الكـون

مجلة علمية فصلية تصدر عن:
الاتحاد العربي لعلوم الفضاء والفلك
ص. ب. ٧٨٢
عمّان ١١٩٤١، الأردن
البريد الإلكتروني: universe.mag@auass.com

AL-KAWN

A quarterly magazine published by the:
Arab Union For Astronomy And Space Scienc
P.O.Box: 782
P.C: 11941 Amman, Jordan
Email - Magazine: universe.mag@auass.com

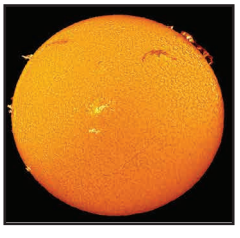
رئيس التحرير
الدكتور عوني الخصاونة

هيئة التحرير
م. خليل قنصل (مدير التحرير)
د. حنا صابات (سكرتير التحرير)
تيمور صفوري & عزام الزعبي (التنضيد والطباعة)
دلال اللالا & خالد الخالدي (الإخراج الفني)
د. ابراهيم النسور
أ. محمد ريحان

الهيئة الاستشارية
أ.د. حميد مجول النعيمي (جامعة الشارقة، الإمارات العربية المتحدة)
الشيخ سلمان آل ثاني (مركز قطر لعلوم الفضاء والفلك، قطر)
أ.د. هشام غصيب (جامعة الأميرة سمية للتكنولوجيا، الأردن)
أ.د. جمال ميموني (جمعية الشعرى لعلم الفلك، الجزائر)
أ.د. شوقي الدلال (جامعة البحرين، البحرين)
أ.د. روجيه حجار (جامعة اللويزة، لبنان)
أ.د. صالح الشيذاني (جامعة قابوس، سلطنة عمان)
أ.د. سليمان بركة (الجامعة الإسلامية، غزة)
أ.د. عقاب ربيع (جامعة آل البيت، الأردن)
أ.د. مشهور الوردات (جامعة آل البيت، الأردن)
Prof. Franz Kerschbaum (جامعة فيينا، النمسا)
Prof. Hayke Harutyunyan (مرصد بيوراكان للفيزياء الفلكية، أرمينيا)
Prof. Robert Williams (معهد علوم تلسكوب الفضاء، الولايات المتحدة)
Prof. Aziz Ziad (جامعة نيس، فرنسا)
Dr. Kevin Govender (مكتب علم الفلك للتنمية، جنوب أفريقيا)

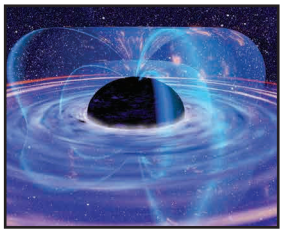
المحتويات...

طقس الفضاء Space Weather
"العواصف الشمسية وأثرها على الأرض"
أ. د. حميد مجول النعيمي
ص 4



الثورة الكوبرنيكية
أ.د.هشام غصيب
ص 8

الثقوب السود وإشعاعات هوكنج
أ.د. محمد باسل الطائي
ص 10



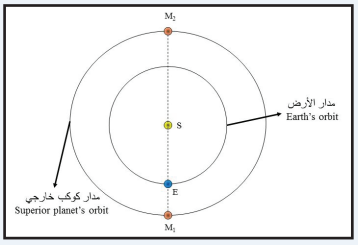
المهرجان الوطني الرابع عشر لعلم الفلك الجماهيري
أ.د. جمال ميموني ، مراد حمدوش
ص 26

المحتويات...

مفاهيم فلكية أساسية: الاستطالة، التشكيلات الكوكبية والفترة الاقترانية

د. حنا صابات

ص 28



اتجاه محاور المعابد المصرية القديمة فى مصر العليا ودلالاتها الفلكية

أ.د. مسلم شلتوت

ص 37

قصة إكتشاف فوّهة يوكاتان

المهندس خليل قنصل

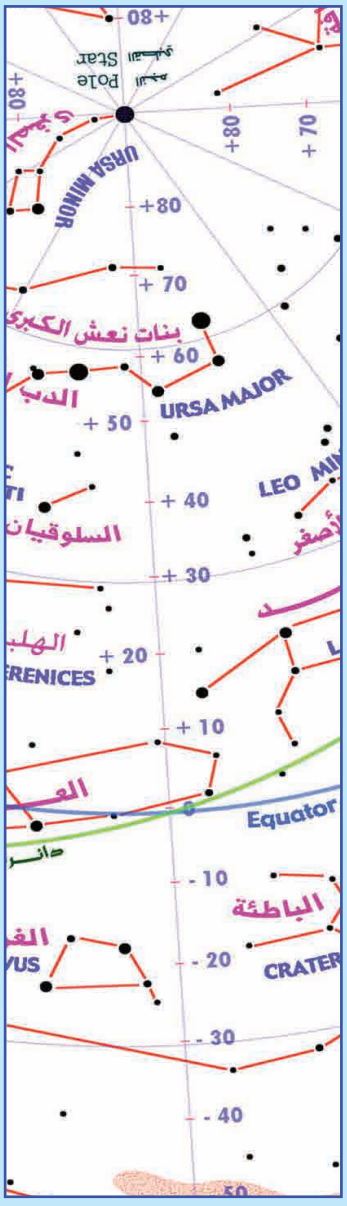
ص 51

كاميرات " نيوهورايزنز " تخترق خصوصية بلوتو

عدلي الحلبي

ص 58

زاوية الهواة



كوكبات النجوم

ص31

الأحداث الفلكية

ص32

مواقع الأجرام على الدائرة الكسوفية

ص33

مشاهد منتقاه

ص33

خارطة السماء

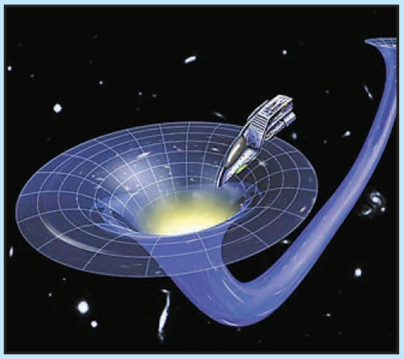
ص34

موضوع العدد:

السفر إلى النجوم
بين معابر السماء وهندسة الزمكان

أ.د. شوقي الدلال

ص 13



افتتاحية العدد

بسم الله الرحمن الرحيم

العميد الدكتور عوني الخصاونة

وَآيَةٌ لَّهُمُ اللَّيْلُ نَسْلَخُ مِنْهُ النَّهَارَ فَإِذَا هُم مُّظْلِمُونَ (٣٧) وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَّهَا ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (٣٨) وَالْقَمَرَ قَدَّرْنَاهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ (٣٩) لَا الشَّمْسُ يَنبَغِي لَهَا أَن تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ (٤٠) / سورة يس الآيات : من ٣٧-٤٠

يسرُّ الاتحاد العربي لعلوم الفضاء والفلك انْ يُصدر هذه المجلة، والتي تُعنى بعلوم الفضاء والفلك في الوطن العربي، حيث جاء هذا العدد مميزاً بإحتوائه على مواضيع علمية مهمة هي نتاج بحوث ودراسات شارك فيها باحثون ومختصون وأساتذة وعلماء اجلاّءَ على امتداد الوطن العربي الكبير، مما يساهمُ وبشكلٍ فعّال في نشر المعرفة والاكتشافات العلمية في هذه المجالات المتخصصة، وإبرازاهميتها و مدى مساهمتها في رفد المسيرة التنموية على مستوى الوطن العربي الكبير، كما يتضمن هذا العدد مقالاتٍ عن الكواكب والكون والفضاء، وأخباراً فلكية وفضائية عربيةً وعالمية.

ويأتي اصدار هذا العدد الجديد من مجلة " الكون" الفلكية بعد عام من افتتاح "المكتب الاقليمي لتنمية الفلك في الدول العربية" الذي تمّ رسميا في الفترة من ٢-٣ كانون الاول من العام الماضي ٢٠١٥ تحت رعاية رئيس جامعة آل البيت الأستاذ الدكتور ضياء الدين عرفة وبحضورالأمين العام للاتحاد الفلكي الدولي بييرو بنفنوتي، ومدير مكتب علم الفلك من أجل التنمية السيد كيفن جوفندر، ورئيس الاتحاد العربي لعلوم الفلك والفضاء أ.د. حميد مجول خلف سلطان النعيمي والسيد جورج مايلي واضع الخطة الاستراتيجية للاتحاد الفلكي الدولي وعدد كبير من المهتمين والمتخصصين بعلوم الفضاء والفلك على امتداد وطننا العربي الكبير، وعلماءَ الفلك المرموقين على المستوبين العالمي والاقليمي، واعضاء المجلس الأعلى للاتحاد العربي لعلوم الفضاء والفلك وذلك ضمن مراسم احتفالية مهيبة قام المركز الجغرافي الملكي الاردني بتنظيمها ،حيث عرض المشاركون تجارب بلدانهم وانجازاتها في هذا الشأن، الامر الذي من شأنه رفع اسم ومكانة دولنا العربية في مجال علوم الفلك والفضاء، وتطوير مكانة هذا العلم وهواته والمتخصصين على حدٍ سواء في وطننا العربي الكبير.

والإتحاد العربي لعلوم الفضاء و الفلك الذي تأسس عام ١٩٩٨ كهيئة فلكية عربية مقرها عمان / المملكة الاردنية الهاشمية، يسعى على الدوام إلى تحقيق رفع شأن العلوم الفلكية والفضائية والنهوض بمستواها لتقوم بدورها في دفع عجلة التقدم وتطوير المجتمع العربي علمياً و تقنياً، و الحفاظ على التراث الفلكي العربي والإسلامي، و إبراز دوره في تقدم الحضارة الإنسانية، والقيام بالعديد من النشاطات والمؤتمرات والندوات والمحاضرات والمشاركة فيها على المستويين العربي والعالمي.

وتضمن هذا العدد من المجلة في صفحاتها العلمية التي شارك فيها أساتذة وعلماء من الأردن والوطن العربي مواضيع متخصصة، ولن نألو جهداً في سبيل استمرار صدورها لتكون مرجعاً في العلوم الفلكية على المستويين العربي والدولي بعون الله

وانني اذْ أهيب بجميع الاخوة والاخوات اعضاء الاتحاد والمهتمين والعلماء الكرام من كافة الدول العربية الشقيقة العمل على رفْد مجلتهم هذه بما لديهم من مخزون علمي وبحوث ومقالات تُثري المضمون، وتضْمن الاستمرارَ لتكون ناطقةً بإسم كل منهم وتُعبّر عن مساهماتهم وانتاجهم العلمي الغزير لما فيه خير وطننا العربي الكبير والمساهمة في نهضته العلمية والتقنية. والله من وراء القصد.

امين عام الاتحاد العربي لعلوم الفضاء والفلك

الدكتور المهندس عوني محمد الخصاونة

طقس الفضاء Space Weather

"العواصف الشمسية وأثرها على الأرض"

أ . د . حميد مجول النعيمي

مدير جامعة الشارقة / الامارات العربية المتحدة

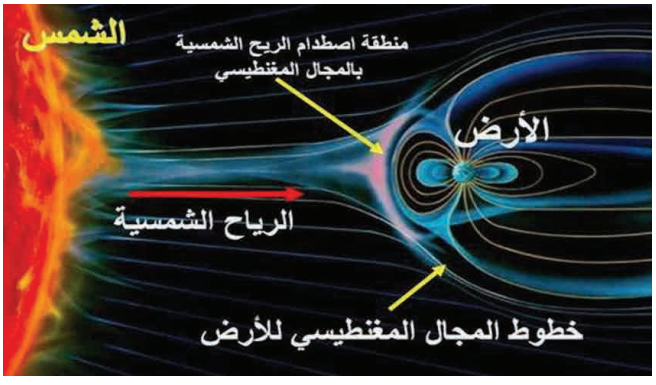
رئيس الإتحاد العربي لعلوم الفضاء والفلك

alnaimiy@sharjah.ac.ae

يحدث طقس الفضاء عند اصطدام العواصف الشمسية المنبعثة من الشمس بالكرة المغناطيسية الأرضية ، ودراسته مهم جداً لاقتصاديات وتكنولوجيات المجتمع ، لأنها أي العواصف المغناطيسية تؤثر على التقدم التكنولوجي الذي نعتمد عليه في حياتنا اليومية وخاصة فيما يتعلق ببيانات الأقمار الصناعية والاتصالات والإلكترونيات والقنوات الراديوية و التلفزيونية والتغيرات الطقسية

يعرّف الطقس على الأرض بأنه مجموعة من الظواهر الجوية البيئية المتغيرة باستمرار في الغلاف الجوي الأرضي، و هذه المتغيرات تشتمل على درجة الحرارة وضغط الهواء وسرعة واتجاه الرياح والرطوبة والمطر .....الخ من العوامل الفيزيائية المعروفة .

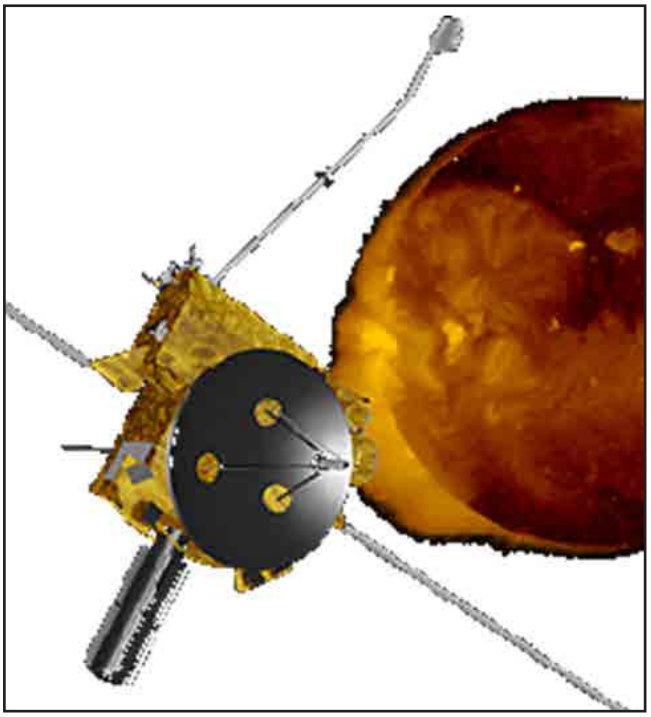
أما الطقس الفضائي فهو مجموعة من الظواهر البيئية المتغيرة باستمرار في الفضاء ضمن نظامنا الشمسي (وخاصة في المسافة بين الشمس والأرض). تشتمل عناصرها على الأشعة الكهرومغناطيسية والرياح الشمسية المتكونة من جسيمات مشحونة تتدفق خارجة من الهالة الشمسية بقوة كتلية تدعى (التدفق الكتلي الكورونى Coronal Mass Ejection) والتي تؤثر على النشاطات الجيومغناطيسية للكواكب المحيطة بالشمس .



تحدث هذه الظواهر بدون سابق إنذار أو شواهد قبلها، فالهدوء النسبي في جو الشمس يمكن أن تمزقه عدة إنفجارات مفاجئة بمقاييس ما زالت مجهولة لدينا. فالأحداث الهائلة للطاقة المثيرة تمتد على سطح الشمس المرئي، و فجأة وبدون سابق إنذار ينقلب الحال وتنفتح وتنفث محتواها منطلقة إلى الخارج متحررة ومتحدية بذلك جاذبية الشمس الهائلة. وعندما تصطدم حزم قوية من الرياح الشمسية المتولدة من الحقول المغناطيسية للشمس بحقل الأرض المغناطيسي، تتفاعل الرياح الشمسية وغلاف الأرض المغناطيسي بطرق معقدة لتؤثر تلك العاصفة في النهاية على الأرض وعلى الفضاء القريب من الأرض.

بالرغم من أن العلماء في الوقت الحاضر يستطيعون وبنسبة كبيرة جداً التنبؤ بالجو وتغيراته على سطح الأرض ، إلا أنهم يواجهون تحدياً كبيراً في التنبؤ بتأثير الظواهر الفيزيائية ومنها العواصف الشمسية على الأرض ومحيطها الحيوي، وهذا ما يسمى بطقس الفضاء "Space Weather" ، الذي يشمل الدراسات والأبحاث والأرصاد المتعلقة بأثر النشاطات الشمسية وعواصفها على الأرض ومحيطها الحيوي . وتعتبر الشمس المحرك أو المولد الأساسي للطقس الفضائي . فالعواصف الشمسية التي هي على شكل انفجارات شمسية وانبعاثات كتلية شمسية منها، يمكن أن تطلق أمطاراً إشعاعية وتؤلف حقولاً مغناطيسية قوية في فضاء الغلاف الأرضي. ويتم متابعة التأثيرات المحلية للطقس الفضائي من على الأرض، بمعنى تلك العواصف التي توجه نحو الأرض وتؤثر على كوكبنا.

بتطور التكنولوجيات والوسائل العلمية ، أصبح الآن آلاف الأقمار الصناعية في مدارات حول الأرض، وهناك رواد فضاء ، بعضهم يبقى فترات طويلة أكثر من عام في المحطة الفضائية الدولية، والملايين من البشر يستخدمون الهواتف الخلوية الجوّالة فضلاً عن الاتصالات اللاسلكية . ويعتمد جميع سكان الأرض تقريباً في حياتهم اليومية على القدرة الكهربائية في أعمالهم وإنجاز مهامهم : كل ذلك يتأثر بالعواصف والرياح الشمسية . ونجد في يومنا هذا أن الكثير من المؤسسات والمراكز الحكومية وغير الحكومية



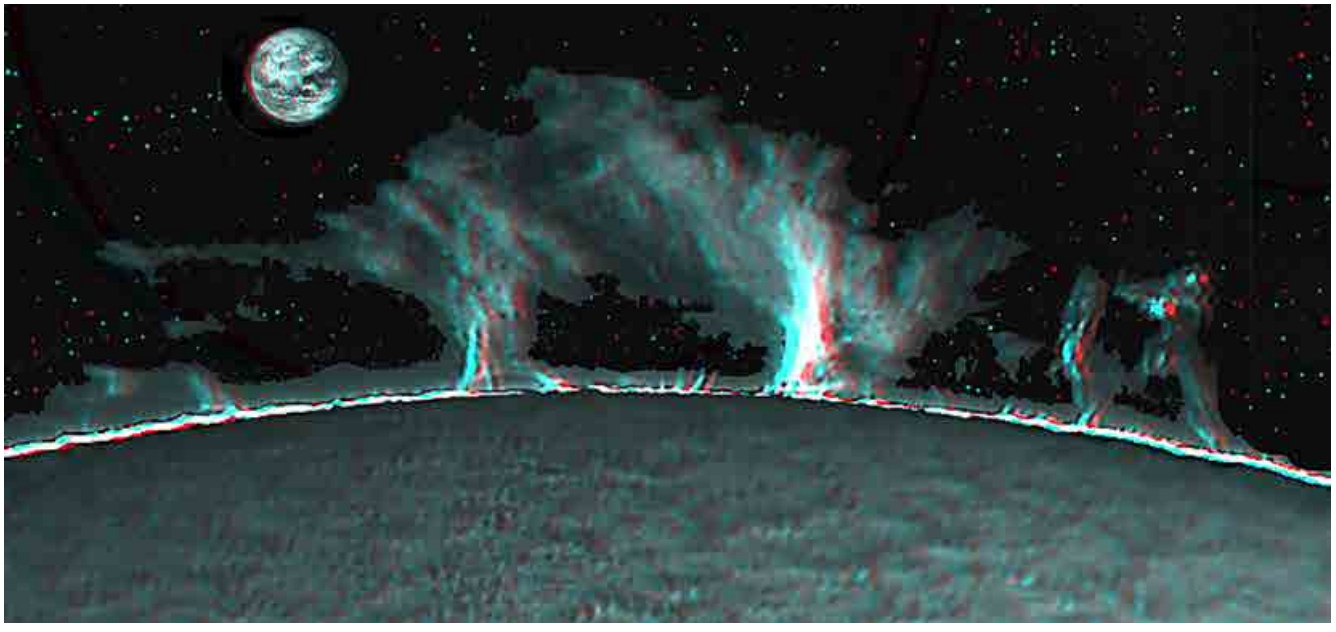
تبذل جهوداً كبيرةً لدراسة ومعرفة أوقات ظهور العواصف الشمسية وذروتها، ومقدار تأثيرها على الأرض . في الواقع هناك ثلاث من ظواهر النشاط الشمسي رئيسية في طقس الفضاء تُعَد من العناصر الرئيسية التي تؤثر على سطح الأرض ومحتواها بشكل و اضح وهي :

ثقوب الكورونا Coronal Holes والاندلاعات الشمسية Solar Flares والتدفقات الكتلية الكورونية Coronal Mass Ejections .

فثقوب الكورونا تسمح بانبعاث وانطلاق الرياح الشمسية بسرعة ، مبتعدة عن الشمس ومنطلقة إلى الفضاء من دون إعاقتها من قبل المجال المغناطيسي الشمسي. وعندما تصل الرياح الشمسية سطح الأرض ، فإنها تولد المغنيتوسفير الأرضي (الكرة المغناطيسية الأرضية) (المنطقة المحيطة بالأرض والممتلئة بالجسيمات المشحونة)، ثم تتمدد بعد مرور الرياح الشمسية . وهذه التغيرات هي المتسببة في توزيع المجالات الكهرومغناطيسية على الأرض.

أما الإندلاعات الشمسية فهي أكثر النشاطات تأثيراً على الأرض ، لأنها تغذي الطبقات العليا من الغلاف الجوي الأرضي بالأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية المكثفة، فضلاً عن جسيمات الطاقة العالية، علماً بأن الأشعة السينية وفوق البنفسجية تؤين الطبقات العليا في الغلاف الجوي وتحرر الالكترونات، وهذا هو سبب ظهور شحنات وأحياناً بقع سوداء على سطوح المركبات الفضائية والطائرات. وعندما تتحرر الشحنات الساكنة لإطلاق الالكترونات على سطوح المركبات أو الطائرات، تحصل عملية التكهرب بنفس الطريقة التي تحصل في حالة الاحتكاك عند النزول من السيارة، أو حركة المشط في الرأس أو أثناء السير على السجاد وفي الأجواء الجافة.

أما التدفقات الكتلية الكورونية الشمسية، فهي أكثر الانبعاثات الشمسية المؤثرة والضارة على سطح الأرض و الكائنات الحية، وهي عبارة عن فقاعات هائجة لعشرات الملايين من الغازات المنبعثة بعيداً عن الشمس إلى الفضاء. وعند وصول هذه الفقاعات الأرض بعد تركها الشمس لعدد من الأيام ، تسخن طبقة الآيونوسفير (الطبقة المتأينة من الغلاف الجوي) التي تتمدد عادة مؤدية إلى زيادة الاحتكاك بين الغلاف الجوي والمركبات الفضائية . وبالتالي ترغم الأقمار الصناعية على الانخفاض إلى مدارات واطئة. فعلى سبيل المثال في عام 1989 عند ذروة النشاط الشمسي الذي يحدث كل 11 عاماً، أثرت الاندلاعات الشمسية والتدفقات الكتلية والرياح الشمسية على منظومات المتابعة، وجعلتها تفقد متابعة 11000 جسم من أصل 19000 موجودة في



مدارات حول الأرض ، بسبب تغيير مواقع هذه الأجسام من جراء التمدد الحاصل في الغلاف الجوي الأرضي، وكذلك أثر الهيجان الشمسي على حركة الأقمار الصناعية والتلسكوبات الفضائية وجعلها تنخفض إلى مدارات أوطأ . وبعضها تحطم وسقطت بعض من أشلائه على سطح الأرض بسبب احتكاكه مع الغلاف الجوي الأرضي. وحتى تلسكوب هابل والمحطة الفضائية العالمية انخفضا وتم استرجاعهما إلى مداريهما الأصليين .

الاندلاعات : هي انفجارات شمسية عنيفة جداً تظهر كوهج ساطع تنطلق مرتفعةً من المناطق النشطة في الكروموسفير وتتجه إلى الإكليل (هالة الشمس أي الكورونا) ثم تذهب إلى الفضاء الخارجي، وأحياناً نستشعر أثرها على الأرض. علماً بأن كميات هائلة تنطلق من الأشعة المرئية وفوق البنفسجية والسينية إلى جانب شحنات كثيرة من جراء الاندلاعات.

الرياح الشمسية : تتكون من جسيمات مشحونة منطلقة بطاقة عالية من ثقوب الكورونا في الشمس. أما ثقوب الكورونا فهي مناطق تظهر بلون داكن بالصور السينية وفوق البنفسجية الملتقطة للشمس، علماً أن سرعة الرياح الشمسية تصل إلى 800 كم/ث تقريباً.

القذف الكتلي الكورونـي : تنفصل أحيانا أجزاء من الكورونا وتقذف إلى الفضاء الخارجي، وإذا وصلت إلى الأرض فغالباً ما يكون لها تأثير سلبي ، وهي فقاعات هائجة لعشرات الملايين من الغازات المنبعثة بعيداً عن الشمس إلى الفضاء،كما أنها أكثر النشاطات الشمسية ضرراً على الأرض .

الشفق القطبي : من أجمل الظواهر الفيزيائية في طقس الفضاء والذي يظهر عند تفاعل التدفق الكتلي الكورونـي والرياح الشمسية بخطوط المجال المغناطيسي الأرضي (المغنيتوسفير) . تحدث هذه الظاهرة عند المواقع القطبية للأرض بضوء راقص جميل بألوان زاهية ، يغلب عليها الضوء الأخضر والأحمر والأصفر

عند وصول التدفق الكتلي الكورونـي الأرض سوف يتفاعل (يتحلزن) مع المجال المغناطيسي الأرضي الذي بدوره يحث التيارات الكهربائية. علماً بأن القذف الكتلي غالباً ما يعجل الالكترونات إلى سرعات عالية جداً وتصبح مضرة وقاتلة . وبالتالي تستطيع أن تخترق بعمق الأقمار الصناعية والتلسكوبات الفضائية ، وفي بعض الأحيان تحطم الكتروناتها وبالتالي إيقافها عن العمل. وهذا ما حصل بالفعل لعدد من الأقمار الصناعية والمجسات الفضائية.

تؤدي التغيرات الحاصلة في المجال المغناطيسي الأرضي إلى تشويش في الاتصالات وأجهزة الإنترنت وفي بعض الأجهزة الكهربائية، وبالأخص في الهواتف الجوّالة والأجهزة اللاسلكية . وفي الواقع يظهر التشويش عدداً من المرات في السنة خلال النشاط الشمسي العالي . كما أن التغير الحاصل في المجال المغناطيسي الأرضي المتأثر بالتدفق الكتلي الشمسي ، يؤدي إلى تكثيف وتجييش خطوط القدرة الكهربائية إلى درجة حرق المحولات الكهربائية وبالتالي تحطيم مصادر القدرة الرئيسية. وعلى سبيل المثال ، في عام 1989 توقفت الطاقة الكهربائية في مناطق عديدة من مدينتي مونتريال وكويبك الكنديتين لعدد من الساعات وصلت الى نصف يوم تقريباً ، بسبب العواصف الشمسية القوية ونشوء العواصف المغناطيسية الأرضية . وقد توقفت المصادر الكهربائية بسبب التدفق الكتلي الشمسي في أمريكا الشمالية أكثر مما هو في أوروبا ، لأن الأولى قريبة من القطب المغناطيسي الأرضي، إذ تكون عملية حث التيارات الكهربائية أكبر . كما أن العواصف المغناطيسية الجوية تؤثر على الإنسان في الفضاء و الجو ، مثل رواد الفضاء والمسافرين في طائرات الإرتفاعات العالية، وحتى أنها تؤثر على الكائنات الحية على سطح الأرض ، بسبب جسيمات الطاقة العالية التي بإمكانها اختراق المركبات الفضائية ، لتصل ولو بشكل محدود إلى غرف رواد الفضاء في مركبتهم الفضائية. أصبحت هذه المشاكل جدية وخاصة لرواد الفضاء الذين يبقون في الفضاء فترات طويلة. وعلى سبيل المثال فإن الإشعاع اليومي في داخل المركبة الفضائية الروسية مير التي تحطمت قبل أكثر من عشرين سنة، كانت ثمانية أضعاف الأشعة السينية المستخدمة في الطب.

ويفكر العلماء حالياً بكيفية حماية رائد الفضاء من الأشعة الشمسية المنوي إنزاله بعد عام 2020 على سطح المريخ. وكذلك فالدراسات والأبحاث جارية ومستمرة بشكل مكثف ، للبحث عن سبل التنبؤ والوقاية من العواصف الشمسية والعواصف المغناطيسية الأرضية بهدف التقليل من تأثيرها، أو تشغيل محطات القدرة الكهربائية عند التنبؤ بالعواصف المغناطيسية بكفاءة أقل من طاقتها القصوى ، لئلا تتأثر شبكات الاتصال وبعض الأجهزة الكهربائية ، أو تهيئة خطوط ومحطات احتياطية في الموقع . وكذلك بالإمكان برمجة السباحة أو الحركة في الفضاء في الأوقات التي يكون فيها التدفق الكتلي الشمسي قليلاً ، لذلك يحاول العلماء إيجاد طرق ووسائل للتنبؤ : متى وأين تظهر الاندلاعات والرياح الشمسية والتدفقات الكتلية الشمسية ، وهل هي كبيرة أم قليلة أو سريعة أم بطيئة ومدى تأثرها على الأرض. ومن استراتيجية الأبحاث والدراسات الفيزيائية الفضائية في طقس الفضاء ، هو ربط ظهور التغيرات في المناطق الصغيرة للشمس مع التغيرات الموقعية للمجالات المغناطيسية مع الإمكانات والمستلزمات المتوفرة. وتُعدّ إمكانيات التنبؤ بالعواصف الشمسية حالياً ضعيفة ، والطريقة الوحيدة لمعرفتها ودراستها بدقة عالية جداً ، هي التنبؤ بالتدفقات الكتلية والاندلاعات، إذ إن سرعتها تصل إلى 300 - 400 كم في الثانية، لذلك فإنها تصل الأرض بعد عدد من الأيام . واصطدامها بالأرض وغلافها الجوي يعتمد على كيفية تفاعل المجال المغناطيسي الأرضي مع التدفق الكتلي الشمسي ونتائج هذا التفاعل من حيث الاتجاهات نسبة الى الأرض

و التغيرات الفيزيائية التي تحدث. ويمكن قياس الاتجاه فقط عندما يمر التدفق الكتلي بالأقمار الصناعية الموجودة على بعد ساعة من الأرض. وللمزيد عن هذه الموضوعات يمكن اللجوء إلى :

www.noaa.gov/solar.html

وقد دراسة هذه الظواهر وأثرها أثناء النشاط والهيجان الشمسي لعام 2000/1999 وكذلك في العام 2011/ 2012.

وبناءً على ما تقدم نجد أن الطاقات والأشعة الناتجة من

الاندلاعات والتدفق الشمسي الكتلي والرياح الشمسية تؤدي إلى :

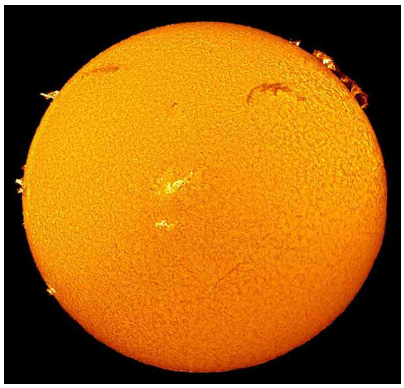
- عمل أضرار كبيرة في صحة رواد الفضاء وخاصة الذين يبقون فترات طويلة بالفضاء .
- تدمير الالكترونات الحساسة في المركبات الفضائية والأقمار الصناعية.
- حدوث ظاهرة الشفق القطبي الملونة والتي تظهر في خطوط العرض العليا.
- تعطيل بعض المنظومات الكهربائية مسببة إنقطاعات في التيارات الكهربائية وكذلك في بعض منظومات الاتصالات .

ولدراسة وفهم التغيرات الفيزيائية الشمسية وأثرها على المجموعة الشمسية وخاصة الأرض والحياة والمجتمع على سطحها هو من الأهداف الرئيسة للبرامج البحثية للجان العالمية في الفيزياء الشمسية وطقس الفضاء وعلاقة الأرض بالشمس.

وبالتأكيد ستكون الأرصاد والدراسات والأبحاث في هذه المجالات أكبر وأكبر أثناء الهيجان الشمسي القادم لعام 2020 / 2021 ، والجدير بالإشارة هنا بأن علماء العالم احتفلوا في السنة العالمية لفيزياء الشمس في عام 2007 بمناسبة مرور 50 عاماً على إطلاق أول قمر صناعي (سبوتنك) عام 1957.

نجد في السنوات الأخيرة ازدياد عدد الأبحاث والدراسات والأرصاد في هذه المجالات، وكذلك ازدياد إبتكار و تصنيع الأجهزة وبناء المراصد الأرضية والفضائية والأقمار الصناعية، للبحث والتقصي في مجال التغيرات الجوية و طقس الفضاء، وحساب وقياس الرياح الشمسية والتدفقات الكتلية الشمسية المتجهة إلى الأرض. ومن المتوقع أن يزداد عدد إطلاق الأقمار الصناعية والمجسات الفضائية القادرة على قياس التدفقات الكتلية الشمسية والرياح الشمسية القادمة باتجاه الأرض، ومعرفة حجمها وقوتها وتأثيرها بهدف الوقاية منها. والأقمار الصناعية (مثل SORCE, IMAG, ACE, SOHO, CLUSTER) والمركبات الفضائية ومراصد التصوير ثلاثية الأبعاد الموجودة حالياً في مدارات حول الشمس وتلك التي أطلقت مؤخراً ، خير مثال على الاهتمامات والدراسات العلمية لمثل هذه الموضوعات المهمة.

وقد وضعت عدد من النماذج (موديلات) تساعد العلماء والباحثين لدراسة الإندلاعات والرياح الشمسية و التدفقات الكتلية الكورونية بدقة وبكثافة عالية. لذلك فموضوع "طقس الفضاء" في يومنا هذا هو من الموضوعات العلمية الفيزيائية الفضائية والتكنولوجية الساخنة جداً ، إذ يقوم بدراستها عدد هائل من العلماء والباحثين والمهتمين بتخصصات فيزياء الفضاء والجو والأرصاد الجوية وعلوم الأرض وفيزياء الفلك ، يساعدهم في ذلك عدد من مهندسي الحاسوب والكهرباء والميكانيك والمختصين بعلوم الحاسوب وتكنولوجيا المعلومات والانترنت . وتشمل هذه الدراسات علاقة طقس الفضاء بالغلاف الجوي الأرضي شاملة التنبؤ بالعواصف الشمسية والكوارث الطبيعية ، مثل العواصف القوية والأعاصير والاحتباس الحراري وأثر ذلك على البشرية ومستلزماتها في حياتها اليومية. وبدورنا في هذه المناسبة ندعو المراصد الفضائية والمؤسسات العلمية والأكاديمية والبحثية الاشتراك مع المؤسسات العالمية في مجالات طقس الفضاء. وتمكنا نحن كإتحاد عربي لعلوم الفضاء والفلك ومقره عمان / الأردن من المساهمة في اللجان العالمية التي شكلت من أجل السنة العالمية لفيزياء الشمس عام 2007،



وقد شكلنا اللجنة الإقليمية لدول غرب آسيا للسنة العالمية لفيزياء الشمس برئاسة أ . د . حميد مجول النعيمي / رئيس الاتحاد العربي لعلوم الفضاء و الفلك، لترتبط باللجنة العالمية لفيزياء الشمس التي تأسست عام 2007 من قبل مكتب شؤون الفضاء في الأمم المتحدة ووكالة ناسا الفضائية و منظمة الفضاء الأوربية .

والله ولي التوفيق

الثورة الكوبرنيكية

أ.د. هشام غصيب

رأينا في المقالة السابقة (مجلة الكون /العدد الثالث صفحة (13 – 15) كيف دمج الفلكي البولندي، نيكولاوس كوبرنيكوس (1473-1543)، الأساليب الرياضية الفلكية العربية مع فكرة حركة الأرض حول نفسها وحول الشمس (وهي فكرة فيثاغورية في أساسها) لبناء أنموذج فلكي محكم وشامل وجديد بديلا لنظام بطلميوس الفلكي القديم. وعدّ هذا العمل مذاك ثورة عارمة في الفكر البشري أخذت تعرف بالثورة الكوبرنيكية (نسبة إلى كوبرنيكوس)، وأضحت أنموذجا لجميع الثورات الفكرية اللاحقة، وأطلقت الحدث الثوري الأكبر في تاريخ الفكر البشري، الثورة العلمية الكبرى.

ولكن، لماذا عدّ أنموذج كوبرنيكوس الفلكي ثوريا إلى هذا الحدّ؟

ويكمن الجواب عن ذلك في طبيعة النظام الكوني الذي كان سائداً آنذاك، وهو النظام الذي كان مرتبطاً باسم الفيلسوف الإغريقي، أرسطوطاليس. وقد فصل أرسطو هذا النظام في عدد من كتبه. وكان عرضه وحججه من القوة ما جعل هذا النظام يهيمن على الفكر القديم ويهمش النظم الأخرى منذ القرن الرابع قبل الميلاد وحتى القرن السادس عشر الميلادي. وإنه من المدهش حقا أن يصمد هذا النظام، الخاطئ علميا والمليء بالأفكار التي لا تصمد أمام المشاهدة الدقيقة، هذه المدة الطويلة وفي أكثر من حضارة رئيسية (الإغريقية والهلنستية والرومانية والبيزنطية والعربية الإسلامية والأوروبية القروسطية). لكنه في الواقع صمد وثبت ورسخ .

وأساس هذا النظام أن الكون كرة محدودة الحجم، وأن لها مركزاً ذا مغزى فيزيائي. فهو مركز الجذب الوحيد في الكون. وهو يجذب صوبه المادة الثقيلة أو العنصرين الثقيلين (التراب والماء) اللذين يتحركان صوبه تلقائيا حتى يثبتا فيه. لذلك تأخذ الأرض شكل كرة مكونة من التراب والماء وثابتة تماماً في مركز الكون. فمركزية الأرض وثباتها ركنان جوهريان من أركان نظام أرسطو الكوني. كذلك فقد ربط أرسطو حركة الأجسام في نظامه بتأثير القوى الخارجية. أي إنه اعتبر السرعة مظهراً من مظاهر القوة، بمعنى أن أي حركة للأجسام تنتج سببيا عن تأثير قوى خارجية. وكان هناك غياب تام في نظام أرسطو لمفهومي القصور الذاتي ونسبية الحركة، وهما المفهومان الضروريان لتفسير عدم شعورنا بحركة الأرض حول نفسها وحول الشمس. لذلك ما كان ممكنا لهذا النظام أن يقبل بحركة الأرض. فهي تعارض نظرية أرسطو في الكون وفي المادة وفي الحركة. وعليه، فإن قضاء كوبرنيكوس أربعين عاماً من العمل العلمي الشاق والمضني، من أجل بناء نظام فلكي شامل ومفصل بديل لنظام بطلميوس ومناقض لفيزياء أرسطو الراسخة طويلا في تربة عدة حضارات قديمة، لم يكن بالأمر العادي ولا بالقرار الطبيعي، وإنما كان تحديا تاريخيا هائلاً وفعلاً ثوريا مذهلاً. لا عجب إذاً أن نعت مارتن لوثر كوبرنيكوس بالجنون.

لقد ناقض كوبرنيكوس بأنموذجه "المجنون" ذاك الحواس والعقل السائد كليهما. فالحواس ترفض فكرة حركة الأرض ولا تستطيع أن تستوعبها. كما إن العقل السائد آنذاك، العقل الأرسطي، الذي كان ينسجم مع الحواس، يرفضها رفضا شديداً أيضا. بذلك، فإن الثورة الكوبرنيكية كانت ثورة على الحواس وعقلها المحدود، فاتحة بذلك الباب على مصراعيه أمام العلم الحديث، الذي يتسم بأنه ثورة دائمة على الحواس والعقل السائد. هكذا فعلت ثورة كوبرنيكوس. وهكذا فعلت ثورة نيوتن من بعدها. بل وهكذا فعلت ثورتا آينشتاين (نظرية النسبية) وبور وهيزنبرغ (نظرية الكم) في القرن العشرين: ثورات عارمة على الحواس ومنطقها وبديهياتها. إن العلم (كما الفلسفة المرتكزة إليه) لهو قحة مطلقة دائمة وغير مؤدب البتة. ولكن، ما الذي حدا هذا الأسقف الهادئ المنطوي على نفسه إلى إشعال فتيل ثورة فكرية قل نظيرها، ثورة على الحواس وعقلها ومنطقها؟ ما الذي حداه إلى توجيه هذه اللكمة القاضية إلى العلم القديم، الذي كانت تقف وراءه طبقات بكاملها من الأكاديميين ورجال الدين وحشد من المعتقدات القائمة على الحواس ومنطقها المحدود؟

لا ندري بالضبط. ولكن يمكن استشفاف العوامل الممكنة الآتية من كتابات كوبرنيكوس .

أولا، روح عصر النهضة الأوروبية. وكان عصر توسع واستكشاف على كل صعيد. وكانت روحا ثورية أبدت تبرمها بالأفكار الموروثة ونزوعاً لتحديها والشك فيها. كانت روحا

متمردة على الموروث وتشعر بقصوره عن تلبية طموحاتها اللانهائية الطابع. لقد شعرت هذه الروح بالحاجة إلى ابتكار أفكار جديدة مفتوحة على اللانهاية وأكثر مطابقة للواقع وأكثر قدرة على التحكم والتوسع فيه. ويبدو أن كوبرنيكوس تشرب بهذه الروح الدافقة في أثناء دراسته الجامعية في إيطاليا، قلب النهضة الأوروبية.

