الفصل الأول

الأجسام القادمة من الفضاء

(النيازك، والكويكبات)

تقع الأرض، وكأنها قاعدة رماية والكون يصوب نحوها الطلقات من شهب ونيازك وكويكبات ومذنبات، وأجسام ضالة وغبار وجسيمات، وبالتأكيد سوف يُحدث أحد هذه الأجسام دمارًا شاملاً للحياة فى يوم ما، وفى مرات أخرى يمكن أن يدمر الأرض نفسها، فهل يمكن أن يقدر العلم على مدّنا بموطن جديد غير الأرض. إن هذا وإن كان مستحيلاً فى هذا الزمان، فإنه يمكن أن يكون حقيقة بعد عدة قرون أو بعد ألف سنة مثلاً.

عالم الفيزياء الفلكية جون وود John A. Wood والذى كان يعمل بمرصد الفيزياء الفلكية بمعهد سميثونيان وزميل بجامعة هارفارد، ومجال تخصصه فى الكويكبات والنيازك، يقول فى بعض كتاباته فى خمسينات القرن الماضى: «إنه لأمل كبير أن يكون فى استطاعتنا أن ندرس الأجسام الآتية من الفضاء، فهى عينات من نوع المادة الأولية للكواكب وبالتالى يمكن الدراسة والتحقق من نظريات نشأة الكون والمجموعة الشمسية، فإن الكويكبات والمذنبات والشهب والنيازك وغيرها من الأجسام السماوية، تحوم حولنا ليل نهار، والكثير منها يصل الأرض». وبالتأكيد كان «وود» لا يعلم أنه فى يوم ما سوف نذهب نحن ونحضر العينات من القمر ثم المريخ، حتى إن هناك بعض سفن الفضاء تحوم داخل حزام الكويكبات وتأتى منها بعينات، بل إن هناك رحلة فضائية قادتها وأعدتها وكالة إيسا ESA الأوروبية للفضاء فى سنة ٢٠٠٣ تسمى روزيتا (وهو اسم مدينة مصرية اكتشف بها حجر رشيد الذى فك رموز اللغة الهيروغليفية)، وقد خرجت إلى الفضاء فقط لدراسة عدد من المذنبات التى تحوم فى

المجموعة الشمسية. وهناك سفن عديدة خرجت لهذا الغرض منها المركبة كاسينى/فايجنر، وألفا، وغيرها من الرحلات الفضائية لدراسة ما يسمى بحزام الكويكبات وبعض أقمار المجموعة الشمسية، والمادة الغبارية داخل ما بين الكواكب. إن المجموعة الشمسية هى كيان واحد يؤثر بعضه على بعض، وبالتأكيد التأثير الأكبر على الكواكب وما بينها قادم من الشمس، لمعرفة الخصائص الفيزيائية، وخصائص مدار الكواكب حول الشمس وحول نفسها[1]. إن الأجسام الموجودة داخل المجموعة الشمسية مثل الشهب والنيازك والمذنبات، والكويكبات لها أهميتها الخاصة كما سوف يتضح من هذه الدراسة. فما هى هذه الأجسام إن كانت مذنبات أو شهبا أو نيازك أو كويكبات؟ وهل يمكن أن يكون اصطدام إحداها بالأرض كارثة؟ وهل يمكن تلافى أخطار هذه الأجسام؟ وما هى قصة الأطباق الطائرة؟ وهل الأقمار الصناعية التى ينتهى عمرها الافتراضى وتترك فى فلكها بالفضاء تشكل خطورة حين عودتها إلى سطح الأرض؟ كل هذه الأسئلة سوف تكون محور هذا الجزء من هذه الدراسة.

أولاً: الشهب Meteor

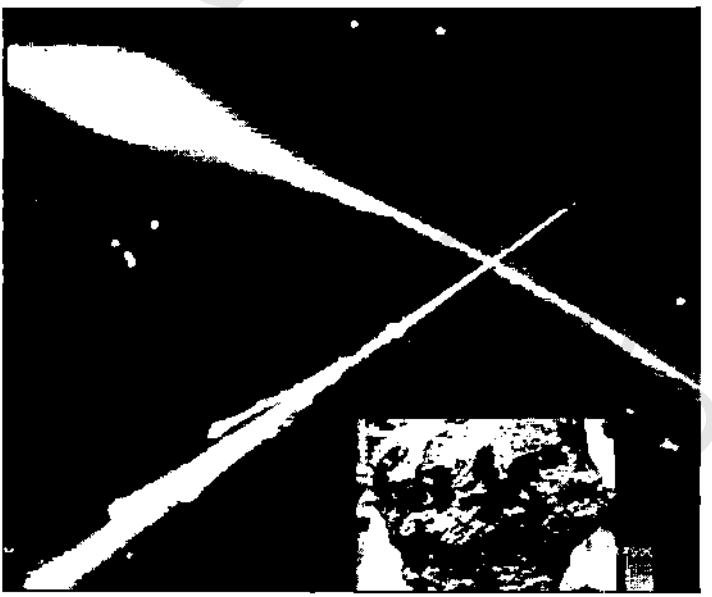
هناك ظاهرة جوية تحدث عند دخول جسم صغير (عادة ما يسمى بالنيزك) من خارج الأرض إلى غلافها الجوى، وإذ وصل الجسم إلى سطح الأرض يسمى بالنيزك. أما إذا احترق قبل وصوله سطح الأرض سمى بالشهاب، وتختلف شدة احتراق الشهاب حسب حجمه. والشهب ذات الأحجام الكبيرة نوعا ما، تحدث لمعانًا قويًا فى السماء وتترك وراءها ذيلا طويلا، عادة ما يسمونها (النجمة أم ذيل) Shooting Star أو الفتيل النجمى. وعندما تكون الجسيمات الساقطة أكبر حجما فإنها تحدث انفجارات ضوئية كبيرة ورذاذا راديويا أو تقطيعا فى الظاهرة الضوئية، كما أنها تترك ذيلا طويلا وراءها، يظل مضيئًا لبضع دقائق قد يصل إلى

---

(١) يمكن مراجعة "الجدول (أ)" فى آخر هذه الدراسة. راجع أيضا المصدر العربى علم الفلك العام للمؤلف د. ميرفت عوض.

الساعة. وأحيانًا يمكن رؤية الشهب نهارًا فى ضوء الشمس من شدة قوة اللهيب الناتج من احتكاك هذه الشهب بالغلاف الجوى للأرض.

هذه الشهب يصل عددها إلى ٢٠ مليون شهاب تسقط فى اليوم الواحد على سطح الأرض، وأحيانًا تسقط قطع منها على سطح الأرض محدثة انفجارًا هائلاً فى هذا الحالة تسمى نيزكا، وأى نيزك يصل وزنه إلى ١ كجم يؤدى تصادمه مع سطح الأرض إلى رفع درجة حرارة المكان آلاف الدرجات المئوية ويحدث تأثيرًا مثل تأثير قنبلة اليورانيوم متوسطة الحجم. وبالتالى تتبخر هذه المادة الآتية من الفضاء ولا يتبقى إلا الغبار أو بعض الأتربة، ومن المعروف أن كل مساحة تصل إلى ١ كيلومتر مربع تسقط عليها فى اليوم الواحد من نصف إلى ٧ كيلوجرامات نتيجة لسقوط الشهب، والنيازك والجسيمات الأخرى إلى سطح الأرض. انظر صورة لشهابين فى الشكل (١) عبرا السماء فى وقت واحد، وفى أسفل الشكل صورة لنيزك بعد وصوله إلى الأرض.



شكل (١): صورة لشهابين عبرا السماء فى وقت واحد وفى أسفل الصورة نيزك قد تم العثور عليه.

١ -- مكونات الشهب:

ولمعرفة مكونات الشهاب يمكن استخدام طريقة التحليل الطيفى، فإنها تتكون من هيدروجين (H)، ونيتروجين (N)، وأكسوجين (O)، وصوديوم (Na)، ومغنيسيوم (Mg)، وألومنيوم (Al)، وسيليكون (Si)، وكالسيوم (Ca)، ومنجنيز (Mn)، وحديد (Fe)، ونيكل (Ni). وأحيانا تظهر أيونات هذه العناصر الكيموية فى تركيب طيف هذه الشهب أو النيازك، بمعنى وجود أيونات هذه العناصر أيضا.

إن سرعة النيزك الكبير عند دخوله الغلاف الجوى، والتى تصل إلى أكثر من ٢٠ كم فى الثانية الواحدة، يحدث اصطدامه بجزيئات الغلاف الجوى احتكاكا، فينثر أجزاء من جسمه وتتحول إلى طاقة يمكن أن تأين العناصر المكونة له. ويتحول جزء آخر إلى طاقة حرارية ترفع حرارة النيزك إلى ٣ آلاف درجة مئوية ويحدث ذلك على ارتفاع أكثر من ٩٠ كم من سطح الأرض. وعلى رغم هذا فإن سرعة الشهاب تظل كبيرة جدا ولا تتناقص إلا قليلا، حتى تصل إلى ارتفاع من ١٠ إلى ٥٠كم قبل أن تنتهى كل مادة الشهاب فى الغلاف الجوى. ورصد هذه الشهب يتم من خلال مرور هذه الشهب أمام بعض الكاميرات أو التلسكوبات التى تعمل على الدوام وبانتظام. ويتم الرصد يوميًا لمئات من تلك المذنبات أو الشهب وذلك لدراسة تركيبها وحجمها وشكلها وتأثيرها فى المكان الذى وجدت فيه وأحيانا كثيرة تأخذ صورا مختلفة من أجهزة مختلفة لنفس الشهاب لعمل صورة (ستيريو) للمدار الذى اخترقته. وبالتالى تحديده تحديدا جيدا، وكذلك تحديد سرعته باستخدام بعض المعادلات والنظريات الفيزيائية المعروفة. ومن ضمن الأنواع المعروفة والمقسمة حسب خصائصها الفيزيائية إلى ما يلى:

(أ) شهاب تيارى: Meteor stream or Shower Meteor

تنقسم الشهب والنيازك إلى مجموعات حسب مدار كل مجموعة منها وذلك بالتصوير الاستيريو للشهب وقد تم رصد ودراسة أكثر من ١٠٠٠ شهاب بهذه الطريقة وكذلك خريطة الرصد للعدى الراديوى. وهذه الطريقة تعتمد على إرسال

موجات راديوية، وتنعكس هذه الموجات على مناطق أرضية معينة ناشئة من ارتطام نيزك بالأرض أو مناطق مروره بالغلاف الجوى، ويتم إرسال الصدى بعد فترة زمنية معينة، وبذلك يمكن معرفة مدار هذه النيازك.

