الفصل الرابع

الحياة فى المجموعة الشمسية

إن أحد النيازك والذى انجرف من سطح المريخ والذى لا تزيد كتلته عن ٢ كيلوجرام ويسمى ALH84001، وهذا النيزك ترك المريخ منذ حوالى ١٥ مليون سنة، وسقط فى القطب الجنوبى من الأرض منذ عدة آلاف من السنين، والذى تم اكتشافه ودراسته دراسة كافية، يبين أن الحياة قد تكون بدأت على المريخ قبل الأرض منذ مليارات السنين، ثم انتقلت إلى الأرض مع تدهور البيئة المريخية، وعدم صلاحيتها للحياة. إن هذا النيزك تم اكتشاف عليه بقايا حفرية مثل بقايا الحياة الميكروبية الموجودة على الأرض، وقد تم دراسة هذا النيزك بواسطة علماء بريطانيين، وقد أكد هؤلاء العلماء أن هناك دلائل على مادة عضوية تتسق مع وجود حياة.

إن بعض العلماء يعتقدون أنه، وبعد أن تتلوث البيئة الأرضية، ويطير الغلاف الجوى الأرضى، هناك إمكانية لانتقال الإنسان من الأرض إلى كوكب الزهرة جارتنا العزيزة وأحد كواكب المجموعة الشمسية. إن هناك اعتقادا قويا ويكاد يكون حقيقة بأن الغلاف الجوى مع بداية نشأة الأرض لم يكن من مركباته الأوكسوجين، أهم عنصر فى الغلاف الجوى للحياة، بل إن الأرض الصالحة للزراعة على سطح الأرض هى ناتج من نواتج البراكين. وقد خرجت من باطن الأرض، وذلك عند تكوّن الكرة الأرضية. وبالتالى كانت البراكين فى كل مكان على سطح الأرض. وكونت التربة الصالحة للزراعة.

إن الأرض لا محالة سوف تموت إما بالتدمير وإمّا بالموت البيئى مثل حالة كوكب المريخ، وحفاظًا على نوع هذه الحياة أو إبدالها بحياة شبيهة لها. لن نجد مناصا آخر غير برنامج فضائى متكامل يكون خلاصنا الوحيد كجنس بشرى فى

مستقبل السنين القادمة أو فى المستقبل البعيد. لقد كتب «كارل ساجان» قائلاً: «إن حياة الإنسان أغلى من أن تتقيد بكوكب واحد، فعلى البشرية أن تكتشف عوالم أخرى وكواكب أخرى». وإذا كانت الأرض سوف تنتهى مع نهاية الوقود النووى داخل الشمس بعد ما يقرب من ٥ مليارات من السنين فإن ذلك يجعل الأرض تلتهب لزيادة لهب الشمس وتنتهى الحياة بالجحيم.

ولكن كل التوقع أن تنتهى الأرض قبل ذلك بكثير، من جراء تصادمات كونية أو سقوط كويكبات على سطحها أو كوارث بيئية لا نقدر على حلها. ولذا كان واجب البشر إذا كانوا يشعرون بأهمية ديمومة الحياة أن يستلحوا من الآن لمثل هذه الأيام التى يمكن أن تكون قريبة أكثر مما يتصور أحد.

١ — أصل الحياة:

إن مولد الشمس والمجموعة الشمسية كان من سحابة ضخمة من الغبار، هى أصل هذا النجم الذى أصبح الشمس، وهى ذو حجم فى البداية يصل إلى ما يقرب من سنة ضوئية كقطر لهذه الكرة (معلوم أن السنة الضوئية هى المسافة التى يقطعها الضوء فى سنة كاملة. وهى تعادل حوالى ٩.٥ ألف مليار كيلومتر). ومن المعلوم أن قطر الشمس الحالى حوالى ١ ٣٨١ مليون كيلومتر فقط.

هذه السحابة الشمسية، كان قطرها سنة ضوئية منذ حوالى ٤.٥ مليارات سنة، وأثناء بداية تكون الشمس. لكن السحابة التى تكونت منها المجموعة الشمسية ككل منذ حوالى ٨ مليارات سنة كانت أكبر من ذلك بكثير. وكانت عبارة عن غبار مثل حبة الدخان فى درجة حرارة – تصل إلى ١٦٥ درجة مئوية تحت الصفر. وكانت الأشعة فوق البنفسجية لها عامل فى تطور الغبار لتتجمد جزيئات من الماء على سطحه، ويتجمد النيتروجين ويحدث شعاع الأشعة فوق البنفسجية تفاعلا كيماويا يؤدى إلى بناء جزيئات أكبر لتصبح سحابة يمكن أن يتولد منها نجم جديد أو كوكب جديد.

ويصف عالم الفيزياء الفلكية ماكس بيرنشتين (من وكالة ناسا) ما يحدث بأن يقول: «يؤدى هذا الإشعاع إلى تكسير الروابط فى الجزيئات، ولكنها بسبب تجمدها فى الثلج لا تستطيع أن تخرج لمكان آخر، ويحدث أن تزيد حرارتها

بالمحيط الذى يحويها لتعود وتترابط لتصنع جزيئات أخرى أكثر تعقيدًا». وهذه السحابة من الغبار تتنامى فيها حبيبات الغبار وجزيئاته وتتجمع مواد غير عضوية ومعادن داخل هذه السحابة حتى تصبح سحابة غبار كثيفة، وبذلك يتكون النجم (أو شمس فى حالتنا هذه) ككيس غبار كثيف فى المركز لتدور حوله السحابة حول نفسها مرة كل بضع ملايين من السنين (من المعلوم أن الشمس تدور حول نفسها الآن مرة كل ٢٥ يوما تقريبًا). وتستمر الجاذبية ويستمر الضغط وتلف بمعدل أسرع وأسرع وتتواصل قوة الضغط بلا رحمة حتى يصل به الأمر إلى أن يسخن الغبار فى المركز وبسرعة كبيرة ويتجمع الغبار رويدا رويدًا حتى نجد أنه يبدأ فى اللمعان من داخل السحابة الأم أو من داخل الغبار، وهذا الغلاف الغبارى الذى يحيط بالنجم الوليد، والذى كان يخبىء ضوء الشمس ولمعانها فإنه ينفث بعيدًا فى الفضاء، ويحدث فى النهاية أن يتوهج النجم. إلا أنه يبقى بعض الغبار كالرزاز المتناثر يدور حول النجم الجديد فى شكل حلقة واسعة حول النجم.

يمكن لنا يوميًا رصد نجوم تولد بهذا الشكل فى السماء وأخرى تموت بأن تتحول إلى قزم أبيض صغير فائق التوهج. وإذا كان هذا النجم محظوظا كشمسنا فإنه يتكون حوله كواكب وأقمار وسحب هائمة وأجسام أخرى بأشكال مختلفة، وذلك إذا كانت السحابة فى البداية كثيفة وشديدة الكثافة ليس فى المركز فقط، ولكن فى بعض أطرافها. ونجد أن هناك تكوّنا لمركز مادى كثيف فى هذه الحلقة التى تدور حول النجم بها صخور ميكروسكوبية وجسيمات معدنية وزجاج وماس، وكل هذا الحشد الهائل فى أحد أطراف هذه الحلقة فإن المركز يدور حول نفسه فى شكل دوامة إو إعصار، وتتصادم حبيباته بعنف. وأحيانا كثيرة تتلاحم الجزيئات مكونة أجساما وتزداد كثافة الجسم المركزى فى الحلقة، وفجأة نجد هذا الجسم المركزى يترك الحلقة التى تدور حول الشمس. وتندفع بالاقتراب من الشمس وتمر بحالة من اللااتزان، إلى أن تجد لنفسها مدارا ثابتا حول الشمس ويكون هذا المدار دائما للكوكب. ويمكن أن تسحب معها بعض الإعصارات الصغيرة التى يمكن أن تكون حلقات مثل التى حول زحل، أو أقمار مثل قمر الأرض أو جسيمات هائمة داخل أحزمة الكواكب والتىتدور حول الشمس.

وفى البداية، لا يمكن لنا أن نحصل من الأرض الآن على المادة الأولية للغبار التى تكونت منها الأرض، لأنها تحولت مع مرور مليارات السنين إلى جزيئات ومعادن ذات صفات أخرى، ولكن يمكن دراسة الغبار من خلال ذيول المذنبات التى تزورنا بين الحين والآخر. فهى مازالت من الغبار الأساسى والمكون الأساسى من السحابة الأم التى أنتجت المجموعة الشمسية، وكذا فإن هذه المذنبات تحوى المادة الأساسية من غبارها العضوى فى ذيلها الثلجى الغبارى. وكذلك ما زالت هذه المادة الأولية موجودة فى الكويكبات على رغم أنها صخرية. فهى ما زالت تحتفظ بالماء المتجمد الذى يحتفظ فى ثناياه هذا الغبار الأصلى أو غبار السحابة الأم الذى يحتوى على مواد عضوية، ومواد الأحماض الأمينية، والتى تعتبر أساس بداية الحياة الموجودة على الأرض. وهذه الأرض فى البداية كانت ملتهبة بعض الشىء، وبعد أن تبرد وتبرد كل سيل الحياة فيها يضرب الأرض عاصفة ثلجية من ذيول المذنبات. وترش الأرض الجديدة الصلبة بالماء والغازات وجزيئات فيها مادة الحياة الأولية ومع تفاعل جزيئات الأرض مع الجزيئات المساوية أو الآتية من السماء تبدأ الحياة على الأرض وتتطور بالصورة الحالية.

وكما يقول ماكس بيرنشين فى وكالة ناسا، والمتخصص فى دراسة الغبار يقول: «تتكون بعض جسيمات الغبار ما بين النجوم من مادة عضوية بنسبة ٥٠٪ من وزنها» ويقول أيضًا: «لم يحدث قط لأى فرد أن استخلص أحماضًا أمينية من الغبار، لأن الحبيبات صغيرة كل الصغر، ولكننا نعرف أن هذه الأحماض موجودة فى النيازك، وذيول المذنبات والكويكبات. والتى تتساقط على سطح الأرض كل يوم بالأطنان، فإنها تتضايف معنا وتنشىء الحياة على الأرض».

إن التجارب تقول: إن نسبة ١٪ على الأقل من الجزيئات شبه الحية تنجو من خطر الدمار داخل الغلاف الجوى، قبل أن تصل إلى سطح الأرض، وبالتالى الفرصة الوحيدة القائمة لبداية الحياة على سطح الأرض. لن تكون إلا من هذا الغبار الأولى للسحابة الأم والذى مازال موجودا فى المذنبات والنيازك والكويكبات.

ومازال هناك حلقة ليست كثيفة تدور حول الشمس من الغبار يمكن رؤية آثارها فى بعض أيام السنة فى شكل ضوء يتوهج وينتشر فى السماء ناحية الغرب بعد

الغروب وناحية الشرق قبل الشروق وهو عبارة عن شكل شريحة متوهجة يسمى «بالضوء البروجى» وهو فى شكل مثلث متوهج فوق الأفق. والكويكبات تقوم برش هذا الغبار بين الحين والآخر داخل المجموعة الشمسية وذلك بأن بعض الكويكبات يهرب من مداره نتيجة لوجود الكوكب الضخم المشترى بجواره، ويوجد أيضاً فى أقمار زحل والمشترى طبقات من الغبار الأول، فمثلاً فى القمر فوبوس (قمر المريخ) يرتفع حوله حوالى ١ متر فوق سطحه من هذا الغبار.

والضوء البروجى هو ضوء يرى حول دائرة البروج أثناء شروق وغروب الشمس وناتج من انعكاس الضوء على الغبار بين الكواكب. هناك ضوء آخر يسمى الجيجنشاين "Gegerschein" وهو ضوء خافت جدا يرى فى عكس اتجاه شروق وغروب الشمس.

وأيضاً هناك حلقات غبارية شاحبة حول المشترى، ومازالت المجموعة الشمسية وأطرافها مليئة بهذا الغبار الأول، الذى كان أساس السحابة الأم والذى يعتقد أنه يحتوى على مادة الحياة الأولى. وسمكه يكون دائماً صغيرا جدا وغير كثيف بحيث إنه لا يحجب الضوء.

لذا كان الغبار هو الأساس فى ميلاد النجوم والكواكب وهو أيضاً الأساس فى ميلاد الحياة فى الكون، وبالتالى على سطح الأرض.

