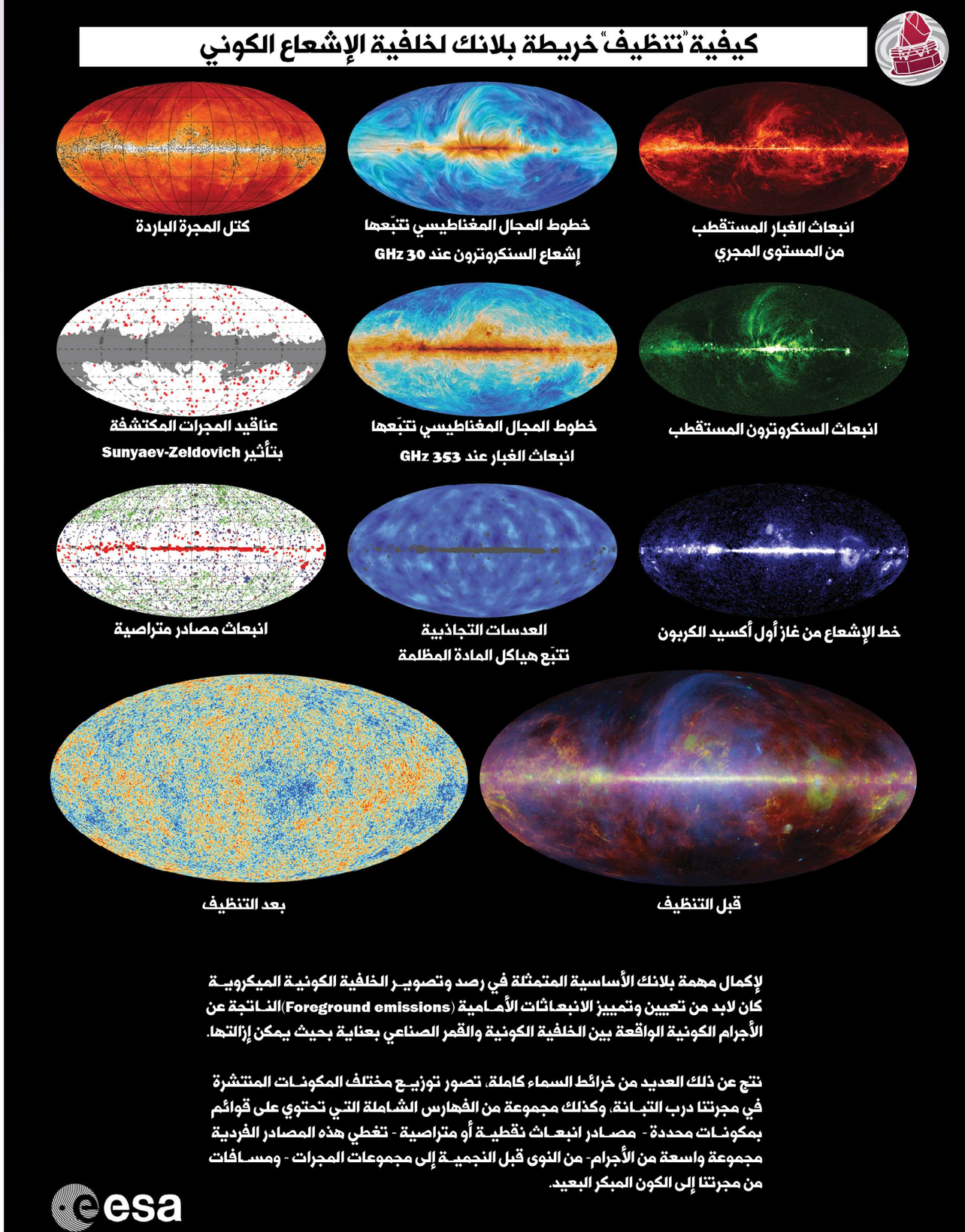
نظرةٌ شاملة على أجزاء الكتاب

ينقسم الكتاب إلى عشرة فصول، معنونة بعبارات مشوّقة جميلة في المعنى وذكيّة في النّحت، تطرّق فيها الكاتب إلى شتّى المفاهيم مؤسّسًا لها بطريقة تسلسليّة متخصّصة ومنهجيّة، وقد تناول في الفصل الأوّل أحد أفضل المنتجعات في العالم، هو قريب منّا ومنه يمكن أن نسافر في الكون ونستكشف أسراره المذهلة، إنّه سطح المنزل بكلّ بساطة؛ فمن خلاله يمكننا فهم الاتّجاهات ومعرفة الفرق بين الشّمال والجنوب والشّرق والغرب بالنّسبة لموضعنا في الأرض، وأيضا كيف نحدّد شكل الكوكبات في السّماء ونفرّق بينها ونفهم حركة النّجوم -على الرّغم من أنّها لا تتحرّك بالطّبع بل تبدو كذلك بالنّسبة لنا- وأن نحدّدها بأسمائها، في نهاية الفصل ستكون قادرًا على فهم إحداثيّات السّماء ومواضع النّجوم وتحدّدها إن كان النجم دبرانا «Aldebaron» أو شعرى شاميّة «Procyon» أو يمانيّة «Sirius» أو أنّه رجل الجبّار «Rigel» مثلًا.

في الفصلين المواليين الثّاني والثّالث سيركّز كتابنا حديثه بصفة أدقّ على النّجوم ونشأتها وتطوّرها وأنواعها وإشعاعها وعلاقة ذلك بدرجة حرارتها وأحجامها، وابسّط مفاهيم متنوّعة مثل «السّدم» «Nebula»، «النّجوم المتغيّرة» «Variable stars»، «التجمّعات النّجميّة».. وسيجيب على أسئلة كثيرة نذكر منها على سبيل المثال: متى يتحوّل النّجم في نهاية حياته إلى ثقب أسود «Black hole»؟ ومتى تكون نهايته نجمًا نيترونيًّا؟ في الفصول الثّلاثة التّالية سيأخذنا المؤلف في رحلة شيّقة لنتعلّم أسرار الرّصد الليليّ عبر الفصول الأربعة، ومكنوناته بصفة عمليّة متيحا أهمّ الوسائل والتّطبيقات المساعدة، مثل تطبيق Sky Map الشهير. مضيفا لذلك كلّه حكايات النّجوم والأساطير القديمة المرويّة عنها. ينتقل بعدها إلى أعماق النّظام الشّمسيّ أين يمكن لنا التعرّف على الشّمس وكيف تشكّلت؟ على الكواكب وكيف انقسمت إلى «صخريّة» «وعمالقة غازيّة»؟ وحزام الكويكبات «Asteroid Built» وأخيرا الكواكب التي نقدر على رؤيتها بأعيننا المجرّدة. في الفصل السّادس سيقف عند صديق محبّي اللّيل: «القمر»، ومن لا يستهويه للنّظر؟ سيجيب هذا الفصل عن تساؤلاتنا الملحّة حول حركة القمر ومنازله، الجانب المظلم له، معالمه من بحار «Lunar Maria» «وفوّهات قمريّة» «Craters»، صدقًا، ستعرف القمر كما لم تكن تعرفه من قبل!

من المؤكّد أنّك قد سمعت ذات مرّة بأنّ العالم «غاليلو» أب العلم الحديث كما يلقّب هو أوّل من صوّب تلسكوبه نحو السّماء لينفذ إلى أسرارها العجيبة. في الفصل السّابع سنتعرّف إلى هذه الأداة لنتعلّم معايير اختيارها ومكوّناتها.

نصل الآن إلى مقربة من نهاية الكتاب، في الفصول الثّلاثة المتبقّية سنتعرّف إلى واحدة من أجمل الظّواهر الفلكيّة زخّات الشّهب الّتي تتهاطل من حين إلى آخر، ما أصل هذه الشّهب؟ وكيف نحدّد مركز انطلاقها الظّاهريّ؟ وما هي أشهر الزخّات؟ وما معدّل تساقطها؟ أمّا إذا أردنا أن نشكّل تصوّرًا متكاملًا حول الكون الفسيح المبهر برمّته فإن هذا هو موضوع الفصل التّاسع. وفي العاشر الذي سيختم به الكاتب مؤلّفه المائع سيعرج إلى مفهوم الأبراج وزيفها وحتّى كيف توغّلت هذه الفكرة في أفهام النّاس من العوامّ لينفيها بأدلّة علميّة.



