النظام الشمسي

بقلم: سناء مصطفى عبده

المذنبات

المذنبات أجرام سماوية غير منتظمة الشكل، تتكون من كتلٍ من الجليد والصخور والغازات، وقد اقترح الفلكي Fred Whipple فرد ويبل عام 1950 وصفاً يدل على أن المذنبات كرات جليدية متسخة "dirty snowballs" لأنها في معظمها تتكون من الجليد المخلوط بالغازات وبعض الأتربة والصخور. وتختلف في خصائصها عن الكواكب فعدا عن أشكالها غير المنتظمة مقارنة مع الكواكب كروية الشكل بشكل عام، فان مداراتها شديدة الاستطالة بحيث يتفاوت موقعها بالنسبة للشمس بشكل كبير جداً من حيث القرب والبعد مقارنة مع مدارات الكواكب الإهليلجية أو الشبه دائرية.

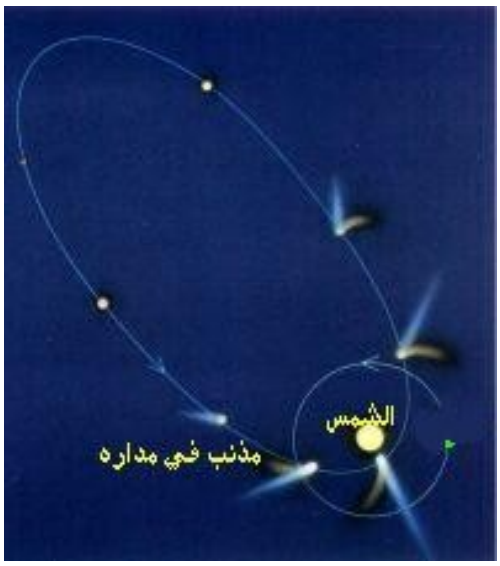
وقد تم الاتفاق على تقسيم المذنبات إلى قسمين رئيسيين حسب طول دورة كل منها حول الشمس وهذان القسمان هما:

1- مذنبات طويلة الدورة Long –period comets حيث تستغرق مدة دورانها حول الشمس فترة زمنية أكثر من 200 سنة.

2- مذنبات قصيرة الدورة Short-period comets حيث تستغرق مدة دورانها حول الشمس فترة زمنية أقل من 200 سنة. ومذنب هالي Halley الذي يتم دورة واحدة حول الشمس خلال 76 سنة يعد من هذا النوع. بينما مذنب هيل-بوب Hale-Bopp الشهير والذي مر في سماء الأردن عام 1997 وتم التقاط العديد من الصور الرائعة له وحاز بعضها على شهرة عالمية كما في الشكل(

الشكل(1-1): مذنب هيل- بوب في سماء الأردن عام 1997

1-1) (الصورة بعدسة الزميل محمد عودة- الجمعية الفلكية الأردنية) هذا المذنب يعد من النوع الأول طويل الدورة حيث يتم دورة واحدة حول الشمس في 2400 سنة.



الشكل (1-2): المذنب في مداره.

ولا ترى المذنبات عند وجودها في مدارها بعيداً عن الشمس لأنها أجسام معتمة وغير مضيئة بذاتها، ولكن مع اقترابها من الشمس تبدأ مادة هذه الكتلة المظلمة بالتبخر والتفكك والتسامي. وتُكنس هذه المادة خلف جسم المذنب بفعل الرياح الشمسية فتشكل ذيلاً طويلاً جداً يمتد خلف نواة المذنب الشكل (1-2)، حيث تعمل هذه المادة على عكس أشعة الشمس الساقطة عليها فنراه.ويكون اتجاه هذا الذيل دائما معاكساً للشمس، وعند وصول المذنب إلى هذه المرحلة يتشكل مفهومه كما نتصوره من نواة وهالة تحيط بالنواة وذيلاً قد يمتد إلى ملايين الكيلومترات وتبدو أجزاء المذنب واضحة في الشكل (1-3) والذي يمثل صورة المذنب وست الذي ظهر عام 1975م. ومع دوران المذنب وابتعاده عن الشمس يبدأ الذيل بالاختفاء تدريجيا أيضا. وقد يتكون للمذنب أكثر من ذيل كما، وهذان الذيلان هما:

الشكل(1-3): أجزاء المذنب

الذيل الأيوني(الغازي)Plasma Tail :

يتكون هذا الذيل من غازات متأينة والكترونات ويكون لونه مائلاً إلى الأزرق بسبب تأين أول أكسيد الكربون الذي يعطي اللون الأزرق الحاد كما

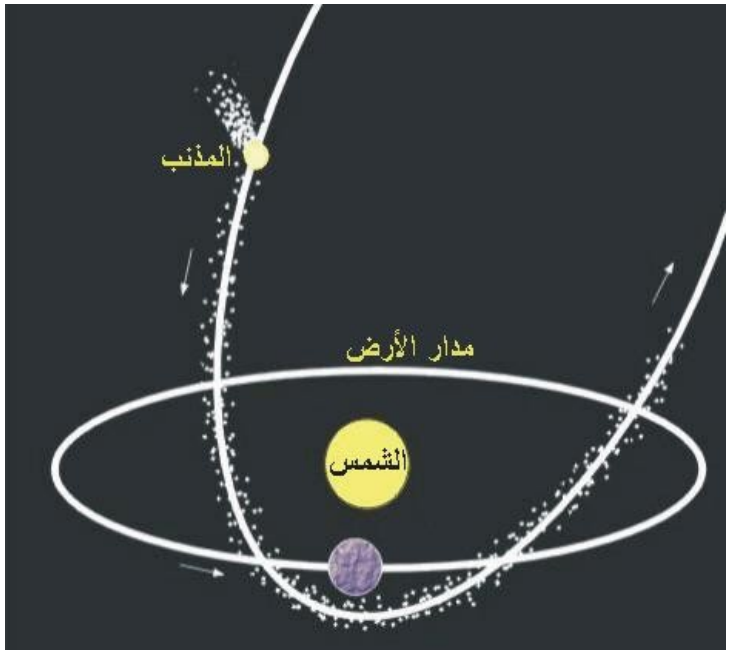
يظهر في الصورة، ويمتد هذا الذيل بشكل مستقيم إلى مسافات كبيرة جداً تقارب الوحدة الفلكية أي ما يعادل 150 مليون كم خلف نواة المذنب باتجاه معاكس للشمس.

1- **الذيل الغباري Dust tail:**

يمثل هذا الذيل حبيبات الغبار التي تم كنسها بفعل الرياح الشمسية خلف المذنب، لذا يكون لونه مائلاً إلى البياض أو الصفرة، ويتميّز هذا الذيل الغباري بكونه أعرض وأقصر من الذيل الأيوني وينحرف عنه على شكل قوس لأن جسيمات الغبار أثقل من الغاز المتأين.

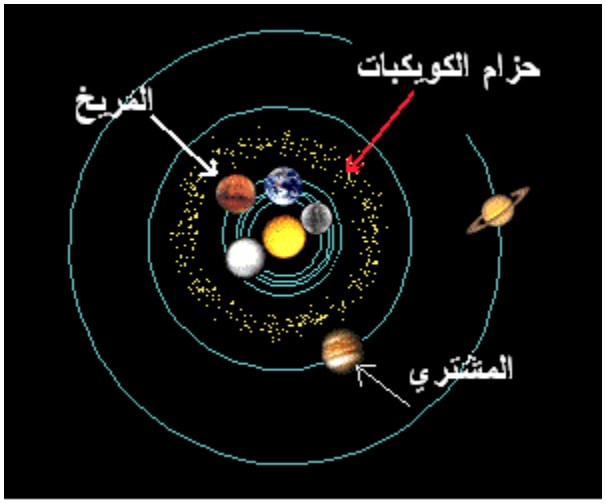
وتبقى جسيمات الغبار هذه خلف المذنب مكونةً جدولاً من الحبيبات والأتربة والجليد وغيرها من المواد التي تسامت أو تبخرت بفعل اقتراب المذنب من الشمس، ويسير هذا الجدول من الجسيمات حول الشمس في مدار المذنب نفسه. ويحرر المذنب في كل زيارة له بالقرب من الشمس الكثير من الغاز والغبار في داره. ومع مرور الزمن وبعد عدة زيارات تنتشر هذه المادة في مدار المذنب نفسه وتمر بعدة مراحل من التطورات تنتهي فيها بمدار عريض وقليل الكثافة. وتعبر الأرض هذا المدار مرة واحدة على الأقل في أثناء حركتها حول الشمس في مدارها. وقد تعبر من خلاله مرتين كما يظهر في الشكل رقم (1-3).

وعملية العبور هذه هي التي تولد ظاهرة زخات الشهب وترتبط معها كما سنرى لاحقا.



الشكل (1-3): تقاطع مدار الأرض مع مدار المذنب.

حزام الكويكبات Asteroids belt



حزام الكويكبات حزام من الأجرام الصغيرة يقع بين مداري المريخ والمشتري يبلغ متوسط بُعد مدار كوكب المريخ 1.5 وحدة فلكية عن الشمس، بينما متوسط بُعد مدار كوكب المشتري يزيد عن خمس وحدات فلكية.

وتساءل العلماء عما يملأ هذا المدار؟

فلا بد من وجود كوكب في هذه المنطقة ولم يتم اكتشافه بعد. فبدأ بحث العلماء في هذا الموقع عن كوكب ولكنهم بدل ذلك وجدوا عشرات الآلاف من الكويكبات الصغيرة في هذا المدار وكان هذا في بداية القرن التاسع عشر عام 1801 بالتحديد. فكان أول الاكتشافات لأكبر هذه الكويكبات وهو الكويكب سيريس، قطره يقارب 1000 كم، على يد الفلكي الإيطالي بيازي، وبعد ذلك التاريخ توالت الاكتشافات لهذه الكويكبات حتى قارب عددها عشرة آلاف كويكب.

وبسبب حجمها الصغير سميت الكويكبات أي تصغير كوكب.

وشكل هذه الكويكبات يشبه شكل حبات البطاطا غير منتظمة الشكل، وأسطحها الصخرية مليئة بالفوهات النيزكية

ومن الجدير ذكره أن الكويكب سيرس قد ضم إلى قائمة الكواكب القزمة بعد قرار الاتحاد الفلكي الدولي في اجتماعه في مدينة براغ- آب/ 2006.

يعتقد العلماء أن أصل الكويكبات كوكب فشل في الالتحام والتكوّن بسبب وقوعه بين قوتي الجذب العملاقتين في النظام الشمسي وهما جاذبية المشتري من جهة وجاذبية الشمس من جهة أخرى.

وعند دراسة هذه القطع الصخرية والمعدنية وجد أن أصولها تعود إلى عمر النظام الشمسي في معظمها، مما يعني أنها تكونت مع تكون النظام الشمسي وكواكبه قبل 4.6 مليار سنة، وعند تجميع كتل هذه الأجرام وجد أنها تشكل جسماً قطره 1500 كيلومتراً ، أقل من نصف حجم قمرنا الأرضي.

يتفاوت حجم هذه الكويكبات بشكل كبير فأكبرها الكويكب سيريس Ceres، وأصغرها لا يتجاوز حجم قطع الحصى الصغيرة.

ويتم إعطاء الكويكبات رقماً متسلسلاً عند اكتشافها، ثم بعد ذلك تتم تسميتها مثلاً سيريس يحمل رقم 1، الكويكب بالاس Pallas يحمل رقم 2 وهكذا.

كان حجم هذه القطع أكبر ومع حركتها وتصادمها بعضها بعضا تحطمت إلى قطع أصغر.

وقد يكون لبعض هذه الكويكبات أقماراً تدور حولها مثل الكويكب إيدا.

هذه الكويكبات

تدور حول نفسها في عدة ساعات، وحول الشمس في مدار إهليلجي كل 3-6 سنوات

وتتكون الكويكبات بشكل أساسي من الصخور وهي غنية بالمعادن مثل الحديد وغيره. ويهتم العلماء بدراسة الكويكبات لأنها لا تزال تمثل التكوين الأول للنظام الشمسي فعند دراستها كأنما ندرس التاريخ القديم للكواكب.

ويعتقد أن قمرا المريخ فوبوس وديموس من الكويكبات التي تم اقتناصهما بفعل جاذبية الكوكب ليتخذا مداراً حوله.

الشمس

نجم متوسط الحجم ودرجة الحرارة في مجرة درب التبانة.

وتعد الشمس النجم المركزي الذي يتبع له نظامنا من الكوكب بما فيها الأرض، ويبلغ متوسط بعد مركز الأرض عن مركز الشمس وحدة فلكية واحدة تقارب 150 مليون كم.

والأرض على هذا البعد المتوسط تستقبل كمية مناسبة من الطاقة والحرارة تساعد على المحافظة على بقاء الحياة على الأرض.

وتعد الشمس التي تنتمي إلى الصنف الطيفي G من النجوم المتوسطة الحجم وتبلغ درجة حرارتها السطحية قرابة 6000 كلفن ولونها أصفر.

والجدول الآتي يوضح أهم المعلومات عن الشمس.

خصائص الشمس	
عمر الشمس	مليار سنة 4.5
متوسط البعد عن الأرض	كم 10^{6} ×149.6
متوسط البعد عن مركز مجرة درب التبانة	كم 10^{17} ×2.5
دورة الشمس حول مركز المجرة	سنة 10^{8} × 2.26
سرعة الشمس في مدارها حول مركز المجرة	كم/س 217
قطر الشمس	كم 10^{6} × 1.392
مساحة الشمس السطحية	كم 10^{12} ^{2} × 6.09
كتلة الشمس	كغم 10^{30} × 1.989
كثافة الشمس	غم/ سم ^{3} 1.408
جاذبية سطح الشمس	م/ث ^{2} 273.95
سرعة الإفلات من سطح الشمس	كم/س 617.54

درجة الحرارة السطحية	5780 كلفن
درجة حرارة مركز الشمس	~13.6 مليون كلفن
قدرة الشمس الضيائية	3.827×10^{26} واط
دورة الشمس المحورية عند خط الاستواء	25 يوم 9س 7د 13 ث
سرعة الدوران حول محورها	7174 كم/س
(مكونات الشمس (النسب المئوية بالنسبة للكتلة	
هيدروجين	73.46 %
هيليوم	24.85 %
عناصر أخرى	1.69 %

الفصل الثاني Mercury

كوكب عطارد

بقلم: سناء مصطفى عبده

الأردنية نائب رئيس الجمعية الفلكية

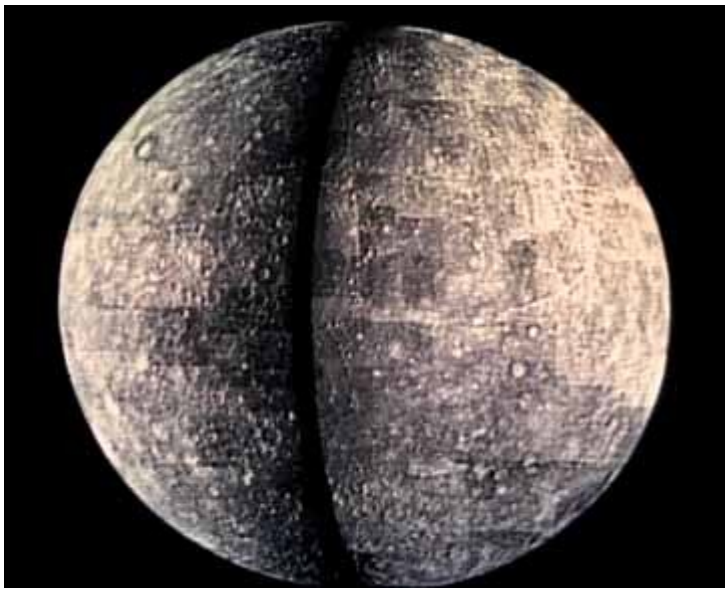
يعدّ كوكب عطارد من أقرب الكواكب إلى الشمس . رآه قدماء الإغريقيين كجرم لامع بعيد الغروب ودعوه على اسم الإله هيرمس، ورأوه أيضاً قبيل الشروق كجرم لامع وأطلقوا عليه اسم الإله أبولو، ظناً منهم أنهما جرمان مختلفان ومرت فترة طويلة قبل أن يدركوا أنهما جرم واحد وأطلقوا عليه اسم رسول الآلهة عطارد لأنه قريب من الشمس.

عطارد الذي يدور في كنف أمه الشمس في مدار داخلي بالنسبة لراصد من الأرض لا يرتفع كثيراً في السماء فهو يرى دائماً في الأفق وما هي إلا فترة قصيرة حتى يغرب. ولهذا فإن الكثير من الفلكيين لم يتمكنوا من رصده بالعين المجردة. ولا يمكن كذلك رصد هذا الكوكب على خلفية مظلمة في السماء لأنه يغرب سريعاً بعد الشمس. ولكن يعمد العلماء لدراسته عن طريق رصده أثناء ساعات النهار باستخدام مقارب كبيرة. إذ يكون الكوكب مرتفعاً عن الأفق وكذلك الشمس تكون مرتفعة عن الأفق أيضاً.

<u>استكشاف الكوكب عطارد</u>:

كثيراً ما كنت أشعر بالأسف لإهمال العلماء هذا الكوكب حتى أن البعض دعاه الكوكب المنسي، فمنذ أن مرت مركبة الفضاء غير المأهولة مارينر- 10 Mariner 10 بالقرب من الكوكب بين عامي 1974-1975 ، لم يتم إرسال أي مركبة نحوه منذ ذلك الحين، وحتى إطلاق المركبة الجديدة الرسول Messenger عام 2004 من ناسا لتتوجه نحو هذا الكوكب وتصله عام 2011 لتبدأ مرحلة الدراسة الجديدة للكوكب .

وقد تم إطلاق المركبة مارينر- 10 في 13/11/1973 من قاعدة كاب كانفيرال في رحلة لاستكشاف الكواكب الداخلية وكان هدف الرحلة هو زيارة كوكب الزهرة ثم تنطلق المركبة لتأخذ لها مداراً حول الشمس حيث تعبر وهي في حضيضها الشمسي من أمام كوكب عطارد، أما وهي في الأوج فتكون في مدار يقع بين الأرض والزهرة . وقد عبرت بالقرب منه ثلاث مرات فقط وكان أول عبور في 29/3/1974 ثم في 21/9/1974 وكان العبور الثالث والأخير في 16/3/1975 وفي هذه العبورات كانت قريبة من الكوكب واستطاعت أن ترسل لنا كماً هائلاً من الصور الرائعة لسطح هذا الكوكب.



وكانت المركبة قد وضعت في مدار حول الشمس بحيث تقطع مسافة المدار في 176 يوم لتعاود المرور حول الكوكب كل ستة أشهر تقريباً. ولكنها كانت تعبر من أمام الكوكب في نفس المنطقة في كل مرة، فلم تغطي كاميرات هذه الرحلة أكثر من 45% من مساحة سطح الكوكب. وبعد هذه الدورة فقد الاتصال مع هذه المركبة في 24/3/1975 وبقيت في مدارها حول الشمس دون المقدرة للوصول إليها أو إعادتها للحياة ثانية.

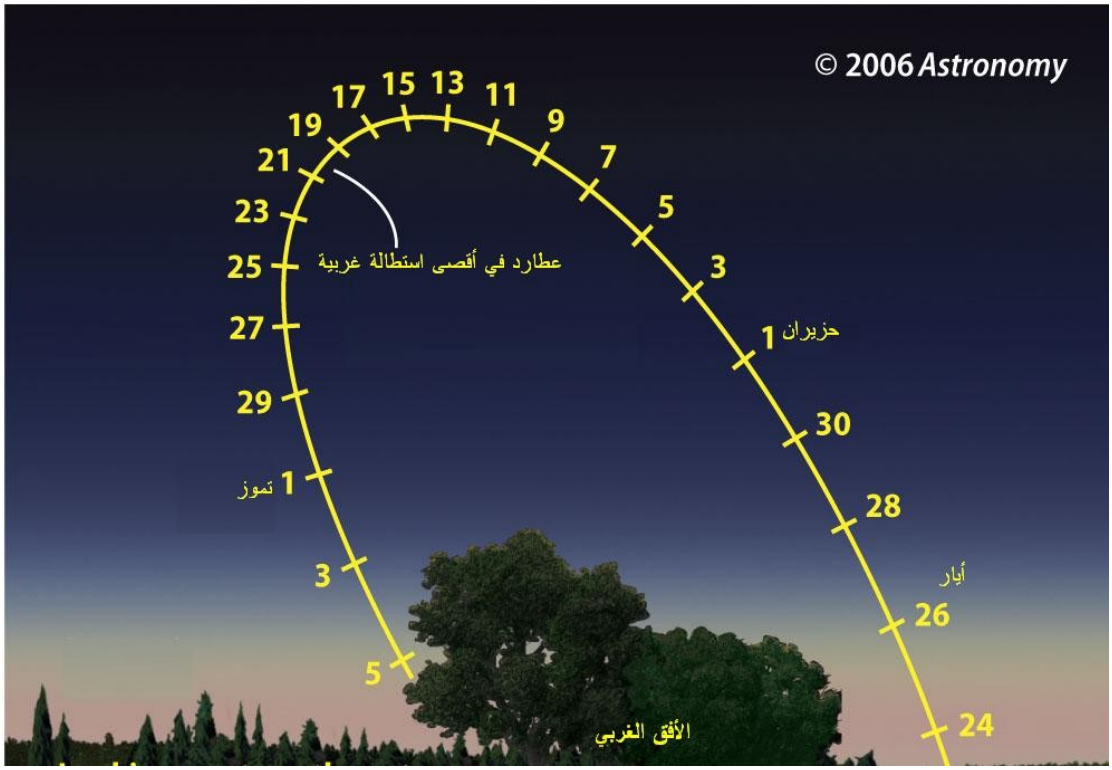
<u>مدار الكوكب عطارد</u>:

هذا الكوكب الصغير الذي لا يتجاوز قطره 4879 كلم أكبر من قمرنا الأرضي بقليل يدور بعيداً عن الشمس بمسافة 58 مليون كلم بالمتوسط (0.38 وحدة فلكية) في مدار إهليلجي يكون فيه في الحضيض على بعد 46 مليون كلم، وفي الأوج على بعد يقارب 70 مليون كلم. فنرى أن الكوكب يقترب كثيراً من الشمس وهو في الحضيض حيث تزداد سرعته ويتباطأ وهو في الأوج.

وهذا المدار يشذ قليلاً عن مدارات الكواكب الأخرى والتي تدور على مستوى استواء الشمس (دائرة البروج) تقريباً. حيث يميل مدار الكوكب عن هذا المستوى بمعدل سبع درجات ولا يشابهه في هذا الشذوذ المداري إلا الكوكب القزم بلوتو.

وتبلغ أقصى مسافة يبعدها الكوكب عن الأرض حوالي 219 مليون كلم وأدنى مسافة حوالي 92 مليون كلم.

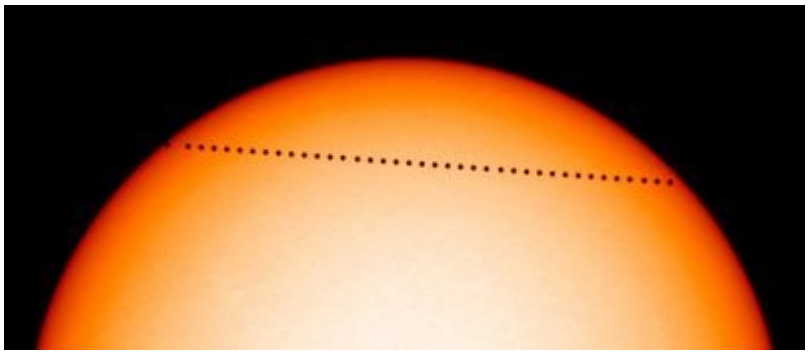
وبسبب قربه الشديد من الشمس فإن أكبر درجة استطالة له في السماء تتراوح بين 28 درجة حيث يمكن رؤية الكوكب قبيل الشروق في الأفق الشرقي، حيث يكون الكوكب في أبعد مسافة له عن الشمس من الجهة الغربية ويكون عندها



في الأوج وتدعى أقصى استطالة غربية، و 18 درجة حيث يمكن رؤية الكوكب بعيد الغروب في الأفق الغربي ،حيث يكون الكوكب في أبعد مسافة له عن الشمس من الجهة الشرقية ويكون عندها في الحضيض وتدعى أقصى استطالة شرقية.

ولأن مدار هذا الكوكب داخلي بالنسبة للأرض فقد يحدث أن يمر الكوكب من أمام قرص الشمس أثناء دورانه وهو ما يعرف بالعبور Transit. وتم رصد أول عبور للكوكب من أمام قرص الشمس في 7/11/1631 م من قبل العالم كبلر. ومن متابعة مواعيد عبور الكوكب أمام قرص الشمس ورصدها حتى الوقت الحاضر تم ملاحظة أن هذه العملية تحدث فقط في شهري أيار وتشرين الثاني.

وعبور تشرين ثاني يحدث في فترات تتراوح كل 7، 13، 33 سنة، أما عبور أيار فيحدث كل 13، و 33 سنة، وآخر ثلاث عبورات كانت في الأعوام 1999، 2003، 2006 م.

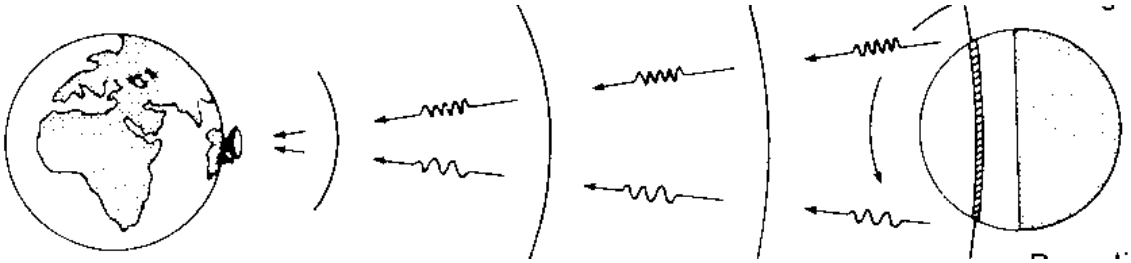


ويكون عبور شهر أيار عندما يكون الكوكب في الأوج البعيد عن الشمس أما عبور شهر تشرين الثاني فيكون الكوكب في الحضيض أي قريب من الشمس (وهي الحالة الأكثر حدوثاً إذ تحدث بنسبة 3:7) ولكن ما يميز العبور أمام الشمس في شهر أيار أنه أطول إذ يستمر الكوكب في السير أمام قرص الشمس لمدة تسع ساعات، يمكن خلالها مراقبة الكوكب يتحرك أمام قرص الشمس كبقعة داكنة وهو يدور من الغرب إلى الشرق في مداره.

يستغرق الكوكب عطارد 88 يوماً أرضياً ليدور حول الشمس دورة واحدة (0.24 سنة أرضية).أما دورته اليومية حول محوره فإن لها تاريخ قبل إرسال المجس مارينز –10 لهذا الكوكب .حيث كانت أول دراسة للكوكب باستخدام المقراب من قبل ويليام هيرتشل في القرن الثامن عشر. ثم قام العالم شيباريللي Schiaparelli بوضع أول خارطة له من الدراسة بين عام 1881 إلى عام 1889، حيث رصد بقع داكنة على سطحه واستمر في رؤية هذه البقع ورصد حركتها ، وقد عزى سبب رؤية نفس التضاريس إلى أن الكوكب يدير نفس الوجه للأرض وهو في الحضيض فوجد أن دورة الكوكب حول نفسه مساوية لدورته حول الشمس Synchronous rotate حيث أنه يدير للشمس نفس الوجه دائماً وللأرض نفس الوجه دائماً. وهو يستغرق في دورته حول الشمس زمن مقداره 88 يوم أرضي وبذلك يكون له وجه دائماً نهاراً مقابل الشمس والنصف الآخر ليلاً في الجهة المقابلة للشمس.

و بقي الحال كذلك حتى عام 1962 حين قام العالم هاورد و زملائه في متيشغان بدراسة الأشعة الحمراء المنعكسة عن الجانب المظلم المقابل للأرض و وجد أنه ادفأ من أن يكون في ليل دائم و عليه فإن الكوكب لابد وأن يدور حول الشمس بحيث تسقط الشمس على جميع أوجهه بالترتيب ليل ونهار.

وفي العام 1965 كان التأكيد القاطع على عدم تساوي اليوم و السنة على الكوكب بعد أن قام العالمان بيتنجل Pettengill و دايس Dyce في بورتوريكو باستخدام المقراب الراديوي لدراسة عطارد. حيث تم إرسال موجات ذات تردد معلوم إلى الكوكب و اصطدمت به و ارتدت عن سطحه باتجاه المصدر أي الأرض واستقبلت بواسطة التلسكوب الراديوي نفسه فاعتبر مستقبلا للموجات بعد عشر دقائق من كونه مرسلاً لها.



وعند دراسة الموجات المرتدة وجد أن الكوكب يدور حول نفسه وليس ثابتاً مقابلاً للشمس بوجه واحد كما كان يعتقد. فاذا افترضنا أن الكوكب ثابت ويواجه الشمس بوجه واحد دائماً سيكون طول الموجة المرتدة مساوية لطول الموجة المنبعثة من الأرض .

أما إذا كان الكوكب يتحرك و يغير اتجاه نحو الشمس في تعاقب فان الأمواج المرتدة نحو الأرض ستختلف حسب الجزء المرتدة عنه اعتمادا على ظاهرة دوبلر . فالموجة المرتدة عن الجزء الذي يتحرك مقتربا باتجاه الأرض يكون ترددها عالي (طول الموجة اقل) و يكون الأنزياح نحو الأزرق أم الجزء الذي يتحرك مبتعدا عن الأرض فإن تردد الموجة المرتدة عنه سيكون منخفض (طول الموجة اكبر) و يعتبر انزياح نحو الأحمر.

وكانت النتائج لدراسة الأمواج المرتدة فعلا عن الكوكب مطابقة للتوقع الأخير . وبتطبيق العلاقات الرياضية على هذه النتائج كانت مدة دوران الكوكب حول نفسه تساوي 58.7 يوماً و هو دوران بطيء جداً ،فإذا عطارد يدور حول محوره كاملاً أمام الشمس ويحدث عليه تعاقب الليل و النهار .ويدور حول محوره مثل الأرض من الغرب إلى الشرق، فتشرق الشمس على أرض عطارد من الشرق ثم تغرب من الغرب.

لقد انتبه العالم الإيطالي جوسيب كولمبو Guiseppe Colombo إلى أن هذه الدورة اليومية للكوكب حول محوره في 59 يوم تعادل تقريباً ثلثي دورته السنوية حول الشمس في 88 يوم أي عندما يدور الكوكب حول نفسه ثلاث دورات كاملة يكون قد دار حول الشمس دورتين كاملتين ببساطة كل ثلاث أيام عطاردية تعادل سنتين عطارديتين و بهذا يكون التناغم في دورة عطارد السنوية إلى اليومية بنسبة 3:2 .

وهناك حركة ثالثة غريبة لهذا الكوكب و هي اليوم الشمسي ويمثل الزمن منذ شروق الشمس إلى شروقها ثانية على نفس الموقع من الكوكب وهي تعادل سنتين من سنوات عطارد أو 176 يوم أرضي.

وعزا العلماء سبب هذا التناغم إلى؛ مدار الكوكب الإهليلجي العالي الشذوذية المركزية e= 0.21 وبالتالي يغيّر من سرعته في مداره. وأيضاً إلى بطئ دورة الكوكب حول نفسه بفعل قوة جذب الشمس القوية وأيضاً لعدم وجود أي أقمار تابعة له ساعد على هذا البطء.

<u>الحرارة والجو على عطارد:</u>

يدور كوكب عطارد وهو قائم في مداره حول الشمس بحيث يكون نصف الكوكب تماماً مقابلاً للشمس في النهار والنصف الآخر تماماً في الليل، ولهذا يحدث على سطحه تباين حراري هائل ليس له مثيل بين الكواكب في المجموعة الشمسية.

ففي النهار تكون أشعة الشمس ساطعة ومباشرة عليه فترفع درجة الحرارة على هذا الجانب إلى حوالي 700 درجة كلفن (427 ْ س) وعندما يدور ليصبح هذا الوجه في الطرف البعيد عن الشمس يدخل في ظلام حالك وبرودة شديدة لتصل درجة حرارة سطحه إلى 100 ْ كلفن (-183 ْ س) مما يجعل التباين كبير حيث يصل إلى حوالي 600 ْ كلفن ما بين الليل المتجمد القارص البرودة وبين النهار الملتهب الحارق.

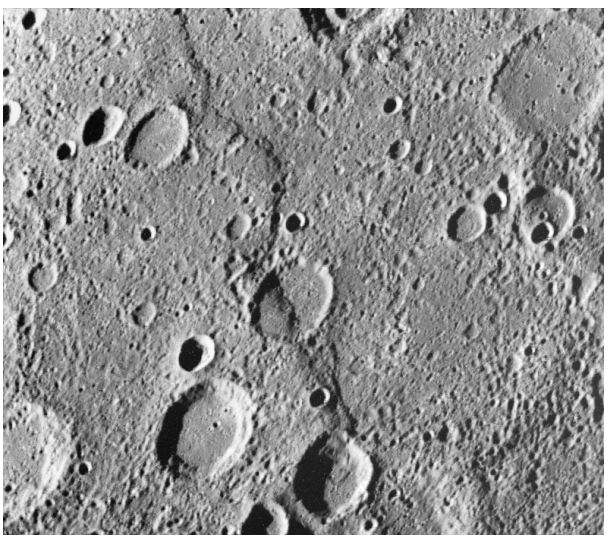
ويعزى سبب هذا التباين الشديد في الحرارة السطحية على كوكب عطارد إلى غياب الغلاف الجوي غياباً شبه تام إذ يعتبر عطارد مفرغا من الغازات، وكان العلماء يعمدون إلى عدة وسائل ليتمكنوا من دراسة وجود أو غياب الغلاف الجوي،أولها بمراقبة تكون أي شكل من أشكال الغيوم أو الضباب الطافي على سطح الكوكب ،وثانيها التحليل الطيفي خلال النهار لتوضيح إمكانية امتصاص الضوء من قبل مكونات الغلاف الجوي ،وثالثها دراسة انعكاس الأشعة على سطح النجوم المارة بالقرب من الكوكب أو أثناء حدوث الاستتار.ولكن أي من هذه الدراسات لم يعطي أي نتيجة إيجابية أو دلالة على وجود أي شكل من أشكال الغلاف الجوي عليه.

وقد لجأ العلماء إلى طريقة رابعة باستخدام مطياف الأشعة فوق البنفسجية على الجانب المظلم من الكوكب ورصد الضوء المنبعث من مكونات الغلاف الجوي بما يشبه الشفق القطبي Aurora على الأرض. ولم تحدد هذه الطريقة أي نتائج عن الغلاف الجوي.وعند اقتراب المركبة مارينر –10 من الكوكب استطاعت تحسس مكونات رقيقة جداً لا تلبث أن تغيّر تركيزها وهي غازات الهيدروجين الهيليوم الصوديوم والبوتاسيوم ويعتقد أن سبب وجود الهيدروجين والهيليوم هو حمل الرياح الشمسية لها فيكون مصدرها بذلك الشمس.أما الصوديوم والبوتاسيوم فمصدرها من سطح الكوكب وقد يكون بفعل الرياح الشمسية على صخور الكوكب حيث تصطدم بها بشدو وتؤدي إلى حت واقتلاع هذه الذرات وبثها في تراكيز خفيفة جداً حول الكوكب.ويعتقد البعض الآخر من العلماء هو ضربات النيازك على سطح الكوكب. وأي كان مصدرها فإن غياب الغلاف الجوي يجعل الضغط الجوي منخفضاً جداً لدرجة العدم وقدر بأنه يبلغ 2×10^{-10} مليبار وبالتالي يعتبر الجو شبه مفرغ كما أسلفنا.

وقد تكون الجاذبية لهذا الكوكب والتي تقدر ب 0.4 من الجاذبية الأرضية عاملاً لغياب الغلاف الجوي إذ لا تستطيع هذه الجاذبية الضعيفة الاحتفاظ بالغازات حول الكوكب.ولعدم وجود غازات تحيط به على شكل غلاف فإن الانعكاسية (ألبيدو) لسطحه تكون قليلة جداً = 0.1 ولكنه يظهر لامعاً لقربه من الشمس.

<u>تضاريس سطح كوكب عطارد:</u>

عندما اقتربت المركبة مارينر –10 برحلتها الوحيدة للكوكب عطارد، وقامت ببث مجموعة من الصور دهش الجميع لشدة الشبه بين هذا الكوكب والقمر الأرضي ويعود سبب هذا التشابه الشديد بين الجرمين إلى وجود هذا الكم الهائل من الفوهات مختلفة الأقطار ولكنها تشابه الكثير مما يدل على أن عمر عطارد والقمر لشك متساويان من حيث تاريخ الأحداث الجيولوجية لسطحها.

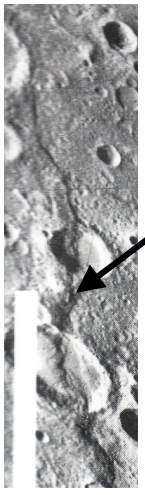


أول فوهة تم رصدها هي فوهة (كويبر) وقد تم تصوير العديد من أشكال التضاريس فتم رصد أراضي منبسطة ومرتفعات و أودية و منحدرات وخنادق و سلاسل من التلال scarps تمتد على السطح و تقطع بعض الفوهات ،مما يدل على أنها حدثت بعد الانتهاء من وابل الاصطدامات النيزكية التي حدثت على سطح الكوكب قديماً.

وقد تكون بعض التضاريس قد ظهرت بسبب تبرد سطح الكوكب السريع و تجمد قشرته مثل التجاعيد. ومن أشهر معالم السطح قطبان حاران تصل فيهما درجة الحرارة إلى أعلى ارتفاع، يقع في القطب الأول أشهر فوهة وهي حوض كالوريس Caloris التي يقدر عمرها بـــ 4 آلاف مليون سنة ويعتقد أن سبب تكونها هو اصطدام ضخم حصل على سطح الكوكب في هذه المنطقة ودعيت بهذا الاسم لتعني الحرارة Calorie حيث الحرارة إلى أقصى درجاتها =430 ْ س حين يكون هذا الحوض في الحضيض و مقابل الشمس مباشرة.

أما في الجهة المقابلة للحوض مباشرة من الجهة الأخرى منطقة ذات مرتفعات و تضاريس شاذة غير منتظمة تغطي 360 ألف كلم ^{2} من مساحة الكوكب وتتألف من أودية و تلال و جبال تصل إلى 2 كلم في الارتفاع و تدعى الأرض الغريبة weird terrain والتي يعتقد أن الموجات الناتجة عن الاصطدام المسبب لفوهة كالوريس هي السبب في تكوين هذه المنطقة على الجهة المقابلة .