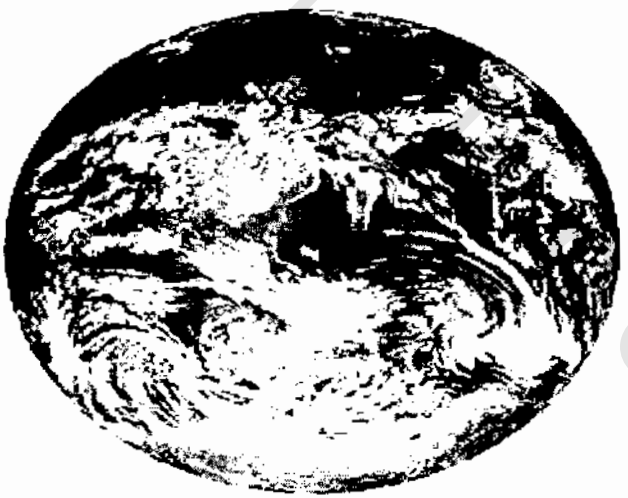
٢ — الحياة على الأرض

أساس الحياة هو وجود غلاف حيوى يسمح بوجود وتطور الحياة، والحياة على الأرض متنوعة، حيث يوجد أكثر من مليون كائن حى متنوع يعيش فى كرة الحياة أو الغلاف الحيوى الذى يحيط بسطح الكرة الأرضية. ولكن هناك صفات مشتركة لكل الكائنات الحية، مثل عملية التمثيل الغذائى التى تساعده على إنتاج ما يحتاجه لاستمرار الحياة. وبذلك يتغذى وينمو، والكائن الحى فى الأساس هو عبارة عن مجموعة ضخمة من الخلايا، هى التى تتغذى حتى تمنح الجسم الاستمرارية فى النمو والحياة. ومن المعلوم أن كرة الحياة أو الغلاف الحيوى قد تطور منذ بدأ تكوين الأرض، وحتى مليار السنة الأخيرة، ليصل بالتقريب لما يحويه

الآن من مكونات غازية ومائية، وطينية وصخرية، الأمر الذى مهد لبدء الحياة على الأرض. من المعلوم أن غاز الأكسوجين كان فقط ١٪ فى بداية تطور الأرض. وهناك متطلبات أساسية لوجود الحياة على أى كوكب مثل أن يكون هذا الكوكب فى نطاق الأوكوسفير للنجم التابع له، وهو حزام الحرارة الذى يسمح للحياة بالتواجد حول هذا النجم، بمعنى أن نجم الشمس له أوكوسفير حوله يمكن أن يكون ما بين درجة حرارة صفر، و١٠٠ درجة مئوية، وبذلك يكون حزام الأوكوسفير للشمس يحتوى على كواكب الزهرة والأرض وقمر الأرض والمريخ فقط، من المعلوم أن الكواكب لا تنتج طاقة تساعد على التسخين، ولكن النجم هو المسئول عن إمداد الكواكب بالحرارة، وبالتالى الشرط الأساسى وغير الكافى لوجود حياة هو وقوع هذا الكوكب فى حزام الأوكوسفير، أما الشرط الثانى فهو وجود غلاف حيوى حول الكوكب، فالقمر يقع فى حزام الأوكوسفير ولكن ليس له غلاف حيوى. وعلى رغم أن الكواكب العملاقة مثل المشترى وزحل ليسا فى حزام الاوكوسفير إلا أن الأغلفة الجوية لهما تحوى حياة أولية ويعتقد أن هذه المادة هى أصل الحياة على الأرض. والنيازك والمذنبات التى تهاجم الأرض بين الحين والآخر هى أيضا حاملة لهذه المادة الأولية للحياة فى الغبار الآتى منها.

إن كل العلوم التى نعرفها، وهذا التطور التكنولوجى الهائل قد تأثر تأثرا مباشرا بوجودنا على الأرض. بل يمكن القول بأنه لو ولدت الحضارة الإنسانية على كوكب آخر غير الأرض، لظهرت علوم أخرى وتكنولوجيات أخرى ترتبت على ظروف هذا الكوكب الجديد. حتى إن الإنسان فى تكوينه لا يصلح للحياة على سطح أى كوكب آخر، إلا باستخدام أجهزة وتقنية عالية تساعده على الحياة، ولمدة محدودة خارج الأرض، بل إن الإنسان يعتبر جزءا لا يتجزأ من أجزاء الأرض، مرتبطا بها ومرتبطة به. والإنسان يرى الكون من خلال غلافنا الجوى والذى يؤثر كثيرا فى شكله الحقيقى، فضلا عن الأبعاد السحيقة لمكونات هذا الكون، وتتأثر الحياة بمكان الأرض فى هذا الكون. والذى تعطى حدودا فيما يمكن أن نراه و ما لا نراه من هذا الكون.

حتى الزمن ورتم مروره وتعريفه، خاص جدا بالأرض ويمكن أن يسمى بالزمن الأرضى، فهو مرتبط برتم حركة وطبيعة الأرض وجاذبيتها، بل لكونات باطنها وسطحها وغلافها الأرضى. والأرض بمكوناتها الحالية هى التى سمحت لنا بهذه الحياة، فمثلا مكونات القشرة الأرضية ووجود المياه والحرارة الشمسية الواصلة إلى الأرض، هما اللذان ساعدا على نمو نباتات معينة وحيوانات معينة فى أماكن معينة على سطح الأرض. ووجود الفلزات بحالتها الحالية يساعد على استخدام تكنولوجيا صناعية ساعدت البشرية فى حياتها اليومية مثل صناعة السيارات والأجهزة الإلكترونية. وحتى الزمن والتاريخ، فالتأريخ خاضع لتحديد وتعريف الأرض لهذا الزمن. والذى يعتبر حتى يومنا هذا تحديده معضلة علمية كبيرة تقلق بال العلماء. وعلى العموم فإن الحياة بعلومها و آدابها وحتى بفنونها ناتج من نواتج وجودنا على سطح هذا الكوكب، شكل الأرض من خلال الأقمار الصناعية كما هو واضح فى الشكل رقم (٢٢)، ولكن يظل السؤال كيف بدأت الحياة على سطح الأرض؟.



شكل (٢٢): صورة كوكب الأرض من خلال الأقمار الصناعية

يرى عالم البيولوجيا الألماني «ستانلي ميلر» أن هواء جو الأرض القديم يمكن أن يكون به مركبات عضوية قد مهدت لقيام الحياة نفسها. إن فكر ستانلي ميلر الذى يعتمد على أن الحياة يمكن أن تنشأ تلقائياً هنا على سطح الأرض، أو من غلافه الهوائى. وبالتأكيد فإن العناصر الأمينية(الحمض النووى)، لم تكن موجودة عندما اتحدت عناصر الأرض، وهى فى أول عمرها قديما، فمن المعروف أن العناصر الأمينية هى أساس بروتين المادة العضوية. ويفترض ميلر أنه قد مرت أحقاب وعهود تصل إلى مئات الملايين من السنين إلى أن وصلنا إلى الحياة العضوية الحالية. وقام علماء آخرون بدراسة الجسيمات الآتية من النيازك، للبحث عن إمكانية حياة أتت لنا من خارج الأرض. وربما كان نبات غير معقد قد بدأت به الحياة على الأرض، خلافا لنظرية ستانلي ميلر.

والآن وباستخدام أحدث الأجهزة العلمية، أمكن للعلماء فحص ودراسة كروموزومات الخلية الحية، وأمكن تمييز جزيئات حمض الديوكسيريو نيوكليك (DNA) والذى يحتل المركز بالنسبة للحياة كلها ويساعدنا على معرفة كيف تعمل أعضاء الإنسان والحيوان والنبات، وكل واحد منها له وظائفه ومميزاته الخاصة به فى كل خلية حية. ناهيك حالياً عما حدث من ثورة فى عملية الهندسة الوراثية، والتى أتاحت استنساخ الحيوان، وبعض الأعضاء البشرية والحيوانية. وكل ذلك يعيدنا إلى سؤالنا الأول، هل الحياة بدأت فى غلاف الأرض الجوى، أو باطن المحيط أو من خارج الأرض.

أظهرت بعض الحفريات وجود حياة فى شكل طحالب على الأرض منذ ما يقرب من ٣.١ مليارات سنة أى بعد بداية نشأة الأرض بما يزيد عن مليارى سنة، وخلال مليار السنة الأخيرة تغير تركيز غاز الأكسجين من ١٪ إلى نسبة ٢١٪ حالياً لوجود حياة على سطح الأرض من نباتية وحيوانية إلى إنسانية. ولو أردنا تتبع الحياة على سطح الأرض منذ البداية لوجدنا أنه فى خلال المليار الأول من عمر الأرض تكونت الجبال وظهرت الحياة البدائية واللافقاريات وبعض النباتات البحرية. وأخذت تتطور الحياة على سطح الأرض وفى البحار والمحيطات حتى

أربعة المليارات الأولى من عمر الأرض. أى منذ أكثر من مليار سنة منذ تكوّن الأرض، على فرض أن عمر الأرض حوالى ٥ مليارات سنة، ومنذ ذلك التاريخ ظهرت الفقاريات الأولى (الأسماك) والنباتات البحرية واللافقاريات البحرية وظهرت الأسماك والبرمائيات بصورتها القريبة. من الحالية منذ حوالى ٣٥٠ مليون سنة وظهرت الزواحف والنباتات الأرضية والجراثيم، منذ ٣٠٠ مليون سنة وصاحب ذلك تجمع الثلوج فى نصفى الكرة الشمالى والجنوبى.

أما الديناصورات فقد ظهرت لأول مرة منذ حوالى ٢٠٠ مليون سنة، وعقب ذلك ظهرت الثدييات والطيور والزواحف وبعض النباتات مثل الصنوبر منذ حوالى ١٥٠ مليون سنة. وفى خلال تلك الفترة سادت الديناصورات الأرض حتى قبل ٦٥ مليون سنة من الآن. من المعلوم أن الحياة الديناصورية قد بدأت منذ حوالى ٢٠٠ مليون سنة ثم دمرت هذه الحياة مرة قبل ١٣٥ مليون سنة، ومرة أخرى قبل ٦٥ مليون سنة. وبدأت الحياة منذ ذلك التاريخ بالتغير وظهرت حياة قريبة من الحياة الحالية، إلى أن بدأت الحياة الطبيعية من حيوان ونبات تظهر وخاصة ظهور بعض الحيوانات مثل الحمار والحصان، وبعض الثدييات، وظهور بعض النباتات الخضراء وكذلك النباتات المزهرة وبدأت الحياة تمهد لظهور الإنسان منذ حوالى ٣ ملايين سنة فقط، على رغم أنه قد تم العثور منذ عدة سنوات فى الصين على حفريات للإنسان الأول أو شبيه الإنسان يمكن أن يصل عمره إلى ٤٠ مليون سنة. لكن الحياة بما فيها من نباتات وحيوانات وإنسان كما فى الحياة اليوم لم تظهر إلا منذ ٣ ملايين سنة. ويظل التساؤل كيف بدأت الحياة على الأرض؟

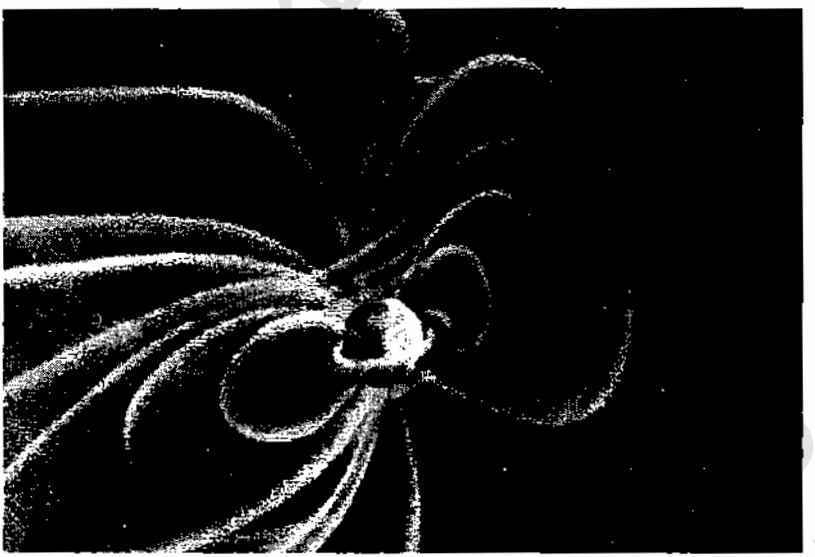
افترض العلماء أن الحياة بدأت على الأرض على هيئة جراثيم أو كائنات دقيقة قد جاءت من الفضاء الخارجى، وفى الحقيقة أن هذا الفرض غير مرض، لأن الانتقال من الفضاء الخارجى إلى الأرض لأى حى لابد وأن يموت قبل أن يصل لأنه يترك المحيط الحى الذى جاء منه باختلافاته ويمر فى فراغ غير حى على الإطلاق، ثم يصل إلى الأرض والتى لم تكن بها حياة على الإطلاق فى ذلك

الحين. لكن حاليا بعد اطلاق السفينة الفضائية روزيتا للبحث عن الحياة فى بعض المذنبات والنيازك والكويكبات، أصبح هذا الاحتمال هو الأقرب للحقيقة، لأنه لوكانت سرعتها غير عالية حين اقترابها من الأرض، لأمكن أن تحافظ على مكوناتها ومركباتها التى هى أساس مكونات المادة العضوية الأرضية حيث تم اكتشاف أن ١٪ على الأقل من المادة العضوية القادمة من الفضاء لا تتأثر بمرورها فى غلافنا الجوى.

