المحاضرة الثانية: النظام البيئي الأنواع و المكونات

1- مفهوم النظام البيئي:

يشير مفهوم النظام البيئي كما عرفه "تانسيلي" عام 1935 بأنه الجمع بين الجانبين (الكائنات والبيئة) في كيان واحد متحد والذي يجسد عمق العلاقات بين الأحياء ومجموعة الظروف البيئية المحيطة المؤثرة. بينما عرف "فيرنادسكي" عام 1929 مفهوم النظام البيئي بأنه الحيز أو النطاق الذي يشتمل على نظام الحياة في كوكب الأرض.

وابتداء من عام 1950 أخذ مفهوم النظام البيئي بعدا ومعنى أكبر وأعمق نتيجة إتقان العلماء دراسة حركة واتجاه سريان الطاقة ودوران المواد بين كائنات النظام البيئي التي يمكن تصنيفها من زاوية وظائفها إلى: كائنات منتجة، كائنات مستهلكة وكائنات متحللة. وأصبح مفهوم النظام البيئي يشير إلى الوحدة البيئية المتكاملة التي تتكون من كائنات حية ومكونات غير حية في مكان معين يتفاعل ببعضها مع بعض وفق نظام دقيق ومتوازن وتستمر في أداء دورها باستمرار الحياة. (جاد، 2007، 80)

2- أنواع النظم البيئية:

- **من ناحية توفر المكونات الحية وغير الحية:**

نظام بيئي متكامل: ويسمى أحيانا النظام البيئي المفتوح وهو يحتوي على جميع المكونات الأساسية (الحية وغير الحية)، مثال: البحيرة أو النهر التي تحتوي على:

- عوامل غير حية: ماء، ثاني أكسيد الكربون، أكسجين، نيتروجين.
- عناصر حية: مثل المنتجات، نباتات لها جذور، أو نباتات طافية وتوجد في المنطقة المضاءة لتقوم بعملية التركيب الضوئي.
- المستهلكات: مثل الحشرات، الأسماك الصغيرة والكبيرة.
- المحللات في قاع البحيرة مثل البكتيريا والفطريات (قاع البحيرة تتراكم بقايا النباتات والحيوانات).

نظام بيئي غير متكامل: ويسمى النظام البيئي المغلق وهو غالبا ما يفتقر إلى عنصر أو أكثر من المكونات الأساسية مثل الأعماق السحيقة للبحار أو الكهوف المغلقة، حيث لا نوجد هناك منتجة لعدم توفير طاقة شمسية.

- **من ناحية مصدر الطاقة المحركة للنظام البيئي:**

نظام بيئي طبيعي يدار بالطاقة الشمسية: مثل المحيطات المفتوحة والغابات و الشمس هي مصدر الطاقة في النظام البيئي الطبيعي وهو مصدر لا ينضب ولا يسبب التلوث.

- **نظام بيئي بشري يدار بالطاقة الشمسية:** حيث يقوم الإنسان حسب مصالحه المعيشة باستبدال النباتات الطبيعية ببعض المحاصيل الزراعية مثل: البساتين والحقول الزراعية ويضيف لها الأسمدة والمبيدات الحشرية، وهذا النوع ساهم في تلوث البيئة وأضر بعناصرها.
- **نظام بيئي صناعي يدار بطاقة الوقود:** حيث تعتمد طاقة هذاالنظام على مصدر غير الشمس كالكهرباء والوقود وغيرها، ومن الأمثلة عليه: المدن ومجتمعات المصانع الكبرى، وهذا النوع هو الذي أدى إلى تلوث البيئة بشكل مباشر. (الدبوبي وآخرون، 2012، 12)

3- **مكونات النظام البيئي:** يتكون أي نظام بيئي من أربع مجموعات من العناصر هي:

- **المجموعة الأولى: مجموعة العناصر غير الحية (مجموعة الثوابت):**

وتتضمن الماء والهواء بغازاته المختلفة، التربة والصخور والرمال والمعادن المختلفة، وحرارة الشمس وضوؤها ويطلق على هذه المجموعة مجموعة الثوابت أو الأساس لأنها مقومات الحياة الأساسية.

- **المجموعة الثانية: مجموعة العناصر الحية المنتجة (مجموعة المنتجين):**

وتشمل الكائنات الحية النباتية و يطلق عليها مجموعة المنتجين لأنها تصنع أو تنتج غذاءها بنفسها من عناصر المجموعة الأولى (مجموعة الثوابت أو الأساس).

- **المجموعة الثالثة: مجموعة العناصر الحية المستهلكة (مجموعة المستهلكين):**

وتشمل مجموعة العناصر الحية المستهلكة الكائنات الحيوانية التي تعتمد في غذائها على غيرها ومن أهمها الإنسان الذي يعد عنصرا مهما داخل هذه المجموعة لما يتمتع به من قدرات مؤثرة هائلة في عناصر النظام البيئي الأخرى، وتتباين هذه التأثيرات ما بين الهدم والبناء. كذلك تتضمن هذه المجموعة الكائنات الحية الحيوانية التي تعتمد في غذائها على غير ها وتشمل هذه المجموعة كلا من الحيوانات العشبية والحيوانات اللحمية، ويطلق على المجموعة الثالثة مجموعة المستهلكين حيث تعتمد حياتها على المجموعتين الأولى والثانية.