ثانيا، لم يكن كوبرنيكوس ثوريا بالمطلق، وإنما كانت تتنازعه روحان : روح ثورية عارمة تمثلت في إحيائه فكرة حركة الأرض حول نفسها وحول الشمس وروح محافظة جداً تمثلت في إصراره على الفكرة الأفلاطونية بأن الحركة السماوية ينبغي أن تكون في جوهرها حركة دائرية منتظمة. وقد دفعه ذلك إلى تحدي نظام بطليموس بشدة، ذلك النظام الذي لوحظ مبكراً أنه حاد بشكل جليّ عن قاعدة أفلاطون المذكورة. وأكثر من لاحظ ذلك كان فلكيو الحضارة العربية الإسلامية، الأمر الذي دفعهم إلى نقد بطليموس بضراوة (الحسن بن الهيثم مثلا في كتابه " الشكوك على بطليموس") وبناء نماذج بديلة لنماذج بطليموس ضمن إطار فيزياء أرسطو (العرضي والطوسي والشيرازي وابن الشاطر وغيرهم). وقد تسرب هذه التراث العربي إلى كوبرنيكوس.

ولا شك أن تمسكه بقاعدة أفلاطون المذكورة فلسفيا وجماليا دفعه إلى نبذ بطليموس بضراوة، وصوب إحياء فكرة حركة الأرض، وإلى تبني النماذج العربية البديلة في آن واحد. وكان الفرق بين كوبرنيكوس وبين فلكيي الحضارة العربية الإسلامية أن كوبرنيكوس تمسك بأفلاطون في مجابهة أرسطو وبطليموس كليهما، فيما تمسك العرب بأرسطو برمته، بما في ذلك العناصر الأفلاطونية في نظامه، في مجابهة بطليموس. والطريف في الأمر أن هذا العنصر الإفلاطوني المثالي الرجعي دفع كوبرنيكوس إلى إشعال واحدة من أعتى الثورات في تاريخ الفكر.

ثالثا، لاحظ كوبرنيكوس مدى تعقيد نظام بطليموس الفلكي. وقد راعه ذلك، لأنه رأى أن نظريات الكون ينبغي أن تكون بسيطة في جوهرها تعكس جمال الكون وكماله. وقد تعزز هذا الاعتقاد الكوبرنيكي في تربة العلم الحديث حتى هذه اللحظة. فهناك شعور قوي لدى علماء الحقبة الحديثة بأن النظرية العلمية ينبغي أن تكون بسيطة ومتناسقة في جوهرها، وبأن تعقيد العالم وتنوعه ولاتجانسه ولاتناسقه تنبع من البسيط المتناسق مصدراً لها. هذا ما نجده لدى نيوتن وليبنتس ولاغرانج وهاملتون وماكسويل وبلانك وآينشتاين وديراك وهوكنغ.

وقد لاحظ كوبرنيكوس أيضا أن نظام بطليموس ازداد تعقيداً مع الزمن لأنه لم يكن قادراً على التنبؤ الدقيق بالظاهرات الفلكية، الأمر الذي دفعه إلى إضافة مزيد من العناصر الرياضية والفلكية إليه من أجل مواكبة الرصدات الجديدة. وقد.رأى كوبرنيكوس أن النظرية الجيدة ينبغي أن تزداد بساطة مع الزمن، أي أن تتحرك من التعقيد إلى البساطة مع الزمن، وألا تحتاج إلى عناصر رياضية ونظرية خارجية من أجل مواكبة النتائج الجديدة. وقد أضحى هذا المبدأ الكوبرنيكي مبدأ أساسيا في العلم الحديث.

رابعا، لاحظ كوبرنيكوس أن نظرية بطليموس تضمنت العديد من العناصر والافتراضات الاعتباطية غير المبررة، التي وضعت من أجل تفسير الرصدات، الفلكية. ولم يكن كوبرنيكوس مرتاحاً لذلك.إذ دفعته هذه الملاحظة إلى اعتبار نظام بطليموس ضعيف الترابط والتجانس المنطقي، الأمر الذي دفعه إلى تشبيه هذا النظام بالوحش المركب من يد من هنا وقدم من هناك ووجه من مكان ثالث، وهلم جرّا. ومن الواضح أن كوبرنيكوس كان يعتقد أن النظرية الجيدة ينبغي أن تشكل بنية مترابطة ومتجانسة، أو كلا متجانسا تحكمه الضرورة. وهذا أيضا غدا مبدأ أساسيا في العلم الحديث.

خامسا، فيثاغوريته. إذ يمكن القول إن كوبرنيكوس كان فيثاغوريا، أي من أتباع فكر الرياضي والفيلسوف الإغريقي فيثاغورس، الذي ولد في القرن السادس قبل الميلاد. وكان الفيثاغوريون يعتقدون أن الكون مكوّن في جوهره من الأرقام والأشكال الهندسية والنغمات الموسيقية، أي إنهم كانوا مغرقين في المثالية. ومالوا إلى تعظيم مصدر النور، الشمس، على حساب الأرض. لذلك مالوا إلى اعتبار الشمس مركز الكون، الذي يدور كل شيء حوله، لأنها مصدر النور والحياة. أما الأرض فقد مالوا إلى اعتبارها كوكبا عاديا يتحرك حول الشمس أو كتلة ملتهبة شبيهة بالشمس شأن غيرها من الكواكب. وبالفعل فقد وضع الفلكي الفيثاغوري، فيلولاوس، أنموذجا للكون وضع فيه كتلة ملتهبة في مركز الكون، وحرّك حول هذه الكتلة الأرض والشمس والكواكب الأخرى. وافترض أن هناك كوكبا بين الأرض والكتلة الملتهبة يحجب الأخيرة باستمرار عن الأرض. ورأى فيثاغوري آخر هو هيراكلايدس أن الكواكب تدور حول الشمس، لكن الشمس تدور حول الأرض حاملة الكواكب حولها. كما إن القمر يدور حول الأرض، وأن الأرض تدور حول نفسها.

وقد وصل هذا التراث الفلكي الفيثاغوري أوجه في أرستاركوس، الذي رأى أن الشمس تقع في مركز الكون وأن الكواكب تدور حولها، بما في ذلك الأرض، التي تدور أيضا حول نفسها ويدور القمر حولها، تماما كما تصور كوبرنيكوس الأمر بعد آرستاركوس بألف وثمانمائة عام كاملة. بذلك فليس غريبا تماما على كوبرنيكوس، الذي كان ينتمي بصورة من الصور إلى التراث الفيثاغوري، أن يضع الشمس في قلب نظامه الفلكي وأن يحرك الأرض حولها وحول نفسها.

وننهي مقالتنا بطرح السؤالين الآتيين: كيف تقارن نظرية كوبرنيكوس بنظرية بطليموس القديمة؟ وماذا كانت منطويات نظرية كوبرنيكوس وآفاقها؟

الثقوب السود وإشعاعات هوكنج

أ.د. محمد باسل الطائي

هنالك خلط كبير وعدم وضوح في مفهوم الثقب الأسود، فقد يعتقد البعض أن الثقوب السود هي أجرام كثيفة جداً بالضرورة وهذا غير صحيح. وقد يعتقد البعض أن هذه الثقوب ذات جاذبية ثقالية (كتلية) لا نهائية، بحيث أنها تكون قادرة على ابتلاع كل شيء وكأن شدة مجالها الجاذبي لانهائي. والحقيقة أن هذا من جملة المفاهيم الخاطئة عن الثقوب السود التي ساهمت في انتشارها الكتب التي تقدم معلومات علمية مبسطة لأغراض تجارية، فتتعسف في التبسيط وتتعمد الإثارة والتهريج وتنقل إلى القارئ معلومات خاطئة أو غير دقيقة.

والصحيح أن الثقوب السود هي أحياز (أي مناطق) من الفضاء تكون محاطة بسطوح تحُدُّها عن باقي الفضاء، بحيث تكون سرعة الإفلات عندها هي سرعة الضوء تماماً. فإذا ما وجد أي جسيم أو أية طاقة بأي شكل من الأشكال عند هذه السطوح، فإنها لن تستطيع الهروب عنها بل ستنجذب إلى باطن الحيز دون رجعة. وتسمى تلك السطوح المحددة للثقب الأسود أفق الحدث Event Horizon.

كانت فكرة الثقب الأسود قد راودت جون ميتشل Mitchell في القرن الثامن عشر ثم ذكرها بيير لابلاس Laplace في بعض كتاباته. وضمن إطار التصور النيوتني للجاذبية يمكن القول، إن الثقب الأسود هو جرم منكمش إلى حيز تصير عند سطحه سرعة الإفلات مساوية لسرعة الضوء تماماً. بالتالي فإن الثقب الأسود وفق المفهوم النيوتني الكلاسيكي هو أي جرم كروي تكون نسبة كتلته إلى نصف قطره، هي نصف مربع سرعة الضوء مقسومة على ثابت نيوتن للجاذبية. وهذا المقدار هو 6.74×10^{26} كيلوغرام لكل متر. حيث إن مثل هذا الجرم يمتلك عند سطحه سرعة إفلات بقدر سرعة الضوء أو أكثر، فيمنع حتى الضوء من الإفلات عن سطحه وبالتالي لن يُرى.

أما في نظرية النسبية العامة فإن مفهوم الثقب الأسود يتخذ معنى أعمق، من خلال كونه يمثل حالة "فردنة" حقيقية Singularity، حيث تختزل المادة في وجودها اختزالاً تجريدياً وتؤول إلى نقطة. وهذه الفردنة و هنا أيضا حيز في الفضاء يفصله عن بقية الفضاء أفق الحدث. إنما التحدب المنوه عنه للفضاء يصبح تحدب زمكاني لانهائي عند نقطة الفردنة الحقيقية، أي عند R = 0 . إن الفردنة الظاهرية عند أفق الحدث والتي تتمثل بما يسمى نصف قطر شوارتزشايلد بالامكان إزالتها عن طريق تغيير نظام الاحداثيات، لذلك تسمى هذه فردنة إحداثيات Coordinate singularity. أما الفردنة الحقيقية فهي التي في مركز افق الحدث. والحقيقة التي ينبغي ملاحظتها، هي أن افتراض وجود الفردنة ينسجم مع التصور النسبوي الكلاسيكي، بمعنى عدم أخذ التأثيرات الكمومية بنظر الاعتبار. أما إذا ما أخذنا التأثيرات الكمومية بالإعتبار فمن المحتمل ألا توجد فردنة مطلقة.

ومن المفيد أن نشير الى أن الثقوب السوداء يمكن أن تكون عبارة عن فضاءات ذات كثافة مادية قليلة جدا، لكنها مع ذلك تؤلف ثقوبا سوداء مغلقة لا تسمح بالنفاذ منها. إذ من الناحية النظرية يمكن أن يوجد الثقب الأسود بأي حجم كان وأية كتلة كانت، لكن عليه أن يحقق الشرط الأساس لنسبة الكتلة إلى نصف القطر، فعند هذه النسبة يوجد أفق الحدث. فلكياً يمكن أن يولد الثقب الأسود عندما يؤول نجم كبير إلى مصيره، عندما ينفذ وقوده الاندماجي الذي يبقيه متألقا، فينكمش النجم على نفسه وتنضغط أجزاؤه على بعضها وتزداد كثافته كثيراً وتقترب ذراته من بعضها، وأنا أسمي عملية الانكماش هذه "التكوير"، لأن معنى هذه الكلمة في اللغة العربية كما يقررها معجم المقاييس في اللغة لإبن فارس، ينطوي على القول بضم الشئ بعضه الى بعض وهو في حال الدوران، ومنه يقال كَوّرَ العمامة. وهذه المفردة عندي تقابل المصطلح الأجنبي Gravitational Collapse. ويمكن أن يستمر التكوير حتى تتقارب ذرات النجم إلى مسافات صغيرة جداً، ينشأ معها حالة ما يسمى بالتوالد الإلكتروني Electron Degeneracy. وعندها تنشأ قوة تنافر بين الإلكترونات المحشورة في أحياز ضيقة تسند النجم من مزيد من الانكماش، فتوقف عملية التكوير عند هذا الحد، عندما تكون كتلة النجم بحدود 1.4 كتلة شمسية. ويصبح النجم عندئذ ما يسمى القزم الأبيض White Dwarf. أما إذا كانت الكتلة أكبر من ذلك، فإن قوة التوالد الإلكتروني لن تتمكن من إسناد النجم بل سيستمر التكوير، حتى تنسحق الذرات وتندمج الألكترونات مع نوى

الذرات ويصير لب النجم كتلة من النيوترونات. فتنشأ عنها قوة التوالد النيوتروني Neutron Degeneracy وهي قوة تنافر شديدة جداً تمنع استمرار التكوير وتوقفه إذا كانت كتلة النجم لا تتجاوز 3.4 من كتلة الشمس. ويسمى النجم في هذه الحالة نجم نيوتروني Neutron Star. أما إذا زادت الكتلة عن هذا، فإن التكوير يستمر ولن يتوقف حتى تؤول مادة النجم إلى نقطة هي الفردنة التي يتحدثون عنها والموجودة في قلب حيز الثقب الأسود. وهنا ينشأ أفق الحدث حالما يمر النجم بالحالة التي تصبح فيها نسبة كتلته إلى نصف قطره بالقدر الذي ذكرناه آنفا.

ومن المعروف أن الشمس ستتحول حسبما يقرر علم فيزياء النجوم إلى قزم أبيض نصف قطره بحدود 5000 كيلومتر فقط، ولن تصير نجماً نيوترونيا ولا ثقباً أسود، وذلك أن كتلتها غير كافية لتصير في مثل هذه الأحوال. ولكن لو أنها تحولت إلى ثقب أسود لأصبح قطرها بما لا يزيد على 6 كيلومترات فقط.

إن جاذبية الثقب الأسود تكون عظيمة لأن كتلته منكمشة كثيراً إلى حيز ضيق. فالجاذبية الشديدة هي في النطاق الذي تركته الكتلة المنكمشة، لذلك فمن الخطأ تصور أن للثقب الأسود جاذبية أخرى غير التي نعرفها. ولو افترضنا أن الشمس انكمشت وصارت ثقبا أسود فجأة، فإن ذلك الحدث لن يؤثر بشيء من ناحية الجاذبية على الأرض والكواكب السيارة، خلافا لما يتصوره بعض الناس من أن الشمس لو صارت ثقباً أسودا فإنها ستبتلع الأرض. أما بخصوص كثافة الثقب الأسود، فإنها أيضاً يمكن أن تكون ضئيلة جداً بل أقل من كثافة الهواء كثيراً إذا ما كانت كتلته كبيرة جداً. والسبب في ذلك هو أن كثافة الثقب الأسود تتناسب عكسيا مع مربع كتلته. فالثقوب السود المجرّية التي تقبع في قلب المجرات تكون ذات كتل عظيمة تبلغ ملايين الكتل الشمسية وتكون كثافتها قليلة جداً. بل يمكن أن تكون أقل من كثافة الهواء.

الثقب الأسود الدوار (ثقب كير)

كان روي باتريك كير Kerr قد اقترح في الستينيات من القرن الماضي حلاً موضعياً آخر لمعادلات أينشتاين. وبموجب هذا الحل جعل المادة المتكوّرة حرة الحركة، مما يعني أنها ستدور بحكم ضرورة حفظ الزخم الزاوي ، وهذا مما سيجعل سرعة دورانها تتزايد كلما انكمش حجمها. وعند هذا يكون للثقب الأسود ثلاثة متغيرات معلومة وهي: كتلته وشحنته ومقدار زخمه الزاوي. وفي عام 2006 نُشرت أبحاث تشير إلى وجود ثقب أسود دوّار في مجرتنا، وتم تخمين سرعة دورانه بأنها بحدود 1150 دورة في الثانية الواحدة. لكن هذه الأرصاد لم تزل غير مؤكدة والخلاف حولها لازال غير محسوم. ومن المعلوم أن الثقب الأسود الدوّار يؤلف مركزا هو أشبه بالدوامة العاصفة، إذ تنهمر عليه الأشياء من كل صوب وحدب بسرعة فائقة، يكسبها دوران الثقب الأسود طاقة عظمى. وتتألف عن ذلك كرة مفلطحة حول الثقب الأسود الدوّار تسمى كرة الطاقة Ergosphere. لذلك حاول البعض الربط ما بين الثقوب السود سريعة الدوران وانبعاثات أشعة جاما الكونية Gamma Bursts.

تبخر الثقوب السود

اقترح الفيزيائي ستيفن هوكنج عام 1975 من خلال حسابات أجراها مستخدما المجال العددي الأصغري الارتباط Minimally Coupled Scalar Field، (وهو مجال كمومي خاص لم يتوفر فعليا في عالم الجسيمات الأولية إلا على المستوى الإفتراضي الذي أعتمد في تفسير القوى النووية)، أن الثقوب السود تتصرف كجسم ساخن حرارته تتناسب عكسيا مع كتلته. وهذا يعني أن الثقوب السود الصغيرة الكتلة تكون ساخنة جداً، بينما تكون الثقوب الكبيرة باردة جداً. ولما كانت الأجسام الساخنة تشع طاقتها الحرارية بالضرورة إلى الفضاء الذي حولها، فإن الثقوب السود ستفعل حسب تصور هوكنج الشيء نفسه وتتبخر تدريجياً. وقد وصل هوكنج إلى هذه النتائج عبر حسابات كمومية مؤتلفة مع الخلفية الكلاسيكية للمجال الجاذبي. وقد سميت هذه إشعاعات هوكنج Hawking Radiations. ومنذ ذلك الحين وخلال الأربعين سنة الماضية وكثير من الراصدين يراقب السماء لعله يعثر على إشعاعات هوكنج أو آثارها. فيما يترقب ستيفن الحدث نفسه وكله أمل أن يحصل على جائزة نوبل قبل أن يدركه الموت. فهذه الجائزة لن يحصل عليها ما لم تُكتشف الأشعة التي تنبأ بها.

لماذا لم نكتشف إشعاعات هوكنج؟

هنالك احتمالات عديدة لعدم اكتشاف إشعاعات هوكنج، منها:

أن هذه الأشعة غير موجودة بالفعل بل هي تنبؤ نظري قادت إليه حسابات في حالة معينة، خاصة وأن هوكنج استخدم المجال العددي الأصغري الإرتباط عديم الكتلة، على حين أن وجود مجال جذبي شديد قرب افق الحدث يتنافى مع إمكانية وجود فيزيائي لهذا المجال.

أن هذه الأشعة تتولد على مسافة قريبة من أفق الحدث، بما يجعلها عُرضةً لأن يتم امتصاصها مباشرة من الثقب الأسود نفسه ولا يسمح لها بالهروب عنه. ومن المعروف أن الأدبيات المنشورة عن هذه الإشعاعات، تشير إلى تولدها قرب أفق الحدث للثقب الأسود دون أن تذكر المسافة. وقد وجدت أنا شخصيا من خلال حسابات استخدمت فيها مبدأ اللادقة لهيزنبرغ، أن إشعاعات هوكنج المزعومة تتولد ما بين أفق الحدث وأربعة أثلاثه. وقد تم نشر هذه الحسابات في المجلة الأمريكية Hadronic Journal عام 2003. وبموجب مسارات الجسيمات ومنها الفوتونات بحسب ما تقرره معادلات الحركة في نظرية النسبية العامة، فإن أي

صورة تخيلية لثقب أسود دوّار

جسيم يتواجد في المنطقة عند $1.5R_s$ أو أقل منها، فإنه يقع على الثقب الأسود لا محالة. مما يعني أن إشعاعات هوكنج المزعومة ربما تتولد قرب أفق الحدث للثقب الأسود إلا أنها لا تلبث إلا قليلاً، إذ يجري امتصاصها من قبل الثقب الأسود نفسه فلا تظهر للراصد من الخارج. لكن يجب التنبيه إلى أن حساباتي هذه تنطبق على الثقب الأسود الساكن فقط.

من جانب آخر، فإن هنالك من يُشَكِك في إمكانية وصول الضوء الأخير الصادر عن الثقب الأسود إلينا خلال زمن محدود، وذلك لأن الجاذبية التي عند أفق الحدث تجعل شعاع الضوء الأخير الصادر عن الجرم المنهار ليصبح ثقبا أسود يستغرق زماناً لانهائياً. والحق أن هذا صحيح بحسب نظرية النسبية العامة حيث يستطيل الزمن كلما زادت شدة المجال الجاذبي، مما يعني أن النجم سيبقى مضيئاً على الدوام ولن يختفي عن النظر. لكن الصحيح أيضاً أن إزاحة حمراء لانهائية للموجة الأخيرة الصادرة عن الجرم المتحول إلى الثقب الأسود ستعني إختفاءه عمليا عن النظر.

إن شعبية هوكنج وسلطته العلمية لا تسمح بتكذيب ما توصل إليه، لكن السنوات الأخيرة كشفت عن أن هذا الرجل تراجع مؤخراً عن بعض أفكاره الأساسية التي تخص فقدان المعلومات عن الأشياء التي تقع على الثقوب السود، مما أثار ضجة في الوسط العلمي. وكان قد أعلن ذلك خلال المؤتمر السابع عشر لفيزياء النسبية العامة والجاذبية الذي عقد في دبلن عام 2004. وفي كل الأحوال تبقى كثير من الأفكار المتعلقة بالثقوب السود والمجالات الكمومية واقعة في دائرة التخمينات النظرية، ما لم تتوفر نظرية متكاملة تكمم الجاذبية. وذلك أن كثيرا من الأبحاث التي نُشرت بشأن الثقوب السود وإشعاعات هوكنج، لم تأخذ النواحي العملية بنظر الاعتبار، أعني أن كثيرا من الأبحاث التي نشرت كانت في الحقيقة حالات خاصة ممكنة طبعا لكنها لم تعالج ما هو عليه واقع الحال بالفعل. ومن أهم المقاصد هنا التعامل مع المجال العددي الأصغري **minimally coupled scalar field** مستقلاً عن تأثير تحدب الزمان. حيث تشير الحسابات إلى أن المجال العددي الأصغري لا يمكن أن يتوفر مع وجود التحدب الزمكاني الشديد، حيث لابد من التعامل عندئذ مع المجال الكمومي الكونفورمالي **Conformal Scalar Field** الذي يدخل فيه تأثير تحدب الزمكان، ومثل هذا التحدب يكون بالطبع متوفرا قرب أفق الحدث، أي في المنطقة التي يتوقع هوكنج أن يتم فيها تخليق الجسيمات التي تشكل ما يسمى إشعاعات هوكنج.

ومع هذا يبقى الناس منتظرين اكتشاف موجات الجاذبية وإشعاعات هوكنج.

السفر إلى النجوم
بين معابر السماء وهندسة الزمكان

أ.د. شوقي الدلال
الجامعة الأهلية، كلية الدراسات العليا والبحوث، البحرين

كان للإنجازات التي حققها العالم خلال النصف الثاني من القرن العشرين في ارتياد الفضاء ، عظيم الأثر في شحذ أذهان المهندسين والعلماء ، لوضع تصورات وخطط وبرامج للخروج من أسوار المجموعة الشمسية، والإندفاع نحو آفاق كونية جديدة تشبع رغبة الإنسان في الاستكشاف والمعرفة. لا يعد السفر إلى النجوم بحد ذاته هدفًا مبررًا، إذ يمكن دراسة أطياف النجوم والتعرف على خصائصها الكيميائية والفيزيائية بالرصد المباشر دون الحاجة لدراستها عن قرب. كانت الدوافع الأولى لهذه التطلعات هي العثور على منظومات كوكبية أخرى في الكون ، تسمح بيئاتها باحتضان الحياة على سطحها ، وربما الاتصال بمخلوقات ذكية أخرى ممَّا قد يعمق من نظرتنا الفلسفية ، على أن الإنسان ليس المخلوق الذكي الوحيد في هذا الكون الشاسع. وقد طور الإنسان خلال السنوات الأخيرة تقنيات في غاية الدقة ،لاكتشاف الكواكب الكبيرة التابعة للنجوم القريبة . ووضع العديد من المشاريع الطموحة لاكتشاف الكواكب الصغيرة التي لاتتجاوز أبعادها حجم الأرض.

يتناول الجزء الأوَّل من الورقة أهم الإنجازات التي حققها العلماء في مجال اكتشاف الكواكب التابعة لنجوم أخرى قريبة والمشاريع المستقبلية لاكتشاف المزيد منها.

نستعرض في الجزء الثاني من الورقة بعض المشاريع التي وضعها المهندسون والعلماء لبلوغ النجوم القريبة والصعوبات المحتملة لتحقيق هذه الغاية. فقد واجه المهندسون والعلماء في بحثهم عن أفضل وسيلة للانتقال بين النجوم ، صعوبات جمة تمثلت في الزمن الطويل الذي تستغرقه مثل هذه الرحلات، وكذلك إيجاد الطاقة اللازمة للتزود بالوقود ومن ثم الحصول على سرعات عالية تشكل جزءًا مهمًا من سرعة الضوء. وقد وجد العلماء في النظرية النسبية ملاذًا للتغلب على المعضلة الأولى. أما لمواجهة الصعوبات الأخرى فقد اقترحت عدة حلول هندسية للتغلب عليها.

يتناول الجزء الثالث من الورقة ، التقدم الكبير على الصعيد النظري ، الذي أحرزه العلماء خلال السنوات القليلة الماضية ، في التعرف على هندسة وبنية معابر سماوية (wormholes) صناعية ، واستخدامها وسيلة للتغلب على جميع الصعوبات السابقة. إلا أن معرفتنا بطبيعة وفيزياء هذه المعابر لازال في مهده، وقد يحتاج الإنسان لعقود أو قرون طويلة ، قبل أن يترجم معرفته إلى تقنيات فعالة وبناء سفن فضاء للانتقال عبر أرجاء الكون. تناقش الورقة الأسس العلمية التي بنيت عليها فكرة هذه المعابر ، كنتيجة مباشرة للنظرية النسبية العامة والتطورات الحديثة في تشييد معابر قابلة للارتياد.

أما الجزء الأخير من هذه الورقة ، فيتناول ما أحرزه العلماء مؤخرًا في مجال الهندسة الزمكانية (spacetime engineering) ، لبناء مركبات فضائية تعتلي فقاعات في الزمكان للانتقال بسرعات تفوق كثيرًا سرعة الضوء.

1.المنظومات الكوكبية التابعة للنجوم القريبة

كان اكتشاف الكواكب التابعة للنجوم الأخرى حتى عهد قريب من أكثر الأمور صعوبةً. ومع ذلك فإن التقنيات اللازمة لرصد هذه الكواكب البعيدة لاتزال في مهدها. وقد اقترحت عدة وسائل لتحقيق ذلك،ومنها القياس الفلكي الذي يعتمد على التأثير الجاذبي المتبادل بين النجم والكوكب أو المنظومة الكوكبية التابعة له. ولايتجاوز الترنح الناتج عن هذا التأثير البضعة أجزاء من الألف من قوس الثانية، ويعتمد بشكل رئيس على كتلة الكوكب. استخدم حديثاً مطياف دوبلر عالي الدقة لاكتشاف الكواكب خارج المجموعة الشمسية. فسرعة دوبلر الناتجة عن التأثير المتبادل بين كوكب المشتري

والشمس على سبيل المثال ، لاتتجاوز الـ13 كيلومتر / ثانية.

بدأ عصر جديد في علم الفلك عندما رصد فريق سويسري مؤلف من ميشيل مايور ((Michel Mayor وددية كلوز (Didier Queloz) في 6 تشرين أوَّل من عام 1995 كوكبًا، على قدر من الغرابة في مدار حول النجم 51 الفرس الأعظم (Pegasus). كانت دقة المطياف الذي استخدمه الفريق السويسري، تسمح له بقياس سرعات دوبلر تصل إلى 15متر/ ث. أكد كل من بول بتلر (Paul Butler) وجوف مارسي (Geoff Marcy) من مرصد لك (Lick Observatory) هذا الاكتشاف بعد ذلك بخمسة أيام فقط، ولكن باستخدام مطياف دوبلر يفوق ذلك الذي إستخدمه الفريق السويسري دقة بخمسة أضعاف. تتالت بعد ذلك الاكتشافات للعديد من الكواكب التابعة للنجوم القريبة . ولكن وجد في بداية الأمر أن كتلة معظم الكواكب المكتشفة تتراوح بين 0.47 و 10 كتل مشتروية. ولم يمض وقت طويل حتى رصد العلماء عددًا كبيرًا من الكواكب الأرضية في مدارات حول نجوم متباينة الحجم والكتلة. ومما يبعث على الغرابة هو رصد مجموعة من الكواكب التي تقارب كتلتها تلك التي للأرض أو أصغر منها، في مدارات حول نجوم نيوترونية. تؤكد هذه الأرصاد على أن المنظومات الكوكبية أمر شائع في الكون. وقد أحدث إطلاق مقراب الفضاء كبلر ثورة في مجال اكتشاف الكواكب غير الشمسية، إذ بلغ ما رصده عدَّة آلاف من الكواكب. تشير الأرصاد الإحصائية إلى أنه يوجد كوكب واحد لكل نجم على الأقل، وأن واحدًا من كل خمسة نجوم شبيهة بالشمس، له كوكب بحجم كوكب الأرض يقع في مجاله الحياتي (habitablezone)، كما يقع أقرب الكواكب الشبيهة بالأرض على مسافة 12 سنة ضوئية. وبافتراض أن المجرَّة تحوي 200 بليون نجم- فإن الدراسات الإحصائية تبين أن عدد الكواكب الأرضية التي تقع ضمن النطاق الحياتي للنجوم التابعة لها، يبلغ 11 بليون كوكب . وقد يرتفع العدد إلى 40 بليونًا إذا أخذنا في الاعتبار النجوم الحمراء القزمة (red dwarf stars). يرى العلماء أن هذا الكم الهائل من الكواكب يعدُّ مبررًا مقبولاً للتفكير في وضع مشاريع لزيارة المنظومات الكوكبية التابعة للنجوم في المجرَّة.

2. مشاريع الإنسان للسفر نحو النجوم

حقق الإنسان خلال العقود القليلة الماضية إنجازات كبيرة في مجال العلم والتكنولوجيا ، اللذين أصبحا أرضاً خصبة لخيال العلماء والمهندسين ، تحفزهم على وضع مشاريع وبرامج مدروسة للسفر نحو النُّجوم القريبة من مجموعتنا الشَّمسيَّة. وقد بينت هذه البرامج بشكل خاص ما حققه الإنسان من تقدم في مجالات مختلفة كالإلكترونيات، والحاسوب، والليزر، وعلوم المواد، والنُّظم الضَّوئيَّة، ونظم الاتصالات، والتقانة النانويَّة، وغيرها. ونتناول فيما يلي بعض المشاريع الطَّموحة التي صمَّمها العلماء خلال العقود القليلة الماضية، لإرسال مركبات إلى النجوم القريبة (حتى 20 سنة ضوئية). وقد جدَّت على الساحة العلمية والتقنية منذ اقتراح هذه المشاريع قبل أكثر من عقدين من الزمان - تطورات في شتى فروع المعرفة، مما يتطلب إعادة دراستها جذريًّا لتواكب الجديد في العلم والتقانة.

2.1 بعثة تاو (TAU Mission)

مشروع درسته الناسا (NASA) عام 1987 لإرسال مسبار فضائي غير مأهول، لدراسة المنطقة الفضائية التي تغلف المجموعة الشمسية حتى مسافة تصل إلى1000 وحدة فلكيَّة من الشَّمس (Thousand Astronomical Unit).

ومن المهام العلمية للبعثة قياس المسافة إلى النجوم الأخرى باستخدام اختلاف المنظر (parallax)، بالإضافة إلى دراسة الفاصل الشمسي (heliopause)، واختبار النظرية النسبية العامة. كما أشارت الدراسة إلى إمكانية استخدام المعلومات التي يتم الحصول عليها في عملية محاكاة الطريقة ، التي تقترب بواسطتها مركبة فضائية من نجم آخر والمنطقة المحيطة به. وقد أوصى التقرير النهائي لبعثة تاو، بدراسة إمكانية القيام برحلات إلى النجوم تبدأ خلال الفترة بين عامي 2025 و 2050 أو بعد ذلك. وقد أرجيء هذا المشروع ، لأسباب مختلفة، لأكثر من عقد من الزَّمان. صمِّم مُحرك بعثة تاو للعمل بالدسر النَّووي الكهربائي. يتكوَّن مصدر الطاقة التي يزوَّد بها المسبار من مفاعل نووي ومحطة توليد كهروحرارية بسعة مليون واط ، تقوم بتشغيل آلة أيونية داسرة تستخدم الزئبق وقودًا لها. يتم إشعال المحرك لفترة زمنية تقرب من عشر سنوات تقطع خلالها مسافة 1000 وحدة فلكية في مدَّة أقصاها 50 عامًا (انظر الشكل 1).

الشكل 1: صورة تخيلية لمسبار تاو

2.2 مشروع أورايون

مشروع لبناء صاروخ يعمل بالدسر النبضي النووي الانشطاري. تعود الفكرة الأولى لاستخدام العبوات المتفجرة أداة دسر للصواريخ ، إلى خبير المتفجرات الروسي نيكولاي كيبالشيك (Nikolai Kibalchich) التي اقترحها عام 1881. شارك في مشروع أورايون فريق يتكوَّن من عشرات العلماء قاموا بدراسات عملية ونظرية لنواحيه المختلفة. بدأ التفكير في المشروع عام 1958، وأدير أثناء تصميمه من قبل وكالة المشاريع البحثية المتقدمة والقوة الجوية الأمريكية والناسا. رغم المصاعب الإدارية الجمَّة التي واجهت المشروع، فقد نجح في تحويل فكرة الدسر النبضي إلى واقع ملموس. وقد أجريت مركبة اختبارية أطلق عليها بت- بت (But-But) ، حملت خمس عبوات كيميائية شديدة الانفجار تم اختبارها في جنوب كاليفورنيا، وبلغت المركبة ارتفاع 60 مترًا. وقد تمخضت عن المشروع عدّة تصميمات منها رحلات مأهولة إلى الكواكب، وخصوصًا المريخ في رحلة ذهاب وإياب لاتتجاوز الـ250 يومًا. تستخدم مركبة من هذا النوع عدَّة آلاف من العبوات الانفجارية ، (التي هي في واقع الحال قنابل نووية انشطارية) يتكرر انفجارها كل 1 إلى 10 ثوان، وباستطاعتها الانطلاق بتسارع يعادل تسارع الجاذبية الأرضية (1 g) وبحمولة تتراوح بين عدَّة مئات أو آلاف الأطنان.

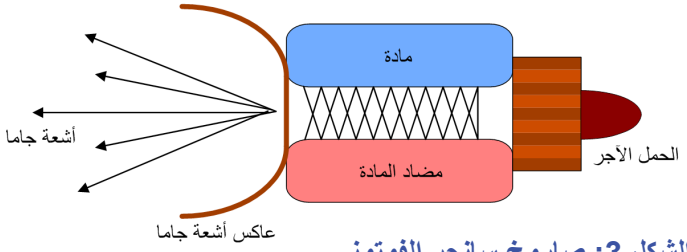
الشكل 2: صورة لمشروع اورايون الذي يستخدم الدسر النووي النبضي كما صممته الناسا.

تتطلب هذه التقنية إحداث الانفجارات خارج المركبة بعيدًا عن هيكلها إذا ما أريد لها البقاء في حالة سليمة. (انظر الشكل 2). أوقف المشروع عام 1968 بأمر من السلطات العليا في الولايات المتحدة، نظرًا للمنافسة الحادَّة بين الصواريخ التي تعمل بالوقود الكيميائي وتلك التي تعمل بالوقود النووي، ومدى مطابقتها لاتفاقية حظر التجارب النووية التي وقعت عام 1963، بما في ذلك تلك التي تستخدم في الدسر الصاروخي لسفن الفضاء.

2.3 صاروخ مضاد المادة (الصاروخ الفوتوني)

وضع عالم الصواريخ الألماني أوجن سانجر (Eugen Sanger) مبدأ عمل صاروخ مضاد المادة في الخمسينيات من القرن الماضي ، وأطلق عليه اسم الصاروخ الفوتوني. تتناول فكرة الصاروخ إنتاج طاقة هائلة من فناء المادة ومضاد المادة والحصول على أشعة جاما لاستخدامها في عملية الدفع (انظر الشكل3).

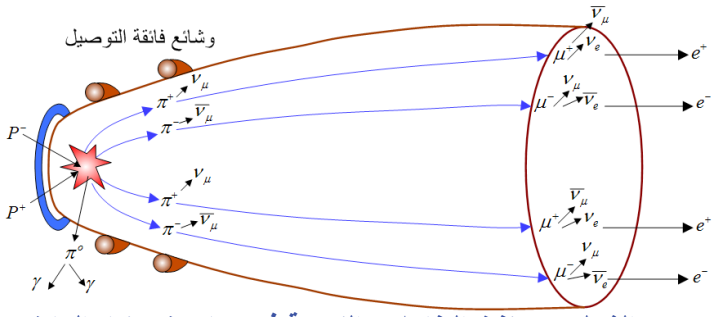
أما الجسيم الوحيد من مضاد المادة الذي كان معروفاً آنذاك



الشكل 3: صاروخ سانجر الفوتوني

فهو البوزيترون (الإلكترون الموجب). يكون اتجاه أشعة

جاما المتولدة من فناء الإلكترونات والبوزيترونات عشوائية الاتجاه ، بينما يتطلب دفع الصاروخ تسديد حزمة الأشعة الناتجة في اتجاه معين. أما الطريقة الحديثة لعمل هذا النوع من الصواريخ فتعتمد على فناء البروتونات والبروتونات المضادة. ينتج عن فناء هذه الجسيمات جسيمات أخرى منها ما يعرف بالباي ميزون أو البايون (π). فينتج عن فناء البروتون ومضاد البروتون ما يعادل 1.5 بايون موجب الشحنة (π+) و1.5 بايون سالب الشحنة (π-) وبايونين متعادلين (πο). تنحل البايونات المتعادلة سريعًا إلى أشعة جاما ولكن تستغرق المشحونة منها زمنًا أطول قبل انحلالها (انظر الشكل4).

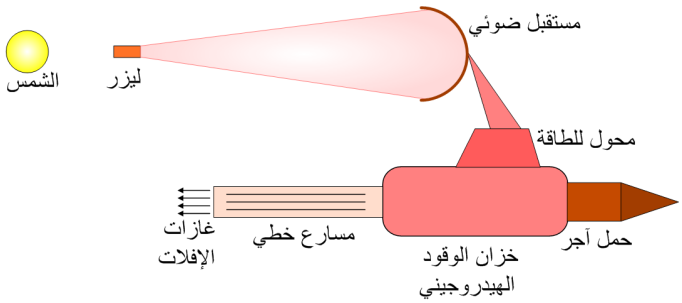


الشكل 4: منفث التفاعلات النووية في صاروخ مضاد المادة.

اقترح الفيزيائي روبرت فورد (Robert L. Ford) وآخرون ، استخدام منفث مغنطيسي مكون من وشائع فائقة التوصيل لتسديد البايونات المشحونة في اتجاه ثابت. ففي الوقت الذي تظهر فيه معظم أشعة جاما في العادم، تكون نقطة منشأها على مسافة عشرة أمتار تقريبًا من مؤخرة الصاروخ. وفي هذه الأثناء تكون طاقة البايونات المشحونة قد سدِّدت في اتجاه كمية الحركة للعادم. ويمكن استخدام البايونات لتسخين مادة داسرة، كالهيدروجين أو الميثان على سبيل المثال، ثم تسديدها بعد ذلك قبل مغادرتها العادم. تتراوح كفاءة هذا الصاروخ كما حسبها فورد بين 30 و 50 % . وهذا الصاروخ بعيد في فكرته عن الصاروخ الفوتوني الذي تقترب سرعته من سرعة الضوء.

2.4 صاروخ دسر ليزري بينجمي

مشروع اقترحه كل من جاكسون (Al Jackson) ودانيال وايتماير (Daniel Whitmire) لتصميم صاروخ نسبوي بينجمي. يزوَّد الليزر الذي يقبع في المجموعة الشمسية - المركبة الفضائية بالطاقة اللازمة لإحداث التفاعل الدسري للصاروخ (انظر الشكل5). تسقط الحزمة الليزرية على مستقبل بصري ، ويقوم محول خاص بتحويل طاقة الليزر الضوئية إلى شكل آخر من أشكال الطاقة ، لاستخدامها في إحراق الوقود الهيدروجيني في غرفة الاشتعال. يساعد هذا التصميم على التقليل من الكتلة التي يتعين تسارعها.