ومن الجدير بالذكر أن مارينر- 10 لم تستطيع تصوير سوى نصف فوهة كالوريس وذلك لوقوعها على الخط الفاصل بين الليل و النهار فتم تصوير الجزء الواقع في النهار فقط ومنها تم الاستنتاج أن قطر هذه الفوهة =1300 كلم محاطة بسلسلة من المرتفعات التي تتراوح بين 1-2 كلم في ارتفاعها وقد تم تسمية التضاريس بأسماء العديد من المشاهير.



يتميز سطح عطارد ببعض المميزات والتي لا توجد على القمر تحتاج إلى دراسة جيولوجية متعمقة مثل ملاحظة أن المقذوفات من الفوهات الصدمية لا تتناثر بعيدة عن الفوهة مقارنة مع القمر بسبب جاذبية الكوكب و التي تساوي رغم ضالتها ضعف جاذبية

القمر، و كذلك المناطق المرتفعة تعتبر اقل انخفاضا من مرتفعات القمر لنفس السبب.

يوجد على سطح عطارد مظهر يتالف من سلسة من التلال الملتوية و تمتد لمسافة 500كلم يصل بعضها إلى ارتفاع 3 كلم تميز سطحه عن القمر.

ويتميز السطح بوجود بعض الفوهات المتداخلة و مناطق ذات كم هائل من الفوهات الصغيرة و يبدو السطح عندها خشن الملامح.

ولوحظ عدم وجود صفائح قارية Plate tectonics على عطارد مشابهة بالقمر و لعل تسمية الكوكب باسم الكوكب الممل يعود للتشابه الكبير بينه و بين القمر الأرضي.

وجد من الدراسات إن صخور الكوكب تحتوي على تيتانيوم وحديد بنسب اقل من صخور القمر و إنها من نوع الصخور البازلتية. و في عام 1991 تم التقاط صور راديوية للكوكب ووجد من الدراسات أثناء تحليلها دلالات على وجود صفائح من جليد الماء في منطقة القطب الشمالي للكوكب في منطقة تقع في ظل بعض الفوهات و لم تصل إليها كاميرات المركبة مارنير–10 .

<u>الكتلة الكثافة والتركيب:</u>

من أحد النواتج الهامة للمركبة مارينر–10 هو حساب كتلة الكوكب عطارد إذ تعذر حسابها من الأرض لصغر حجمه إذ يبلغ قطره 4879 كلم و كذلك لعدم وجود أقمار تابعة.

ولكن مارينر–10 استطاعت حساب كتلته و كانت تساوي 3.302×10^{23} كغم وهي كتلة كبيرة بالنسبة إلى حجمه الصغير(0.06 من كتلة الأرض). وبالتالي هو كوكب ثقيل جدا (حيث انه أكبر من القمر بقليل لكن له أربع أضعاف وزنه).

لا شك و أن كثافة الكوكب الكبيرة تصل إلى 5.43 غم/ سم ^{3} (قريبة جدا من كثافة الأرض) تدل على وجود نسبة كبيرة من الحديد في نواته بل تشكل الجزء الأكبر من تركيبه .

وتم التوقع بان تكون النواة الحديدية تشكل 3600 كلم من قطر الكوكب (أي ما يعادل 80% من نواته) تقريباً3/4 الحجم. وهذه النواة الحديدية محاطة بطبقة

رقيقة من الصخور تصل إلى 600كلم في سمكها. ولعل هذا سبب تسمية الكوكب عطارد بالكوكب الحديدي.

ويعتقد بعض الفلكين أن قشرته الصخرية كانت أكبر لكن بفعل اصطدام قد حدث أثناء دورة حياة هذا الكوكب –الحافل بالأحداث– أطاح بجزء كبير من قشرته وبقي منه نواة حديدية محاطة بقشرية من الصخور الرقيقة. وليس هذا فحسب، بل لعل هذا ما يفسر مدار الكوكب الشاذ المائل 7 ْعن خط دائرة البروج. وحتى يُحدث هذا الاصطدام هذه النتيجة يجب أن يكون الجرم الذي قام بالاصطدام ذا كتلة تعادل 0.2 من كتلة الكوكب و سرعة تصادم تعادل 20 كلم/ث.

ويعتقد العلماء أن عطارد كوكب ميت من الناحية الجيولوجية منذ أكثر من أربعة بليون سنة مثل القمر تماماً.

<u>الحقل المغناطيسي :</u>

من النتائج المفاجئة لدراسات نتائج المركبة مارينر–10 اكتشاف إشارات إيجابية

لمجسات الحقل المغناطيسي المحمولة على المركبة. فقد كانت المركبة تحمل أجهزة للكشف عن أي أثر للحقل المغناطيسي للكوكب و كم كان هذا الناتج مدهشاً. فمن المعتقد أن الكوكب و لصغر حجمه قد تجمد بسرعة و بردت نواه الحديدية وتصلبت منذ زمن بعيد و لا تستطيع أن تعمل عمل دينامو وتكون مصدر هذه القوة المغناطيسية التي تعادل 1/100من قوة مجال الأرض المغناطيسي.

ومن العلم أن الكوكب يحتاج إلى نواة منصهرة و سرعة دوران كافية لإحداث حقل مغناطيسي.

وجد أن لكوكب عطارد حقل مغناطيسي مشابه للمجال المغناطيسي الأرضي أي أن البوصلة على سطحه تنحرف إبرتها نحو القطب الشمالي الجغرافي و أن هذا المجال قوي بما فيه الكفاية ليحرف الرياح الشمسية.

و قد وجد أن محور هذا المجال المغناطيسي ينحرف قليلاً عن محور دوران الكوكب حول نفسه.

هذه النتائج كانت مفاجئة لأنه إذا علمت أنه ليس للقمر، والزهرة، والمريخ أي مجال مغناطيسي فنستطيع القول أن كوكب عطارد فريد من هذه الخاصية لذلك لا بد لنا من تفسير مصدر هذه القوة.

وأول استنتاج توصل إليه العلماء أن نواة هذا الكوكب لا تزال منصهرة وليست متصلبة، ولكن! الكوكب بطيء جداً في دورته حول نفسه بحيث لا تكفي هذه السرعة لتوليد هذه القوة المغناطيسية. فهاهو كوكب الزهرة الأكيد أن نواته سائلة ولكن ليس له حقل مغناطيسي بسبب بطئ دورانه حول محوره.

مصدر هذا الحقل لاشك أنه لا يزال غامضاً و غير معروف و نحتاج إلى تفسير مقنع.

الفصل الثالث Venus

كوكب الزُهَرة

بقلم: سناء مصطفى عبده

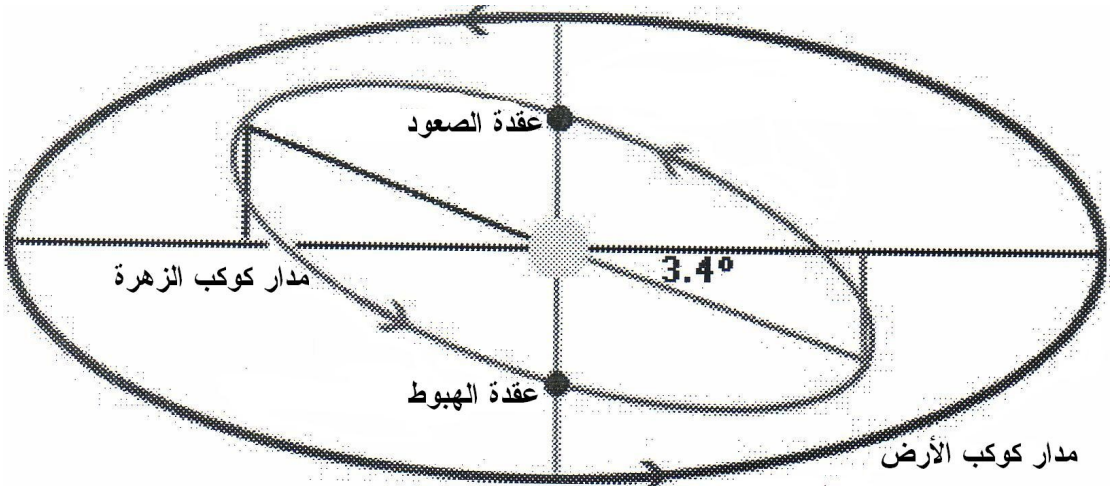
نائب رئيس الجمعية الفلكية الأردنية

كوكب الزُهَرة هو ثاني الكواكب بعداً عن الشمس ومن أكثر الأجرام السماوية شدة إضاءة بعد الشمس و القمر.

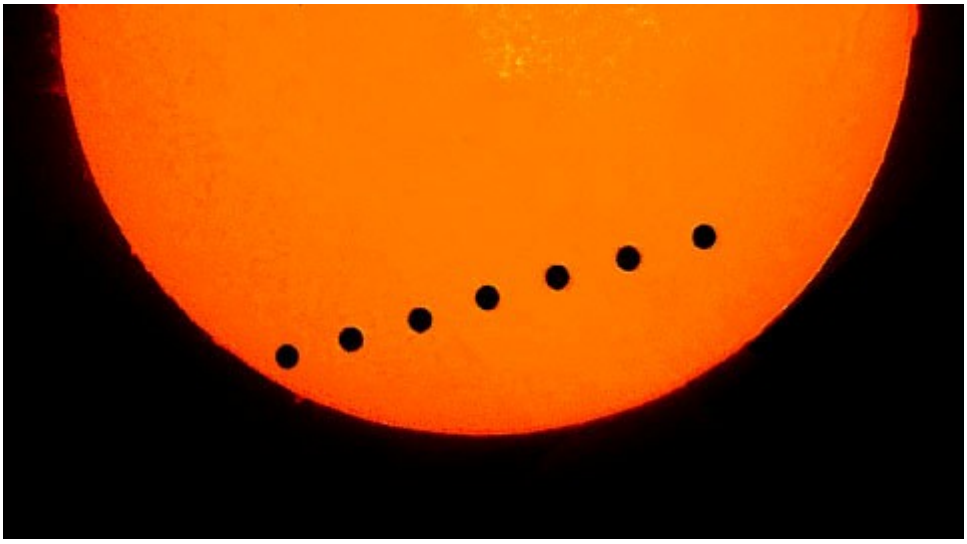
الزُهَرة من الكواكب المعروفة قبل التاريخ وقد عبَدَه العرب في الجاهلية وسموه العزة في حين سموا الشمس اللات. وكان كوكب الزُهَرة يشاهد في الصباح قبيل الشروق فدعي نجم الصباح. ويشاهد في المساء بعد الغروب ودعي نجم المساء كما حدث مع عطارد. واستمر الأمر هكذا حتى القرن السادس قبل الميلاد حيث توضحت الصورة في الأذهان وعرف أنه جرم واحد. ودعي على اسم آلهة الحب والخصوبة الإغريقية ودعاه الرومان باسم فينوس آلهة الجمال. وعند البابليون عرف باسم آلهة النعيم عشتار، أما الصينين القدامى فدعوه الكوكب الأبيض الجميل.

<u>مدار الكوكب:</u>

يدور كوكب الزُهَرة حول الشمس في مدار يتصف بأنه دائري تقريباً لأن شذوذية المركز عنده تساوي 0.007 وهذا يعني أن الفرق بين بعده عن الشمس في الأوج لا يختلف كثيراً عن بعده في الحضيض والفرق بين البعدين فقط 1.5 مليون كلم. أما بعده عن الشمس في المتوسط فيبلغ 108 مليون كلم (0.72 وحدة فلكية). ويقطع مدار الزُهَرة مستوى دائرة البروج (مستوى دوران الأرض حول الشمس) في نقطتين تعبران أمام الشمس مرتين في العام هما عقدة الصعود في شهر كانون الأول وعقدة الهبوط في شهر حزيران.



وإذا حدث أن وقعت إحدى هاتين العقدتين في حالة الاقتران الداخلي أي أن تكون الشمس والزُهَرة والأرض على استقامة واحدة تحدث ظاهرة العبور.

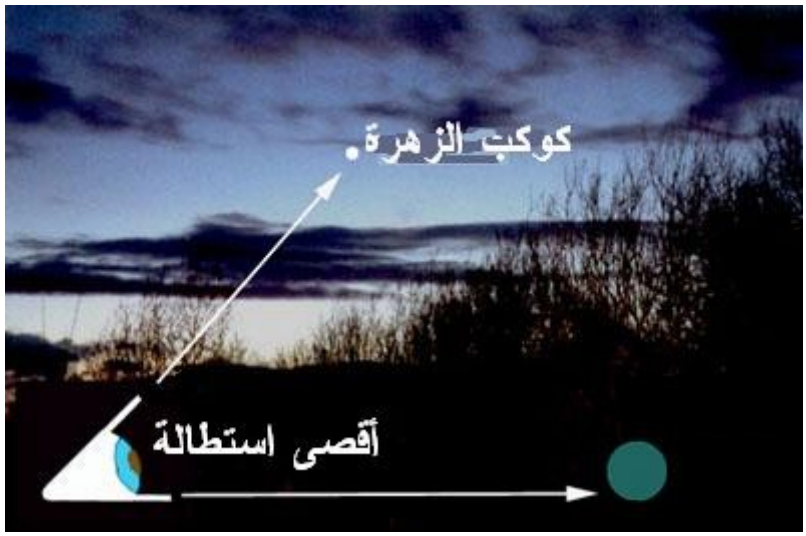


وتتكرر ظاهرة الاقتران الداخلي مرة واحدة كل 584 يوماً ولكن لأن مدار كوكب الزُهَرة يميل 3.4° عن دائرة البروج يجعل عملية العبور Venus Transit أمام قرص الشمس نادرة جداً. لأن الكوكب يمر فوق أو تحت دائرة البروج فلا يمر أمام قرص الشمس. وحالات العبور تحدث في الأسبوع الأول من حزيران أو حوالي العاشر من كانون أول بسبب مرور الكوكب في العقدتين بهذه التواريخ. وتتكرر ظاهرة العبور لكوكب الزُهَرة من أمام قرص الشمس بشكل دوري 8 سنوات ،121.5 سنة ،8 سنوات ، 105.5 سنة وهكذا.

وأول من توقع حالات عبور الزُهَرة أمام قرص الشمس هو جوهانز كلبر عام 1627 إذ قال بأن الزُهَرة وعطارد سيعبران من أمام قرص الشمس في عام 1631 ولكنه توفي قبل الحدث،وتم رصد عبور عطارد بتاريخ 11/1631 ولم يتمكن الفلكيين من رصد عبور الزُهَرة آنذاك.أما عبور عام 1639 فقد رصده إنجليزيان هاويا فلك هما Crabtree و Horrocks. تلاه عبور عام 1761 ثم عام 1769 ثم عام 1874 وعام 1882 مما يجعل ظاهرة العبور لكوكب الزُهَرة حدثت فقط ستة مرات منذ اختراع المقراب ومع العبور الأخير 2004 تصبح سبعة حالات عبور. وكان لظاهرة عبور الزُهَرة أهمية كبرى في تاريخ الفلك إذ اقترح العالم إدموند هالي باستغلال هذه الظاهرة لحساب بعد الأرض عن الشمس بالرصد من مناطق مختلفة واستعمال ظاهرة التزيّح Parallax . ولكن نتائج الأرصاد كانت مخيبة للآمال حينها . ويقال أن الفارابي رصد هذا العبور في عام 910ميلادي من مركز إخستان و يعتقد أن هذه المقولة صحيحة .

والعبور الأخير لكوكب الزُهَرة من أمام قرص الشمس كان يوم 8/6/2004 م حيث رصد آلاف من هواة الفلك في العالم ومنهم أعضاء الجمعية الفلكية الأردنية هذا الحدث النادر الذي لم يحدث منذ 1882 م. وبما أن قرص الشمس الظاهري أكبر بمقدار 32 مرة من قرص الزُهَرة الظاهري فإن الراصدين شاهدوا بقعة سوداء على قرص الشمس بكل سهولة باستخدام المناظير الصغيرة وبالطبع بوجود فلتر لحماية العين من الأشعة الشمسية الضارة. وأما العبور التالي فمن المتوقع حدوثه بإذن الله عام 2012م.

والزُهَرة كوكب داخلي بالنسبة للأرض لذا لا يرى على مدى ليلة كاملة كما هو الوضع مع عطارد، ولكن مدة رؤيته أطول لأن أقصى درجة استطالة له تتراوح بين ْ39 إلى 47 ْمما يتيح رؤيته لمدة 3 ساعات كحد أقصى في أحسن الأحوال بعيد الغروب أو قبيل الشروق. ولا يمكن أن للعين أن تخطئه إذ أن رؤيته واضحة جداً بسبب شدة إضاءته، فانعكاسية أشعة الشمس عن سطحه تصل إلى 0.7 مما يعني أن أكثر من 70% من أشعة الشمس الساقطة على سطحه تنعكس عنه فيرى متلألئاً كحبة ألماس في الأفق الشرقي أو الغربي.



<u>كلما صغرت مساحة الجزء المرصود من سطحه زادت شدة إضاءته!</u>

من أحدا خصائص الكوكب الغريبة بأنه كلما صغرت مساحة الجزء المضيء من سطح الكوكب بالنسبة للراصد زاد تألق هذا الكوكب فكيف هذا؟

كوكب الزُهَرة كما ذكرنا كوكباً داخلياً بالنسبة للأرض. ولأن مداره شبه دائري حول الشمس فهو يرى بأطوار مختلفة كالقمر تماماً. فيتطور من هلال إلى تربيع إلى بدر وهكذا. وكان العام جاليليو قد رصد هذه الأطوار بواسطة مرقبه عام 1610 م.

واعتبر هذه الأطوار دليلاً قويا على صحة نظرية كوبرنيكس بمركزية الشمس .فلا يمكن أن تحدث هذه الأطوار إلا إذا دار الكوكب حول الشمس. و كان العلم أيدموند هالي في عام 1721 أول من لاحظ أن الكوكب تزداد شدة إضاءته وإشراقه عندما يتناقص حجم الجزء المضيء من سطحه.

نحن نعلم أن البدر أكثر سطوعاً من الهلال ولكن هذا لا ينطبق على الزُهَرة فعندما يكون الكوكب بدراً يكون في التقابل الأقصى (الأرض –الشمس –الزُهَرة) ويكون عندها الكوكب في الطرف البعيد جداً عن الأرض في مداره ويبعد حينها 1.7 وحدة فلكية (257 مليون كلم) وبسبب بعده تكون شدة إضاءته قليلة. وعندما يأخذ بالحركة باتجاه الأرض يبدأ قرصه المضيء بالتناقص ولكن مع اقترابه من الأرض تزداد شدة إضاءته حتى يصبح في أقصى استطالة له

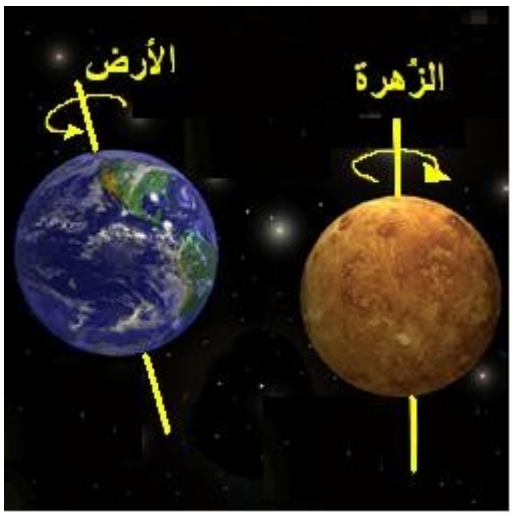
(الشرقية أو الغربية) فإنه يكون في مرحلة التربيع. وهكذا تستمر زيادة شدة الإضاءة مع اقترابه من الأرض وبنفس الوقت تقل مساحة الجزء المضيء منه، حتى يصل إلى التقابل الأدنى (الأرض – الزُهَرة – الشمس) و يكون في أقرب موقع له من الأرض حيث يبعد 0.28 وحدة فلكية تقريبا وتعادل 41 مليون كلم . وبعد أن يتحرك من الاقتران الأدنى يكون ساطعاً جداً مع أنه في طور الهلال، وكما لاحظنا فإن الزُهَرة من الأجرام التي تقترب من الأرض كثيرا.

<u>تشرق الشمس غربا!</u>

لم أخطئ في كتابة العنوان لأن الشمس التي نعهدها على الأرض تشرق من الشرق وتغرب في الغرب. ولكن ليس هذا هو الحال على كوكب الزُهَرة. استطاع العلماء وباستخدام الموجات الراديوية التي تستطيع اختراق الغيوم وبهدف دراسة سطح الكوكب استطاعوا تحليل الأمواج المرتدة وتفسيرها على ظاهرة دوبلر فوجدوا أن الكوكب يتحرك باتجاه عقارب الساعة أي من الشرق

إلى الغرب. بينما الكواكب الأخرى ومثال عليها عطارد كما رأينا سابقا يتحرك من الغرب إلى الشرق عكس عقارب الساعة. وهذا يدل على أن ساكن الزُهَرة، لو استطعنا تخيل وجود حياة عليه- وما أصعب تخيل و جود حياة على الزُهَرة- فإن هذا الإنسان سيرى الشمس تشرق من الغرب وتغرب في الشرق ببطء شديد جدا بسب حركة الكوكب التراجعية.

من هذا استنتج العلماء أن الكوكب لابد انه مقلوب رأساً على عقب، وقطبه الشمالي في الأسفل وقطبه الجنوبي في الأعلى ومحور دورانه يميل قرابة 177° عن مستوى تعامد محاور الكوكب مع استواء الشمس (خط البروج).



<u>في كل يوم يمر عام!</u>

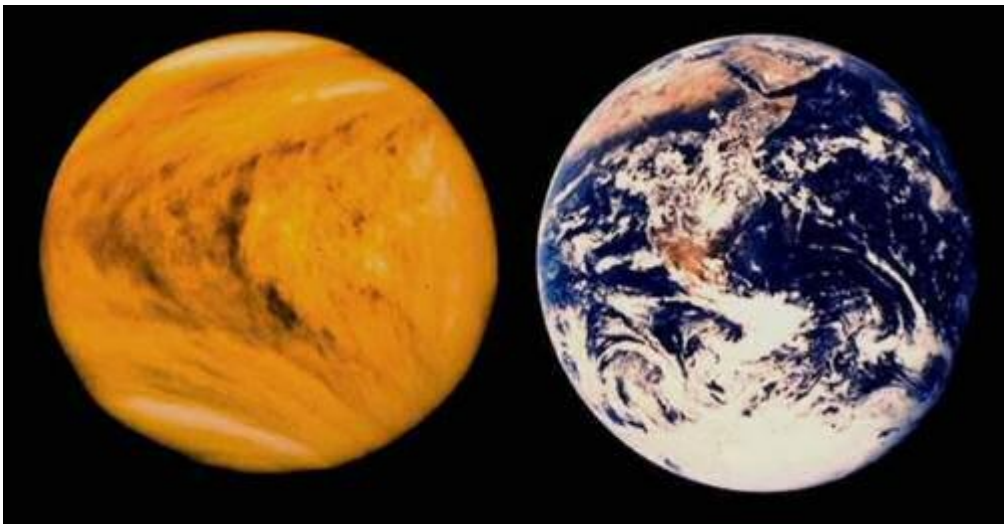
لا زلت أتحدث عن غرائب مدار كوكب الزُهَرة. فالساكن الذي يصعب تخيله على هذا الكوكب في كل يوم يمر عليه يكبر عاماً.

نحن نعلم أن اليوم ينتج بسبب دوران الكوكب حول محوره دورة واحدة، وبسبب دوران الكوكب البطيء جداً حول محوره وفي الواقع هو أبطأ الكواكب في الدوران حول نفسه فإنه يحتاج إلى زمن مقداره 243 يوماً ليتم دورة واحدة حول محوره لينتج اليوم وهذه الفترة هي أطول يوم كوكبي بالنسبة لكواكب المجموعة الشمسية حتى أنها أطول من السنة لكوكب الزُهَرة!!! كوكب الزُهَرة يحتاج إلى 225 يوماً ليتم دورة واحدة في مداره حول الشمس . وعليه فالكوكب

ينهي دورة واحدة في مداره حول الشمس وينتهي العام ولم ينهي يوم واحد في دورانه حول نفسه بعد!

<u>كوكب بدون حقل مغناطيسي!</u>

هذا الكوكب يمتلك بعض الصفات الغريبة وغير المألوفة بالنسبة لنا مقارنة مع الأرض فالكوكب مقلوب رأساً على عقب، وتشرق الشمس عليه من الغرب وتغرب في الشرق. واليوم عليه أطول من السنة بسبب بطئه الشديد في الدوران حول نفسه. وعندما اقتربت المركبات غير المأهولة من الكوكب حاملة عليها المجسات لحساب قوة الحقل المغناطيسي له، فوجئ العلماء أن الكوكب لا يملك حقلاً مغناطيسياً بمعنى الكلمة وأن القوة المغناطيسية التي تلمسوها لا تكاد تتجاوز واحد بالألف من قوة مجال الأرض المغناطيسي.



فإذا علمنا أن كوكبي الأرض والزُهَرة متشابهان في الكثير من الخصائص- حتى أن البعض يعتبرهما كوكبان توأمان- ويمكن دراسة هذا التشابه في الجدول المجاور:

وجه المقارنة	الأرض	الزُهَرة
القطر/كلم	12756	12104
الكتلة	1	0.81
الكثافة	5.52	5.24
الجاذبية	1	0.91
سرعة الإفلات كلم/ث	11.2	10.4
حالة النواة	سائلة	سائلة

من دراسة التشابهات الكبيرة بين الكوكبين ونقلاً على أن الأرض لها حقل مغناطيس قوي ولها نواة سائلة تعمل عمل الدينامو كانت المفاجأة في عدم وجود حقل مغناطيسي لكوكب الزُهَرة. وقد رجح العلماء أن تكون سرعة دوران الكوكب البطيئة جداً والتي تجعل من العسير على هذه النواة السائلة أن تدور وتعمل عمل الدينامو لتوليد حقل مغناطيسي هي السبب المقنع لتفسير غياب الحقل المغناطيسي على كوكب الزُهَرة.

جنة أم جحيم؟

كما رأينا أعلاه فان الزُهَرة يعد توأم الأرض وهو الساطع المشرق المتلألئ، وعندما تم رصد الغيوم التى تغلف سطح الكوكب بدأ الاعتقاد بأنه لابد من وجود حياة ومياه ومحيطات وغابات تحت هذا الستار الدافئ من الغيوم. وأطلق البعض لخياله العنان لتصور الحياة الهانئة على هذا الكوكب الدافئ القريب من الشمس ،وشبه الكوكب بالفردوس بغاباته و عيون الماء الدافئة والجو المعتدل طوال العام وألهبت هذه التصورات خيال الأدباء والفنانين وأصبحت موضوع كثير من اللوحات والرسومات. وبسب عدم قدرة الإنسان في تلك الفترة وباستخدام المراقب الأرضية من دراسة سطحه أسهب الجميع في التخيلات. وكم كانت المفاجئة– وهذه الكلمة ليست غريبة عندما نتحدث عن الزُهَرة– عندما تمت دراسة كوكب الزُهَرة عن كثب وباستخدام المركبات غير المأهولة والتي بدأت من روسيا في سلسلة مركبات فينيرا Veneraإذ كانت أول رحلة إلى الزُهَرة

فينيرا-1 بتاريخ 12/2/1961 . وتلتها سلسلة مركبات مارينر الأمريكية وكانت أول رحلة مارينر-1 بتاريخ 7/1967 و تلا كل منها عدد كبير من الرحلات مثل بيونير Pioneer Venus 1&2 وذلك في العام 1978 واستمر عمل هذه المركبة حتى عام 1992. ثم كان إطلاق مسبار مجلان Magellan probe الذي بدأ ببث صور ومعلومات عن الكوكب عام 1990 ودخلت هذه المركبة طبقات الغلاف الجوي السميك للكوكب وبدأت ببث المعلومات الحديثة عام 1994 ثم اصطدمت بسطح الكوكب وانتهت رحلتها بعد بث معلومات غاية في الأهمية.

ومن نتائج هذه الرحلات كانت المفاجأة.وجد كوكباً مجهولاً ،حاراً جداً ،جافاً جداً ولعل أفضل تشبيه له هو مقلاة فارغة وضعت على النار مدة طويلة فالغيوم المتراكمة والضغط الجوي المرتفع جدا .

وأينما توجهت تواجه نفس الظروف! فليس هناك اختلاف بين منطقة الليل أو منطقة النهار وبين منطقة الاستواء أو منطقة الأقطاب فالجو دائما خانق الحرارة و جاف جداً و أيما تشبيه سيكون أفضل من كلمة الجحيم.

كوكب الدفيئة

درست المسابير الفضائية الغلاف السميك لكوكب الزُهَرة والممتد إلى حوالي مسافات كبيرة فوق سطح الأرض ويشكل ضغطاً على سطح الزُهَرة يعادل 90مرة أكثر من الضغط الجوي على سطح الأرض. ولتشبيه ذلك تخيّل أنك على عمق 1000متر في قاع المحيط بدون واقي من ضغط الماء .هكذا هو حال الضغط المرتفع على سطح الزُهَرة .

مع ارتفاع الضغط الشديد ترتفع الحرارة بشكل كبير وكلما انخفضنا من أعالي الغيوم باتجاه سطح الكوكب زادت درجات الحرارة ارتفاعاً لتصل إلى قرابة 750 ْ كلفن (400-460 ْ س). كل هذا بسبب طبقة الغيوم السميكة جداً والتي تحيط بالكوكب! ومن خلال دراسة انعكاسية جزيئاتها العالية وجد أنها غيوم تحوي قطرات من حمض الكبريت وهذا هو سبب لونها الأصفر الشاحب.

فالأمطار على سطح هذا الكوكب أمطار حمضية ولكن هذه القطرات المتساقطة

نحو أرض الكوكب تعود وتتبخر قبل أن تصل السطح بفعل كميات الحرارة الهائلة.

يرجع مصدر هذا الغازات مثل الكبريت وثاني أكسيد الكبريت إلى البراكين على سطح الكوكب، التي بثتها، وحدث بعد ذلك تفاعلات كيميائية حرارية بينها في طبقات الغيوم الحارة وتفاعلات ضوئية أدت إلى تراكم الحمض.

هذا الجو السميك المحيط بالزُهَرة يتركب في معظمة من غاز ثاني أكسيد الكربون حيث يصل تركيزه إلى 97% ومن النيتروجين بنسبة 3% وهذا الغازات تعمل عمل غازات الدفيئة فعند سقوط أشعة الشمس على الكوكب فإنها تخترق الغيوم لتصل إلى السطح ثم تنعكس عن السطح، ولكن الغازات في الجو تقوم بامتصاص جزء من الأشعة تحت الحمراء المنعكسة وترد الجزء الباقي إلى السطح ثانية وهكذا تحجز الحرارة في الداخل. وهكذا يستمر امتصاص الطاقة ويستمر ارتفاع درجة الحرارة . حتى أصبحت الحرارة على كوكب الزُهَرة من أعلى درجات الحرارة بين أفراد المجموعة الشمسية !وليس كما يظن البعض أن عطارد هو الأعلى درجة حرارة لأنه الأقرب إلى الشمس. وذلك لان الزُهَرة وعلى أي بقعة من أرض هذا الكوكب ليلاً كانت أم نهاراً قطبية أم استوائية الحرارة مرتفعة فلا فرق بين أي جزئ في أي وقت من حيث الحرارة المرتفعة. وأوضحت الدراسات التي تمت للكوكب باستخدام الأشعة فوق البنفسجية وجود عواصف ورياح شديدة تتحرك بسرعة كبيرة تصل إلى 350كم/ساعة من الشرق إلى الغرب في الأطراف العليا من الغلاف بحيث تقطع سطح الكوكب في أربعة أيام.

وكلما انخفضا نحو سطح الكوكب تقل سرعة الغيوم لتصل إلى 3-18كم/ساعة على ارتفاع 10كم،وعلى ارتفاع 7كم تختفي الغيوم تماما.

ومن الجدير ذكره أنه في العام 1978 تم قياس تضاعف لنسبة حمض الكبريت في جو الزُهَرة يصل إلى خمسين مرة من مستوى قياسه الأول مما دل العلماء على احتمال حدوث ثوران على سطح الكوكب.

<u>تركيب الكوكب :</u>

استطاعت المجسات التي أرسلت إلى الكوكب أن تخبرنا عن تركيب الكوكب. ومن أهم هذه التراكيب هو تركيب الغلاف الجوي . حيث قسمت المعلومات الواردة عن الكوكب غلافه الجوي إلى ثلاث طبقات رئيسية من الغيوم الكبريتية وهي :

الطبقة العليا والخارجية تتميز بوجود قطرات صغيرة وكثيرة من حمض الكبريت، أسفل منها توجد الطبقة الوسطى وتتميز بقطرات أكبر حجماً وأقل عدداً من حمض الكبريت ،ثم طبقة دنيا كثيفة وتتميز بقطراتها الأكبر حجماً ، أسفل منها توجد ضبابية تصل إلى ارتفاع 40 كلم عن سطح الكوكب، وبعدها وعند اقترابنا من السطح وعلى ارتفاع 30 كلم يبدأ الجو الجاف جداً والحرارة المرتفعة جداً فلا يمكن أن يبقى شيئاً دون تبخر حتى نصل إلى سطح الكوكب الحارق في حرارته المرتفعة والذي يعتقد أن تركيبه الداخلي يشبه الأرض كثيراً.

<u>التضاريس السطحية:</u>

الخرائط الموجدة بين أيدينا عن سطح الكوكب الزُهَرة هي خرائط رادارية وصور المركبات التي حطت على سطحه ،فلم تستطع عين الإنسان رؤية سطح الكوكب مباشرة.

الكوكب في معظمه أملس وحوالي 10% منه عبارة عن مرتفعات يصل بعضها حوالي 11 كلم. ومن أشهر القارات منطقة قارة عشتار Ishtar terra في الجزء الشمالي من الكوكب ومساحتها تعادل مساحة قارة استراليا (2900كلم بالقطر) ، وتظهر في هذه القارة هضبة مرتفعة تدعى Lakshmi planum تصل إلى 1500كلم في عرضها ومحاطة بسلسلة جبلية متفاوتة في ارتفاعها وتحتوي على أكبر مرتفع هو مرتفع ماكسويل Maxwell Montes يصل إلى 11 كلم في الجهة الشرقية وبعرض قاعدة يقارب 700 كلم(ومن الطريف ذكره أن هذا هو الموقع الوحيد الذي تم تسميته على اسم مذكر وهو العالم جيمس كليرك ماكسويل وعدا عن هذا الاسم جميع المواقع الأخرى دعيت على اسم الآلهة المؤنثة وبطلات الأساطير أو أسماء نساء شهيرات من التاريخ) .وهي تحتوي أيضا على فوهة ضخمة قطرها 100كلم و تدعى كليوباترا

Cleopatra والتي أكدت رحلة مجلان من الصور التي بثتها عنها أنها فوهة بركانية.

المرتفع الآخر المتميز على سطح الكوكب هو قارة أفروديت terra Aphrodite جنوبي دائرة استواء الكوكب، يقدر العلماء مساحتها بمساحة إفريقيا وهي أكبر من قارة عشتار. ويبدو واضحا من معالمها وجود مرتفعات شرقية ومرتفعات غربية يقسمها انخفاض عمقه 3 –4 كلم وطوله 1000 كلم ويمثل وادٍ سحيق يدعى Diana chasma. كان يعتقد أن السبب في وجود هذا الوادي هو تحرك صفائح هذا الكوكب بشكل شبيه بحركة الصفائح على الأرض ولكن رحلة مجلان إلى الكوكب أوضحت عدم وجود أي ظاهرة لتزحزح الصفائح في قشرة الكوكب.

وأوضحت الصور أيضا وجود عدد من الفوهات على سطح الكوكب بعضها من النيازك وخاصة تلك التي تمتد على شكل سلسلة من الفوهات وكأن النيازك الضخمة تفتت أثناء سقوطها. وبعضها من البراكين المندفعة على سطح الكوكب.

وفي الجزء الشمالي من سطح الكوكب يوجد منطقة فويبي– بيتا Phoebe regio-Beta regio والتي تحتوي على فوهتين شهيرتين هما ريا وثيا.وقد دلت نتائج رحلة مجلان على أن السطح مغطى بانسياب الحمم البركانية Lava وأن الكوكب لا يزال نشطاً بركانياً في عدد من المناطق الحارة.وقد تم ملاحظة أن الفوهات النيزكية على سطح الكوكب كبيرة يصل أكبرها إلى 160 كلم في قطرها وأصغرها تتراوح من 5 إلى 8 كلم في القطر مما يعني غياب الفوهات الصغيرة ويعزى سبب ذلك إلى أن المادة الأصغر حجماً تتأين تأيناً كاملاً في الغلاف الجوي السميك فلا يتبقى من مادتها شئ ليصل إلى سطح الكوكب ويشكل فوهات صغيرة.

<u>لماذا الأرض ليست كالزُهَرة؟</u>

يعتقد العلماء أنه في بداية تكون النظام الشمسي كانت الظروف على الكوكب الزُهَرة والأرض متشابه وكانت الشمس حينها باردة .وعندما اشتدت الحرارة على الشمس ولأن الزُهَرة اقرب إلى الشمس من الأرض –فهي تبعد فقط 108

مليون كلم- بدأت المحيطات بالتبخر و بدأ انحلال CO_2 من الصخور الطباشيرية بفعل الحرارة ،وبدأ هذا الغاز بالتراكم في الجو ،وعمل على اصطياد الحرارة تدريجياً. فبدأت الحرارة بالارتفاع وازداد التبخر وازداد تراكم CO_2 في الجو وازداد بذلك عمل الدفيئة .وبدأت درجة حرارة الكوكب بالارتفاع . وهكذا حتى تراكمت الغيوم والغازات وأصبح الجو جافاً وحاراً. و لم تستطع الشمس أن تقوم بهذا التأثير على الأرض لبعدها عنها والذي يبلغ بالمتوسط 150 مليون كلم.

و الآن السؤال الذي يطرح نفسه لو أخذنا الأرض ووضعناها مكان الزُهَرة يا ترى ما الذي سيحدث؟.

أولا ستتضاعف كمية أشعة الشمس الساقطة عليه وستبدأ درجة حرارة الكوكب بالارتفاع ،ثم ستتبخر المياه الموجود في المحيطات، ويزداد وجود CO_2 في الجو من الصخور السطحية الطباشيرية بفعل الحرارة ،فيزيد تراكمه من عمل الدفيئة التي تزيد من درجة حرارة الجو الذي يزيد من تراكم CO_2في الجو وهكذا ..حتى يصبح الجو جافاً وحاراً. وطالما بدأت هذه السلسة من التفاعلات فلن تتوقف أبدا.