- **المجموعة الرابعة: مجموعة العناصر الحية المحللة (مجموعة المحللات):**

وتتضمن المجموعة الرابعة الكائنات المجهرية المتمثلة في الفطريات والبكتيريا، وتقوم هذه المجموعة بعملية تكسير أو تحليل المواد العضوية. (جاد، 2007، 80-81)

وهناك من يرى أن البيئة الطبيعية تحتوي أربعة مجالات هي:

- **الغلاف الأرضي** Lithosphere:

يعرف الغلاف الصخري أو الأرضي (Lithosphere) على انه الجزء الذي يشمل الأراضي الصلبة من القشرة الأرضية، بالإضافة إلى المواد شبه الصلبة الموجودة بالقرب من مركز الأرض، ويتميز سطح الغلاف الصخري بأنه غير مستو، إذ تتواجد عليه السلاسل الجبلية والسهول الشاسعة والمناطق المنبسطة، بالإضافة إلى الوديان العميقة.

يتكون الغلاف الصخري من طبقة القشرة الأرضية والجزء الصلب من طبقة الوشاح العلوي، حيث تصل سماكته إلى 100 كم تقريبا، وينقسم الغلاف الصخري إلى 12 صفيحة تكتونية تتحرك متقاربة من بعضها أو متباعدة عن بعضها ضمن ما يعرف بتكتونية الصفائح، ومن الجدير بالذكر أن الغلاف الصخري يتحرك ككتلة واحدة فوق غلاف لدن أقل صلابة يدعى الغلاف الموري أو الاستينوسفير. (شريم، 2020) ويتألف الغلاف الأرضي حسب الكيميائية إلى ما يأتي:

القشرة الأرضية:

- **طبقة الليثوسفير (**Lithosphere**):** وهي الطبقة الصلبة الهشة من الوشاح العلوي، وتعد أقل كثافة وأكثر برودة مقارنة بالطبقات الأخرى.
- **غلاف الانسياب** (Asthenosphere): وهي الطبقة المكونة للوشاح العلوي، وتعتبر متوسطة الكثافة، حيث تتعرض للضغط والحرارة الشديدين، ونتيجة لذلك تكون قريبة من درجة الانصهار.
- **القشرة المحيطية** (Oceanic Crust): تتواجد القشرة المحيطية أسفل المحيطات بسمك يصل إلى 8 كم، فيما تبلغ كثافتها ما يزيد عن 3 غم/سم3، وتتألف من معادن السليكيات الغنية بالحديد والمغنسيوم.
- **القشرة القارية** (Continental Crust): تتواجد أسفل القارات بسماكة تصل إلى 32 كم، فغالبا ما تكون سميكة جدا أسفل السلاسل الجبلية، فيما تصل كثافتها إلى ما دون 2.7 غم/سم3. وتتألف معادن السليكيات ذات الكثافة القليلة مع تواجد نسبة كبيرة من الألمنيوم، والكالسيوم، والبوتاسيوم. (الجازي، 2021)

- **أنواع صخور القشرة الأرضية:**

- **الصخور النارية:** عبارة عن مواد منصهرة خرجت من باطن الأرض، وتصلبت بعد ذلك على سطح قشرة الأرض أو قريبا منها بعد أن بردت، ومن أشهر أنواعها: صخور الجرانيت، وصخور البازلت.
- **الصخور الرسوبية:** هي الصخور التي تكونت نتيجة تماسك الصخور، والحجارة المتفتتة التي ترسبت في قاع المحيطات والبحار أو اليابسة، في فترات زمنية متوالية بسبب ضغط المياه وضغط الطبقات الصخرية

فوق بعضها، ويعتبر هذا النوع من الصخور الأكثر انتشارا، وتتعدد أنواعها اعتمادا على نوع الرواسب المكونة لها، ومن الأمثلة عليها: الصخور الطباشيرية، والصخور الرملية، وصخور الفوسفات.

- **الصخور المتحولة:** هي صخور رسوبية أو نارية تحولت لصخور جديدة، نتيجة الحرارة المرتفعة والضغط الشديد الواقع على هذه الصخور، وتتميز الصخور المتحولة بشكل عام بأنها أكثر صلابة من الصخور الرسوبية، وأنها أقل صلابة من الصخور النارية، ومن الأمثلة على الصخور المتحولة التي تحولت عن أصل رسوبي: صخر الكوارتز الذي تحول من الصخر الرملي. يشار إلى أن ألوان الصخور المتحولة تتباين على حسب ألوان الصخور الأصلية التي تحولت عنها، ومن ألوانها: الرمادي، والأحمر، والأبيض، والأخضر، لذلك فإن العديد من أنواع الصخور المتحولة تستخدم لأغراض الزينة. (مكونات الغلاف الصخري، 2019)

الوشاح:

تشكل طبقة الوشاح أكثر من 80% من حجم الكرة الأرضية، ويبلغ سمكها حوالي 2885 كم، وهي عبارة عن جسم صلب لدن. يشغل الجزء العلوي من طبقة الوشاح غلاف من الصخور الضعيفة يسمى بالغلاف الواهن يتراوح عمقه بين 100 كم إلى 700 كم، إلا أن الجزء العلوي فقط من هذا الغلاف (100 كم إلى 250 كم) يحتوي صخور منصهرة أو أقرب إلى درجة الانصهار من الصخور التي فوقها أو التي تحتها، كما يوجد هذا الجزء تحت القشرة المحيطية وأجزاء من القشرة القارية فقط، وتنشأ منه بعض الصخور المنصهرة المصاحبة للنشاط البركاني، كما تتحرك فوقه صفائح القشرة الأرضية متقاربة أو متباعدة أو منزلقة بعضها إلى بعض. ويوجد وسط فاصل بين السطح السفلي للقشرة الأرضية والسطح العلوي لطبقة الوشاح يسمى وسط موهو يتراوح عمقه بين 10 إلى 15 كم عن سطح الأرض، وتتميز صخوره بكثافة عالية، وطبيعة غير صلبة تزداد سرعة الموجات الزلزالية خلالها مع تغيير الصفات المميزة لها. (الطناوي، 2008، 31-32)

