الفصل الأول

أصل ونشأة الأرض

الفصل الأول

أصل ونشأة الأرض

نشأة الأرض:

تعد الأرض أحد كواكب المجموعة الشمسية، وهي تدور حول الشمس كغيرها من الكواكب. وتعتبر مشكلة نشأة الأرض الشمسية ونشأة الكون بوجه عام من المشاكل الهامة التي تشغل أذهان العلماء منذ وقت بعيد.

وتعد نشأة الأرض من المسائل التي يشوبها كثير من الغموض، حيث حاول العلماء أن يقدموا أفكاراً متعددة من نشأتها وأصولها إلا أن هناك البعض الآخر الذين يعتقدون أن الأرض مازالت في مرحلة التكوين.

ومع اختلاف العلماء في وضع تفسير موجد لنشأة الكرة الأرضية في شكلها الحالي كجزء من المجموعة الشمسية، قام بعض علماء الجيولوجيا والفلك والطبيعة والرياضيات والجغرافيا وغيرها بتفسير هذه النشأة من خلال مجموعة من النظريات بعضها قديمة مثل: نظرية "إيمانويل كانت **Immnuel kant** عام 1755م"، ونظرية "بيير لابلاس **Pierre s. La Place**"، ونظريات حديثة وهي: نظرية "توماس تشمبرلت **T.C.Chamberlin** وفورست مولتن **F.F.Moulton** عام 1905م"، ونظرية "هويل **F.Hoyle** عام 1946م" ونظرية "فايتسزيكر أو نظرية السحب السديمية **Von Weizsacker** عام 1944م"، ونظرية الانفجارات النووية للعالم الفلكي البلجيكي "لاميتر **Geroge Lemaitre** عام 1931م" نظرية الشمس التوأمية للعالم الفلكي "راسيل **H.N.Russel** عام 1925م".

ومع تعرض أصحاب النظريات القديمة للنقد وخاصة كانت ولا بلاس، وظهور العديد من النظريات الحديثة فلن نخوز في هذا ولكم الكبير من النظريات لكي يستطيع القارئ معرفة كيف نشأت الأرض فسوف نتعرض لأحدث هذه النظريات.

عزيزي القارئ... ترى كيف نشأت الأرض حسب أحدث هذه النظريات وهي نظرية "هويل"[1]:

---

(1) تعرف بنظرية السوبر نوفا **Super Nova** أي النشأة الحديثة للنجوم.

نرى هذه النظرية في نشأة الأرض وكواكب المجموعة الشمسية أن نجمًا ضخمًا كان يدور في الفضاء بالقرب من الشمس، وحدث في هذا النجم الكبير انفجار (وظاهرة انفجار النجوم كثيرة الحدوث)، وتطايرت المواد الغازية من الانفجار وأخذت تدور حول نفسها وحول أقرب النجوم لها وهو الشمس، وتماسكت أطراف هذه الغازات وانفصلت في حلقات، وأخذت مادة كل حلقة منها تتركز وتنخفض حرارتها بالتدريج، وتحولت من كرة من الغاز إلى حالة من الصلابة وكونت كرة ضخمة تدور حول الشمس، واستقرت إحدى هذه الكرات على بعد 93 مليون ميل من الشمس، وبعضها على أبعاد أكبر، وتكونت التوابع (الأقمار) التي تدول حول الكوكب بنفس الطريقة وذلك بعد انفصال هذه الأقمار عن كتلة الكواكب[1].

عمر الأرض:

تعالى معي عزيزي القارئ لنتعرف على عمر الأرض وكيف استطاع الإنسان تقدير هذا العمر؟

توجد طريقتين لتقدير عمر الأرض، وتعتمد الطريقة الأولى على تقدير العمر النسبي **Relative Age** ، أما الطريقة الثانية فتعتمد على تقدير العمر المطلق لها **Absolute Age** .

ويعتمد تقدير العمر النسبي للأرض على طريق تقدير عمر صخور الأرض وخاصة الصخور الرسوبية، وذلك من خلال دراسة طبقات تلك الصخور وما تشمله من حفريات نباتية أو حيوانية، وهو ما تعيد في إعطاء تقدير للجزء الحديث من تاريخ الأرض.

أما العمر المطلق فيقصد به تقدير عمر الأرض نفسها أو على الأقل منذ بدأت قشرتها الخارجية للتصلب.

وكان أول من أعطى عمراً للأرض هو الأسقف الأيرلندي "آشر" في القرن السابع عشر، والذي اعتقد بأن الأرض قد خلقت في الساعة الثانية صباحًا من يوم 2 أكتوبر من عام 4004 قبل الميلاد.

وفي القرن الثامن عشر قدر العالم الفرنسي "دي بوفون **De Buffon**" عمر الأرض

---

(1) فيليب رفلة، أحمد سامي مصطفى، 1969م، ص ص4-5.

بأنه يرجع إلى 74800 سنة بحساب سرعة برودة كرة حديدية متوهجة ثم تلاه "أراجو **Arago**" عالم الطبيعة الفرنسي بمحاولة أخرى عام 1838م بحساب معدل التناقص في حرارة الأرض، إلا أن هذه المحاولات سرعان ما فقدت أساسها العلمي بعد أن اكتشفت العناصر المشعة وأثر تحللها في قياس الحرارة المنبثقة من باطن الأرض[1].

وقد جرت بعد ذلك محاولات لتقدير عمر الأرض عن طريق حساب الزمن الذي استغرقته البحار حتى وصلت إلى درجة ملوحتها الحالية، وعلى اعتبار أن مياه البحار كانت عند نشأتها عند بداية تكوين كوكب الأرض خالية من الأملاح، وبالتالي يمكن احتساب المدة التي حدثت فيها تراكم لهذه الأملاح إلى المستوى الحالي من الملوحة، واعتبار هذه المدى هي عمر الأرض، وهذا التقدير لعمر الأرض أعطى قيمًا تتراوح ما بين 300ـ1500 مليون سنة. ولكن من عيوب هذه الطريقة افتراض معدل ثابت لزيادة ملوحة البحار في الأزمنة الجيولوجية المختلفة، وهذا المعدل يشبه المعدل الحالي. وهذا الافتراض غير صحيح، حيث أوضحت بعد الدراسات أن معدلات تراكم الأملاح حاليًا أقل بكثير من المعدلات في الأزمنة الجيولوجية السابقة.

ولعل أحدث الطرق في تقدير عمر الأرض من حساب معدل تحلل العناصر المشعة لتقدير العمل المطلق للصخور القديمة على سطح الأرض. وتعتمد هذه الطريقة على ظاهرة احتواء الصخور على كميات من العناصر المشعة التي تتحول مع الزمن إلى النظير غير مشع. ولقد أوضح علماء الفيزياء والكيمياء أن هذا التحول يتم بمعدل ثابت لا يتأثر بالعوامل الخارجية ولا يتغير مع الزمن، ويتم حساب سرعة تحلل العناصر المشعة بقياس ما يسمى فترة نصف العمر، وهي الفترة التي تلزم لتحول نصف الكمية من العنصر المشع إلى النظير الغير مشع. ومن العناصر المشعة التي تستخدم لتقدير العمر المطلق للصخور عناصر اليورانيوم والثوريوم، ويتحول اليورانيوم والثوريوم إلى رصاص وهليوم[2].

ويتم حساب أعمار الصخور بهذه الطريقة بحساب كمية اليورانيوم والثوريوم المتبقي

---

(1) محمد سامي عسل، الجغرافيا الطبيعية، الطبعة الثانية، مكتبة الأنجلو المصرية، 1985م، ص ص52ـ53.

(2) حسام جاد، الجغرافيا الطبيعية، ص14.

حاليًا في الصخور وكمية النظير الغير مشع (رصاص) المتكون في الصخر، وبذلك يمكن معرفة الزمن الذي مر لتكوين الرصاص الخامل، وذلك لأن فترة نصف العمر ثابتة ومحدودة ومعلومة. ولهذا أوضحت الحسابات أن أقدم صخور القشرة الأرضية يتراوح عمره ما بين 3000 مليون سنة في قارة أفريقيا، و3500 مليون سنة في قارة أوروبا، ويرى العلماء أن عمر الأرض المقدر بهذه الطريقة يبلغ 4500 مليون سنة[1] من خلال العرض السابق.

يجب الإشارة إلى أن التطورات التي مرت بها الكرة الأرضية نفسها قبل أن تتكون هذه الصخور قد استغرقت بضعة ملايين أخرى من السنين. .وعلى هذا الأساس فأن بعض الكتاب يقدرون المدة التي انقضت منذ أن بدأت المرحلة الأولى لتكوين الأرض حتى الآن بنحو 12 ألف مليون سنة.

وبوجه عام يعطي العلماء تقديراً لعمر الأرض يتراوح ما بين 4500ـ6000 مليون سنة وذلك منذ بداية ظهورها كجسم غازي يتجمع حول نفسه.

تركيب الكرة الأرضية:

يقسم العلماء كوكب الأرض إلى الأقسام الآتية:

1- **الغلاف الصخري (الليثوسفير** Lithosphere)[2]:

ويشمل كل النطاق الصخري الذي يغطى باطن الأرض، وهو غلاف غير محدد تماماً ولكنه يتفق عموماً مع ما يسمى بقشرة الأرض. ويطلق عليه البعض اسم القشرة الصلبة ويتكون من طبقتين أساسيتين من المواد التي توجد في كل منها. ويبلغ متوسط سمكها تحت القارات نحو 40 كيلومتر، بينما يبلغ متوسط سمكها تحت قاع المحيطات نحو 5 كيلومترات. وتعرف الطبقة الأولى بالقشرة الخارجية أو ما يعرف باسم الغلاف الصخري، وهي تتكون من مواد جرانيتية يتراوح سمكها بين 2ـ30 كيلومتراً، ومعظم موادها تتكون من السيليكا **Silica** والألومنيوم **Aluminium**، ولذلك فقد أطلق على هذه الطبقة اسم طبقة السيال **SIAL** (اختصاراً لكلمة سيليكا وألومنيوم).