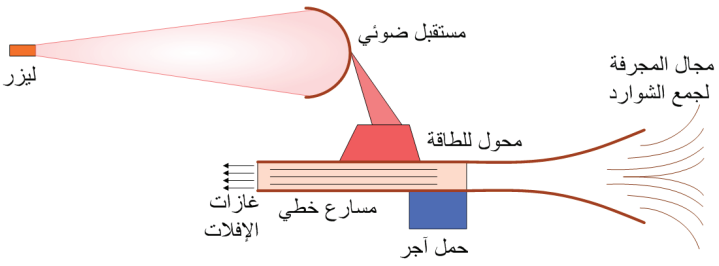


الشكل 5: صاروخ بينجمي يعمل بطاقة الليزر

2.5 مركبة ليزرية تعمل بالنفث التضاغطي

مشروع لبناء مركبة فضائية بينجمية مزوَّدة بمحرك نفاث تضاغطي. تستخدم المركبة شراعًا شمسيًا يندفع بتأثير شعاع الليزر، حتى يبلغ سرعات تصل إلى 3% من سرعة الضوء. يستخدم هذا النوع من المركبات غرافة تضاغطية (ramscoop) يبلغ امتداد مجالها المغنطيسي 1000 كيلومتر، وتقوم بجمع الشوارد المنتشرة في الوسط البينجمي (انظر الشكل 6). افترضت الدراسة التي أجريت لتصميم هذا المشروع، أن كفاءة تحويل الضوء الليزري إلى طاقة حركية في عادم المركبة الفضائية تساوي 50%، وأن قدرة الليزر تتراوح بين 104 و 105 مليون واط . كما أن سرعة الشوارد المنبعثة من العادم تتراوح بين 5000 و 10000 كم/ثا. تبلغ الكتلة الكلية للمركبة الفضائية طن (منها حملاً آجرًا). وفي هذه الحالة تتسارع المركبة حتى تبلغ سرعتها 0.8 من سرعة الضوء خلال 85 سنة. (يبلغ قطر شعاع الليزر 100 كيلومتر عند مسافة سنتين ضوئيتين، و1000 كيلومتر عند مسافة 20 سنة ضوئية). وعند توجيه هذه المركبة الفضائية نحو ألفا قنطورس(Centaurus)، على سبيل المثال، فهي تستمر في الانطلاق بهذه السرعة لمدة 400 عام ، ثم تأخذ بعدها في التباطؤ باستخدام ستارة

سحب كهربية أو مغنطيسية. وبهذه الطريقة تستغرق رحلة الذهاب إلى ألفا قنطورس خمسة قرون تقريبًا. لاشك أن هذا المشروع لايندرج ضمن الخيارات الكبرى للسفر إلى النجوم ، نظرًا للمدة الزمنية الكبيرة التي تتطلبها الرحلة.



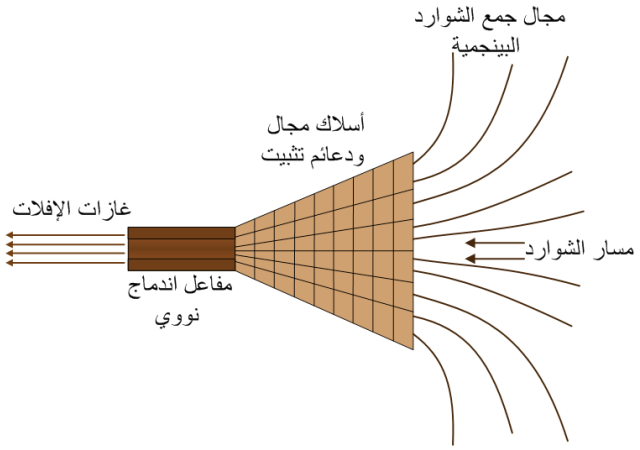
الشكل 6: مركبة بينجمية تعمل وفق مبدأ المحرك النفاث التضاغطي الليزري

2.6 مشروع دايسون

مشروع لبناء صاروخ يعمل بالدسر النبضي الناتج عن الاندماج النووي. كان فريمان دايسون (Freeman Dyson) أوَّل من اقترح (عام 1958) استخدام الدسر النبضي النووي وسيلة للسفر إلى النجوم. وبحسابات بسيطة وجد دايسون ، أنه بوسع الصاروخ بلوغ سرعات تتراوح ما بين 103 و 104 كيلومتر/ثانية. درس دايسون نوعين من المركبات الفضائية البينجمية. التصميم الأوَّل منهما (محدود الطاقة) ، يشمل تزويد المركبة بصحن دافع بوسعه امتصاص كل الطاقة الحرارية الناتجة عن التفاعل النووي. أما التصميم الثاني فيتصف بأنه محدود كمية الحركة. يبين الجدول التالي ضخامة هذه المركبات الفضائية التي بوسعها نقل مستعمرات تضم آلاف الأشخاص إلى نجم قريب. فعلى سبيل المثال، تستغرق الرحلة إلى ألفا قنطورس على متن المركبة الفضائية محدودة الطاقة 1000 عام، بينما تستغرق المركبة الفضائية محدودة كمية الحركة قرنًا واحدًا فقط لبلوغ هذا النجم.

2.7 مركبة بوسارد التضاغطية

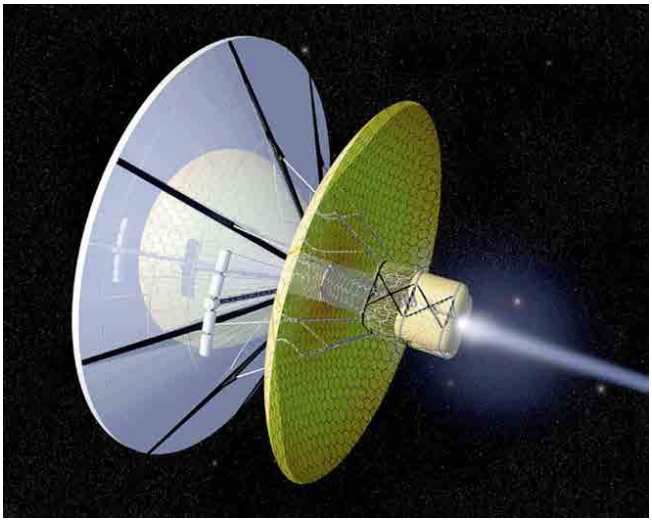
مركبة فضائية بينجمية تعمل بالاندماج النووي ، اقترحها روبرت بوسارد (Robert Bussard) عام 1960 (انظر الشكل 7). تقوم المركبة بجمع الشوارد البينجمية بواسطة مجرفة تضاغطية (ramscoop) هائلة المقطع، ومن ثم سوقها نحو مفاعل اندماج نووي. تتكون المجرفة من مجال مغنطيسي أو كهربائي شاسع الامتداد. أما الاندماج النووي فيتم بدمج ذرات الهيدروجين وتحويلها إلى هليوم ، بالطريقة نفسها التي تتم فيها هذه العملية في النجوم الشبيهة بالشمس. تستخدم الطاقة الناتجة عن التفاعل في تسريع الجسيمات الناتجة عنه نحو الخلف. وجد بوساد أنه يمكن إعطاء مركبة فضائية تبلغ كتلتها 1000 طن تسارعًا مستمرًا قدره 9.8 م/ثانية^2 (g) ، بافتراض أن كثافة البروتونات في الوسط البينجمي تساوي 109/ م3 وبكفاءة تساوي 100%.



الشكل 7: مركبة بوسارد التضاغطية

جدول 1: خواص مركبتي دايسون النجميتين

	مركبة نجمية محدودة الطاقة	مركبة نجمية محدودة كمية الحركة
الكتلة عند المغادرة	4×10^7 طن	4×10^5 طن
التسارع	3×10^5 g (لمئة عام)	1 g (لعشرة أيام)
القطر	100 متر	20 كيلومتر
السرعة	10000 كم/ ثانية	1000 كم/ ثانية



الشكل 8: مركبة بوسارد كما تخيلها الفنان

2.8 مشروع دادالوس

كان الحافز الأساس لتصميم مشروع دادالوس هو ما يعرف بمحيرة فرمي، التي تتنبأ بوجود عدد كبير من الحضارات العاقلة في الكون، ولكن مع ذلك لم يتم التعرُّف أو الاتصال بواحدة منها. وللتأكيد على هذه الفكرة قام مجموعة من المهندسين بين عامي 1971 و 1978بتصميم مركبة بينجمية لإثبات إمكانية السفر إلى النجوم. نشرت الدراسة عام 1978 في دورية "The British Interplanetary Society"، وترأسها ألن بوند (Alen Bond) وتوني مارتن (Tony Martin) وبوب باركنسون (Bob Parkinson)، وهي تعد أشمل دراسة أجريت للمركبات البينجمية. يشمل مشروع دادالوس تصميم رحلة إلى نجم بارنارد (Baranard's Star) على أن يستوفي الشروط التالية:

- تصمم المركبة ضمن التقنيات المتوفرة حاليًا أو في المستقبل القريب.

- أن تبلغ المركبة هدفها خلال فترة زمنية تساوي متوسط عمر الإنسان.

- أن تكون لها القدرة على زيارة نجوم مختلفة.

تتكوَّن المركبة من مرحلتين، وتزوَّد بالطاقة عن طريق الاندماج النووي للديتوريوم وكذلك كريات من الهليوم3-. تقوم حزمة من الإلكترونات بتحفيز الكريات حول عادم المركبة وإشعالها لتوليد طاقة هائلة بمعدل 250 انفجارًا في الثانية الواحدة. يستمر حرق الكريات نوويًا خلال مرحلة تستمر 3.8 سنة ، تعقبها مرحلة اندفاع للمركبة تستمر 46 سنة ، تسير خلالها بسرعة تساوي 12% من سرعة الضوء ، حتى تصل إلى هدفها حول نجم برنارد الذي يقع على مسافة 5.9 سنة ضوئية. وفي التقرير النهائي للبرنامج وضع المهندسون جميع التفاصيل المتعلقة بمنظومات المركبة بما في ذلك هيكلها، وطرق الاتصال بها، والملاحة الفضائية، ونظم الوقاية من قصف الغبار البينجمي. يبين الشكل أدناه الحجم الهائل لمركبة دادالوس.

الشكل 9: رسم تخيلي لمركبة دادالوس التي اقترحتها الجمعية البيكوكبية البريطانية عام 1978. يشاهد إلى اليمين من المركبة صاروخ ساتيرن 5 الضخم الذي أقل رواد أبولو إلى القمر.

وفي سبتمبر من عام 2009 اقترحت الجمعية البيكوكبية البريطانية ما يعرف بمشروع إيكاروس (Project Icarus) لتصميم مركبة فضائية بينجمية ، وفق المعطيات العلمية النظرية والتطبيقية الحديثة. ويعدُّ هذا المشروع استكمالاً لمشروع دادالوس ، ويتناول دراسات هندسية وعملية وفيزيائية لما قد يؤول إليه تصميم مركبة بينجمية غير مأهولة. ومشروع إيكاروس هو مشروع دولي يمكن أن تنضم إليه أي دولة ترغب في ذلك.

3. طاقة الدسر البينجمي

يتطلب تسريع كتلة (m) إلى سرعة معينة مقدارًا من الطاقة يتناسب مع هذه السرعة. تعطى كمية الحركة (k) في الفيزياء التقليدية بالعلاقة :

$$k = 1/2\ m\upsilon^2$$

أما عند السرعات النسبوية فتحسب الطاقة الحركية باستخدام النظرية النسبية الخاصة من العلاقة :

$$k = m_o c^2 [1-(\upsilon / c)^2]^{-1/2} - m_o c^2$$

حيث كتلة الجسم عند السكون، و سرعة الضوء. يبين الجدول التالي الطاقة الحركية اللازمة لتسريع كيلوغرام واحد إلى سرعات نسبوية.

جدول 2: العلاقة بين الطاقة الحركية والسرعات النسبوية

υ / c	الطاقة الحركية (جول/كغم)
0.001	4.5×10^{10}
0.010	4.5×10^{12}
0.050	1.1×10^{14}
0.100	4.5×10^{14}
0.200	1.8×10^{15}
0.400	8.2×10^{15}
0.600	2.3×10^{16}
0.800	6.0×10^{16}
0.900	1.2×10^{17}
0.990	5.5×10^{17}

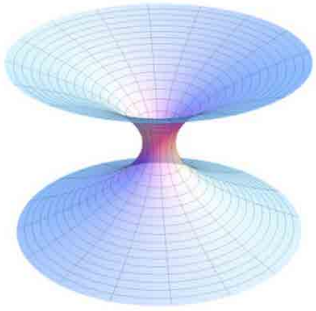
نتبين من هذا الجدول الطاقة الهائلة اللازمة لتسريع المركبة الفضائية لسرعات نسبوية. فلتسريع مركبة فضاء تبلغ كتلتها 1000 طن، على سبيل المثال، يتعين في هذه الحالة ضرب الطاقة الحركية في العمود الثاني بالمعامل 106. نورد في الجدول التالي على سبيل المقارنة الطاقة الناتجة عن بعض العمليات الفيزيائية وعن ما يستهلكه الإنسان في حياته اليومية.

جدول 3: معدل استهلاك الطاقة

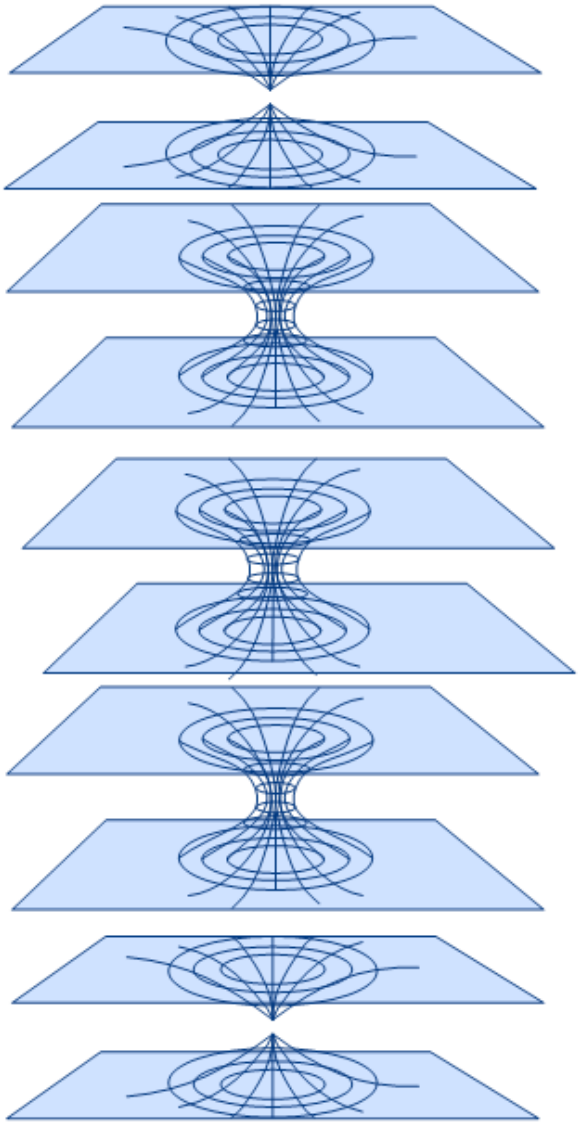
المصدر	مقدار الطاقة (جول)
فيض الطاقة الكهرومغنطيسية الشمسية الذي يمر خلال كرة نصف قطرها وحدة فلكية واحدة	1.2×10^{34}
فيض الطاقة الشمسية الذي يسقط على الأرض خلال عام واحد	5.3×10^{24}
الطاقة الحركية لكويكب يبلغ قطره 2 كم، وكتلته 10^{10} طن، وسرعته 30 كم/ ثانية	4.5×10^{21}
الاستهلاك السنوي للطاقة الكهربائية في الولايات المتحدة الأمريكية (1982)	8.5×10^{18}
استهلاك الطاقة في العالم للعام 1982	3.1×10^{19}
الطاقة اللازمة لإطلاق ساتيرن V	1.0×10^{13}

4. النسبية العامة وفيزياء المعابر

بقيت المشاريع المختلفة التي وضعها الإنسان للسفر إلى النجوم محدودة الهدف والطموح، وتعتمد على تقنيات بدائية بمقياس الحضارات المتقدمة في الكون، كما أنها لا تصلح لارتياد مناطق بعيدة في المجرَّة. نورد في التالي بعض التقنيات المستقبلية التي تعكس التقدم الذي أحرزه الإنسان في مجال الفيزياء النظرية. ومن هذه الأفكار ما برز مباشرة بعد صياغة النظرية النسبية العامة لآينشتاين عام 1915. فقد أدرك الفيزيائي النمساوي لودويغ فلام (Ludwig Flamm) أن حل شوارزشيلد (Schwarzschild solution) لمعادلات آينشتاين يشمل وصفًا لوصل منطقتين من المكان – الزمان أو الزمكان (spacetime) المسطح، أو كونين مختلفين. استمرت بعد ذلك التخمينات عن طبيعة الجسر أو المعبر الذي يصل بين هاتين المنطقتين لعقدين من الزمان. كان هرمان ويل (Hermann Weyl) من بين أبرز العلماء دراسة لهذا الموضوع في العشرينيات من القرن الماضي، ثم بعد ذلك آينشتاين وروزن (Einstein-Rosen) في منتصف الثلاثينيات، وجون ويلر (John Weeler) في الخمسينيات، ولكن اهتمام أي منهم لم ينصب على المعابر الكبيرة القابلة للارتياد. اهتمَّ الفيزيائيون في بادىء الأمر بالمعابر بصفتها وسيلة لتفسير طبيعة الجسيمات الأولية، كالإلكترون. فإذا وجد الإلكترون في حيز من المادة، فإن الطريقة الصحيحة لوصف الزمكان في هذا الحيز هو استخدام مقياس شوارزشيلد (Schwarzschild metric) كاملاً. وقد تساءل العلماء عمَّا إذا كانت الجسيمات الأولية عبارة عن معابر صغرية. يبين الشكل أدناه جسر آينشتاين-روزن. يتعين على المسافر بين كونين يفصلهما هذا المعبر أن يسير بسرعة تفوق سرعة الضوء في بعض مراحل الرحلة. كما توجد صعوبة أخرى في ارتياد هذا النوع من المعابر- فهي غير مستقرة، ولا تستديم فترة كافية لعبور حتى الضوء من خلالها.

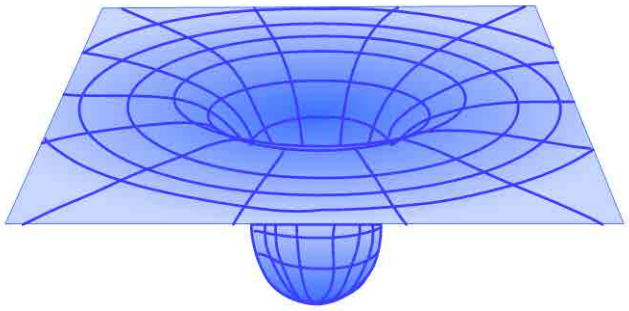


الشكل 10: جسر آينشتاين - روزن



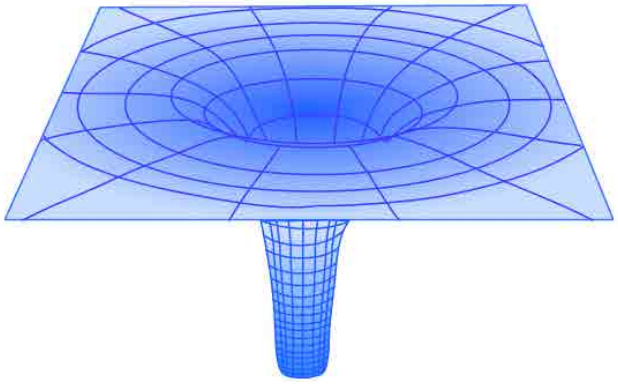
الشكل11: مراحل انغلاق الجسر أو المعبر

فعند انكماش جسم ما له كتلة الشمس، على سبيل المثال، إلى حجم يفوق حجم كرة شوارزشيلد - يتكور المعبر وينغلق كما هو مبين في الشكل 12 أدناه.



الشكل 12: رسم توضيحي يبين الطريقة التي يشوه بها جسم له كتلة الشمس الزمكان حوله

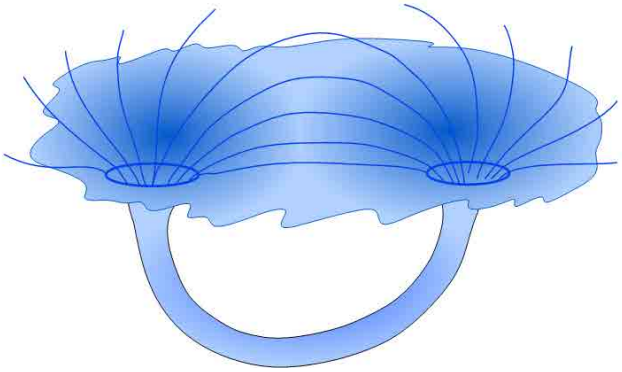
ومن المفاجآت في هندسة شوارزشيلد هي أنه عندما ينكمش جسم ما ويصغر حجمه حتى يقع ضمن نصف قطر شوارزشيلد ، فإننا نحصل على معبر مجرد من القعر، فالمعبر لا يلبث أن ينفتح ثانية ليتصل بمنطقة أخرى من الزمكان المسطح، كما هو في جسر آينشتاين-روزن (انظر الشكل 13).



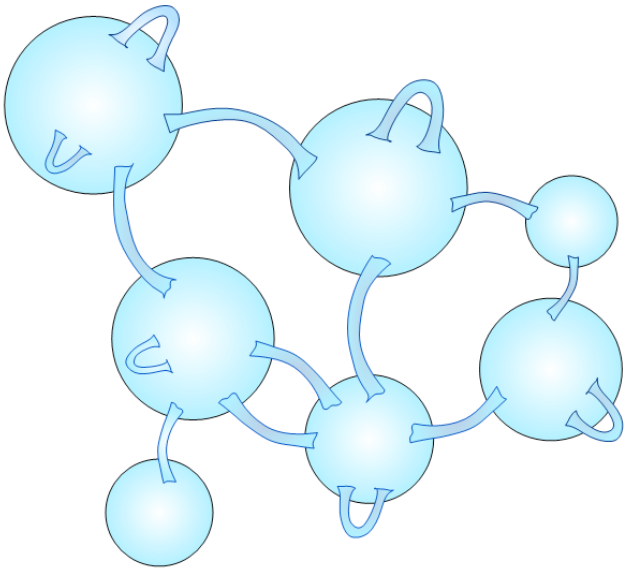
الشكل 13 : يسبب انكماش جسم ضمن نصف قطر شوارزشيلد تكون معبر عديم القعر

أثبتت الدراسات النظرية أنه يمكن للمعبر أن يصل بين منطقتين من الكون نفسه. يعد الشكل الذي اقترحه جون ويلر (John Wheeler) عام 1955 أوَّل مخطط لمعبر ظهر في الدوريات العلمية، وبالتالي فله قيمة تاريخية وعلمية في الوقت نفسه (انظر الشكل 14). كما تذهب

نظرية تعدد الأكوان (multiverse) إلى أنها متصلة ببعضها بمعابر فضائية كما هو مبين في الشكل 15 أدناه.



الشكل 14 : معبر ويلر، وهو أول مخطط لمعبر تم اقتراحه في الدوريات العلمية

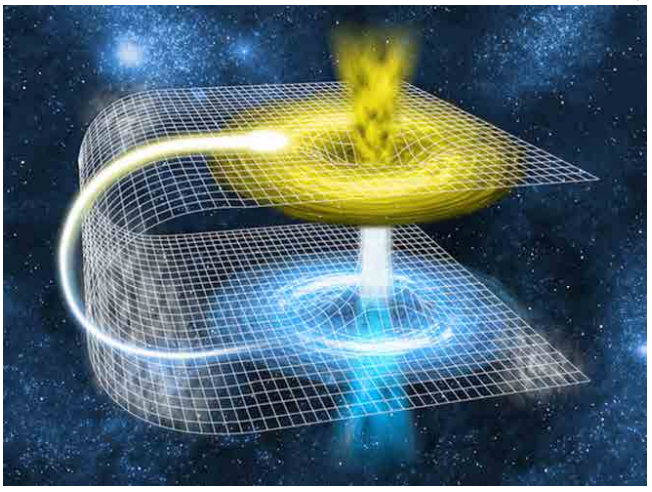


الشكل 15: ربما يكون كوننا واحدًا من أكوان عديدة تربطها المعابر

4.1. معبر ثورن القابل للارتياد

جاءت فكرة المعابر القابلة للارتياد كثمرة خصبة للخيال العلمي. فقد طلب كارل ساغان (Carl Sagan) من زميله كب ثورن (Kip Thorne)، وهو أحد الخبراء في مجال الثقوب السوداء، اقتراح وسيلة للسفر البينجمي تتفق مع أطر الفيزياء النظرية المعروفة ليضمنه روايته "Contact" . وقد وجد ثورن أن طلب ساغان ينطوي على أفكار فيزيائية جديدة وخيال جامح. فكما بينا سابقًا ، فإن الحلول التقليدية للمعابر تأخذ في الاعتبار لحظة معينة من الزمن ينعدم قبلها وبعدها وجود المعبر، وتظهر المفردية لتسحق كل شيء يتجاوز حدود أفق الحدث (Event horizon). وقد وجد ثورن وسيلة أخرى لمعالجة هذه المعضلة. فلنفترض وجود حضارة كونية على قدر كبير من التقدم باستطاعتها هندسة أي شيء تسمح به قوانين الفيزياء. كان حل ثورن يتضمَّن ما يعرف بـ "المادة الغريبة". فتختزن المادة العادية طاقة محددة تتناسب مع كتلتها وتؤثر بضغط محدود، وينشأ عنها مجال ثقالي يشد الكتل الأخرى من المادة التي تقع ضمن منطقة تأثيره. افترض ثورن وجود مادة ذات طبيعة مختلفة تمامًا حيث تتمتع بطاقة سالبة وتؤثر بضغط سالب، كالذي في خيط المطاط، ولكنه من الشدَّة بحيث تتفوق طاقة الشد على طاقة السكون ($E = mc^2$) لخيط المطاط. يمكن أن نسمي هذه الظاهرة بالثقالة المضادة أو مضاد الجاذبية. فحيث إن المادة العادية تدفع نحو الخارج ، مؤثرة بضغط يتجه بعيدًا عنها وتجذب الأجسام نحوها بقوة الجاذبية، نجد أن المادة الغريبة تقوم بعكس ذلك تمامًا، فهي تؤثر بقوة سحب نحو الداخل بمفعول ضغطها وتدفع نحو الخارج بمفعول جاذبيتها المضادة. وقد أصبح هذا الموضوع مجال أبحاث نظرية متعمقة في علوم الكونيات خلال العقود الماضية. فقد مرَّ الكون خلال المرحلة الأولى من الانفجار الأعظم بطور تضخم ، وأخذ بعدها بالتوسع ليبلغ حجمه وتناظره وتجانسه الذي نعرفه عنه حاليًا. أما الظروف التي أدَّت إلى هذا التضخم فهي ما يعرف بالفراغ الزائف (false vacuum). وقد مرَّ الكون بهذه المرحلة الحرجة من نشوئه، عندما كانت القوى النووية والكهرومغنطيسية تشكل قوة واحدة دون تمييز. يولد الفراغ الزائف ضغطًا سالبًا وقوة ثقالية منفرة، تمامًا كما تفعله المادة الغريبة. فهندسة المعابر تتطلب مادة لها هذه الخواص. ووفقًا لثورن في رده على ساغان أن بمقدور حضارة كونية متقدمة ، أن تكسو أسطوانة بهذه المادة الغريبة وتصنع منها جسر آينشتاين – روزن الذي يبقى مفتوحًا بصورة دائمة ، بفضل الطبيعة التنافرية للثقالة التي تسببها هذه المادة. فمن حيث المبدأ يمكن الانتقال عبر الفوق فضاء (hyperspace) من منطقة معينة في المجرَّة إلى منطقة أخرى في غاية البعد عنها في زمن متناهي الصغر (انظر الشكل 16). نشر

ثورن عددًا من الأبحاث وأثبت إمكانية تشييد معبر مستقر ودائم ، باختيار الطريقة المناسبة لتوزيع المادة الغريبة بداخله.

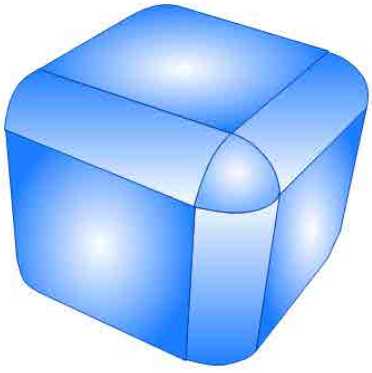


الشكل 16: يصل معبر ثورن بين منطقتين نائيتين من الكون عبر طريق من الفوق فضاء.

4.2. هندسة المعابر

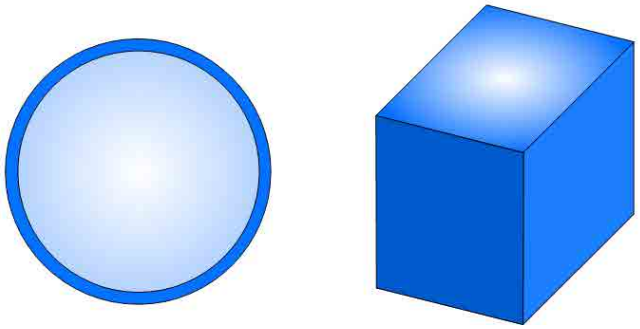
يعتمد شكل المعبر على طريقة تشييده، وأبسط شكل يمكن تصوره للمعبر هو الشكل الكروي كما يبدو من الخارج، وهذا يعني أن الاقتراب منه من جميع الجهات يكون متماثلاً. ولا يتحتم أن تكون حدود المعبر سوداء بالضرورة، كما هو الحال بالنسبة للثقوب السوداء ، رغم أن بنية الزمكان في كل منهما متشابهة. فللثقب الأسود أفق حدث لا يفلت منه شيء. أما المعبر فيمكن الرؤية من خلاله من حيث المبدأ. وعند الانتقال عبره يتجه المسافر مباشرة نحو مركز الفضاء الكروي، ودون أن يغير المسافر من اتجاهه ، يجد نفسه قد ابتعد عن المركز لينبثق في مكان آخر. يبدو المعبر حين النظر إليه من الداخل نفقي الشكل، وباستطاعة المسافر أن يرى الضوء القادم من الفضاء الكوني خارج المعبر من كلا جهتيه. أما المنظر الجانبي فيبدو على درجة كبيرة من الانقباض. فالزمكان في هذه المنطقة على قدر كبير من الانحناء. وهذا يعني أن الإشعاع الضوئي المتجه إلى أي نقطة عمودية على نصف قطر المعبر ومنطبقٌ على مركزه ، ينبثق في خط مستقيم في الفضاء الموضعي ثم يعود ثانية إلى نقطة البداية. ولذا عند النظر في الاتجاه الجانبي للمعبر من الداخل ، يمكن للإنسان أن يرى خلف رأسه. أما من الناحية العملية، فإن الضوء يعاني من انحناء شديد وتبدو الصورة التي يشاهدها المسافر في غاية التشوه. تتخذ هذه الظاهرة شكل هالة من الضوء تغلف المسافر وتميز بين الاتجاه الجانبي من ذلك الذي يخترق مركز المعبر. ويتعين وجود مادة غريبة في جزء ما من المعبر لتبقيه مفتوحًا. كما يتعين وجود نفق خلال المادة الغريبة للمرور عبرها. فهذا الجزء من المعبر يبدو تمامًا كنفق يخترقه.

اقترح مات فيسر (Matt Visser) هندسة مستحدثة للتقليل من استعمال المادة الغريبة في المعبر. يتخذ شكل معبر فيسر شكل مكعب محدب الحواف ، ويتكون من ستة مستويات مسطحة واثني عشر ضلعًا اسطوانيًّا, وثمانية رؤوس يشكل كل منها ثُمن كرة (انظر الشكل17).



الشكل 17: معبر مكعب الشكل ومنحني الأضلاع ومكور الرؤوس. يتكون حلق المعبر من ستة أوجه مستوية، واثني عشر ضلعًا أسطوانيًّا، وثمانية رؤوس مكورة.

يمكن أن يتركز موتر الإجهاد – الطاقة (stress-energy tensor) كليةً في أضلاع المكعب ليصبح حاد الحواف (انظر الشكل 18)، وفي هذه الحالة لا تحمل الأوجه أي كمية من الإجهاد – الطاقة.



الشكل 18: معبر مكعب حاد الحواف وآخر صدفي الجدار

4.3. المادة الغريبة

لعله من المناسب عند هذه المرحلة ، التوقف للسؤال عن كمية المادة الغريبة اللازمة لتشييد معبر قابل للارتياد. تعطى كتلة المادة الغريبة اللازمة لتشييد معبر رقيق الفتحة طوله بالعلاقة :

$$M = 10^{-3} M_o L$$

حيث كتلة الشمس. فيتطلب بناء معبر قابل للارتياد طول "حلقه" متر واحد، كتلة تساوي تقريبًا كتلة المشتري. والجدير بالملاحظة في هذه الفئة من المعابر هي أن M لا تساوي الكتلة الكلية للمعبر كما يرى من اللانهاية، إذ تتطلب معادلات آينشتاين المجالية اللاخطية أن تساوي هذه الكتلة صفرًا.

يتضح من ذلك أن فيزياء المعابر لازالت في طورها البدائي، ولا يمكن إخضاعها حاليًا لتجارب مخبرية قياسية لتطويرها، وربما يحتاج الإنسان لعدة قرون من العمل والجهد المتواصلين لتحديث إطارها النظري وتحويله إلى واقع ملموس.

اكتشف العلماء عند رصدهم لفئة من المستعرات العظمى بوصفها شمعات معيارية - أن تمدد الكون آخذ في التسارع، وهذا يعني وجود مادة غريبة أطلق عليها اسم المادة المظلمة (dark energy) تقوم بإحداث هذا التسارع. لهذه المادة الصفات نفسها التي اقترحت لفتح المعابر السماوية، وبالتالي إذا استطاع الإنسان مستقبلاً اكتشاف هذه المادة وتطويعها لاستخدامها في هندسة المعابر وبنائها ، فسيكون هذا الأمر خطوة حاسمة تضع الحضارة الإنسانية في مصاف الحضارات المتقدمة في الكون.

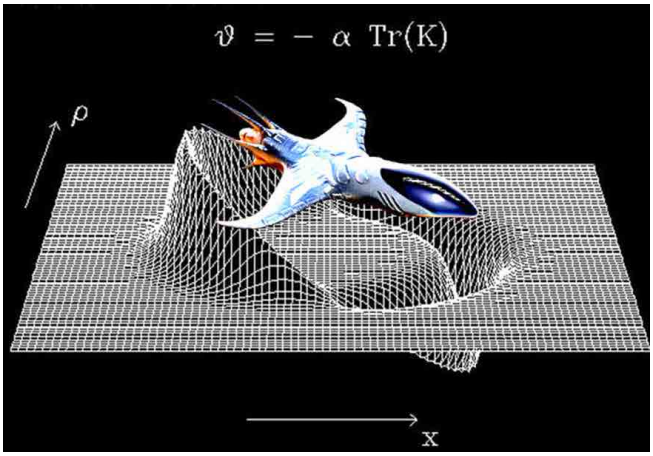
ونختم هذا الفصل بتصريح أطلقه العالم كب ثورن في رأيه عن معابر السماء :

"نحن الفيزيائيين حاولنا أن نتعرف على ما تقوله الفيزياء عن معابر السماء. ليس لدينا إجابة حاسمة على هذا الموضوع، ولكن يبدو أن قوانين الفيزياء تمنع وجود مثل هذه المعابر، ولكنها إن وجدت،فإنها لا تكون من صنع الطبيعة- ولا بد أنها صممت من قبل حضارة غاية في التقدم العلمي، كما هو الحال في فلم بين النجوم (Interstellar)."

5. التحريك الإلتوائي للزمكان

بعد أن استنفذ الإنسان الوسائل التقليدية للسفر إلى النجوم، ووجد أن معابر السماء لازالت في طورها النظري والتطبيقي البدائي- عمد إلى التفكير في وسائل أخرى يمكن اختبارها عمليًا ، باستخدام التقنيات المتاحة في عصرنا الحاضر. يتطلب السفر إلى النجوم البعيدة بلوغ سرعات كبيرة تفوق سرعة الضوء بعدة أضعاف، وهو ما لاتسمح به النظرية النسبية الخاصَّة.

الشكل 18: مقترح ألكوبيير للتحريك الالتوائي: يمكن تشكيل



موجة من الزمكان حيث ينكمش الفضاء في مقدمتها بينما يتمدد في الجهة الأخرى. يمكن للمركبة أن تعتلي الموجة للتحرك بسرعات فوق ضوئية

ولكن عند العودة إلى اللحظات الأولى لنشوء الكون ، نجد أنه تمدَّد بسرعة تفوق سرعة الضوء بثلاثين مليون بليون ضعف، وهو ما يعرف بنظرية التضخم البدئي للكون (inflationary universe). وقد جاء هذا التضخم الفائق السرعة نتيجة لتمدد الزمكان (spacetime) نفسه وليس لحركة المادة، وبالتالي فهو لايتعارض مع النظرية النسبية الخاصة. فكر العلماء في توظيف هذه الفكرة لبناء مركبة فضائية تعمل وفق المبدأ نفسه، وأطلقوا على هذا المشروع اسم التحريك الإلتوائي للزمكان (warp drive of spacetime)، أو أيضًا : الدسر الزمكاني. كانت فكرة هذا النوع من الدسر حتى عام 1994 في عداد قصص الخيال العلمي. وفي ذلك العام وجد ميغيل ألكوبيير (Miguel Alcubierre) أن النظرية النسبية العامة تسمح بتشكيل

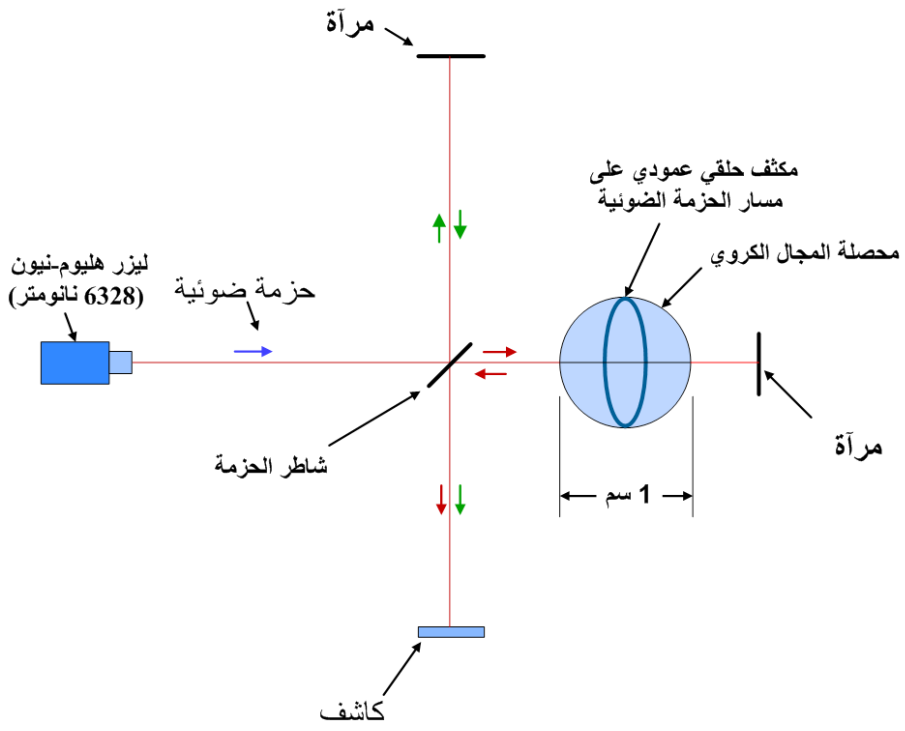
هندسة الزمكان ، مما يسمح بإمكانية السفر بسرعات تفوق سرعة الضوء. تستند هذه الفكرة على أن الزمكان نفسه باستطاعته التحرك بسرعات تفوق سرعة الضوء. تتم هذه العملية باعتلاء المركبة فقاعة ملتوية من الزمكان ، صمِّمت للحركة بسرعات تفوق سرعة الضوء. وفي هذه التقنية يستخدم التأثير الثقالي لضغط الزمكان في مقدمة المركبة، ومن ثم إحداث تمدد للزمكان في مؤخرتها. أما الزمكان في الفقاعة نفسها فهو مسطح، مما يجعل المركبة طافية على الموجة المتمثلة في انضغاطه وتمدده. تشبه هذه العملية التزحلق على الأمواج حيث يبقى المتزحلق ثابتًا بالنسبة للموجة ، بينما هي تتحرك بسرعتها العادية. يمكن استخدام هذه الفقاعة الملتوية من حيث المبدأ للسفر بسرعات تفوق سرعة الضوء أو دون ذلك. بينت الدراسات أنه يمكن تحريك هذه الفقاعة بسرعات دون ضوئية بيسر وسهولة. أما تسييرها بسرعات فوق ضوئية ، فيتطلب الدسر فوق الضوئي طاقة سالبة وضغطاً كبيراً لتكوين الفقاعة الملتوية والاحتفاظ بها. ففي النموذج الذي اقترحه ألكوبييرتحتاج الفقاعة لطاقة سالبة تعادل كتلة الكون ، لتعجيل مركبة فضائية صغيرة إلى عشرة أضعاف سرعة الضوء. لذلك ينصب التفكير على هندسة فقاعات زمكانية ، تتحرك بسرعات دون ضوئية تصل إلى 90% من سرعة الضوء، وهذه تقع ضمن الإمكانات العلمية في المستقبل المنظور ، إذا خصصت لها الأموال الكافية والجهد العلمي والتقني اللازم. ولكن الأبحاث النظرية لم تتوقف عند هذا الحد. فهل من حلول أخرى لمسألة الطاقة ؟ هذا ما سنتناوله في الفصل التالي.

6. مدخل وايت جودَي لالتواء المجال

قام فريق من الناسا يرأسه هارولد وايت (Harold White) وريتشارد جودَي (Richard Juday) بإجراء تجارب ، الغرض منها صناعة فقاعة زمكانية وفقًا لمبدأ ألكوبييرتشمل التجربة عددًا من الأفكار تتناول تصميمًا جديدًا لطوبوغرافيا كثافة الطاقة واختبار نظرية الغشاء الكوني (brane cosmology)، التي تذهب إلى أن الكون رباعي الأبعاد الذي تدركه حواسنا ، هو في واقع الحال جزء من منظومة كونية تضم أبعادًا إضافية تعرف بالأبعاد العليا (higher dimensions) أو الفوق فضاء (hyperspace). وفي هذه الحالة ينخفض مستوى ما تحتاجه المركبة من كثافة الطاقة لإحاث التسارع إلى قيمة صغيرة، مما يسمح بقياس تحدب الزمكان. ولاختبار هذه الفكرة صمم هارولد وايت ورفاقه تجربة لبيان الطريقة ، التي يمكن بواسطتها للمادة الباريونية (المكونة من بروتونات ونيوترونات) ، أن تتخذ صفات الطاقة المظلمة نفسها (ضغط سالب)، على الأقل من الناحية الرياضية. وفي هذه العملية وصف الباحثون كيف يمكن أن تُحدث كثافة حلقية موجبة للطاقة ضغطًا كرويًا سالبًا، وبذلك يمكن الاستغناء عن المادة الغريبة.

