أ.م.د. أنور صباح محمد الكلابي

محاضرات مادة الجغرافية الحيوية

الجغرافية الحيوية التعريف و الاهمية :

يعد الغلاف الحيوي (الحياتي) احد اغلفة الارض ويوضح التفاعل بين الغلاف الصخري والجوي ، فهو يهتم بالظاهرات الحية لسطح الارض مثل النباتات والحيوانات و يدخل الانسان فيه كعامل مؤثر بشكل كبير على الغلاف الحيوي ونشاطاته المختلفة سواء كان تأثيراً سلبياً او ايجابياً فقد فقدت الاحياء بسبب الانسان الكثير من مناطقها وتقلصت مساحتها لفعلية . والجغرافية الحيوية اهتم بها باحثي البيولوجيا (علماء الاحياء) الى جانب اهتمام الجغرافيين في حقل الجغرافية الطبيعية، والفرق بن العلمين ان البيولوجيا تهتم بالجانب التشريحي اما الجغرافيا تهدف الى تحقيق المنهج الجغرافي في دراسة الظواهر و اهمها التوزيع والعوامل التي وراءه.

١- تعريف الجغرافية الحيوية:-

الجغرافية الحيوية هي العلم الذي يدرس الكائنات الحية، النبات والحيوان على سطح الكرة الأرضية، وتنظيمها في المجموعات وتوزيعها الجغرافي ، كما تبحث العلاقة بين الكائنات الحيه والظروف الطبيعة.

لقد أصبحت الجغرافية الحيوية هذه الايام ماده علميه تقوم بربط علم الجغرافيا بالعلوم الحياتية بمعنى ان **الجغرافية الحيوية** تفسر مختلف والتحليل المستخدمة في الجغرافية الطبيعة و العلوم الحياتية.

ويعتبر ليمي ان **الجغرافية الحيوية** هي علم توزيعات الاحياء مع اسباب هذه التوزيعات وتعديلات والتي ترتبط بكل من علم الجغرافية والعلم والأحياء. فعلم الجغرافية يحاول الوصول الى العلاقات الموجودة بين المجتمعات النباتية والحيوانات والظواهر والعمليات التي تحدث في البيئة الجغرافية (الهواء والماء التربة) ، بينما يدرس علم الاحياء الكائنات الحيه التي تشكل حقل دراسته.

ويمكن القول بأن **الجغرافية الحيوية** التي هي احد الفروع الجغرافية الطبيعة تهدف الى وصف وربط وتوضيح الغطاء النباتي والحيواني وعلاقته مع كل من نظام الصخري ونظام الغازي ونظام المائي .

.وهكذا فإن بإمكاننا القول بأن **الجغرافية الحيوية** هو علم يدرس توزيع مناطق كائنات حية وكيفية توسيع الكائنات الحيه لمناطقها أو انكماش هذه المناطق، كذلك تدرس الجغرافية الحيوية الظروف البيئة وتأثيرها على الكائنات الحيه، حيث يؤدي ذلك إلى انتظامها في مجتمعات تشكل جزء من الغطاءات الجغرافية الطبيعة للأرض. **والجغرافية الحيوية** تهتم بدراسة اصل النباتات الطبيعية والحيوانات البرية وتوزيعها واثر العوامل البيئية المختلفة كعناصر المناخ والتربة و التضاريس والعوامل البيولوجية على نموها و توزيعها وعلاقتها وبين عناصر بيئاتها المكانية . كما تأخذ علاقة توزيعها او تدميرها بالإنسان وفعاليته المختلفة بشكل مباشر او غير مباشر.

٢- اهمية دراسة الجغرافية الحيوية

تعد الجغرافية الحيوية اليوم علماً مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً في البيئة ومشاكلها الخطرة بعد ان شاع افسادها من قبل الانسان مما ادى الى تدهور النظم البيئية ، الامر الذي كان له نتائج سلبية على الانتاج الزراعي بعد ان بدأ التلوث يزحف ويكتسح التربة والمياه والهواء واصبحت مشاكل التصحر تتسع وتؤذن بالخطر المحدق بالإنسان ، وغيرها من مشاكل ترتبط مباشرة في الغلاف الحيوي . مما ادى الى ارتفاع الصيحات لصيانة هذا الغلاف ، واصبح الهدف الاساس للمخطط وضع سياسة سليمة لصيانة البيئات دون خلل في النظام البيئي ، بعد استنزف الانسان الموارد الطبيعية واخل بالتوازن البيئي ، فتوسعت اهداف الدراسة في الجغرافية الحيوية واصبحت قادرة على التنبؤ ونقل انواع حيوية الى بيئات مشابهة لبيئاتها ، فالجغرافية الحيوية من خلال دراستها يمكن المحافظة على النظم البيئية. ويمكن ايجاز اهمية الجغرافية الحيوية بالاتي :

١. تفسر الجغرافية الحيوية ردود فعل الكائنات الحية من نبات وحيوان لظروف بيئتها وتفسر كيفية تأثرها بالعوامل الطبيعية مثل المناخ والتربة والمياه وسطح ، وتفسر تأثير الاحداث الجيولوجية التي وقعت في الماضي على تطور وتوزيع تلك الكائنات ، كذلك تبين مدى تأثير الانسان على تلك الاحياء.

٢. تفسر الجغرافية الحيوية مدى ملاءمة الارض لزراعة نوع معين من المحاصيل دون غيره ، والطريقة المثلى للاستفادة من الارض.
٣. ان فهم مبادئ الجغرافية الحيوية ومعرفتها تساعد الانسان على البدء بالخطوات اللازمة لإعادة اصلاح بيئته وتعويضها عما فقدته وتفقده والمحافظة عليها كما تساعد في التعرف على الطريقة الانسب التي يجب اتباعها لإعادة تنظيم البيئة.
٤. تفسر الجغرافية الحيوية العديد من مشكلات التوزيع الجغرافي للنباتات والحيوانات (مثل تفسير عدم دخول اسماك السلمون الصاعدة المهاجرة الى المياه الاسترالية) أو تفسر عدم وجود الدببة القطبية في القارة الجنوبية رغم ملائمة الظروف لمعيشتها) (كما تفسر الجغرافية الحيوية انتشار ظاهرة التصحر وتناقص مساحة الغابات)...الخ ، وغيرها من المشكلات التي تقوم الجغرافية الحيوية على تفسيرها .

فروع علم الجغرافية الحيوية

ظلت الجغرافية الحيوية فرعاً مهملاً لفترة طويلة إلا أنها تشهد تقدما كبيراً في الآونة الأخيرة نتيجة التقدم الكبير في دراساتها التي قام بها الجغرافيون والأيكولوجيون والجيولوجيون وعلماء البيئة باستخدام الملاحظات الكمية والمناهج التحليلية والتجريبية. وعزى عدم الاهتمام بهذا الفرع في البداية إلى أن الجيل الأول من الجغرافيين المحدثين كانت تخصصاتهم تبعد عن تخصصات علم الحياه حيث لم يكن هناك إلا عند قبيل من الجغرافيين المهتمين بهذه العلوم، إلى جانب تركيز الدراسات على فروع أخرى من الجغرافيا مثل الجيومرفولوجية والدراسات الاقليمية، إلى جانب إن علوم الحياة نفسها لم تكن قد تقدمت بالقدر الذى يساعد الجغرافي البيولوجي أن يخوض في مجالاتها وبخاصة وأن الجغرافيا الحيوية كانت تعد مرادفة لجغرافية النباتات والحيوانات وتوزيعها عنى سطح الأرض، كما لم تكن قد تراكمت المعارف عنها وعن نطاقات تواجدها بصورة مناسبة ، حيث تضم الأبحاث المتعلقة بالجغرافية الحيوية فرعين رئيسين هما: الجغرافية النباتية وجغرافية الحيوان وهكذا فان هذا العلم يتفرع الى مجال واسع من المشكلات والتي يمكن وضعها في ثلاث اتجاهات رئيسيه هي :

- **علـــم توزيـــع الأنـــواع** : يبحـــث فـــي توزيـــع مختلـــف النـــوع والجـــنس والعائلـــة للكائنـــات الحيـــه بالإضـــافة إلـــى المنطقـــة الجغرافيـــة التـــي تحتلهـــا ضمن الأقاليم النباتية والحيوانية.
- **علـــم البيئـــة** : يهـــتم بدراســـة مختلـــف العلاقـــات بـــين الكائنـــات الحيـــه والوســـط الـــذي تعـــيش فيـــه، وكـــذلك علاقـــات الاحيـــاء مـــع بعضـــها الـــبعض والتأثير المتبادل بين الأحياء والوسط الذي تعيش فيه
- **علـــم المجموعـــات الحيويـــة**: يهـــتم بدراســـة المجموعـــات النباتيـــة والحيوانية بمختلف أشكلها وتنظيمها وتركيبها التصنيفية .

علاقة الجغرافية الحيوية بالجغرافية الطبيعية والعلوم الأخرى

.من خلال تعريف للجغرافية الحيوية في المحاضرة السابقة يلاحظ بانها ذات علاقة قوية مع الجغرافية الطبيعية من حيث التوزيع الجغرافي للمناطق الحيوية وتطورها وتركيبها ، اي من خلال فروع الجغرافية الطبيعية كالجيومرفولوجية والمناخ وجغرافية المياه وجغرافية التربة حيث تتأثر هذه العلوم بعضها ببعض .

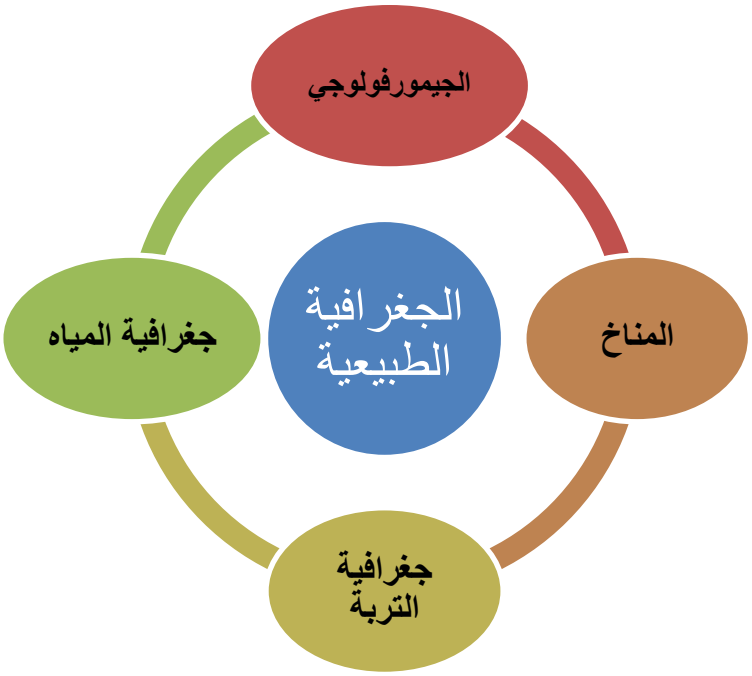
فالجيومرفولوجيـــة تهـــتم بدراســـة القشـــرة الخارجيـــة لســـطح الارض والاشـــكال الناجمـــة عنهـــا وهـــي بـــذلك تكـــون علـــى علاقـــة قويـــة مـــع الجغرافيـــة الحيوية من خلال تأثير اشكال السطح على النبات والحيوان.

أمـــا **المنـــاخ** فلـــه التـــأثير الاقـــوى علـــى حيـــاة النبـــات والحيـــوان مـــن خـــلال النظـــام الحـــراري للهـــواء ومختلـــف أشـــكال التســـاقط والتكـــاثف حيـــث تقـــوم الكائنـــات الحية بالتكيف حسب رطوبة وحرارة كل منطقة .

جغرافيـــة التربـــة تهـــتم بدراســـة التركيـــب الكيميـــاوي والميكـــانيكي للتربـــة وكـــذلك المـــواد الغذائيـــة الموجـــودة فيهـــا . حيـــث تعتمـــد النباتـــات والحيوانـــات علـــى التربـــة فـــي غـــذائها لإتمـــام العمليـــات الغذائيـــة اللازمـــة لهـــا مـــن التربـــة. ولا ننســـى بـــان الكائنـــات الحيـــة تســـاهم بـــدورها فـــي زيـــادة جســـم التربـــة وغناهـــا بـــالمواد العضـــوية والعناصـــر الكيمياويـــة وبهـــذا فـــان التـــأثير يكـــون متبـــادل فيمـــا بين التربة والكائنات الحية .

وتبحـــث **جغرافيـــة الميـــاه** فـــي دراســـة الميـــاه الســـطحية وتحـــت الســـطحية ، وتحتـــوي الميـــاه علـــى مصـــدر المـــادة الحيـــة فـــي الغـــذاء حيـــث لا حيـــاة بـــدون مـــاء

، ومـــن تقـــوم النباتـــات والحيوانـــات مـــن خـــلال المـــاء بتحقيـــق كـــل العمليـــات الحياتية .



ممـــا ســـبق يلاحـــظ ان الجغرافيـــة الحيويـــة هـــي احـــد فـــروع الجغرافيـــة الطبيعيـــة وذلـــك للتـــداخل الواضـــح فـــي العلاقـــات بـــين فـــروع الجغرافيـــة الطبيعيـــة والجغرافية الحيوية.

كمـــا ان الجغرافيـــة الحيويـــة تـــرتبط مـــع **علـــم النبـــات** Botany و**علـــم الحيـــوان** Zoology . **فعلـــم النبـــات** يـــوفر تفاصـــيل مهمـــة ودقيقـــة عـــن مختلـــف الانـــواع والاجنـــاس والعـــائلات النباتيـــة ، كمـــا انـــه يصـــنف النباتـــات المختلفـــة والوســـط الحيـــوي الـــذي تعـــيش فيـــه ، وقـــد نشـــأ عنـــه فـــروع علميـــة جديـــدة مثـــل جغرافيـــة النبـــات Plant Geography وبيئـــة النبـــات Plant Ecology والجغرافيـــة الحيوية تقع بين هذين العلمين.

امـــا **علـــم الحيـــوان Zoology** يـــدرس الحيوانـــات علـــى الكـــرة الارضـــية لكنـــه يـــرتبط بعلاقـــة وثيقـــة مـــع العوامـــل البيئيـــة ومـــن خـــلال تركيـــب هـــذه العوامـــل فإننـــا نجـــد فـــروع علميـــة اخـــرى مثـــل علـــم التشـــريح وعلـــم الشـــكل وعلـــم وظـــائف الحيـــوان وعلـــم بيئـــة الحيـــوان وجغرافيـــة الحيـــوان وبـــين هـــذه العلـــوم يقـــع علـــم البيئة و جغرافية الحيوان في مكان هام في علاقتها بالجغرافية الحيوية.

امـــا **علـــم الاحيـــاء القديمـــة Paleontology** وهـــو احـــد فـــروع الجيولوجيـــا ويهـــتم بدراســـة المتحجـــرات النباتيـــة والحيوانيـــة ويوضـــح مـــع الجغرافيـــة الطبيعيـــة الاســـباب الحقيقيـــة للتوزيـــع الجغرافـــي الحـــالي للأنـــواع النباتيـــة والحيوانية ومنه نستنتج كيفية تطور الانواع الحيوانية .

النظام البيئى الحيوي المفهوم والاهمية

تهتم الجغرافية الحيوية بدراسة العلاقة المتبادلة بين مجموعة الاغلفة الاساسية المكونة لكوكب الارض وهي الغلاف الصخري والغلاف المائي والغلاف الجوي ؛ وينتج عن تفاعل هذه الاغلفة تشكيل الغلاف الحيوي ، ويتضمن الغلاف الحيوي جميع الكائنات الحية من نبات وحيوانات وفطريات ، وهو ليس غلافا مستقلا وانما متداخل مع الاغلفة الثلاثة السابقة.

النظام البيئي

النظام البيئي عبارة عن اية وحدة تنظيمية في مكان ما يشمل على المكونات الحية والمكونات غير الحية حيث تتكون بصورة متفاعلة فيما بينهما مما يؤدي الى تبادل للعناصر والمركبات بين الاجزاء الحية وغير الحية في النظام البيئي ، اي انه يضم التداخلات كافة بين المكونات الحية للمجتمعات النباتية والحيوانية والاحياء المجهرية من جهة والعناصر والمركبات الكيماوية من جهة اخرى فضلا عن العوامل الفيزياوية (المناخية وغير المناخية) التي تؤثر في الموقع أو مكان ذلك النظام وحيثيات التفاعل بين هذه العوامل . وبذلك تتم في هذا النظام عمليات تحويل المواد اللاعضوية الى مواد عضوية ثم الى مواد لا عضوية مرة اخرى بفعل عوامل حية او غير حية احيانا . وهذا يعني ان دورة العناصر المعدنية وغير المعدنية فضلا عن اشكال الطاقة تحدث وتتم داخل مثل هذه الانظمة في مناطق مختلفة من العالم وفي تفاعل حركي. ويستنتج من ذلك ان النظام البيئي يتميز بالديمومة الذاتية . وعندما يشار الى التفاعل الحركي لبعض مكونات البيئة فان المقصود به تبادل المواد بين المكونات الحية وغير الحية.

وبهذا يمكن تعريف النظام البيئي بانه مجموعة عناصر حية وغير حية متفاعلة معا وظيفيا ضمن منطقة محددة . ويجب ان تكون العناصر المكونة للنظام متوازنة من حيث الانتاج والاستهلاك حتى يبقى النظام البيئي متوازنا ، واذا ما حدث العكس يعرض النظام البيئي الى تدهور ويفقد قدرته على صنع الحياة او تدهور البيئة . وتتألف المناطق البيئية من مجمل المجتمعات الاحيائية والتي تضم جماعات الكائنات الحية لمنطقة معينة ، وهذه المنطقة البيئية يمكن ان تشمل مجموعة من النظم البيئية ، كما ان عدد من المناطق البيئية سوف تشكل المحيط الحيوي .

الغلاف الحيوي :

عرفه F.G Monkhouse في القاموس الجغرافي (بانه النطاق من سطح الارض وما يجاوره من الغلاف الجوي الذي تقوم فيه الاحياء العضوية . وهذا التعريف يؤكد على وجود محورين اساسيين هما الارض والكائنات الحية ، اي انه يدرس سطح الارض وما يحيط بها من كائنات حية . وتطلق هذه التسمية على النطاق المسكون بالحياة وهو في الحقيقة يشمل اجزاء من الاغلفة الاخرى حيث تشكل الكائنات الحية غطاء حي متجدد على سطح الكرة الارضية يدعى بالغلاف الحيوي ، حيث يحدد ابتداء من التربة او ما يسمى بغطاء التربة وقشرة التحلل الصخري التي تليها ، وفي الغلاف الجوي ترتفع حدود المجال الحيوي في معظمه الى نهاية التروبوسفير واما حدوده في الغلاف المائي فتصل الى اعماق سحيقة.

تداخل الغلاف الحيوي مع الاغلفة الاخرى.

ان الغلاف اليابس او سطح القشرة الارضية يستعمل من اجل تثبيت النباتات ونموها ودعمها ودعم دورة الحيوانات في هذا الكوكب ، وتوجد اكثر الاحياء في الطبقة العليا من القشرة الارضية (غلاف التربة) ، وغالبا ما تكون هذه الطبقة غير عميقة بحيث لا تتجاوز المتر الواحد لكنها ربما تمتد الى عدة امتار وتعيش عادة في هذه الطبقة جذور النباتات والديدان والحشرات ، ولهذا تعتبر طبقة غنية بالأحياء فبعض الديدان تصل الى عمق (٨) متر واما بعض القوارض فتعيش ما بين خمسة وستة امتار تحت سطح الارض ، بينما تصل بعض جذور النباتات الى اكثر من عشرة امتار كما هو الحال في النباتات الصحراوية .

اما اعلى حد تمكن الانسان من معرفته بان هناك كائنات حية في الغلاف الجوي فكان ارتفاع (١٠-١٣ الف متر) ، و في الهواء تتركز معظم الكائنات الحية في طبقة رقيقة تتراوح ما بين (٥٠ -٧٠ متر) من سطح الارض فبعض الاشجار التي تعيش في المناطق الباردة يصل ارتفاعها الى ما بين (٢٠-٣٠ متر) ، اما في المناطق الاستوائية الرطبة فيمكن ان يصل ارتفاع بعض الاشجار الى ما بين (٥٠ -٦٠) متر ، اما بعد هذا الارتفاع فان هدد الكائنات الحية يبدا بالتناقص ، وبعد الارتفاع (١٠٠٠متر) فوق سطح البحر فان عدد الكائنات الحية يبدا بالتناقص تدريجيا ليصبح قليلا جدا.

اما الاحياء في الغلاف المائي والذي يغطي (٧٩%) من مساحة الكرة الارضية فإنها تمتد من سطح الماء وحتى الاعماق السحيقة في البحار والمحيطات ، حيث وجدت انواع كثيرة من البكتيريا وانواع من الاسماك التي تعيش في الاعماق السحيقة على عمق (١٠٧٦٠متر) في منطقة شرق الفلبين .اما انتشار النباتات داخل الماء فيعتبر محدود جدا حيث تعيش النباتات الخضراء في الطبقة العليا من الماء حيث يمكن ان تصل الاشعة الشمسية (٢٠٠-٤٠٠) متر تحت سطح الماء ، وكذلك تتركز الطحالب الخضراء في نفس العمق ، اما بعد هذا العمق (٤٠٠متر) فان النباتات تختفي ، وبينما تبدا الحيوانات المائية التي تتغذى على جثث الاحياء الميتة بالظهور.

اذن الكائنات الحية في الكرة الارضية لها انتشار واسع حيث وجد بان بعض انواع الفطر تتحمل درجة حرارة (١٤٠ درجة مئوية) وان بعض الميكروبات تتحمل حتى درجة (١٨٠ درجة مئوية) ، كما ان بعض البذور النباتية يمكن ان تعيش الاف السنين حيث ثبت ان بعض هذه البذور مثل بذور القمح والشعير وجد في اهرامات مصر وانها زرعت بشكل تجريبي ونجحت . ومنه يمكن القول بان الاحياء موجودة ومنتشرة على سطح الارض حيث يغطي الغلاف الحيوي الارض بشكل متجدد بالرغم من وجود بعض المناطق القاحلة مثل الصحاري الحارة الجافة والصحاري الباردة الجافة حيث تقل الانواع وعددها في هذه المناطق الا ان هناك بقعا صغيرة في الكرة الارضية تخلو من الاحياء والامثلة على ذلك البحر الميت الذي تبلغ نسبة الاملاح فيه اكثر من ٤٧٠ غم بالألف ، وكذلك فوهات البراكين النشطة حيث تجري اللافا

منهـــا وكـــذلك المســـاحات المغطـــاة بالرمـــاد البركـــاني الحـــديث وكـــذلك بعـــض الينابيع الحارة التي تزيد حرارتها عن (٥٠ درجة مئوية) .

اهمية الغلاف الحيوي

تمثـــل المـــادة الحيـــة فـــي المجـــال الجغرافـــي المتـــداخل دور بـــالغ الاهميـــة علـــى القشـــرة الارضـــية حيـــث تشـــارك الكائنـــات الحيـــة فـــي تفتيتهـــا وفـــي تكوينهـــا، كمـــا ان بعـــض المعـــادن المفيـــدة تشـــارك فـــي تشـــكيل التربـــة وتغيـــر التضـــاريس ، بمعنـــى اخـــر فإنهـــا عوامـــل نشـــطة فـــي ديناميكيـــة الغـــلاف الجغرافي ويمكن ان تتمثل اهمية الغلاف الحيوي فيما يلي:

١. يُعتبـر الوسـط الـذي تعـيش فيـه الكائنـات الحيـة، بحيـث تنمـو وتتكـاثر فيـه نتيجة توافر الظروف الملائمة.
٢. يُشـكل المكـان الـذي تحـدث فيـه معظـم التغيـرات الفيزيائيـة والكيميائيـة التي تُصيب الكائنات غير الحيّة.
٣. يـتم تبـادل الغـازات بـين هـذا الغـلاف والغـلاف الجـوي، بحيـث تأخـذ النباتـات ثـاني أكسـيد الكربـون وتُعطـي الأكسـجين لإتمـام عمليـة الغـذاء، فـي حـين تأخـذ الكائنـات الحيَّـة الأكسـجين وتُعطـي ثـاني أكسـيد الكربـون في عملية التنفس.
٤. تلعـب النباتـات والحيوانـات دور مهـم فـي تحليـل الصـخور وتفتيتهـا مـن خـلال العمليـات الكيماويـة والميكانيكيـة ويمكـن ان يتمثـل ذلـك فـي الـدور الـذي تلعبـه جـذور النباتـات حيـث انهـا تمـارس ضـغوط علـى الصـخور مـن خـلال تطورهـا فـي الشـقوق الصـخرية التـي تـزداد بازديـاد حجـم الجـذور وتطورهـا وقـد بـان الجـذور يمكـن ان تمـارس ضـغط كبيـر يصـل الـى مـا بـين (٣٠-٥٠)كغـم / سـم^{٢} ، وتعـد هـذه احـدى العمليـات الميكانيكيـة فـي تفتيـت الصـخور مـن قبـل النباتـات ، امـا التحليـل لكيمـاوي للصـخور مـن قبـل النباتـات فـيمكن ملاحظتـه مـن خـلال النباتـات السـفلى مثـل الفطريـات والاشـنات والطحالـب وذلـك مـن خـلال بعـض تكويناتهـا الحامضـية حيـث تقـوم بعمليـة تحلـل كيمـاوي للمـواد المعدنيـة ، ولهـذا نجـد ان هنـاك انـواع مختلفـة مـن الصـخور التـي تشـكلت بفعـل هـذه التحـولات للصـخور العضـوية، وهـي تشـكلت مـن البقايـا العضـوية مثـل الصـخور الرسـوبية والصـخور المتحولـة والصـخور الزيتيتـة (العضـوية)، امـا الحيوانـات فـان دورهـا الميكـانيكي فـي تكـوين التربـة يمكـن ملاحظتـه مـن خـلال هـذه العمليـة الميكانيكيـة فـان التربـة فـان التربـة تتطـور مـن الناحيـة الكيماويـة عـن طريـق

التهوية التي تزداد بازدياد حفر الحيوانات للأنفاق كذلك فان الانفاق تساهم في خلط افاق التربة مما يساعد على تطورها وايضا تساعد هذه العمليات في زيادة النفاذية.