تتكون طبقة الوشاح من أو الستار من بشكل رئيسي من الحديد، والمغنسيوم، والألمونيوم، والأكسجين، والسيلكون، إذ ينقسم الستار إلى طبقتين رئيسيتين:

- **الوشاح العلوي** (Upper Mantle): ويصل إلى مسافة 670 كم تقريبا تحت سطح الأرض أو القشرة الأرضية.

- **الوشاح السفلي** (Low Mantle): ويتراوح عمقه من 670 كم إلى 2.890 كم تقريبا تحت سطح الأرض. وتختلف خصائص وطبيعة كل منهما، فالوشاح السفلي يتكون من صخور صلبة تبقى كذلك على الرغم من أنها تتعرض لدرجات حرارة تزيد عن 3.000 درجة مئوية، ويعود السبب في احتفاظ تلك الصخور بحالتها الصلبة نتيجة الضغط الكبير الواقع عليها، أما الوشاح العلوي فهو يحتوي على درجات حرارة تتراوح

بين 1.400 إلى 3.000 درجة مئوية، فالجزء العلوي من هذه الطبقة تتكون من صخور صلبة، بينما الجزء السفلي يحتوي على صخور منصهرة وأخرى صلبة.

اللب:

يتساوى قطر لب الكرة الأرضية بشكل تقريبي مع قطر كوكب المريخ، والتي تمتد من أسفل طبقة الوشاح إلى مركز الأرض، وتتكون هذه الطبقة بشكل رئيسي من عنصري النيكل والحديد، إذ تعد مصدرا للمجال المغناطيسي الخاص بكوكب الأرض، ويشكل لب الأرض ما يقارب ثلث إجمالي كتلتها، وتصل درجات الحرارة فيه إلى مستويات عالية جدا تتراوح بين 2.200 إلى 5.000 درجة مئوية تقريبا، وتنقسم طبقة اللب إلى قسمين وهما:

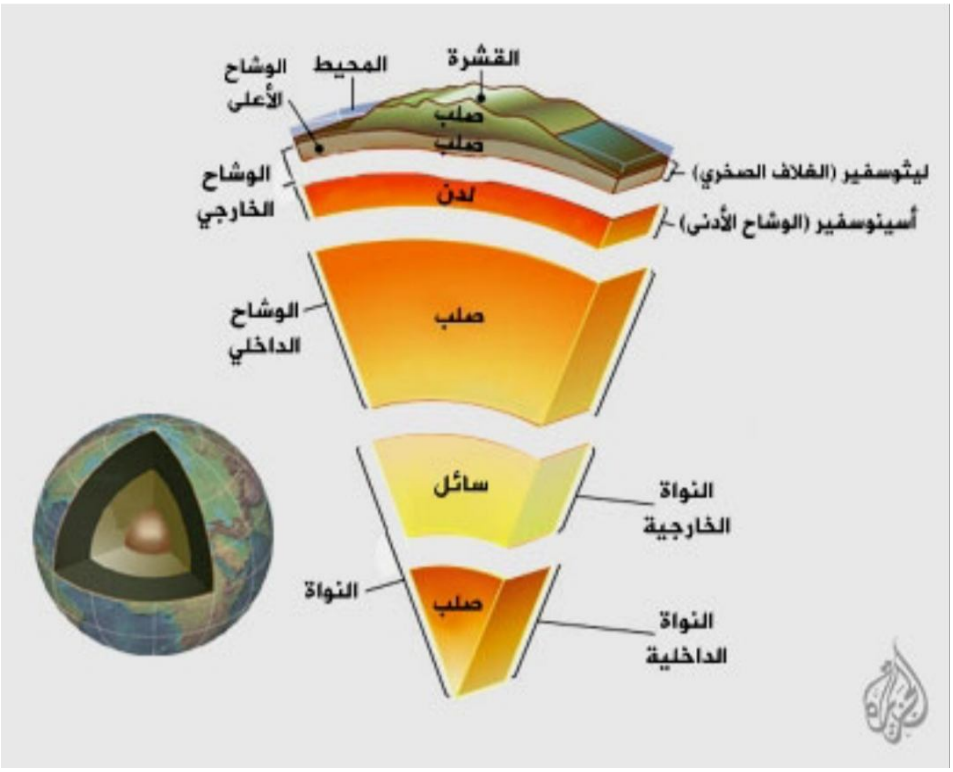
- **اللب الخارجي** (Outer Core): تقع طبقة اللب الخارجي (السائل) أسفل الطبقة الوسطى أو الوشاح أو طبقة الميزوسفير، إذ تمتاز هذه الطبقة بوجودها بالحالة السائلة فقط، وذلك لاحتوائها على عناصر ومعادن بالحالة السائلة مثل الحديد والنيكل وغيرها من العناصر، فهي بذلك مسؤولة عن نشوء المجال المغناطيسي لكوكب الأرض.
- **اللب الداخلي** (Inner Core): تتعرض طبقة اللب الداخلي (الصلب) لضغط عال أكثر من الطبقات الأخرى مما يجعلها ذات طبيعة صلبة، وما يجدر ذكره أن هذه الطبقة تتشابه مع طبقة اللب الخارجي بالتركيب المعدني الذي يحتوي على كميات كبيرة من عنصر الحديد، بالإضافة إلى تشابه درجات الحرارة بالطبقتين إلى حد ما مع ارتفاعها بعض الشئ في طبقة اللب الداخلي. (الحلايقة، 2021)