تبسيط العلوم يزيد شغف الجمهور العربيّ بالمعرفة ويلهِم الباحثين الشّباب.

الدكتور مجدي سعيد

مؤسس رابطة الإعلاميين العلميين العرب لمجلة الشهاب العلمي.

حاورته: ياسمين بوالجدري

الدكتور مجدي سعيد هو خريج كلية الطب وحاصل على دبلوم في الدراسات الأفريقية والانتروبولجيا من جامعة القاهرة. اشتغل في مجال تحرير العلوم بعدد من وسائل الإعلام العربية وهو أحد مؤسسي رابطة الإعلاميين العلميين العرب و رئيس التحرير السابق للطبعة العربية لمجلة «نيتشر». يشغل حاليا منصب محرر العلوم في موقع «الجزيرة نت».

يكتسي تبسيط العلوم أهميّة كبرى في عصرنا، وقد برزت هذه الأهميّة خلال جائحة كورونا التي انتشرت خلالها الأخبار الزّائفة، بما زاد الحاجة إلى نشر المعرفة وسط الأشخاص غير المتخصّصين. ويستضيف هذا العدد من مجلّة الشّهاب العلميّ الدّكتور: «مجدي سعيد»، أحد مؤسّسي رابطة الإعلاميّين العلميّين العرب، ورئيس التّحرير السّابق للطّبعة العربيّة لمجلّة «نيتشر» وهو حاليا محرّر العلوم في موقع «الجزيرة نت»، حيث يحدّثنا عن الدّور الّذي يلعبه تبسيط العلوم في مجتمعاتنا العربيّة، وكيف ينبغي على العلماء والصحفيّين الاستثمار في المنصّات الرقميّة، لنشر ثقافة العلوم وإيجاد الحلول المناسبة الّتي تُلبّي الاحتياجات وتحلّ المشكلات.

Dr. Magdy Said hold diplomas from both the Faculty of Medicine and the African Studies Department at Cairo University. He worked in the field of science editing in several Arab media outlets, and he is one of the founders of the Association of Arab Scientific Journalists and the former editor-in-chief of the Arabic edition of "Nature" magazine. He is currently the Science Editor for Al Jazeera Net.

نرحّب بك دكتور «مجدي سعيد» ضيفا في هذا العدد من مجلة الشّهاب العلميّ للحديث عن تبسيط العلوم، وفي البداية هلّا شرحت لنا ما المقصود بهذا المفهوم ومتى ظهر؟

المقصود بتبسيط العلوم، كلّ عمليّة تستهدف أن يفهم عامّة النّاس على اختلاف أعمارهم ومستويات معارفهم الموضوعات المختلفة للعلوم، عبر استخدام كافّة وسائل توصيل العلوم، المقروءة والمسموعة والمرئيّة، وعبر الاتّصال المباشر.
ليست لديّ معلومة عن تاريخ محدّد لظهور المفهوم، لكنّني أظنّ أنّه صاحَب تطوّر العلوم والصّناعة وانتشار وسائل الإعلام في القرن التّاسع عشر وفي الغرب تحديدا، ومنه بدأت رشحات من هذا تصل إلى بلدان الشّرق باختلاف ظروفها.

ما الدّور الّذي لعبته الصحافة على مدى العقود الماضية في تبسيط العلوم ونشر ثقافة العلم في عالمنا العربي؟

تبسيط العلوم بدأ بشكل عامّ عبر الكلمة المكتوبة، وكانت الوسيلة الأسرع في فعل ذلك هي الصّحافة المكتوبة، في مصر مثلا ظهرت مجلّة باسم: «يعسوب الطب» في القرن التّاسع عشر تناولت الطب والصحة. في نفس الفترة تقريبا ومع بدء ظهور التّرجمة بدأت تظهر الكتب العلميّة المترجمة، ثمّ المؤلّفة. وفي القرن العشرين مع تطور الصّحافة العربيّة، ظهرت بعض المجلّات وصفحات الصّحف التي تتناول قضايا العلوم، وإن كان بمساحة أقلّ بالطّبع من غيرها من القضايا. المساهمة إذن كانت موجودة ولكنّها كانت قليلة ومحدودة، على اختلاف بين وسيلة إعلاميّة وأخرى، وبين بلد وآخر.

ما هي أهمّ التخصّصات العلميّة الّتي تعتقد أنّها بحاجة أكثر إلى تبسيط في عصرنا الحاليّ؟

أظنّ أنّ قضايا العلوم كلّها تحتاج إلى تبسيط، ولكن إذا أردنا بعض التّحديد يمكننا أن نذكر قضايا البيئة والصحة والتكنولوجيا، وكذا القضايا المرتبطة بالزراعة باعتبار أنّ كثيرًا من سكّان بلادنا يشتغلون فيها.

ما هي قراءتك لواقع تبسيط العلوم في العالم العربيّ؟

أظنّ أنّه حدثت طفرة كبيرة في الأمر من حيث الإنتاج ومن حيث المتابعة في الألفيّة الجديدة وذلك عبر مواقع الإنترنت أوّلًا، ثمّ عبر وسائل التّواصل الاجتماعيّ ثانيًا، بحيث كان لها الفضل في ظهور محتوى الفيديو التّبسيطيّ للعلوم وهو ما ساهم بشكل كبير في «شعبنة العلوم» إذا جاز التّعبير، أو وضع أقدامنا في بدايته على الأقل.

كيف تبرز أهميّة تبسيط العلوم اليوم خاصّة بعد جائحة كورونا وما صاحبها من انتشار كمّ هائل من الأخبار العلميّة الزّائفة؟

طبعا ظهور جائحة كورونا ساهم في اهتمام أو انتباه المؤسّسات الإعلاميّة لأهميّة الصّحافة والإعلام العلميّ، لكنّ الجمهور على وسائل التواصل الاجتماعيّ كان سابقا في اهتمامه على الجائحة، وإذا كنّا نتحدث عن الغد الأفضل، فالعلوم هي في مركز صناعته، والشّباب على وسائل التواصل الاجتماعيّ أدرك ذلك، إنتاجا واستقبالا للمنتج العلميّ المبسّط.

إلى أيّ مدى يساهم تبسيط العلوم في تشكيل الوعي العام والارتقاء بالمجتمعات عموما والمجتمعات العربيّة بوجه خاصّ؟

تلبيّة احتياجات وحلّ مشكلات أيّ مجتمع في العالم يمرّان عبر منظومة العلوم والتكنولوجيا منذ ظهور المجتمعات البشريّة ومع تطوّرها. ومن شأن هذه المنظومة توفير العلوم اللّازمة وإبداع الحلول المناسبة الّتي تُلبّي الاحتياجات وتحلّ المشكلات. وكلّ وسائل توصيل وتبسيط العلوم هي جزء من هذه المنظومة، وهي تستهدف أوّلًا إثارة الشّغف لدى الجمهور العام بالعلوم، ومن ثم خلق طلب واحتياج وحب وفهم للعلوم والتكنولوجيا، وثانيا إلهام الأجيال القادمة من الباحثين والعلماء بإبداع الحلول الّتي يحتاجها مجتمعهم وبلدهم وأمتهم.

ما الدّور الّذي يجب على الصحفيّين والعلماء تأديّته للمساهمة في تبسيط العلوم للعامّة؟

عليهم أن يعرفوا أوّلا أنّ الصّورة التقليديّة لِما يُسمّى بِ «الصحافة» تجاوزها الزّمن، وأنّ هناك الآن أشكالا وألوانا من الاتّصال والتّواصل بين النّاس عبر وسائل التكنولوجيا المختلفة، ومن ثم على الصحفيّين والعلماء الانطلاق في استثمار الفضاء المفتوح عبر الفضاء الأزرق لإثارة الشّغف والإلهام عبر موضوعات العلوم والتّكنولوجيا، وإلّا فإنّهم سيتركون السّاحة لانتشار عملات رديئة تَسبق في استثمار هذا الفضاء المفتوح، وتُوصل علوما زائفة أو خاطئة.