---

(1) المرجع السابق، ص15.
(2) كلمة ليثوس كلمة يونانية قديمة معناها صخر.

ويلاحظ أن هذه الطبقة يزداد سمكها في كل الجهات المرتفعة على سطح الأرض، في حين إنها رقيقة السمك خاصة على قيعان الأحواض البحرية والمحيطية بل تكاد تكون معدومة على قاع المحيط الهادي. والطبقة الثانية من القشرة الصلبة تقع مباشرة تحت طبقة السيال، وهي طبقة يعتقد أنها شبه سائلة وتتكون من صخور قاعدية أعظم كثافة حيث تتركب من معادن ثقيلة معظمها من السيليكا والماغنسيوم **Magnesium** والحديد، ويطلق عليها العلماء اسم طبقة السيما **SIMA** (اختصاراً لكلمة السيليكا والماغنسيوم) أو طبقة المافيك **Mafic**. وتنفصل طبقة المانتل[1] عن القشرة الأرضية بطبقة تعرف باسم حد "موهوروفيش **Mohorovic**"[2] أو حد الموهو **Moho**[3]. أما عن باطن الأرض والذي يطلق عليه اسم "الباريسفير **Barysphere**" فيعتقد معظم الجيولوجيين بدون سنمد أنه في حالة سائلة وإنه شديد الحرارة، وأن المواد المكونة له أكثف بكثير من المواد المكونة لطبقة المانتل، كما أن الطبقة الأخيرة أكثر كثافة من القشرة الأرضية. وربما تتكون الباريسفير من الحديد والنيكل، ولذلك يشار إليها في بعض الأحيان باسم "نيف **Nife**" اختصاراً لكملتي نيكل **Nickle** وحديد **Iron**[4].

(1) لا يعرف على وجه الدقة التركيب الدقيق لطبقة المانتل وذلك لأن أعمق المناجم في العالم (مناجم الذهب في جمهورية جنوب أفريقيا) يصل عمقها إلى 3 ميل فقط تحت سطح الأرض، بينما أعمق آبار البترول (آبار البترول في تكساس بالولايات المتحدة) لا يزيد على خمسة أميال.

(2) سمى هذا الاسم على اسم عالم الزلازل اليوغسلافي "موهوروفيشك" الذي اكتشف هذا الفاصل أو الحد الجيولوجي الهام عام 1909م.

(3) فتحي أبو عيانة، فتحي أبو راضي، أسس علم الجغرافيا الطبيعية والبشرية، دار المعارف الجامعية، الإسكندرية 1999م، ص ص33ـ34.

(4) الرمز الكيميائي للنيكل (**Ni**) بينما الرمز الكيميائي للحديد (**Fe**) لذلك تسمى باسم "نيف **Nife**".

تركيب الأرض شكل (1)

2- **الغلاف المائي (الهيدروسفير** Hydrosphere):

ويشمل كل المياه المالحة والعذبة التي توجد على سطح الأرض، والتي تضم المحيطات والبحار والبحيرات والخلجان والأنهار، ويشمل أيضًا المياه الجوفية، ويغطى الغلاف المائي 70.8٪ من سطح الكرة الأرضية.

3- **الغلاف الجوي** (Atmosphere):

وهو الغلاف الغازي الذي يحيط بالكرة الأرضية إحاطة تامة ويتراوح سمكه بين 240 و400 كيلومتر من سطح الأرض. وهو يتكون من خليط من الأكسجين والأزوت وبخار الماء وثاني أكسيد الكربون وبعض الغازات الأخرى، والغبار المتصاعد من البراكين أو الذي تذروه الرياح والغبار الكوني المتساقط من الفضاء.

ويتميز الغلاف الجوي بأنه نطاق غير مستقل، بل هو دائم الحركة والنشاط في كل لحظة، وينجم عن حركته تشكيل عناصر الطقس والمناخ والتي تشمل: الحرارة ـ الضغط الجوي ـ الرعد ـ الأمطار ـ الثلوج... وغيرها[1].

4- **الغلاف الحيوي** (Biosphere):

يشمل الغطاء النباتي من غابات وحشائش ونباتات على اختلاف أنواعها، فضلاً عن أنواع الحيوانات والحشرات.

وتجدر الإشارة عزيزي القارئ إلى أن بعض الكواكب الأخرى وخاصة الكواكب الصغيرة القريبة من الأرض، وهي: عطارة، والزهرة، والمريخ تحتوي على الغلاف

---

(1) محمد السيد غلاب، الجغرافيا العامة الطبيعية والبشرية، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية 1995م، ص22.

الصخري (الليثوسفير) والباطن (الباريسفير). أما الأرض تنفرد من بين هذه الكواكب بغلافها المائي وغلافها الجوي اللذين تسببا بدورهما في تكوين ما يميزها من غلاف حيوي غني ومتنوع. وكانت هذه الأغلفة أحد الأسباب الرئيسية التي ميز الله سبحانه وتعالى كوكبنا الأرض بها حتى تقوم عليها الحياة.

الصخور:

تعرف الصخور بأنها مادة صلبة مكونة من خليط طبيعي من معدنين أو أكثر وتدخل في تركيب القشرة الأرضية. فالجرانيت والحجر الجيري والرمل والطين كلها صخور. ويوجد بعض الاستثناءات لهذا التعريف منها وجود بعض الصخور التي تتكون من معدن واحد فقط مثل: الملح الصخري والجبس. حيث يتكون الأول من معدن الأليت والثاني من معدن الجبس.

ويمكن أن نقسم الصخور بناء على أصل نشأتها إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي:

أولاً: الصخور النارية (Igneous Rocks):

وهي الصخور التي كانت منصهرة لشدة حرارتها ثم تأثرت بالبرودة فتصلبت، ويطلق على هذه الصخور اسم الصخور الأولية لأن الأنواع الأخرى من الصخور اشتقت منها، ويمكن تقسيم الصخور النارية إلى قسمين رئيسين هما:

أ) صخور نارية متبلورة بردت ببطء بعيداً عن سطح الأرض كالجرانيت.

ب) صخور نارية غير متبلورة (زجاجية) بردت بسرعة فوق سطح الأرض، ويمثل هذا القسم الصخور الطفحية التي تخرج من فوهات البراكين كالبازلت.

خصائص الصخور النارية[1]:

(1) يسري الجوهري، الجغرافيا العامة، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية 2000م، ص102.

1ـ غير طباقية (أي أنها لا تتكون من طبقات).

2ـ تخلو من الحفريات وهي بقايا الكائنات الحية النباتية أو الحيوانية.

3ـ تتميز بشدة صلابتها.

ثانيًا: الصخور الرسوبية (Sedimentary Rocks):

وهي التي تتكون على سطح الأرض نتيجة لتحطيم الصخور الأقدم وتعرضها لعمليات التفكك الميكانيكي الكيماوي، ولتأثير عوامل التعرية المختلفة فتتفتت هذه الصخور، وقد تنقل مكونة الصخور الرسوبية. وعادة ما يعلو هذا النوع من الصخور الأنواع الأخرى من الصخور النارية والمتحولة مكونًا الطبقة السطحية للقشرة الأرضية، وتعد الصخور الرسوبية أكثر أنواع الصخور انتشارًا على سطح الأرض. وهناك أنواع من الصخور الرسوبية تكونت في أحواض الأنهار، وأنواع أخرى تكونت من الرمال بفعل الرياح.

خصائص الصخور الرسوبية:

1ـ وجودها في شكل طبقات، وقد تكون هذه الطبقات مائلة أو رأسية أو أفقية، وتتميز كل طبقة بخصائص وصفات معينة تبعًا لظروف وبيئة الإرساب.

2ـ احتوائها على الحفريات التي تساعد على تقدير العمر الجيولوجي للصخور.

3ـ غناها بالثروات الطبيعية كالبترول والفحم، وهذه الثروات المعدنية لا تتكون إلا في الصخور الرسوبية نتيجة لغناها بالمواد العضوية[1].

4ـ تتميز الصخور الرسوبية بالمسامية والنفاذية ومن ثم فهي خزان طبيعي للمياه الجوفية.

ثالثًا: الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks):

تنشأ الصخور المتحولة من تحول الصخور الرسوبية أو النارية تحت تأثير الحرارة

---

(2) تتركب القشرة الأرضية من مواد مختلفة يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين:

أ) مواد عضوية **Organic** وهي تلك المواد التي تكونت من بقايا حيوان أو نبات كأجزاء النبات وعظام الحيوان والمحار.

ب) مواد غير عضوية **Inorganic** وتقصد بها المواد التي تكونت في الطبيعة مستقلة عن بقايا الإنسان أو الحيوان أو النبات كالصخور الجرانيتية والبازلتية مثلاً أو كالمعادن.

والضغط والسوائل الحارة التي تنتهي بها إلى صورة صخرية تختلف عن الصخور النارية والرسوبية في التركيب الكيميائي والمعدني والنسيج.

وتختلف الصخور المتحولة اختلافًا كبيرًا لأن بعضها مصدره خصور نارية، والبعض الآخر ناتج عن الصخور الرسوبية، كما وأن بعضها متحول بالحرارة والبعض الآخر متحول بالضغط وجزء ثالث متحول بالضغط والحرارة، وهذا كله يؤدي إلى تباين في خواص هذه الصخور.