الشكل 19: مدخل هارولد وايت

يتكون الجهاز الذي اقترحه هارولد وايت من مدخل يشبه ذلك الذي استخدمه مايكلسون ومورلي في نهاية القرن التاسع عشر لإثبات عدم وجود الأثير (انظر الشكل19).



وباستطاعة هذا الجهاز قياس فرق في المسار يبلغ النانومتر الواحد 10-9) متر). وفي هذه المنظومة الضوئية ينشطر شعاع الليزر إلى حزمتين ، و يوضع جهاز إلتواء الفضاء بالقرب من مسار أحد الحزمتين ، كما هو مبين في الشكل (الحلقة الدائرية الزرقاء الغامقة). يحدث تحدب الفضاء انزياحًا نسبيًا في الطور (phase shift) بين الحزمتين قابلاً للقياس. وبتحليل الإشارة يمكن مقارنة انزياح طور المجال بالقيمة النظرية المتوقعة. حاول الباحثون أولاً اختبار ما إذا كان قياس إلتواء الفضاء بواسطة طاقة المجال الكهربائي التي تولدها حلقة من تيتانات الباريوم ممكنًا. وبعد اتخاذ جميع الاحتياطات اللازمة لدقة التجربة ، أعلن هارولد وايت في مؤتمر عقد عام 2013 وجود فرق بين القياسين في حال كان المكثف مشحونًا (وجود مجال كهربائي) أو غير مشحون. ولكن هذا الفرق لا يعدُّ حاسمًا، ربما لعدم القدرة على التخلص نهائيًا من التأثيرات الخارجية.

7. تجربة مدخال يدار بمحرك كهرومغنطيسي

أجرى علماء من الناسا في أبريل 2015 تجربة استخدموا فيها غرفة رنينية مزودة بمجال تحريك كهرومغنطيسي. وقد رصد العلماء تغيراً ملحوظًا في زمن مسار نبضتين ليزريتين في المدخال بعد أن وضع في الفراغ، لتجنب التأثير الحراري الناتج عن الهواء. وقد صرح الفريق الذي أجرى التجربة في وكالة الفضاء "ناسا" أن ما توصلوا إليه من شأنه أن يقلل من متطلبات الطاقة بالنسبة لمركبة تنطلق بعشرة أضعاف سرعة الضوء. هذه التجربة لازالت في طورها البدائي ويتعين أن تجرى من قبل آخرين للتأكد من نجاحها.

الخلاصة

تناولنا في هذه المقالة ثلاثة وسائل مختلفة للسفر إلى النجوم، وقد شغلت هذه الفكرة العلماء لعقود طويلة دون الحصول على جواب حاسم. فالطرق التقليدية تتطلب السيطرة الكاملة على تفاعلات الاندماج النووي، وهو أمر يحتاج ربما لعدة عقود قادمة ، رغم التجارب المشجعة التي أجريت خلال الخمسين سنة الماضية، باستخدام جهاز التوكماك البلازمي أو أشعة الليزر. فتشييد مركبة فضائية وفقًا لتصميم مركبة دادالوس أو إيكاروس ، يحتاج ربما إلى قرن من الزمان أو أكثر من ذلك. أما المعابر الفضائية، ورغم كونها تقع ضمن ما ترسمه النظريات الحديثة، إلا أنها تحتاج ربما إلى عدة قرون قبل تحويلها إلى واقع ملموس. الفقاعات الزمكانية لازالت هي الأخرى في طور الدراسة والاختبار، ويحتاج الإنسان ربما لعدَّة عقود قبل أن يتأكد من إمكانية هندستها، ولعقود طويلة أخرى لتحويلها إلى برامج حيَّة للسفر إلى النجوم.

المهرجان الوطني الرابع عشر لعلم الفلك الجماهيري
قسنطينة، الجزائر 08 إلى 10 أكتوبر 2015

أ.د. جمال ميموني و مراد حمدوش

نالت مدينة قسنطينة مع بداية شهر أكتوبر2015، شرف عاصمة لعلم الفلك الهاوي بالجزائر، بعدما احتضنت مدينة الجسور المعلقة النسخة الرابعة عشرة من مهرجان علم الفلك الجماهيري، و الذي أقيم بدار الثقافة مالك حداد خلال الفترة ما بين 08-10 أكتوبر. هذا الحدث صادف الاحتفال بالأسبوع العالمي للفضاء 2015 بالجزائر و احتفالية قسنطينة عاصمة للثقافة العربية لسنة 2015.

المهرجان و نشأته

هذا المهرجان في طبعته الرابعة عشرة أصبح عادة سنوية دون انقطاع منذ سنة 2001، احتفالا بالأسبوع العالمي للفضاء، وبلغ صيته كل منطقة البحر الأبيض المتوسط بل إفريقيا والعالم العربي، ينعقد بإشراف كل من الاتحاد العربي لعلوم الفضاء والفلك، الاتحاد الدولي لعلم الفلك (IAU)، والاتحاد الإفريقي لعلم الفلك (AfAS)، كما يجمع معظم الجمعيات الفلكية الجزائرية النشطة. إن تجربة هذا المحفل الفلكي العلمي الجماهيري لا يمكن حصرها في أسطر، فعندما نقول المهرجان الرابع عشر يتراءى لنا بعض الإحصائيات على مدى 14 سنة :

مجموع الدول المشاركة : 22 دولة

مجموع الجمهور الحاضر: ألوف الحضور

مجموع المحاضرات المقدمة : 150 محاضرة

مجموع الورشات الفلكية المقامة : 35

لقاء بين الهاوي والمهني بل لقاء بين الجمهور و بين الفلكيين عامة.

المهرجان الفلكي الرابع عشر- نسخة أكتوبر 2015

هذه السنة تزامن هذا المحفل العلمي، مع إحتفالية قسنطينة عاصمة للثقافة العربية لسنة 2015، و الاحتفال بالأسبوع العالمي للفضاء http://www.worldspaceweek.org/events/event- details/?eventID=9188

details/?eventID=9188 أما محور المهرجان هذه السنة فهو: "20 سنة من الكواكب خارج النظام الشمسي" احتفالا بالذكرى العشرين لاكتشاف أول كوكب منها.

إن هذا المحفل العلمي نظم في الفترة ما بين 08 إلى 10 أكتوبر 2015، وشاركنا في هذه السنة، بالإضافة إلى الجمعيات والنوادي الجزائرية الفعّالة في الميدان من 12 ولاية، عددٌ من الجمعيات العربية والأجنبية، فضلا عن شخصيات علمية بارزة و مختصّين من العالم العربي وأوروبا، ، نذكر منها Prof.Daniel Rouan من الأكاديمية الفرنسية للعلوم، Prof. Jewitt من جامعة كاليفرنيا والذي اكتشف أول كوكب قزم ما وراء بلوتون، أ.مورال (P.Morel) مدير مرصد Fehrenbach، و Roger Ferlet من معهد الميكانيكا السماوية بفرنسا وشخصيات علمية جزائرية وأجنبية أخرى...

برنامج الملتقى كان ثريا ومتنوعا، إذ إشتمل على ورشات ندوات وكذلك زيارات ميدانية مع الرصد اللّيلي. كما كان للقبة السماوية نصيب وافر مع مجانية الدخول إلى العروض طوال المهرجان.

المعرض ، المحاضرات و الورشات

http://www.siriusalgeria.net/salon015/participants.htm#a3

يتميز المهرجان بمعرض فلكي كبير تساهم فيه كل الجمعيات والمؤسسات المشاركة، والتي تتفاعل مباشرة مع الجمهور العام الذي توافد طوال أيام المهرجان. وبالموازاة ألقيت سلسلة من المحاضرات من طرف أساتذة وهواة تمس مواضيع فلكية مختلفة. كما أُقيمت مائدة مستديرة بعنوان "20 سنة من كواكب خارج النظام الشمسي"تحت إشراف مختصين مع مشاركة واسعة من الجمهور.

تم كذالك تنظيم ورشات ليلية، منها هذه السنة ورشة في التصوير الفلكي وأخرى حول حركات الكواكب. كما تميز المهرجان هذا العام بتقديم عروض القبة الفلكية المتحركة وهذا طوال أيام المهرجان.

مسك الختام

مسك ختام المهرجان كان حفل اختتام الفعاليات بنكهة علمية ممتعة، تم خلالها تكريم كل الضيوف من مؤسسات علمية و محاضرين و مشاركين. و ودعنا جمهورها على أمل لقائهم في الطبعة 15 من هذا المهرجان الفلكي الفريد، متمنين أن تكون هذه الفعاليات قد ساهمت في نشر الثقافة العلمية ومد جسور التواصل والتبادل بين علماء الفلك، هواة الفلك والمجتمع.

كان للجانب السياحي وزيارات المدينة نصيب من المهرجان، فمن زيارة جسور قسنطينة إلى تيديس المدينة الأثرية الرومانية شمال قسنطينة. كما نذكر أن المهرجان قد حظي بتغطية إعلامية استثنائية من مختلف وسائل الإعلام الوطنية والدولية، وكذا القنوات التلفزيونية التي غطت الحدث.

آملينَ في أن يُساهم هذا المحفل العلمي في النهوض بعلم الفلك وعلوم الفضاء في وطننا العربي

توظيف ضيوف المهرجان لمحاضرت في مؤسسات التعليمية والجامعات مثل عام 2011 مع رائد الفضاء السويسري Claude Nicollier والرائد الفضاء الماليزي مظفر شيخ شكور

مفاهيم فلكية أساسية:

الاستطالة، التشكيلات الكوكبية والفترة الاقترانية

د. حنا صابات

- مقدمة

يدعى وقوع ثلاثة أجرام سماوية مترابطة جاذبياً على خط مستقيم واحد بالاصطفاف **syzygy**. ومثال ذلك هو الاصطفاف بين الشمس والأرض والقمر، أو بين الشمس والأرض وأحد كواكب النظام الشمسي. فلو أخذنا القمر مثلاً في حالة اصطفافه مع الأرض والشمس، هناك إمكانيتان لهذا الاصطفاف نظراً لدورانه حول الأرض: إما أن يقع القمر بين الأرض والشمس، فيحصل اقتران للقمر مع الشمس (طور المحاق) أو أن تقع الأرض بين الشمس والقمر، فيحصل تقابل بين القمر والشمس (طور البدر)، وتكتسب هذه التشكيلات **configurations** أهمية خاصة في علم الفلك الرصدي. ولكنها لا تقتصر على الاصطفاف بحالتيه (الاقتران والتقابل)، وإنما تتعداه لحالات أخرى كالتربيع والاستطالة العظمى وغيرها من المفاهيم التي سنعالجها في هذه المقالة، علماً بأننا سنتناول هنا فقط تشكيلات الكواكب نسبة إلى الشمس.

1 - الاستطالة

تعرف الاستطالة **elongation** على أنها الزاوية ما بين الكوكب والشمس وذلك كما يرى من قبل راصد على الأرض. وتتراوح قيمة الاستطالة لكافة كواكب النظام الشمسي بين 0 (في حالة الاقتران) و 180 درجة (في حالة التقابل)، باستثناء كوكبي عطارد والزهرة، اللذين توجد لكل منهما قيمة عظمى للاستطالة، لكنها تقل بكثير عن 90 درجة كما سنرى لاحقاً. ويعود ذلك إلى مواقع مدارات الكواكب نسبة إلى مدار الأرض.

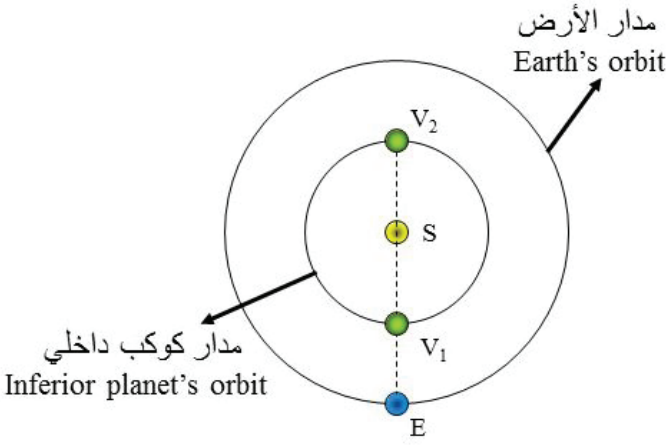
2 - الاصطفاف

2-1: اصطفاف الكواكب الداخلية:

هناك كوكبان في النظام الشمسي لهما مداران داخليان نسبة إلى مدار الأرض حول الشمس، هما عطارد والزهرة. وتدعى مثل هذه الأجرام بالكواكب الداخلية **inferior planets**. لذا فإن اصطفاف الكوكب الداخلي مع الأرض والشمس لا يترجم كاقتران أو تقابل، طبقاً لما ذكرنا أعلاه، وإنما كنوعين من الاقتران، هما الاقتران الأدنى والاقتران الأقصى—أنظر الشكل (1). علماً بأن هذين الاقترانين متكافئان من الناحية الرصدية، إذ أن الكوكب يقع في نفس اتجاه الشمس، وتكون قيمة الاستطالة (الزاوية بين الكوكب والشمس) في هاتين الحالتين صفراً أو ما هو قريب من ذلك.

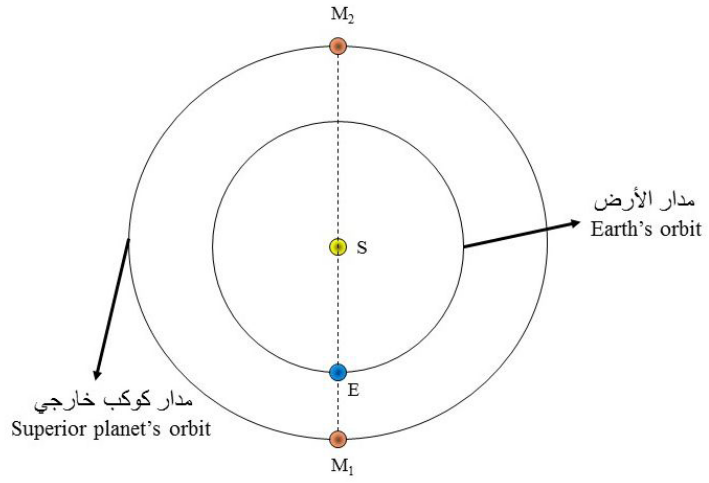
2-1-1 الاقتران الأدنى **inferior conjunction**، يكافئ التشكيلة SV_1E في الشكل (1)، وهو يحصل عند وقوع الكوكب الداخلي بين الشمس والأرض وعلى استقامة واحدة، ويمثل أقرب موضع للكوكب من الأرض. ونظراً لوجود ميل مداري بسيط للكوكبين الداخليين (عطارد والزهرة) نسبة إلى المستوى المداري الأرضي (المستوى الكسوفي **ecliptic plane**)، فإن الكوكب الداخلي يقع فوق قرص الشمس أو تحتها، ويظهر لنا وجهه المظلم، لذا تستحيل رؤيته رصدياً. لكن، في حالات معينة نادرة، عند وجود الكوكب الداخلي عند إحدى نقطتي تقاطع مداره مع المستوى الكسوفي (أي عند إحدى العقدتين **nodes**)، فإن الكوكب يمر أمام قرص الشمس، وتدعى هذه الظاهرة بالعبور **transit**. وهي ظاهرة قابلة للرصد، وتهم كثيراً الفلكيين المحترفين والهواة على حدّ سواء.

2-1-2 الاقتران الأقصى **superior conjunction**،



الشكل (1)

يكافئ التشكيلة V_2SE في الشكل (1)، وهو يحصل عندما تقع الشمس بين الكوكب الداخلي والأرض وعلى استقامة واحدة، ويمثل أبعد موضع للكوكب عن الأرض. ومع أن الكوكب يظهر لنا في حالة الاقتران الأقصى وجهه المضيء، إلا أنه يستحيل رصد الكوكب عموماً نظراً لوقوعه خلف قرص الشمس تماماً أو ما هو قريب جداً من ذلك.



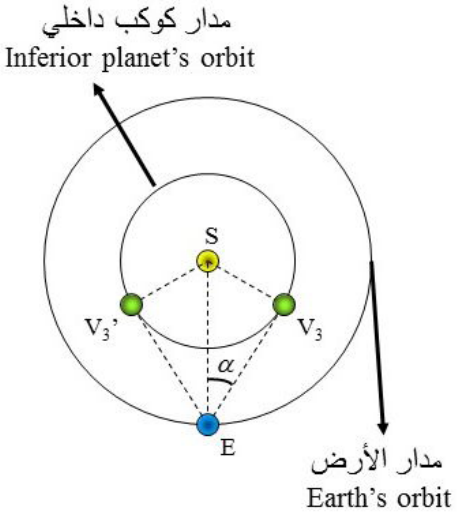
الشكل (2)

2-2: اصطفاف الكواكب الخارجية:

كافة الكواكب الأخرى في النظام الشمسي، بدءًا بالمريخ وما بعده، تعتبر كواكب خارجية **superior planets** نسبة إلى مدار الأرض حول الشمس (بما في ذلك الكواكب القزمة **dwarf planets** مثل سيريس وبلوتو وإيرس). إن اصطفاف الكوكب الخارجي مع الأرض والشمس يترجم كتقابل أو اقتران —أنظر الشكل (2).

2-2-1 التقابل opposition، يكافئ التشكيلة SEM_1 في الشكل (2)، وهو يحصل عندما تقع الأرض بين الشمس والكوكب الخارجي وعلى استقامة واحدة، ويكون الكوكب في هذه الحالة أقرب ما يمكن من الأرض. ومن الناحية الرصدية، يكون الكوكب مقابلاً تماماً للشمس (ومن هنا مصطلح "تقابل")، أي أن الاستطالة تعادل نحو 180 درجة. وبالتالي، يشرق الكوكب عند غروب الشمس، ويغرب عند شروقها. ولدى رصد الكوكب باستخدام التلسكوب عند التقابل، فإنه يبدو قرصاً دائرياً مضيئاً—فيما يشبه القمر البدر.

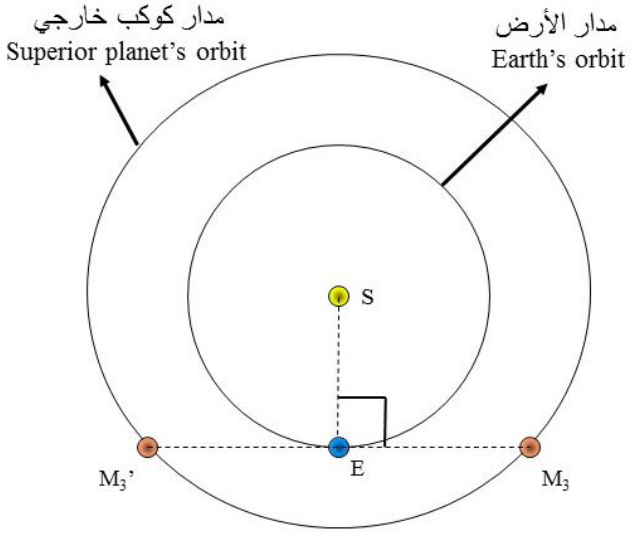
2-2-2 الاقتران conjunction، يكافئ التشكيلة M_2SE في الشكل (2)، وهو يحصل عندما تقع الشمس بين الأرض والكوكب الخارجي وعلى استقامة واحدة، ويكون الكوكب في هذه الحالة أبعد ما يمكن عن الأرض. ومع أن الكوكب الخارجي عند الاقتران يظهر لنا وجهه المضيء أيضاً، إلا أنه من المستحيل عموماً رصد الكوكب نظراً لوقوعه خلف قرص الشمس تماماً أو ما هو قريب من ذلك.



الشكل (2)

3 - الاستطالة العظمى

بالنسبة للكواكب الداخلية، فإن الاستطالة، أو الزاوية بينها وبين الشمس كما ترصد من الأرض، لا يمكنها أن تزيد عن قيمة معينة تدعى بالاستطالة العظمى **greatest elongation**—أنظر الشكل (3). الزاوية $\angle V_3ES$ تمثل الاستطالة العظمى الغربية، والزاوية $\angle V_3'SE$ تمثل الاستطالة العظمى الشرقية. ونلاحظ في هذه الحالة أن الخط الوهمي الواصل بين الكوكب الداخلي والأرض V_3E يكون مماساً لمدار الكوكب (بإهمال إهليلجية المدار). وبالتالي، يكون الخط الوهمي الواصل بين الكوكب والشمس (بعد الكوكب عن الشمس) V_3S متعامداً مع الخط الواصل بين الكوكب والأرض. أي أن الخط الواصل بين الأرض والشمس (بعد الأرض عن الشمس) ES يكون وتراً في المثلث القائم الزاوية. ومنه، يكون جيب زاوية الاستطالة العظمى مساوياً لحاصل قسمة بعد الكوكب الداخلي عن الشمس على بعد الأرض عن الشمس. أي أن قياس قيمة زاوية الاستطالة العظمى للكوكب الداخلي (α) تساعد في تقدير نسبة بعد هذا الكوكب عن الشمس إلى بعد الأرض عنها. ولو عبرنا عن البعد بالوحدة الفلكية **AU** (التي تمثل متوسط بعد الأرض عن الشمس)، فإن جيب زاوية الاستطالة العظمى يعطينا مباشرة بعد الكوكب الداخلي عن الشمس مقيساً بالوحدة الفلكية.



الشكل (4)

$$\sin\alpha = \frac{SV_3}{SE} = \frac{r}{1\ AU} = r\ (AU)$$

4 - التربيع

مع أن الكواكب الخارجية ليست لها استطالة عظمى—بخلاف الكواكب الداخلية، إلا أن هناك تشكيلة للكواكب الخارجية مهمة من الناحية الرصدية هي التربيع quadrature. ويحصل التربيع عندما تكون قيمة الاستطالة (الزاوية بين الشمس والكوكب الخارجي) تعادل 90 درجة. ويأتي التربيع على نوعين—كما هو الحال مع الاستطالة العظمى: التربيع الغربي، ويعادل الوضعية SEM_3 في الشكل (4)، والتربيع الشرقي، ويعادل الوضعية SEM_3' في نفس الشكل.

5 - الفترة النجمية والفترة الاقترانية

إن الفترة الزمنية التي يستغرقها الكوكب في الدوران دورة كاملة حول الشمس هي الفترة المدارية للكوكب. وبما أنه لا توجد في الفضاء الكوني مراجع إسناد ثابتة يمكن الانطلاق منها في قياس المواقع والفترات الزمنية (لا توجد تضاريس ولا معالم ولا أشجار ولا شوارع ولا أبنية ...)، فإن مرجع الإسناد المكاني الأمثل في علم الفلك هو النجوم البعيدة، والتي لا تغير مواقعها النسبية ضمن الفترات الزمنية القصيرة (حياة الإنسان مثلاً). وتدعى الفترة المدارية "الحقيقية" المسندة إلى مواقع النجوم البعيدة بالفترة النجمية sidereal period.

ومن الناحية النظرية، يمكن أن تقاس الفترة النجمية لكوكب ما برصد موقعه نسبة إلى خلفية النجوم البعيدة، وتشغيل ساعة الوقف في تلك اللحظة، ثم انتظار أن يتحرك الكوكب في مداره ليتم دورة كاملة حول الشمس (أي أن يعود إلى الموقع ذاته من خلفية النجوم)، ثم القيام بإيقاف ساعة الوقف وقراءة الفترة الزمنية التي استغرقها الكوكب في ذلك. إلا أن هذا غير ممكن من الناحية العملية لأكثر من سبب: كراصدين أرضيين، فإن الأرض تتحرك مدارياً حول الشمس، وبالتالي لا توجد في موقع ثابت في الفضاء. وكذلك، فإن الفترات المدارية لبعض أجرام النظام الشمسي تكون طويلة جداً لتصل إلى نحو 248 سنة (كما هو الحال مع الكوكب القزم بلوتو)، ولا يمكن الانتظار كل هذا الزمن لقياسها!

لذا، يلجأ الفلكيون إلى فترة أخرى أكثر سهولة من ناحية القياس، وتدعى بالفترة الاقترانية synodic period. وتعرف الفترة الاقترانية على أنها الفاصل الزمني بين تشكيلين كوكبيين متتاليين (كالاقتران أو التقابل أو الاستطالة العظمى).

ولو فرضنا أن الفترة المدارية النجمية للأرض هي E، والفترة المدارية النجمية لكوكب داخلي هي P_I، يمكن بسهولة إثبات أن الفترة الاقترانية S تعطى بالمعادلة:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{P_I} - \frac{1}{E}$$

كما يمكن بسهولة إثبات أن الفترة الاقترانية S لكوكب خارجي له فترة مدارية نجمية P_S، تعطى بالمعادلة:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{E} - \frac{1}{P_S}$$

وبقياس الفترة الاقترانية لكوكب ما (داخلي أو خارجي)، وبمعرفة الفترة المدارية النجمية للأرض (أي السنة النجمية)، يمكن بسهولة حساب الفترة المدارية النجمية لهذا الكوكب

زاوية الهواة

محمد ريحان

كوكبات النجوم في الأشهر يناير – شباط – آذار ٢٠١٦

في بداية هذه الفترة تتوسط السماء كوكبة برشاوس (PERSEUS) التي تشكل منطقة الاتصال بين القسم الصيفي من نهر المجرّة مع القسم الشتوي منها، ويليها شرقا كوكبة ممسك الأعنة (AURIGA) بشكلها الخماسيّ الأضلاع. إن هذه المنطقة غنية بالنجوم للراصد وجديرة بالتأمل بواسطة المِنظار. إلى الجنوب من هاتين الكوكبتين نجدُ عنقود الثريا (Taurus) الشهير، والذي يحتل موقعاً الى الغرب من نجم (الدبران) (Aldebaran) نير برج الثور، ذلك النجم البرتقالي اللامع والمحاط بمجموعة من النجوم الخوافت المتقاربة والتي تدعوها العرب (القلائص) (Hyades). لن ينصرم شهر يناير إلا وتكون كوكبة الجبار الرائعة تزين صفحة السماء، وستبقى كذلك طيلة شهور الشتاء، ولهذا السبب سننطلق من كوكبة الجبّار للتعرف على بقية الكوكبات النجمية الشتوية.

كوكبة الجبّار لها شكل رباعي الاضلاع، تتوسطه ثلاثة نجوم متماثلة ومصطفة على استقامة واحدة تدعى نطاق الجبّار. يقع في الزاوية الشمالية الشرقية من الكوكبة نجم (منكبُ الجَوزاء) الأحمر (Alpha Orionis أو Betelgeuse)، وفي الزاوية الجنوبية الغربية النجم الأزرق (رجل الجوزاء). فإذا تحركنا شمالاً على استقامة نجوم النطاق نجد (الدّبران)، أما اذا تحركنا جنوباً على استقامتها فنجد (الشعرى اليمانية) (sirius) ألمع نجوم السماء قاطبة، ونير كوكبة الكَلبُ الأكبر. إلى الجنوب من الجبّار نجد الكوكبتين الخافتتين الأرنب وتليها الحمامة، وبتحريك نظرنا اكثر إلى جهة الجنوب سنصادف ثاني ألمع نجوم السماء، إنّه النجم الأبيض الشهير (سُهَيل) الذي تغنت به العرب في أشعارها وأساطيرها، وهو ألمع نجوم كوكبة السفينة، وهي أكبر كوكبات السماء الجنوبية. أما اذا تحركنا إنطلاقاً من ((رجل الجوزاء) الى (منكب الجوزاء) شطْر الشمال الشرقي. فنجد نجمين شبه متطابقين بينهما خمس درجات قوسية، هذان هما (رأسُ التوأم المقدم) و(رأسُ التوأم المؤخر) ألمع نجوم برج التوأمين، هذا البرج الذي تحل فيه الشمس عند الإنقلاب الصيفي في شمال الكرة الأرضية في أيامنا هذه، وإلى الجنوب مباشرة من برج التوأمين نجد نجماً أبيض من القدر الأول هو (الشعرى الشامية) نير كوكبة الكلب الأصغر.

مع بداية أمسيات شهر مارس نجد تناقصاً ملحوظا في كثافة النجوم، خصوصاً في منطقة سَمت الراصد وما حولها، والتي تحتلها نجوم كوكبة الوشق (Lynx) الخافتة والى الجنوب منها برج السّرطان . ولكن وبالنظر إلى الشمال الشرقي نجد ذلك الشكل المميز لكوكبة الدّبّ الأكبر التي لا تكاد تخطئها العين، والتي أسمتها العرب قديما بناتِ نَعش الكبرى. وهي سبعة نجوم من القدر الثاني. وإلى الجنوب مباشرة من بَناتِ نَعش. نجد برج الأسَد الذي يشبه تمثال أبي الهول إلى حدٍ بعيد بنجمه اللامع (المليك). إلى الجنوب من برج الأسد تمتد كوكبة الشجاع الطويلة ذات النجوم الخافتة، والتي ستستمر في الظهور جنوب خط إستواء السماء طيلة أمسيات فصل الربيع الذي يوشك على البدء في النصف الشمالي من الكرة الأرضية.

محمد ريحان

قال عبد الرحمن الصّوفي في أرجوزته في ذكر الجبّار:

تتبعها كواكــبُ الجبـّـارِ ... وهي التي تعرف في الأمصارِ
بين العَوَام أنها المــيزانُ ... يعرفهـا الرِّجــالُ والصـبيانُ
وربما سُمِّــي بالجَـوزاءِ ... كواكـبُ تشرقُ في الظّلمــاءِ
كواكبٌ منيرةٌ مشــهورة ... خِلالهنَّ أنـــجمٌ صـــغيرة

الأحداث الفلكية في الأشهر كانون الثاني/ يناير، شباط/ فبراير، آذار/ مارس 2017

اليوم والتاريخ	الحدث	ملاحظات
الثلاثاء 03-01	ذروة زخة شهب الرباعيات	تنطلق من مجموعة العواء، الذروة نحو متوقعة نحو الساعة 15 بالتوقيت العالمي
الأربعاء 04-01	الأرض في الحضيض	على بعد 147.1 مليون كيلومتر عن الشمس الساعة 14 بالتوقيت العالمي
الإثنين 09-01	احتجاب الدبران خلف القمر	الساعة 15 بالتوقيت العالمي في عدة مناطق ومنها السعودية
الخميس 12-01	القمر في طور البدر	الساعة 11:34 بالتوقيت العالمي
الخميس 12-01	الزهرة في الاستطالة العظمى الشرقية	الساعة 13 بالتوقيت العالمي، وبزاوية تصل إلى 47 درجة عن الشمس
الجمعة 13-01	اقتران الزهرة بنبتون	الساعة 01:00 بالتوقيت العالمي، بزاوية نحو 0.4 درجة
الأربعاء 18-01	الكويكب فيستا في التقابل	الساعة 1:00 بالتوقيت العالمي
الخميس 19-01	عطارد في الاستطالة العظمى الغربية	الساعة 10:00 بالتوقيت العالمي، وبزاوية تصل إلى 24 درجة عن الشمس
السبت 28-01	القمر في طور المحاق (تولد هلال شهر جمادى الأولى)	الساعة 00:07 بالتوقيت العالمي
الأحد 05-02	احتجاب الدبران خلف القمر	الساعة 22:00 بالتوقيت العالمي في عدة مناطق ومنها شمال أفريقيا وشرق المتوسط
السبت 11-02	القمر في طور البدر خسوف شبه ظلي	الساعة 00:33 بالتوقيت العالمي
الإثنين 13-02	يبدأ الشفق البروجي بالظهور غرباً في النصف الشمالي من الأرض	لفترة أسبوعين من تاريخه
الأحد 26-02	القمر في طور المحاق (تولد هلال شهر جمادى الآخرة)؛ كسوف حلقي للشمس	الساعة 14:58 بالتوقيت العالمي
الإثنين 27-02	اقتران المريخ بأورانوس	الساعة 8 بالتوقيت العالمي وبزاوية 0.6 درجة بين الكوكبين
الأحد 12-03	القمر في طور البدر	الساعة 14:54 بالتوقيت العالمي
الثلاثاء 14-03	يبدأ الشفق البروجي بالظهور غرباً في النصف الشمالي من الأرض	لفترة أسبوعين من تاريخه
الإثنين 20-03	اعتدال آذار (الاعتدال الربيعي في النصف الشمالي من الأرض)	الساعة 10:29 بالتوقيت العالمي
الثلاثاء 28-03	القمر في طور المحاق (تولد هلال شهر رجب)	الساعة 02:57 بالتوقيت العالمي

مشاهد مُنتقاة للراصِد الفلكي

إعداد : محمد ريحان

الفا ممسك الأعنة		العيّوق، نجم من القدر الأول، أصفر اللون، وهو مزدوج بالمطياف، يبعد عنّا مسافة 42 سنة ضوئية.
M 36,37,38		ثلاثة عناقيد نجمية مفتوحة متشابهة ومتتابعة، تقع تقريباً في وسط كوكبة ممسك الأعنة، ويحيط بها نهر المجرّة، تبدو في المنظار كعناقيد كروية، ولكن بالتلسكوب تنفصل مكوناتها بسهولة، تبعد عنّا مسافة 4,000 الى 4,500 سنة ضوئية.
M 45		الثّريا، أكثر العناقيد النجمية المفتوحة شهرة، من السهل رؤية 6 نجوم منه بالعين المجردة، ولكن بالمنظار نرى عشرات النجوم، العنقود محاط بسديم ازرق خافت يرى بالتلسكوب، يبعد عنّا مسافة 380 سنة ضوئية.
الفا الثور Taurus		الدّبران، نجم من القدر الأول، عملاق أحمر اللون، يبعد عنّا مسافة 65 سنة ضوئية.
القلائص Hyades		عنقود القلائص عنقود نجمي مفتوح يحيط بنجم الدبران الا انه لا علاقة له بالنجم نفسه، العنقود مؤلف من نجوم متباعدة على شكل الحرف V، ويبعد عنّا مسافة 150 سنة ضوئية.
M1		سديم السرطان، يقع بالقرب من زيتا الثور، وهو بقايا سوبرنوفا انفجر سنة 1054 للميلاد.سميّ بالسرطان بسبب شكله الشبيه بذلك الكائن البحري ولا علاقة له ببرج السرطان، يبعد عنّا مسافة 6,500 سنة ضوئية.
الفا الجبّار Orion Nebula		مِنكب الجوزاء، نجم من القدر الأول، عملاق أحمر اللون، وهو نجم متغيّر غير منتظم، يتراوح قدره من 0 الى 1.3 كل 6 سنوات تقريباً، يبعد عنّا مسافة 430 سنة ضوئية.
بيتا الجبّار		رِجل الجبّار، نجم من القدر الأول، عملاق أزرق اللون، يبعد عنّا مسافة 770 سنة ضوئية.
ثيتا الجبّار		منظومة نجمية متعددة تقع في منطقة سيف الجبّار وتحديداً في منتصف سديم الجبّار. بإستخدام المنظار يمكن رؤية نجمين وليس نجماً واحداً. ثيتا (1) مؤلف من 4 نجوم على شكل شبه منحرف يمكن فصل مكوناتها بالتلسكوب الصغير، اما ثيتا (2) فهو مؤلف من نجمين يمكن فصلهما بإستخدام المنظار.
M 43		سديم الجبّار العظيم. سحابة من الغازات المتوهجة بقُطر ظاهري يعادل ضعف القُطر الظاهري للقمر. يرى جيداً بالمنظار ولكن يفضل إستخدام التلسكوب لرؤية المزيد من التفاصيل. يحتوي السّديم على نجوم حديثة التّكوين ويبعد عنّا مسافة 1,500 سنة ضوئية.
بيتا التوأمين		رأس التوأم المؤخر، نجم من القدر الأول، عملاق برتقالي اللون، يبعد عنّا مسافة 34 سنة ضوئية.
M 35		عنقود نجمي مفتوح يقع في الجزء الجنوبي الغربي من برج التوأمين، أي بالقرب من نهر المجرّة، بقُطر ظاهري يعادل القُطر الظاهري للبدر المكتمل. يبدو في المنظار كعنقود كروي بسبب بعده الكبيرعنّا، ولكن بالتلسكوب تنفصل مكوناته بسهولة، يبعد عنّا مسافة 3,000 سنة ضوئية.
الفا الكلب الأصغر		الشّعرى الشّامية، نجم من القدر الأول، أبيض اللون، يبعد عنّا مسافة 11.4 سنة ضوئية.

الفا الكلب الأكبر		الشّعرى اليمانيّة، نجم من القدر الأول وهو المَع نجوم السّماء قاطبة، أبيض اللون وله مرافق خافت لا يرى بتيلسكوبات الهواة، يبعد عنّا مسافة 8.6 سنة ضوئية وله مرافق خافت جداً. قديما اعتمد عليه الفراعنة لتحديد موعد فيضان النيل، وبالتالي معرفة دخول مواسم الزراعة في وادي النيل.
الفا السفينة		سُهيل، نجم من القدر الأول وثاني المَع نجوم السماء، عملاق أبيض اللون، يبعد عنّا مسافة 310 سنة ضوئية. وقد ورد سُهيل كثيراً في اشعار العرب وقصصهم وأساطيرهم.
M 41		عنقود نجمي مفتوح يقع الى الجنوب مباشرة من نجم الشّعرى اليمانية في كوكبة الكلب الأكبر، يضم حوالي 80 نجماً أخفت من القدر السابع. يبعد عنّا مسافة 2,300 سنة ضوئية.
M 44		النثرة، عنقود نجمي مفتوح يقع في وسط برج السرطان، وقريباً جدا من الدائرة الكسوفية، بالكاد يرى بالعين المجردة من مكان معتم على شكل بقعة ضبابية صغيرة، ولكنه بالمنظار يغطي مساحة تعادل ثلاثة أضعاف مساحة البدر المكتمل، وتنفصل مكوناته بسهولة ووضوح.

