علم البيئة الحيوانية

مقدمـــــة عامة :

إن جذور علم البيئة في التاريخ الطبيعي موغلة في القدم كقدم الإنسان نفسه ، فمنذ أن بدأ الإنسان باقتناص الحيوانات وجمع الغذاء من الطبيعة توجب عليه معرفة أين ومتى يجد متطلباته . وبعد قيام الإنسان بالزراعة ، ازدادت حاجته إلى المعرفة والتعلم وبالتالي إلى الاتجاه نحو علم البيئة التطبيقي للنباتات والحيوانات المنزلية .

وفي الحضارات القديمة نجـد أن المصريون والبابليون يرون في الكوارث التي تحل بالحيوانات أو التي تسببها الحيوانات ، كالجراد مثلاً ، ظواهر فوق طبيعية ليس لها أسباب أو أسباب خفية .

أما في القـرن الرابـع قـبل الميـلاد فقـد حـاول أرسطو Aristole (٣٢٢ــ٣٨٤ ق. م) تقسيم الأوبئة والكوارث الطبيعية التي تسببها بعض الحيوانات كالجراد وفئران الحقل ، أن التكاثر يعطي فئراناً أكثر مما ينقص منها نتيجة افتراسها من قبل المفترسين الطبيعيين كالثعالب مثلاً أو عن طريق الإنسان نفسه ، وإن لا شيء ينجح في إيقاف زيادتها ، ويرى أرسطو أن المطر الغزير ربما سيقضي على الفئران .

وفي عام ١٦٨٧م درس ليفن هوك Leven Hoke تكاثر صراصير الحبوب وذبابة الجِبَّفْ إذ عدَّ البيوض التي تبيضها أنثى ذبابة الجيف ووجد أن زوجاً واحداً ينتج نحو ٧٤٦٤٩٦ فرداً في ثلاثة أشهر وهذه أول محاولة لحساب نظري لمعدل الزيادة في عدد الأفراد في الطبيعة . أما بوفون Bofon عام ١٧٥٦ م فقد ميّز جماعات الإنسان والحيوان والنبات . إذ وصف كـيف أن الخصوبة العالية لكل نوع تتحـد عن طريق العديد من العوامل المحددة ، وأن آفة فئران الحقل يمكن أن تقل بفقدان الغذاء ، ولم يوافق أرسطو بأن المطر هو المسؤول عن تحجيم الكارثة وإنما المعني بذلك هو العامل الحيوي .

وفي عام ١٧٩٨ أصدر مالتوس Malthus كتاباً حول تعداد الجماعات باسم تجربة على الجماعة ، وقد حسب أن المتعضية تستطيع أن تزداد وفق متوالية هندسية بينما يزداد الغذاء حسب متوالية حسابية ، وأن معدل الزيادة سيتأثر ، وفق مالتوس ، بوفرة الغذاء أو عدمه ، لكن مالتوس لم يكن الأول في هذا الطرح ، فقد سبقه ميكياريللي Mekiarelly, 1525 و Bofon, 1756 إذ اشارا إلى النقطة نفسها ، لكن مالتوس هو الذي أوصـــل هـــذه الفكرة إلى الناس ، وبعدها تبنى داروين طروحات مالتوس . أما فار Far, 1843 فيعد الديموغرافي الأول في موضوع الوفيات إذ كشف وجود علاقة بين كثافة الجامعات ومعدل الوفيات في بريطانيا . وفي عام ١٨٥٨م استخدم هنري تورد كلمة Ecology في رسائله ولكنه لم يحدد المضنون . أما أرنست هيكل (١٨٦٩م) فقد حدد هذه الكلمة بأنها مجموعة علاقات الحيوان مع وسطه العضوي وغير العضوي . وبعده أصبح المؤلفون يضعون تحديدات أكثر دقة وأصبح لكل من علم الوراثة والتطور والفيزيولوجيا والسلوك تأثيرها على علم البيئة .

وفي عام ١٩٢٧م وضع شارلس إلتون كتاباً باسم علم بيئة الحيوان وعرّف البيئة بأنها التاريخ الطبيعي . وفي عام ١٩٦٣م حدد أوجين أدوم Odum علم البيئة بأنه دراسة بنية وظائف الطبيعة . ويرى اندودثا في عام ١٩٦١م بأن علم البيئة هو العلم الذي يدرس توزع وغزارة (كثافة) المتعضيات ، ويلاحظ هنا بأن هذا التعريف لا يُعني بالعلاقات الكائنة بين الكائنات الحية .

