الفصل الرابع

كواكب المجموعة الشمسية

وأقمارها والشهب
والنيازك والمذنبات

الفصل الرابع

كواكب المجموعة الشمسية وأقمارها والشهب والنيازك والمذنبات

تعريف كواكب المجموعة الشمسية :

يقصد بكواكب المجموعة الشمسية أو ما يسمى بالنظام الشمسي The planets of the Solar System مجموعة الكواكب التابعة لنجم الشمس والتي تتأثر بجاذبية الشمس، ويدور كل منها في مدار خاص به حول الشمس من الغرب إلى الشرق. أما الأقمار Satellites فهي توابع للكواكب وتتأثر بجاذبيتها وتدور في مدارات حولها. وتختلف مجموعة الشهب والنيازك والمذنبات عن النجوم والكواكب والأقمار في حركتها، حيث إنه ليس لها مدارات إهليلجية أو شبه دائرية منتظمة، بل تندفع في حركتها في الفضاء السماوي في اتجاهات مختلفة، وتدخل في نطاق المجموعة الشمسية تارة، ثم تندفع وتخرج بعيدًا عنها تارة أخرى، فهي كالمقذوفات النارية الهائلة السرعة.

وقد سبق الحديث عن نجم الشمس في الفصل الثالث وسوف نتحدث بشيء من التفضيل عن الأرض وقمرها في الجزء الثاني في الفصلين السابع والثامن من هذا الكتاب، وسيقتصر الحديث هنا على بقية كواكب المجموعة الشمسية والأقمار التابعة لها. وتتألف هذه الكواكب من عطارد Mercury والزهرة Venus والمريخ Mars والكويكبات Asteroids والمشتري Jupiter وزحل Saturn وأورانوس Uranus ونبتون Neptune وبلوتو Pluto. ولكل من هذه الكواكب حركة محورية وقوة طرد مركزية أسهمتا في احتفاظ كل كوكب بموقعه في مداره الانتقالي وعدم التصاقه بجسم الشمس.

واكتشف العالم نيوتن سبب عدم التصاق الكواكب بنجومها في قانونه عن قوة الجذب بين الكواكب والتي تتناسب مع $\frac{ك \times ك_1}{ف^2}$. فقد أكد نيوتن أن كلا من أفراد المجموعة الشمسية يقع في مدار خاص به لا يحيد عنه تبعا لتناسب العلاقة بين قوة جذب الشمس وكتلتها « ك » بالنسبة لكتلة الكوكب المنجذب إليها « ك١ » ومربع المسافة الفاصلة بين مركزيهما « ف ٢ » .

وتحتل كواكب المجموعة الشمسية وأقمارها التابعة لها والمذنبات والشهب والنيازك وأمهم جميعا الشمس جزءًا صغيرًا من مجرتنا درب التبان . ويبلغ سمك هذه المجرة نحو عشرة آلاف سنة ضوئية ، وتدور حول نفسها بسرعة ٥١٥كم/ الثانية ، ويوجد فيها أكثر من ١٠٠ مليون نجم . وإن بعض نجومها أكبر حجمًا من الشمس وأشد إلتماعًا منها .

وتمثل الشمس أكثر من ٩٩٪ من إجمالي كتلة المجموعة الشمسية ، وتقدر كتلتها بنحو ١٩٨٩ × ٣٠١٠ كم٣ أي أكثر من ٣٣٣ ألف مِثل لكتلة الأرض . وإذا كانت بقية كواكب المجموعة الشمسية تمثل ١٪ من إجمالي كتلة المجموعة الشمسية فإن كتلتي كوكب المشترى وكوكب زحل تبلغ ٩٠٪ من إجمالي كتلة كواكب المجموعة الشمسية مجتمعة . ومن بين هذا العدد الهائل من النجوم والكواكب السيارة جعل الله تبارك وتعالى كوكب الأرض سكنا للإنسان ، واستخلفه على الأرض وسخر له ما في السماوات وما في الأرض تيسيرًا لمعيشته عليها وليعمرها ويحسن إدارتها . يقول المولى جل وعلا :

﴿إذ قال ربُّك للملائكة إني خالِقٌ بشرًا من طين * فإذا سويته ونفخت فيه من روحي فقعوا له ساجدين * فسجد الملائكة كلهم أجمعون * إلا إبليس استكبر وكان من الكافرين﴾ ص (٧١ ـ ٧٤) .

وخلق الله عـز وجل من الماء كل شيء حي، وأحيـا به الأرض الميتـة، وجعل الأرض قرارًا وجعل فيهـا أنهارًا ورواسي وسوى سطحهـا وأنبت فيها من كل زوج بهيج، وخلـــق ـ جـل وعـــلا ـ الذكـــر والأنثـــى والأزواج كلها، واستخلف الإنسان في الأرض ليعمـرها وينتفع بما وهبه الله سبحانـه وتعالى من نعم وليبتغي من فضله. ويقول تبارك وتعالى:

﴿أمن جعل الأرض قـرارًا وجعل خـلالها أنهارًا وجعل لها رواسي. . .﴾ النمل (٦١).

﴿وآية لهم الأرض الميتةُ أحييناها وأخرجنا منها حبًّا فمنه يأكلون﴾ يس (٣٣).

﴿والذي خلق الأزواج كلها. . .﴾ الزخرف (١٢).

﴿ولقد خلقنـا الإنسان ونعلم ما توسـوس به نفسه ونحن أقـرب إليه من حبل الوريد﴾ ق (١٦).

﴿ومن كل شـيء خلقنا زوجين لعلكم تذكرون﴾ الذاريات (٤٩).

﴿والأرض مـددنـاهـا وألقينـا فيهـا رواسي وأنبتنـــا فيهـا من كل زوج بهيج﴾ ق (٧).

ويقـول المفسرون بأن الله سبحانـه وتعـالى جعل الأرض قـرارًا للحياة مستقـرة مطمئنة صـالحة بحيث يمكن للحياة أن تـوجد فيها وللكـائنات الحيـة أن تنمو وتتكـاثر وتستمـر. ولـو تغير موقع الأرض بـالنسبـة للنجم الأم الشمس أو تغير شكلها أو حجمهـا أو سرعتها أو العنـاصر المكونة لغـلافها الغـازي لما استمرت فيهـا الحياة. فمـوقع الأرض في الفضـاء السماوي ومـواقع النجـوم كلها مقـدرة بتقديـر العزيز الحكيم، ولا يمكن أن يكون ذلـك وليد الصدفة. هـذا التناسق المعجـز خُلِق بأمر الله فـاطـر السماوات والأرض ومن فيهن عنـدما قضىٰ لـه أن يكـون. واستخلف الله سبحانـه وتعـالى الإنسان في الأرض وأنعم عليـه بنعم لا

تقـدر ولا تحصى ليعمـرهـا ويتأمل ويستبصر في ملكـوت السماوات والأرض. وخلق الله عـز وجل الأنهار وسخر السحـاب ونـزول الغيث والماء ليحيي الأرض بعـد موتها، وأرسى الجبـال وجعل بين البحـرين حاجـزًا لا يطغى أي منهما على الآخر وخلق الذكر والأنثى والأزواج كلها في الإنسان والحيـوان والطيور والنبات لاستمرار الحياة على الأرض.

أسطح الكواكب:

تتكـون أسطح كواكب المجموعـة الشمسية من مـواد لها خـاصية انعكـاس الأشعة الشمسية الساقطة عليها، ومن ثم تبدو جميعها منيرة في الفضاء السماوي على الرغم من أنها قاتمة معتمة لا يصدر عنهـا ضوء. وترتفع نسبة السليكات في القشرة الخارجية لسطح الكـواكب. وتختلف نسبة وجـود الغازات الطيـارة وثاني أكسيد الكربون والميـاه من كوكب إلى آخر [1]. هذه الاختلافـات البيئية هي من بين أسباب تميـز كوكب عطارد بحـرارته الجهنميـة العالمية، وبتكـوين الفتحات المجوفـة العميقة في سطحـه، كما أنها هي التي حولت كـوكب الزهـرة إلى سطح جحيمي غازي خانق Suffocating Inferno ، في حين أدت إلى كثـرة حـدوث الفيضانات الكبرى Mega Floods فوق سطح المريخ وميزته بمناخه القطبي ليلا وبحـرارته المرتفعـة جدًّا نهارًا. وتتعـرض أسطح الكواكب التي ليس لها غـلاف غازي لفعل تساقط بقايا الشهب والنيـازك عليها وتشكيل سطح هذه الكواكب بالحفر العميقة والتجويفات الهائلة الحجم.

الغلاف الغازي للكواكب:

حسب الثـورانات والتفـاعـلات التكتونيـة في باطـن الكواكب قـد تنبثق من

(١) أ ـ د. حسن أبو العينين: «كوكب الأرض»، الطبعة العاشرة، الإسكندرية (١٩٨٨م)، ص ٦.
ب ـ د. حسن أبو العينين: «سطح هذا الكوكب»، بيروت (١٩٦٧م)، ص ٨.