وهناك نظرية أخرى، بأن الحياة بدأت من زائرين أتوا إلى الأرض فى مراكب فضائية منذ مليارات السنين، وتركوا البذرة الأولى للحياة على الأرض. وهناك نظرية أخرى تقول: إن الحياة بدأت على الأرض فى مكان ما على سطحها أو فى المحيطات منذ مليارات السنين نتيجة لظروف فيزيائية وكيماوية معينة، استطاعت أن تبدل فى المادة الميتة لتكون الخلايا المكونة للكائنات الحية أو المواد العضوية مثل الهيدروكربونات والدهون، والأحماض النووية (جزيئات DNA والجزيئات المشابهة RNA). وتطالعنا بعض الأخبار العلمية بين الحين والآخر عن هذا الموضوع ففى ابريل سنة ٢٠٠٥ عثر مجموعة من علماء الجيولوجيا فى جامعة سان لويس الأمريكية على قطعة صخرية يرجع تاريخها إلى ٣.٥ مليار سنة. وقد عثر الباحثون على هذه الصخرة فى أحد جبال الصين ولكنهم يقولون: إنها آتية من أعماق المحيطات، وأكد باحثو الجامعة، أن هذه الصخرة تحتوى على مواد كربونية، وكائنات دقيقة متحجرة، مما يدل على أن الحياة قد بدأت منذ فترة أبعد مما كان متصورا. ويؤكد الباحثون فى جامعة سان لويس على أن الحياة قد بدأت فى قاع المحيطات أولا، ثم خرجت إلى سطح الأرض فى وقت لاحق.

ومازال - علميا - هناك جدل لا ينقطع عن هذه المعضلة، ولكن تظل فكرة انتقال الحياة من الفضاء الخارجى إلى الأرض، عن طريق الأجسام الآتية مثل المذنبات والكويكبات والنيازك هى الأوفر حظا والأكثر ملاءمة للأبحاث الحديثة فى هذا المجال. لكن من المؤكد أنه بوجود الحياة على سطح الأرض فقد تغير كل شىء، حتى نسبة الأكسجين فى الجو.

ونتيجة للتمثيل الضوئى حيث وصلت من ١٪ فى البداية إلى ٢١٪ حاليا. ناهيك عن تغير تركيبة الغلاف الجوى للأرض وظهور بخار الماء والغازات الأخرى والتى يعتقد أنها أتت من باطن الأرض في بداية نشأتها بفعل البراكين وغيرها من التغيرات فى باطن وأسطح الأرض. ومن المؤكد أن الحياة كانت صعبة للإنسان فى بداية ظهور الجنس البشرى، فقد تعرضت الأرض لعصور جليدية متكررة كان آخرها منذ حوالى ٤٠٠ ألف سنة فقط، وكانت السبب الرئيسى فى هجرة سكان أوروبا إلى الأمريكتين منذ ذلك التاريخ. شكل الأرض تحيط بها الموجات المغناطيسية وأحزمة فان ألن، تدل على مدى تأثر الارض بما حولها فى الفضاء، وهذا يدل على صحة قدوم الحياة من خارج الأرض، كما هو واضح بالشكل رقم (٢٣)



الشكل (٢٣) رسم توضيحى لأحزمة فان آلن التى تحيط بالأرض وكذلك المجال المغناطيسى الأرضى، أخذ هذا الشكل من موقع وكالة ناسا الأمريكية

الإنسان بعقله المتطور أمكنه التغلب على الصعاب والعوامل الجوية والأرضية ليمارس التطور ويستخدم الأدوات، ووجد أن العلم هو ملاذه فى هذا التطور الذى بدأت البشرية تهتم به منذ فجر التاريخ وخاصة علوم الأرض والفلك والحساب. ولكن بدأت الثورة العلمية الحقيقية منذ حوالى ٣٠٠ سنة فقط، ووصلت إلى ذروتها منذ حوالى ١٠٠ سنة، عندما بدأت العلوم الحديثة فى الظهور وبدأ الإنسان يكتشف تركيب الذرة وأمكنه فى النهاية التوصل لتفتيتها، بل دمج نوياتها. فضلا عن التطور الرهيب فى علوم الطب والصيدلة والهندسة والعلوم الزراعية. ولكن للآن وعندما تهتز قشرة الأرض فى صورة زلزال، أو تخرج ما بداخلها فى صورة بركان، أو تعصف الرياح وتأتى السيول، فإن الإنسان يقف عاجزاً، ويجب أن يتعامل مع ذلك ويتعايش معه، ويفهم قوانين الطبيعة، ويعيش معها، وإلا فإنها سوف تدمره، مهما كان ذكاؤه وقدراته.

٣ – المريخ واحتمالات الحياة

هل نحن وحدنا فى الكون؟ هذا السؤال كان ومازال يؤرق العلميين وغير العلميين على حد سواء. تم اكتشاف فى صخرة آتية من المريخ (والمسمى بالكوكب الأحمر)، وجود ما يشبه هياكل حفرية للديدان، وقد آثار ذلك دهشة العالم لما يمكن أن تكتشفه من حياة كانت موجودة على المريخ وذلك قد حدث اكتشافه سنة ١٩٨٦ كل ذلك جعل الرئيس الأمريكى بيل كلنتون فى صيف ١٩٩٦ وبعد اكتشاف هذه الصخرة يقول: «اليوم تتكلم الصخرة رقم ٨٤٠٠١ إلينا عبر كل تلك المليارات من السنين والبعيدة ملايين الكيلومترات... إنها تحدثنا عن احتمال وجود الاكتشافات المدهشة للعلم على الإطلاق فى كوننا». وفى سنة ١٩٩٧ تكهن علماء الفلك الأمريكيون باحتمال وجود حياة على أقمار المشترى، ولكن بالطبع ليست مثل الحياة الأرضية، ولكنها يمكن أن تفيدنا فى معرفة أصل الحياة على الأرض.

يبقى لغز وجود حياة على سطح المريخ بغير حل حتى الآن، ونقصد بالحياة أى نوع من أنواع الحياة البدائية، على رغم وجود تأكيدات الآن لوجود مياه فى كوكب المريخ، ووجود بعض العناصر الهامة لوجود حياة. إن المحطة الدولية «ألفا»

قادرة على اكتشاف المزيد والمزيد من الكواكب خارج المجموعة الشمسية وبالتالي اكتشاف حياة غير الحياة الأرضية، والموجودة في الفضاء، مع الاعتراف دائماً بأنها سوف تكون حياة مختلفة تماماً عمَّا هو موجود بالأرض حالياً لأن البصمات لا تتكرر. وانطلقت رحلات الفضاء الأمريكية والأوربية بمعدل رحلتين سنوياً لاكتشاف المريخ منذ سنة ١٩٩٦. مثل رحلات باثفيندر، ورحلات مارس جلوبال سيرفيور والتي أطلقت سنة ١٩٩٦، ومركبة مارس روفر التي اكتشفت سطح المريخ بالتفصيل والبحث عن بقايا حياة عليه .وخطا الإنسان خطواته الأولى على المريخ، فقد استطاعت المركبة التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية «سبيريت» الهبوط على سطح المريخ. في مهمة تهدف لجمع عينات للتأكد من وجود ماء على سطح الكوكب الأحمر من عدمه. وتلتها المركبة «أوبرتيونيتي» يوم ٢٥-١-٢٠٠٤ لتشتد المنافسة بين وكالتي الفضاء الأمريكية والأوربية، خاصة بعد فشل الأخيرة في الاتصال مع المركبة بيجل ٢ التي هبطت على المريخ قبل «سبيريت» بأيام وانقطعت الاتصالات بها لمدد طويلة، وأعلنت وكالة الفضاء الأوربية يوم ٢٣-١-٢٠٠٤ - قبل هبوط المركبة أوبرتيونيتي بيومين - أنها رصدت وجود مياه متجمدة بالقطب الجنوبي لكوكب المريخ. والذي يتكون في مجمله من صحارى مترامية الأطراف تتلون تربتها بلون أحمر.. تنتشر بها أكوام الرمال والأحجار وتتخللها قنوات طويلة ووديان مائية. وتضاريس المريخ بحسب علماء وكالة الفضاء الأمريكية ناسا تتكون من وديان عميقة أحدها أعمق وأعرض من أي وادٍ على الأرض، كما توجد على المريخ أماكن تبدو كما لو كانت بحيرات أو قيعان بحار جافة. أما سطح المريخ الآن فجاف ومليء بالغبار والجليد الذي يغطي قطبي الكوكب، وهو عبارة عن غاز ثاني أكسيد الكربون المتجمد. عبر هذا التصور تمكنوا من بناء محاكاة لتضاريس المريخ وغلافه الجوي، وقاموا بتغذية جهاز كمبيوتر خاص بما لديهم من معلومات عن الكوكب وتركود يتصرف وكأنه طائرة تحلق في أجواء المريخ وقاموا بتسجيل التصرفات والاستنتاجات المختلفة التي قام بها الجهاز.. وكانت الخطوة التالية هي بناء نظام تحكم خاص بالطائرة المراد تصميمها مبني على الاستنتاجات السابقة، وتثبيته بها في صورة برنامج يتحكم في حركات

الطائرة فى مختلف الظروف الجوية التى من الممكن حدوثها فى جو المريخ. وبالتالى، أصبح بإمكان الطائرة أن تقوم بالتحليق اعتمادًا على نفسها، وينحصر دور المراقبة الأرضية بتوجيه الطائرة من موقع لآخر فقط، مع الأخذ بعين الاعتبار نقطة هامة هى أن الطائرة مصممة لكى تطير طيرانًا شراعيًا. أما بالنسبة لنقل المعلومات من الأرض للطائرة والعكس، فسيتم إرسال عدد من الأقمار الصناعية التى سوف تلتقط الإشارات من الأرض. ومن ثم تقويتها وإعادة إرسالها مرة أخرى للطائرة، وبهذه الحالة يتم الوصول للطائرة فى أى مكان على الكوكب، والعكس صحيح.

وقبل أن يقرر العلماء شكل وحجم المعدات التى يتم تجهيز الطائرة بها، تم بحث كيفية تغذية الطائرة بالكهرباء، وكان الحل أن يكون سطح الأجنحة مغطى بخلايا شمسية تولد الكهرباء نهارًا. وتقوم بشحن بطاريات خاصة لتزود الطائرة بالطاقة ليلاً، مما يعنى أن الطائرة سيكون بإمكانها التحليق طوال أيام السنة كاملة. وتقرر أن تكون المعدات التى على متن الطائرة هى: ثلاث كاميرات موزعة على أنحاء الطائرة المختلفة، وجهاز قياس وتحليل يعمل بالأشعة تحت الحمراء لتحليل طبقات الصخور والمعادن، وجهاز لقياس الحقول المغناطيسية وتأثيرها على قشرة التربة. ومن المتوقع أن يكون وزن الطائرة قرابة أربعة وعشرين كيلوجرامًا، ويكون طول الأجنحة قرابة المترين، ويكون من الضرورى طى الأجنحة لكى توضع فى الكبسولة الصغيرة الخاصة بنقلها للمريخ. تبقى فكرة جعل الطائرة قابلة للهبوط والإقلاع مجددًا، والتى تم تباحثها بصورة مفصلة بين مؤيد ومعارض، حيث إنها توجب إعداد مكان للهبوط واحتمال الدخول فى مشاكل أخرى تزيد من تعقيد تركيب الطائرة، إلا أن الرأى المؤيد يرى أنه قد يحتاج إلى التقاط بعض العينات أو قد تواجه الطائرة عاصفة ترغمها على الهبوط. لذا تم التوصل إلى أن الطائرة تم تزويدها بمحرك صغير يقوم بدفع الطائرة عند الحاجة (عندما تعجز عن الطيران الشراعى)، أو عند الإقلاع مجددًا فى هذه الحال، وتتمتع الطائرة بأقصى قدر ممكن من المرونة والفاعلية، إذ سيكون بمقدورها الهبوط لدراسة وتحليل جزء من التربة عند الضرورة، وأيضًا بفضل الرحلات السابقة، تكونت صورة واضحة عن تركيبة التربة على سطح المريخ، وبالتالى تحديد المواد المستخدمة فى عجلات

الطائرة وكيفية التصرف أثناء الهبوط والإقلاع مجددا. فى الأول من شهر يونيو ٢٠٠٢ قامت مجموعة من العلماء القائمين على تصميم وتطوير الطائرة باختبار النموذج الأول منها فى جو الأرض.. لم تقم الطائرة بالطيران على ارتفاعات شاهقة، فقد التزم العلماء بالارتفاعات القريبة جدًا من سطح الأرض والطيران بأقل سرعة ممكنة؛ وذلك لمحاكاة ظروف الطيران فى جو المريخ أقصى ما يمكن.