٥. هناك نتيجة هامة للنشاط الذي تقوم به الاحياء وهو متمثل في التجمع المعدني وذلك من خلال عمليات الاكسدة للبكتيريا الحديدية وهي عمليات تحدث في المستنقعات والبحيرات والتربة وتكون على شكل الليمونايت .

٦. تؤثر الكائنات الحية النباتية والحيوانية على تشكيل التربة بمشاركة العوامل الجوية المختلفة ، فهي تلعب دور هام في تحلل وتفتت الصخور الصلبة ، من جهة ثانية فان تراكم اوراق الاشجار على سطح الارض يؤثر في تطور التربة من خلال العناصر الكيماوية التي تحتويها ، فنلاحظ بان اوراق الاشجار للغابات النفضية تؤدي الى تكوين تربة محايدة في المناطق الكلسية تكون قيمة محلول تفاعل التربة (ph) بين (٦.٤-٧.٤) وان اوراق الغابات الصنوبرية (الابرية) تزيد من حامضية التربة بالإضافة الى انها تشكل دبال حامضي يدعى دبال المور كذلك تساعد الحيوانات من خلال افرازاتها وتحلل جثثها على استمرار زيادة المادة العضوية.

٧. تشكل الكائنات الحية في بعض الاحيان التضاريس في مياه المناطق الحارة والضحلة حيث يستمر تطور التضاريس عن طريق تراكم الكائنات البحرية والنباتية مما يساعد على ظهورها على السطح فوق الماء لتشكل جزر صغيرة مثل جزر الكورال.

٨. يعتبر الغلاف الجوي مختبر كيمياوي ضخم حيث يكون علم القوة الكيماوية مهم جدا فمثلا تعتبر النباتات الخضراء محولات قوية للطاقة الشمسية وعلى هذه النباتات تعتمد الحيوانات في حياتها وتطورها، فالكلوروفيل يقوم بامتصاص الطاقة الشمسية والتي هي طاقة مستهلكة من اجل تبخر الماء وبعد ذلك يختلط الهيدروجين مع ثاني اكسيد الكربون فيعطي هيدرات الكاربون مثل السليلوز والليجانين ، كما ان دورة من العناصر الكيماوية وهي الهيدروجين والكربون واليود والحديد والسلفات ....الخ ، تخرج من مركب معين لتدخل في مركب او مركبات اخرى.

٩. تقوم الكائنات الحية في البحار و المحيطات بتنقية المياه حيث تقوم بعض الحيوانات والنباتات بامتصاص بعض الخصائص المعدنية في الماء فالمياه الصافية التي تخترقها الاشعة الشمسية تتأثر بنمو

وتطـــور الطحالـــب ولهـــذا فـــان هـــذه الميـــاه تصـــبح غنيـــة بالأكســـجين وهـــذا ما يخلق بيئة مفضلة لبعض الحيوانات الصغيرة.

ممـــا ســـبق نســـتنتج ان العـــالم بأكملـــه يشـــكل نظامـــا بيئيـــا ضـــخما ومتوازنـــا وهـــو مـــا يـــدعى بـــالمحيط البيئـــي Ecosphere الـــذي يـــدعى كـــذلك العـــالم او الغـــلاف الحيـــاتي Biosphere والـــذي يغطـــي المنطقـــة المـــذكورة علـــى الكـــرة الارضـــية التـــي تقطنهـــا الاحيـــاء وقـــد يصـــل مـــداها ايضـــا الـــى الاجـــواء التـــي تتواجـــد فيهـــا الاحيـــاء ، وهكـــذا يمكـــن اعتبـــار هـــذا النظـــام البيئـــي بمثابـــة كيـــان او وحـــدة ديناميكيـــة مســـتقلة ومتزنـــة ولهـــا قابليـــة ذاتيـــة علـــى ادامـــة واســـتمرار الحيـــاة فيهـــا الامـــر الـــذي يـــؤدي الـــى نشـــوء نـــوع مـــن التـــوازن بـــين العناصـــر والعوامـــل المختلفـــة ممـــا يعطـــي للنظـــام البيئـــي حالـــة مـــن الاكتفـــاء الـــذاتي داخـــل النظـــام البيئـــي حيـــث يـــتم خلالهـــا تنظـــيم انتقـــال و توزيـــع الطاقـــة بأنواعهـــا المتـــوافرة لهـــذا النظـــام حيـــث تتحـــول المـــواد والمركبـــات فـــي شـــبكات مـــن الحلقـــات الطبيعيـــة. تتبـــادل الكائنـــات الحيـــة التـــأثيرات المتداخلـــة فيمـــا بينهـــا مـــن جهـــة وبـــين مـــا يحـــيط بهـــا مـــن عوامـــل مـــن جهـــة اخـــرى ولا تشـــمل هـــذه المتبـــادلات انتقـــال المـــواد الغذائيـــة والعناصـــر المهمـــة فـــي الـــدورات البايوجيوكيميائية فحسب بل يرافقها سريان الطاقة وانتقالها .

ظهور الاحياء على سطح الارض

ظهرت الاحياء (نباتية وحيوانية) نتيجة لعمليات طويلة ومتدرجة من التطور والتغيير والتبدل تحت تأثير العوامل البيئية المختلفة ولفترة قد تصل الى اكثر من 2 مليار سنة . والارجح ان الحياة بدأت في المياه اولاً والدليل يقول الله سبحانه وتعالى في كتابه العزيز ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾ **سورة الأنبياء الآية: 30.** ويعتقد العلماء ان الحياة بدأت في المحيط قبل حوالي 2.5 مليار سنة وذلك قبل الزحزحة الارضية الذي جاء بها فنجر حيث قال يرجح فجنر الالماني عام ١٩٤١ أن قارات العالم اليوم كانت خلال العصر الكربوني أجزاء من قارة كبرى واحدة هي كتلة بنجايا وكانت هذه الكتلة الاخيرة تتكون من قارتي قارة انجارا وأركنكس في الشمال وقارة جندوانا في الجنوب وبفصل بينهما بحر تثس وفي خلال العصر الكربوني تعرضت هذه الكتلة لحركات شد هائلة فانفصلت قارة أركنكس عن قارة أنجارا كما أنفصلت أمريكا الجنوبية عن الجانب الغربي لقارة جندوانا واستراليا عن الجانب الشرقي منها وثم أخذت تتزحزح هذه القارات الجديدة الى أن استقرت في موقعها التي تختلها اليوم وقد اعتمد فجنر على بناء هذه النظرية على المفاهيم التالية :

١. تشابه التكوين الصخري والتطور الجيولوجي لأجزاء قارة جندوانا القديمة
٢. تشابه التاريخ الجيولوجي للعصر الكربوني الاسفل بصورة قوية في كل من صخور هذه القارات .
٣. تشابه مجموعات الرواسب الجليدية الكربونية القديمة
٤. تشابه الاقاليم المناخية القديمة في هذه القارات والتي استدل عليها من خلال دراسة الرواسب والمفتتات الصخرية وتحليلها .
٥. تشابه بعض الكائنات النباتية والحيوانية القديمة في هذه القارات .
٦. لاحظ فجنر أن السواحل الغربية لأفريقيا يمكن أن تلتصق بالسواحل الشرقية لأمريكا الجنوبية بحث تظهر كلها مجتمعة كمنطقة واحدة تعرضت للانقسام .

وبعد سلسلة طويلة من التطور ولفترة سحيقة تصل الى 500 مليون سنة ظهرت الحياة على اليابس وخلال هذه الفترة الزمنية الطويلة اوجدت الكائنات الحية لنفسها اشكالا مختلفة نتيجة للانتخاب الطبيعي Natural Selection اختفى خلالها انواع كثيرة وظهرت انواع جديدة .

ومن اعتماد التسلسل الزمني لتطور النباتات بعد الرجوع الى السجل الحفري للصخور في مختلف الازمنة الجيولوجية والذي يعد دليل وحيد يمكن لاعتماد عليه في فتح اسرار التاريخ التطوري . ولو انها لا تمتلك الاكتمال بسبب اختفاء كثير من الصخور بسبب حركات القشرة الارضية المتمثلة في الالتوائية والانكسارات وعوامل التعرية والحث والارساب . ولكن كشف التاريخ التطوري للنبات من المسائل المهمة . لقد كشف لنا التاريخ الجيولوجي ان الحياة كانت في المياه ومرت عملية تطورية عن طريق الاكتساب للصفات الجديدة بسبب التكيف والتي كان لها

دور فاعل في تقدمها نحو اليابس وصاحب هذا التغيير اختلافات جوهرية. فمن خلال الحفريات توضح التسلسل الزمني كالاتي:

١- **ما قبل الكامبري (زمن اللاحياة) :** لعدم وجود آثار لبقايا عضوية في هذا الزمن اعتقد العلماء بان الارض كانت شديدة الحرارة والجو كان ملتهبا ، ولم يبرد بعد مما لم يسمح بظهور الحياة. لكن قسم من العلماء أكد بأن في نهاية ما قبل الكامبري ظهرت نباتات وحيدة الخلية وحيوانات حلقية واسماك هلامية ويصل عمره من 5000 - 2000 مليون سنة. تحتوي تكوينات هذا الزمن على معادن ثمينة كالذهب والفضة والنحاس والزنك والحديد والكروم والنيكل والقصدير وبعض العناصر المشعة بالإضافة الى معادن الرخام والجرانيت ، كما يحتوي على الاحجار الكريمة كالزبرجد والزمرد.

٢- **الباليوزي (زمن الحياة القديم)** : وهو الزمن الاول وهو طويل في عمره فيصل الى 330- 410 مليون سنة، وتحتوي تكويناته على خامات معدنية كالحديد والمنغنيز ، ومن تكويناته الرواسب الفحمية وتنتشر مناجمها في اوروبا والصين ودول الاتحاد السوفيتي السابق وجنوب افريقيا ، ويشتمل على ستة عصور وهي :

أ- **الكمبري** : طول هذا العصر 70 مليون سنة ، وتدل الحفريات على وجود اعشاب بحرية لها هيكل جيري او مرجاني وقد وجدت في القطب الجنوبي .

ب- **العصر الاردفيشي :** يرجح بدأت السرخسيات وسيادة الطحالب وظهور المرجان واللافقاريات في هذا العصر الذي بلغ طول زمنه 65 مليون سنة.

ج- **السيلوري :** يقدر عمره ب40 مليون سنة ، وانتشرت فيه الاعشاب البحرية وساد المرجان والاسفنج وظهرت الاسماك الفقارية ، كما يتعقد انه بظهور علاقة بين النباتات والحيوانات المائية في اليابس كمقدمة لظهور البرمائيات .

د- **الديفوني :** طول هذا العصر 50 مليون سنة .تغلغلت النباتات في اليابس ، و ظهرت النباتات ذات البذور وكنتيجة للمد والجزر بدأ زحف النباتات المائية نحو اليابس ، كما تطورت الحشرات بسرعة كبيرة . وهذا العصر يسمى بالعصر ذو التطور الكبير حيث بدأت النباتات تتنفس الهواء الطلق بعدما كانت تتنفس الهواء المذاب في الماء . لذلك نجدها مرت بعدة مراحل ففي المرحلة الاولى كان املس عندما كان في الماء ثم شوكي ، ثم ذات اوراق تشبه الشوكيات وهي تمثل اسلاف النباتات. وعند نهاية هذا العصر بدأ ظهور الاشجار الكبيرة والتي تسمى بغابة السرخسيات وهي التي كانت سبب في وجود طبقات الفحم الحجري

ه- **الكربوني :** 130 مليون سنة طول عمره وتطورت فيه السرخسيات العملاقة وظهرت النباتات ذات البذور ، وفي نهايته ظهرت أوائل الصنوبريات العالية وهي فاصلة حلت فيه النباتات الصنوبرية العالية محل السرخسيات العملاقة ،تطورت البرمائيات وظهرت اسماك تتنفس الهواء مباشرة وانتشرت الزواحف وتطورت البرمائيات .

و- **البرمـــي** : يقـدر عمـره ب55 مليـون سـنة ، وخلالـه اتسـعت الصـنوبريات فـي انتشـارها وتطـورت اشـكال جديـدة منهـا وبـدأت تتنـاقص اعـداد مـن النباتـات والحيوانات البرية.

٣- **الـزمن الثـاني الميـزوزوي (الحيـاة الوسـطى) :** سـمي بـزمن الحيـاة الوسـطى؛ نظـرًا لأن الحيـاة الحيوانيـة والنباتيـة وسـط بـين أحيـاء زمـن الحيـاة القديمـة وزمـن الحيـاة الحديثـة، إذ ترجـع بعـض أنواعهـا إلـى أسـلاف عاشـت فـي العصـور القديمـة، كمـا تطـورت أنـواع أخـرى عاشـت فـي هـذا الـزمن واسـتمرت وارتقـت فـي عصـور زمـن الحيـاة الحديثـة. تعـود اصـل الـنفط الـى هـذا العصـر(يرجـع الـى تكوينـات الكرياتسـي) واحتـوت تكويناتـه علـى خـام الحديـد والفوسـفات والجـبس الصخري ، حيث امتد الى 160 مليون سنة ويقسم الى عدة عصور هي :

أ- **الترياســي :** يبلـغ عمـره 32مليـون سـنة انتشـرت فيـه الصـنوبريات وظهـرت الزواحـف البحريـة العملاقـة وظهـرت الطيـور الكبيـرة وفـي نهايتـه ظهـرت الصنوبريات الحقيقية وبداية لظهور النخيل القديمة.

ب- **الجوراســي :** تنوعـت الحيـاة النباتيـة فانتشـر النخيـل القـديم وكزبـرة البئـر ، واختفـت هـذه الشـجرة ولـم يبقـى منهـا الا نـوع واحـد يـدلل علـى وجودهـا ينتشـر فـي اليابـان والصـين. فـي هـذا العصـر زاد اعـداد الزواحـف التـي انتقلـت مـن البحر الى البر. يبلغ عمره 58مليون سنة.

ج- **الكريتاسي(الطباشـيري):** 70مليـون سـنة اسـتمر هـذا الـزمن وظهـرت فيـه النباتات الزهرية والاشجار النفضية والطيور الحقيقية والثدييات الصغيرة.

٤- **الـزمن الثالـث (الكـاينوزوي) :** يقـدر عمـره ب63مليـون سـنة ويقسـم الـى عـدة عصـور وهـو زمـن النباتـات الزهريـة ومغلفـات البـذور ، فيـه اتخـذت النباتـات الطبيعيـة شـكلها الحـديث وانتشـرت النباتـات النفضـية . تكونـت فيـه الصـخور الجيريـة والطينيـة التـي تسـتخدم فـي صـناعة الاسـمنت واسـتخدام البازلـت ، كمـا تعـود تكوينـات خـام الكبريـت والزنـك و الرصـاص والـنفط الـى هـذا الـزمن .ويقسم الى عصور هي :

أ- **الايوســين :** امتـد ل27 مليـون سـنة ، وسـادت فيـه مسـاحات واسـعة مناخيـة مداريـة و معتدلـة ، حيـث فـي اوروبـا سـادت نباتـات شـبيه بمـا موجـود حاليـا مـن نباتـات السـودان ونباتـات الاقـاليم المعتدلـة وانتشـرت فـي المنـاطق التـي تعتبـر الان قطبيـة واشـباهها . عثـر علـى حفريـات مـن رواسـب حـوض اللـوم تـدل علـى وجـود النخيـل واوراق دائمـة الخضـرة وفـي جـزرة جرينلانـد عثـر علـى حفريـات لصـخور هـذا الـزمن يحتـوي علـى اشـجار عريضـة الاوراق امـا الحيوانات ففيه انتشرت الثدييات وتطورت الثعابين.

ب- **الاليجوســين:** عمـره الزمنـي 12 مليـون سـنة انتشـرت الاعشـاب وقلـت اشـجار النخيـل وظهـرت الثـدييات وزادت اعـداد القـردة وتناقصـت مسـاحة التماسـيح وفـرس النهـر والخنزريـات وقلـت الغابـات . تكونـت فيـه رواسـب الفحـم البنـي وانحصرت اشجار النخيل في مناطق الدفء المداري.

ت- **الميوســين :** 19 مليـون سـنة عمـر هـذا العصـر تقلـص خلالهـا حجـم الغابـات المعتدلـة وزادت مسـاحة السـهوب والاعشـاب الجافـة ، كمـا ظهـرت

الصحاري وقد عثر في سويسرا في قاع بحيرة قديمة بالقرب من (اونحن) بقايا لنباتات تعود لهذا العصر في رواسب طباشيرية وتشمل انواع كالزان والحور والاسفنديان . وفيه انتشر نطاق الثدييات.

ث- **البليوسين :** 5مليون سنة عمره الزمني وبقيت خلاله المناطق المعتدلة تشمل اوسع مدى واشتملت مناطق الغابات الرطبة اضافة الى ظهور المناطق الجافة. وفي نهايته ظهرت الغطاءات الجليدية في المناطق القطبية . تم انحسار اشجار كثيرة من النباتات وظهرت انماط جديدة من النباتات المعتدلة حيث ظهرت المرجانيات اللبانية للأرصفة والشعاب المرجانية والمنخريات ، كما ظهرت حيوانات ذات الجربيات والقوارض والقردة لمتطورة . يعتقد انه في هذا العصر تدهورت الزواحف الضخمة.

٥- **الزمن الرابع (الحديث)** : بديهي أن يسمى أحدث الأزمنة التي ينقسم إليها عمر الأرض بزمن الحياة الحديثة، كما أن الأحياء التي عاشت إثناؤه تشبه الأحياء التي تعيش في عصرنا الحاضر. يمثل زمن الحياة الحديثة ويبلغ طول عمره الزمني 3 مليون سنة ، ظهرت فيه الحيوانات الماستودون (تشبه الفيل)

والكركدن والفرس واشكال جديدة مع ظهور الطيور وحيوان الرنة ونباتات المراحل الباردة كالصنوبريات ونباتات المرحلة الحارة . رواسب هذا العصر تستخدم في رصف الطرق وصنع طو البناء خاصة الجليدية منها كالجلاميد والحصى والرمال والطين ، وتستغل الرواسب النهرية في تكوين التربة الزراعية عالية الخصوبة بسبب قيمتها الزراعية. يقسم هذا الزمن الى قسمين وهما :

أ- **البلستوسين** : عمره الزمني 2 مليون سنة ظهر العصر الجليدي وغطى معظم اوروبا قابله عصر مطير في المناطق المدارية . وبسبب الجليد اختفت كثير من النباتات وظهرت نباتات التندرا ، وبعد انصرام الفترة المطيرة وتراجع الجليد الى الشمال ظهرت فترة جافة ، وتطورت فيه كثير من الثدييات لتأخذ شكلها الحالي.

ب- **الهيلوسين :** طول عمره حوالي 1مليون سنة وفيه بلغت الاحياء اقصى درجات الكمال وهو عصر الانسان الحديث .

اهمية دراسة الازمنة الجيولوجية على الجغرافية الحيوية :

١- ان الاتصال الزمني اعطى نتائج مدهشة على توزيع النباتات والحيوانات والتي تعد ضرورية لدراسة الجغرافية الحيوية.
٢- ان الاحياء التي نجدها على سطح الارض وفي المياه كانت نشأت وارتقت وتطورت خلال الازمنة الجيولوجية ، ولا يمكن فهم حقيقة تكونها الا من خلال البحث في ماضيها ؛ فالرجوع الى الحفريات وهي بقايا كائنات حيوية والتي عثر عليها في تكوينات الصخور الرسوبية انما هي دليل على وجود تلك الكائنات ، فهي تحدد عمر الطبقات الصخرية التي تحتويها والاستدلال على العصر الذي كانت تعيش فيه، ويمكن كذلك الاستدلال على طبيعة البيئة الجغرافية القديمة والظروف المناخية السائدة آنذاك كما يمكن الاستدلال على توزيع الكائنات ، منها يمكن التعرف على التطور الذي حدث لهذه الكائنات الحية دلالتها على تطور الحياة على سطح الأرض، حيث تنتقل الحياة من طور إلى آخر، فالكائنات الأولى كانت بسيطة في تركيبها وقلة أنواعها، أي أن كثيراً من الحيوانات التي نراها الآن لم تنشأ إلا في آخر الأزمنة الجيولوجية ، ودلالتها على المناخ، فلكل نوع من الكائنات (حيوانات – نباتات) نوع خاص من المناخ لا يستطيع أن يعيش إلا فيه، فعند وجود هذه الكائنات في صخور ترجع إلى زمن جيولوجي خاص دليل على أن الأحوال المناخية في تلك الفترة كانت ملائمة لحياة هذه الكائنات ، وربما يتوافق أو يختلف هذا المناخ مع الأحوال المناخية السائدة في الوقت الراهن، أي أن بقايا الكائنات في الصخور القديمة وسيلة لتقرير ما إذا كان المناخ في جهة ما قد تغير أو ظل على حاله من غير تغيير.

أهمية دراسة التاريخ الجيولوجي على نشوء وتوزيع الاحياء:

لمعرفة الكيفية التي بدأت فيها الكائنات الحية وشكل توزيعها يتطلب فهم الكثير من الحقائق عن التاريخ الجيولوجي للأرض ، ويشير هذا التاريخ الى نمو نباتات الكوسبترز في قارة جنوبية كانت موجودة في الزمن الاول وتضم نطاق يشمل استراليا والهند وجنوب افريقيا بما فيها جزيرة مدغشقر وجنوب امريكا الجنوبية في اغلب اجزاء القارة القطبية الجنوبية وبعد تمزيق هذه القارة ادى الى ايضاح بعض اختلافات خصائص التوزيع ، وقسم منها احتفظ بمجموعات قديمة من الاحياء ، وعند تكوين اليابس الشمالي المتمثل في اوراسيا وامريكا الشمالية ، فلم تتمزق هذه الكتلة بشكل واسع وبقيت متصلة مع القطب الشمالي وهذا جعل مجموعات فلورية متشابهة تنتشر ، وكان لتماسك قارات العالم القديم اثر في انتشار الاحياء ايضا ، وكذلك انتقالها الى امريكا الشمالية عن طريق الجسر الارضي الذي كان موجودا قبل ظهور مضيق بيرننج وساعد هذا تداخل الانواع بين العالم القديم والجديد.

جاء التنوع الكبير للأحياء وخاصة النباتات بسبب التطورات المناخية فاختلف المناخ خلال الازمنة الجيولوجية وخاصة الزمن الرابع وخلال عصر البليستوسين

حيث حدث فيه طغيان الجليد في معظم سطح الارض . و صاحب هذا الطغيان الجليدي طوفان مطري (فترة مطيرة)، في العروض الدنيا وكان لهذا اثر في تغيرات هيكلية متنوعة في الاحياء خاصة النباتات. كما كان للالتواءات والانكسارات والثورانان البركانية التي صاحبت كل الازمنة الجيولوجية مع الاختلافات في الكثافة كان وراء اضاعة حفريات قد يكون لها دور في توضيح حلقات مفقودة في توزيع الكائنات الحية.

ان اصل الكائنات الحية يعود الى نوع واحد ولكن بعدما يتكاثر ويعطي انواع اخرى متعددة وكل نوع يمر بمراحل تمثل دورات حياة يمر من خلالها الكائن الحي في مراحل هي :

أ- **مرحلة البدء** : يكون النوع شيء من الاساس نفسه ، ونوع من التكيف .
ب- **مرحلة التوسع** : يبدا النوع الى تكوين اشكال جديدة قد تكون مختلفة عن الاصل و بكثافة اوسع.
ت- **مرحلة الانحصار**: يقل انتشار النوع ويتراجع ثم يبدا بالاختفاء والانكماش والتلاشي متراجعا امام الانواع الاخرى المنافسة له.

وهذه الدورة عند الكائنات الحية وخاصة النباتات تتباين بسبب الظروف البيئية وخاصة المفاجئة منها ، وقابلية النوع على تحمل تلك التغيرات والتكيف معها.

لذلك جاء التمييز بين الاقاليم المختلفة . فيلاحظ ان جزء من اقليم واسع يحتوي على توزيع محدد لبعض الانواع او الاجناس. وقد يقتصر هذا التوزيع على منطقة محدودة . وهذا يعرف بالتوطن وهي انواع ووحدات يقل مدى توزيعها عن المعدل الشائع للنوع او الوحدة النباتية ، وجاء التركيز على النباتات لأنها لا تتمكن من الحركة على عكس الحيوانات.

لهذا السبب تحتوي المساحات الكبيرة على نسبة عالية من الانواع المتوطنة لان اكثر الانواع النباتية يقتصر وجودها على مساحات اقل نسبيا ولهذا فان الاقاليم الكبيرة تحتوي على نسبة عالية من التوطن وهنا يصبح التفريق بين اقليمين . و كمثال على ذلك نجد ان جزر هاواي تحتوي على نسبة عالية تصل الى 90% من التوطن وهو ما يفوق ما هو موجود في كل الجزر التي تقع شمالها وجنوبها والتي تقابل امريكا الشمالية والجنوبية في المحيط الهادي .ومن خلال التوطن هذا يمكن معرفة الناحية التطورية التي مرت بها النباتات والتي تمر في مرحلة الحداثة او الانقراض وهو ما يسمى بالانتخاب الطبيعي. حيث ان هناك نباتات منقرضة واخرى شبه منقرضة وبهذا يكون وجودها المكاني ضيق.

والتوطن والانقطاع يرتبطان بموضوع واحد ، حيث يقصد بالانقطاع هو عدم الاتصال وبذلك يمكن اعتبار جميع انواع النباتات انقطاعية . ومن النادر ان يعطي التنوع النباتي مساحة بالكامل، ويظهر بعد ان يحدد انفصال في منطقتين او اكثر وقد يتسع الانقطاع ليظهر في منطقة تبتعد الاف الكيلومترات . وقد يضيف هذا الانقطاع لمثل عدة كيلومترات . يرتبط الانقطاع في مراحل الدورة الحياتية وهي

ظاهرة طبيعية تحصل في مرحلة عدم الانجاب انواع بسبب تأثير عدة عوامل بيئية صعبة . ولو اخذنا التوزيع الجغرافي للوحدات النباتية في الكرة الارضية نرى ان اكثر هذه الوحدات والتي تتميز بمدى واسع هي انقطاعية بالحتم ، ففي الجهات القطبية يزداد الانفصال في طول المسافة كلما اتجهنا جنوبا وشمالا فيبدو ان الاقليم المداري مقسم الى ثلاث كتل قارية يفصل بينها محيطات واسعة، وان الانقطاع النباتي يعزى الى توزيع اليابس والماء.

