الأرض كوكبنا

نشوء الأرض

إن منشأ الأرض ذو أهمية كبرى عند الجيولوجيين مع إن نشوءها قد يظهر بأن له علاقة بالعلوم الكونية Cosmogony وبشكل خاص علم الفلك ، وقد وضعت عدة فرضيات منذ ما ينيف عن قرن من الزمن لتفسير تكون الأرض وبقية الكواكب ، وبتقدم علوم الفيزياء والفلك القي ضياء جديد على هذه المشكلة ، ولكن من المفيد أن نستعرض بعض أهم الفرضيات والنظريات التي حاولت تقديم شرح لأسلوب تكون الأرض والمجموعة الشمسية برمتها.

1. فرضية كانت Kant Hypothesis

تقدم بهذه الفرضية الفيلسوف الفلكي الألماني (كانت) عام 1755 وهو يعد أول من وضع أسس النظرية السديمة Nebular Theory . وتتلخص هذه النظرية في إن المجموعة الشمسية كانت تتكون في بادئ أمرها من أجسام معتمة صلبة دقيقة الحجم وتسبح في الفضاء بسرعة فائقة ثم بدأت هذه الأجسام الصغيرة بالتجمع حول بعضها بقوة الجذب فتصادم بعضها ببعض وتكونت نتيجة لتصادمها حرارة عالية أدت إلى تحولها إلى غازات متوهجة ، ثم أخذت هذه الغازات المتوهجة بعد ذلك بالدوران حول نفسها فانفصلت كتل غازية تصلبت مكونة الكواكب السيارة وبقى الجزء الأوسط من السديم مكوناً الشمس.

2. فرضية لابلاس Laplace Hypothesis

يعد العالم الرياضي الفرنسي لابلاس أول من وضع أسس نظرية علمية في عام 1796 لشرح تكون المجموعة السديمية ، ونظريتة هذه تعتبر تطويراً لنظرية كانت ، فقد افترض لابلاس بان المواد المكونة حالياً للمجموعة الشمسية كانت في إحدى الفترات الماضية سديماً غازياً ذا دوران تدريجي وكان قطر هذا السديم يتجاوز حدود موقع الكوكب بلوتو ، وقد أوضح بأنه خلال انخفاض درجات حرارة السديم بدأ يدور بسرعة اكبر وأكبر حتى أصبحت القوة الطاردة من المركز في المحيط الخارجي مساوية لقوة الجذب الداخلية فانفصلت حلقة غازية من السديم بينما استمر الجزء الداخلي في البرودة والتقلص. والحلقة المنفصلة تقسمت اخيراً وتقلصت إلى كرة غازية سائرة بمدار دائري حول الكتلة المركزية ثم انفصلت حلقات أخرى وأخرى نتيجة لتقلص الكتلة الغازية.

3. نظرية الكويكبات أو الإجرام الصغيرة Planetesemal Hypothesis

وهي نظرية العالم الجيولوجي تشمبرلين Chemberline والعالم الفلكي مولتن Moulton في عام 1905 ونظريتهما مبنية على ظاهرة المد ألجذبي ، فالنظرية تفترض مرور نجم كبير بالقرب من الشمس أثناء سيره في الفضاء الكوني ونتيجة لعامل الجذب فقد انفصلت بعض الألسنة البارزة من سطح الشمس . وأخذت تلك الكتل المنفصلة من الغازات بالبرودة والتكثف ثم التجمد فتكونت أجسام صغيرة ومن ثم كونت الكواكب العشرة نتيجة لاندماج هذه الأجسام الصغيرة وقد اعتبرت النيازك التي تسقط على سطح الأرض بين فترة وأخرى دليلاً على عملية التجمع هذه.