وفى يوم السابع عشر من شهر ديسمبر من عام ٢٠٠٣ بدأت رحلة الطائرة، وقد تم اختيار هذا اليوم بالذات؛ لأنه يصادف الذكرى المئوية الأولى للأخوين رايت عندما نجحا فى إطلاق أول طائرة فى تاريخ البشرية وكانت نتائج أبحاث هذه الرحلة مبهرة لنتائج أبحاث المريخ.

٤ – مركبة الفضاء كاسينى / هايجنز وأمل العثور على الحياة

مركبة الفضاء كاسينى Cassini / Huygens والتى أطلقتها وكالة الفضاء الأوربية ESA فى ١٥ أكتوبر سنة ١٩٩٧، لتدور فى منطقة كوكب زحل وأقماره وحلقاته وقد هبطت هايجنز على قمر زحل (تيتان Titan) يوم ١٤ يناير سنة ٢٠٠٥، وهو ثانى أكبر أقمار المجموعة الشمسية، والذى يعتقد أن تكون هناك المكونات الأولى للحياة. القمر تيتان Titan قطره يصل إلى ٥١٥٠ كيلو مترا، من المعلوم أن قمر الأرض قطرة ٣٤٧٦ كيلو مترا، والأرض قطرها ١٢٧٥٦ كيلومترا. ومن المعلوم أن أكبر أقمار المجموعة الشمسية هو قمر يدور حول المشترى يسمى جنيميد Ganymede ويبلغ قطره ٥٢٦٣ كيلو مترا. إن كوكب زحل بحلقاته الثلاث الرئيسية والحلقات الثانوية والتى يصل عددها حسب كاسينى الآلاف والسحب الغبارية والتى مازالت متبقية منذ نشأة المجموعة الشمسية. ومازالت تدور حول زحل وكذا عدد ١٥ قمراً تدور حول الكوكب، كل ذلك يجعل رحلة كاسينى هامة وشيقة وقادرة على إحضار المعلومات المطلوبة والمفيدة فى فهم أصل الحياة على الأرض ومصدر تلك الحياة[1].

---

(١) لمزيد من المعلومات راجع المصدر الإنجليزى Life on other worlds لمؤلف Jones Spernier وصدر سنة ١٩٨٥.

هبطت هايجنز على القمر تيتان يوم ١٤ يناير سنة ٢٠٠٥ بعد تأخير قليل عمَّ كان مبرمجا لها، حيث كان مبرمجا أن تهبط على تيتان فى شهر نوفمبر ٢٠٠٤. ومن المعلوم أن مركبة الفضاء كاسينى التى تحمل هايجنز وزنها وهى تدور حول زحل ٣١٩ كيلو جراماً، وقد اخترقت هايجنز غلاف تيتان الجوى بدون مشاكل حتى وصلت إلى سطحه، وبذلك تكون أول جهاز علمى يرسل صورا لسطح تيتان وغلافه الجوى بتفاصيل جيدة، تساعد العلماء على معرفة الكثير عن هذا القمر وغلافه الجوى. من المعلوم أن تيتان يبعد حوالى مليون ومائتى ألف كيلو متر عن سطح كوكب زحل. ويدور حول نفسه فى حوالى ١٦ يوما ويدور فى نفس المدة حول كوكب زحل، ومتوسط كثافة القمر يصل إلى حوالى ٢جرام كل سم مكعب، من المعلوم أن كثافة الماء فقط ١. وسرعته وهو يدور حول زحل تصل إلى ٥.٦ كيلومتر أن فى الثانية. ودرجة حرارة سطحه تصل إلى ١٧٨ درجة مئوية تحت الصفر. إن هايجنز الآن فى مكان من المجموعة الشمسية يحسد عليه فهو يرصد أقمارا أخرى لزحل فضلاً عن حلقاته ويدرس أيضاً تفاعل الأقمار مع الحلقات، حيث إن المادة تدفق من الحلقات إلى داخل قمرين من أقمار زحل منهما تيتان كما أكد ذلك عالم الفيزياء الفلكية «كارل موارى» من جامعة كوين مارى بلندن. حيث يقول هذا العالم إن حلقات زحل مرتبة من الخارج إلى الداخل (D,C,B,A,S,G,F) وقد مرت مركبة الفضاء كاسينى بين الحلقتين F,G أى الحلقات الخارجية لزحل، ووصلت بينهما فى أول يناير سنة ٢٠٠٥.

يعتقد أن اللون الأحمر الغالب فى صور الحلقات قد تكونت من جزيئات الغبار أو المادة الغبارية الأولى التى تكونت منها المجموعة الشمسية. ويعتقد العلماء أن هذه المادة الغبارية قد تكون محتوية على المواد العضوية الأولية والمسئولة عن بداية الحياة داخل المجموعة الشمسية. من المعتقد أيضاً أن الحلقات تكونت من تدمير قمر سابق أو عدة أقمار كانت تدور حول زحل. على رغم أن القمر تيتان يبعد أكثر من ١٠ وحدات فلكية (أكثر من مليار ونصف المليار كيلومتر) إلا أننا نرصده هو وزميله فيبى phoebe من على سطح الأرض وكانت الدهشة هى أن هناك تطابقا

كبيرا بين ما رصدته هايجنز من فوق سطحه وما توصلت إليه الأرصاد من الأرض منذ عشرات السنين، لذا كانت هناك أهمية للرصد الأرضى (Ground Based).

إن كاسينى ترسل ما ترصد من صور وكذا هايجنز باستمرار منذ أن انطلقت فى الفضاء فى سنة ١٩٩٧ وحتى أن وصلت إلى مدار كوكب زحل فى يوليو سنة ٢٠٠٤ وبعد أن اخترقت حلقاته فى يناير ٢٠٠٥، ومن المعلوم، ونظرا للبعد بين زحل والأرض فإن الصور تأخذ مدة تصل إلى ساعات حتى تصل إلى المحطات الأرضية المتابعة لرحلة كاسينى فى الوكالة الأوربية للفضاء، وكذلك وكالة ناسا NASA الفضائية، ومن المعلوم أن وكالة ASI الإيطالية مشتركة أيضا فى هذا البرنامج العلمى.

ولكن لماذا تم اختيار القمر تيتان للهبوط على سطحه؟ يعتبر تيتان هو القمر الوحيد فى المجموعة الشمسية والذى له بعض الظروف المشابهة للأرض، حيث له غلاف غازى مكوناته الأساسية هى النيتروجين، من المعلوم أن النيتروجين موجود بنسبة ٧٠٪ فى غلاف الأرض، وحوالى ٩٠٪ فى غلاف قمر تيتان، والضغط الجوى على سطح القمر يصل إلى حوالى مرة ونصف المرة من الضغط الجوى للأرض عند مستوى سطح البحر، من المعلوم أن أقمار زحل عبارة عن أقمار جليدية فى معظمها، وقد استطاعت هايجنز قياس كثافة الغلاف الجوى وطبقاته العليا أثناء هبوطها بواسطة المظلة الحاملة له، بعد انفصاله من المركبة الأم كاسينى، وقد استمر الهبوط حتى السطح حوالى ساعتين ونصف الساعة، وبذلك كانت هناك فرصة تاريخية لقياس الضغط والحرارة والكثافة لكل أجزاء الغلاف الجوى للقمر. ومن المعلوم أيضا وعلى رغم بعد الكوكب عن الشمس فإن الإضاءة التى تصدر منه عالية جدا مقارنة بقمر الأرض.

يقول العالم الفلكى «جان بيير ليبرتون» وهو أحد علماء وكالة ناسا لمتابعة وتحليل ما ترصده هايجنز يقول: «إن هايجنز مزودة بمصباح بقوة ٢٠ واط ليضئ عندما يكون على ارتفاع عدة مئات من الأمتار عن سطح القمر. وذلك لقياس قوة انعكاس الضوء على سطح تيتان». على رغم أن حرارة سطح القمر تصل إلى ١٧٨ مئوية

تحت الصفر إلا أن هايجنز تعمل بكفاءة عالية حتى الآن، وقد حلت مشاكل - التى قابلتها فى رحلتها الشاقة - لم تقدر على حلها المحاولات السابقة لإرسال مركبات فضاء إلى كوكب مثل المركبات بايونير ٢ PionerII، ومجموعة فيجر ١، ٢ Voyager I.II، والتى تم إرسالهما خلال السبعينات من القرن الماضى. وقد رصده هايجنز غاز الميثان فى غلاف تيتان، ولم يتم حتى الآن اكتشاف أكسوجين فى غلافه الجوى. ولكن على رغم ذلك فإن العلماء يؤكدون أن تيتان يحتوى على كل المكونات المطلوبة للحياة على رغم أن وجود غاز الميثان الذى تم اكتشافه ليس ناتجا من وجود حياة على سطح القمر تيتان ويقول العلماء إن البيانات التى أرسلتها هايجنز تظهر أن العملية الهيدروجيولوجية بين الماء والصخور فى أعماق القمر قد كونت غاز الميثان. وقد أظهرت الصور وجود ما يشبه الأنهار على سطح القمر، وهى أنهار من سائل الميثان فى الغالب، وأيضاً المياه، فإذا كان تيتان يحتوى على المكونات المطلوبة والأساسية للحياة مثل النيتروجين والميثان والمياه إلا أن نسبتها لا تساعد على هذه الحياة، إن تشابه غلافى تيتان والأرض يجعله محط أنظار العلماء والمهتمين بأمر الحياة على سطح الأرض وسر هذه الحياة.

وإذا كانت الرحلة قد بدأت تأتى بنتائج باهرة، إلا أننا ننتظر الكثير والكثير من الأسرار حول القمر تيتان والأقمار الأخرى حول كوكب زحل وحلقاته، فضلا عن دراسة كوكب زحل نفسه، وتفهم معنى الصواعق الهائلة التى تحدث على سطح هذا الكوكب[1].

٥ - وسيلة جديدة لإطلاق السفن الفضائية والأقمار الصناعية

لا يبقى الخيال العلمى دائما خيالا.. فى معظم الأحيان يتم تطويعه ليصبح حقيقة، فقد برزت هذه الفكرة إلى الوجود منذ ما يقرب من ٤٠ سنة عندما تخيّل الكاتب «آرثر كلارك» "Arthur Clark" فى كتابه «نافورات الجنة» إمكانية بناء أبراج ترتفع إلى ٢٢ ألف ميل فوق سطح الأرض؛ وبذلك يمكنه الصعود إلى الفضاء

(١) لمزيد من المعلومات راجع المرجع العربى من مجلة العلم العدد ٣٤٢ لسنة ٢٠٠٥.

عن طريق مصاعد داخل هذه الأبراج. ونظرا لانعدام الوزن عند هذا الارتفاع يكون من السهل الانطلاق إلى الفضاء مباشرة من أعلى هذه الأبراج، وبالتالى الاستغناء عن الصواريخ (أو مكوك الفضاء) التى تُستخدم للوصول إلى مثل هذه الارتفاعات والتى يتكلف إطلاقها مبالغ طائلة. فهل سيظل ذلك خيالا علميا إلى الأبد أو أن العلم له كلمة أخيرة.