خصائص الصخور المتولة:

1ـ معادتها غير متبلورة.
2ـ خلوها من الحفريات، ونادرًا ما تحتوي على بعضها.
3ـ اختلاف حجم الحبيبات الصخرية وكيفية ترسيب هذه الحبيبات.
4ـ قد تكون على شكل طبقات رقيقة متوازية كالأردواز.

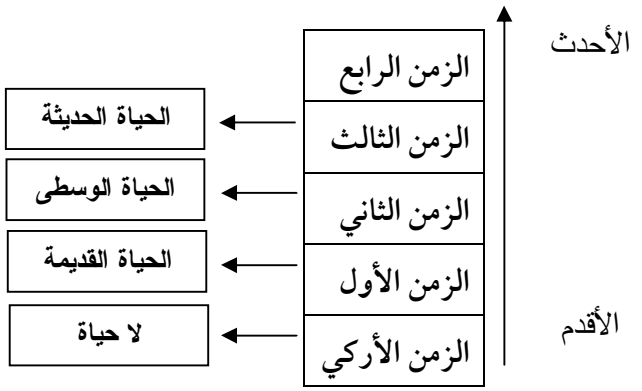
الأزمنة الجيولوجية وأهميتها الجغرافية:

إذا كنا نستخدم في حياتنا البشرية الوحدات الزمنية المتعارف عليها وهي السنين والأجيال والقرون، وذلك لتنظيم حياتنا هذا من ناحية ومن ناحية أخرى لربط الأحداث بعضها ببعض. ولذلك فإن هذا القسم الزمني الذي نستخدمه لا يجدي ونحن نتعامل مع الأرض لمعرفة تاريخا ونشأتها، لذلك وجب استخدام تقسيمات زمنية تقدر بعشرات ومئات الملايين من السنين. ومع إدراك العلماء بأن مظاهر القشرة الأرضية من حيث ارتفاعاتها وانخفاضاتها وصخورها وترتيبها لم تتكون دفعة واحدة بل تكونت في خلال أزمنة طويلة جدًا مما دعا إلى تقسيم تاريخ الأرض إلى أزمنة وعصور لكل زمن مميزاته وظروفه، هذا فضلاً عن أن سطح الأرض في تغير مستمر فقيعان المحيطات ترتفع وتكون جزءًا من اليابس، والتعرية تزيل أجزاء من سطح الأرض وتغير معالمه في أزمان طويلة.

وتفيد دراسة الأزمنة الجيولوجية في معرفة الكثير من الظاهرات الجغرافية وعلى رأسها

كيفية بناء القارات وظهور الأشكال التضاريسية المختلفة وفهم تطور الحياة الحيوانية والنباتية والبشرية مما له صلة بالتطور الجيولوجي للأرض.

لذلك فقد قسم الجيولوجي تاريخ الأرض منذ بدء تكوينها ونشأتها حتى اتخذت صورتها الحالية إلى خمسة أزمنة (أنظر شكل 2)، وتتمثل كل فترة زمنية تقلبات وتغيرات معنية، وسموا هذه الفترات الزمنية الأزمنة الجيولوجية، وقد قسموا كل زمن من هذه الأزمنة إلى فترات أقصر تسمى مصدراً تكونت فيها على سطح الأرض ظاهرات معينة من الحياة وأطلقوا على هذه الفترات اسم العصور الجيولوجية، وبهذا الشكل أصبح من الممكن إرجاع كل طبقة من القشرة الأرضية إلى الزمن والعصر الذي تكونت فيه وإرجاع كل تغيير في أي طبقة من الطبقات إلى الزمن الذي حدث فيه هذا التغيير أي أنه أصبحت لكل عصر جيولوجي صفات خاصة تميزه عن غيره من العصور الأخرى[1].



الأزمنة الجيولوجية شكل (2)

وفيما يلي دراسة لأهم هذه الأزمنة الجيولوجية:

1ـ الزمن الأركي (ايزوزوي): ويطلق على هذا الزمن اسم فجر الحياة، وكان العالم الجيولوجي الأمريكي "دانا **Dana** " هو الذي أطلق عليه التسمية أركي وعناها

(1) فيليب رفله، أحمد سامي مصطفى، الجغرافيا الطبيعية، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة 1969م، ص46.

بدائي. ولا يعرف على وجه الدقة طول هذا الزمن، وإن كانت الأرض قد تعرضت خلاله لتقلبات كثيرة مختلفة، ولم يعثر في صخوره ما يدل على وجود كائنات حية، ويقدر عمر هذا الزمن بمقدار يتراوح بين 1500 مليون و2000 مليون سنة.

2ـ **الزمن الأولي (الباليوتروي)**: ويطلق على هذا الزمن زمن الحياة القديمة، وقد بدأت الحياة في الظهور على سطح الأرض في هذا الزمن إلا أنها تختلف كل الاختلافات عن الكائنات الحية المتعارف عليها حاليًا. ويقسم هذا الزمن إلى ستة عصور وهي من القديم إلى الحديث: الكمبري، الأردوفيشي، السيلوري، الديفوني، الفحمي (الكربوني)، والبرمي. ويقدر عمر هذا الزمن بنحو 330 مليون سنة.

3ـ **الزمن الثاني (الميزوزوي)**: ويطلق عليه زمن الحياة الوسطى، وهو أقل طولاً من الزمن الأولي، وكان فترة هدوء نسبي وفيه كثرت الكائنات الحية مثل: الحيوانات البرية الثديية والسلاحف والطيور، كما انتشرت الشعب المرجانية، والمحاريات، ويقسم هذا الزمن إلى ثلاثة عصور هي من القديم إلى الحديث: الترياسي، الجوراسي، والكريتاسي. ويقدر عمر هذا الزمن بنحو 125 مليون سنة.

4ـ **الزمن الثالث (الكاينوزوي)**: ويطلق عليه زمن الحياة الحديثة، وقد ظهرت الصخور الرسوبية التي تحتوي على حفريات بشكل كبير في هذا الزمن، وفيه حدثت تقلبات عنيفة في قشرة الكرة الأرضية، كما ارتفعت خلاله السلاسل الجبلية الرئيسية، كجبال الألب في أوروبا، والروكي والأنديز في الأمريكتين، وينقسم هذا الزمن إلى خمسة عصور هي من القديم إلى الحديث: الباليوسين، الإيوسين، الأوليجوسين، الميوسين، والبلايوسين. ويقدر عمر هذا الزمن بنحو 70 مليون سنة.

5ـ **الزمن الرابع**: أقصر الأزمنة الجيولوجية. وقد حدث فيه ما يعرف بالعصر المطير، وفيه سقطت أمطار غزيرة على شمال أفريقيا وجنوب غرب أسيا، كما حدث فيه ما يعرف "بالعصر الجليدي" حيث انتشر الجليد في أمريكا الشمالية وأوروبا وآسيا. وفي بداية هذا الزمن ظهر الإنسان. وينقسم هذا الزمن إلى عصرين هما: البلايستوسين[1]، والحديث (الهولوسين). ويقدر عمر هذا الزمن بحوالي مليون سنة.

---

(1) يعتبر بعض العلماء أن عصر البلايستوسين مرادف لما يعرف بالزمن الرابع.

الأرض وعلاقتها بالمجموعة الشمسية:

مقدمة:

يعيش الإنسان في حيز محدود من كوكبنا الأرض، حيث لا يعدو كونه قشرة رقيقة جداً من سطحها الخارجي، وهو حيز يغلفه غلاف غازي هو الهواء اللازم لكافة صور الحياة. ولكن حتى هذه القشرة الخارجية ليست على ما يبدو بأكملها بنية صالحة لمعيشة الإنسان، حيث يعيش الإنسان على أجزاء متفرقة من سطح الكرة الأرضية لا تشكل مجتمعة سوى نسبة ضئيلة من مساحة هذا السطح البالغ 510 مليون كيلومتر مربع، وذلك في أجزاء تقع فوق مستوى سطح البحر، أي أن هذه الأجزاء تعد بمثابة جزر متناثرة نطلق عليها اسم القارات[1].

المجموعة الشمسية (The Solar System):

من منا لا يعرف المجموعة الشمسية وكواكبها، ولكن أحيانا يختلط علينا الأمر، وذلك لوجود العديد من الأجسام الكونية، وكثيراً ما كان الإنسان يحول ببصره نحوا السماء متسائلاً عن سر وجود هذه الأجسام، فاعتقد إنها نهاية سوداء للكون محتوية على مصابيح تختلف في درجة لمعانها، وبقى مسلمًا بما يرى فترة طويلة من الزمن.

ومع التقدم العلمي والتكنولوجي أصبح الإنسان اليوم يمتلك العديد من الأدوات التي تعينه على دراسة الفضاء والتأمل في الكون ومعرفة الكثير من المعلومات عن هذا العالم الغامض. فقد استطاع الإنسان بمركباته الفضائية التي أرسلها إلى الفضاء، وبالأجهزة الدقيقة التي تحتويها، والأجهزة الأرضية التي يستخدمها، أن يتوصل إلى مفاهيم جديدة جعلته أمام حيرة أخرى، يفكر في خلق الكون، بل يفكر بمدى وجود حضارات ومخلوقات في مناطق أخرى من هذا الكون الفسيح.

فها بنا عزيزي القارئ نتعرف في البداية على الأجسام الكونية والتي توجد في الفضاء الخارجي، ثم نتناول بعد ذلك دراسة المجموعة الشمسية ومكوناتها. وأهم هذه الأجسام

---

(2) حسام جاد، الجغرافيا الطبيعية، ص15.