لا شك بقدرة الله و حكمته عندما وضع الأرض على هذا البعد المثالي ليحفظ للإنسان جواً مثالياً للحياة.

ومن الجدير ذكره أن هذا الكوكب ليس له أقمار تابعة.

Earth الفصل الرابع

الأرض

بقلم: سناء مصطفى عبده

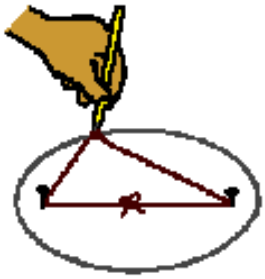
نائب رئيس الجمعية الفلكية الأردنية

الأرض هذا الكوكب الوحيد النابض بالحياة بميزات فريدة من نوعها بين أفراد المجموعة الشمسية، والتي سمحت للحياة بأن تتطور على سطحه، ويتمثل بكرة صخرية صلبة كثيفة بل ويعتبر من أكثف الكواكب حيث يصل معدل كثافته إلى 5.5 غم /سم ^{3} وتبلغ كتلة الأرض 6×10^{24} كغم، وعليه فإن حجم الأرض يعادل 10^{27} سم ^{3}. هذه الأرض ليست كروية تماماً فهي منبعجة من الوسط فيبلغ نصف قطرها الاستوائي 6378 كلم أما نصف قطرها من الأقطاب فيعادل 6357 كلم. وسبب هذا الاختلاف هو دوران الأرض حول محورها مما يسبب قوة طرد مركزية تدفع بالمادة من عند الاستواء إلى الطرف البعيد مما يؤدي غلى تفلطحها الاستوائي.

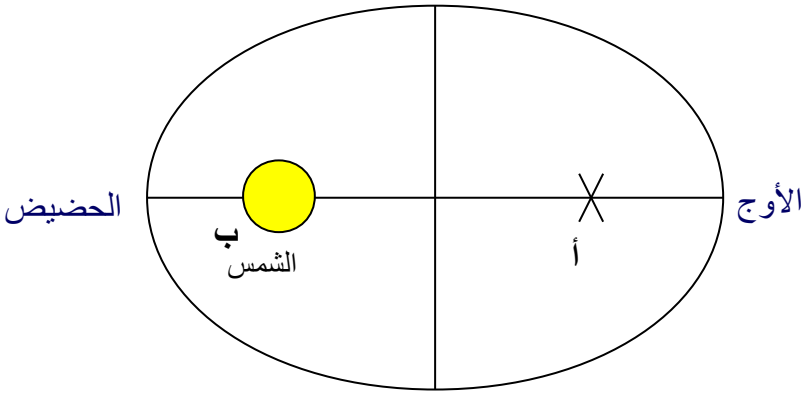
كوكب الأرض يدور حول نفسه ومحور دورانه يميل بمقدار 23.4° عن العمود القائم على مستوى دائرة البروج وتستغرق ما يقارب 23 ساعة 56 دقيقة 4 ثواني لتدور حول نفسها دورة واحدة لينتج عن هذه الدورة الليل والنهار.

وتستغرق قرابة 365.25 يوم لتتم دورة واحدة في مدارها حول الشمس لينتج عن هذه الدورة السنة. وبعد الأرض عن الشمس بالمتوسط هو الوحدة الفلكية والتي تعادل قرابة 150 مليون كلم. وشذوذية مركزية مدار الأرض تعادل e =0.017 .

فمدار الأرض مدار قطع ناقص (إهليلجي) حسب قانون كبلر الأول. ولمن لا يعرف المدار الإهليلجي هذه المعلومة مفيدة؛ فهو ليس كالدائرة له مركز واحد فقط، بل له مركزان (بؤرتان) تقع الشمس في إحدى هاتين البؤرتين. ويمكن رسم هذا المدار كما في الشكل التالي.



يسمى هذا الشكل؛ الشكل الإهليلجي. وتقع الشمس كما ترى في الرسم التالي في إحدى بؤرتيه.



وعندما تكون الأرض في الأوج؛ أي في أبعد نقطة لها عن الشمس كما يظهر من الرسم، فإن بعدها بالكيلومترات يقارب 152 مليون كيلومتراً، وعندما تصبح في الحضيض؛ أي في أقرب نقطة للشمس، تصبح على بعد يقارب 147 مليون كيلومتراً.

هذا البعد المناسب عن الشمس يجعل الأرض تنفرد بدرجة حرارة مناسبة تسمح للماء بالبقاء في الحالة السائلة، وهذا شيء لن نراه على الكواكب الأخرى.

فالدارس للأرض يلاحظ أن ثلاثة أخماس سطح الأرض مغطى بسائل الماء، ويشكل 60% من نسبة السطح وتدعى هذه المسطحات المائية بالمحيطات. وما تبقى من 40% من السطح عبارة عن جزء صلب وجاف ويدعى القارات.وصخور هذه القارات أقدم عمراً حيث يقدر عمر الأرض بحوالي 4.2

مليار سنة أما صخور قاع المحيطات فيقدر عمرها بحوالي 200 مليون سنة فقط.

وقد وجد أن تركيب صخور القارات قد تكون سليكاتية Silicates وتتشكل بشكل رئيسي من عناصر الأكسجين والسليكون مخلوطاً بعناصر ومعادن أخرى، أو قد تكون بازلتية Basalts وحبيباتها رقيقة جداً.

وتقسم صخور القشرة الأرضية بشكل عام إلى ثلاثة أنواع من الصخور الأرضية هي:البركانية Igneous، والمتحولة Metamorphic، والرسوبية Sedimentary.

ويلاحظ الناظر لسطح الأرض بروز بعض قشرتها ليشكل أهم تضاريس الأرض وهي الجبال، والتي قد نجدها على شكل سلاسل جبلية ويبلغ ارتفاع أعلاها في قمة أفرست Everest حوالي 8.85 كيلومتراً فوق مستوى سطح البحر. وهذه السلاسل ليست صفة لصخور القارة فقط بل نستطيع أن نرى سلاسل جبلية في قيعان المحيطات.

ويستطيع الناظر إلى الأرض تمييز وجود قبتين من الجليد تكسوان قطبا الأرض الشمالي والجنوبي, وتمتد رقعتيهما في الشتاء وتقل في الصيف.

والمحيطات المجاورة للقطبين الجليديين مياهها متجمدة من شدة البرودة ولكن وبسبب خاصية شذوذ الماء فإن هذا التجمد يكون فقط للطبقة السطحية العليا للماء فقط ولا تتجمد الأعماق. فالماء عكس السوائل الأخرى يتمدد مع البرودة عند التجمد وتقل كثافته فيرتفع للأعلى فلا يتجمد سوى سطح المحيط سامحاً لأشكال الحياة الأخرى بالبقاء حية تحته.

الفصل الرابع Mars

المريخ

♂

بقلم: سناء مصطفى عبده
نائب رئيس الجمعية الفلكية الأردنية

كوكب المريخ من الكواكب المعروفة منذ القدم وبسبب إضاءته ولونه الأحمر الذي يرى بوضوح في السماء ليلاً أطلق عليه اسم اله الحرب **Mars**. فاللون الأحمر هو لون الحرب والموت لدى الإغريق.

المريخ هو رابع الكواكب بعداً عن الشمس، وسادس الكواكب من حيث الحجم.

وأول كوكب يدور في مدار خارج مدار الأرض، وما يتبع ذلك من خصائص تختلف عما رأينا عند دراسة كوكبي عطارد والزهرة؛ مثل إمكانية رصد هذا الكوكب على فترات طويلة في السماء ليلاً . فهو يقطع السماء من الشرق إلى الغرب. وبما أن مداره خارجي فلا يحدث له عمليات عبور أمام قرص الشمس. ولكن إذا افترضنا وجود ساكن على سطح المريخ فانه يستطيع رؤية الأرض وهي تعبر أمام قرص الشمس ويرى الأرض ترتفع إلى مستوى معين في السماء ولا يرصدها لفترة طويلة في ليل المريخ.

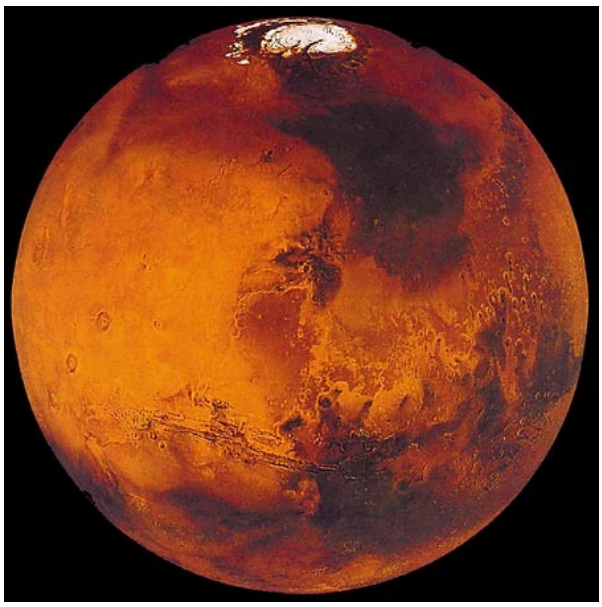
والمريخ يبعد عن الشمس 228 مليون كلم (1.52 وحدة فلكية). ومدة دورته حول الشمس أطول لأن حجم المدار أصبح كبيراً الآن، وسنتناول هذه المواضيع في سياق هذا الفصل.

كوكب الخيال العلمي:

لقد ألهب هذا الكوكب خيال العلماء والأدباء والفنانين كثيراً، وقضى الجميع فترة طويلة في محاولة مخاطبة سكان المريخ وتصور أشكالهم وصفاتهم وطبيعة حياتهم. حتى أن جائزة عرضت في عام 17/12/1900م من قبل الأرملة الثرية

الفرنسية كلارا جوتزمان قيمتها 10 آلاف فرنك للبحث والاتصال مع أية حياة خارج الأرض عدا المريخ! لأنهم كانوا على ثقة تامة بأن المريخ مأهول وزاخر بالحياة. فكثرت القصص والحكايات والروايات والكتابات المختلفة عن سكان المريخ، ونشطت عملية الاتصال مع هؤلاء السكان ولكن دون جدوى حتى أنه في تقابل المريخ 25/8/1924 حيث اقترب المريخ من الأرض وأصبح على بعد 55.78 مليون كم فقط، استجاب الجيش الأمريكي لاقتراح قدمه الفلكي تود Todd وهو وقف كل الإرسال اللاسلكي الذي يرسله الجيش والإصغاء إلى إشارات لاسلكية محتمل أن يرسلها سكان المريخ إلى الأرض. وقد تكررت هذه الظاهرة في تقابل عام 1926م وتقابل عام 1928 م.

والآن لابد وأن نتساءل ما السبب الداعي لكل هذا الاهتمام بالمريخ؟ ولماذا لم نلحظ هذا الاهتمام عند دراسة الكواكب السابقة ؟ عند دراسة المريخ بصورة أولية لاحظ العلماء وجود قبتين جليديتين في شمال وجنوب الكوكب كما هما القطبان الجليديان على الأرض. وأن هاتين القبتين تغيران مساحتهما مع مرور الوقت، فإذا عرفنا أنه تتغير مساحة القطبين الجليديين على الأرض مع تغير الفصول الأربعة، حيث تقل المساحة صيفاً وتزداد شتاءاً.



وسبب حدوث الفصول الأربعة على الأرض هو ميلان محور الأرض عن الخط العمودي مع مدارها بمقدار 23.4 ْ أثناء دوران الأرض في مدارها حول الشمس. فلا بد وأن سبب الاختلاف في مساحة الأقطاب على كوكب المريخ على مدار العام يدل على أن فصولاً تحدث على سطحه؛ وهذه الفصول لا تنشأ إلا من ميلان محور الكوكب عن الخط المتعامد على مداره. فلا بد وأن يكون محور الكوكب يظهر ميلاً عن العمود على المدار، وبالفعل وجد أن محوره مائل وأن درجة الميلان

هذه تعادل 25.2 ْ وهي قيمة قريبة من ميل محور الأرض. فظن الكثيرين أنه مع تغير الفصول لا بد من وجود حياة.

وقد تمت بعض الأرصاد التي عززت نتائجها مثل هذه الفكرة حيث استطاع بعض الراصدين لسطح الكوكب من رصد بقع داكنة تتفاوت في ألوانها فاعتقدوا بأنها محيطات وقارات كالأرض. وتم رؤية بعض الغيوم البيضاء في مناطق معينة من سطحه. وكذلك تم رصد عواصف رملية متحركة .

وعندما درس العالم كريستان هايجنز Christian Huygens الكوكب ورسم له أول خريطة، وجد أن اليوم المريخي يقارب 24 ساعة (في الواقع الرقم الصحيح لليوم المريخي هو 24 ساعة و 37 دقيقة و 22.6 ثانية) فهو قريب جداً من يوم الأرض. ووجود ليل ونهار بنفس طول ليل ونهار الأرض ارتبط بفكر الناس في تلك الفترة بوجود حياة شبيهة بالحياة على الأرض .

وعندما تم رصد قمران صغيران يدوران قريباً من الكوكب عند مستوى دائرة الاستواء اعتقد بعض العلماء أنهما قمران صناعيان يدوران حول الكوكب.

مثل هذه المشاهدات لابد وأن أثارت الخيال بوجوب وجود حياة مريخية بل وأنه يجب إجراء المحاولات المتكررة للاتصال بهم.

دراسة الكوكب عن كثب :

تشجع العلماء لدراسة هذا الكوكب عن كثب وأنه آن الأوان لتحليق مركبات فضائية نحوه للتعرف عليه. وكانت باكورة هذا النشاط والتي كللت بالنجاح مقارنة مع المركبات الفاشلة التي أطلقت قبلها المركبة مارينر–4 الأمريكية التي أطلقت في 28 تشرين الثاني عام 1964 نحو المريخ واستطاعت أن تبث بعض المعلومات الهامة. منها أن للكوكب غلاف جوي رقيق جداً يتألف من CO_2 في أغلبه وضغطه الجوي قليل جداً.

ولم تستطيع المجسات التقاط أي أثر لحقل مغناطيسي حول الكوكب وكذلك أوضحت الصور وجود فوهات واضحة متنوعة على سطحه. ثم أطلقت المركبتان مارينر 6 ثم 7 عام 1969 وقدمتا معلومات مشابهة لسابقتهما. وفي عام 1971 وبالتحديد في 30 أيار أطلقت المركبة مارينر 9 وكانت على بعد 1370 كلم من سطح الكوكب . هذه المركبة التي أعطتنا من المعلومات أهمها ومن الصور أبدعها، وأضافت الكثير لما نحتاج معرفته عن المريخ واستمرت بالبث حتى 27/تشرين الأول. ولكن لا تزال دراسة وجود الحياة على المريخ تحتاج إلى مجسات تهبط على سطح الكوكب وتقوم بالدراسات اللازمة وكان تجسيد هذه الأفكار بإطلاق المركبة التوأم فايكنغ وهي عبارة عن مركبتين متشابهتين V-1و V-2 حيث هبطتا على سطح الكوكب الأولى في 20 تموز 1976 وهي الذكرى السابعة لهبوط الإنسان على سطح القمر، وكان موقع هبوطها في حوض كرايس Cryse 22.4 ْ شمالا و 47.5 ْغربا. ثم تلاها هبوط المركبة الثانية في 3 أيلول 1976 في موقع يوثوبيا Utopia 47.9 ْشمالاً 225.9 غرباً.وكم كان رائعاً عندما بدأت المركبتان ببث الصور والمعلومات عن سطح الكوكب وتركيب التربة والغلاف الجوي وحرارة السطح وفحص وجود حياة مهما كان نوعها....الخ. وكان موقع المركبتين مواجهاً للأرض لاستلام الرسائل التي كانت تستغرق حوالي 19 دقيقة للوصول إلى الأرض، ثم تبدأ الدراسات على هذه المعلومات مباشرة. ومن هذه الدراسات اتضح لنا عدم وجود أي شكل من أشكال الحياة على سطح هذا الكوكب حتى في أبسط صورها. فخاب أمل الكثيرين الذين تأملوا خيراً بوجود جيران لنا على كوكب المريخ. ولكن لا يزال العزاء أن البحث تم في نقطتين فقط على سطح هذا الكوكب وأن حجم العينات كان ضئيلاً جداً ولعلنا بحثنا في الزمان والمكان غير المناسبان.

جو المريخ :

لقد كانت أول الأخبار عن جو المريخ من سلسلة رحلات مارينر، حيث تم التأكيد على أن للكوكب غلاف الجوي رقيق جداً يصل إلى 0.01 بالنسبة لغلاف الأرض الجوي . يتألف هذا الجو الرقيق من CO_2 في أغلبه حيث تصل نسبته إلى 95% من مكوناته. ثم تم تحليل مكونات الجو بواسطة مركبة فايكنغ الأولى لنصل إلى خلاصته عن تركيب الجو وهي كما في الجدول التالي:

المادة	النسبة
CO_2	95.3
N_2	2.7
Ar	1.6
O_2	0.3
CO	0.07
H_2O	0.03

والضغط الجوي على سطح هذا الكوكب يقارب 1/100 من الضغط الجوي على سطح الأرض عند مستوى سطح البحر.

وقد تم تلمس كمية ضئيلة جداً من الأوزون يصل تركيزها إلى 0.03 جزئ /مليون جزيء .ولكن هذا التركيز لا يحمي من الأشعة فوق البنفسجية الضارة. ونلاحظ من الجدول أن نسبة بخار الماء في الجو ضئيلة جداً مما يجعل الجو جافاً. ولكن بسبب برودة سطح الكوكب فإن كمية بخار الماء الضئيلة هذه تكفي لإشباعه. ومع استمرارية انخفاض درجة الحرارة دون درجة الندى تبدأ الغازات وخاصة CO_2 بالتكاثف والتجمد والسقوط على سطح الكوكب.

وتم رصد عواصف محلية على السطح وهي عبارة عن هبوب رياح قوية تتحرك بسرعة وتكون غيوم غبارية وزوابع تدور على السطح وتنقل التربة من مكان إلى آخر.

وهذه الرياح التي تعصف على الكوكب لها كما على الأرض دورة رياح يومية ودورة موسمية. ولها تأثير كبير في عمليات الحت والتجوية على سطح الكوكب .ولأن كثافة الجو 2% من كثافة جو الأرض يجب أن تكون قوة الرياح أكبر بحوالي 7 إلى 8 مرات من قوة الرياح الأرضية حتى تستطيع أن تثير وتحمل الغبار وتكون زوابع .فالرياح الأرضية بسرعة 24 كلم بالساعة تثير هذه العواصف أما على المريخ فنحتاج إلى رياح بسرعة 180كلم بالساعة لتقوم بمثل هذه العواصف.ودعيت هذه التأثير بتأثير عُولس Eo`lian effect نسبة إلى اله الريح عُولس E`olus .

ومن الأدلة الواضحة على تأثر عُولس لحركة الرياح هو الكثبان الرملية. حيث تحمل الرياح الرمال من مكان وتلقيها في مكان آخر. فنجد لها امتداداً واضحاً على سطح الكوكب.وعندما تثور كمية من الغبار فإن العاصفة تحافظ على بقائها بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حركية ريحية ،حيث تمتص الطاقة من الإشعاع الشمسي وتسخن الجو وتزيد من سرعة الرياح.فيلف الكوكب دثار مصفر من الزوابع. ولعدم وجود ماء يغسل الغبار من الجو فإنه يبقى عالقاً لعدة أسابيع قبل أن يستقر على السطح ثانية.

ومن الغريب أن هذه الرياح تعصف بهدوء ومن دون أصوات فلا ينطبق عليها أصوات العواصف الهادرة الأرضية.

<u>الماء على المريخ:</u>

ارتبطت تصورات العلماء الدارسين لهذا الكوكب بوجود شبكات المياه على سطحه. حتى أن الخرائط الأولية التي قاموا برسمها تضمنت وجود مثل هذه الشبكات. فكان الاعتقاد السائد بوجود ماء يجري على سطح كوكب المريخ.

وقد قام العالم جيوفاني شيباريللي Giovanni Schiaparelli بتقديم خارطة عكف على إعدادها منذ عام 1877 واستغل ظاهرة التقابل عام 1879 ثم أعلنها عام 1881 أدهش فيها الجميع لأنها توضح القنوات المائية على سطح المريخ والتي أسماها Canali ووضع عليها 62 اسماً معظمها أسماء أسطورية ومنها أسماء عربية كالليطاني والفرات والنيل وغيرها.

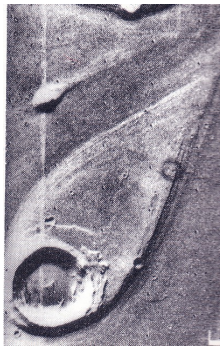
أما برسيفال لويل Percival Lowell وهو دبلوماسي ثري ترك السياسة واتخذ الفلك هواية وبنى مرصداً في ايرزونا لرصد المريخ وكان ممن آمنوا بحضارة المريخ، فقد أقنع عامة الناس بأن القنوات التي ترى بوضوح هي قنوات ري تمد الكوكب بالماء من منطقة الأقطاب.وكل هذا بالطبع أوهام !

ولكن بعد اقتراب المركبات غير المأهولة من الكوكب والهبوط على سطحه تأكد الجميع بعدم وجود ماء سائل الآن، ولكن هناك علامات لا يمكن الإغفال عنها تدل على أن الماء كان يجري على سطحه في الأزمنة الغابرة. وهذه الأشكال عبارة عن مجاري انهار و أخاديد جافة تبدو بوضوح. تدل على أنه ولا بد أن هذه المياه قد قامت بعملية حت للأودية وهي المسؤولة عن هذه الأشكال التي تشبه مجاري الأنهار، منابعها ،ومصابها على الأرض. وقد بدأت هذه الدلالات مع صور مارينر لسطح الكوكب ولكن أين ذهب هذا الماء الآن؟

يعتبر القطبان مستودع الماء على المريخ. ولكن في الشتاء وكما ذكرنا يتكاثف غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو ويتجمد ويهطل على سطح الكوكب ويساهم في زيادة حجم القبة الجليدية حيث تصل إلى 30% من حجم نصف الكوكب عند كل قطب. وفي الصيف المريخي يتناقص حجم القباب إلى 1% .ويعتقد أن القطب الشمالي للكوكب يتألف من جليد ماء يتصعد مع حرارة الصيف إلى الجو ويساهم في وجود نسبة من بخار الماء في مكونات الجو .ولكن أين الجزء الأكبر من هذه المياه؟ لا بد وأنها مخزونة تحت التربة أو قد يكون الماء محجوزاً في طبقات متجمدة متراكمة مثل القطب الجنوبي للأرض وهو ما يدعى (بالجمد السرمدي)Permafrost أي تراكم طبقات متجلدة من الماء يصل سمكها إلى حوالي 1 كلم. فمن المتوقع أن يكون معظم الماء موجود في الأقطاب على شكل هذا الجمد أو قد يكون تحت التربة . من أين أتت هذه المياه؟ وأين ذهبت ؟ لا يزال لغزاً يستدعي البحث عن حله.

ومع كل هذا الحديث عن المياه المتدفقة على سطح الكوكب سابقاً إلا أن سطح الكوكب الآن جافاً تماماً.

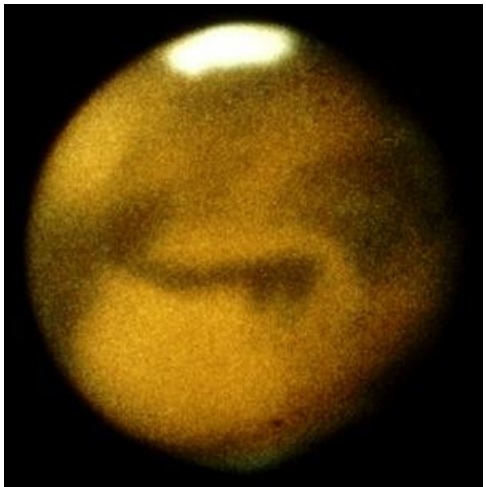
وهناك بعض الأشكال السطحية التي تفسر وجود الماء سابقاً، مثل أشكال بعض الفوهات الغريبة والتي تدل على أنه لا بد من وجود جليد ماء عند تكونها لتفسير سبب غرابة شكلها. فالفوهات ذات القطر الكبير تختلف عن تلك الموجودة على عطارد والقمر فإن الاصطدامات عملت على توليد حرارة أدت إلى انصهار الجليد المتجمد في أرض الكوكب وهذه المياه لعبت دور المزلّق للحطام الناتج وانساب حول الفوهة على شكل موجات حتى جفت وتيبست أو بردت وتجمدت ويمكن رؤية آثار الانسياب السائل حول الفوهة.



وقد تمت دراسة صور تحتوي على أشكال تدل على مجاري مياه فيضية أي اندفاعات أو فيضانات مفاجئة أدت إلى تشكيل بعض التضاريس مثل تشكيل جزيرة الدمعة Tear-drop shaped Island والتي يقدر عمرها بثلاث بلايين سنة وتدل على أن الاندفاعات من المرتفعات الجنوبية إلى الأراضي الشمالية.

إن الكوكب يحتاج إلى دراسة مستفيضة للإجابة على الكثير من التساؤلات ومن أهمها موضوع الماء على المريخ . فغلافه الجوي خفيف وضغطه الجوي قليل مما يؤكد على عدم وجود ماء سائل الآن، ولعله قبل أربعة بلايين سنة كان له جو كثيف ودافئ جعل احتمال الماء السائل ممكن ثم حدث تغير مناخي أدى إلى تجمد هذه الأنهار الجارية.

ثم لسبب ما ارتفعت درجة الحرارة وانصهر الجليد مشكلاً اندفاعات هائلة أدت إلى تكون بعض الأشكال على السطح كما وصفنا ،ثم أصبح المريخ مرة ثانية جافاً ومتجمداً والله تعالى أعلم بما حدث.



أقطاب المريخ:

مهما تحدثنا عن أقطاب المريخ نجد دائماً مواضيع جديدة لإضافتها. فكما قلنا سابقاً إن الأقطاب جليدية أغلبها قد يكون من غاز ثاني أكسيد الكربون وتبدي هذه الأقطاب اختلافات في مساحتها حسب الفصول.

تتألف الأقطاب من منطقتين منطقة دائمة التجمد residual caps ومنطقة تتعرض للتجمد والانصهار مما يجعل الظروف عليها متغيرة seasonal caps تحتل الأولى مساحة أقل ولكنها أكثر لمعاناً وتمتد في القطب الجنوبي إلى 350 كلم ودرجة حرارتها تصل إلى 150 درجة كلفن (-120 ْ س) وفي القطب الشمالي تمتد هذه المنطقة إلى 1000 كلم ودرجة حرارتها تتجاوز 200 درجة كلفن(-70 ْ س) ويعتقد أنها تتألف من جليد ماء وهذا سبب تواجد بخار الماء بنسبة أكبر فوق القطب الشمالي صيفاً.لذا فمن المرجح أن القطب الشمالي مستودع المياه.

ولكن ما يثير التساؤل الآن لماذا القطب الشمالي أدفأ بحوالي 50 ْ ؟ يعتقد أن السبب يعود إلى ثوران العواصف في القطب الجنوبي صيفاً وتمتد فترة حدوثها إلى زمن مقداره ربع سنة مريخية. وتندفع العواصف الغبارية من الجنوب إلى الشمال،حيث تمتص الحرارة بفعل حركتها كما ذكرنا وتدفأ الجو، فترتفع الحرارة في الشمال أكثر ولعل هذا هو سبب تواجد الكثبان الرملية بوضوح في النصف الشمالي للمريخ. وقد أكدت المركب مارينر- 9 على وجود مثل هذه العواصف الغبارية التي توّشح الجزء الشمالي للكوكب واستطاعت فقط رصد أربعة نقاط داكنة برزت فوق العاصفة سنتعرف عليها لاحقاً

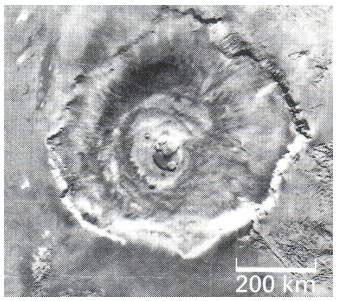
تضاريس سطح المريخ :

كثيرا ما تحدث مكتشفي هذا الكوكب عن تضاريسه وعن طبيعة سطحه حتى انهم تصوروا إحدى الصور المرسلة عن سطح الكوكب على شكل منحوتات صخرية وأهرامات ولكن تبين فيما بعد أنها بفعل عوامل الحت والتعرية على سطح الكوكب .أول ما

أرسل من معلومات عن سطح الكوكب كانت بواسطة ماريز-9 التي بثت صورة الكوكب موشحاً بعاصفة غبارية تخفي جميع المعالم عدا أربع نقاط داكنة، وفيما بعد هدأت العاصفة وبدأت الصورة تتوضح عن سطح الكوكب فصورت كما رأينا سابقا مجاري الأنهار الجافة,الأودية, الصدوع ,الفوهات البركانية وغيرها .

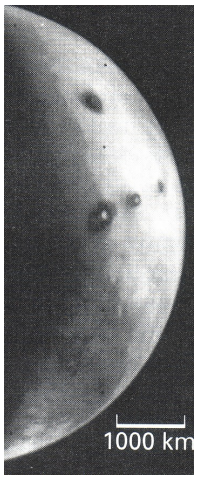
ومن ثم أخذت المركبتان التوأم فايكنغ ببث المعلومات عن السطح كل واحدة حسب موقعها، وكانت محصلة هذه الدراسات تمييز الاختلاف بين نصفي الكوكب الشمالي والجنوبي من حيث التضاريس .

فقد كان النصف الجنوبي للكوكب ذا فوهات أقدم عمراً وأكثر عدداً وأكثر ارتفاعاً ويحتوي على أعمق حوضين هما Hellas و Argyre. وقدر العلماء عمر الأحداث على هذا الجزء بحوالي أربعه ملايين سنة.



أما النصف الشمالي للكوكب فقد كان أراضٍ مستوية بعدد أقل من الفوهات البركانية ومناطق منخفضة وحديثة العمر. وقدر العلماء عمر أحداثه بثلاثة بلايين سنة .

وكما بثت المركبة مارينر- 9 صورة لأشهر أودية المريخ ومن أكبر الأودية في النظام الشمسي الذي دعي على اسم المركبة بوادي مارينر Valley Mariner بلغ طوله 4500كلم وعرضه 600كلم وعمقه يصل إلى 7كلم تحت السطح، وهذا الوادي مرتبط بمنطقة النتوءات التي تدعى نتوءات ثارسيس Tharsis bulges التي صورتها المركبة على شكل أربعة نقاط داكنة. عرف فيما بعد أنها قمم مرتفعات تفوق مرتفعات افرست الأرضية بثلاث مرات تقريباً لذلك ظهرت هذه القمم وكأنها نقاط داكنة برزت فوق العاصفة.والسبب كما فسر العلماء في حدوث هذا الوادي هو تصدع تكتوني في قشرة الكوكب أدى إلى تغيير التضاريس نتح عنه هذا المعلم الواضح في منطقة استواء الكواكب.وهو من أكبر الأودية المعروفة على سطح كواكب النظام الشمسي كافة.



ولا يمكن أن يكون من عمل الإنسان أو بفعل مجرى الأنهار فالسبب الأكثر قبولاً لتكون هذا الوادي هو تصدع القشرة المريخية .

أما النتوءات الأربعة الشهيرة فهي عبارة عن جبال بركانية وأشهر هذه الجبال البركانية على المريخ والمتميزة بقممها المرتفعة جدا هو جبل أوليمبوس Olympus Mons. وهو أعل الجبال البركانية في النظام الشمسي قاطبة ويقدر ارتفاعه بحوالي 25كلم عن المستويات المحيطية به، وعرضه عند القاعدة 700كلم، وقطر فوهته عند القمة 80كلم. ويعتبر هذا جبل بركاني ضخم جداً مقارنة مع أكبر بركان أرضي بركان Mauna Loa في هاواي والذي يبلغ ارتفاعه 9كلم وعرضه 120كلم عند القاعدة.

ويأتي بعده ثلاث قمم أخرى أصغر قليلاً وأقل ارتفاعاً تقع على مستوى واحد. وتدفق الحمم البركانية منها يشكل منظراً مشابهاً لبراكين الأرض.

وهذه القمم الثلاث هي:

Mount Ascraeus , mount Pavonis ,mount Arsia

والسؤال هنا لماذا كانت مرتفعات المريخ بمثل هذه الضخامة؟ يعتقد العلماء السبب في ذلك له علاقة بسماكة قشرة المريخ ،فهو كوكب صغير حجمه أصغر من الأرض فبرد بسرعة وتكون له جزء يابس أكثر سمك من الأرض، فكان أقوى من أن يتصدع على شكل صفائح. وهذا أعطاه فرصة أطول للتطور .

وعندما ثارت البراكين كانت قوة اندفاعها كافية لتصدع هذه القشرة السميكة .ولأن جاذبية الكوكب قليلة (0.4 من الجاذبية الأرضية) قل وزن هذه الاندفاعات وبالتالي زاد اندفاعها وارتفاعها للأعلى حتى شكلت هذه القمم الشاهقة. وبناء على هذه الجاذبية يصل ارتفاع الجبال إلى حوالي 2.5 ضعف من ارتفاع الجبال الأرضية.

أما الأرض فهي أكبر حجما فكانت قشرتها قليلة السمك، وتصدعت إلى صفائح تميزت بظهور سلاسل جبلية بركانية صغيرة وكثيرة العدد مثل سلسله جبال هاواي البركانية وهي سلسله من الجزر البركانية في المحيط الهادئ وغيرها. ولان الجاذبية على الأرض أكبر كان اندفاع الحمم وتراكمها قليل.

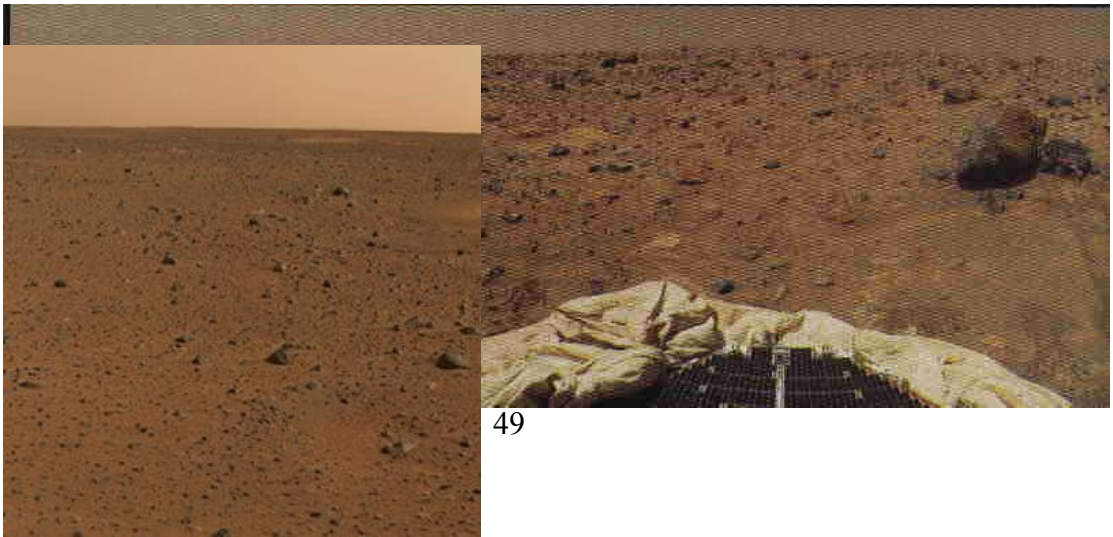
ولم توجد أية إثباتات على أن البراكين المريخية لا تزال نشطة, مع أن بعض العلماء يعتقد انه لا يزال يحدث ثوران فيها ولكن لم يتم تصويره في أي من المركبات السابقة .

هناك أيضا فوهات نيزكية عديدة على سطح المريخ وقمراه. وتختلف هذه الفوهات عند مقارنتها مع فوهات القمر وعطارد اختلافاً واضحاً. وذلك حسب ما ذكرنا سابقاً أن الاندفاعات كانت سائلة القوام وامتدت إلى جوانب الفوهات قبل تصلبها .

وأيضا لعل عوامل التجوية تأخذ دورها في تغيير أشكال هذه الفوهات أو طمرها بالكثبان الرملية المنتشرة على سطح هذا الكوكب حيث لا تظهر مثل عوامل التعرية هذه على القمر وعطارد.

عندما هبطت المركبة فايكنغ وأرسلت أول صورة قريبة لسطح الكوكب كان رائعاً أن نرى السماء وردية اللون وصخور الكوكب وردية وحمراء وكانت تختلف اختلافاً واضحاً عن صورة القمر الذي بدى بصخوره وسماءه داكناً رمادياً. وكان من أهم المهمات التي كلفت بها فايكنغ هي تحليل التربة. وفي منطقة المركبة فايكنغ –1 بدى سطح الكوكب مكسواً بطبقة من الليمونيت وهي أكسيد الحديد المائي بأبسط صوره (الصدأ) وهو كما نعرف جميعاً أحمر اللون.

وكانت هذه الصخور بأشكالها المتنوعة تتكون من المواد التالية في كلا الموقعين: الحديد،الكالسيوم،السيليكون، تيتانيوم، ألمنيوم، مغنيسيوم،كبريت ،بوتاسيوم أكسيد الحديد وأكسيد السيليكون. ولم تحتوي التربة على أي شكل من أشكال الجزيئات العضوية حتى من العينات التي تم



أخذها من تحت الصخور ظناً منهم أن هذه الصخور قد تشكل واقي من الأشعة فوق البنفسجية التي أدت إلى تدمير أشكال الحياة ومع هذا جاءت النتائج سلبية في كلا الموقعين أيضاً.

ومن الصور الحديثة التي تم بثها صورة من العربة سبريت Spirit/ 2004 الصور المجاورة.

