يمكن تقسيمها حسب موقعها من خطوط العرض إلى :

1- بيئة القطب Pole ecology
2- بيئة المناطق الاستوائية Tropical ecology
3- البيئة شبه الاستوائية subtropical ecology
4- بيئة المناطق المعتدلة Subtropical ecology

أو يمكن أن تقسم حسب الغطاء النباتي السائد

1- بيئة الغابات Forest ecology
2- بيئة الأدغال Weed ecology
3- بيئة الحقول أو المراعي Grassland Ecology
4- بيئة المحاصيل Crop ecology
5- بيئة البساتين Green land ecology

النظام البيئي Ecosystem

إن النظام البيئي يعد من أقدم المفاهيم البيئية وأكثرها معرفة ،وان عبارة النظام البيئي صيغة من قبل العالم تانسلي 1935 Tinsley لكي يشمل الكائنات الحية ومحيطها الفيزياوي وقد أكد أنه مثل هذه الأنظمة تعد الوحدة الأساسية للطبيعة وذلك لعدم أمكانية دراسة الظواهر الطبيعية بصورة منفردة .
وقد أستخدم المصطلح العالم ليندمان Lineman عام 1944 حيث عرفه على أنه (المجتمع الحياتي زائدا المحيط غير الحيوي) .
أما العالم ايفانس Evans عام 1956 فقد أكد على الطبيعة الديناميكية للأنظمة البيئية .
إن أول كتاب أساسي لعلم البيئة كان أساسيات علم البيئة Fundamental Ecology الذي وضعه العالم اودم Odum عام 1956 .

ماهو النظام البيئي ؟ What is an ecosystem?

هو عبارة عن أي وحدة تنظيمية أو مكانية تشمل مواد حية وغير حية متفاعلة فيما بينها بحيث تؤدي إلى تبادل للمواد بين الأجزاء الحية وغير الحية . إن النظام البيئي يضم التداخلات بين المكونات الحية للمجتمعات النباتية والحيوانية والأحياء المجهرية من جهة والعناصر والمركبات الكيمياوية من جهة أخرى 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 عملية تحويل المواد اللاعضوية إلى مواد

عضوية ثم إلى مواد لا عضوية مرة أخرى بفعل عوامل حية أو غير حية.وهذا يعني أن دورة العناصر المعدنية وغير المعدنية فضلا عن أشكال الطاقة تحدث وتتم داخل مثل هذه الأنظمة في مناطق مختلفة من العالم وفي تفاعل حركي .ويستنتج من ذلك أن النظام البيئي يتميز بالديمومة الذاتية وعندما يشار إلى التفاعل الحركي لبعض مكونات البيئة فإن المقصود به تبادل المواد بين المكونات الحية وغير الحية. أمثلة على بعض النظم البيئية هي البرك, بحيرات, غابة, خلجان ,أراضي عشبية.

إن دراسة النظم البيئية تحتوي بصورة عامة على بعض الخطوات والتي تربط المكونات الحية مع المكونات الغير حية,نقل الطاقة والدورات البايوجيوكميائية هي الخطوتان الرئيسية التي توضح مجال التخصص في النظام البيئي في علم البيئة.

عندما ندرس كل من الأفراد,الجماعات,المجتمع,سويتا في أي دراسة إلى ابعد ما نستطيع نعمله وبهذا يمكن أن نحاول فهم كيفية عمل النظام البيئي ككل (أي وحدة متكاملة).معنى هذا أننا لا نتردد أو نتخوف بصورة رئيسية من بعض أفراد لنوع ما,ولكن يجب علينا أن نركز على المفاهيم الوظيفية الرئيسية. إن هذه المفاهيم الرئيسية يجب أن تتضمن لتشمل الطاقة المنتجة بوساطة البناء الضوئي,كيفية انسياب الطاقة أو المواد عبر عدد من الخطوات في السلسلة الغذائية,أو ماهو عامل السيطرة على معدل التحلل للمواد لإعادة التدوير للمواد الغذائية في هذا النظام.