بالحديث عن وسائل التّواصل الاجتماعيّ، كيف يجب على العلماء استغلال ما توفّره هذه المنصّات من مقروئية ومشاهدة، لإيصال المعلومات المبسّطة إلى أكبر عدد من الأشخاص؟

هناك بالفعل بعض العلماء العرب - وهم لا زالوا قلّة قليلة- ومن أمثالهم أستاذ الفيزياء الفلكيّة الجزائريّ الدّكتور: «نضال قسوم»، إضافة إلى أستاذ الذكاء الاصطناعيّ الجزائريّ: «رياض بغدادي». والسّاحة تضمّ علماء مبادرين في كافّة التخصّصات الّتي يحتاج المجتمع والنّشء إلى معرفتها. الأجيال القادمة مُتَشوّقة إلى المعارف العلميّة والتّكنولوجيّة الصّحيحة والّتي تُقدَّم بشكل شيّق إليهم. السّوق مُتعطّش، والباعة الجيّدون قليلون، فتفضّلوا وتقدّموا وأدّوا زكاة عِلمكم وأثيروا شغف النّاس وألهموهم.

د. نضال قسوم

د. رياض بغدادي

الشاطر الصغير

مواضيع
ركن الشاطر الصغير

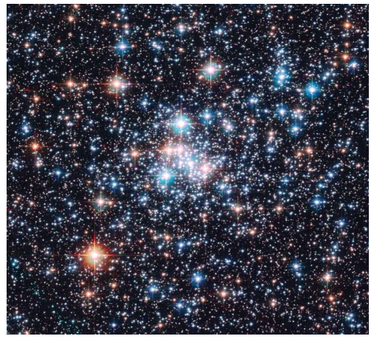
61 الكون المدهش
62 لغز إختفاء بطيخ السيد خطيب
63 إختبارات وألغاز
63 تجربة تمدد الكون

إشراف: **وليد بن خليفة**

الكون المدهش!!

بقلم وليد بن خليفة

مجرَّةٍ تضمّ عددا لا يُحصى من النّجوم، ومن بين هذه المجرّات مجرّة درب التبانة التي تحتوي على ملايير النّجوم، من بينها نجم صغير



يسمّى الشّمس تدور حوله ثمانية كواكب أشهرها كوكب الأرض الذي أصبح بيتًا للبشر. وهذا يعني أنّ الشّمس والأرض ما هما في الواقع إلّا جزء صغير جدّا من كوننا الواسع!

كم حجم الكون؟

ليومنا هذا، لا أحد يعرف على وجه اليقين إجابة هذا السّؤال. في الواقع؛ يرى العلماء أنّ الكون من الممكن أن يكون لانهائيًّا؛ أي إنّه غير قابل للقياس مطلقًا. لكي نقيس بدقّةٍ حجم الكون علينا أوّلا أن نرى كلّ الكون، وهذا ما لا يستطيع العلماء فعله؛ فالكون شاسع جدًّا، ونحن نرى فقط جزءًا صغيرا جدّا منه يُسمّى الكون المرئيّ، وبسبب ذلك، لا يمكننا لليوم معرفة الحجم الحقيقيّ للكون. إنّ هذا شيء مذهل، أليس كذلك؟! ليس هذا فقط، فمعرفة حجم الكون بدقّة من الممكن أن يكون أمرا مستحيلا لأنّ الكون لا يتوقف عن النّمو لحظة واحدة، بل يصير كلّ لحظةٍ أكبر وأكبر. إنّه يُصبح أكثر شساعةً كلّ يومٍ!

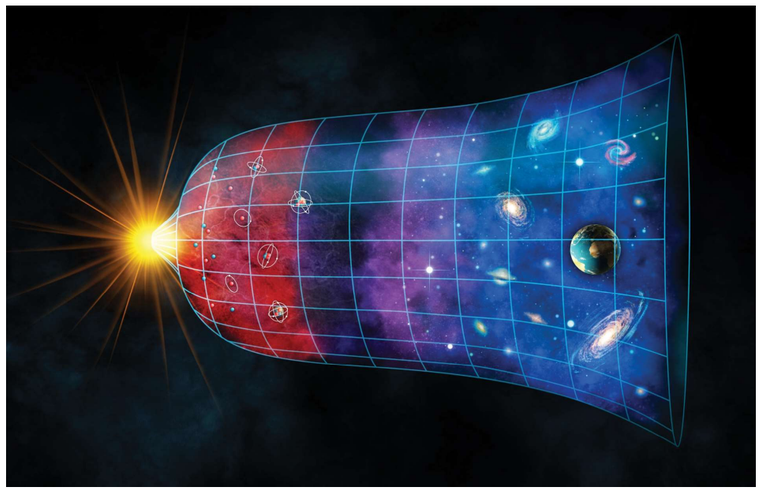
يرى العلماء أنّ عدد النّجوم في الكون يفوق عدد حبّات الرّمل الموجودة في كلّ شواطئ العالم!

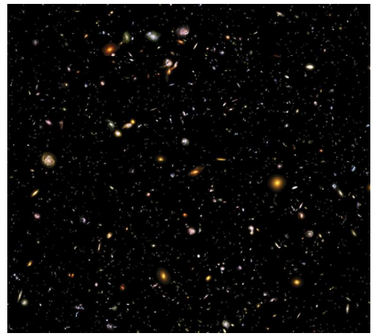
هل هذا يعني أنّ الكون يتمدّد باستمرار؟

نعم، إنّها حقيقة. مع التطوّر العلميّ الذي حققته البشريّة أصبحنا متأكدين من أنّ الكون يتمدّد باستمرار. في واقع الأمر، أخذ الكون يتمدّد منذ الانفجار الكبير انطلاقا من تلك اللحظة التي حدث فيها الانفجار. إنّه يصبح أكبر وأكبر بمرور الوقت، فهو يتمدّد مع كلّ ثانيةٍ تمرُّ، وهذا يعني أنّك بينما تقوم بقراءة هذه الكلمات، فإنّ الكون يتمدّد. في عشرينيات القرن العشرين، أثبت إدوين هابل أنّ المجرّات في الكون تتباعد عن بعضها تدريجيًّا، وهذا يعني أنّ الكون يتوسّع باستمرار. يعتقد بعض العلماء أنّ الكون سيتوقف لاحقا عن التوسّع، وبدأ في الانكماش، في حين يرى معظم العلماء أنّ الكون سيستمرّ في التوسّع إلى الأبد.

أدوين هابل (Edwin Hubble)

الكثير من العلماء يرون أنّ الكون سيستمرّ في التمدّد إلى الأبد.





ما هي الكوسمولوجيا؟

في الأوساط العلميّة، يُطلق أيضا اسم الكوسموس (The cosmos) على الكون، والمجال العلميّ الذي يختصُّ بدراسة الكوْن أو الكوسموس يُعرف بالكوسمولوجيا (Cosmology). تهتمّ الكوسمولوجيا بالبحث في أصل الكون ونشأته وتاريخه وهيكله ومحتوياته وتطوّره وبنيته. وبهذا يسعى عَالِم الكوسمولوجيا إلى الإجابة عن أسئلةٍ كثيرة محيّرةٍ مثل: متى نشأ الكون؟ وممّا يتكوّن؟ وكيف سينتهي؟ وكيف نشأ؟

الكوسمولوجيا هو العلم الذي يسعى لحلّ ألغاز الكون، والكشف عن أسراره المخبّأة.