ومن خلال دراسة المدارات فإنه توجد أنواع مختلفة، منها الشهب المتفرقة ومنها أيضا نوع يسمى تيار الشهب. أما الشهب المتفرقة فتكون مداراتها بدون انتظام فى السماء، وتأتى بدون انتظام للغلاف الجوى، أما نوع تيار الشهب فهو يتبع مصدر شعاع واحد فى موقع من السماء، وتسبح مجموعات كثيرة من الشهب فى هذا التيار، وكل تيار شهب له شعاع مختلف عن الآخر، ومن خلال هذه المدارات يمكن معرفة إذا كانت هذه الشهب آتية من خارج المجموعة الشمسية أو من داخلها، ببعض الحسابات الرياضية المعقدة. فإذا كان مداره قطعا ناقصا (أى شكل كرة غير مكتملة الاستدارة) فيكون داخل المجموعة الشمسية ويدور حول الشمس. أما إذا كان مداره قطعا مكافئا أو زائدا (هما أشكال هندسية مفتوحة وليست مغلقة كالدائرة) فإن ذلك يدل على أن مصدره فضاء ما بين النجوم من خارج المجموعة الشمسية، وسبب دخوله إلى المجموعة الشمسية هو تغير سرعة هذا الجسم لسرعة أقل من ٤٢ كيلومترا فى الثانية الواحدة. ثم يقترب من الأرض عندما تصل سرعته إلى ٣٠ كيلومترا فى الثانية. أما الشهب المتحركة فى صورة قطع ناقص وآتية من المجموعة الشمسية فإن سرعتها لا يمكن أن تزيد عن ٧ كيلومترات فى الثانية الواحدة. وإذا زادت عن ذلك فإنها تكون آتية من خارج المجموعة الشمسية. (معنى ذلك ان سرعة الجسم ٤٢ كيلومترا فى الثانية، وسرعة الأرض ٣٠ كيلومترا فى الثانية) فيكون المجموع ٧٢ كيلومترا فى الثانية. وعليه فإن تيار الشهب يكون مفيدا جدا فى دراسة خواص هذه الشهب بصورة عامة، والتيارات الشهابية بصفة خاصة، حيث إن لها مدارات متوازية. ويرتفع عدد الشهب لدرجة كبيرة حينما يدور حول الأرض عدد كبير من النيازك، وتصل فى كل تيار إلى ٤٠ شهابا كل ساعة، مثل هذه التيارات تسمى بالفتائل النجمية. وهذه التيارات تتكرر فى نفس الوقت من السنة كل عام وبنفس العدد وتسمى هذه

الحالة التيار المستمر والتيار الدورى. وهناك تيارات غير مستقرة تعطى بعض المرات شهابا يصبح بعد ذلك تيارًا مستمرا. ويتم استنتاج مدار تيار النيازك من سرعتها عند دخولها جو الأرض وبذلك يمكن تحديد نقطة التقاطع مع مدار الأرض وكذلك اتجاه النيزك حيث إن مدارها يكون قطعا ناقصا، ويكون هذا التيار مثل الفتائل أو الخرطوم (Pipe) الذى يصل من نصف متر إلى عدة كيلومترات. وعندما يقطع هذا التيار الأرض فإننا نشعر بأن هناك وابلاً من الشهب سقط على الغلاف الجوى دفعة واحدة.

وهناك بعض التيارات تقطع مدار الأرض مرتين كل عام، هذا إذا كان تقاطع مدار التيار الشهابى ومدار الأرض يميلان على بعضهما بدرجات صغيرة، وبذلك ترى هذه النيازك أو التيارات مرة عند تقاطعها مدار الأرض والمرة الثانية عند تقاطع مدار الأرض لها وهى قادمة من الداخل.

(ب) نشأة التيار الشهابى:

والتيار الشهابى هذا قد نشأ من تفكك مذنب كبير Big Comet، أى إن هناك علاقة بين الشهب والنيازك وكذلك المذنبات. وأحيانا تتطاير أجزاء من المذنبات دون انفجار، كما حدث فى مذنب (بيلى) والذى كان له ذيل كبير يحمل غازات متحركة، وحين اقترابه من الشمس تفكك جزء كبير من الذيل، وبفضل سرعة الجسيمات واضطراب هذا التفكك فى سحابته فإنه ينشأ تدريجيا تيار من النيازك سريعة الدوران، وبذلك تتوزع النيازك حول ذيل المذنب – فإن أى اقتراب لمذنب من الشمس يحدث له تغير جوهرى ويترك وراءه نيازك عديدة، من النيازك التى تضل طريقها إلى غلاف الأرض الجوى – ويحدث ذلك مع الكويكبات أيضا والجسيمات الضالة فى الفضاء، وبذلك يمكن تحديد بعض تيارات الشهب والنيازك ومعرفة مصدر المذنب الذى أتت منه هذه التيارات، والجدول التالى يبين بعضا من هذه التيارات دورية الحدوث وفترة حدوثها، وكذا المذنب المصدر للشهاب:

الاسم	فترة زمنية	وقت النهاية العظمى	عدد الشهب كل ساعة	المذنب العام
١ – الربعيات	١ – ٤ يناير	٣ يناير	٣٠	ـــــ
٢ – الليانيات	٢٠ – ٢٣ أبريل	٢١ أبريل	٥	ـــــ
٣ – إيتا الدلويات	٢ – ٦ مايو	٤ مايو	٥	هالى
٤ – الفرساويات	٢٦ يوليو – ١٧ أغسطس	١٢ أغسطس	٤٠	ـــــ
٥ – التنينيات	٩ أكتوبر	٩ أكتوبر	دورى	ـــــ
٦ – الجباريات	١٨ – ٢٦ أكتوبر	٢٢ أكتوبر	١٣	هالى
٧ – الأسديات	١٤ – ٢٠ نوفمبر	٧ نوفمبر	٦ دورى	ـــــ
٨ – التوأميات	٧ – ١٥ ديسمبر	١٤ ديسمبر	٥٥	ـــــ
٩ – المسلسلات	١٨ – ٢٦ نوفمبر	٢٣ نوفمبر	١ غير مستقر	بيلى
١٠ – الدبيات	١٧ – ٢٤ ديسمبر	٢٢ ديسمبر	١٥	ـــــ

٢ – شيوع الشهب:

يمكن فى اليوم الواحد مشاهدة أكثر من ٢٠ مليون شهاب تسقط على سطح الأرض، وفى مكان واحد يمكن رؤية ٢٥ شهابا بالعين المجردة فى الساعة الواحدة، والشهب اللامعة أكثر وضوحا من الشهب الخافتة، وهناك أيام كل عام يحدث فيها زيادة فى عدد الشهب عن الأيام الأخرى أى لها دوريات. فوجد أن كل يوم قبل الفجر يكون متوسط السقوط أعلى من أى وقت على مدار اليوم، ويسمى ذلك بالتغير اليومى، ويكون سقوط الشهب فى فصل الخريف أكثر من سقوطه فى فصل الربيع عامة، ويسمى ذلك بالتغير السنوى[1]. ويصل عدد الشهب إلى قمته فى الخريف، وفى الصباح أو مع شروق الشمس، ويصل إلى أقل

(١) لمزيد من المعلومات راجع المصدر الإنجليزى The Dynamic Universe من تأليف Snow. لسنة ١٩٨٢.

عدد فى الربيع وقت الظهيرة. وتشذ بعض الأيام عن ذلك فى فترة مرور التيارات الشهابية منتظمة الحدوث كل عام[1].

إن دراسة الشهب شيقة للغاية وذلك لكونها تصل إلى الغلاف الجوى يوميا. وتحدث إضاءة غير طبيعية فى السماء، فضلا عن أن كميات كبيرة من مادتها تسقط على سطح الأرض، تصل إلى عدة كيلو جرامات لكل متر مربع من سطح الأرض، فضلا عن أن البعض منها يمكن أن يحدث كارثة طبيعية لو وصل إلى سطح الأرض، فإن النيزك الذى تصل كتلته إلى واحد كيلو جرام فقط يحدث فى مكان سقوطه على سطح الأرض ما يعادل انفجار قنبلة يورانيوم متوسطة الحجم، فضلا عن رفع درجة حرارة المكان إلى آلاف الدرجات المئوية، وتسرب بعض الإشعاعات الضارة بالحياة على الأرض. آخر الصور التى تم التقاطها لشهاب قادم من الفضاء فى جزء من أجزاء قارة أمريكا موجود فى الشكل (٢) وهو لشهاب اسمه الكودى ASP-NASA File.

شكل (٢): أحد الشهب التى رصدت ٢٠٠٥/١/٢٨

(١) لمزيد من المعلومات عن شيوع الشهب انظر القسم الخاص بالنيازك فى هذه الدراسة، وكذلك المرجع الإنجليزى للمؤلف Patrik Moore. بعنوان The Data Book of Astronomy وذلك فى سنة ٢٠٠٠.

ثانيا: النيازك Meteorite

المعنى الدقيق لكلمة نيزك هو: أنها البقايا التى تصل إلى الأرض من الجسم الذى يحدث شهابا فى السماء، وهذه النيازك مصدرها إما المجموعة الشمسية وإمّا من خارج المجموعة الشمسية. وقد يتضح ذلك إذا كان شكل مسار النيزك قطعا ناقصا يكون معنى ذلك أنه من أعضاء المجموعة الشمسية. والعدد الأكبر منها نشأ من ذيول المذنبات أو تحطم كويكبات، وهى بالتالى تكون أصغر من الكويكبات. وتعود غالبية النيازك فى نشأتها إلى حزام الكويكبات الموجود بين زحل والمشترى، حيث تشكّلت من عدة تصادمات لكويكبات، مما تسبب فى تحطم تلك الكويكبات واتخاذ شظاياها مدارات مختلفة عن مدار الأجسام المتصادمة، مما يمكّن بعضها من اختراق مدار الأرض والاصطدام بالغلاف الجوى للأرض وأحيانا بسطح الأرض.