مكونات النظام البيئي Components of an Ecosystem

كما هو معلوم فانك على دراية على أجزاء النظام البيئي من خلال دراستك التربة وعلم الأحياء وقد فهمت بعض الأشياء مثل الانتشار وتوزيع الكائنات الحية وكيفية حصول النباتات والحيوانات والأحياء المجهرية على الماء والمواد الغذائية والطعام. كما هو معلوم فانك على دراية على أجزاء النظام البيئي من خلال دراستك التربة وعلم الأحياء وقد فهمت بعض الأشياء مثل الانتشار وتوزيع الكائنات الحية وكيفية حصول النباتات والحيوانات والأحياء المجهرية على الماء والمواد الغذائية والطعام وعلى هذا الأساس يمكن أن نقسم المكونات الأساسية لأي نظام بيئي إلى مكونين رئيسيين وهما:

1 – المكونات (العوامل)غير الحية A biotic components.

2 – المكونات (العوامل)الحية Biotic components.

المكونات غير الحية A biotic components

إن هذا المصطلح يعني بدون حياة أو غير حي وتؤلف العوامل والظروف الطبيعية والمكونات غير الأحيائية الرئيسة للنظام البيئي ويتمثل بالاتي:

1 – المواد المعدنية والصلبة التي تتشكل منها التربة وهذه تشمل جميع العناصر والمركبات الكيمياوية الضرورية لاستمرار ديمومة الحياة بأنواعها كافة ضمن النظام البيئي فضلا عن المركبات المساعدة لتكملة التفاعلات الحياتية بين الكائن الحي والتربة أو بالعكس ,وتكون المواد العضوية وغير العضوية حجر الأساس في مكونات التربة وتتميز بعض أنواع الترب في النظام البيئي أو في الأنظمة البيئية بكمية الدبال المتواجدة ضمن أجزاء التربة ودقائقها .وتستند الترب الغنية بالمواد العضوية أو الدبال عادة بكميات كبيرة من الأحياء.

2 – تشكل المياه الحجم الأكبر للنظم البيئية المائية كالبحار والمحيطات وتحتضن المياه عددا كبيرا من العناصر والمركبات الكيماوية المذابة التي تستعل في الفعاليات الحيوية فضلا عن كون الماء بحد ذاته من الضروريات الأساسية لاستمرار ديمومة الحياة فهو يشكل نسبة عالية من مكونات الخلية الحية تصل إلى أكثر من 90% في بعض الخلايا . وفي بيئة اليابسة يعد الماء ضروريا أيضا لإكمال عملية البناء الضوئي فضلا عن أهمية الماء في عدد أخر من العمليات الحيوية الفسلجية للكائنات الحية كالتفاعلات الأنزيمية وانتقال المواد مثل الهورمونات والفيتامينات وكوسط للتفاعل وغيرها.ويتواجد الماء في النظام البيئي بأشكال متباينة وتؤثر في العوامل المحيطة بالكائن الحي في النظام البيئي بصورة مباشرة أو غير مباشرة فزيادة التبخر تقلل من درجة الحرارة وتزيد من كمية الرطوبة التي بدورها تقلل عمليات النتح .

3 – الغازات لها دور واضح في النظام البيئي فهي مزيج من عدة أنواع في الهواء أو الغلاف الجوي الذي يحيط بأي نظام بيئي. وأساسا يتكون هذا المزيج من النتروجين والأوكسجين وثنائي أوكسيد الكاربون وبخار الماء والغازات الأخرى .وبالرغم من اختلاف أهمية المكونات المختلفة للغازات في استمرارية الحياة يلاحظ أن الأوكسيجين هو من الأساسيات الرئيسية التي يجب توافرها للكائن الحي في النظام البيئي .وأحيانا كثيرة تتحدد أنواع وأعداد وأحجام الكائنات الحية في النظام البيئي بتوفير أو عدم توفير الأوكسيجين كما هو الحال في العديد من النظم البيئة المائية.

4 – الطاقة الشمسية Solar energy لها تأثيرات واضحة في النظام البيئي وتختلف هذه الطاقة حسب موقع النظام البيئي على الكرة الأرضية وكذلك تتأثر بحركة الأرض حول الشمس.

5 – عوامل مناخية التي تؤثر في النظام البيئي كالحرارة والأمطار والرياح والغبار والحرائق والهزات الأرضية وغيرها .

