مفهوم النظام البيئي Concept of Ecosystem

يعد مفهوم النظام البيئي من اقدم المفاهيم البيئية واكثرها معرفة، ومصطلح النظام البيئي ecosystem اول ما اقترح من قبل العالم البريطاني تانسلي Tansley (1935) لكي يشمل الكائنات الحية ومحيطها الفيزياوي وقد اكد انه مثل هذه الانظمة تعد الوحدة الاساسية للطبيعة وذلك لعدم امكانية دراسة الظواهر الطبيعية بصورة منعزلة . وبعد ذلك استخدام هذا المصطلح من قبل الكثير من الباحثين في حقل علم البيئة واولها تاثيرا كان مقالة لنديمان Lindeman (1942) تلاها اول كتاب اساسي لعلم البيئة وضعه العالم اودم Odum (1953).

وقد عرف لنديمان النظام البيئي على انه المجتمع الحياتي زائدا المحيط غير الحي، اما اودم Odum (1953) وايفانز Evans (1956) فقد اكدا على الطبيعة الديناميكية للانظمة البيئية .اذ تكون الكائنات الحية مع بيئتها غير الحية متداخلة بشكل غير قابل للانفصال ويؤثربعضها في البعض الآخر وان أي وحدة تشمل جميع الكائنات الحية (اي المجتمع) المتفاعلة في منطقة معينة مع البيئة الفيزياوية بحيث يؤدي تدفق الطاقة إلى تركيب غذائي وتنوع حياتي ودورات المادة بتحديد واضح (اي تبادل في المواد بين الكائنات الحية وغيرالحية) ضمن النظام،هي نظام بيئي ecosystem وللنظام البيئي من وجهة النظرالغذائية مكوّنان (يكونان عادة منفصلين جزئيا في المكان والزمان): (1) مكون ذاتي التغذية autotrophic component والذي يكون فيه تثبيت الطاقة الضوئية واستعمال مواد غير عضوية يسيرة وبناء مواد معقدة، (2) ومكون معتمد التغذية heterotrophic Component والذي يسود فيه استعمال واعادة ترتيب وتحليل المواد المعقدة .

تركيب النظام البيئي Ecosystem Structure

كل نظام بيئي يمتلك مكونين اساسيين : مكون غير حي (non-living component) ومكون حي (living component) .

اولا- المكونات غير الحية للنظام البيئي -Non-living (Abiotic)components

الشمس هي مصدر الطاقة للنظام البيئي الحيوي على الكرة الارضية والطاقة الشمسية يتم تحويلها من خلال عملية البناء الضوئي (Photosynthesis) في النباتات الى طاقة كيمياوية مخزونة في المركبات العضوية (كالمواد السكرية) ، والحيوانات اما نباتية التغذية او حيوانية التغذية سوف تقوم بتكسير هذه المركبات من خلال العمليات الايضية المختلفة وبذلك تحصل على هذه الطاقة المخزونة . وتنساب الطاقة في صورة معينة خلال النظام البيئي وفي كل مستوى حياتي فان جزءا صغيرا منها يستخدم لغرض ادامة الحياة ، في حين ان الغالبية منها سوف تتبدد على هيئة حرارة او طاقة حرارية غير مستغلة وهذه الحالة تدعى تبديد الطاقة (Entropy) . وتشمل المكونات غير الحية للنظام البيئي ماياتي :

1- مواد غير عضوية : Inorganic substances (كاربون ، نايتروجين، ثنائي اوكسيد الكاربون والماء ... الخ) تكون مشمولة في دورات المادة.
2- مركبات عضوية Organic Compounds (بروتينات وكاربوهيدرات وشحوم ومواد دبالية ... الخ) تربط المواد الحية بمواد غير الحية.
3- العوامل المناخية Climate factors (مثل الحرارة والضوء والرياح والرطوبة والتيارات وسقوط الامطار وتفاعل الطاقة الشمسية مع المواد العضوية وغير العضوية. والمظاهر التركيبية لقشرة الارض في النظام البيئي مثل العوامل غير المناخية Non climatic factors كالبراكين والزلازل).