١ - أنواع النيازك

تقسم أنواع النيازك حسب حجمها وشكلها وتركيبها الكيميائى، وقد ميز الفلكيون أكثر من ١٢ نوعًا من النيازك حسب تركيبها الكيماوى. إلا أنه يوجد منها نوعان رئيسان هما: النيازك الحديدية. النيازك الحجرية، وهناك تقسيم آخر حسب الحجم، فمثلا هناك النيازك الميكرومترية (Micrometeorite) حيث يكون قطرها أقل من ١.٠مم، وفى حالة دخولها الغلاف الجوى الأرضى لا نشعر بها ولا تصنع شهابًا. وأحيانا تكون هذه النيازك الميكرومترية فى شكل مجموعات كالسحب الليلية المضيئة أو الشريط المضيئ وهى عبارة عن لمعان على شكل شريط يشاهد فى الليالى المظلمة وارتفاعها يصل إلى ١٢٠ كم وتكون مرتبطة بتيارات الشهب المعروفة. وهذه الشرائط المضيئة لا ترجع إلى حدوث انعكاس، وإنما ترجع إلى الزيادة فى شدة الإضاءة الذاتية للغلاف الجوى أما سبب هذه الزيادة، فإنه حتى الآن لم يثبت أنه يأتى من النيازك الميكرومترية، مع أنها تكون موجودة فى تلك الفترة من توهج الغلاف الجوى. أما النيازك والتى يزيد قطرها عن ١ ٠مم فتسمى تلسكوبية[1].

---

(١) راجع المصدر العربى الموسوعة الفلكية للدكتور عبد القوى عياد.

توقع العلماء والفلكيون تساقط نيازك ليونيد خلال فبراير سنة ٢٠٠٤، وقد حدث ذلك. وتمطر نيازك «ليونيد» سنويًا غبار الفضاء على كوكب الأرض في عرض ليلي رائع لمحبي الظواهر الفلكية. وتمر الأرض في مثل هذا الوقت من السنة بمحاذاة ممر المذنبات، حيث يتطاير غبار وشظايا النيازك. وترتطم بالغلاف الجوى للأرض، وهذه النيازك لا يتجاوز حجمها حبة الرمل تحترق عند ارتطامها بالغلاف الجوى الأرضي وتصدر شهبًا ملونة. وتستغرق الأرض عادة يومين كاملين للمرور والسباحة عبر هذه الغيمة من الغبار والشظايا، ويصعب عادة تحديد لحظات الارتطام بدقة. ولا يتوقع أن يتجاوز هذا النوع من النيازك عددا يصل إلى ٢٠ رخة من رخات النيازك في الساعة الواحدة في أى مكان تنظر إليه إلى السماء من سطح الأرض. ويصعب على العلماء حتى الآن تحديد كثافتها بشكل دقيق. ويُذكر أنه لا حاجة إلى أجهزة تلسكوبية لرؤية هذه النيازك لدى عبورها فضاء الأرض، ويكفي الابتعاد عن أضواء المدينة ومراقبتها من مكان حالك الظلام. والجدير بالذكر أن تسمية «ليونيد» لهذه النيازك تأتي من كونها تظهر في الفضاء من الزاوية التي توجد فيها مجموعة نجوم LEO. صورة وشكل هذه المجموعة النيزكية، كما تم رصدها سنة ٢٠٠٤ في الشكل رقم (٣).

شكل (٣) منظر النيازك ليونيد في صفحة السماء قبل أن تضرب الغلاف الجوى للأرض

أعلن علماء فضاء أمريكيون أن نيزكا قطره ثلاثون مترا قد مر لأقرب مسافة من الأرض يوم ٢٦ فبراير سنة ٢٠٠٤، من دون أن يشكل أى خطر على الكوكب. وأطلق على هذا النيزك اسم «٤٠٠٢ — اف اتش» ولم يكشف وجوده قبل ذلك. وعند الساعة (٢٢.٨٠ بتوقيت جرينتش يوم ٢٦ فبراير سنة ٢٠٠٤) مر على مسافة ٣٤ ألف كيلومتر من الأرض طبقا لحسابات علماء الفضاء العاملين فى وكالة الفضاء الأمريكية. ويقول العلماء إن نيازك من هذا الحجم تمر قرب الأرض بمعدل مرة كل سنتين وغالبا لا يكتشف وجوده. وقال فريق من العلماء إن الشىء غير العادى فى هذا الأمر أن العلماء كشفوا وجود هذا النيزك هذه المرة، وهذا يدل على تطور الرصد والملاحظة، وقد تم كشف وجود هذا النيزك من خلال عمل فريق «لينايار» التابع لوكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) ومهمة هذا الفريق الكشف عن النيازك التى يزيد قطرها عن عدة مترات ويمكن أن تشكل خطرا على الأرض.

هناك النيازك الكبيرة والتى ترتطم بالأرض، وتحدث طاقة تفجيرية تقدر بما تنتجه حوالى ١٠٠ قنبلة ذرية فى حالة النيزك متوسط الحجم. وتحدث هذه النيازك فجوات على سطح الأرض، خاصة فى مناطق الصحراء الغربية المصرية والليبية وكذلك صحراء الأريزونا الأمريكية وروسيا، حيث توجد فجوة كبيرة يبلغ قطرها ١٢٦٠ مترا وبعمق ١٧٥ مترا وقد نشأت هذه الفجوة من سقوط نيزك كبير منذ أكثر من ٢٠٠٠ سنة، وتسمى هذه الفجوة «كانون ديابلو». وفى سيبريا سقط سنة ١٩٠٨ نيزك كبير فى منطقة توجو السيبيرية، وقد حوّل الغابات فى هذه المنطقة إلى صحراء فى دائرة نصف قطرها ٤٠ كم، ووسط هذه المنطقة فجوة قطرها يصل إلى ٥٠ مترا وبالتأكيد فإن كل مادة النيزك قد تبخرت نتيجة للحرارة العالية التى أحدثها تصادم النيزك مع الأرض فى هذه المنطقة.

ولكن فى أحيان قليلة يحدث أن يسقط النيزك على سطح الأرض بسرعة غير كبيرة فلا يحدث حرارة كبيرة وبالتالى لا يتبخر جزء كبير منه، وذلك كما يحدث فى جنوب أفريقيا، وقد اكتشف جزء من نيزك كتلة ٦٠ ألف كيلو جرام فى منطقة «جروت فونتاين» بجنوب أفريقيا، وقد تم تحليل هذه الكتلة وهى تتكون

فى الغالبية من مادة الحديد. وقد تم تقسيم النيازك حسب التركيب الكيميائى حيث توجد النيازك الحديدية Iron Meteorite والتى تحتوى على حوالى ٩٠٪ من كتلتها حديد وحوالى ٨٪ نيكل ونسبة صغيرة من عناصر أخرى.

وهناك النيازك الحجرية Stony meteorite والتى تنقسم حسب مكوناتها إلى نوع «كوندريت» Chondorite ومكوناته الأساسية تتكون من نسبة ٤٢٪ أكسوجين. ٢٠.٦٪ سيليكون ١٥٪ حديد حيث إن التركيب الكيميائى شبيه بقشرة سطح الأرض. الشكل رقم (٤) يوضح بعض النيازك الحجرية التى تسقط على جبال فيجى باليابان، وقبل أن تصل إلى سطح الأرض.

شكل (٤) بعض النيازك الحجرية التى تسقط على جبال فيجى باليابان

أما النوع الآخر فهو النيازك الحديد حجرية أى يوجد فى تكويناتها حديد وأماكن بها أحجار داخل الحديد والنوع الثالث هو النيازك الزجاجية[١].

---

(١) راجع المصدر الانجليزى من تأليف Cameron بعنوان the origin and evolution of the Solar System لسنة ١٩٧٥. وكذا المرجع العربى الأرض هذا الجسم السماوى تأليف د. أحمد عبد الهادى.

٢ - النيزك الزجاجى Glass meteorite

أحيانا تسمى أيضا تكتيت Tectite وهى كتلة كروية خضراء اللون فى أكثر الأحيان، لتكونها من أكسيد السليكون ($S_i O_2$) فى غالب حجمها. وهذه المادة قد اكتشفت على سطح الأرض فى أماكن عديدة، وتسمى المادة المكتشفة داخل هذا النيزك باسم المدينة أو الدولة التى اكتشفت فيها، مثل الليدافيت (إشارة إلى ميلدوفيا) وهذه المادة هى عبارة عن تكوينات حدثت على سطح القشرة الأرضية، نتيجة ارتطام نيازك ضخمة بالأرض. وهذا الارتطام يولد طاقة عالية جدا تقدر أحيانًا بما يحدثه طاقة انفجار أكثر من ألف قنبلة ذرية. ولذلك تتبخر كل أجزاء النيزك بالكامل ويتبخر جزء من القشرة الأرضية، وبعد ذلك ينشأ ما يسمى بالنيزك الزجاجى أو التكتيت، وهناك احتمال كبير فى أن المكونات الزجاجية التى اكتشفت على سطح القمر هى نتائج من نواتج ارتطام النيازك بسطح القمر.

كل هذه المادة التى رصدت من خلال مواد بعض النيازك. أو فى الأماكن التى سقطت فيها، تعتبر فرصة لرصد ودراسة المادة الآتية من الفضاء، ولكن هناك رأى يقول: إنه لا يوجد نيزك واحد سقط على سطح الأرض إلا وتحول إلى مواد أخرى أو أتربة وبالتالى فهذه المكونات الموجودة على سطح الأرض إما أن تكون جزءا من سطح الأرض تحول نتيجة للحرارة العالية جدا والتصادم إلى عناصر أخرى وإما أن يكون نفس النيزك قد تحول هو الآخر إلى مادة أخرى بتركيب كيميائى مختلف عن مادة الأرض. وبالتالى فهذه الدراسات لا تفيد فى معرفة طبيعة الأجسام الآتية من الفضاء.

