

## المحاضرة الحادي عشر

### أورانوس:

أورانوس رمزه ♅ هو سابع الكواكب بعدًا عن الشمس، وثالث أضخم كواكب المجموعة الشمسية، والرابع من حيث الكتلة .

يشابه تركيب أورانوس تركيب كوكب نبتون، وكلاهما ذو تركيب مختلف عن العملاقين الغازيين الآخرين (المشتري وزحل)، لذلك يصنفها الفلكيون أحيانًا تحت تصنيف عملاق جليدي. تكوين الغلاف الجوي يشابه تركيب غلاف كلاً من المشتري وزحل، حيث يتركب بشكل أساسي من الهيدروجين والهيليوم، لكنه يحتوي على نسبة جليد أعلى مثل جليد الماء والميثان والأمونيا مع وجود بعض الأثار للهيدروكربونات يعتبر غلافه الجوي الأبرد في المجموعة الشمسية، مع متوسط حرارة يبلغ (- ٢٢٤ درجة مئوية). ويتألف من بنية سحب معقدة، ويعتقد أن الماء يشكل الغيوم السفلى والميثان يشكل طبقة الغيوم الأعلى في الغلاف. في حين يتألف أورانوس من الصخور والجليد .

يملك أورانوس مثل باقي الكواكب العملاقة نظام حلقات و غلاف مغناطيسي وعدد كبير من الأقمار. أكثر ما يميز أورانوس عن غيره من الكواكب هو أن محور دورانه مائل إلى الجانب بشكل كبير، تقريبًا مع مستوى دورانه حول الشمس، بحيث يتم وضع قطباه الشمالي والجنوبي في مكان تموضع خط الاستواء لمعظم الكواكب. ترى حلقات الكوكب من الأرض أحيانًا كهدف الرماية، وتدور أقماره حوله باتجاه عقارب الساعة. أظهرت صور ملتقطة بواسطة المسبار فوياجر ٢ سنة 1986 بعض التضاريس للكوكب بالضوء المرئي بدون أي تأثيرات لمجموعات الغيوم أو العواصف مثل باقي العملاقة الغازية. أظهر الرصد الأرضي تغيرات مناخية فصلية، وزيادة في تغيرات الطقس في السنوات الأخيرة. وخاصة عندما يقترب أورانوس من الاعتدالين، فيمكن أن تصل سرعة الرياح ٢٥٠ مترًا في الثانية .



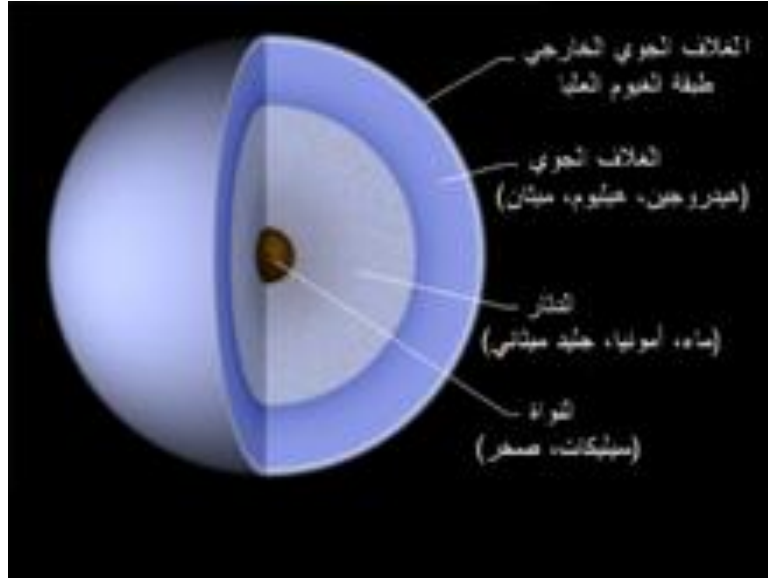
أورانوس كما بدا في صورة لمسبار فوياجر 2

## التركيب الداخلي:

تبلغ كتلة أورانوس حوالي ١٤.٥ ضعف كتلة الأرض، مما يجعله أقل الكواكب كتلة من بين الكواكب العملاقة، على الرغم من أن قطره أكبر قليلاً من قطر نبتون، وتساوي تقريباً أربع أضعاف قطر الأرض. أما كثافته فتبلغ ١.٢٧ غ/سم مكعب وبالتالي فإن أورانوس هو ثاني أقل كواكب المجموعة الشمسية من حيث الكثافة بعد زحل. وتدل هذه الكثافة على أنه مكون بشكل أساسي من أشكال مختلفة من الجليد كجليد الماء والأمونيا والميثان. قيمة الكتلة الكلية في داخل أورانوس غير معروفة تماماً. حيث تظهر نماذج محاكاة أرقام مختلفة من قيمة هذه الكتلة، على أي حال تتراوح القيم بين ٩.٣ و ١٣.٥ من كتلة الأرض. بينما يشكل الهيدروجين والهيليوم جزء قليل من الكتلة الكلية لأورانوس بقيمة كتلية تتراوح ما بين ٠.٥ إلى ١.٥ من كتلة الأرض. بينما الكتلة الباقية والتي تشكل ما بين ٠.٥ إلى ٣.٧ من كتلة الأرض تتألف من مواد صخرية .