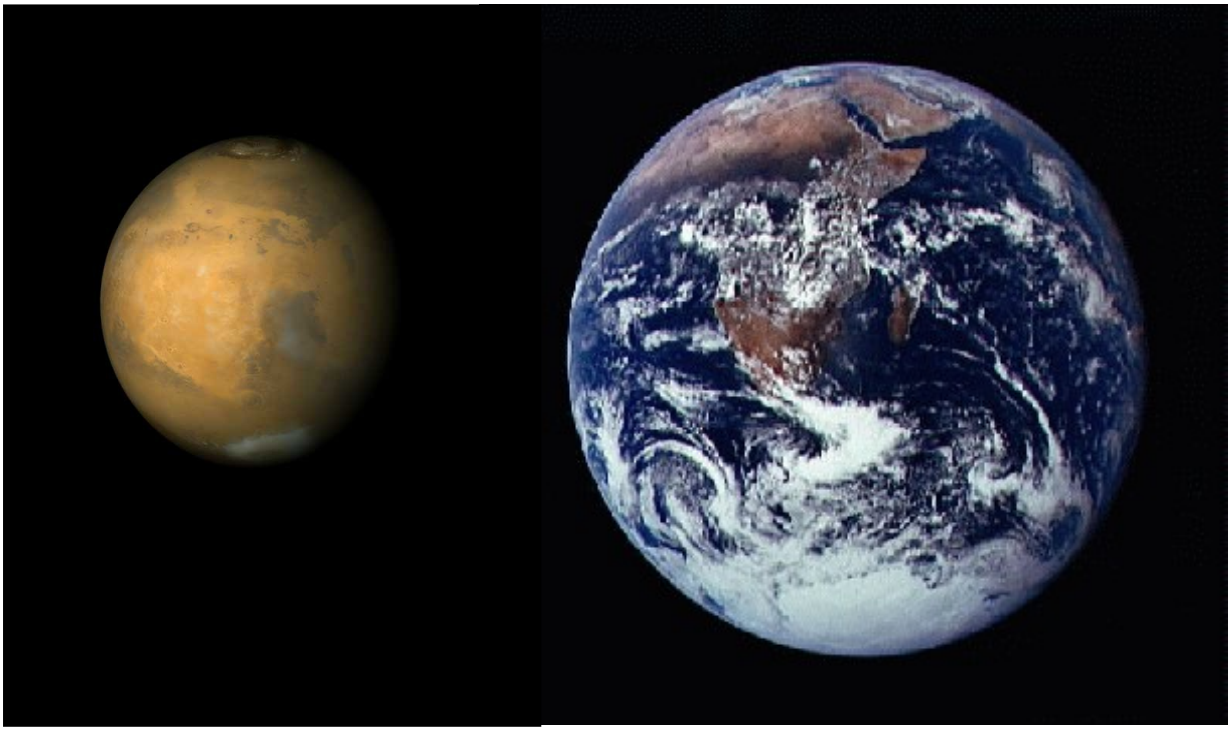
<u>هوية الكوكب:</u>

إن الدارس لهذا الكوكب يؤخذ في الأفكار التي تدور حول الكوكب والحياة عليه والمياه ومجاري الأنهار والأقطاب وغير ذلك مما مر معنا حتى أنه يكاد ينسى التعريف العام بالكوكب أو تحديد صفاته البديهية أو هوية الكوكب ولكن لا بد من ذكر هذه الأمور حتى لو جاءت متأخرة هذا الكوكب .للكوكب قطر استوائي يبلغ 6794 كلم مما يعادل 0.53 من قطر الأرض.

ومن خلال تطبيق القوانين حسبت كتلة المريخ ووجد أنها تساوي 6.4×10^{23} كغم.

ومن معرفة الحجم والكتلة نستطيع حساب كثافة الكوكب والتي وجدت بأنها تساوي 3.9 غم /سم ^{3} .

للكوكب مجال مغناطيسي ضعيف جداً ويعادل 0.001 من مجال الأرض.ويتوقع العلماء أن نواته غير حديدية أو غير سائلة أو الاثنين معا.

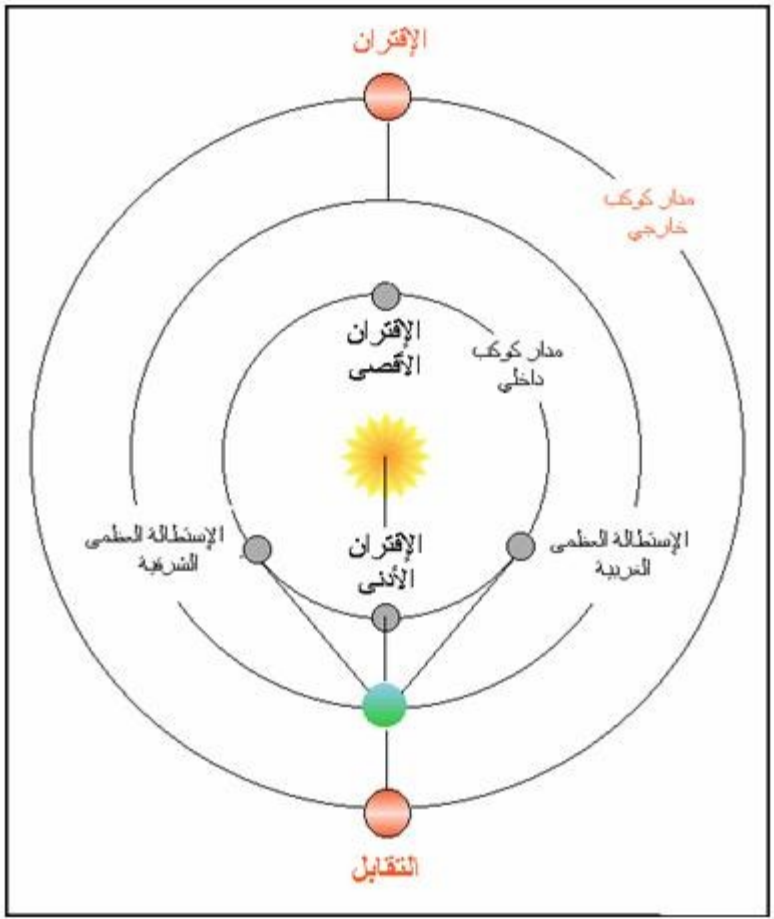


مدار الكوكب:

المريخ كما قدمنا هو رابع الكواكب بعداً عن الشمس. وأول كوكب له مدار خارج مدار الأرض ويبعد عن الشمس حوالي 228 مليون كلم بالمتوسط.

شذوذية مركزيته e = 0.093 وهي كبيرة نسبياً، مما يدل على أن مداره إهليلجي بشكل واضح حيث يكون وهو في الحضيض على بعد 206 مليون كلم عن الشمس وعند وصوله إلى الأوج يصبح على بعد 249 مليون كلم عن الشمس.فنرى فرقاً واضحاً في البعدين وهذا يؤدي إلى تباين كمية أشعة الشمس الساقطة على سطحه بنسبة تصل إلى 45% بين الأوج والحضيض،أي بفارق 30 ْ س وما يتبع ذلك من تغيرات في مناخ الكوكب بين الموقعين.ودرجة الحرارة تتراوح على السطح بين الشتاء والصيف −144 ْس إلى 27 ْس أما في المتوسط فإن درجة الحرارة تقدر بحوالي −23 ْ إلى −55 ْ س.

ويقطع الكوكب هذا المدار في زمن يعادل 687 يوم أرضي، وأثناء دورانه في مداره هذا تحدث له عدد من الظواهر. سنتعرف على بعضها في الأسطر اللاحقة.



التقابل (اقتران الاستقبال) Opposition:

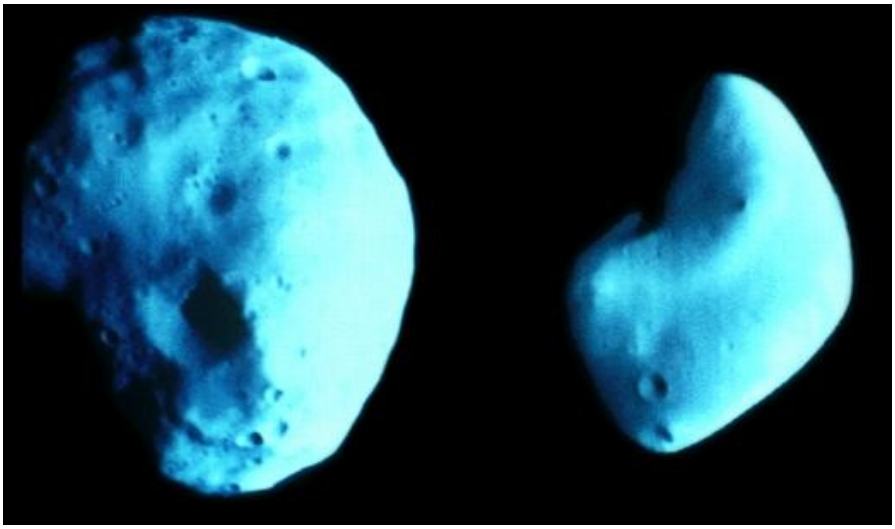
تحدث هذه الظاهرة عندما يكون الكوكب في الحضيض ويصطف المريخ

والأرض والشمس على استقامة واحدة، الأرض في الوسط. وتتكرر هذه الظاهرة الفلكية مرة كل 780 يوماً، وحينها تكون المسافة بين المريخ والأرض أقل ما يمكن، ولكنها لا تتساوى في التقابلات المختلفة وذلك لأن مدار المريخ حول الشمس مفلطح إهليلجي وليس دائرياً كما هو الحال تقريباً مع مدار الأرض.
وعليه فإن المسافة في التقابل تتراوح بين 55 مليون كم عندما يكون المريخ في الحضيض والأرض في الأوج، و 102 مليون كيلومترا والمريخ في الأوج والأرض في الحضيض. وآخر هذه التقابلات كان بتاريخ 28 /آب/2003 ولكن أقرب مسافة بين الكوكبين كانت بتاريخ 27/8/2003 حيث وصل بعد الكوكب إلى حوالي 55.758.006 كلم فقط عن الأرض. وكانت شدة إضاءة الكوكب الظاهري حينها بقدر –2.9 والقطر الظاهري 25.1 ثانية قوسية، وهذا الحجم مناسب جداً لرصد سطح الكوكب بالتلسكوبات.
وظاهرة التقابل هذه هامة لوكالات الفضاء لأنها تستغل القرب في المسافة من أجل إطلاق مركبات فضائية باتجاه الكوكب من أجل استكشافه.
والصورة التالية تبين دورية حدوث التقابل كل سنتين وشهرين تقريباً.
وبالمقابل عند حدوث الاقتران حيث تقع الشمس بين المريخ والأرض فإن قرص الكوكب الظاهري يتناقص إلى 4 ثواني قوسية فقط ويكون على بعد حوالي 400 مليون كلم . والشكل ( ) يوضح الفرق بين ظاهرتي التقابل والاقتران .
وبشكل عام فإن المريخ يبدو في السماء مضيئاً بلون أحمر بسبب تضمن تربته لأكاسيد الحديد، وهو أقل لمعاناً من كوكب الزهرة والسبب في ذلك يعود إلى أن انعكاسية سطحه والبالغة 0.15 أقل من انعكاسية سطح الزهرة والبالغة 0.7 .
أما السبب الثاني لقلة إضاءته هو حجمه الذي يعادل 30% من حجم الأرض القريبة من حجم كوكب الزهرة فهو أصغر بكثير وانعكاسية سطحه أقل بكثير.
يدور المريخ حول محوره كما عرفنا سابقاً بمدة تعادل 24.6 ساعة أرضية شبيه بيوم الأرض.

قمرا المريخ:

قمرا المريخ فوبوس وديموس، اكتشفهما الفلكي Asaph Hall في تقابل 1877 م.

وكما هي صفات الكواكب الداخلية الأرضية قليلة الأقمار فالمريخ له قمران ولكن للأسف قمراه صغيران جداً ويجب اعتبارهما قميران .



وهذان القمران فوبوس وديموس حجمهما صغير جداً، وشكلهما غير منتظم، ويدوران على مستوى استواء الكوكب وقريبان منه جداً، وهما قليلا الكثافة حوالي 2 غم /سم ^{3} ، وهما داكنا السطح كثيرا الفوهات النيزكية.

القمر فوبوس Phobos ودعيّ على اسم أحد الأحصنة التي تجر عربة اله الحرب الإغريقي وتعني الخوف.عمر هذا القمر يقدر بحوالي 4.1 مليون سنة. أبعاده 28 كلم طولاً وعشرين كلم عرضاً ويتميز بوجود فوهة كبيرة تصل إلى 10 كلم تدعى Stickney. يدور حول المريخ على بعد 9378 كلم من مركز المريخ في مدار دائري يدير فيه للمريخ نفس الوجه دائماً.

ديموس Deimos دعيّ على اسم الحصان الثاني الذي يجر عربة اله الحرب لإغريقي ويعني الرعب. هذا القمر أصغر قليلاً من سابقه أبعاده 16 كلم طولاً و 10 كلم عرضاً .ويحتوي سطح الكوكب على فوهة كبيرة يصل قطرها إلى 2 كلم. يدور هذا القمر على بعد 23459 كلم من نصف قطر الكوكب وهو القمر الخارجي. وأيضاً في مدار دائري معطياً نفس الوجه دائماً للمريخ. يدور حول الكوكب كل 31 ساعة.

يعتقد العلماء أنهما كويكبان أسرهما المريخ عند اقترابهما منه واصبحا قمرين يدوران حوله.

<u>رحلات استكشاف المريخ:</u>

1- من أحد مشاريع ناسا لاستكشاف المريخ كانت رحلة Mars Path Finder والتي تعتبر قليلة الكلفة نسبياً.

2- هذه المركبة تم إطلاقها بنجاح على صاروخ دلتا Delta II من قاعدة كاب كانفيرال بتاريخ 4/12/1996 .وحملت هذه المركبة معها العربة المتحركة والتي دعيت باسم (سوجورنر) Sojourner. بتاريخ 4/7/1997 هبطت هذه المركبة بسلام على سطح كوكب المريخ في منطقة وادي آريس Ares valley (19.5 ْشمالاً ، 32.8ْ غرباً) .وبعد هبوطها دعيت هذه المركبة باسم "محطة تخليد ذكرى كارل سيغان" Carl Sagan Memorial Station.

وبتاريخ 6/7 تم إطلاق العربة المتحركة سوجورنر على السطح وبدأت باستكشاف سطح المريخ. واستمرت هذه العربة بإرسال كميات وافرة من المعلومات حتى تاريخ 27/9/1997 وربما يكون سبب فقد الاتصال تلف في البطارية لهذه المركبة بسبب انخفاض الحرارة على سطح الكوكب في منطقة الهبوط.

2- ومن المركبات الحديثة جداً مركبتا التوأم سبريت وأبورتونتي التابعتان لمشروع عربات استكشاف الفضاء MER:Mars Exploration Rovers . وهما عربتا فضاء توأمان:

- <u>سبيريت Spirit:</u>

أطلقت في 10 حزيران (يونيو) 2003

وصلت المريخ يوم 3 كانون الثاني (يناير) 2004

- <u>أوبورتونيتي Opportunity :</u>

أطلقت في 7 تموز (يوليو) 2003
ستصل المريخ يوم 24 كانون الثاني (يناير) 2004

:الهدف الرئيسي من هذا المشروع
.البحث عن مياه بكافة أشكالها الممكنة على سطح المريخ

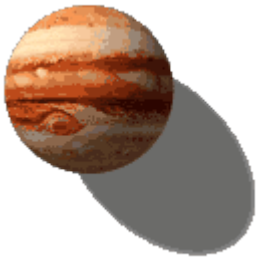
الفصل السادس Jupiter

المشتري

♃

بقلم: سناء مصطفى عبده

نائب رئيس الجمعية الفلكية الأردنية

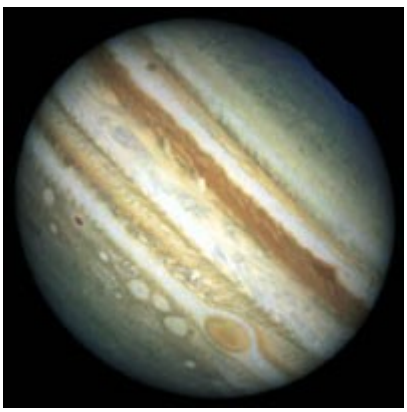


عندما يصل حديثنا إلى خامس الكواكب بعداً عن الشمس تشعر حقا بعظمة هذا الكوكب حتى يقال إن المشتري اشترى العظمة لنفسه، فهو العملاق بين الكواكب المضيء المتألق هو وأقماره الكبيرة التي يمكن رؤيتها بأصغر المقارب.

لا يسبقه شدة إضاءة إلا كوكب الزهرة. وتألقه من ضخامة حجمه فهو ملك الكواكب وأكبرها حجما. فإذا فرضنا قطر الأرض واحداً فإن قطرة أكبر 11 مرة من قطر الأرض، و بالتالي حجمه أكبر بأكثر من 1338 مرة من حجم الأرض. فتخيل لو افترضنا أنه كرة مجوفة سوف نحتاج إلى ما يقارب 1338 كرة أرضية لملأ تجويف الكوكب من الداخل. وكتلته أكبر بحوالي 318 مرة من كتلة الأرض. ويعتقد العلماء أن كتلة المشتري وحدها تشكل 3/4 كتلة النظام الشمسي.

من هذه الأرقام نشعر بأن الأرض ليست أكثر من نقطة صغيرة بجانب هذا العملاق الكبير.

وسندرس في هذا الفصل المزيد من المعلومات عن هذا الكوكب.



<u>المشتري بالأرقام</u>

يدور كوكب المشتري في مداره حول الشمس وهو قائم تقريبا إذ يميل محوره فقط 3 ° عن العمود القائم على مستوى مداره.

ويدور على بعد متوسطه 778 مليون كلم عن الشمس وشذوذه مركزيته e=0.048 .

نصف قطر الكوكب 71.400كلم تقريبا، فهو ليس كروي بل يميل إلى التفلطح عند دائرة الاستواء إذ يبدو منبعجاً من الوسط والأرقام تدل على هذا، فقطره عند الاستواء يعادل 71400 كلم أما قطره من القطب الشمالي إلى الجنوبي يعادل 66800 كلم. ويعزى هذا السبب إلى دورته السريعة حول نفسه.

كتلة المشتري 1.9×10^{27} كغم وهي ضئيلة جدا مقابل ضخامة الحجم ومن هذه الأرقام تحسب الكثافة فتكون 1.3غم/ سم ^{3} إذاً الكوكب خفيف. وقد وجد انه يتألف من الغاز في مجمله.

يقول العلماء انه لو كان الكوكب غازيا كاملاً أي أن نواته غازية أيضاً فسيكون تفلطحه (انبعاجه) عند الوسط اكبر بكثير. ولكن من نسبة تفلطحه عند الوسط يجب أن يكون له نواة صخرية صغيرة يتوقع إنها تعادل 10–20 مرة من كتلة الأرض.

يدور هذا العملاق حول الشمس على بعد 778مليون كلم. فمداره إذاً طويل وبالتالي ستكون سنته طويلة وهي تقارب 11.89 سنة أرضية. أي انه يحتاج على قرابة 12سنة أرضية ليتم دورة واحدة حول الشمس. ولكنه يدور حول نفسه بسرعة هائلة جداً مشكلاً اقصر يوم في أيام الكواكب جميعها؛ إذ أن اليوم عليه 9ساعات و 55 دقيقة و 29 ثانية أرضية. فالليل والنهار يمران على سطح الكوكب في 10 ساعات فقط. ولأنه قائم تقريبا ليس عليه فصول أربعة كما هو الحال على الأرض.

<u>المشتري من خلال المرقب</u>

أول من وجه مقراباً نحو المشتري هو العالم الإيطالي جاليليو جاليلي إذ رصد الكوكب، ورأى أربعة أقمار صغيرة تدور حوله. فتيقن بهذا من تأكيد نظرية كوبرنيكس بان الأرض ليست مركز الكون، وإنه ليس بالضرورة أن جميع الأجرام السماوية تدور حولها. فهاهي

أقمار المشتري الأربعة تدور حوله كأنها نظام مصغر فبالتالي الأرض ليست مركزاً.

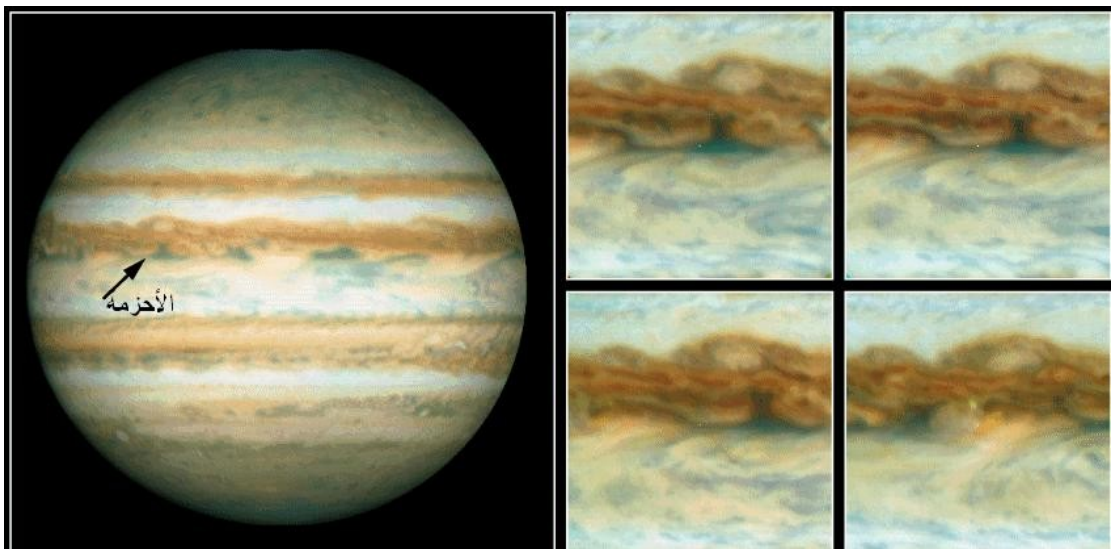
هذه الأقمار الأربعة الشهيرة لها أسماء يقال أن من دعاها بها هو Simon Marius سيمون ماريوس في عام 1610 وهي:

أيو IO، يوروبا Europa ، جانيميد Ganymede، كاليستو Callisto .

وتدعى أقمار جاليليو.

وكما أسلفنا سابقاً فإنه بالإمكان التأكد من صحة هذا الكلام بأن ننظر من خلال مقراب صغير نحو المشتري وسنتمكن من رؤية قرصه اللامع وأقماره الأربعة تدور حوله. ولكن قد نجد أحدها مختف خلف الكوكب أو ماراً من أمامه فلا نراه ولكن لو انتظرنا لفترة فستعاود الظهور، لأنها سريعة في دورانها حول الكوكب.

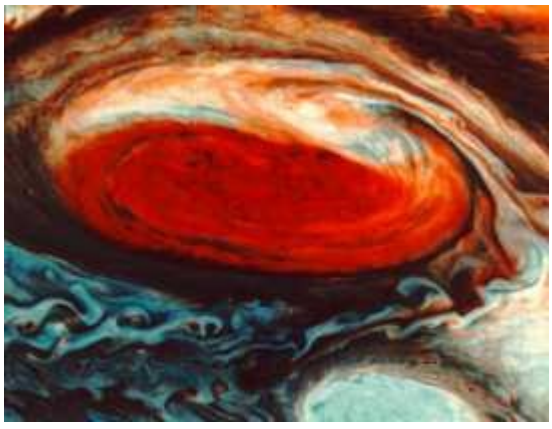
وسنقوم بدراسة هذه الأقمار بالتفصيل لاحقاً. وأيضاً لو دققنا النظر في قرص المشتري جيداً أو استعملنا مقراباً أكبر لظهر القرص أكثر وضوحاً. سنشاهد قرص الكوكب مغطى بأحزمة ملونة أو على الأقل متباينة في ألوانها بين الداكن والفاتح بخطوط عرضية موازية لدائرة استواء الكوكب. وللتميز بين هذه المناطق يطلق العلماء اسم zone أي المنطقة على الجزء المضاء أو اللامع أما الجزء المعتم أو الداكن فيطلق عليه اسم belts أي الأحزمة.



ثم قام العلماء بتقسيم الكوكب إلى ثلاثة أقسام تضم مجموعة من المناطق أو الأحزمة وهي:

- **القسم الشمالي ويضم منطقة معتدلة شمالية حزام معتدل شمالي منطقة مدارية شمالية.**
- **القسم الاستوائي ويضم حزام استوائي شمالي ومنطقة استوائية وحزام استوائي جنوبي.**
- **القسم الجنوبي يضم منطقة مدارية جنوبية وحزام معتدل جنوبي ومنطقة معتدلة جنوبية.**

ويمكن أن نلاحظ وجود بقعة حمراء كبيرة في المنطقة المدارية الجنوبية وهذه البقعة المعروفة منذ أكثر من 300 عام شاهدها لأول مرة الفلكي الإنجليزي روبرت هوك في منتصف القرن السابع عشر و بالتحديد عام 1664 –1665 وتدعى بالبقعة الحمراء العظيمة Great Red Spot وتتحرك حول الكوكب في دورة كاملة ودائمة منذ عرفناها. وكان الاعتقاد السائد بأنها جسم صلب يطفوا فوق غازات المشتري، ويمكن أن نشاهد عدداً من البقع البيضاوية على غرار البقعة الحمراء ولكنها أصغر حجماً ومختلفة في ألوانها وسأقوم لاحقاً بتفسير هذه الظواهر.



المشتري بكاميرات المركبات الفضائية

إن الظواهر على سطح المشتري زادت من حماس العلماء لزيارة هذا الكوكب ورصده عن كثب من خلال عيون مركبات فضائية غير مأهولة تضيف لنا الكثير مما نجهل عنه.

وتصدرت القائمة رحلة المركبة التوأم pioneer بيونير(الرائد) .

وتشمل مركبتين متشابهتين بيونير-10 و بيونير-11 حيث أطلقت الأولى في كانون الأول في 2/ آذار 1972 من قاعدة كاب كانفيرال، ووصلت المشتري في كانون أول/ 1973. وأطلقت الثانية في نيسان 1973 ووصلت في كانون أول/ 1974.

ثم تلاها مشروع المركبة التوأم voyager فويجير وتشمل أيضاً مركبتين متشابهتين هما؛ فويجير-1 ، فويجير-2 حيث أطلقتا عام 1977 ووصلتا بالتتابع في آذار وتموز 1979.

لابد أن سؤال الذي سيقفز إلى الذهن الآن لماذا الازدواجية في هذه المركبات؟ لماذا أطلقت مركبتان في كل مشروع؟ يعود ذلك لأسباب عدة أذكر منها أن التماثل في البرنامج والأجهزة ولأدوات المستخدمة يوفر الكثير من الأموال والجهد وذلك لوحدة التصميم والتصنيع. وكذلك إذا حدث فشل في إطلاق المركبة الأولى تكون المركبة الثانية على أهبة الاستعداد للإطلاق بدلاً من إلغاء المشروع وفشله، وحتى إذا حدث خلل معين أو عطل لأحد الأجهزة في أثناء الرحلة فإن المركبة الثانية ستؤدي نفس الهدف.

ولعل الطريق نحو الكوكب العملاق المحفوفة جداً بالمخاطر تستدعي وجود مركبة احتياط في حال تحطم الأخرى.

اتجهت بيونير-10 بعد ذلك نحو الفضاء، وبيونير-11 اتجهت نحو زحل لتستكشف نحو الفضاء في اتجاه مغاير تماما للأولى.

أما فويجير-1 فاتجهت نحو زحل ثم إلى الفضاء بينما أكملت فويجير-2 رحلتها إلى زحل ثم أورانوس ثم نبتون ثم خرجت خارج حدود الكواكب في الفضاء الخارجي.

وبعد هذه الرحلات تم إطلاق المركبة جاليليو نحو المشتري في تشرين الأول 1989 .

ثم أطلق المجس يوليسس Ulysses في شباط 1992 نحو المشتري لإجراء المزيد من الدراسات عليه.

<u>جو المشتري</u>

أن كوكب المشتري كما أسلفنا كوكب غازي كثافته قليلة ووجد أن ما نراه من الكوكب هو غازات متراكمة في طبقات فوق بعضها وكل ما سندرجه عن تركيب المشتري هو توقعات من البيانات والمعلومات التي تبثها المركبات عن الكوكب.

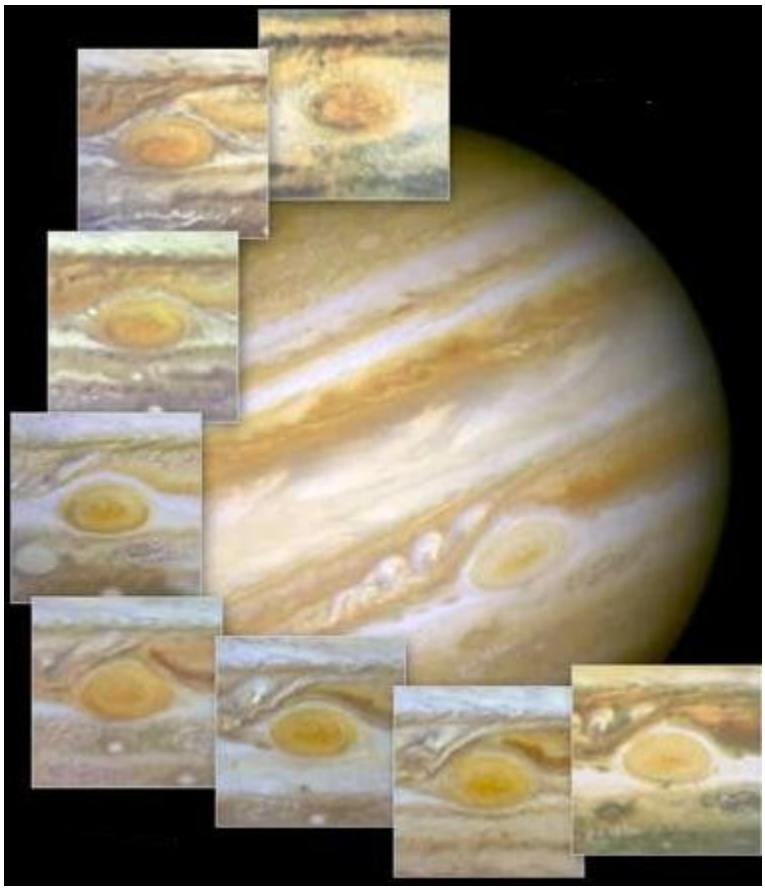
هذا الغاز يتالف بشكل رئيسي من الهيدروجين الذي يشكل 89% من تركيبه والغاز الثاني الرئيسي هو الهيليوم و يؤلف 11% من جو الكوكب وما تبقى كميات ضئيلة جداً من الميثان و الأمونيا .

وفي هذا الجو الغازي ظهرت عواصف هائجة هائلة وأعاصير عملاقة تجتاح جو المشتري تدور وتدور عليه بحركة دائمة وتشكل ملامح واضحة جدا ما هي إلا خطوط الحزمة عرضية التي نراها على سطح الكوكب عند رصده فتيارات الغازات المتحركة بسرعة باتجاه الشرق أو باتجاه الغرب لكن يغلب إن تكون باتجاه الشرق تصل سرعتها إلى 540 كلم /ساعة .

فإذا كانت التيارات صاعدة كانت الألوان فاتحة، وإذا كانت تيارات غازات هابطة تكون الألوان داكنة – بناء على افتراض أحد العلماء – ولان مكونات الغاز الأصلية ليست ملونة فلابد من حدوث تفاعلات كيميائية مستمرة تؤدي مع حركة الغازات السريعة إلى حدوث هذه الألوان وهي أصفر,أزرق فاتح ,بني وأحمر.

وثمت اعتقاد آخر سائد يقول أن الغازات تسخن بفعل حرارة الكوكب الداخلية و ترتفع إلى الأعلى ، تبرد وتكون غيوم من بلورات الأمونيا في الطبقة الغازية الهيدروجينية. وتشكل الغيوم المناطق الفاتحة حين تكون أبرد وأعلى ارتفاعاً من المناطق الداكنة الدافئة والأقل انخفاضاً، والمتوقع أنها تتركب من كبريتات الأمونيوم الهيدروجينية .

ومن الظواهر الجوية الواضحة على سطح المشتري البقعة الحمراء العظيمة التي بينت المركبات أنها ظاهرة إعصارية ضخمة جدا تدور حول الكوكب في اتجاه عكس عقارب الساعة في مدة تصل إلى 12 يوم ,بحجم يعادل قطر كرتين أرضيتين تقريبا. وهناك أيضاً عدداً من البقع الأخرى أصغر حجماً, يعتقد العلماء أن قوة بقاء هذه البقع يعتمد على حجمها. ولعدم وجود أراضى يابسة فان هذه العواصف لا تجد شيئا يقف في طريقها فتستمر وتستمر.



ويتوقع العلماء أيضا أن تركيب جو المشتري من ثلاث طبقات متمايرة أعلاها واقلها حرارة مكون من غاز الأمونيا الذي يتجمد في البرودة و يعطي اللون الفاتح الذي نراه عند رصد الكوكب.

الطبقة الثانية حيث تتحد الأمونيا مع كبريتيد الهيدروجين وتشكل بلورات بنية ولها رائحة برائحة البيض الفاسد.

وهذه البلورات من كبريتيد الهيدروجين و الأمونيا تشكل الألوان الداكنة والأكثر حرارة.

أما الطبقة الثالثة والأكثر عمقاً والتي لم يستطيع أحد رؤيتها قد تكون مكونة من بلورات جليد مائية مزرقة اللون.

كوكب يشع حرارة

كما عرفنا سابقا أن الكواكب باردة غير مشعة بذاتها وإنها تستمد نورها وطاقتها من الشمس. والمشتري كسائر الكواكب تسقط عليه الإشعاعات الشمسية ولأنه في مدار بعيد جداً عن الشمس فإن مقدار ما يصله من الحرارة فقط 4% نسبة إلى ما يصل الأرض(حسب قانون التربيع العكسي). ولكن فوجئ العلماء عند دراسة المشترى بقياس تحليل الأشعة تحت الحمراء والتي يبثها الكوكب، حيث تبين لهم أن الكوكب متوهج حرارياً An Incandescent globe أي انه يشع حرارة من مصدر داخلي. وأن مقدار هذه الإشعاعات (1.7) أكثر من قيمة ما يصله من أشعة الشمس.وانه كلما انخفضنا في طبقات الغيوم نحو الأسفل ترتفع درجة الحرارة! والتفسير الوحيد الذي يقوله العلماء أن هذه الحرارة قد تكون كامنة في داخل الكوكب وما تبقى من حرارة تكوين الكوكب أثناء ولادته قبل 4.6 بليون سنة وبسبب كثافة غلافه الجوي فقد تبرد ببطء شديد ولا يزال يشع هذه الحرارة حتى الآن.

تركيب الكوكب الداخلي

لعدم وجود سطح صخري للكوكب لم تتمكن أي من المركبات الهبوط على سطحه ودراسته لمعرفة تركيبه الداخلي الحقيقي. ولكن بالاستعانة بالمعلومات التي تم تحليلها واستنتاجها من الدراسات المتتالية على الكوكب استطاع العلماء افتراض نموذج لتركيب الكوكب الداخلي يطابق هذه المعلومات .

لقد عرفنا أن الحرارة والضغط ترتفعان في قيمهما عند الانخفاض من مستوى الغيوم الخارجية باتجاه مركز الكوكب .ومع الانخفاض باتجاه المركز فإن الجو يزداد كثافة باطراد بفعل الضغط الهائل من طبقات الجو المتراكمة, حتى يتحول الهيدروجين الغاز إلى هيدروجين سائل على عمق يبدأ من ألف إلى عدة آلاف كلم. وعلى عمق يقارب 20000 كلم يتوقع أن تكون قيم الضغط 3 ملايين مرة اكثر من ضغط جو الأرض (3 ملايين ملي بار) وفي مثل هذه الظروف من الضغط يتحول إلى هيدروجين السائل الساخن إلى هيدروجين معدني metallic

حيث تنضغط الجزيئات بشدة قرب بعضها البعض وتسبح الإلكترونات حرة الحركة حول الأنوية وتشكل مصدراً ممتازاً للتيار الكهربائي.

و تحت هذه الطبقة من الهيدروجين المعدني توجد نواة صغيرة تقارب حجم كرتين أرضيتين بقطر 20000كلم تقريبا.ولكن بكتلة تعادل كتلة 15 أرض .ويصل الضغط إلى حوالي 500 مليون مرة اكثر من ضغط جو الأرض و الحرارة تقارب 40000 درجة كلفن .

<u>الحقل المغناطيسي للكوكب</u>

عندما أطلقت التوأم بيونير كشفت عن وجود أحزمة شبيهة بحزامي فان ألن حول الأرض ولكن هذه الأحزمة تمتد لمسافات ومدى أوسع بكثير جدا .وفيما بعد ومع إجراء دراسات على الكوكب اكتشف أن للكوكب حقل مغناطيسي قوي يميل بمقدار 11 ْ عن محور دوران الكوكب, وأن له قطبان مغناطيسيان شمالي وجنوبي ولكن البوصلة الأرضية إذ استطعنا تخيل وضعها على الكوكب فستشير نحو الجنوب الجغرافي للكوكب.

هذا الحقل أقوى بحوالي 12 مرة من حقل الأرض المغناطيسي بل هو أقوى الحقول المغناطيسية بين جميع الكواكب.

وتظهر في هذا الحقل المغناطيسي شحنات كهربائية تمثل الجسيمات التي أصطادها الكوكب بقوته المغناطيسية وشكل الحقل المغناطيسي للمشتري يختلف إذ يستطيل إلى الخارج على شكل ذيل طويل بفعل ضغط الرياح الشمسية. وهذا الامتداد يصل إلى بلايين الكيلومترات حتى أن تأثيرها يصل إلى مدار كوكب زحل حيث يمتد مسافة تتراوح بين 50-100 مرة من قطر الكوكب.

وقد تم رصد موجات راديوية من الكوكب بفعل تسارع الدقائق المتحركة في الحقل المغناطيسي.

والجدول التالي يبين مقارنة بين الكواكب من حيث قوة الحقل المغناطيسي وميلان الحقل عن محور دوران الكوكب:

الكوكب	قوة الحقل المغناطيس بوحدة جاوس Gauss	ميلا الحقل عن محور الكوكب بالدرجات
عطارد	0.003	10
الأرض	0.35	12
المشتري	4.225	11
زحل	0.2	0.7
أورانوس	0.1-1.1	60
نبتون	0.3	59

ملاحظة : لم يتم تسجيل قوة لحقل مغناطيسي حول الزهرة والمريخ بسبب عدم وجودها.

وقد تمكنت المركبة مارينر من الإحساس بالإشعاعات التي بثها الكوكب من على بعد 20 مليون كلم بقوة تصل إلى 250 ألف Rads وحدة القياس. وإذ علمنا أن الجرعة القاتلة للإنسان تعادل 500 Rads فإن هذا يدلنا على استحالة إرسال رحلة مأهولة نحو الكوكب حيث سيموت الرواد وهم في الطريق بفعل هذه الإشعاعات.