بالمناسبة، كيف نشأ الكون؟

من أجل أن يشرح العلماء طريقة نشأة الكون الواسع، تصوّروا أنّ ما حدث أشبهُ بفقاعةٍ انفجرت انفجارًا قويًّا قبل 13.8 بليون سنة. يُطلق العلماء على ذلك الانفجار اسم الانفجار العظيم (The Big Bang)، وهو السّبب في تشكّل الكون الذي نعرفه، فحينما حدث الانفجار الكبير، نشأت كل النّجوم التي نراها ليلا في السّماء من نافذة المنزل أو ساحة الحديقة. عندما نشأت النّجوم، تشكّلت مجرّات كثيرة جدّا في كوننا الواسع، كلّ

يُقدّرعمر الكون بـ 13.8 بليون سنة، في حين يُقدّر عمر الأرض بحوالي 4.5 بليون سنة.

بقلم: آمنة سعدي

بذرتُ بذور البطيخ أنا وحبيب مع جارنا السيد خطيب. ويوما وراء يوم كنا نذهب معه للحقل لنعتني بها. وعندما اقترب وقت قطف البطيخ، حصل أمر رهيب. اختفت واحدة، وتكرر الحادث حتى اختفى ربع المحصول. ضرب السيد خطيب كفيْه وقال: «بالتأكيد هناك حيوان بري يتسلل لحقلي في غيابي ويسرق بطيخاتي». قلت:» لا تقلق سنحرسها يوم الجمعة ونمسك به». ابتسم وشكرنا.
وكذلك فعلنا، ولكن لم نر أي شيء غريب. وفي الصباح سمعت صراخ السيد خطيب، لقد فقد المزيد من البطيخ. عندها خطرت لي فكرة بأن أضع مصيدة للقبض على الحيوان السارق، ولكن أولا يجب أن أعرف حجمه وذلك من آثار أقدامه، وهنا كانت المفاجأة. فتشت في كل الحقل ولم أجد سوى آثار أقدامي وأقدام السيد خطيب. ازداد فضولي كثيرا، ما هذا الشيء الذي لا يترك آثارا على الأرض ويستطيع سرقة بطيخة؟
بحثت في محرك البحث جوجل، فتوصلت

إلى حل أحسن وبالتأكيد سيكون الحل الأمثل. كاميرات مراقبة إنها تراقب ونحن مشغولون.
وفورا ركّبها السيد خطيب وراقب الحقل من خلال شاشة في بيته، وأنا راقبت من هاتفي حتى انقضى النهار. رغم أنه لم يظهر أحد على الشاشات لكن عند شروق الشمس وجدنا البطيخ قد نقص. ارتجفت أصابعي ودق قلبي بقوة، ما هذا الشيء الذي لا يُرى ويستطيع حمل بطيخة كاملة؟
ضربت الأرض بقدمي وشددت قبضتي، سأجده ولو كان شبحا خفيا.
اقتربت من السيد خطيب وقلت: «نحتاج زيادة الإضاءة، يبدو أن السارق يأتي ليلا.» سأل السيد خطيب «لماذا لا تصوره الكاميرات؟» قلت: «الضوء، تحتاج ضوءا لتصوير صورة واضحة أو ربما نركب كاميرات ليلية ولا تقلق عندي واحدة».
أحضرتها بسرعة وركبتها، ودّعته وذهبت للبيت، لن أنام حتى أعرف السارق. ولكن هبت ريح قوية وصاحبها غبار شديد فكانت الصورة غير واضحة بتاتا. وفي الصباح كانت عدة بطيخات مسروقات. لقد زاد الوضع عن الاحتمال، بهذه الوتيرة لن تتبق للسيد خطيب ولا بطيخة.
اتصلت بحبيب وطلبت منه القدوم إلى حقل السيد خطيب، وإحضار الأجهزة والمعدات.
رسمت مخطط التركيب وشرحت له طريقة العمل.
وفورا بدأنا بالتنفيذ. ركّب حبيب مجسات حركة على حبات البطيخ، ثم ركّب شبكة أوتوماتيكية الإطلاق، أما أنا فشبكت أسلاك مجسات الحركة وأسلاك الشبكة على معالج أردوينو وكتبت خوارزمية عمل النظام ثم حولتها إلى برنامج وأدخلته في معالج أردوينو. قلت: «انتهينا الآن يمكننا مغادرة المكان. نم سيدي الليلة فبطيخاتك بأمان».
أمسكَ السيد خطيب بيدي وقال: «اشرح لي ما كل هذه الاشياء».
فأجبته «لا عليك، فقط انتبه لجرس الإنذار، عندما يدق فالسارق بالانتظار»
وما إن عدت للمنزل حتى رن جرس الإنذار فعدت بسرعة للحديقة. فوجدت قبلي السيد خطيب يصرخ ويقول: «وحش إنه وحش كبير. أحضر عصا أو أي شيء قبل أن يهرب» قلت: «دعني أراه» ولكنه استمر بالصراخ وقال: «وحش وحش بأرجل كثيرة سوداء إياك أن تلمسه لا أريد أن يؤذيك. دعه يأخذها وابتعد. وحش وحش»
قلت: «لا تقلق سأراه فقط»
وعندما نزعت الشبكة ضحكت ضحكة مجلجلة
قلت: «إنها طائرة درون مسيرة»
فاستفسر السيد خطيب « هل هي من يسرق البطيخ»
فأشرت له أن يختبأ فحتما سيأتي صاحبها ليعرف لماذا لم يعد يستطيع التحكم بها.
انتظرنا قليلا حتى سمعنا صوت أقدام تقترب، كان ابن جيراننا مراد فقلنا: «أنت هو السارق المجهول، لماذا لماذا؟»
قال: «آسف آسف، أنا أطور طائرة درون لأزيد قدرتها على حمل أحجام ثقيلة».
ولكن السيد خطيب صرخ في وجهه قائلا: «وما يفيدني أسفك وبحثك، لقد خسرت محصولي بسببك».
اعتذر مراد كثيرا ثم سدد للسيد خطيب ثمن البطيخ الذي سرقه.
وقبل أن نغادر الحقل سأل مراد : «كيف أمسكتما بالدرون؟»

فأجبته: «ركبنا مجسّات حركة على كل حبات البطيخ، وما إن تحركت واحدة حتى أرسل المجسّ إشارة إلى معالج أردوينو الذي بدوره أرسل رسائل إنذار لي وللسيد خطيب، وكذلك أرسل إشارة إلى الشبكة الأوتوماتيكية مع إحداثيات المجس الذي تحركت قربه البطيخة، فانطلقت الشبكة بالاتجاه المحدد لها، وقبضت على الدرون».
صفق بيديه وقال: «هل تشتركان معي بالأبحاث؟»
قلت: «نعم ولكن دون سرقة».

اختبارات وألغاز

إعداد: عمر نمول

اختبر معلوماتك العامّة في علم الفلك هنا.
ستجد الإجابات الصّحيحة في الصفحة 71.

1. لماذا يمكنك القفز على القمر أعلى بكثير من الأرض؟
   - لا يوجد غلاف جوي
   - المجال المغناطيسيّ أضعف
   - لا يوجد ماء
   - الجاذبيّة أضعف
2. كم عمر الأرض؟
   - حوالي 4.5 مليار سنة
   - حوالي 450 مليون سنة
   - حوالي 45 مليون سنة
   - حوالي 4.5 مليون سنة
3. صح أم خطأ: تدور جميع الكواكب حول نفسها في نفس الاتجاه؟
   - صحيح
   - خطأ
4. لماذا تلمع النجوم؟
   - لأنها تكبر وتصغر
   - بسبب الاضطرابات في الغلاف الجوي
   - لأنّها تقوم بدمج الهيدروجين
   - لأنّ قوة مجالها المغناطيسي تتغير
5. لماذا يرد الكون إلى حوالي 3 درجات فوق الصفر المطلق؟
   - كان هناك المزيد من النجوم في وقت سابق
   - كان هناك عدد أقل من النجوم في وقت سابق
   - لأن الكون أصبح أكبر
   - لأن الكون أصبح أصغر
6. صح أم خطأ: النجوم الكبيرة تعيش لفترة أطول من النجوم الصغيرة
   - صحيح
   - خطأ
7. لماذا ينهار النجم في نهاية حياته؟
   - لأن إلكتروناته تولد ضغطًا هائلاً
   - لانعدام الضغط الداخلي في نهاية حياته
   - لأن المجال المغناطيسي أصبح أقوى
   - للفقدان التدريجي لكتلته
8. من اكتشف أنّ محور الأرض يتذبذب مثل تذبذب محور اللولب؟
   - أبرخش
   - أرسطرخس الساموسي
   - نيوتن
   - أرسطو
9. صحيح أم خطأ: التلسكوب الكاسر يجمع الضوء من خلال مرآة.
   - صحيح
   - خطأ
10. أين يوجد أكبر تلسكوب في العالم؟
    - جزر الكاناري
    - بورتوريكو
    - ألمانيا
    - جنوب افريقيا
11. لماذا لا يوجد مرصد للأشعّة السينيّة في أمريكا الشماليّة؟
    - لعدم وجود أموال لبنائه.
    - لكثافة السكان هناك
    - لأن الغلاف الجوي يحجب الأشعة السينيّة
    - لأن الجو ممطر جدًّا هناك
12. أين تمّ قياس حجم الأرض لأوّل مرة؟
    - واشنطن العاصمة (الولايات المتحدة الأمريكية)
    - روما (إيطاليا)
    - الإسكندريّة (مصر)
    - بيجين (الصين)