4. نظرية المد الغازي Gaseous Tidal Hypothesis

لقد عدلت النظرية السابقة من قبل العالمين جينس وجيفريس J. Jeans & H. Jeffries عام 1917 حيث افترضت أنفصال نتوء من غازات الشمس بشكل مخروط بدلاً من كتل غازية نتيجة مرور كوكب بالقرب من الشمس ثم أنقسم هذا العمود الغازي إلى عدة أجزاء وتكثفت مواد الأجزاء المنفصلة تدريجياً من غازية إلى منصهرة ثم صلبة فكانت الكواكب السيارة وبذلك فإن حجم المشتري الذي كان في وسط العمود الغازي أكبر من الكواكب على طرفيه.

5. نظرية النجوم المزدوجة – نظرية فريد هويل Fred Hoyle

وتسمى كذلك نظرية التوأمين وتفترض هذه النظرية بأنه كان هناك نجمان كبيران أو شمسان. وقد تفجر احد النجوم لنفاذ ما به من الهيدروجين مكوناً الكواكب الأخرى بينما بقيت النجمة الأخرى مكونة شمسنا الحالياً.

6. النظرية الحديثة

يعتقد معظم العلماء بان الكون نشأ قبل فترة تتراوح بين 13-20 بليون سنة ماضية خلال ما يعرف بالانفجار العظيم Big Bang وهناك ظاهرتان أساسيتان تشيران إلى حدوث الانفجار العظيم:

اولاً: الاتساع المستمر للكون ، فقد لاحظ رواد الفضاء بان في كل مكان من الكون هناك مجرات Galaxies تتباعد أحداها عن الأخرى وبسرع هائلة جداً. وبإمكان العلماء حساب الفترة الزمنية الماضية التي كانت فيها هذه المجرات متجمعة في نقطة واحدة.

ثانياً: الخلفية الإشعاعية Background Radiation قيمتها 2.7^{o} فوق الصفر المطلق تتخلل الكون برمته ويعتقد إنها الوميض الخافت الذي أعقب الانفجار العظيم.

الأرض والكون

لقد كان اعتقاد الأوائل بأن الأرض مسطحة الشكل ، وبأنها مركز الكون وحولها تدور بقية الكواكب والأجرام كالشمس والقمر والنجوم ، إننا نعلم الآن بأن الشمس نفسها هي مجرد نجم من عدد لا يحصى من النجوم والتي بمجموعها تكون مجرتنا التي تسمى درب التبانة (اللبانة) Milky way.

وبعيداً عن هذه المجرة وخارجها وكجزر في بحر من الفضاء تقع مجرات أخرى كثيرة وشاسعة تعرف باسم المجرات اللولبية Spiral Nebular مكونة بمجموعها الكون ، وكل مجرة دوارة هي كون بذاته تتكون من ملايين النجوم في حالة دوران حول مركز موحد ، وأقرب هذه المجرات هي مجرة أندروميدا Andromeda والتي تبعد حوالي 900000 سنة ضوئية (السنة الضوئية هي وحدة لقياس المسافة في علم الفلك تمثل المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة بسرعته البالغة 300.000 كم في الثانية) ، حيث تظهر للعين المجردة كنجمة خافتة ولكن التلسكوبات الضخمة ترينا إياها كمجموعة لا تحصى من النجوم مجمعة. إن معظم المجرات للولبية هي أبعد بكثير من مجرة أندروميدا ، لذا فإن بإمكاننا تخيل الموقع الضئيل جداً لأرضنا في هذا النظام الكوني العظيم الشاسع.