البيئة والعوامل التي تتحكم بتوزيع الاقاليم الحيوية

يوجد في كل نظام بيئي عدد من أنواع الكائنات الحية يميزه عن غيره. بينما نسمي جميع أنواع الكائنات الحية، التي تعيش في منطقة واحدة، وتتفاعل مع بعضها بعض، مجتمعاً حيوياً، ، فالنوع Species يُعدُ وحدة بناء المجتمعات الحيوية . اما النظم البيئية المتشابهة مناخياً ،أو المرتبطة مع بعضها بعض، فتدعى الأقاليم الحيوية ، مثل إقليم الغابات الاستوائية، وإقليم الصحاري. و الأقاليم الحيوية أكثر اتساعاً وتعقيداً من النظم البيئية الطبيعية، إلا أنها تمثل المجتمعات التي تعيش وتعتمد على العوامل البيئية غير الحية نفسها . مع بعض الاختلاف بين الكائنات الحية في الأماكن الجغرافية المختلفة من الاقليم الحيوي. وأخيراً يشمل الغلاف الحيوي Biosphere جميع الأقاليم الحيوية الموجودة على سطح الأرض .ومن ناحية أخرى يمكن النظر الى الغلاف الحيوي على أنه إقليم بيئي حيوي هائل Super Ecosystem يتكون من جميع الكائنات الحية الموجودة فوق الأرض وتحت سطحها وفي الغلاف الجوي مع بيئتها المختلفة التي تعيش فيها. والنطاق الحيوي عبارة عن مساحة من الارض تساعد على نمو نوع او مجموعة من الانواع . تتميز هذه المساحة بخصائص مناخية وحيوية وبتربة مختلفة عن غيرها .

الاقاليم الحيوية Earth Biomes

الاقليم الحياتي هو نتيجة تفاعل مناخات اقليمية ويمثل منطقة حياتية يتشابه فيها عدد من الكائنات الحية كالنباتات والحيوانات في تكوينها وصفاتها وتوزيعها في تلك المناطق. وان وجود اي تجمع نباتي في منطقة معينة سيرافقه تجمع حيواني معين في ظروف جغرافية متجانسة تميز الوسط البيئي لذلك التجمع . لذا فان الوحدة التصنيفية الاساسية المستخدمة فيها هي التجمع او الاقليم النباتي . والاقليم الحيوي هو مساحة معينة من المحيط الحيوي تسودها اشكال معينة من الكائنات الحية تميزها عما يجاورها من المساحات وله شخصية مستقلة ويتسم بالسمات الاتية :

١. الارتباط المميز بين الكائنات الحية

٢. كل اقليم مر بتطور ممرحل

٣. التوازن والتوازي بين الكائنات الحية

٤. الشخصية الحيوية الاقليمية المميزة ليست ثابتة

ويدرس الاقليم من خلال عدة خصاص:

١. موقعه وحدوده ومساحته

٢. الخصائص المناخية

٣. التوزيع الجغرافي للإقليم

٤. الخصائص الحيوية للإقليم

تشترك الكثير من بقاع الارض في المناخ والتضاريس ونوع التربة مما يؤدي الى تطور مجتمعات حيوية متشابهة لهذه المناطق . و تعرف انواع النظم البيئية الرئيسية هذه والمتشابهة مناخيا بالأقاليم الحيوية Biomes ويعتمد توزيعها بشكل رئيسي على درجة الحرارة وكمية الامطار وبشكل اقل على الارتفاع عن سطح البحر ، و وجود الجبال وشكل سطح الارض . وتعرف معظم الاقاليم الحيوية بناء على نوع النبات السائدة ، اما تنوع الحياة الحيوانية و وجود النباتات الفرعية فيعطيان الخصائص لكل اقليم حيوي والتي بدورها تعتمد على نوع النباتات الرئيسة السائدة والعوامل الفيزيائية .

<u>اهم محددات توزيع الاقاليم الحيوية</u>

من المعروف علمياً ان النظم البيئية الطبيعية تتأثر بالعديد من العوامل الفيزيائية والكيميائية المتداخلة . إن وجود هذه العوامل أو غيابها ،أو زيادتها او نقصانها، قد يؤثر على مقدرة الكائنات الحية على المعيشة. ولكن الأنواع المختلفة تتأثر بكل واحد من هذه العوامل بطرق مختلفة. وتبعاً لتجاوب الأنواع المختلفة مع هذه العوامل البيئية غير الحية تتحدد إمكانية وجود الأنواع أو عدم وجودها في جزء من المنطقة أو في المنطقة جميعها. ونتيجة لذلك، تستطيع بعض الكائنات الحية البقاء، وغيرها لا تستطيع. وهذا ما يحدد طبيعة النظام البيئي الطبيعي المعني. ويمكن تقسيم العوامل التي لها تأثير فعال على توزيع الغطاء الحيوي الى :

أ- المناخ :

يعد المناخ اهم عامل يتحكم في صورة الغطاء النباتي والحيواني ويعتبره بولنن سيد العوامل المتحكمة في توزيع الغطاء الحيوي. فالمناخ بعناصره المختلفة من حرارة ورياح ورطوبة وضوء هو ما يحدد نوع الكائن وذلك في اطار الظروف الجغرافية الاخرى مثل التربة والسطح والانسان. ومن خلال عناصر المناخ وتأثيرها في الاحياء وخاصة النبات صنف العالم الالماني كوبن الاقاليم النباتية على اساس العلاقة بين الامطار ودرجة الحرارة حيث يوجد ارتباط كبير بين المناخ وتوزيع النباتات الطبيعية وبدراسة كل عنصر يتضح ذلك الاثر:

١. الحرارة Temperature

يوجد لكل كائن حي مجال حراري معين يستطيع ان يعيش فيه .وغالباً ما تكون درجة الحرارة عاملاً محدداً في توزيع ووفرة الكائنات الحية في منطقة ما. اعتبر العالم دارون العوامل المحددة Limiting factors مثل الحرارة، من المعوقات البيئية Ecological barriers لانتشار وتوزيع النوع، ولكنه وجد ان للكائنات الحية مقدرة خاصة (فسيولوجية أو سلوكية) للتعامل مع تذبذبات الحرارة طالما تقع هذه التذبذبات ضمن الحالة المثالية .ويعتقد العلماء بانه إذا ارتفعت درجة الحرارة عن الحد الأعلى لقدرة التحمل (أو انخفضت) فإن هذه العوامل- الحرارة- سيصبح تدرجاً قاتلاً ويعرف بالعامل القاتل Fatal factorأو Lethal factor ولن تستطيع الكائنات الحية ان تتكيف معه، فتلجأ الى الاعتماد على الانتشار، الهجرة، او أي سلوك آخر يمكن ان يقيها من التعرض لدرجة الحرارة المرتفعة او تفشل فتموت .

٢. الضوء Light

يعد الضوء من العوامل الهامة في النظام البيئي إذ أنه مصدر الطاقة لجميع الكائنات الحية. وهو عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية تصل سطح الأرض من الشمس .ويحتوي الإشعاع الشمسي على الضوء المرئي(بالنسبة للإنسان) الذي يتكون من موجات أطولها موجات الضوء الحمراء ٦٠٠ – ٧٨٠ نانومتر، وأقصرها البنفسجية ٣٩٠ نانومتر .كما يحوي هذا الإشعاع على جزء غير مرئي تكون أطوال موجاته أقصر من البنفسجي كالأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet او أطول من الأحمر كالأشعة تحت الحمراء Infrared ولا يصل الأرض إلا جزء قليل من الأشعة فوق البنفسجية وذلك بسبب امتصاصها بواسطة طبقة الأوزون التي تحيط بالغلاف الجوي .وإن ما يصل الأرض هو نحو ٠.٣ % من مجموع الطاقة

الشمسية فقط، حيث يمتص منه حوالي ٠.٠٤ بواسطة النباتات لتستَهلك في عملية التركيب الضوئي والتي تتفاوت فيما بينها من حيث متطلباتها من ضوء الشمس، إلا ان هذا الجزء البسيط من الطاقة يقوم بتصنيع جميع المركبات العضوية والغذاء في البحر وعلى اليابسة.

كما يعد الضوء محفزا للتواقت اليومي او الفصلي للكائنات الحية نباتية كانت ام حيوانية . وتكون مواسم التكاثر لعدد من النباتات والحيوانات مرتبطة بتغيرات طوال النهار أي طوال المدة الضوئية . كما ان لشدة الضوء وكميته تأثير في نمو النباتات والكائنات الاخرى . تختلف الحيوانات في مدى تأثرها بالضوء . ويمكن لبعض الحيوانات العيش في اعماق المحيطات والبحار بعيدا عن الضوء او العيش في اعماق التربة او الكهوف . وتتأثر الحيوانات بطرائق مختلفة فمنها تتأثر بشكل مباشر لوجود اعضاء حسية ضوئية او بصورة غير مباشرة خلال اعتمادها في غذائها على النباتات . كما ان الضوء له علاقة بعامل الحرارة وبذلك يؤثر بصورة غير مباشرة على تواجد الحيوانات وانتشارها.

٣. الرطوبة

يعد عامل الرطوبة ذات اهمية واضحة في بيئة اليابسة بينما لا علاقة لهذا العامل في البيئة المائية . ويقصد بالرطوبة توافر جزيئات الماء في الغلاف الجوي او في سطح التربة او في اعماقها ويشمل مفهوم الرطوبة التساقط بأنواعه المختلفة كالأمطار والجليد ولثلوج والبرد والتي تعد المصدر الرئيس للرطوبة في التربة . وهي من العناصر المناخية المهمة لأنها تؤثر في مقدار ما يتبخر من ماء وعلى الرغم من ان الماء ضروري لجميع الكائنات الا ان متطلباته تختلف من كائن لآخر ومن مكان لآخر ومن زمان لآخر ، حيث ان الماء من أهم العوامل اللاحياتية .يتكون الماء بنسبة ٦٠ – ٨٠ % من أجسام الكائنات الحية، ويرتبط وجود الكائنات الحية ووفرتها في أي منطقة بيئية بوفرة الماء ونسبة محتوياته من المواد العضوية واللاعضوية، وكذلك درجة حموضته وملوحته .وتتكيف الكائنات الحية تبعاً لتوفر الماء، فنجد أنواع الكائنات الحية وتكيفاتها في الصحراء تختلف عن تلك الموجودة في بيئة مائية او متوسطة الجفاف او متجمدة، ويرتبط بالماء عاملين مهمين، هما: الهطول Precipitation والرطوبة Humidity. ونتيجة للظروف المناخية التي تحيط بالكائن الحي يتم تحديد كمية المياه المطلوبة حيث يتم افضل نمو للنبات عندما تكون كمية المياه متعادلة مع الفاقد المائي واذا ما اختلت عملية

الفقدان والامتصاص يؤدي الى نقص المياه وذبول النبات ثم موته. وعامل الرطوبة ذو علاقة مع عوامل بيئية اخرى مثل درجة الحرارة والرياح والاشعاع الشمسي. حيث تشارك الرطوبة درجة الحرارة في اهميتها بوصفها من العوامل المحددة في بيئة اليابسة لنمو النباتات وازدهارها وانتشارها فضلا عن عامل التربة . كما يرتبط انتشار الحيوانات بصورة غير مباشرة بالرطوبة كونه يتأثر بتوزيع النباتات.

ب- التربة Soil

تعتبر عاملاً مهماً في توزيع الكائنات الحية وخصوصاً النباتات التي تعتمد اعتمادا كلياً على التربة حيث ان التربة بخصائصها الفيزيائية والكيميائية اصبحت ضابط من ضوابط تحديد اصناف وتوزيع النبتات فتؤثر خصائص التربة على الغطاء النباتي . وتعود أهمية التربة للكائنات الحية للأسباب التالية:

١- تقوم التربة بتثبيت جذور النباتات.

٢- تزود التربة النباتات بالماء والأملاح المعدنية (المواد المغذية).

٣- تؤدي التربة مهمات النقل أو الغذاء أو الإيواء أو كمكان للراحة بالنسبة للحيوانات.

٤- تحلل المواد العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في التربة وإعادتها الى دورتها الطبيعية.

وتُعرف التربة على أنها المادة المعدنية التي قد توجد على هيئة صلبة (مثل الجلمود، والحصى، والبروزات الصخرية الكبيرة، والقطع الكبيرة من الحجارة) أو على هيئة جزيئات معدنية ناعمة يشار اليها بالرمال، والغرين، والطين، تبعاً لنسحتها .وغالباً ما تحتوي هذه التربة على كميات ضخمة من المادة العضوية التي تكون دبالاً Humus غزير الإنتاج. وتتغير التربة بتغيير الظروف المناخية وما يصاحبها من مجتمعات نباتية وحيوانية، وذلك لأن القوة الكيميائية والفيزيائية المختلفة سوف تغير بالتأكيد المواد المعدنية والعضوية في التربة. والتربة المثالية للنباتات هي التي تحتوي على ٣٠ بالمائة رمل و ٤٠ بالمائة غرين و ٢٠ بالمائة طين. وتعد المادة الترابية غير المتصلبة مهمة في تحديد الغطاء النباتي، وتباعاً لذلك الحيوانات الموجودة في المنطقة ، حيث تؤثر التربة من خلال المواد الاساسية المكونة لها وقوامها وتركيبها الكيميائي وبنيتها وكمية الماء المتوافر فيها والكائنات الحية الموجودة فيها.

ت- المغذيات

او الأمـــلاح المعدنيـــة ، وهـــي تعتبـــر مـــن العوامـــل البيئيـــة المحـــددة لتوزيـــع الكائنـــات الحيـــة، وبشـــكل رئيســـي للنباتـــات. وقـــد بنـــي العـــالم البيئـــي فـــي الحـــد الأدنـــى اعتمـــاداً علـــى المغـــذيات الأوليـــة. والمعـــروف ان النيتـــروجين والفوســـفور لهمـــا أهميـــة كبيـــرة مـــن الناحيـــة البيئيـــة، حيـــث يشـــكلان الهيكـــل التركيبـــي للكائنـــات الحيـــة(النتـــروجين ضـــروري لبنـــاء الأحمـــاض الأمينيـــة، وبالتـــالي البروتينـــات، والفوســـفور ضـــروري لبنـــاء العظـــام، ويـــدخل فـــي تركيـــب الأحمـــاض النوويـــة وحـــاملات الطاقـــات)، ويليهمـــا: البوتاســـيوم، والكالســـيوم، والكبريـــت، والمغنيســـيوم. بالنســـبة للكالســـيوم، الرخويـــات تحتاجـــه بشـــكل دائـــم لصـــناعة أصـــدافها، ولابـــد مـــن وجـــوده فـــي طعامهـــا .وكـــذلك النباتـــات، فهـــي تحتـــاج المغنيســـيوم لصـــناعة الكلوروفيـــل، فلابـــد مـــن وجـــوده فـــي التربـــة. وهـــذه الأمـــلاح المعدنيـــة التـــي تحتاجهـــا النباتـــات والحيوانـــات بكميـــة كبيـــرة، تســـمى المغـــذيات الرئيســـية Macronutrients.

وهنـــاك بعـــض المغـــذيات التـــي تحتاجهـــا الكائنـــات الحيـــة بكميـــات بســـيطة، وتســـمى Micronutrients، لكـــن عـــدم توفرهـــا فـــي التربـــة قـــد يـــؤدي الـــى عـــدم الإنبـــات ،أو ظهـــور أعـــراض مرضـــية علـــى النباتـــات. وهـــذه المغـــذيات هـــي الحديـــد، والمنغنيـــز، والنحـــاس، والزنـــك، والبـــورون، والصـــوديوم، والمولبيـــديوم، والكلـــور، والكوبالـــت. وهنـــاك اليود الذي تحتاجه الحيوانات الفقارية.

وهـــذا التقســـيم للعناصـــر الغذائيـــة لـــيس تقســـيماً حـــاداً، بـــل يتـــداخل أحيانـــاً، فمـــثلاً تحتـــاج الفقاريـــات الصـــوديوم والكلـــور أكثـــر مـــن احتيـــاج النبـــات لهمـــا. ومعظـــم هـــذه المغـــذيات الثانويـــة تقـــوم بعمـــل مشـــابه للفيتامينـــات أو تعمـــل كمنشـــطات معدنيـــة وذلـــك عنـــد ارتباطهـــا بمركـــب عضـــوي. ومثـــال علـــى ذلـــك يـــدخل الكوبالـــت فـــي تركيـــب فيتـــامين B12 ، ويعتبـــر الموبيلـــديوم ضـــروري جـــداً للبكتريـــا والطحالـــب الخضـــراء المزرقـــة، التـــي تثبت النتروجين، ونقصه يعتبر عاملاً محدداً للنبات .

تعـــد المغـــذيات عوامـــل محـــددة ســـواء فـــي التربـــة او فـــي البيئـــة المائيـــة وغالبـــا مـــا تشـــكل العناصـــر المغذيـــة كـــل مـــن النيتـــروجين والفســـفور عوامـــل محـــددة فـــي التربـــة وبخاصـــة فـــي الميـــاه. كمـــا ان بعـــض المغـــذيات وبخاصـــة الدقيقـــة منهـــا والتـــي يحتاجهـــا النبـــات والحيـــوان الـــى تراكيـــز قليلـــة جـــدا قـــد تكـــون مثبطـــة للنمـــو او ســـامة فـــي تراكيـــز عاليـــة كمـــا هـــو الحـــال في العناصر الثقيلة منها الزنك والنحاس والحديد والمنغنيز.

ومن العوامل البيئية الأخرى: الرياح Winds والغازات الجوية Atmospheric gases (كالأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون) والنار Fire والمناخ الدقيق Microclimate والكواشف البيئية Ecological indicators لا مجال للخوض في جميعها .

ث- التضاريس

تختلف المجموعات النباتية باختلاف مستويات الارتفاع عن مستوى سطح البحر ، ويأتي هذا الاختلاف نتيجة لاختلاف درجة الحرارة ومواجهة الرياح او مواجهة الاشعة الشمسية . فمع الارتفاع تقل درجة الحرارة الى ان تصل الى خط الثلج الدائم ، كما يوجد تدرج في انماط التربة على طول منحدر الكتلة الجبلية ويتبع تنوع التربة تنوع في الحياة النباتية والحيوانية ، كما تؤثر التضاريس في اتجاه الرياح فالسفوح المواجهة للرياح تنمو فيها اشجار كثيرة وعلى العكس تلك التي تنمو في ظل المطر والسفوح التي تواجه الشمس تتميز بالجفاف على عكس السفوح في الجهة الثانية مما يؤثر على نوع الحياة ، هذا فضلا عن شدة الانحدار وما له من تأثير في انجراف التربة وقلته يساعد على بناء تربة ذات سمك كبير .

ج- الانسان :

عبث الانسان بشكل مباشر او غير مباشر في الغلاف الحيوي . حتى ان النباتات لم تعد تنمو نموا طبيعيا . وكان تدخل الانسان تدخلا سلبيا . فعملية عدم التوازن البيئي التي يدخل فيها الانسان بصورة مباشرة وفاعلة حتى تم تغيير بعض البيئات ، وبالتالي تغيير انماط وتوزيع الحياة فيها . حيث بدأ في الصيد والجمع ثم مارس الزراعة وبعدها التقدم التكنولوجي الذي كان وراء عملية الاخلال الهدمي في البيئة وعناصرها وبالتالي صورة الغطاء النباتي والحيواني فيها. حيث ان الانسان دخل في عملية التطور البيئي فغير التوزيع الجغرافي لعناصر الغلاف الحيوي بنقل كثير من النباتات من مناطقها الاصلية الى مناطق جديدة ، فضلا عن خلق صفات وراثية جديدة ونقل حيوانات ونباتات من مواطنها الاصلية الى مناطق العالم الجديد . وبفرط استغلاله للبيئة ادى ذلك الى تدمير القدرة البيولوجية واخل بالتوازن البيئي ، وبما ان عناصر النظام البيئي مرتبطة بعضها ببعض فهذا التغير يعني تغيير في الانظمة الاخرى المكونة لها .

الاقاليم الحيوية في بيئة اليابسة :

يعرف الاقليم الحيوي بانه عبارة عن منطقة ما من سطح الارض والتي تشمل التجمعات النباتية والحيوانية لتلك المنطقة وتخضع لظروف بيئية متماثلة . والنباتات الطبيعية تتأثر بصورة مباشرة بالعوامل البيئية في حين تكون الحيوانات اقل تأثرا من النباتات بسبب قدرتها على الحركة والانتقال الى منطقة اخرى ، كما ان بعضها تقوم بهجرة موسمية من اقليم الى اقليم اخر حسب الظروف البيئية في حين تكون الحيوانات اقل تأثرا من النباتات بسبب قدرتها على الحركة والانتقال الى منطقة اخرى ، كما ان بعضها تقوم بهجرة موسمية من اقليم الى اخر حسب الظروف البيئية كالحرارة والجفاف على سبيل المثال. لذا فان تواجد الكائنات الحية في اقليم يعتمد على ما يتوفر من ظروف بيئية ملائمة . فعندما يكون الماء عاملا محددا لنمو النباتات كما هو الحال في الصحاري فان النباتات التي تسود تلك التي تقاوم مثل هذه الظروف مثل نبات الصبير . وكذلك الحيوانات فيلاحظ الجمل والجرابيع التي هي الاخرى تقاوم قلة توفر المياه. في حين عند توفر الرطوبة بكثرة فيلاحظ تواجد الغابات وتكون بعض المستنقعات فضلا عن تواجد الحيوانات المتكيفة للأشجار الكبيرة مثل البلوط واللوز والجوز ومنها ما تكون متسلقة كالدببة والقرود على سبيل اضافة الى الطيور والافاعي.

مما تقدم يمكن ان يلاحظ وجود ثلاثة اقسام رئيسة عندما تؤخذ الرطوبة بوصفها عاملا محددا وهي الصحاري والحشائش والغابات . ومن جهة عند اخذ عامل الحرارة بنظر الاعتبار فيمكن تقسيم الغابات على سبيل المثال الى الغابات الباردة والغابات المتعادلة وهكذا.

اهم الاقاليم الحياتية

اولا – الصحاريDeserts

وهي مناطق قاحلة باعتبارها من اكثر النظم البيئية جفافا . وتكون معدلات سقوط الامطار فيها منخفضة لا تتعدى ٢٠٠ مليمتر سنويا. ومعدلات التبخر تفوق كمية الامطار كما ان معدلات درجات الحرارة مرتفعة. و تتباين الصحاري في درجات الحرارة خلال اليوم والفصول حيث ترتفع درجات الحرارة اثناء النهار او الصيف ارتفاعا واضحا تزيد عن ٣٥ درجة مئوية وقد يصل الى اكثر من ٥٠ درجة مئوية ، وتنخفض ليلا او خلال فصل الشتاء . وتستقبل الترب الصحراوية حوالي ٩٠% من كمية الاشعاع الشمسي اثناء النهار وتفقدها بسرعة كحرارة اثناء الليل وذلك لعدم توفر غطاء نباتي كثيف يمنع فقدان الحرارة مما يجعل الفروقات في درجات الحرارة كبيرة خلال اليوم الواحد . وتمثل عدة مناطق في شبه الجزيرة العربية وكذلك المنطقة الجنوبية الغربية في العراق امثلة لهذا الاقليم. بسبب قلة الامطار في الصحاري فإنها تكون جافة . فقد لا يهطل المطر على مدى عدة السنوات. وعلى سبيل المثال لم تسقط اي امطار في احدى هذه المناطق الصحراوية في تشيلي ولفترة اكثر من عشرين سنة. لذا تكون مثل هذه المناطق الصحراوية في تشيلي ولفترة اكثر من عشرين سنة . لذا تكون مثل هذه المناطق خالية من تواجد الكائنات الحية ولمساحات كبيرة ، ومثال اخر هو الصحراء الكبرى جنوب ليبيا حيث هناك مئات الكيلومترات المربعة دون اي نبات حي او اي كائن حي اخر . وجهة اخرى يمكن مجتمعات حياتية ذات كثافات مختلفة تبعا لهذه الموارد المائية ومثال على ذلك الصحراء الجنوبية في العراق في منطقة الزبير وصفوان حيث تتوفر المياه الجوفية بشكل كاف مما تم استغلال المنطقة في انشاء حقول زراعية لزراعة بعض انواع الخضر كالطماطم والبصل وغيرها. تشكل الصحاري بحدود ١٨% تقريبا من المساحة للأرض . ويمكن الاستفادة من الصحاري باستخدام التقنيات الحديثة كاستخدام الطاقة الشمسية مصدرا

للطاقة او استثمار المياه الجوفية لتوفير موارد مائية لدعم نمو الكساء الخضري والقيام بعمليات تشجير بعض النباتات المقاومة للجفاف للحد من لتصحر وتثبيت الترب الصحراوية.

في البيئة الصحراوية يكون الكساء الخضري عادة غير كثيف ويتأثر بقلة الموارد المائية . وتقع المنطقة الصحراوية بحدود ٢٠-٣٠ درجة شمال خط الاستواء ، وحدود ٢٠-٣٠ درجة جنوب خط الاستواء ايضا لذا ان البيئة الصحراوية تنحصر بين هذين الحزامين عند مدار السرطان ومدار الجدي. وعند تتبع الكساء الخضري يلاحظ ان النباتات تكون عشبية واحيانا شجيرية متكيفة لظروف الجفاف ومن اهم صفاتها المظهرية والتشريحية هي صغر في مجموعها الخضري وكبر مجموعها الجذري حيث يكون الجذر عميقا بحثا عن الماء. كما تلاحظ طبقة الادمة الشمعية السميكة تحيط ببشرة الاوراق والسيقان لمنع فقدان الماء من الجسم النباتي فضلا عن وجود الثغور الغائرة واختزال في المساحة السطحية للأوراق وتحويرها على هيئة اشواك او اشكال ابرية كما هو ملاحظ في نبات العاقول ونبات الكبر (الخرنوب) ونبات الشوك ، او تحورها على هيئة حراشف كما في نبات الرمث . كما ان بعض النباتات الصحراوية تحوي على الانسجة العصارية ذات المحتوى العالي للماء مثل الصبيرات.