تجربة تمدّد الكون

إعداد: وليد بن خليفة

سنحاول في هذه التجربة أن نحاكي تباعد المجرّات في الفضاء بسبب تمدّد الكون، ولكي تنجح هذه المحاكاة، تحتاج إلى:

خطوات التجربة:

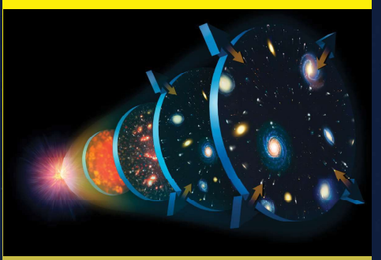
1 - قم بنفخ البالون قليلا ثمّ أحكم غلقه بالشّريط لكي لا يخرج منه الهواء.

2 - استعمل القلم الأسود لتعيين ثلاث نقاط متتالية على البالون مثلما هو موضّح في الصورة 1. البالون يمثّل الكون، أمّا النقاط الثلاثة المتتالية فتمثّل المجرّات.

3 - افتح الشريط الآن، ثمّ قم بنفخ البالون ليصبح أكبر.

4 - قارن بين النقاط المتتالية في الصورة الأولى للبالون والصورة الثانية له، ماذا تلاحظ؟

ستلاحظ أن النقاط الصغيرة (المجرّات) قد تباعدت عن بعضها البعض بسبب تمدّد البالون (الكون) مثلما ترى في الصورة 2. وهذا ما يحدث تماما في الكون، فعندما يتمدّد الكون تتباعد المجرّات.



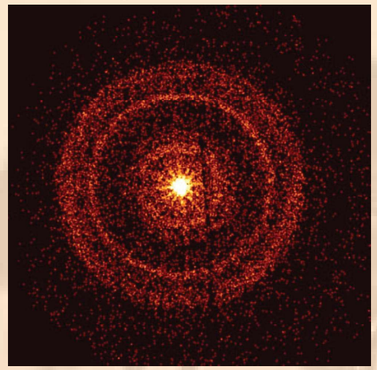
سديم الجبّار (Orion Nebula)
من تصوير: فيليب مورال (Philippe Morel)، مرصد تشارلز فيرينباخ - بريش ، فرنسا.

الأخبار الفلكية العربية

بقلم: أسماء فيلالي

مرصد فلكيّ مغربيّ يشارك في تتبّع أعظم ٨٨٨انفجار في الفضاء

استطاع مرصد فلكي في منطقة «أوكايمدن» نواحي مراكش (وسط المغرب)؛ المشاركة في اكتشاف تاريخيّ جديد مؤخّرًا عندما رصد أكثر وميض ضوئي توهّجًا على الإطلاق، انبعث من على مسافة 2.4 مليارات سنة ضوئيّة من الأرض. وأوضح المرصد التّابع لجامعة «القاضي عياض» بمراكش، في بيان أنّ: «الوميض المسمّى أشعة غاما (Rayons gamma) هو أقوى وميض سُجّل حتّى الآن، وشاركت في رصده العديد من التلسكوبات المحترفة، بما فيها تلسكوب «أوكايمدن»، بعدما تلقى إخبارا من تلسكوب Swift التابع لوكالة ناسا».



GRB 221009A ملتقط بواسطة تلسكوب Swift التابع لوكالة ناسا

وجاء رصد انفجار أشعة «غاما»، الّتي تُعدّ أكثر أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسيّ كثافة، لأوّل مرّة بواسطة تلسكوبات موضوعة في مدار حول الأرض في التّاسع من أكتوبر الجاري، فيما لا يزال ضوؤه المتبقي محل دراسة العلماء في جميع أنحاء العالم، مع مواصلة البحث لمعرفة تفاصيل أكثر حول هذه الظّاهرة.

الجمعية الفلكية السورية تصنع مرصدا كبيرا بخبرات محلية

تمكّنت الجمعية الفلكية السورية من بناء تلسكوب كبير، وقبّةٍ لرصد النّجوم والكواكب، على الرغم من ضعف التمويل، والصعوبات في استيراد الأجزاء الرئيسيّة.

ليلة النجوم بمدينة العلوم التونسية

تنظم مدينة العلوم بتونس كل سنة ليلة النجوم بالتنسيق مع عدد من دول أخرى، فهي فرصة ثمينة لرصد السماء والسهر مع الشهب التي تُرى في الجزء الأخير من الليل وخاصة زخة الشهب المعروفة باسم البرشاويات (Perseids) في شهر أوت. إلا أنه القمر هذا العام يقع بقرب من طور البدر في وقت أوج الزخة، مما جعل المنظمين يقربوا الموعد بقليل كي تتم مشاهدة السماء والقمر في ترتيبه الأول، كما تمكن الجمهور من مشاهدة كوكبي المشتري وزحل، وكذلك بعض الأجرام من الفضاء العميق مثل المجرات من خلال التلسكوب الموضوع في تصرف راصدي من الجمهور. تضمن البرنامج عددا من محاضرات من تقديم باحثين من تونس، الجزائر، العالم العربي وفرنسا. نذكر من ضمن المواضيع المقدمة: رصد الأرض والتغيرات المناخية، حركة الغلاف الجوي للمشتري وميكانيكا السوائل، تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الفضاء. أول خطوة لتونس في الفضاء.

بالإضافة إلى تنظيم مسابقات علمية مع جوائز.

الأخبار الفلكية الإفريقية

بقلم: يسرى ميموني

رسالة من الرئيس الجمعية الفلكية الافريقية الجديد

تم إنتخاب البروفيسور تيي ميدوبي كرئيس للجمعية الفلكية الافريقية AfAS للعهدة الجديدة من 2022 الى سنة 2025. وقد أبدى سروره في رئاسة هذه الجمعية المتميزة كما نوه بالجهود المبذولة من طرف المكتب السابق و نيته في مواصلة هذه الجهود من أجل ترقية علم الفلك الافريقي. كما تحدث عن ضرورة العمل الجاد من تهيئة جمعية AfAS لانعقاد الجمعية العامة للاتحاد الدولي لعلم الفلك «IAU» لعام 2024 والذي سيتم في بلد افريقي لأول مرة في التاريخ.

مدرسة صيفية لعلم الفلك في إفريقيا جنوب الصحراء (SSAASS) بأوغندا

نظمت جامعة بارارا للعلوم والتكنولوجيا وجامعة كيامبوجو بالاشتراك مع معهد ماكس بلانك للفيزياء الفلكية مدرسة صيفية لعلم الفلك في إفريقيا جنوب الصحراء (SSAASS) في أوغندا. تم في عنتيبي واستمر لمدة أسبوعين، من 19 إلى 30 سبتمبر 2022. ركزت المدرسة بشكل أساسي على الفيزياء الداخلية النجمية، والمجرات، وتقنيات اكتشاف الكواكب الخارجية وتقنيات التداخل الراديو. وقد شارك فيها حوالي 30 طالبًا من أوغندا، إثيوبيا والبلدان المجاورة.