هي :

1- **المجرات** (Galaxies):

المجرة عبارة عن عدد كبير وهائل من النجوم والغازات والغبار، وتختلف هذه المجرات في أحجامها وأشكالها وأعمارها. وهناك الملايين العديدة من المجرات التي تحتوي كل منها على آلاف الملايين من النجوم، والتي يفصل بين كل منها مسافات كبيرة جداً. فمن المجرات ما هو صغير وتعرف باسم المجرات القزمية، حيث لا يزيد قطرها على 300 بارسك[1] بينما يزيد قطر المجرات الكبيرة على 300 بارسك.

وقد تكون المجرة حلزونية أو بيضاوية بدرجات متفاوتة.

والمجرة التي نتبعها تعرف بمجرة سكة التبانة أو الدرب اللبني ويوجد بها نحو 129 مجموعة نجمية، وكل مجموعة تتكون من نحو 100 ألف نجم مثل نجمنا الشمس، وتدور كلها حول مركز واحد هو مركز المجرة، وتقع الشمس في الثلث الثالث للمجرة[2].

2- **النجوم** (Stars):

هي أجسام كبيرة الحجم مضيئة ومتوهجة تصل درجة حرارتها إلى عشرات الآلاف من الدرجات تشع ضوءاً وحرارة، وتختلف ألوانها حسب درجة حرارتها، فأقلها حرارة يكون لونها أحمر وأكثرها حرارة يكون لونها أزرق، وتتكون من مواد غازية والمسافات بينها كبيرة وشاسعة إذا قورنت بالمسافات بين الأجسام الأخرى.

ولقد سجل القرآن الكريم اتساع المسافات بين النجوم في قوله تعالى: ﴿فَلاَ أُقْسِمُ بِمَوَاقِعِ النُّجُومِ * وَإِنَّهُ لَقَسَمٌ لَّوْ تَعْلَمُونَ عَظِيمٌ﴾[3].

وأقرب النجوم إلينا هي الشمس، وأقرب نجم لنا بعد ذلك يقع على بعد 43 مليون

---

(1) البارسك (**Parsec**) هي المسافة التي يبعدها النجم عن الراصد بحيث يكون اختلافه الظاهري ثانية قوسية واحدة، ويساوي 3.26 سنة ضوئية، وتجدر الإشارة إلى أن المسافات في الفضاء تقاس بالسنة الضوئية وهي وحدة القياس الفلكية حيث السنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة أرضية كاملة علمًا بأن سرعة الضوء تساوي 300 ألف كيلومتر في الثانية. وتقدر السنة الضوئية بحوالي 946 × 10 ^{10} كم أي أن السنة الضوئية تعادل مسافة 9.3 تريليون كم.

(1) جودة التركماني، الجغرافيا العامة أصول ومبادئ، 2001م، ص ص18ـ19.

(2) سورة الواقعة الآية: 75، 76.

كم.

3-**الكواكب** (Planets):

هي أجسام صغيرة نسبيًا باردة معتمة بذاتها ولا تشع ضوء أو حرارة. حيث أن الكواكب تستمد ضوئها وحرارتها من النجوم، ويمكن تمييزها عن النجوم بأنها ذات ضوء خافت وثابت لا يهتز. وتتغير مواقعها بسرعة في السماء لأنها تدور حول النجوم. وتدور الكواكب وعددها عشرة حول الشمس في مدار بيضاوي.

4-**الكويكبات** (Asteroids Planetoids):

هي أجسام فضائية تشبه الكواكب في خواصها، ولكنها أصغر منها في الحجم، وينتشر عدد كبير منها في المجموعة الشمسية بين كوكبي المريخ والمشتري.

5-**الأقمار** (Satellites):

هي الأجسام التي تتبع الكواكب، والتي تدور في أفلاك خاصة حولها[1]. وهي أجسام باردة أصغر حجمًا من الكواكب، وترتبط معها بالجاذبية. وهي تشبه الكواكب في أنها أجسام معتمة وأنها لا ترى إلا إذا سقط ضوء النجم عليها.

وبعض الكواكب له أكثر من قمر يدور حوله وبعضها ليس له أقمار. ومن البديهي أن تكون الأقمار التابعة لأي كوكب من الكواكب أصغر في أحجامها منه.

6-**المذنبات** (Comets):

هي أجسام سماوية مضيئة عندما تقترب من الشمس تلتهب وتندلع منها ذيول طويلة من اللهب تنير الفضاء، قد يستمر ظهورها عدة أسابيع، ولا يمكن رؤيتها إلا إذا اقتربت من مدار الأرض، وتنطلق المذنبات في الفضاء بسرعة هائلة، وتكون أفلاكها لهذا السبب

(1) الأفلاك هي المدارات التي تدور فيها الأقمار.

شديدة الاستطالة.

ومن أقدم وأشهر المذنبات التي عرفت في الكون مذنب هالي (**Haley**)، ويمكن مشاهدته من الأرض مرة كل 76 سنة، وهي المدة التي يستغرقها دورانه في فلكه حول الشمس. وأحيانا ما يقترب أحد المذنبات من الأرض بدرجة تؤدي إلى ارتطامه بها، كما حدث فعلاً في سنة 1908م عندما سقط في سيبيريا مذنب صغير يصل وزنه حوالي مليون طن فحفر حفرة سعتها عدة كيلومترات وعمقها عدة أمتار. إلا أن مثل هذه الحوادث نادرة جداً.

7-**السدم** (Nebulae):

هي مجموعة هائلة من أجسام غازية تظهر في السماء على شكل سحاب، والغازات التي تتكون منها رقيقة متوهجة، وبعضها معتم يعكس ضوء النجوم القريبة منها، والسدم أو السدائم كما يسميها البعض أهم أنواعها: فمنها السدم الكوكبية، والسدم المجرية، والسدم فوق المجرية، وتعد الأخيرة أعظم السدم حجمًا حتى أن بعض الفلكيين يضعونها أو بضعها على الأقل فمن المجرات[1].

8-**النيازك والشهب** (Meteorites & Meteoroids):

النيازك (Meteorites): هي أجسام كونية صلبة كبيرة الحجم، تحترق جزئيًا عند احتكاكها بالغلاف الجوي، ويمكن أن تتساقط منها أجزاء على سطح الأرض بفعل الجاذبية. وتعتبر النيازك النوع الوحيد من الأجسام الفضائية التي تصل إلى الأرض من الفضاء، ومعظمها ذات أشكال مخروطية وسطها مجعد، وتتكون أساسًا من الحديد بنسبة عالية (90٪) من النوع المسمى بالأسيت، وقد تم العثور على نيزك في إسنا بصعيد مصر سنة 1973م وزنه 33 كيلوجرام.

الشهب (Meteoroids): هي أجسام سماوية صلبة صغيرة الحجم تسبح في الفضاء حول الشمس، وإذا مرت الأرض بمدارها فإن احتكاكها بالغلاف الجوي للأرض يرفع درجة حرارتها إلى درجة الاحتراق، ويمكن رؤيتها تجري في السماء بسرعة كبيرة تصل إلى

---

(2) عبد العزيز فريح شرف، 1995م، ص ص16ـ17

150 ميلاً في الثانية، وكأنها تجر خلفها ذيلاً طويلاً هو في الواقع آثار احتراقها أثناء حركتها السريعة وغالبًا ما يحدث لها احتراق كامل، وتتفتت إلى ذرات صغيرة فتسقط على الأرض في صورة غبار وأتربة فضائية أو تفنى تمامًا بالبخر[1].

مكونات المجموعة الشمسية:

تتكون المجموعة الشمسية من نجم واحد وهو الشمس يحيط به مجموعة من الكواكب السيارة التي تدور حولها.

وفيما يلي وصف لأهم مكونات المجموعة الشمسية:

1- **الشمس**:

هي جسم غازي كروي ضخم يبلغ حجمه نحو 1.3 مليون مرة قدر حجم الكرة الأرضية، ولكي تتخيل عزيزي القارئ أبعاد الكتلة الهائلة للشمس فإننا إذا اقترضنا وكانت الشمس كرة جوفاء، ووضعت الأرض بداخلها في موضع المركز لكان بعد سطح الأرض من سطح الشمس نحو 695 ألف كيلومتر، أو بعبارة أخرى فإن القمر سوف يقع في منتصف المسافة تقريبًا بين سطح الأرض وسطح الشمس من الداخل.

ويبلغ قطر الشمس 1.4 مليون كم، ورغم هذا الحجم الهائل فالشمس نجم متواضع الكتلة بالقياس إلى معظم النجوم العملاقة، وتتم الشمس دورتها حول نفسها مرة كل شهر واحد تقريبًا، والشمس هي النجم الوحيد المضيء من تلقاء نفسه في مجموعتنا الشمسية، فهي مصدر الضوء والحرارة لبقية أفراد المجموعة المكونة من كواكب معتمة. ويعتقد بأن الطاقة الحرارية للشمس مصدر تحول جزئيات الهيدروجين إلى هيليوم بمعدل أربعة ملايين طن في الثانية.

وتبلغ درجة الحرارة داخل الشمس نحو 30 مليون درجة في أعماقها، بينما تقدر درجة حرارة السطح الخارجي للشمس بنحو 7000 درجة مئوية، وهذا السطح هو مصدر الطاقة الجبارة التي تستمد منها الكواكب ضوءها وحرارتها، ولهذا فإن كمية ما يتلقاه كل كوكب من هذه الطاقة يتوقف على حجمه وبعده عن الشمس وحركته وطبيعة مكوناته وما يحيط

(1) العسيوي محمد الذهبي، نبيل الحسيني، أساسيات الجيولوجيا العامة، 1988م، ص ص11ـ13.

به. ولهذا كان حجم الأرض وموقعها من المجموعة الشمسية وحركتها حول نفسها من ناحية وحول الشمس من ناحية أخرى، ثم طبيعة غلافها الغازي كلها أمور ذات أهمية بالغة في تحديد بيئتها الطبيعية، ومن ثم كانت أهميتها لدارسي الجغرافيا.