وكما التقطت المركبة فويجير صورا للشفق القطبي المتكون في أثناء مرورها في ليل المشتري.

حلقة حول الكوكب:

من دراستنا للكواكب التي تأتي بعد المريخ والتي يتم وصفها بالعمالقة الغازية الخفيفة، كثيرة الأقمار سنلاحظ ظاهرة جديدة تتميز بها أيضاً وهي وجود حلقات تدور حول وسطها الاستوائي. ومع إن حلقات الكوكب زحل أشهرها إلا أن مركبة الفضاء فويجير أثبتت وجود حلقات حول جميع الكواكب العملاقة الغازية وبهذا أصبحت هذه صفة مشتركة جديدة بينها .

وسنتحدث الآن عن حلقة المشتري الباهتة التى لم ولا نستطيع رؤيتها من الأرض.

عند مرور المركبة فويجير-1 في آذار -1979 بالقرب من كوكب المشتري ثم اكتشاف حزام ضيق على مستوى استواء الكوكب .

وكان الجزء اللامع من هذه الحلقة قريباً من سطح الكوكب ويقع على بعد 1.8 مرة من قطره المركزي . حلقة المشتري رقيقة وقليلة السمك.

وقد تم تقسيم هذه الحلقة إلى ثلاثة أقسام هي:

الأقرب للكوكب وتبعد عن مركز الكوكب من 100000- 122800كلم بعرض يصل إلى 22800كلم وسمك رقيق وتدعى Halo . أما القسم الثاني ويمتد من نهاية القسم الأول 122800 إلى 129200 بعرض 6400كلم وتدعى Main. والقسم الثالث فيمتد حتى 214200 كلم وبعرض 850000 وتدعى Gossamer

الجزء الأوسط من الحلقة هو اللامع وما تبقى جزء باهت تتناثر الدقائق الصغيرة فيه إلى ارتفاع يصل إلى 5000 كلم أعلى واسفل الجزء المتوسط .

وتبدو هذه الحلقة غير واضحة عند رصدها إذ لم يستطع الراصدين ملاحظتها من الأرض بسبب وقوعها قريبا من الكوكب اللامع الذي يطغى على لمعانها فلا نراها. ولكن بعد اكتشافها وباستخدام مراصد الأشعة تحت الحمراء حيث سيبدو الكوكب معتما نستطيع رؤية الحلقات اللامعة وتمييزها من الأرض.

أقمار كوكب المشتري

عرفنا سابقاً أن جاليليو وفي بداية القرن سابع عشر استطاع رصد أربعة أقمار للمشتري تدور حولة وهي الأقمار الجاليلية الشهيرة نسبة إلى مكتشفها وهي أكبر الأقمار الواحد والستون التابعة لكوكب المشتري . قد تشعر الآن أن المشتري نظام قائم بحد ذاته عملاق كبير يتوسط واحد وستون جرما تدور حوله . في الجدول التالي سنوضح بعض المعلومات عن هذه الأقمار الأربعة الشهيرة وهي مرتبة حسب بعدها عن الكوكب:

القمر	بعدها عن مركز الكوكب/ وحدة قطر المشتري Rj	مدة دورانه حول الكوكب / يوم	القطر/كم	الكتلة /غم	الكثافة
أيو Io	5.95	1.716	1816	8.92×10^{25}	3.55
يوروبا Europa	9.47	3.551	1563	4.87×10^{25}	3.04
جانيميد Ganymede	15.1	7.155	2638	1.49×10^{26}	1.93
كاليستو Callisto	26.6	16.69	2410	1.07×10^{26}	1.83

ملاحظات:

Rj : قطر الكوكب البالغة قيمتها 71492 كلم.

القمر الأرضي للمقارنة قطره = 1738 كلم.

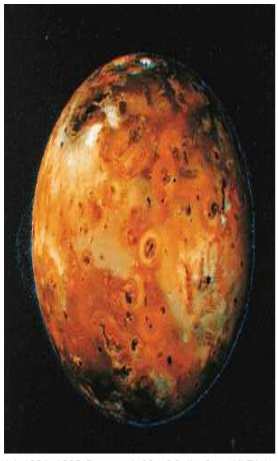
وفيما يلي نبذة عن أهم تفاصيل هذه الأقمار:

القمر أيو Io

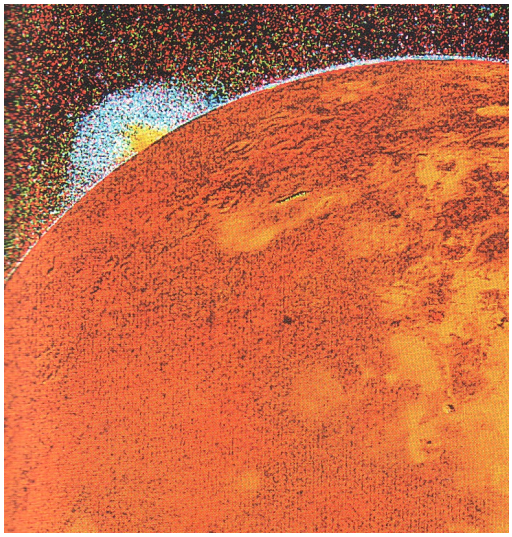
عند النظر إلى صورة هذا القمر تعجب جدا بلونه الرائع البرتقالي المحمر مع توشحات صفراء و بنية فهو حقاً مليء بالألوان.

كما عرفت من الجدول السابق فهو من أكثر الأقمار كثافة وأقربها إلى الكوكب الأم. شبيه بقمرنا الأرضي نوعاً ما من حيث الحجم والكثافة ولكنه يخلو من الفوهات النيزكية وبدلاً منها توجد فوهات بركانية ومخاريط بركانية وحمم لافا منصهرة مندفعة موجودة عليه وهذه الاندفاعات تطمر وتغطي أي أثر على السطح.

من أنشط الأقمار جيولوجياً بعد أن كان الإنسان يعتقد أن النظام الشمسي خامل وأن الأرض فقط هي النشطة. فوجئنا بصور مذهلة لاندفاعات بركانية هائلة جداً حتى أن كاميرا فويجير-1 سجلت ثمانية اندفاعات بركانية متتالية اندفعت بسرعة نحو الأعلى حتى أنها شكلت بروزاً على طرف الكوكب.وتكون هذه الاندفاعات على شكل نافورة ضخمة تنتشر إلى مساحة يصل قطرها إلى 1400 كلم وذلك بسبب ضعف جاذبية القمر وعدم وجود غلاف جوي. هذه الاندفاعات يعتقد أنها من الكبريت وثاني أكسيد الكبريت و يتوقع أن الوسط السائل لهذه الحمم هو ثاني أكسيد الكبريت المنصهر الذي يلتقي مع الكبريت الأحمر المنصهر الحار جداً فتندفع المواد بقوة إلى السطح ثائرة على شكل نافورة ضخمة.



Copyright (c) 1994, 1995 Compton's NewMedia, Inc. All Rights Reserved
JPL/NASA



مصدر الطاقة في هذا القمر غير معروفة. فلو كان القمر في مدار دائري مواجهاً المشتري بنفس الوجه دائماً فلن تتغير قوى المد الناشئة من جذب المشتري له ولن تكون هناك طاقة داخلية للقمر. ولكن بدراسة مدار القمر وجد أنه بسبب تأثير أقمار جاليليو الأخرى فإنها تسبب جذب ليسحب القمر من مداره جيئة و ذهاباً و كأنها حركة اهتزازية إلى الأمام و الخلف. وهذه الاهتزازات تحرك المواد في باطن الكوكب, وبفعل هذه الحركة والاحتكاك تنصهر المواد وتولد طاقة ويمكن تشبيهها عندما تحاول قطع سلك بتحريكه إلى الإمام والخلف عند نقطة معينة فإنك تشعر بالحرارة فيها.

يعتقد أن هذا التفسير معقول ومقبول لمصدر الحرارة في باطن القمر. وقد وجدت بعض المناطق الحارة وتدعى البقعة الحارة تصل إلى 17 ْ س في حين حرارة المناطق المجاورة غير الحارة –146 ْ س مما يدل على وجود طاقة في داخله تدفع الحمم المنصهرة التي تعطي الكوكب لون مميز.

يعتقد بعض العلماء أن مصدر دقائق الهائلة المغناطيسية المحيطة بالكوكب هي من براكين أيو الثائرة. حيث يتأثر القمر بالقوة المغناطيسية للحقل المغناطيسي فتتجمع هذه الدقائق الصغيرة التي يقذفها البراكين معاً وتسرعها إلى سرعات عالية تدور في مدار يدعى بنتوء البلازما المستدير حول أيو Io plasma torus وتكون على شكل يشبه حبة كعك الشاي المستديرة. ويحوي أيونات ثقيلة ذات طاقة هائلة تسير تابعة للقمر في مداره حول المشتري.

ومن الظواهر الخاصة الغريبة للقمر هو وجود هالة ضخمة من أيونات الصوديوم التي تحيط بالقمر وتصل إلى حجم ضخم جداً وتتحرك مع الكوكب أثناء دورانه. واستطاعوا التقاطها باستخدام أسلوب Silicon Imaging Photometer System

<u>القمر يوروبا Europa:</u>

أصغر الأقمار الأربعة حجماً ولكنه أعلاها انعكاسية للضوء عن سطحه فيبدو ألمعها وأجملها يتميز بسطح ناعم وأملس جداً ,حتى أنه يعتبر فريد بين جميع أجرام النظام الشمسي بنعومة سطحه الخالي من التضاريس. وكل ما يمكن رؤيته هو خطوط طويلة قاتمة متقاطعة مثل الشبكة. يعتقد أن سطح القمر محيط مائي كبير متجمد وهذا سبب لمعانه العالي ويتوقع وجود محيط سائل تحت هذه القشرة المتجمدة. و لم تصور المركبة فويجير-2 عندما مرت بالقرب منه على بعد 204 ألف كلم إلا ثلاث فوهات لا يزيد قطرها عن 20 كلم.

القمر جانيميد Ganymede:

أكبر أقمار النظام الشمسي إطلاقاً. سطحه كثير التضاريس يقسم إلى منطقتين رئيستين منطقة داكنة تحوي عدد أكبر من الفوهات من أشهرها فوهة Galileo regio ذات قطر يصل إلى 4 آلاف كلم ويعتقد أنها أكبر عمراً من باقي المناطق. والمنطقة الأخرى فاتحة ولامعة تحوي عدد أقل من الفوهات لكن فيها نتوءات وخنادق ويعتقد أنها أحدث عمراً. وبسبب كثافة القمر إنه من المتوقع أن يكون مؤلف من الجليد والصخور بنسب متقاربة ذات السطح المتجمد.

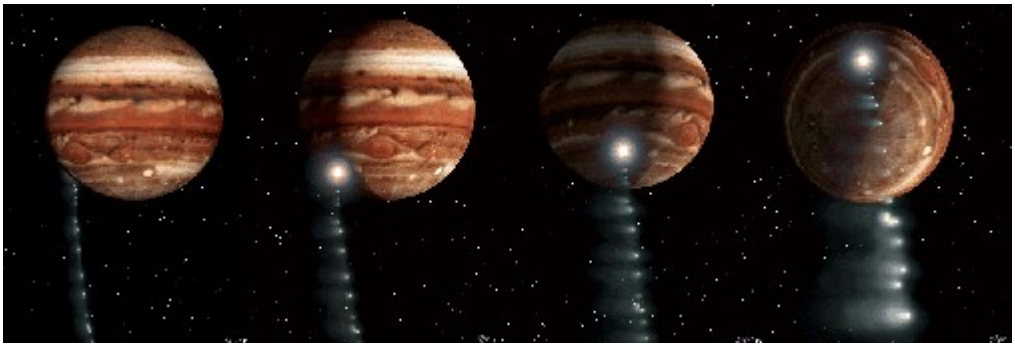
القمر كاليستو :

قمر مليء بالفوهات حتى أنه يعتبر الرقم واحد في عدد الفوهات التي تعتمر سطحه وهو داكن وقليل الانعكاسية. يعتقد أنه الأقدم عمراً بين أجرام النظام الشمسي. يحتوي فوهة كبيرة قطرها 600 كلم تدعى Valhalla محاطة بحلقات متحدة في مركزها تتوسع بالتدريج حتى تصل إلى حلقة يصل قطرها إلى 3 آلاف كلم.

الحدث الكبير :

لا يكفي المشتري كل العظمة التي يمتاز بها كملك الكواكب في النظام الشمسي بل تفرد بكونه صاحب الحدث الأكبر في حياتنا! فلأول مرة في تاريخ البشرية نرى بأم أعيننا اصطداماً حقيقياً لمذنب مع كوكب. ما قصة هذا المذنب؟ ما قصة الاصطدام؟ ما النتائج المترتبة عنه؟

كان كل من ايوجين شوميكر (66عام) وزوجته كارولاين شوميكر (64عام) التي كانت مساعدته بدون أجر, وزميلهما ديفيد ليفي (46عام)، يعملون جاهدين في تصوير ودراسة الأجسام المقتربة من الأرض Near Earth Objects ،عندما حللت كارولاين أحد الأفلام ولدهشتها رأت جسماً محطماً حول المشتري! ولم يستطيع ثلاثتهم تصديق ما يرونه فاتصلوا بالحال في مرصد كيت بيك للتأكد مما شاهدوه. وبالفعل تم الإعلان عن رؤية مذنب محطم قرب المشتري في 25/3/1993 م. وكان منظر المذنب مثيراً جداً فبدا كعقد من اللؤلؤ اصطفت فيه 17 حبة على خيط وأُطلق على هذا المذنب شوميكر–ليفي 9.9 Shoemaker-Levy ويختصر S-L9 حيث يشير الاسمان إلى مكتشفيه والرقم 9 يدل على عدد دوري من المذنبات التي أكتشفها الفريق.



وهنا بدأت السيناريوهات لمعرفة ما الذي حدث لهذا المذنب، ومن هذه السيناريوهات التي أعدها Yeamans& Chodas أن المذنب دار حول المشتري عام 1970 وأنه في عام 1992 اقترب كثيراً من الكوكب وبالتحديد في 8/تموز/1992م حيث تمزق إلى شظايا وأخذ يدور في مدار شاذ بمركزيه (e=0.99) حيث وصل الأوج في 16 تموز 1993 وكان على بعد 50 مليون كلم عن الكوكب ودلت النتائج على أن المذنب في طريق عودته سيصطدم مع الكوكب. وهنا كانت الإثارة التي انتظرها الجميع بفارغ الصبر. وتوضح مسار المذنب ومنه حدد أن الاصطدامات المتوقع حدوثها ستكون في النصف الجنوبي من الكوكب، وبالتحديد على عرض (-45) في موعد 16-20 تموز 1994 ،وعلى مدى عدة أيام. وبهذا يتألق شهر تموز بحدث تاريخي جديد للأحداث السابقة ففي 20-21 تموز 1969 هبط الإنسان على القمر. وفي 20 تموز 1976 هبوط المركبة فايكنغ على المريخ.

هذا المذنب الذي يبلغ قطره حسب تقدير العلماء حسب صور تلسكوب هابل للشظايا قرابة 10 كلم . وإن جميع شظاياه تلمع بقدر أخفت من 20 فلا يمكن أن يكون حجمه الأصلي أكبر من هذا ,وأن هذه الشظايا لا يزيد قطر أكبرها عن 4 كلم تقريباً. هذا المذنب سيحدث اصطداماً لم نشهده من قبل. مما يثير العديد من التساؤلات ما الذي سيحدث ؟.

كانت شظايا المذنب 11 شظية ثم أصبحت 17 شظية ثم أصبحت 22 شظية. ونلاحظ أن بعض الشظايا تبخرت واختفت وأن بعض الشظايا الكبيرة قد انشطرت.آخر هذه الشظايا كان 21 شظية أطلق عليها الأحرف الهجائية بالترتيب فكان أقربها يحمل الرمز A أبعدها يحمل الرمز W وكذلك أطلق عليها أرقام فكان أبعدها رقم 1 أقربها رقم 21 .والأقرب قدر موعد اصطدامها بتاريخ 16/ تموز والأبعد بتاريخ 22/ تموز.وهي على الترتيب:

A-B-C-D-E-F-G-H-J-K-L-M-N-P_2-P_1-Q_2-Q_1-R-S-T-U-V- منها نلاحظ أن الشظايا Oو I قد تحللت إلى غبار. ومع اقتراب المذنب تحللت أيضا شظايا-P_1 M-J.ونلاحظ أن الشظية الكبرى Q التي كان يعقد عليها

الأمل لحصول انفجار ضخم قد تحللت إلى شظيتين Q_1 & Q_2 .وكذلك الشظية P فقد تحللت الأخرى إلى شظيتين .

كانت هذه الشظايا تتسارع أثناء اقترابها من المذنب وفي 12 تموز كانت السرعة 7 كلم /ثانية تزايدت إلى 60 كلم /ثانية عند الاصطدام .

توقع العلماء انطلاق هائل للطاقة من جراء الاصطدام فإذا اصطدم الجسم بسرعة 60 كلم/ثانية بنواة صلبة قطرها 1كلم فانه يولد كماً هائلاً من الطاقة تعادل ربع مليون ميجا طن من TNT وإذا اصبح قطر الشظية 5كلم فان قيمة الطاقة ترتفع بمعدل 600 مرة واكثر.

وكما قال العالم جون لويز لوان التصادم سيحدث في الطرف المقابل للأرض لرأينا لمعان المشتري حتى في النهار. ولكن التصادم سيحدث في الجانب المظلم البعيد عن الأرض ولكن بفعل دوران المشتري فأننا سنرى اثر الصدمة سريعا . ولذلك فقط المركبة جاليليو هي الوحيدة المقابلة للحدث مباشرة والتي ستبعث بنتائج الصور والتحليلات خلال فترة اللاحقة للاصطدام .

الكوكب أيام الاصطدام كان على بعد درجتين شمال غرب نجمة لامدا العذراء اللامعة من القدر الخامس. ويحتاج الضوء المنعكس عن سطحه إلى حولي 42دقيقة و 38 ثانية ليصل إلينا .

وقد ذهبنا نحن أعضاء الجمعية الفلكية الأردنية في مخيمنا السادس إلى موقع مخيم الجمعية في منطقة الأزرق / الصحراء الأردنية الشرقية لرصد هذا الحدث. مع العلم أنه لم يكن هناك أي أمل لرؤية أي شيء ولكن كان لابد من النظر إلى المشتري تحسباً لعل شيء طارئ قد يحدث. ونحن لسنا الوحيد ففي تلك الأيام جميع المراصد الكبرى والصغرى وجميع هواة الفلك في العالم بأسره وجهوا مقاربهم أو مناظيرهم أو حتى النظر بعيونهم المجردة نحو المشتري فهذا حدث فريد من نوعه ولم يحدث شيء بندرته منذ تصادم المذنب قبل 65 مليون عام مع الأرض وقضى على الديناصورات وثلاث أرباع أشكال الحياة على الأرض.

فلا نستطيع أن نفوت الفرصة لمراقبة مثل هذا الحدث الفريد. وبالفعل كان أن راقبنا وانتظرنا بفارغ الصبر ولا أزال أذكر كيف تصايحنا وقفزنا وانفعلنا عندما

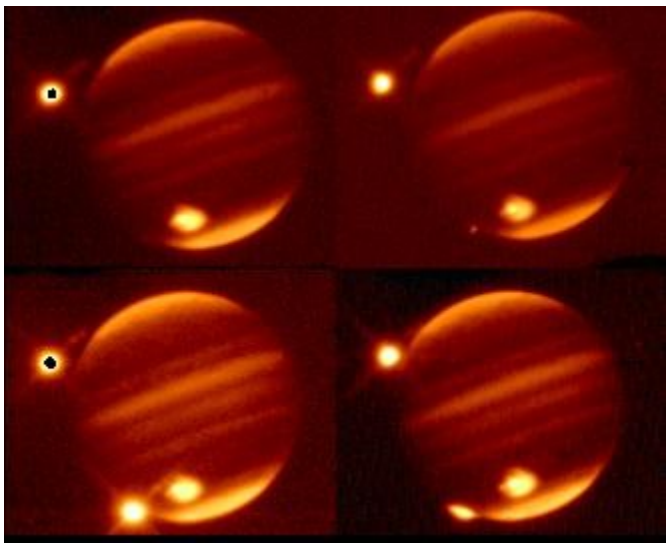
شاهدنا بقعة داكنة غريبة على سطح المشتري لم تكن قبل بل حدثت بعد التصادم ولكن ماذا حدث؟ لم نكن نعلم وانتظرنا حتى بدأت التقارير تفد إلينا.

السبت 16 تموز كان أول تصادم ولم تظهر أي نتائج ليلتها. الليلة التالية أعلن عن رؤية بقعة داكنة مكان اصطدام الشظيتين A و C فزاد الحماس للرصد والمتابعة.

يوم الاثنين 18/7 بدى المشتري كان أحدهم أطلق عليه رصاصات من مدفع. البقع الداكنة واضحة جداً حتى أنها شوهدت بتلسكوبات صغيرة وأشهرها البقعة الناتجة عن الشظايا G , L .الاصطدامات حدثت في أعالي سحب المشتري ولم تتغلغل عميقاً. تكونت كرات نارية ارتفعت مسافة 2500 –3000 كلم للأعلى.

الشظية A كانت أول الشظايا اصطداماً كونت كرة نارية ارتفعت مسافة 1000كلم فوق السطح.

الشظية G أكبر الشظايا بقطر تقديري 3–4 كلم. أدت إلى تكوين كرة نارية ناتجة عن قوة الانفجار ارتفعت 3كلم فوق السطح وبقعة داكنة كبيرة يقدر أن قطرها ثلاثة أضعاف قطر الأرض. ومن تحليل مكونات هذه الكرة النارية عثر على أمونيا, كبريت ,كبريتيد الهيدروجين.ومن تحاليل لاحقة عثر على مركبات جديدة مثل أول أكسيد الكربون ,كبريتيد الكربونيل, وأول كبريتيد الكربون.



اصطدام الشظية H أجمع المشاهدون له على ظهور لمعان وبريق حاد جداً على حافة القرص الدائري للكوكب مما يدل على انفجار قوي باندفاع ضوئي.

وقد تقاربت مواقع سقوط عدد من الشظايا بسبب دوران الكوكب السريع. فالشظية F سقطت قريباً جداً من E لأنها بعد 9.4 ساعة والكوكب يدور حول نفسه في زمن يقارب 10 ساعات فكان السقوط قريب

في نفس المكان. وكذلك الشظايا S ,D قرب الشظية G. أما الشظية W فسقطت في موقع K. والشظية C في موقع A. كانت زاوية ميل الشظايا المتساقطة 45 ْ. وكونت أشكال متنوعة فكونت البقع الداكنة التي امتدت على شكل سلسلة.

وهذه السلسلة من البقع على خط واحد التي عرف سببها الآن كانت مفتاح حل لغز سلسلة فوهات نيزكية غريبة مصطفة على نفس الخط على كل من القمر جانيميد و كاليستو. فلا بد وأن مذنب متحطم اصطدم على التوالي مكوناً هذه السلسة المتتابعة وهو ما يعرف ب Gipul Catena .

الإصدامات لم تؤثر على مدار الكوكب. ولم تؤثر على دورانه حول نفسه ولم تؤثر على بقعته الحمراء ولم تتغلغل عميقاً فيه ولم تكن الشرارة التي ستثير التفاعلات النووية عليه.

<u>معلومات هامة:</u>

- المركبة جاليليو: أطلقت المركبة جاليليو على متن المكوك أطلنطا في 18/10/1989. على اسم الفلكي جاليليو جاليلي تكريماً له. أخذت مداراً لها حول المشتري عام 9/7/ 1995 وأخذت صور وبثت معلومات مثل وجود الماء على القمر يوروبا.

- اقتران الكوكب مع الأرض 22/10/99 فكان الأقرب إلى الأرض منذ 12 عام وكان حينها في الحضيض المداري. وكان بعده عن الأرض 3680 مليون كلم قطر قرصه 50 ً.

- سرعة دورانه في محوره= 13.07 كلم/ث.

- جاذبية الكوكب 22.8. سرعة الهروب عن السطح 59.56 كلم/ث.

Saturn الفصل السابع

كوكب زحل

بقلم: سناء مصطفى عبده

نائب رئيس الجمعية الفلكية الأردنية

كثيرا ما اعتبرت كوكب زحل من أجمل الكواكب المعروفة، والذي إذا نظرت إلى صورة تمثله لن تنساه أبداً، فتلك الحلقات البديعة اللامعة تحيط به تجعل له صفة مميزة وخاصة بين أفراد النظام الشمسي كافة.

على الرغم من تميز كل كوكب كما لاحظت من دراستنا للكواكب السابقة بصفة معينة يختلف فيها عن غيره .

فإذا كنت ممن رصدوا كوكب زحل بواسطة المقراب فانك ستشهد معي ولا ريب بأنه من اجمل ما يمكن أن تراه عبر المرقب. وإذ لم تكن قد رصدته سابقا فأنا أنصحك بالسؤال عن اقرب نادي أو جمعية فلكية أو حتى صديق يملك مقراباً وانظر نحو الكوكب ومتع عينيك برصده.

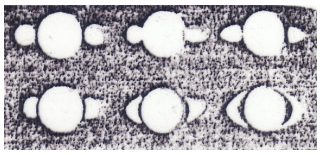
فأنا لازلت اذكر تلك الأمسية التي رصدت بها الكوكب فقد كنت حديثة العهد في

الجمعية الفلكية ولم أكن قد رصدت بوساطة المقراب سابقاً وكان أول مشاهدة لي هو كوكب زحل. حتى أني تساءلت ريثما يجهز المقراب هل سأرى في ذلك الجرم اللامع الصغير في السماء ما أراه في الصور؟ كوكب محاط بحلقات.

وعندما جاء دوري للنظر تسمرت مكاني وحبست أنفاسي وأنا غير مصدقة حقا انه رائع! كوكب يحيط به حلقات دون رباط أو وصل واقتنعت بالفعل انه الأجمل بين الكواكب!

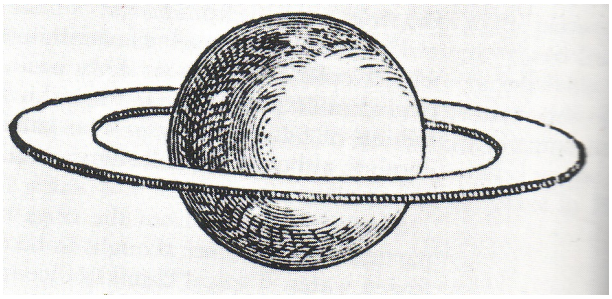
الكوكب ذو الحلقات

في هذا الفصل سأبدأ حديثي بشيء من التاريخ عن أرصاد هذا الكوكب.

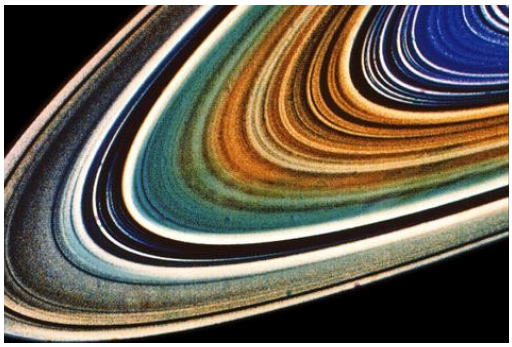


في العام 1610 عندما رصد العالم جاليليو كوكب زحل من مرقبه البدائي قال انه ليس جسم واحد بل ثلاثة أجسام ملتصقة لا تتحرك بالنسبة لبعضها بعضا. وكان الجسم الأوسط أكبرها وبعد سنتين من الرصد وفي العام 1612 اختفى الجسمان الجانبيان! ولم يعلل سبب ذلك.

وفي العام 1655 كانت مشاهدات العالم كريستان هايجنز Christian Huygensحيث شاهد قرصا لامعا حول استواء الكوكب دون أن يكون هناك أي اتصال له بالكوكب. وقد قرأت في أحد المراجع أنه شعر بذعر شديد ورفض إخبار أحد. إلى أن قام بنشر ذلك بكتابه Systema Saturnium عام 1659 وقال فيه أن هذه الحلقة صلبة متجانسة.



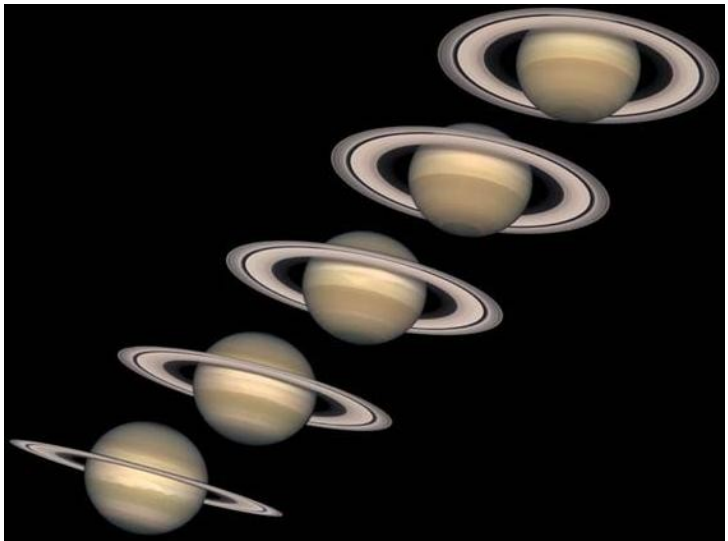
وهكذا بقي الحال حتى قام العالم جيوفاني كاسيني في عام 1675 برصد الحلقة وتحديد فجوة قسمتها إلى حلقات ودعيت هذه الفجوة باسمه فاصل (فجوة) كاسيني. ثم توالت الدراسات العديدة على الحلقات ونذكر منها دراسة العالم جيمس ماكسويل James Maxwell في المدة بين 1857-1875 قال فيها لو أن هذه الحلقة على شكل قرص صلب متجانس فلا بد وأن تنكسر وتتحطم حين تطبيق قوانين الحركة عليها. ولذلك فلا بد أنها تتألف من عدد هائل من الأجسام الصغيرة التي تدور في مدارات منفردة حول الكوكب. وفي عام 1895 قام العالم



جيمس كيلر James Keeler بتطبيق ظاهرة دوبلر لدراسة وتحديد سرعة هذه الأجسام فوجد أن سرعتها تتناقص مع ازدياد البعد عن الكوكب, ولو كانت الحلقات تتحرك على شكل جسم صلب متجانس فإن سرعة الطرف الأبعد ستكون أكبر والطرف الأقرب للكوكب ستكون أقل سرعة.ولكن هذا ليس ما وجد وبالتالي فلا يمكن لأي جسم صلب متماسك أن يكون له سرعات مختلفة. فبالتأكيد هذه الحلقة عبارة عن حلقات منفصلة.

وعند وصول مركبة الفضاء بيونير-11 عام 1979 تلتها مركبة الفضاء فويجير عام 1980 وجدت أن النظام الحلقي ليس حلقات منفصلة بل هو عشرات الآلاف من الحليقات بحيث تدور المادة المكونة لها كل جزء في مدار خاص. وليس هناك فراغات وفواصل بالمعنى الحقيقي. ففاصل كاسيني على سبيل المثال يحتوي مئات من هذه الحليقات ولكن لأن تركيز المادة أقل يبدو بلون داكن أو فاصل. وعند تركيز المادة في مدار معين فإنها تزيد من شدة انعكاسية الضوء فتبدو لامعة. وهذه الحلقات تتكون من جليد ماء أو أجسام صخرية مكسوة بجليد ماء تبلغ أقطارها من ميكروميترات إلى عدة ميليمترات إلى عشرات الأمتار.

ولأنها تدور في مدارات دائرية حول الكوكب فإنها تكون مصطفة بجانب بعضها على شكل حلقة عريضة ورقيقة في نفس الوقت. فقد تم تقدير عرض الحلقة من 300 ألف كلم –400ألف كلم أما سمكها فكان يتراوح بين 50-150 متر فقط فهي بذلك أرق صفيحة أو قرص عرفه الوجود إذا قارنا بين العرض والسمك. ولعل هذا هو سبب تباين مشهد الحلقات في الأرصاد ففي عام 1612 عندما رصد جاليليو اختفاء الحلقات كان ذلك لأن الحلقات بدت للأرض من حافتها.

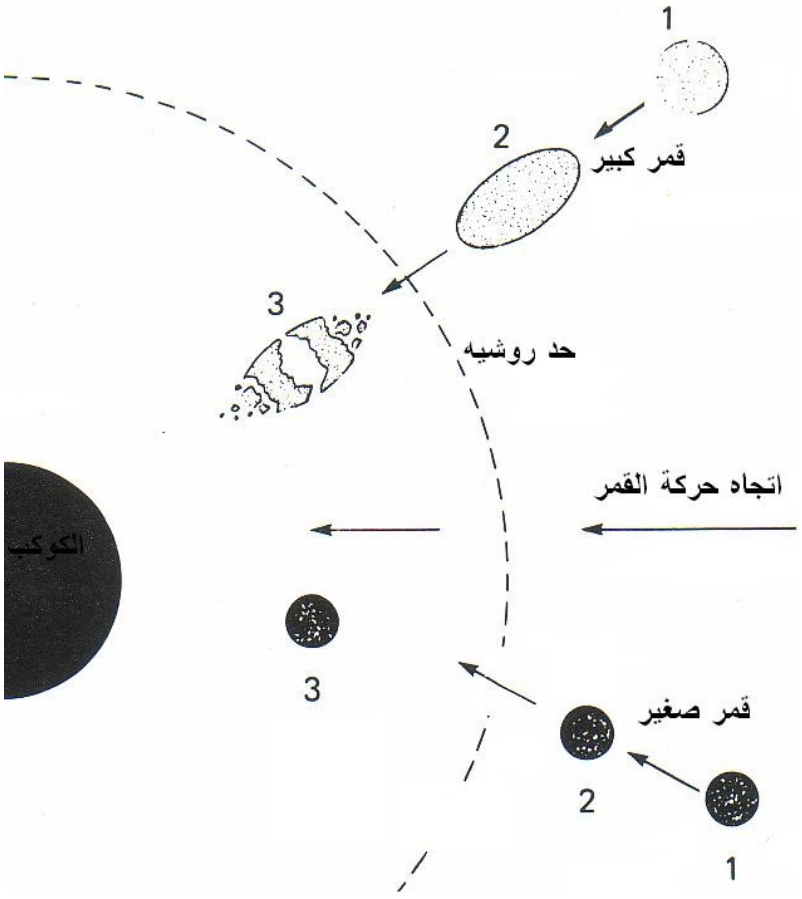


وبسبب ميلان محور الكوكب الذي يعادل 27 ْ تمر فترات نرى في الحلقة بشكل مواجه للأرض مباشرة وقد كان آخر مرة رصدت فيها حافة الحلقات من الأرض عام 1980 وفي العام 1995 شاهدنا حافة الحلقات أيضاً لذلك لن نرى الحلقات المثيرة إذ قمنا بالرصد خلال هذه المدة ولكن مع دوران الكوكب وحركته في مداره ستعود الحلقات بالظهور بشكلها الرائع بعد عدة سنوات.

لماذا هذه الحلقات أصلاً ؟

هذا هو السؤال الذي يتبادر إلى أذهاننا فوراً ما السبب الداعي لتكون هذه الحلقات حول الكواكب العملاقة جميعها, وبشكل واضح ورائع حول الكوكب زحل؟

قام العالم الرياضي الشهير إدوارد روش Roche باشتقاق علاقة رياضية حول الموضوع في عام 1850. وقبل وضع صيغة العلاقة علينا أن نعلم أن أي جسم صلب له جاذبية داخلية (نحو الداخل) تحفظه متماسكاً فإذا مر مثل هذا الجسم



المتماسك بالقرب من كوكب عملاق ذو جاذبية هائلة فإنها ستبدأ بالتأثير عليه

واصطياده. وإذا لم يستطيع المقاومة فإنه سيقترب من الكوكب إلى حد معين يصبح فيه الجذب الخارجي على هذا الجسم كبير مقابل الجذب نحو الداخل فيه وعندها لن يستطيع الجسم الصمود فيتحطم وينهار تحت هذه الجاذبية إلى أشلاء تدور في مدارات منفردة حول الكوكب لتشكل حلقة. وقد حدد هذا العالم المسافة التي يجب أن يبعدها الجسم عن الكوكب لحودث مثل هذه الظاهرة هو مرتين ونصف قطر الكوكب من مركزه وهو ما يعرف بحد روش. ويشترط أن يكون الجسم ذا حجم وكتلة معينة لينطبق عليه مثل هذا الحد. فالأجسام الصغيرة الصلبة التي قطرها أقل من 100 كلم تمر دون أن تتحطم في هذا الحد ومن الأمثلة عليه

القمر أطلس Atlas وقطره 30كلم

القمر Pandora وقطره 90 كلم

القمر Prometheus وقطره 100 كلم

تدور هذه الأقمار أو القميرات الصغيرة ضمن حدود الحلقات كما سترى لاحقاً. فلا نجد حول زحل قمر بالمعنى الحقيقي على بعد أقل من 144 ألف كلم من مركز الكوكب. هذه الحلقات التي تقدر مادتها 10 15 طن تمتد من بعد 7 آلاف كلم لتشكل عدداً من المناطق الرئيسية وتقسم إلى تسع مناطق رئيسيه وهي:

الحلقة D: الأقرب إلى الكوكب اكتشفتها فويجير وتحوي كمية قليلة من المادة لذلك تبدو داكنة ولم نراها من الأرض.

الحلقة C: هي حلقة كريب Crepe التي كما يدل أسمها شفافة جداً ورقيقة.

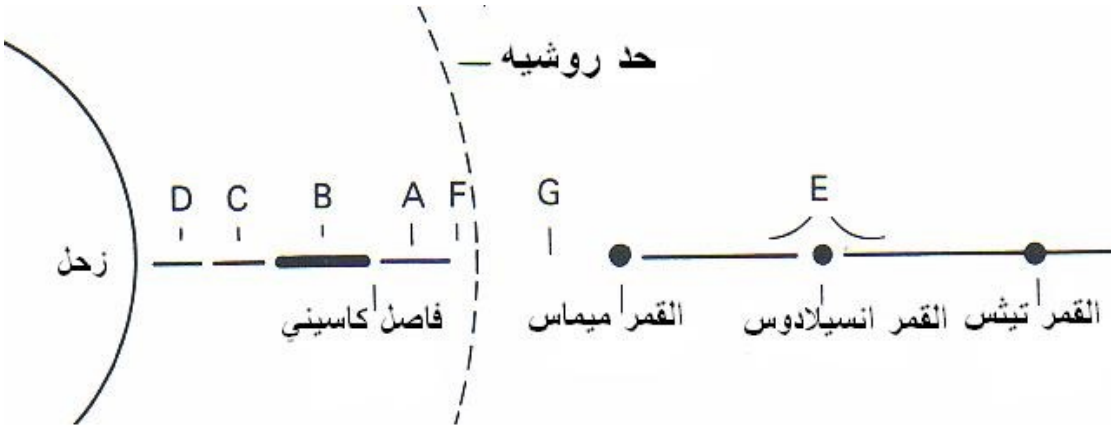
الحلقة B: وهي الحلقة الأكثر لمعاناً وتألقاً.