نعي وفاة المرحوم الأستاذ الدكتور مسلم شلتوت

بسم الله الرحمن الرحيم

(يَا أَيَّتُهَا النَّفْسُ الْمُطْمَئِنَّةُ ارْجِعِي إِلَى رَبِّكِ رَاضِيَةً مَرْضِيَّةً فَادْخُلِي فِي عِبَادِي وَادْخُلِي جَنَّتِي)

بمزيد من اللوعة والحزن والأسى ينعي الأستاذ الدكتور حميد مجول النعيمي

رئيس الاتحاد العربي لعلوم الفضاء والفلك وجميع أعضاء الاتحاد ومجلسه الأعلى و أسرة مجلة الكون الفلكية

الأخ والزميل العزيز

الأستاذ الدكتور مسلم شلتوت

نائب رئيس الاتحاد العربي لعلوم الفضاء والفلك

الذي كان يعمل في المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية في حلوان بجمهورية مصر العربية والمنتدب انتداباً جزئياً للهيئة القومية للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء كرئيس مجموعة البيئة الفضائية ببرنامج الفضاء المصري

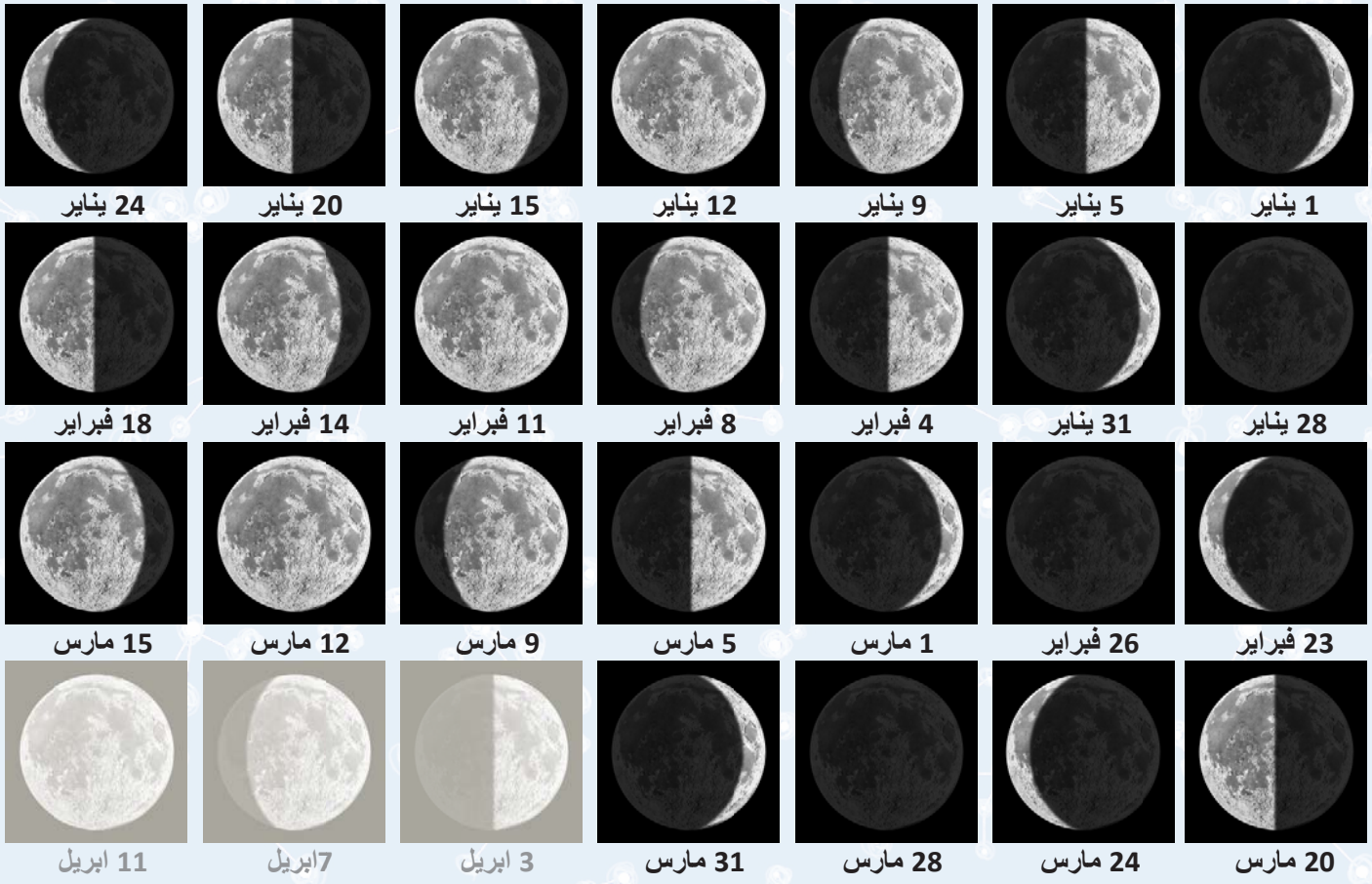
الذي وافاه الأجل المحتوم في تاريخ 5 تشرين الثاني (نوفمبر) 2015

سائلين الله عز وجل أن يتغمد روحه بواسع رحمته وأن يسكنه فسيح جناته وأن يلهم آله وذويه الصبر والسلوان

إنا لله وإنا إليه راجعون ولا حول ولا قوة إلا بالله العلي العظيم

الرزنامة القمرية للربع الأول من العام 2017

إعداد : محمد ريحان



Mercury, Venus, Earth, , , , , and Pluto

أوقات رؤية الكواكب

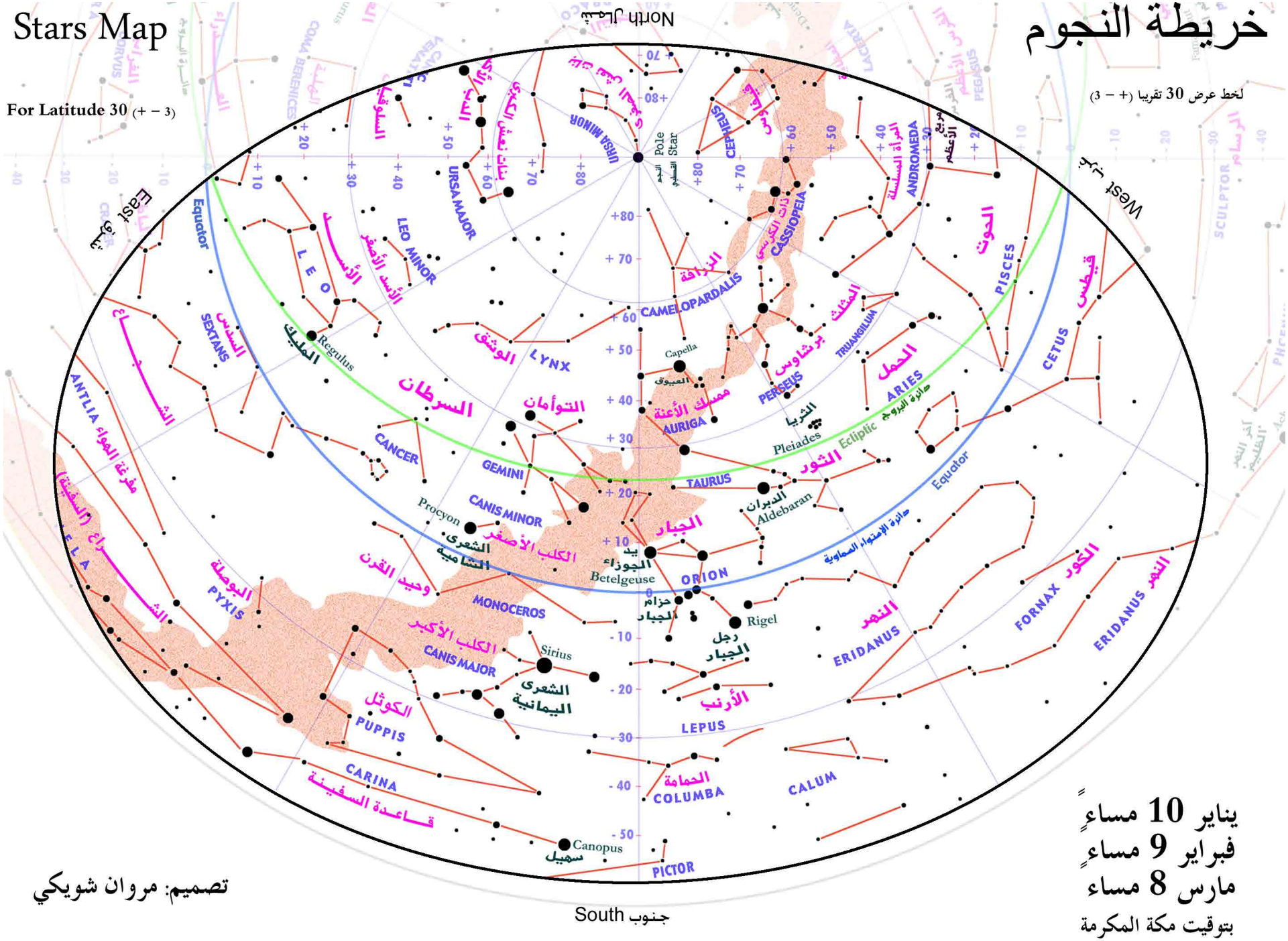
الشهر	عطارد Mercury	الزهرة Venus	المريخ Mars	المشتري Jupiter	زحل Saturn	اورانوس Uranus	نبتون Neptune
يناير	فجراً	مساء	مساء	بعد منتصف الليل	بعد منتصف الليل	مساء	مساء
فبراير	فجراً بداية الشهر	مساء	مساء	بعد منتصف الليل	بعد منتصف الليل	مساء	بعد الغروب
مارس	بعد الغروب نهاية الشهر	بعد الغروب	مساء	بعد منتصف الليل	بعد منتصف الليل	بعد الغروب	لا يمكن رؤيته

خريطة النجوم

لخط عرض 30 تقريبا (+ − 3)

Stars Map

For Latitude 30 (+ − 3)



يناير 10 مساءً
فبراير 9 مساءً
مارس 8 مساء
بتوقيت مكة المكرمة

تصميم: مروان شويكي

اتجاه محاور المعابد المصرية القديمة في مصر العليا ودلالاتها الفلكية

أ.د. مسلم شلتوت

رئيس البعثة المصرية - الإسبانية للآثار الفلكية

هل كانت معابد الحضارة المصرية القديمة موجهة طبقاً لنظريات فلكية معينة؟ هذا سؤال هام كما تؤكد عليه العبارة المذكورة آنفاً . ولكن هذا السؤال من الصعب حله أو الرد عليه . وحديثاً ذكر ريتشارد ويلكسون بوضوح في كتاباته بعنوان (المعابد المتكاملة في مصر القديمة) والتي بنيت على طول ضفاف النيل ، كانت في الغالب متجهة نحو المحور الشرقي الغربي، وفقا للاتجاهات الأصلية لموقع المعبد كما يحددها أو التي يحتمها مسار النيل . ولذا فإن الطبوجرافية المرتبطة بموقع المعبد (السمات السطحية للنهر) ، سوف تكون السبب الرئيسي لأن تأخذ المعابد وجهة بعينها . ومع ذلك فإنه قد أشار عند الضرورة إلى أن توجيه المعابد نحو الشمس ونحو النجوم المعروفة كان له الأولوية في غالب الأمر، وهذا معتقد أساسي ، من الأهمية أن نتعرف عليه.

وكما شرحنا في مواضع أخرى ، فإن التصميم الرئيسي لأي معبد (على الأقل فيما يتعلق بأركانه الأربعة) ، كان يتضمن عملية توجيه لمحاوره الرئيسية لتأخذ وجهة بعينها ، وكان يتم تنفيذه بطريقة عادية في احتفال كان يطلق عليه (الحبل الممدود) (Stretching Cord) . وقد وجدت كتابات قديمة جداً يعود تاريخها إلى عهد الأسرة الأولى – تضمنت بعضاً من هذه الطقوس ، والتي يرجع تاريخها إلى عهد الملك (Khasekhemy) آخر ملوك الأسرة الثانية (2750 قبل الميلاد) . وقد تم تصوير تلك الاحتفالات في مناسبات عدة عبر التاريخ المصري القديم . أما النقوش التي كانت ترتبط بتلك المراسم والاحتفالات والتي يعود تاريخها إلى الحقبة اليونانية الرومانية ، فإنها كانت تشير فقط إلى الطريقة التي وضع لها أسس محور البناء ، وكما هو موضح في النقوش الأكثر قدماً والمكتوبة على جدران معبد الإله حورس في ادفو ، والذي وضعت أساساته في سنة 237 ق.م ، وقد صورت الملك وهو ينظر إلى (Meskhetl yu) ، المجموعة النجمية الضخمة الشبيهة بالثور ، وإلى مجموعة النجوم الأخرى ، المعروفة بإسم (مجموعة الدب الأكبر) . ولذا فإن توجيه المعابد كان يخضع لنظرية فلكية بالنسبة للمصريين، والذي استمر على الأقل لعهود متأخرة . إن هذا الأمر يتناقض بشكل واضح مع آراء معظم المختصين في هذا المجال . وقد تم التعرف على هذه الحقيقة منذ القرن التاسع عشر ، عندما تم تفسير تلك النقوش الخاصة بمعبد ادفو لأول مرة. وتوقع المرء أن هناك تقارباً وتعاوناً فيما بين علماء الفلك القديم وعلماء المصريات. ولكن هذا التعاون البناء والمنشود لم يتم فيما بينهم . ونستطيع أن نطرح سؤالاً وهو لماذا؟ والإجابة أو بمعنى أصح فإن اللوم يقع على كتاب بعنوان " فجر علم الفلك " Dawn of Astronomy والذي تم نشره في نسخة جديدة في نهاية القرن العشرين (1993م) وهو لفلكي مشهور . وقد كتب هذا البحث سير نورمان لوكير ، المحرر الأول لجريدة Nature ، والتي يعتبرها الكثير من علماء الفلك القديم من أكثر الجرائد انتشارا في العالم ، و أنها تمثل عاملاً أساسياً في مجال دراساتهم وأبحاثهم . وقد استغل المؤلف وبشكل كبير الدقة في تأريخ المعابد في مصر ، و ساند فكرة التقسيم التاريخي المعمول بها في عصره ، وحدد تأريخ الأسرة الأولى في سنة 5000 ق.م . وقد تضمن الكتاب قدرا كبيرا من التكهنات العقائدية ، التي جلبت عليه الازدراء من قبل معظم علماء المصريات في عصره ،عندما انتهت الحقبة التاريخية القديمة في القرن العشرين . وانتفت معه أي إمكانية لأن يكون علم الفلك القديم علماً مساعداً لعلم المصريات ، ولكن هذا قد مات معه . ولم يتم نشر الأعمال الخاصة بجيرالد هاوكينز حتى الربع الأخير من القرن العشرين ، حين جاء أحد المتخصصين في علم الفلك القديم وهو (ادوين كيراب) ، وتم النشر بشكل موسع وأعاد طرح السؤال ، ولكنه فشل في أن يثير أي

فيما يلي نص الرسالة التي أرسلها المرحوم الدكتور مسلم شلتوت إلى مجلة الكون و ذلك قبل وفاته بيومين . رحمه الله و أسكنه فسيح جناته:

عزيزي الباشمهندس خليل قنصل المحترم - 3 نوفمبر 2015

تحية طيبة وبعد

اتشرف بافادة سيادتكم بانني قمت بعمل مراجعة للبحث كماهو الان في صورته النهائية واجريت بعض التعديلات الطفيفة

اتمنى نشره في العدد القادم من مجلة الكون وسوف اواظب علي امداد سيادتكم بمقلات اخرى بالعربية ان شاء الله

مع فائق تقديرى واحترامي

مسلم شلتوت

نوع من الحماس بين مجموعة المتخصصين في الممارسات الفلكية القديمة . ويعتبر البحث الخاص بكلاجيت من الأبحاث الرئيسية والأكثر حداثة والتي تعتبر نقطة تحول في هذه الدراسة. ومع ذلك فإن علم الفلك القديم وإمكانياته العلمية لم يستكشف بشكل كامل وتم تجاهله بشكل كبير.

ومن الممكن أن نضرب مثلاً على هذا ونقول : إنه من الممكن أن نذكر أن من بين 27 مجلدا من الأعداد السابقة الخاصة بعلم الفلك القديم

(Journal for History of Astronomy-Archaeoastronomy Supplement)

والتي تم نشرها فيما بين سنتى 1979 و سنة 2002 ، لم يتناول إلا صفحتين فقط ، وهو موضوع الربط بين الآثار المصرية القديمة من الناحية الفلكية. وقد ارتبطت هاتان الصفحتان بالأهرامات ، نشرت إحداهما فى سنة 1984 والأخرى في سنة 2001م . هذه هي الصورة الشاملة التي وجدناها في بداية القرن الواحد والعشرين . وعندما قررنا تصحيح هذا الوضع وتحقيق هذا الهدف، فقد تقدم المؤلف بمشروع مقترح بخصوص هذا الأمر رفعه إلى المجلس الأعلى للآثار ، يتضمن الهدف الرئيسي لوضع دراسة الفلك المصري القديم في مكانه اللائق، وفي الباب الخاص بموضوع علم المصريات المعاصر. و هكذا تم تشكيل فريق بحثي مصري إسباني كما يلي :

1- أ.د. مسلم شلتوت (رئيس البعثة) وأستاذ بحوث الشمس والفضاء بالمعهد القومي للبحوث الفلكية و الجيوفيزيقية - مصر

2- د. مجدي فكري (مدرس المصريات) و حالياً أستاذ علم المصريات بجامعة مدينة السادات - مصر.

3- د. خوان بلمنتو (أستاذ مساعد الفلك القديم بمعهد الكناري للفيزياء الفلكية – تناريف - إسبانيا) .

هذا الفريق كان برعاية من المجلس الأعلى للآثار – و تشكل بهدف قياس وعمل الاجراءات الخاصة بموضوع اتجاه محاور معظم المعابد المصرية القديمة في مصر ، وذلك في خلال فترة زمنية معقولة ، والتي قدر لها (أربع سنوات 2004 - 2007). وكان هدفنا من ذلك هو الحصول على البيانات الخاصة بالعمل الميدانى ، والذي من خلاله يتم (إثبات أو عدم إثبات الربط بالدراسات الاحصائية) ، وأن كل التوقعات التي تتعلق باتجاه محاور المعابد المصرية القديمة من وجهة النظر الطبوغرافية والفلكية. وهذا المقال يقوم بتقديم النتائج التي توصلت إليها البعثة الأولى في سنة 2004 ، والتي قامت بتغطية كل المعابد المصرية المتبقية في مصر العليا، (من منطقة أبيدوس إلى أسوان) والتي شملت أيضاً معابد فيلة . وقد انتهت البعثة في الثانى والعشرين من فبراير ، وقد رصدت ضوء شروق الشمس على المعابد المصرية في أبوسمبل . وقد اتضح من خلال معظم المعابد المصرية القديمة ، أن هناك محورا واضحاً للتماثل يمكن قياسه بسهولة ، ويمدنا بصورة عامة للمبنى والذي يمكن فهمه . وبالرغم من أن هناك كثيراً من المعابد التي لا تزال قائمة ، إلا أن هناك معابد كثيرة لم يتبقَ منها إلا قواعد لبعض الجدران أو بقايا لبعض الأساسات . وعليه فإن مهمتنا الرئيسية هي عمل قياسات لكل المعابد ، وأن نعطي اهتماماً مشابها للمعابد التي مازالت باقية . و مما يدعو إلى التعجب والدهشة على سبيل المثال هو معبد حورس في ادفو الذي بني في العصر البطلمي، حيث إنه المعبد المصري الوحيد الباقي بكامل حالته حتى الآن بعد مرور أكثر من الفي عام على بنائه.

وبناء على ذلك ، فإننا نود أن نؤكد وبوضوح، في أننا لا نبحث عن الانحياز التام لأعمال سابقة قد تم تناولها في هذا الصدد ، ولكننا يجب أن نفكر في دراسة كمٍ هائلٍ من الآثار. فقد حصلنا على قياسات مستخدمين فيها بوصلات غاية في الدقة، في عملية تصحيح للميل المغناطيسى لمنطقة القياسات، كما تم استخدام جهاز (الكلينيومتر) لقياس الميل – كلاهما يسمح بالحصول على حسابات نظرية دقيقة قد تصل إلى (ربع درجة) . وبسبب اعتبارات متنوعة يعتبر الخطأ في تقدير نصف درجة فيما يتعلق بزاوية السمت Azimuth (وهي تمثل الانحراف عن اتجاه الشمال الجغرافي على الأفق مقاساً في اتجاه الشرق)، وارتفاع الزوايا Angular height of the horizon (وهي تمثل ارتفاع التلال أو المباني المحيطة بالأفق مقدرة بالزوايا - التقدير الستيني) ، ربما يكون أقرب إلى الحقيقة. أما بالنسبة لخطوط العرض في مصر، فإن الدقة في قياسات تبلغ نصف درجة هو أفضل ما نستطيع أن نصل إليه في رصد الكواكب الشمسية أو رصد النجوم الأشد ضوءاً والقريبة من الأفق. وفي حالة النجوم الخافتة ، مثل مجموعة النجوم الشبيهة بالثور و المجموعة النجمية المشهورة والمعروفة بالثريا ، فإن الخطأ في تقدير زواياها السمتية قد يتراوح فيما يزيد عن درجة إلى عدة درجات .

وهذا هو السبب في أن (نظرية هاكس في عملية توجيه الأهرامات لم توضع في الاعتبار موضع الجد)، وأن نظريات (أيسلر وادوارد) فيما يخص الروابط الفلكية المصرية ، كانت مضطرة للتخلي عن الفلك الأفقي في مقابل نظام الظل الكوني المنخفض، أو لقياس الأفق الاصطناعي على التوالي .

وبناء عليه ، فنحن نفكر في الحصول على البيانات من خلال جهاز التليسكوب السمتي ذي الكفاءة ، وذلك للوصول إلى هدفنا الرئيسي والذي نسعى إليه . واذا استحق معبد من المعابد مزيداً من إجراء الدراسة بغرض البحث عن مزيدٍ من الدقة ، فإننا بالإمكان أن نخطط لهذا الأمر مستقبلاً ،

باستخدام الجهاز الخاص بالقياسات الزاويّة .

في سبتمبر سنة 2002 و في رحلة خاصة ، تم الحصول على مزيدٍ من البيانات عن بعض المعابد على شاطئ بحيرة ناصر ، وتلك (المعلومات) التي تم عرضها في هذا البحث ، هي بيانات غاية في الأهمية من وجهة النظر الجغرافية والتاريخية . فمن ناحية ، فإن المنطقة تقع بالكامل بجوار مجرى النهر ، وإن طبوغرافية المنطقة (سطح الأرض) يمكن التعرف عليها بسهولة طبقا لاتجاه النيل. ومن ناحية أخرى كانت هناك روابط سياسية فيما بين أبيدوس وأسوان من العصور الأولى لحكم الأسرات. وفي مراحل الانقسام الداخلى ، حيث في كل عصر كانت فيه الدولة تنقسم ، فنتج عن ذلك نشوء تكوينات سياسية خطيرة في الجنوب . ويقع بعض من حدود هذه الدولة إلى الشمال من أبيدوس . ولأهمية هذه المنطقة ، فمن الممكن أن نضيف إليها النوبة السفلى ، والتي كانت ترتبط دائماً من الناحيتين السياسية والاقتصادية ببقية الدولة ولكن بمصر العليا على وجه الخصوص .

المعابد المصرية القديمة كانت توجه على قدر الامكان فى اتجاه الأفق – وهكذا من النظرة الأولى (يتضح أنها تقع عمودية على النيل) ، فإن التوجيه الفلكي أو الطبوغرافي لا يمكن أن يبرر بشكل سهل. ومع ذلك ولحسن الحظ فإنه كلما تعمقنا في البحث والتفتيش ، يتضح لنا بشدة ، أن القطاع الأفقي في اتجاه الشرق تماماً والمتجه إلى الجنوب قليلاً ، هو الاتجاه المفضل إلى حد ما عن بقية الأفق. وهذا يستحق مزيداً من الدقة ودراسة أعمق .

وفي الواقع فإن مياه النيل تتدفق وبشكل كبير من الجنوب إلى الشمال وفي معظم أراضي النوبة السفلى ومصر العليا ، ومع ذلك فهناك أماكن يغيّر النيل فيها مجراه بشكل مفاجئ، (كما هو الحال عند مروره عند منطقة قنا) حتى عند تدفقه من الشرق الى الغرب وبالعكس . و من دراسة ميدانية قمنا بها ، توصلنا إلى المعدلات المتوسطة لتدفق النهر في جميع الجهات .

وعبر الكثير من الاختبارات الخاصة بالأراء والافتراضات العلمية حول النهر ، وجد أن الفرق بين زاوية السمت للمحور الرئيسي لكل معبد ومتوسط التدفق، قد تم تقديره حيث تم تعيين خطين مختلفين تم تقديمهما : خط صغير بمقدار درجة، واضعين في الاعتبار الخطأ الآلي والذي يبلغ بالضبط (½ درجة)، وخط أكبر من النقط يبلغ (2 درجة)، على أساس أنه خط غير حقيقي لاتجاه تدفق مجرى النيل.

وللوهلة الأولى فإن المعابد المصرية القديمة، قد تم توجيهها بهذه الطريقة لدرجة أن البوّابة الرئيسية لمبنى المعبد ، من الممكن فتحها مباشرة باتجاه عموديٍ على النيل. وقد كان هناك جدلٌ من وقت لآخر في بعض الدوائر المتخصصة ، ولكن لم يحسم من الناحية الاحصائية. هذا النوع من النماذج من الممكن أن يكون له هدفان مزدوجان ، فمن ناحية يمكن القول بأن المعبد يمكن توجيهه طبقاً للمفهوم المصري في نشأة الكون، ومن ناحية أخرى ، فإن الهيكل المقدس من السهل أن يقترب مباشرة من النهر ، عن طريق قناة متفرعة بطريقة عمودية عند مجرى النهر. ويتضح بأن هذا التوجيه عند (90 درجة) أكبر بست مرات عن أي اتجاه آخر. كذلك تتضح الأهمية المتعلقة بمتوسط الاتجاهات الموازية للنيل ، وعلى سبيل المثال (1 درجة و 18 درجة)، وتتضح هذه الحالات عندما يكون المعبد عموديا على النهر ومتجها نحو الخارج في اتجاه الصحراء بـ (270 درجة) .

وفي حقيقة الأمر فإن معلوماتنا توضح أن معابد القدماء المصريين في مصر العليا والنوبة السفلى ، قد تم توجيهها طبوغرافيا طبقا لطبيعة سطح الأرض ، واستبعد التوجيه الفلكى من هذه النتائج . هل هذا يعني أن السماء لم تكن تشكل عاملاً هاماً؟؟ أو أن المشكلة قد حلت عندئذ ؟ نحن لا نعتقد ذلك، فالحضارة المصرية كانت متطوّرة بشكل كبير ، ومعظم مظاهرها الثقافية تستحق أكثر من مجرد القراءة ، كما أنها تستحق مزيداً من التفسير.

إن الفلك لعب كذلك دوراً هاماً في مسألة توجيه المعابد المصرية ، ويوضح الرسم البياني النسيجي قمتين مميزتين من الناحية الاحصائية . أما أعلى القمم فقد أقيمت بميل يبلغ (- 24 درجة)، وهذا هو ميل الشمس عند الانقلاب الشتوي في (سنة 2000 ق.م) ، واضعين في الاعتبار خطأ تقديرياً في حساب الميل ، والذي يبلغ على سبيل المثال (ربع درجة) . وهذه تمثل ظاهرة الانقلاب الشتوي للشمس طوال التاريخ المصري . وفي حقيقة الأمر ، الشمس التي تسبق حقيقتها الفلكية تكوين الأرض ، ورغم أهميتها إلا أنها لم تكن في أهمية تدفق النيل . وسوف نناقش وبشكل أعمق المظاهر المختلفة والمضامين لهذه النتيجة منفردة. والشيء الغريب جداً ، هو أن الانقلاب الصيفي والذي يبلغ (24 درجة) لا يدخل ضمن معلوماتنا.

والقمة الثانية والتي يبلغ ميلها (- 39 درجة) هي من الأمور التى يصعب تفسيرها. وبمثل هذا الميل المنخفض فإننا سنفقد عملية الربط بين كل من الشمس والقمر والكواكب.

وستبقى النجوم فقط عند معدل هذا الميل المنخفض . ومن المفروض أن المصريين كانت لديهم خرائط كاملة للسماء، وتعرفوا على نجومها الهامة ومجموعات النجوم الصغيرة ، على أنها مجموعة متآلفة من النجوم المعروفة . فهل يوجد أي نجم هام أو أي مجموعة بنجمات صغيرة بهذا الميل الزاوي تم معرفتها فى الحضارة المصرية ؟؟

يمكن أن نجيب على هذا السؤال (بنعم) أو بـ (لا) :

فمن ناحية الإجابة (بنعم) : النجم الساطع α وβ قنطورس

الاسطوري أو مجموعة النجوم المتلألئة الآتية من الجنوب وعبر النجمات الهرمية الصغيرة، لها ميول زاويّة عبر فترات زمنية محددة . و نتيجة التعرف على هذه النجوم على أنها نجوم تتبع الحزام الكسوفي .

ومع ذلك ومن ناحية أخرى ، فإن الإجابة تكون (بـ لا) ، لأنه ليس لدينا أي دليل مكتوب . (فكما هو الحال فيما يتعلق بـ زاي Thigh) في المجموعة النجمية المعروفة بالدب الأكبر ، يقول بأن أياً من تلك النجوم يرتبط بهذه المعابد أو حتى تلعب دوراً عقائدياً هاماً في علم الأساطير المصرية الخصبة الخاصة بالنجوم .

ولكن و كما تعوّد ساغان أن يقول ، فإن غياب الدليل لا ينفي وجود الشيء، ولكن يجب علينا أن نترك الباب مفتوحاً لمزيد من الدراسات ، لما ورد في النصوص والبيانات الفلكية القديمة ، قبل رسم الاستنتاج والمحصّلات النهائية.

ومن أهم النقاط في استنتاجاتنا ، هو أن كل قمة بعينها قد تم تمثيل ميلها بيانيا هي حقيقة واقعة على سبيل المثال ، وبأنها تعد معلومة حقيقية وليست مجرد زوبعة . وبناء عليه فقد نجد أنفسنا مضطرين لإيجاد تفسير معقول لكل قمة، تجاوزت متوسط الميل في الرسم البياني المتعلق بها. ومع ذلك علينا أن نضع في اعتبارنا الاحتمالات المتعددة، بسبب النجوم المتعددة التي يمكن مراقبتها ورصدها في الحقبة الزمنية الطويلة للحضارة المصرية، والتى تبلغ (3000 سنة على الأقل) . ولكن من الأمور التي تدعو إلى الدهشة على الأقل، هي أن تبلغ مقاسات الميول لثلاثة قمم بارزة (18.5 درجة ، 40 درجة و – 53 درجة) مع وقوع أخطاء تبلغ (+ ربع درجة) بالنسبة لميل النجوم الثلاثة ، الأكثر إشراقا في السماء المصرية (قد تم مناقشة الأمر بمنأى عن النجم الاسطوري قنطورس α) . وهذه النجوم الثلاثة هي سيريوس (نجم الشعرى اليمانية) والنجم Vega (نجم النسر الواقع) والنجم الكانوبس (Canopus) ويسمى سهيل على الترتيب ، لا يمكن لأي فرد أن يشكك في أهمية النجم سيريوس (Sirius) (ويمثل عند المصريين سبيديت بالمصرية القديمة – وسوزيس بالهيلينية) في الديانة المصرية القديمة والتي استمرت لفترة زمنية طويلة.

ولكن لسوء الحظ فإن الأهمية الثقافية المتعلقة بالنجمين كانوبس (النجم سهيل) وفيجا (نجم النسر الواقع)، هو أن التعرف عليهما لم يكن من الأمور المجزوم بها بعد . ومرة أخرى نشعر بالثقة ونؤكد في أن رصد السماء لعب دوراً هاماً، في عملية توجيه المعابد في مصر العليا . ومعلوماتنا توضح أن هناك بعض الظواهر الفلكية المؤثرة والجديرة بالملاحظة ، ومنها الانقلاب الشتوي والذي قد يرتبط بمجموعة من النجوم . وفي الحقيقة لم تكن هذه أول مناقشة عن علم الفلك القديم المصري، والذى يمكن أن نلمسه في مجموع ما كتب في هذا الموضوع . وقد تمت مناقشة الربط بين الانقلابات الموسمية بشكل مستفيض، وعلاقة عديد من المعابد بنجم الشعرى اليمانية والذي يسمى (سوزيس بالهيلينية) . ومع ذلك فهذه أول مرة لم يستقر فيها الجدل على أمرٍ بعينه أو على أمثلة بعينها . وعلى الأرجح فإن الأمر قد ارتبط بعدد كبير من المعابد من الناحية الاحصائية.

وعلى أية حال فإن بعضاً من هذه المسائل تستحق المناقشة في ضوء الأدلة الجديدة والمقدمة في هذا المقال .

في المناظرة الحالية والتي تتحدث عن الروابط الفلكية بمصر القديمة، هناك أربع حالات بعينها تناقش هذه القضية ، وقد تمت الإشارة إلى المعابد في مصر العليا والنوبة السفلى . وهي من وجهة نظرنا قضية أو مسألة تستحق المناقشة بشكل مستفيض ، وذلك في ضوء ما توصلنا إليه من نتائج ، فهناك معبدان يوضحان الارتباط بينهما وبين الشمس والنجوم : هناك مجمّع أبيت سوت (Ipet sut) الخاص بالإله أمون في الكرنك ، ومعبد جوبيلى الخاص برمسيس الثانى في أبوسمبل. وهناك معبدان آخران، أحدهما للإله حورس في طيبة الغربية ومعبد الإلهة ايزيس في دندرة ، وهي من المعابد الموجهة نحو شروق النجم سبيديت (سيريوس = الشعرى اليمانية) الإله القريب من الشمس. وسوف نوضح عن طريق النتائج التي توصلنا إليها عن مساندتنا وتأييدنا الجزئى للأفكار السابقة، ولكننا كذلك نعارض أو نرفض ببساطة بعضاً من هذه الأفكار.

ابيت سوت مجمّع الإله أمون في الكرنك :

فهذا المجمّع العقائدي الرائع قد شكل جزءاً من إحدى الفصول التي تتعلق بتاريخ الفلك القديم . فقد ناقش لوكير (Lockeyer) في موضوع البنية الأساسية لهذا المجمّع والخاص بالإله آمون.

وقال Lockeyer إن هذا المجمّع قد تم توجيهه ناحية الغروب أثناء الانقلاب الصيفي، وذلك كما يتضح من الربط بين المحاور الرئيسية. وعندما طلب مراجعة نظرياته في هذا الموضوع على الطبيعة وفي الموقع، أدرك أن التلال في طيبة الغربية تحول دون الربط من هذه الناحية ، وأن الضوء عند غروب الشمس لا يصل في الحقيقة أبدا إلى الحجرات الداخلية للمعبد ولا يتوغل بعمق داخل المعبد. فالمعبد قد شيد قبل (36 قرناً من الزمان) أي حوالي (3600 ق.م) على سبيل المثال. وبالنسبة لعصره أو زمنه فهذا التاريخ يشكل مشكلة، ولكن لا يزال يعد من الأمور المعقولة لتقسيم الزمن إلى فترات تاريخية للأحداث، ومع ذلك فعندما فشل التقسيم الزمني القديم للأحداث في نهاية القرن العشرين فقد انهارت نظريته – ونتيجة لذلك فإن الارتباط القوي للانقلاب وبين (ابيت سوت Ipet Sut) قد تم نسيانه لمدة تبلغ ثلاثة أرباع القرن.

وفي أوائل النصف الثانى لسنة 1960 تناقش (بارجويت) في موضوع النقوش الموجودة على جدران مجمّع (ابيت سوت) ، وأيد الفكرة في أنه بالرغم من أن المدخل الرئيسي للمعبد فتح في اتجاه الغرب في مواجهة النهر ، فإن المعبد قد ارتبط بالشرق وعلى وجه الخصوص نحو اتجاه شروق الشمس .

وقد قام هاوكينز فيما بعد باستغلال هذه الأفكار، و أخبرنا للمرة الأولى بالربط بين الانقلاب الشتوي لمعبد (رع – حواركتى Re-Horakhty) في عصر الأسرة الحاكمة. مع أن النقوش الموجودة على المعابد والتي تمجد شروق الشمس ، يتم تأريخها لعهد حكم رمسيس الثالث . وسوف لا نخوض في التفاصيل بشأن المغزى الفلكي لهذه الأبنية ، حيث إن هذه المسألة قد تمت مناقشتها وبشكل موسع في مواضع أخرى . ونحن نفضل أن نقوم بدراسات أخرى هامة، والتي تؤيد وبقوة الأهمية الفلكية لمحور المعبد ، والتي ترتبط من ناحية أخرى بالطبوجرافية الخاصة بالمكان . وفي النصف الأول من القرن الخامس قبل الميلاد وقعت أحداث غير عادية في مصر ، فقد نصّبت إمرأة وهي الزوجة الملكية حتشبسوت نفسها ملكة على مصر ، ولكي تفعل ذلك كان عليها أن تصرّح بأن أباها لم يكن إلا الإله آمون رع بنفسه ، وهو الذي قام باختيارها لتولي عرش المملكة . وفي هذا العصر ظل معبد ابيت سوت (Ipet Sut) شامخا حتى منتصف هذا العصر الذهبي . ومنذ السنين الأولى لعصر المملكة الوسطى ، عندما صرّح أحد الإحصائيين، أن هذا المعبد قد تم توجيهه بشكل أساسي ناحية غروب الشمس عند الانقلاب الشتوي . ومع ذلك فإن المعبد الذى كان ينتمي إلى عصر الدولة الوسطى، وكذلك التوسعات التي قام بها أمنحوتب الأول وتحتمس الأول والثاني ، كلها كانت تأخذ الوجهة الغربية والمواجهة لتل طيبة.

لقد شيدت الملكة حتشبسوت معبدها الجديد للإله (آمون رع المستمع للصلوات والابتهالات) على نفس المحور ، ولكنه مفتوح ناحية الشرق. وقد تم هذا لأن البنية الأولى عند الكرنك توجهت بالفعل نحو غروب الشمس عند الانقلاب الشتوي. وبمنأى عن متطلبات العبارة المجردة نتساءل : لماذا شيّد هذا المعبد؟ قد يعود الهدف إلى سببين أولاهما ديني والآخر سياسي . وهناك جزء من مقالة لبيترى ستيلا (Petrie Stela) تتعلق بمسلتين تم تشييدهما أمام أحد معابد مجمّع الكرنك . وتخبرنا النصوص التي تتعلق بتشييد تلك المسلتين، فقد شيدت كل من هاتين المسلتين على جانبي الطريق ، والذي من بين جنباته يظهر أبي موضحاً أن الإله آمون قد توحّد مع الإله رع ، وأننا نتعامل مع نوع ما يرتبط او يتصل بالمجموعة الشمسية. ونحن نقترح بأنّ المعبد الذى جاء ذكره في مقالة ستيلا هو الخاص بالإله (آمون رع المستمع إلى الصلوات والابتهالات)، وهو يقع أمام المكان الذي تم فيه تشييد المسلتين الشامختين (المصنوعتين) من الجرانيت – سوف تقام الطقوس الكهنوتية الرائعة وذلك عند فجر الانقلاب الشتوي ، وأن شمس الصباح سوف تشرق بين المسلتين وتضيء التمثالين المتعانقين للإله آمون رع وحتشبسوت ، لأن هذا المعبد كان مقاماً وسط ساحة مفتوحة للعامة. وعلينا أن نتخيل فقط تلك المكاسب السياسية والمساندة الإلهية التي سوف تنالها الملكة حتشبسوت والتي كانت في مصلحتها، بالإضافة إلى ما حدث على الضفة الشرقية للنيل ، فإن المعبد الضخم للملكة (دى جيسر) والذي كان يعرف أكثر بمعبد الدير البحري ، كانت أشعة الشمس عند الشروق تتعامد عليه . ومن الأحرى أن نلاحظ في نفس الوقت أن غروب الشمس أثناء الانقلاب الشتوي ، كان من الأمور الهامة من الناحية الأسطورية ، أو أنه يشكل أموراً ترتبط بالتقويم . ومع ذلك فإن مناقشة هذا الأمر لا يتسع له المجال في الجزئية الحالية. وعند موت حتشبسوت، فإن السلطة الشرعية والفعلية قد انتقلت إلى إبن أخيها تحتمس الثالث والذى انفرد بالحكم ، ولا نعرف متى أقيمت مراسم منحها لقب واهبة الحياة.

فمن الواضح أن كثيراً من أثار الملكات، إما أنها تغتصب من قبل الملك الجديد، أو أنها تفقد شهرتها أو بريقها. وهذا هو الحال بالنسبة لمعبد (آمون – رع) المستمع الى الصلوات والابتهالات ، فقد بنى تحتمس هيكلا جديداً أمامه، وبهذا منع النورانية المنبعثة من أشعة الشمس عن تمثال الملكة. وكان هذا البناء الجديد يتمثل في مسلة وحيدة ضخمة. وكانت من أكثر المسلات التي شيدت ارتفاعا في مصر ، وهي ذات المسلة التي تزين اليوم الميدان الرومانى القديس جون ليتران . وقد تم تحديد موقع لهذه المسلة الجزئية أمام المحور الرئيسي لـ (ابيت سوت Ipet Sut) تماماً . و نحن نعتقد أنه في نفس الوقت الذي نال فيه تحتمس القبول للقيام بأعماله الجديدة في الموقع الذي اختاره وفضل ارتفاعه ، فإنه كان يمكن رؤية المسلة من الطرف البعيد المقابل للمجمّع، حتى إن أي شخص موجود على المدخل الرئيسي ، كان بإمكانه أن يرى شروق الشمس عند الانقلاب الشتوي ظاهراً خلفها . وبعد ذلك وأثناء حكم رمسيس الثاني، فقد أحيطت المسلة بهياكل المعبد الجديد (لرع – حوراكتى Re-Horakhty) ، وأصبح معبد الإله – (آمون – رع المستمع إلى الصلاة والابتهالات) مقحماً بين هيكلين أكبر حجما ، وفي نفس الوضع الذي نراه ونلمسه اليوم (بدون مسلات). ويجعل من الصعب أن نتخيل، كيف سيكون الوضع في حالة وجود المعبد الأول في مجمع الإله (ابيت سوت)، مواجهاً لتجلي أبيها الإله آمون " الشروق أثناء الانقلاب الشتوي" . ومن ناحية أخرى فإن ابيت سوت (Ipet Sut) ومعظم معابد طيبة قد شيدت فقط عند موقع في وادي النيل وأعلى الشلال الأول ، حيث يتدفق النيل عموديا باتجاه مجرى وسير المياه، والذي يرتبط بالانقلاب الشتوي لشروق الشمس والانقلاب الصيفي لغروبها ، ونحن

نؤيد الفكرة السابقة التي أكد عليها باحثون آخرون.

إن هذا الحادث الطبيعي والذي تخلى عنه المصريون قد ساهم في اكتشاف طيبة لقدسيتها ، وفوق كل ذلك فإن منطقة طيبة في واقع الأمر تعتبر هي المنطقة، التى ربما نجد لديها تفسيرا والحل لبعض الافتراضات التي نحن بصددها ، والتي قد تفسر لنا أهمية الربط بين الانقلاب الشتوي والافتراضات المطروحة والتي قد تم إثباتها . وعندئذ سوف نواجه حالة غريبة وغير عادية تربط بين الطبوغرافيا والفلك ، وهي حالة فريدة لما يسمى هندسة جمال المناظر أو المواقع الأثرية ، ليس على الصعيد الأرضي فقط ولكن على الصعيد الفلكي (السماوي).

معبد حورس فوق جبل توت غرب الأقصر :

ويستقر على أعلى قمم تلال طيبة (DJEBEL THOTH) (جبل توت)، معبد رائع يشير إلى الصقر الذي يرمز للإله حورس ، في عصر الأسرة الحادية عشرة والملك منحوتب الثالث (في سنة 2000 ق.م) . وتعد منطقة (جبل توت) نقطة تحول فيما يعرف بمصطلح الهندسة الجمالية للمنطقة المقدسة في الأقصر – وعلى سبيل المثال ، فإن معبد مونيبو فى ميدامود ، كان مواجها له بشكل واضح . ونظرا لأن المعبد غير معروف ، فلم تتم دراسته بالتفصيل حتى النصف الثاني من سنة 1990 ، عندما أعيد حفره من قبل البعثة المجرية وعلى رأسها جوزوفوروس .