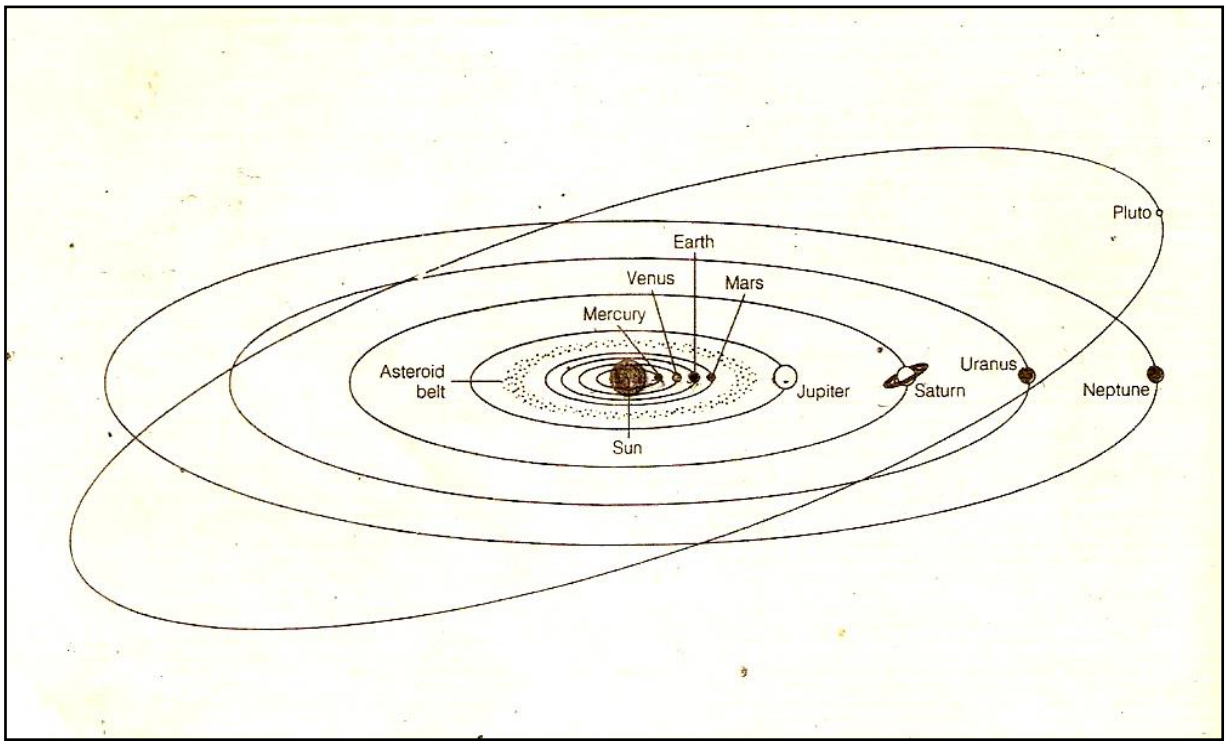
ما هي حدود الكون؟

يعتقد العلماء بأن الكون ولد منذ عشرين بليون سنة ويمتد حالياً على مسافة عشرين بليون سنة ضوئية ، وتتسع حدوده على الدوام بفعل حركته الدائرية المتجهة نحو الخارج. وهو كون يحتوي على عشرة بلايين مجرة تشكل كل منها جزيرة هائلة الحجم فيها بليارات الأجرام المشعة.

إن الضوء الصادر من شمسنا يستغرق أربعة سنوات (في حساباتنا الزمنية) في مساره منذ صدوره من الشمس وحتى وصولة إلينا وبعبارة أخرى إننا في أية لحظة ننظر فيها إلى الشمس فإننا نشاهدها بعمرها الماضي الذي يبلغ أربع سنوات سابقة للحظة النظر.

المجموعة الشمسية Solar System

المجرة التي نعيش فيها عبارة عن مجموعة دوارة من النجوم مكونةً بمجموعها شكلاً قرصياً ومتكونة من حوالي 30 بليون نجم مختلف الحجم والبريق ، وشمسنا هي إحدى هذه النجوم وهي متوسطة الحجم ، ومعتدلة البريق ، وتقع في حافة "طريق اللبانة" وهي مركز المجموعة الشمسية وتدور توابع الشمس بمستوى واحد حولها وبمسارات موحدة المركز تمثل الشمس مركزها. وهذه التوابع تشمل تسع كواكب (Planets) و 61 قمراً وأكثر من 1500 كويكبه (Planetoids) وعدد لا يحصى من المذنبات (Comets) والنيازك (Meteors) وهذه الكواكب مدرجة حسب قربها من الشمس هي (عطارد Mercury ، الزهرة Venus ، الأرض Earth ، المريخ Mars ، المشتري Jupiter ، زحل Saturn ، أورانوس Uranus ، نبتون Neptune ، بلوتو Pluto) الشكل (1).