نبعت الفكرة الأولية لدى علماء وكالة ناسا للفضاء فى إمكانية ربط الأرض بأحد الأقمار الصناعية التى تدور حولها على ارتفاع ٢٢ ألف ميل فوق خط الاستواء عن طريق كابل.. قد يبدو تخيلا عجيبا، ولكنه فى الواقع التطبيقى شىء بسيط. فالنظر العام سيبدو ككابل مربوط بالأرض، ويرتفع عموديا إلى عنان السماء. وقد يدور تساؤل فى أذهان الكثيرين: هل يمكن أن يتدلى هذا الكابل إلى الأرض حرا هكذا فى الهواء من غير أن يقع؟! حقيقة الأمر أن هذا الكابل سيكون معلقا فى الفضاء ثابتا بل ومشدودا بإحكام. ويمكن توضيح هذا ببساطة إذا أخذنا دوران الكرة الأرضية حول نفسها فى الاعتبار. فهذا الكابل الطويل بدرجة كافية يكون مشدودا إلى خارج الكرة الأرضية (أى إلى الفضاء) بفعل قوة الطرد المركزية الناتجة من دوران الأرض حول نفسها، ويمكنك تخيل ذلك بالإمساك بخيط آخره حجر صغير وجعلته يدور حول يدك، فإنك ستجد أن الخيط يبقى مشدودا دائما إلى خارج يدك. فالخيط هنا يمثل الكابل، واليد التى تمسك الحبل تمثل الأرض وهى تدور، والحجر يمثل القمر الصناعى فى آخر الكابل. فى حقيقة الأمر فكرة مصعد الفضاء فكرة بسيطة التنفيذ، ولكن تجابهها بعض المشكلات، الفكرة تبدأ بعملية إطلاق قمر صناعى إلى مدار قريب من الأرض حوالى ٣٠٠ كم فوق سطح الأرض، وعملية الإطلاق هذه بسيطة فى عصرنا الحالى تتم بواسطة الصواريخ أو مكوك الفضاء. بعد ذلك يتم نقل القمر الصناعى من المدار المنخفض إلى مدار أعلى (٣٥٠٠٠ كم فوق خط الاستواء) باستخدام صواريخ صغيرة مثبتة على القمر الصناعى تُعرف بصواريخ النقل النهائى "Final Transferring Thrusters". الغرض الأساسى من هذا الارتفاع الهائل للقمر الصناعى هو أنه على هذا الارتفاع تدور

الأقمار الصناعية حول الأرض بنفس سرعة دوران الأرض حول نفسها، وبالتالى تكون ثابتة بالنسبة لأية نقطة على الأرض. وبالتالى يكون الكابل الذى يصل بين القمر الصناعى والأرض ثابتا لا يتحرك، ثم يتم اختيار نقطة تثبيت الكابل بالأرض بحيث تكون هى مسقط القمر الصناعى على الأرض حتى يكون الكابل مشدودا رأسيا لأعلى دائما. بعد أن يستقر القمر الصناعى فى مداره النهائى حول الأرض، ويتم إنزال كابل صغير من القمر الصناعى حتى يصل إلى الأرض، حيث يتم استعادة طرفه وتثبيته فى منصة على الأرض. يبلغ طول هذا الكابل حوالى ٣٥٠٠٠ كم ، فى حين لا يتجاوز سُمكه واحد ميكرون (حوالى ٠.٠٠٠١ سنتيمتر)، وعرضه يقل تدريجيا من ١٥ سنتيمترا عند نقطة اتصاله بالقمر الصناعى حتى يصل إلى حوالى ٥ سنتيمترات عند نقطة اتصاله بالأرض. إن مثل هذا الكابل الذى هو فى سمك الورقة لا يمكن أن يتحمل أى أوزان تعلق عليه، لكن فى الحقيقة هو ليس ضعيفا أو هشا، بل هو فى قوة تحمل الماس؛ حيث إن له نفس التركيب الجزيئى (يستطيع هذا الكابل أن يتحمل أوزان تبلغ حوالى ١٢٣٨ كيلوجراما). حيث إن التركيب الجزيئى للمادة المصنع منها مثل هذا الكابل تتكون من تجمع جزيئات كربونية لها شكل أنبوبى بطول كبير جدا، تسمى "nano-tubes Carbon". مثل هذه المواد التى تحتوى على مثل هذه التركيبة الجزيئية تتمتع بخفة الوزن والمتانة العالية، حيث إنها من الناحية النظرية أقوى بحوالى ثلاثين ضعفًا من أى معدن آخر. وبعد أن يتم تثبيت الكابل بالمنصة على الأرض تأتى الخطوة التالية. فيتم تركيب عربة على الكابل، هذه العربة مثبتة باستخدام عجلات من المطاط، ويمكنها الصعود أو النزول على الكابل باستخدام محركات كهربية. وتستمد هذه المحركات الطاقة اللازمة لها عن طريق شعاع ليزر مركز على خلايا ضوئية مركبة على السطح السفلى للعربة (السطح المواجه للأرض). هذه الخلايا الضوئية هى المسئولة عن توليد الطاقة الكهربية اللازمة لحركة المركبة. ويركب بهذه العربة طرف من كابل آخر له نفس مواصفات الكابل الأول. وتصعد العربة على الكابل الأول رافعة معها الكابل الثانى حتى تصل

العربة إلى آخر الكابل الأول، ويتم ربط العربة بجسم القمر الصناعى، وبذلك نكون قد حصلنا على كابلين يربطان بين القمر الصناعى والأرض، وهذان الكابلان مجتمعان يتحملان مرة ونصفا أكثر من تحمل الكابل الواحد. وتتم نفس العملية ٢٠٧ مرات لتقوية الكوابل (أى صعود ٢٠٧ مرات فنحصل على ٢٠٨ كوابل تربط بين القمر الصناعى والأرض)، وفى النهاية نجد أن هذه الكابلات مجتمعة تستطيع تحمل صعود عربة تزن ٢٢٠٠٠ كيلوجرام، وهذه العربة يمكن أن تُحمّل عليها أوزان تصل إلى ١٤ طنا، ويمكن رفعها إلى الفضاء (إلى ارتفاع ٣٥٠٠٠ كم) فيما يشبه المصعد؛ ومن هنا جاءت تسميته «مصعد الفضاء» "The Space Elevator". يمكن أن نرى الأهمية الكبيرة لمصعد الفضاء هذا، فهو وإن كانت تكاليف بنائه كبيرة جدا (قُدرت بحوالى ٤٠ مليار دولار) فإن تكاليف الصعود إلى الفضاء باستخدام مصعد الفضاء سوف تنزل إلى عشرة آلاف مرة أقل من التكاليف اللازمة باستخدام الصواريخ أو مكوك الفضاء الآن. وفى النهاية فمن الطريف أن نعلم أنه بعد أن أنهى «آرثر كلارك» كتابه «نافورات الجنة» الذى نحدث فيه عن مصعد الفضاء سُئل عن متى يمكن لمثل هذا المصعد أن يتحول من خيال إلى حقيقة؟ فأجاب: بعد حوالى ٥٠ عاما. ويعتقد العلماء أن هذا المصعد سوف يكون جاهزا خلال سنة ٢٠١٥.

٦ -- أشباه الأرض فى الكون

هل الأرض هى الكوكب الأوحد والوحيد الذى عليه حياة فى هذا الكون الفسيح؟. من المعلوم أن الكون يحتوى على عدد يبلغ أكثر من ألف مليون مجرة تم رصدها حتى الآن، وما زال الكون يتوسع يوما بعد يوم، ويمكن أن يكون هناك أضعاف أضعاف هذا الرقم لم يتم رصده، نظرا لضعف إمكانات الرصد الحالية. وهناك فى كل مجرة عدد من النجوم يصل إلى آلاف الملايين من النجوم، والتى لابد وأن يكون لعدد غير قليل منها توابع مثل توابع الشمس، وهذا يزيد من احتمال وجود حياة فى الكون غير الحياة على الأرض. ولكن تظل الحياة على الأرض الوحيدة فى شكلها وصفاتها. ولايوجد حياة مثلها تماما. لكن وجود

ملايين الحيوات الأخرى فى الكون بل قل المليارات أمر وارد، ولكن فى صور مختلفة تماما عن تلك التى فى الأرض. ولحساب عدد الكواكب التى يمكن أن تكون مأهولة فى الكون لابد لنا أن نستخدم نموذجا كونيا مناسبا. ويمكن تبسيط أحد النماذج المعروفة بنموذج الكثافة الحرجة. ويتميز النموذج ببساطة رياضته وليس هناك ما يثبت خطأ نظرياته حتى الآن:

النسبة بين الكثافة الحالية لمادة الكون والكثافة الحرجة التى يتوقف عندها تمدد الكون هى النسبة (جـ) التى تساوى

$$\frac{٨ \text{ ط ى ث}}{٣ \text{ هـ}^{٢}}$$

حيث «ى» ثابت الجاذبية العام وهو يساوى كقيمة عددية مقدارها $6.7X10^{-8}$

والرمز «ث» يرمز إلى الكثافة الحالية لمادة الكون، «هـ» ثابت هابل Hable's Constant، وقيمته ٥٠ كم/ثانية ميجا بارسك (الميجا بارسك = مليون بارسك. والبارسك هو المسافة التى يقطعها الضوء فى ٣.٢٦ سنة) بمعنى أن هذه المسافة تعادل سرعة الضوء وهى ٣٠٠ الف كيلومتر (فى الثانية) مضروبة فى ٦٠ ×٦٠× ٢٤ × ٣٥٦.٣ × ٣.٢٦. وبالطبع ط= ٧/٢٢ .

حيث يتمدد الكون تبعاً للنسبة (جـ) فإذا كانت «جـ» أكبر من الواحد الصحيح، يكون الكون مغلقاً على نفسه وذا حجم محدود، وبذلك سوف يتوقف عن التمدد الحالى عند لحظة معينة فى المستقبل البعيد جدا أى بعد حوالى ٤ مليارات ونصف المليار سنة ثم يعود إلى الانكماش مرة أخرى .

وإذا كانت جـ = ١ فإن الكون يتمدد بلا نهاية

وإذا كانت «جـ» أصغر من الواحد الصحيح، يكون انحناء الكون سالبا وحجمه غير محدود وبذلك يتمدد إلى الأبد. وحسب هذا النظام فإن عدد الكواكب المشابهة للأرض فى المجرة الواحدة (ولتكن مجرتنا) يصل إلى 10^{6} كواكب أى مليون كوكب. من المعلوم أن مجرتنا واحدة من آلاف الملايين من المجرات، معظمها

أكبر من مجرتنا السماة بسكة التبانة. وكثافة الكواكب المشابهة للأرض فى الكون تصل إلى $١٠^{٣} \times ٣$ كوكب / فى الميجا بارسك (الميجا بارسك يعادل مليون بارسك). فإذا كانت جـ أكبر ١ فيكون عدد الكواكب شبية الأرض $١٠^{١٦}$ كواكب أى عشرة ملايين مليار كوكب .

وعليه فإنه إذا كانت هناك عشرة ملايين مليار كوكب مشابهة للأرض فإن احتمال وجود حياة لا يمكن أن يكون صفراً وإذا كان قريبا من الصفر فإن مليارات الكواكب سوف تكون عليها حياة ولكن بالتأكيد بصور مختلفة. ويمكن أن نجزم علميا بوجود ملايين الكواكب عليها حياة، لكن مختلفة بالتأكيد عمًا عليه الحياة فى الأرض، وهناك شبه استحالة لوجود اتصال مباشر بيننا.

وإن احتمالية الانتقال من كوكب مثل الأرض إلى كوكب آخر مأهول بالحياة يحتاج للسفر بالسفن الفضائية الحالية إلى أكثر من ألف سنة سفر فى الفضاء الفسيح، وذلك حتى نصل إلى أقرب الكواكب، والتى يمكن أن يكون بها حياة، ولذلك وحتى الآن لم يحدث أن سافر أحد أو أتى أحد من هذا الكون ليخبرنا ماذا يحدث هناك، أو حتى الرسائل المتبادلة بين حضارات هذه الكواكب لا يؤمل فيها كثيراً. وقد تم فعلا بث رسائل فى حدود العشرين رسالة بواسطة علماء الفلك فى أمريكا وروسيا وكندا، وقد تم بناء عدد ضخم من المناظير الراديوية لها هوائى قطره يصل إلى ٨٥٥ مترا وتمتد لمسافة تصل إلى ٥ كيلومترات، ويمكنها أن تستقبل الموجات الآتية من على بعد يصل إلى ألف سنة ضوئية، لكن هذه المناظير لم تستقبل حتى الآن أية رسالة من الحضارات الأخرى. وكخطوة متواضعة وضعت سفينة الفضاء الأمريكية بيونير ١٠ بعد مرورها على كوكب المشترى وفى مدار تخرج فيه من المجموعة الشمسية رسائل تصف العالم الأرضى ورسوماً للإنسان على الأرض وبعض المعلومات عنا فى الأرض[١].

---

(١) لمزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى المصدر للمؤلف (Zeilik) من المصادر الإنجليزية لسنة ١٩٩٤.

وفى سياق بحثنا عن الحياة فى الكون يمكن أن نتساءل هل توجد حياة قريبة منا «أى فى كواكب أو كويكبات المجموعة الشمسية». الحقيقة أن الأرض هى الوحيدة ذات الغلاف الجوى المناسب، وإذا كانت هناك حياة أو شبه حياة فلابد وأن تكون قريبة جدا من الحياة ومكوناتها الأساسية على الأرض، ويرى بعض الباحثين أن أنسب مكان لوجود حياة بشكل ما على المجموعة الشمسية هو حزام الكويكبات بين المريخ والمشترى، حيث يمكن الحصول على المعادن أو مركبات عضوية من هذه الكويكبات ويمكن الحصول على الوقود النووى من المشترى، ونظرا لتقارب الكويكبات وصغر حجمها يمكن التنقل بينها. و لكن من الصعب رصد مثل هذه الحياة على سطح هذه الكويكبات بالرصد من الأرض، ولا يوجد سبيل للتأكد من وجود أية صورة من صور الحياة هناك إلا بإرسال بعض سفن الفضاء إلى هناك، وقد تم بالفعل إرسال مركبة الفضاء روزيتا التى سوف تأتينا بالخبر اليقين عن الحياة، ليس فقط على الكويكبات بل على الأرض نفسها فى موعد غايته سنة ٢٠١٤، فهل نصل إلى الخبر اليقين عن الحياة فى خارج الأرض وبالتالى عن الحياة على الأرض نفسها، والتى مازالت تعتبر لغز الألغاز.