جـوفها مـواد غازيـة، وتتجمع فـوق أسطحها (إذا مـا سمحت قـوة جاذبيتهـا بذلك)، وقد ينعدم خروج الغـازات الجوفية من بعض الكواكب الأخرى. ومن ثم فإن بعض الكواكب لها غلاف غازي وبعضهـا الآخر ليس لها غلاف غازي. وتختلف مكونـات الأغلفة الغـازية وتركيبهـا الكيميائي حسب نـوع المصهورات والمقذوفات الجوفية التي انبثقت من جوف كل كوكب. فالأرض لها غلاف غازي انبثق مع المصهورات البركانية التي أندفعت من باطن الأرض وتجمعت بفعل قوة جـاذبيـة الأرض حـول سطحهـا. ويتألف الغـلاف الغـازي الأرضي من ٧٧٪ نيتروجين ونحو ٢١٪ أكسجين، وغازات أخرى[١]. وقد أسهم الغلاف الغازي لكـوكب الأرض في تكـوين مياه البحـار والمحيطـات وعظم حجم المسطحـات المائيـة فيـه حتى أنـه يطلق على الأرض اسـم «الكـوكب المائي». بينما الكـوكب عطارد ليس له غـلاف غازي، ويتركب الغلاف الغازي لكوكب بلـوتو من غاز الميثان CH_4 الذي لا يشجع نشوء حياة فيـه مثل تلك التي على الأرض. ويتشابه التركيب الكيميائي للغـلاف الغازي لكـوكب الزهرة إلى حـد ما مع مثيلـه حول كوكب المريخ في أنه يتألف من ثـاني أكسيد الكربون CO_2 (٩٦٪) ونيتروجين N_2 (٥ , ٣٪)، وللمـريخ غلاف غـازي يتركب من ٩٥٪ من ثاني أكسيـد الكربـون ونحـو ٧ , ٢٪ نتروجين ونحو ٦ , ١٪ آرجـون[٢]. واندفعت هـذه الغازات مع المصهورات البركانية القديمة (شكل ٩).

---

(١) نظـرًا لامتصـاص الغلاف الجوي الأشعـة البنفسجيـة ولما فيـه من ذرات ترابيـة دقيقـة الحجم تعكس الأشعة الشمسيـة ـ أكـب الغلاف الجـوي الأرض لـونها الذي يميـل إلى الزرقة عنـد النظر إليهـا من الفضاء. بينما يعـرف المريخ بالكـوكب الأحمر، وزحل بالكـوكب الأصفر، والـزهرة بالكـوكب الأبيض النيّـر. ونشأ الغلاف الغازي للمـريخ بفعل اندفاع المصهورات والغازات البركانيـة التي تعرض لها هذا الكوكب قديمًا.

(٢) د. حسن أبـو العينين: «أصول الجيـومـورفولـوجيـا»، الطبعة العـاشرة ـ الإسكندريـة (١٩٨٨م)، ص ١٧٣ ـ ١٧٩.

شكل (٩) قمم أحد المخروطات البركانية في كوكب المريخ
ويرجح العلماء بأن براكينه أقدم عمرًا من براكين الأرض

أمـا الغلاف الغـازي لمعظم الكـواكب التي تقع بعيـدًا عن الشمس والكبيرة الحجم فإن وجد لها فإنـه يتركب من غاز الهيدروجين H_2 مع وجود نسبة صغيرة من غاز الهليوم. فالغلاف الغـازي لكوكب المشتري يتكون من ٨٩٪ هيدروجين و١١٪ هليوم مـع بعض الغازات الأخـرى بنسب قليلة جـدًّا مثل الأمونيـا (غاز النشادر) NH_3.

أما زحل فإن غـلافه الغـازي يتركب من ٩٤٪ هيدروجين ونحـو ٦٪ هليوم. وتحتوي كل هذه الأغلفـة على قطرات من السوائل وأجسام صغيرة صلبـة عالقة فيهـا. وينتـج عن قطـرات ثـاني أكسيـد الكبريت H_2SO_4 تكوين السحب الساطعة bright clouds لكوكب الزهرة، وتصل سرعـة الرياح في هذا الكوكب إلى ١٠٠ م/ الثانية (٢٢٤ ميل/ الساعة).

وقد تظهـر السحب المرئية لبعض الكواكب الكبيرة الحجم على شكل أحـزمة أو نطاقات كبرى تحيط بالمناطق الاستوائية منها، ومن أظهرها السحب الكثيفة ذات البقع الحمـراء حول كوكـب المشتري والسحب الباهتـة اللون حول كـوكب زحل. ويعزى لون السحب إلى مقدار نسبة الكبريت والجزئيـات الهيدروكربونية فيهـا. ونتيجة لامتصـاص غـازات الهيدروجين لـلأشعـة الحمراء تبـدو سحب كوكب أورانوس وكوكب نبتون زرقاء اللون.

من هـــذا العرض قـــد يتسـاءل الفرد عـن مدى إمكـانية وجـــود حيـاة على بعض هذه الكواكب التي لها غلاف غازي، وما إذا كانت الحياة عليها ـ إن ثبت وجودهـا ـ تشبه تلك التي على سطح الأرض أم أنها تختلف عنهـا. ويقول الحق جل وعلا:

﴿ولله يسجـد مـــا في السمـٰـوات ومـــا في الأرض من دابـة والملائكـــة وهم لا يستكبرون﴾ النحل (٤٩).

﴿ومن آياته خلق السمٰوات والأرض وما بث فيهما من دابة وهو على جمعهم إذا يشاء قدير﴾ الشورى (٢٩).

وقد اختلف المفسرون في تفسير هاتين الآيتين الكريمتين، وفي تحديد المقصود بمصطلح «دابة». فيقول الأخفش [١]. إن المقصود بـ «دابة» هو الدواب، واجتزأ بالواحد كما نقول وما أتاني من رَجُلٍ أي ما أتاني من الرجال مثله.

ويقول الرازي [٢]: لا يبعد أن يقال إن الله تعالى خلق في السماوات أنواعًا من الحيوانات يمشون مشي الأناسي على الأرض».

ويقول الألوسي [٣]: «لا يبعد أن يكون في كل سماء حيوانات ومخلوقات على صور شتى وأحوال مختلفة لا نعلمها، ولم يذكر في الأخبار منها. فقد قال تعالى: ﴿ويخلق ما لا تعلمون﴾ النحل (٨). ويقول الدكتور محمد شريف [٤]: «يأتي في الآية ٤٩ من سورة النحل ذكر اسم الموصول «ما» مرتين يتعلق في إحداهما بالسماء وفي الأخرى بالأرض ليذهب سبحانه وتعالى بكل شك في أن قوله «من دابة» في الآية ٢٩ من سورة الشورى كذلك، بيان لما في السماء ولما في الأرض كلتيهما، وليس بيانا لمجموعهما، ثم يكون ذكر الملائكة بعد ذلك فيمن يسجد مانعًا من تأويل دواب السماء بالملائكة».

أما محمد على الصابوني [٥] في مختصر كتاب ابن كثير فقد قال في تفسير هاتين الآيتين «وما بث فيهما» أي ذرأ فيهما أي في السماوات والأرض، و«من دابة»،

---

(١) الأخفش: «معاني القرآن»، ج٢/ ٦٠٦.

(٢) الفخر الرازي: «مفاتيح الغيب»، ج٢٧/ ١٧١، طبع طهران ـ دار الكتب العلمية.

(٣) الألوسي شهاب الدين البغدادي: «روح المعاني في تفسير القرآن».

(٤) د. محمد إبراهيم شريف: «هداية القرآن في الآفاق والأنفس...». دار السلام ـ القاهرة (١٩٨٦م) ص ٣٣.

(٥) محمد علي الصابوني: «مختصر ابن كثير»، بيروت ـ الطبعة الخامسة (١٤٠٠هـ)، ج٣/ ٢٧٨.

وهـذا يشمل الملائكة والإنس والجن وسـائر المخلوقـات على اختلاف أشكـالهم وألـوانهم ولغاتهم وطبـاعهم وأخبـارهم وأنواعهم، وقـد فـرقهم في أرجاء أقطـار السماوات والأرض.

وتنبه هاتان الآيتان بأن هناك دواب في كل من السماوات والأرض يسجدون لله عز وجل. وإذا كان يرى الأستـاذ محمد الصابوني أن مصطلح «دواب» يتضمن كل المخلوقات، فإن معظم المفسرين يرون غير ذلك.

فجنس الدواب يختلف عن الإنسان والملائكة والجن. وأوضح القرآن الكريم ذلك في قوله تبارك وتعالى:

﴿ومن الناسِ والدواب والأنعام مختلف ألوانه كذلك. . .﴾ فاطر (٢٨).

فـالإنسان والـدواب والأنعام والجان والملائكـة كل جنس منهم قـائم بذاتـه ومختلف عن غيره. وقـد خلق الله الإنسـان من طين والجان من نـار. يقـول عـز وجل:

﴿والجان خلقناه من قبل من نار السموم﴾ الحجر (٢٧).

﴿خلق الإنسـان من صلصـال كالفخـار * وخلق الجان من مـارج من نـار﴾ الرحمٰن (١٤ ـ ١٥).

﴿قال أنا خير منه خلقتني من نار وخلقته من طين﴾ ص (٧٦).

ونفس المعنى في الآية (١٢) من سورة الأعراف.

﴿واللهُ خَلَـقَ كُلَّ دَابـةٍ من مـاءٍ فمنهم من يمشي على بطنه ومنهم من يمشي على رجلين ومنهم من يمشي على أربع يَخلُـقُ الله ما يشاء إن اللهَ على كُـلِّ شـيءٍ قديرٌ﴾ النور (٤٥).

وقد أوضحت الآية (٤٥) في سورة النور مجموعات الدواب المخلوقة من ماء. فمنها ما هو على شكل الزواحف يمشي على بطنه ومنهم من له رجلان، وأخرى

لها أربعة أرجل تمشي عليها. وعلى ذلك لا يستبعد وجود «الدواب» في بعض الكواكب في الفضاء السماوي ووجود نوع من الحياة عليها، ولكنها ليست بالضرورة كنوع الحياة على سطح الأرض، وأن هناك دواب في بعض الكواكب ولكنها ليست مثل الإنسان الذي يعيش في الأرض والذي استخلفه الله تبارك وتعالى في الأرض. ومن الدواب كذلك ما يعيش في داخل الأرض وباطنها؛ ويقول الحق جل وعلا:

﴿ **وإذا وقع القول عليهم أخرجنا لهم دابة من الأرض تكلمهم**. . . ﴾ النمل (٨٢).