نشرية جمعية AfAS تغطي مجلة الشهاب العلمي

نشرت مجلة الجمعية الفلكية الافريقية مقالا عن العدد الخامس لمجلة الشهاب العلمي لجمعية الشعرى لعلم الفلك حيث تضمنت موضوع الكواكب الخارجية المكتشفة ومنها الشبيهة بالأرض داخل مجرة درب التبانة. كما تضمنت مقالا مطولا حول النشاطات الفلكية الافريقية.

جائزة الأبحاث المهنية المبكرة للجمعية الفلكية الإفريقية

أعلنت جمعية الافريقية عن نتائج منحة أبحاث البذور لعام 2022. قد منح لكل فائز مبلغ مالي قيمته 1200 يورويستعمل في سفر الدولي 7 محلي، شراء كمبيوتر وفي نفقات أخرى المتعلقة ببحوثهم. والفائزين هم:

- غرايس كاتوزيم، جامعة مبارارا للعلوم والتكنولوجيا بأوغندا.
- حسن عبد الله، جامعة أم درمان الإسلامية بالسودان.
- ماليبو ايلا مولوكو، جامعة كيب تاون، جنوب أفريقيا.

2022-EAS: التعاون بين إفريقيا وأوروبا: الوضع الحالي والطريق إلى عام 2024

شاركت الجمعية الفلكية الأفريقية (AfAS) في مؤتمر الجمعية الفلكية الأوروبية (EAS) الذي انعقد في فالنسيا، إسبانيا، في الفترة ما بين 27 جوان إلى 1 جويلية 2022. وقد يتم تنظيم جلسات حول التعاون الأوروبي الأفريقي مرتين سنويًا في المؤتمر السنوي لـ EAS. كان موضوع دورة هذا العام هو «التعاون بين إفريقيا وأوروبا: الوضع الحالي والطريق الى عام 2024»، وركز على تقييم الوضع الحالي للتعاون بين إفريقيا وأوروبا في علم الفلك من خلال تسليط الضوء على الأنشطة والمبادرات الحالية، الفرص، الإنجازات، التحديات والاحتياجات خلال 26 مداخلة وقد حضر الجلسات حوالي 100 مشارك.

أهم أنشطة وحدة البحث العلمي CERIST مع جمعية الشعرى لعلم الفلك

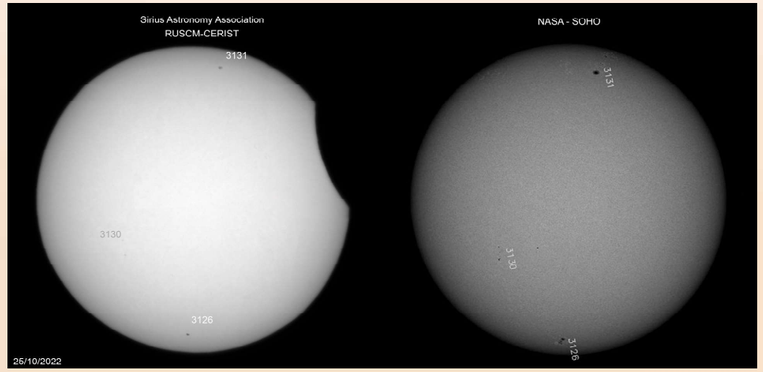
بقلم يسرى ميموني

أبواب مفتوحة على الكون يوم 8 سبتمبر 2022

بمناسبة الدخول المدرسي واحتفالا بالأسبوع العالمي للفضاء كما هو مرسوم من قبل منظمة « اليونيسكو», نظمت جمعية الشعرى لعلم الفلك بالتعاون مع وحدة البحث العلمي CERIST بقسنطينة حدث تضمن محاضرات ومعارض استثنائية : «سيمفونية الكون», «الفيزياء الطاقوية», «غزو الفضاء» و»الأرض وعلوم الحياة» وبمشاركة عدة نوادي في الفيزياء, البيولوجيا, الرياضيات وغيرها.

رصد الكسوف الجزئي للشمس بقسنطينة يوم 25 سبتمبر 2022

نظمت وحدة البحث العلمي للوساطة العلمية نشاط بقسنطينة لرصد الكسوف الجزئي للشمس الذي ظهر في شمال افريقيا يوم 25 سبتمبر 2022. تمت مشاهدة هذه الظاهرة بين الساعة 10:49 الى 11:51 بمساعدة 8 منشطين متطوعين كما قاموا بمرافقة الجمهور لرؤية معرض فلكي موجود داخل الوحدة للتعريف بعلم االفلك بطريقة مبسطة.



ندوة حول جوائز نوبل للعلوم 20 أكتوبر 2022

يوم الخميس 20 أكتوبر نظمت وحدة البحث العلمي في الوساطة العلمية ندوة مفتوحة للجمهور العام قدمت فيها ثلاثة محاضرات علمية من قبل البروفسور بوحوحو مولود, البروفسور لطفي بالخيري والدكتور هشام قرقوري عن المتحصلين على جوائز نوبل لسنة 2022 وأعمالهم.

ندوة تثقيفية لفيزياء الكم في مدينة بجاية 27 نوفمبر 2022

استضافت جامعة بجاية (النادي العلمي لبحوث العمليات SCOR، والنادي BYTE بمعهد ESTIN بأميزور) يوم 27 نوفمبر

2022 وحدة البحث في الوساطة العلمية للقيام بنشاط علمي تثقيفي واسع النطاق مع طلبة المؤسستين الجامعيتين تحت عنوان «الفيزياء من الكوانتا الى المجرات», وذلك بالتنسيق مع وحدة البحث لـ CERIST ببجاية وجمعية الشعرى لعلم الفلك القسنطينية. تضمنت هذه الندوة معرض فلكي ومحاضرات متبوعة بمناقشات ومسابقة علمية مع جوائز مختلفة.

نشاط تثقيفي حول اليوم العالمي للبيانات 10 نوفمبر 2022 بثانوية الحرية، قسنطينة

بمناسبة اليوم العالمي للبيانات المصادف لـ 10 نوفمبر 2022 وضمن برنامج Masterclass LHC-W2D2 الذي تنظمه المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية (CERN) لتبادل البيانات التجريبية ومعالجتها، وبتأطير من وحدة البحث في الوساطة العلمية. شاركت ثانوية الحرية بقسنطينة في ورشة عمل خاصة لمعالجة بيانات مسرع الجسيمات LHC الواردة من CERN. ألقى خلالها الأستاذ جمال ميموني محاضرة تفاعلية في الفيزياء دون ذرية والجسيمات الأولية.

لاقت تجاوبا من الحضور أين أظهروا حماسا كبيرا وإطلاعا واسعا بمجال الجسيمات الأولية. بعدها شارك التلاميذ في لقاء مباشر عبر منصة Zoom مع جامعة جنيف حيث ساهموا في النقاش المفتوح حول البيانات المعالجة وبشكل فعال.

ندوة تكوينية في علم الفلك المدرسي لأساتذة الطور المتوسط لولاية أولاد جلال -24 25 ديسمبر:

نظمت وحدة البحث العلمي للوساطة العلمية برنامج تكويني لأساتذة الطور المتوسط في ولاية أولاد جلال وذلك بالتعاون مع لشبكة NAEC-Algeria التابعة للاتحاد الدولي للفلكي. تضمن هذا البرنامج عدة ورشات منها: ورشة في الجغرافيا الفلكية، ورشة في الفيزياء الفلكية و ورشة في البيولوجيا الفلكية.