جدول رقم (I) مقارنة بين كواكب المجموعة الشمسية، وبعض خصائصها الفيزيائية، وكذا خصائص حركتها حول نفسها وحول الشمس

الكوكب ورمزه	البعد المتوسط عن الشمس (نصف القطر الأكبر) وحدة فلكية	مليون كم	زمن الدوران النجمي سنة	الاقتراني يوم	السرعة المتوسطة كم / ث	إهليجية المدار المدار	ميل المدار على البروج على البروج	طول (١٩٧٠) العقدة الصاعدة	الحضيض الشمسي	عدد الأقمار
عطارد	٠,٣٩	٥٧,٩١	٠,٢٤	١١٥,٩	٤٧,٩٠	٠,٢٠٥٦	٧,٠°	٤٨,٠°	٧٧,٠°	صفر
الزهرة	٠,٧٢	١٠٨,٢١	٠,٦٢	٥٨٣,٩	٣٥,٠٥	٠,٠٠٦٨	٣,٤°	٧٦,٤°	١٣١,١°	صفر
الأرض	١,٠٠	١٤٩,٦٠	١,٠٠	–	٢٩,٨٠	٠,٠١٦٧	–	–	١٠٢,٤°	١
المريخ	١,٥٢	٢٢٧,٩	١,٨٨	٧٧٩,٩	٢٤,١٤	٠,٠٩٣٤	١,٨°	٤٩,٢°	٣٣٥,٥°	٢
المشترى	٥,٢٠	٧٧٨,٣	١١,٨٦	٣٩٨,٩	١٣,٠٦	٠,٠٤٨٥	١,٣°	١٠٠,١°	١٣,٨°	١٥
زحل	٩,٥٤	١٤٢٧	٢٩,٤٦	٣٧٨,١	٩,٦٥	٠,٠٥٥٦	٢,٥°	١١٣,٤°	٩٢,٤°	١٧
يورانوس	١٩,١٨	٢٨٧٠	٨٤,٠٢	٣٦٩,٧	٦,٨٠	٠,٠٤٧٢	٠,٨°	٧٣,٨°	١٧٠,٢°	٥
نبتون	٣٠,٠٦	٤٤٩٦	١٦٤,٧٩	٣٦٧,٥	٥,٤٣	٠,٠٠٨٦	١,٨°	١٣١,٤°	٤٤,٤°	٢
بلوتو	٣٩,٧	٥٩٤٦	٢٤٧,٧	٣٦٦,٧	٤,٧٤	٠,٢٥٣	١٧,١°	١٠٩,٩°	٢٢٣,١°	١

obeikandl.com

الكوكب	طول القطر الاستوائي		الفلطحة	الكتلة	الكثافة المتوسطة	عجلة الجاذبية على السطح	سرعة الإفلات	زمن الدورة				ميل خط الاستواء على مستوى المدار	العاكسية
	كم	الأرض=١		الأرض=١	جم/سم٣	الأرض = ١	كم / ث	ث	ق	س	ى		
عطارد	٤٨٤٠	٠,٣٨	صفر	٠,٠٥٦	٥,٦٢	٠,٣٩	٤,٣			١٥	٥٨	٧	٠,٠٦
الزهرة	١٢١١٢	٠,٩٥	صفر	٠,٨١٤٨	٥,٢٣	٠,٨٩	١٠,٣		٤	٢٣	٢٤٢	٦,٠	٠,٧٦
الأرض	١٢٧٥٦	١,٠٠	٠,٠٠٣٤	١,٠٠٠	٥,٥٢	١,٠٠	١١,٢	٤	٥١	٢٣		٢٣,٥	٠,٣٩
المريخ	٦٨٠٠	٠,٥٣	٠,٠١٣٢	٠,١٠٧	٣,٩٥	٠,٣٨	٥,٠٠	٢٣	٣٧	٢٤		٢٤,٠	٠,١٦
المشترى	١٤٣٦٥٠	١١,٢٤	٠,٠٦١	٣١٧,٨٢	١,٣٠	٢,٣٥	٥٧,٥		٥٠	٩		٣,١	٠,٦٧
زحل	١٢٠٦٧٠	٩,٤٧	٠,٠٩٦٠	٩٥,١١	٠,٦٨	٠,٩٣	٣٣,١		١٤	١٠		٢٦,٨	٠,٦٩
يورانوس	٤٧١٠٠	٣,٧٠	٠,٠٦	١٤,٥٢	١,٥٨	٠,٩٩	٢١,٦		٤٩	١٠		٩٨,٠	٠,٩٣
نبتون	٤٩٢٠٠	٣,٨٦	٠,٠٢	١٧,٢٢	١,٦٥	١,١٤	٢٣,٤		٤٠	١٥		٢٩	٠,٨٤
بلوتو**	٥٠٠٠	٠,٣٩	—	٠,١٨	٤	٠,٧	٧			٩	٦		٠,١٤

obeikandi.com

جدول رقم (II): الكويكبات الأكبر المعروفة أخذ الجدول (II),(III) من الموقع :
http://alumnus.caltech.edu/~marcsulf/asteroid/asteroid.html

رقم الكويكب	اسم الكويكب	سنة الاكتشاف	اسم المكتشف	نصف القطر بالكم	زمن دورته حول نفسه	زمن دورته حول الشمس بالوحدة الفلكية	بعده عن الشمس كل (10^6km)	البعد عن الشمس بالسنة
1	Ceres	1801	G.Piazzi	457	9.08	2.767	413.9	4.61
2	Pallas	1802	H.Olbers	261	7.81	2.771	414.5	4.61
4	Vesta	1807	H.Olbers	250	5.34	2.362	353.4	3.63
10	Hygiea	1849	A.De Gasparis	215	-18.4	3.144	470.3	5.59
511	Davida	1903	R.Dugan	168	5.13	3.178	475.4	5.67
704	Interamnia	1910	V.Ceruili	167	8.73	3.062	458.1	5.36
52	Europa	1858	H.Goldschmidt	156	5.63	3.097	463.3	5.46

تابع جدول رقم (II): الكويكبات الأكبر المعروفة. أخذ الجدول (II)،(III) من الموقع :

http://alumnus.caltech.edu/~marcsulf/asteroid/asteroid.html

رقم الكويكب	اسم الكويكب	سنة الاكتشاف	اسم المكتشف	نصف القطر بالكم	زمن دورته حول نفسه	زمن دورته حول الشمس بالوحدة الفلكية	بعده عن الشمس كل (10^6km)	البعد عن الشمس بالسنة
15	Eunomia	1851	A.De Gasparis	136	6.08	2.644	395.5	4.3
87	Sylvia	1866	N.Pogson	136	5.18	3.486	521.5	6.52
16	Psyche	1852	A. De Gasparis	132	4.2	2.922	437.1	5
31	Euphrosyne	1854	J. Ferguson	-124	5.53	3.156	472.1	5.58
65	Cybele	1861	E. Tempel	123	6.07	3.429	513	6.37
3	Juno	1804	K. Harding	122	7.21	2.67	399.4	4.36
324	Bamberga	1892	J. Palisu	121	29.43	2.683	401.4	4.41

obeikandl.com

تابع جدول رقم (II): الكويكبات الأكبر المعروفة. أخذ الجدول (II),(III) من الموقع :

http://alumnus.caltech.edu/~marcsulf/asteroid/asteroid.html

رقم الكويكب	اسم الكويكب	سنة الاكتشاف	اسم المكتشف	نصف القطر بالكم	زمن دورته حول نفسه	زمن دورته حول الشمس بالوحدة الفلكية	بعده عن الشمس كل (10^6km)	البعد عن الشمس بالسنة
107	Camilla	1868	N. Pogson	118	4.84	3.488	521.8	6.5
532	Herculina	1904	M. Wolf	116	9.41	2.772	414.7	4.61
451	Patientia	1899	A. Charlois	115	9.73	3.063	458.2	5.36
48	Doris	1857	H.Goldschmidt	113	11.89	3.112	465.5	5.48
29	Amphitrite	1854	A. Marth	120	5.39	2.554	382.1	4.08
423	Diotima	1896	A. Charlois	119	4.62	3.068	459	5.37
121	Hermione	1872	J. Watson	109	-6.1	3.451	516.3	6.37

تابع جدول رقم (II): الكويكبات الأكبر المعروفة. أخذ الجدول (II),(III) من الموقع :

http://alumnus.caltech.edu/~marcsulf/asteroid/asteroid.html

رقم الكويكب	اسم الكويكب	سنة الاكتشاف	اسم المكتشف	نصف القطر بالكم	زمن دورته حول نفسه	زمن دورته حول الشمس بالوحدة الفلكية	بعده عن الشمس كل (10^6km)	البعد عن الشمس بالسنة
13	Egeria	1850	A. De Gasparis	107	7.04	2.576	385.4	4.14
45	Eugenia	1857	H.Goldschmidt	107	5.7	2.721	.407.1	4.49
94	Aurora	1867	J. Watson	106	7.22	3.158	472.4	5.63
7	Iris	1847	J. Hind	102	7.14	2.386	356.9	3.68
702	Alauda	1910	J. Helffrich	101	-8.36	3.194	477.8	5.71
372	Palma	1893	A. Charlois	98	-6.58	3.146	470.1	5.57
128	Nemesis	1872	J. Watson	97	39	2.75	411.4	4.56

obeikandl.com

تابع جدول رقم (II): الكويكبات الأكبر المعروفة. أخذ الجدول (II),(III) من الموقع :

http://alumnus.caltech.edu/~marcsulf/asteroid/asteroid.html

رقم الكويكب	اسم الكويكب	سنة الاكتشاف	اسم المكتشف	نصف القطر بالكم	زمن دورته حول نفسه	زمن دورته حول الشمس بالوحدة الفلكية	بعده عن الشمس كل (10^6km)	البعد عن الشمس بالسنة
6	Hebe	1847	K. Hencke	96	7.27	2.425	362.8	3.78
154	Bertha	1875	Prosper Henry	96	?	3.184	476.3	5.68
76	Freia	1862	H. d'Arrest	95	9.98	3.39	507.1	6.3
130	Elektra	1873	C. Peters	95	5.22	3.119	466.6	5.49
22	Kalliope	1852	J. Hind	94	4.15	2.91	435.3	4.97
259	Aletheia	1886	C. Peters	92	?	3.139	469.6	5.6
41	Daphne	1856	H. oldschmidt	91	5.99	2.765	413.6	4.59

تابع جدول رقم (II): الكويكبات الأكبر المعروفة. أخذ الجدول (II),(III) من الموقع :

http://alumnus.caltech.edu/~marcsulf/asteroid/asteroid.html

رقم الكويكب	اسم الكويكب	سنة الاكتشاف	اسم المكتشف	نصف القطر بالكم	زمن دورته حول نفسه	زمن دورته حول الشمس بالوحدة الفلكية	بعده عن الشمس كل (10^6km)	البعد عن الشمس بالسنة
2060	Chiron	1977	C. Kowal	-90	?	13.716	2,051.90	50.8
747	Winchester	1913	J. Metcalf	89	9.4	2.998	448.5	5.18
120	Lachesis	1872	A. Borrelly	89	(>20)	3.118	466.4	5.47
790	Pretoria	1912	H. Wood	88	10.37	3.406	509.5	6.29
566	Stereoskopia	1905	P. Gotz	88	?	3.387	506.7	6.27
911	Agamemnon	1919	K. Reinmuth	88	-7	5.201	778.1	11.9
153	Hilda	1875	J. Palisa	87	?	3.969	593.8	7.92

obeikandl.com

تابع جدول رقم (II): الكويكبات الأكبر المعروفة. أخذ الجدول (II),(III) من الموقع :

http://alumnus.caltech.edu/~marcsulf/asteroid/asteroid.html

رقم الكويكب	اسم الكويكب	سنة الاكتشاف	اسم المكتشف	نصف القطر بالكم	زمن دورته حول نفسه	زمن دورته حول الشمس بالوحدة الفلكية	بعده عن الشمس كل (10^6km)	البعد عن الشمس بالسنة
194	Prokne	1879	C. Peters	87	-15.67	2.616	391.3	4.23
96	Aegle	1868	J. Coggia	87	?	3.051	456.4	5.33
59	Elpis	1860	J. Chacornac	87	13.69	2.713	405.9	4.47
386	Siegena	1894	M. Wolf"	87	9.76	2.896	433.2	4.93

obeikandl.com

جدول رقم (III) : بعض الكويكبات المختارة، التي دائما تظهر في السماء في فترات متقاربة ولها زمن دوري قصير. وتقترب كثيرا من الأرض