2 – المكونات الحية Biotic components

إن هذه المكونات تشمل جميع الكائنات الحية الموجودة ضمن أي نظام بيئي متكامل بالإضافة إلى المجهرية,الفطريات,النباتات والحيوانات وعلى هذا الأساس يمكن أن تقسم المكونات الحية إلى

أ–الكائنات المنتجة(ذاتية التغذية) Producer Organisms(autotrophic)

كما هو معروف لكي تبقى هذه الكائنات على قيد الحياة لابد من أن يكون لها متطلبات للعيش والمتمثلة بالماء,ثاني أوكسيد الكاربون,الأملاح المعدنية ,مصدر للطاقة وبعض المعادن.هنالك فرق بين هذه الكائنات والكائنات الأخرى,حيث الكائنات المنتجة تقوم بتحويل الطاقة المنخفضة إلى مركبات عضوية ذات طاقة مرتفعة(كالسكريات)في البلاستيدات الخضراء بوساطة الكلوروفيل لهذا سميت بالكائنات المنتجة producers . وتعد جميع النباتات الخضراء بما في ذلك الطحالب Algae والهائمات النباتية Phytoplankton .كما أن هناك بعض أنواع البكتيريا تعد أيضا كائنات منتجة من حيث قدرتها بأن تمارس عملية البناء الضوئي حيث تستطيع هذه البكتريا باستخدام مركبات كيميائية معينة لتصنع غذائها دون الحاجة للضوء مثلا أكسدة الأمونيا إلى نترات والتي بدورها تتأكسد إلى نترايت ويتمخض عن هذه التفاعلات طاقة يمكن استخدامها في البناء الضوئي.

ويعد البناء الضوئي المنبع الرئيسي للحياة فهو يمثل القدرة الإنتاجية لجميع النظم البيئية المحتوية على النباتات الخضراء كما هو الوسيلة التي تتحول بواسطتها الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية ولا يتم هذا البناء العضوي ببساطة وإنما يتضمن سلسلة متكاملة من التفاعلات الكيميائية التي تحتاج إلى أنزيمات والعديد من المركبات الوسطية المعقدة.لا بد من أن لكل نظام بيئي كائناته المنتجة التي تحتاج إلى القابلية في تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة أخرى يمكن الاستفادة منها من قبل الكائنات الحية الأخرى في ذلك النظام .

ب– الكائنات المستهلكة(غير ذاتية التغذية) Consumer Organisms (heterotrophy):

تعتمد هذه الكائنات بصورة مباشرة أو غير مباشرة على الكائنات المنتجة في غذائها لذا تسمى بالكائنات معتمدة التغذية أو مختلفة التغذية ,ويطلق عليها الكائنات المستهلكة .

وهي كائنات حية لا يمكنها تكوين غذائها بنفسها, أي أنها كائنات غير ذاتية التغذية الكائنات ما يعيش مباشرة على النباتات ومنها ما يعيش على حساب الكائنات الحية الكائنات تعمل على استخدام أو إعادة ترتيب وتحليل المواد العضوية الجاهزة لغرض الأخرى ومن هذه الأيضية ومن ضمنها النمو وخزن هذه المواد بتراكيب معقدة أخرى . وتقسم هذه الكائنات الحية الكائنات التغذية والأمثلة عليها كالمواشي,وأنواع من القوارض,والطيور أكلات البذور ,الحيوانات آكلة الكائنات المائية التي تتغذى على النباتات المائية والطحالب وتدعى جميع هذه الكائنات بالحيوانات أنها كائنات ثانوية primary consumers.

1 – أكلات الأعشاب(العواشب) Herbivores: كائنات حية تتغذى على النباتات الحية بصورة مباشرة أو مستهلكات أولية

2 – أكلات اللحوم(اللواحم) **Carnivores**: كائنات حية تتغذى على اللحوم ويختلف مستوى الغذاء لأكلات اللحوم مثل القطط,الزواحف,والأفاعي فان هذه المجموعة تدعى بالمستهلكات الثانوية Secòndary consumersوتوجد مجموعة أخرى تتغذى على المجموعة أنفة الذكر تدعى مستهلك ثالثي tertiary consumers وهناك مجاميع أخرى تسمى قمة اللواحم top carnivores or quaternary consumers.