كواكب المجموعة الشمسية وخصائصها العامة:

لم يعرف الإنسان كواكب المجموعة الشمسية إلا بعد مجهودات مضنية من الأبحاث الفلكية. وحتى أيام جاليليو (١٥٦٤ ـ ١٦٤٢م) لم يكن معروفًا من كواكب المجموعة الشمسية سوى تلك القريبة من الأرض أو الأخرى الكبيرة الحجم. واكتشف الفلكيون كوكب أورانوس عام ١٧٨١م وكوكب نبتون عام ١٨٤٦م وكوكب بلوتو عام ١٩٣٠م [١]. وظل علماء الفلك يعتقدون لفترة طويلة بأن الفضاء السماوي حول الشمس يتألف من الكواكب السيارة الكبيرة الحجم، ولكن في عام ١٨٠١م تم كشف النقاب عن كوكب صغير الحجم أطلق عليه اسم سيرس Ceres يقع فيما بين مداري كوكب المريخ وكوكب المشتري. ومع تطور تقنيات أجهزة الرصد الفلكية اكتشف العلماء ما يزيد على ٢٠٠٠ كويكب من مثل كويكب سيرس تقع جميعها فيما بين مداريّ المريخ والمشتري. ويبلغ متوسط قطر كويكب سيرس (أكبر هذه المجموعة من

(١) د. حسن أبو العينين: «كوكب الأرض»، الإسكندرية ـ الطبعة العاشرة (١٩٨٨م)، ص ٥ ـ ٢٠.

الكويكبات حجما) نحو ٥٠٠ ميل، في حين يبلغ المتوسط العام لقطر كل من هذه الكويكبات نحو عشرة أميال فقط. وعند نهاية عام ١٩٨٠م ميز العلماء نحو ٣٥٠٠ كويكب، ورجحوا بأن نشأتها تعزى إلى حدوث انفجارات في بعض أجزاء الكواكب الكبيرة الحجم.

وتتركب الكويكبات من أجسام صغيرة الحجم تشبه في تركيبها المعدني تركيب صخور القمر. وتختلف درجة نورانية Albedo كل منها حسب تنوع التركيب الصخري لأسطحها، ومقدار انعكاس الأشعة الساقطة عليها. وتقل درجة النورانية عندما يتركب سطح الكويكب من نسبة عالية من الكوندريت الكربوني Carbonaceous Chondrite، وتكون درجة النورانية متوسطة في حالة تركيب سطح الكويكب من الحديد الصخري Stony iron وعالية جدًّا عندما ترتفع نسبة الحديد والنيكل في صخور الكويكب. وفيما يلي موجز عن الخصائص العامة لأفراد المجموعة الشمسية (دون الأرض والقمر)[1].

الزهـــرة Venus :

يشبه كوكب الزهرة من حيث الحجم كوكب الأرض، ومن ثم يعتبر بعض الفلكيين أن الزهرة أخت كوكب الأرض Sister planet . ولكن يتضح أن كتلة كوكب الزهرة تبلغ نحو $\frac{٨}{١٠}$ من كتلة الأرض، ويدور هذا الكوكب ببطء شديد جدًّا حول محوره من الشرق إلى الغرب، كما يدور حول الشمس في دورة انتقالية من الغرب إلى الشرق كل ٢٤٤ يوم. وقد تبين للعلماء بأن الوقت الذي تستغرقه الدورة المحورية لكوكب الزهرة أطول من الوقت الذي يستغرقه هذا الكوكب للدوران دورة انتقالية كاملة واحدة حول الشمس تبعا لبطء دورانه

(١) د. حسن أبو العينين ـ المرجع السابق، ص ٢٧ ـ ٤٦.

حول نفسه . وكان لذلك أثره في تراكم السحب الغازية حول كوكب الزهرة وحجب الإشعاع المرتد من سطحه، ومن ثم ارتفعت درجة حرارة سطح هذا الكوكب إلى درجة عالية جدًّا، بحيث لا تناسب وجود حياة بشرية مماثلة لتلك الموجودة على كوكب الأرض . وفي يوم ١٤ ديسمبر عام ١٩٦٢م تمكنت سفينة الفضاء مرينر Mariner II, II من أن تقترب من كوكب الزهرة بنحو ٢١,٦٠٠ ميل، وأرسلت إلى الأرض معلومات عديدة عن هذا الكوكب، وأكدت أن سطح الزهرة شديد الجفاف والحرارة (نحو ٦٠٠° ف في الأجزاء المنخفضة منه، ونحو ٤٠٠° في المناطق الجبلية المرتفعة غير المواجه للشمس)، ويصعب وجود أي نوع من الحياة فوقه . ولم يستطع العلماء حتى الوقت الحاضر تفسير الاختلاف في تباين درجات الحرارة على سطح الزهرة .

المريخ Mars :

يتشكل سطح المريخ بألوان مختلفة، فالقسم الأكبر منه ذو لون أبيض وقسم آخر صغير منه ذو لون قاتم، واللون العام للمريخ هو اللون الأحمر، ومن ثم يطلق عليه أحيانًا اسم الكوكب الأحمر The Red Planet .

ويعد المريخ أنسب كواكب المجموعة الشمسية ـ بعد الأرض ـ من حيث إمكانية وجود حياة ما فوق سطحه، ويعزى السبب في ذلك إلى وجود غلاف من ثاني أكسيد الكربون والنتروجين يحيط بالمريخ من جهة، وإلى انتشار بعض المسطحات المائية فوق سطح المريخ من جهة أخرى، ويؤكد العلماء كذلك أن القمم الجبلية في المريخ مغطاة بقلنسوات جليدية يذوب بعضها خلال فصل الصيف وتؤدي إلى انسياب المياه على شكل غطاءات مائية قد تساعد على خلق حياة ما، وخصوصًا في المناطق الاستوائية من كوكب المريخ . وتبين من الدراسات الفلكية المختلفة أن الغلاف الجوي الذي يحيط المريخ لا يعد ساما

تمامًا، ويتكون هذا الغلاف من نسبة مرتفعة من ثاني أكسيد الكربون (١٤ مثلا لنسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي المحيط بالأرض) وغازات النتروجين. وعند شروق الشمس على سطح المريخ تبلغ درجة حرارته نحو ـ ١٠٠° ف، وعند الظهر ترتفع درجة الحرارة إلى ٧٠°ف وتؤدي هذه الحرارة المرتفعة إلى انصهار الثلج الرقيق السمك المتراكم فوق أعالي الجبال.

وقد اهتمت دراسات الفضاء بدراسة كوكب المريخ؛ وقد استعانت في سبيل ذلك بمركبة الفضاء الأمريكية التي أطلق عليها اسم «فايكنج ١» ومركبة ثانية مزودة بأحدث ما توصل إليه التقدم العلمي وأطلق عليها اسم «فايكنج ٢».

وقد اختير موعد إطلاق مركبتي الفضاء فايكنج ١، ٢ عندما تكون المسافة بين الأرض والمريخ أقرب ما يكون؛ لاستهلاك أقل قدر من الطاقة، وهي فرصة لا تتاح إلا كل ٢٥ شهرًا تقريبًا. وقد أطلقت مركبتا فايكنج ١ و ٢ يومي ١١ و٢١ أغسطس ١٩٧٥م على التوالي وتستغرق الرحلة من الأرض إلى المريخ عن طريق هذين المركبتين نحو سنة كاملة.

وقد زودت هاتان المركبتان بآلات تصوير متطورة للاستشعار من بعد وبحيث يمكنها تصوير أشياء محددة حتى ٥٠ مترًا من المدار الذي يبعد ١٥٠٠ كيلو متر حول المريخ، كما زود كل من المركبتين بجهاز للكشف عن الماء في الجو وبحيث يستطيع اكتشاف أي تركيزات من بخار الماء فوق أماكن الهبوط. وبعد هبوط المركبة يتجه الجهاز لاستكشاف بخار الماء في أماكن أخرى وإنشاء خرائط كاملة لتوزيع بخار الماء في الغلاف الجوي للمريخ. وهذا الجهاز خاص بالتحليل الطيفي ويعمل بالأشعة تحت الحمراء وهو بالغ الدقة. كما أن هناك أجهزة أخرى لرسم خرائط حرارية للمريخ تعمل بالأشعة تحت الحمراء تستطيع اكتشاف وتحديد المناطق التي تختلف في درجة حرارتها ولو كان ذلك باختلاف بسيط جدًّا.

وتتمثل أهم النتائج العلمية الحديثة التي توصلت إليها مجموعة الباحثين القائمين على مشروع فايكنج لاكتشاف المريخ في الآتي:

١ ـ أن درجة الحرارة على سطح المريخ منخفضة جدًا، حيث قد تصل إلى حوالي ٨٦° تحت الصفر بعد غروب الشمس وإلى نحو ٣٠° تحت الصفر في منتصف النهار.

٢ ـ أن الضغط الجوي للمريخ ضعيف للغاية، حيث يقدر بنحو $\frac{١}{١٠٠}$ من الضغط الجوي على سطح الأرض.

٣ ـ أن سطح المريخ عبارة عن صحراء تتكون تربتها باللون الأحمر أو بلون الصدأ وتتغطى بطبقة رقيقة من أكاسيد الحديد. كما صرح الدكتور رونالد سكوت. بأن أتربة القمر تشبه تربة المريخ، إلا أن الأخيرة ترتفع فيها نسبيًا نسبة الرطوبة. وأوضح أن تربة المريخ (الرواسب السطحية) تتميز بجزيئاتها المتماسكة المتلاحمة، ومن ثم فهي تختلف اختلافًا كبيرًا عن كثير من مناطق الرمال الجافة بالصحاري الحارة الجافة على سطح الأرض.