اسم الكويكب ورقمه	نصف القطر بالكيلومتر	الكتلة 10^{15} kg	زمن دورته حول نفسه	زمن دورته حول الشمس	نصف القطر بالأكبر لدورتة حول الشمس	ميل محور دورانه على دائرة البروج
243 Ida	58 x 23	100	4.633 hrs	4.84 yrs	2.861 AU	1.14 deg
253 Mathilde	66 x 48 x 46	103.3	417.7 hrs	4.31 yrs	2.646 AU	6.71 deg
433 Eros	40 x 14 x 14	5	5.270 hrs	1.76 yrs	1.458 AU	10.83 deg
951 Gaspra	19 x 12 x 11	10	7.042 hrs	3.29 yrs	2.209 AU	4.10 deg
1566 Icarus	1.4	0.001	2.273 hrs	1.12 yrs	1.078 AU	22.86 deg
1620 Geographos	2	0.004	5.222 hrs	1.39 yrs	1.246 AU	13.34 deg
1862 Apollo	1.6	0.002	3.063 hrs	1.81 yrs	1.471 AU	6.36 deg
2060 Chiron	180	4000	5.9 hrs	50.7 yrs	13.633AU	6.94 deg

obeikandl.com

تابع جدول رقم (III) : بعض الكويكبات المختارة، التى دائما تظهر فى السماء فى فترات متقاربة ولها زمن دورى قصير، وتقترب كثيرا من الأرض

اسم الكويكب ورقمه	نصف القطر بالكيلومتر	الكتلة 10^{15} kg	زمن دورته حول نفسه	زمن دورته حول الشمس	نصف القطر بالأكبر لدورتة حول الشمس	ميل محور دورانه على دائرة البروج
2530 Shipka				5.25 yrs	3.019 AU	10.10 deg
2703 Rodari				3.25 yrs	2.194 AU	6.04 deg
3352 McAuliffe	2 x 5			2.57 yrs	1.879 AU	4.77 deg
3840 Mimistrobell				3.38 yrs	2.249 AU	3.92 deg
4179 Toutatis	4.6 x 2.4 x 1.9	0.05	irregular	1.10 yrs	2.512 AU	0.47 deg
4660 Nereus	2			1.82 yrs	1.490 AU	1.42 deg
4769 Castalia	1.8 x 0.8	0.0005		0.41 yrs	1.063 AU	8.89 deg
1992 KD	3			3.58 yrs	2.341 AU	29.0 deg

obeikandi.com

جدول (IV): فى الصفحات التالية عرض للمذنبات الدورية من رقم ١ وحتى رقم ١٥٩، حيث أول وثانى عمود اسم المذنب ورقمه الكودى، والعمود التالى يوضح سنة الكشف، والذى يليه تاريخ آخر ظهور له، والعمود الذي يليه يشير الي تاريخ ظهوره التالى ليعود مقتربا مرة أخرى من الشمس. والعمود قبل الأخير يعطى طول دورة هذا المذنب، وآخر عمود يبين الميل على دائرة البروج، حيث إذا زاد الميل عن ٩٠ درجة كما فى أول مذنب في القائمة (هالى) تكون دورته شمالية أى عكس حركة الكواكب داخل المجموعة الشمسية، أخذ الجدول من الموقع:

http://cometography.com/pergroup4.html

جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
1P	Halley	240 BC	1986	2061	76.01	162.2°
2P	Encke	1786	2003	2007	3.30	11.8°
3D	Biela	1772	1852	Broke up	6.62	12.6°
4P	Faye	1843	1999	2006	7.34	9.1°
5D	Brorsen	1846	1879	Lost	5.46	29.4°
6P	d'Arrest	1851	2002	2008	6.53	19.5°
7P	Pons-Winnecke	1819	2002	2008	6.38	22.3°
8P	Tuttle	1790	1994	2008	13.51	54.7°
9P	Tempel 1	1867	2000	2005	5.51	10.5°
10P	Tempel 2	1873	1999	2005	5.47	12.0°
11P	Tempel-Swift-LINEAR	1869	2001	2007	6.37	13.5°
12P	Pons-Brooks	1812	1954	2024	70.92	74.2°

obeikandl.com

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
13P	Olbers	1815	1956	2024	69.56	44.6°
14P	Wolf	1884	2000	2009	8.21	27.9°
15P	Finlay	1886	2002	2008	6.75	3.7°
16P	Brooks 2	1889	2001	2008	6.86	5.5°
17P	Holmes	1892	2000	2007	7.07	19.2°
18D	Perrine-Mrkos	1896	1968	Lost?	6.72	17.8°
19P	Borrelly	1904	2001	2008	6.88	30.3°
20D	Westphal	1852	1913	Lost?	61.86	40.9°
21P	Giacobini-Zinner	1900	1998	2005	6.61	31.9°
22P	Kopff	1906	2002	2009	6.45	4.7°
23P	Brorsen-Metcalf	1847	1989	2059	70.54	19.3°
24P	Schaumasse	1911	2001	2009	8.22	11.8°

obeikandl.com

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
25D	Neujmin 2	1916	1927	Lost	5.43	10.6°
26P	Grigg-Skjellerup	1902	1997	2008	5.11	21.1°
27P	Crommelin	1818	1984	2011	27.41	29.1°
28P	Neujmin 1	1913	2002	2021	18.19	14.2°
29P	Schwassmann-Wachmann 1	1927	1989	2004	14.85	9.4°
30P	Reinmuth 1	1928	2002	2010	7.32	8.1°
31P	Schwassmann-Wachmann 2	1929	1994	2008	6.39	3.8°
32P	Comas Solá	1926	1996	2005	8.83	12.9°
33P	Daniel	1909	1992	2008	7.06	20.1°
34P	Gale	1927	1938	Lost	10.99	11.7°
35P	Herschel-Rigollet	1788	1939	2092	154.91	64.2°
36P	Whipple	1933	2003	2011	8.51	9.9°

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
37P	Forbes	1929	1999	2005	6.13	9.9°
38P	Stephan-Oterma	1867	1980	2018	37.71	18.0°
39P	Oterma	1942	2002	2023	19.49	1.9°
40P	Väisälä 1	1939	1993	2004	10.78	11.6°
41P	Tuttle-Giacobini-Kresak	1858	2001	2006	5.43	9.2°
42P	Neujmin 3	1929	1993	2004	10.63	4.0°
43P	Wolf-Harrington	1924	1997	2004	6.46	18.5°
44P	Reinmuth 2	1947	2001	2008	6.64	7.0°
45P	Honda-Mrkos-Pajdusakova	1948	2001	2006	5.25	4.3°
46P	Wirtanen	1948	2002	2008	5.44	11.7°
47P	Ashbrook-Jackson	1948	2001	2008	7.49	12.5°
48P	Johnson	1949	1997	2004	6.97	13.7°

obeikandl.com

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
49P	Arend-Rigaux	1951	1998	2005	6.61	18.3°
50P	Arend	1951	1999	2007	8.24	19.2°
Designation	Name	Discovered	Last T	Next T	Period	Inclin.
51P	Harrington	1953	2001	2008	6.77	8.7°
52P	Harrington-Abell	1955	1999	2006	7.53	10.2°
53P	Van Biesbroeck	1954	2003	2016	12.43	6.6°
54P	De Vico-Swift-NEAT	1844	2002	2009	7.31	6.1°
55P	Tempel-Tuttle	1865	1998	2031	33.22	162.5°
56P	Slaughter-Burnham	1958	1993	2005	11.59	8.2°
57P	du Toit-Neujmin-Delporte	1941	2002	2008	6.42	2.8°
58P	Jackson-Neujmin	1936	1995	2004	8.24	13.5°
59P	Kearns-Kwee	1963	1999	2009	9.47	9.4°

obeikandl.com

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
60P	Tsuchinshan 2	1965	1999	2005	6.79	6.7°
61P	Shajn-Schaldach	1949	2001	2008	7.49	6.1°
62P	Tsuchinshan 1	1965	1998	2004	6.64	10.5°
63P	Wild 1	1960	1999	2013	13.24	19.9°
64P	Swift-Gehrels	1889	1991	2009	9.21	9.3°
65P	Gunn	1970	2003	2010	6.80	10.4°
66P	Du Toit	1944	2003	2018	14.71	18.7°
67P	Churyumov-Gerasimenko	1969	2002	2009	6.57	7.1°
68P	Klemola	1965	1998	2009	10.82	11.1°
69P	Taylor	1915	1997	2004	6.97	20.5°
70P	Kojima	1970	2000	2007	7.04	6.6°
71P	Clark	1973	2000	2006	5.52	9.5°

obeikandl.com

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
72P	Denning-Fujikawa	1881	1978	2005	9.01	8.6°
73P	Schwassmann-Wachmann 3	1930	2001	2006	5.34	11.4°
74P	Smirnova-Chernykh	1975	2001	2009	8.49	6.7°
75P	Kohoutek	1975	2001	2007	6.68	5.9°
76P	West-Kohoutek-Ikemura	1975	2000	2006	6.41	30.5°
77P	Longmore	1975	2002	2009	6.83	24.4°
78P	Gehrels 2	1973	1997	2004	7.20	6.3°
79P	du Toit-Hartley	1945	2003	2008	5.28	2.9°
80P	Peters-Hartley	1846	1998	2006	8.12	29.9°
81P	Wild 2	1978	2003	2010	6.40	3.2°
82P	Gehrels 3	1975	2001	2010	8.45	1.3°
83P	Russell 1	1979	1985	2006	6.10	22.7°

obeikandl.com

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
84P	Giclas	1978	1999	2006	6.95	7.3°
85P	Boethin	1975	1986	2008	11.23	5.8°
86P	Wild 3	1980	2001	2008	6.93	15.4°
87P	Bus	1981	2000	2007	6.52	2.6°
88P	Howell	1981	1998	2004	5.57	4.4°
89P	Russell 2	1980	2002	2009	7.42	12.0°
90P	Gehrels 1	1972	2002	2017	14.84	9.6°
91P	Russell 3	1983	1997	2005	7.49	14.1°
92P	Sanguin	1977	2002	2015	12.44	18.8°
93P	Lovas 1	1980	1998	2007	9.15	12.2°
94P	Russell 4	1984	2003	2010	6.58	6.2°
95P	Chiron	1977	1996	2046	50.73	6.9°

obeikandl.com

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
96P	Machholz 1	1986	2002	2007	5.23	60.2°
97P	Metcalf-Brewington	1906	2001	2011	10.53	18.0°
98P	Takamizawa	1984	1998	2006	7.21	9.5°
99P	Kowal 1	1977	1992	2007	15.02	4.4°
100P	Hartley 1	1985	2003	2009	6.29	25.7°
Designation	Name	Discovered	Last T	Next T	Period	Incl.
101P	Chernykh	1977	1992	2005	13.96	5.1°
102P	Shoemaker 1	1984	1991	2006	7.26	26.3°
103P	Hartley 2	1986	1997	2004	6.39	13.6°
104P	Kowal 2	1979	1998	2004	6.18	15.5°
105P	Singer Brewster	1986	1999	2005	6.44	9.2°
106P	Schuster	1977	1999	2007	7.29	20.1°

obeikandl.com

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
107P	Wilson-Harrington	1949	2001	2005	4.30	2.8°
108P	Ciffreo	1985	2000	2007	7.25	13.1°
109P	Swift-Tuttle	1862	1992	2126	135.00	113.4°
110P	Hartley 3	1988	2001	2008	6.88	11.7°
111P	Helin-Roman-Crockett	1989	1996	2004	8.16	4.2°
112P	Urata-Niijima	1986	2000	2006	6.65	24.2°
113P	Spitaler	1890	2001	2008	7.09	5.8°
114P	Wiseman-Skiff	1986	2000	2006	6.66	18.3°
115P	Maury	1985	2002	2011	8.79	11.7°
116P	Wild 4	1990	2003	2009	6.48	3.6°
117P	Helin-Roman-Alu 1	1989	1997	2005	9.57	9.7°
118P	Shoemaker-Levy 4	1991	2003	2010	6.49	8.5°