رحلة ثقافية علمية لتمثيل ولاية قسنطينة بالملتقى الوطني الثالث لابتكارات الشباب بتمنراست 22 – 25 ديسمبر

شاركت جمعية الشعرى لعلم الفلك في الطبعة الثالثة من الملتقى الوطني لابتكارات الشباب في أقصى جنوب الجزائر (تمنراست) من 22 الى 25 ديسمبر حيث قامت بإنجاز موقع الكتروني يهتم بتبسيط علوم الفلك للمبتدئين والأطفال الهواة الراغبين في تعلم أساسيات علم الفلك واكتساب مهارات فلكية. وتضمن الملتقى عددا من المسابقات ومعرضا للمخترعين الشباب وتخلل التظاهرة تنظيم عدة جولات سياحية في المنطقة للتعرف على المدينة.

الملتقى الوطني الرابع للشباب العلمي والشاطر الصغير بتندوف 31 ديسمبر 2022

شاركت جمعية الشعرى لعلم الفلك ممثلة لمديرية الشباب والرياضة لولاية قسنطينة بمشروع التتبع والإخماد الفوري للحرائق بالملتقى اللقاء الوطني للشباب العلمي و الشاطر الصغير في طبعته الرابعة و الذي احتضنت فعالياته بالمركب الرياضي الجواري «المجاهد المرحوم مالك حداد» بداية من 28 إلى 30 ديسمبر 2022. تضمن الملتقى معرضا للمخترعين الشباب مع تنظيم عدد من جولات سياحية في المنطقة للتعرف على جمال المدينة و سحر عاداتها وتقاليدها. اختتم الملتقى بتكريم الفائزين في المراتب الثلاثة الأولى و فازت مدينة قسنطينة بالمرتبة الثانية.

بقلم سندة بن عثمان

فيلم العدد
لا تنظروا الى السماء!

Don't Look UP

تدور أحداث فيلم «لا تنظروا إلى السّماء» "Don't look UP" حول اكتشاف طالبة الدكتوراه "كيت ديباسكاي» وأستاذها البروفيسّور «راندال ميندي» لمذنّب يتّجه نحو الأرض لتدميرها في غضون ستّة أشهر، فيهرعان لتحذير الجهات المختصّة والعالم بهذه الكارثة للتدخّل السّريع ومحاولة منعها ليتفاجؤوا باللّامبالاة والسخريّة من الجميع.

يتناول هذا الفيلم نهاية العالم من منظور يختلف عن العادة ليُظهر كيفيّة تعامل السياسة، الإعلام، أصحاب الشّركات العملاقة وصنّاع المحتوى مع القضايا الّتي تهدّد كوكب الأرض والجنس البشريّ فيسلّط الضّوء على اهتمام المجتمع بتصدير التّفاهات والسطحيّة وتهميش العلم والعلماء تحت طابع الدراما والكوميديا السّوداء السّاخرة.

دليل الرّصد اللّيليّ بالعين المجرّدة

بقلم خالد شبري

لطالما كانت السّماء ومصابيحها علامة الاستفهام الأولى الّتي تضيء في عقل كلّ واحد منّا حين يرفع الإنسان رأسه إلى السّماء، ليفعل بعدها الفضول -الّذي منّعنا الله به- فعلته فتبدأ رحلة البحث عن الأجوبة الّتي لا نهاية لها، ولأنّنا في عصر العلم فلابدّ من أن ندعم المتعة البصريّة بالعلم وبمهارات تزيد الجمال جلالًا.

الخمس كواكب التي يمكن رصدها بالعين المجردة.

رصد السّماء اللّيليّة نقصد به تلك المتعة البصريّة بكلّ ما تحتويه السّماء اللّيليّة بنجومها وكواكبها ومجرّاتها ونيازكها و شُهبها وحتّى الأقمار الصّناعيّة ومساراتها ... هذا المشهد المتغيّر الّذي يجمع الملايين من الهواة والخبراء كبارًا وصغارا، قديما وحديثا.

وللرّصد اللّيليّ ثلاثة أمور أساسيّة؛ ليكون الرّصد بذلك أكثر إثمارًا وإمتاعًا:

1.تحديد ما تريد رؤيته؟ «كوكب، نجم، شهب، قمر صناعيّ...».

2.اختيار الوقت الصحيح أي وقت ظهور الجرم أو الظّاهرة.

3.ضبط الجهة والمكان المناسبين.

فمثلا في النقطة الأولى: تعتبر معرفة الجرم المراد رصده نقطة مهمة جدًّا، فمثلًا إذا أردنا رصد كوكب وجب أن نعرف أنّه بالإمكان رصد خمسة كواكب فقط – بالعين المجردة وهي عطارد والزّهرة والمرّيخ والمشترى وزحل.

وعندما نصلها بالنقطة الثانية فرؤية هذه الكواكب ممكنة ما لم تكن قريبة جدًّا من الشّمس، فتصعب رؤيتها.

أمّا بالنّسبة للمكان فتجدها كلّها في المستوى الكسوفيّ مثلًا، ثمّ حسب موقعك من الكرة الأرضيّة.لنفصّل أكثر في الموضوع:

معرفة ما تريد رصده:

عند البحث عن الكواكب يجب أن تركّز على ثلاثة أمور:

أجرام لامعة جدّا في السّماء لقربها,مقارنة بالنّجوم البعيدة جدًّا (مسافات تقاس بالسّنوات الضوئيّة).

بعض الكواكب تظهر بألوان مميّزة، يمكن أن تساعدك كثيرا (المرّيخ: أحمر – المشتري: أبيض ولامع جدا).

المستوى الكسوفيّ: وهو مستوى دوران الأرض والكواكب حول الشّمس، وهو المسار الّذي تتموقع فيه كلّ الكواكب الّتي يمكن رصدها.

النّظر في المكان الصّحيح من المكان الصّحيح:

البحث عن الجرم المناسب في المكان غير المناسب لا يفيد بشيء، فاختيار المكان الصّحيح للرّصد بعيدًا عن التلوّث الضّوئيّ مهمّ بحسب الجرم الّذي تودّ رصده (فكلّما زاد التلوّث الضوئيّ كلّما قلّ عدد الأجرام الّتي يمكن رصدها). بقدر ما هو مهمّ النّظر في المكان الصّحيح لشروق الجرم وغروبه وذلك حسب موقع الرّاصد من الكرة الأرضيّة، من المفيد أيضًا أن تكون مزوّدا بخريطة للسّماء اللّيليّة (ورقيّة كانت أم إلكترونيّة).

النّظر في الوقت الصّحيح:

كما ذكرنا سابقا، فالسّماء اللّيليّة عرض دائم التغيّر، ما يعني شروقا وغروبا دائمين للأجرام حسب وقت ظهورها في السّنة وحتّى في أوقات ظهورها فبعضها لا يظهر طوال اللّيلة (بعضها بعد الغروب مباشرة، والآخر قبل الفجر ...).

نصائح لكل راصد مبتدئ:

خريطة السّماء اللّيليّة الخاصّة بمنطقة ما وتوقيت ظهور الأجرام مهمّة كثيرا،

وفي حال عدم توفّر خريطة مطبوعة يمكنك الاستعانة بالتّطبيقات التّالية على الهاتف الذكيّ

skyview, sky map, sky safari, star walk 2, stellarium App- Desktop APP, star chart...

وغيرها من التّطبيقات الكثيرة الّتي تفي بالغرض (لا تنسى تحديد موقعك قبل البدء في استعمالها).

اختر جيّدا المكان حيث يقلّ التلوّث الضوئي وأضواء المدينة. وهذا الموقع سيساعدك في اختيار المكان الصّحيح:

https://www.lightpollutionmap.info

إذا كنت تفكّر في الخروج إلى الأماكن البعيدة اطّلع على الجوّ قبل ذلك وخذ احتياطاتك جيّدًا (رفقة، لباس، أكل وماء). ثمّ عش اللحظة واستمتع بفندق الخمس آلاف نجمة.