يوضح النموذج الأساسي لتركيب أورانوس أنه يتألف من ثلاث طبقات: نواة صخرية في المركز، يليها دثار جليدي في الوسط، لتتألف الطبقة الخارجية من غلاف غازي من الهيدروجين/هيليوم. تعتبر النواة صغيرة نسبياً إذا تبلغ كتلتها حوالي ٠.٥٥ من كتلة الأرض ونصف قطرها أقل من ٢٠% من نصف قطر أورانوس. في حين يضم الدثار الجزء الأساسي من كتلة أورانوس بقيمة تبلغ ١٣.٤ من كتلة الأرض. بينما الطبقة الخارجية هي ذات الكتلة الأصغر وتساوي ٠.٥ من كتلة الأرض، وتمتد لآخر ٢٠% من قطر أورانوس. تبلغ الكثافة ضمن النواة ٩ غرامات في السنيمتر مكعب، والضغط في المركز يصل إلى ٨ ملايين بار ودرجة الحرارة تصل إلى ٥٠٠٠ كلفن. أما تركيب الدثار الجليدي فهو ليس مؤلف من الجليد وفق الفهم التقليدي، إنما مؤلف من سوائل حارة ذات كثافة عالية تحتوي على الماء والأمونيا ومواد متطايرة. ويدعى أحياناً هذا السائل الذي يملك خاصية ناقلية كهربائية عالية بمحيط الماء-الأمونيا. إن الاختلاف الكبير في تركيب الجزء الضخم من تركيب أورانوس ونبتون عن التركيب الغازي للمشتري وزحل يجعل من المبرر وضع تصنيف عملاق جليدي لهذين الكوكبين ومن الممكن وجود طبقة من الماء المتأين حيث تتحلل جزيئات الماء إلى شوارد هيدروجين وأكسجين وتوجد طبقة أعمق من الماء فائق التأين حيث تتبلور الأكسجين وتنطفو شوارد الهيدروجين حول الشبكة البلورية للأكسجين.

يعتبر النموذج أعلاه هو النموذج العياري لتركيب أورانوس، لكن هذا النموذج ليس وحيد إذ توجد نماذج أخرى. فـنموذج آخر متوافق مع الملاحظات الرصدية حيث يفرض أنه إذا مزجت كميات كبيرة من الهيدروجين والمواد الصخرية ضمن طبقة الدثار الجليدي، فإن الكتلة الكلية في الطبقة الداخلية ستكون أقل وبالمقابل فإن كمية الهيدروجين والصخور ستكون أعلى. على أي حال البيانات المتوفرة حالياً حول أورانوس لا تسمح بالتأكد من أي نموذج هو الصحيح. يظهر من التركيب الداخلي للسائل لأورانوس أنه لا يملك سطح صلب. ويتحول الغلاف الجوي الغازي بشكل تدريجي إلى سائل في الطبقات الداخلية .



.رسم مقطعي للبنية الداخلية لأورانوس

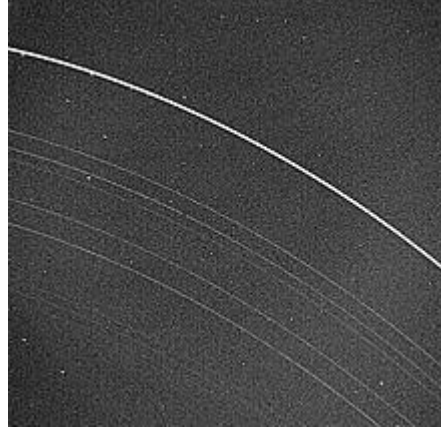
## الغلاف الجوي:

يختلف تركيب الغلاف الجوي لأورانوس عن باقي الكواكب، على الرغم من أنه يتكون من مركبين أساسيين هما الهيدروجين والهيليوم. كما أن الشيء الشاذ الآخر هو احتواءه على الميثان.