obeikandl.com

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
119P	Parker-Hartley	1989	1996	2005	8.89	5.2°
120P	Mueller 1	1987	1996	2004	8.41	8.8°
121P	Shoemaker-Holt 2	1989	1996	2004	8.05	17.7°
122P	de Vico	1846	1995	2069	74.41	85.4°
123P	West-Hartley	1989	2003	2011	7.58	15.3°
124P	Mrkos	1991	2002	2008	5.74	31.4°
125P	Spacewatch	1991	2002	2007	5.56	10.0°
126P	IRAS	1983	1996	2010	13.29	46.0°
127P	Holt-Olmstead	1990	2003	2009	6.34	14.4°
128P	Shoemaker-Holt 1	1987	1997	2007	9.51	4.4°
129P	Shoemaker-Levy 3	1991	1998	2005	7.25	5.0°
130P	McNaught-Hughes	1991	1998	2004	6.69	7.3°

obeikandl.com

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
131P	Mueller 2	1990	1997	2004	7.05	7.4°
132P	Helin-Roman-Alu 2	1989	1997	2006	8.24	5.8°
133P	Elst-Pizarro	1996	2001	2007	5.61	1.4°
134P	Kowal-Vavrova	1983	1998	2014	15.58	4.3°
135P	Shoemaker-Levy 8	1992	1999	2007	7.49	6.1°
136P	Mueller 3	1990	1999	2007	8.71	9.47°
137P	Shoemaker-Levy 2	1990	2000	2009	9.37	4.7°
138P	Shoemaker-Levy 7	1991	1998	2005	6.89	10.1°
139P	Väisälä-Oterma	1939	1998	2008	9.54	2.3°
140P	Bowell-Skiff	1983	1999	2015	16.18	3.8°
141P	Machholz 2	1994	1999	2005	5.22	12.8°
142P	Ge-Wang	1988	1999	2010	11.17	12.2°

obeikandi.com

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
143P	Kowal-Mrkos	1984	2000	2009	8.95	4.7°
144P	Kushida	1994	2001	2009	7.58	4.1°
145P	Shoemaker-Levy 5	1991	2000	2009	8.69	11.8°
146P	Shoemaker-LINEAR	1984	2000	2008	7.88	21.6°
147P	Kushida-Muramatsu	1993	2001	2008	7.44	2.4°
148P	Anderson-LINEAR	1963	2001	2008	7.05	3.7°
149P	Mueller 4	1992	2001	2010	9.01	29.7°
150P	LONEOS	2000	2001	2008	7.66	18.5°
Designation	Name	Discovered	Last T	Next T	Period	Incl.
151P	Helin	1987	2001	2015	14.06	4.7°
152P	Helin-Lawrence	1993	2002	2012	9.52	9.9°
153P	Ikeya-Zhang	1661	2002	2362	364.46	28.1°

obeikandl.com

تابع جدول (IV)

المميز الكودى	الاسم	سنة الاكتشاف	آخر عبور له	العبور القادم له	زمن الدورة حول الشمس	الميل على دائرة البروج
154P	Brewington	1992	2003	2013	10.66	18.1°
155P	Shoemaker 3	1986	2002	2019	17.10	6.4°
156P	Russell-LINEAR	1986	2000	2007	6.84	20.7°
157P	Tritton	1978	2003	2010	6.45	7.1°
158P	Kowal-LINEAR	1979	2002	2012	10.29	7.9°
159P	LONEOS	2003	1989	2004	14.31	23.3°

http://cometography.com/pergroup4.html

obeikandl.com

المؤلف فى سطور

- الأستاذ الدكتور/ أحمد عبد العظيم عبد الهادى، أستاذ فيزياء الشمس بقسم الفلك والأرصاد الجوية، كلية العلوم - جامعة القاهرة
- عضو الاتحاد الدولى الفلكى.
- رئيس اللجنة المنظمة والعلمية الدولية لمؤتمر الاتحاد الدولى للعلوم الفلكية رقم ٢٣٣ المنعقد فى مصر سنة ٢٠٠٦.
- عضو جمعية الطاقة الشمسية الدولية.
- عضو جمعية علوم الأرض الدولية.
- عضو اللجنة القومية للعلوم الفلكية بأكاديمية البحث العلمى.
- عضو لجنة شعبة علوم الفضاء بأكاديمية البحث العلمى.
- للمؤلف ٣٨ بحثا علميا منشورا فى الدوريات العلمية الدولية المتخصصة باللغة الإنجليزية، وعدد ٧ كتب باللغة العربية فى تبسيط العلوم.
- حاصل على جائزة الدولة فى تبسيط العلوم لسنة ٢٠٠٤. ومشرف على طلبة فى درجتى الماجستير والدكتوراه.

❐❐❐

obeikandl.com

المراجع العربية

١ – العلم، العدد ٣٤٢ مارس ٢٠٠٥ ، تصدرها أكاديمية البحث العلمى المصرية، ودار التحرير للطبع والنشر.

٢ – الأرض والزمن والتقاويم، تأليف أ د/ أحمد عبد الهادى، إصدار مركز زايد العالمى للتنسيق والمتابعة بدولة الإمارات العربية المتحدة، فبراير ٢٠٠٣: (النشر بواسطة دار بن دسمال للنشر فى أبوظبى ٢٠٠٣) .

٣ – الموسوعة الفلكية تأليف أ. فايجرت، هـ . تسمرمان ترجمة د. عبد القوى ذكى عياد، من إصدارات الهيئة المصرية العامة للكتاب، سنة (١٩٩٠).

٤ – أفكار العلم العظيمة، تأليف أسحق عظيموف، ترجمة هاشم أحمد محمد، صدر من مجموعة الألف كتاب الثانية، رقم ٢٨١ عن الهيئة المصرية العامة للكتاب لسنة (١٩٩٧) .

٥ – الأرض هذا الجسم السماوى تأليف د. أحمد عبد الهادى، نشر فى مجلة عالم الفلك والفضاء، والتى تصدرها الجمعية الفلكية المصرية، العدد السادس عشر ، ص ٢٤ سنة (٢٠٠١).

٦ – رؤى مستقبلية من تأليف ميتشو كاكو وترجمة سعد الدين خرفان، من إصدارات عالم المعرفة الكويتية رقم ٢٧٠ وقد صدر فى يونيو سنة (٢٠٠١).

٧ – مبادئ علم الفلك، للدكتور/ عبد القوى زكى عياد، مطبوعات جامعة القاهرة، قسم الفلك والأرصاد الجوية، سنه ١٩٩٠.

٨ – علم الفلك العام ، العدد ٨ من سلسلة الفكر العربى لمراجع العلوم الأساسية، تأليف د. ميرفت عوض لسنة ٢٠٠٠.

المراجع الإنجليزية

1- Alan E. Benestand "Disturbing the solar system"Princeton University press, (2002).

2 - Jones Spemeer. "Life on the other worlds" University Scientific American (1985).

3 - "Comets and there origin" Chayman and Brandt, Mercury jtn. (1985).

4 - Rasmus E. Benestand "solar activity and earth's climate" Springer, praxis. (2002).

5 - Patrick Moore, The Data Book of Astronomy (2000), Institute of Physics Publishing. Bristol and Philadelphia (2000).

6 - Michael A. seeds, Foundations of Astronomy (1999), Wadsworth publishing company, An International Thomson publishing company (1999).

7 - Barrow,J. D., and Silk j. (1980), The structure of the early universe, Scientific American 242, (4), pp 118.

8 – The Dynamic Universe, by Theodore P. Snow, west publishing Company New York, 1982.

9 - Cameron, A. G. W. 9(1975), the origin and evolution of the Solar System, scientific American 233, (3), pp32.

10 - Ahmed Abdel Hady (2002) "Analytical studies of solar cycle 23 and its periodicities" Planetry and space science Journal 50 , (2002) ,89-92.

11 - Ahmed Abdel Hady (2000), (Periodical Analysis of Solar Flares and x-ray Burst During last two Solar cycle). XXV General Assembly of EGS, Held in Nice , France, 25-29 April 2000.

12 - A. A. Hady, (1997) Geomagnetism and Aeronomy by Wilfried Schroder, IAGA , Newsletter 29/1997. ISSN:0179- 5658, pp.156-161.(periodicities of Hard X-ray Bursts During the last solar cycle).

13 - Zeilik, Astronomy, the evoluing universe, Wiley (1994).

14 - the Astronomy Encyclopidia, Edited by Batrick Moore ,Mitchell Beazley. London 1977.

15 – Gundamental of Physics, Fifth edition by DaVID Halliday, Ropert Resnick and Jearl Walker, John Willy&Sons, Inc., New york, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, (1997)

16 - Astronomy By Forest Ray Moulton, the Machmillan company Chapter VI , the Time year 1933

17 - Jespersen, James and D. Wayne Hanson, eds., "Special Issue on Time and Frequency," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 74, No. 7 (July 1991).

18 - Halliday D., Resnick R., and Walker j., "Fundamental of Physics",5th edition John Willy& Sons,Inc., New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore , (1997).

19 - Robert Smith, "the Expanding universe, Cambridge University press, (1982).

20 - Douglas C. Giancoli, "Physics for Scientists and Engineers" Second Edition , prentice-Hall International, Inc., (1988).

21 - Ritter, Brandes, Von Humboldt, and Von Hardenberg "Development of Solar-Terrestrial physics ", Science Edition . Hechelstrasse 8, D-28777, Bremen, Germany , (2003).

22 - Henrik Svensmark (2000), Danish Space Research Institute, Juliane Maries Vol. 30,DK-2100 Copenhagen "Influence of Cosmic Rays on Earth's Climate" Author private communications.

23 – Sykora J., Badalyan, O. G. and Obridke, V. N. (2000) "coronal Holes" the solar cycles and Terrestrial climate, Journal of Meteorology 26(261), 241-249

24 – Ahmed A. Hady & M. Shaltout, "High energetic solar proton flares at 26, 28 October 2003" IAU symposium 223, Multi wavelength investigations of solar activity. St. Petersburg Polkovo, Russia, June 14-19 , 2004.

المحتويات

مقدمة ٣

الفصل الأول: الأجسام القادمة من الفضاء (النيازك، والكويكبات)..... ٧

أولا: الشهب ٨

١ – مكونات الشهب ١٠

٢ – شيوع الشهب..... ١٣

ثانيا: النيازك ١٥

١ – أنواع النيازك ١٥

٢ – النيزك الزجاجى ١٩

٣ – تصادم النيازك..... ١٩

٤ – نيازك الصحراء الغربية المصرية ٢١

٥ – الوقاية المبكرة من خطر النيازك..... ٢٢

٦ – علاقة الحياة بالنيازك ٢٦

ثالثا: الكويكبات وإمكانية اصطدامها بالأرض ٢٧

١ – الخصائص الفيزيائية للكويكبات..... ٢٩

٢ – الخطر القادم من النيازك والكويكبات ٣٤

الفصل الثانى: الأجسام القادمة من الفضاء (المذنبات، والأطباق الطائرة). ٤١

أولا: المذنبات..... ٤١

١ – الشكل العام ٤١

obeikandl.com

٢ -- نشأة المذنبات ٤٣
٣ - أشهر المذنبات وأحدثها اكتشافا ٤٧
٤ -- مكونات المذنبات ٥١
٥ - مدارات المذنبات..... ٥٣
٦ – المخاطر ٥٥
٧ – مركبة الفضاء روزيتا لدراسة المذنبات ٥٦
ثانيا: الأطباق الطائرة ٦١
١ – الكون الواسع الفسيح ٦١
٢ - البحث عن حياة فى الكون..... ٦٤
٣ -- الظهور مرة أخرى ٦٧
٤ -- محاولات بحثية جادة..... ٧٠
الفصل الثالث: العلاقات الأرض شمسية ٧٥
١ – الخصائص الطبيعية للشمس ٧٦
٢ – عمر الشمس ونشأتها..... ٧٨
٣ - النشاط الشمسى وعلاقته بالطقس والحياة الأرضية ٨٥
٤ – الرياح الشمسية ٩٠
٥ - تأثير النشاط الشمسى على الأرض ٩٤
الفصل الرابع: الحياة فى المجموعة الشمسية ٩٩
١ -- أصل الحياة ١٠٠
٢ - الحياة على الأرض ١٠٣
٣ – المريخ واحتمالات الحياة..... ١١٠

obeikandl.com

٤ – مركبة الفضاء كاسينى / هايجنز وأمل العثور على الحياة ... ١١٣
٥ – وسيلة جديدة لإطلاق السفن الفضائية والأقمار الصناعية..... ١١٦
٦ – أشباه الأرض فى الكون ١١٩
الجداول..... ١٢٣
جدول (I): كواكب المجموعة الشمسية ١٢٣
جدول (I I): الكويكبات ١٢٥
جدول (I I I): كويكبات مختارة ١٣٢
جدول (I V): المذنبات..... ١٣٤
المؤلف فى سطور ١٤٩
المراجع العربية..... ١٥٠
المراجع الإنجليزية ١٥١

obeikandl.com