فنجد أن الكلمة العربية (البيئة) قد ذكرت بقولة تعالى [واذكروا إذ جعلكم خلفـاء من بعد عـادٍ وبوأكـم في الأرض تتخذون من ســهولها قصــوراً وتنحتون الجبال بيوتاً ، فاذكروا آلاء الله ولا تعثوا في الأرض مفسدين] (سورة الأعراف ــ الآية ٧٤) . ومن هنا فإن كلمة البيئة مشتقة من الفعل الثلاثي (بوأ) ويقال " تبوأت منزلاً " بمعنى نزلته و"بوأت الرجل منزل" بمعنى هيأته ومكنت له فيه .

أما مصطلح (Ecology) فقد جاء به العالم الألماني ارنست هيغل الذي استعمل أول مرة كلمة " ايكولوجي Ecology " أي علم البيئة في عام ١٨٦٦م . وقد أخذه من

المصطلح الأغريقي (Oikos) والذي يعني محل أو منزل الإقامة و (Iogos) والذي يعني علم .

أما بالنسبة للإسهامات التي قدمها العرب في مجال علم البيئة فهي كثيرة ، فقد درس الأصمعي [٧٤٠ــ٨٣٠م] بعض أصناف الحيوانات البرية والبحرية والأليفة والمتوحشة . وكان جل تركيزه على دراسة بيولوجية الخيل والإبل بشكل موسع . وقد كان أبو عثمان الجاحظ [٧٦٧ــ٨٦٩م] يتابع الحيوان في بيئته فيصف سلوكه ويتحدث عن بيولوجيته ، ويُعد الجاحظ أول من قال عن أسس المكافحة الحيوية (Biological control) ، حين ذكر في كتابه (الحيوان) : [فعلمت أن الصواب في جمع الذباب مع البعوض ، فإن الذباب يفنيه] . هذا الكلام له مفهوم بيئي مهم في السيطرة على الكائنات الحية الضارة بدلاً من استعمال المبيدات والمواد الكيميائية التي تلوث البيئة . وكان الجاحظ بالإضافة إلى ذلك يلاحق الحيوان في ولادته فيتحدث عن نشأته وموطنه وكيفية تربيته لصغاره وإطعامهم ، ثم أنه حاول أن يستوضح تأثير الحر والبرد والشمس والظل على الحيوانات المختلفة وعن علاقة ذلك أيضاً بالحيوان ، وهذا ما يقوم به الآن علماء البيئة . ويعتبر العالم المجريطي [٩٥٠ــ١٠٠٨م] أول من وضع كتاباً أبرز في عناوينه كلمة البيئة من خلال كتابه [في الطبيعيات وتأثير النشأة والبيئة على الكائنات الحية] . ولعل المجريطي كان أول من تحدث فيما يعرف اليوم بمراتب الهيمنة لدى الحيوانات (Domi-nance Heirarchy) ، حيث أشار إلى أن للحيوانات رئيساً ومرؤوساً ، فيقول : [إن الحيوانات فيها التفاضل موجود كوجوده في بني آدم وفيها رؤساء وقادة في كل جنس من أجناسها] . ودرس ابن سينا [٩٨٠ــ١٠٣٦م] في موسوعته الشفاء [كتاب الحيوان] الحيوانات المائية والبرمائية ، وعُني بالحيوانات المائية بشكل كبير وقسمها إلى لجية وشطية ، وقسم الشطية إلى طينية وصخرية .

ثم تناول فيما بعد ما يعرف اليوم بعلم بيئة المتحجرات (Paleoecology) ، حيث استخدم الأحافير البحرية (Fossils) استخداماً صحيحاً للدلالة على أن أجزاء من الأرض كان يغمرها البحر في أقدم العصور ، وتطرق ابن سينا إلى بيئة بعض النباتات الطبية وركز على مواطن النبات من حيث نوعية التربة التي تنمو فيها سواء كانت

مالحة أو حلوة . وجاء دور ابن البيطار [١١٩٧ــ١٢٤٩ م] العالم الاندلسي المعروف فدرس مختلف النباتات وبيئاتها ، في كتابه [الجامع لمفردات الأدوية والأغذية] وكان موفقاً في أكبر دراسته لها . هو مشابه لما يقوم به علماء اليوم في تصنيف النبات .