الشكل (1) الكواكب منظمة بمواقعها النسبية بعيداً عن الشمس

شكل ومقاييس الأرض

للأرض شكل مجسم Geoid ذو ثلاث محاور فهي كروية تقريباً ولكنها مفلطحة عند القطبين ويبلغ نصف قطر الدائرة التي تمر بخط الاستواء 6378 كم بينما يبلغ نصف قطر الدائرة التي تمر بالقطبين 6357 كم (أي بفرق 21 كم). وتشكل البحار والمحيطات حوالي 71% من سطحها ، والمسافة بين أعلى قمة فيها (قمة افرست 8848 م) وأعمق نقطة معروفة في قاع المحيط (قرب جزيرة الفيليبين 11033 م) هو حوالي 20 كم.

حركة الأرض

تدور حول محورها (الذي يمتد بين القطبين) بسرعة تبلغ حوالي 1600 كم/الساعة من الغرب إلى الشرق أما سرعتها عند القطبيين فهي صفر ، وتتم كل دورة في يوم واحد وتؤدي إلى تعاقب الليل والنهار وتؤثر على حركة الرياح والمد والجزر ، وبجانب حركة الأرض حول محورها فإن لها حركة حول الشمس وتدور بسرعة معدلها 30 كم/الثانية وتكمل الأرض دورتها بفترة تزيد قليلاً عن 365.25 يوم.

إن المدار الذي تسير عليه الأرض حول الشمس أهليجي الشكل ، وان محور الأرض ليس شاقولياً بل يميل بزاوية قدرها 23.5^{o} وذلك أدى إلى أن يكون نصف الكرة مائلاً باتجاه الشمس خلال نصف السنة وبعيداً عنها خلال النصف الأخر وبذا تتكون الفصول.

أغلفة الأرض

بالإمكان تقسيم الأرض إلى مناطق تماثل حالات تواجد المادة الثلاثة (الصلبة ، السيولة ، الغازية) إضافة إلى الغلاف الحيوي هذه المناطق أو الأغلفة هي : الغلاف الصخري ، الغلاف المائي ، الغلاف الغازي أو الجوي والغلاف الحيوي.

1- الغلاف الصخري Rocksphere or Lithosphere

ويقصد به الجزء الصلب من الأرض ويشمل القشرة الأرضية Crust وجزء من باطن الأرض أسفل القشرة الأرضية. والغلاف الصخري سطح مستوي عموماً تتخلله الارتفاعات الواسعة والتي نسميها القارات Continents وتوجد فيه الانخفاضات ونعني بها قيعان البحار Ocean Basins وتوجد وسط القارات كتلة من الصخور النارية والمتحولة تسمى الدروع Shields وتعود إلى اقدم العصور الجيولوجية (ما قبل الكامبيري) ، وتنحدر حافات القارات بشكل تدريجي في معظم الحالات نحو قيعان البحار، ويطلق على ذلك الجزء من القارات والذي يقع تحت المياه والقريب من اليابسة اسم الرصيف القاري Continental Shelf.