ان معظم النباتات الصحراوية تكون حولية حيث تقضي الفصول الجافة والحارة بهيئة بذور والتي تقاوم الجفاف ، وعند توفر الطوبة اثناء سقوط المطر يتم انبات هذه البذور وينمو النبات بسرعة ويكمل دورة حياته اي يكون الازهار والبذور قبل حلول فصل الجفاف وبذلك يكون موسم النمو قصيرا جدا تفاديا للظروف غير الملائمة لنموه. كما قد تتواجد النباتات المعمرة في المناطق الصحراوية والتي تمتلك جذورا عميقة في التربة لتصل المياه الجوفية . وقد تكون هذه النباتات المعمرة نفضية او دائمة الخضرة لكنها في الحالة الاخيرة يجب ان تمتلك تكيفات للبيئة الجافة كالادمة السميكة والاوراق مختزلة المساحة والثغور الغائرة ووجود الشعيرات البشرية للتقليل من عملية النتح . كما هو الحال في نبات العاقول والشوك والرمث.

اما عن الحيوانات ، فان الانواع السائدة في الصحاري تشمل الانواع الحفارة والانواع الليلية من القوارض والزواحف كالأفاعي والحشرات والارانب .وتعد الحشرات والحيوانات الاخرى ذات الدم الحار افضل الحيوانات التي تتكيف لهذا الاقليم الحياتي وتتكيف بعض الحيوانات للمناطق القاحلة بعدة طرق. فبعضها يختزن الماء في جسمه كما في الجمال التي تشرب كميات كبيرة من المياه عند توفره وتحتفظ به في جسمها . وبعض الحيوانات تفرز بولا مركزا وبرازا جافا، والاخر يمتص الماء من النباتات العصارية . ومن خصائص بعض الحيوانات الصحراوية ايضا التمويه حيث ان لونها يماثل لون التربة والصخور المحيطة كما هو الحال في الزواحف والعظايا والافاعي والسحالي. وتقوم بعض الحيوانات بالوقاية من الدرجات الحرارية المتطرفة وجفاف الهواء بمعيشتها تحت سطح التربة خلال النهار والتجول اثناء الليل. وتمتلك بعض الحيوانات التي تعيش في ظروف الصحراء تكيفات استثنائية للحفاظ على الماء .وعلى سبيل المثال قوارض الصحراء مثل العضل والفأر الكيسي والجرذ الكنغر التي تستخدم الماء الايضي. فهي لا تحتاج الى ماء حر لكنها تحصل على ما تحتاجه من الماء عن طريق التحليل الايضي للكربوهيدرات الى ثنائي اوكسيد الكربون والماء خلال عملية التنفس الهوائي. كما ان العديد من العنكبوتيات كالعقارب والعناكب وكذلك الحشرات تمتلك اغطية شمعية وانها تقلص من كمية الماء المفقود عن طريق الادمة، وبعض الحيوانات تلجأ الى السبات الصيفي كالسنجاب الارضي . وفي بعض الانواع التي تعيش في المناطق الباردة مثل امريكا الشمالية فإنها تلجأ الى السبات الشتوي وذلك لتخطي الظروف البيئية القاسية في كلتا الحالتين . علما بان ظاهرة السبات الصيفي لا تقتصر على اللبائن بل تشمل قوارض وحيوانات اخرى مثل بعض الطيور والحشرات.

ثانيا – الصحراء الباردة (التندرا) Tundra

كلمة التندرا تعني السهل الغدق في اللغة الروسية وهذا يصف جيدا معظم المناطق المستوية الغدقة التي خلف خط الاشجار في كلا المنطقتين الاوروبية الاسيوية والامريكية القطبية. و تحتل بيئة التندرا مساحة تصل الى ١٠% من مساحة اليابسة و تشكل اوسع مساحة لها في النصف الشمالي للكرة الارضية . حيث يندر وجودها في نصف الكرة الجنوبي بسبب كون القطب الجنوبي مغطى بصورة كلية بالثلوج تقريبا ورغم كل هذا فانه توجد مساحات صغيرة منعزلة تحوي على غطاء نباتي يماثل ذلك الذي في التندرا القطبية وهذه المناطق هي جزيرة ماكوري جنوب نيوزلنده وجزر الكيركولين في الجزء الجنوبي البعيد من المحيط الهندي وفي جنوب جورجيا في جنوب المحيط الاطلسي. يحتل هذا الاقليم حوالي ٤٠% من مساحة الاتحاد السوفيتي سابقا فضلا عن امتلاك كل من كندا والنرويج الى مساحات واسعة منها . وتعد منطقة الحزام الواقعة ما بين خط الغابات الصنوبرية في شمال اسيا و اوروبا وشمال امريكا وجنوب منطقة الثلوج الدائمة القطبية من اهم مناطق التندرا. ان قلة او فقدان اشعة الشمس شتاء ومصحوبة باستمرارية فقدان الحرارة من الارض عاملان يجعلان المناخ بارد جدا حيث تنخفض درجات الحرارة الى (-٥٠) درجة مئوية ، في حين تصل الى (٣٥) درجة مئوية في فصل الصيف الذي يكون قصير. لذا فان نشاط الكائنات الحية يقتصر بصورة عامة على مدة محدودة في السنة تمتد من نهاية شهر مايس ولغاية بداية شهر ايلول التي خلالها تبدأ مياه التربة المتجمدة بالذوبان اثناء فصلي الربيع والصيف ولعمق لا يتجاوز غالبا عن (٥٠) سم . وتبقى الطبقة السفلية للتربة متجمدة طيلة ايام السنة وتسمى بالطبقة المنجمدة الدائمية او الجمد السرمدي . لذا فان سمك التربة الذائبة غير المنجمدة يكون محدود بالعمق اعلاه. كما ان التربة تعد من الترب الفقيرة. علما ان معدل الهطول يقدر بحوالي ٢٥ سم ومنها ٢٠ سم من المطر والباقي بهيئة جليد او ثلج.

تكون النباتات السائدة هي الاشنات (اتحاد الطحالب والفطريات)و تدعى اشنة الرنة والحشائش ونباتات السعد والبردي والقطبي وغالبا ما تخترق جذورها المنطقة السفلى المتجمدة من التربة. كما تتواجد نباتات الصفصاف القزمية والتوت والبردي التي لا يتجاوز ارتفاعها عن المتر في المناطق الرطبة من التندرا. وخلال فترة الصيف القصيرة يكون موسم الازهار مفاجئا وبهيج الالوان . وتكون الخضرة مبطنة بكتلة اسفنجية سميكة من النباتات الميتة غير المتفسخة .

كما يكون فعل البكتيريا بطيئا بسبب درجات الحرارة المنخفضة ولا يتعدى عدد الانواع مقارنة بأكثر من مئة الف نوع في المناطق الاستوائية .اما عن الحيوانات فإنها متمثلة بأنواع قليلة نسبيا تشمل الثدييات والطيور والحشرات الطيارة . وتشمل الثدييات السائدة ايل الكاريبو او ايل الرنة ، وثور المسك والتي بدأت اعداها تتقلص في الوقت الحاضر . فضلا عن آكلات اللحوم كالذئاب والثعلب القطبي . كما تتواجد الارانب الثلجية وبعض القوارض . وتتضمن الطيور السائدة الترمجان والطير ذا الشوكة الطويلة وطير شبيه بالعصفور والبومة الثلجية . كما تغزو اقليم التندرا في فصل الصيف القصير اعداد ضخمة من الطيور المهاجرة مثل طيور الماء كالبط والاوز وطيور الشاطئ التي تتكاثر بسرعة وتربي صغارها قبل حلول الشتاء القاسي. كذلك البطريق التي هي من الطيور المتواجدة في المناطق المنجمدة وتتميز بخلوها من الريش . كما تتواجد حيوانات الفقمة او عجل البحر التي تعود الى اللبائن المائية ويكثر وجودها في البحار المنجمدة الشمالية ، اما الحشرات فان غالبيتها يعود رتبة ثنائية الاجنحة القاضمة والذباب الاسود والبعوض. خلال فصل الشتاء المظلم البارد تكون الحياة معدومة نسبيا في منطقة التندرا . فالنباتات تكون غير فعالة وتبقى الحيوانات على قيد الحياة اما بالاختفاء بالحفر تحت الثلج او الجليد او بالهجرة الى مناطق ذات ظروف بيئية اكثر ملائمة. ويمكن ملاحظة مجتمع التندرا في المناطق المعتدلة وذلك الى

ارتفاعات عالية بين ٣٠٠٠-٤٠٠٠ والتي تتواجد فيها الانواع القطبية للنباتات والحيوانات اللافقارية كما هو الحال في جبال روكي وجبال الالب.

ثالثا - الغابات Forests

تتباين الغابات بتوزيعها و نوعيتها على وفق الظروف المناخية المختلفة وصفات التربة. وتغطي مناطق الغابات حوالي ثلث مساحة اليابسة. وللغابات اهمية كبيرة في تنقية الاجواء من غاز اوكسيد الكربون الجوي حيث ان هذا الغاز بدأ بالزيادة في العالم ويعد من الملوثات لذا فان الغابات لها اهميتها في هذا المجال خلال اخذها لهذا الغاز وتثبيته على هيئة مركبات عضوية خلال عملية البناء الضوئي. فضلا عن اطلاق كميات مماثلة من غاز الاكسجين خلال نفس العملية اي البناء الضوئي. تعد الغابات مصدات طبيعية جيدة للرياح ، كما ان لها دور واضح في التقليل من الفروقات بين مديات درجات الحرارة اليومية والفصلية ._كما ان ترب الغابات تكون غنية بالمادة العضوية من جراء تساقط الاوراق واغصان النباتات واستقرارها على سطح التربة مما يؤدي الى حماية التربة من الانجراف بمساعدة جذور الاشجار الكثيفة والممتدة الى اعماق التربة. واهم انواع اقاليم الغابات هي:

١. **اقليم الشجيرات البلوطية دائمة الخضرة :** تتميز هذه المنطقة بالجفاف معظم فصول السنة بخاصة في فصل الصيف . وتكون معدلات درجات الحرارة السنوية بين ١٥-١٨ درجة مئوية ، كما ان سقوط الامطار يكون في فصل الشتاء وبكميات متوسطة. من النباتات التي تتواجد في هذا الاقليم الاشجار دائمة الخضرة وذات اوراق صغيرة الحجم ومغطاة بطبقة شمعية للحد من فقدان الماء فضلا عن وجود الجذور الممتدة في اعماق بعيدة من التربة . وبسبب احتواء اوراق الاشجار على تراكيز عالية من المواد الشمعية و الفينولات وتجمع المادة العضوية على سطح التربة فان هذه الظروف تساعد على اندلاع الحرائق وذلك لتراكم المادة العضوية والاوراق المتساقطة ذات القابلية للاشتعال من جهة وارتفاع درجات الحرارة نوعا ما في فصل الصيف والانشطة البشرية والترويحية من جهة اخرى. وتحدد الحرائق من نمو الفطريات والحشرات لكنها تساهم في تدوير العناصر المعدنية في التربة. ومن اهم حيوانات هذا الاقليم هي الزواحف والطيور والحشرات. يتواجد هذا الاقليم في الغابات الموجودة في العراق وحوض البحر المتوسط وجنوب كاليفورنيا ووسط شيلي وجنوب استراليا.
٢. **اقليم الغابات الاستوائية المطيرة :** يسود اقليم الغابات الاستوائية الرطوبة العالية والحرارة العالية لذا فهي لا تتعرض للجفاف او برودة الشتاء . ونتيجة لذلك فإنها تكون غنية بالأنواع النباتية وتوجد هذه الغابات ضمن مدار السرطان ومدار الجدي (بين دائرتي عرض ٢٧-٢٣ شمالا وجنوبا) في مناطق يكون فيها معدل سقوط الامطار بين ١٥٠٠-٤٣٠٠ مليمتر مما يزيد من الرطوبة النسبية الى ٧٥-٨٠% . كما ان معدل درجات الحرارة السنوي لا يقل عن ٢٠ درجة مئوية مما يجعل من هذه الظروف المناخية ملائما لنمو النباتات وتكون الانتاجية عالية جدا مقارنة مع الاقاليم الاخرى. يتواجد اقليم الغابات وسط امريكا الجنوبية ويقع اوسعها في غابات الامازون ووسط افريقيا كغابات الكونغو واستراليا وجنوب شرق اسيا التي تمتد بين سيلان في الجزء الشرقي من الهند الى تايلاند والفلبين وجزء كبير من ماليزيا ، وتقدر مساحتها بحوالي ٣٤.٣% من مساحة الغابات الطبيعية في العالم. وهناك نوعان من الغابات الاستوائية هما:
   أ- **الغابات المغلقة :** يصل ارتفاع الاشجار فيها الى ما يقارب ٦٠ متر ويسود هذا النوع من الغابات في المناطق الاستوائية وتتميز بهطول المطر بمعدلات عالية جدا.

ب- **الغابات المفتوحة :** يصل ارتفاع اشجار هذه الغابات الى حوالي ٢٠ متر تقريبا وتتواجد في المناطق التي تقل معدلا امطارها عن ما هو في الغابات المغلقة عادة.

تكون الاشجار في الغابات الاستوائية الممطرة متجانسة الهيئة وبصورة عامة تتفرع الاشجار في الاجزاء العلوية، وغالبا ما تكون للأشجار دعائم في قاعدة الجذع خلال وجود جذور سطحية . وتكون الغابات الاستوائية احيانا كثيفة في اشجارها فتحجب الشمس عن تربة الغابة مما يجعل الضوء عامل محدد لنمو النباتات عند ارضية الابة وفي نفس الوقت تنمو نباتات الظل التي تحتاج الى كميات كبيرة من الضوء. وتتميز هذه الغابات بغناها بأكاسيد الحديد والالمونيوم فضلا عن وجود الايونات الموجبة كالبوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم والصوديوم. وان درجات الحرارة العالية والامطار الغزيرة فضلا عن التركيز العالي لثنائي اوكسيد الكربون تساعد على تجوية الصخور المتواجدة تحت سطح التربة بأعماق قد تصل الى اكثر من ١٠ امتار وتكون عملية تحلل المواد العضوية في التربة سريعة جدا بسبب ظروف الحرارة والرطوبة العاليتين. لذا فان المادة العضوية لا تتراكم رغم كميتها الكبيرة التي تصل الى حوالي ١٥ طن وزن جاف للهكتار الواحد سنويا. مما يشجع نمو الكائنات الحية وتنوعها حيث يلاحظ ان الغابات الاستوائية المطيرة تكون ثرية بتنوع النباتات والحيوانات اكثر من ما هو في غابات المنطقة المعتدلة .كما ان الغابات الاستوائية تزخر بالأخشاب الثمينة للصناعة مثل خشب الساج البرمي وخشب الماهوكي الافريقي وخشب الورد واخشاب ثمينة اخرى .لذا فان الانسان قد تجاوز وباستمرار على الغابات هذه خلال قطع الاخشاب وازالة النباتات للأغراض الزراعية وغيرها مما ينتج عند ازالة هذه الغابات وتحويلها الى مناطق ذات اشجار وشجيرات واطئة او مناطق السافانا المفتوحة المعرضة الى الحرائق الموسمية . في حين ان الغابات المطيرة يصعب اختراقها بسبب احتفاظها برطوبة عالية . لذا يستوجب المحافظة على مثل هذه الغابات باعتبارها من الموارد الطبيعية المهمة ذات الفوائد الكبيرة مثل تنقية الاجواء بإضافة او طرح كميات هائلة من الاكسجين واخذها كميات هائلة من ثاني اكسيد الكربون.

٣. **الغابات المخروطية الشمالية:** تشكل حزاما يقع على ارتفاعات اقل من التندرا. وتحتل اجزاء رئيسة من الاسكا وكندا واسكندنافيا وسيبيريا . وعادة تتواجد بين خطي عرض ٥٠-٦٠ شمالا وتمتد في المناطق الجبلية باتجاه الجنوب. وتتميز هذه الغابات بشتاء قاس بارد وجاف ويتساقط الثلج فقط مما يؤدي الى تكوين غطاء ثلجي دائم خلال فصل الشتاء . و يكون فصل الصيف قصير وممطر اذ يبلغ معدل هطول الامطار السنوي بحدود ٣٥٠ مليمتر ، ويكون الفصل دافئا ام باردا نوعا ما. تكون تربة هذه الغابات غالبا غير سميكة وقليلة الخصوبة بسبب بطئ عمليات تجوية الصخور في درجات الحرارة المنخفضة . كما ان بقايا الاشجار الصنوبرية تكون قليلة وبالتالي كمية اقل من المواد العضوية والنترات في التربة. ويتكون الغطاء الارضي من الاشنات والحشائش والبردي والاعشاب المتكيفة للبرودة. ويكون التفسخ بطيئا . وكما في حالة التندرا ، فان قاع الغابة يميل لتجميع طبقة من المواد العضوية الميتة ذات قدرة فائقة للاحتفاظ بالماء . اما عن انتاجية هذه الغابات فتكون اقل مما هو عليه في التجمعات النباتية للغابات الاخرى.

تسود الاشجار دائمة الخضرة في هذه المنطقة وتكون ابرية كالصنوبر والتنوب والشوكران السبروسيات . وتتراوح الغابات المخروطية او الصنوبرية الشمالية من غابات واطئة ذات اشجار منخفضة نوعا ما حيث يصل ارتفاعها الى ٤٠ متر . وتوجد اعشاب دائمة خاصة في الاماكن الرطبة ، كما ان هناك قليلا من الشجيرات التي يبلغ ارتفاعها حوالي متر واحد ، فضلا عن وجود الحزازيات في حين لا توجد نباتات حولية. اما الجماعات الحيوانية فتكون اكثر تنوعا من التندرا وتتميز بتغاير موسمي كبير وتذبذبات جماعية واسعة ، وتتألف الثدييات النموذجية لهذا المجتمع من الارانب ذي القبقاب الثلجي

والوشق والسناجيب والثعلب ذي الفراء وايل الغابات والوعل والذئب والدب الاسود . كما توجد الطيور النموذجية الطهيوج المطوق والقرزبيل والسكن وحشد من الطيور الجاثمة التي تأتي مهاجرة للتناسل . كما تتواجد انواع من رتبة ثنائية الاجنحة كالذباب الاسود والبعوض وكذلك الخنافس والعث من الحشرات السائدة.

٤. **الغابات النفضية المعتدلة:** من افضل هذه الغابات الموجودة في شرق امريكا الشمالية حيث بقيت هذه الغابات لمدة اطول لأنها تشكل مصدر اساسي لمعيشة السكان الاصليين من الهنود الامريكيين . علما بان الغابات النفضية تتواجد في النصف الشمالي اكثر من وجودها في النصف الجنوبي من الكرة الارضية ، كما تشمل غرب اوروبا ووسطها وتمتد غربا في امريكا الشمالية . ويكون فصل الصيف دافئا والشتاء معتدل الحرارة ممطرا ، وتتراوح كمية الامطار الهاطلة السنوية بين ٧٥٠-٢٥٠٠ مليمتر.

ويكون وجود الاعشاب الحولية محدودا جدا في الغابات النفضية حيث تنمو بغزارة على تربة الغابة التي يصلها الضوء بشكل مؤقت وعند ظهور الاوراق على الاشجار يبدا الضوء في الاختزال على ارضية الغابة و حينها تكون الاعشاب الربيعية قد اكملت دورة حياتها وكونت بذور. كما تتواجد الحزازيات والاشنات نامية على جذوع الاشجار . وفي الشتاء تكون الاشجار دون اوراق مما يختزل نشاطها. يصل ارتفاع الاشجار النفضية الى ٥٠ متر تقريبا فوق سطح الارض . كما تتميز اشجارها بأخشاب صلبة كما في اشجار الزان والبلوط والاسفندان والدردار والجوز الامريكي والكستناء .كما تكثر الاعشاب المعمرة في هذه الغابات وبخاصة التي تمتلك اعضاء للخزن تحت الارض والتي تزدهر خلال فترة سقوط الاوراق من الاشجار الكبيرة . وتعد الغابات النفضية ذت انتاجية مقبولة لكنها اقل مستوى من انتاجية الغابات الاستوائية الممطرة.

من الحيوانات المتواجدة في الغابات النفضية حيث الرطوبة والدفء فتشمل حيوانات لا فقارية مثل الخنافس والقواقع والعناكب والنمل والارضة التي تختبئ تحت جذع او غصن . فضلا عن وجود حيوانات اخرى كالزواحف والافاعي والعضايا ، كما توجد بعض للبائن كالفئران والسنجاب والثعلب والغزال والقردة والدببة والذئاب وهناك ايضا تتواجد بعض انواع الطيور مثل نقار الخشب والبوم والغراب.

رابعا- السهوب (السافانا المدارية) يتميز المناخ في منطقة السهوب بالحرارة الدافئة وعلى مدار السنة ولكن يتخلله فصل جاف خلال فترة الاشعة المنخفضة الذي يعد فصل البرودة بالنسبة لهذه المنطقة . وقبل بدء هطول الامطار فان المناخ يعد حار جدا لذا فان لهذه المنطقة ثلاثة فصول وهي:

١. الدافئ الممطر
٢. البارد الجاف
٣. الحار الجاف

يعد هذا الاقليم بيئة انتقالية بين الغابات ذائمة الخضرة الاستوائية الممطرة واراضي الحشائش . ويكون هطول الامطار شديد التقطع واقل بكثير عادة من الغابات الاستوائية حيث تتراوح كمية الامطار الساقطة سنويا بين ٩٠٠-١٥٠٠ مليمتر. كما ان هناك تغايرا واسعا في معدلات درجة الحرارة الشهرية بسبب الجفاف الموسمي فضلا عن قلة الغطاء النباتي. هذه الظروف تجعل السافانا المدارية او الاستوائية مراعي مفتوحة تتخللها غالبا اشجار متباعدة حيث تعد مرتعا لرعي اللبائن والتي تمثل سمة مميزة لهذه

المنطقة . وتعد من اهم مناطق الرعي في العالم. من الامثلة لهذا الاقليم ما يتواجد في شرقي افريقيا واستراليا وامريكا الجنوبية وجنوب شرق اسيا كما في غابات المونسون. كما تشمل معظم جنوب اسيا بخاصة الهند.

يسود الغطاء النباتي في معظم اقاليم السافانا الحشائش الطويلة و التي بسببها يتعرض الاقليم بعد فصل الجفاف حيث تجف هذه الحشائش مما يسبب اندلاع الحرائق. كما تتأثر ضمن اراضي الحشائش اشجار شوكية واطئة نسبيا ذات قمة مسطحة غالبا. و هذه الاشجار قد تكون نفضية او دائمة الخضرة والعديد منها يعود الى العائلة البقولية . اذ ان معظم الاشجار ذات ارتفاع لا يزيد عن ١٠ امتار وقد يصل بعضها ٢٠ متر. اما الحشائش التي معظمها نباتات معمرة فان ارتفاعها يصل الى المترين. وتكون انتاجية نباتات السفانا الاستوائية عالية ومن المحتمل ان تكون اقل مما هي في معظم الغابات الممطرة الاستوائية. وتعد غذاء قابلا للهضم للحيوانات الكبيرة اكثر بكثير مما هو الحال في مناطق الغابات الممطرة الاستوائية. بسبب توفر النباتات بوصفها غذاء جيدا للحيوانات في هذه المنطقة فانه سيؤدي الى تواجد اعداد وفيرة من الحيوانات ومن اهم الحيوانات التي تتواجد في منطقة السافانا الاستوائية هي الفيلة والاسود والزرافات والجاموس الامريكي والخنزير الوحشي و الوعل التي تكون فريسة الى الاسود والنمور المخططة والفهود. هذا كما تتواجد الضباع والنسور التي تقتات على الجثث الميتة.

خامسا- اراضي الحشائش (المراعي)

تمثل اراضي الحشائش او المروج من اكبر المناطق الزراعية في العالم لتربية المواشي وكذلك لزراعة المحاصيل كالذرة و القمح . ففي سهول أمريكا الشمالية ، ادى التوسع المفاجئ للزراعة والرعي المفرط الى تحويل المروج او المراعي المنتجة الى مناطق كثيرة الجفاف والعواصف الغبارية والى مناطق شبيه بالصحراء في نهاية الثلث الاول من القرن العشرين. ان ما تم عمله من قبل الانسان بالمجتمع الاحيائي للمروج هو اختزال تعقيده وتنوع نباتاته وذلك عن طريق استبدال عشرات الانواع من النباتات الاصلية للمراعي بنوع واحد او نوعين من المحاصيل الحقلية كالذرة والقمح. ان معدل هطول الامطار في منطقة المراعي يقع بين ٢٥-٧٥سنتمتر سنويا وعادة تكون اقل من معظم مناطق الغابات ، تتميز الامطار بانها تتركز خلال فصل الصيف وتسود الحشائش التي يزيد ارتفاعها عن المتر بخاصة في المناطق الرطبة. وهي مناطق صالحة لزراعة الذرة والقمح وبقية الحبوب التي تتميز بكونها حشائش طويلة. اما الاعشاب القصيرة فهي ملائمة لرعي الماشية . لذا فان المجتمع النباتي لهذه المنطقة تسوده الحشائش فضلا عن اعشاب اخرى بخاصة البقوليات مثل الترمس والبرسيم والنفل والبيقة ونباتات العائلة المركبة . وقد تحتوي المروج عل اكثر من ١٢٠ نوع تنتمي الى اكثر من عشر عوائل نباتية . و تكون الاعشاب السائدة على ثلاث مجاميع هي:

١. اعشاب طويلة يصل ارتفاعها بحدود المترين تقريبا مثل عشب الساق الازرق الطويل وعشبة السوط وعشبة الهندي.
٢. اعشاب متوسطة ويبلغ ارتفاعها بين ٦٠-١٢٠ سنتمتر وتشمل عشبة الساق الازرق الصغيرة وعشبة الريشة و عشبة البروم.
٣. اعشاب قصيرة والتي قد لا يتعدى ارتفاعها ٦٠ سنتمتر مثل عشبة الجاموس والعشب الازرق وعشبة المسكيت .