ثانيا ـ المكونات الحية للنظام البيئي Living (biotic) Components: وتشمل ماياتي :

أـ الكائنات المنتجة او ذاتية التغذية (Producers or autotrophs)

وتشمل جميع الكائنات الحية ذاتية التغذية (autotrophs) والتي تستخدم الطاقة الشمسية وتحويلها الى مواد عضوية ومادة بروتوبلازمية حية من ثنائي اوكسيد الكاربون والماء في النباتات الخضراء ، وهي تتفاوت بالحجم من هائمات نباتية Phytoplankton الموجودة في الانظمة البيئية المائية مثل الطحالب algae الى نباتات تختلف في احجامها واشكالها . كما انها تضم بعض انواع البكتريا التي تقوم بعملية البناء الضوئي.

ب ـالكائنات المستهلكة الكبيرة او الملتهمون (Macroconsumers or phagotrophs)

وتشمل الحيوانات بالدرجة الاساسية وتدعى في بعض الاحيان الكائنات الحية مختلفة التغذية Heterotrophs ، وهذه المجموعة لاتستطيع صنع غذائها بنفسها وانما تعتمد على المادة العضوية الموجودة في كائنات حية اخرى سواء كانت نباتية ام حيوانية ، وهذه المجموعة من الكائنات الحية تقسم الى :

1- العشبيات (العواشب) Herbivores- وتشمل الكائنات الحية نباتية التغذية ومن امثلتها الجراد ، والغزلان والخراف والقشريات والاسماك وغيرها وهي تدعى بالمستهلكين الاوليين (Primary consumers) .
2- اللواحم (Carnivores) : وتشمل الكائنات الحية آكلة اللحوم مثل الضفادع والزواحف والافاعي وغيرها وهذه المجموعة تدعى بالمستهلكين الثانويين (Secondary Consumers) . وتوجد مجموعات اخرى ممكن ان تتغذى على المجموعة انفة الذكر وتدعى مستهلكين ثانوين اخرين (اي مستهلكين من الدرجة الثالثة) يدعى اللواحم (Tertiary Consumers) او(Top Carnivores) مثل الجوارح .
3- القوارت Omnivores: وهذه المجموعة تشمل الانسان والفئران وغيرها ممن يتغذى على النباتات او الحيوانات ، أي انها متباينة التغذية heterotrophic .
4- المحللات Microconsumer (Decomposers or Saprotrophs) : وهذه المجموعة من الكائنات الحية تشمل كائنات دقيقة مثل البكتريا Bacteria والفطريات Fungi وبعض انواع الابتدائيات Protozoa وهي تقوم بتكسير المواد العضوية المعقدة في الكائنات النباتية والحيوانية الميتة وتقوم باطلاق نواتج هذه العملية على هيئة مركبات كيمياوية غير عضوية بسيطة لغرض اعادة تدويرها من قبل الكائنات الحية المنتجة وبذلك تكمل دورة المواد الكيمياوية في النظام البيئي .

وهناك تقسيم اخر لمعتمدي التغذية اقترح من ويجرت واوين Weigert and Owen (1970) على النحو الآتي : أكلات احياء biophages كائنات حية تستهلك كائنات حية أخرى: رميات Saprophages كائنات حية تتغذى على مادة عضوية ميتة . مثل هذا التصنيف الذي سنوضحها لاحقاً، يأخذ بنظر الاعتبار فاصل الزمن time lag بين استهلاك المادة الحية والميتة .

والنظام البيئي يمكن تحليله من وجهة النظر الوظيفية بشكل ملائم على النحوالاتي : -

(1) دوران الطاقةEnergy circuits و(2) السلاسل الغذائية Food chains و (3) انماط التنوع في الزمان والمكان Diversity patterns in time and place و (4) الدورات الغذائية الكيمياوية والارضية الحياتية Nutrient cycle (Biogeochemical) و (5) النشوء والتطور Development and evolution والسيطرة Control. **والنظام البيئي** هو الوحدة الوظيفية الاساسية في علم البيئة حيث يشمل كلا من الكائنات الحية (المجتمعات الحياتية) والبيئة غير الحية، يؤثر كل منها في خصائص الاخر وكلاهما ضروري لادامة الحياة كما هي على الارض، أي انه لايمكن للكائن حي ان يبقى بمفرده او بدون بيئة.