والشمس بالنسبة لسكان الأرض أبهى وأهم نجم في الكون، وهي تهمين على كل أفراد وأسرتها فكل الكواكب تتحرك في مداراتها تحت تأثير جاذبيتها، ومن أشعتها تنبعث الطاقة التي هي مصدر كل حركة وحياة على سطح الأرض، وتقسم الأشعة الشمسية حسب أطوال موجاتها إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي[1]:

أ- **أشعة غير مرئية:** ومعظمها أشعة حرارية وتبلغ نسبتها نحو 51٪ من مجموعة الإشعاع الشمس ويتفاوت طول موجاتها بين 0.8ـ0.9 ميكرون.

ب- **أشعة مرئية:** ويتراوح طول موجاتها بين 0.3ـ0.8 ميكرون، وهي التي تسبب الضوء وتبلغ نسبتها 37٪ من مجموع الأشعة الشمسية.

ج- **أشعة فوق بنفسجية:** وهي تهم بنسبة 12٪ من جملة الأشعة الشمسية، ويتراوح طول موجاتها بين 0.1ـ0.4 ميكرون. ولا يصل منها إلى سطح الأرض إلا قدر ضئيل للغاية نظراً لأن غاز الأوزون يحتجز معظمها على ارتفاع يتراوح بين 3ـ5كم حيث تختلط بالأشعة الزرقاء فتبدو السماء بلونها الأزرق المعروف.

2- **الكواكب**:

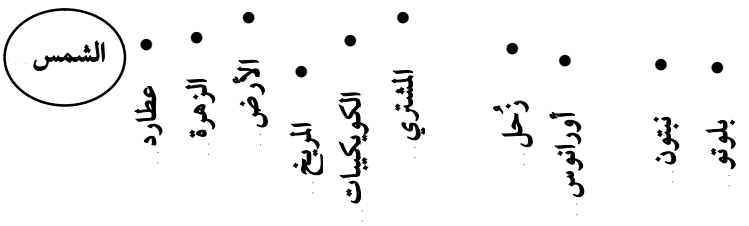
هي أجسام صخرية معتمة لا تضيء بنفسها وإنما تستمد نورها من الشمس. وهي تختلف عن بعضها في الحجم والكثافة والكتلة والبعد عن الشمس. وتتكون المجموعة الشمسية من عشرة كواكب تقع كلها في مستوى واحد تقريبًا، وتدور في مدارات بيضاوية حول الشمس (النجم الأم) من الغرب للشرق، ومن الأقمار يصل إلى 31 قمراً تدور حول الكواكب. وينتمي إلى هذه الكواكب مجموعة الكويكبات التي يصل عددها إلى أكثر من 2000 وتقع في مدار بين كوكبي المريخ والمشتري، وذلك بخلاف عدد كبير من المذنبات والشهب والنيازك.

والكواكب العشرة حسب ترتيب قربها من الشمس هي:

---

(1) جودة حسنين جودة، معالم سطح الأرض،الهيئة المصرية العامة للكتاب فرع الإسكندرية، الإسكندرية 1982م، ص31.

عطارد Mercury	المشتري Jupiter
الزهرة Venus	زُحل Saturn
الأرض Earth	أورانوس Uranus
المريخ Mars	نبتون Neptune
الكويكبات Asteroids	بلوتو Pluto



كواكب المجموعة الشمسية شكل (2)

جدول (1)

الأبعاد النسبية لكواكب عن **الشمس** وأحجامها

الكوكب/ النجم	متوسط المسافة من الشمس بالمليون كم	نسبة بعده عن الشمس إلى بعد الأرض عن الشمس	متوسط القطر بالميل	مدة دورانه حول الشمس باليوم	عدد الأقمار التابعة	الكثافة	الحجم بالنسبة للأرض	بعده عن الأرض
الشمس	-	-	864000	-	-	1.41	1.3 مليون مرة	149
عطارد	57	0.39	3000	88 يومًا	-	4.4	0.06	92
الزهرة	108	0.72	7600	225 يومًا	-	4.9	0.9	41
الأرض	149	1	7900	سنة فقط	1	5.52	1	-
المريخ	228	1.52	4200	1.88 سنة	2	4.12	0.15	79
الكويكبات	-	-	-	-	-	-	-	-
المشتري	778	5.20	88700	11.9 سنة	12	1.35	13.2	629
زُحل	1428	9.54	75100	29.5 سنة	9	0.71	763	1279
أورانوس	2872	19.19	30900	84 سنة	5	1.2	64	2823
نبتون	4501	30.07	33000	164.8 سنة	2	1.6	43	4452
بلوتو	5904	40.07	3600	250 سنة	-	0.43	0.02	5755

يتضح من الجدول السابق أنه يمكن تقسيم كواكب المجموعة الشمسية إلى مجموعتين :

أ- **مجموعة الكواكب الداخلية Inner Planets**: وتشمل الكواكب الأربعة القريبة من الشمس وهي: عطارة والزهرة والأرض والمريخ، وهي كواكب صلبة بصفة عامة وأحجامها صغيرة وسرعة دورانها عالية وكثافتها مرتفعة نسبيًا مما يدل على أنها مكونه من مواد صخرية متشابهة، ولهذا السبب يطلق عليها أحيانًا اسم الكواكب الأرضية **Terrestrial Planets** .

ب- **مجموعة الكواكب الخارجية Outer Planets**: وتشمل الكواكب الأبعد عن الشمس، وهي: المشتري وزُحل وأورانوس ونبتون وبلوتو. وهذه الكواكب في حالة غازية مثل الشمس وهي كبيرة الحجم بطيئة الدوران حول الشمس

وكثافتها منخفضة نسبيًا. ويعتبر كوكب بلوتو أبعد الكواكب عن الشمس وحجمه صغير وبطيء الدوران ويعتقد أنه في حالة صلبة.

ويفصل هاتين المجموعتين عدد كبير من الكويكبات الصغيرة التي تأخذ شكل حزام يقع بين مداري المريخ والمشتري، ويطلق عليها اسم الكويكبات. وقد اكتشفت هذه المجموعة من الكويكبات الفلكي الإيطالي "بيازي **Piazzi**" عام 1801م، ويقدر عرضها بحوالي مليون كيلومتر وأهمها "بالاس **Pallas** وجونو **Juno** وفيستا **Vesta**".

ويعد عطارد أقرب الكواكب للشمس والذي يبلغ معدل نصف قطر مداره أو فلكه أي بعده عن الشمس نحو 57 مليون كيلومتر، يلي ذلك بعداً عن الشمس كوكب الزهرة الواقع على مسافة 108 مليون كيلومتر من الشمس، بينما تقع الأرض على بعد 149 مليون كيلو متر (93 مليون ميل). هذا بينما يبلغ أقصى كواكب المجموعة الشمسية بعداً عن الشمس، ونعني بذلك كوكب بلوتو نحو 5904 مليون كيلومتر أي ما يزيد على 39 مرة بعد الأرض عن الشمس.

ويمكننا أن نتصور عظم المسافات التي تفصلنا عن الشمس وعن غيرها من أفراد العائلة الشمسية ويكفي أن نذكر بأن الطائرة النفاثة التي تسير بسرعة 800 كيلومتر في الساعة يلزمها أكثر من 21 سنة من الطيران المستمر لكي تقطع المسافة من الأرض إلى الشمس (دون عودة). أما المسافة بين بلوتو والشمس فتقطعها هذه الطائرة في 850 سنة.

ودعنا عزيزي القارئ أن نحلق مع كل كوكب في سطور معدودة وفيما يلي دراسة لهذه الكواكب:

عطارد Mercury: هو أقرب الكواكب إلى الشمس حيث يبعد عنها بنحو 57 مليون كيلومتر، ويتحرك بسرعة كبيرة في مداره ويدور حول الشمس في 88 يومًا. ويعد أصغر الكواكب حجمًا، وهو يواجه الشمس بجانب واحد، لذلك نجد جانبه المواجه للشمس يتعرض للإشعاع الشمسي الشديد، بينما يبقى الآخر في ظلام دائم. ولا يحيط بعطارد غلاف جوي، ومن ثم يستحيل الحياة عليه.

الزهرة Venus: يلي عطارد في قرب من الشمس، وله غلاف غازي متماسك لا يمكن اختراقه، لذلك لا يمكن تحديد مدة دورانه حول نفسه تمامًا حيث أنه يدور حول نفسه

ببطيء، كما يتم دورته حول الشمس في 225 يومًا، ويعتبر الزهرة الكوكب الشقيق للأرض نظراً لتشابهما في نواحي كثيرة منها أن حجم كوكب الزهرة يقترب من حجم الأرض، ولكنه يقل في الكثافة والكتلة عن الأرض (أربع أخماس من كتلة الأرض).

الأرض Earth: تظهر كروية بأشكال مختلفة للناظر إليها من الكواكب الأخرى، وتبعد عن الشمس بنحو 149مليون كيلومتر (93 مليون ميل)، وللأرض دورتان مرة حول الشمس كل عام ومرة حول نفسها كل يوم (24 ساعة). ويعد القمر التابع الوحيد لها. وتشغل المياه 70.8٪ من مساحتها، بينما يشغل اليابس 29.2٪ من مساحتها، لذلك يطلق عليه الكثير من الجغرافيين الكوكب المائي، وتتمتع الأرض عزيزي القارئ بمجموعة من المزايا التي حب الله سبحانه وتعالى هذا الكوكب بها التي تميزها عن باقي الكواكب، وأهم هذه المزايا هي[1]:

1. عدم تطرف موقع الأرض قربًا أو بعداً عن الشمس أدى إلى تلقيها قدراً معقولاً من الحرارة يناسب قيام الحياة على ظهرها، بعكس عطارد والزهرة القريبين من الشمس أو نبتون وبلوتو المتطرفين في البعد عنها.
2. دورة الأرض حول نفسها تساعد على تعرض كلاً وجهيها بالتساوي للطاقة الشمسية بعكس كوكب عطارد الذي يحترق أحد وجهيه المواجه للشمس بينما يتجمد الوجه المقابل في الظل الدائم.
3. كان لحجم الأرض بفضل جاذبيتها أن مكنها بأن تحتفظ حولها بغلاف غازي يشتمل على الأكسجين وبخار الماء وكلاهما ضروري للحياة.