وقد اهتم القزويني [١٢٠٨ــ١٢٨٣ م] في كتابه [عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات] بتأثير البيئة على الحيوانات ، ثم تناول العلاقات الجيدة والعدائية بين الحيوانات أو ما يعرف بالتداخلات الحيوية (Biological intertion ships) الآن فيقول في حيوان الببر : [حيوان هندي ، أوفى من الأسد ، بينه وبين الأسد معاداة وإذا قصد الببر النمر فالأســد يعــون النمر] وعن البيئة الحيوانية يقول القزويني في كتابه [آثار البلاد وأخبار العباد] وفي مجال الطيور [والصقر والبازي والعقاب لا تفرخ إلا على رؤوس الجبال الشامخة ، والنعامة والقطا لا يفرخان إلا في الفلوات ، والبطوط وطيور الماء لا تفرخ إلا في شطوط الأنهار... الخ] . وهناك علماء رواد من العرب والمسلمين قدموا إسهامات حقيقية في علم البيئة لا مجال لذكرها هنا .

وفي الواقع ، إن علم البيئة هو العلم الذي يدرس شروط أو ظروف وجود الكائنات الحية والعلاقات المتبادلة فيما بينها من جهة ، وعلاقتها بالوسط الذي تعيش فيه من جهة أخرى .

وبالرغم من أن البيئي يستخدم الكثير من الطرق والمفاهيم الرياضية والفيزيائية والكيميائية ونتائج علوم الحياة في الدراسات البيئية ، لكن هذا لا يعني أن علم البيئة ليس علماً مستقلاً ، فهناك الكثير من المفاهيم والقضايا والطرائق الخاصة بعلم البيئة دون غيره .

لم يُلفت نظر الناس إلى البيئة إلا منذ عام ١٩٧٣م أثر انعقاد مؤتمر استكهولم الذي عقد تحت مظلة الأمم المتحدة ، إذ أظهر المجتمعون ما قد أصاب البيئة من تلوث وأن الجنس البشري أصبح مهدداً نتيجة للمخاطر التي يلحقها الإنسان بالبيئة التي بدأت تأنَّ من الأذى وتعجز عن امتصاصه . وكان لإعلان استكهولم وما اتخذ على أساسه من مبادرات دولية وإقليمية ووطنية الفضــل في تنمية وعــي أفضل لطبيعة المشكلات

وأساسها ، مما حذى المتابعين لقضايا البيئة اعتبار مؤتمـــــر استكهولم منعطفاً تاريخياً أرسى دعائم فكر بيئي جديد يدعو إلى التعايش مع البيئة والتوقف عن استغلالها بنهم وشراهة ، كما أعطى المؤتمر للفظة البيئة فهماً متسعاً ، بحيث أصبحت تدل على أكثر من مجرد عناصر طبيعية (ماء ، هواء ، تربة ، معادن ، مصادر للطاقة ، نباتات ، حيوانات) بل هي رصيد الموارد المادية والاجتماعية المتاحة في وقت ما ومكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته ، والإنسان واحد من مكونات البيئة يتفاعل مع كل مكوناتها بما فيه أفراد بني جنسه .

وقد ورد هذا الفهم الشامل للبيئة على لسان الأمين العام السابق للأمم المتحدة لوثانت بقوله ((إننا جميعاُ نسافر سوية على ظهر كوكب مشترك ، وليس لنا بديل سوى أن نعمل جميعاً لنجعل منه بيئة نستطيع نحن وأطفالنا العيش فيها حياة كاملة وآمنة)) .

كما أننا نقول بأن البيئة بمكوناتها هي نعمة من الله ، وعلى الإنسان أن يحصل على رزقه ويقيم علاقاته دون إفساد أو إتلاف لها . وقبل أن نصل إلى أهداف دراسة علم البيئة ، لابد من ذكر بعض المصطلحات المهمة في هذا المجال .

البيئة Environment :

هي الوسط الجغرافي الذي يعيش فيه الكائن الحي وهو مجموع عناصر تشمل المناخ من حرارة وبرودة وجفاف ورطوبة وأمطار ورياح وثلوج وإشعاعات ، والأرض بما تحتوي من تضاريس وسهول وصخور وتربة ومياه ونبات وحيوان ، والهواء بكافة عناصره وغازاته ومكوناته ، ومختلف الخواص الفيزيائية والكيميائية للمكونات السابقة ، بالإضافة إلى الإنسان وأنشطته وفعالياته المختلفة .