ان مفهوم النظام البيئي مفهوم واسع وان وظيفته في الفكر البيئي تأكيد العلاقات الاجبارية والعلاقات المتوافقة والعلاقات العرضية، أي اقتران المكونات لتكوين وحدات وظيفية .. وكنتيجة طبيعية لهذا فأنه ما دامت الاجزاء غير قابلة لانفصال عملياً عن الكل ، **فالنظام البيئي هو المستوى من التنظيم الحياتي الاكثر ملائمة التطبيق تقنيات تحليل الانظمة**. والأنظمة البيئية يمكن ادراكها ودراستها باحجام مختلفة فالبركة والبحيرة وبقعة من غابة أو حتى مزرعة ختبرية (نظام بيني دقيق microecosystem) تقدم وحدات ملائمة للدراسة . فما دامت المكونات الرئيسة موجودة وتعمل معاً لانجاز نوع من الاستقرار الوظيفي ، ولو لوقت قصير فقط ، يمكن ان تحسب الوحدة نظاماً بيئياً. فالبركة المؤقتة هي نظام بيئي محدد له عملياته وكائناته الخاصة به على الرغم من ان وجودها الفعال محدد بمدة زمنية قصيرة .

ان احدى المظاهر العامة لجميع الانظمة البيئية ، سواء كانت يابسة ام ماء عذباً او مالحاً او التي يصممها الانسان(زراعية... الخ) ام لا، هي التفاعل للمكونين ذاتي التغذية ومعتمد التغذية. هذه الوظائف والكائنات المسؤولة عن العمليات في الغالب، تكون منفصلة جزئياً في المكان ، اي في كونها على هيئة طبقات واحدة فوق الأخرى، مع حصول اعظم ايض الذاتي التغذية في الطبقة العليا التي تكون الطاقة الضوئية جاهزة ويحصل اشد ايض لمعتدي التغذية والذي تتجمع فيه المادة العضوية في التربة والترسبات. وكذلك تكون الوظائف الأساسية منفصلة جزئياً في الزمن وذلك في احتمال وجود تأخير مهم في استهلاك معتمدي التغذية لمنتجات كائنات ذاتية التغذية (من حاصل التمثيل بصورة مباشرة او غير مباشرة) ، وقد يصل كثير من المادة الممثلة الى التربة.

والفصل الزمني-المكاني هنا يعود الى تصنيف ملائم الدوران الطاقة الى : - (1) دورة الرعي grazing circuit والذي يشير فيها التعبير grazing الى استهلاك مباشر للنباتات الحية او لاجزاء منها و (٢) دورة حطام عضوية Organic detritus circuit ، التي تتضمن من تجمع المواد الميتة وتحللها .

وكقاعدة عامة يمكن الاشارة من وجهة النظر الفعلية الى ان الاجزاء الحية وغير الحية من النظام البيئي تكون متداخلة في بناء الطبيعة لكون يصعب معها فصلهم لذا فهو التصنيف العملي الذي لا يضع حداً فاصلاً بين الحي وغيرالحي . إن معظم العناصر الحيوية (الكاربون ، الهايدروجين ، الاوكسجين، النايتروجين والفسفور وما الى ذلك) والمركبات العضوية (كاربوهيدرات وبروتينات وشحوم وما الى ذلك) لا توجد ضمن الكائنات الحية وخارجها فحسب ، ولكنها في حالة ثابتة من الجريان بين الكائنات الحية وغير الحية.

وقد يفكر بالمكونات الحية الثلاثة منتجين وملتهمين ومحللين على انها المملكات الوظيفية الثلاث للطبيعة، لانها مستنده على نموذج التغذية ومصدر الطاقة المستعمل . كما اشار الى ذلك Whittaker (1969) وكما هو مبين في شكل (1). ففي ترتيب Whittaker للشعب إلى عائلة شجرية تطورية ، فان النماذج الغذائية الثلاثة توجد في البدائيات Monera والطلائعيات Protista ، في حين ان الفروع العليا الثلاثه النباتات و الفطريات والحيوانات، تتخصص كمنتجين Producers، ممتصين absorbers و متناولين " ingestion على التوالي.
ويجب تأكيد ان التصنيف البيئي هو وظيفي بدلاً من نوعي.