ومن المحصلات الهامة للحفريات هو الاكتشاف الذي يقول ، بأن هناك وتحت الانشاءات التي قامت بها الأسرة الوسطى ، توجد أساسات لمعبد أكبر وأقدم يعود تاريخه إلى (سنة 3000 ق.م) ، على حسب روايات الذين قاموا بالحفريات . ومن الأمور التي تثير كثيراً من الدهشة ، هو أن المحاور التي ترتبط بهذين المعبدين ، تختلف بمقدار (2.5 درجة) من ناحية زاوية السمت ... وأن الفريق المجري بالتعاون مع الفلكيين من مرصد كونكولى ، قد ربطوا وبمهارة فيما بين تغير المحور وارتباطه بمجموعة من النجوم في موقع خاص ببزوغ نجم ما ، يرجع إلى مبادرة الاعتداليين أو تأخرهما في الفترة ما بين سنة 3000 ق.م الى سنة 2000 ق.م) ، وأن حساباتهم كانت توحي بأن هدفهم كان هو النجم (سيريوس) في لحظة شروق الشمس. وربطوا بين النجم والإله حورس تلك الألوهية التي يشير إليها المعبد.

حتى إن قمة جبل توت Djebel Thoth كانت بمثابة بقعة أو موقع رائع لشروق أو بزوغ النجم نحو الشمس وأعلى الضباب الرقيق فوق ضفاف النهر، فإننا نميل إلى الاتفاق مع هذه الفكرة . ففي الجدران الداخلية لجبل تجوتي وجد أن هناك نقوشا على الصخور ترجع إلى حكم الأسرة 17 ، وهي تروي بزوغ نجم (سبيديت أو سيريوس) نحو الشمس.

وفي محاولة للتأكد من كل هذه الافتراضات ، فقد تسلقنا طريقاً وعراً يؤدي إلى قمة جبل توت (Djebel Thoth) و قد رمم المعبد من قبل البعثة المجرية. مع أن معظم الأبنية القديمة قد ردمت مرة أخرى ، ومع ذلك كان من غير الممكن إجراء قياسات، إلا أن بنية الجدران التي مازالت موجودة والتي تنتمي إلى الأسرة الوسيطة ، قدمت إلينا خريطة ، حصلنا بمقتضاها على زوايا السمت والتي بلغت قياساتها (117 درجة). فلو لم يتم الكشف عن المعبد لاعتقدنا أو لرجحنا بشكل بسيط، أننا أمام حالة أخرى نحو التوجه للانقلاب الشتوي.

وبالفعل هناك سؤالان لا يرتبطان بالافتراضات حول النجم (سيريوس – سبيديت) ، فمن ناحية ، فإن صاحب معبد الإله حورس – قد ربط وبشكل كبير بينه وبين الكوكب فينوس (كوكب الزهرة) وذلك في عهد المملكة القديمة والوسطى ، كما ارتبط سيريوس دائماً بالاله سبيديت (Spedet).

وللعلم ، فإن الارتباط بالنجم سيريوس هو من الأمور الحديثة إلى حد ما ، كما تم الربط والدمج فيما بين الإله حورس والإله سوبديو . ولذا فإن المظهر الأسطوري ضعيف إلى حد ما – ومن ناحية أخرى فإن معلوماتنا تدعونا إلى رصد بزوغ سيريوس قبيل الشمس بزاوية ارتفاعها (9º درجات تقريبا) فيما بين (سنة 3000 إلى سنة 2000 ق.م) . وطبقاً لخبراتنا فهذا التقدير مبالغ فيه، لأن سيريوس يمكن رؤيته بوضوح عند ارتفاع يتراوح فيما بين (4º درجة – 5º درجة) وذلك في لحظة بزوغه قبيل الشمس. فمن وجهة نظرنا فإن الافتراضات السابقة بعيدة عن إثباتها. ولنأخذ في اعتبارنا افتراض (أوكافر رازور) ، فنشعر أننا مضطرون لاختيار الاحتمال المتعلق بصلة الانقلاب الشتوي والذي يتعامد مع مجرى النيل ، وهذا ما يمكن أن نعتمد عليه إلى حد كبير . وهذا الأمر سوف يتوازى تقريبا في تلك الرابطة مع معبد منحوتب الثاني أبو منحوتب الثالث في الدير البحري، وعندما نضع في أذهاننا هذا الوضع ، فيجب علينا أن نتناقش حول الادّعاء المرتبط بالشعرى اليمانية (سيريوس) في توجيهه معبد ساتيت في الفانتين ، والذي تم تشييده من قبل الملكة حتشبسوت، والذي يرتبط في توجيهه نحو الانقلاب الشتوي لأبيها آمون.

وهي نفس الخطة السياسية التالية التي دفعتها لتشييد معابدها في طيبة، وبالفعل كان من الصعب أن نعرف التوجيه الدقيق الذي يرتبط بمعابدها القديمة (ساتيت Satet) في نفس الموقع ، وعلى وجه الخصوص تلك المعابد الخاصة بمنحوتب الثاني وسنوسرت الأول، والتي يرجع تأريخها إلى عصر الدولة الوسطى ، أو المزار المقدس القديم والذي تطوّقه ثلاث كتل جرانيتية ضخمة مستديرة الشكل .

ومع ذلك عندما شيد المعبد المقدس سنة 3200 ق.م، كان سيريوس يبزغ تقريباً من نفس الموقع في الانقلاب الشتوي

للشمس ، ولذا فإنه من الممكن والمحتمل أنه في فترة من الفترات المتأخرة – كان هناك ربط مزدوج في هذا العمل في تلك البقعة من اليفانتين على وجه الخصوص ، وهذا تركنا نعيش مع السؤال الذي كان ولا يزال مطروحاً : هل كان المصريون القدماء على وعي بظاهرة مبادرة الاعتداليين أو تأخرهما؟ نأمل أن نتمكن من الإجابة على هذا السؤال بشيء أكبر من الحرص في نهاية هذا البحث في خلال عدة سنوات من الآن ،عندما تصبح المعلومات الكثيرة متاحة . ومع ذلك كنا نذكر أن هناك جدلاً مزدوجاً يرتبط بهذه الظاهرة، والحالة هي تغير المحور مع الزمن وذلك في معبد آمون في الأقصر (Ipet Resyt) (ابيت ريسيت) ، فالمحاور نتيجة للتوسعات المتتابعة في المعبد من ناحية الشمال ، كانت تعاني من التغيرات الخاصة بالتوجه إلى زوايا السمت الأكثر ارتفاعاً. وقد ادعى لوكير في أن هذا يرجع إلى الزوايا السمتية المختلفة، عند بزوغ النجم فيجا (Vega) (النسر الواقع) ، وكان هذا تعليلاً مقبولاً تماماً في أواخر القرن التاسع عشر ، ومع ذلك فهذه الإجابة تعد غير مقبولة اليوم. وعلى العكس فنحن نرجح في أن جزءاً من هذا المحور يتغير على الأقل، (على سبيل المثال هذا ما حدث لرمسيس الثاني) ، فنحن مضطرون بسبب وجود الآثار القديمة ، مثل المراكب الجنائزية الخاصة بحتشبسوت ، لأن نصدق لو أن هناك أي شيء يمكن عمله بخصوص تلك المسألة ، فإن مسألة مبادرة الانقلابين أو تأخرهما تمثل شيئاً قليلاً ، أما المسألة الثانية فإنها تستحق أن يخصص لها باب بأكمله.

معابد حتحور وايزيس فى دندرة

وفى بداية سنة 1990م قام فريق فرنسى بقيادة العالم سيلفى كوفيل، بعمل دراسة تفصيلية لمجمّع معبد الإلهة حتحور في دندرة. ومن خلال الأدلة النصّية، افترض في أن المحاور الرئيسية للمعبد والمخصصة للإلهة حتحور ، قد وضعت ورسمت في السادس عشر من يوليو سنة 54 ق.م ، أثناء عهد بطليموس أو أولتز – والد كليوباترة السابعة . ومع ذلك فالوضع مختلف، لأن معبد الإلهة ايزيس أقيم خلف المعبد الرئيسي ، وهذا المعبد يوضح بأن هناك ثلاثة محاور رئيسية : المحور الأقدم وقد تم تشكيل أساساته في عهد نيكاتبنور (الأسرة الثلاثين) ، وكذلك الإنشاءات المتأخرة لبطليموس السادس والعاشر ، والمحور الخاص بالموكب والذي يؤدي إلى البوابة الضخمة عند جدران مجمّع تمينوس، والمحور الخاص بالحجرة الرئيسية والمخصصة لمولد الإلهة ايزيس والتي تم تشييدها في عهد أوغسطس ، فإن المحورين الأولين يختلف كل منهما عن الآخر بأربع درجات . أما المحور الثالث فيمثله ميل يبلغ (90 درجة) ، ليجعل محور الغرفة الرئيسية موازياً لمحور معبد الإلهة حتحور ، وطبقاً لما أورده كوفيل ورفاقه ، فإن تغير المحور يمكن تفسيره في التوجه نحو بزوغ النجم سيريوس، والناتج عن مبادرة التغير في الانقلابين أو تقدمهما ، فالمحور الأقدم (زواياه 111.11 درجة) طبقاً لقياساتهم الدقيقة. أما بالنسبة للمبنى الرئيسي والذى يخص نيكتابيزونز ، وطبقا لتفسيرهم يجب أن يحفظ التوجه الأولي البدائي للمبنى والذي بقيت منه بعض الأجزاء . وقد شيد نفس الموقع أثناء عهد الملك رمسيس الثاني سنة 1270 ق.م. أما الجديد فزاوية توجهه (108 درجة) ، وهي تخص بزوغ سيريوس في سنة 54 ق.م/ عندما شيد محور المعبد الجديد . وهذا يعني أن محور المجمّع لم يحدد طبقا لوجهة المحور الرئيسي لمبنى الإلهة حتحور كما هو متوقع ، وعلى عكس الاتجاه العمودي بالنسبة للطريق الخاص بالموكب والمؤدي الى معبد ايزيس – فمن وجهة النظر الأسطورية والاجتماعية فإن هذه الإجابة تعتبر معقولة ، شريطة أن تتماثل الإلهة ايزيس بشكل كبير مع الإلهة سبيديت، وكذلك مع سيروس منذ العصور الأولى – ومع ذلك ، فإن النقوش الموجودة في معبد حتحور كريستالية شفافة . وطبقاً لما ورد في تلك النقوش ، فقد وضع في الاعتبار الهدف الفلكي عند وضع محورها الأساسي – وهكذا فإن خطة رسم المعبد ككل يمكن التسليم بها ، وتشتمل تلك الرسومات على طريق الموكب الخاص بالإلهة ايزيس والحجرة الرئيسية لمولدها، وكانت تمثل مجموعة متآلقة من النجوم (مس كحت) (واى – يو YU) وهي مجموعة الدب الأكبر. وفي إحدى النصوص التي تصور مشاهد الطقوس المعروفة (الحبل الممدود)، نستطيع أن نقرأ ما يلى :

يقوم الملك ببسط الحبل في سعادة ، ويتجه بنظره نحو (Str of Msht) وهو يشيد المعبد الخاص بسيدة دندرة ، كما حدث هناك من قبل وكما يذكر النص 3h of msht lw'gp 3h, وجمعها (akhu) 3hw. ونذكر أن النصوص الخاصة بالهرم قد ترجمت الكلمات السابقة على أنها الروح – اللامع أو المبارك ، فإننا من الممكن أن نترجم الكلمات أو المصطلحات السابقة على أنها النجم اللامع في مجموعة النجوم الشبيهة بالثور . وعلى ذلك فعلينا أن نضع في أذهاننا أن مجموعة نجوم الدب الأكبر السبعة لها تقريباً نفس البريق والضوء ، أما نجم المغرز أويوما (Megrez, & UMa) خافت بدرجة أقل . وقد رجّح كراب فى أن 3h من المحتمل أن يشير إلى موقع معين ، وتوجه المجموعة الشبيهة بالمحراث (نجوم الدب الأكبر) بمسارها الدائري حول القطب . مع أن افتراضنا الحالى سوف يكون نصاً مختلفاً لنفس الفكرة . ففي سنة 54 ق.م وعند زاوية سمتية تقدر (بثماني عشرة درجة) يقع النجم القائد (η UMa Alkaid)، هذا النجم العظيم المتلألئ في نهاية مجموعة الدب الأكبر ، وكان في أول الأمر نجماً مرئياً عند بزوغه بزاوية ارتفاعها (2- درجة) ، وكان صغيراً جدا بالنسبة لنظائره من المجموعة النجمية ، وذلك كما جاء في سقف مقبرة سننموت. ونتيجة لذلك فإن معبد دندرة قد تم توجيهه نحو النجم اللامع الرائع (ميسك – هيتو

Meskhetiu) وليس ناحية سيبديت Sep det) (. فهل نحن بصدد مواجهة ظروف غير متوقعة كما هو الحال في معبد الكرنك ؟ فقد تم اختيار الموقع لاحتمال رابطتين مزدوجتين ، هل هي رابطة فلكية؟ ربما تكون المسألة كذلك ، ولكنها تختص بالفترة الزمنية القريبة من سنة 54 ق.م ، عندما تم وضع تخطيط للمبنى الجديد في فترات زمنية قديمة ، وإن لم ترد إلينا النصوص التي تحتوى على نقوش من معبد دندرة ، والتي تؤكد على فرص الارتباط بالنجم (سيريوس) . واستطعنا أن نتأكد مرة أخرى ، في أن المصريين كانوا على وعي بظاهرة مبادرة الانقلابين أو تأخرهما . وبناء عليه فقد شيّد المصريون مبانيهم الجديدة طبقا لذلك ، لكي تتماشى وبشكل أكبر مع المشكلة التي تلازم عملية ممارسة الشعائر والتي أصبحت أمراً سياسيا .

معبد أبوسمبل الكبير والتقويم

ولا نستطيع أن نستنتج أي شيء عن ارتباط علم الفلك القديم بمعابد مصر العليا والنوبة السفلى ، بدون أن نذكر تلك الظاهرة العالمية المنتشرة ، والتي تخص كثافة الضوء التي تتوغل داخل الحرم القدسى في المعبد الرئيسي لرمسيس الثاني في أبوسمبل . وفي فجر الثانى والعشرين من فبراير سنة 2004م ، كنا ضمن أناس قليلين من المحظوظين، الذين رصدوا تلك الظاهرة بالكامل من الحرم القدسى الداخلي (قدس الأقداس) ، بينما كانت هناك مجموعة من السائحين اليابانيين يمرون خلفنا وهم في غاية الدهشة ، وقد كنا بالقرب من هذا المشهد المهيب الماثل أمام أعيننا.

لقد كتب الشيء الكثير عن تلك الظاهرة ، ولكننا لا نمتلك إلا القليل لإضافته إلى المجلدات الحالية، والتى تم نشرها من قبل المؤلف الأول . ونحن نتفق في أن ظاهرة الهالة النورانية ترتبط إلى حد ما بالتقويم وتوابعه الاجتماعية والسياسية والعقائدية.

إن وجود المعبد الجنائزي المخصص (لتوت Thoth) إله الحكمة ومبتكر التقويم يؤيد هذه النظرية. لقد كان عصر رمسيس الثاني غاية في الأهمية في تأريخ تقويم مصر القديمة ، لأن الفصول في معظم فترات حكمه لم تكن تتوافق مع الطبيعة . فالتوافق بين التقويم والطبيعة كان من الأمور المثيرة على الأخص بالنسبة لأبوسمبل ، فعند خط العرض الذي يمر بالمعبد فإن البزوغ الشمسي لسيبديت حدث في 1 3ht I, (واحد توت) وهو العيد الخاص بـ WP Rnpt (الرنبوت). وهو بداية السنة المدنية للفصول الأربعة حوالي سنة 1270 ق.م ، في السنة العاشرة من حكم رمسيس الثانى.

وقد حدث هذا لأول مرة في بداية عهد الأهرامات (حوالى 2730 سنة قبل الميلاد) ، عندما كان البزوغ الشمسي لسيبديت لم يكن ليلاحظ بعد.

وكذلك في عهد رمسيس الثانى حدثت ظاهرة الكثافة النورانية مرتين ، الأولى في 1 1 Prt (اليوم الأول من الشهر الأول لفصل الشتاء حسب التقويم المصري القديم) ، والثانية 1 1 smw (اليوم الأول من الشهر الأول لفصل الصيف حسب التقويم المصري القديم). وفي الفصلين الآخرين من السنة المصرية وفي فترة زمنية تقدر تقريبا بحوالى 48 سنة ، تركزت الكثافة النوارنية في أواخر اكتوبر 1 1 prt وفي أواخر شهر فبراير شموو 1smw 1 وفي معظم الفترات الزمنية لعهد الملك (سنة 1279 – 1216 ق.م). ولإتمام التوجيه الفلكي للمعبد ، يجب أن نشير إلى معبد الشمس والذي أقيم بالضبط إلى الشمال من التمثال الضخم. وطبقا لما أوردته الدراسات القديمة ، فإنه قد تم توجيه المعبد ناحية أو جهة شروق الشمس عند الانقلاب الشتوي . ومعلوماتنا تؤكد أن هناك شكاً ضئيلاً فيما يخص تلك الأخطاء . ومرة أخرى نواجه بحرم قدسي، يسهم في توجيه إحدى المنشآت نحو الانقلاب الشتوي، ومع هذا فهناك ملاحظة تتصل بالتقويم من الممكن إضافتها ، ففي (سنة 1260 ق.م) حدث الانقلاب الشتوى في 1 III prt (اليوم الأول من الشهر الثالث لفصل الشتاء حسب التقويم المصري القديم) ، والذي يعد موعدا هاماً لإحدى المهرجانات التي تخصص للإله (آمون رع) . وبسبب بطء حركة الشمس عند الانقلاب ، لم تتحرك الشمس بعيداً عن المكان بشكل عملي ملحوظ لفترة تعادل العقد بالتقويم المصري تقريباً .

ولذلك فإن الارتباط بالانقلاب كان يمكن ملاحظته فى III prt 1 لمدة تبلغ حوالي أربعين سنة ، وذلك في أثناء معظم الفترات الزمنية لعهد رمسيس الثاني. وقد يرجع الأمر لعدد أو سلسلة من المضامين إما عقائدية أو سياسية، والتي ترتبط بالمشهد الكهنوتي العجيب داخل الحرم القدسي ، والذي لا يمكن تخيله اليوم.

ونتيجة للبعثة الميدانية والتي ارتبطت بعلم الفلك القديم وقامت بها البعثة المصرية الإسبانية في فبراير سنة 2004 م ، يمكننا الحصول على معلومات تتعلق بأكثر من مائة معبد في مصر العليا والنوبة السفلى . وبتحليل معلوماتنا قد أثبتنا أنها مثمرة وهامة إلى حد كبير ، وتسمح لنا بإحراز نتائج ممتازة في مجال بحثنا – وقد تمكنا من الناحية الإحصائية أن نظهر أو أن نوضح ولأول مرة ، أن المعابد في مصر العليا ووادي النيل ، قد ارتبط توجيهها بالناحية الطبوجرافية، وبهذه الطريقة فإن معظم محاور المبانى كان عموديا على مجرى النيل وبشكل عادي نحو البوابات المواجهة له ، وقليلاً ما كان يأخذ الاتجاه المعاكس . وكان توازي المحاور مع مجرى النيل من الأمور الشائعة كذلك ، وهذا النموذج الخاص بتوجيه المعابد بشكل يمكن التسليم به ويتفق مع الأسلوب المصري لفهم المنظومة الكونية المتكاملة.

ومع ذلك فإن المعابد المصرية القديمة ، كان عليها أن تنسجم وتتناغم كذلك مع المنظومة الكونية وعبر السماء

، ولذا فإن التوجه الفلكي كان شيئاً هاماً . وتميل النقوش التي ترجع إلى العصر البطلمي إلى تأييد هذه النتائج.

فمعلوماتنا توضح أن التوجه الكامل نحو الانقلاب الشتوي للشمس من الأمور التي يمكن إثباتها. فهناك العديد من المعابد التي تنتمي لأسرة بعينها تقام في منطقة طيبة القديمة، حيث توحّدت الطبوجرافية والفلك لتنظيم الكون، شريطة أن يتم توجيه تلك المعابد ناحية شروق الشمس عند الانقلاب الشتوي، والتي تتعامد على مجرى النيل في نفس الوقت. ومعلوماتنا تؤيد التوجه النجمي "التقويم نحو النجوم" وبشكل واضح ناحية إحدى الأجرام السماوية المتنوعة ، كما في المجموعة الخاصة المكوّنة من النجم قنطورس والنجوم الجنوبية التي تعبره. مع ذلك فنحن لا نشعر بالقدرة على تأكيد تلك النتائج، حتى تتفق معلوماتنا الجديدة ومناهجنا المختلفة مع هذه الافتراضات أو تتنافى معها، وهناك أدلة نصّية جديدة تعزز وبشكل كبير فكرة الارتباط النجمي. و بالإضافة إلى معلوماتنا وانطباعاتنا الشخصية، التي ترجّح في أن بعض المعابد التي افترض أنها موجهة نحو النجم سيريوس قد تفسّر مرة أخرى ، على أن توجيهها كان نحو الانقلاب الشتوي الواحد، كما هو الحال في معبد حورس عند جبل توت Djebel thoth والذي شيّده منتحوتب الثالث ، ومعبد سانيت في الاليفانتين والذي شيدته الملكة حتشبسوت . وهذا لا يوضح بالضرورة بأن الانشاءات القديمة المقامة في نفس المكان، لا تستطيع أن تخفي ومن خلال جدرانها التوجه نحو سيريوس.

ويمكن مناقشة نفس الموضوع بالنسبة لمعبد حتحور في دندرة أو حكام البطالمة المتأخرين . ومع ذلك فإن معلوماتنا تؤيد وبشكل تام النقوش الموجودة على جدران المبنى الرئيسي ، والتي تؤيد التوجّه نحو (3h msht) ، والذي فسرناه على أنه النجم η P Uma وهو ما يسمى بالعربية النجم القائد في مجموعة الدب الأكبر . على أننا نتوقع مزيداً من البعثات في أجزاء أخرى من مصر في المستقبل القريب. ونأمل في أن تقدم تلك البعثات، صورة واضحة للأسلوب الذي اتخذه القدماء المصريون في تشييد وتوجيه الأماكن المقدسة ، حتى يتم الانسجام الكامل مع نظام الكون مآآت (Maat).

شكر وامتنان

نود أن نعبر عن عميق شكرنا لزميلنا الدكتور زاهي حواس لمساندته الجبارة ، بصفته أميناً عاماً للمجلس الأعلى للآثار وهيئة الأعضاء العاملين في المجلس ، وعلى الخصوص السيد / مجدي الغندور ، الذين ساندونا فى عملنا الميدانى ، وعلى الخصوص رئيس مفتشي أثار مصر العليا الدكتور هليل غالي وأحمد صالح مفتش آثار أبوسمبل الذي سهل من مأموريتنا .

كما نعبر عن امتناننا لجميع المفتشين والمرشدين والذين شاركونا في العمل الميداني ورافقونا وتعاونوا معنا إلى أقصى درجة . كما أن التعليقات التي أبداها علماء المصريات الدكاترة ميجويل أنجيل مولنيرو ، رولف كروس ، كاتي سبنسر، والفلكي دكتور ادى كريب رئيس مرصد لوس أنجلوس بكاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية والذين أثروا البحث بشكل كبير .

تنويه

لمزيد من المعلومات والتفاصيل فالرجاء الرجوع إلى البحث الأصلي للبعثة و هو الرحلة الأولى للبعثة المكونة من أ.د. مسلم شلتوت و د. خوان بلمونتو في فبراير 2004م تحت عنوان:

On the orientation of ancient Egyptian "Temples I: Upper Egypt and lower Nubia"

By: Mosalam Shaltout and Juan Antonio Belmonte

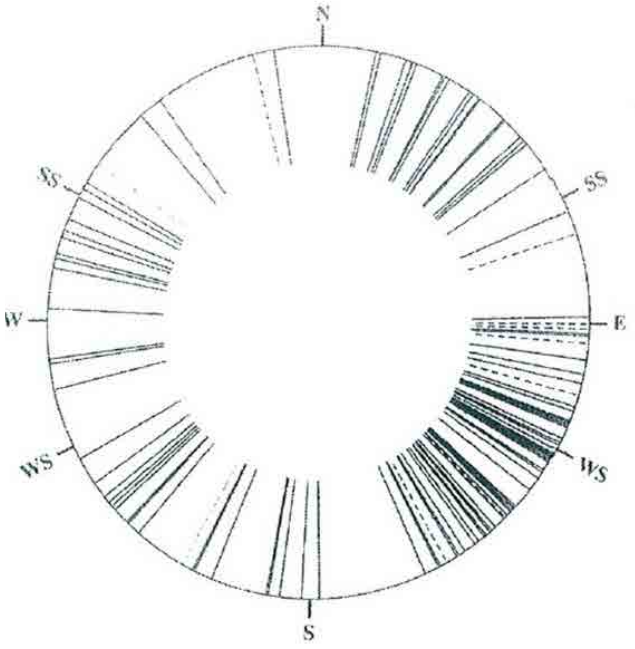
والمنشور في المجلة الدولية لتاريخ الفلك

Journal for History of Astronomy - "Archaeoastronomy Supplement" JHA, 298-XXXVI (2005), P. 273

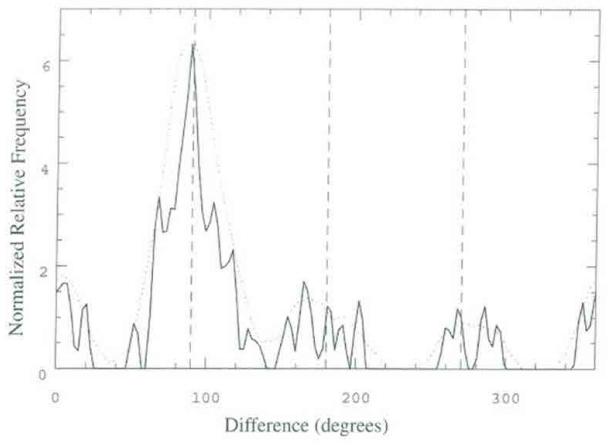
لعام 2005 الصادرة من جامعة كامبردج بإنجلترا. ويطلب من رئيس البعثة .

الشكل رقم (1) : و يمثل الطقوس الخاصة (بمد الحبل) في القاعة الثانية والتي يرتكز سقفها على عدد من الأعمدة ، وهي لمعبد الإله حورس في ادفو مع الإلهة الكاتبة الميقاتية (Seshat) ، والتي تشير إلى المحور (Sic) الأركان الأربعة – للمعبد ، بينما الأول (Sic) ينظر إلى مجموعة النجوم (Meskhet YU) التي تشبه المحراث (مجموعة الدب الأكبر). (M. Sanz de Lara).

الشكل (2): و يمثل المحور الرئيسى للمعبد الجنائزي للملك سبتاح والملكة Te wosre في طيبة الغربية ، إن غالبية المعابد المصرية الشاسعة مع قليل من الاستثناءات وله محور تماثل الجزء المتوغل من الحرم القدسي (ويظهر مغلقا في الصورة) عبر أفنية وبوابة ضخمة ومختلفة على الأرض الأمامية حتى المدخل . وهذا هو المحور الذى قمنا بقياسه بشكل عادي.

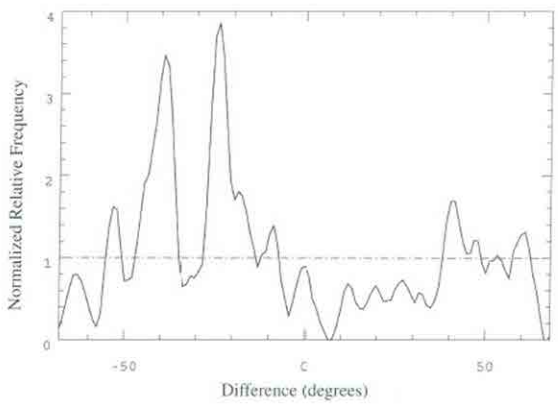


الشكل (3): و يمثل الرسم توجه المحاور الرئيسية لما يزيد عن مائة من المعابد المصرية القديمة فى مصر العليا والنوبة السفلى، على الرغم من أن لدينا معابد موجهة إلى معظم الاتجاهات . لاحظ التركيز فى BSE الشكل الثماني الدائري من الأفق وتمثله الخطوط المطرطشة وترمز لتلك المعابد التي تقع بين كلابشة وأمادا ، حيث إننا لا نعرف جيداً كيف حفظت المحاور الأقدم في المواقع الجديدة ؟



الشكل (4): الرسم البياني يمثل الفرق بالدرجات ، أنظر الجدول رقم 1 وهو يمثل توجه المحاور الرئيسية لمعابد مصر العليا والنوبة السفلى (Vavat) ومتوسط مجرى النيل عند موقعهم المماثل أو المقابل ، إن الخط المتصل ويمثل الخط الذي تم تقديره بالآلة ، ويقدر (5.5) أما الخط المرسوم بالنقط ... يعتبر فاصلاً يقدر بـ (2 درجة)، آخذين في الاعتبار أنه من الصعب أن نحدد ونحسب اتجاه تدفق النيل بكثير من الدقة التي تشمل التغيرات التاريخية الواضحة.

لاحظ توجه المعبد مع البوابة الرئيسية والمقامة أمام (المحور العمودي على النيل) واستخدمت أكثر الطرق والأساليب شيوعاً فيما يخص توجه المباني والمحاور والتي تتوازى بمقدار من صفر درجة إلى 180 درجة ، أو أن تكون عمودية على النيل ، ولكنها مواجهة للصحراء عند (270 درجة) . وهي كذلك من الأمور الشائعة . وهذا يبين وبشكل واضح الطبوجرافية المحلية (لمجرى النيل) التي كانت من أكثر الأمور أهمية في استقرار أو عند وضع اساسات المعابد. انظر النص لمزيد من المناقشة.



الشكل (5): و يمثل الرسم البياني درجة ميل (108) معبد في مصر العليا والنوبة السفلى (Uauat) . وتوضح هذه

الصورة أن رصد الأجرام السماوية لعب دوراً هاما في توجيه المعبد – وهناك قمتان مميزتان بدرجة ميل تبلغ (24- درجة) وهي القمة العليا ، و درجة ميل تبلغ (39.25- درجة) . أما الأولى فمن السهل شرحها بأن ميلها عن الشمس عند الانقلاب الشتوي يبلغ حوالي (- 24 درجة) فى سنة 2000 ق.م ومع ذلك فليس لدينا الإجابة الواضحة فيما يخص الميل الأخير، فان الخط المنقط يقع في المتوسط ، انظر النص لمزيد من المناقشة

(a) (b)

الشكل (6): و هو يمثل بنائين هامين في مجمع الإله آمون في الكرنك والتي ترتبط بشروق الشمس عند الانقلاب الشتوي ، وعلى اليسار في الشكل (A) توجد ما يسمى الحجرة العليا للشمس ، ويمكن الوصول إليها بسهولة من قاعة المهرجان الخاصة بتحتمس الثالث . ومن هذا المكان المقدس من الممكن رصد شروق الشمس عند أو في وقت الانقلاب الشتوي من خلال نافذة في وسط الصورة وقد شيّدت في الاتجاه المناسب. وعلى اليمين في شكل (B) للحرم القدسي الداخلي من معبد الإله آمون – رع المستمع الى الصلوات ، وقد شيدته الملكة حتشبسوت وتم توجيهه بشكل اساسي نحو الأفق المفتوح في المكان الذي يبزغ فيه أبوها . ومن المحتمل أن يكون هذا المعبد الضخم قد بني في مكان ليأخذ اتجاهاً مميزاً . (وهو نفس الاتجاه الذي يأخذه المحور الرئيسي) وهو يتجه عمودياً على النيل ، وهذا يعد نموذجاً رائعاً توحّد فيه الفلك مع الطبوجرافيا.

الشكل (7): و يمثل معبد الإله حورس في الدولة الوسطى على قمة جبل توت (Djebel Thoth) وهو أعلى قمة على تلال طيبة ، وقد بني على أساسات معبد تمثل الحقبة القديمة مع اختلاف بسيط في التوجه ، وهو يوجه نحو سيريوس (Sirius) والمصحح للتغيرات الانقلابية المتأخرة والمتقدمة ، أو انه يعد وببساطة نموذجا للتوجه نحو بزوغ الانقلاب الشتوي والمثبت في هذا البحث.

الشكل (8) : و فيه يظهر جزء من مدينة قديمة مقدسة لدولة الاليفانتين . وهذه المنطقة محاطة من جوانبها الثلاثة بثلاث قطع جرانيتية ضخمة ، ومفتوحة ناحية المنطقة الجنوبية الشرقية من الأفق ، حيث تشرق الشمس عند الانقلاب الشتوي ، وحيث بزغ مرتفعا النجم سيريوس قريبا من الشمس وذلك فى (سنة 3200 ق.م) . وقد بقي الحرم القدسي في قبو أسفل شرفة خرسانية حيث يوجد معبد الإله ساتيت والذى شيدته الملكة حتشبسوت كما أعيد ترميمه .

الشكل (9): و يمثل نصاً هيروغليفيا مصاحباً لإحدى المشاهد الخاصة بطقوس مد الحبل، وذلك على الجدران الخارجية لمعبد حتحور في دندرة – وقد تم توجه المعبد ناحية 3h msht في المجموعة النجمية الشبيهة بالمحراث وهي مجموعة الدب الأكبر ، وهناك دلائل واضحة في أن سيريوس قد يكون لعب دوراً في إرساء قواعد أجزاء من مجمّع المعبد.

The Orientation of Ancient Egyptian Temples

TABLE 1. Orientation of Egyptian temples of Upper Egypt (from Abydos to Aswan) and Lower Nubia (Uauat). For each temple is shown the location, the identification of the temple (either the most common name, owner deity or builder), the epoch of construction (i.e. dynasty), the latitude and longitude (Φ and λ), its azimuth, from inside looking out, (a) and the angular height of the horizon (h) in that direction (B and b stand for "blocked" view by a modern or ancient buildings, respectively), and the corresponding declination (δ). We list the difference in degrees between the main axis of the temple and the average direction of the flow of the Nile at the temple location (Δ). Finally, some related comments are included. It is important to notice that the azimuth and angular height of Lower Nubia temples is for their current location, after having been rescued from the waters of Lake Nasser. See text for further discussions

Place	Temple	Dynasty	Φ (°)	λ (°)	a (°)	h (°)	δ (°)	Δ (°)	Comments
Abydos	Shunet el-Zebit	2nd	26.19	31.91	46	0	38.2	96	Khaseskhemwy
	Tuthmosis IV	18th			42	0	41.5	92	
	Ramesses II	19th			43½	0 ?	40.3	93½	
	Sethy I	19th	26.18	31.92	36	0	46.2	86	Main axis
					306	4	33.7		Osireion Gate
Dendera	Hathor	Ptolemaic	26.14	32.68	18	1	59.1	74	Main axis
	Mammisi II	Roman			108½	3+	−15.3	201½	
	Mammisi I	30th			107½	4½	−13.6	202½	
	Isis	Ptolemaic			108	0	−16.4	202	Temenos Gate
	"	30th			112	3+	−18.3		Old Axis
	"	Roman			18	B	58.1		High room
Qift	Min	18th	26.0	32.82	262	0+(B)	−7.4	88	Main axis
Al-Qala'a	Claudius	Roman	26.0	32.82	88½	0+(B)	1.1	261½	Main axis
	"				178	0+(B)	−64.5	172	2nd axis
Shenhur	Augustus	Roman	25.86	32.78	189½	0+(B)	−63.1	135½	
Medamud	Montu	Ptolemaic	25.75	32.70	283	2½	12.7	105	To Djebel Thoth
Karnak	Amon (Main)	12th–19th	25.72	32.66	296¾	3½	25.4	88¾	Amon precinct
	Sun High Place	18th			116¾	0	−24.2	269	"
	Hatshepsut	18th			116¾	0	−24.2	269	"
	Re-Horakhty	19th			116¾	0	−24.2	269	"
	Sethy II	19th			206	0+(b)	−54.5	182	"
	Ramesses III	20th			26½	0+(b)	53.3	−1½	"
	Khonsu	20th–21st			208½	0	−52.7	180½	"
	Opet	Ptolemaic			298½	3½	27.0	89½	"
	Amenhotep II	18th			291½	3½	20.8	96½	"
	Ptah	18th			304½	3	32.0	83½	"
	Osiris	30th			32	0+(b)	53.6	4	"
	Osirian Chapel	25th			132½	0+(b)	−37.8	284½	"
	Amasis Chapel	26th			142	1½	−44.5	294	"
	Montu	18th			27	0	53.0	−1	Montu precint
	Raet-tawy	18th			28	0	52.3	0	"
	Maat	18th			205½	4	−51.5	182½	"
	Nectanebus II	30th			114½	0	−22.2	266½	"
	Mut	18th	25.71	32.66	18	2(b)	60.4	−10	Mut precinct
	Khonsupakherd	18th–21st			289	3½	18.5	99	v
	Ramesses III	20th			19½	2(B)	59.5	−8½	"
	Kamutef	20th			287½	3½	17.2	100½	"
	Boat station	18th			107½	0	−16.0	259½	"
Luxor	Ipet Resyt	12th–18th	25.70	32.64	33	0+(b)	48.7	5	Sanctuary
	Amenhotep III	18th			34	0+(b)	47.9	6	Column hall
	Tutankhamon	18th			35½	3½(b)	49.4	7½	Columnade
	Hatshepsut	18th			220	0+(b)	−44.0	168	Boat chapel
	Ramesses II	19th			42½	0	41.3		Court main axis
	"				311	4	38.2	77	West Proc. way
	"				39½	0	43.7	11½	⊥ Pylon

The Orientation of Ancient Egyptian Temples

TABLE I (*cont'd*).

Place	Temple	Dynasty	Φ (°)	λ (°)	a (°)	h (°)	δ (°)	Δ (°)	Comments
Luxor	Serapis	Ptolemaic			135	0	−39.9	287	
Thoth Hill	?	Archaic	25.76	32.62	119½	−½	−26.9	91½	"Ancient" axis
	Horus	11th			117	−½	−24.7	89	Main axis
Deir Bahari	Mentuhotep II	11th	25.73	32.60	118¼	0	−25.5	90¼	
	Hatshepsut	18th			115½	0	−23.1	87½	
	Sun altar	18th			115½	b	−16.6		12°–13° (at base)
	Hathor chapel	18th			116	0	−23.5	88	
	Thutmosis III	18th			118½	0	−25.7	90½	
El Assasif	Mentuemhat	25th	25.73	32.60	92½	3½	−0.8	64½	Axis Sun hall
	"				21	25	71.1		Gate
Qurna	Sethy I	19th	25.73	32.63	124	0B	−30.5	96	
	Roman temple	Roman			35½	0B	46.8	7½	Sethy I enclosure
	Thutmosis III	18th			127	0	−33.1	99	
	Amenhotep II	18th			135	0	−39.9	107	
	Ramesses II	19th			131½	0	−36.9	103½	Ramesseum
	"				133½		−38.7		⊥ Pylon
	Thutmosis IV	18th			133	0	−38.2	105	
	Siptah-Tawosre	19th			132½	0	−37.8	104½	
	Merenptah	19th	25.72	32.61	122½	0	−29.2	96½	
	Amenhotep III	18th			117	0	−24.4	90	Memnon colossi
	Amenhotep	18th			120	0	−27.0	92	
M. Habu	Ay-Horemheb	18th	25.72	32.60	132	0	−37.4	104	
	Thoth	Ptolemaic			134	0	−39.1	106	
	Amon	18th			143	0	−46.4	115	Small temple
	Ramesses III	20th			137½	0	−41.9	109½	–
	Amenardis I	25th			47½	4½b	39.8	19½	Funerary chapel
	Shapenupet	26th			47½	4½b	39.8	19½	Funerary chapel
Malqata	Amon	18th	25.72	32.60	135½	0	−40.3	107½	
D. Medina	Hathor	Ptolemaic	25.73	32.61	147	10	−42.0	119	
	Sethy I	19th			139	6½	−38.9	111	
	Amenhotep I	18th			115½	0	−23.1	87½	
	North temple	19th			111	0	−19.1	83	
	Amon	19th			323	22	56.1	295	
	Votive chapel	19th			120½	6½	−23.9	91½	
	Meretseger	18th			331½	17½	62.3		Rock sanctuary
Armant	Montu	18th	25.62	32.54	151½	0(B)	−52.8	74½	
	Mammisi	Ptolemaic			152	0(B)	−53.1		
Tod	Montu	12th	25.58	32.53	145½	2	−46.9	248½	Old court
	Montu	Ptolemaic			323	0(B)	45.7	66	Main axis
	Boat chapel	18th–19th			240	7+	−23.3	163	
Esna	Khnum	Ptolemaic	25.31	32.57	56	0+(B)	30.1	67	
El Qab	Nekhbet	29th	25.12	32.80	140	½	−43.9	190	Within city wall
	Thoth	18th			140½	½	−44.3	190½	"
	Mammisi	Ptolemaic			230½	0	−35.5	79½	"
	Roman	Roman			229	0	−36.7	81	"
	Thoth	18th	25.14	32.82	49½	3	37.4	80½	El Hamman
	Nekhbet	Ptolemaic			155	1½	−54.3	155	Speos
	Amenhotep III	18th	25.14	32.83	227	0	−38.4	83	
Edfu	Horus	19th	24.98	32.87	92	1½B	−1.3	75	Old pylon
	Horus	Ptolemaic			181¾	B	−65.5	164¾	
	Mammisi	Ptolemaic			102½	1½B	−10.8	85½	
Dj. Silsila	Horemheb	18th	24.67	32.93	92½	2	−1.6	86½	Speos
Kom Ombo	Sobek/Haroeris	Ptolemaic	24.45	32.93	223	0	−42.7	73	

The Orientation of Ancient Egyptian Temples

TABLE 1 (*cont'd*).