٢ تصادم النيازك

إن تصادم الأرض مع المذنبات أمر يكاد يكون مستحيلا، ولكن الوضع مختلف تماما بالنسبة للكويكبات والنيازك، نظرًا لأنها تهيم فى الفضاء الواسع وهى فى الأساس ذات كتل صغيرة. ويمكن التأثير عليها بجاذبية الكواكب وإخراجها من

مداراتها الأصلية حول الشمس. كما أن الكويكبات والمذنبات هى مصادر النيازك التى تسقط بتأثير جاذبية الأرض، وتحترق فى غالبيتها داخل الغلاف الجوى الأرضى. ويكون هذا الاحتراق نتيجة للسرعة الهائلة لهذه النيازك داخل الغلاف الجوى للأرض، حيث تتراوح ما بين ١٢ إلى ٧٢ كيلو مترا فى الثانية، مما يؤدى إلى احتكاك هذه النيازك مع مكونات الغلاف الجوى مما ينتج عنه حرارة عالية تؤدى إلى تلاشى هذه النيازك غالبًا. أما إذا كانت كتلتها كبيرة فإنها تصل إلى الأرض. وهناك حفرة فى ولاية أريزونا الأمريكية يبلغ قطرها ١.٣ كيلو متر وعمقها ١٨٠ مترا مع تكوين حافة حول الحفرة ترتفع بمقدار ٤٥ مترا عن سطح الأرض المحيطة، كما وجد ما يزيد عن خمسة وعشرين طنا من حجر النيازك محطمة وموزعة داخل الحفرة وخارجها. وهذه النيازك التى تتلاشى فى الغلاف الجوى للأرض تعتبر من الأمور العادية، حيث يبلغ عددها نحو خمسة وعشرين مليون نيزك يوميًا، يمكن رصدها بالعين المجردة فى الليالى دامسة الظلام إذا كانت أوزانها تزيد عن جرام واحد، وذلك لما تحدثه من مسار مضىء فى السماء لأقل من ثانية خلال النجوم. ويعتقد أن أكبر حجر نيزكى سقط على سطح الأرض هو ذلك الذى تم اكتشافه فى جنوب إفريقيا ويبلغ وزنه حوالى ٤٥ طنا. وأكبر حجر نيزكى وجد فى الولايات المتحدة الأمريكية بلغ وزنه ١٣ طنا بمنطقة أورجون. ولكن هناك عدة حفر وجدت فى العالم يرجع تكوينها إلى ارتطام نيازك عملاقة بالأرض، كالحفرة الموجودة فى ولاية أريزونا بأمريكا. أما موضوع أن تكون هذه الأجسام آتية من الفضاء أو لا، فقد حسمت هذه المشكلة الآن بعد أن ارتاد الإنسان الفضاء ونزل على سطح القمر وأيضًا ارتاد المريخ، وتم إحضار أجزاء من سطحه إلى سطح الأرض وتمت دراسة تلك الأجزاء وتمت المقارنة. إن هناك حقولا متوزعة على سطح الأرض تسمى بالحقول النيزكية، مثل حقول الصحراء الغربية المصرية وجنوب أفريقيا، وأمريكا وسيبيريا وغيرها من المناطق المعروفة على مستوى الكرة الأرضية وتسمى بالحقول النيزكية.

٤ -- نيازك الصحراء الغربية المصرية

تعتبر الصحراء الغربية المصرية مسرحًا لسقوط النيازك، أو حقلا من حقول سقوط النيازك على مر التاريخ. وقد تم اكتشاف فوهات وحفر نتيجة لسقوط النيازك بالصحراء الغربية حديثاً وذلك فى آخر سنة ٢٠٠٤ من مجموعة من العلماء الفرنسيين والمصريين. وقد قام معهد ماكس بلانك الألمانى للكيمياء بقيادة البروفسور «رودلف شولتس» بعمل تجميع لأكثر من ١٤٠ نيزكا من الصحراء الغربية، يعتقد أنها إما بقايا نيازك وإما آثار وقوع نيازك وقد تم تجميع هذه النيازك ووضعت فى المتحف الجيولوجى المصرى بمدينة القاهرة «أثر النبى» بمنطقة مصر القديمة على كورنيش النيل.

وهذه المنطقة تمتد أيضًا فى صحراء ليبيا، لأن مجال سقوط النيازك أو حقل النيازك هذا لا ينتهى عند الحدود المصرية الليبية. وأيضًا فى مناطق متفرقة أخرى فى مصر مثل منطقة أسوان وإسنا بمصر.

وقد قسم الجيولوجيون المصريون هذه النيازك إلى:

١ - نيزك التحليت الذى سقط بالقرب من قرية النخلة البحرية مركز أبو حمص (محافظة البحيرة) سنة ١٩١١ وهو نيزك معروف عالميًا ويعتقد أنه قادم من المريخ.

٢ – نيزك غرب إسنا والذى اكتشفه الجيولوجى محمد الحناوى سنة ١٩٧٠ وهو نيزك حجرى كوندرينى "Chondorite".

٣ – نيزك أسوان والذى اكتشف جنوب غرب مدينة أسوان سنة ١٩٥٥ ولكن حجمه صغير جدا.

٤ - نيازك منطقة بحر الرمال الأعظم والذى اكتشفت سنة ١٩٩١ وسنة ١٩٩٤ من قبل علماء ألمان من معهد ماكس بلانك.

وقد عرف القدماء المصريون النيازك واعتبروها أجساما سماوية مقدسة. وقد استخدموا معدن الحديد الموجود فيها فى صناعة بعض الأوانى والحلى. إلا أنهم

اكتشفوا عدم صلاحية هذه الأوانى والحلى وذلك نتيجة تحولها بعد فترة إلى أكسيد حديد ويصدأ. ولكنهم استخدموا زجاج السيليكا الطبيعى الذى جمعوه من شمال هضبة الجلف الكبير فى صناعة القلادات والسيوف للحكام والفراعنة.

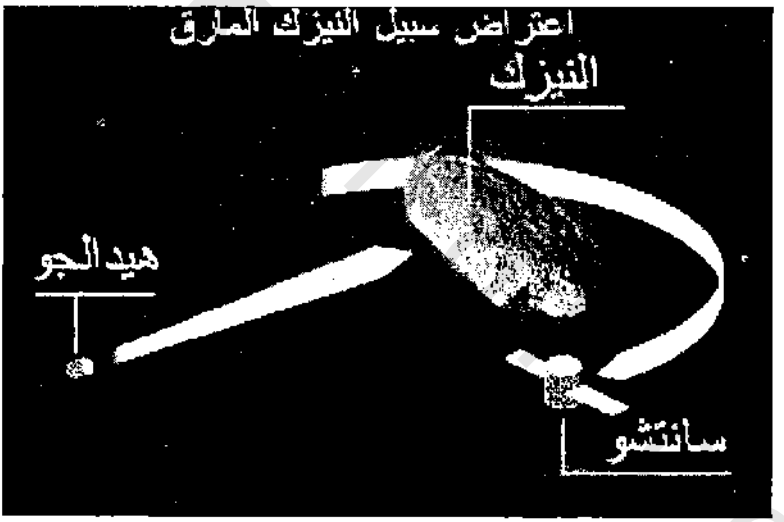
وقد دلت الدراسات الحديثة أن بعض الجعْران الفرعونية أصلا ليست من مادة الزجاج السليكى ولكنها من بقايا نيزك سقط فى الصحراء الغربية، وتم اكتشاف هذا من خلال دراسة قام بها فريق مصرى – إيطالى يرأسه الجيولوجى الأستاذ/ على بركات، وذلك بحساب انكسار الضوء على الجعران رقم س ع ٦١٨٨٤ بالمتحف المصرى وهو قلادة لتوت عنخ أمون وهى قنينة رائعة تحتوى على قرص القمر والهلال ويحرسهما ثعبان الكوبرا، وأسفل كل هذا جعران مجنح وكأنه آت من الفضاء، وكان يعتقد أنه من العقيق وقد اتضح أن معامل انكساره للضوء يصل إلى ١.٤٦ للجعران الزجاجى، وهذا يدل على أنه من زجاج السيليكا الطبيعى نتيجة لارتطام نيزك بسطح الأرض فى منطقة الصحراء الغربية المصرية ومازالت الحضارة الفرعونية تخفى وراءها الكثير والكثير.

٥ – الوقاية المبكرة من خطر النيازك

تجرى حاليا دراسات بتمويل من وكالة الفضاء الأوروبية (إيسا) حول جدوى إرسال بعثة إلى الفضاء بهدف تدمير نيزك «مارق». وتحاول شركة (ديموس سبيس) الإسبانية تصميم تفاصيل البعثة، على أمل أن تقبل الوكالة الأوروبية ESA بالمضى قدما نحو تنفيذ مشروع تدمير نيزك. وقد وضعت الشركة خطة تحت اسم (دون كيشوت) تقوم على إطلاق مركبتين فضائيتين على مسافة بعيدة من النيزك. وحسب الخطة فإن إحدى المركبتين واسمها (هيدالجو) سترتطم بالنيزك بسرعة عالية، ليحيد قليلا عن مساره. أما المركبة الثانية وتسمى (سانتشو)، فتتولى مراقبة النيزك، وتجرى عمليات قياس غاية فى الدقة لما يحدث له بعد الاصطدام. والهدف من هذه البعثة هو اطلاع العلماء على القوة اللازمة لضرب نيزك مارق حقيقى متجه نحو الأرض لإلحاق الضرر بنا. وأنهت مؤسسة ديموس