3 – **الكائنات القارتة(آكلات الأعشاب واللحوم) omnivores** :كائنات تتغذى على النبات والحيوان معا وهي بذلك تعد كائنات مستهلكة أولية,ثانوية ,وثالثية في نفس الوقت .

4 – **آكلة القمامة أو الكائنات الكناسة scavengers**: تتمثل هذه المجموعة بدور آكلات اللحوم ولكنها تتغذى على الحيوانات الميتة مثل الضباع والنسور.

5 – **الطفيليات parasite** : تعد هذه الكائنات متخصصة لأنها تتطفل على الكائنات الأخرى لتحصل على غذائها.تتخذ الطفيليات النباتية نفس المستوى الغذائي لآكلات الأعشاب وتتخذ الطفيليات الحيوانية نفس المستوى الغذائي لآكلات اللحوم.

ج–**الكائنات المحللة decomposer organisms** :تتمثل هذه المجموعة بكائنات حية دقيقة متمثلة بالبكتيريا والفطريات وبعض أنواع الأبتدائيات التي تحلل المركبات العضوية.ويقال عن تغذيتها أنها من النوع الرمي SAPROPHYTIC أي المرتبطة بالمواد العضوية المتعفنة أو المتحللة,وتلعب المحللات دورين رئيسيين في النظام البيئي وهما: 1– إعادة تدوير المركبات واستغلالها مرة ثانية من قبل المنتجات في الدورات البايوجيوكميائية . 2–تنظيف النظام البيئي من بقايا ومخلفات الكائنات الحية.

وتصنف المحللات إلى ثلاثة أنواع حسب متطلبات الأوكسجين:

1. **الكائنات الدقيقة الهوائية Aerobes**

وتحتاج هذه الكائنات المحللة إلى الأوكسجين الكافي لاستمرار حياتها ونشاطها كما في المعادلة التالية:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \qquad 6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة}$$

وعملية التحلل الهوائي تشبه عملية التنفس داخل الخلايا الحية إذ تتحلل المادة العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وهي أيضاً عكس تفاعل التمثيل الضوئي من حيث المتطلبات والمنتجات النهائية للتفاعل. لذا يعرف التحلل الهوائي أحياناً بتنفس النظام البيئي.

2. **الكائنات الدقيقة اللاهوائية Anaerobes**

وتحتاج لاستمرار حياتها ونشاطها وسطاً لا يتوفر فيه الأوكسجين مثل بكتريا الميثان التي تحلل المواد العضوية والكربونات إلى غاز الميثان عند عدم وجود أوكسجين.

3. الكائنات الدقيقة الاختيارية **Facultative anaerobes**

وهي تلك الكائنات التي تستطيع أن تكيف نفسها حسب الوسط الذي تعيش فيه, فإذا توفر الأوكسجين كانت هوائية وإذا لم يتوفر أصبحت لا هوائية مثل بكتريا التربة (Aerobacter).

أمثلة حول دراسة النظم البيئية: سوف نستعرض مثالين لمكونات النظام البيئي.

أولاً: البحيرة نظام بيئي مائي

يتواجد في البحيرة تشكيلة واسعة من الكائنات الحية النباتية والحيوانية والمركبات العضوية والمعدنية. وإذا أردنا تطبيق دراسة مكونات النظام البيئي على البحيرة فإنه يمكن تفصيل التالي:

1. الكائنات المنتجة: وهي النباتات المائية الطافية والطحالب الخضراء. وتسمى هذه الأخيرة العائمات النباتي phytoplankton, والتي تكسب البحيرة لوناً مخضراً عند زيادة تواجدها.
2. الكائنات المستهلكة: ويمكن أن تكون:

أ- مستهلك أولي: الكائنات التي تستهلك النباتات والبقايا النباتية.

ب-مستهلك ثانوي: الكائنات اللاحمة وتتغذى على المستهلكين الأوليين.

3. الكائنات المحللة: وهي الكائنات الدقيقة والفطريات الموجودة في مياه البحيرة وتربة القاع.
4. المواد غير الحية: وتشمل الماء وغاز ثاني أوكسيد الكربون والأوكسجين والعناصر المعدنية مثل الآزوت والفسفور والكالسيوم.