فاصل كاسيني :بعرض 4-5 ألف كلم .

الحلقة A : حلقة لامعة يدور على مدارها الخارجي القمير أطلس .

فاصل إنكي.

الحلقة F : حلقة غريبة اكتشفها بيونير –11 وهي حلقة ضيقة داخل حد روش وهي بشكل مجدول وغريب تظهر فيه حركة الجسيمات بشكل غير اعتيادي يحرسها من الجانبان القمر Prometheus السريع من الداخل, والقمر Pandor البطيء من الخارج. ويعتقد أن لهذه الأقمار دور في حراسة الجسيمات وعدم السماح لها بمغادرة حدود الحلقة.



الحلقة G .

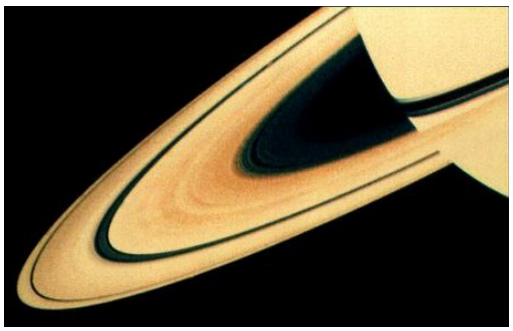
الحلقة E: التي تصل إلى خارج حد روش واكتشفتها المركبة فويجير ويدور في وسطها قمر انسيلادوس في مداره ولعله يغذيها في المادة الجليدية.

درجة حرارة هذه الجسيمات في الحلقات تتراوح بين –180ْس إلى –200ْ س.

ما هو أصل هذه الحلقات؟

سؤال آخر لا بد وأن يظهر أثناء دراسة نظام الحلقات. هناك نظريتان قد طرحتا للإجابة عن هذا السؤال: النظرية الأولى تقول أن مادة هذه الحلقات والتي قلنا

أنها تساوي 10 15 طن تكفي لصنع قمر قطره يصل إلى 250 كلم.يكون قد دخل في حد روش وتحطم مكوناً هذه الحلقات.



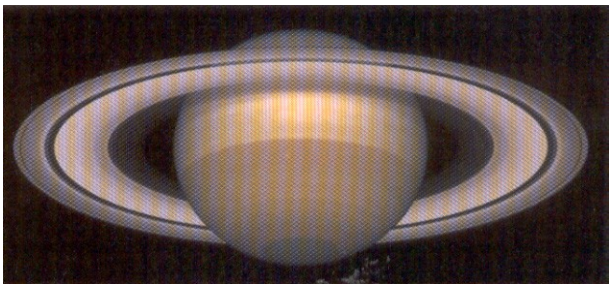
ولكن مع دراسة هذه الجسيمات المكونة للحلقات وتقدير عمرها فقد وجد أنها لا وأن تكون من بقايا المادة المتخلفة عن تكوين الكوكب بفعل وقوعها في مدار داخل حد روش وبفعل جاذبية الكوكب العملاق لمن تستطيع التجمع ثانية وتكوين قمر .وبقيت في مدار حول الكوكب على شكل حلقة فإذاً هي قمر فشل في التكون أصلاً ولا يزال السؤال مطروحاً.

الكوكب زحل

نعود أدراجنا الآن إلى سادس الكواكب بعداً عن الشمس إذ يدور على بعد 1430 مليون كلم وتقارب 9.5 وحدة فلكية في مدار شذوذية مركزه (e=0.056) فيكون الأوج على بعد 1510 مليون كلم.والحضيض على بعد 1350 مليون كلم. يقطع هذا المدار في زمن مقداره 29.5 سنة أرضية يدور ومحوره مائل بمقدار ْ27 مما يجعل هناك تغيرات فصلية على سطحه وهو سبب تباين وضعيات رصد الحلقات كما أسلفنا سابقاً.

قطر هذا الكوكب بدون نظام الحلقات 9.4 مرة أكبر من قطر الأرض ويبلغ 60330 كلم عند خط الاستواء ولأن الكوكب منبعج قليلاً فإن قطره من الشمال إلى الجنوب يكون أقل من ذلك ويبلغ 54000 كلم ولعل ذلك بسبب سرعة دورانه حول نفسه ,فهو يقطع يومه الزحلي في 10 ساعات ونصف تقريباً بالمقياس الأرضي. وبذلك فإن حجمه أكبر من الأرض ب 900مرة. أما كتلته 5.9*10 26 كغم تبلغ 95 مرة أكبر من كتلة الأرض.

من هنا نستطيع حسب كثافته والغريب العجيب أنها تبلغ 0.7 غم / سم 2 مقارنة مع كثافة الماء البالغة 1 فإنها أقل منه! ولذلك إذا أحضرنا مسطح مائي لهذا العملاق فأنه سيطفو عليه ويمكن تشبيهه بالكرة البلاستيكية المنفوخة بالهواء لضخامة حجمه وقلة كثافته. وبالتالي الكوكب غازي ولابد أن يتكون من أخف الغازات وهي الهيدروجين H والهيليوم He .



سطح الكوكب:

يبدو الكوكب لراصده مخططا عرضياً بموازاة الاستواء بخطوط ملونة. ولكنها ليست بمثل تباين خطوط المشتري ,فيغلب عليها اللون الأصفر والبني الشاحب. وهذه الطبقة الخارجية عبارة عن بلورات أمونيا متجمدة وهي سبب لونه المصفر. وتعصف على هذه السحب رياح عاتية باتجاه الشرق مع حركة الكوكب حول نفسه وتبلغ سرعتها 1800 كلم/ ساعة عند خط الاستواء. ولكن تحصل حركة عكسية للرياح عند الأقطاب. ولم يتم رصد أعاصير ضخمة كالتي على المشتري إلا أنه تم رصد بقع بيضاء بيضاوية على سطح الكوكب كالتي تم رصدها في أيلول 1990 من قبل هاوي فلك, وعندما صورت الظاهرة بواسطة تلسكوب هابل كانت قد تحولت إلى خط أو حزام يدور حول الكوكب جنوب خط الاستواء.

تتألف غازات الكوكب حسب نتائج المركبتين بيونير و فويجير كما بالشكل التالي:

الغاز	النسبة المئوية
هيدروجين	% 92.4
هيليوم	% 7.4
ميثان	% 0.2

أمونيا	0.02 %

بحيث تكون طبقات السحب العليا جليد أمونيا ,ثم أمونيا هيدروسلفايت وكبريتتيد الهيدروجين, ومن ثم طبقة هيليوم وهيدروجين غاز, يليها طبقة الهيدروجين المعدني. ويعتقد أن للكوكب قلب صلب جليدي صخري تتركز فيه بعض المواد مثل السيليكا والمعادن بقطر 1500 كلم.

الحقل المغناطيسي لزحل :

على الرغم من أن سرعة دوران الكوكب حول نفسه شبيهة بتلك لكوكب المشتري و اليوم عليهما يقارب 10 ساعات, إلا أن الحقل المغناطيسي لزحل يعادل 1/20 من قوة حقل المشتري المغناطيسي. ولكنه لا يزال أكبر بألف مرة من قوة حقل الأرض المغناطيسي.

وكذلك يتميز المجال المغناطيسي لكوكب زحل بوجود قطبان شمالي وجنوبي له ولكنه يعاكس الأرض في موقعهما فنرى البوصلة الأرضية تشير نحو جنوب الكوكب زحل الجغرافي ليدل على موقع القطب الشمالي المغناطيسي عليه. وهذا المجال مطابق تماماً مع محور دوران الكوكب بينما على الأرض يميل بمعدل 10° عن محور دوران الأرض. وله غلاف مغناطيسي منتظم وطبقة متأينة من ذرات الهيدروجين حول الكوكب .

وقد حدد العلماء أن سبب ضعف هذا المجال مقارنة مع المشتري يعود إلى قلة سمك الطبقة السائلة المعدنية من الهيدروجين فيه مع تلك على المشتري.

كوكب باعث للحرارة :

على الرغم من أن ما يصل زحل من حرارة الشمس تعادل 1 % مما يصل إلى الأرض. إلا أن الصور بالأشعة تحت الحمراء أظهرت أن الكوكب يشع حرارة مما يجعله متألقاً ولامعاً وتعادل الطاقة المنبعثة منه 1.76 مرة أكثر مما يتلقى من

الشمس ودرجة حرارة الغيوم 97 ْك. ولكن زحل أصغر حجماً من المشتري لذلك فقد برد بسرعة أكبر ولا يمكن أن تكون هذه الطاقة التي يشعها هي الحرارة المخزونة فيه أثناء تكونه قبل 4.6 بليون سنة. إذاً لا بد من وجود مصدر آخر لهذه الطاقة.

نحن نعلم أن المواد تذوب بسهولة في السوائل الساخنة أكثر من الباردة . وكذلك بارتفاع درجة الحرارة وزيادة الضغط يصبح من السهل ذوبان الهيليوم في الهيدروجين المعدني تماماً كما هو متوقع في المشترى .

ولكن زحل أبرد وأدنى درجة حرارة من المشتري فلن نتوقع هنا ذوبان كامل للهيليوم في الهيدروجين المعدني.فماذا الذي حدث؟ لقد توقع العلماء أن زحل ذا حرارة وضغط أقل وبالتالي فإن الهيليوم يتكاثف على شكل قطرات في الهيدروجين ولا يذوب فيه. ثم بفعل الجاذبية تبدأ بالتساقط نحو الأسفل باتجاه

مركز الكوكب وكأنها مطر هيليوم, وإثناء حركته نحو المركز وبفعل الجاذبية ينضغط ويسخن وتتحول طاقته إلى حرارة يشعها باطن الكوكب مثلما يحدث عند تساقط المطر على سطح الأرض فإن طاقته الحركية المتزايدة بفعل الجاذبية تتحول إلى حرارة وهذا ما يحدث في زحل, ويتوقع العلماء عند انتهاء تساقط الهيليوم أن الكوكب سيبرد ولا تعود عليه أي حرارة إضافية سوى تلك المستمدة من الشمس. وعليه فإن تركيز الهيليوم أقل في غلاف زحل الغازي من المشتري وبالفعل فإن أرصاد فويجير أشارت إلى نسبة الهيليوم تعادل 7% فقط.

أقمار زحل :

كما لاحظنا في المشتري نظام الأقمار الكبير المحيط به فنجد أن هذا النظام يتكرر حول الكواكب العملاقة جميعها. فكوكب زحل له واحد وثلاثون قمراً محدد الصفات والعديد من القميرات الصغيرة. حيث سنجد أنها في أغلبها جليدية تتراوح كثافتها بين 1.1-1.4 غم / سم 3 عدا القمر تيتان الذي سأتركه حتى

النهاية لأن الحديث عنه يطول. وهذه الأقمار باردة جداً حتى أن جليدها صلب كالفولاذ مما يحفظ التضاريس القديمة. وهذه الأقمار بالترتيب من الأبعد إلى الأقرب نسبة إلى الكوكب هي :

1-القمر Phoebe :

وهو الأبعد الذي يدور على بعد يقارب 13 مليون كلم اكتشفه العالم بيكرينغ عام 1898. هذا القمر يتميز بحركة تراجعية دوناً عن أقمار زحل الأخرى التي تدور مع اتجاه دوران الكوكب. وهو داكن في بنيته وقليل الانعكاسية(0.05)مما يعطي الانطباع أنه كويكب وقع في أسر زحل وأصبح يدور حوله.

2-القمر Iapetus :

يدور على بعد 3.5 مليون كلم تقريباً اكتشفه العالم كاسيني عام 1671 وهو قمر غريب عجيب ويدعى ذو الوجهين وعندما رصد الكوكب كان يظهر في مداره لامعا جداً وعندما يصبح في الطرف المقابل يصبح داكناً جداً بحيث لا يمكن رصده فيتباين عكس الأشعة عن السطح من 3% في الطرف المعتم إلى 50% في الطرف اللامع وإنعكاسيته تتراوح بين 0.08- 0.4 مما دعا العلماء للاعتقاد بأنه يقسم إلى نصفين أحدهما داكن من مواد عضوية,والآخر جليدي لامع. ولأنه يحفظ دائماً نفس الوجه باتجاه الكوكب زحل أثناء دورانه حوله نراه نحن لامعاً ثم نراه داكناً عند رصده من الأرض.

3- القمر Hyperion :

يدور على بعد 1.5 مليون كلم من الكوكب اكتشف من قبل عدة علماء عام 1848 وهذا القمر له شكل غير منتظم أبعاده 360 كلم و 225 كلم .وأيضاً مداره غريب فشذوذيته المركزية عالية وتصل إلى 0.1 .وبالتالي تتغير سرعته باستمرار أثناء دورانه حول الكوكب.

4- القمر تيتان: على بعد 1.2 مليون كلم .وسأتحدث عنه لاحقاً بالتفاصيل.

5- القمر ريا Rhea :

يدور على بعد 527 ألف كلم من الكوكب.اكتشفه العالم كاسيني عام 1672 .وهو قمر حجمه نصف حجم قمرنا الأرضي. يوجد على سطحه فوهات نيزكية كثيرة.وهو ذو انعكاسية عالية تصل إلى 0.6.

6- القمران Dione و Helen :

قمران يشتركان في مدار واحد على بعد 378 ألف كلم .الأول اكتشفه العالم كاسيني عام 1684 والثاني حديث العهد 1980. الأول أكبر حجماً ويوجد على سطحه فوهة تبدو حولها اندفاعات سائلة متجمدة. أما الثاني فصغير وجليدي بقطر 30كلم فقط.

7- الأقمار Tethys, Calypso , Telesto:

تتشارك في مدار واحد على بعد 295 ألف كلم الأول اكتشفه كاسيني عام 1648 والآخران حديثا العهد اكتشفا في العام 1980 وهما قمران صغيران غير منتظما الشكل بقطر حوالي 25 كلم لكل منهما. هذه الأقمار الثلاثة تدور في مدار واحد تحفظ بينها مسافة متساوية تقارب 60° عن بعضا البعض.

القمر تيثس بقطر ألف كلم ويحتوي على صدع كبير Ithaca Chasma يمتد من شمال القمر ماراً باستوائه نحو القطب الجنوبي قاطعاً مسافة تعادل ¾ محيط القمر بعرض 100كلم وعمق يتراوح بين 4-5 كلم. وله حافة ترتفع حوالي نصف كيلومتراً من الجوانب.وهناك العديد من الفوهات النيزكية منها فوهة ضخمة تدعى أوديسا بقطر 400كلم .

8- القمر انسيلادوس Enceladud :

يدور على بعد 238 ألف كلم عن الكوكب .اكتشفه العالم هيرشل عام 1789 يتميز هذا القمر بانعكاسية سطحه العالية إذ يعكس 100% من قيمة الأشعة الساقطة عليه أي أن انعكاسيته = 1 ليكون أكثر أجرام النظام الشمسي انعكاسية. قطره لا يتجاوز 500كلم .له سطح جليدي ناعم يحتوي على عدد من التصدعات.

9- القمر ميماس Mimas :

يدور حول الكوكب على بعد 185 ألف كلم اكتشفه العالم هيرشل عام 1789 وهو قمر صغير قطره حوالي 400 كلم وهو مسبع بالفوهات النيزكية خاصة الفوهة العملاقة التي قطرها 1/3 قطر الكوكب وتدعى هيرشل بقطر 130 كلم ,ولها حواف جدارية بارتفاع 5 كلم وهو قمر جليدي لامع.

10- القمران Epimetheus و Janus :

قمران غريبان في اشتراكهما في مدار واحد بحيث يكون أحدهما أقرب إلى الكوكب وبعد أربع سنوات يقومان بتبديل مواقعهما .القمران صغيران بقطر 120 و 190 كلم على التوالي. اكتشفا في العام 1966 .

11- القمر Pandora :

وهو قمر صغير بقطر 90 كلم يدور خارج الحلقة F على بعد 142 ألف كلم ويشكل قمراً حارساً لجزيئات الحلقة فيمنعها من الهروب إلى الخارج بحركته البطيئة .اكتشف عام 1980.

12- القمر Prometheus:

قمر صغير بقطره 100كلم يدور داخل الحلقة F على بعد 139 ألف كلم ليحرس جزيئات الحلقة من الداخل فيمنعها من السقوط نحو الكوكب بحركته السريعة اكتشف عام 1980.

13- القمر أطلس Atlas:

قمر صغير بقطر 30كلم يحرس حافة الحلقة A يدور على بعد 137 ألف كلم اكتشف عام 1980.

14 – القمر Pan :

قمر قطره 20كلم ويدور حول الكوكب على بعد 134 ألف كلم اكتشفه العالم Showatter عام 1990 يدور داخل فاصل أنكي.

القمر تيتان Titan:

أكبر أقمار زحل على الإطلاق قطره 5150 كلم أصغر قليلاً من جانيميد أكبر أقمار المجموعة الشمسية يدور على بعد 1.2 مليون كلم عن الكوكب. اكتشفه هايجنز عام 1655 .

في عام 1903 توقع العالم الإسباني Comas Sola` بوجود جو عليه.وفي العام 1944 العالم جيرارد كويبر قام بتحليل طيف الكوكب واكتشف الميثان عليه وفي العام 1980 بواسطة المركبة فويجير-1 اكتشف وجود النيتروجين عليه فكان من المقرر أن تمر المركبة بالقرب من القمر لتدرسه وبذلك ستفقد قدرتها للاستفادة من جاذبية زحل والانطلاق نحو أورانوس ونبتون ولكن الفائدة من دراسة هذا القمر ستكون كبيرة وخصوصاً بوجود مركبة فويجير-2 التي ستكمل المشوار إلى باقي الكواكب بينما انطلقت فويجير-1 نحو الفضاء فوق خط دائرة البروج.

ولكن للأسف الشديد لم تظهر ملامح للقمر اللامع باللون البرتقالي الرائع بسبب وجود الضبخن Smog الذي يلف سطح القمر تماما حيث تحدث تفاعلات

كيميائية ضوئية يتحطم فيها الميثان بواسطة الأشعة فوق البنفسجية ويتفاعل مع النيتروجين وبفعل البرودة والجفاف يتراكم الضبخن. هذا القمر كثافته 1.9 غم/سم 3 ويتوقع بذلك أن يكون له نواة صخرية تشكل 55% من حجم القمر محاط بقشرة جليدية.

جوه سميك وكثيف يتألف من نسبة 90% من النيتروجين وما يتبقى من غاز الميثان ووجود العناصر الأخرى ضئيل جداً. الضغط الجوي عليه 60% أكبر من ضغط الأرض الجوي على مستوى سطح البحر وبالتالي توقع العلماء أن يحوي كمية غاز أكبر بحوالي 10 مرات من الأرض.درجة حرارة هذا القمر 94 ك= – 180 ْ س فهو متجمد.

هذا القمر أثار العديد من التساؤلات لاحتوائه على جو بينما عطارد الكوكب ليس له جو.وهذا الجو يتألف في معظمه من نيتروجين مثل الأرض التي يتألف غلافها من نيتروجين في معظمه أيضاً .ولكن هذا القمر لا يحتوي على أي من الأكسجين بل يكتمل تركيبه من غاز الميثان الذي يهمنا كثيراً لأنه بدرجة الحرارة هذه يكون موجوداً بحالاته الثلاثة على شكل غيوم في الجو وسائل في المحيط الذي يتوقع أنه يغطي سطح القمر وصلباً على شكل جليد ميثان.

السؤال الكبير الذي يطرح نفسه,لماذا يحتوي تيتان على جو بينما الكوكب عطارد والقمر جانيميد الأكبر بين الأقمار لا يحتويان على جو؟

العوامل التي تحدد وجود الجو أو عدمه هما الكتلة ودرجة الحرارة وحيث أن هذه الأجرام الثلاث تتقارب في أحجامها وكتلها فيكون الفارق بينها بسبب العامل الثاني وهو درجة الحرارة.فعطارد القريب جداً من الشمس حرارته عالية تكفي لتبخر أثقل الغازات عن سطحه ولا يمكن الاحتفاظ بالجو بأي حال من الأحوال.

أما القمر جانيميد قمر المشتري الأكبر فكلا القمرين يقع بعيداً عن الشمس ولكن عامل الحرارة لا يزال هو الفارق الوحيد بينهما فعند ولادة القمرين كان موقع

تيتان بجانب زحل البارد المتجمد كاف ليتكون جليد ماء يقوم بامتصاص الميثان والأمونيا وتجميدهما فيه مقارنة مع موقع جانيميد الأدفأ والأقرب إلى العملاق والأكثر حرارة فلم يتطور الوضع إلى أكثر من جليد ماء.وعندما دفأ لب القمر تيتان سمح للميثان والأمونيا بالتحول من جليد إلى غاز حيث قامت أشعة الشمس بتحطيم الأمونيا إلى هيدروجين انطلق في الفضاء والنيتروجين بقي معلقا في الجو مع الميثان.

قصة اكتشاف الكوكب أورانوس

بقلم: سناء مصطفى عبده

نائب رئيس الجمعية الفلكية الأردنية

تميّز الكوكب أورانوس بأنه أول كوكب يحدد تاريخ اكتشافه من قبل الإنسان.

ليس هذا وحسب بل أن قصة اكتشافه لا تقل غرابة عن غرابة بعض مميزاته. لقد اكتشف هذا الكوكب من قبل ويليام هيرشل.

ولد فريدريك ويليام هيرشل في هانوفر بتاريخ 15/11/1738 .وكان أحد عشرة أطفال في عائلة مات أربعة منهم في سن الشباب.كان والده قائداً لفرقة موسيقية في الحرس الهانوفري، وكانت والدته ربة بيت تجهل القراءة والكتابة. أما هيرشل فكان يذهب إلى مدرسة جاريسون الحكومية في منطقته ولفت الانتباه لإبداعه في مواضيع اللغات والرياضيات وبشكل خاص في موضوع الموسيقى. وفي العام 1753 ولم يكن يبلغ آنذاك الخامسة عشرة من عمره تم اختياره كموسيقي في فرقة الحرس التي كان والده يعمل فيها. وتشاء الصدف أن حرب السبع سنوات بين بريطانيا وفرنسا بدأت في تلك الفترة ,وكانت هانوفر حينها مع بريطانيا تحت إمرة الملك جورج الثاني.وبعث ويليام مع فرقته إلى بريطانيا لمواجهة غزو فرنسا ولكن لم تدم مدة مكثه في الجيش طويلاً، فقط عدة شهور تعلم خلالها الإنجليزية حيث كان قد عاد إلى وطنه هانوفر تحت إمرة الدوق كامبرلاند والذي يذكر أنه في تموز 1757 تدمر جيش الدوق في معركة هاستنبك وفيها غادر ويليام مجموعته بدون إذن واختبأ في مستنقع ماء، وبعد عدة أيام آثر بطلب تسريحه من الخدمة ولعدم الحاجة الماسة للموسيقيين

في تلك الفترة تمت الموافقة على طلبه وإعطائه شهادة تسريح من الخدمة بناءً على طلبه.

إلا أنه لم يستفد من الامتيازات الخاصة بالجيش بعد التسريح لأنه دخله صغيراً ولم يتم تسجيله رسمياً آنذاك. ويمكنك حين تزور متحف هيرشل في مدينة باث رؤية ورقة التسريح معلقة في إطار هناك.

وفي نهاية عام 1757 ارتحل وأخوه يعقوب إلى لندن وبقي فيها مدة قصيرة جمع خلالها مبلغاً يكفي لارتحاله نحو يوركشير شمالاً حيث أصبح بعد فترة قائداً لفرقة موسيقية فيها. واستمر فيها حتى العام 1764 إذ عاد إلى وطنه هانوفر وكانت آخر مرة يرى فيها والده. وهنا لاحظ أن أخته كارولين ترزخ تحت أعباء مسؤولية المنزل المضنية وتمنى مساعدتها، وعمل حينها عازف أورغ في بلدته ثم ذهب في عام 1766 إلى مدينة باث وهناك تم اختياره ليكون عازف الأورغ الجديد في فرقة الكنيسة والذي كان تحت الإنشاء بعد. فعمل في فرقة ريتشارد لينلي. وهناك في باث أحد المراكز الثقافية المهمة ظهر ويليام وذاع صيته واحتل مكان مميزة إذ كان جميل الهيئة لطيف الشخصية وعذب المنطق والأهم مهارته الموسيقية المبدعة.

وفي الرابع من تشرين الأول عام 1767 أصبحت فرقة الكنيسة جاهزة وتم الافتتاح رسمياً ليصبح ويليام من أبرع عازفي الأورغ مما دعا إلى استقراره. وأتاح ذلك لأخته فرصة زيارته في لندن. وفي عام 1772 طلب من أخته كارولين الحضور للعيش معه لتساعده في تدبير المنزل وتمارس مهنتها المفضلة الغناء. ولم يمر عليه وقت أفضل من هذا حيث أصبح مدير فرقة باث الموسيقية المحلية، وفي أثناء هذه السنوات تسلل علم الفلك إلى حياته دون أن يشعر وكانت أولى مشاهداته الفلكية عام 1766 حيث رصد كوكب الزهرة، وخسوف القمر، ثم أعجبه الموضوع، وقام بشراء الأدوات اللازمة لصنع مقرابه العاكس بنفسه، وبمساعدة أخيه الكسندر ثم أخته كارولين.

وانضم هيرشل إلى ورشة عمل لصنع المقارب في وقت فراغه وكان لا يزال يعمل ليعتاش من الموسيقى، ولكن هواية الفلك كما هي حالها بدأت تتغلغل في

نفسه وتتعمق يوماً بعد يوم. وظهر له أن صناعة مرآة مقراب أصعب بكثير مما كان يظن وذلك لأن زجاج في تلك الفترة كان صعب التشكيل وكانت المرايا تصنع من سبيكة معدنية خاصة يخلط فيها النحاس والقصدير بنسب معينة، ثم يتم صقلها. ولكنه فشل المرة تلو المرة حتى أنه يقال أن ويليام صنع 200 مرآة فاشلة قبل أن يحقق حلمه ويصنع مرآة ناجحة بقطر 5 إنش وبعد بؤري 5.5 قدم.

وفي الرابع من آذار 1772 وجه مقرابه الخاص نحو كوكبة الجبار حيث رصد سديماً وعجب لما رآه وكانت عندها نقطة التحول.

في صيف 1774 انتقل من منزله إلى سكن غير معروف ثم بعد ثلاث سنوات عاد وسكن في منزل رقم 19 في شارع نيوكنج. ثم ارتحل في عام 1779 إلى شارع ريفرز قرب جمعية باث للفلسفة والثقافة وكان المنزل بدون حديقة لذلك كان عليه أن يحمل المقراب إلى الخارج في الليل للرصد، وتشاء الصدف أن يمر أمامه ذات مرة رجلاً ويطلب منه مشاهدة ما يرى؛ وكان هذا الرجل هو ويليام واتسون الذي أصبح فيما بعد صديقه المخلص والذي أوصل أوراقه الأولى عن الاكتشاف إلى الجمعية الملكية. وأصبح الرصد عشقه المفضل وكان من أنشط راصدي عصره إذ لم يكن يفوت ليلة صافية دون رصد مهما كان. وحينها خطر في باله دراسة النجوم وتوزيعها وأبعادها في السماء.

ثم عاد في آذار 1781 إلى منزله رقم 19 في شارع نيوكنج ورصد جرماً غريباً في السماء؛ غير مجرى حياته كاملاً وأصبح بعدها شخصية مشهورة نال اهتمام الجميع حتى الملك جورج الثالث الذي أعطاه لقب ملك الفلكيين. وقد كان الملك جورج الثالث هاوٍ للعلم وجامع للأجهزة يوجد معظمها الآن في متحف لندن للعلوم. وقد دعا الملك هيرشل إلى القصر ليطلعه على كيف يقوم بصنع المقارب، وحتى يتفرغ تماماً للفلك أمر الملك بمنحه 200 جنيه سنوياً ويترك الموسيقى وقد أعطى أخته كارولين 50 جنيه كمساعدة له. أصبح بعدها الفلك مهنته والموسيقى هوايته.

وتميّز هيرشل بشغفه في صنع المقارب وأبدع فيها، حتى أن ميسكلان عندما فحص مقرابه أثنى عليه. فلم ينتهي من صنع واحداً حتى يطمح إلى صنع واحد أكبر وهكذا حتى صنع مقراباً بقطر 6.2 إنش وبعد بؤري 7 أقدام، يقال أن اكتشاف الكوكب أورانوس تم من خلاله. ثم صنع آخر بقطر 12 إنش وبعد بؤري 20 قدم. وعندما كان يعمل بآخر قطره 36 انش وقع حادث أدى إلى تحطيم المرآة وباع المنزل على أثره وارتحل عدة مرات حتى استقر أخيراً في بيت الرصد في منطقة سلوه Slough حتى يكون قريباً من الملك جورج ويقدم له تقاريراً عن إنجازاته العلمية وأبحاثه الفلكية ويرصد معه. وفي هذا البيت صنع مقراباً ضخماً قطر مرآته يصل إلى 49 إنش وبعد بؤري 40 قدم، والذي بواسطته اكتشف قمرين للكوكب زحل هما ميماس وانسيلادوس.

وقد أطلق الاتحاد الفلكي الدولي اسم هيرشل على الفوهة الكبرى للقمر ميماس تكريماً له. وكذلك درس الزهرة وتضاريس كوكب المريخ حيث حسب مدة دوران الكوكب حول نفسه وكانت تعادل 24 ساعة 37 دقيقة 26.3 الثانية. بخطأ مقداره 4 ثواني عن القيم الحالية. وكان هذا هو التلسكوب الأكبر حينها وكان استعماله صعب ودائم عدم الثبات –إلا في الليالي الساكنة تماماً – ويحتاج إلى بذل جهد دائم وكبير لإبقائه في حالة جيدة. ومن ضمن ما رصده كان عبور عطارد أمام قرص الشمس حيث تنبأ بخلوه من الغلاف الجوي من دراسة حافة قرص الكوكب الحادة. ودرس المذنبات وقال بانعكاس أشعة الشمس عن سطحها حسب مكوناتها وأنها تفقد جزء من مادتها في مدارها أثناء دورانها واقترابها من الشمس كل مرة. وكذلك درس طيف الشمس وحلله ولاحظ وجود حرارة تحت اللون الأحمر وكان دائماً يحاول تخطيط بنية السماء وأبعادها ولكنه فشل في ذلك.

واستفاد باكتشافه عدد من النجوم الثنائية وقال بوجود رابطة خاصة بينها. وراقب حركة الشمس في الفضاء وقال أنها تتجه نحو مجموعة هرقل. واكتشف آلاف العناقيد والتجمعات النجمية والسدم. وقال أن مجرتنا لها أذرع حلزونية ونرى أحد هذه الأذرع وهو درب التبانة عند رصدنا في ليلة صافية. وكان وراءه

في كل هذه الاكتشافات والأرصاد أخته الحنون كارولين التي كانت تحبه وترعاه وتدعمه وتشجعه دائماً، وكانت مساعدته المخلصة ومحررته الخاصة ويعزى لها فضل كبير في اكتشافاته المتتالية ولم تنقطع أبدا عنه، حتى بعد زواجها المفاجئ عام 1788 عندما رحلت إلى السكن المجاور لبيت أخيها لتتابع معه أرصاده وحماسه. ويقال أنها اكتشفت عدة مذنبات بنفسها. وحصل هيرشل على كل الشرف والتقدير العلمي الذي يمكن لأحد أن يحظى به وعمر 43 عاماً وكان في آخر سنوات حياته رئيس الجمعية الملكية في لندن والتي أصبحت الآن الجمعية الفلكية الملكية البريطانية.

وتوفي هيرشل وهو يعمل حتى النهاية في السابع من أيلول عام 1822 عن عمر يناهز 84 عاماً. عادت بعدها أخته إلى وطنها حيث توفيت هناك عام 1848.

وخلف ويليام هيرشل وراءه ولده جون هيرشل الذي سار على خطى أبيه. وكان من أوائل راصدي نجوم الجزء الجنوبي من السماء.

وتم في عام 1960 تدمير بيت الرصد في سلوه وتم تحديد موقع مقرابه الضخم 40 قدم في سلوه بنصب تذكاري في ساحة المحكمة حالياً.

أما جسم المقراب 40 قدم فقد استخدم جزءاً منه كمنظر في متنزه أولد رويال اوبزيرفاتوري في جرين وتش بارك. أما مرآته فتوجد في متحف العلوم بلندن.

وأصبح المنزل رقم 19 في شارع نيوكنج متحف هيرشل. بقيت فيه كتاباته وأوراقه وأدواته التي استخدمها وأخته في الرصد.

ويمكنك عند زيارة البيت الوقوف في الحديقة حيث يعتقد انه وقف عندما اكتشف الكوكب قبل أكثر من 200 سنة تقريباً.

وقد تميز أسلوب هيرشل في صناعة المقارب حيث كان لمقرابه مرآة واحدة أساسية يضعها في قاعدة جسم التلسكوب بوضع مائل تنعكس عنه الأشعة إلى عدسة عينية جانبية يتم الرصد من خلالها.

قصة اكتشاف الكوكب

في ليلة الثالث عشر من آذار عام 1781 كان هيرشل وحيداً في منزله رقم 19 وكان قد انتقل إليه منذ أيام فقط، وبقيت كارولين في المنزل القديم لإنهاء آخر ترتيبات الرحيل. وكانت ليلة صافية لم يشأ هيرشل إضاعتها، فنصب مقرابه وكما يعتقد انه ذا قطر 6.2 انش، وبدأ العمل قي رصد صفحة السماء وعندما كان برصد بقعة في برج التوأمان شاهد شيئاً لفت انتباهه واقتبس من كلماته الأصلية على الورقة التي قدمها إلى الجمعية الملكية آنذاك" في ليلة 13/3 بين الساعة العاشرة والحادية عشر مساءاً كنت ارصد نجمة H – التوأمان عندما شاهدت جسما يبدو أكبر حجماً من النجوم المحيطة وقارنته في النجوم في صفحة السماء ولكنة كان اكبر حجما دائماً فظننته من الوهلة الأولى مذنباً. ثم قمت بعده مشاهدات تالية وبتكبير أكبر من قوة التكبير 227 التي كنت أستعملها. فاستخدمت تكبير 460 – 932 – 1536 – 2010 على التوالي. وكان كلما زاد التكبير زاد قطر هذا الجسم. ومن خبرتي السابقة كنت أعلم أن النجوم ذات أقطار ثابتة نسبياً ولا تتناسب طردياً مع التكبير كما هو الحال في الكواكب، ولكنني وجدت أن قطر هذا المذنب يزاد طردياً مع التكبير فتأكدت من أنه ليس نجماً، لأن النجوم التي قارنتها معه في خلفية الحقل لم تزداد أقطارها بنفس النسبة وكذلك لم يزداد سطوع المذنب مع زيادة التكبير."

هذا النص من مقالته للجمعية الملكية في السادس عشر من نيسان 1781 وقد تم ترتيب تقديمها من قبل صديقه المخلص ويليام واتسون.

بالطبع لم يكن في بال أحد أن يكون هذا الجسم كوكباً ولا حتى في بال هيرشل نفسه، ولكنه بمتابعة حركته لاحقاً جعلت الشك في كونه مذنباً كبيراً. لقد كان الجسم دقيق الحركة في شكل كبير في مداره.

ولعل صائد المذنبات الشهير تشارلز الذي أبدى دهشته من حركة مذنب هيرشل؛ لأن انزياح الجسم في السماء غير ملحوظ على مدى 24 ساعة من المراقبة فقد قام بمراقبة لعدة أيام. لعل هذه الملاحظات جعلته متأكداً من أنه ليس مذنباً وبنفس الوقت هو ليس نجماً. وكان هيرشل قد اتصل بالجمعية الملكية لتسجيل

اكتشافه فأرسل أيضاً إلى مسكلين Maskelyne واضع Nautical Almanac يخبره عن اكتشافه وكذلك أرسل إلى هورنسباي Hornsby في أكسفورد، حيث كانت أكسفورد أيامها من أهم مراكز الرصد في بريطانيا.

وفي 19/3 كتب هيرشل ملاحظة أن حركة المذنب أصبحت بمقدار 2.25 ثانية قوسية. وفي 25/3 تضاعفت السرعة وأصبح قطره أكبر. وفي 6/4 وبقوة تكبير 278 بدأ المذنب حاد الحواف وواضح القرص وأصبح بالإمكان تمييزه بوضوح دون ذيل طويل أو أي امتداد.

لم يستطيع هورنسباي في أكسفورد تحديد موقع الجرم الذي وصفه هيرشل وبحث عنه لعدة أسابيع. فعاود الكتابة إلى هيرشل طالباً مزيداً من المعلومات. فرد عليه هيرشل بما أراد. ثم في 14/4 عثر هورنسباي على الجسم وكان قد رصده دون علم منه أنه المعني في 29-31 آذار وقال :" أظن أخيراً أنه مذنب عام 1770 وسأتابع رصده في مداره." هذا المذنب قد تم اكتشافه من قبل مسييه الفرنسي وتم تحديد دورته من قبل ليكسيل لذلك عرف بمذنب ليكسيل الذي قال أن مدة دورته 5.6 سنة، وكان هذا عام 1776 بما يعني عودته في 1781 فلذلك أعتقد هورنسباي أن هذا الجرم الذي في السماء الآن هو عودة مذنب 1770.

أما مسكلين فكتب إلى هيرشل قائلاً:" أنا غير متأكد من ماهية الجرم المكتشف كوكباً أم مذنباً، ولكن ما يبدو من مداره أنه دائري تقريباً حول الشمس بينما المذنبات فمدارها بيضاوي نوعاً ما. ولم أرى له ذيل ونواة بعد."

وكذلك هيرشل فهو بمقاربه الكبيرة المتطورة لم يرى الذيل أيضاً حتى ذلك الحين. وبكل خبرته الرصدية فكيف لغيره أن يراه !!