علم البيئة Ecology :

هو فرع من العلوم البيولوجية (علوم الحياة) يهتم بدراسة العلاقة المتبادلة بين كائنات حية أو مجموعات من الكائنات الحية والعوامل المحيطة بها والتي تشكل الوسط أو البيئة .

المنظومة البيئة (الإيكولوجية) :

هي مجموعة من الأنواع الحية التي تتعايش معاً جنباً إلى جنب في موقع أو موئـــل معين ومحدد جغرافياً وبيئياً بحيث تتفاعل عناصره الحية من حيوان ونبات وكائنات دقيقة مع بعضها البعض ومع عناصر الموئل البيئية غير الحية بحيث تعيش حالة من التوازن والاكتفاء الذاتي بين هذه العناصر المختلفة .

التنوع الحيوي (التنوع البيولوجي) :

يُعرَّف بأنه مجموع أنواع الكائنات والمتعضيات الحية التي تحيا وتعيش على سطح كوكب الأرض ، وهي التي تمتد على كامل سلم التصنيف والتطور بدءاً من أدناها من الكائنات الدقيقة إلى أعلاها من الثدييات والنباتات الراقيات ، وتضيف اتفاقية التنوع الحيوي (المنبثقة عن قمة الأرض في ريوديجانيرو ١٩٩٢م) على هذا التعريف بأن التنوع الحيوي هو تنوع الجينات (المورثات) وتوزعها في جميع الكائنات والمتعضيات الحية باعتبار أن سر الحياة وجوهرها يتجلى بمعجمها الوراثي الجيني العظيم الذي هو الدنا (DNA) وما يحويه من مليارات الرموز الوراثية التي تضمن نمو وسلامة واستمرار كل أشكال الحياة في مختلف الجماعات من أدناها إلى أعلاها في سلم التصنيف ، وبالمختصر يُعرَّف التنوع الحيوي بأنه الحياة بكل أبعادها على الأرض .

الغلاف البيئي (Ecosphere) والغلاف الحيوي (Biosphere) :

رغم التداخل الكبير بينهما الذي يصل إلى حد التوافق . فالغلاف الحيوي يشمل المجال الذي تتواجد فيه الكائنات الحية بأنواعها المختلفة ، شكل (١) ، في حين يتضمن الغلاف البيئي على المجال الحيوي للأحياء ومدى درجة تأثرها المباشر وغير المباشر بالأغلفة الأرضية الأخرى (الصخري والتربي والمائي والهوائي) . وبذا فإن مفهوم الغلاف البيئي أوسع وأشمل ، شكل (٢) .

التعاقب Succession :

تشكل حياة المجتمعات الحية في البيئة المحيطة بما تشمل من عوامل غير حية ما يسمى بالنظام البيئي Ecosystem وتتآزر مجموعة الأنظمة البيئية معاً لتعطي المستوى البيئي الأعلى ألا وهو الكرة الحية Biosphere . وتقسم الكرة الحية إلى ثلاثة أنظمة رئيسية : الغلاف المائي Hydrosphere والغلاف الأرضي Landosphere والغلاف الهوائي Atmosphere . وتتعاقب المجتمعات الحيوية على المناطق البيئية المختلفة وذلك خلال انتقالها عبر مستويات النظام الحيوي وهذا ما يعرف بالتعاقب Succession ، حيث تستبدل المجتمعات الحية بأخرى بنفس المنطقة البيئية ويستمر في الازدهار حتى يصل إلى ما يعرف بمجتمع الذروة Climax ، كما في تعاقب مجتمع الاشنات على الصخور ليؤدي إلى تقنيتها وتكون التربة .

الموطن والسكن Habitat :

هو ذلك الجزء أو المساحة المحيطة بالكائن الحي التي قد تتشابه بالظروف المحيطة بالكائن ، وقد تكون هذه المساحة مختلفة الحجم ابتداءً من البيئات الدقيقة مثل جذوع الأشجار وقد تكون بيئات كبيرة مثل الصحاري والمحيطات لبعض الكائنات .

العش البيئي Niche :

هو الوضيعة التي يتميز بها هذا الكائن الحي داخل مجتمعه ونظامه البيئي ، أو بتعبير آخر " وضعه الوظيفي " . وينتج هذا الوضع عن تكيفه البنيوي وخصائصه الفيزيولوجية وتصرفه الخاص سواء كان هذا التصرف وراثياً أو مكتسباً . إن أول من أوجد هذا المفهوم وطوره هو Elton في عام ١٩٢٧م .