الأجوبة

١. الكواكب الخمسة
٢. كوكبي 4.5 مليار سنة
٣. نعم
٤. بسبب الاضطرابات في الغلاف الجوي
٥. لأن الضوء أسرع أكثر
٦. نعم
٧. لانعكاس الضوء الذي تعكسه حلقة كوكب
٨. أبرخش
٩. نعم
١٠. جزر الكناري
١١. لأن الغلاف الجوي يحجب الأشعة السينية
١٢. الاستكشاف (مصر)

Editorial

Echihab El-Ilmi magazine comes back to the readers in this sixth issue, and it digs deeply into the dimensions of the great universe and its amazing scientific manifestations, seeking to simplify scientific ideas and renew its methods. This issue includes a complete file on "cosmology", and despite its recent birth as a science, it deals with some of the oldest questions asked by mankind, such as: Is the universe unlimited? Has it existed since forever or did it appear from nothing? How did it come into existence? Will it ever end? ...etc In the cosmology's dossier, the magazine conducted an exclusive interview with the famous African cosmologist George Ellis, in which he enthusiastically and logically defended cosmology as a legitimate scientific endeavor while acknowledging the existence of major unresolved issues related to it. He also details his view on the multiverse and Stephen Hawking's questionable perceptions of the philosophy of science. He furthermore explains the intrinsic limits of scientific answers, and why he hold the personal combination of his religious function as a Church deacon and his scientific research to be a "safe" one. The magazine also got a guest interview for this issue in the person of Dr. Nabila Aghanim a well known astrophysicist from IAP, as well as a lengthy debate on modern cosmological theories with Dr. Yassine Ali-Haïmoud another cosmologist of Algerian extraction, this time from New York University. . The issue also includes an interesting dialogue with Muhammad Odeh the Director of the International Astronomical Center in Abu Dhabi and the head of the Islamic Crescents Observation Project, about the technology of intercepting asteroids in the light of the DART successful mission. In this issue, there is also an article about the sixth mass extinction that seeks to answer the question of whether life is threatened on our planet? Others issues includes a pedagogical presentation of the concept of Dark Matter in the universe and why it is so rare. Fine details about the magnetic pollution and the technology behind the Global Positioning System. Articles related to scientific activities were not absent from this issue, so you find an extensive coverage of the City of Sciences in Tunis. In the little smarties corner, there is a beautiful harmony with the thematic issue of this magazine, as it contained a story about "the mystery of the disappearance of Mr. Khatib's watermelon," a simplification of the Big Bang theory, and an interesting talk about the amazing universe as well as an experiment illustrating the expanding universe. The issue was not without the latest astronomical developments in Algeria, the Arab world and Africa. As for science outreach, the magazine interviewed Dr. Magdi Saeed, founder of the Arab Scientific Journalists Association. With every issue of Echihab El-Ilmi, a new scientific sun rises, infecting all those who are passionate about science and are haunted by scientific thinking.

Table of contents

Science Paparazzi.
- Astronomical and science news.

Thematic Dossier
- Cosmology: A New Science. Dr. Omar Nemoul & Dr. Jamal Mimouni.
- The African Cosmologist: Panorama of modern cosmology, an exclusive interview with Dr. George Ellis.
- Modern Cosmological Theories, an interview with Dr. Yacine Ali Haimoud.

Guest of the issue
- Dr Nabila Aghanim: From a student in Algeria to a Cosmologist.

General science articles
- A machine to observe the distant past: The universe through the lens of James Webb Space Telescope. Dr. Guergouri Hichem.
- Holocene extinction, is life threatened on our planet? Dr. Aziz Meliani.
- Electromagnetic pollution. Dr. Ismail Boudjaadar.
- The technology behind GPS. Malak Zerdazi & Sanda Benothmane.
- Dark Matter, why is it rare in the universe? Manar Djaidjaa.

From Each Nebula a Star
- DART... The Spacecraft that changed the course of an asteroid: An interview with Mohammad Shawkat Odeh.
- Tunis City of Science (CST). Naoufel Ben Mouaouia Kahia.
- The best companion: The book of sky. Fella Daoud.
- Popularisation of science increases the passion for knowledge and inspires young researchers: An interview with Dr. Magdy Said.
- The Night Sky with naked eye. Khaled Chebri.

The Smarties Corner
- The amazing universe. Dr. Walid Benkhalifa.
- The mystery of the disappearance of Mr. Khatib's watermelon, Amina Saadi.
- Quiz & Puzzles, Dr. Omar Nemoul.
- An experiment for the expanding universe, Dr. Walid Benkhalifa.

"Be with us!"
- Astronomical news from Algeria, Arab world and Africa.

The Astronomical Pictures of the Issue
- Philippe Morel, Charles Fehrenbach Observatory. Prisches, France.

فريق المجلّة

رئيس التحرير
د. جمال ميموني

مسؤول التصميم و الأعمال الفنية
قرقوري هشام
ملاك زّردازي

التدقيق اللغوي
فلة داود، د. إسماعيل بوجعدار،
د. نذير طيار

التحرير
عمر نمول، هشام قرقوري، ياسمين بوالجدري، خالد شبري، أسماء فيلالي، وليد بن خليفة، فلة داود

Editor in Chief
Pr. Jamal Mimouni

Design & Graphics
Hichem Guergouri
Malak Zerdazi

The Editorial Team
Omar Nemoul, Hichem Guergouri, Walid BenKhalifa, Yasmine Bouldjedri, Khaled Chebri, Asma Filali, Fella Daoud, Ismail Boudjaadar, Nadir Teyyar

+213 (0) 771 56 06 58
www.siriusalgeria-mag.net
www.cerist.dz
chihebmagazine@gmail.com
www.facebook.com/SiriusMagazine/

اللجنة العلمية

جمال ميموني	جامعة قسنطينة 1 - الجزائر
نضال قسوم	الجامعة الأمريكية بالشارقة- إ. ع. م.
حمزة لبيض	جامعة Oxford - المملكة المتحدة
نسيم سغواني	مركز CRAAG -الجزائر العاصمة - الجزائر
شراف شابو	جامعة سطيف - الجزائر
سفيان كمون	رئيس الجمعية الفلكية التونسية - تونس
حسان دارهماوي	جامعة الأخوين، إفران - المغرب
محمد عودة	مركز الفلك الدولي، ICOP، أبو ظبي- إ. ع. م.
عمر فكري	مكتبة الإسكندرية، المركز العلمي - مصر
روجيه حجار	جامعة سيدة اللويزة Notre Dame - لبنان
سليمان بركة	جامعة الأقصى، غزة، وجامعة كالغاري، ألبيرتا، كندا

Jamal Mimouni	Univ. of Constantine 1, Algeria
Nidhal Guessoum	American Univ. of Sharjah, UAE
Hamza Labiad	Oxford Univ., UK
Nassim Seghouani	CRAAG, Algiers, Algeria
Charaf Chabou	Sétif Univ., Algeria
Sofien Kamoun	Société Astronomique de Tunisie ‹SAT›, Tunisia
Hassan Darhmaoui	Al-Akhawayn Univ., Ifrane, Morocco
Mohamed Odeh	Intl. Center of Astronomy, ICOP, Abu Dhabi, UAE
Omar Fikri	Bibliotheca Alexandrina, Science Center, Egypt
Roger Hajjar	Notre Dame Univ., Lebanon
Suleiman Baraka	Al-Aqsa Univ., Gaza & Univ. Calgary, Alberta, Canada

"Scientific Chihab" *is a science magazine founded and edited by the Sirius Astronomy Association at Constantine in Algeria and the Research Unit in Scientific Mediation (CERIST-Constantine), in collaboration with the Directorate of Scientific Research and Technological Development (DGRSDT). It tackles scientific issues of timely relevance with a strong focus on astronomical ones. It aims at spreading scientific culture through original articles written by astronomers both professional and amateurs, as well as students from various scientific fields, making sure that the information provided is from reliable sources and we are strongly committed to relentlessly fight against this new age curse that is fake news.. It also makes a point of bringing the facts from leaders in the fields around the world by conducting extensive interviews with some of them.*

The name of the magazine is inspired by the Chihab magazine founded by Sheikh Abd El-Hamid Ibn Badis, the founder of the Association of Algerian Ulema which was instrumental in preparing the Algerian people for the struggle for independence.

الشهاب العلمي
www.siriusalgeria-mag.net

السماء الليلية من صحراء الجزائر

من تصوير: محمد عيسى موسى -القرارة، غرداية.