٤ ـ أكد العلماء [١] كذلك أن أول نتائج تحاليل تربة المريخ لم تستبعد تمامًا احتمالات وجود شكل من أشكال الحياة على هذا الكوكب. وأن المكونات الأساسية لتربة المريخ هي الحديد والكلسيوم والسليكون والتيتانيوم والألومنيوم، وآثار لمعادن أخرى مثل الربيدوم والسترونتيوم. كما أعلن الدكتور كلاين [٢] أن نتائج التجارب التي أجرتها «فايكنج ١» على سطح المريخ قد أثبتت وجود كمية وفيرة من الأكسجين تحمل على الاعتقاد بأن هناك نوعًا من الحياة الدقيقة على سطح هذا الكوكب.

---

(١) خصوصا الدكتور بريستلي تولين رئيس فريق الكيمياء اللاعضوية ـ مراكز أبحاث الفضاء الأمريكي.
(٢) مدير الدراسات البيولوجية في باسادينا ـ مركز أبحاث الفضاء الأمريكي.

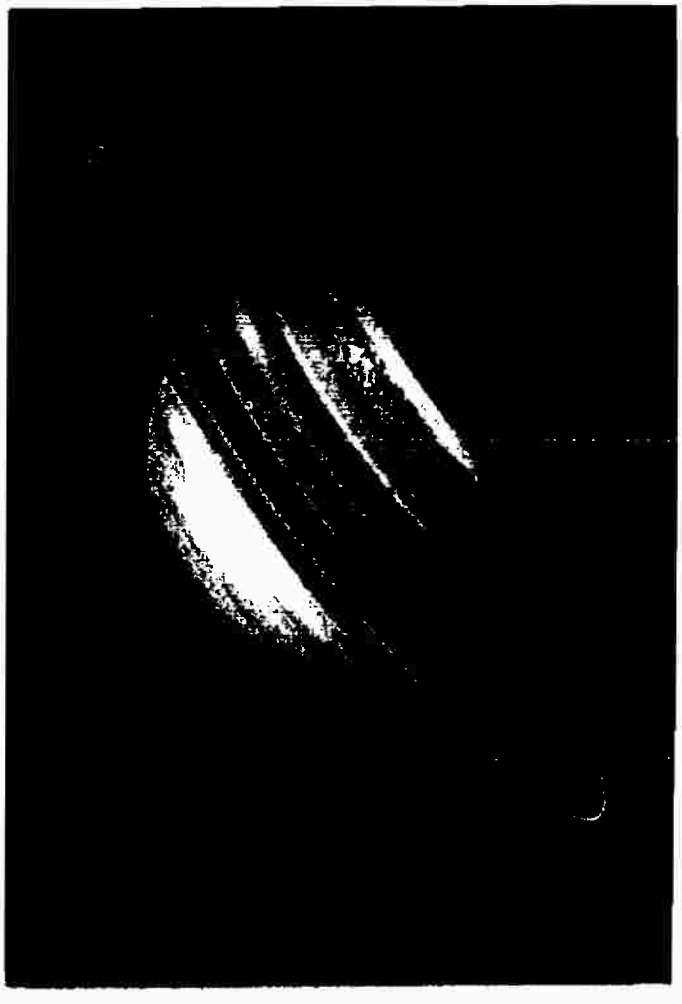
هذا ويتشكل سطح المريخ بالفوهات العميقة وتجويفات للنيازك والشهب إلا أنها أقل عددًا من تلك التي تتمثل على سطح القمر. ويتعرض سطح المريخ كثيرًا لفعل العواصف الترابية الشديدة.

المشتري ـ زحل ـ أورانوس ـ نبتون:

تتشابه هذه المجموعة من الكواكب في أنها تدور بسرعة من ناحية، كما أن لكل منها غطاء جويًا يتألف أساسا من غازات الميثان وغاز النشادر والهليوم والهيدروجين من ناحية أخرى، وفي عدم وجود ملامح لأي نوع من الحياة فوق أيّ كوكب منها.

ويتبين أن **للمشتري** ١٢ قمرا تابعا له، وتبلغ كتلة المشتري نحو ٣٠٠ مِثل لكتلة الأرض. ويزيد نصف قطره عن ١٠ أمثال نصف قطر الأرض، كما يزيد حجمه ١٠٠٠ مِثل لحجم الأرض. ويدور المشتري حول نفسه بسرعة، حيث يتم دورة كاملة حول محوره كل ٩ ساعات و٥٥ دقيقة. ويظهر بالمشتري كثير من البقع الحمراء والتي شوهدت لأول مرة منذ عام ١٨٧٨م ولم تفسر نشأتها حتى الوقت الحاضر.

أما **زحل** فيميزه منظره الجميل في الفضاء الكوني والهالة الحلقية التي تحيط به (شكل ١٠). وتتألف هذه الهالة الحلقية من أجسام صغيرة كونية تدور جميعها حول كوكب زحل، ومن المحتمل أن بعض هذه الأجسام الصغيرة مغلف بطبقة من الثلج. ولكوكب زحل تسعة أقمار ولأحدها ـ كويكب تيتان Titan ـ غلاف جوي سميك ويكثر فيه الثلج وغاز النشادر وبعض الغازات الخفيفة، وتقدر الكثافة النوعية لزحل بنحو ٧ر.



شكل (١٠) الحلقات الغازية حول كوكب زحل
ويدخل فيها بقايا قطع صخرية وأتربة وثلوج.

ومن دراسة الخصائص الطبيعية للشمس وكواكب المجموعة الشمسية استطاع تيرهار عام ١٩٤٨م أن يستخلص أربع ملاحظات رئيسة تتلخص فيما يلي :

١ ـ أن مدارات كواكب المجموعة الشمسية عبارة عن مدارات إهليلجية، أي قريبة من الدائرية، وهي ظاهرة لاحظها كبلر (١٥٧١ ـ ١٦٣٠م) من قبل، هذا وأن الكواكب تقع في مستوى واحد، وتدور جميعها حول الشمس في اتجاه واحد من الغرب إلى الشرق.

٢ ـ انتظام المسافة بين الكواكب والشمس وأن لكل منها مداره الخاص.

٣ ـ تنقسم كواكب المجموعة الشمسية إلى مجموعتين :

أ ـ الكواكب الداخلية : وتشمل عطارد والزهرة والأرض والمريخ. وتتميز بأنها صغيرة الحجم، بطيئة الدوران، عالية الكثافة ولبعضها عدد محدود من التوابع القمرية.

ويوضح الجدول الآتي العلاقة بين الكواكب السيارة الأربعة الداخلية من حيث متوسط بعدها عن الشمس وكتلتها وكثافتها.

الكوكب السيار	متوسط البعد عن الشمس	الكتلة	متوسط الكثافة
عطارد	٠,٣٨٧	٠,٠٥٤	٥,٠ـ٤,٥
الزهرة	٠,٧٢٣	٠,٨١٣	٤,٨
الأرض	١,٠٠٠	١,٠٠٠	٥,٥
المريخ	١,٥٢٣	٠,١٠٨	٤,٢ـ٤,٠

ومن المعلـوم أن الأرض تـدور حول الشمـس في مسار شبـه دائري يبعـد عن الشمس في المتـوسط بنحو ١٥٠ مليـون كم، وقد اعتبرت هـذه المسافـة تساوي العدد ١ .

ومن دراسة هذا الجدول يتضح كذلـك أن الأرض أكبر هذه الكواكب السيارة من حيث الكتلـة (كتلة جسم ما هي مقيـاس لمقدار مـا يحتويـه من مادة) وإذا كانت كتلـة الأرض تساوي ١ ، فإن كميـة المادة التي تتمثل بالمريخ تقـدر بنحو ١٠٪ من كمية المادة التي تتمثل بـالأرض، أما عطارد فكتلته نحـو ٥٪ من كتلة الأرض والـزهـرة نحو ٨١٪ مـن كتلة الأرض. وتعـد الأرض كـذلك أكبر هـذه الكواكب السيارة من حيث متـوسط كثافتها التي تقدر بنحـو ٥,٥ . وتعد هذه الأرقام في الجدول نسبيـة ومقربـة إلى حد ما، وذلك يـرجع إلى صعوبـة عمليات قياس كثافـة الكواكب بدقة، وخـاصة أن عطارد يعد قـريبا من الشمس، بينما يحيط بالمريخ هالة من الغازات تحول دون تحديد كثافته بدقة .

ب ـ **الكـواكب الخارجية** : وتشمل المشتري وزحل وأورانـوس ونبتون، وهي كبيرة الحجم، محدودة الكثافـة، سريعة الدوران ولبعضها عـدد كبير من التوابع القمرية .

ويوضح الجدول الآتي العلاقة بين هذه الكواكب السيارة الخارجية أو الكبرى من حيث متوسط بعد كل منها عن الشمس واختلاف كتلتها وكثافتها .