إذاً أصبح الخيار كوكباً أم مذنباً وكان لا بد من دراسة مدار هذا الجرم ليكون الحكم القاطع في الجواب. فبدأت الدراسات الرياضية على يد أمهر الرياضيين آنذاك اعتمادا على الأرصاد التي بين يديهم والتي قدمها هيرشل لتحديد مدار الجرم ومن هؤلاء هورنسباي وبسكوفيتش Boscovich من روما ذائع الصيت حينها. ولكن قرار ماهية مدار الجسم كان على يد ليسكيل الذي قال أنه دائري

ومدة دورته حول الشمس هي 82 سنة و 10 أشهر وأن معدل بعده عن الشمس هو 2840 مليون كلم (البعد الحقيقي 2870 مليون كلم).

وفي آب 1782 أرسل مسكلين إلى هيرشل رسالة تهنئة تحسم الموضوع يقول فيها:" أرجو أن تقدم للعالم معروفاً وتطلق اسماً على كوكبك الذي هو ملكك وما من شك بأنك مكتشفه."

فأصبح ذلك الجرم كوكباً بالتأكيد، واحتل مرتبة البعد السابع بين الكواكب عن الشمس. وآن أوان التسمية وكانت الكواكب السابقة تدعى على اسم الآلهة اللاتينية الإغريقية رغم استعمال أسمائها الرومانية ولكن هذا الكوكب كانت الاقتراحات كثيرة منها:

أقترح العالم جوهانز بود اسم أورانوس لأنه أخذ تسلسل أسماء الكواكب في القصص الأسطورية فكان مارس ابن الإله جوبيتر .وجوبيتر ابن الإله ساترن الذي كان والده الإله أورانوس. وبما أن الكوكب الجديد يقع خارج مدار زحل فعلى تسلسل الأسماء يجب تسميته بالاسم أورانوس، ودعم هذا الاقتراح عدة فلكيين.

دعاه جين برنولي Hyper cronius ويعني فوق زحل.

غير أن هيرشل كان له رأياً مخالفاً فأرسل في صيف 1782 رسالة إلى صديقه واتسون يقترح فيها أن يكرم الملك جورج الثالث وأن يسميه Georgium sidus أي كوكب الملك جورج.

اقترح الفلكي ليلاند من فرنسا بأن يكون الاسم هيرشل.

اقترح ليكسيل الذي حدد المدار اسم نبتون ابن الآلهة جوبيتر.

وأحد الاقتراحات كان سيبيل Cybele اسم زوجة زحل في الأساطير. وقد أعطي هذا الاسم لاحقاً إلى الكويكب رقم 56. وبقيت معظم هذه الأسماء مستعملة للكوكب فترة طويلة حتى عام 1850عندما كان القرار الحاسم لاستخدام اسم أورانوس في Nautical Almanac. واختلف حينئذ على اللفظ هل هو Uyau-ray-nus أم You-ranus وتم اختيار اللفظ الأخير لشيوعه. وأعطي للكوكب رمز يحتوي على الحرف H وذلك لتخليد اسم هيرشل.

وكان هذا الحدث الفلكي هاماً جداً لأنه وجد في فترة يمكن تحديدها تاريخيا ً.وأصبح أورانوس أول كوكب يحدد مكتشفه ويضاف إلى النظام الشمسي, وأصبح هيرشل شخصية عالمية مشهورة تبلك الرصدة الشهيرة من حديقة المنزل رقم 19 في شارع نيوكنج في باث.

<u>الأرصاد السابقة للكوكب:</u>

السؤال الذي يطرح نفسه الآن لماذا لم يرى الكوكب قبل عام 1781؟ الجواب، لقد شوهد الكوكب على الأقل 22 مرة ولكنه أخطأ دائماً بكونه نجم! وسبب ملاحظة هيرشل المتميزة له هو التكبير الكبير الذي كان يستخدمه حيث لم يجرؤ أحد على استخدام مثل هذه القوة في الرصد.

وقد بدأ عملية البحث عن هذه المشاهدات الفلكي بود فبحث في سجل تيخو براهي الراصد الشهير، واستنتج أن نجم في برج الجدي قد تكون الكوكب المعني, ولكن لاحقاً لم يَصدُق هذا الاستنتاج .ثم انتقل إلى أرصاد الفلكي الملكي فلامستيد الذي أصدر كتالوج عظيم للنجوم، وكان فلامستيد قد قرر دراسة كل مجموعة على حدى, ويعطي نجومها أرقاماً محددة .

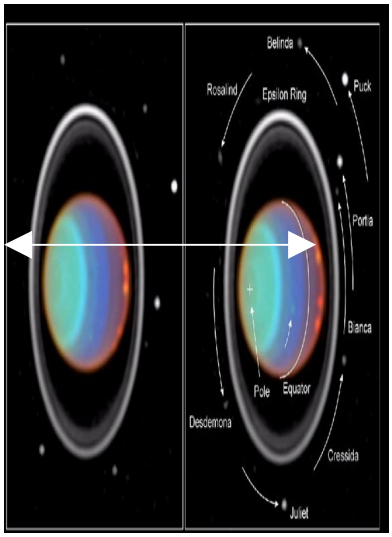
وعندما درس بود هذا الكتالوج وجد أن النجم 34 الثور ولم يكن يظهر في السماء آنذاك ويقع بقرب النجم أوميغا الثور والتي كان فلامستيد قد سجل رصدها في 23/12/1690 أعطها لمعان من القدر 6. وجد بود أن هذا النجم هو كوكب أورانوس آنذاك. وقد تم رصد الكوكب في نفس الكتالوج عدة مرات في سنة 1712 و 1715 عندما تحرك إلى برج الأسد وكان دائماً يخطأ به كنجم ويعطى رقم نجم في المجموعة. وتم رصد الكوكب على يد الراصد جيمس برادلي عام 1748 –1750 –1753. ورصد على يد توبياس مايير عام 1756 عندما أصبح قريباً من الدلو.وعلى يد الفلكي البروفيسور الفيزياء في باريس تشارلز مونييه. نلاحظ أنه قد رصد عشرات المرات على الأقل بين الأعوام 1764– 1771 سنة أرصاد كان الكوكب فيها في برج الحمل في كانون الثاني 1769

وكان يمكن مشاهدة حركته بسهولة لموقعه القريب من الأفق. ولكن الحظ خانه وحجب عنه الاكتشاف الذي كان بين يديه ولم يلاحظه. ولعلنا الآن ندرك سبب ذلك لأنه في كانون الثاني 1769 كان الكوكب يمر في نقطة الثبات حيث تكون حركة الكوكب نسبة لراصديه على الأرض في أبطئ سرعاتها.

توفي مونييه عام 1799 ولم يكن يدرك أنه قام بأرصاد رائعة تسبق اكتشاف الكوكب الجديد بعشر سنوات فقط على يد هيرشل.

أخذ هذا الكوكب المثير من حظ الشهرة ما لم يأخذه غيره من الكواكب. وأضفى على مكتشفه شهرة عالمية فهو سابع الكواكب السيارة وثالث الكواكب العملاقة.

الكوكب أورانوس Uranus



الكوكب أورانوس ثالث الكواكب العملاقة وسابع الكواكب المعروفة بعداً عن الشمس، حيث يدور على بعد متوسط يبلغ 29000 مليون كيلومتراً ما يقارب 19.2 وحدة فلكية. وتبلغ شذوذية مركزية مداره 0.046 بحيث يكون في الحضيض على بعد 18.3 وحدة فلكية ما يعادل 2.7 بليون كلم وفي الأوج على بعد 20.1 وحدة فلكية ما يعادل 3 بليون كلم.

ويحتاج الكوكب أورانوس إلى قرابة 84 سنة حتى يتم دورة واحدة حول الشمس وبذلك يكون قد دار في مداره حول الشمس مرتين ونصف فقط منذ اكتشافه قبل أكثر من 200 مليون سنة.

ويدور هذا الكوكب في مداره حول الشمس بطريقة غريبة ومنفردة عن باقي الكواكب، إذ يدور ومحوره مائل بما يعادل 98° أي أن محور دورانه حول نفسه يتطابق تقريباً مع مداره حول الشمس.وبهذا عندما يدور حول الشمس فإنه يواجهها بأحد قطبيه الشمالي ثم الجنوبي على التتابع وهكذا. وعندما وصلت المركبة فويجير-2 إلى الكوكب في 24/1/1986 كان القطب الجنوبي في مواجهة الشمس والأرض بحيث تصله حرارة الشمس طوال 42 سنة يتحرك بعدها القطب ليدخل ظلام دامس. ومن هنا نرى أن الشمس تصل الأقطاب أكثر مما تصل الاستواء حيث يكون في شفق دائم. والغريب في الأمر أنه عندما تم قياس درجات الحرارة وجدت بأنها متقاربة تقريباً في جميع أنحاء الكوكب. وعند العلم أن الكوكب يخلو من أي مصدر داخلي للحرارة فإن موضوع تقارب درجات الحرارة السطحية على الرغم من برودتها لا يزال يحير العلماء.

وتبلغ درجة الحرارة السطحية حوالي 60 ْ كلفن ما يقارب –213 ْ س. ويعتقد بعض العلماء أن حركة الرياح من الشرق إلى الغرب على سطحه وبسرعة تتراوح بين 200 – 500 كلم / ساعة هي السبب في نقل الحرارة من القطب المضيء المقابل للشمس إلى القطب المعتم البارد البعيد عن الشمس. أو لعله من تأثير حرارة الصيف الطويل حيث لم يفقد القطب حرارته بعد عندما أصبح في الجانب الآخر البعيد عندما مرت فويجير – 2 بالقرب منه، وهذا هو السبب الأكثر قبولاً.

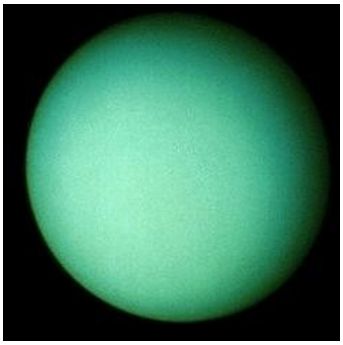
وقد رصدت فويجير عدداً بسيطاً من الظواهر والحركات الجوية عندما مرت بالقرب من الكوكب مقارنة مع العمالقة السابقة، مثل وجود أحزمة من الغيوم تتمركز فوق القطب الذي كان يواجه الشمس عند مرورها.

تركيب الكوكب:

تم قياس قطر الكوكب فبلغ 51 ألف كلم، ما يعادل 4 أضعاف قطر الأرض تقريباً وكتلته تبلغ 8.7×10^{25} كغم لتعادل 15 ضعف كتلة الأرض، وعليه فكثافته تقارب 1.2 غم /سم ^{3} فإذاً لا بد وأن له نواة صخرية.

وعند دراسة تركيب جوه وجد أنه يتكون من غازات مختلفة في نسبها عما سبق من الكواكب الغازية.والجدول التالي يبين تركيب الجو:

الغاز	النسبة المئوية
هيدروجين	63%
هيليوم	23%
ميثان	14%



من الجدول نلاحظ أنه يحتوي على نسبة أقل من الهيدروجين ونسبة عالية من الميثان مقارنة مع المشتري وزحل، ولعل هذا هو السبب في لون الكوكب الأخضر المزرق.

حيث يمتص الميثان ألوان الطيف الحمراء والصفراء طويلة الموجة فينعكس عن سطحه الألوان الخضراء والزرقاء الأقل طول موجة، وكلما زادت نسبة الميثان زادت درجة اللون الأزرق.

من هذه المعلومات تم اقتراح نموذج لتركيب الكوكب الداخلي وهو:

للكوكب نواة صخرية بحجم الأرض تقريباً وكتلتها كبيرة يحيط بها طبقة متجلدة Slushy من ماء ذائب فيه أمونيا والتي تكون متجمدة عند حرارة 60° كلفن.ويشكل الميثان الجزء الأعلى منها.تليها طبقة من غاز الهيدروجين الجزيئي والهيليوم. ولا نجد هنا أي وجود للهيدروجين المعدني بسبب قلة الضغط عليه مقارنة مع الكواكب السابقة.

<u>حقله المغناطيسي:</u>

كان من أكبر المفاجآت التي عرفناها عن الكوكب هو حقله المغناطيسي الغريب.حيث يميل قطبه المغناطيسي حوالي $55-60^{\circ}$ عن محور دورانه حول نفسه.وكذلك وجد أن هذا القطب المغناطيسي لا يتمركز في منتصف الكوكب كما هو الحال عند الكواكب الأخرى التي لها حقل مغناطيسي, بل وجد أنه يبعد حوالي ثلث المسافة عن طرف الكوكب, أي أنه يقع على جانب الكوكب.

وهذا الحال يخالف النظرية القائلة أن اتجاه أقطاب الكوكب المغناطيسية تتطابق تقريباً مع محور دورانه حول نفسه.

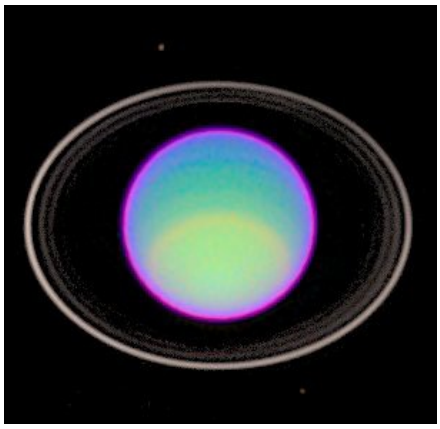
ويعتقد العلماء أن جسماً اصطدم في الكوكب أورانوس أثناء نشأته وسبب ميلان محوره 98° عن مداره, وسبب في نفس الوقت انزياح محور قطبيه المغناطيسي, ولكن هذا الرأي الأخير لم يعد مقبولاً كما سنرى خلال دراستنا للكوكب نبتون.

قوة هذا الحقل المغناطيسي أكثر من 50-100 مرة من قوة حقل الأرض المغناطيسي ويمتد ذيل طويل من الجسيمات المشحونة خلف الكوكب لمسافات كبيرة تصل إلى حوالي 6 ملاين كلم خلف القطب المعتم. أما الحقل المغناطيسي فيمتد إلى 590 ألف كلم من جهة القطب المضيء للكوكب.

ومن خلال دراسات الانبعاثات والعواصف الإلكترونية وحساب دورتها تم معرفة أن مدة دوران الحقل المغناطيسي تعادل 17.2 ساعة وهذا هو تقدير مدة دورة الكوكب حول نفسه, إذ لم يستطع العلماء قياس مدة طول اليوم على هذا الكوكب باستخدام ظاهرة تغير الملامح السطحية فكانت القراءات تتراوح بين 14-17 ساعة وذلك بسبب حركة الكوكب الغريبة في مداره.

<u>حلقات الكوكب أورانوس:</u>

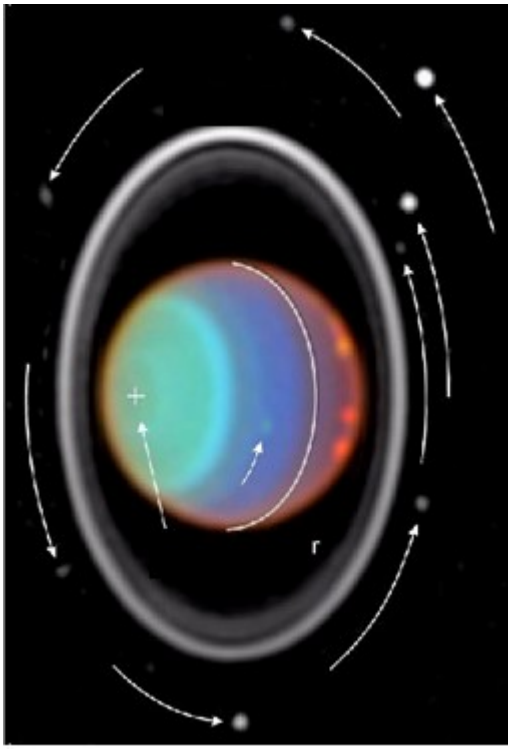
يبدو أن وجود الحلقات أصبح صفة رئيسية تتصف بها الكواكب العملاقة. فالكوكب أورانوس يحتوي على نظام حلقات خاص به ولكنها تتميز عن حلقات زحل كونها ضيقة ورفيعة وداكنة وقليلة الانعكاسية إذ تعكس فقط 3.2% من الأشعة الساقطة عليها مما يجعلها قاتمة كالفحم تصعب رؤيتها من الأرض حتى بأفضل المراقب.



ويعود تاريخ اكتشاف هذه الحلقات إلى 10/3/1977 عندما فريق من العلماء يترأسهم جيمس اليوت James Elliot بدراسة احتجاب النجم SAO-158687 خلف الكوكب أورانوس ولعدم الدقة في تحديد وقت الاحتجاب تقرر البدء بالمراقبة والتسجيل قبل حوالي ¾ الساعة .وخلال هذه الفترة حدث خفوت لضوء النجم عدة مرات وبالتحديد خمسة مرات ,عزي السبب فيها لوجود غيوم في السماء,ولكن عندما عاد الخفوت مرة ثانية للنجم بعد ظهوره من احتجابه والذي دام 25 دقيقة خلف الكوكب وأيضاً لخمس مرات وخاصة عندما أكدت الأرصاد الجوية خلو السماء تماماً من الغيوم وقت الرصد وفي مكان الرصد بالتحديد.ثم تمت عملية مطابقة للقياسات في خفوت ضوء النجم قبل الاحتجاب وبعده ومن تطابق النتائج تم التأكد أن الكوكب يحتوي على حلقات قُدر أنها خمسة حلقات.

وفي العام 1984 تمكن الدكتور D.A. Allen من استراليا من تصوير الحلقات بالأشعة تحت الحمراء .وعند وصول المركبة فويجير إلى الكوكب في العام

1986 أوضحت الصور التي بثتها أن هناك تسعة حلقات رئيسية تحيط بالكوكب وبعضها يتألف من كم هائل من الحليقات التي تدور حول الكوكب.وأكدت المعلومات على أنها مواد قليلة الانعكاسية ومعتمة. وهذه الحلقات التسعة تدور حول استواء الكوكب من الشمال إلى الجنوب! لأن الكوكب يدور وهو منبطح جانبياً حول الشمس كما رأينا سابقاً.



والجدول التالي يوضح بعض المعلومات عن هذه الحلقات.

رقم الحلقة	اسم الحلقة	بعدها عن الكوكب /كلم	عرض الحلقة/كلم
1	6	41850	1-3
2	5	42240	2-3
3	4	42580	2
4	Alpha	44730	4-11
5	Beta	45670	7-11
U 2R	1986	457360	2-3
6	Eta	47180	1-2
7	Gamma	47630	1-4
8	Delta	48310	3-9
U1R	Lambda-1986	50040	1-2
9	Epsilon	51160	20-96

ومن دراسة الجدول السابق نجد أن الحلقة إيبسلون أعرضها وأنها تحوي أقمار حارسة هما القمران Ophelia و Cordelia وقطريهما تتراوح بين 20-25 كلم. وقد لاحظت فويجير-2 أن هناك مادة تشكل حلقة رقيقة تقع قبل الحلقة السادسة وأقرب إلى الكوكب وتمتد على بعد 37 – 39.5 ألف كلم بعداً عن الكوكب .وكما لاحظت وجود الحلقة لامدا وهي خافتة جداً وتقع بين الحلقتين الخارجيتين دلتا وايبسلون.

حلقات الكوكب بشكل عام قليلة السمك لا تزيد عن عدة عشرات من الأمتار.ويعتقد البعض أن مادتها داكنة مكونة من كربون ومعادن وبعض المواد العضوية لأنها أصلاً كانت كويكب اصطاده الكوكب وتحطم عند حد روش مما أدى إلى تكوين هذه الحلقات.

<u>أقمار الكوكب أورانوس:</u>

بعد اكتشاف الكوكب تركزت الدراسات لاكتشاف أقماره وقد قام هيرشل مكتشف الكوكب بمشاهدة أول قمرين للكوكب وهما Oberon و Titania في العام 1787 م . يتميّز القمر أوبيرون بلونه البني ويحتوي سطحه على عدد من الفوهات تتميّز بوجود مادة داكنة في منتصفها كأنما قذفت من داخل الكوكب. على سطحه جبل ارتفاعه 6 كلم.

القمر تايتانيا أكبر من أوبيرون وأكثر كتلة وسطحه جليدي مليء بالفوهات التي لا تحتوي على أية مواد داكنة.هناك فوهتان مميزتان كبيرتان وصدع كبير بطول 1500 كلم وعرض 75 كلم.

ثم تبعه العالم Lassell عام 1851 باكتشاف قمرين آخرين هما Ariel و Ambrile.

أمبرييل له سطح داكن وهناك بقعة لامعة على سطحه Wunda وكأنها حلقة بعرض 140 كلم.

القمر أرييل مليء بالفوهات مثل أمبرييل.

ثم عام 1948 اكتشف العالم كويبر Kuiper القمر Miranda .وبذلك تكون هذه الخمسة أقمار المكتشفة عبر المرقب قبل رحلة فويجير الشهيرة إلى الكوكب والتي اكتشفت عشرة أقمار أخرى صغيرة عند مرورها عامي 1985-86 .وقد أصبح عدد أقمار الكوكب أورانوس المكتشفة حتى عام 2006 هو خمسة وعشرون قمراً.

وهذه الأقمار تدور حول الكوكب من الشمال إلى الجنوب مثلما تتحرك الحلقات في مدارها حول الكوكب. فهي تتعامد تقريباً مع مدار الكوكب حول الشمس وذلك بسبب ميلان محور الكوكب الكبير. ويواجهان الشمس أيضاً من الأقطاب كما هو حال الكوكب.

والقمران الحارسان للحلقة إيبسلون يعملان على المحافظة على مكونات هذه الحلقة من القطع الجليدية.

وأول القمار المكتشفة من قبل المركبة فويجير-2 هو القمر Puck بتاريخ 30/12/1985 داخل مستوى الأقمار الخمسة المعروفة.وقد صورت على سطحه ثلاث فوهات واضحة دعيت Bogle,Lob,Butz وعند اقترابها أكثر بدأت تعطي المزيد من المعلومات عن الأقمار الصغيرة الأخرى.

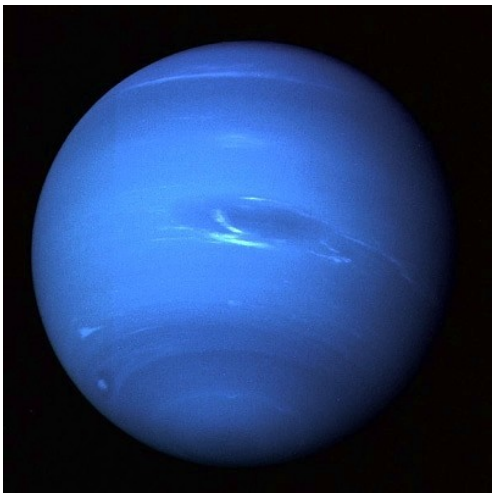
لا يزال ينقصنا الكثير من المعلومات عن أقمار أورانوس.

أغرب هذه الأقمار هو القمر ميراندا فهو متنوع التضاريس إلى الحد الذي حدا بالقول أنه يلخص كل التضاريس التي نعرفها في النظام الشمسي كافة.

هذا القمر الذي لا يزيد قطره عن 500كلم يحتوي على الفوهات المختلفة الأعمار والمناطق اللامعة والمرتفعات الجليدية والأودية والمنخفضات وغيرها الكثير من التضاريس التي نعرف.

الكوكب نبتون Neptune

إن من يتتبع مسار مركبة الفضاء فويجير-2 في رحلة اللاعودة التاريخية، لا يتوقع أن تصل دقة نتائج أجهزتها إلى أقصى طاقاتها بعد سنوات السفر الطويلة التي قطعت خلالها مليارات الكيلومترات.فبعد اثنتي عشرة سنة من إطلاقها عام 1977، وبعد أن قطعت مسافة تقارب 4.5 مليار كلم وعلى بعد تحتاج فيه إشاراتها الراديوية مدة زمنية تزيد عن أربع ساعات لتصل إلى الأرض ،من هناك من ذلك المكان السحيق على أطراف النظام الشمسي وصلت المركبة التي تحمل رسالة البشرية إلى الكون إلى ثامن الكواكب بعداً عن الشمس ورابع العمالقة الغازية وآخرها عام 1989 لترسل لنا كل ما استطاعت مجساتها قياسه وكاميراتها التقاطه لتبدأ معرفتنا الحقيقية لهذا الكوكب العملاق كوكب نبتون.



إن أول ما لفت الانتباه هو لون الكوكب رائع الزرقة والذي استحق وبجدارة لقب اسم اله البحر نبتون, فيمكن تمييز هذا الكوكب من بين الكواكب بسهوله بسبب لونه الذي لا تخطئه العين أبداً.

الكوكب نبتون هو أول جرم سماوي يتم اكتشافه عن طريق الحسابات الرياضية وليس عن طريق الرصد،مما جعل له مكانة خاصة بين الكواكب.

قصة اكتشاف الكوكب:

وتأتي قصة اكتشاف الكوكب نبتون بعد أن تم تحديد مسار الكوكب أورانوس والذي اكتشف عام 1781 على يد ويليام هيرشل ووضع الخرائط التي توضح مساره بين النجوم .وعند دراسة هذا المسار تم ملاحظة وجود اختلاف بين مساره المتوقع على الخرائط بالحسابات الرياضية وبين موقعه الحقيقي حين الرصد .وزاد هذا الاختلاف مع تقدم الوقت.وكان الفلكي Alexis Bouvard

أول من أعد جداول يظهر فيها تحيّر الكوكب وعدم انتظام مساره من خلال أرصاده في مرصد باريس ،ولم يعرف تعليلاً لذلك.ثم جاء الفلكي Rev.T.J.Hussey الذي كان أول من اقترح أن السبب في اضطراب مسار الكوكب نبتون قد يكون بسبب وجود جرم خارج مدار أورانوس يؤثر عليه,فكتب إلى قائد الفلكيين ف بريطانيا آنذاك الدكتور Airy الذي كان يعمل حينها في غرينتش عام 1835 .ولكن الجواب لم يكن مشجعاً .

وحتى عندما أرسل له ابن أخ Alexis وهو الفلكي Eugene Bouvard رسالة عام 1837 يؤكد له وجود خطأ واضح بين حركة الكوكب أورانوس والحسابات الرياضية لموقعه وقال"هل هذا يقترح وجود قوة غير معروفة تتمثل في جرم جديد أبعد من أورانوس،وهذه كانت فكرة عمي قبلي" رد عليه بأنه لا يعرف سبب هذه الأخطاء وهكذا وقع في الخطأ مرة ثانية.

ثم قام F.W.Bessel عام 1840باتخاذ قرار لحساب بعد هذا الكوكب الجديد عنا وهو الذي قام عام 1838 بتحديد بعد نجم 61Cygni عنا ولكن مرضه حال دون تقدمه في العمل.

ثم قام الفلكي الإنجليزي John Couch Adams في جامعة كامبردج في أيلول عام 1845 بعمل دراسات وضع من خلالها البعد التقريبي والكتلة لذلك الجرم الخارجي المفترض أنه يؤثر على مدار الكوكب أورانوس والذي اعتبر الكوكب الثامن المجهول وتوقع وجوده في برج الدلو .

وقوبلت آراءه ودراساته بالرفض وعدم التعاون حتى أن الدكتور Airy دعاه إلى عدم الاستمرار في هذا.ولكن آدمز كتب إلى البروفيسور في علم الفلك James Challis في جامعة كامبردج ليخبره بالنتائج التي توصل إليها عن طريق الحسابات الرياضية،ولكن لعدم توفر الخرائط المناسبة في تلك الفترة ولعدم إيمان زملائه بقدرته من تحقيق هذه النتائج لصغر عمره إذ كان يبلغ السادسة والعشرين حينها لم يفلح آدمز في تحقيق مراده.

في نفس الوقت وبمعزل ودون علم عن أعمال آد مز كان الرياضي الفرنسي Urbain Jean Leverrier يقوم بعمل حسابات على الكوكب الثامن المتوقع

وحدد كتلته وبعده وأرسل نتائجه إلى الدكتور Airy الذي لم يستطع رصد هذا الكوكب من مرصد جر نتش لعدم وجود مرقب مناسب، فأرسل الأخير إلى Challis يطلب منه استخدام مرقبه العاكس بقطر 11.75 انش في كامبردج وكان هذا الطلب بتاريخ 6/7/1846 ولكنه لم يكن يمتلك خرائط مناسبة وجيدة لبرج الدلو للمقارنة بينها.

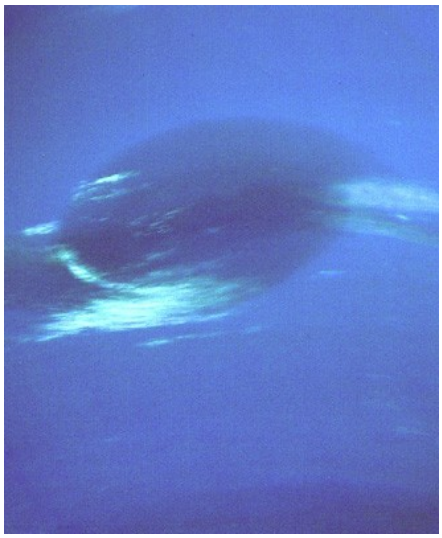
وأيضاً لم يستطع أن يقنع أحد من زملائه الفرنسيين بالرصد ليتم اصطياد هذا الكوكب المزعوم وجوده في برج الدلو. فقام بإرسال رسالة إلى مدير معهد برلين للرصد Johan Encke والذي باشر بتكليف فلكيان ألمانيان هما Johan Galle وطالبه ومساعده ,Heinrich D`Arrest اللذان بدءا بالبحث بتاريخ 23/9/1846 ومن أول مرة استطاع Galle تحديد الكوكب المنتظر منذ عدة سنوات على بعد بخطأ أقل من درجة واحدة حوالي ً55 عن المكان الذي حدده له Leverrier والذي لم يكن على اطلاع أبداً عن تحديد Adams لنفس الكوكب بنفس الموقع.

وعندما أعلن جون هيرشل عن نبأ الاكتشاف الجديد ثار جدل بين الفرنسيين والبريطانيين انتهى بتقاسم الفخر بين كل من Leverrier و Adams على الرغم من أن Galle هو أول من رصد الكوكب وحدد موقعه عملياً في صفحة السماء.ومن المضحك أن نعرف أن Challis من كامبردج كان قد حدد الموقع مرتان الأخيرة في 12/8/1846 ولكنه لم يتعب نفسه بالمقارنة بين الخرائط فخسر شرف اكتشاف الكوكب الثامن ورصده لأول مرة.

ومن الطريف في الأمر أن الكوكب نبتون كان قبل 233 سنة من اكتشافه بجوار كوكب المشتري في شتاء 1612/1613 وصادف أن جاليليو رصد المشتري في 28/12/1612 ومرة ثانية بتاريخ 22/1/1613 وحدد نبتون في رسوماته ولكنه ظنه نجماً.

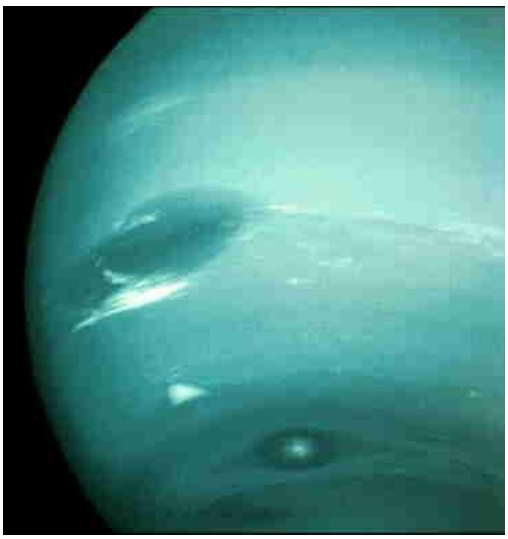
<u>الكوكب نبتون:</u>

يقع الكوكب نبتون خلف الكوكب أورانوس العجيب ليعتبر ثامن الكواكب السيارة ورابع العمالقة الغازية.وقطر هذا الكوكب 49520 كلم ما يقارب أربعة أضعاف قطر الأرض.وحجمه 72 مرة أكبر من حجم الأرض. وكتلته $1*10^{26}$ كغم،وبذلك تكون كتلته أكبر من كتلة الأرض بحوالي 17 مرة.



وتبلغ كثافته 1.7 غم/سم ^{3} مما يجعله أكثف العمالقة الغازية وهذا يدل على احتوائه على بعض العناصر الثقيلة غير الهيدروجين والهيليوم. والأهم منها وجود الميثان من ضمن مكوناته بنسبة 3% مما يجعل لونه أزرق رائع الزرقة لأن غاز الميثان له قدرة على امتصاص ألوان الطيف الحمراء والصفراء وعكس اللونين الأخضر والأزرق.

وانعكاسية سطحه (ألبيدو) عالية تصل إلى حوالي 84% من كمية الأشعة الساقطة عليه.ولكن لا يمكن رؤيته بالعين المجردة لأن قدره يصل إلى حوالي 7.8 بالمعدل وهو حد لا يمكن للعين البشرية رصده. يتميّز الكوكب بجو مليء بالظواهر العاصفة نسبة إلى كوكب بعيد لا تصله أشعة الشمس إلا بقدر 1/350 مرة مما يصل الأرض وأشهر هذه المظاهر العاصفة البقعة الداكنة العظيمة Great Dark Spot التي تدور حول الكوكب بسرعة 325م/ث وحجمها يعادل حجم كرة أرضية وهي تشبه بقعة المشتري الحمراء العظيمة لكونها تقع تحت خط استواء الكوكب بحوالي 20° وتدور باتجاه عكس عقارب الساعة وباتجاه من الشرق إلى الغرب وتستغرق 18 ساعة و 20 دقيقة لتتم دورة واحدة حول الكوكب. وهناك أيضاً البقعة الداكنة



الصغيرة Small Dark Spot أو D2 التي تدور في الجزء الأسفل الجنوبي للكوكب وتتم دورة واحدة خلال 16 ساعة.

ويتميّز داخلها بوجود مناطق غيوم لامعة وهذه البقعة تدور مع عقارب الساعة باتجاه الغرب أيضاً،وفوقها إلى جهة اليسار توجد غيمة بيضاء تدعى Scooter ودعيت بهذا الاسم نسبة إلى سرعتها الهائلة مقارنة مع الغيوم التي نعرفها إذ تدور حول الكوكب في مدة 16 ساعة و 50 دقيقة.وهذه الغيوم البيضاء تتألف من بلورات من جليد الميثان وهي تعصف على سطح الكوكب بسرعة هائلة تبلغ 2200 كلم/ساعة مما يجعلها من أنشط وأسرع الرياح على كافة كواكب النظام الشمسي ،وليس هذا فحسب بل يتميّز جو الكوكب بالحركة التراجعية للعواصف من الشرق إلى الغرب.

<u>تركيب الكوكب نبتون:</u>

الكوكب نبتون كوكب مفلطح عند استواءه مما يعني أن قطره بين القطبين الشمالي والجنوبي 48680كلم أقل من قطره عند الاستواء 49520 كلم بفارق يقارب 840 كلم .ومن خلال المعلومات التي بثتها المركبة فويجير-2 تنبأ العلماء بنموذج لتركيب الكوكب،إذ توقعوا أن يتألف من نواة صخرية بحجم الأرض تقريباً كثيفة في مادتها وتتألف من الحديد والسيليكات ، يقع فوقها طبقة متجلدة من الماء أذابت فيها الأمونيا فشكلت طبقة متأينة يتوقع أن تكون الأيونات $OH^-, NH_4^+, , H_3O^+$ ولعل هذه الأيونات تفسر وجود الحقل المغناطيسي ولكنها تخلو من الهيدروجين المتأين. ويعلو هذه الطبقة غلاف غازي يتألف من جزيئات هيدروجين وهيليوم وميثان بنسبة أكبر.

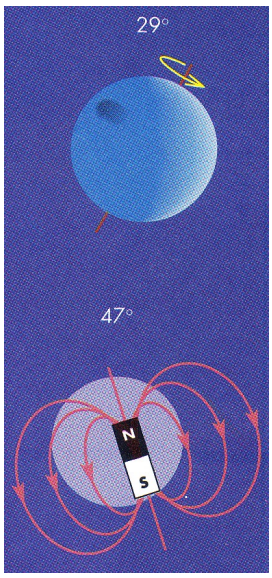
وقد أسلفنا أن جو الكوكب عاصف ولعل هناك بث حراري من داخل الكوكب لتفسير سبب حدوث هذه العواصف وقد تم ملاحظة أنه يشع حرارة بمقدار 2.7 مرة أكثر مما يصله من أشعة الشمس وحرارة سطحه تقارب -214° س والتي تشابه حرارة الكوكب أورانوس الأقرب بحوالي مليار كلم للشمس.!مصدر الحرارة هذا لا يزال لغزاً يحيّر العلماء ولكن الرأي السائد حتى الآن أن الكوكب

نبتون لم يبرد بعد وهذه الحرارة التي تندفع من داخله هي حرارة التشكل الأولية للكوكب.

مدار الكوكب نبتون وحقله المغناطيسي:

يدور هذا العملاق الأزرق حول الشمس على بعد يبلغ بالمتوسط 4.5 مليار كلم ما يعادل 30.1 وحدة فلكية .بحيث يكون على بعد 29.8 وحدة فلكية في الحضيض و 30.4 وحدة فلكية وهو في الأوج مما يدل على أن شذوذية مركزية مداره 0.01

ويحتاج إلى 165 سنة ليتم دورته حول الشمس ،أي أنه منذ اكتشافه حتى الآن 2004 لم يتم دورة واحدة في مداره حول الشمس.يميل محور الكوكب نبتون حوالي 30° عن العمود القائم على مستوى المدار .

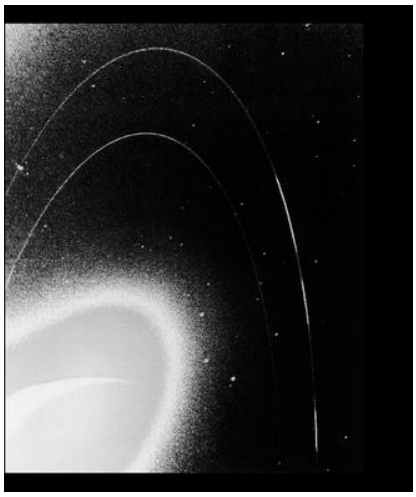


للكوكب حقل مغناطيسي ضعيف مقارنة مع الكواكب العملاقة الأخرى وقوته تعادل قوة الحقل المغناطيسي الأرضي فقط. وليس هذا وحسب بل أن محور حقله المغناطيسي يميل 47° عن محور دوران الكوكب ولا يزال هذا الأمر بحاجة للتفسير.وللكوكب قطب مغناطيسي شمالي يتجه نحو الشمال الجغرافي مما يعني أننا لو وضعنا بوصلة أرضية على الكوكب فإنها سوف تشير نحو الجنوب عكس ما يحصل على الأرض.