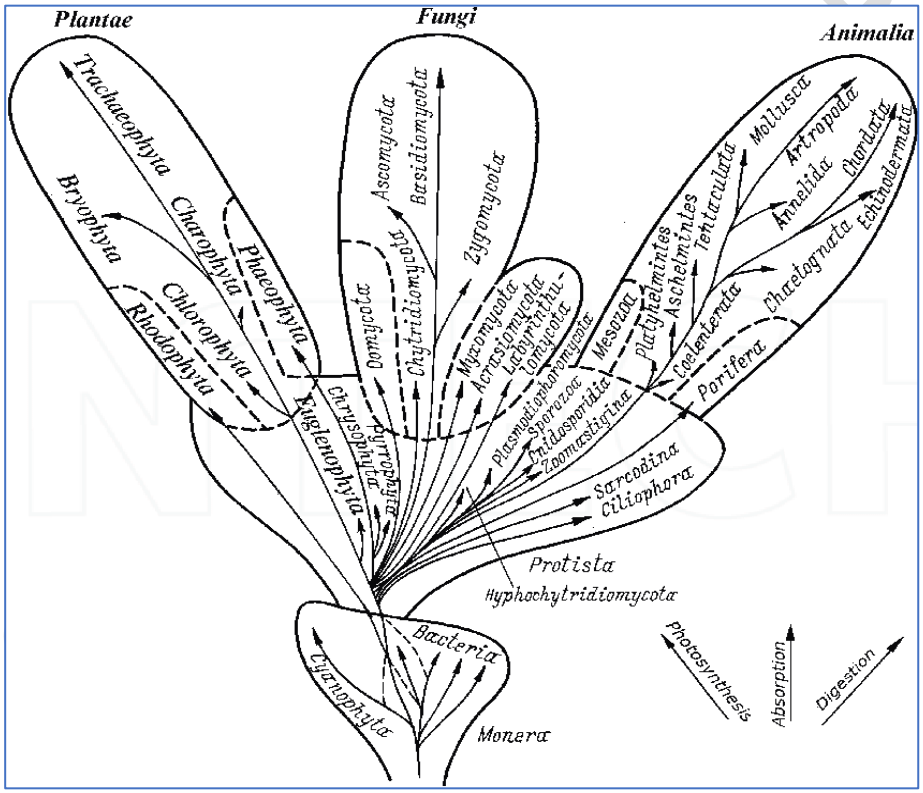


Figure 1. Five kingdoms of R. Whittaker system based on the three levels of organization

انواع الانظمة البيئية Types of ecosystems

من الممكن ان يكون النظام البيئي كوكباً او غابة او بركة او حديقة او طبق بتري الحاوي على مستعمرة معينة . ويمكن القول ان النظام البيئي هو اية مساحة لها حدود والتي من خلالها تنساب وتخرج الطاقة والمواد الاخرى .ان الحدود التي ترسم حول النظام البيئي هي حدود اعتباطية وقد تكون ملائمة فقط لاغراض الدراسة . بشكل عام هناك نوعين من الانظمة البيئية:

1. **النظام المفتوح او الانظمة البيئية الكاملة Open system or Complete ecosystems** وهو النظام البيئي الذي يحتوي على جميع المكونات الاساسية مثل الانظمة البيئية المائية هي البحيرات (lakes) ، البرك Ponds ، الانهار Rivers ، الجداول Springs ،

المستنقعات Swamps ، مصبات الانهر Estuaries. والانظمة البيئية على اليابسة فتشمل الغابات Forests ، اراضي الحشائش Grasslands والمراعي Savanna والصحارى Deserts . وكل نظام من هذه الانظمة يمكن تقسيمها الى انظمة بيئية اخرى .

2. النظام المغلق او الانظمة البيئة غير الكاملة Close system or Incomplete ecosystems وهو نظام يفتقر الى واحد أو اكثر من المكونات الاساسية مثل الاعماق السحيقة للبحر Sea والمحيطات Oceans والكهوف المغلقة Closed caves حيث تشترك في كونها لا تحتوي على الكائنات المنتجة، لعدم توغل ضوء الشمس الى الاعماق السحيقة او للكهوف المغلقة.