دراساتها، ولكن عملية إقناع الوكالة الأوروبية بضرورة إخراج المشروع إلى الواقع يجد بعض المشكلات فى التمويل. ويقول القائمون على المشروع إنهم متفائلون بالمستقبل. وقال خوسى أنطونيو جونزالث من الشركة، فى تصريح لبى بى سى نيوز أونلاين: «إننا نعتقد أن نتيجة الرحلة ستعود بالنفع على العلم». ومضى قائلا: «نحن نحاول أن نبرهن على جدوى الرحلة، ليس على صعيد حسابات النشاط الفلكى والمتطلبات التكنولوجية فحسب، وإنما أيضا على المستوى المالى». شكل (٥) يبين الدراسة والخطة لاعتراض سبيل نيزك مارق. أخذ الشكل من الموقع:

http:// news.bbc.co.uk/hi/arabic/sci_tech/newsid_2185000/2185761.stm



شكل (٥) شكل توضيحى لخطة اعتراض نيزك مارق

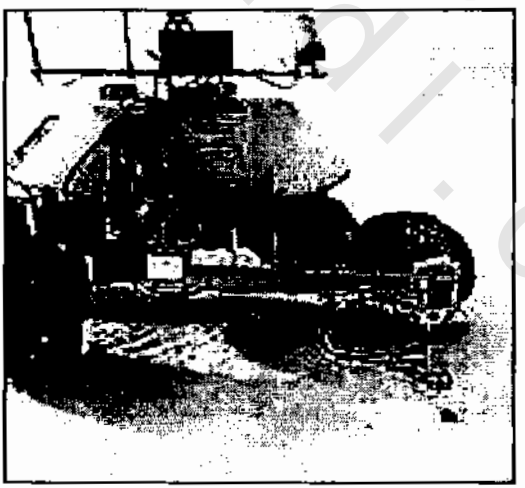
وفى حال قبول المشروع وبدء تنفيذه، فإنه سيجرى اختيار نيزك ملائم تتولى المركبة (هيدالجو) الارتطام به بسرعة خارقة تصل إلى عشرة كيلومترات فى الثانية. أما المركبة الثانية (سانتشو) فستدور حول النيزك على مسافة آمنة لمراقبة ما يجرى. وإذا سارت الأمور على ما يرام فإن النيزك سيحيد عن مساره فى

البداية ببضعة أجزاء من الميليمترات. والهدف من ذلك هو أن يسجل (سانتشو) التحول المحدود للغاية وإرسال البيانات إلى الأرض. ويمكن فى المستقبل أن يكون الانحراف عن المدار أكبر بكثير، ولذلك فإن شركة (ديموس) ترغب فى قياس مدى القوة اللازمة لتغيير النيزك المارق عن مداره.

غير أن نجاح هذه المهمة فى صد المخاطر من تصادم النيزك، ستبقى رهنا لمدى الإنذار القائم. إذ إن رحلة (سانتشو) (وهيدالجو) يمكن أن تستغرق شهورا قبل الوصول إلى هدفهما، يجب أن يصد الخطر فى المكان المناسب وبالسرعة الملائمة. وبلوغ هذه الغاية يتطلب دقة عالية، لكن وكما أشار جونزالث إلى ذلك، فإنها لا تحتاج إلا إلى صاروخ نووى من النوع الوارد فى قصص الخيال العلمى. وإذا تلقى المشروع الضوء الأخضر، فإن رحلة (دون كيشوت) ستوفر معلومات قيمّة حول مكونات النيزك المستهدف. وعن ذلك يقول جونزالث «إن هذه البعثة ستقدم لأول مرة نظرة من داخل النيزك».

وهناك روبوت على شكل عربة صغيرة تسير على أربع عجلات يسمى الروبوت نوماد وهو مطالب بالاعتماد على الذات لجمع التربة من النيزك، وسوف يكون ذلك تقدما فى دراسة النيازك. ويتوقع أن تمهد مهمة الروبوت إلى السبيل للقيام بمهام جديدة على سطح المريخ أو القمر، وقد صنع مجموعة من الباحثين الروبوت ميت نوماد فى معهد الروبوتات بجامعة كارنيجى ميلون، بتمويل من وكالة الفضاء الأمريكية، ناسا. وستتولى هذه الآلة البحث عن بقايا النيازك وتصنيفها بواسطة أدوات زود بها ذراعه ويعد نوماد أول روبوت يتولى استكشاف مواد قد قدمت إلى الأرض من الفضاء الخارجى. ويقول البروفيسور ريد ويتيكر، مدير مشروع نوماد: إن الروبوتات كانت فى السابق تلتقط الصور، وتجمع المعلومات ثم تسلمها للعلماء الذين كانوا يصدرون تقييماتهم بشأنها ويتخذون القرارات، أما الآن فإن نوماد سيتولى بنفسه تقييم نوعية الصخور التى يصادفها. شكل رقم (٦) صورة اسكتشية لهذا الربوت. وسيقضى نوماد أسابيع فى التجول عبر منطقة إليفانت مورين، الواقعة شرقى القطب الجنوبى، نظرا لأهميتها الخاصة فيما يتعلق ببقايا النيازك، حيث تم العثور فيها على آلاف القطع القادمة من الخارج، ومن بينها

أول صخرة من المريخ، يتم العثور عليها فى الأرض وقد تمت برمجة نوماد ليقوم بمسح المنطقة ذهابا وإيابا، بطريقة مشابهة لعمل آلة تهذيب الأعشاب. وجهز بكاميرات قادرة على تمييز الصخور بسوادها فى خضم بياض الجليد المحيط بالمنطقة، ومن بينها كاميرا تستخدم فى التركيز على القطع المهمة وبعد ذلك يقوم جهاز لقياس ألوان الطيف بتحليل الضوء الذى تعكسه صخرة ما، لتحديد ما إذا كانت جزءا من نيزك أو لا، إضافة لجهاز لرصد المعادن لالتقاط أى من مكونات الحديد باعتبار أن هذا المعدن جزء هام فى بعض الصخور القادمة من الفضاء الخارجى. وفى حالة اعتقاد نوماد بأنه عثر على قطعة نيزك، يقوم بإرسال معلومات للباحثين حول الموقع بالتحديد، وذلك عن طريق الأقمار الصناعية، ليقوم الفريق المشرف على المشروع بالتقاطها فى وقت لاحق وهذه هى رابع مهمة يقوم بها نوماد منذ تصنيعه، لكنها الأولى التى يؤمل أن يقوم فيها بإنجاز التحاليل بمفرده، بينما استخدم فى رحلة سابقة إلى القطب الجنوبى وأخرى إلى صحراء أتاكاما فى تشيلى، لتجربة أنظمته فحسب ويتطلع الفريق المشرف على هذا المشروع أن تقوم ناسا، فى حال نجاح المهمة الحالية لنوماد، باستخدام التكنولوجيا ذاتها فى رحلات إلى كواكب أخرى وإلى النيازك.



شكل (٦): صورة اسكتشية لربوت نوماد.

٦ – علاقة الحياة بالنيازك:

يقول الباحثون: إن النيازك ربما تشكل عنصرا هاما بالنسبة لتطور الحياة على الأرض، ويشيرون إلى أن الفوسفور الموجود على الأرض فى مراحل تكوينها الأولى يظهر الأدلة على أصل الحياة. جاء ذلك فى بيان أصدرته جامعة أريزونا «إن علماءها اكتشفوا فى دراسة مولتها وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) أن النيازك، وخاصة النيازك المكونة أساسا من الحديد، ربما شكلت عنصرا هاما فى تطور الحياة على الأرض». وقد أظهرت الدراسة أن النيازك ربما تكون قد وفرت بسهولة قدرا أكبر من الفوسفور أكثر مما يتوفر على الأرض بصورة طبيعية بدرجة تكفى لإنعاش الجزيئات الحيوية التى تتشكل منها الكائنات الحية المتكاثرة. وقال مائيو باسيك الباحث بقسم علم الكواكب ومختبر النظام القمرى والكوكبى: إنه «بما أن الفوسفور أنذر كثيرًا فى البيئة مما فى الحياة فإن التوصل إلى فهم سلوك الفوسفور على الأرض فى مراحل تكوينها الأولى من شأنه أن يوفر لنا الأدلة حول أصل الحياة».

والجدير بالذكر أن الفوسفور يمثل عنصرا محوريا بالنسبة للحياة. فهو يشكل العمود الفقرى بالنسبة للحمض النووى لأنه مرتبط بالأسس الوراثية لهذه الجزيئات فى السلاسل الطويلة. وهو أيضا حيوى لعملية التمثيل الغذائى لأنه متصل بوقود الحياة الجوهرى والترايفوسفيت الأدينوسين، وهو الطاقة التى تشغّل النمو والحركة. غير أن المصدر الذى تكون قد حصلت منه الحياة الأرضية على مركبات خاصة بالفوسفور لا يزال يمثل لغزا بالنسبة للعلماء. وقال باسيك: «إن هناك عدة معادن موجودة فى النيازك تحتوى على مركبات الفوسفور. وأهمها وهو الذى درسناه مؤخرا بدرجة كبيرة هو فوسفيد نيكل الحديد المعروف أيضا باسم شريبيبرسايت». وشريبيبرسايت هذا هو عبارة عن مركب معدنى ونادر على الأرض، ولكنه موجود فى النيازك فى كل أجزائه. وخصوصا فى النيازك الحديدية. حيث قام باسيك وزملاؤه بخلط الماء النقى غير المؤيّن ثم قاموا بتحليل

المزيج السائل باستخدام الرنين المغناطيسى النووى. ولقد شوهد قدر كبير من مركبات الفوسفور المختلفة تتشكل. والأمر الأكثر إثارة للاهتمام هو أننا وجدنا P_2O_7 (وهو ذرتان فوسفوريتان تحتويان على سبع ذرات من الأكسجين)، والذى يمثل أحد الأشكال المفيدة، المشابهة لتلك الموجودة فى أى تى بى. لذا كانت دراسة المذنبات ليس لها الأهمية فى دراسة أصل ونشأة المجموعة الشمسية فحسب، بل أيضا هامة لدراسة نشأة الحياة على الأرض، وبالتالى حل كل ألغاز الجسم البشرى(1).

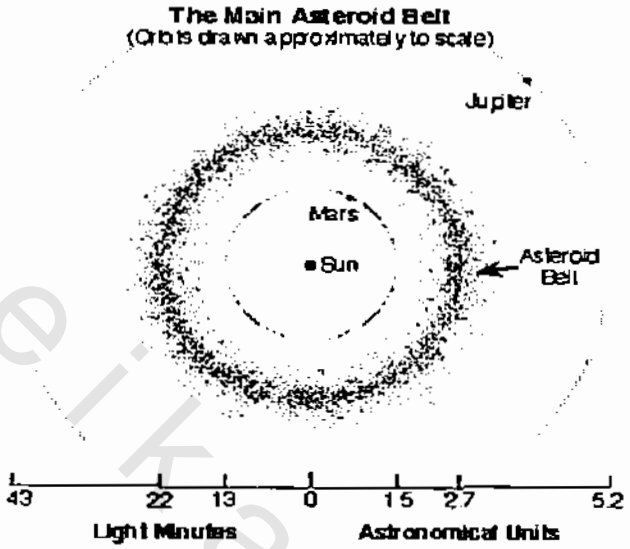
ثالثا: الكويكبات (Asteroid) وإمكانية اصطدامها بالأرض:

الكويكبات عبارة عن أجسام صغيرة فى المجموعة الشمسية شبيهة بالكواكب، ولكنها صغيرة جدا. قطرها أقل من ١٠٠٠ كم، ما عدا كويكب واحد يسمى سيرس Ceres، ومن المتعذر رؤيتها بالعين المجردة من على سطح الأرض، لصغرها وبعدها عنا. فهى تنتشر فيما بين مدارى المريخ والمشترى فى حزام يسمى حزام الكويكبات.