2- الغلاف المائي Hydrosphere

ويشمل هذا الغلاف كتل المياه التي تغطي سطح الكرة الأرضية والتي تبلغ حوالي ثلاثة ارباع مساحة سطحها ، ومعظم هذه الكتل تكون البحار والمحيطات ، والبعض الآخر يكون الأنهار والبحيرات كما يملأ القسم الآخر المسامات بين الصخور ونسبة قليلة منه تكون تحت السطح وتشكل المياه الجوفية ، ومع قلتها

فإنها ذات أهمية كبرى للإنسان ، والمياه من الناحية الجيولوجية تعتبر عنصراً مهماً من عناصر العمليات الجيولوجية مثل التعرية والترسيب ، ان المياه التي تملأ الأنهار وبعض البحيرات هي مياه عذبة ، أما المياه المالحة فتملأ البحار والمحيطات وبعض البحيرات إضافة إلى الأملاح فإن بعض الغازات توجد في الماء كالأوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون.

3- الغلاف الغازي أو الجوي Atmosphere

هذا الغلاف يشمل جميع الغازات التي بامتزاجها تكون الهواء الذي يغلف الكرة الأرضية وهو يحوي على كميات من الماء وكمية قليلة من الغبار. إن المكونات الرئيسية للهواء هي النيتروجين ويشكل 78% من نسبة المكونات الأخرى والأوكسجين الذي يشكل 21% بالإضافة إلى عناصر أخرى بنسب قليلة.

4- الغلاف الحيوي Biosphere

ويشمل هذا الغلاف العدد الضخم من مجموعة الكائنات الحية من حيوانات ونباتات والتي تغطي مساحات من اليابسة كالغابات والمراعي والأعشاب ، كما توجد ايضاً داخل المياه كالأعشاب البحرية والأحياء الميكروسكوبية في الهواء ، ولهذا الغلاف أهمية كبرى في بعض العمليات الجيوكيميائية والكيميائية الحيوية كترسبات الحديد وتكون أنواع من الطين في قاع المحيط من أصداف بعض الحيوانات.

تقسيمات باطن الأرض

قسمت الأرض إلى ثلاث مناطق رئيسة ابتداءاً من سطحها وباتجاه المركز وهي:

1- القشرة Crust

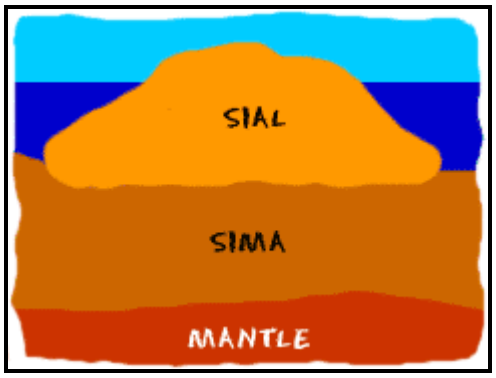
لقد أطلقت عبارة قشرة الأرض على الجزء الخارجي الصلب من غلافها بعد إن كان يعتقد قبل قرن من الزمن بأن الأرض مكونة من كرة ضخمة من مواد سائلة محاطة بقشرة رقيقة من الصخور الصلبة ، والقشرة الأرضية في مفهوم الجيولوجيين حالياً تتمثل بالصخور الممتدة إلى عمق يتراوح بين 25-45 كم وهي مكونة من صخور رسوبية يصل أقصى سمك لها إلى 12 كم وتليها صخور نارية.

وهناك تركيبان مختلفان للقشرة متباينان في الصفات احدهما تحت القارات ويشار له باسم القشرة القارية Continental Crust والثاني تحت قاع المحيط ويشار له باسم القشرة المحيطية Oceanic Crust.

أ- القشرة القارية Continental Crust

إن الصخور الرئيسة السائدة في قشرة القارات والتي تلي الصخور الرسوبية هي صخور نارية حامضية تسمى الصخور الجرانيتية Granitic rocks وتسمى ايضاً بطبقة السيال Sial وهي عبارة ملخصة تجمع الحرفين الأوليين من الرمزين الكيماويين المعدنيين الرئيسين المكونين لصخور الجرانيت وهما السيلكون والألمنيوم. ويتراوح عمق هذه الصخور بين 10-15 كم وذات وزن نوعي يساوي 2.65 غم/ سم^3.