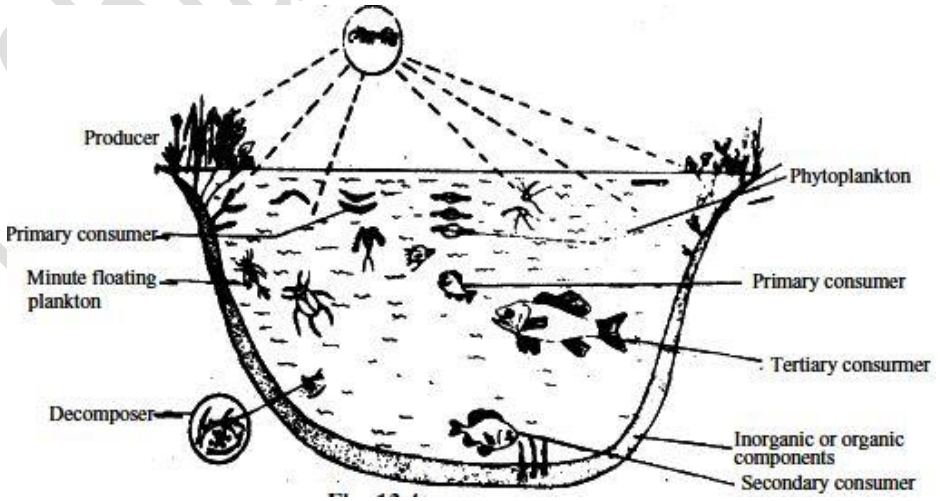
من هذا يتضح ان مختلف الانظمة البيئية وتدرجاتها تكون مترابطة فيما بينها بنسجة حياتية معقدة ، ومجموع هذه الارتباطات تساعد في حفظ التوازن الكلي للنظام البيئي . لذا فان أي خلل او تخريب او توجيه ضغوط على نظام بيئي معين في مكان ما من الممكن ان يمتلك تأثيرات معقدة غير متوقعة وبعض الاحيان غير مرغوبة في مكان اخر .

لفهم النظام البيئي والعلاقات المتبادلة بين الكائن الحي ومحيطه سنأخذ مثال عن نظام بيئي مائي (البركة) ونظام بيئي ارضي (المرج).

البركة The pond

دعنا نعد البركة بمجموعها نظاماً بيئياً ، تاركين دراسة المجاميع السكانية ضمن البركة ، ان التلازم الوثيق للكائنات الحية والبيئة غير الحية يتضح في الحال عند جمع اول عينة والبركة ليست مكاناً تعيش فيه النباتات والحيوانات على فحسب ، بل ان النباتات والحيوانات هي التي يجعل البركة كما هي. لذا فإن قنينة مملوءة من ماء البركة ، او مغرفة مملوءة بطين من قعر البركة تكون خليطا من الكائنات الحية الحيوانية والنباتية ومن مركبات عضوية وغير عضوية . بعض الحيوانات والنباتات الكبيرة يمكن فصلها من العينة لغرض الدراسة او العد ، غير انه من الصعب فصل عشرات الآلاف من الاحياء من المادة غير الحية بشكل كامل دونما تبديل في صفة السائل. صحيح يمكن تعقيم عينة الماء أو الطين بالحرارة بحيث لا تبقى الا المادة غير الحية الا ان ما تبقى لم يعد بعد ماء بركة او تربة بركة بل سيكون ذا صفات ومظاهر مختلفة تماما . وعلى الرغم من التعقيدات ، يمكن اختصار النظام البيئي للبركة الى بضع وحدات اساسية (الشكل (2).

1- المواد غير الحية Abiotic substances: هي مركبات اساسية عضوية وغير عضوية كالماء و CO_2 والاوكسجين واملاح الكالسيوم والنايتروجين والفسفور والاحماض الامينية والدبالية ... الخ . ان قسماً صغيراً من المواد المغذية الحيوية يكون بشكل محلول جاهز في متناول الكائنات ، ولكن القسم الأكبر يكون بشكل احتياطي في دقائق المادة (بصورة خاصة في ترسبات القعر ، مثلما يكون في اجسام الكائنات نفسها. والبركة او البحيرة كما عبر عنها Hayes 1951 ليست كما يفكر الانسان جسماً من الماء يحوي مواد مغذية ولكنها نظام متوازن من الماء والجوامد ، وتكون جميع المواد المغذية تقريباً في حالة جامدة تحت الظروف الاعتيادية. ان معدل انطلاق المغذيات من الجوامد والزاد الشمسي ودورة الحرارة وطول النهار والنظم المناخية الأخرى هي اهم العمليات التي تنظم معدل الفعالية في كامل النظام البيئي على اساس يومي.