كما وتقسم طبقات الأرض إلى:

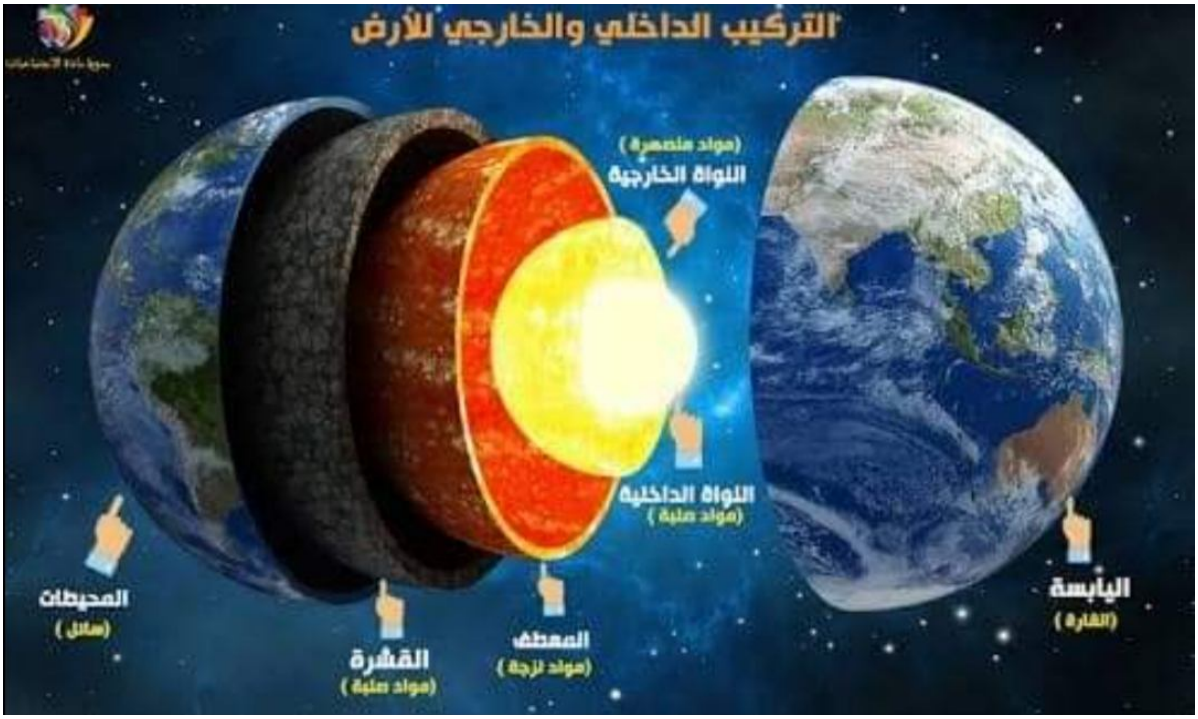
القشرة الأرضية: تتكون هذه الطبقة من الصخور والأتربة، ويتراوح سمكها بين 2-18 كم، وتقسم إلى قسمين:

- **السيال:** هي طبقة مائعة تتكون من معدني السيليكون والألمنيوم، ومعظم صخورها من الجرانيت، ويقدر سمكها بين 12-15 كم خاصة تحت قيعان البحار والمحيطات، بينما يزداد سمكها في قارات اليابس.
- **السيما:** تتكون هذه الطبقة من معادن ثقيلة ومنصهرة أهمها: السيلكون، والمغنسيوم، ومعظم صخورها من البازلت وهي لزجة، ومنها تخرج المقذوفات البركانية لسطح الأرض.
- **الستار:** الستار أو المانتل، هو غطاء صخري يحيط بالنواة وهو شديد الصلابة بسبب شدة الضغط عليه، ويقدر سمكه بحوالي 2900 كم، ويغلب عليه معدن الحديد، والمعادن الغنية بالمغنسيوم.
- **النواة:** يغلب على مكوناتها معدنا الحديد والنيكل، وتقسم إلى قسمين:

- **النواة الخارجية:** تتكون من مواد منصهرة، بسبب الحرارة الشديدة، ويقدر سمكها بحوالي 2250 كم.
- **النواة الداخلية:** تتكون من مواد صلبة جدا، بسبب الضغط الشديد والمتوازن عليها من جميع الجوانب، ويقدر سمكها بحوالي 1200 كم. (مكونات الغلاف الصخري، 2019)



شكل رقم (01) يوضح مكونات الغلاف الأرضي



شكل رقم (02) يوضح التركيب الداخلي والخارجي للأرض

- **الغلاف المائي** Hydrosphere:

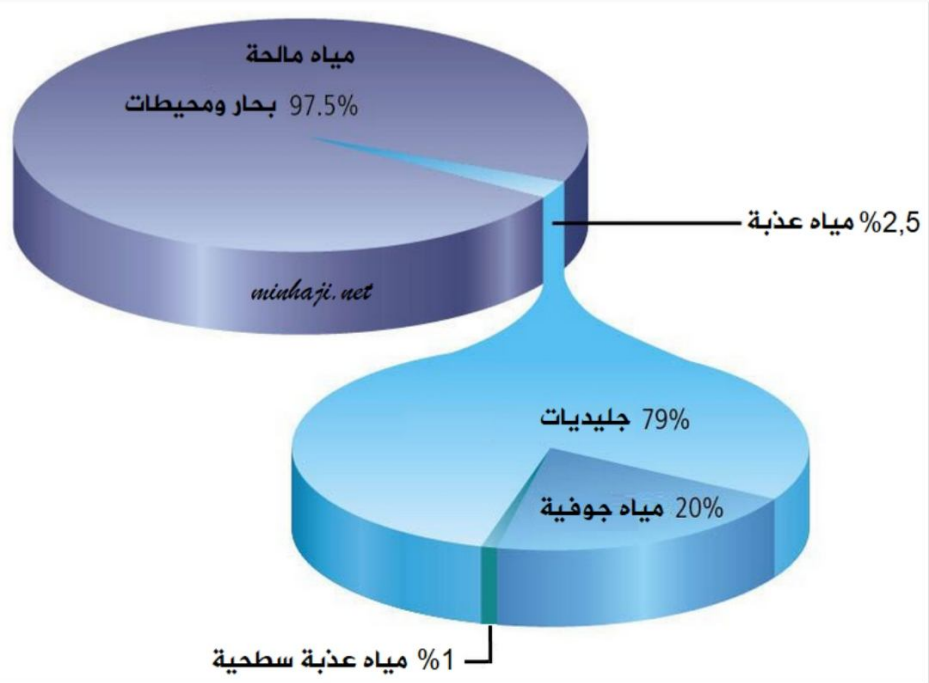
حيز أو محيط يعبر عن جميع أشكال المياه الموجودة على سطح الأرض، كالبحار والأنهار والمحيطات وغيرها، كما يمثل المياه المتجمدة في قطبي الكرة الأرضية والمياه المخزنة الموجودة في باطن الأرض، بحيث يصف هذا الغلاف جميع الكتل المائية الموجودة على سطح الكوكب. وتشكل المياه أو المحيط المائي معظم مساحة الكرة الأرضية، أن هذا الغلاف يشبه الغلاف الجوي نظرا لأن درجات حرارته وضغطه تتغير بتغير العمق مع بقاء تركيبه الكيميائي كما هو، وقد تكون مياه هذا الغلاف مياه مالحة تحتوي على نسبة كبيرة من الأملاح والمغنسيوم والكبريت والكالسيوم وكميات قليلة من الذهب والفضة، أو قد تكون مياه عذبة تتكون من عناصر كيميائية تدخل في تكوين المياه بالإضافة إلى عناصر مختلفة تعتمد على نوعية التربة والصخور المكونة للمياه. ويتكون الغلاف المائي من:

- **المحيطات:** تشكل مساحات واسعة من سطح الأرض، تمتاز مياهها بالملوحة تتوزع على جميع محيطات العالم.
- **البحار:** تحيط اليابسة بمياه البحر من جميع الجهات، وقد تشكل بعض البحار جزء من المحيطات.
- **البحيرات:** تعبر عن مجسمات مائية محاطة باليابسة من جميع الجهات، كما أن مياهها عذبة على عكس مياه البحار.
- **الأنهار:** تشير إلى كمية المياه التي تدفقت في مجاري طبيعية، بحيث يكون هذا التدفق موسميا. (الزعبي، 2019)

وتختلف أماكن توزيع المياه وتخزينها في الأرض كما يأتي:

- **المحيطات:** معظم مياه الغلاف المائي على كوكب الأرض مياها مالحة، وتحتوي المحيطات على النسبة الأكبر منها.
- **المياه العذبة:** تعد أقل وفرة من المياه المالحة، ويمكن أن تتواجد في أماكن مختلفة كالآتي:
  - **المياه السطحية:** تتواجد المياه العذبة على شكل مياه سطحية، كالبحيرات العذبة، والأنهار، والجداول الجارية.
  - **المياه الجوفية:** تمثل المياه الجوفية جزءا بسيطا جدا من المياه العذبة على كوكب الأرض.
  - **المياه الجليدية:** تمثل المياه التي تذوب من الأنهار الجليدية.
  - **مياه الغلاف الجوي:** وتمثل بخار الماء المتواجد في الغلاف الجوي. (دعدوع، 2020)

جدول رقم (01) يوضح توزيع مياه الأرض	
المكان	نسبة الماء %
المحيطات	% 97.2
الغطاء الجليدي والجليديات	% 2.05
المياه الجوفية	% 0.62
الأنهار والبحيرات	% 0.009
الغلاف الجوي	% 0.001
الإجمالي مقربا	% 100.0