تعد منطقة المراعي منطقة احيائية مفتوحة تتواجد ضمن المنطقة المعتدلة الشمالية وجزء من المنطقة المعتدلة الجنوبية وتشمل هذه المنطقة كلا من البراري الامريكية واراضي الحشائش الجافة والسهوب الاوراسية والافريقية و الباميا في أمريكا الجنوبية . وتعد ترب هذه المناطق من بين اسماك الترب واغناها في العالم حيث التراكم العضوي السريع لتكوين طبقة سميكة من الدبال فضلا عن جذور الاعشاب تصل الى عمق يصل الى مترين تقريبا في التربة.

كما ان الجماعات الحيوانية في منطقة المراعي ذات تنوع عال من حيث تزدهر الثدييات ذوات الحافر والقوارض . فهناك اعداد كبيرة من الثور الامريكي والظبي الامريكي وكلاب المرج والسناجيب الارضية والمفترسات الثديية مثل حيوان القيوط والثعالب والغرير وتشمل الطيور الانموذجية كل من دجاج المروج وطيور الطهيوج قصير الذيل وقبرة المروج وعدة انواع من العصافير فضلا عن وجود الحشرات بأنواع عديدة كالجراد وحشرات الجندب.

الاقاليم الحيوية في بيئة المائية :

كما هو معروف ان المياه تغطي حوالي ٧١% من مساحة الكرة الارضية وتتواجد هذه المياه في مسطحات مائية تختلف انواعها واشكالها وحجومها وخواصها البيئية فيما يخص العوامل الأحيائية والاحيائية فهناك المحيطات والبحار والبحيرات والانهار والاهوار والمستنقعات والجداول والينابيع وغيرها من المسطحات المائية الطبيعية منها والاصطناعية. لا توجد في الطبيعة مياه نقية صافية في اي موقع من الكرة الارضية وفي المسطحات المائية المذكورة انفا . تتباين العوامل المحددة للنظام البيئي المائي حيث يعد الاكسجين الذائب والضوء عوامل محددة في النظام المائي . و الغلاف الجوي هو المصدر الاساسي في المسطحات المائية . وهناك تبادل غازي بين المياه والغلاف الجوي ، فالعمليات الفيزيائية كالانتشار وفعل الامواج والتيارات المختلفة وتأثيرات الرياح لها دور واضح في مثل هذا التبادل الغازي فضلا عن ما تقوم به الكائنات الحية من الفعاليات الايضية مثل التنفس والتي تستهلك كميات كبيرة من غاز الاكسجين فضلا عن عملية البناء الضوئي للنباتات المائية كالطحالب وما تنتجه من غاز الاكسجين . كما ان لدرجة الحرارة تأثير على كمية الاكسجين المذاب في المياه فعند ارتفاعها تتناقص كمية الاكسجين المذاب . كما يؤدي ارتفاع درجة حرارة الماء الى تنشيط عملية التنفس التي تقوم بها المحللات كالبكتيريا والفطريات مما يزيد من تحلل المواد العضوية ويعني ذلك استهلاكا اكثر للأكسجين . علما بان درجة حرارة المياه تخضع الى تغيرات يومية وفصلية متباينة لكنها أقل مما هو عليه في درجة حرارة الهواء الملامس لها حيث ان المياه تفقد الحرارة ببطء وتفقدها ببطء ايضا . هذه التغيرات تختلف حسب نوع المسطح المائي وصفاته الفيزيائية كالعمق والتيارات واختراق الضوء او الطاقة الشمسية والحجم الكلي وغيرها . كما يتباين اختراق الضوء لأعماق مختلفة حسب نوع المسطح المائي . فيكون اختراقه الى اعماق تصل الى عدة امتار وقد تصل الى اكثر من ٥٠ متر في البحار والمحيطات في حين لا يتعدى بضعة سنتمترات في الانهار وبخاصة تلك التي تكون قدرتها عالية كما هو الحال في نهر الفرات جنوب العراق في موسم

الفيضان عندما تنجرف مع تيار المياه جزيئات الطين او الطمى مما يزيد من قدرتها ويحدد اختراق الضوء . وهذا يؤثر على الاحياء المائية وبخاصة الهائمات النباتية التي تعتمد على الطاقة بوصفها مصدرا للطاقة في عملية البناء الضوئي ومن ثم تؤثر على بقية الاحياء في السلسلة الغذائية . ومن اجل دراسة البيئة المائية يمكن تقسيم المناطق البيئية المائية اعتمادا على عامل الملوحة الى مجموعتين رئيستين هما بيئة المياه المالحة و بيئة المياه العذبة .

اولا – بيئة المياه المالحة :

وتشمل البيئة البحرية من بحار ومحيطات التي تشكل اكثر من ٧٠% من سطح الكرة الارضية وما يعادل اكثر من ٩٧% من مساحة المسطحات المائية الكلية. تكون هذه المياه مالحة تحوي على ٣٥ جزء بالألف من الاملاح ويشكل ملح الطعام NaCL الجزء الاكبر منها .ويترسب عدد من المواد الصلبة والاملاح المختلفة على قاع البحار والمحيطات. للبيئة البحرية صفات عديدة تختلف عن بيئة المياه العذبة فبالإضافة الى عامل الملوحة فان البحار والمحيطات تشكل مساحات شاسعة جدا وذات احجام كبيرة جدا وعميقة . تتصف البيئات البحرية بكونها بيئات متصلة الواحدة بالأخرى وليست منفصلة كما هو الحال في بيئة المياه العذبة وبيئة اليابسة وتكون في حالة حركة مستمرة تبعا للتيارات المختلفة والاختلاف في درجة الحرارة وعوامل بيئية اخرى مثل العمق ودرجة الحرارة والضوء والضغط والتيارات وتوفر المغذيات وغيرها يمكن تمييز عدة مناطق في البيئة البحرية وهي:

١. **منطقة المد والجزر :** تسمى كذلك بالمنطقة الساحلية او الشاطئية وتعد من اكثر المناطق البحرية تباينا في العوامل البيئية . تمتد من اوطأ مكان تصله المياه في وقت الجزر الى أعلى مستوى من الساحل يغطي بالأمواج او مياه المد . ان الاحياء المتواجدة في هذه المنطقة عليها تحمل وعلى درجة عالية من الظروف البيئية المختلفة من جراء ظاهرة المد والجزر التي تحدث يوميا . لذا هي تتأقلم . على سبيل المثال تحتفظ الطحالب بنسبة معينة من الرطوبة في خلاياها تكفيها لتجاوز فترة الجفاف اثناء فترة الجزر ، وفي القعر الرملي يلاحظ وجود انواع من الحيوانات التي لها القابلية على الحفر كالديدان وانواع من القشريات التي تتغذى على الاعشاب البحرية المتحللة والمتفسخة .اما في القاع الصخري في هذه المنطقة يلاحظ وجود طحالب خضر وبنية وحيوانات قشرية ونواعم وديدان واسماك . وفي القاع الطيني وهو اكثر ثباتا بالمقارنة مع القاع الرملي ، فتعيش احياء بحرية كالقشريات والنواعم اسا والتي تتواجد على السطح او داخل الترسبات وبعض انواع الروبيان فضلا عن وجود الديدان الحلقية التي هي اكثر الاحياء البحرية تواجدا في القاع الطيني.

٢. **منطقة الجرف القاري** تمتد في نهاية منطقة المد والجزر ولغاية عمق يتراوح بين ١٠٠- ٢٠٠ متر ، اما عرضها وعمق الحافة الخارجية لها فإنها تتباين كثيرا . و تأتي بعد هذه المنطقة منطقة الانحدار القاري التي تتميز بكونها منطقة ذات انحدار قوي وتندمج مع قاع البحر بحدود عمق يتراوح بين ٤٠٠-٥٠٠ متر . وتغطي منطقتي الجرف القاري والانحدار القاري مساحة تعادل ٨٠% من مجمل مساحة

قاع البحار والمحيطات . تعد الطحالب العصوية وقديرة الاسواط من الاحياء المائية المنتجة في هذه المنطقة . كما تتواجد الطحالب الخضر بشكل ملتصق على الصخور او القاع الصلبة بوساطة اعضاء خاصة فضلا عن وجود انواع من الطحالب البنية والطحالب الحمر. كما تتواجد هائمات بحرية من انواع القشريات كما تتواجد احياء ابتدائية والنواعم وامعائية الجوف وبعض انواع المشطيات وبعض الديدان ، اما الحيوانات القاعية فهناك السرطان الذي يعيش على القاع الرملي ويتغذى على الهائمات الموجودة . كما تتواجد بعض انواع الديدان والاسماك وانواع من القشريات الكبيرة والسلاحف واللبائن المائية مثل الحيتان والفقمة فضلا عن الطيور المائية.

٣. **منطقة اعالي البحار :** تمتد من نهاية الجرف القاري الى ان تصل الى عمق اكثر من ١٠٠٠ متر ورغم اتساع مساحتها الا انها تعد انتاجية نسبيا بسبب وجود الهائمات النباتية والحيوانية التي تكون غذاء لحيوانات اخرى . **وتقسم هذه المنطقة الى :**

أ- **المنطقة السطحية العلوية:** تقع على عمق ٢٠٠ متر وتعد المنطقة المنتجة او الضوئية جزء من هذه المنطقة والتي تعد غنية بالإنتاجية الاولية حيث تمتلك تنوعا عاليا من الهائمات النباتية والحيوانية وعادة تكون شدة الاضاءة تحت عمق اكثر من ١٠٠ متر غير كافية لعملية البناء الضوئي لكنها قد تكون كافية دعم بعض الانشطة الحياتية التي تتطلب ضوء قليل . وعلى الرغم من هذه المنطقة تمثل نسبة ضئيلة من الحجم الكلي للبيئة البحرية فإنها تحتوي على معظم انواع الاحياء البحرية . كما تكون درجة الحرارة فيها مرتفعة نسبيا بصورة عامة.

ب- **المنطقة السطحية الوسطى** تمتد هذه المنطقة من عمق ٢٠٠-١٠٠٠ متر . وتتميز بتدرج واضح في درجات الحرارة مع العمق ودون تغيرات موسمية كبيرة واضحة . ولا يصل الضوء في هذه المنطقة الا بكميات ضئيلة .مما يعني ندرة وجود الهائمات النباتية مما يجعل الحيوانات المستهلكة الاولية ان تعتمد في غذائها اساسا على بقايا الغذاء والفضلات الساقطة من الطبقة العليا مما تضطر بعض الحيوانات الى الصعود الى القسم السطحي العلوي لتناول غذائها من الهائمات النباتية خلال النهار.

ج- **المنطقة فوق القاعية :** منطقة عميقة جدا من البحار والمحيطات والواقعة على عمق ١٠٠٠ متر واكثر . والضوء منعدم تماما وتكون درجة الحرارة ثابتة . والضغط العالي لعمود الماء يؤدي الى لزوجة المياه مما يؤثر في حركة بعض الاحياء البحرية والحيوانات المتواجدة فيها تكون متطبعة للعيش في مثل هذه الظروف لذا فان تنوع الاحياء في هذه المنطقة يكون محدودا.

٤. **المنطقة القاعية :** تغطي هذه المنطقة الترسبات البحرية الدقيقة المتكونة من الطين ومشتقاته بصورة اساسية .وتكون هذه القاع الرخوة غطاء لعدد من الحيوانات البحرية التي تعيش عليه فضلا عن وجود بعض المناطق الصلبة في القاع التي تتواجد عليها الحيوانات الملتصقة خلال جزء من اجسامها .وتتأثر البيئة القاعية بعدة عوامل من اهمها العمق وما يسببه من الضغط لعمود الماء ثم سرعة التيارات القاعية والمواد العالقة في طبقة المياه الموجودة فوق القاع والتكوين النوعي

لتجمعات الاحياء القاعية . ويمكن ملاحظة الاحياء التي تعيش قرب القاع والثانية تلك التي تعيش قرب القاع . تتواجد الطحالب في المنطقة القاعية شعب رئيسة وهي الطحالب الخضر المزرقة والطحالب الخضر والبنية والحمر فالطحالب الخضر المزرقة لها قابلية على تحمل الاختلافات التي تحصل في الظروف البيئية البحرية المختلفة حيث تتحمل شدة الاضاءة القليلة فضلا عن تحملها درجات الحرارة والملوحة المتباينة . تتمثل الحيوانات بمجموعات مختلفة من الابتدائيات والفقاريات واللافقاريات .

٥. منطقة الشعاب المرجانية

تعد هذه المنطقة من اكثر المناطق انتاجية وذات التنوع العالي من الاحياء البحرية . وتنتشر الشعاب المرجانية بشكل واسع في المياه الضحلة والدافئة في العالم . وتفضل الحيوانات المكونة لتلك الشعاب المياه الضحلة وضوء . ويمكن تحديد موقعها في البحار ابتداء من اوطأ نقطة تغطيها المياه ولغاية عمق ١٠ امتار فضلا عن ان انواع اخرى لها القابلية في بناء الشعاب المرجانية الى عمق يصل الى ٤٠متر . تتراوح درجة الحرارة الملائمة بين ٢٢-٢٨ درجة مئوية . وهناك انواع اخرى للكائنات المكونة للشعاب المرجانية تفضل درجات حرارة واطئة تصل الى ٢ درجة مئوية. من الكائنات الحية المتواجدة بين الشعاب المرجانية انواع من النواعم ذات اصداف بالوان زاهية التي تتغذى على الحيوانات البانية للشعاب المرجانية ، كما يتواجد عدد من الديدان البحرية وتتغذى على الحيوانات اللافقارية . وتوجد انواع من قنافذ البحر والقشريات والاسماك. وتشتر عوامل اساسية في نمو الشعاب المرجانية وهي الضوء والكدرة والمواد المغذية ، يكون نمو الشعاب المرجانية في المناطق الاستوائية سريعا حيث تكون شدة الاضاءة عالية والنهار طويل، كما تؤثر الرياح ودرجة الحرارة والملوحة والامواج في بناء الشعاب المرجانية . فقد وجد ان النمو الجيد للشعاب يحدث في درجات حرارة اثر من ١٨ درجة مئوية رغم ان بعض الحيوانات البانية للشعاب تنمو درجة حرارة اقل من ذلك . اما تأثير الملوحة فانه يتركز خلال وجود كربونات الكالسيوم المهمة جدا لبناء هياكل الشعاب ، لذا فان مستوى الملوحة الذي يقل عن ٣٠ جزء بالألف والذي يحدث خلال الامطار الغزيرة او الفيضانات تؤدي سلبا في بناء تلك الشعاب. كما تؤثر الاحياء البحرية في تكوين الشعاب المرجانية حيث تتدخل الطحالب المتعايشة مع الحيوانات البانية للشعاب وتزيد من قابلية الحيوانات البانية على تكوين الهيكل الصلب و تزداد هذه القابلية وسرعة تكوين الهيكل في فترة الضوء وذلك خلال توفير نمو افضل لتل الطحالب . ان العلاقة بين الطحالب والحيوانات البانية تكمن في ان ثنائي اوكسيد الكربون الناتج من الطحالب سوف تستخدمه الحيوانات البانية في انتاج مادة كربونات الكالسيوم والتي تدخل في بناء الهيكل الصلب فضلا عن دور الطحالب في تغذي الحيوانات البانية. هذا و توجد انواع الاسماك والحيوانات اللافقارية التي تقوم بالتغذية على الحيوانات البانية لهذه الشعاب او الحفر داخل الصخور المرجانية . و من الأمثلة على اللافقاريات نجم البحر الذي يتغذى على كميات كبيرة من الحيوانات البانية . وتقوم افراد نجم البحر بإخراج معدتها الى الخارج ثم اذابة الاجزاء الدقيقة من الشعاب المرجانية وامتصاص انسجتها . كما

ان هنـــاك بعـــض الحيوانـــات التـــي تقـــوم بحفـــر الهياكـــل للشـــعاب كـــبعض انـــواع الاســـفنج والديدان عديدة الاهلاب والنواعم .

- **ثانيا – المياه العذبة**

تعـد الميـاه عذبـة عنـدما تكـون الملحـة فيهـا قليلـة (أقـل مـن ٠.٥ جـزء بـالألف) ، وعلـى الـرغم مـن ان الميـاه العذبـة تتواجـد فـي مسـطحات مائيـة لا تتعـدى مسـاحتها ٣% مـن مجمـوع مـا تشـغله الميـاه مـن مسـاحة الكـرة الارضـية الا انهـا ضـرورية جـدا لحيـاة الانسـان ولبقيـة الكائنـات. وتصـنف الميـاه العذبـة الـى مجمـوعتين رئيسـتين بنـاء علـى سرعة التيار و حركة المياه وهما المياه الساكنة او الراكدة والمياه الجارية.

١. المياه الساكنة او الراكدة

وتضـم كـل مـن ميـاه البحيـرات والاهـوار والبـرك نسـبيا . وفـي البحيـرات العميقـة التـي يزيـد عمقهـا عـن ١٥ متـر المتواجـدة فـي اقـاليم العـروض المعتدلـة فـي النصـف الشـمالي للكـرة الارضـية تحـدث ظـاهرة التنضـيد الحـراري وذلـك بتمييـز طبقتـين مـن الميـاه خـلال فصـل الصـيف . الطبقـة الاولـى السـطحية وحرارتهـا اعلـى مـن الثانيـة حيـث تتـأثر بدرجـة حـرارة الجـو المحـيط . أمـا الطبقـة الثانيـة فهـي طبقـة سـفلية بـاردة ذات كثافـة مرتفعـة نسـبيا وبـذلك تكـون الطبقـة السـطحية اخـف حيـث يعلـو المـاء الـدافئ طبقـة المـاء البـارد الاثقـل وزنـا. كمـا يحـدث اخـتلاط بسـيط بـين هـاتين الطبقتـين وتتكـون طبقـة ثالثـة بينهمـا التـي تكـون خلالهـا انخفـاض فـي درجـة الحـرارة فجائيـا وتـدعى الطبقـة الوسـطى وتعـد هـذه المنطقـة انتقـالي بـين الطبقتـين كمـا انهـا تـدعى بمنطقـة الانحـدار الحـراري . وفـي موسـم الشـتاء عنـدما تـنخفض درجـات الحـرارة فـان الطبقـة السـطحية سـوف تـنخفض درجـة حرارتهـا وتصـبح مسـاوية لمـا هـو الحـال فـي الطبقـة السـفلية وعنـدها يبـدأ تركيـز الاكسـجين بالازديـاد وبـذلك يصـل الـى اعمـاق البحيـرة لـذا سـوف تنعـدم الطبقـة الوسـطية ولا تتواجـد منطقـة الانحـدار الحـراري عندئـذ. وفـي المنـاطق الاسـتوائية البحيـرات ذات درجـة الحـرارة فـي مياههـا السـطحية بـين ٢٠-٣٠ درجـة مئويـة . وتبقـى درجـة الحـرارة دون اخـتلاف ضـمن عمـود المـاء وعلـى مـدار السـنة بسـبب عـدم تغيـر كبيـر فـي درجـة الحـرارة طيلـة فصـول السـنة المختلفـة .يـتم تعـويض الاكسـجين المـذاب الـذي يـزود الطبقـة الدافئـة خـلال التبـادل الغـازي مـع الغـلاف الجـوي وكـذلك خـلال اسـتمرارية كميـة الاكسـجين المـذاب فـي الطبقـة البـاردة السـفلى نتيجـة اسـتهلاكه مـن قبـل المحلـلات فـي تحلـل الرواسـب وبقايـا الكائنات في قاع البحيرة .

يقسـم علمـاء البيئـة البحيـرات الـى عـدة انـواع اعتمـادا علـى بعـض الصـفات او العوامـل البيئيـة او منشـأ البحيـرة أو موقعهـا وغيرهـا مـن الاسـس ، حيـث تصـنف حسـب الانتاجيـة الـى بحيـرات قليلـة التغذيـة وعـادة هـذه البحيـرات تكـون عميقـة جـدا والمنطقـة السـفلية تكـون كبيـرة الحجـم ودرجـة حرارتهـا منخفضـة والمـواد العضـوية العالقـة والمتواجـدة علـى القـاع قليلـة . كمـا انهـا فقيـرة نسـبيا بالمغـذيات كـالنيتروجين والفسـفور والكالسـيوم ، وتكـون كميـة الاكسـجين الـذائب مرتفعـة فـي الاعمـاق المختلفـة وعلـى

مدار السنة وتكون الكتلة الحية صغيرة. او بحيرات غنية التغذية وتكون مياهها دافئة نسبيا وعادة ضحلة نسبيا . وتتواجد المواد العضوية بصورة عالقة او موجودة في القاع بكميات كبيرة كما انها تحتوي على تراكيز عالية من المغذيات . وتتواجد النباتات المائية بكثرة مقارنة مع البحيرات قليلة التغذية. او ان تكون البحيرات عسرة التغذية وهي البحيرات الضحلة وذات درجات حرارة مختلفة ومياهها بنية اللون بسبب وجود مواد عضوية على القاع وكذلك بشكل عالق و بكميات كبيرة وتكون المغذيات بكميات قليلة والاكسجين المذاب كذلك قليل جدا قد يصل الى الصفر بخاصة عند الاعماق والقاع . كما تقسم البحيرات اعتمادا على الملوحة الى بحيرات عذبة وبحيرات مالحة . حيث تكون البحيرات عذبة ذات الملوحة بحدود اقل من (٠.٥ جزء بالألف) كما هو الحال في معظم البحيرات في العالم مثل بحيرة ميشغان وبحيرة الحبانية ، وعادة هذه البحيرات تكون متصلة بالأنهار. و البحيرات التي تتفاوت درجة ملوحتها من منطقة الى اخرى وتحتوي على مياه مالحة تعد بحيرات مالحة مثل الموجودة في بعض المناطق الصحراوية التي تتواجد المبازل الرسوبية في المناطق الجافة حيث تزيد عملية التبخر على الترسيب او الهطول ، مثل بحيرة الرزازة وبحيرة ساوة وبحيرة الملح العظمى في ولاية يوتا غرب امريكا الشمالية . وهذه البحيرات تضم مجتمعا مكونا من انواع قليلة من الاحياء المائية التي تتحمل الملوحة العالية .

التمنطق في البحيرات

اعتمادا على اختراق الضوء في البحيرات يمكن ان يلاحظ ثلاث طبقات او مناطق عمودية وهي :

أ- **المنطقة الضوئية :** وتدعى ايضا المنتجة حيث يكون الضوء بشكل يكفي لحدوث عملية البناء الضوئي للنباتات المائية من ضمنها الطحالب وتشمل هذه المنطقة من سطح البحيرة الى المستوى الذي تصل به شدة الاضاءة ١% بالمقارنة مع كميتها عند السطح وقد يصل العمق لهذه المنطقة في بعض البحيرات ذات المياه الصافية الى منطقة اعمق من منطقة الانحدار الحراري.

ب- **المنطقة الضوئية الوسطية:** لهذه المنطقة كمية من الضوء محدودة جدا لا تكفي لعملية البناء الضوئي.

ج- **المنطقة المظلمة** : وهي منطقة ينعدم فيها الضوء تماما لذا لا تتواجد فيها اية حياة للطحالب وتمتد هذه المنطقة الى قعر البحيرة.

وتحدث عملية التنفس في كل المناطق الثلاث لكنه يلاحظ في المنطقة المظلمة استهلاك الاوكسجين بشكل كبير بسبب عدم تعويضه من جهة الانعدام عملية البناء الضوئي للطحالب وكثرة تساقط المواد العضوية المتأتية من السطح الى المنطقة العميقة والمظلمة والتي تحتاج كميات اكبر من الاكسجين لأكسدتها.

كما يمكن تمييز عدد من المناطق في البحيرة حسب موقعها من حوض البحيرة واختلاف تواجد الاحياء المائية وكما يأتي:

أ- **المنطقة الساحلية :** وهي منطقة ضحلة قريبة من اليابسة وذات عمق محدود يصل الضوء فيها الى القاع وتكون غنية بالأحياء المائية

ب- **المنطقة السطحية :** تقع وسط البحيرة بعيدة عن الساحل ويصلها الضوء بصورة كافية لذا تتواجد فيها الهائمات النباتية وبقية الاحياء المائية التي تتغذى بصورة مباشرة او غير مباشرة ،وتتأثر بالأمواج والتيارات المختلفة .

ج- **المنطقة العميقة :** وهي طبقة المياه التي لا يصلها الضوء وتكون في عمق البحيرة . لذا لا يتوقع تواجد الطحالب في هذه المنطقة في حين تتواجد الاحياء المائية المستهلكة والمحللة.

٢- **المياه الجارية :** تتواجد المياه الجارية في المسطحات المائية كالأنهار والجداول والينابيع وهي اقل عمقا وتياراتها اكثر اضطرابا بالمقارنة مع المياه الساكنة . وتكون حركة المياه فيها مستمرة وباتجاه واحد وتتميز بتهوية جيدة وذات امتزاج جيد في كتلتها المائية بسبب حركة المياه المستمرة مما تتأثر درجة حرارتها بحرارة الجو ، ولا وجود للتدرج الحراري في عمود الماء بسبب عمقها القليل وحركة المياه . وتعتمد انتاجية المياه الجارية على نوعية المواد المغذية الموجودة وكميتها . ولا تعد كمية الاكسجين المذاب من العوامل المحددة عادة عدا حالة تدفق فضلات المجاري فيها او مخلفات بعض المصانع مثل مخلفات الصناعات الغذائية والتي تحمل كميات كبيرة من المواد العضوية. وتكون سرعة تيار المياه متباينة في الانهار حسب الموقع ، وهي عامل محدد لنوعية الاحياء وعددها . وتتكيف بعض الاحياء المائية مع سرعة التيار بالالتصاق على الصخور كما يحدث لبعض انواع الطحالب الخضر وتقوم الحيوانات بتكوين اجهزة امتصاصية تساعدها على الثبات مثل افراخ الضفادع ، بينما القواقع تساعدها بطونها بالالتصاق بالصخور. تقل سرعة التيار في المجرى الاسفل من الانهار فتظهر الرواسب في القاع وترتفع انتاجية هذه المواقع وتظهر انواع مختلفة من والاسماك ونباتات مائية طافية . كما تنتشر عدد من النباتات المائية الوعائية بخاصة عند ضفاف الانهار مثل نبات القصب والبردي وغيرها.