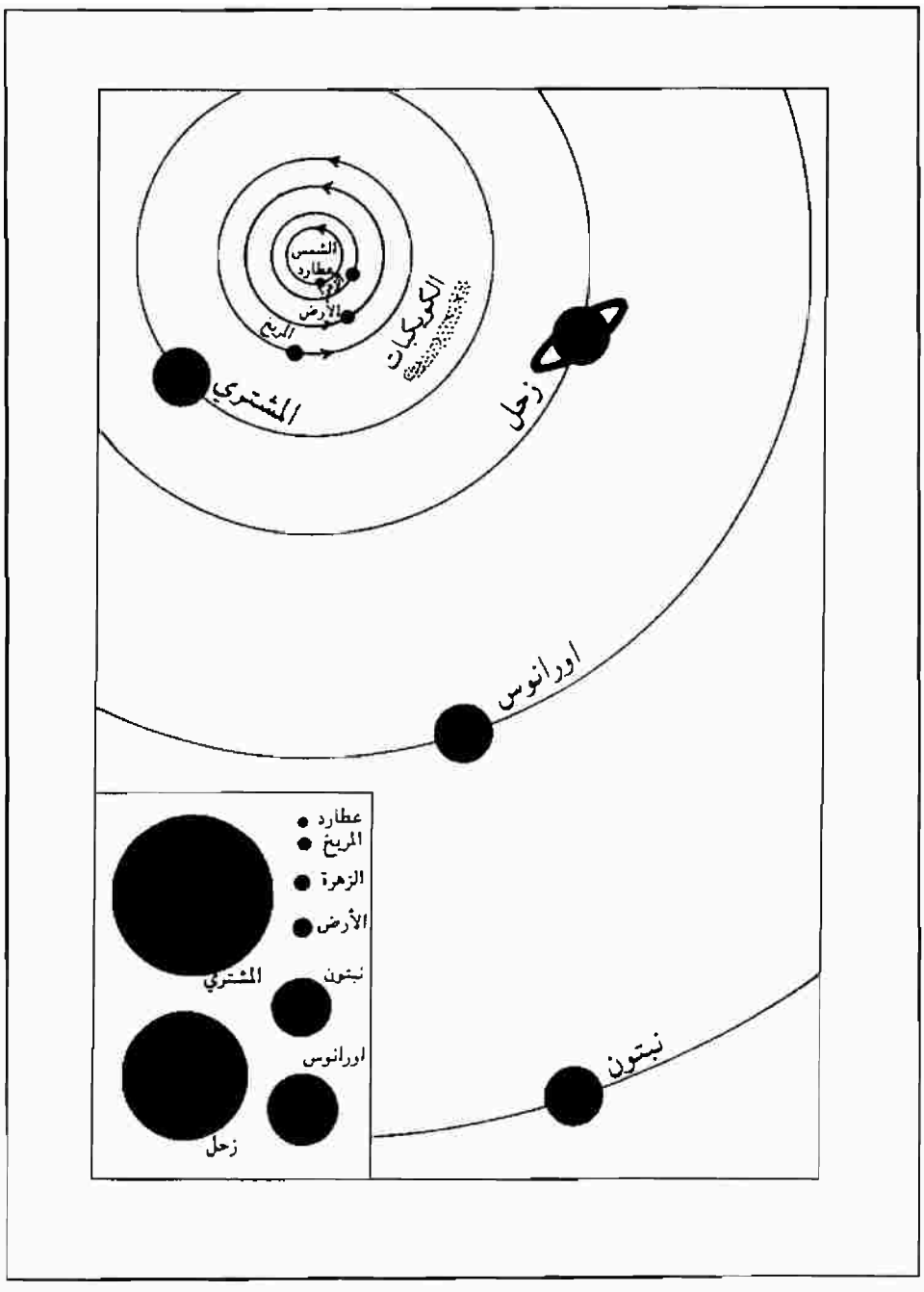
الكواكب السيار	متوسط البعد عن الشمس	الكتلـة	متوسط الكثافة
المشتري	٥,٢٠٣	٣١٨,٣٥	١,٣٥
زحل	٩,٥٣٩	٩٥,٣	٠,٧١
أورانوس	١٩,١٩٠	١٤,٥٨	١,٥٦
نبتون	٣٠,٠٧١	١٧,٢٦	٢,٤٧

وأهم ما يميز مجموعة الكواكب السيارة الخارجية (الكبرى) عن الداخلية هو كثافتها القليلة جدًّا على الرغم من أن كتلتها كبيرة. فعلى الرغم من أن كتلة المشتري تبلغ نحو ٣١٨ مِثلا لكتلة الأرض فإن كثافته تمثل نحو ١,٣ فقط، وكتلة زحل نحو ٩٥ مِثلا لكتلة الأرض إلا أن كثافته نحو ٠,٧ من كثافة الأرض.

وعلى ذلك يرجح الفلكيون أمثال هويل بأن هذه الكواكب السيارة الكبرى تحتوي على نسب معتدلة من أخف العناصر وزنًا ومن بينها الأيدروجين، فتصل نسبة هذا الغاز الأخير إلى نحو ٤٠٪ في زحل، ونحو ٢٠٪ في المشتري وإلى أقل من ذلك في كل من أورانوس ونبتون.

ويلاحظ أن الكواكب التي تقع قريبة من الشمس تتم دورة كاملة حول الشمس في مدة زمنية أقصر نسبيا من تلك التي تقع بعيدة عن الشمس. فعطارد يتم دورة كاملة واحدة حول الشمس في مدة ٨٨ يوما، والزهرة في ٢٢٥ يوما، والأرض في مدة سنة، في حين يتم أورانوس دورة واحدة حول الشمس في مدة تبلغ نحو ٢٤٧ سنة. ولا يؤثر في طول المدة الزمنية التي يستغرقها كل كوكب في مداره ودورانه دورة كاملة حول الشمس مدى المسافة الفاصلة بينه وبين الشمس فقط، بل كذلك مدى سرعة كل كوكب في المدار الذي يتبعه، فيسبح عطارد في مداره بسرعة تبلغ نحو ٣٠ ميلا في الثانية، والأرض بنحو ١٨,٥ ميلا في الثانية، والمشتري بنحو ٨ أميال في الثانية، وأورانوس بنحو ٤ أميال في الثانية. ويوضح الجدول الآتي البعد بين كل من كواكب المجموعة الشمسية عن الشمس، وطول الفترة الزمنية التي يستغرقها كل كوكب عند دورانه دورة واحدة كاملة حول الشمس، ومتوسط سرعة دوران كل نجم في مداره بالأميال في الثانية [1].

(1) Smart, M., "The origin of the Earth" A. Pelican Book London 1959. p. 28.



شكل (١١) كواكب المجموعة الشمسية ودورانها حول الشمس.
لاحظ اختلاف البعد بين كل منها وبين الشمس وكذلك اختلاف حجم كل منها.

الكوكب	البعد عن الشمس		طول فترة الدورة بمداره حول الأرض	متوسط سرعة دوران كل كوكب (ميل/ثانية)	المحيط الخارجي لكل كوكب
	على أساس البعد بين الشمس والأرض يساوي ١	ملايين الأميال			
عطارد	٠,٣٨٧	٣٦	٨٨ يوم	٣٠	لا يوجد
الزهرة	٠,٧٢٣	٦٧	٢٢٥ يوم	٢٢	سحب كثيفة وثاني أكسيد الكربون
الأرض	١,٠٠٠	٩٣	سنة	١٨,٥	غلاف غازي مكون من الأكسجين والنتروجين
المريخ	١,٥٢٤	١٤٢	١,٨٨ سنة	١٥	نـادر
المشتري	٥,٢٠٣	٤٨٤	١١,٨٦ سنة	٨	سحب كثيفة وغازات متوهجة
زحل	٩,٥٣٩	٨٨٧	٢٩,٤٦ سنة	٦,٥	غازات الأيدروجين والهليوم والميثان
أورانوس	١٩,١٩٠	١٧٨٥	٨٢,٠٢ سنة	٤	سحب كثيفة
نبتون	٣٠,٠٧٠	٢٧٩٧	١٦٤,٨٠ سنة	٣,٥	سحب كثيفة
بلوتو	٣٩,٤٦٠	٣٦٧٠	٢٤٧,٧٠ سنة	٣	لا يوجد

الأقمار التابعة لبعض كواكب المجموعة الشمسية :

لم يعرف الفلكيون أن لبعض كواكب المجموعة الشمسية أقمارا تابعة Moons or Satellites لها وتدور حولها في فلكها إلا بعد أن اكتشف جاليليو منظاره الفلكي عام ١٦١٠م، وشاهد لأول مرة الأقمار الأربعة الرئيسة التابعة لكوكب المشتري. وبعد تطور صناعة أجهزة الرصد الفلكية تحقق العلماء من

الكوكب	قطر كل كوكب (ميل)	طول الفترة الزمنية لدوران كل كوكب دورة واحدة حول نفسه	عدد الأقمار التابعة لكل كوكب	كتلة كل كوكب بالنسبة لكتلة الأرض	كثافة كل كوكب بالنسبة لكثافة المياه
الشمس	٨٦٥,٠٠٠		—	٣٣٣,٤٠٠	١,٤١
القمر	٢,١٦٠	١٢ ساعة، ٢٦ دقيقة	—	$\frac{١}{٨١}$	٣,٣٤
عطارد	٣,٠٠٠		—	$\frac{١}{٢٧}$	٣,٧٣
الزهرة	٧,٦٠٠		—	$\frac{٥}{٦}$	٥,٢١
الأرض	٧,٩١٠	٢٣ ساعة، ٥٦ دقيقة	١	١	٥,٥٢
المريخ	٤,٢٠٠	٢٤ ساعة، ٣٧ دقيقة	٢	$\frac{١}{٩}$	٣,٩٤
المشتري	٨٦,٠٠٠	٩ ساعات، ٥٠ دقيقة	١٢	٣١٨	١,٣٤
زحل	٧٠,٠٠٠	١٠ ساعات، ١٤ دقيقة	٩	٩٥	٠,٦٩
أورانوس	٣٠,٩٠٠	١٠ ساعات، ٤٨ دقيقة	٥	١٤ $\frac{٣}{٥}$	١,٣٦
نبتون	٣٣,٠٠٠	١٥ ساعة، ٤٠ دقيقة	٢	١٧ $\frac{١}{٣}$	١,٣٢
بلوتو	(غير معروف)		—	—	—

حقيقة الأقمار التابعة لبعض كواكب المجموعة الشمسية، بل وشاهدوا ١٢ قمرا تابعا لكوكب المشتري، وتسعة أقمار تابعة لكوكب زحل.

وقد تبين أن لكوكب الأرض قمرًا واحدًا يعرف باسم «القمر»، ويبعد عن الأرض بنحو ٢٤٠,٠٠٠ ميل ويدور في مدار برتقالي الشكل حول الأرض في مدة تستغرق نحو $\frac{١}{٣}$ ٢٧ يوم. ويبلغ قطر القمر نحو ٢,١٦٠ ميل.