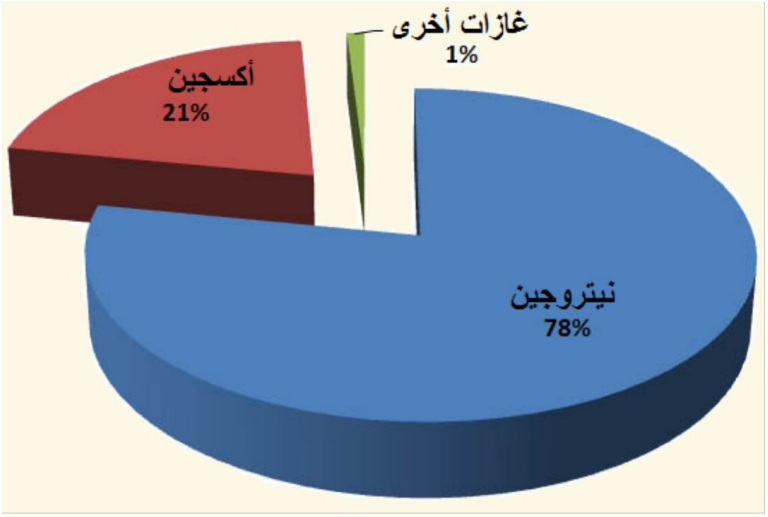


شكل رقم (03) يوضح نسبة توزيع المياه على الكرة الأرضية

- **الغلاف الجوي (الغازي)** Atmosphere**:**

الغلاف الجوي هو طبقة غير مرئية، تحيط بكوكب الأرض، ويتكون من العديد من الغازات، إذ يشكل غاز النيتروجين حوالي 78% من مكونات الغلاف الجوي، ثم يليه غاز الأكسجين بنسبة 21% كما هو موضح في الشكل رقم (1)، ثم تأتي مجموعة من الغازات الأخرى كغاز ثاني أكسيد الكربون والهيليوم والآرجون، والهيدروجين والنيون،إذ تشكل كل هذه الغازات النسبة المتبقية في تكوين الغلاف الجوي لكوكب الأرض. (العمر، 2019). ومن ثم يتركب الغلاف الجوي من العناصر الآتية:

- الغازات الأولية التي بقيت فوق القشرة الأرضية، إبان مراحل تكوينها على شكل نطاق غازي يحيط بها.
- الغازات التي قد تندفع من باطن الأرض إلى السطح خلال فتحات الفوالق والشقوق العظمى وفوهات البراكين والنافورات الحارة.
- الغازات الناجمة عن تعرض المسطحات المائية لفعل الإشعاع الشمسي والتبخر.
- الأتربة والرمال الدقيقة الحجم والعالقة بالجو تبعا لحدوث الرياح والعواصف المحلية المحملة بالأتربة.
- الأتربة البركانية دقيقة الحجم، وبقايا مو اد الشهب والنيازك التي تحترق في طبقات الجو العليا.
- الأتربة وكتل الدخان العظمى التي تتجمع عادة فوق مداخل المدن الصناعية الكبرى، وتؤثر هذه الأتربة والغازات الأخيرة في تشكيل عناصر مناخ وطقس المدن الصناعية من ناحية، وعلى الأحوال الصحية لسكان هذه المدن من ناحية أخرى. (الغزي، 2020، 3)



شكل رقم (04) يوضح توزيع الغازات في الغلاف الجوي

وتعد الجاذبية الأرضية المسؤولة عن المحافظة على الغلاف الجوي من خروجه من مجال كوكب الأرض وتشتته في الفضاء.كما يعد الغلاف الجوي من الناحية العملية، درع حماية للكرة الأرضية، وذلك لأنه يوفر الأكسجين اللازم لاستمرار حياة جميع المخلوقات على كوكب الأرض، كما أنه يحمي كوكب الأرض من الإشعاعات الضارة التي تتسرب عبر الفضاء الشاسع، ويعد الغلاف الجوي درع حماية للأرض ضد النيازك والشهب، التي قد تصطدم بكوكب الأرض بسبب انجذابها إلى الأرض بفعل الجاذبية الأرضية، إذ أن هذه الشهب والنيازك حين تمر خلال الغلاف الجوي إلى الأرض، فإنها تشتعل وتتحطم بفعل درجة الحرارة المرتفعة التي تكتسبها بسبب احتكاكها بالغلاف الجوي، فإما أن تتحطم بالكامل قبل وصولها إلى الأرض عبر الغلاف الجوي، أو يهبط منها إلى الأرض بعض الصخور الصغيرة. (العمر، 2019)

ويتألف من عدة طبقات هي:

طبقة الجو السفلي Troposphere:

ويقصد بها الطبقة السفلى من الغلاف الجوي والتي تنحصر فيما بين ارتفاع 5 إلى 10 أميال من سطح الأرض. وتنخفض درجة الحرارة بهذه الطبقة بمعدل 3.5 لكل 100 قدم (حيث تتشكل الحرارة في هذا النطاق بفعل الإشعاع الأرضي). ويتميز التركيب الغازي لهذه الطبقة بتجانسه العام من جزء إلى آخر، وتعزى التغيرات اليومية في حالات الطقس فوق سطح الأرض إلى ما يحدث أساسا في هذه الطبقة. وتضم طبقة التروبوسفير كل بخار الماء الذي يتمثل في الغلاف الجوي، كما تشتمل على السحب، وعلى أكثر من 91 % من حجم الكتل الهوائية، ويتجمع في هذه الطبقة كذلك جميع غاز ثاني أكسيد الكربون الممثل في الغلاف الجوي. وتعرف الأجزاء العليا من طبقة التروبوسفير باسم طبقة التروبوبوز، حيث تتميز هذه الأخيرة بندرة وجود بخار الماء وثاني أكسيد الكربون من ناحية وتأثره البسيط جدا بالإشعاع الأرضي من ناحية أخرى. (الغزي، 2020،4)