منذ مائتى سنة اعتقد الفلكيون أن هناك كوكبًا مفقودًا بين مدارى المريخ والمشترى، فحسب التسلسل الرقمى لقانون بود (بود هو مدير مرصد برلين منذ مائتى سنة) فإنه يجب أن يكون هناك كوكب ما بين المريخ والمشترى، ويقع على مسافة قدرها ٢.٨ وحدة فلكية من الشمس (الوحدة الفلكية الواحدة هى المسافة بين الأرض والشمس وتقدر بحوال ١٤٩ مليون كيلومتر). الشكل رقم (٧) شكل توضيحى، يوضح مكان حزام الكويكبات فى داخل المجموعة.

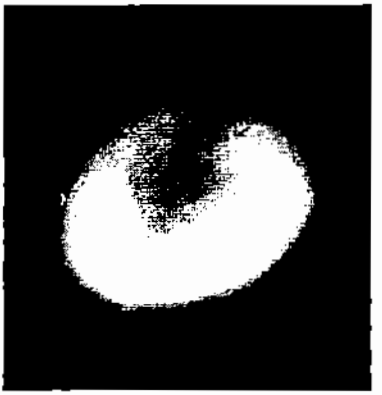
---

(١) لمزيد من المعلومات راجع المصدر فى المراجع العربية رؤى مستقبلية من تأليف ميتشو كاكو لسنة ٢٠٠١. وأيضا راجع المصدر الإنجليزى للمؤلف Alan E Rubin بعنوان: Disturbing the solar system لسنة ٢٠٠٢.



شكل (٧): مكان حزام الكويكبات داخل المجموعة الشمسية.

هذه الكويكبات يسميها الفلكيون Asteroids أو The Minor Planets وفى سنة ١٨٠٢م اكتشف الفلكى بيازى وجود كويكب يدور حول الشمس فى مدار متوسط قطره ٢,٨ وحدة فلكية فى المسافة ما بين المريخ والمشترى، ويبلغ قطر هذا الكويكب حوالى ألف وخمسة وعشرين كيلومترا (أى أقل من ثلث قطر القمر) وقد سماه سيرس وهو من أكبر الكويكبات المكتشفة حجمًا وهو كويكب غير منتظم الشكل ويدور حول نفسه مثل باقى الأجسام السماوية. والكويكب باللاس Ballas يليه فى الحجم حيث اكتشفه العالم هاردنج سنة ١٩٠٤، فقطره يصل إلى ٥٦٠كم. وتم اكتشاف بعد ذلك الكويكب فيستا Vesta على يد العالم الفلكى أولبرز سنة ١٩٠٧م، حيث يصل قطره إلى ٥٢٠كم، وهو غير منتظم الشكل ويدور حول نفسه دورة كاملة خلال ٥ ساعات و٢ دقيقة و٣٢ ثانية، وتقدر كتلته بما يعادل ٢,٤ × ١٠ ^ ٢٠ طن. شكل الكويكب فيستا، كما تم تصويره بواسطة الأقمار الصناعية، يظهر بالشكل رقم (٨).



شكل (٨): كويكب فيستا Vesta كما تم رصده بالأقمار الصناعية.

وتوالت اكتشافات الكواكب يوما بعد يوم حتى يومنا هذا. وبعد تطوير طريقة الرصد بواسطة التصوير الفوتوغرافى سنة ١٨٩٠م بواسطة العالم وولف. وتم اكتشاف ما يسمى بالكويكبات الصناعية وهى التى تدور حول الشمس فى مدارات قطع ناقصة فى أزمنة تصل إلى ٥ سنوات. من خلال الدراسات الأكاديمية لنظرية الإقلاق فإن كتلة كل الكويكبات مجتمعة لا تزيد عن نصف كتلة كوكب الأرض[١].

١ – الخصائص الفيزيائية للكويكبات

الغالبية العظمى من الكويكبات أقطارها دون ٢٠٠ كم وعددها ضخم جدا. ففى سنة ١٩٨٠م بلغ عدد الكويكبات التى تم اكتشافها وتحددت مداراتها حول الشمس إلى ٢٢٨٩ كويكبًا، ولقد اكتشف حتى الآن نحو ٥٠ ألف كويكب تتفاوت أقطارها وأحجامها، منها نحو أكثر من ٢٠٠ كويكب محددة المدارات بشكل دقيق. ومن المتوقع بعد استعمال أكبر تلسكوب فى العالم، والذى يبلغ قطر مرآته ٢٠٠ بوصة أن يصل عدد هذه الكويكبات لأكثر من مائة ألف كويكب. من المعلوم أن عدد الكويكبات فى الحزام الكويكبى عدة مليارات، ولكن القليل منها هو الذى

(١) راجع المصدر العربى (الموسوعة الفلكية)، ترجمة د. عبد القوى عياد، وكذلك مبادئ علم الفلك، للدكتور عبد القوى عياد.

تم دراسة مساره وخصائصه الفيزيائية. ومن المعلوم أن أسماء الكويكبات التى قد اكتشفت قد أخذت من أسماء بعض القصص التاريخية أو من أسماء مكتشفيها. من أحدث الكويكبات الذى تم اكتشافها سمى باسم مكتبة الإسكندرية، وهو كويكب نصف قطره ٦ كيلومترات، حيث أصدر الاتحاد الدولى الفلكى (IAU) نشرة رسمية فى أوائل سنة ٢٠٠٥ بالموافقة على إطلاق اسم مكتبة الإسكندرية على الكويكب بعد موافقة اللجنة العلمية الدولية المختصة التابعة للاتحاد. والذى اكتشف هذا الكويكب هما العالمان التشيكيان بيتر كوسفيراك وبيتر برافيتش، وتم اختيارهم لاسم مكتبة الإسكندرية فى احتفال بمدينة هافيليتشكوف التشيكية والتى يقع بها المرصد الفلكى الذى رصد منه الكويكب. من خصائص هذا الكويكب أنه يبعد عن الشمس مسافة ٣ وحدات فلكية (حوالى ٤٥٠ مليون كيلومتر)،وقطره ٦ كيلومترات، ويكمل دورته حول الشمس فى ١٩٠٥ يوم (حوالى ٥ سنوات وخمس السنة). وقد تم تحديد مساره تحديدا تاما، حيث إنه يقترب من الأرض مرة كل خمس سنوات تقريبا ويمكن رصده من الأرض رصدا جيدا أثناء اقترابه من الأرض.

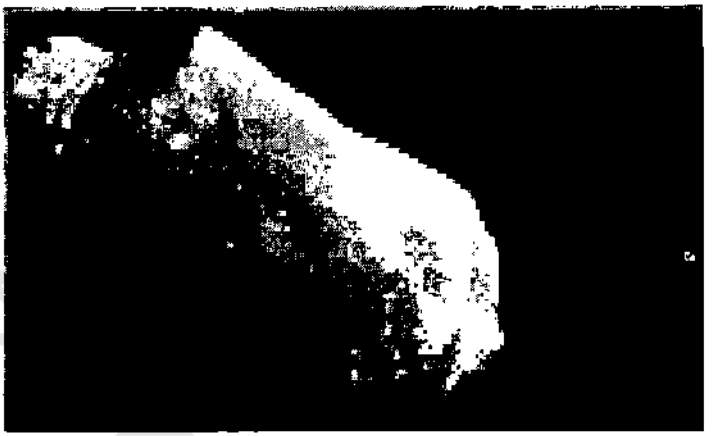
إن أصل هذه الكويكبات كما ذكرنا هو وجود كوكب قد انفجر ما بين المريخ والمشترى، وحزام الكويكبات الحالى هو ناتج من تفتت هذا الكوكب وانفجاره. وأكبر هذه الكويكبات هو سيرس، ثم يليه حوالى مائتى كويكب يبلغ قطر كل منها مائة كيلو متر، ثم حوالى خمسمائة كويكب تتراوح أقطارها ما بين الخمسين ومائة الكيلومتر، أما باقى الكويكبات فأقطارها أقل من خمسين كيلومترًا. أما أصغر كويكب يمكن رصده من الأرض فلا يزيد قطره عن مائة وخمسين مترًا. وقد اخترقت مركبة الفضاء الأمريكية فوجير هذا الحزام أثناء ذهابها إلى المشترى وسجلت وجود كويكبات تدور حول الشمس تتراوح أقطارها ما بين عشرين سنتيمترًا إلى حبيبات صغيرة الحجم والكويكبات هذه ليس لها شكل منتظم أو مدار ثابت ولا تحتفظ بغلاف غازى حولها، حيث إن ضعف الجاذبية يؤدى إلى هروب ذرات وجزيئات الغازات من هذه الكويكبات. ثم إنه نتيجة لبعدها