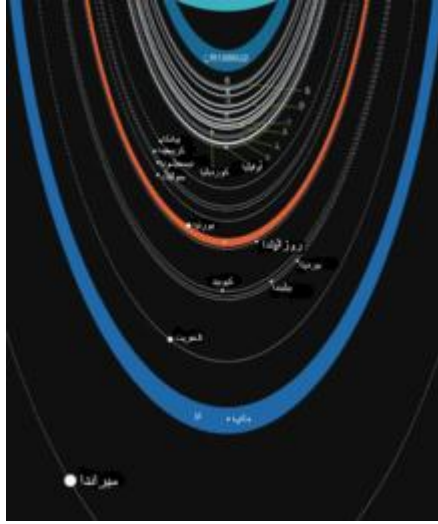
وجدت كميات من أنواع مختلفة من الهيدروكربونات في الستراتوسفير، ويعتقد أنه نتجت بسبب التحلل الضوئي للميثان بالأشعة فوق البنفسجية. كما يتضمن الغلاف الجوي كلاً من الإيثان والأسيتيلين والبروبين واليوتادين. كما كشف التحليل الطيفي وجود كميات من بخار الماء وأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون في أعلى الغلاف الجوي، ويمكن أن تنشأ هذه المركبات من مصادر خارجية كسقوط الغبار والمذنبات .

## حلقات أورانوس:

يملك أورانوس نظام حلقات كامل، وبذلك يعتر النظام الحلقي لأورانوس ثاني نظام حلقي يكتشف في النظام الشمسي بعد زحل. وتتركب الحلقات من مواد مظلمة تقريباً، والتي تختلف بالحجم وتتنوع من أحجام ميكروية إلى أحجام تصل إلى أجزاء مترية. وقد تم اكتشاف ثلاثة عشر حلقة متميزة حتى الآن. وأكثر هذه الحلقات لمعاناً هي الحلقة إيسلون (ε) وجميع حلقات أورانوس باستثناء حلقتين متقاربتين جداً حيث يصل عرضهم لبضع كيلومترات. يعتقد أن هذه الحلقات حديثة النشأة، حيث تشير الاعتبارات الديناميكية إلى عدم نشوء هذه الحلقات مع نشوء أورانوس. ويعتقد أن المواد ضمن الحلقات نشأت من تحطم قمر (أو أقمار) لأورانوس نتيجة اصطدام عالي السرعة. حافظت عدد قليل من الجزيئات من بين العدد الهائل الناتج عن التحطم على وجودها في منطقة مستقرة مستقرة مشكلة حلقات الكوكب



حلقات أورانوس الداخلية. تظهر الحلقة إبسلون وهي أكثر الحلقات سطوعاً، إضافة لثمان حلقات أخرى.



حلقات أورانوس.

## أقمار أورانوس:

يملك أورانوس ٢٧ قمراً طبيعياً وقد أعطيت هذه الاقمار أسماء مستمدة من أعمال ويليام شكسبير وألكسندر بوب. والأقمار الخمسة الرئيسية هي ميراندا وأرييل وتيتانيا وأوبيرون وأومبريل. تعتبر كتل نظام أقمار أورانوس هي الأصغر من بين العمالقة الغازية. فكتلة الأقمار الخمسة الرئيسية تعادل فقط نصف كتلة تريتون قمر نبتون<sup>[47]</sup>. أكبر هذه الأقمار، تيتانيا، له نصف قطر يصل إلى ٧٨٨.٩ كم أي أقل من نصف قطر قمر الأرض ولكنه أكبر قليلاً من ريا ثاني أكبر أقمار زحل، ليكون تيتانيا ثامن أقمار المجموعة الشمسية من حيث الكبر، تملك أقمار أورانوس بياض قليل نسبياً يتراوح من ٠.٢٠ لأوبيرون إلى ٠.٣٥ لأرييل. (تتركب الأقمار من كتل جليدية وكتل صخرية بنسبة ٥٠% للمكونات الجليدية و ٥٠% للمكونات الصخرية تقريباً، ومن الممكن أن يحوي الجليد الأمونيا وثاني أكسيد الكربون .



الأقمار الرئيسية لأورانوس، ويظهر الحجم النسبي لهذه الأقمار.

بحسب الظاهر فإن أرييل لديه سطح أحدث من بين جميع الأقمار، بينما يبدو أن أوبيرون هو الأقدم. يملك ميراندا أخاديد عميقة تصل لعمق ٢٠ كم، وطبقات مدرجة، وتوزع عشوائي في عمر السطح والتضاريس. ويعتقد أن النشاط الجيولوجي القديم لميراندا كان نتيجة التسخين المدي في وقت كان مداره أكثر شذوذاً وربما كان نتيجة ذلك نسبة الرنين المداري مع أوبيرون البالغة ١:٣. وربما أن العمليات الصدعية مرتبطة بتقلبات الانحناءات والتي قد تكون هي السبب الرئيسي في تشكل الأخدود الرئيسي على ميراندا والمشابه لمضمار السباق. كذلك يعتقد وجود رنين مداري ١:٤ بين أرييل وتيتانيا .