طبقة الجو فوق السفلي Stratosphere**:**

وتمتد من ارتفاع (11) كيلو مترا من سطح الأرض وحتى (48) كيلو مترا، ويوجد في مركز هذه الطبقة مكان تكوين غاز الأوزون، ويوجد أعلى تركيز لغاز الأوزون على ارتفاع يتراوح بين (19-30) كيلو مترا من سطح الأرض وترتفع درجة الحرارة تدريجيا داخل هذه الطبقة كلما ارتفعنا إلى أعلى إلى أن نصل إلى ارتفاع (48) كيلو مترا من سطح الأرض، حيث يحدث ثبات في درجة الحرارة عند مستوى يسمى Stratopause ولا يوجد هواء بارد داخل طبقة الاستراتوسفير، فكل الهواء ساخن، وبخار الماء قليل جدا، والسحب نادرة.

والمواد الكيميائية الأساسية الموجودة في طبقة الاستراتوسفير هي غازات النيتروجين والأكسجين والأوزون بالإضافة إلى بعض الماء، وهذه المواد نشطة كيميائيا بسبب تفاعلها مع الأشعة الفوق البنفسجية الشمسية.

ويعرف تفاعل المواد الكيميائية مع الأشعة الصادرة عن الشمس باسم التفاعلات الكيميائية الضوئية، وهي تختلف تماما عن التفاعلات التقليدية المعروفة على سطح الأرض، ويؤدي امتصاص المواد الكيميائية المختلفة لهذه الأشعة إلى تكون مواد نشطة بالإضافة إلى تكوين مواد جديدة. (الطناوي، 2017، 36)

طبقة الجو الوسطىMésosphere:

تمتد هذه الطبقة من ارتفاع 50 كلم إلى 80 كلم فوق سطح البحر، وقد اعتبرت هذه الطبقة متوسطة بالمقارنة مع الطبقة السابقة واللاحقة، على أساس أن درجة الحرارة في كل منهما مرتفعة، في حين نجدها في هذه الطبقة منخفضة، ويلاحظ انخفاض درجة الحرارة في هذه الطبقة انخفاضا كبيرا، فهي تتناقص بالارتفاع عن سطح البحر حتى تصل إلى 180° تحت الصفر، وهي أقل درجة حرارة في طبقات الغلاف الجوي كله.

وأهم ما يميز هذه الطبقة هو انخفاض درجة الحرارة وكذلك انخفاض الضغط الجوي حيث ينخفض فيها ضغط الهواء حتى يصل في حدودها العليا إلى أقل من 200 مرة مما هو عليه عند سطح الأرض. (الطنطاوي، 2008، 36)

الطبقة الحرارية (المتأينة) Ionosphere:

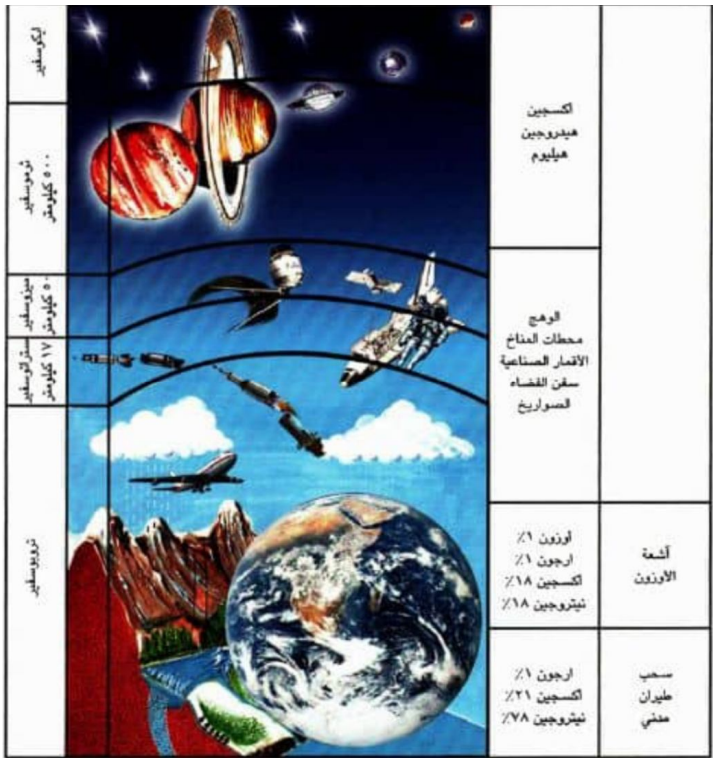
تمتد الطبقة المتأينة من ارتفاع حوالي 90 كلم إلى حوالي 775 إلى 1000 كلم عن سطح البحر، أي بسمك يصل إلى 685 إلى 910 كلم. سميت بالطبقة المتأينة لأنها تحتوي على كميات كبيرة من الأكسجين والنيتروجين المتأين (التأين هو فقدان ذرات المواد لبعض إلكتروناتها). إن السبب الرئيسي في تأين مكونات هذه الطبقة هو امتصاص غازات الطبقة المتأينة للأشعة السينية والأشعة الفوق بنفسجية القادمة والموجودة في الإشعاع القادم من الشمس، حيث تعمل هذه الأشعة على اقتلاع إلكترونات ذرات هذه الغازات وترك ذراتها في حالة تأين.