ويلي منطقة الصخور النارية الجرانيتية صخور نارية ولكنها من نوع آخر يطلق عليها اسم الصخور البازلتية Basalitic rocks وهي صخور قاعدية لذا فإن المنطقة تسمى منطقة البازلت أو طبقة السيما Sima هي عبارة ملخصة تجمع الحرفي الأوليين من الرمزين الكيماويين للمعدنيين الرئيسيين الكونين لصخور البازلت وهما السيلكون المغنيسيوم ، وتمتد منطقة البازلت إلى عمق يتراوح بين 30-40 كم من سطح الأرض وتصل إلى عمق يبلغ حوالي 60 كم تحت بعض المناطق الجبلية ، ويبلغ الوزن النوعي لهذه الصخور حوالي 3 غم/ سم^3. علماً إن المنطقتين السيال والسيما يفصلان بواسطة طفرة كونراد Conrad-Discontinuity.



ب-القشرة المحيطية Oceanic Crust

إن الصخور الجرانيتية التي اشرنا إلى وجودها في منطقة القارات معدومة في قاع المحيط وهي تكاد تكون معدومة كلياً أو جزئياً في قيعان المحيطات الأخرى لذا فقشرة المحيطات مكونة من طبقة رقيقة وحديثة نسبياً من الخصور الرسوبية إذا ما قورنت بالصخور الرسوبية في القارات ، تليها صخور بازلتية ذات انتشار واسع في قاع المحيطات ، وتنتهي طبقة الصخور البازلتية كمثيلتها من الصخور في القشرة القارية بطفرة موهو Moho-Discontinuity وهي التي تفصلها عن الجبة.

2- الجبة (الوشاح) Mantle

هي الطبقة الرئيسية الثانية بعد القشرة الأرضية ويصل عمقها إلى 2900 كم وتقسم الى منطقتين هما الجبة الداخلية وتكون صخورها صلبة ، والجبة الخارجية وتكون صخورها لدنة ، وهناك سطح يمثل طفرة بين منطقة الجبة ومنطقة اللب يطلق عليها اسم طفرة فايشرت-كونتبرج Wiechert-Guterberg Discontinuity.

3- اللب Core

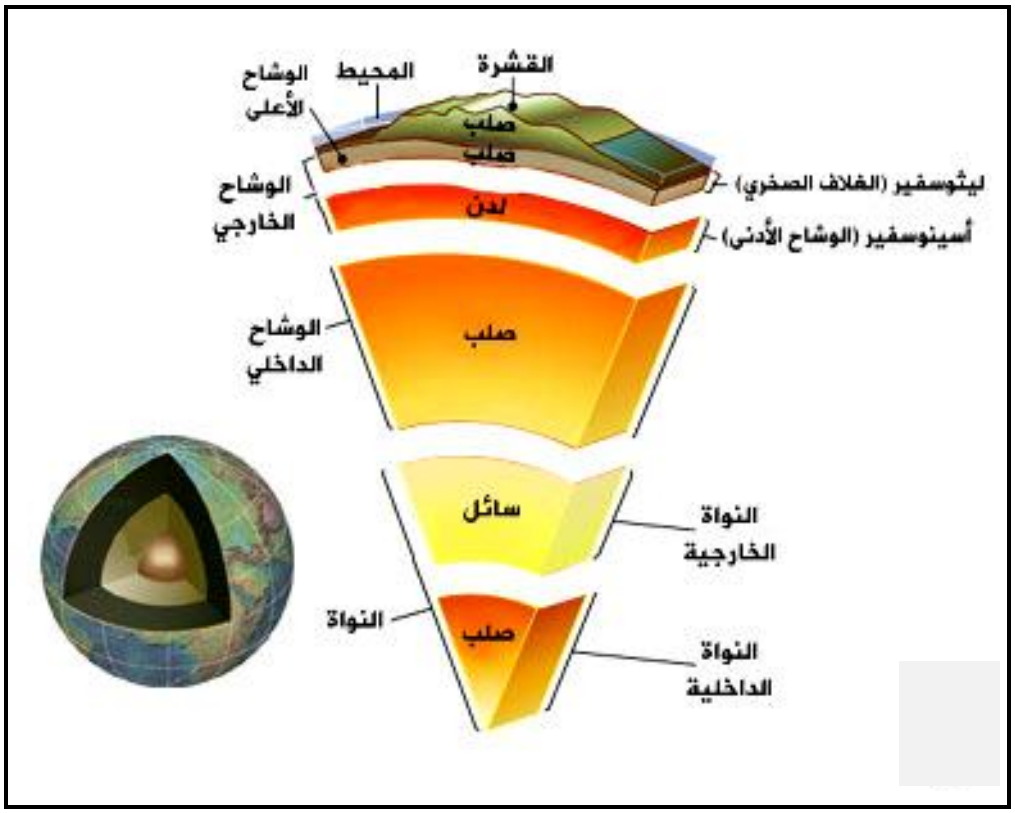
هو مركز الأرض وله قطر يبلغ حوالي 6900 كم (أي يزيد قليلاً عن نصف قطر الأرض) ، أما معدل الوزن النوعي فهو حوالي 12 أو أكثر ويقدرها آخرون إلى 15 غم/ سم^3 ، ويقسم لب الأرض إلى قسمين:

أ- اللب الخارجي Outer Core

يبلغ سمك هذه الطبقة حوالي 2267 كم ويتكون من مادة سائلة تحوي على مزيج الحديد والنيكل وتبلغ كثافة موادها حوالي 12 غم/ سم3 وهذه الكثافة العالية هي نتيجة الضغط العالي والذي يبلغ 2-3 مليون ضغط جوي.

ب-اللب الداخلي Inner Core

متكون من مادة صلبة من الحديد والنيكل نصف قطره حوالي 1317 كم ويعتقد إن الكثافة تصل في نقطة المركز إلى 17 غم/ سم^3 والضغط يبلغ 3 ملايين من الضغط الجوي.



مقياس الزمن الجيولوجي

الدهر	الحقب	العصر	العمر (ملايين السنين)	أمثلة على التطوّر الجيولوجي والتغيّر الحيوي
عمر الأرض ٤,٦ مليار سنة	دهر الحياة الظاهرة (يمثّل ١٢٪ من عمر الأرض)	حقب الحياة الحديثة	الآن	ـ ظهور الإنسان في العصر الرباعي.
		الرباعي	٢,٦	ـ سيادة الثدييات. ـ سيادة النباتات المغطاة البذور.
		الثلاثي*	٦٥,٥	ـ انفصال الصفيحة العربية عن الصفيحة الإفريقية وانفتاح البحر الأحمر. ـ تكوّن سلاسل جبال الألب والهيملايا وزاغروس وطوروس واستمرار ارتفاع جبال الأنديز. ـ انتشار الكائنات الحية التي تُشبه الكائنات المنتشرة حاليًا.
		حقب الحياة المتوسطة	١٤٦	ـ انقراض الديناصورات والأمونيت. ـ ظهور الطيور الحديثة. ـ بداية ظهور النباتات الزهرية المغطاة البذور.
		الجوراسي	٢٠٠	ـ بداية ظهور الثدييات الصغيرة. ـ تغيّر أنواع الديناصورات وانتشارها. ـ ظهور الطيور الأولى.
		الترياسي	٢٥١	ـ انقسام قارة بنغايا إلى كتلتين قاريتين، هما: غوندوانا ولوراسيا. ـ بداية الحركة الأنديزية وتشكّل جبال الأنديز. ـ ظهور الديناصورات الأولى.
		حقب الحياة القديمة	٢٩٩	ـ تكوّن قارة بنغايا.
		البرمي	٣٥٩	ـ حركة بناء الجبال الهرسينية، وتشكّل الجبال الهرسينية.
		الكربوني	٤١٦	ـ ظهور النباتات الوعائية اللازهرية (السرخسيات) المسؤولة عن تكوّن الفحم الحجري.
		الديفوني	٤٤٤	ـ ظهور الزواحف.
		السيلوري	٤٨٨	ـ ظهور البرمائيات. ـ ظهور الأسماك البدائية (الغضروفية)، مثل القرش.
		الأوردوفيشي	٥٤٢	ـ طفرة في ظهور الكائنات ذات الهيكل الصُلب مثل الترايلوبيت وبداية ظهور النباتات.
		الكامبري	٦٠٠	ـ انتشار أشكال من الكائنات العديدة الخلايا ليس لها هيكل صُلب.
		ما قبل الكامبري (يمثّل ٨٨٪ من عمر الأرض)	٢٠٠٠	ـ أول ظهور للأكسجين الحر في الغلاف الجوي.
			٣٥٠٠	ـ أول ظهور للكائنات الحية التي تُشبه البكتيريا اللاهوائية.
			٤٠٠٠	ـ انتشار أشكال بسيطة من الكائنات الحية الوحيدة الخلية مثل: البكتيريا والطحالب. ـ نشأة الأرض، وتكوّن غُلف الأرض.