الاحياء في المياه العذبة

تتواجد الاحياء المائية بأنواعها المختلفة في البيئات المياه العذبة التي تتكيف لمثل هذه الظروف . ومن اهم الاحياء هي :

المنتجات : وتشمل الطحالب بشكل طافي او هائم ضمن عمود الماء او عالق على سطح ما ، ومنها الطحالب الخضر والطحالب الحمر والطحالب الصفر ، الا ان الطحالب البنية لا تتواجد في البيئة العذبة. والنباتات الوعائية وتكون في ثلاث مجاميع هي النباتات البارزة وتصل جذورها الى قاع المسطح المائي في حين ان اوراقها وجزء من الساق تكون بارزة فوق سطح الماء، ونباتات طافية وتطفو بكامل اجسامها فوق سطح المياه ، ونباتات الغاطسة وتكون مغمورة بصورة كاملة تحت سطح الماء .

المســـتهلكات : وتشـــمل مســـتويات مختلفـــة وهـــي المســـتهلكات الاوليـــة وتشـــمل الهائمـــات الحيوانيـــة والحيوانـــات القاعيـــة وبعـــض انـــواع يرقـــات الحشـــرات التـــي تتغـــذى بشـــكل مباشـــر علـــى المنتجـــات، والمســـتهلكات الثانويـــة تضـــم الحيوانـــات التـــي تتغـــذى علـــى حيوانـــات اخـــرى والتـــي تشـــمل اللافقاريـــات الكبيـــرة كالحشـــرات المائيـــة والقشـــريات ، والمســـتهلكات الثالثيـــة وتضـــم الحيوانـــات التـــي تتغـــذى علـــى المســـتهلكات الثانويـــة والتـــي تشمل الاسماك والبرمائيات والزواحف والطيور.

المحلـــلات : تضـــم الكائنـــات المحللـــة كـــلا مـــن البكتيريـــا والفطريـــات التـــي تعـــيش فـــي الميـــاه العذبـــة وتتغـــذى هـــذه الكائنـــات علـــى بقايـــا اجســـام الكائنـــات الميتـــة والمـــواد العضـــوية المتواجـــدة فـــي قـــاع المســـطح المـــائي فضـــلا ممـــا موجـــود فـــي عمـــود الميـــاه . وتســـاعد هـــذه الاحيـــاء فـــي تـــدوير المـــواد المغذيـــة كـــالنيتروجين والفســـفور والعناصـــر الاخـــرى فـــي النظام البيئي المائي .

<u>العلاقات الحيوية</u> :

ينشـــأ المجتمـــع الحيـــوي عنـــدما يعـــيش نوعـــان فـــي الاقـــل مـــن الكائنـــات الحيـــة و عـــادة يكـــون اكثـــر مـــن نـــوعين فـــي نفـــس البيئـــة أو النظـــام البيئـــي .ان مفهـــوم المجتمـــع البيئـــي يتضـــمن فهـــم التفاعـــل الحاصـــل ســـلبا او ايجابـــا بـــين المجموعـــات المختلفـــة فـــي ذلـــك النظـــام البيئـــي ولـــيس المهـــم حجـــم ومســـاحة المكـــان او عـــدد الانـــواع لكـــل نـــوع مـــن الانـــواع . وهنـــاك شـــبكة مـــن التفـــاعلات التـــي تـــرتبط بهـــا الانـــواع المختلفـــة مـــن الكائنـــات الحيـــة حيـــث لا تتواجـــد انـــواع الكائنـــات المختلفـــة وحـــدها فـــي الطبيعـــة بـــل مـــع العديـــد مـــن انـــواع اخـــرى وضـــمن مســـاحة معينـــة . وتكـــون هـــذه التفـــاعلات مباشـــرة وجليـــة كمـــا فـــي السلاســـل الغذائيـــة وقـــد تكـــون تفـــاعلات اخـــرى اكثـــر تـــأثيرا ولا تتضـــمن التغذيـــة الضـــرورية . وبعضـــها تعاونيـــا ونافعـــا لواحـــدة او اكثـــر مـــن الجماعـــات المتفاعلـــة بينمـــا يكـــون بعضـــها الاخر تنافسيا او محددا للجماعات المتفاعلة.

وتتمثـــــل التفـــــاعلات التعاونيـــــة بالتعـــــايش Commensalism والتبـــــادل Mutualism التـــي تعـــد انمـــاط متخصصـــة للتكافـــل Symbiosis فـــي حـــين تتمثـــل العلاقـــات التنافســـية او المحـــددة بـــالافتراس Predation والتطفـــل Parasitism بمـــا ذلـــك الامـــراض المعديـــة بجميـــع انواعهـــا والتنـــافس البيونـــوعي Interspecific competition والتضـــادية Amensalism او التضـــاد الحيـــوي Antibiosis ولا بـــد مـــن المعرفـــة بالمبـــادئ البيئيـــة المتضـــمنة فـــي هـــذه العلاقـــات المتخصصـــة لـــلإدراك الافضل لآليات الجماعة ضمن مجتمع ما.

ان الدلائل عن وجود مثل هذه العلاقات واضحة . فالمجموعة السكانية لنوع معين تختلف في حالة وجودها او حالة غيابها مع مجموعة سكانية تعود لنوع اخر. وان كل علاقة من هذه العلاقات قد تتغير تحت ظروف مختلفة او خلال الادوار المتعاقبة من تاريخ دورات حياة الانواع المتفاعلة. وقد يظهر نوعان في وقت ما علاقة تطفل على سبيل المثال وفي وقت لآخر علاقة معايشة وفي وقت ثالث تعادلا وهكذا .

كما ان مصطلح التكافل يعني العيش معا Living together حيث يشير في معناه الاوسع الى علاقة من اي طراز بين اثنين او اكثر من الكائنات الحية . فقد تكون العلاقة التكافلية نافعة او ضارة للكائنات المتفاعلة، وقد اصبح التكافل بالاستعمال الشائع يعني بالمقام الاول تلك العلاقات التي تكون نافعة او محفزة لواحدة او اكثر من الجماعات المتفاعلة . فالعلاقة التي تتفاعل فيها جماعتان بطريقة ما حيث انها تكون نافعة لكليهما فان هذا التفاعل يطلق عليه بالتبادل Mutualism.

وبصورة عامة يمكن اختصار جميع هذه العلاقات والتداخل بين الانواع بالعلاقات السالبة الموجبة كما يأتي :

اولا العلاقات السلبية وتشمل :

١- **التنافس** : يعرف التنافس على انه علاقة عدائية كنتيجة للاستخدام المتبادل لموارد طبيعية محدودة في الموطن البيئي . و يعد التنافس احدى التفاعلات بين الجماعات السكانية لنوعين او اكثر والذي يؤثر عكسيا في نموها وبقائها ويكون التنافس على نوعين ، اما التنافس من اجل الموارد او التنافس الداخلي ، وقد يحدث التنافس بين نوعين او اكثر او قد يحصل بين افراد النوع الواحد . ويكون غالبا من اجل امور مختلفة من اهمها المكان والغذاء والضوء من المتطلبات الضرورية الاخر لبقاء النوع.

وقد يحدث التنافس بين نوعين أو اكثر أو قد يحصل بين افراد النوع الواحد وقد يكون التنافس غالبا من اجل امور مختلفة من اهمها المكان و الغذاء والضوء من المتطلبات الضرورية الاخرى لبقاء النوع. ولنتائج التنافس أهمية بيئية كبيرة ويعد التنافس من احدى المقومات الميكانيكية للانتخاب الطبيعي. او قد ينتج عنه بان يحل احد النوعين المتنافسين محل النوع الاخر في ذلك المكان او يجبره على الرحيل

الى مكان اخر او يستخدم غذاء اخر من مورد اخر. ولوحظ ان الانواع المتقاربة ومتشابهة الموطن غالبا ما توجد في اماكن مختلفة ، وان وجدت في نفس المكان فيجب عليها استخدام غذاء مختلف او نشاط مختلف. اي يجب ان يكون لها مركز بيئي مختلف. ويمكن القول انه لا يمكن لنوعين لهما نفس المركز البيئي ان يبقيا . الا ان الانواع وخاصة المتشابهة فسلجياً او مظهرياً لدرجة ان يكون لهما نفس متطلبات المركز البيئي وليستمرا بالبقاء يجب ان يحتلا مراكز مختلفة . اي بمعنى اخر يجب ان ينعزلا بيئيا وهذا العزل بين الانواع المتقاربة جدا يعرف بمبدأ الاقصاء التنافسي او الاقصاء البينوعي . ويوجد هذا النوع من العلاقات بين النباتات من خلال الصراع الذي تقوم به النباتات على احتلال مساحة اكبر افقيا وعموديا ، وتكون المنافسة عادة على شكل سباق مع نبات اخر، ويمكن اعتبار هذا النوع من العلاقة احدد محددات المجال الجغرافي فهناك المنافسة على الوصول للضوء ، وهناك منافسة اخرى على الماء خاصة بين النباتات في المناطق شبه الجافة والجافة والتي لا يوجد فيها كميات كافية من الماء لفترة طويلة من ايام السنة ، اما النوع الاخر من المنافسة فيمكن ان تقوم بين الجذور من اجل الحصول على مواد غذائية اكثر من غيرها. ويمكن ان يؤخذ بنظر الاعتبار اخذ قاعدة الاقصاء التنافسية في موضوع السيطرة البيولوجية . حيث ان بعض الانواع قد تكون ناقلة لمرض منها ونوع اخر منافس له يكون غير ناقل وبذلك يمكن ان يحدث اقصاء لذلك النوع الضار. واليات الاقصاء التنافسي بين الانواع المتقاربة تتباين بدرجة كبيرة وقد يكون تفوق نوع اخر مباشرا الى حد العدوان السلوكي المجرد الذي يقوم فيه احد الانواع بطرد النوع الاخر بعيدا .

٢- **الافتراس** : يشير الافتراس الى اقتناص حيوان لحيوان حي اخر من اجل الغذاء . ويعد الافتراس ذا اهمية خلال ثلاثة مستويات وهي :

أ- تأثير الافتراس في تحديده لتوزيع ووفرة السكان ففي حالة تأثيره على الآفات يعد ذا فائدة بيئية ، في حين في حالة تأثيره على الفرائس المهمة بالنسبة للإنسان فيعد ضارا.

ب- تساهم بعض حالات الافتراس في تنظيم المجتمعات

ت- يعد الافتراس قوة رئيسة في الانتخاب الطبيعي حيث ان العديد التكيفات التي تلاحظها بوضعها وسائل التحذير والتلون ، كلها توضح مساهمة علاقة الفريسة بالمفترس في التطور.

في احدى الدراسات اجريت في ولاية اريزونا الامريكية تم توضيح دور الافتراس في تنظيم اعداد سكان الفريسة بإحصاء عدد الغزلان كالأسود والذئاب فضلا عن منع صيد الغزلان فقامت الغزلان بالقضاء على جميع المؤن الغذائية المتوافرة في المنطقة . فانعدام المفترسين ادى الى زيادة كبيرة في اعداد الفريسة وهذا ادى الى زيادة استهلاك الغذاء المتوافر لهم مما ادى الى اخلال التوازن بين اعداد الفرائس والبيئة نتيجة فقدان الموازنة بين اعداد الفريسة والمفترس. حيث ان الافتراس يزيل بصورة اختيارية حديثة السن والمعمرة والمريضة او المصابة من جماعة الفريسة . كذلك نتيجة على قلة الفرائس فان المفترسات تقل .

يعد الافتراس علاقة مثيرة الى حد كبير بين جماعات حيوانية متباينة . وقد انشأ الانتخاب الطبيعي تكيفات هائلة عن الافتراس . فقد جلب انتباه علماء الطبيعة وعلماء البيئة بدرجة ملحوظة. فقد أظهرت عدة دراسات ان الافتراس يزيل بصورة اختيارية حديثة السن والمعمرة والمريضة او المصابة من جماعة الفريسة . فعند ازالة تلك الافراد والتي يمكن اقتناصها من الجماعة ، يميل الافتراس لإزالة الافراد البطيئة والضعيفة والعاجزة . في حين تكون الحيوانات النشيطة والسليمة والجيدة التكيف أقل عرضة للوقوع ضحية المفترس. الا ان هناك استثناءات لذلك حيث لا يكون الافتراس انتخابيا فطيور السنونو التي تتغذى على حشرات العث والذباب و آكل النمل الذي يتغذى على مستعمرة نمل ، هنا لا يوجد تمييز بين الافراد السليمة والقوية والنشيطة والضعيفة ، وفي مثل هذه الحالات التي تتضمن اعداد كبيرة فان جماعة الفريسة تظهر انتاجية كبيرة تمكنها من استيعاب هذه الوفيات الجماعية.

والفرائس من الحيوانات تحاول ان تتبع وسائل لتفادي المفترسات وبطرق مختلفة مثل محاولة الهرب والتكيف بالرائحة والصوت والالوان والهيئة والحركة فالسلوك او المظهر الخارجي للحيوان يون من الصعب اكتشافه من قبل المفترس، ولا يمكن للنباتات التخلص من اعدائها ما تفعل الحيوانات كونها ساكنة ، لكنه تتواجد في بعض النباتات تحولات مظهرية مثل وجود الشعيرات والاشواك والزوائد التي من شانها ابعاد الرعي عنها ، وبعضها تصدر مواد كيماوية والتي عبارة عن نواتج عرضية لبعض الفعاليات الايضية في النباتات كالمواد التانينية Tanins التي يكون تأثيرها اما جعل المادة الغذائية غير قابلة للهضم وبذلك تقل قيمتها الغذائية او ان بعض منها يرتبط بالأنزيمات الهاضمة وثبط عملها. وهناك مواد سامة تتواجد في بعض المركبات الكيماوية كالسيانيد في النباتات تبعد عنها العواشب.

٣- **التطفـــل** : تشـمل العلاقـة التطفليـة كـون كـائن حـي يعـيش بـداخل او علـى جسـم كـائن حـي اخـر يسـتمد غـذاءه منـه وبـذلك يـؤدي ضـررا لـه يصـل ال حالـة المـوت ، وبـذلك يتشـابه مفهـوم التطفـل مـع مفهـوم الافتـراس ، الان الاخـتلاف فـي ان الطفيليـات لهـا قابليـة تكـاثر عاليـة وتخصـص كبيـر للعوائـل بالمقارنـة مـع المفترسـات . وقـد يكـون طفيليـا مؤقتـا كمـا فـي حالـة قـرادة الخشـب او قـد يكـون مقيمـا بصـورة اكثـر دائميـة كمـا فـي حالـة الـدودة الشـريطية . امـا الضـرر الـذي يسـببه الطفيلـي للمضـيف فانـه قـد يكـون ضـئيلا نسـبيا او ضـرر معينـا ومتفاوتـا ويصـل المـوت فـي اشـده. والتطفـل ظـاهرة شـاملة فعليـا فـي جميـع الكائنـات الحيـة تشـمل النباتـات والحيوانـات وغيرهـا وتوجـد الطفيليـات الداخليـة فـي الحيوانـات الفقاريـة ضـمن الاجهـزة الرئيسـة للجسـم ، وانهـا توجـد بصـورة اكثـر شـيوعا فـي اجهـزة الهضـم والـدوران والاجهـزة البوليـة والتناسـلية. كمـا تتواجـد الطفيليات الخارجية على الجلد او داخل الجلد و ملحقاته كالشعر والحراشف.

ويسـتخدم تعبيـر الطفيلـي عـادة لوصـف الكائنـات الصـغيرة التـي تعـيش مـثلا امـا فـي داخـل او علـى جسـم العائـل او المضـيف ليكـون مصـدر للطاقـة وموطنـا يعـيش عليـه الطفيلـي . والطفيليـات لهـا قابليـة تكـاثر عاليـة مقارنـة مـع المفترسـات ، وتكـون متخصصـة اكثـر مـن ناحيـة التراكيـب والفعاليـات الايضـية ودورة الحيـاة متوافقـة مـع ظـروف البيئـة الداخليـة الخاصـة وظـروف انتشـارها الخاصـة مـن مضـيف الـى مضـيف اخـر. وقـد اسـتطاع الانسـان ان يسـتخدم الطفيليـات فـي مسـعاه لتنظـيم او السـيطرة علـى سكان الآفات.

٤- **التضـــادية والتضـــاد الحيـــوي** تعـد التضـادية مـن العلاقـات التـي يـتم فيهـا تثبـيط جماعـة واحـدة فـي حـين تكـون الجماعـة الاخـرى غيـر متـأثرة . فعلـى سـبيل المثـال فـان تضـليل نباتـات معينـة تحـت الأشـجار العاليـة فـي الغابـة ، فـان الاشـجار العاليـة سـوف تقلـل مـن كميـة الضـوء ونوعيتـه الـذي يصـل الـى سـطح الغابـة ، ولا يمكـن للكثيـر مـن النباتـات الحصـول علـى كفايتهـا مـن الضـوء . لـذا فـان النباتـات التـي تتحمـل الظـل يمكن لها العيش في مثل هذه الظروف .

امـا التضـاد الحيـوي فهـو نمـط معـين مـن التضـادية حيـث يقـدم كـائن حـي بإنتـاج مـادة ايضـية بوصـفها ناتجـا عرضـيا تكـون سـامة لكائنـات حيـة اخـرى . ومـن امثلتهـا العفـن الـذي ينـتج مـادة حيويـة مضـادة تسـبب مـوت العديـد مـن البكتيريـا (ومنـه اسـتفاد الانسـان تطـوير مفهـوم المضـادات الحيويـة فـي الطـب السـريري).كما تنـتج العديـد مـن الفطريات والطحالب مواد ايضية تقوم بتثبيط النمو البكتيري.

ثانيا : العلاقات الايجابية

وتتمثل بالتكافل وتعني ان هناك تبادل ايجابي و التعاون ويظهر التعاون بين الحيوانات لتتشارك فيما بينها من أجل الحفاظ على التوازن ومثال ذلك ذئاب منطقة هاييتي والتي تظهر بشكل قليل او نادر كأمثلة معزولة وكذلك الحال فان النحل والنمل تعطي افضل الامثلة على التعاون فيما بين الاحياء. و التعايش و يطلق على الارتباطات الوثيقة المختلفة بين الكائنات الحية من انواع مختلفة مصطلح التعايش . كما ان هناك انواع من هذه الارتباطات من اهمها :

أ- **تبادل المنفعة** وهنا يستفاد النوعان المتفاعلان من هذه العلاقة والتي تكون اجبارية او اختيارية ومهمة لبقاء كلا النوعين . ويتمثل التبادل بصورة تقليدية بالترافق بين الطحالب والفطريات لتكوين الاشنات حيث تجهز الفطريات الهيكل والرطوبة ومواقع التعلق التي تنمو فيها خلايا الطحالب . و تقوم الطحالب بإنتاج الغذاء لنفسها وللفطريات معا . كذلك العلاقة بين جذور البقوليات وبكتيريا تثبيت النيتروجين حيث تجهز الجذور موطنا لمعيشة البكتيريا من مكان ورطوبة وتجهز البكتيريا النيتروجين بعد تثبيته على هيئة نترات تسطيع جذور النباتات امتصاصه .

ب- **المعايشة** تكون بين نوعين مختلفين لكن احدهما يستفيد من الاخر لان النوع الاخر لا يستفيد وفي نفس الوقت لا يتضرر . يلاحظ ان عددا من الكائنات الحية الكبيرة يمكن ان توفر موطن او ملجأ لكائنات حية اخرى . فعلى سبيل المثال ان الاشجار الكبيرة في الغابات تعد موطن لعدد من الحيوانات التعايشية كأنواع مختلفة من الطيور حيث تسكن فيها وتتكاثر وتضع بيوضها وتربي افراخها دون الضرر لتلك الاشجار . كما توفر الفجوات الموجودة بين الجذور الداعمة ملاجئ للخفافيش وضفادع الشجر والسحالي والحشرات وغيرها من حيوانات اخرى. كما ان معظم الحيوانات وبضمنها الانسان تحوي على متعايشات داخلية ، فالقناة الهضمية للإنسان مأهولة بأنواع مختلفة من البكتيريا والحيوانات الاولية والتي لا تكون متطفلة ولا مرضية ولكنها تكون متخلفة في القناة الهضمية مثل حيوان Endamoeba coli . وقد تنمو بعض الطحالب على ظهور السلاحف التي توفر الطحالب موطنا للعيش والتكاثر في حين لا تتأثر السلاحف . وهناك امثلة عديدة لمثل هذه الطحالب التي تعيش على سطوح الحيوانات او تعيش على نباتات او طحالب اخرى وهذا ما يلاحظ في البيئة المائية.

الدورات الحيوية الارضية الكيميائية :

تعد الكرة الارضية الكوكب الذي تتواجد فيه الحياة بمختلف صورها في نظام مغلق ، مما يعني ان الموارد الطبيعية لهذا النظام لا يحصل فيها زيادة أو نقصان بل يمكن ان تتحول من شكل لآخر وتهاجر من منطقة الى اخرى بفعل عوامل الطبيعية وتدخلات الانسان والاحياء . و العلاقة بين الكائن الحي ومحيطه الذي يتواجد فيه هي علاقة معقدة جداً. اذ يتبع النظام البيئي دورات تدويرية ، حيث تأخذ الكائنات الحية موادها الغذائية لتعيش وتنمو ثم تعيدها للبيئة بعد موتها وتحللها . ان عملية انتقال بين مكونات الغلاف الحيوي لمختلف العناصر تحت تأثير العوامل الطبيعية المختلفة او بواسطة العمليات الحيوية والانتاج والاستهلاك والتحلل التي تحصل في سلاسل وشبكات الغذاء ، ثم اعادة هذه العناصر الى البيئة مرة اخرى تدعى بالدورات البيوجيوكيميائية (او الدورات الحيوية الارضية الكيميائية) Biogeochemical cycles او الدورات الارضية الحية . ومن التدقيق بهذا المصطلح نستنتج اركانه الاساسية هي الارض والاحياء والعنصر الكيميائي .والجزئيان الارضي والكيميائي هما مكونان غير حيان ، وهما مركز او قطب التخزين او العامل المجهز للدورة ، فيما يشكل الجزء الحي العامل الناقل او المدور لمكونات هذه الدورات :

١. **الجزء الجيولوجي (الارض) :** وهو يعد المخزون الدائم لجميع العناصر الكيميائية الداخلة للدورة سواء كان هذا الجزء بشكله الصلب كالتربة والصخور او السائل كالماء او الغازي كالهواء
٢. **الجزء الكيميائي :** والمتمثل بالعناصر الكيميائية التي عرف منها لحد الان اكثر من ١٠٨ عنصر كيميائي بصورة مختلفة ، وهذه العناصر اما تدخل مباشرة في بناء المادة العضوية والجزيئات الكبيرة مثل الكربون والهيدروجين والاكسجين والنيتروجين حيث تشكل اكثر من ٩٧% من المادة الحية (الكتلة الحية) وتدعى مجموعة العناصر الرئيسة ، اما المجموعة التي تدعى بالعناصر الثانوية والتي تضم الكالسيوم والمغنيسيوم والفسفور والبوتاسيوم والكبريت والكلور والصوديوم والحديد وغيرها فهي تدخل في بناء الجسم والهيكل والعظام في الحيوانات او الاوراق والاق كما في النباتات وتشكل ما مقداره ٦.٣% من الكتلة الحية للكائنات ، وتدعى بالعناصر الثانوية ، أما النسبة الباقية ٥.٠- ٤% من الكتلة الحية فيدخل في تركيبها بقية العناصر التي توجد بنسب بسيطة جدا في الطبيعة وتدعى بالعناصر النادرة مثل الكلور والسليكون وغيرها ، وهذه العناصر على قلتها الا ان حاجة الاحياء لها تعد اساسية ولا يمكن الاستغناء عنها ، واحيانا تسمى بالعناصر المحددة للنمو لبعض الاحياء.
٣. **الجزء الحيوي :** يشمل الكائنات الحية المختلفة المنتجة والمستهلكة والمحللة والتي تشكل السلاسل والشبكات الغذائية في مختلف الاوساط البرية والمائية والتي تعمل على تدوير الطاقة والمادة حيث تقوم بمساعدة الطاقة الضوئية المرئية باشراك العناصر غير العضوية التي تأخذها من

القشرة الارضية في عملية تصنيع الغذاء العضوي الناتج عنها الى مركبات عضوية مختلفة الاشكال داخل اجسام المنتجات او في اجسام المستهلكات المختلفة . ثم اعادته بوسائل الاخراج المعروفة في البيئة بشكل لا عضوي او كنتيجة لنشاط الاحياء المحللة التي تعيد بقايا اجسام المنتجات والمستهلكات بعد موتها الى عناصر اولية ، وتصل في كلتا الحالتين الى الارض مرة اخرى وتدخل الدورة من جديد بمساعدة الطاقة الشمسية التي تعتبر المحرك الاساسي للدروات البيوجيوكيمائية التي تعد سلسلة من التفاعلات التي تحتاج الى طاقة لإدامتها وديمومتها .