الكبير عن الشمس فإنها أجرام باردة، وتبلغ درجة حرارتها فى المتوسط حوالى سبعين درجة مئوية تحت الصفر، وهى تماثل درجة حرارة أقطاب الأرض فى الشتاء القارس. وتتحرك هذه الكويكبات فى مدارات، قد يبلغ أقصى بعد لها عن الشمس ٥.٨ وحدة فلكية، ولكن فى المتوسط ٢.٨ وحدة فلكية ،وهى مدارات إهليجية تميل بحوالى عشر درجات على دائرة البروج السماوية. وقد لاحظ العالم الفلكى إيرك وود فى سنة ١٨٦٦م، أنه نظرًا للكتلة الهائلة لكوكبى المشترى وزحل، فإن هناك قوة جذب لهذه الكواكب تؤثر على هذه الكويكبات مما يؤثر على حركتها فى مداراتها حول الشمس، وتخرج هذه الكويكبات عن مداراتها الأصلية، ويُحدث تصادما بينها وبين بعضها الآخر، مما يؤدى إلى حدوث انشطار لبعض هذه الكويكبات. وهناك مجموعة من الكويكبات تُسمى مجموعة أبوللو وهى الكويكبات التى تتأثر بجاذبية كوكب الأرض وكوكب المريخ، ويبلغ عددها حتى الآن ٢٣ كويكبا منها أربعة كويكبات تخترق مداراتها مدار دوران كوكب الأرض حول الشمس. كما تم إحصاء عدد الكويكبات التى تتأثر بجاذبية الأرض (يبلغ قطرها أكثر من كيلومتر واحد) بحوالى ١٣٠٠ كويكب، وهى كويكبات تم تصادم عدد منها فى الأزمنة السحيقة مع الأرض، وهناك احتمال فى تصادم عدد آخر منها مع الأرض فى المستقبل البعيد. قسم الفلكيون الكويكبات إلى عشرة أنواع. يبين الجدول التالى بعض الخصائص الفيزيائية لبعض الكويكبات الشهيرة، حيث يمكن ملاحظة أن كل الكويكبات المذكورة فى الجدول معلوم كل تفاصيل مدارها وخصائصها الفيزيائية. ويلاحظ أن كل الكويكبات يبعد مدارها عن الشمس بأكبر من وحدة فلكية، ومتوسط بعدها يصل إلى ٢.٨ وحدة فلكية، وهى المسافة الفارغة بين كوكبى المريخ والمشترى، والتى كان يجب أن يكون بها كوكب حسب قانون بول، أما ميل المدار فلو زاد عن ٩٠ درجة يكون اتجاه حركتها عكس حركة الكواكب، كما هو موضح فى الجدول:

اسم الكويكب	البعد عن الشمس بالوحدة الفلكية	قطره بالكيلومتر	ميل المدار على دائرة البروج
سيرس	٢.٧٦٧	١٠٢٥	١٠.٦
بالاس	٢.٧٧٢	٥٦٠	٣٤.٨
فيستيا	٢.٣٦٣	٥٢٥	٧.١
يونو	٢.٦٦٨	١٩٠	١٣.٠
إيروسو	١.٤٥٨	٢٠	١.٨
هيدو	٥,٧٩٤	٤٠	٤٢.٥
آمور	١,٤٥٨	١٥	١١.٩
إيكاروس	١,٠٧٨	–	٢٣,٠
أبولو	١.٤٨٦	–	٦.٤
أدونيس	١,٩٦٩	–	١,٥
هيرمنس	١.٢٩٠	٠.٧	٤.٧

لمزيد من المعلومات عن هذه الكويكبات، راجع جدول الكويكبات فى آخر هذا الكتاب الجدول (II) ورقم (III) حيث الجدول الأول به الكويكبات الأكبر كتلة وحجما، والمعروفة علميا من حيث المدار والخواص الطبيعية، أما الجدول الثانى فيحتوى على بعض الكويكبات المختارة، التى دائما تظهر فى السماء فى فترات متقاربة وقريبة من الأرض.

من أشهر الكويكبات كويكب أيدا ودكتايل Ida and Dactyl ومن بعض الصور الطريفة والتى أخذت له تظهر فى الشكل رقم (٩) حيث يوضح عدم انتظام شكل الكويكب، فضلا عن وضوح تضاريس سطحه، وهو كالجبل الطائر فى الفضاء.



شكل (٩): كويكب Ida and Dactyl كما تم تصويره فى الفضاء.

وتصادم الأرض مع المذنبات أمر يكاد يكون مستحيلا، ولكن الوضع مختلف بالنسبة للكويكبات؛ نظرًا لأن الأخيرة ذات كتلة صغيرة، ويمكن التأثير عليها بجاذبية الكواكب وإخراجها من مداراتها الأصلية حول الشمس. كما أن الكويكبات هى مصادر النيازك التى تسقط بتأثير جاذبية الأرض، وتحترق فى غلافها الجوى، ويمكن مشاهدتها بالعين المجردة فى السماء المظلمة ليلا، وينتج هذا الاحتراق نتيجة للسرعة الهائلة لهذه النيازك داخل الغلاف الجوى للأرض؛ حيث تتراوح ما بين ١٢ إلى ٧٢ كيلو مترا فى الثانية، مما يؤدى إلى احتكاك هذه النيازك مع مكونات الغلاف الجوى، ينتج عن ذلك حرارة عالية تؤدى إلى تلاشى هذه النيازك غالبًا فى حالة ما إذا كانت كتلتها صغيرة، أما إذا كانت كتلتها كبيرة فإنها تصل إلى الأرض، حيث يتلاشى يوميًّا فى الغلاف الجوى ما بين عشرة إلى مائة طن من هذه النيازك.

إن احتمال تصادم الكويكبات مع الأرض ضئيل جدًا ولكنه قائم، حيث إن معظم الكويكبات التى تخرج عن مدارها – نتيجة للإقلاق الحادث عليها من جاذبية الكواكب العملاقة – هى كويكبات صغيرة الكتلة، وعند خروجها من المدار تصطدم

بكويكبات أخرى، فتتجزأ كتلتها، وعند وصولها قريبا من الأرض يكون هناك الاحتمال الأكبر، فى أنها تتلاشى فى الغلاف الجوى للأرض، والاحتمال الأصغر هو إفلات أجزاء منها من التلاشى الكامل بالجو ووصولها إلى سطح الأرض. فى حالة وصولها إلى سطح الأرض فإنها إما أن تسقط فى المحيطات وهذا الأغلب، وإمّا تسقط على اليابسة مخلفة دمارا محليا فى مكان سقوط الجسم.

٢ الخطر القادم من النيازك والكويكبات:

سفينة الفضاء الأمريكية «كالتك» ومن تحليلات تجاربها فإن هناك اعتقادا بأنه بما لا يقل عن ٤ آلاف كويكب بنصف قطر يصل إلى حوالى واحد كيلو متر يمكن أن تعترض مدار الأرض ومسارها. وهناك معلومة أخرى قد تمخضت عنها نتائج أبحاث كالتك، وجامعة أريزونا الأمريكية، بأنه يوجد ما لا يقل عن نصف مليون كويكب قطره أكبر من ١٠٠ متر يحوم حول الأرض، وما يزيد عن ١٠٠ مليون كويكب بقطر يصل إلى ١٠ أمتار، أيضا يحوم داخل المجموعة الشمسية وقريبة من مدار الأرض داخل المجموعة. فإذا كانت كرة صغيرة من النيازك مثل حجم رأس الإنسان أحدثت دمارًا هائلا فى منطقة سيبيريا الروسية سنة ١٩٠٨. وذلك قرب نهر «تونجوسكا» وكان قطر هذا المذنب فقط حوالى متر قبل دخوله الغلاف الجوى ووصل إلى ٢٠ سم فقط، عند اصطدامه بالأرض، وقد سجلت مراصد لندن آنذاك هذا الاصطدام عند سقوطها هناك واندلعت الحرائق التى نشبت بسبب ذلك التصادم، واستمرت أسابيع طويلة، بل لو كانت هذه المنطقة آهلة بالسكان لكانت الخسائر وصلت إلى آلاف البشر. فما بالك بتصادم جسم قطره أكثر من ١٠ أمتار أو ١٠٠ متر أو ١٠٠٠ متر، فإنه سيكون الخراب الأكبر، بل نهاية الحياة على سطح الأرض.

وفى سنة ١٩٩٦ كانت ستقع كارثة كوكبية تدمر الحياة تماما على الأرض، وذلك من اقتراب أحد الكويكبات والذى يسمى JAT، ١٩٩٦ والذى يبلغ قطره نصف كيلو متر. حين اقترب من الأرض لمسافة ٤٥٠ ألف كيلو متر من

الأرض (من المعروف أن المسافة بين الأرض والشمس حوالى ١٤٩ مليون كيلو متر). والكارثة الكبرى أن هذا الكويكب كان غير مكتشف، وظهر فجأة، وتم اكتشافه عن طريق المصادفة، كل ذلك جعل برنامجا فضائيا متكاملا يتم إعداده للدفاع عن كوكب الأرض، وقد تمخض هذا البرنامج فى إطلاق سفينة الفضاء روزبتا الأوربية، فضلاً عن رصد مبالغ كبيرة فى وكالة ناسا لتتبع سير الكويكبات التى يمكن أن تقترب من الأرض.

العالم الفلكى «توم جيرلس» من جامعة أريزونا يقدر حجم الخراب الذى يمكن أن يضرب الأرض فى حالة تصادم كويكب بقطر يصل إلى ١ كيلو متر، بقدر الخراب الذى يمكن أن يحدثه انفجار مليون قنبلة ذرية. فإذا ضربت اليابسة فإن قارة مثل أمريكا الشمالية والجنوبية تختفى تماماً وإذا ضرب المحيطات فإن موجات المد يمكن أن تصل إلى أكثر من ٢ كيلو متر ارتفاعا، وهو كاف لغمر معظم مدن العالم داخل المياه، ناهيك عن تصاعد الغبار والتراب، الذى يحجب الشمس وأشعتها لمدة شهور. ومازلنا فقط نذكر بما حدث فى موجة المد الناتجة عن زلازل فى جنوب آسيا فى نهاية سنة ٢٠٠٤ والمعروف باسم «تسونامى» والذى صنع دماراً يصل إلى نصف مليون قتيل ومئات الملايين من المشردين ناهيك عن الدمار الكاسح الذى وصل إلى حد الكارثة الأرضية الكبرى. كل ذلك فقط جراء زلزال، أو هزة أرضية.

فى نهاية سنة ٢٠٠٤ حذرت وكالة الفضاء ناسا "NASA" من خطر كويكب يسمى MN-4-2004 وقد اكتشف حديثاً، له مسار تم دراسته وتوقع قربه من الأرض فى سنة ٢٠٢٩ ميلادية، وسوف يصل إلى أقصى قرب له من الأرض فى ٣ أبريل ٢٠٢٩ وهو يوافق يوم الجمعة. وهناك احتمال يصل إلى ٣٪ من أن يتصادم هذا الجسم السماوى بالأرض، ونظراً لأن هذا الجسم يصل قطره إلى أكثر من كيلومتر، فإن فى حالة تصادمه مع الأرض تحدث كارثة قد تنهى الحياة بالكامل من على سطح الأرض كما حدث ذلك منذ حوالى ٦٥ مليون سنة حيث حدث تصادم بين نيزك عملاق والأرض، وقد أنهى هذا التصادم على كل مظاهر

الحياة فى ذلك الحين على الأرض كما افترضت الكثير من الدراسات، وكانت المكونات الأساسية للحياة على الأرض أنذاك هى الديناصورات.