شكل (2): مخطط الوحدات الاساسية للنظام البيئي في البركة

2- الكائنات المنتجة Producer organisms **:** يمكن ان يكون المنتجون في بركة ما على نموذجين رئيسيين : نباتات جذرية كبيرة او طافية تنمو في الماء الضحل عادة ونباتات صغيرة طافية ، التي تكون طحالب عادة تعرف بالعوالق نباتية Phytoplankton تنتشر في ارجاء البركة الى العمق الذي يتخلله الضوء. وفي حاله الوفرة تعطي العوالق النباتية للماء لوناً مخضراً، فهذه المنتجات Producers تكون غير مرئية بالنسبة الى المشاهدة العرضي، ومع ذلك ، تكون العوالق النباتية في البحيرات والبرك العميقة الكبيرة كما هو الحال في المحيطات اكثر اهمية بكثير من النباتات الجذرية في انتاج الغذاء الاساسي للنظام البيئي المائي .

3- الكائنات المستهلكة الكبيرة Macroconsumer Organisms :تشمل الحيوانات مثل يرقات الحشرات و واللافقريات والاسماك وغيرها، ويتغذى المستهلكون الأوليون الكبار العواشب herbivores على النباتات الحية او على بقاياها وتكون على نموذجين: العوالق الحيوانية Zooplankton والقاعيات benthos ، تطابق النموذجين من المنتجين. والمستهلكون الثانويون (اللواحم Carnivores) كالحشرات المفترسة واسماك الصيد تتغذى على المستهلكين الأوليين أو على مستهلكين ثانويين آخرين (وهذا يكونون مستهلكين من الدرجة الثالثة) . ولا يزال هناك نموذج اخر مهم من المستهلكين وهو الحاطم detritivore الذي يعتاش على الحطام العضوي المتساقط من الطبقات العليا من ذاتية التغذية الى القاع .

4- الكائنات الرمية Saprotrophic Organisms تتوزع البكتريا المائية والسوطيات و الفطريات في انحاء البركة ، ولكنها تتوفر بصورة خاصة في السطح البيئي للماء الطيني Water- mud interface على طول القعر حيث تتجمع اجسام الحيوانات والنباتات. وبينما تكون قلة من البكتريا والفطريات تكون مرضية التي تهاجم الكائنات الحية وتسبب مرضاً ، إلا ان الغالبية العظمى تبدأ المهاجمة بعد موت الكائن فقط. وعندما تكون ظروف الحرارة ملائمة ، يحصل التحلل سريعاً في جسم مائي. ان الاجسام الميتة لا تحتفظ بذاتيتها لمدة طويلة ، اذ سرعان ما تتحطم الى قطع ، تستهلك بالفعل المشترك للحيوانات الحاطمة والكائنات المجهرية، وتتحرر مغذياتها لتستعمل ثانية.

لتوضيح تدفق الطاقة energy flow وعمليات التبادل في هذا النظام نفترض في بركة ضحلة في يوم مشمس دافيء، في الحالة الافتراضية يفوق التركيب الضوئي التنفس في المترين العلويين (اي الطبقة العليا)، ويوازيها في المتر الثالث، تكون شدة الاضاءة تحت المتر الثالث واطئة جداً لغرض التركيب الضوئي بحيث يحصل التنفس فقط والنقطة التي تعادل عندها انتاج الغذاء والاستهلاك في مدرج ضوئي تعرف بمستوى التعويض Compensation level وتعين حداً وظيفيا ملائما بين الطبقة الذاتية التغذية (المنطقة المضادة euphotic zone) والطبقة المعتمدة التغذية .

الحالة الصحية للنظام البيئي طالما اصبحت زيادة الغذاء المنتجة في عمود الماء في متناول كائنات القاع كما اصبحت في متناول جميع الكائنات اثناء الاوقات التي يكون فيها الضوء والحرارة غير ملائمتين بشكل جيد. فاذا كانت البركة الفرضية ملوثة بمادة عضوية . فان استهلاك الاوكسجين (التنفس) سيفوق كثيرا انتاج الاوكسجين مؤدياً إلى نضوبه (اذ استمر اختلال التوازن) ثم ان ظروفاً لاهوائية ستقصي الاسماك ومعظم الاحياء الأخرى. كما ان تحديد صحة الجسم المائي يحتاج الى معدلات التبادل والتوازن بين الانتاج والاستعمال في الدورة النهارية والسنوية.