المريخ Mars: يلي الأرض في بعده عن الشمس، حيث يبعد عن الشمس بنحو 228 مليون كيلومتر (142 مليون ميل)، لذلك فإنه أقل حرارة من الأرض، وتتراوح درجة حرارته بين 10° مئوية عند خطر استوائه، و-70° مئوية عند قطبيه، وهو أصغر حجمًا من الأرض حيث أن طول قطره يعادل نصف قطرها تقريبًا. وتستغرق دورته حول نفسه 24 ساعة وثلث ساعة، أما دورته حول الشمس فتستغرق 687يومًا. ويحتمل أن

(1) صلاح الدين بحيري، مبادئ الجغرافيا الطبيعية، دار الفكر المعاصر، دمشق 1996م، ص ص12 ـ 14.

يحتوي غلافه الغازي على الهواء وقدر من بخار الماء وقد أوى ذلك، مع وجود مساحات رمادية خضراء عليه، إلى الاعتقاد بوجود حياة عليه[1]، ويوجد للمريخ قمران هما: "فوبوس **Phobos** وقطره حوالي 8كم، وديموس **Deimos** وقطره حوالي 5كم"[2]، ويتشكل سطح المريخ بألوان مختلفة، بالقسم الأكبر منه ذو لون أبيض وقسم آخر صغير منه ذو لون قاتم، واللون العام للمريخ هو اللون الأحمر لذلك يطلق عليه أحيانًا اسم الكوكب الأحمر **Red Planet**.

الكويكبات Asteroids: وهي تفصل بين مجموعة الكواكب الداخلية والخارجية، وهي تأخذ شكل حزام يقع بين كوكبي المريخ والمشترى. وقد اكتشف هذه المجموعة من الكويكبات الفكلي الإيطالي بياتزي **Piazzi** عام 1801م، ويقدر عرضها بحوالي مليون كيلومتر، وأهم هذه الكويكبات هي: بالاس **Pallos** وجونو **Juno** وفيستا **Vesta** وسيرس **Ceres** ويعد الأخير أكبر هذه الكويكبات. ويعتقد بعض العلماء أن هذه الكويكبات كانت في الأصل كوكبًا متكاملاً، ولكنه تفتت لسبب غير معروف وظلت أجزاؤه تدور في مدارات قريبة من مداره الأصلي.

المشتري Jupiter: يبدو النظام الشمسي بعد المريخ وكأنه يختفي تمامًا، وذلك لوجود 778 مليون كيلومتر في اتجاه الفضاء خالية إلا من بعض الجزر الصغيرة من الصخور والمعادن، ويشغل هذا الفراغ الكويكبات ثم يليها المشتري الذي يبعد عن الشمس بنحو 778 مليون كيلومتر. ويزيد حجمه عن حجم الأرض بنحو 1312 مرة. وتزيد كتلته على ضعف باقي الكواكب الأخرى مجتمعة. وتبلغ جاذبيته مرتين ونصف حجم الجاذبية الأرضية. ونظراً لبعده الكبير عن الشمس فنجد أن الطاقة الشمسية التي يتلقاها تعد ضئيلة للغاية حتى لا تصل أعلى درجة حرارة على سطحه بالقدر الذي تصل إليه أدنى درجات الحرارة في أبرد بقعة من بقاع سطح الأرض. وتزيد المسافة بين المشتري وبين المريخ عن المسافة بين أي كوكبين آخرين متجاورين[3].

ويحتمل أن يتكون المشتري من مواد غازية خفيفة مثل: "الأيدروجين والنشادر"، في

---

(1) لم يثبت حتى عام 2008م وجود أي حياة تستحق الذكر على سطحه.

(2) عبد العزيز طريح، ص ص28ـ29.

(3) يتخذ بعض الباحثين هذه الحقيقة دليلاً على أن مجموعة الكويكبات التي تقع في مكان متوسط تقريبًا بين كوكبي المشتري والمريخ ربما كانت كوكبًا واحدًا، ولكنه تفتت لسبب غير معروف. راجع عبد العزيز فريح شرف: المقدمات في الجغرافيا الطبيعية، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية 1995م، ص ص29ـ30.

حين أن اللب الداخلي له مكون من الصخور والمعادن. وسرعة دوران المشتري حول نفسه أكبر سرعة دوران الأرض حول نفسها فهو يتم الدورة حول نفسه في 9 ساعات وخمسين دقيقة، وهذا هو طول يومه، أما دورته حول الشمس فتستغرق 11.9 سنة أرضية[1]، ويعد هذا الكوكب أكثر الكواكب أقماراً حيث يبلغ عدد أقماره 12 قمراً.

زُحل Saturn: يتميز بمظهره الجميل في الفضاء الكوني والهالة الحقيقية التي تحيط به. وتتألف هذه الهالة الحلقية من أجسام صغيرة كونية تدور جميعها حول كوكب زُحل، ومن المحتمل أن بعض هذه الأجسام الصغيرة مغلف بطبقة من الثلج[2]. ويدور زُحل حول نفسه في 10 ساعات و14 دقيقة، بينما يتم دورته حول الشمس في 29.5 سنة أرضية تقريبًا. وحجمه قدر حجم الأرض بنحو 763 مرة. وهو يشبه المشتري في تلك النفاقات الداكنة والفاتحة على سطحه. ويحيط به غلاف جوي يتكون من غازات الأيدروجين والهليوم والميثان. ويحيط بالكوكب هالة تتألف من ثلاث حلقات تحتوي على أجسام صغيرة متناثرة تدور الهالة من حوله[3]، وهو أشد برودة من المشتري ويبلغ معدل درجة حرارته من 153° مئوية، وهو يشبه المشتري في تركيبه ولكنه أقل منه كثافة بصفة عامة حيث تبلغ كثافته في المتوسط 0.71 فقط. ويتبع هذا الكوكب عشرة أقمار.

أورانوس Uranus: أكتشف هذا الكوكب عام 1781م، ويقدر حجمه قدر حجم الأرض بنحو 14 مرة، وهو يبعد عن الشمس بنحو 2872 مليون كم، ويتم دورته حولها في 82 سنة. أما دورته حول نفسه فأسرع من دورة الأرض حول نفسها، فهي تستغرق حوالي 10 ساعات و14 دقيقة، وتبلغ درجة حرارته بنحو(ـ 183° مئوية). وهو يشبه كلاً من زُحل والمشتري في تركيبه العام. ويقال أنه محاط بغلاف جوي يتألف من غازات الميثان والنشادر والهليوم. ويتبع هذا الكوكب خمسة أقمار[4].

---

(1) محمد عسل، ص36.
(2) حسن أبو العنين، الجغرافيا الطبيعية، 2001م، ص90.
(3) تتكون هالة زُحل من أربعة أقراص رقيقة يبلغ اتساعها الكلي نحو 60 ألف كيلومتر. والحلقتان الخارجيتان مضيئتان، بينما الحلقة الداخلية ضعيفة اللمعان، ويفصل بين الحلقتين الخارجتين مسافة نقدر بنحو 2600كم، ويبلغ سمك الحلقات نحو 160كم.
(4) جودة حسنين جودة، الجغرافيا الطبيعية والخرائط، منشأة المعارف، الإسكندرية 1993م، ص19.

نبتون Neptune: من أبعد الكواكب عن الشمس باستثناء بلوتو، وهو يبعد عن الشمس بنحو 4501 مليون كم، وتستغرق دورته حول الشمس 165 سنة. ويتبعه قمر واحد. وهو لا يختلف كثيراً من حيث الحجم والتركيب عن أورانوس ولكنه أشد منه برودة، حيث تصل درجة حرارته نحو(ـ210° مئوية). وتبلغ كثافته ربع كثافة الأرض وكتلته قدر كتلة الأرض 17 مرة. وهو مثل أورانوس محاط بغلاف غازي يتكون من غاز الميثان والنشادر والهليوم، ويصل سمكه إلى 3000كم، ويتبعه قمران.

بلوتو Pluto: وهو الكوكب العاشر في مجموعة الكواكب السيارة، كما أنه أبعد الكواكب عن الشمس، حيث يبعد عنها بحوالي 5904 مليون كم، كما أنه يتم دورته حول الشمس في 250 سنة. ويدور حول نفسه في 6.4 يومًا. ولا يزيد حجمه عن حجم المريخ. وله فلك شاذ يدخله في مدار نبتون، بل يجعله أقرب إلى الشمس من نبتون حينما يكون عند نقطة الرأس من مداره حول الشمس. ومازال تركيبه غير معروف حتى الآن.

3-**التوابع**:

تعتبر الأقمار الصورة الثانية التي تتبع المجموعة الشمسية بعد الكواكب، وذلك باستثناء الشمس، وهي أجسام صلبة معتمة وباردة مثل: الأرض والكواكب الأخرى، وليست متوهجة كما هو الحال في الشمس، وتمثل هذه الأقمار توابع يدور كل منها حول الكوكب القريب منها. وقد نجد كوكب يتبعه قمر وكوكب آخر يتبعه أكثر من قمر وكواكب أخرى تخلو سماؤها من أقمار تتبعها. فعطارد والزهرة ليس لهما أقمار، وللأرض قمر، وللمريخ قمران، والمشتري يدور حوله 12 قمراً، وقد أشارت دراسات عام 2000 إلى اكتشاف عدد هائل من الأقمار حول المشتري وصل عددها حتى الآن 17 قمراً، وأورانوس يتبعه خمسة أقمار، ونبتون قمر. ويوجد في المجموعة الشمسية نحو 33 قمراً وحوالي 50 ألف كوكب صغير جداً ومئات من المذنبات.