* قُسّم العصر الثلاثي حديثًا إلى عصرين، هما: الباليوجين (يمتدّ من ٦٥,٥-٢٣ مليون سنة)، والنيوجين (يمتدّ من ٢٣-٢,٦ مليون سنة).

Geological Time Scale

ERA	PERIOD	EPOCH / AGE	Million Years Ago	EVENTS
CENOZOIC *Age of Mammals* 65.5 mya – present day	*Quaternary*	*Holocene*	*Today*	Ice Age ends Humans are dominant
		Pleistocene	*0.01*	Earliest Humans appear Ice Age begins
	Tertiary	*Pliocene*	*1.6*	Hominids (human ancestors) appear
		Miocene	*5.3*	Grass becomes widespread
		Oligocene	*23.7*	Mammals are dominant
		Eocene	*36.6*	Eocene – Oligocene extinction event
		Paleocene	*57.8*	First large mammals appear
MESOZOIC *Age of Reptiles* 245 mya – 65.5 mya	*Cretaceous*	*Extinction of Dinosaurs*	*65.5*	K-T extinction event Earth looks closer to present-day Flowering plants appear
	Jurassic		*144*	First Birds appear Pangaea splits into Laurasia, Gondwanna Dinosaurs are dominant
	Triassic	*First Dinosaurs*	*208*	Pangaea cracks First mammals appear Reptiles are dominant
PALEOZOIC 570 mya – 245 mya	*Permian*	*Age of Amphibians*	*245*	Permian – Triassic extinction event Pangaea forms
	Carboniferous		*286*	First reptiles appear First large cartilaginous fishes appear
	Devonian	*Age of Fishes*	*360*	Late Devonian extinction event First land animals appear First amphibians appear
	Silurian		*408*	First land plants appear First jawed fishes appear First insects appear
	Ordovician	*Age of Invertebrates*	*438*	Ordovician – Silurian extinction event First vertebrates appear
	Cambrian		*505*	End Botomian extinction event First fungi appear Trilobites are dominant
PRECAMBRIAN 4600 mya – 570 mya	*Proterozoic Eon*		*570*	First soft-bodied animals appear First multicellular life appear
	Achean Eon		*2500*	Photosynthesizing cyanobacteria appear First unicellular life appear
	Hadean Eon	*Priscoan Period*	*3800*	Atmosphere and oceans form Oldest rocks form as Earth cools
Formation of Earth			*4600*	