المرج The Meadow

بعد أن أكدنا اعتماد البركة على الأرض ، تنتقل الآن إلى دراسة نظام بيئي الارضي (الشكل 3)، مع ان المرج يبدو مختلفا تماماً عن البركة ويحتاج الى معدات مختلفة لدراسته ، فالنموذجان من الانظمة يملكان التركيب الاساسي نفسه . وبالطبع تكون معظم الأنواع على الأرض مختلفة عن تلك التي تكون في الماء ، ولكن يمكن وضعها في تجمعات بيئية قابلة للمقابلة.

فالنباتات الخضراء تنجز وظيفة العوالق النباتية نفسها ، والحشرات والعناكب في الكساء الخضري توازي العوالق الحيوانية ، والطيور واللبائن (والناس الذين يستعملون المرج لغرض زراعة المحاصيل أو رعي الماشية) يوازن السمك وهكذا. ومع ذلك مختلف المجتمعات الأرضية والمائية في الحجم النسبي لبعض المكونات الحياتية، وبالطبع بالتأثير النسبي الذي تملكه المكونات الفيزيائية كالماء على ظروف البقاء (ثم على التكيف الوظيفي وعلى سلوك الكائنات).

أن ابرز تباين بين الانظمة البيئية الأرضية والمائية هو في حجم النباتات الخضراء، فذاتية التغذية الارضية تميل لان تكون اقل عدداً واكبر كثيراً في الحجم كأفراد او ككتلة حياتية في وحدة المساحة ، وتكون المقابلة مثيرة عندما تقابل المحيط المكشوف حيث تكون العوالق النباتية اصغر حتى من تلك التي توجد في البرك والغابة باشجارها الفخمة وتكون مجتمعات المياه الضحلة (حافات البرك والبحيرات

والمحيطات وكذلك المستنقعات) والمراعي والصحاري وسطاً بين هذين التطرفين. والواقع ، يمكن تصور كل البيئة الحياتية على انها تدرج واسع من الانظمة البيئية تكون المحيطات احد التطرفين والغابات الكبيرة التطرف الآخر.

شكل (3): يوضح تركيب المرج Meadow واختلاف احجام واشكال النباتات الخضراء

وتستثمر ذاتية التغذية الارضية جزءاً كبيراً من طاقاتها الانتاجية في نسيج داعم ، لانه ضروري بسبب الكثافة الواطئة جداً (ومن ثم سعة الدعم الواطئ) للهواء مقابله بالماء. هذا النسيج الناعم يملك محتوى عالياً من السليلوز واللكنين (الخشب) ويحتاج الى القليل من الطاقة للإدامة لانه مقاوم للمستهلكين. وهكذا تسهم النباتات على الأرض أكثر في النسيج التركيبي للنظام من النباتات المائية، وان معدل الايض بوحدة الحجم او وزن للنباتات الارضية يكون واطئ جداً.

ان الكتلة التركيبية الكبيرة للنباتات الارضية تؤدي الى تكوين كميات كبيرة من حطام ليني مقاوم (ورق ، المادة العضوية ، خشب .... الخ) يصل الى طبقة معتمدة التغذية ، وبالمقابلة ، فالحطام الساقط في نظام العالق النباتي يؤلف دقائق صغيرة تتحلل بسهولة أكثر وتستهلكها الحيوانات الصغيرة. ولذلك، يمكن توقع ايجاد مجاميع سكانية أكبر من الكائنات المجهرية المحللة Saprophagous في التربة منه في الترسبات تحت الماء المكشوف. ومع ذلك كما سبق تأكيده للتو، فأن أعداد الكائنات الصغيرة جداً وكتلتها لا تعكسان بالضرورة فعاليتها ، فغرام من البكتريا يمكن ان يختلف أضعافاً في معدل الايض والتحول بحسب الظروف . وبالمقابلة بالمنتجين والمستهلكين الصغار، فأن اعداد المستهلكين الكبار ووزنهم تميل الى ان تكون اكثر تطابقاً في الانظمة الارضية والمائية ، اذا كانت الطاقة المتاحة في النظام واحدة . واذا شملنا الحيوانات الرعوية الكبيرة على الأرض ، فان اعداد المستهلكين العوالق الكبار وكتلتهم تميل الى ان تكون نفسها في كلا النظامين.