ونظراً لأهمية قمرنا الأرضي فسوف نتعرض له بالدراسة بشيء من التفصيل.

القمر Moon:

نظراً لقرب القمر من الأرض بمنظرة الجميل الساطع في الفضاء الكوني، فضلاً عن تأثيره المباشر على حياة الإنسان فقد احتل مركزاً هامًا في أفكار الشعوب وتخيلاتها وقد تغنى

به الكثيرون[1] ومجده البعض الآخر حتى أصبح يلعب دوراً كبيراً في الحياة البشرية بحيث لا يمكن إنكار هذا الدور.

ويعد جاليلو أول من شاهد القمر خلال التليسكوب الفلكي، وميز ظواهره الكبرى وأعطاها أسماء مختلفة، وقد أطلق جاليلو على المناطق الواسعة السوداء من سطح القمر، والتي تشبه البحار اسم "ماريا **Maria**" (جمع كلمة **Mare** اللاتينية ومعناها بحر). هذا على الرغم من أن هذه البحار (كما أثبت ذلك الإنسان الذي نزل على سطح القمر في يوليو عام 1969م)، لا تحتوي على مياه[2].

ويميل بعض العلماء إلى الاعتقاد بأن القمر ليس مجرد تابع للأرض وإنما كوكب قائم بذاته، وهو على كل حال أصغر حجمًا منها بكثير حيث أن حجمه يعادل $\frac{1}{50}$ من حجمها، ويبلغ طول قطره الاستوائي حوالي 3480كم أي نحو 28٪ من قطر الأرض، ومساحة سطحه 7.4٪ من مساحة سطح الأرض، في حين أن كتلته 1.2٪ من كتلة الأرض، ومن ثم كانت جاذبيته 16.5٪ من جاذبية الأرض.

نشأة القمر: اختلف العلماء في نشأة القمر كما هو الحال بالنسبة لنشأة الأرض، ومن هنا فقد ظهر العديد من الافتراضات لتفسير نشأة القمر كان أولها يرى أن القمر قد نشأ نشأة مستقلة في نفس الوقت الذي نشأت فيه الأرض وبنفس الطريقة. وترجع هذه النشأة إلى تجمع الغبار الكوني وحسب نظرية "يوري" أدى تجمع المادة التي كونته إلى تولد حرارة كافية لأن تبخر المواد الغازية والخفيفة من عليه. ثم هبطت عليه أجسام كونية مثل الشهب والنيازك من بقايا سحب الغبار، من بينها نيازك من الحديد والنيكل يصل قطره إلى 60 ميلاً وهذا الذي كون بحر "ماريا"، ويفترض "يوري" بأن هذه النيازك من الحديد والنيكل قد تبحث من أجسام صلبة شديدة السخونة، بحيث تؤدي إلى تبخر السيليكا منها، ثم بردت سبيكة الحديد والنيكل المتبقية فأصبحت صلبة إلى الحد الذي يمكنها من أن تغطس في عمق القمر.

---

(1) قام العديد من الشعراء والمطربين عبر العصور المختلفة بنظم العديد من الأشعار والأغاني، والتي تدور حول القمر ونذكر من هؤلاء في عصرنا الحديث على سبيل المثال لا الحصر المطربة فايزة أحمد.
(2) حسن أبو العنين، الجغرافيا الطبيعة، مرجع سبق ذكره، ص ص81ـ82.

أما الافتراض الثاني فيرجع نشأة القمر إلى انفصال جسمه عن جسم كوكب أكبر ألا وهو الأرض في المكان الذي يشغله حاليًا القسم الشمالي من المحيط الهادي وصاحب هذا الافتراض هو الفلكي البريطاني "السير جورج دارون" عام 1881م، حيث قال إن هذا الانفصال قد حدث بسبب دوران الأرض حول نفسها. وقد برهن "دارون" على نظريته بأنه لما كانت جاذبية القمر في مركز الأرض فإن القمر لا يمكن أن يكون بعيداً هكذا عنها، بل أكثر قربًا في مراحل نشأة الأرض، وبعد انسلاخه عنها. وقد عزر هذا الافتراض الحسابات الفلكية التي تؤكد بأن القمر كان ولا يزال يبتعد عن الأرض حتى الآن. إلا أن هذا الافتراض واجه الكثير من النقد حتى فقد معظم أهميته في الوقت الحاضر[1].

تضاريس القمر: يتنوع سطح القمر حيث تنتشر بسطحه الفوهات والشهب والنيازك، وتتميز هذه الأراضي بلونها الفاتح، ويطلق عليها الفلكيين اسم "أراضي القمر **Terrace**"، وترجع هذه الفوفات إما نتيجة البراكين أو لسبب ارتطام الشهب والنيازك به، وقد بلغ عدد الفوهات على الجزء المرئي من القمر 300 ألف فوهه. كما تغطى سطحه مناطق السهول الواسعة الموضية الشكل الكبيرة الحجم، وتتميز هذه الأراضي بلونها القاتم ويطلق الفلكيين عليها اسم "بحار القمر **Maria**"، وقد بلغ عدد البحار على الجزء المرئي من القمر نحو 30 بحراً. كما يوجد به جبال شاهقة الارتفاع تفصل البحار بعضها عن بعض، ويمتد بعضها بشكل سلاسل طولية مرتفعة يصل أعلاها إلى 11 ألف متر، وليس للقمر غلاف هوائي.

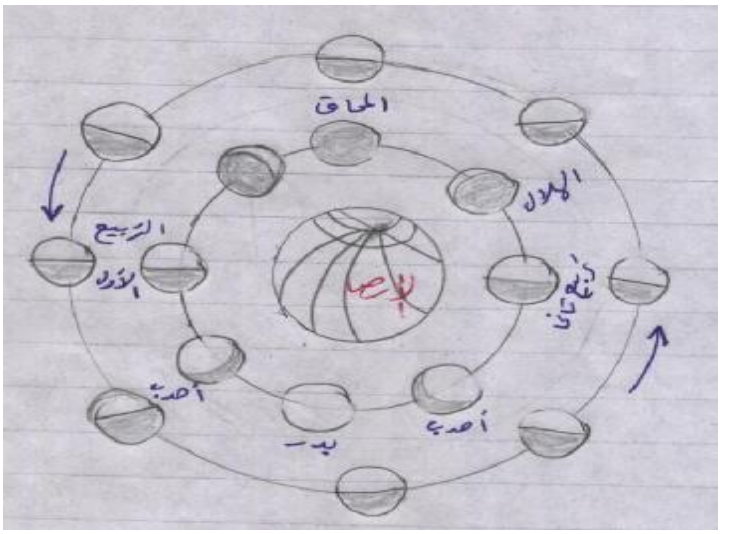
أوجه القمر:

يدور القمر حول نفسه وحول الأرض، وفي أثناء دورانه حول الأرض نرى جانبه المضيء المواجه لنا بأحجام وأشكال مختلفة هي ما نسميها بأوجه القمر، وتتوقف هذه الأشكال للقمر تبعًا لموقعه بالنسبة للأرض والشمس وحجم القسم المضيء منه. فعندما يقع القمر بين الأرض والشمس يكون القمر محاق، وذلك في أول الشهر العربي. وفي اليوم الثاني من الشهر العربي يكون القمر قد انتقل قليلاً نحو الشرق فنرى جزءًا صغيراً من نصفه المضيء يبدو لنا على شكل هلال. ويتزايد حجم الهلال حتى إذا جاء اليوم السابع من

(1) عبد العزيز فريح، مرجع سبق ذكره، ص35.

الشهر العربي وأيضًا نصف جانبه المضيء ويسمى هذا بالتربيع الأول. وفي اليوم الحادي عشر نرى من جانبه المضيء ثلاثة أرباعه فيسمى الشكل حينئذ بالأحدب. وفي منتصف الشهر العربي يصبح قرص القمر كله مضيئًا ويسمى البدر، وفي هذا الوقت يكون القمر قد أكمل نصف دورة كاملة في فلكه حول الأرض، ويكون جانبه المضيء كله في مواجهة الأرض والشمس.

ولكن مع استمرار دورانه حولها من الغرب إلى الشرق يأخذ الجزء المضيء من قرصه في التناقص بنفس الطريقة التي تزايد بها في النصف الأول من الشهر، ولكن بشكل عكسي فيعود أحدبًا فتربيع ثانيًا فهلالاً ثم ينتهي بالمحاق حيث يبدأ الشهر العربي التالي[1].



أوجه القمر شكل (3)

خسوف القمر وكسوف الشمس:

يستمد الأرض والقمر الضوء من أشعة الشمس الساقطة عليهما لذلك نجد أننا لا نستطيع رؤية القمر إلا إذا كانت هناك أشعة شمسية تسقط عليه لكي تضيئه وتنعكس على

(1) المرجع السابق، ص38.

سطح الأرض. وتحدث هاتين الظاهرتين الطبيعيتين نتيجة احتجاب رؤية الشمس أو القمر من الأرض نتيجة لانتشار أشعة الشمس المتوازية في خطوط مستقيمة، والأشكال ظل القمر على سطح الأرض وظل الأرض على سطح القمر، ويرجع السبب في تلك الظاهرتين إلى دوران القمر حول الأرض ودوران كل من الأرض والقمر حول الشمس.