ثانياً: الغابة نظام بيئي:

الغابة هي حيز في منطقة يسمح فيها المناخ (المطر, الحرارة...الخ) بنمو النباتات, ومنها الأشجار والشجيرات والأعشاب والمتسلقات, وبعضها نباتات صغيرة مثل الحزازيات, الأشنات والطحالب تغطي سطح الأرض, وكل نوع من هذه الكائنات له صفات مميزة تجعل له مكاناً تصنيفياً في المملكة النباتية. النباتات الخضراء هي الكائن الوحيد الذي يقوم بعملية التمثيل الضوئي, وهي تمثل في النظام مجموعة الإنتاج الأولي.

يتواجد في النظام البيئي أنواع عديدة من الحيوانات ومختلفة في سلوكها ونشاطها, فمنها آكلات الأعشاب التي تتغذى على النبات الأخضر مثل: الأبقار والأغنام والدواجن والجمال والحمير والغزلان والقوارض وأنواع كثيرة من الطيور. هذه الحيوانات تحول الأنسجة النباتية إلى مواد وأنسجة حيوانية ذات أهمية خاصة في غذاء المستهلكين الثانويين وهم من مجموعة آكلات اللحوم, والتي تتغذى على آكلات الأعشاب ومنها النمور والفهود والذئاب والطيور الجارحة مثل الصقور والنسور وآكلات الحشرات والنمل.

ونتيجة للإنتاج والاستهلاك فإن هناك بقايا عضوية نباتية وحيوانية تحوي على العناصر المعدنية والمركبات العضوية, إضافة إلى ماهو موجود أصلاً في النظام من عناصر معدنية وماء وأوكسجين

وثاني أوكسيد الكربون والنيتروجين وطاقة الشمس والرياح, ويمثل هذا الجزء المكونات غير الحية للنظام البيئي.

تحتاج هذه البقايا والمخلفات إلى كائنات تقوم بتفكيكها وتحويل المواد المعقدة والمركبات إلى عناصر بسيطة ومتاحة للاستخدام من قبل النباتات, وتسمى هذه المجموعة بالكائنات المحللة, وهكذا من مجموعة إلى أخرى تتم دورة المواد الغذائية في النظام البيئي.

النظم البيئية غير الكاملة (النظام البيئي المغلق) Incomplete Ecosystems

وهي تلك النظم التي تفتقد إلى واحد أو أكثر من المكونات الأساسية الأولية للنظام البيئي. وتسمى أحيانا النظم البيئية الناقصة ,مثلا الأعماق السحيقة للبحر حيث أن هذا النظام يفتقر إلى الكائنات المنتجة بسبب الظلام الدامس.فتعيش آكلات القمامة والكائنات المحللة على مايسقط من مواد عضوية ونباتية وحيوانات ميتة من الطبقات العليا,وقد توجد أيضا كائنات مفترسة للتغذي على آكلات القمامة.ومن هنا يعتمد النظام البيئي على الإنتاج الخارجي, أي التساقط من المستويات الأعلى , وقد تتواجد قلة من البكتريا ذات البناء الضوئي ولكنها لا تنتج كمية محسوسة من المادة العضوية.

يعد الكهف أيضا مثال على انه نظام بيئي ناقص حيث يفتقد إلى الكائنات المنتجة ويدخل إلى الكهف كمية من الغذاء المنتج خرجا عن طريق تسرب المياه .وعمليا لابد من جميع الحيوانات الكهوف مبارحة الكهف بحثا عن الغذاء كما تفعل الخفافيش .

أيضا يعتبر الجزء المركزي للمدينة نظام بيئي ناقص لأنه يفتقر إلى الكائنات المنتجة . ومثال أخر يحدث في النظم البيئية المائية عندما تحدث ظاهرة الإثراء الغذائي Eutrophication ففي هذا النظام يكون الكائن المستهلك مفقود والسبب يعود إلى ازدهار بعض أنواع الطحالب التي تنتج سموم تؤدي إلى موت جماعي للكائنات المستهلكة .