كتب عالم الفيزياء الفلكية أرثر كلارك وهو بريطانى الجنسية، عدة كتب ومقالات فى تبسيط العلوم، يحذر من هذا الخطر القادم من الفضاء، وكان آخر كتاب له بعنوان «مطرقة الله» يقول: إن الأرض تعرضت مرات عديدة لهجمات النيازك الجبارة، والمشاهد والأدلة موجودة فى بقاع عديدة من سطح الأرض وكذلك فيما هو مختف تحت قاع البحار والمحيطات، ويضيف المؤلف لو اصطدم نيزك بسطح الأرض فى منطقة آهلة بالسكان، فسوف يكون ذلك كارثة ضخمة وقد تستمر آثار مثل هذا التصادم عشرات السنين وقد يحجب الغبار المتصاعد إلى الجو حرارة الشمس لعدة سنوات، ولو كان الجسم كبيرا، فقد يؤدى ذلك إلى عصر جليدى جديد، فإن المراصد الفلكية ترصد بين الحين والآخر أجساماً فضائية تقترب جدا من الأرض وتتقدم نحو الأرض فى سرعات شديدة، ويصيب كل سكان الأرض الذعر والهلع من احتمالات التصادم، ولكن وبدون مقدمات أيضا يعاود هذا الجسم الابتعاد عن الأرض وبالتالى يزول الخطر ولكن هذا لا يعنى أن هذا الجسم هو آخر الأجسام التى تقترب من الأرض، وقد أعلن بعض علماء الفلك فى جامعة أريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية أن هذه «الجبال الطائرة» هى إما أن تكون كويكبات من الحزام المعروف للكويكبات (كما ذكرنا ذلك سابقا) بين كوكبى المريخ والمشترى، وإما أن تكون أحد المذنبات التى توجد فى الفضاء بأعداد كبيرة جدا اكتشف منها مئات الآلاف، ويخفى علينا الملايين منها، وهذه المذنبات إما أن تكون من داخل المجموعة الشمسية وإما أن تكون من خارجها وإما آتية من السحابة المذنبية التى تبعد أكثر من ٥٠ وحدة فلكية. فضلا عن النيازك والتى يصل عددها بالملايين[1].

---

(١) راجع المصدر: رؤى مستقبلية من تأليف ميتشو كاكو وترجمة سعد الدين خرفان صدر سنة ٢٠٠١.

أكد أحد العلماء الأسبان يدعى خيسوس مارتينيز فرياس وهو مدير جغرافية الكواكب فى المركز الفلكى الاسبانى بمدريد، أن ظاهرة ارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض قد يكون سببها تساقط كتل كبيرة من الجليد فى شكل نيازك بطيئة الحركة، وتقع من السماء على الأرض. وقضى خيسوس مارتينيز فرياس أكثر من عامين ونصف يبحث فيما يسمى بالنيازك الجليدية. التى يزيد وزنها عادة على عشرة كيلو جرامات. ويخشى العالم الاسبانى من أن تكون هذه الكتل التى تشبه الحجارة الباردة مؤشرا يبعث على القلق لتغير المناخ. وقال مارتينيز فرياس مدير جغرافية الكواكب فى المركز الفلكى الاسبانى فى مدريد أن مكونات الغلاف الجوى مثل الأوزون والمياه تتغير عند مستويات مختلفة من الغلاف الجوى ونعتقد أن هذه العلامات يمكن أن تكون دليلا على تغير المناخ. ولكن مثل هذه الأحكام السريعة ليست مؤكدة بل يشوبها الكثير من الغموض، وربما أثبتت الأيام صحة أو خطأ هذا الادعاء.

كانت ومازالت دراسة سقوط النيازك محل اهتمام، ويقول عالم الجيوفيزياء الأمريكى «إيجى شوميكر»: إن النيزك الذى سقط فى سيبريا يوم ٣٠ يونيو ١٩٠٨ تصادف سقوطه فى منطقة خالية تقريباً من السكان، ولو كان قد سقط فى مكان آخر مأهول بالسكان لأحدث دماراً هائلا وأهلك الملايين من سكان تلك المنطقة، مع العلم بأن حجم هذا النيزك مثل حجم رأس الإنسان فقط.

إن أحد النيازك والذى انجرف من سطح المريخ والذى لا تزيد كتلته عن ٢ كيلو جرام وتسمى 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، تبين أن الحياة بدأت على المريخ ثم انتقلت على الأرض مع تدهور البيئة المريخية، وعدم صلاحيتها للحياة.

وعلى رغم الخطر المحدق من هذه الجبال الطائرة أو النيازك أو الكويكبات أو المذنبات، إلا أن الإنسان يخاف أكثر من البراكين والزلازل على سطح الأرض، ويقوم بدراسة هذه الظواهر بصورة مكثفة ولا يهتم بالخطر الذى قد يدمر الحياة

بالكامل على سطح الكرة الأرضية. وقد قامت وكالة ناسا الأمريكية بعمل بعض المراصد والأقمار الصناعية لعمل إنذار مبكر لمثل هذه الأجسام الطائرة، ولكن مازال هذا الجهد متواضعا مقارنة بخطورة الحدث. ويقول العالم الجيوفيزيائى شوميكر أيضا: إن وكالة ناسا على رغم عدم وجود اعتمادات كافية لهذا المشروع العملاق «الإنذار المبكر» الآن فإن وكالة ناسا ماضية فى تنفيذه وتعتبر رحلة المكوك الفضائى أنديفر سلسلة من سلاسل هذه الأقمار التى خدمت وتخدم هذا المشروع العملاق «وتحدث أرثر كلازك» أيضاً عن إمكانية حدوث تصادم قوى بالأرض مثل ذلك الذى حدث منذ ٦٥ مليون سنة.

كما تمكن فريق عالم طبقات الأرض الأمريكى دينيس كنت الذى نشر نتائج أعماله فى نشرة ساينس العلمية، من العثور فى قشرة الأرضية على تركيز من مادة الإيريديوم الموجودة عادة فى المواد الفضائية، وتشكل دليلا على آثار مذنبات أو نيازك. وقال دينيس: «إن دراستنا تعزز فرضية اصطدام لمذنب أو نيزك منذ مائتى مليون سنة تلاها بسرعة نسبيا ظهور الديناصورات فى الحقبة الجوراسية على حساب أصناف أخرى انقرضت أو ضعفت». وأضاف أن الديناصورات هيمنت بعد ذلك منذ ١٣٥ مليون سنة حتى وقت انقراضها منذ ٦٥ مليون سنة وعادة ينسب ذلك إلى تأثير مذنب قد ارتطم بالأرض. وقام دينيس وفريقه بتحليل عينات من آثار حوافر ديناصورات وعظام وحفريات نباتية جمعت من أكثر من ٧٠ موقعا على سطح الكرة الأرضية فى أمريكا الشمالية، إلى جانب غبار للايريديوم وحقول مغناطيسية موجودة فى ترسبات ولاية نيوجرسى بالولايات المتحدة الأمريكية. واستعان الفريق بمعدات لدراسة طبقات الأرض عالية النقاء قدمتها جامعة فيينا بالنمسا. وبمقارنة مستويات الإيريديوم الموجودة فى قشرة الأرض تبعا للحقب التاريخية وجد العلماء تركيزا عاليا للمادة فى المراحل الانتقالية بين الحقبتين الترياسية والجوراسية. ويذكر أن الحقبة الترياسية هى أقدم حقب الفترة الوسيطة قبل التاريخ وفيها سادت الزواحف وبدأت الثدييات بالظهور. واكتشف العلماء أن الديناصورات العملاقة بدأت تحتل مكانة كبيرة بعد

بدء الحقبة الجوراسية منذ حوالى ٢٥٠ مليون سنة والانتقال بين آثار ديناصورات من الحقبتين الترياسية والجوراسية ثم فى فترة قصيرة نسبيا تمتد حوالى خمسين ألف سنة. وتتسم بانقراض أصناف أخرى بأعداد كبيرة. وتتسم هذه الحقبة بكثرة مادة الإيريديوم. وهذا ما يشير إلى تأثير آت من الفضاء، وهو السبب فى كل ما حدث من تغيرات حياتية على سطح الأرض منذ فجر الحياة عليها.

إن وجه القمر هو شاهد على سقوط هذه الأجسام مثل المذنبات أو الكويكبات، فكل سطح القمر تقريباً مغطى بالحفر إثر ارتطام هذه الأجسام بسطحه، حيث إن سطح القمر لا يحميه غلاف جوى مثل سطح الأرض وبالتالى كل الأجسام تسقط فوراً على سطح القمر محدثة فجوات، وكذا تحدث ارتفاعا مفاجئا فى حرارة السطح. ويتم تحويل جزء من سطحه إلى تركيب كيميائى جديد. إن الآثار التدميرية لسقوط هذه الأجسام يكون فوق الحد. حيث إنه فى حالة سقوط نيزك قطره حوالى ٧٠ متراً بسرعة ٧٠ ألف كيلومتر فى الساعة فإن الهواء الذى فى طريقه ينضغط إلى حد كبير، وتولد طاقة حرارية فورية تصل إلى آلاف الدرجات المئوية، وكذلك تحدث ضوءا ساطعا مع حدوث انفجارات مثل انفجارات القنابل النووية؛ والتى تصل قوتها إلى واحد ميجاتون.

ومازال العالم شوميكر يحذر ويقول: إن العالم يملك الآن التقنية الكافية لتحويل مسار هذه الأجسام قبل تصادمها مع الأرض، وذلك ببعض الأجهزة والانفجارات التى يمكن أن تحدث فوقه قبل أن تقترب من الأرض[1] فيمكن تحويل مساره بعيدا عن الأرض أو يمكن تدميره تدميرا كاملا قبل وصوله إلى الأرض.

---

(١) راجع المصدر العربى الأرض والزمن والتقاويم. تأليف د/ أحمد عبد الهادى لسنة ٢٠٠٣.