Place	Temple	Dynasty	Φ (°)	λ (°)	a (°)	h (°)	δ (°)	Δ (°)	Comments
Kom Ombo	Hathor	Ptolemaic			223½	0	−41.6	72½	
	Mammisi	Ptolemaic			134	0	−39.5	156	Auletes Pylon
Elephantine	Khnum	18th	24.1	32.89	138½	2+(B)	−42.2	101½	
	Satet	18th			118¼	2+(B)	−24.8	81¼	Over 6th–11th–12th
	Satet	Ptolemaic			114½	2+(B)	−21.5	77½	
	Hekaib	11th–18th			318	0+(b)	42.4	111	
Aswan	Isis	Ptolemaic	24.1	32.89	261	2½(B)	−7.3	118	
	Khnum	Roman			281	2½(B)	10.9	116	
Lower Nubia									
Filae	Nectanebus	30th	24.02	32.88	11½	(b)	63.0	18½	Pavillion
	Arensnuphis	Ptolemaic			284	½+	12.8	68	
	Imhotep	Ptolemaic			186½	5½(b)	−59.9	165½	
	Isis	Ptolemaic			201½	6b	−53.5	151	Main temple
	Mammisi	30th			189	3	−61.8	168	
	Harendotes	Ptolemaic			122	16(b)	−20.7	130	
	Augustus	Roman			66	1+	22.1	74	
	Hadrian Gate	Roman			300	0+	26.9	52	
	Hathor	Ptolemaic			111½	2+	−18.8	119½	h~7° (−16.5°)
	Trajan Pavillion	Roman			272½	2(b)	3.0	79½	
	Idem Terrace				93½	2+	−2.5		h~7° (−0.4°)
	Tiberius Gate	Roman			119	2+	−25.5	127	h~7° (−23.0°)
Qertasi	Kiosk	Roman	23.65	32.87	12½	0+	62.9	2½	
Beit el Wali	Ramesses II	19th	23.58	32.86	42½	0+	42.2	64½	
Kalabsha	Mandulis	Roman	23.56	32.86	104½	0+	−13.5	116½	
	"				110½		−18.9		⊥ Pylon
	Dedun	Roman			100½		−9.9	112½	
G. Hussein	Ramesses II	19th	23.27	32.89	97½	0+	−7.1	65½	
Dakka	Thoth	Ptolemaic	23.18	32.75	20½	1+	59.9	−8½	
Maharraqa	Isis	Roman	23.05	32.68	111	0+	−19.5	82	
Es Sebua	Ramesses II	19th	22.76	32.55	147	1+	−50.3	69	
Amada	Amon	18th	22.72	32.24	228	½+	−38.1	85	
Abu Simbel	Ramesses II	19th	22.34	31.62	100½	¾+	−9.6	52½	Main temple
	Re-Horakhty	19th			116½	¾+	−24.2	68½	
	Thoth Chapel	19th			101	¾+	−10.1		Chapel axis
	"				117	¾+	−24.6	68½	Gate axis
	Nefertari	19th			142½	¾+	−47.0	94½	

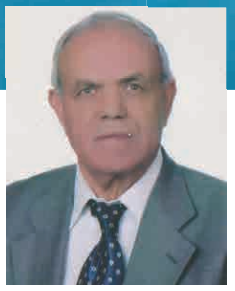
الشكل (10) : بعد فجر يوم الثانى والعشرين من فبراير سنة 2004م ، ضوء شروق الشمس دخل الحرم القدسي للمعبد الرئيسي في أبوسمبل و أشعة الشمس أضاءت أشكالاً تمثل آمون – رع الملك المؤله رع – حوراكتى Re-Horakhty وكلهم آلهة تمثل رموزاً للمجموعة الشمسية ، بينما صورة الإله بتاح إله العالم السفلي – ترقد فى الظلام .

هذه المراسم الكهنوتية الرائعة ربما تكون قد حدثت فى بداية برت Prt وسموو smw ، وهى الفصول المصرية القديمة المرتبطة بالتقويم المصري ، اثناء العقود الأولى لحكم رمسيس الثاني باني المعبد.

قصة إكتشاف فوّهة يوكاتان

التي نتجت عن اصطدام جرم سماوي مع الأرض و تسببت في انقراض الديناصور قبل 65 مليون سنة

المهندس خليل قنصل



نعرف الآن حكاية انقراض الديناصور الذي سيطر على الأرض لمدة تزيد على 140 مليون سنة ، و كذلك انقراض ثلاثة أرباع أشكال الحياة السائدة آنذاك ، وذلك جرّاء إصطدام جرم سماوي (مذنب أو كويكب) مع الأرض قبل 65 مليون سنة .

هذه المعرفة اكتسبناها حينما عثر لويز ألفاريز في عام 1978 على طبقة صلصالية Clay ما بين الطبقتين الجيولوجيتين Kretaceous والـ Tertiary (= حدود K / T) ، تبين فيما بعد أن نسبة عنصر الإريديوم في الصلصال تزيد أعلى بكثير عما هو موجود في الصخور الأرضية العادية . فنسبة الإريديوم في الطبقة الصلصالية تساوي 6 أجزاء من المليار بينما في صخور القشرة الأرضية تبلغ فقط 0.4 جزءاً من المليار ، أما في النيازك فتبلغ هذه النسبة 470 ، وهكذا قدم التفسير لمصدر الإريديوم : جرم سماوي (مذنب أو كويكب) إصطدم بالأرض وعمل إنفجاراً تسبب في قوة تدميرية مقدارها عشرة آلاف مليون قنبلة ذرية كالتي ألقيت على هيروشيما ، فتبخرت كتلته (تريليون طن)، مع مئات الملايين من الأطنان من الصخور الأرضية على شكل سحابة أحاطت بالأرض ثم تساقطت وكوّنت طبقة صلصالية ما بين الطبقتين الجيولوجيتين المذكورتين أعلاه ، تضمنت الإريديوم من مكونات جسم الجرم السماوي الصادم .

وبالفعل ، تم العثور على هذه الطبقة فيما بعد في أكثر من خمسين موقعاً في العالم ، وفيها نفس النسب العالية من الإريديوم.

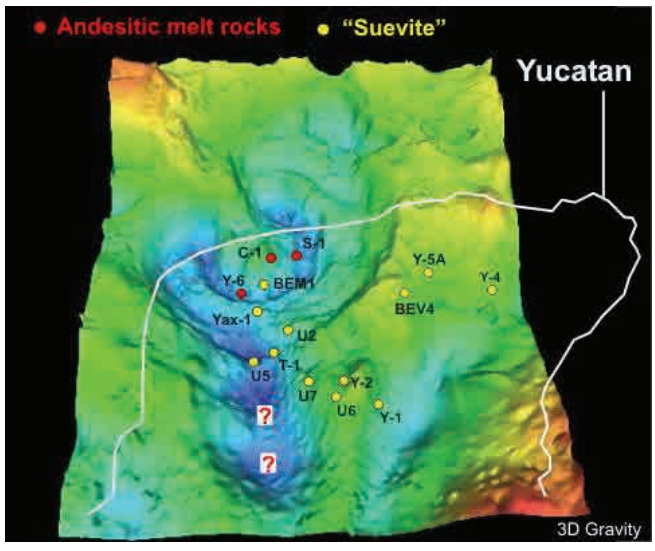
وتساءل العلماء عندها : مثل هذا الإصطدام الكوني العنيف سينتج فوّهة نيزكية على الأرض بقطر 180 كم وعمق 20 كم ، لا بد من اكتشافها بسهولة لضخامتها . فأين هي إذن ؟ هل تقبع على إحدى قبعان المحيطات والبحار ؟ أم أنها تقع تحت طبقات رسوبية سميكة ؟؟؟؟

نحن نعرف الآن ، وتحديداً منذ عام 1991 م ، بأن هذه الفوّهة موجودة فعلاً تحت طبقة رسوبية سمكها ألف متر ، تحت شبه جزيرة يوكاتان المكسيكية .

والحقيقة ، أن اكتشاف هذه الفوّهة قد بدأ بثلاثة عقود على الأقل قبل اكتشاف الطبقة الصلصالية على حدود K - T . وقصة اكتشاف هذه الفوّهة ، مثيرة وممتعة جداً ، وكما في القصص البوليسية الغامضة والمحكمة والمسلّية . ولهذا نفرد لها هذه المقالة الخاصة ، لتكمل ما كتبناه في العدد الثاني من مجلتنا الفلكية (الكون) بعنوان: قصة انقراض الديناصور.

والموضوع مهم جداً . وكما يقول أحد العلماء، إن اكتشاف الإصطدام الذي أدى لانقراض الديناصور وتكوين الفوّهة الناتجة عن هذا الإصطدام ، يعتبر من أهم الاختراقات العلمية في القرن العشرين : لقد أكسبنا هذا الاكتشاف نظرة جديدة إلى الحياة ومسيرة تطوّرها على الأرض .

وعرفنا فيما بعد ، أن اصطدام ما قبل 65 مليون سنة لم يكن الأوحد في التاريخ الجيولوجي للأرض ، بل ولم يكن الأعنف والأشد كارثية . فهناك اصطدام مماثل حدث قبل 250 مليون سنة تسبب في انقراض 95 % من أجناس الحياة والسلالات السائدة آنذاك على الأرض . وأصبحنا نعرف الآن بحدوث تسع كوارث اصطدامية كبيرة في تاريخ الأرض وحوالي ضعف ذلك من حوادث الاصطدام الأقل



كارثية . هذه الاصطدامات تسببت بانقراض أجناس وظهور أجناس حياة جديدة . وأصبحنا الآن نفهم بشكل أفضل ما حوته الأساطير القديمة من قصص الطوفان المرعبة في جميع أنحاء العالم ، وقصص الكوارث الغامضة التي أدت إلى زوال مدن وحضارات .

وكل هذا يعني ، أن الاصطدامات حدثت في الماضي ولسوف تحدث أيضاً في المستقبل . فماذا نحن فاعلون ؟

هل نترك للطبيعة فرصة بقائنا على قيد الحياة ؟؟؟ بل وهل علينا أن نثق بالطبيعة ونتصرف كما تصرف الديناصور؟ أم أنه علينا أن نتخذ الاجراءات الوقائية ؟؟ هذا ما سوف نعالجه في مقالة خاصة في أحد الأعداد القادمة في هذه المجلة .

وهنا لا بد من ذكر، أن المقالة تعتمد على مصدر فلكي واحد و هو الفصل الثالث من كتاب

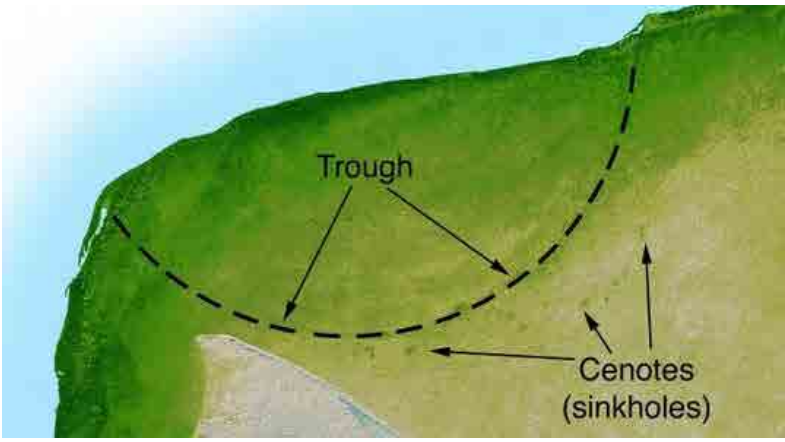
IMPACT " by Gerrit L. Verschuur "

ومرة أخرى ، فإن الأدبيات الفلكية العربية تخلو من مثل هذه المواضيع الهامة والجديدة في الفلك . ونعتز بأن نجعل من مجلتنا العزيزة : المجلة الفلكية (الكون) مرجعاً لها .

والآن إلى قصة اكتشاف الفوهة

البدايات

في عام 1947م أجرت شركة النفط المكسيكية PEMEX مسحاً جيولوجياً يعرف باسم Gravity Survey، أفاد بوجود ملمح جيولوجي دائري تحت طبقة رسوبية بعمق كيلو متر واحد في منطقة يوكاتان. والمسوحات الجاذبية gravity surveys تسمح بتحديد الملامح للطبقات الصخرية عميقاً تحت سطح الأرض، وهذا مما يساعد شركات التنقيب عن البترول.



و في عام 1951 حفرت PEMEX بضع آبار نفطية جافة (غير منتجة) في هذه المنطقة ، و إحدى هذه الآبار كانت في مدينة Chicxulub المكسيكية . و عندما بلغ العمق في هذه البئر ألف متر ظهرت في عيّنات الحفر اللبابية التي أحضرت إلى السطح أشياء غريبة ، لم يعرف الجيولوجيون آنذاك ماهيتها . و لم يكن هناك وقت كافٍ أو تشجيع لدراستها ، فصناعة النفط عالية التكاليف و لها الأولوية .

و عثر الجيولوجيون في هذه العينات على شظايا من صخور الأندسيت andesite السوداء التي لها في العادة علاقة بالنشاطات البركانية ، و لكنها أيضاً قد تكون ناتجة عن انصهار مركز فوّهة نتجت عن إصطدام عنيف مع جرم سماوي .

و بالرغم من معرفة الجيولوجيين الراسخة بعدم وجود براكين في هذه المنطقة ، إلا أنهم فسّروا وجود الأندسيت بوجود بركان خامد و مدفون في الأعماق . و تمسكوا بهذا التفسير الخاطىء لمدة ثلاثة عقود لاحقة .

و في عام 1952 لوحظ وجود شذوذ في الجاذبية gravity .

في ذلك الوقت لم يكن العالم قد سمع بوجود الفوّهات النيزكية impact craters و التي أثبت برنامج الفضاء الأمريكي فيما بعد وجودها في كل النظام الشمسي .

و في عام 1966 اتصلت شركة النفط المكسيكية بالسيد روبرت بالتوسير Robert Baltosser الذي كان يعمل في Tulsa مع شركة خدمات لها علاقة مع شركات التنقيب عن البترول بمثل هذه المسوحات الجيولوجية الجاذبية ، و سألته عن إمكانية قيامه بعمل مسوحات جاذبية جديدة للمنطقة من أجل دراسة ذلك الملمح الجيولوجي الغريب .

درس بالتوسير الخرائط الجيولوجية المسحية القديمة و توصل إلى الاستنتاج الصحيح : وجود فوّهة نيزكية كبيرة ، قطرها أكبر من مائة كيلومتر . كان بالتوسير في تلك الآوان يعمل مسحاً جيولوجياً لملمح Well Creek في تنيسي و تم تحديد هويته على أنه فوّهة نيزكية بقطر 13 كيلو متراً . لذلك تحمس بالتوسير للاقتراح القائل بعمل مسوحات جيولوجية جديدة . و هذا ما فعله أيضاً .

و في السبعينات من القرن الماضي بدأت من جديد عمليات حفر الآبار في يوكاتان . و في هذه المرة تم الاحتفاظ بالعينات اللبابية لهذه الآبار في مستودعات كوتساكولكاس في ولاية فيرا كروز .

في عام 1978 م دخل شخص محوري على الخط ، و هو السيد ج . بنفيلد Glen Penfield وكان يعمل في شركة أمريكية ، أسندت إليه مهمة عمل مسوحات جيولوجية مغناطيسية من الجو فوق مياه خليج المكسيك . و مثل هذه

المسوحات حول المجال المغناطيسي للأرض و الشذوذ فيها تساعد في عمليات التنقيب عن البترول . و يقاس المجال المغناطيسي الأرضي بالوحدات التي تسمى Nanotesla نانو تسلا . و يبلغ معدل قوة المجال المغناطيسي الأرضي بمقدار 35000 نانوتسلا . و يمكن لأجهزة المسح المغناطيسي إكتشاف التذبذب و التغير في قوة المجال المغناطيسي إلى حد نصف نانوتسلا .

و قام بنفيلد بأعمال المسح الجيولوجي الجوّي على الشكل التالي : حلق في طائرة على ارتفاع خمسة آلاف متر فوق البحر ، تذهب و تجيء باتجاه شرق / غرب و لمسافة أربعماية كيلومتراً و بمسارات متوازية تبتعد عن بعضها البعض مسافة أربعة كيلومترات . و في بعض الأحيان كانت مسارات الطائرة باتجاه شمال / جنوب بمسافة عشرين كيلومتراً بين المسارات المتوازية في الجو . و كانت البيانات العلمية تسجل كل ثلاثين متراً ، مما ساعد على عمل خارطة مسح جيولوجية شاملة طولها على الورق 15 متراً ، تمثل على الأرض مسافة أربعماية كيلومتراً .

و أثناء العمل المسحي كان بنفيلد يلاحظ في كل مرة يتغير فيها مسار الطائرة بالاتجاه المعاكس و دائماً فوق نفس المنطقة البحرية ، بأن الجهاز يسجل إشارة في الجهاز قيمتها (2) نانوتسلا . و هكذا استطاع من هذه الإشارات تحديد ملمح نصف دائري .

و بعد شهر من ذلك حلقت الطائرة فوق منطقة قريبة من الشاطيء فظهرت على الجهاز إشارة قوية بمقدار 600 نانو تسلا . و كان هذا الظهور فجائياً . حتى إن الإشارة في مسارات جوية لاحقة وصلت إلى قيمة ألف نانو تسلا . و عندما وضعت هذه البيانات على الخارطة ، أصبح واضحاً و أكيداً أن هذا الملمح الغريب ما هو إلا فوّهة نيزكية impact crater مجالها المغناطيسي قوي ، و لكن عند جدرانها تنخفض القيمة كثيراً و إن كانت أعلى من المنطقة المحيطة بالفوّهة .

و عندما وضع بنفيلد خارطته هذه فوق الخارطة المعمولة قبل عشرات السنين ، لاحظ أن الخارطتين تعملان دائرة متكاملة مع نتوء في الوسط ، و هذه هي ميزة من أهم ميزات الفوّهات النيزكية الكبيرة. و يعترف بنفيلد فيما بعد قائلاً : " وقلت لنفسي ، الآن لا مجال للشك ، إنها فوّهة نيزكية كبيرة وقديمة . يا لها من لحظات رائعة . إنها اللحظات الأعظم في حياتي " . و لم يكن بنفيلد يتحدث عن ذلك إلا مع أشخاص ذوي خبرة بالموضوع .

و بعد ذلك بسنوات عديدة عولجت هذه البيانات في مقرّ شركة النفط المكسيكية PEMEX .

و في عام 1978 م كتب بتفيلد تقريره و رفعه إلى شركة PEMEX .

في عام 1980 م قرأ بنفيلد تقرير ألفاريز عن اكتشافه النسبة العالية للإريديوم في الطبقة الصلصالية ما بين ال Kretacious و ال Tertiary . و أخذت الشكوك تساوره بأن فوّهة يوكاتان النيزكية ، ربما تكون هي الناتجة عن الاصطدام الذي قضى على الديناصور قبل خمسة و ستين مليون سنة .

و كانت التقديرات الأولية لعمر فوّهة يوكاتان حوالي 80 مليون سنة ، و هي قريبة للفترة التي حددت لانقراض الديناصور : 65 مليون سنة .

و يقول بنفيلد بأنه كتب رأيه هذا إلى ألفاريز ، و لكنه لم يحصل على رد جوابي .

و في عام 1981 تنمو القناعة لدى بنفيلد و تترسخ بوجوب الدخول إلى الإعلام بقوّة . واستطاع بنفيلد إقناع زميله المكسيكي و رئيس المشروع أنطونيو كامارغو Antonio Camargo مع زملاء آخرين أن يقدموا بحثاً عن الفوّهة في مؤتمر نظمته جمعية الجيوفيزيائيين الاستكشافية في مدينة لوس أنجلوس .

و في نفس الأسبوع نظمت مجموعة من علماء الكواكب و الجيولوجيا و الباليونتولوجيا مؤتمر Snowbird الأول في يوتا ، لبحث موضوع الاصطدامات و انقراض الأجناس.

و الطريف هو أن منظمي كل من هذين المؤتمرين لم يكونوا يعلمون بوجود المؤتمر الآخر .

المنعطف غير العادي لأسطورة فوّهة يوكاتان

و يدخل على المسرح الصحافي Carlos Byars كارلوس بيارس الذي كتب مقالة و بالخطوط العريضة على الصفحة الأولى من صحيفة هيوستن كرونكل الصادرة يوم الأحد الموافق 13 ديسمبر 1981 م حول ادعاءات بنفيلد و كامارغو بخصوص فوّهة يوكاتان ، و قال بيارس بالحرف الواحد : " المكسيك قد يكون البرهان على اختفاء الديناصور " . و لكن المقالة لم تجلب الانتباه الكبير .

و الطريف في الأمر هو أن بيارس جاء على فكرة كتابة القصة عن طريق المصادفة الساخرة : ذات يوم عمل بيارس زيارة إلى بنفيلد في مكتبه و لاحظ خارطتي المسح الجيولوجي لمنطقة يوكاتان . و جاءت بنفيلد الفكرة المفاجئة ، بأن بيارس كصحافي ، يستطيع أن يكتب ما يشاء حول الموضوع ، بعكس زميله كامارغو الذي تعرض للضغوط حين تحدث عن الموضوع في مؤتمر لوس أنجلوس . و كان هدف بنفيلد هو جلب الانتباه للفوّهة .

في هذه الأثناء كان بالتوسير قد قرأ تقرير ألفاريز حول اكتشاف الإريديوم في الطبقة الصلصالية على حدود K / T

. و كان يعرف بأن البحث عن الفوّهة ما زال جارياً . و كان يدرك أن فوّهة يوكاتان Yucatan هي هدف البحث . و الطريف في الأمر هو أن كلاً من بالتوسير و بنفيلد لا يعرف أحدهما عن وجود الآخر .

في يناير 1982 كتب بالتوسير رسالة إلى السيد Richard Teske من جامعة ميتشيغان ، الذي كتب مقالة في مجلة Astronomy حول تقرير ألفاريز ، يخبره فيها عن اعتقاده الراسخ ، بأن فوّهة يوكاتان هي هدف البحث لتفسير انقراض الديناصور ، و أنه على استعداد لتقديم البراهين و البيانات الكافية ، و أنه سيحاول العمل على وضع بيانات الجاذبية تحت التصرف لمن يهتم بدراسة الفوّهة . و بعد عدة جهود غير مثمرة ينسى Teske هذا الموضوع كلية . فهو لم ينجح في الحصول على البيانات و لا في تطبيق اقتراحه القائل بوجوب عمل دراسات استشعار عن بعد عن طريق الأقمار الصناعية .

في آذار 1982 كتبت المجلة الفلكية الأمريكية Sky and Telescope خبراً صغيراً عن الموضوع ، مرّ أيضاً بدون أن يلفت الانتباه . و يقول محرّر هذه الزاوية ، بأنه يشك فيما إذا كان أحد هؤلاء الخبراء قد قرأ الخبر .

و ذهب بنفيلد إلى علماء وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) المختصين بموضوع الفوّهات النيزكية ، فيخبره أحدهم و هو العالم Bill Phinney ، بأنه عليه حتى يثبت ذلك أن يعثر على العيّنات اللبابية ، التي حصلت عليها شركة النفط المكسيكية أثناء حفرها الآبار النفطية في منطقة يوكاتان ، لمحاولة العثور في هذه العينات على مواد صخرية تعرضت للاصطدام .

و سافر بنفيلد إلى الموقع ليجد أن البولدوزرات قد سوّت الأرض و محت كل بقايا المستودع الذي حفظت فيه هذه العينات اللبابية .

و أخذ تفكيره التسلسل التالي : يجب العثور على شظايا صخر الأندسيت الأسود في العينات اللبابية أو الحبيبات الصخرية الخارجة مع سائل الحفر mud إلى سطح الأرض ، الناتجة عن عمليات الحفر عميقاً تحت سطح الأرض . منطقة يوكاتان طباشيرية و تخلو من النشاطات البركانية . ثم إنه لا توجد هناك في المنطقة مجارٍ للمياه أو أنهار تسمح بنقل الأندسيت من مناطق بركانية بعيدة إلى داخل يوكاتان . فإذا عثر على حبيبات الأندسيت في هذه المنطقة ، فهذا يعني أن أصلها ليس بركانياً و إنما نتج عن اصطدام عنيف للأرض مع جرم سماوي(كويكب أو مذنب) . المهم إذن هو العثور على حبيبات و شظايا الأندسيت الأسود التي قد تكون متواجدة في بقايا بناء المستودع . و كان قد بحث عن الأندسيت حتى مسافة ستماية كيلومتراً بعيداً عن مدينة Merida و لكن بدون نجاح .

إن الطريقة الوحيدة لإثبات نيزكية الأصل لأية فوّهة هو العثور على الكوارتز المصدوم schocked quartz في الفوّهة نفسها أو في المنطقة المحيطة بها .

في المرحلة التالية كان بنفيلد يبحث في أوقات فراغه عن حجارة الأندسيت الأسود عند مواقع رؤوس الآبار النفطية القديمة ، أملاً ببقاء بعضها بعد عمليات التنظيف . و لهذا الغرض سافر جواً إلى مدينة Merida و من هناك استأجر تاكسي و ذهب إلى أحد الآبار عند مدينة Sacapuc ، حاملا في يده " كريك " . وكان يسأل المسنين في المدينة عن موقع البئر . و عندما أخذوه إلى إمرأة عجوز تذكرت هذه أن شركة النفط المكسيكية قد حفرت فعلاً في الخمسينات بئراً هنا ، إلا أن الموقع أصبح و للأسف حظيرة لتربية الخنازير . و ذهب بنفيلد إلى الحظيرة و بدأ الحفر و البحث عن رأس البئر المدفون تحت روث الخنازير بسمك قدم واحدة على الأقل . و لم يحالفه الحظ هنالك في العثور على العينات اللبابية المطلوبة .

و مع ذلك لم يصب بنفيلد بالاحباط : محطته الثانية كانت مدينة Chicxulub ، و يقول بنفيلد عنها أنها رومانسية، و متذكراً الأفاعي الخضراء على الأشجار . وعند حوالي العاشرة صباحاً قاده إلى موقع البئر رجل عجوز و في حالة سكر. و في هذا المكان لا توجد خنازير . و بدأ الإثنان الحفر بواسطة الماخيت (السكين المحلية المشهورة) . و عثر الإثنان فعلاً على بقايا من العينات اللبابية القديمة و قد اختلطت بالمواد الإسمنتية التي وضعت لملء حفرة رأس البئر بعد الهجران . كما أنه عثر على مواد متناثرة و مبعثرة حول البئر ، مما جعله يشك بوجود آخرين جاؤوا إلى الموقع للبحث عما يبحث هو عنه .

و حمل بنفيلد معه حوالي عشرين رطلاً من هذه المواد إلى مركز جونسون للطيران في هيوستن من أجل فحصها . و لكنه لاحظ في الحال قناعة هؤلاء الثابتة ببركانية الأصل للأندسيت . بل و لم يتابعوا المسألة أبعد من ذلك .

و غاب بنفيلد عن الموضوع مدة ثماني سنوات أخرى قبل أن يجرّ إليه ثانية .

في هذه الأثناء كان بيارس يحضر اجتماعات علماء الكواكب السيارة في مركز ناسا و كان يكتب مقالات صحفية حول نظرية الاصطدام و انقراض الأجناس . كان العلماء يعتبرونه كاتباً علمياً جيداً و لكن ليس كخبير في الفوّهات النيزكية .

في عام 1988 م عقد المؤتمر الثاني Second Snowbird و لكن العلماء لم يعطوا انتباهاً إلى فوّهة يوكاتان ، فالقناعة حول الأصل البركاني قد فرضت حضورها القوي على علماء الكواكب . و يقول بيارس بأنه وجد آخيراً في واحدة من هذه الاجتماعات شخصاً واحداً يصغي إليه والذي أوكل أحد طلابه لعمل دراسة مستفيضة حول الموضوع . و لكن الطالب النجيب ، ترك الموضوع جانباً بحجة أنه لا يستحق العناء .

في بدايات التسعينيات من القرن العشرين ، جاء الطالب Alan Hildebrand هيلدبراند من جامعة أريزونا و الذي كان مهتماً جداً بموضوع K / T . و كان قد عمل ميدانياً مع آخرين في هايتي ودرسوا طبقة من المقذوفات الإصطدامية في أماكن كان يصل سمكها إلى المتر . و قدّم هذا الاكتشاف تفسيراً للعثور على تكتايت في ذلك الموقع الذي أطلق عليه إسم Beloc Layer .

ومنذ ذلك الحين أخذ الجيولوجي الهولندي Jan Smit من المعهد الجيولوجي في جامعة هولندة الحرة ، بالقول بأن طبقة ألـ Fireball تقع في منطقة الكاريبي وأنها ترسبت على طبقة المقذوفات . و طبقة المقذوفات هذه تكونت من جراء سقوط المواد المقذوفة مرة ثانية إلى سطح الأرض وقريباً جداً من موقع الإصطدام . بينما طبقة الكرة النارية تحتوي الوفرة من الإريديوم الذي يغطي الأرض . وعرف هيلدبراند عن وجود طبقات من المقذوفات أقل سمكاً في تكساس، واستنتج من ذلك أن الفوّهة المطلوبة موجودة في مكان ما في هذه المنطقة : منطقة الكاريبي ، لأن طبقة المقذوفات التي عثر عليها هنا آكثر سُمْكاً .

وقدم هيلدبراند مع زميل له يدعى بوينتن William Boynton دراسة تقول بأن الفوّهة يجب أن تكون في حوض كولومبيا وتحت الكاريبي وعلى مسافة 2000 كم إلى الجنوب من يوكاتان . وجاءت دلائل أخرى على أن الإصطدام يجب أن يكون قد وقع في منطقة مائية : بحر أو محيط .

وجاء برهان جيولوجي آخر عن حدوث أمواج مائية عظيمة غسلت الجزء الجنوبي من أمريكا الشمالية وما يسمى الآن بجزر الكاريبي . وأن الأمواج هذه قد تكوّنت بفضل اصطدام كوني عنيف .

وذهب التقرير الذي كتبه هيلدبراند وبوينتن Boynton إلى مجلة Science . وعندها أدرك بيارس أن هيلدبراند كان يصغي له باهتمام .

و يقول بنفيلد بأنه حين تكلم هيلدبراند معه هاتفياً أنه قال له :

I told him that I had this impact crater as" plain as the nose on my face"

بينما يقول هيلدبراند ، بأن بنفيلد وكامارغو لم يكونا متأكدين بأن الفوّهة نيزكية الأصل .

وقبل ذهاب المقالة بلحظات آخيرة وضع إسم بنفيلد وكامارغو كمرجعين علميين . وفي المقال إشارة الى احتمالية العديد من الفوّهات في الكاريبي مرشحة أن تكون فوّهة K/T . و في المقالة جاءت العبارة التالية :-

" البديل هو ذلك الملمح الجيولوجي غير العادي والدائري الشكل بقطره البالغ مائتي كم ، و الواقع حسب بيانات المسح المغناطيسي والجاذبي وكما ذكر بنفليد وكامارجو ، تحت شبه جزيرة يوكاتان . هذا الملمح قد يكون ملمحاً اصطدامياً مدفوناً " .

وأدرك هيلدبراند و بنفيلد ، بأنهما إذا أرادا أن يجعلا من هذه القضية قضيتهما الخاصة ، فعليهما أن يعثرا على البرهان القاطع : العثور على حبيبات الأندسيت و فحصها فيما إذا كانت تحتوي على الكوارتز المصدوم .

وعمل هيلدبراند زيارة إلى جمعية المسح الجيولوجي الكندية ، وهنالك ألقى نظرة على خرائط الجاذبية للكاريبي ، وتأكد لديه عدم وجود فوّهة في حوض كولومبيا ، وأن ملمح يوكاتان كان واضحاً وإن بتفاصيل أقل مما أعطته بيانات شركة PEMEX .

وفي نيسان 1990 أرسلا تقريراً علمياً إلى مجلة Nature ذكرا فيه بأن فوّهة K/T تقع في يوكاتان، و لكن التقرير (المقالة) رفض . في العادة وقبل نشر أي مقال علمي ، تبعث المجلة بالمقالة إلى مرجع علمي لا تذكر إسمه ، لطلب رأيه في المقالة ، وأحياناً ترد المجلة ببعض النصائح أو التعديلات على المقالة وأحياناً ترفضها . ويثبت فيما بعد صحة محتوى هذا التقرير العلمي علمياً . وحاول هيلدبراند الحصول على البرهان بالحصول على عينات أندسيت ، وعرف فيما بعد بأن بعض الأشخاص (إثنين أو ثلاثة) قد أرسلوا عينات لبابية في أوائل السبعينات الى Alweidi at the University of New Orleans الذي كان مهتماً بالمياه الجوفية في يوكاتان .

وتصادف أن كان بنفيلد في زيارة الى نيو أورليانز ، فعمل

زيارة إلى Weidi ، واستطاع أن يميزها من بين (600) صندوق من العينات . وفتح صندوقاً ليرى بأن عينات أخذت في عام 1963 ، بدت كما لو أنها أخذت في خمسينات القرن التاسع عشر . و هذا حداه للإعتقاد بوجود عينات أخرى أخذت من الآبار في أعوام الخمسينات .

وأرسل بنفيلد العينات الى هيلدبراند وهذا أرسلها بدوره إلى صديقه David Kring دافيد كرينغ في جامعة اريزونا . وهذا الآخير عثر في الحال على الكوارتز المصطدوم : الدليل القوي ، على أن الفوّهة نيزكية الأصل .

و كتب الفريق تقريراً عن ذلك و أرسلوه إلى مجلة Nature ، و التي ترفض للمرة الثانية نشر التقرير .

ونشر البحث في (مجلة جيولوجي) في أيلول 1991 . والمؤلفون هم :

Hildebrand , Penfield , D.A.Kring , M. Pilkington , Camargo .

Boynton, S. Jacobson and W.V.

وبالتدريج ظهرت عينات أخرى لبابية من آبار أخرى ، وتبين أيضاً بأن العديد من الجيولوجيين الفضوليين كانوا قد احتفظوا كتذكارات بعينات لبابية ولمدة عقود طويلة ، راغبين في معرفة ماهيتها . وهذه التذكارات souvenirs أصبحت فجأة ذات أهمية فائقة في سبيل فهم أفضل لما حدث في يوكاتان . و هكذا تم في عام 1991 م تحديد هوية فوّهة K/T بشكل كامل .

واستعمل العالم Carl C . Swisher و زملاؤه في معهد Human Origins في بيركلي ، استعملوا طريقة تحديد العمر بواسطة K40 to Ar40 للوصول إلى عمر 65 مليون سنة ، هي عمر الترسبات داخل الفوّهة و كذلك عمر التكتايت في هايتي ، التي جلبت اهتمام هيلدبراند لدراسة تلك المنطقة .

ويقول بنفليد إن اكتشاف الفوّهة كان نصراً للجيوفيزياء ، لأن الإكتشاف لم يتم لفوّهة على السطح وإنما لفوّهة تقع عميقاً تحت سطح الأرض. و كل هذا قد تم بفضل المسوحات المغناطسية والجاذبية ميدانياً . و يتمنى أن يأتي شخص ذات يوم و يتبرع بنصف مليون دولار لعمل مسوحات من ارتفاعات أقل ، للحصول على تفاصيل أكثر توضح شكل الفوّهة النيزكية . ويقول بنفليد : قد تصبح الفوّهة أحسن مختبر في القرن الحادي والعشرين .

إن يوكاتان متميزة بوجود ندوب من الحفر العميقة تسمى Cenotes ، قطرها من 50 الى 500 متراً وعمقها من (2) الى (120) متراً . ويبدو أنها بمواقعها تحدد الحافة الخارجية للفوّهة . ويبدو أن هذه الحفر (Cenotes) قد نشأت عن إنهيار المواد حول حافة (جدران) الفوهة . ولأن المياه السطحية معدومة في المنطقة ، فقد أصبحت هذه الحفر شيئاً أساسياً ومهماً في حضارة المايا . إذن ، لولا اصطدام K / T لكانت المنطقة بكل تأكيد غير صالحة للسكن ، ولما عرفنا حضارة المايا الرائعة .

ويقول Gerrit L. Verschuur مؤلف كتاب IMPACT المرجع الوحيد لهذه المقالة : حين زرت الموقع عام 1980 ، ووقفت عند واحدة من هذه الحفر Cenotes واسمها Chichin Itza ، تذكرت قصة الأضحيات البشرية التي كان المايا يقدمونها لآلهة المطر عند هذه الحفر العميقة . ويقول الدليل السياحي : بأن الأضحيات كانت فتيات جميلات وعذراوات .

تسمية الفوّهة

و اطلق على الفوهة إسم Chicxulub = ذيل الشيطان أو الجانب الآخر من الشيطان . يقول بينفليد : لقد اتفقنا هاتفياً على هذا الأسم و أن هيلدبراند قد خيره بين ثلاثة أسماء : Yucatan , Progreso or Merida

وفي ذلك كنا نسمع كثيراً ونكرر اسم Progreso لأن الموقع يأتي تماماً فوق نقطة الاصطدام .

و يقول هيلدبراند : حين سألت العالم و الخبير بالفوّهات النيزكية Richard Grieve فيما إذا كانت هناك ثوابت و شروط حول تسمية الفوّهات النيزكية ، أجاب بالنفي ، و أنه لن يبدي رأيه حول التسمية .

ولم أجد فعلاً إسماً أو ترجمة حقيقية لكلمة Chicxulub . أحد خبراء حضارة المايا قال بأن المعنى هو Sign of the Horns . وحتى هذه قد لا تكون الإجابة الصحيحة . بينما أبدى خبير آخر حيرته و عدم إمكانيته إعطاء جواب لهذه الكلمة الغامضة .

و لكن التسمية الأكثر شيوعاً في المراجع الفلكية هو : فوّهة يوكاتان ، ربما ذلك لسهولة اللفظ و الكتابة .

و السؤال الآن : من هو مكتشف فوّهة يوكاتان ؟؟؟ الجواب على هذا السؤال ليس سهلاً :

* يبدو أن روبرت بالتوسير هو الأول الذي أدرك وجود فوّهة نيزكية

ولكن لا توجد وثيقة خطية مكتوبة تشير إلى هذا الإدعاء / كما تقول رسالة جاءت الى كاتب مقالة ظهرت عام 1982 م في مجلة Astronomy.

* ولكن منذ ذلك الوقت كان بنفليد وكامارغو قد أعلنا الفكرة للرأي العام و تحدثا عنها في مقالة ظهرت في هيوستن كرونكل في أكتوبر 1981 ، و ذكرا في هذه المقالة بكل وضوح فكرة أن هذه الفوّهة لها علاقة باصطدام K / T .

وهذا أيضاً ما أشارت له مقالة أخرى ظهرت في المجلة

الفلكيـة الشـهيرة Sky and Telescope عـدد آذار 1982 ، صـفحة 249 ، مـع التأكيد الواضح على علاقة فوّهـة يوكاتـان مـع اصطدام K/T .

و في العالم الأكاديمي فإن الادعاءات نحو الأولوية لا تقبل بسـهولة . الأكاديمبـون يـودون برهانـاً قاطعـاً علـى شـكل كوارتـز مصـدوم . و هـذا البرهـان حصـل عليـه David Kring . هذه البراهين اكتشفها هذا و آخرون ، و لكنهم لـم يكونـوا مكتشـفي الفوّهـة .

بنفليد وهيلدبراند كانا أداتين في نشر حقيقة وجود الفوّهة . و يستحق بنفيلد ، الذي ذهب إلى حظيرة الخنازير ، لقب العالم scientist الشجاع و المجاهد .

و لقد كان بنفيلد و كامارغو أول من أعلن عن وجود فوّهة نيزكية في يوكاتان . وقبلهما قال بالتوسير نفس الشيء ، ولكنه منع من النشر والإعلان بسبب السرية .

وتبقى الحقيقة ، هي أن هيلدبراند كان أول أكاديمي يدرس و يتابع موضوع فوّهة يوكاتان .

ملاحظات أخيرة :

في عام 1991 م تحددت بشكل نهائي هوية فوّهة يوكاتان على أنها نتجت عن اصطدام جرم سماوي مع الأرض قبل 65 مليون سنة ، و تسببت في القضاء على الديناصور و على ثلاثة أرباع أشكال الحياة السائدة على الأرض آنذاك . و منذ ذلك الوقت دخلت الفوهة دائرة الضوء العلمي . وحتى الآن لا يزال الجدل حامياً حولها .

ومع ذلك فالقصة الكاملة لم تردنا حتى الآن ، إذ لعبت فيها الصراعات الشخصية والعوامل السياسية دوراً كبيراً .

و لو أن بالتوسير لم يمنع من نشر البيانات آنذاك ، لكان قد تمكن و بالتعاون مع بنفيلد من الوصول الى الحقيقة بالتزامن مع اكتشاف ألفاريز للإريديوم في الطبقة الصلصالية clay ما بين الطبقتين الجيولوجيتين Cretacious and Tertiary .

و إنه لمن سخريات القدر أن ترفض إسهامات الهواة من قبل الخبراء المختصين ، حتى لو أتى هؤلاء بالإنجازات العلمية التاريخية . لقد اعتبر المشار كون في المؤتمر Second Snowbird أن بنفيلد و بيارس و بالتوسير غرباء ، أصواتهم يجب ألا يصغى إليها . لقد أثبت التاريخ هذه المرة ، كما في مرات عديدة ، أن الهواة يستطيعون عمل الأشياء العظيمة .