إن العش البيئي بالنسبة لأي كائن حي لا يتعلق فقط بالمكان الذي يعيش فيه هذا الكائن وإنما يتعلق أيضاً بالعمل الذي يقوم به في هذا المكان (من الناحية البيولوجية طبعاً) .

وبتعبير آخر يمكن أن نقول بأن المسكن هو " عنوان الكائن الحي " أو " مكان إقامته " أما العش البيئي فهو " وظيفته " أو مهنته " ضمن مجموعة الأنواع التي يعيش معها في المجتمع الحيوي .

إن مفهوم المسكن هو مفهوم قديم استعمل من قبل الاختصاصيين بمعان مختلفة . إننا نستعمله هنا بالمعنى الذي أوضحناه أعلاه . أما مفهوم العش البيئي فهو مفهوم حديث ولا يستعمل في الغالب خارج نطاق علم البيئة .

إذ كنا نهتم بكائن حي ما ، فإننا بالإضافة إلى معرفة المكان الذي يعيش فيه تحتاج إلى معرفة متطلباته البيئية ووضعه بالنسبة للمجتمع الذي يعيش فيه وبصورة خاصة تغذيته ومنبع الطاقة التي يستهلكها . وبذلك فإن مفهوم العش البيئي هو مفهوم خصب يسمح لنا أن نتعرف على وضع الكائن الحي في مجتمعه من حيث وظيفته وتغذيته ونموه وتأثيره في الكائنات الحية الأخرى التي يعيش معها وتأثيره في العناصر غير الحية من النظام البيئي الذي هو جزء منه .

السلاسل الغذائية والشبكات الغذائية Food Chains and Food Web :

إن أي نظام بيئي يحتوي على مجموعـــات من الكائنات الحية ، أو تجمعات أصغرية من النباتات والحيوانات المترابطة فيما بينها بما يتعلق بالغذاء والطاقة . وعلى الرغم من أن الكائنات الحية تشكل وحدات متزنة في الغلاف الحيوي ، إلا أنها ليست معزولة عن البيئة التي تعيش فيها ، بل على العكس . فالاتصال بالبيئة شرط استمرار اتزانها . ويمثل الكائن الحي في بيئته نظاماً مغلقاً يتميز بالاستمرارية والحركية ، فيه التبادل والأخذ والعطاء .

وتأخذ العلاقات الغذائية في الغلاف الحيوي ، أو في النظم البيئية ، صورة سلاسل غذائية تبدأ كل سلسلة بالمنتجات ، ثم بالمستهلكات الأولية فالثانية ... وهكذا . وتختلف سلاسل الغذاء حسب البيئة التي تستوطنها الأحياء . ففي بيئات اليابسة تبدأ السلسلة بالأعشـــاب والحشـــائش وغيرها من الأنواع النباتية التي تشكل الصنف المنتج (المنتجات) . وهذه تقدم الغذاء للحيوانات العاشـــبة (آكلة العشب) التي تشكل المستهلكين الأولين . ويمكن عد الإنسان مستهلكاً ثانوياً لاعتماده في طعامه على المستهلكين الأولين الذين قد يكونون أغناماً أو أبقاراً ... الخ .

وكذلك فإن الإنسان من المستهلكين متعددي المستويات الذي يأتي في قمة سلسلة المستهلكين . ويدعى الصنف الثالث في السلسلة الغذائية بالمحللات التي تستعمل البقايا الميتة من المنتجات أو المستهلكات كمصدر تغذية لها .

وهكذا نجد أن السلسلة الغذائية تتمثل في سلسلة من الكائنات الحية التي تعتمد على بعضها في غذائها وفي تزويدها بالطاقة التي تستمد من واحدة إلى الأخرى ، كما هو ممثل في الجدول التالي (١) لسلسلة غذائية بسيطة في بيئة قارية :

جدول (١) سلسلة غذائية خطية مبسطة في بيئة قارية

الصنف	النموذج	مثال
منتج	أعشاب	أعشاب
مستهلك أولي	آكلة الأعشاب	جندب
مستهلك ثانوي	اللواحم الصغيرة	سمن (طائر مغرد)
مستهلك ثلاثي	اللواحم الكبيرة	صقر