انواع الدورات البيوجيوكيميائية :

من خلال معرفة مكونات الدورات البيوجيوكيميائية نلاحظ ان العناصر الاساسية لمكوناتها الثلاثة هي اما غازات موجودة في الغلاف الغازي او ذائبة في الماء او بين جزيئات التربة وفراغاتها او عبارة عن عناصر طبيعية موجودة ضمن القشرة الارضية أو مترسبة في المياه او مشتركة في تركيب ومكونات اجسام الكائنات الحية. لذلك وضع علماء البيئة توصيف لدورات العناصر في البيئة استنادا على طبيعة العنصر الاساسي الذي يدخل في الدورة ونوعية مصدره في الطبيعة وعلى ضوء ذلك تقسم الدورات الى مجموعتين اساسيتين هما:

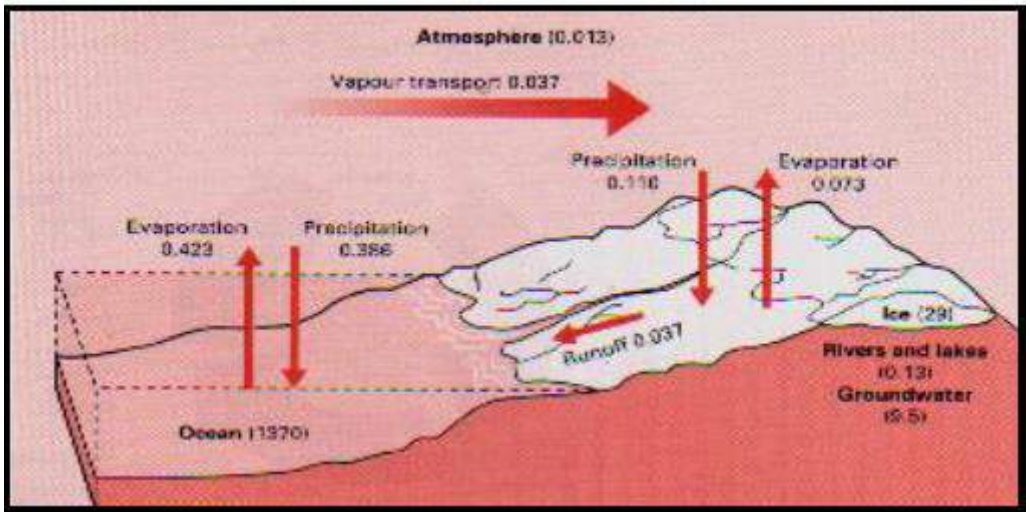
١. **الدورات الشاملة او الكاملة :** تدخل في تكوينها العناصر غير القابلة للنفاذ في البيئة ويمكن ان تتجدد باستمرار بض النظر عن تركيبها الكيميائي وتتمثل بدورات المياه ، الغازات الاساسية الكربون والاكسجين والنيتروجين والهيدروجين وجميع الغازات التي تدخل في تكوين الهواء النقي في طبقة التروبوسفير في الغلاف الغازي ، لذلك يمكن تسميتها بالدورات الغازية لأنه حتى الماء الداخل على شكل بخار الماء ضمن مكونات الغلاف الغازي.
٢. **الدورات المحدودة او غير الكاملة :** وتتمثل بالعناصر القابلة للنفاذ التي يتحدد وجودها في مواقع محدودة في البيئة في الماء او التربة لذلك تسمى احيانا بالدورات الناقصة ، لان عناصرها تنتهي عند مركبات على شكل صخور او خامات رسوبية مختلفة وتكون عملية خروج العنصر المطلوب للتدوير في البيئة منها بطيء جدا ، وفي حالة دخوله الدورة او خروجه منها مباشرة او على شكل فضلات من قبل الكائن الحي يكون من الصعب الحصول عليه بالحالة الطبيعية التي يمكن لهذا الكائن وخاصة النباتات من استخدامه مرة ثانية ومن اهم هذه الدورات دورة الفسفور و دورة الكبريت ودورة العناصر المغذية الضرورية .

اولا : دورة الماء:

يعد الماء اساسا لكل الكائنات الحية ويشكل الجزء الاكبر من اجسام وانسجة معظم الاحياء . ويؤدي دورا مهما ليس فقط بالنسبة لنشوء الانواع في الاحقاب

الجيولوجية الغابرة وفي استمرار الحياة في الكرة الارضية في الوقت الحاضر بل كذلك على المستوى الخلوي والمستوى الجزيئي . ويكون الماء حوالي ٦٠-٩٠% من الوزن الطري لمعظم الاحياء بصورة عامة ونادرا ما تنخفض هذه النسبة وعلى سبيل المثال فان نسبة الماء في البذور الجافة للنباتات والابواغ الكامنة قد تصل الى حدود ١٠ % من وزنها الطري في حين في بعض الحالات قد ترتفع الى اكثر من ٩٨ % كما هو الحال في ثمار بعض النباتات كالخيار والرقي وبعض انواع قناديل البحر.

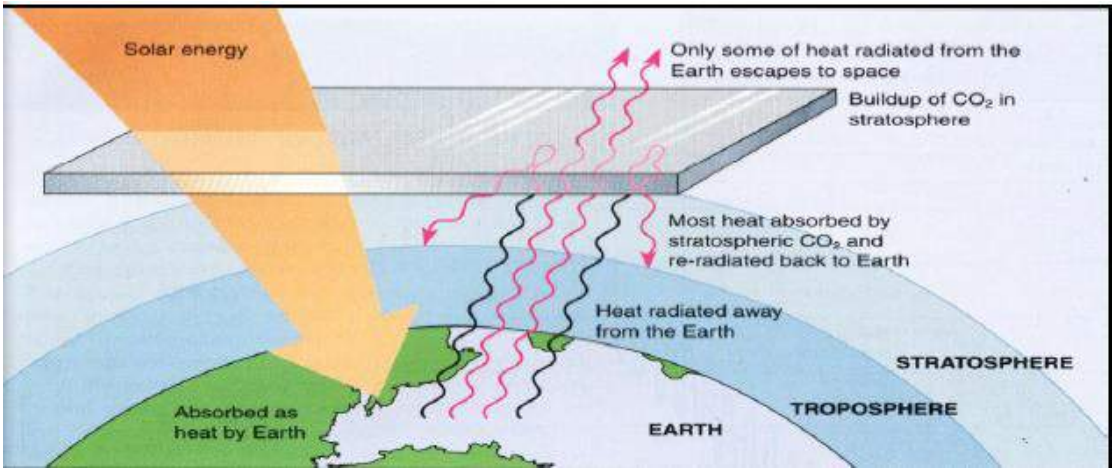
والدورة المائية هي احدى الدورات الطبيعية الشاملة في البيئة كونه يشكل ثلاثة ارباع الكرة الارضية ويتواجد بعدة صور منها الشكل الصلب المتجمد والشكل السائل او يكون داخل اجسام الكائنات وعالق في الغلاف الغازي ، اي انه يدخل في تركيب الاغلفة الاساسية . ودورة الماء سريعة وتحصل بشكل انسيابي يتماشى مع العلاقة المنسقة بين شدة الاشعاع الشمسي والحرارة الناتجة عنه والرطوبة والتبخر والتكاثف والتساقط .



ثانيا : دورة الكربون :

يوجد في الغلاف الغازي على CO_2 ويشكل نسبة بسيطة جدا من تركيبة الهواء النقي حيث لا تتجاوز ٠.٠٣ % من حجمه وتتمركز اغلبها في طبقة تروبوسفير. الا ان هذه النسبة البسيطة تلعب دورا كبيرا جدا في تخليق وتكوين المركبات العضوية التي تعد المادة الحية لمختلف الاحياء واستقرار الانظمة البيئية منذ بداية الخليقة لحد الان . فتبدلات CO_2 في الغلاف الغازي (حتى ولو كانت صغيرة) ممكن ان تحدث تغيرات رئيسة في المناخ تشمل تغيرات في التيارات الهوائية والتبخر والرطوبة

والضغط الجوي وهي من عوامل استقرار المناخ.



وعلى الرغم من قلة ثاني اكسيد الكربونCO_2 الا انه ثابت نسبيا في البيئة وتتزود الطبيعة منه باستمرار بسبب الارتباط بين دورة الاكسجين وثاني اكسيد الكربون والعلاقة بينهما في عملية البناء الضوئي والتنفسي في النباتات والكائنات المثبتة للمادة العضوية وعملية الشهيق والزفير . كما انه موجود بشكل ذائب في المياه بصورة حرة او على شكل كربونات او بيكربونات .

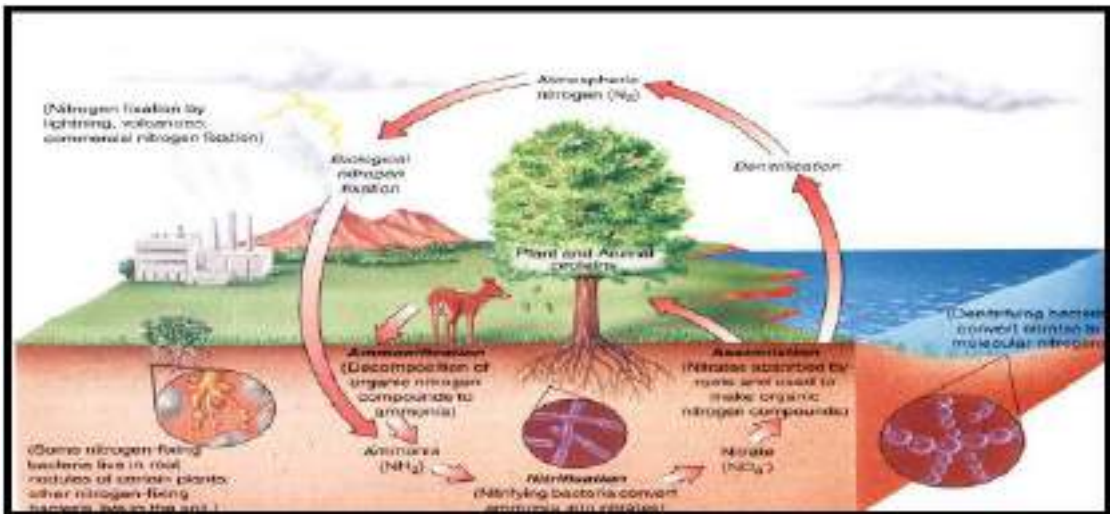
تعمل النباتات الكبيرة بالمحافظة على توازنه في البيئة المائية بعمليات متعددة ، كما يوجد في الحياة ايضا كناتج عرضي لعميات تحلل المواد العضوية التي تصل الى القاع او تكون عالقة بالجسم المائي كبقايا انسجة حيوانية او نباتية او افرازات عضوية .

تمتاز دورة CO_2 بخاصية منفردة عن بقية الغازات الاساسية كون هذا الغاز في حالة زيادته في الغلاف الغازي ، وله قدرة كبيرة اكبر بحوالي ٣٠ مرة من سرعة ذوبان الاكسجين في الماء هذا من جانب ومن الجانب الاخر خاصية الموازنة بين ايون البيكربونات و ثاني اكسيد الكربون حيث تقوم البيكربونات بتعويض اية كمية تسحبها النباتات المائية وفي حالة زيادته يتحول الى بيكربونات لذلك فهو في حالة توازن نسبي ثابت في المسطحات المائية التي تشكل ٧١% من الكرة الارضية ، وهذا ينعكس على انتشاره واستقراره في الطبيعة بشكل عام نتيجة لعمليات التبخر والذوبان المتبادلة بين الماء والغلاف الغازي.

ثالثا دورة النيتروجين :

من اوسع الغازات انتشارا في الغلاف الغازي ٧٩% من حجم الهواء النقي وبالرغم من هذه النسبة الا ان الاحياء سواء نباتات او حيوانات لا تستطيع اخذه مباشرة من الهواء لأنه سام لذلك يجب ان يتحول الى شكل مركب يمكن امتصاصه من قبل النبات عل شكل نترات او مع مصادر الغذاء الحيواني للحيوانات ، فهو مصدر غذائي مهم كونه يدخل في بناء وتركيب البروتينات والصبغة الخضراء واحماض امينية ودهون والمادة الوراثية وغيرها من المركبات الضرورية لحياة الكائنات الحية . تعد دورة النيتروجين اكثر الدورات الغازية شمولا واستقرارا ،

ومخـزون هـذا العنصـر فـي الانظمـة البيئيـة سـواء كانـت بريـة او مائيـة دائمـا مسـتقر وبكميـات كبيـرة . كمـا انهـا مـن اكثـر الـدورات الغازيـة تعقيـدا وصـعوبة والسـبب ان العنصـر يمـر بسلسـلة مـن التحـولات فـي البيئـة وفـي داخـل اجسـام الكائنـات الحيـة . وتتمثـل دورة النيتـروجين بالتثبيـت الحيـوي اولا وتقـوم بـه انـواع مـن البكتيريـا والطحالـب والاوليـات ، ثـم التثبيـت الجـوي اذ يتـأين الغـز ثـم يتحـول الـى نتـرات تتسـاقط مـع الامطـار علـى التربـة والميـاه ثـم تمتصـه احيـاء التربـة المجهريـة ليـدخل فـي عمليـة البنـاء وتخليـق البروتينـات ، وفـي انعـدام الاكسـجين (ظـروف لاهوائيـة) وارتفـاع الحـرارة فـي المـاء والتلـوث العضـوي تنشـط انـواع مـن البكتيريـا و تنتـزع النيتـروجين باختزالـه مـن النتـرات الموجـودة فـي المـاء وطرحـه الـى الغـلاف الجـوي .



رابعا دروة الفسفور:

يعتبرهـا علمـاء البيئـة مـن اهـم دورات العناصـر الرسـوبية بسـبب دوره فـي بنـاء المـادة الحيـة الاوليـة للخلايـا فـي جميـع الاحيـاء مـن جهـة واشـتراكه فـي تكـوين المـادة الوراثيـة مـن جهـة اخـرى . يمـتص الفسـفور بواسـطة النباتـات والطحالـب المائيـة علـى هيئـة فوسـفات ذائبـة ويسـتخدم فـي البنـاء الخلـوي فيهـا بعـد ذلـك ينتقـل مـن خـلال السلاسـل الغذائيـة الـى اجسـام المسـتهلكات والمحلـلات وبعـد مـوت هـذه الاحيـاء وتحلـل اجسـامها يعـود الفسـفور بصـورة فوسـفات الـى التربـة او الميـاه بواسـطة بكتيريـا الفوسـفات ليعـاد امتصاصـه مـرة اخـرى مـن قبـل المجمـوع الجـذري للنبـات او بالنفـاذ فـي حالـة الطحالـب والاحيـاء المائيـة البسـيطة . وبعـد انتهـاء دورة العديـد مـن الكائنـات المائيـة ذات الـدورات الحيـاة القصـيرة كالطحالـب والقشـريات والعديـد مـن الاوليـات والبكتيريـا وغيرهـا يعـاد مـرة اخـرى الـى المـاء .ورغـم ان فقـد هـذا العنصـر فـي الانظمـة البيئيـة المتوازنـة يكـون قليـل الا ان علمـاء البيئـة قلقـون مـن امكانيـة نفـاذ هـذا العنصـر الحيـوي (المحـدد لنمـو العديـد مـن الاحيـاء فـي البيئـة) مـن مواقعـه لعـدة اسـباب منهـا طبيعيـة (كميـة المفقـود لا تسـاوي المعـاد الـى البيئـة) ومنهـا بشـرية (يسـتخدم فـي الصناعة).

خامسا دورة الكبريت والعناصر الثانوية :

الكبريت واحد من مجموعة من العناصر تسمى بالعناصر الثانوية التي تشمل الكبريت والمغنيسيوم والكالسيوم وسميت بالثانوية لان النباتات تحتاجها بكميات قليلة كأسمدة تربة مقارنة مع غيرها من العناصر الغذائية الكبرى كالبوتاسيوم والفسفور . والكبريت من الناحية الحيوية يدخل في تركيب وبناء العديد من الاحماض الامينية التي تشكل العمود الفقري بناء جزيئات البروتين كما له دور فعال في تكوين العديد من الانزيمات الجسمية والفيتامينات المنشطة للجسم ، و له دور كبير في عملية تكوين البذور والتسريع في عملية نضج الثمار ، ويمكن الحصول عليه من الهواء الجوي او من التربة . يحصل عليه النبات عن طريق الجذور واستعماله في عملية البناء الخلوي وينتقل من خلال السلاسل الغذائية ويطرح مع الافرازات الجسمية المختلفة او بعد موت الاحياء المنتجة او المستهلكة ويعاد بعمليات التحلل . ودورة الكبريت كغيرها تتأثر بعمليات فقد وخسارة في النظام البيئي عن طريق غسل وري التربة ، وتسرب المياه من طبقاتها المختلفة الى المصادر النهرية والمياه الجوفية . بالإضافة الى خسارة الكميات التي تشترك في تكوين البذور والثمار التي تستهلك ، ولذلك يجب تعويض هذه الكميات عن طريق استخدام الاسمدة الكبريتية في الدورات والعمليات الزراعية بصورة مستمرة. اما العناصر الثانوية الاخرى فإنها تلعب دور مهم في حياة المنتجات النباتية بشكل خاص حيث يؤدي الكالسيوم العديد من الوظائف منها انه يساهم في انتشار ونمو البكتيريا التكافلية التي تكون العقد الجذرية التي تساعد على تثبيت النيتروجين حيويا ، اما عنصر المغنيسيوم يشكل الحلقة الوسطى في جزئية الكلوروفيل النباتي وتنشيط عملية التنفس .ويفضل وجوده في البيئة بحالة توازن مع عنصر الكالسيوم لانهما يعملان على زيادة القدرة التبادلية للأيونات الموجبة من والى داخل الاغشية الخلوية لجميع الاحياء.

<u>الاهمية البيئية لدراسة الدورات البيوجيوكيميائية :</u>

ان عملية انتقال ودوران العناصر الضرورية لإدامة الحياة والعلاقة التفاعلية بين الكائن الحي وبيئته والمتمثلة بأخذ العناصر المغذية من الاغلفة الاساسية المكونة للغلاف الحيوي والمتمثلة بالماء والتربة والهواء ، هذه العناصر كالكربون على شكل ثاني اكسيد الكربون والاكسجين والنيتروجين والماء والكثير من العناصر الطبيعية الاخرى التي تحتاجها الكائنات الحية في ادامة حيويتها ونشاطاتها الأيضية وادخالها في سلسلة من التحولات من الشكل غير العضوي (عناصر اولية) الى الشكل العضوي (غذاء مصنع) بعملية البناء الضوئي ثم اعادته الى الشكل غير العضوي مرة اخرى على شكل (عناصر اولية) بعملية التحلل والهضم والاخراج وما يرافق ذلك من تحرير طاقة حرة الى البيئة ، كلها عوامل تجعل او تسبب تباين واختلاف في اعداد وانواع الكائنات الحية في منطقة بيئية ما عن ما هو موجود في منطقة بيئية اخرى؛ وذلك نتيجة لعدة عوامل منها وفرة وطبيعة العناصر الداخلة في عملية التحول هذه ، و كفاءة الكائنات الحية التي تقوم بسلسلة التحولات ، و الظروف البيئية المحيطة بهذه الكائنات الحية والتي تؤثر بشكل كبير على سرعة

التحول ومقداره (كالحرارة ، الرطوبة ، شدة الاشعاع الشمسي والعوامل الكيميائية المختلفة بالإضافة الى العلاقات الجانبية الناشئة بين الاحياء ذاتها. لذلك فان متابعة مسار انتقال اي عنصر من عناصر الدورات البيوجيوكيميائية من الحالة غير العضوية الى الحالة العضوية ومنها الى الشكل غير العضوي مرة اخرى في اية جزء من الطبيعة تسهل على الباحث عملية ادراك وتفسير العلاقات الناشئة بين الكائن الحي ووسطه اولا وبين الكائن الحي وافراد نوعه والانواع الاخرى في مجتمعه من جهة ثانية؛ لان مسارات هذه العناصر مهما اختلفت طبيعتها وشكل دورتها فان النتيجة تتبع نظاما جيولوجيا وكيميائيا وحيويا مترابطا يكمل بعضه البعض الاخر لإتمام هذه الدورة وانتقال العنصر بين مكونات الطبيعة . ومن هذا المنطلق اصبح بالإمكان دراسة و متابعة هذه الدورات ضمن الانظمة البيئية المختلفة سواء كانت بحار او محيطات او انهر او بحيرات او غابات او مراعي او صحاري او غير ذلك من الانظمة المفتوحة والمغلقة ، لان النتيجة النهائية لدورة اي عنصر تتلخص في الانسياب الدوري والمستمر لهذا العنصر وانتقاله من البيئة المحيطة (الوسط) الى اجسام الكائنات الحية واشتراكها في الفعاليات الايضية ، ثم طرحه الى الوسط مرة اخرى كناتج عرضي لعمليات الاكسدة والاختزال والتحلل المعروفة.

الا ان هذه العملية لا تكون بهذه البساطة كما اثبتت الدراسات البيئية المختلفة نتيجة للمتغيرات التي تحصل في البيئة يوميا وفصليا بالإضافة الى ما يحصل من ظروف حرجة تتعرض لها الكائنات الحية في بيئتها نتيجة للعوامل البيئية الطارئة السريعة كالحرائق والعواصف والامطار و تساقط الثلوج والترعية وغيرها بالإضافة الى جوانب تتعلق بسلوك الكائن الحي وخاصة المستهلكات والمحللات كالهجرة والاستيطان وفرط الكثافة والتنافس والافتراس وانتشار الاوبئة السريعة ، وهذه العوامل مجتمعة تجعل من وضع الخطوط الرئيسة لنماذج دورة العناصر في البيئة ليس كافيا للاستدراك الكامل لعمل الانظمة البيئية ، لذلك تبقى الحاجة الى معرفة طبيعة العلاقات الكمية والنوعية المتداخلة في مجتمع الاحياء وعلاقته بمصادر الطاقة الواصلة لهذه الانظمة البيئية . لذلك فان متابعة هذه التغيرات التي نلاحظها في الطبيعة عن طريق متابعة ودراسة الدورات البيوجيوكيميائية التي يمكن ايجازها كالاتي :

أ- معرفة ومتابعة عملية انسياب وهجرة العناصر الضرورية لإدامة الحياة ونشاطها وتحديد مواطن الضعف والقوة التي تؤثر في اعاقة او تنشيط هذه الحركة الانتقالية سواء في الماء او التربة ووصولها للكائن الحي من عوامل كيميائية فيزيائية او عوامل تلوث مشتركة.

ب- مراقبة وتتبع كفاءة المستويات الغذائية والكائنات المكونة لها في علمية تثبيت الطاقة وتحويلها على شكل كتلة حيوية جاهزة للمستويات الاعلى من خلال حساب كمية الطاقة الداخلة في الدورة والطاقة الخارجة منها.

ت- دراسة و مراقبة هجرة الاحياء في المناطق البيئية ومعرفة مدى تأثيرها على استقرار الدورات البيوجيوكيميائية وخاصة للعناصر الراسبة

والمغذيـــة مـــن خـــلال تأثيرهـــا علـــى كميـــة المـــادة العضـــوية التـــي تســـحبها او تضيفها للأنظمة التي تتحرك منها واليها.

ث- امكانيـــة التنبـــؤ بمـــا يحصـــل فـــي النظـــام البيئـــي مـــن خـــلال دراســـة توزيـــع العناصـــر الحيويـــة فـــي النباتـــات والحيوانـــات والكائنـــات الاخـــرى وتبادلاتهـــا مـــن حيـــث النمـــو والتكـــاثر ومعـــدلات الـــولادات والوفيـــات اثنـــاء انتشـــار الاوبئـــة او مراقبـــة المخـــزون العضـــوي وكميـــة العناصـــر ونوعيتهـــا فـــي هـــذا النظـــام مـــن خـــلال اجـــراء وتحليـــل مســـتمر لمكونـــات هـــذه الانظمـــة ومعرفـــة جوانـــب الخلـــل فـــي شـــبكات الغـــذاء والطاقـــة وحركـــة العناصـــر والعمـــل علـــى صـــيانة المـــوارد الطبيعية.

ج- العمـــل علـــى تطـــوير مســـتوى الانتاجيـــة فـــي مختلـــف المســـتويات البيئيـــة وخاصـــة فـــي الـــنظم المائيـــة اثنـــاء الفتـــرات التـــي تقـــل فيهـــا العوامـــل المســـاعدة بســـبب انخفـــاض درجـــات الحـــرارة وضـــعف نشـــاط الكائنـــات الدقيقـــة فـــي عمليـــة التحلـــل وكـــذلك حركـــة الاحيـــاء والتيـــارات المائيـــة ، ممـــا يقـــل مـــن فـــرص وتـــدوير المغذيات في الوسط .

الطاقة وسلاسل الغذاء

تحصل الخلايا على الطاقة اللازمة من الغذاء ، تأكل الحيوانات النباتات او كائنات حية اخرى للحصول على الطاقة ، الشمس تزود الانظمة البيئية على الارض بالطاقة ، النباتات (المنتجات) تستخدم اشعة الشمس لصنع غذائها من غاز ثاني اكسيد الكربون والماء ، ومثل بقية الكائنات الحية تستخدم النباتات الطاقة الناتجة من الغذاء للنمو والتكاثر ، واي طاقة لا تستخدم تخزنها في الجذور والجذوع والاوراق ، جميع اشكال الحياة في نظام بيئي تعتمد على المنتجات للحصول على الطاقة من الشمس وتحولها الى خلايا وانسجة وتنقلها لكائنات حية اخرى وكل الكائنات الحية الاخرى في النظام البيئي تأكل لتحصل على الطاقة اللازمة لها و لذا فان الحيوانات في مجتمع ما عبارة عن مستهلكين.

- **السلسلة الغذائية food chain**

هي تمرير الطاقة من المنتجات عبر سلسلة من المستهلكات فكل كائن حي من المستهلكات يتغذى على غيره وهو بدوره يشكل غذاء لغيره ، والسلسلة الغذائية يجب أن تبدأ بالمنتجات التي تقوم بتصنيع الطاقة وتخزينها فهي تمثل المستوى الإنتاجي ، ثم أكلات النباتات لتحتل المستوى الغذائي الثاني أو المستوى الاستهلاكي الأول، ثم أكلات اللحوم لتمثل المستوى الثالث ويعتبر حجم الكائن الحي عامل مهم جدا في طول السلسلة الغذائية أو قصرها فيلاحظ انه كلما ازداد حجم أكلات الاعشاب أصبحت السلسلة اقصر مثلا السلسلة الغذائية في المناطق الرعوية (أعشاب ـ مواشي ـ إنسان) . وتختلف عنها في المناطق البرية (أعشاب ـ حشرات . قوارض ـ ثعابين ـ صقور) ، أو تلك في المناطق المائية (طحالب ـ كائنات وحيدة الخلية ـ عوالق حيوانية ـ قشريات ـ اسماك صغيرة ـ اسماك كبيرة ـ حيتان) . أما المستويات الغذائية للسلاسل الغذائية هي :

١. **المنتجات :** وهي الكائنات الحية التي تقوم بعملية البناء الضوئي من خلال تحويل الطاقة الضوئية القادمة من الشمس الى طاقة كيميائية ، بحيث تشكل الكائنات الحية همزة الوصل ما بين المكونات الحية والمكونات غير الحية الموجودة في النظام البيئي.
٢. **الكائنات المستهلكة الاولية :** وهي الحيوانات التي تعتمد في غذائها على الاعشاب كالقوارض والحشرات اضافة الى بعض انواع الثدييات .
٣. **الكائنات المستهلكة الثانوية :** وهي الحيوانات التي تعتمد في غذائها على الحيوانات اللاحمة او العاشبة.