و نحن مع بنفيلد حين يقول : قد تصبح هذه الفوّهة أحسن مختبر في القرن الحادي و العشرين

الخلاصة :

البراهين على أن فوّهة يوكاتان فوّهة نيزكية هي التالية :

1 - العثور على الطبقة الصلصالية الغنية بالإريديوم و الواقعة على حدود K/T

2 - العثور على الكوارتز المصدوم Schocked Quartz

3 - الشذوذ في المسح الجاذبي Gravity Survey

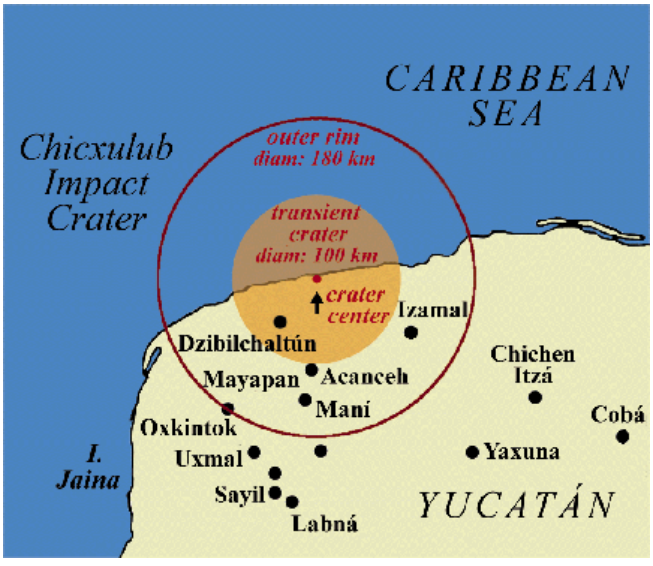
4 - العثور على التكتايت في المناطق المحيطة للفوّهة

يعتقد العلماء أن القطر الحقيقي للفوّهة هو 300 كيلومتر ، و أن القطر 180 كم ما هو إلا الحلقة الداخلية .

ما زال و سيبقى النقاش صاخباً حول هذه الفوّهة . فالعثور على فوّهات أصغر من فوّهة يوكاتان و لها نفس العمر ، مثل فوّهة Silverpit في بحر الشمال و فوّهة Boltysh في أكرانيا ، مما قاد البعض للقول ، بأن اصطدام فوّهة يوكاتان ليس هو الوحيد السبب في القضاء على الديناصور و أشكال الحياة الأخرى و إنما هو واحد من عدة اصطدامات حدثت في وقت واحد أو بفارق زمني قصير بينها . و مذنب شوميكر ليفي SL9 الذي اصطدمت شظاياه العشرون مع كوكب المشتري في عام 1994 هو مثال جيد على إمكانية حدوث ذلك .

و هناك من لا يعتقد بأن اصطدام فوّهة يوكاتان هو السبب في القضاء على الديناصور و أشكال الحياة الأخرى و إنما هي البراكين التي أنتجت فوّهة شيفا الهندية ذات العمر المساوي لعمر فوّهة يوكاتان .

مرة أخرى سيظل النقاش صاخباً حول فوّهة يوكاتان ، و أحسن مثال على ذلك هو اجتماع 41 عالماً من كل العالم، و ذلك في آذار 2010 لمناقشة و تقييم كل البيانات العلمية حول الفوّهة و المكتسبة خلال العشرين سنة الماضية ، و خرجوا بالاستنتاج أن اصطدام فوّهة يوكاتان هو الوحيد المسؤول عن القضاء على الديناصور و رافضين كل البدائل الأخرى لهذا الطرح .



كاميرات " نيوهورايزنز " تخترق خصوصية بلوتو

عدلي الحلبي / الجمعية الفلكية الأردنية

منذ 85 عاما" من اكتشاف بلوتو، لم تتمكن أي من التلسكوبات بتزويدنا صورة واضحة عن شكل الكوكب القزم بلوتو وقمره "شارون"، حتى تلسكوب "هبل" الفضائي لم يتمكن من منحنا شكلا" واضحا" لهما، وذلك لصغر حجم بلوتو مقارنة مع بعده السحيق، وأخيرا مكنت لنا "ناسا" من خلال مركبة " نيو هورايزنز New Horizons " من فهم أوسع للعوالم الجليدية على أطراف نظامنا الشمسي، وكشفت لنا عن ملامح ومعالم هذا السطح الجليدي للكوكب القزم بلوتو، حيث وصلت المركبة الفضائية بتاريخ 14 تموز إلى أقرب مسافة من بلوتو (12500 كم (، بعد أن قطعت مسافة 4.88 مليار كم ،في رحلة استغرقت 9.5 سنة، منذ تاريخ انطلاقها في عام 2006.

ومن المفاجئات التي كشفتها لنا " نيوهورايزنز " أن بلوتو، لديه جزء لامع من سطحه يأخذ نموذج " شكل القلب " The Heart،نظرا لشكله العام، ويقع هذا الجزء اللامع شمال خط الاستواء، وهو عبارة عن سهول جليدية. وقد أطلق عليه لاحقا" منطقة "تومبو ريجيو " Tombaugh Regio تكريما" للعالم الفلكي الذي اكتشف بلوتو عام 1930.

ويبدو بوضوح حدود تضاريسه من المنطقة الاستوائية التي تظهر أكثر قتامه .

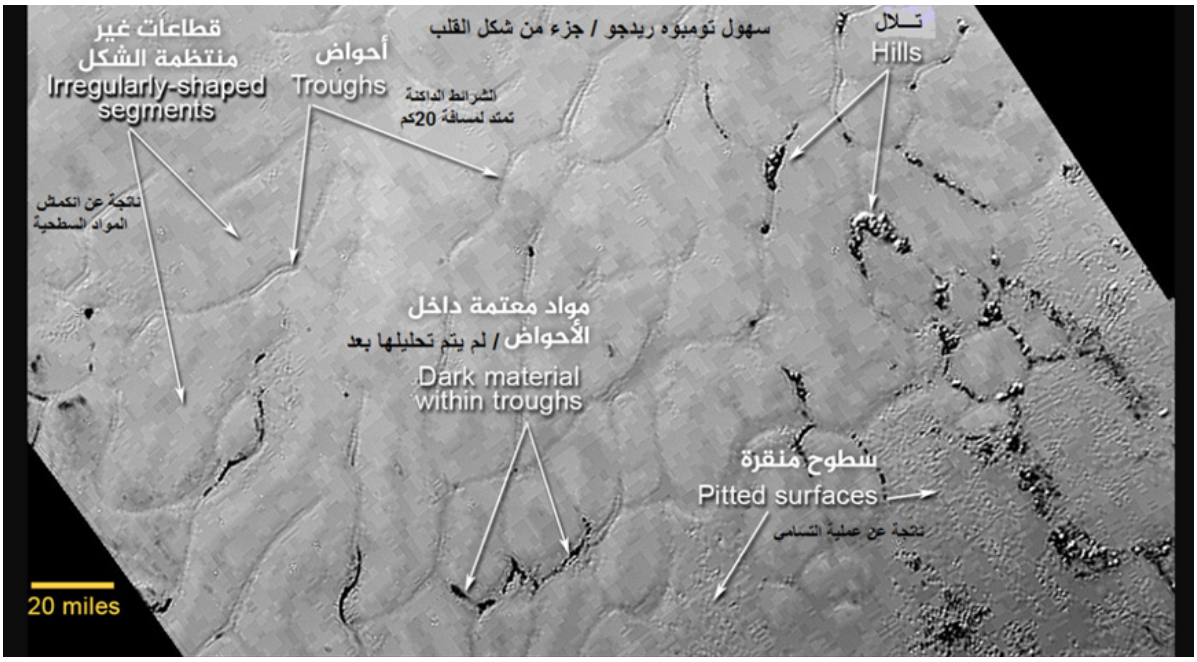
تم التقاط هذه الصورة من خلال الكاميره التلسكوبية (LORRI) بتاريخ 13 تموز – قبل اقتراب المركبة بمدة 16 ساعة من أدنى مسافة لبلوتو - بتاريخ 14 تموز حيث التقطت هذه الصورة من مسافة 768000 كم.،ويظهر من خلال الصورة شكل "القلب The Heart - حيث يبلغ عرضة حوالي 1590 كم.

حجم بلوتو يعادل حوالي 18.5 % من حجم الأرض – وقد أصبح ترتيبه الأول حجما" مقارنة مع حجم الكوكب القزم"اريس " Eris. بعد أن كان ترتيبه الثاني.

وتبين لاحقا" من خلال تحليل الصور الملتقطة، أن جزءاً من سهول منطقة تومبو ريجيو "Tombaugh Regio يتشكل من سهول جليدية مجعدة [- تشبه تشققات الطين المتجعد على سطح الأرض – وقد أطلق بالتحديد على هذه المنطقة ذات السطح المجعد إسم سهول "سبوتنيك "، نسبة إلى أول قمر صناعي أطلق بمدار حول الأرض . وتقع هذه السهول مباشرة فوق خط الاستواء، ويظهر السطح تقسيمات قطاعات غير منتظمة الشكل التي يحيط بها شريط من المنخفضات ممتدة على حدود المنخفضات غير المنتظمة، وأيضا" تحتوي بعض هذه المنخفضات على مواد داكنة داخل بعض الحواف. وهنالك فرضيتان طرحهما العلماء بخصوص شكل هذه التضاريس.، قد تكون الأشكال غير النظامية نتيجة انكماش المواد السطحية على غرار ما يحدث على الأرض عندما يجف الطين، والفرضية الثانية قد تكون هذه الأشكال ناتجة عن عملية الحمل الحراري الواصل إلى داخل الطبقة السطحية، المكونة من أول أكسيد الكربون المتجمد والميثان والنيتروجين، مدفوعة بدفء الحرارة الداخلية من الكوكب.

ويبدو من خلال شرائط الخطوط الداكنة التي تمتد لحوالي 20 كم على هذه السهول الجليدية، تتجه جميعها بالاتجاه نفسه، حيث ربما تكون هذه قد تشكلت باتجاه واحد بسبب الرياح التي تهب على سطح بلوتو المتجمد .

وفي بعض الأماكن ،يبدو شكل السطح أنه يحتوي على بعض الحفر الصغيرة، والتي يحتمل أنها قد تشكلت بسبب عملية تعرف بالتسامي، حيث يتحول خلالها الجليد من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية مباشرة، ويحتمل أنها لا زالت تتشكل بفعل العمليات الجيولوجية الجارية على سطح بلوتو . وبناء على بعض المعطيات العلمية، فإن هذه المنطقة يحتمل أن تكون قد تعرضت لضربات من الحطام الفضائي وتسببت بفوّهات منذ ملايين السنين، ولكن من خلال النشاط الجيولوجي في هذه المنطقة، يبدو قد منحها وجهاً جديداً من خلال عمليات شد وجه هذه المنطقة مما أدى إلى محو تلك البثور . ولذلك فإن اكتشاف هذا السهل الواسع الحديث العهد نسبيا" والخالي من فوّهات الارتطام على سطح بلوتو يفوق كل التوقعات.

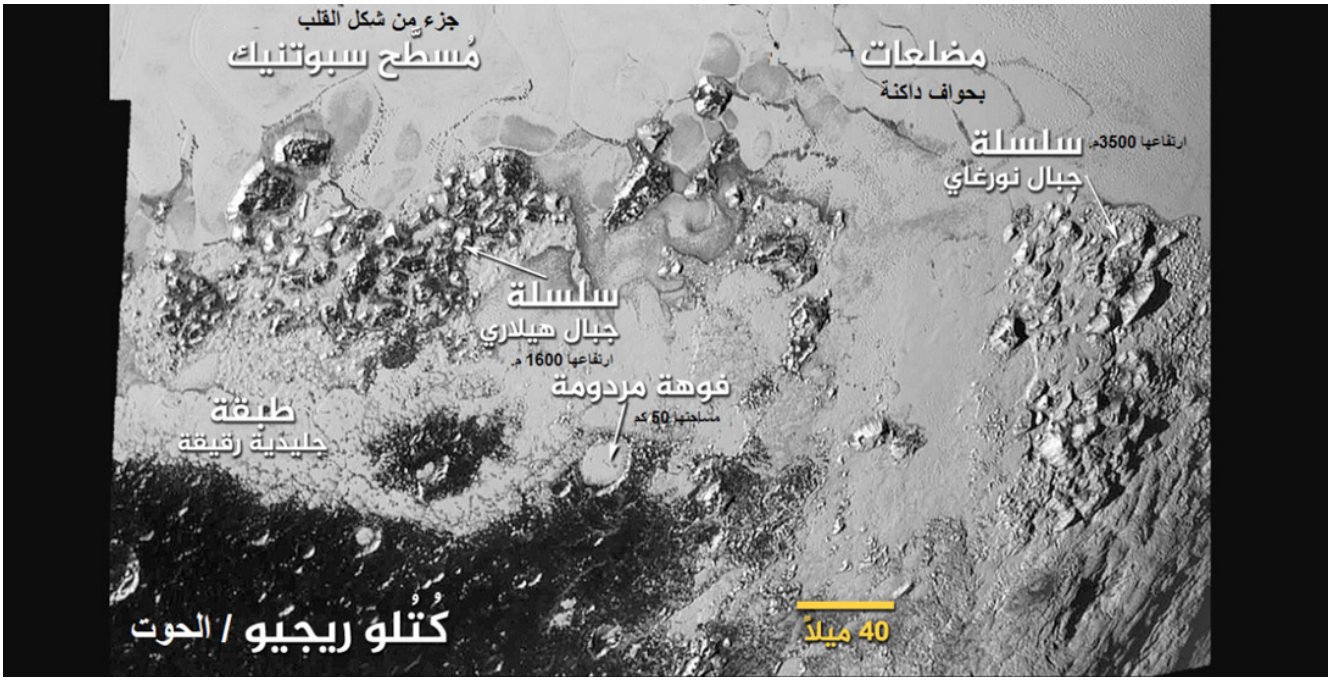


سهول متجمدة داخل منطقة القلب على بلوتو

إن الكثير من المناطق الداخلية للقلب تظهر ملامح وبشكل ملحوظ انه ربما تشكل من العمليات الجيولوجية الجارية على بلوتو، واستنتج العلماء أن عمر هذه المنطقة يجب ألا يتجاوز 100 مليون عام.

اكتشاف سلسلة جبلية ضخمة : حيث كشفت "نيوهورايزنز"، صورة جديدة لمنطقة قرب خط الاستواء للكوكب القزم بلوتو، عن مفاجأة ضخمة. وهذا الاكتشاف يعد بمثابة كنز للجيولوجيين، وهي مجموعة من الجبال حديثة التكوين بالمفهوم الجيولوجي، لا يتجاوز عمرها مائة مليون سنة، وقد تكون لا تزال نشطة جيولوجيا، وهذا السطح يعتبر من اصغر السطوح عمرا في النظام الشمسي، وقد تكون هذه المنطقة مكوّنة من الجليد الجديد نسبيا" الذي قد يحتوي على الميثان المتجمد والنيتروجين وأول أكسيد الكربون.

و إن الجليد الميثاني والنيتروجيني الذي يكسو سطح بلوتو ليس قويا بما يكفي لتشكيل الجبال، لذلك تكون هذه الجبال قد تشكلت من طبقة الجليد المائي حيث تتراوح درجة حرارة بلوتو ما بين - 229 إلى - 234 سليوزية تحت الصفر المؤوي - وبالظروف الباردة جدا" يكون هذا الجليد بمثابة القاعدة الصخرية Bedrock لهذه الجبال .



وللمقارنة مع الأقمار الجليدية للكواكب العملاقة، لا يمكن تسخين بلوتو بواسطة التداخل الجاذبي او قوى مد جاذبي مع كوكب اكبر حجماً منه، حيث ليس بقربه أي من الكواكب العملاقة، وهذا قد يؤدي إلى إعادة النظر في مفهوم القوى الجيولوجية النشطة على العديد من العوالم الجليدية .

وقد أطلق على أول سلسلة جبلية تم اكتشافها إسم) نورجاي Norgay)، التي يبلغ ارتفاعها 3500 متراً وهي تتساوى بارتفاعها جبال روكي الأمريكية . وقد تم لاحقا" اكتشاف سلسلة جبلية ثانية أطلق عليها إسم) جبال هيلاري Hillary (وقد بلغ ارتفاعها 1600 متر، وهي تتساوى بارتفاعها جبال) الأبالاش (الأمريكية، حيث تبعد هذه السلسلة مسافة 110 كم من السلسلة الأولى بالاتجاه الشمال الغربي. وقمم هذه الجبال تشكلت من الماء الجليدي، حيث يكون بمثابة البديل عن القمم الصخرية، وفي نفس المنطقة وجدت فوّهة كبيرة ممتلئة برواسب جليدية حديثة، حيث يبلغ حجمها 50 كم.

وسميت هاتان السلسلتان الجبليتان تيمنا" باسم أول من تسلق قمة افريست "ادموند هيلاري" النيوزلندي ومرافقه الدليل "تينزنينغ نورغاي " النيبالي، وذلك عام 1953 وتبدو صعوبة مهمة استكشاف بلوتو متماثلة بصعوبة تسلق قمة افريست.

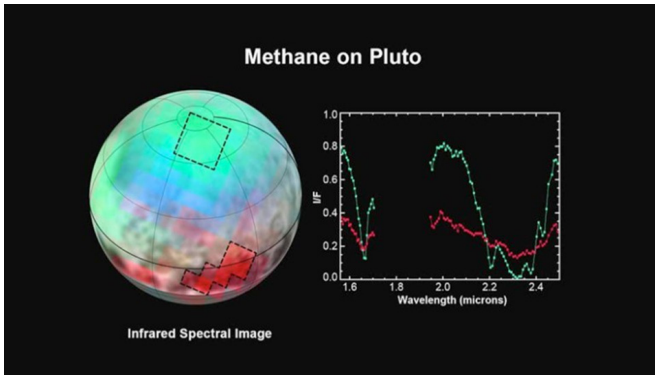
وللعلم فقط، من خلال بحثي القائم على مهمة "نيوهورايزنز – فقد تبين لي بان إسم العالم الجغرافي "محمد الإدريسي " كان من بين احد الأسماء المرشحة لإطلاق إسمه على إحدى السلاسل الجبلية المكتشفة حديثا" على بلوتو، و في اعتقادي الخاص أنه أحق من غيره كأحد ابرز العلماء الجغرافيين للعصور الوسطي، حيث استخدمت خرائطه وأبحاثه الجغرافية على مدى واسع الانتشار في عصر النهضة الأوروبية .

وكشفت مهمة "نيوهورايزنز" أن هناك تدفقاً من الطبقة السطحية في الجزء الشمالي من منطقة سهول "سبوتنيك "

،حيث كشفت عن تدفق من الطبقة الجليدية تظهر على شكل دوامات. وأيضا" تبين أن هذه الطبقة السطحية لها أنماط داكنة وأحيانا لامعة مشكلة حول عوائق تضاريس سطحية وداخل المنخفضات، بشكل مشابه للأنهار الجليدية على كوكب الأرض. وقد فسر فريق من العلماء هذا النمط نتيجة الانتقالات الموسمية للطبقة السطحية الجليدية من خط الاستواء إلى منطقة القطب الشمالي.

وهنالك أيضا" منطقة داكنة تمتد على جزء من خط الاستواء،

وقد أطلق عليها منطقة الحوت Whale / Cthulhu وهي تمتد لمسافة 3000 كم، حيث يأخذ شكل هذه المنطقة شكل الحوت أو السمكة.



وأطلق اسم منطقة " الدو نت Donut " على البقعة البيضاء الواقعة فوق ذيل الحوت وتمتد لمسافة 350 كم .

ومباشرة" على يمين "رأس الحوت" تقع منطقة "شكل القلب"، وهي ألمع منطقة مرئية على هذا الكوكب.

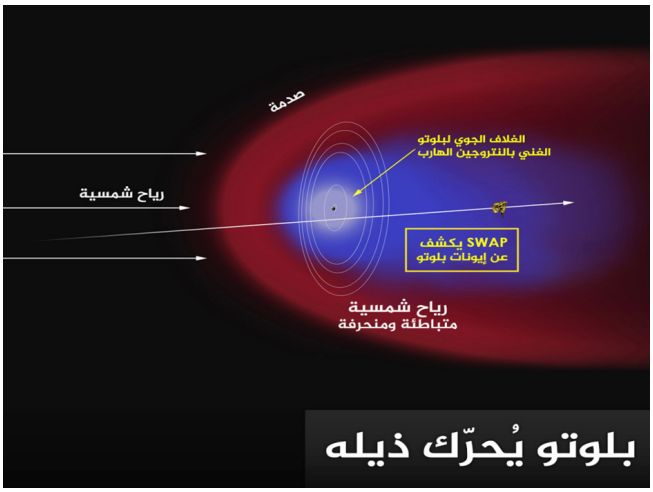
وكشف الجهاز الطيفي Ralph وهو مطياف للتصوير الضوئي وبالأشعة تحت الحمراء على متن " نيوهورايزنز" ، عن تركيز عالٍ لغاز أول أكسيد الكربون المتجمد في منتصف منطقة)تومبو ريجيو .(Tombaugh Regio واكتشف أيضاً من خلال هذا الجهاز عن وفرة في الميثان، وذلك بالعمل على ثلاث موجات من الأشعة تحت الحمراء . ويبدو أن هنالك فوارق في تركيزه من مكان إلى أخر، وتم تحليل توزيع الميثان حسب تدرج الألوان التالية :

اللون الأزرق : كان هنالك تركيز عالٍ ومتوسط للميثان، وهي المنطقة الواقعة بين القطب الشمالي وخط الاستواء ، بطول موجي يتراوح بين Micrometers Wavelengths 1.62 to 1.70.

اللون الأخضر : حيث لم يكن هنالك تركيز عالٍ للميثان، موجته لم تمتص أي تركيز لغاز الميثان، وهي المنطقة الواقعة فوق القطب الشمالي ، بطول موجي يتراوح بين الشماليMicrometers Wavelengths 1.97 to 2.05

اللون الأحمر: - وجد تركيز عالٍ جدا" للميثان، وهي المنطقة الواقعة فوق خط الاستواء ، بطول موجي يتراوح بين Micrometers Wavelengths 2.30 to 2.33 وأشار تحليل الصور إلى وجود طبقات ضبابية واضحة في الغلاف الجوي لبلوتو، وتشكل هذه الطبقات الخفيفة من الضباب عنصرا رئيسيا في تشكيل المركبات الهيدروكربونية. وتبين ان الطبقة الضبابية ترتفع عن سطح بلوتو مسافة تتراوح ما بين 130 كم و 161

كم . وبعد التحليل الأولية للصور الملتقطة، ظهرت أيضا" طبقتان من الضباب، إحداهما ترتفع الى مسافة 80 كم، بينما تقع الطبقة الأخرى على ارتفاع 50 كم .



أما المناطق الضاربة إلي اللون البني - الضارب إلى الاحمرار على سطح بلوتو، وظاهرة تشكل الضباب، فيمكن توضيحهما على النحو التالي :-

- بواسطة أشعة الشمس فوق البنفسجية يتحلل غاز الميثان في الجزء العلوي للغلاف الجوي .

- ينتج عن هذا التحلل مركبات هيدروكربونية أكثر تعقيدا"، مثل الإثيلين والأسيتيلين .Ethylene & Acetylene

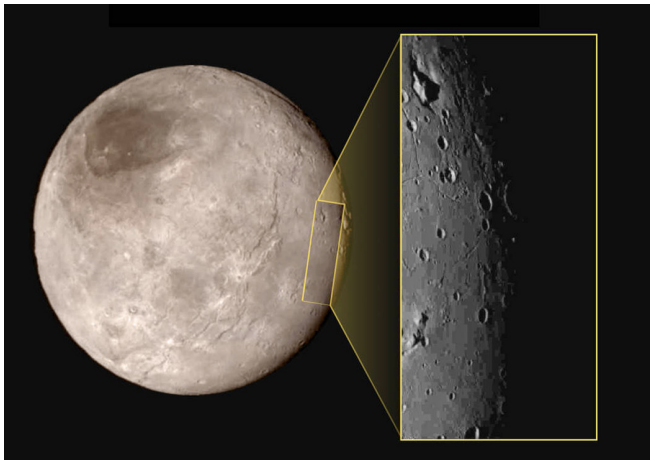
- تتكثف هذه المركبات في الأجزاء الأكثر برودة للغلاف الجوي، لتتحول إلى جُزيئات جليدية خفيفة تؤدي إلى تشكُّل طبقات الضباب .

- طبقات الضباب الخفيف تخضع لتحويل كيميائي بواسطة أشعة الشمس فوق البنفسجية، لتتحول إلى التولينات Tholins وهي الهيدروكربونات الداكنة التي تلون سطح بلوتو.

(تنشأ التولينات من المركبات العضوية التي تتحول كيميائيا من خلال الأشعة فوق البنفسجية، وتتشكل على سطوح الاجرام الجليدية في نظامنا الشمسي التي تعطي للجرم اللون البني الضارب إلى الاحمرار)

ذيل بلوتو : يبدو أن بلوتو يمتلك ظاهرة شبيهة إلى حد ما بالمذنبات، حيث تبين أن بعض الجزيئات التي تُشكّل الغلاف الجوي، تملك طاقةً كافية للتغلب على الجاذبية الضعيفة لبلوتو، وتنتشر بالفضاء حيث يجري تأينها بواسطة الأشعة فوق البنفسجية للرياح الشمسية. ومع التقاء الرياح الشمسية مع الطبقة المؤينة، يتشكل حاجز من قبل الأيونات، لتتباطأ كما هو موضح في المنطقة الحمراء، لتشكل موجة صدمية shock wave مع الرياح الشمسية . بعد ذلك يجري حمل هذه الأيونات بواسطة الرياح الشمسية على طول مجرى التدفق مارةً بالكوكب القزم ، لتشكل ذيلاً مكوناً من الأيونات أو البلازما، كما هو مبين في (المنطقة الزرقاء).

و قد رصدت أداة SWAP فجوةً في الرياح الشمسية - التدفق الخارجي المكون من الجسيمات المشحونة القادمة من الشمس- تقع على المسافة الممتدة بين 77 ألف كيلومتر و109 ألف كيلومتر(وراء بلوتو . وكما كشفت البيانات عن أن هذه الفجوة تحتوي على أيونات النيتروجين وتشكل ذيلا من البلازما .



تم التقاط هذه الصورة للقمر "شارون" في 13 تموز من مسافة 66.000 كم – ويبدو من الصورة أن هنالك رقعة من المنحدرات على امتداد 1000 كم من اليمين إلى اليسار، مما يشير إلى حدوث عملية انقسام واسع الانتشار في قشرة شارون . والنتيجة المرشحة تبدو من خلال العمليات الجيولوجية الداخلية للقمر – وعلى طول حافة الجهة اليسرى من القمر هنالك أخدود بعمق 7 – 9 كم ويمتد طوله لغاية 340 كم . يبلغ قطر القمر شارون 1208 كم ويمثل حوالي 8.5 % من حجم الأرض .

و تفاجأ علماء البعثة للنقص الواضح في الفوّهات النيزكية على شارون جنوب خط الاستواء، مما يعني أن هذه المنطقة عمرها قليل نسبيا حيث تم إعادة تشكيلها من خلال نشاط جيولوجي .

أما السطح الممتد بشكل مائل فيظهر عدداً قليلاً من الفوّهات على مساحة 390 كم من أعلى إلى أسفل، بما في ذلك عدداً قليلاً من الحفر الواضحة.

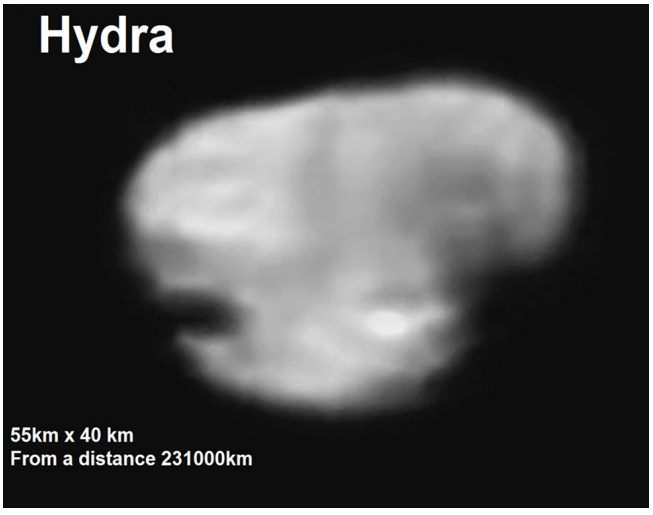
وفي المنطقة القطبية الشمالية للقمر شارون، هنالك تراكم من مادة داكنة بمعالم حدود واضحة، ولا يزال البحث جارياً عن طبيعة هذه المنطقة . ومن إحدى المعالم التي أذهلت الجيولوجيين جبل في قلب حفرة كبيرة / او خندق كبير بجانب المنطقة التي تقع فيها بعض الفوّهات .

وبالإضافة إلى القمر شارون، فإن لدى بلوتو 4 أقمار أخرى، وهي : " هيدرا Hydra ، ونيكس Nix ، وكيربيروس Kerberos ، وستيكس Styx " ، وهي جميعها أصغر بكثير

من القمر "شارون Charon "، وجميع هذه الأقمار تدور حول مركز جاذبية مشترك، يدور حوله كل من بلوتو و"شارون" أيضا.

أما قمر بلوتو "نيكس" Nix فتبدو عليه ملامح بقعة حمراء . إن لون سطح القمر "نيكس" باللون الرمادي – قاد العلماء للاستنتاج بأن المنطقة الضاربة إلى الحمرة هي عبارة عن فوّهة.

والقمر " هايدرا " Hydra يظهر باللون الأبيض والأسود، ويتضح على الأقل أن هنالك فوهتين، إحداهما تبدو في منطقة الظل، آما الجزء العلوي فيبدو بأنه قاتم أكثر من باقي لون القمر، مما يشير إلى اختلاف محتمل في تكوين سطح القمر.



وتم اكتشاف قمري "نيكس" وهيدرا" من خلال تلسكوب "هبل" الفضائي، أثناء عمل فريق "نيوهورايزنز" في عام 2005 للتحضير لهذه المهمة للبحث عن أجرام محتملة بالقرب من بلوتو، لجعل مسار المركبة الفضائية آمناً لهذه المهمة.

وهنالك صور جديدة تكشف عن تفاصيل جديدة عن سهول جليدية وعرة مليئة بالفوهات الناجمة عن عملية الاصطدامات ، اذ تظهر تلك الصور ان القشرة الجليدية لبلوتو متعددة الطبقات في بعض الاماكن ، وبالنظر إلى داخل أعماق تلك الفوهات تعتبر مثابة العودة بالزمن الجيولوجي إلى بدايات تشكل بلوتو مما يساعد على معرفة التاريخ الجيولوجي لبلوتو بشكل مفصل .

وبالمقارنة لدقة تلك الصور والبيانات ، اذ لم يتم الحصول على دقة تلك بالبيانات من كوكبي الزهرة والمريخ إلا بعد مرور عدة عقود من إطلاق عدة مهمات فضائية ، بينما "نيوهورايزنز" حصلت على صور وبيانات رائعة من خلال مهمة واحده بسبب تطور التقدم التكنولوجي لتلك الأجهزة العلمية المحمولة على المركبة .

وتكشف بعض الصور الجديدة عن تصدع وانجرافات ساهمت في نحت بعض أجزاء من قشرة بلوتو السطحية مما قد شكلت تضاريس شديدة الوعورة في بعض الأجزاء من بلوتو .

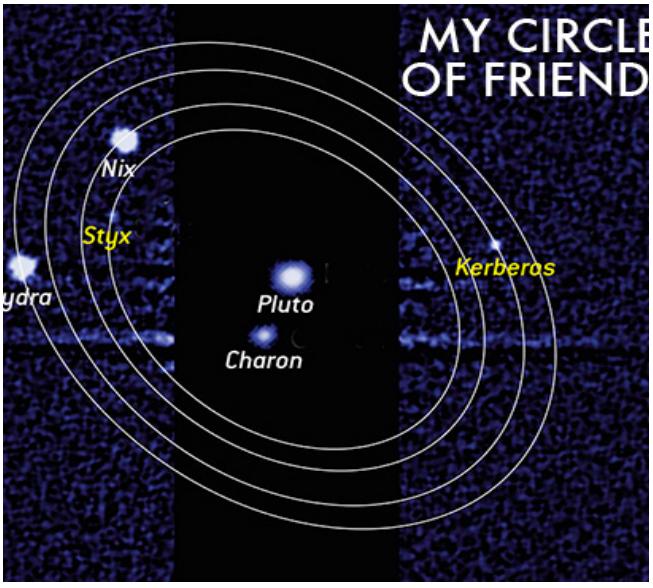
ومن بين التضاريس التي كانت مثيرة للعلماء بعض الثلوج البراقة على العديد من حواف الفوهات بسبب تعرض غاز الميثان للتكثف، وأيضا" بعض الجسيمات باللون الأحمر الداكن (الثولينات)وهي ناتجة عن تفاعل الميثان والنيتروجين بالأشعة الفوق بينفسجية في الغلاف الجوي . .

وبناءا" على الصور الملتقطة لسطح بلوتو لم تكن هنالك (معالم تكتونية انضغاطية) والتي تتشكل جراء تجمد سائل الطبقات الداخلية والتي قد تكون اشكالا" اكثر كثافة يعرف لدي العلماء بجليد النمط الثاني Ice II.

وأظهرت عمليات المحاكاة على برمجات خاصة ، لو كان محيط بلوتو جامدا" سيحوله الى جليد كثيف من النمط الثاني، إذ يعتبر هذا النمط من الجليد يتقلص عندما يتجمد ولايتمدد مثل الجليد الذي نعرفه ذات النمط الأول، وبذلك سوف ينكمش بلوتو من الداخل وسوف يظهر تأثيرها بوضوح فوق سطحه .، وما يعزز فرضية ان بلوتو يحتوى بداخله سائلا" وضوح التمدد الحاصل بالمعالم التكتونية على بلوتو ، وايضا"بسبب الحرارة المتولدة من نواة بلوتو، وتلك الحرارة ناتجة عن تفكك النشاط الإشعاعي لنواة بلوتو، وهذه الاستنتاجات مبنية بشكل رئيسي على دراسة الطبقات التكتونية والطوبغرافية لبلوتو.

والمهم في هذا الاكتشاف ان المحيطات السائلة قد تتواجد على الأقمار والكواكب القزمة ، دون الحاجة لوجود قوى جاذبية مدية من كوكب كبير.

وأظهرت مجموعة من الصور الحديثة وجود نشاط سطحي مثير للاهتمام، اذ تبين ان هنالك علامات سطحية على شكل حرف X.، ولتفسير هذه العلامات يعتقد العلماء أن أنماط هذه الأشكال ناجمة عن الحمل الحراري لجليد النتروجين الذي يتوفر بشكل كبير على سهل(سبوتنيك بانوم) وبذلك تبدو العلامات الغريبة والتي على شكل حرف X ناجمة عن تقاطع أربع خلايا تشكلت بفعل الحمل الحراري.



وبناء على الصور الملتقطة ذات الوضوح الدقيق لسهل (سبوتونيك بلانوم) تظهر انه مكون من عدة خلايا او مضلعات والتي يبلغ عرض كل خلية منها حوالي 16 كم الى 40 كم ، كما ان حواف تلك الخلايا مليئة بالأخاديد. ويظهر في الصورة أيضا جبل جليدي عائم و تلك الجبال العائمة ناتجة عن تفككها من كتل جبلية اكبر حجما" تحررت منها، ويعتبر اندفاع تلك الجبال العائمة ناجم عن تدفق الأنهار الجليدية الغنية بالنيتروجين في سهول مسارات الأنهار الجليدية.

والمهمة التالية لمهمة " نيوهورايزنز " تتمركز حول رصد ودراسة جرم من أجرام حزام كايبر والمعروف بالترميز التالي 2014 MU69 ، حيث يقع مداره على بعد1.6 مليار كم من بلوتو، و يبعد عنا مسافة 43.3 وحدة فلكية وتعادل حوالي 6.5 مليار كم . ولا يعرف مداره بدقة، مما يتطلب استمرار تعقب رصده حتى منتصف عام 2017 ويبلغ لمعانه الظاهري + 25.6 ومن المهم الاختيار المسبق للهدف وتحديده، ليتم توجيه المركبة للموقع المقصود خلال هذا العام، و ذلك لتنفيذ هذه المهمة بنجاح حسب هامش الوقود المتوفر لتعديل مسار المركبة فقط لاستغلاله بشكل فعال.

وعلى مركبة "نيوهورايزنز" أن تنفذ بشكل دقيق أربع مناورات ، لتتمكن من تحديد مسارها للجرم المستهدف PT1 Potential Target 2014 MU69 ، حيث من المتوقع الوصول إليه بتاريخ كانون ثاني من عام 2019 ، وأي تأخير في هذا الموعد سوف يعرض هذه المهمة بأكملها لمخاطر أكبر، وذلك لتفادي استنفاذها لهذا الاحتياطي النفيس من الوقود.

إن مهمة "نيوهورايزنز" مصممة بالأصل للوصول إلى ما هو أبعد من نظام بلوتو لاستكشاف جرم آخر من أجرام حزام كايبر Kuiper Belt ، والجدير بالذكر أن ناسا تصنف بلوتو على أنه أحد أجرام حزام كايبر . و تحمل المركبة الفضائية على متنها وقوداً إضافياً من)الهيدراسين N2H4 (لتتمكن من التحليق بالقرب من هذه الأجرام، والهايدراسين هو مركب كيميائي مهم يستعمل في وقود المحركات النفاثة والصواريخ. والكمية محددة بدقة للعمل لمسافات أبعد من بلوتو، وأنظمة الطاقة أيضا" مصممة للعمل لعدة سنوات أخرى، والأجهزة العلمية المحمولة على المركبة مدروسة للعمل على مستويات أدنى للطاقة من خلال تحليقها بالقرب من الجرم 2014 MU69 .

ويقدر العلماء أن قطر هذا الجرم يبلغ حوالي 45 كم وهو يعادل حوالي 10 أضعاف مذنب بالحجم النموذجي المتعارف عليه - مثل المذنب" P67 تشوري " الذي استهدفته "روزيتا" مؤخرا".

وعلى النقيض من الكويكبات التي تقع في حزام الكويكبات بين كوكبي المريخ والمشتري، فإن أجرام حزام كايبر تتعرض لحرارة أشعة الشمس بنسبة أقل كثيراً مما تتعرض له الكويكبات بسبب بعدها السحيق.

والاعتقاد الراسخ لدى العلماء بان تلك الاجرام بمثابة " كبسولة " من العينات محفوظة جيدا" في صقيع هذا الفضاء، وتمثل الجزء الخارجي من نظامنا الشمسي كما كان قبل 4.6 مليار سنة.

وهنالك الكثير من المعلومات التي سوف تزودنا بها مركبة "نيوهورايزنز" من خلال اقترابها من هذه الأجرام، وبالتالي لا يمكن الحصول على مثل هذه المعلومات من المراصد الأرضية، فعندما اقتربت المركبة الفضائية من بلوتو، فقد حصلت البشرية على معلومات تمثل ثورة معرفية فريدة وغير مسبوقة لنظام بلوتو وأقماره.

ومن خلال الصور التفصيلية والبيانات التي سوف تحصل عليها "نيوهورايزنز " عند اقترابها ودخولها منطقة حزام كايبر، سوف تحدث ثورة معلوماتية في الفهم الأوسع لهذا الحزام و اجرامه .

Al-Kawn (The Universe)

A quarterly scientific magazine published by the Arab Union for Astronomy and Space Science (AUASS)

P .O. Box 782 Amman 11941, Jordan

Email: universe.mag@auass.com

Editor-in-Chief:

Dr. Awni Khasawneh

Editorial Board:

Eng. Khalil Konsul (Editing Director)

Dr. Hanna A. Sabat (Editorial Secretary)

TaimourSaffouri&AzzamZo'by (Typesetting & Design)

Dalal Al-Lala (Graphic Design)

Dr. Ibrahim Nsour

Mohammad Rihan

Advisory Board

Prof. Hamid Alnaimiy (Sharjah University, UAE)

Sheikh Salman Bin JaborAl-Thaani (Qatar Center for Astronomy & Space Science, Qatar)

Prof. HishamGhassib (Princess Sumayya University for Technology, Jordan)

Prof. Jamal Mimouni (Sirius Astronomical Society, Algeria)

Prof. ShawqiDallal (Bahrain University, Bahrain)

Prof. Roger Hajjar (Notre Dame University, Lebanon)

Prof. SalehShithani (QabousUniverity, Oman)

Prof. Suleiman Barakeh (Islamic University, Gaza)

Prof. EqabRabee (Al al-Bayt University, Jordan)

Prof. Mashhour Al-Wardat (Al al-Bayt University, Jordan)

Prof. Franz Kerschbaum (Vienna University, Austria)

Prof. HaykeHarutyunyan (Byurakan Astrophysical Observatory, Armenia)

Prof. Robert Williams (Space Telescope Science Institute, USA)

Prof. Aziz Ziad (Nice University, France)

Dr, Kevin Govender (Office of Astronomy for Development, Republic of South Africa)

Contents :

Space Weather : Solar Storms and their Impact on Earth Prof. Hamid Alnaimiy	4
The Copernican Revolution Prof. Hisham Ghassib	8
Black holes and Hawking Radiation Prof. Mohammad Basil Altaie	10
Interstellar Travel Between Wormholes and Spacetime Engineering Prof. Shawqi Al-Dallal	13
The 14th National Algerian Festival of Popular Astronomy Prof. Jamal Mimouni & Morad Hamaroush	26
Basic Astronomy Concepts Dr. Hanna Sabat	28
Celestial Calender: Jan - Feb - Mas 2016 Mohamad Rihan	31
The Orientation of Ancient Egyptian Temples and its Astronomical Significants Prof. Mosalam Shaltout	37
The Story of the Discovery of the Yucatan (Chicxulub) Impact Crater Eng. Khalil Konsul	51
New Horizons Cameras Penetrate Pluto's Privacy Adli Alhalabi	58