الكوكب الرئيسي	الأقمار التابعة	قطر كل قمر (ميل)	متوسط البعد بين كل قمر والكوكب الرئيسي الذي يتبعه (ميل)	طول الفترة الزمنية التي يستغرقها كل قمر لدورانه دورة واحدة حول الكوكب الرئيسي
الأرض	القمر	٢,١٦٠	٢٤٠,٠٠٠	٢٧ يوما، ٨ ساعات
المريخ	فوبوس	٤٠	٥,٨٠٠	٧ ساعات، ٣٩ دقيقة
	ديموس	١٠	١٤,٦٠٠	٣٠ ساعة، ١٨ دقيقة
المشتري	أيو ١	٢,١١٠	٢٦٢٩,٠٠٠	١ يوم، ١٨ ساعة
	أروبا ٢	١,٨٦٥	٤٢١,٠٠٠	٣ أيام، ١٣ ساعة
	جانيميد ٣	٣,٢٧٣	٦٦٥,٠٠٠	٣ أيام، ٤ ساعات
	جاليستو ٤	٣,١٤٢	١,١٧٠,٠٠٠	١٦ يوما، ١٧ ساعة
	جاليستو ٥ و٦ و٧ و٨ و٩ و١٠ و١١ و١٢	من ١٢ ـ ١٠٠	من ٧,٠٠٠,٧٠٠ إلى ١٤,٠٠٠,٠٠٠	من ٢٥٠ يوما إلى ٦٣١ يوما
زحل	ميماس	٣٧٠	١١٥,٠٠٠	٢٢ ساعة، ٣٧ دقيقة
	أنسيلادوس	٤٦٠	١٤٧,٠٠٠	١ يوم، ٩ ساعات
	تيتس	٧٥٠	١٨٢,٠٠٠	١ يوم، ٢١ ساعة
	ديون	٩٠٠	٢٣٣,٠٠٠	٢ يوم، ١٨ ساعة
	رهيا	١,١٥٠	٣٢٦,٠٠٠	٤ أيام، ١٢ ساعة
	تيتان	٣,٣٥٠	٧٥٥,٠٠٠	١٥ يوما، ٢٣ ساعة
	هيبريون	—	٩١٤,٠٠٠	٢١ يوما، ٧ ساعات
	ايبتوس	—	٢,٢٠٠,٠٠٠	٧٩ يوما
	فيوب	—	٨,٠٠٣,٠٠٠	٥٥٠ يوما
	أريل	—	١١٨,٥٠٠	٢ يوم، ١٢ ساعة
أورانوس	أميريل	—	١٦٥,٠٠٠	٤ أيام، ٣ ساعات
	تيتانيا	—	٢٧١,٠٠٠	٧ أيام، ١٧ ساعة
	أبرون	—	٣٦٢,٠٠٠	١٣ يوما، ١١ ساعة
	ميراندە	—	٧٦,٥٠٠	٣١ ساعة
	تريتون	—	٢١٨,٠٠٠	٥ أيام، ٢١ ساعة
نبتون	نريد	—	—	—

وتقدر كتلته بالنسبة لكتلة الأرض نحو $\frac{١}{٨١}$ في حين تبلغ كثافة المواد التي يتألف منها بالنسبة لكثافة المياه نحو ٣,٣٤ .

ويختلف القمر عن كوكب الأرض في أنه غير محاط بغلاف غازي مثل ذلك الذي يحيط بالأرض والذي ساعد على ظهور المظاهر الحيوية فوق سطح الكوكب. ويوضح الجدول السابق بيان بالأقمار التابعة لبعض كواكب المجموعة الشمسية، وقطر كل منها، ومتوسط طول المسافة بينها وبين الكوكب الرئيسي الذي تتبعه، وطول الفترة الزمنية التي يستغرقها كل قمر عند دورانه دورة واحدة كاملة حول الكوكب الرئيسي الذي يتبعه [1].

وعلى ذلك يتمثل بالمجموعة الشمسية حسب معلوماتنا اليوم تسعة كواكب سيارة رئيسة ويتبعها ٣١ قمرا بغض النظر عن مجموعة الكويكبات التي تقع فيما بين المريخ والمشتري، والهالة العظمى التي تحيط بكوكب زحل. وقد أكد الأستاذ سمارت W. M. Smart عام ١٩٥٩م بأن الحلقة الدائرية حول كوكب زحل تتألف من توابع قمرية صغيرة الحجم جدًّا، (حيث يقل قطر كل منها عن ٦٠ ميلا)، ومن الصعب أن يحصى عددها، ومن ثم فهي أشبه بهالة مستديرة الشكل من الغبار الجوي. ورجح بأن مثل هذه التوابع القمرية الصغيرة تنشأ نتيجة لتفتيت الأقمار أو الكواكب الأكبر حجما. وفي ٢ يناير عام ١٩٥٩م أطلق العلماء الروس صاروخا إلى الفضاء الكوني استطاع أن يخرج من مجال جاذبية الأرض ليتخذ له مدارا هو الآخر حول الشمس، ومن ثم أصبح أول تابع صناعي للمجموعة الشمسية.

---

(١) أ ـ د. حسن أبو العينين «سطح هذا الكوكب»، بيروت (١٩٦٧م).

ب ـ د. حسن أبو العينين «كوكب الأرض» الطبعة العاشرة، الإسكندرية ـ مؤسسة الثقافة الجامعية (١٩٨٨م).

الشهب والنيازك والمذنبات
(حُراس السماء الدنيا)

تسبح في الفضاء السماوي للمجموعة الشمسية أجسام كونية أخرى لا تنتمي مداراتها إلى المدارات الإهليلجية المنتظمة لكواكب المجموعة الشمسية حول الشمس، بل هي تجري في مدارات غير منتظمة وتندفع بسرعة شديدة جدًّا كالقذائف النارية في اتجاهات مختلفة ويطلق عليها اسم الشهب Meteors والنيازك Meteorites والمذنبات Comets . وتتمثل هذه الأجسام الكونية الغريبة في السماء الدنيا القريبة من كوكب الأرض، وينتج عن احتراقها وتفتتها لهبٌ شديد. وقد أسهم الغلاف الغازي وحزام «فان إلن» الذي يحيط بكوكب الأرض على حفظ الأرض وسلامتها من الأضرار التي قد تنتج عن تساقط بقايا الشهب والنيازك ومفتتاتها المحرقة على سطح الأرض. وإذا تصادف سقوط قطعة صخرية صغيرة الحجم من النيازك على سطح الأرض فإنها تتسبب في تكوين أحواض عميقة واسعة، وتصهر مفتتات الشهب والنيازك النارية المحرقة صخور قشرة الأرض بدرجة أقوى من تأثير القنابل المتفجرة النووية التي يعرفها البشر. وتذكرنا آيات القرآن الكريم بأن الله تبارك وتعالى جعل الشهب والنيازك والمذنبات حرسًا شديدًا ورجومًا للشياطين في السماء الدنيا. ويقول المولى جل وعلا:

﴿ إلا من خَطِفَ الخَطْفَة فأتبعَهُ شهابٌ ثَاقِبٌ ﴾ الصافات (١٠).

﴿ وأنا لَمسنَا السَمَاءَ فوجدنَاهَا مُلِئَت حَرَسًا شديدًا وشُهُبًا * وأنا كُنَّا نقعُدُ منها مقاعِدَ للسَّمعِ فمن يستمع الآن يَجِد لَهُ شِهَابًا رَّصَدًا ﴾ الجن (٨ ـ ٩).

﴿ولقد جعلنَا في السَّماءِ بروجًا وزيناها للناظرين * وحفظناها من كل شيطانٍ رجيمٍ * إلا من استَرَقَ السَّمْعَ فأتبعه شِهابٌ مُّبين﴾ الحجر (١٦ ـ ١٨).

﴿ولقد زَيَّنَّا السَماءَ الدُّنيا بِمَصَابِيحَ وجَعَلْنَاهَا رُجُومًا للشياطين وأعتدنا لهم عَذَاب السعير﴾ الملك (٥).

﴿وإنْ يَرَوا كسفًا من السماءِ ساقطًا يقُولُوا سَحَابٌ مَّرْكُومٌ﴾ الطور (٤٤).

﴿ولله جنُودُ السمٰواتِ والأرضِ وكان الله عزيزًا حكيمًا﴾ الفتح (٧).

وقد حفظ الله تبارك وتعالى الأرض من كل شيطان مارد، وجعل من الشهب والنيازك المحرقة رجومًا لكل شيطان عات متمرد، وتذوده عن الاستماع إلى ما يدور في الملأ الأعلى، وإذا حاول التسمع تلقفته رجوم الشهب والنيازك ولاحقته من كل جانب. ويذكر سيد قطب [1] «ونحن لا نعرف كيف يتسمع الشيطان المارد، ولا كيف يخطف الخطفة، ولا كيف يرجم بالشهاب الثاقب، لأن هذه كلها غيبيات تعجز طبيعتنا البشرية عن تصور كيفياتها».

ويذكرنا القرآن الكريم في قصص بعض القوم السابقين بأن الله سبحانه وتعالى قد عاقب بعض الكافرين، وكذلك قوم لوط عليه السلام، وأبرهة الحاكم الحبشي على اليمن ومعه جنوده بأن أنزل الله عليهم أحجارًا نارية من بقايا الشهب والنيازك المحرقة وأمطرهم بحجارة ملوثة بالطين ومسومة أي مرباة ومعدة ومجهزة من عند الله ـ عز وجل ـ لتنمو وتتكاثر ومطلقة لاستخدامها لوقت الحاجة لعقاب المسرفين المتجاوزين للحق. وقد وقع العذاب على جنود أبرهة بأن أرسل الله ـ سبحانه وتعالى ـ عليهم جماعات من الطير تحصبهم بحجارة من طين وحجر مسموم يابس، فتركهم كأوراق الشجر الجافة الممزقة. ولما جاء وعد

---

(١) سيد قطب: «في ظلال القرآن»، دار الشروق ـ الطبعة الثانية عشرة (١٩٨٦م)، ص ٢٨٨٤.