٤. **الكائنات المستهلكة العليا:** وهي الحيوانات اللاحمة التي تتغذى على حيوانات اكلة اخرى ، وتشمل معظم انواع الحيوانات المفترسة ، بحيث تنتمي الى المستوى الاستهلاكي الثالث اضافة الى الرابع.

٥. **الانسان :** الذي يمثل اكثر من مستوى غذائي لأنه يأكل اللحوم والخضار والحبوب والاسماك اضافة للفاكهة.

- **انواع السلاسل الغذائية في النظام البيئي :**

تختلف السلاسل الغذائية في النظام البيئي حسب نوع الغذاء الذي ينتقل في مستويات السلسلة الغذائية وحسب علاقة الاحياء التي تشترك في نقل الطاقة مع بعضها البعض وتنقسم السلاسل الغذائية:-

١. **السلسلة الغذائية الافتراسية :** وهي اكثر أنواع السلاسل الغذائية حدوثا في النظام البيئي ؛ حيث تنتقل الطاقة من المنتجات (النباتات) الى مفترس اول، ثم الى مفترس ثاني حيث تعتمد كافة الكائنات الحية فيها على الافتراس في الحصول على الغذاء ، وتنتشر هذه السلاسل الغذائية في الغابات ، والمراعي الكبيرة ومن اشهر فصائلها القطط الكبيرة والتي تضم الاسود والضباع والذئاب ، وتتغذى بشكل رئيسي على الغزلان والابقار و الافيال وغيرها من الحيوانات العشبية.

٢. **السلسلة الغذائية الطفيلية :** وهنا تنتقل الطاقة من كائن حي مفترس او من المنتجات ، الى الطفيليات . حيث تعتمد الكائنات هنا على التطفل على غذاء الكائنات الاخرى ، فتحصل على حصتها دون الحاجة الى الافتراس او الهجوم على الكائنات الاخرى ، ومن اشهر انواع الطفيليات الذباب والحشرات الطائرة والتي تتغذى على بقايا الكائنات الحية الميتة والتي تعرضت للافتراس او الموت بسبب الامراض.

٣. **السلسلة الغذائية الرمية :** وهنا تنتقل الطاقة من كائنات ميتة ، سواء كانت مستهلك او منتج ، الى المحللات.

ولضمان وجود توازن في النظام البيئي ، يجب ان لا يطغى اي من اطراف السلسلة على اخر ، وان لا تزيد المستهلكات في النظام البيئي اكثر من المنتجات ، والجدير بالذكر ان الانسان يساهم كثيرا في اختلال التوازن البيئي من خلال انشطته الحياتية الكثيرة.

- **الانتاجية الحيوية:** تعرف الانتاجية لأي مجتمع حيوي بانها المعدل الذي تخزن فيه الطاقة الاشعاعية بواسطة عملية البناء الضوئي والتركيب الكيميائي للكائنات المنتجة وبصورة رئيسة النباتات الخضراء على شكل مادة عضوية يمكن استخدامها كمصدر او مادة غذائية من قبل

الاحياء الاخرى ، اي انها تعنى بحساب الزمن الذي تجري فيه العملية الحيوية ، وهذه العملية تحصل بدرجات متفاوتة في المنتجات المختلفة و تتأثر بالعوامل المرتبطة بالكائن الحي من جهة وخصائص الوسط البيئي من جهة اخرى ، فالنباتات البرية أو المائية تحتوي على صبغات تمثيلية متباينة تختلف قدرتها على امتصاص وتثبيت الضوء ، كما ان عملية البناء الضوئي ذاتها تشترك فيها عوامل اخرى منها الماء وثاني اكسيد الكربون والعناصر المغذية الاساسية في التربة ؛ لذلك فالإنتاج الحيوي عبارة عن عملية مستمرة ترتفع او تنخفض قيمها استنادا الى تلك المعطيات اضافة الى طبيعة العمر الفسلجي للكائن الحي ، فهو يكون عالي الانتاج في السنوات المبكرة اذا كان معمرا او الايام الاولى اذا كان دورة حياته محدودة (مثل النباتات الحولية او الطحالب والاعشاب الفصلية وغيرها) ويصبح قليل الانتاج عندما يتقدم بالعمر او تقل مادته الخضراء لأي سبب من الاسباب . والانتاجية الحيوية في البيئة وفي المجتمعات الحية تحسب من خلال انتاجية النوع الواحد او مجموعة الانواع المكونة للمجتمع الحيوي خلال فترة معينة من خلال كمية المادة العضوية التي قام بتثبيتها في انسجة الكائنات المنتجة على شكل غذاء عضوي ، وهي عملية حيوية مستمرة طوال فترة الحياة لأنها تحصل في الكائنات المنتجة التي هي جزء أساسي من السلاسل الغذائية الموجودة في البيئة. وبما ان المجتمع الحيوي يتكون من انواع عديدة من الاحياء المنتجة نجد ان هذه المجتمعات البيئية تختلف في مقدار انتاجيتها وفقا لمعايير نوعية وكمية للأحياء و مصادر الطاقة والعناصر المغذية وعوامل الحرارة والرطوبة وغيرها من العوامل . وبناء عليه تصنف المجتمعات الحيوية التي تشكل مع الجزء غير الحي على انها انظمة بيئية متميزة (مراعي ، بحيرات ، غابات ، واحات ، اراضي زراعية وغيرها من الانظمة) ومجموع هذه الانظمة يشكل المناطق البيئية وتوصف انها انظمة عالية او متوسطة او فقيرة الانتاجية . وعلى اساس العلاقة بين قيمة الانتاجية وبين الطاقة الشمسية يختلف مستوى تخزين المادة العضوية في و صافي الانتاجية البيئات بما فيها حتى الواقعة في نفس الاقليم الحيوي .

- **مستوى الانتاجية بين النظم البيئية :**

تقسم الانظمة البيئية في الطبيعة على اساس كمية الانتاج العضوي المثبت والقدرة على استغلال الطاقة البيئية المتاحة وتحويلها لطاقة غذائية الى اربع مستويات انتاجية هي :

١- **النظم البيئية عالية الانتاجية :** وتتمثل في المناطق الموجودة في النطاقات المعتدلة والنطاقات الاستوائية التي تكون درجات الحرارة ولرطوبة غير ضاغطة بشكل مؤثر على الكائنات المنتجة ، كذلك توفر المغذيات النباتية والمعدنية بصورة مستمرة مما يؤمن التزود بالطاقة الشمسية ومساعدات التدفق في الطاقة او مرادفات الطاقة (العوامل المساعدة

للإنتاجية وهي الرطوبة والحرارة والمغذيات وغيرها) ، تتواجد هذه الانظمة في الغابات الاستوائية المطيرة والمحميات البيئية والاراضي التي تخضع الى عمليات ميكنة زراعية مثالية .

٢- **النظم البيئية متوسطة الانتاجية :** تتميز هذه الانظمة بان عوامل الحرارة والرطوبة والمغذيات المساندة فيها لا تكون محدودة بدرجة مؤثرة على الاحياء المنتجة ، وتشاهد مثل هذه الانظمة في مناطق الغابات المعتدلة والبحيرات قليلة العمق (الضحلة) جيدة المحتوى العضوي واراضي الحشائش في المناطق الرطبة والمناطق الساحلية التي تنتظم فيها ظاهرة المد والجزر وبعض المزروعات الحقلية المسيطر عليها والتي تخضع لنظام تزويد طاقي موجهة من خلال استخدام الدورات الزراعية المتعاقبة وعمليات التسميد المختلفة.

٣- **النظم البيئية قليلة الانتاجية :** تتميز تلك النظم بان العوامل المساعدة للطاقة لا تكون ميسرة بدرجة كافية للأحياء المنتجة وان العوامل البيئية المحيطة يكون تأثيرها ملحوظ اثناء تغير الفصول وخاصة فصل النمو ، يمكن مشاهدة مثل هذه النظم في مناطق الاحراش (السافانا) والغابات فقيرة الغطاء النباتي ومناطق الشجيرات والاراضي الزراعية ذات الترب الفقيرة كما في الارضي الرملية والبحيرات فقيرة الانتاجية كما في البحيرات والواحات الصحراوية .

٤- **النظم البيئية الفقيرة (او منخفضة الانتاجية) :** تتمثل في المناطق التي تعاني من تطرفات المناخ والظروف البيئية القاسية والتي تظهر بوضوح فيها عمليات الاجهاد البيئي والفسلجي سواء مصادر الطاقة الشمسية ذاتها من حيث الشدة او الانخفاض الواضح او من العوامل المساعدة كالحرارة والرطوبة والمغذيات ووصولها الى مستويات فوق او دون طاقة التحمل في بعض الاوقات من السنة، متمثلة بالجفاف الشديد والحرارة الشديدة ، مثل مناطق الصحارى الجافة والصحارى الباردة و المناطق المفتوحة من البحار والمحيطات والبحيرات الصحراوية (مثل بحيرة قبرعون جنوب ليبيا) .

تتأثر الانتاجية سلبا او ايجابا بالعديد من العوامل البيئية المحيطة بالكائن الحي سواء في البيئة اليابسة او البيئة المائية ، ولكن تأثير هذه العوامل منفردة او مجتمعة يزداد او يقل بناء على طبيعة التداخل بين هذه العوامل وسرعة تأثره على الغطاء النباتي . ان الانتاجية في مناطق البيئة اليابسة تتأثر بشكل واضح بعامل الجفاف والحرارة والرطوبة ، بينما في البيئة المائية يكون عامل المغذيات النباتية هو المؤثر الاكبر.

التنوع الحيوي

- **المفهوم :**

يتكون المحيط الحيوي من تجمعات معقدة لا حصر لها من الكائنات الحية، تعرف هذه التجمعات باسم التنوع الاحيائي (biodiversity ،) والتي تدعم حيوية واستمرار حياة البشر. يمثل التنوع الاحيائي مجموع أشكال الحياة المختلفة من وحيدة الخلية (مثل الفطريات ، والبكتيريا) الى الكائنات عديدة الخلايا (مثل النباتات، والأسماك، والثدييات) في مختلف المستويات البيولوجية بما في ذلك الجينات، الانواع والانظمة البيئية.

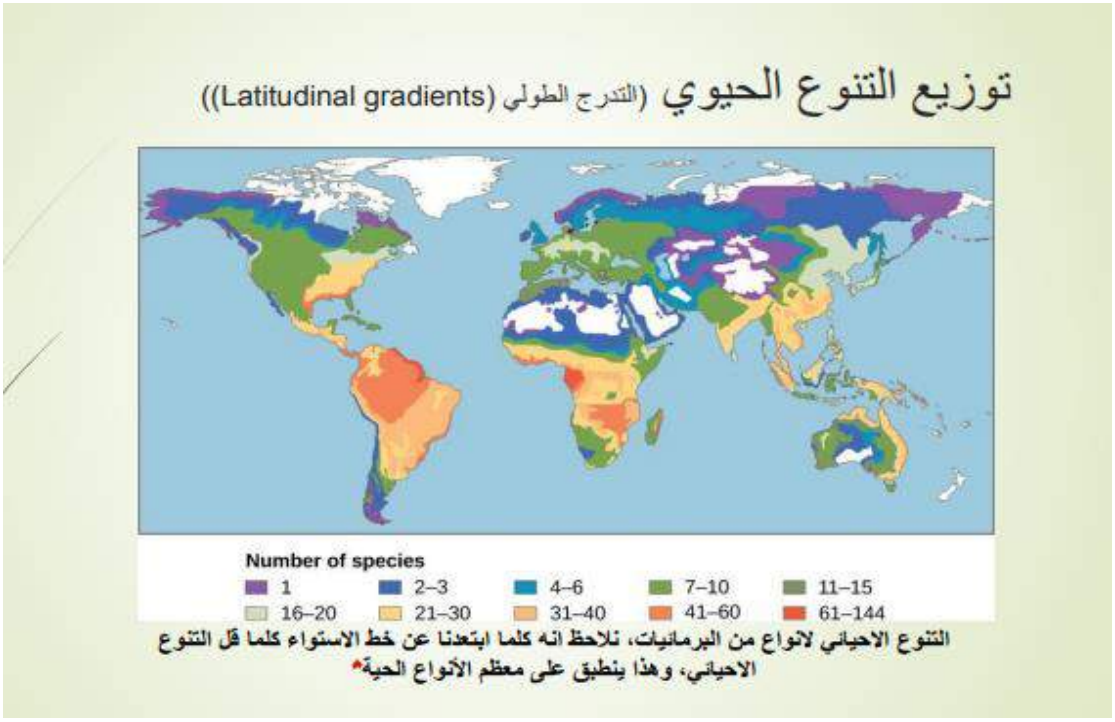
يعرف **التنوع الحيوي** هو ذلك التفاعل الناشئ بين جميع الكائنات الحية في وسط بيئي ما ، الذي يبدا من الكائنات الدقيقة وينتهي عند الكائنات الضخمة كالحيتان والاشجار وغيرها ، ويشمل ذلك كافة المناطق فوق سطح الارض ومن بينها الصحاري والمحيطات والانهار والغابات ، ويتراوح عدد الكائنات الحية المكونة للتنوع الحيوي ما بين ٥-٨٠ مليون كائن حي .

ويعرف بانه عدد الانواع وعدد الافراد التي تتأثر بعوامل بيئية مختلفة في منطقة بيئية محددة وتأثيراتها على التركيب الحيوي . ويشمل كل شكل من أشكال الحياة من اصغر كائن حي الى أضخم حيوان . وهو بمفهوم التصنيف الحيوي مجموع الكائنات الحية و المتعضيات التي تحيا وتعيش على سطح كوكب الارض ، التي تمتد على كامل سلم التصنيف البيولوجي بدء من ادناها في التطور كالفيروسات والجراثيم الى اعلاها في التطور كالثدييات وغيرها وذلك بما تمتلك من تشابهات واختلافات في عالمي الحيوان والنبات. ويعبر عن التنوع الحيوي بانه يشير الى جميع أشكال الحياة الموجودة على الكرة الارضية من نباتات وحيوانات وفطريات وكائنات دقيقة أخرى ، ويشير ايضا الى الجماعات التي يشكلها والمواطن التي يعيش فيها Habitat والاعشاش البيئية التي يشغلها Niche

Habitat الموطن البيئي و هو المكان الذي يعيش فيه الكائن وما يحتويه ويتميز به هذا المكان لاستمرار حياته. أما Niche العش البيئي وهو الوضعية التي يتميز بها الكائن الحي داخل مجتمعه ونظامه البيئي او هي وضعه الوظيفي.

يشير التنوع الحيوي إلى جميع أشكال الحياة الموجودة على الكرة الأرضية من نباتات وحيوانات وفطريات وكائنات دقيقة أخرى، وكذلك يشير إلى الجماعات التي تشكلها والمواطن التي تعيش فيه. ويعرفه ميثاق التنوع الحيوي بأنه "تباين الكائنات الحية المستمدة من جميع المصادر ومنها النظم البيئية البرية والبحرية وغيرها من النظم المائية والتكوينات البيئية التي تشكل هذه النظم جزءا منها، ويتضمن هذا التباين التنوع الحيوي داخل الأنواع وكذلك بين النظم البيئية المختلفة." ولا يعني التنوع الحيوي مجموع جميع النظم البيئية أو الأنواع أو المادة الوراثية فقط ولكنه يمثل أيضا التباين داخل هذه المكونات وبينها . اي انه الحياة على الأرض و كامل الاختلاف و التباين بين الكائنات الحية و النظم البيئية التي هي جزء منها. التنوع

البيولـوجي لـيس موزعـا بالتسـاوي، بـل يختلـف كثيـرا فـي جميـع أنحـاء العـالم وكـذلك الدولـة او المنطقـة الواحـدة. هنـاك عـدة عوامـل تـؤدي الـى تنـوع الكائنـات الحيـة: درجـة الحـرارة، وهطـول الأمطـار، والارتفـاع، والتربـة، والجغرافيـا، ووجـود أنـواع أخـرى. والتنـوع دائمـا أعلـى فـي المنـاطق المداريـة وبعـض المنـاطق المعينـة ويـنخفض فـي المنـاطق القطبيـة. عمومـا الغابـات المطيـرة التـي كـان لهـا مناخـات رطبـة لفتـرة طويلـة لـديها تنـوع بيولـوجي عـالي ، هنـاك شـكلان مـن توزيـع التنـوع الحيـوي: توزيـع حسـب البعـد مـن خـط الاسـتواء، او مـا يسـمى بالتـدرج الطـولي (Latitudinal gradients) و توزيع في النقاط الساخنة (Hotspots.)



يعتبر التباين الحيوي Biodiversity أحد مقومات المجتمع الحي لكي يحافظ على ثباته واستقراره وأداؤه لوظائفه ، سواء كان التباين على مستوى الأفراد أو الجماعات .

- **مستويات أقسام التنوع البيولوجي:**

يمكن تقسيم التنوع البيولوجي الى ثلاث مستويات موزعة حسب التسلسل الهرمي ويضاف النوع الرابع باعتباره يمثل ثقافة البشرية وجزء من حضارتها :

١- التنوع الوراثي :

ويقصد به تنوع الموروثات داخل الأنواع أو تحت الأنواع أو الجماعات، ويشمل ذلك مجاميع متميزة من نفس النوع مثال أعداد كبيرة من الآلاف الأنواع من الأرز الموجودة في تايلاند والهند مثال. وقد يكون التنوع الوراثي داخل المجموعة الواحدة، وهو شديد بين أفراد جماعات وحيد القرن الهندي. و ذا كانت قياسات التنوع الو ارثي قد طبقت على الأنواع المستأنسة والمدجنة المحتفظ بها افي حدائق الحيوان والحدائق النباتية فقد بدأ الانسان بتطبيق نفس التقنيات على الأنواع البرية في مواطنها الاصلية. ويعتبر التنوع الوراثي من أهم منتجات البيئة وعلى كل المقاييس الحيوية والاقتصادية والصحية والاجتماعية، ويمكن قياس إنتاجية منطقة معينة بناء على التنوع الوراثي الموجود فيها ، يمكن استنتاج إنتاجية و ثباتية و استقرار نظام بيئي معين من خلال الذخيرة الوراثية الموجودة في هذا النظام فمثلا مجتمع الطيور البرية والدجاج البري مقاوم لمعظم الأمراض وظروف انخفاض وارتفاع درجات الحرارة ونقص الغذاء بينما لا يحتمل نفس النظام الكثير من الامراض اذا كان مربى بشكل قطعان كما في المداجن او مزارع الطيور مثلا . الاقتصاد البيئي الحديث إلى مناطق التنوع الوراثي على أنها بنوك وراثية تحوي تلك الموروثات المنتجة وقد بدأ العلماء بتصنيفها منذ بداية هذا القرن.

٢- تنوع الانواع :

ويقصد به اختلاف الأنواع داخل إقليم معين، ويمكن القول بتعبير بيئي اختلاف الأنواع في وسط بيئي معين فالبيئة المدارية مثال أغنى بالأنواع من البيئة الصحراوية، و يختلف توزع هذه الأنواع من مكان الآخر في نفس الوسط البيئي عد عدد الأنواع الموجودة في وسط بيئي محدد دلالة على غنى الأوساط بالأنواع الحيوية، ولو أن هناك مقياسا أدق وهو التنوع التصنيفي الذي يأخذ بعين الاعتبار درجة ارتباط كل نوع بالأنواع الأخرى ولو قارنا بين اليابسة والبحار من أنواع لوجدنا أنه تعيش على اليابسة انواع تزيد كثير عما تعيش في البحار ، ولكن الانواع البرية اكثر ارتباطا فيما بينها عن الارتباط في الانواع البحرية ، ولذلك يعد التنوع اعلى في الانظمة الايكولوجية البحرية منه في البرية حيث لا يرتبط التنوع بأعداد الانواع فقط . انما يعتمد على العلاقة بين هذه الانواع.

٣- تنوع الانظمة البيئية :

يشير إلى تعدد المواطن البيئية المختلفة للكائنات الحية الموجودة على سطح الأرض كالغابات الاستوائية، الغابات المعتدلة، الصحارى، الشعب المرجانية ويصعب قياس هذا التنوع لأسباب عديدة منها ان هناك تداخلا واضحا بين الأنظمة البيئية فمثلا هناك تداخل في التنوع البيولوجي بين نظام اليابسة والمياه ويقوم هذا التداخل على البرمائيات التي تشكل القاسم المشترك بين النظامين البيئيين، وحتى ضمن النظام الأساسي الواحد فهناك نباتات مائية تعيش في المياه المالحة والعذبة. وهكذا تتداخل الأنظمة البيئية الى درجة يصعب فرزها وتحديدها تحديدا كاملا . وتتلخص الصعوبة الثانية في عدم مقدرة تحديد الأنظمة البيئية والأنواع الحية والروابط الحيوية التي تقوم بين هذه الأنواع والامثلة هنا متعددة وال حصر بها، فيستطيع جرذ الحقل العيش في مناطق زراعية وفي مناطق المراعي المجاورة .

والى جانب تنوع الأنظمة البيئية هناك عوامل أخرى ضمن هذه النظم يجب أخذها بعين الاعتبار عند دراسة التنوع الحيوي، كما أنها تساهم في إثراء فكرة التنوع البيولوجي جي ومن هذه العوامل:

- الوفرة النسبية الأنواع في منطقة معينة.
- طبيعة العلاقة بين هذه الأنواع (افتراس - تعايش - تطفل.. الخ) .
- التركيب العمري للمجموعات الاحيائية وقدرة هذه المجموعات على التكاثر.
- العلاقات بين المجموعات ضمن الوسط البيئي الواحد وتغير هذه العلاقات مع مرور الزمن فصغار الغزال تلعب مع جراء الذئب لكن هذا اللعب لن يستمر طويلا لأن الغزال سيتحول الى فريسة ربما لنفس الذئب الذي كان جروا صغيرا يلعب معه.

هكذا فمن المهم دراسة التنوع في بنية وتركيب ووظيفة الأنظمة البيئية وعدم الاكتفاء بدراسة التنوع الوراثي وتنوع الأنواع الأخرى .

٤- التنوع الثقافي البشري:

ويعتبر جزءا من التنوع البيولوجي شأنه شأن التنوع الوراثي وتنوع الأنواع، حيث تمثل بعض خصائص الثقافات البشرية حلولا لمشاكل البقاء والحفاظ على الأنواع الحيوية المختلفة، وتناولت الثقافات البشرية المتنوعة قضية التنوع البيولوجي بشكل مباشر أو غير مباشر.

ان العلاقة ما بين التنوع الحيوي و ثقافات و عادات الشعوب عالقة وثيقة و متبادلة، فالكثير من الشعوب تقدس في دياناتها و معتقداتها بعض أنواع الحيوانات كالأبقار و الأسود و الكلاب و القطط و الذئاب و العقبان أو النباتات مما ساهم في حماية هذه الأنواع و الحفاظ عليها. ففي ووفقا و أكل لحمها في كثير من المناطق فهي الهند مثالَ للديانة الهندوسية يمنع ذبح الأبقار مقدسة لديهم و ترمز للوفرة و الأمومة. كذلك قدماء المصريين الذين قدسوا القطط وحنطوها لأنها رمز الخصوبة لديهم.

- **أهمية التنوع الحيوي**

تزود البيئة الطبيعية الإنسان بالظروف الأساسية التي لا يستطيع العيش بدونها. فهو يحتاج لأن يتنفس، وأن يأكل، ويشرب، ويسكن في مكان آمن، ويحصل على كل ذلك من الطبيعة.

١. تزود كثير من الكائنات الحية كائنات أخرى بالمسكن مثل الأشجار التي تؤمن سكن للطيور، والحشرات، وغيرها من النباتات والحيوانات، وللفطريات، والكائنات الحية الدقيقة، كذلك أجسام الحيوانات و الإنسان .
٢. تساعد الحشرات والخفافيش والطيور وحيوانات أخرى في تلقيح الأزهار و نشر الأنواع النباتية.
٣. تعمل الطفيليات والمفترسات كضوابط طبيعية لحجم مجتمعات الكائنات الحية الأخرى.
٤. تعمل العديد من الكائنات الحية مثل ديدان الأرض والبكتيريا على إعادة تدوير المواد العضوية مما يمنع تراكم هذه المواد و يزيد من خصوبة التربة.
٥. تأخذ النباتات ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي وتزوده بالأكسجين .إذ تقوم الغابات مثال بامتصاص ثاني أكسيد الكربون من الجو بعملية التركيب الضوئي مما يجعلها من العوامل الهامة في تقليل انبعاث ثاني أكسيد الكربون و بالتالي من ظاهرة البيوت الدفيئة مما يؤثر في التغير المناخي العالمي ، فقد اظهرت الدراسات على ان زيادة الاختلافات الجنينية تمكن النوع من التأقلم للتغيرات تبعا للظروف المحيطة وبذلك تمكن من بقاء الانظمة البيئية .
٦. يحمي الغطاء النباتي المتنوع (و الذي تتفاوت ارتفاعاته فوق التربة و عمق جذوره في التربة(التربة من الانجراف).
٧. له اهمية اقتصادية اذ يعتمد الانسان في غذائه ومسكنه وملبسه ودوائه على الطبيعة من نبات وحيوان
٨. له فوائد غير مباشرة مثل توفير مياه نقية للشرب ، والحد من انتشار الامراض فتنوع النباتات والحيوانات يقلل من خطورة انتشار افة او اختفاء نوع نتيجة مرض معين .
٩. تنوع الغطاء النباتي وتنوع الحيوانات يعطي تنوع في المخلفات النباتية والحيوانية مما يزيد من خصوبة التربة حيث يؤثر التنوع الحيوي في الزراعة من حيث مقاومة التغيرات الجوية ومقاومة الامراض والطفيليات
١٠. وللتنوع الحيوي اهمية ثقافية وتراثية فالنباتات والحيوانات تستخدم كرموز للشعوب وحضاراتها وتاريخها ، فضلا عن اهمية في الجذب السياحي .
١١. التنوع الحيوي يعد مخزون وراثي للأجيال الحاضرة والمستقبلية إذ يمكن استخدام هذا المخزون في تربية النبات والحيوان عن طريق الهندسة الوراثية ونقل الجينات، فمضاعفة الإنتاج النباتي و الحيواني الحالي يعود بإبداع الوراثي في توليد الأنواع و السلالات الجديدة .