وخسوف القمر Lunar Eclipse: هو احتجاب كل ضوء القمر أو جزء من ضوئه عن الأرض، ويحدث هذا نتيجة لوقوع الأرض بين كل من الشمس والقمر عندما تكون مراكزهم على استقامة واحدة أي على خط زوال واحد[1]، ويعني خسوف القمر بمعنى آخر هو تعتيم القمر أو جزء منه نتيجة لسقوط ظل الكرة الأرضية عليه عندما تقع بينه وبين الشمس.

وهناك نوعان من خسوف القمر[2]:

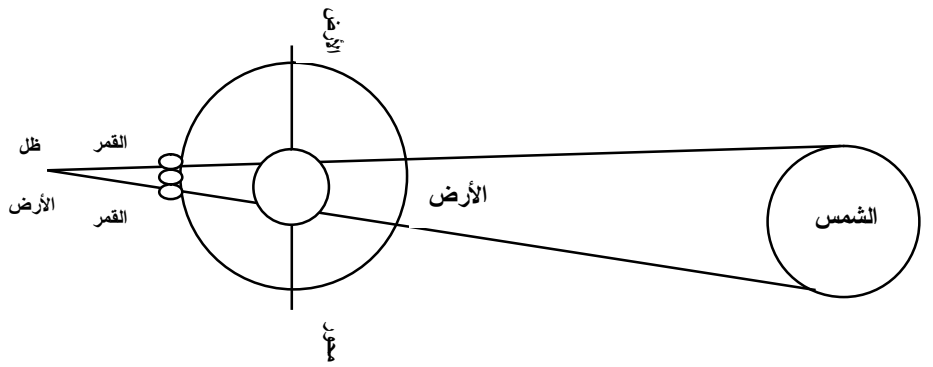
أ- **الخسوف الكلي:** وفيه يختفي القمر تمامًا، ولا يظهر بالنسبة للراصد على سطح الأرض، ويستغرق الكشوف الكلي عادة حوالي ساعتين.

ب- **الخسوف الجزئي:** ويحدث عندما يقع جزء من القمر في منطقة ظل الأرض، والجزء الآخر يقع في منطقة شبه الظل، فيرى الملاحظ أن الجزء الأخير مضيء، أما الجزء الآخر الذي يقع في منطقة الظل فيظهر معتمًا. ولا يحدث الخسوف إلا إذا كان القمر بدرًا، ولكنه لا يحدث مع كل بدر لأن فلك القمر لا يقع في نفس مستوى فلك الأرض، وإنما يميل عليه بمقدار 5 درجات.

---

(1) يعني وقت الزوال (الظهر) أي مكان يكون النهار قد انتصف في ذلك المكان وتكون الساعة فيه الثانية عشرة بموجب التوقيت المحلي. وبعبارة أخرى ففي أي يوم حين تصل الشمس إلى أعلى نقطة تصل إليها في السماء يكون الوقت ظهراً بالنسبة للتوقيت المحلي.

(2) حسن أبو العنين، الجغرافيا الطبيعية، مرجع سبق ذكره، ص89.



خسوف القمر شكل (4)

وكسوف الشمس Solar Eclipse : عبارة عن احتجاب كل ضوء الشمس أو جزء منه عن الأرض، وهذا لا يحدث إلا إذا وقع القمر بين الأرض والشمس، وأن تكون مراكز الأرض والشمس والقمر كلها على خط واحد أي على استقامة واحدة.

وكسوف الشمس أكثر حدوثًا من خسوف القمر، وبوجه عام تحدث ثلاثة أنواع من الكسوف الشمس، وذلك حسب مكان الملاحظ أو الراصد على الأرض وهي[1] :

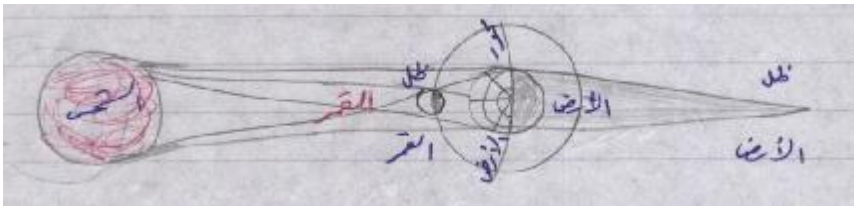
أ- الكسوف الكلي: ويحدث بالنسبة للجزء الذي يقع في منطقة ظل القمر، وتختفي فيه الشمس من الراصد تمامًا.

ب- الكسوف الجزئي: ويحدث بالنسبة لأجزاء الأرض التي تقع في منطقة شبه الظل، وفيه يلاحظ الراصد جزءًا من الشمس ويحتجز بقية جسم الشمس خلف القمر.

ج- الكسوف الحلقي: ويحدث في أجزاء الأرض التي تقع في امتداد مخروط ظل

(1) المرجع السابق، ص ص85-86.

القمر، وتظهر الشمس للراصد على شكل قرص مظلم تحيط به حلقة مضيئة.



كسوف الشمس شكل (5)

تذكر عزيز القارئ وفكر

أن:

1) أن الأرض وكواكب المجموعة الشمسية قد نشأت نتيجة انفجار نجم ضخم كان يدور في الفضاء بالقرب من الشمس وتطايرت أجزائه في شكل كرات من الغاز تحولت إلى حالة الصلابة وكونت كرة ضخمة الشمس، أما الكرات الأخرى فكونت كل منها كوكب من كواكب المجموعة الشمسية.
2) يتراوح عمر الأرض بين 4500ـ6000 مليون سنة.
3) تتركب الكرة الأرضية من أربعة أغلفة هي: الغلاف الصخري، الغلاف المائي، الغلاف الجوي، الغلاف الحيوي.
4) المجرات هي عبارة عن عدد كبير وهائل من النجوم والغازات والغبار.
5) النجوم هي أجسام كبيرة الحجم مضيئة ومتوهجة تصل حرارتها إلى عشرات الآلاف من الدرجات.
6) الكواكب هي أجسام صغيرة نسبيًا باردة معتمة تستمد ضوئها وحرارتها من النجوم.
7) الكويكبات هي أجسام فضائية تسبه الكواكب ولكنها أصغر منها في الحجم.
8) الأقمار هي الأجسام التي تتبع الكواكب والتي تدور في أفلاك خاصة حولها.
9) المذنبات هي أجسام سماوية مضيئة عندما تقترب من الشمس تلتهب وتندلع منها ذيول طويلة من اللهب تنير الفضاء.

10) السدم هي مجموعة هائلة من أجسام غازية تظهر في السماء على شكل سحاب .
11) النيازك هي أجسام كونية صلبة كبيرة الحجم تحترق جزئيًا عند احتكاكها بالغلاف الجوي .
12) الشهب هي أجسام سماوية صلبة صغيرة الحجم تسبح في الفضاء حول الشمس .
13) الشمس هي جسم غازي كروي ضخم يبلغ حجمه نحو 1.3 مليون مرة قدر حجم الكرة الأرضية .
14) تتكون المجموعة الشمسية من عشرة كواكب حسب ترتيب قربها من الشمس وهي: عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ، الكويكبات، المشتري، زُحل، أورانوس، نبتون، وبلوتو .
15) تنقسم كواكب المجموعة الشمسية إلى مجموعتين :
أـ مجموعة الكواكب الداخلية وتشمل الكواكب الأربعة القريبة من الشمس وهي: عطارد، الزهرة، الأرض، والمريخ .
بـ مجموعة الكواكب الخارجية وتشمل الكواكب الأبعد من الشمس وهي: المشتري، زُحل، أورانوس، نبتون، وبلوتو .
ويفصل هاتين المجموعتين عدد كبير من الكويكبات (الكوكب العاشر وأحدث الكواكب المكتشفة) .
16) التوابع وهي الأقمار وتعد الصورة الثانية التي تتبع المجموعة الشمسية بعد الكواكب، وذلك باستثناء الشمس .
17) يبلغ عدد الأقمار التي تضمها المجموعة الشمسية 33 قمراً .
18) يعد القمر التابع الوحيد للأرض .
19) أهم أوجه القمر التي تبدو لنا هي: المحاق، الهلال، التربيع الأول، الأحدب، البدر، والتربيع الثاني .
20) خسوف القمر هو احتجاب كل ضوء القمر أو جزء من ضوئه عن الأرض، وهناك نوعان من خسوف القمر: "الخسوف الكلي، والخسوف الجزئي" .
21) كسوف الشمس عبارة عن احتجاب كل ضوء الشمس أو جزء منه عن الأرض، وتحدث ثلاثة أنواع من الكسوف الشمس وهي: "الكسوف الكلي، الكسوف

الجزئي، والكسوف الحلقي" .

أسئلة عامة

1) كيف نشأت الأرض؟
2) كيف حدد العلماء عمر الأرض؟
3) وضح مع الرسم تركيب الكرة الأرضية .
4) ما المقصود بكل من: "المجرات، النجوم، الكواكب، الكويكبات، الأقمار، المذنبات، السدم" ؟
5) ما هي مكونات المجموعة الشمسية؟ وضح إجابتك بالرسم .
6) كيف نشأ القمر؟
7) وضح مع الرسم أوجه القمر؟
8) قارن بين ظاهرتي خسوف القمر وكسوف الشمس موضحًا إجابتك بالرسم؟
9) قارن بين النيازك والشهب؟
10) قارن بين مجموعة الكواكب الداخلية ومجموعة الكواكب الخارجية من حيث :

أـ البعد عن الشمس .

بـ الحجم .

جـ طول اليوم .

دـ مدة دورانها حول الشمس .

11) ما المقصود بالصخور؟ وما هي أنواعها؟

12) وضح مع الرسم الأزمنة الجيولوجية وأهميتها الجغرافية؟