تنفيذ أمر الله لمعاقبة قوم لوط ـ عليه السلام ـ دمر قريتهم، وجعل عاليها سافلها، فأمطرهم من السماء بحجارة ملوثة بطين منضود متراكم وبعضه يلاحق بعضا. وهي صورة للتدمير الإلهي الكامل الذي يقلب كل شيء ويغير المعالم ويمحوها عقابا للمسرفين. ويقول الحق تبارك وتعالى :

﴿وأمطرنا عليهم مطرًا فساء مطر المنذرين﴾ الشعراء (١٧٣).

﴿فلما جاء أمْرُنَا جعلنا عاليها سافلها وأمطرنا عليها حجارة من سجيل منضودٍ * مسومة عند ربك وما هي من الظالمين ببعيد﴾ هود (٨٢ ـ ٨٣).

﴿لنرسل عليهم حجارة من طين * مسومة عند ربك للمسرفين﴾ الذاريات (٣٣ ـ ٣٤).

﴿أفَلَمْ يَرَوا إلى ما بين أيديهم وما خلفَهُم من السماء والأرضِ إن نشأ نخسف بهم الأرضَ أو نُسقط عليهم كسفًا من السماء إن في ذلك لآية لكل عبدٍ مُنيبٍ﴾ سبأ (٩).

﴿ألَمْ تَر كَيف فعل ربُّك بأصحابِ الفيلِ * ألم يجعل كَيْدَهُم في تضليل * وأرسلَ عَلَيهم طَيْرًا أبابيل * تَرْميهم بحجارةٍ من سجيلٍ * فجعلهم كعصْفٍ مأكولٍ﴾ الفيل (١ ـ ٥).

الشهب **Meteors** : تعتبر الشهب من الناحية العلمية كرات ثلجية Snow balls تتألف من الغازات المنغمسة مع الأتربة الكونية، ويتراوح قطر الكرة الواحدة منها من عدة مئات من الأمتار إلى عدة عشرات من الكيلومترات. وتسبح الشهب في مدارات غير منتظمة الاتجاه وأغلبها طولية الشكل وعندما تقترب الشهب من الشمس تتبخر كميات كبيرة من موادها بفعل احتراقها، ويشتد لمعانها في الفضاء السماوي، وقد لا يتبقى من أجسامها بعد احتراقها سوى قلبها المركزي[1].

---

(١) حسن أبو العينين : «المرجع السابق»، ص ٤٧ ـ ٥٣.

ويختلف حجم الشهب بنسبة كنسبة حجم حبة الرمل إلى حجم حبة الحصى أو الزلط، إلا أنها تتميز جميعا بعظم درجة توهجها، وشدة سرعة سقوطها صوب سطح كوكب الأرض (تتراوح السرعة من ٢٠ إلى ٤٠ ميل في الدقيقة)، وينجم عن احتكاك أجسام الشهب الملتهبة بالغلاف الجوي تحويل كل المواد المختلفة التي تلتصق بها أو تصطدم معها إلى أبخرة وغازات. وتسبح الشهب في الفضاء الكوني كذلك بسرعة هائلة إلا أنها تختلف فيما بينها من حيث اتجاه مسالكها.

وقد اختلف العلماء حول تفسير نشأة الشهب وتحديد أصلها، فيذكر بعضهم أن الشهب تمثل بقايا صغيرة متناثرة من المجموعة الشمسية التي نعرفها اليوم، ثم تعرضت لعمليات الانقسام والتفتيت، وأخذت تتساقط ووصل بعض بقاياها إلى سطح الأرض. ويرى بعضهم الآخر أن الشهب قد تمثل بقايا مواد كونية مفتتة آتية من فضاء خارجي آخر غير ذلك الذي نعرفه وتقع فيه عائلة المجموعة الشمسية. وقد شاهد الفلكيون فعلا بعض الشهب، وقد احتلت لها مدارات مختلفة حول الشمس، ومنها الشهب المعروفة باسم ليونيد Leonids والتي شاهدها العلماء عام ١٨٦٦م وهي تدور حول الشمس، واستغرقت الدورة الواحدة لها حول الشمس نحو ٣٣ ١/٣ سنة. وتكررت تلك الملاحظات الفلكية من جديد، حيث شاهد الفلكيون بعض الشهب وهي تدور حول الشمس في عام ١٨٩٩م، وفي عام ١٩٣٢م.

النيازك : Meteorites

تشبه النيازك الشهب في أنها أجسام كونية آتية من الفضاء السماوي الخارجي Outer Space، وقد تتساقط بقاياها فوق سطح كوكب الأرض، إلا أن النيازك تندفع بسرعة هائلة في الفضاء السماوي وتندفع منها ألسنة نارية ملتهبة حارقة، وما يطلق العلماء عليها اسم النجوم النارية Shooting Stars .

والنيازك تعد أكبر حجماً نسبيا من الشهب. وعلى ذلك لا تحترق مواد النيازك كلية أثناء عبورها طبقات الغلاف الجوي، بل قد تصل بعض أجزاء من موادها إلى سطح الأرض. ويختلف وزن بقايا النيازك التي تصل إلى سطح الأرض من بضعة أرطال إلى بضعة أطنان، وكان من أكبر النيازك حجما تلك التي عثر عليها فوق جزيرة جرينلند وكان يبلغ وزنها نحو ٢٦ طنا، وقد حفظت بقايا تلك النيازك في متحف التاريخ الطبيعي الأمريكي بنيويورك. كما عثر على بقايا نيازك أخر بالقرب من جروتفنتين Grootfontiein بجنوب غرب أفريقية وكان وزنها نحو ٦٠ طنا. كما عثر على بقايا لأجسام النيازك الحديدية بالقرب من مدينة هنبري Henbury بأستراليا.

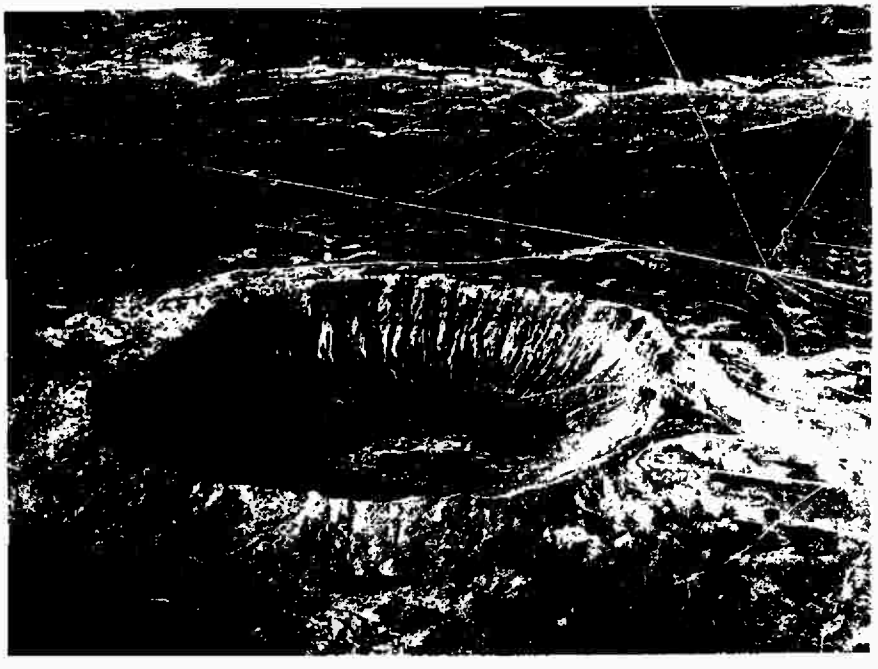
وعلى الرغم من ندرة مواد النيازك وبقاياها التي يعثر عليها فوق سطح الأرض، فقد استطاع الجيولوجيون معرفة التركيب المعدني العام لبقايا النيازك. وأوضحت الدراسات الجيولوجية بأن مادة النيازك تختلف تبعا لطبيعة عملية برودتها فوق سطح الأرض، وما انتابها من تغيرات أثناء عمليات سقوطها نحو سطح الأرض. فقد تتركب بعض مواد النيازك من معادن ثقيلة أهمها الحديد والنيكل، وتعرف هذه المجموعة من النيازك باسم Holosiderites وتتميز معادن النيازك هنا بكونها عظيمة التبلور مما يدل على أنها تكونت ببطء تحت تأثير عمليات برودة تدريجية. في حين يتألف بعضها الآخر من معادن متداخلة مختلفة تعرف باسم Syssidérites and Sporado Siderites. وهناك مجموعة أخرى من النيازك تتركب من معادن وصخور تعرف باسم Asiderites. ويلاحظ أن النيازك الصخرية هي الأكثر شيوعًا، وقد يكون سبب نشأتها انفجار كويكب تشبه مواده تلك التي يتألف منها كوكب الأرض. وتتألف النيازك الصخرية من معادن ثقيلة جدًّا ويبلغ عمر بعض قطع النيازك الصخرية نحو ٤,٦ بليون سنة.

ولكن حتى الوقت الحاضر لم يستطع العلماء تفسير كيفية تكوين «طابع» imprint النيازك والحفر الهائلة التي تكونها فوق سطح الأرض. فقد استطاعت بقايا النيازك الصغيرة الحجم التي سقطت فوق سيبيريا وتلك التي سقطت فوق أريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية أن تكونا حفرا هائلة العمق (متوسط عمقها نحو ١٠٠ متر) ويزيد قطرها على ٨٠٠ متر. ويرجح البعض أن مثل هذه الحفر العميقة في سطح الأرض تشبه فوهات سطح القمر المضرس، ومن ثم فإنها قد تعزى إلى شدة سرعة بقايا النيازك عند اصطدامها بسطح الأرض وإلى شدة سخونتها عند سقوطها. ومن ثم لا بد من إجراء المزيد من الأبحاث حتى يمكن أن ندرك العوامل التي ساعدت على تكوين هذه الحفر بفعل تلك الأجسام الكونية الصغيرة (شكل ١٢).