نظرا للتأين الشديد لذرات غازات هذه الطبقة فإننا نجد دائما أن الطبقة المتأينة مشحونة بالكهرباء، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع كبير في درجة حرارتها. تبلغ درجة الحرارة على ارتفاع 160 كلم حوالي 343 درجة مئوية، ثم ترتفع مع الزيادة في الارتفاع إلى حوالي 1000 درجة مئوية، إلا أنه عندما نبدأ بالاقتراب من أعلى الطبقة المتأينة فإن الحرارة تأخذ بالاقتراب من أعلى الطبقة المتأينة فإن الحرارة تأخذ بالانخفاض بدرجة كبيرة بحيث لا تتجاوز الحرارة عن سطحها حوالي 1.25 درجة مئوية.

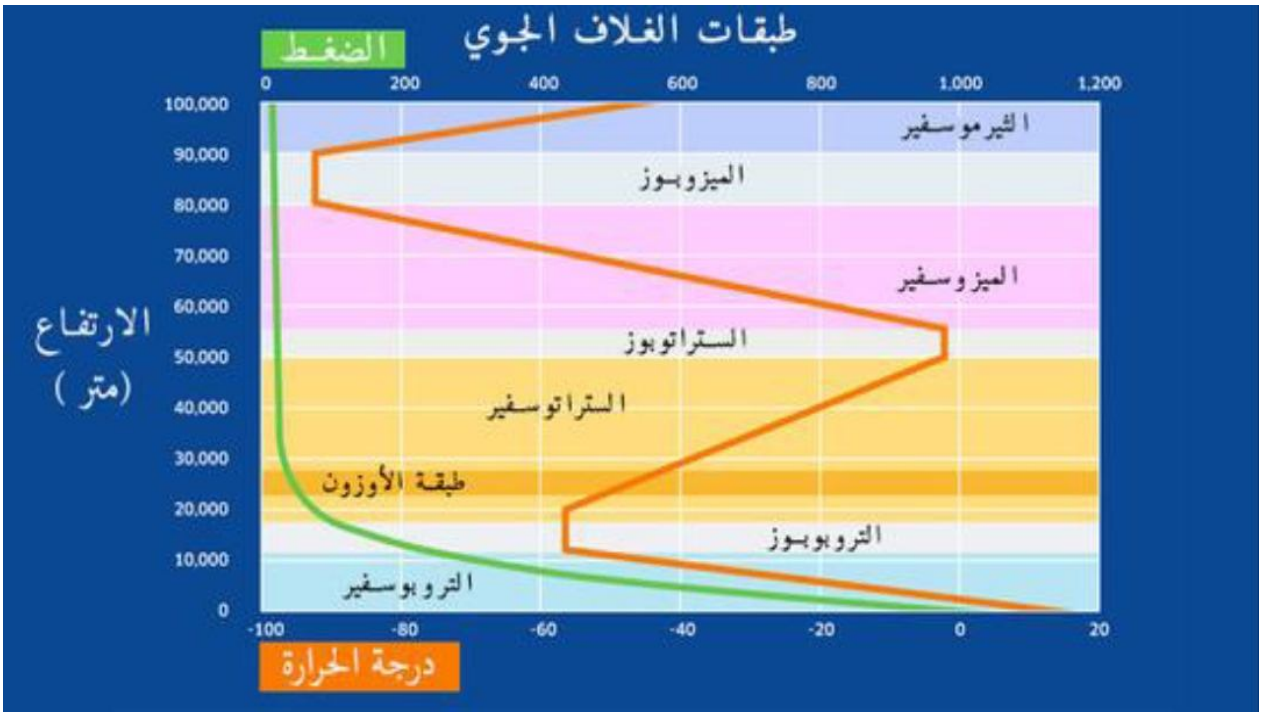
إن وجود عدد كبير من الالكترونات والأيونات في هذه الطبقة جعل هناك إمكانية في أن تكون الطبقة المتأينة طبقة عاكسة لموجات الراديو واللاسلكي الطويلة التي يزيد طولها الموجي عن 15 متر، الأمر الذي يساعد على إرسال إشارات الراديو من مكان إلى آخر على سطح الأرض، فلو لم تكن الطبقة المتأينة في الغلاف الجوي لتعذر الاتصال اللاسلكي بالأمواج الراديوية، لانطلقت هذه الأمواج ونفذت في الفضاء الخارجي. (خنفر وخنفر، 2016، 30)

طبقة الجو الخارجية Exospher

أعلى منطقة في الغلاف الجوي للأرض وهي تمتد حتى تصل إلى ارتفاع 480 كم في الفضاء الخارجي، وهذه الطبقة تحتوي على جزء ضئيل فقط من الغازات الموجودة في الغلاف الجوي، ونتيجة لذلك فإن الضغط الجوي فيها يكون ضعيف جدا، حيث يكون الضغط الجوي في الجزء الأسفل من هذه الطبقة واحد على مليون من مقدار الضغط الجوي على سطح البحر، ويعتبر غاز الإيدروجين هو الغاز السائد والمنتشر في هذه الطبقة.(الطنطاوي، 2008،37)



شكل رقم (04) يوضح طبقات الغلاف الجوي.



شكل رقم (06) يوضح طبقات الغلاف الجوي: الارتفاع، درجة الحرارة، الضغط.