ولا يزال هناك نقطة أخرى تميّز كوكب نبتون عن غيره وهي أن الحقل المغناطيسي يتم دورته في 16 ساعة و 7 دقائق تقريباً في حين يتم غلافه الغازي دورته في 17 ساعة و 20 دقيقة، مما يعني أن سرعة دوران غلاف الكوكب الغازي المرئي أبطأ من دورة حقله المغناطيسي.

حلقات الكوكب نبتون:

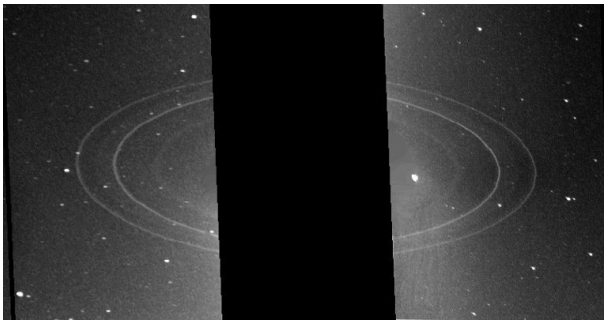
بعد أن كانت حلقات كوكب زحل مميزة له دون سواه من الكواكب ،جاءت نتائج المركبة فويجير لتدل على أن هذه الصفة موجودة عند جميع الكواكب الغازية العملاقة.وقد جاءت أرصاد فريقين من العلماء لدراسة احتجاب نجم خلف الكوكب بتاريخ 22/7/1984 لتؤكد على وجود حلقات تحيط بالكوكب،وهذان الفريقان هما فريق فرنسي بقيادة Andre Brachic المرصد الأوروبي الجنوبي والفريق الثاني أمريكي بقيادة William Hubbard على بعد 100كلم جنوب من مرصد Cerro Tololo Inter-American Observatoryوكانت نتائج أرصاد كل من الفريقين مؤكدة على وجود حلقات تحيط بالكوكب عند استواءه وتكررت النتيجة عند دراسة احتجاب نجم آخر خلف الكوكب عام 1985 من نفس الفريقين أيضاً بل وتوقعوا أن تكون هذه الحلقة غي متصلة بل مجزئة على شكل أقواس كثيفة من المادة حول الكوكب.



وكانت النهاية المؤكدة لهذه الدراسات في صور المركبة فويجير-2 في الفترة الواقعة بين 11 إلى 26 آب 1989 عند مرورها حول الكوكب نبتون وأظهرت الصور أربع حلقات رقيقة حول الكوكب الحلقة الأولى أبعدها وتدعى 1989N1R وتحتوي على ثلاثة أقواس من المادة وكأنها تجمعات من الجسيمات مما يدل على عدم تجانس الحلقة ويدل على دقة أرصاد الفريقين الأرضيين السابق ذكرهما.ودعيت هذه الأقواس بالأحرف L: Liberty وتعني الحرية,E:Equality وتعني المساواة,F:Fraternity وتعني الأخوة.وتتميّز هذه الحلقة بعرض يتراوح بين 20-50 كلم ويبدو خارجها القمر لاريسا Larissa.

والحلقة الثانية 1989N2R إلى الداخل بعرض 15-30 كلم وتتألف من مادة غبارية بنسبة 40-70% .

وبينهما تمتد حلقة تتميّز بانتشار المادة فيها إلى عرض 5800 كلم وتدعى Plateau ورمزها 1989N4R .



وكما توجد حلقة باهتة وهي الأقرب إلى الكوكب بعرض 15 كلم ورمزها 1989N3R .

وتدور جميع هذه الحلقات بمدار دائري حول مستوى استواء الكوكب.

وقد تم تحديد خمس حلقات في مرجع آخر.

وفي آب 1991 قرر الاتحاد الفلكي العالمي IAU اطلاق أسماء ثلاثة علماء فلكيين من القرن التاسع عشر والذين كان لهم فضل في اكتشاف كوكب نبتون على حلقاته الثلاثة اللامعة فدعيت الحلقة N1R باسم Adams والحلقة N2R باسم Leverrier والحلقة الثالثة N3Rباسم Galle وهم كما مر معنا سابقاً محددا موقع الكوكب وراصده.

أقمار الكوكب نبتون:

عرف للكوكب نبتون قبل وصول المركبة فويجير-2 قمران .الأول وهو القمر تريتون Triton والذي تم اكتشافه بتاريخ 10/10/1846 بعد 17 يوم من اكتشاف الكوكب نفسه على يد ويليام ليسيل William Lassell. والثاني القمر نيريد Nereid تم اكتشافه عام 1949 على يد العالم جيرارد كويبر Gerard Kuiper بعدما يزيد عن مائة عام من اكتشاف الكوكب.وكلا القمران غريبا المدار ،وأتحدث بالتفاصيل عن القمر تريتون في الفصل القادم. أما بالنسبة للقمر نيريد Nereid فيبلغ قطره 320كلم وتميّز مداره بشذوذية مركزية عالية تبلغ 0.75 بحيث يكون القمر مبتعداً عن الكوكب حوالي 5.5 مليون كلم وهو في الحضيض ،وقرابة 9.7 مليون كلم وهو في الأوج بتباين كبير لم يسبقه اليه أي

جرم في النظام الشمسي كافة.ويميل محور دوران القمر حوالي 27.7° عن استواء مدار الكوكب.

واكتشفت المركبة فويجير ستة أقمار أخرى للكوكب وهي أقمار صغيرة داكنة أمكن ملاحظة تضاريس القمرين لاريسا Larissa والقمر بروتيوس Proteus وهما قمران غير منتظما الشكل وتدور في مدار دائري على مستوى استواء الكوكب.وهذه الأقمار هي :

Naiad 1989N6 بقطر 27 ± 8 كلم.

Thalassa 1989N5 بقطر 40 ± 8 كلم.

Despina 1989N3 بقطر 90 ± 10 كلم.

Galatea 1989N4 بقطر 75 ± 15 كلم.

Larissa 1989N2 بقطر 95 ± 10 كلم.

Proteus 1989N1 بقطر 200 ± 10 كلم.

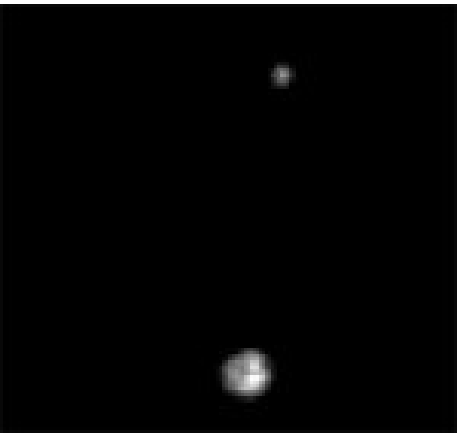
أما الآن فيعرف للكوكب نبتون ثلاثة عشرة قمرا.

الـ ♇

كوكب بلوتو

Pluto

بلوتو كوكب القزم Dwarf Planet يدور حول الشمس في مدار بعيد قصيّ بارد، ويقع في منطقة تدعى حزام كايبر الذي يضم العديد من الأجرام الجليدية الشبيهة به، ومنذ اكتشافه عام 1930 والجميع يعد بلوتو على أنه الكوكب التاسع للنظام الشمسي، ولكن ولصغر حجمه ومداره غير المنتظم- شديد الاستطالة- تم طرح فكرة إقصاء هذا الكوكب من مرتبة الكواكب، وضمه إلى مجموعة أجرام كايبر الجليدية التي تشابهه أكثر في الصفات، وبالفعل عقد الاتحاد الفلكي الدولي اجتماعاً في مدينة براغ بتارخ آب-



2006 تضمن عدد من القرارات منها إعادة تعريف الكوكب، والذي بني عليه عزل بلوتو من منصب كوكب رئيس في النظام الشمسي، وتحويله إلى قائمة الكواكب القزمة. لا زلنا نجهل الكثير الكثير عنه.

وقبل الحديث عن اكتشافه لنتحدث عن آخر قرار للاتحاد الفلكي الدولي.

<u>اكتشاف الكوكب:</u>

بعد اكتشاف الكوكب أورانوس عام 1781 وعمل حسابات لمعرفة سبب الخلل في مدار الكوكب وتم التوقع بوجود كوكب في مدار خلفه لتفسير الاضطراب وبالفعل وبالحسابات الفلكية تم اكتشاف الكوكب نبتون عام 1846 وبعد ذلك نشطت الدراسات للبحث عن كوكب جديد خارج مدار نبتون.

وكان برسيفال لوويل Percival Lowell من الرجال الأثرياء اللذين انبهروا بفكرة الحضارة المريخية كما قرأنا سابقاً وأحد اللذين تملكهم الهوّس في البحث عن الكوكب التاسع وقد أوصى ببرنامج تصويري منهجي لمسح السماء. وفي العام 1905 طبقت عمليات الرصد التصويري من مرصد لوويل في ايرزونا ومن مرصد ديلون في كاليفورنيا للبحث عن هذا الكوكب المجهول.

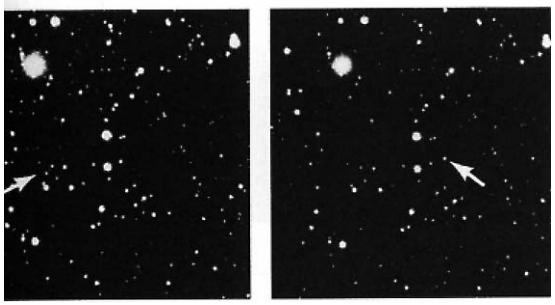
وفي العام 1914 تم نصب مرقب متطور في مرصد لوويل الذي كان قد بناه لنفسه ولا يزال عاملاً حتى الآن وبواسطة هذا المرقب بدأ البحث الجاد عن الكوكب.

ولكن لوويل توفي عام 1916 قبل أن يتم اكتشاف الكوكب.

وفي العام 1919 قام ميلتون هامسون بالتقاط صوّر في السماء كما حددها له بيكرينج, ولكنه للأسف لم يستطع تمييز وجود كوكب في هذه الألواح–على الرغم من أنه ظهر في عدد من ألواح التصوير فعلياً– والسبب الأول أنه ظن أن هناك خطأ في ألواح التصوير وعند إعادة التصوير ظهر الكوكب في نفس المكان فبدا له مثل النجوم.

وفي العام 1929 ابتدأ العالم كلايد تومبو Clyde William Tombaugh بحثه عن الكوكب من مرصد جديد تم صناعته خصيصاً لغرض البحث عن الكوكب التاسع وكان يستطيع بواسطته أن يصور حقل واسع من السماء. وكان تومبو قبل ذلك بسنة واحدة فقط يعيش في مزرعة صغيرة في كنساس ويرصد مستخدماً مرقب صغير نحته بنفسه.

وبعد عام مضني من البحث والدراسة والتصوير عثر تومبو على الكوكب المنشود في 18 شباط 1930 من ألواح تم التقاطها في بداية عام 1930، وأعلن عن الاكتشاف في 13 آذار 1930 في ذكرى ميلاد لوويل صاحب الفكرة في البحث عن هذا الكوكب. وقد أعطي الكوكب اسم بلوتو ورمز له بالرمز p وهي حرفي P و L وتمثل الأحرف الأولى لاسم برسيفال لوويل.



من هنا نرى أن الكوكب لم يكن نتيجة حسابات رياضية دقيقة إنما كان نتيجة ثمرة من البحث والجهد المضني المنظم. فقد اكتشف تومبو الكوكب بلوتو في مكان لا يبعد سوى خمس درجات عن المكان الذي تنبأ به كل من لوويل

وبيكرينج، حيث كان الكوكب بلوتو يقع في برج التوأمين وهو نفس البرج الذي اكتشف فيه هيرشل الكوكب أورانوس عام 1781.

اكتشاف بلوتو كان مخيباً للآمال مقارنة مع النصر الذي تحقق باكتشاف نبتون والسبب أن كتلته وحجمه كانا أصغر بكثير من أن يؤثر على حركة كل من أورانوس ونبتون المدارية، حيث كان المتوقع أن تكون كتلة هذا الكوكب الجديد أكثر من عشرة أضعاف كتلة الأرض.

وبهذا تعتبر عملية اكتشاف الكوكب بلوتو أكبر عملية تحزر علمية في التاريخ بسبب قلة لمعانه الظاهرية حيث يوجد حوالي عشرين مليون نجم يشاركه في هذا اللمعان وعدم وجود مراقب جيدة قادرة على تمييزه كان من أهم الأسباب التي أدت إلى تأخر اكتشافه.

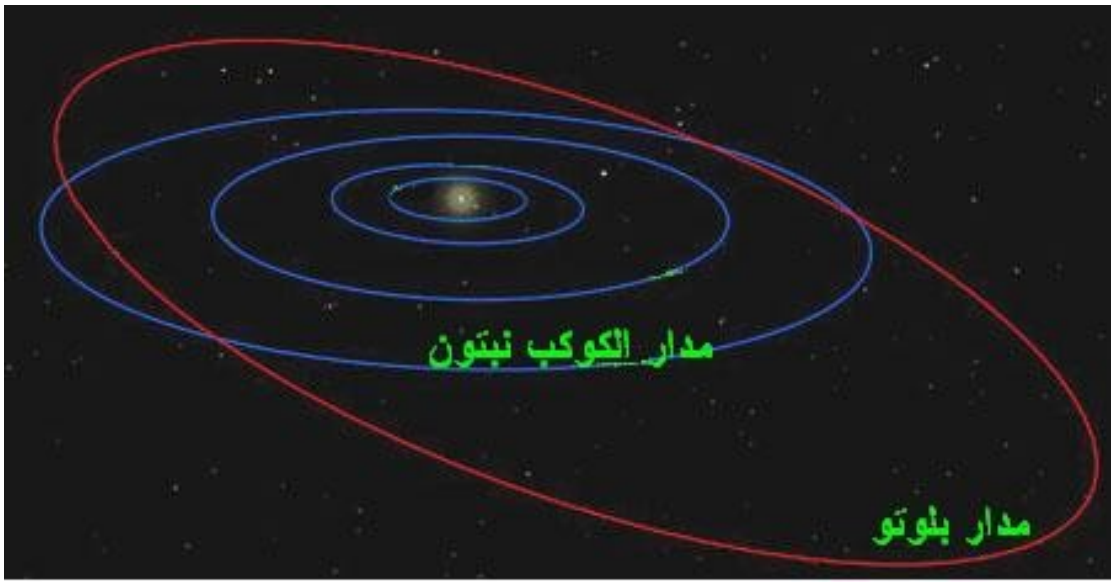
<u>مدار الكوكب:</u>

هذا الكوكب الذي بدا غريباً منذ اكتشافه فمداره مفلطح إهليلجي مضغوط بحيث يتراوح بعد الكوكب عن الأرض من 4.5 إلى 7.5 مليون كلم بفارق يقارب 3 ملايين كلم بين الأوج والحضيض (ما يعادل 20 وحدة فلكية) وتصل شذوذية مركزيته إلى $e = 0.25$. وقد عبر الكوكب نقطة الحضيض في 5 أيلول 1989 ومر في التقابل مع الأرض في 4/5/1989 حيث سنحت الظروف الجيدة برصده.وقد وصل الكوكب إلى أعلى ارتفاع له شمال دائرة البروج في شباط 1980 وارتفع بمقدار 1.25 مليار كلم.

وهذه الغرابة في شدة الاستطالة جعلته الكوكب الوحيد الذي يتقاطع مداره مع مدار كوكب آخر هو كوكب نبتون فيدخل مدار نبتون لمدة عشرين عام ليكون فيها أقرب للشمس منه، فدخل المدار عام 1979 وخرج منه في نهاية عام 1999 ويبدو هذا واضحاً في الشكل التالي.

وهنا علينا الانتباه إلى أن هذا التقاطع ليس تقاطعاً مادياً حقيقياً بل هو تقاطع مستويات ظاهري بالنسبة لراصد على الأرض لأن الكوكبين يفصل بينهما مسافة كبيرة ولأن مدار كوكب بلوتو يميل عن دائرة البروج حوالي 17.2° وجميع

الكواكب الأخرى كما مر معنا تدور على مستوى دائرة البروج عدا عن كوكب عطارد حيث يشذ بميل يقارب 7 ° . وهذا الميل يساعد في توضيح عملية التجسير Bridging over الحاصلة بين مداري الكوكبين .



وعندما عبر بلوتو المدار كان يعلو الكوكب نبتون بحوالي 8.9 وحدة فلكية مما يعني أن الكوكبين بعيدين جداً عن بعضهما البعض ولكن ظاهرياً ولراصد على الأرض يبدو وكأن المدارين يتقاطعان.ولقد وجد العلماء باستخدام برامج المحاكاة الحاسوبية أن هناك حركة تناسقية بين الكوكبين بلوتو ونبتون وهي ظاهرة فلكية تدعى الطنين المداري Stable Resonance وهذه الظاهرة هي التي تحافظ على ابتعاد الكوكبين عن بعضهما البعض والعلاقة بينهما هي 2 : 3 أي أن بلوتو يدور دورتين بينما نبتون يدور ثلاث دورات ليعودا إلى نفس النقطة مرة أخرى وتحدث كل 492 سنة تقريباً.

ويحتاج الكوكب إلى حوالي 248 سنة أرضية ليتم دورته حول الشمس بسرعة تعادل 4.74 كلم/ ثانية ،ويقطع الكوكب 1.5 درجة في السماء في أثناء سنة نسبة لراصد على الأرض.

كوكب بلوتو لم يتم رصد أقمار تابعة له عند اكتشافه مما جعل من الصعب تقدير كتلته . وكان قرص الكوكب يبدو بقطر يقارب ثانية قوسية واحدة مما يجعله صغيراً جداً خالياً من التفاصيل فبدا كلطخة ضبابية غير واضحة المعالم.

وفي العام 1955 استطاع الفلكيان Hardie و Walhene من مرصد لوويل أن يحددا طول اليوم على الكوكب بفضل التغيير في لون السطح حيث يعود كل فترة 6.39 يوم إلى نفس المظهر، فاعتبروا ذلك فترة دوران الكوكب حول نفسه.

عند اكتشاف الكوكب في العام 1930 كان الكوكب يتحرك نحو عقدة الصعود حيث مر فيها بشهر أيلول من عام اكتشافه والكوكب يمر في العقدة الواحدة كل 248.5 سنة .ويتوقع أنه في العام 2018 سيمر في عقدة الهبوط حيث يتحرك في مداره جنوب دائرة البروج.

وقد كان الكوكب حين اكتشافه في برج التوأمين كما أسلفنا وأخذ بعدها بالارتفاع شمالاً حيث وصل إلى أقصى ارتفاع له شمال دائرة البروج في شباط 1980 وارتفع بمقدار يزيد قليلاً عن 17 ْ .

<u>اكتشاف قمر للكوكب بلوتو:</u>

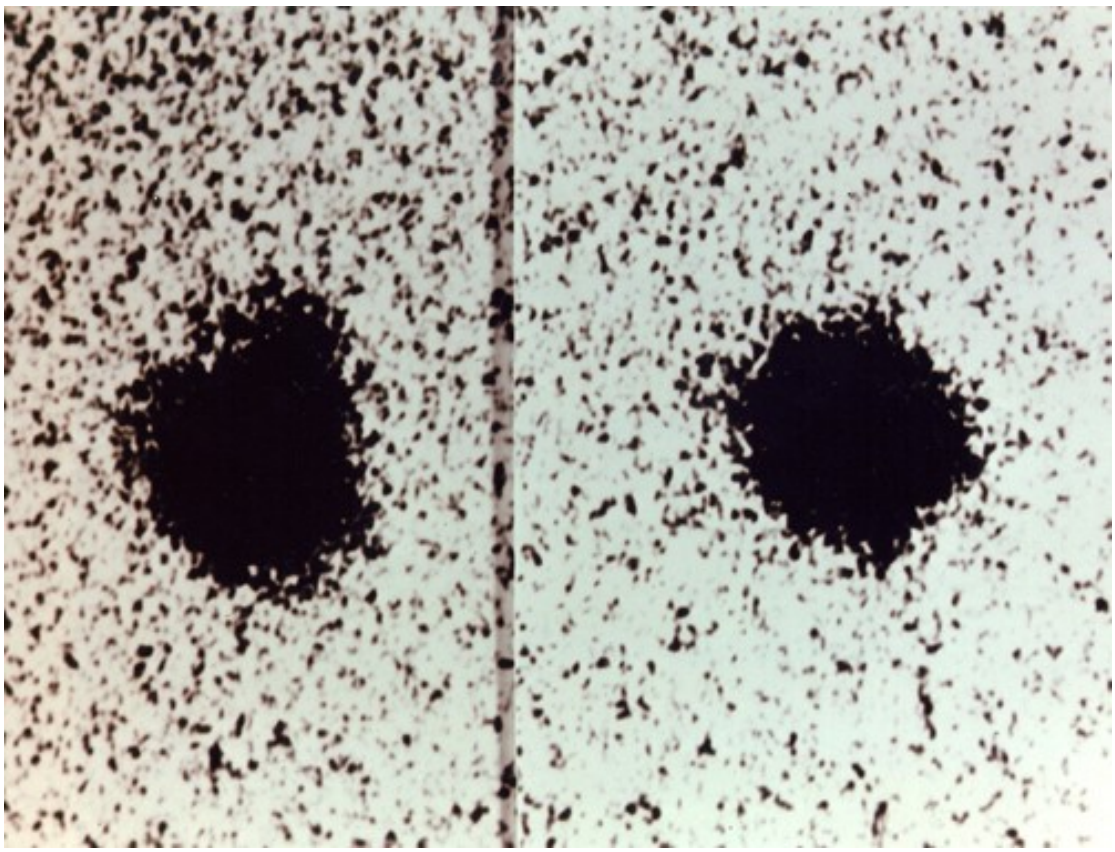
إن أهم قفزة في تاريخ أبحاث ودراسة بلوتو حدثت في 22 / حزيران عام 1978 وذلك عندما تم اكتشاف قمر للكوكب. ولذلك قصة:

لقد تم التقاط العديد العديد من الصور لهذا الكوكب بهدف تحديد مدة دورانه حول محوره وتحديد مداره بدقة أكبر،وتم في العام 1965 التقاط لوحتان فوتوغرافيتان لهذا الغرض وتكرر العمل في العام 1970 حيث أخذت خمسة ألواح خلال أسبوع واحد للكوكب وفي العام 1978 تم أخذ عدة صور على ألواح فوتوغرافية وكان الكوكب حينها في حالة تقابل مع الأرض وحين تم التقاط هذه الصور كان الجو شتاءً فتدخل عامل الطقس ليزيد من رداءة الصور إضافة إلى تحرك الكوكب البطيء بسبب بعده الكبير عن الأرض. وفي نهاية الربيع ومع اقتراب مشروع تصوير الكوكب من نهايته تم التقاط عدة صور جديدة تحت ظروف أفضل من حيث الطقس وجودة المراقب وحداثتها في تلك الفترة. وكان العالم جيمس كريستي

James W. Christy من الأشخاص الذين شغفوا بمثل هذه الدراسات.والذي كان يعتقد أن هذه الصور غير واعدة بنتائج جيدة لأن صور الكوكب بدت

متطاولة وكان من الصعب الحصول على قياسات لموقع دقيق للكوكب بلوتو من هذه التطاولات بشكل غير منتظم والتي تبدو كما لو كانت الصور قد تلطخت حين فشل المرقب بتتبع الكوكب مع الوقت نتيجة لدوران الأرض حول محورها أثناء التقاط الصور والتي تحتاج إلى تعريض على الأقل مدة 1.5 دقيقة وهذه الفترة رغم صغر طولها إلا أن لها تأثير عند الدراسة الدقيقة.

ولكن كريستي لاحظ ما لم يلحظه شخص آخر وهو أن النجوم المجاورة للكوكب في الصور لم تظهر هذه التطاولات .فدفعه هذا إلى إعادة الدراسة والتدقيق أكثر



فكان أن انتبه إلى قضية هامة جداً وهي تغير موقع التطاولات في كل صورة بحيث كانت تطاولات الصور التي تم التقاطها في 13 و 20 نيسان تتجه نحو الجنوب وفي 12 أيار من نفس العام كانت الصور تظهر التطاولات نحو الشمال.وعاد ودرس صور الكوكب التي تم التقاطها في العام 1965 والعام 1970 من مرصد البحرية الأمريكية كما أسلفنا وكانت جميعها تظهر هذا الانبعاج في شكل الكوكب والذي كان يتحرك مع عقارب الساعة . واستغرب

للملاحظة التي كتبها المصور على المغلف وهي" صور للكوكب بلوتو مع تطاولات جانبية". وبعد مناقشة مع زميله هارينغتون تأكد كريستي من أن بلوتو يمتلك قمراً وقام بعمل قياسات لزوايا التطاول بدقة وحذر وكان وقتها هارينغتون يحاول عمل حسابات حول مدار هذا القمر المتوقع فبدا لهما أن مسار القمر يتطابق مع مسار التطاولات التي قام كريستي بقياسها في الصور. وليس هذا فحسب بل وتساوي فترة دوران الكوكب حول نفسه. إذاً بلوتو يمتلك قمراً.

ومن هذه الصور التي تم الاعتقاد بأنها مشوهة وعديمة الأهمية تم اكتشاف أن للكوكب قمراً بعد 48 سنة من اكتشاف الكوكب نفسه . وخلال عدة أيام أصبح بلوتو نظاماً كوكبياً مفهوماً إذا جاز القول.

ولكن لماذا لم يلحظ أحد وجود القمر في العديد من الصور التي تم التقاطها للكوكب؟ إن هذه التطاولات عملت على إخفاء القمر في الصور لعدة اعتبارات منها الحركة المدارية للكوكب أثناء فترة التعريض وعدم الدقة في تتبع المرقب لهذه الحركة إضافة إلى رداءة الجو الأرضي أثناء التصوير وعامل عدم الدقة في المراقب المستخدمة حينها. وقد علق كريستي على هذا بقوله" إن التطاول على ألواح التصوير كانت مخبأة في عقول معظم الفلكيين ومنهم أنا شخصياً بأن الأقمار لا توجد هكذا ! قريبة جداً من الكوكب. ولأن المحاولات العديدة للعثور على قمر على بعد كما نألف فشلت جميعها. كل واحد منا علم ذلك ونعلم ذلك.

وهكذا حين رأيت العديد من الصور للكوكب بلوتو ويتواجد في كل منها تطاول واضح لم يكن عقلي في البداية متفتحاً لاكتشافها, في مجموعة الصور التي لدينا وجدت تطاولات وفي صور عام 1965 وعام 1970 وعام 1978 لقد شاهدت الصور بنفسي عدة مرات ولكنني رفضت أي دراسة حولها. وكانت كل واحدة من هذه الأمسيات التسعة التي تم فيها التقاط هذه الصور تعطي تطاولاً يقع في اتجاه معيّن. ومن هذه التشوهات ومن دراسة استمرت ليومين تأكدنا من أن بلوتو يمتلك قمراً"

وبعد هذه الأيام عادت الدراسة الحثيثة لهذا الكوكب البعيد لمعرفة العلاقة بينه وبين قمره الجديد.

كان بلوتو بخلاف كل الكواكب الأخرى يدور حول نفسه في نفس فترة دوران قمره حوله وبهذا لا يري الاثنان سوى وجه واحد للآخر بحيث يبقى الوجه الآخر بعيداً في الظلام.

بعض الأقمار الأخرى تدور حول كواكبها في نفس فترة دورانها حول نفسها فتحتفظ بوجه واحد يقابل الكوكب، بينما للكوكب فترة دورانه الخاصة حول نفسه.

وكان واضحاً من أن هناك قوة تجاذب فريدة بين بلوتو وقمره.

ومن تحليل الصور استطاع العلماء الخروج بعدة نتائج منها أن صور 78 أظهرت تطاول نحو الجنوب وبعد شهر كانت التطاولات نحو الشمال مما يعني أن القمر يدور حول الكوكب من الشمال إلى الجنوب وهذا غريب لأن الأصول المعروفة لحركة الأقمار من الشرق إلى الغرب .

ومن دراسة صور عام 1970 أظهرت خمسة تطاولات تحرك فيها القمر دورة واحدة في حوالي ستة أيام (6.39 يوم) ودورة الكوكب حول نفسه حسبت في حوالي 6.4 يوم. واستنتج هارينغتون أن الكوكب وقمره مرتبطان بحركة غريبة من الشمال إلى الجنوب مما يدل على أن الكوكب محور دورانه حول نفسه مائل على جنبه في مستوى النظام الشمسي.

قطر الكوكب يقارب 3000 كلم وقطر القمر حوالي ثلث قطر بلوتو وبهذا يكون أكبر قمر في النظام الشمسي نسبة إلى حجم الكوكب التابع له. وأكبر قمر تم اكتشافه منذ العام 1846.

وأن هذا القمر من التحليلات النهائية يبدو عالقاً في سماء الكوكب فيظهر فوق منطقة واحدة فقط بالنسبة لسطح الكوكب.ولا يمكن رؤية الكوكب منعزلاً عن قمره من خلال المراقب.فالمسافة بينهما 19600 كلم فقط.وكذلك الحال بالنسبة للكتلة بينهما فتصل إلى 3:1. من هنا يعتقد أن العلاقة بينهما أكبر من علاقة كوكب وقمره بل علاقة نظام ثنائي ويطلق عليه اسم Double Planet .

وكما جرت العادة فإن لمكتشف القمر حق تسميته الذي كان من نصيب كريستي فأراد أن يشرف زوجته Chalene فاقترح اسم شارون وهو أيضاً اسم الملاح في الأسطورة الإغريقية. واللفظ هو كارون من الناحية الفلكية.

وفيما بعد تم الاكتشاف أن محور دوران الكوكب مائل بمقدار 122 ْ أي أن قطبه الشمالي يقع تحت مستوى مداره.

ومن دراسة تغير ملامح السطح أثناء الدوران تبين أن اليوم على بلوتو يتم في 6.39 يوم.

<u>جو الكوكب بلوتو:</u>

إن قضية وجود جو حول الكوكب بلوتو كانت مجالاً للنقاش لفترة طويلة،فقد قام العلماء بتحليل طيفي للكوكب عام 1976 أثبت من خلالها وجود الميثان أو جليده على سطح الكوكب.وفي العام 1980 استطاع العالم Uwe Fink من العثور على الميثان في الحالة الغازية .ولكن ذلك لم يثبت فبقي العلماء بانتظار الفرصة المناسبة لإجراء دراسة ظاهرة الإعتام النجمي حيث أن مرور الكوكب من أمام نجم لامع يقلل من لمعان النجم في حالة وجود جو له مهما كان الجو رقيق قبل وبعد مرور الكوكب.وفي العام 1985 استطاع الفلكي D J Mink من جامعة هارفارد والفلكي A P Klemola من مرصد Lick استطاعا العثور على نجم في برج العذراء بدا أنه سيقع مباشرة في مدار بلوتو حيث سيمر الكوكب من أمامه في 9/ حزيران /1988. وبالفعل تم انتظار الموعد المترقب وكانت نتيجة هذا التعتيم جيدة إذ قدم دليل على وجود ضباب قريباً من سطح الكوكب. ويعتقد علماء مرصد أريزونا أن تكثيف الميثان يؤدي في أحد مراحله إلى وجود الضباب.وكخلاصة هناك جو رقيق يعتقد أنه من غاز الميثان بشكل أساسي.

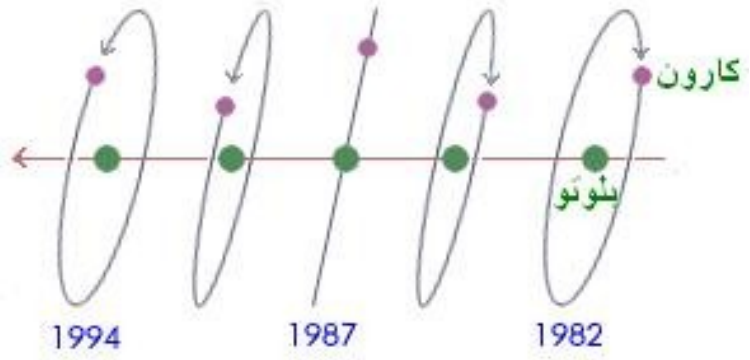
إن جاذبية الكوكب قليلة وتعادل 5% من جاذبية الأرض وبهذا فإن سرعة هروب الأجسام من سطح الكوكب قليلة حيث تهرب الغازات من جو الكوكب بسهولة نحو الفضاء الخارجي.

وقد قدر جو الكوكب بسمك يصل إلى 4.6 كلم ويمتد لحوالي 25 كلم.

ولكن المميز لجو هذا الكوكب هو أنه ينهار ثم يعاد تكوينه من جديد. فالجو ظاهرة مؤقتة على سطح هذا الكوكب.فحين يبتعد الكوكب عن الشمس يتكاثف الجو ويسقط على شكل ثلوج من الميثان مما يسبب في ارتفاع لمعان الكوكب ثم وبعد قرنين من الزمن عندما يعود الكوكب إلى الحضيض ويزداد مقدار الأشعة التي يتلقاها السطح فإن هذا الجليد يتسامى عن السطح ويكوّن طبقة من الجو حول الكوكب تستمر لعدة سنوات .وإذا لم تستطع جزيئات الميثان الالتحام مع بعضها في طبقات الجو العليا فإنها تعتبر مفقودة في الفضاء الخارجي.وعليه فلابد من أن الكوكب قد استهلك جزء من قشرته من جليد الميثان بهذه العملية. وقد قدرت درجة الحرارة على سطح الكوكب بين -218 ْ و -228 ْ س .

<u>الخسوف والعبور:</u>

يحدث الخسوف عندما يمر الكوكب بلوتو أمام القمر كارون أما العبور فيحدث إذا مر كارون من أمام الكوكب .ودورة الخسوفات والعبورات تحدث كل 124 سنة وذلك بسبب ميلان محور بلوتو الغريب الذي يجعل قمره كما قلنا يدور من الشمال إلى الجنوب ويكون مواجهاُ للأرض من منظر جانبي مرتين خلال دورة بلوتو حول الشمس والتي تستغرق 248 سنة.



وبذلك تتكرر هذه الظاهرة مرة كل 124 سنة وتستمر لمدة تقارب خمسة سنوات. ومن حسن الحظ أنه تم اكتشاف القمر قبل بدء هذه الظواهر .وبدأت عمليات رصد هذه الخسوفات والكسوفات منذ عام 1985 واستمرت حتى عام 1990 .

ومنها استطاع العلماء استنتاج الكثير من المعلومات عن الكوكب بلوتو وذلك لأن القمر كان يمر من أمام وخلف الكوكب مرة كل 3.2 يوم بالنسبة لراصد من الأرض وعندما يكون الكوكب في الخلف فإن هذا يعطي فرصة لدراسة الكوكب وحيداً وكان من نتيجة هذه الدراسات تحديد لون سطح الكوكب الذي تحدد بأنه أحمر اللون أما القمر كارون فكان لونه رمادي.كما وبدت منطقة الاستواء للكوكب معتمة وأقل لمعانا من مناطق الأقطاب اللامعة نسبياً.وتم تحديد نصف قطر الكوكب بدقة متناهية حيث بلغت 1142 كلم من ضمنها حدود الجو المحيطة بالكوكب.ومن القطر يمكن كتلة الكوكب وبناءه وتكوينه وعمل خرائط تقديرية للسطح.

ومن ملاحظة تغيّر الانعكاسية لنظام بلوتو كارون حدد أن الكوكب أكثر لمعاناً وأن انعكاسيته تقارب 46% أما القمر فإن انعكاسيته تقارب 34%، حيث وجد أنه عندما يختفي كارون خلف بلوتو يقل اللمعان بمقدار 20% أما عندما يمر من أمام الكوكب فإن الضوء المركب منهما يتناقص 40% وذلك لأن القمر يحجب جزءاً لامعاً من سطح الكوكب.

<u>ماهية الكوكب بلوتو:</u>

من الطريف أنه كلما ازدادت المعلومات المعروفة عن الكوكب بلوتو قلت أهميته عند بعض الفلكيين. فهو الأصغر بين الكواكب بل هو أصغر حجماً وكتلة من قمرنا الأرضي. لذلك أصبح بعض الفلكيين يطالبون بإنزاله من مرتبة كواكب ووضعه ضمن خانة الكويكبات ومنهم العالم باتريك مور. ولكن هذا صعب لأنه يختلف بشكل جذري عن الكويكبات وكما أن عملية دراسته ستكون صعبة من حيث الموافقة على الموازنة من قبل الكونجرس إذا تم طرح فكرة إرسال مركبة إليه لدراسته ككويكب. ولكن على أية حال لا يمكن أن يكون بلوتو إلا كوكباً من حيث المدار والكتلة والحجم ولكن هناك فكرة جديدة وهو أنه كوكب جنيني Planetesimal حيث يقترح أن هذه الأجسام التحمت مع بعضها في بداية تكوين النظام الشمسي وشكلت الكواكب الخارجية مثل أورانوس ونبتون وأقمارهما. وهنا تكمن أهمية بلوتو وقمره بأنهما مادة خام تستحق الدراسة

لمعرفة بنية النظام الشمسي بصورة أفضل.وعملية الالتحام هذه Acretion هي التي أوصلت كل من بلوتو وقمره إلى هذا الحجم ولكنهما بالنسبة لموقعهما من الكواكب الخارجية حيث وقعا تحت تأثير جاذبية الكواكب الخارجية وحجزا في مدار طنيني يقابل كل منهما الآخر بنفس الوجه دائماً ،وهذا هو الذي حماهما من الاصطدام مع أو الالتحام داخل كوكب أكبر.

ويستغل العلماء التشابه الكبير بين كوكب بلوتو وقمر نبتون الكبير تريتون للتأكيد على هذه النظرية.

تركيب الكوكب:

لقد تم تحديد كثافة هذا الكوكب بأنها 2.14 غم / سم ^{3} ولهذا يعتقد أن بلوتو يمتلك نواة صخرية وقشرة جليدية , والكوكب مكسو بجليد من الميثان يشكل قلنسوتين على الأقطاب إلى مسافة عرض $^\circ$45 شمال وجنوب خط الاستواء. ومن الوسط يطوق الكوكب حزام خالي من الميثان مما يقلل من لمعان هذه المنطقة.ويتوقع أن نسبة النواة الصخرية تمثل 75% من الكوكب مقارنة مع القشرة الجليدية بنسبة 25%.

اكتشاف قمران جديدان حول بلوتو عام 2005:

بفعل الصور المحكمة لمقراب الفضاء هابل تم التقاط صور تؤكد على وجود نظام من الأقمار تدور حول بلوتو وبهذا يصبح للكوكب ثلاثة أقمار تابعة.