ومن المواد الكونية الأخرى التي وجدت بقاياها على سطح الأرض ويرجح العلماء أنها لا تنتمي إلى المجموعة الشمسية، تلك المعروفة باسم التكتيت Tek-tites وتشبه هذه المواد الكونية إلى حد كبير الزجاج الطبيعي (أوبسيديان Obsidian)، ويعتبرها بعض الباحثين من إحدى مجموعات النيازك. وتتنوع أشكال هذه المواد، حيث يظهر بعضها بيضاوي الشكل والبعض الآخر كرويًّا أو غير منتظم الشكل. كما يختلف حجم بقاياها من حجم البيضة إلى حجم كرة القدم. وقد عثر على بقايا هذه المواد في مواقع متفرقة من أستراليا والفلبين وجنوب شرق آسيا. وقد اكتشف الأستاذ كلايتون بقايا للزجاج الطبيعي الكوني في أجزاء متفرقة من صحراء مصر الغربية.

المذنبات : Comets

تشاهد المذنبات بواسطة أجهزة الرصد الفلكية المقربة من فوق سطح الأرض على شكل بقع سديمية مضيئة، ويشتد درجة توهجها في منطقة رؤوسها، كما يمتد من أجسامها ألسنة أو ذيول منيرة في الفضاء. وتدور المذنبات حول



شكل (١٢) فوهة حوضية نتجت عن تساقط بقايا النيازك فوق صحراء أريزونا (غرب الولايات المتحدة الأمريكية) منذ أكثر من ٣٠ ألف سنة مضت.

الشمس في مدارات مختلفة وبسرعة هائلة إلا أنها تتفاوت من مجموعة إلى أخرى. فيدور بعض المذنبات في مدارات بيضاوية الشكل، في حين يدور بعضها الآخر في مدارات شبه مستطيلة وأخرى في مدارات شبه بيضاوية الشكل. ومن أجمل المذنبات تلك التي شوهدت موهجة في الفضاء الكوني عام ١٩٠٨م وعرفت باسم مذنبات مورهاوس Morehouse's Comet. وقد أوضحت المشاهدات الفلكية أن المسافة الفاصلة بين هذا المذنب والشمس تختلف من فترة إلى أخرى تبعا لموقف المذنب في مداره البيضاوي الشكل. ففي بعض الأحيان يظهر المذنب على بعد نحو ١٤ مليون ميلا فقط عن الشمس (كما حدث عام ١٩١٠م)، في حين يبلغ بعد أقصى موقع المذنب مورهاوس عن الشمس نحو ٣٠٠٠ مليون ميل. (شكل ١٢ ب).

وقد لاحظ علماء الفلك بأن بعض المذنبات مثل مجموعة مذنبات هالي Halley's Comet تستغرق دورتها الواحدة حول الشمس نحو ٧٦ سنة في حين تستغرق مجموعة مذنبات «انك» Encke's Comet خلال دورتها الواحدة نحو $\frac{1}{3}$ ٣ سنة.

وتتألف رأس المذنب عادة من أجسام كونية مختلفة الحجم، ومن ثم تشبه صخور المجمعات (حصى وزلط ورمال) من حيث الشكل العام، إلا أن هذه الأجسام الكونية تتألف من غازات أهمها أول أكسيد الكربون والكيانوجين Cyanogen. وعندما تقترب المذنبات من جسم الشمس وتتعرض لأشعتها الحرارية العظمى سرعان ما يلتهب جسم المذنب، وينبثق منه ذيول ملتهبة تنير الفضاء الكوني.

وقد ذكر بعض الفلكيين أن مجموعات المذنبات قد تنتمي إلى فضاء خارجي غير ذلك الذي تتمثل فيه المجموعة الشمسية المعروفة، ذلك لأن خاصية دوران المذنبات تختلف تماما عن كيفية دوران أفراد المجموعة الشمسية. ومن ثم أكد

صورة لمذنب «وست» West في عام ١٩٧٦م، الذي يتميز باضوائه الزرقاء.

صورة لمذنب ارند ـ رولاند Arneld-Roland في عام ١٩٥٧م متجهًا صوب الشمس.

بعضهم أن قـوة الجاذبيـة الشمسيـة تعمل على جذب أجسـام المذنبـات الآتيـة بدورها من فضاءات كونية خارجيـة أخرى بعيدة نحو الشمس. وعندما تقترب المذنبـات من جسم الشمس الملتهب وتتأثـر بأشعتها الحراريـة العظمى تتشكل موادها وترتفع درجة حرارتها وتشتد إنارتها وتوهجها.

ومنـذ يـوم ٢٨ ديسمبر ١٩٧٣م بـدأ يقترب المذنب «**كوهوتيك**» من جسـم الشمس، وفي يوم ١٠ ينايـر ١٩٧٤م أصبح هذا المذنب الذي كان معـروفا بألمع مـذنب في عصرنا الحديـث، على بعد ٢١ مليـون كم فقط من الشمس وهكـذا دخل المذنب الحقـول الكهرومغناطيسيـة الشمسية. وبـدلا من أن يخرج المذنب عن جاذبية الشمس ويستدير ليبعـد عنها، تأثر جسم المذنب بجاذبية الشمس الرهيبة وتشتتت أجـزاؤه وخرج عن نطاق الجاذبية الشمسيـة بعد أن فقد المذنب كوهوتيك من مادته ما بلغ مقداره نحـو ٢٠ مرة مما كان متوقعا له، وتشتت ذيله المضيء، وذهبت إلى العدم كمية من لمعانه تصل إلى ٢٠٠ مرة مما كان مقدرًا له. وهكـذا انتهت قصـة ألمع وأبهر مـذنب في الفضاء في عصرنـا الحديث بـانهيـاره وأصبح من الآن يمثل مـذنبـا عاديـا من بين مـلايين المذنبـات التي تدور حـول الشمس.

ومن بين أشهر المذنبـات التي تحوم حول الشمس في الوقت الحاضر مـذنبات وست West وإيكيـا سكـي Ikeya-Seki وأرنـد ـ رولانـد Arend-Roland وهوماسون Humason . (راجع شكل ١٢ ب).

وفي الفضـاء السماوي للمجموعـة الشمسيـة تندفـع بعض المذنبات بسرعـة هائلة تـزيد على ٦٠كم/ ث في مسارات غير منتظمة. وقـد تنجذب بعض هذه المذنبات صوب نجم الشمـس وتغوص وتختفي فيها تمامًا، أو ترتطـم بالكواكب الكبيرة الحجم في المجموعة الشمسية وخاصـة كوكب المشتري تبعًا لارتفاع نسبة كتلته وقوة جـاذبيته. ومنذ نحو عشرين عامًا رصـد علماء الفلك مراحل دخول

واحد من هـذه المذنبات نطـاق جاذبية كـوكب المشتري، وكان يبلغ طـول ذيله الثعباني أو الـدودي الشكل أكثر من ٣٠ مليون كم. وفي يوم ٨ يـوليو ١٩٩٢م شاهد العلماء أجزاء من ذيل هـذا المذنب وهي تندفع نحو سطح المشتري، على بُعد لا يزيد على ٢١ ألف كم منه.

ومنذ بـداية عام ١٩٩٤م قام كل من يـوجين شوميكر وزوجته كـارولين وعالم فلكي زميل لهما هو دافيد ليفي بدراسة الحركـات التفصيلية لمسارات واندفاعات هـذا المذنب الذي أطلقـوا عليـه اسم «مذنب شـوميكـر ـ ليفـي ٩) أو «دودة السمـاء» Skywarm ، وقد تـوقع هؤلاء العلمـاء اصطدام هـذا المذنب بسطح كوكب المشتري المظـاهر لكوكب الأرض في يوم ١٧ يـوليو ١٩٩٤م. ولم تستطع مراصد هابل الفلكية وسفينتا الفضـاء جاليليو (المتجهة صوب المشتري منذ عام ١٩٨٩م) وفويجر (2) Voyager أن تـرصد سـاعـة الارتطام نفسهـا، غير أنها سجلت صدى الارتطـام الرهيب بين أجـزاء هذا المذنب (الـذي كان يتركب من ٢١ جسماً فضائيًا) وكوكب المشتري.

وقد أكـدت المشاهدات الفلكية بأنـه نتج عن هذا الارتطام وتساقط الشظـايا النارية فـوق سطح كوكب المشتري حدوث انفجارات بلغت قوتها التـدميرية ما يعادل ٤٠ مليـار طن من المواد المتفجرة، وهي قوة تفوق انفجـار جميع الأسلحة النووية الموجودة حاليًا في كل ترسـانات العالم. وقد تسبب الاصطدام في تكوين فقاعات هائلـة من الغازات الساخنة (وبخاصة غاز الميثان) تـزيد درجة لمعانها ٥٠ مِثلا لدرجة لمعان ونورانيـة المشتري نفسه. كما تلوثت السحب الغازية التي تحيط بـالنصف الجنوبي من كـوكب المشتري ببقع غازيـة ساخنـة سوداء هـائلة الحجم. وأعلن العالم يوجين شـوميكر ـ مكتشف هذا المذنب ـ أنـه لو قدر لمثل هذا الانفجـار أن يرتطم بـالأرض لأصابها بهالـة من الغبار الفضـائي، بحيث

يحجب عنهـا الشمس تمامًـا . وأوضـح كـذلك أن قـوة اصطـدام مـذنب شوميكر ـ ليفي بسطح كـوكب المشتري تقل عن قوة انفجار المذنب الذي يعتقد العلماء أنه سبق أن ضرب سطح الكرة الأرضية في الزمن الجيولوجي الثاني، ونتج عنه انقـراض كل الديناصـورات التي كانت تعيش على سطح الأرض إبـان هذا الزمن الجيولوجي .