وفي النظام البيئي للمياه العذبة تكون السلسلة الغذائية مختلفة فالبلانكتون النباتي المجهري العائم ــ كمثال ــ يشكل الصنف المنتج الذي يقدم الغذاء للمستهلكين الأولين الممثلين في البلانكتونات الحيوانية ، التي تتكون من الحيوانات المجهرية وبالأشكال اليرقية ، التي تشكل بدورها غذاء للمستهلكين الثانويين الأكبر عدداً كالأسماك . والمستهلكون من المرتبة الثالثة الذين يعتمدون في غذائهم على الأسماك يمكن أن يكونوا طيوراً أو ثدييات ، كما هو ممثل في الجدول التالي (٢) :

جدول (١) سلسلة غذائية خطية مبسطة في بيئة مائية

الصنف	النموذج	مثال
منتج	بلانكتون نباتي	طحالب ، دياتوما
مستهلك أولي	بلانكتون حيواني	Copepods ، يرقة

مستهلك ثانوي	أسماك	مينور (سمك صغير الحجم)
مستهلك ثلاثي	طيور	الأسماك

وتستمد المنتجات طاقتها من عمليات التمثيل الضوئي . بينما يقوم المستهلكلون الأوليون بالتغذية على المنتجين ، مستمدين طاقتهم من الهضم الإنزيمي للأنواع النباتية .

مفهوم الاستدامة :

يُعرَّف بأنه استجابة التنوع الحيوي بكل عناصره للوفاء باحتياجات السكان من الموارد من أجل التنمية الشاملة وتحقيق مستويات أعلى في المعيشة ، مع المحافظة في الوقت نفسه على ازدهار الموارد الحيوية وعلى إنتاجها من أجل الأجيال الحاضرة والأجيال القادمة في مسيرة الحياة .

وأخيراً إن علم البيئة يهدف بشكل عام إلى :

١ ــ دراسة العلاقات المتبادلة بين أفراد المتعضيات المختلفة وعوامل الوسط ، الفيزيائية والكيميائية المحيطة بها .
٢ ــ دراسة تطور وبيئة الجماعات المختلفة .
٣ ــ دراسة دور المتعضيات الحيوانية في المجتمعات الطبيعية .
٤ ــ دراسة تدهور أو تَدَرُّك الأوساط الطبيعية الحاصل بفعل الإنسان .
٥ ــ حماية البيئة .

وتتضمن الدراسة البيئية بشكل عام ، الملاحظة ، ثم الوصف ، تم تحليل المعطيات وفرزها ، ثم الاستنتاج . وتستخدم حالياً تقنيات متقدمة وبرامج حاسوبية ، تسمح باستخلاص الحد الأقصى من الاستنتاجات العلمية الدقيقة .

فروع علم البيئة :

حدد العلماء في الوقت الحاضر فرعان أساسيان لعلم البيئة (Ecology branches) هما : علم البيئة الفردية (Autecology) وعلم البيئة الجماعية (Synecology) . وتتركز اهتمامات العلم الأول على دراسة أفراد معينين أو

نوع واحد أو يتعدى ذلك لدراسة مجموعة قليلة مترابطة من الأنواع تعيش مع بعضها وتتأثر ببعضها والبيئة المحيطة ويهتم الفرع الثاني في جميع نواحي الحياة بما في ذلك النباتات والحيوانات والعناصر اللاحيائية البارزة في منطقة معينة ، ويتعرض في دراسته إلى مجموعة من الكائنات تكون مجتمعاً ، وقد يمتد إلى دراسة نظام بيئي مثل بيئة الأنهار وبيئة المستنقعات وبيئة الصحراء وبيئة الغابات وغير ذلك .

وقد اتبع بعض من علماء البيئة أسلوباً سهلاً في تقسيم علم البيئة إلى قسمين هما : البيئة النباتية (Plant ecology) والبيئة الحيوانية (Animal ecology) . ونشأت بعد ذلك تخصصات دقيقة لبعض الفروع البيئية مثل علم البيئة القديمة (Paleoecology) وهو يدرس الظروف الحياتية والبيئية التي كانت سائدة في العصور القديمة . وعلم الجغرافية الحيوانية (Zoogeography) ، وهو يبحث في الدراسة العملية للتوزيع الجغرافي الحيواني ، وعلم البيئة الفضائية وعلم البيئة الأشعاعية وعلم الغابات ، وعلم إدارة الحياة البرية ، وعلم المياه العذبة (Limnology) ، وهو دراسة مكونات المياه الحية وغير الحية ، وعلم بيئة المحيطات (Occanography) ، وهو يدرس الظروف الحياتية وغير الحياتية السائدة في المحيطات والخلجان ومصبات الأنهار وغيرها . وكذلك علم البيئة المائية وعلم البيئة الأرضية وغيرها .