في **كل من الأنظمة البيئية الأرضية والمائية** يتبدد جزء كبير من الطاقة الشمسية في عملية تبخر الماء ، وان جزءاً صغيراً فقط ، عموما أقل من 5% يثبت بعملية البناء الضوئي . ومع ذلك فان الأثر الذي يؤديه هذا التبخر في حركة المغذيات وفي حفظ الانظمة الحرارية يكون مختلفاً .

التوازن البيئي Ecological Equilibrium

إن أهم ما يميز النظام البيئي هو التوازن الدقيق القائم بين مكوناته كافة، ويقصد به المحافظة على مكونات النظام البيئي بإعدادها وكمياتها، حيث أن الله سبحانه وتعالى خلقها بقدر فائق الدقة، وبالرغم من أن هناك تغير ديناميكي للعوامل البيئية، إلا أنها تبقى ضمن حدود أو مستويات القصوى والدنيا.

المقصود **بالتوازن البيئي** Ecological equilibrium داخل الأنظمة البيئية هو حالة التوازن بين مقدار المدخلات البيئية Input التي تصل لأية نظام بيئي من طاقة وعناصر مغذية والمخرجات البيئية Output التي تطرح من النظام البيئي على شكل نواتج أيضية لأفراد المجتمع الحيوي لهذا النظام . فلو تصورنا بأن هناك زيادة غير طبيعية بكثافة المفترسات فنتوقع من ذلك انخفاض سريع بكثافة الفرانس قد يؤدي إلى انقراضها بشكل تام، وهذه الحالة لا تحصل وذلك لان الله عز وجل سيهيئ ظروف بيئية لا تسمح للمفترسات أن تنمو بالشكل الذي يهدد توازن البيئة. كما وأن الأكسجين يستهلك خلال عملية تنفس الكائنات الحية الحيوانية وكذلك عن طريق عمليات الأكسدة، إلا أنه يعوض بواسطة خلال عملية التركيب الضوئي للنبات. وكذلك نرى استهلاك العناصر المعدنية من قبل النبات الموجودة في التربة، لكن نرى أن التربة تستعيد محتواها من العناصر المعدنية نتيجة تحلل بقايا الكائنات الحية بعد موتها.

ويستطيع أي نظام بيئي من تحقيق عملية الاتزان من خلال تنظيم العلاقات الداخلية لأفراد مجتمعه سواء كانت نباتية أو حيوانية عن طريق التغذية العكسية Feedback Mechanism والتنظيم الذاتي Self-regulation وهذه الاستجابة تكون من خلال تعديل سلوك أحيائه أفراداً وجماعات بما يتناسب مع المتغيرات البيئية المحيطة والعمل على تحوير مكونات البيئة لصالحها في الظروف غير الطبيعية من خلال الاختفاء والسبات وتقليل الحركة والتغذية ، وتغير اللون و تبدل طريقة الغذاء والهجرة المؤقتة وتقليل أو زيادة التكاثر وغيرها من استجابات التكيف Adaptation .

تعد الأنظمة البيئية قادرة على إدامة نفسها وعلى تنظيمها مثلما تفعل مكوناتها من المجامع السكانية والكائنات الحية، لذا فإن علم السيطرة أو علم الضبط Cybernetics ذو أهمية تطبيقية في علم البيئة خاصة وأن الانسان يميل بشكل متزايد لتمزيق السيطرة الطبيعية أو يحاول تعويض الآليات الصناعية بدلا من الطبيعة ، والتوازن الطبيعي Homeostasis هو التعبير الذي ينطبق عموما على ميل الأنظمة الحياتية لمقاومة التغير وتبقى في حالة متوازنة. وان تفاعل دورات المادة وتدفقات الطاقة في الانظمة البيئية الواسعة تولد توازناً طبيعياً ذاتي التصحيح دون الحاجة الى سيطرة خارجية.

قد اتفق علماء البيئة على أن أي إخلال في التوازن الطبيعي لأي نظام بيئي يعد نوعا من أنواع التلوث Pollution . مما يدل أن التوازن البيئي ذو أهمية في استقرار مكونات ذلك النظام البيئي. ويقصد بالاخلال في التوازن الطبيعي التغيرات المفاجئة أو المتأثرة بإحدى العوامل لإحدى أو اكثر من المكونات الأحيائية أو غير الاحيائية، وسيتم التطرق لهذا الموضوع عند تناول مواضيع عن التلوث.

Dr. Shaimaa & Dr. Bilal