مكونات النظام البيئي :

يعرف النظام البيئي بأنه مساحة من الطبيعة وما تحتويه من كائنات حية ومواد غير حية في تفاعل مع بعضها البعض وما تولده من تبادل في المواد بين الأجزاء الحية وغير الحية . وتتكون المنظومة البيئية في البيئات المائية على سبيل المثال من :

١) المواد غير الحية (Abiotic components) :

وهي المركبات الأساسية غير العضوية والعضوية كالماء وغاز ثاني أكسيد الكربون والأوكسجين والكالسيوم والآزوت والفوسفات والأحماض الأمينية والأملاح المعدنية وغيرها .

٢) المواد الحية (Biotic components) :

- **الكائنات المنتجة (Producers) :**

يوجد نوعان رئيسيان من الكائنات المنتجة هما :

أ ــ النباتات التي لها جذوراً غارسة في تربة البحيرة أو النباتات الكبيرة العائمة وهي تنمو في المياه القليلة العمق فقط من البحيرة .

ب ــ نباتات صغيرة غالباً ما تكون من الاشنيات Algae وتسمى البلانكتون النباتي Phytoplankton (الطافيات النباتية) وهي تسبح موزعة داخل البحيرة إلى عمق معين يتعلق بنفوذ الضوء . عندما يكون البلانكتون النباتي غزيراً فإنه يعطي للبحيرة لوناً مخضراً ، أما في الحالة العادية فإن هذه الكائنات المنتجة لا ترى بالنسبة للملاحظ العارض حتى ولا يستشم وجودها الإنسان العادي . في البحيرات وفي المستنقعات الكبيرة يكون البلانكتون النباتي عادة أكثر أهمية النباتات المجذرة في التربة من حيث إنتاج الغذاء الأساسي بالنسبة للنظام البيئي.

- **الكائنات المستهلكة (Consumers) :**

وهي حيوانات كيرقات الحشرات والقشريات Crustacacac والأسماك ، وتقسم هذه الكائنات المستهلكة إلى :

أ ــ **مستهلكين أوليين :** وهم من آكلي النباتات ويتغذون مباشرة على النباتات الحية وعلى البقايا النباتية ومنهم أيضاً نوعان : البلانكتون الحيواني (الطافيات الحيوانية : Zooplankton) الذي يسبح في ماء البحيرة وحيوانات أخرى تعيش في تربة القاع .

ب ــ **المستهلكين الثانويين :** وهم من اللاحمين ويتغذون عن طريق أكل المستهلكين الأوليين .

- **الكائنات المفككة (Decomposers) :**

وهي بكتيريا وفطور مائية موزعة داخل البحيرة إلا أنها تكون غزيرة بشكل خاص في تربة القعر حيث تتراكم جثث النباتات والحيوانات وكذلك القسم السطحي من البحيرة حيث يحدث البناء الضوئي نتيجة وجود البلانكتون النباتي والنباتات المجذرة في التربة . إن هذه النباتات تكون بأعداد هائلة بحدود المليون بكتيريا تقريباً مشتركة مع كل جرام من البلانكتون . إن عدداً قليلاً من هذه البكتيريا والفطور يصيب الكائنات الحية

ويسبب لها أمراضاً . أما القسم الأعظم منها فهو رُمي ولا يهاجم الكائن الحي إلا بعد موته . عندما تكون درجة الحرارة ملائمة يزداد نشاط البكتيريا والفطور في عملها التفكيكي داخل البحيرة .

التركيب الحيوي للبيئة :

كما ذكرنا سابقاً في تعريف علم البيئة بأنه العلاقات بين الكائنات مع بعضها البعض وعلاقاتها مع البيئة لذا لابد لنا هنا أن نتكلم عن مركبات المجتمع والنظام الحيوي .

فالنظام الحيوي Ecocystem عبارة عن مجموعة من المجتمعات الحيوية Biotic community والذي يعرف على أنه تجمعات لكائنات حية تنتمي لأنواع مختلفة وتعيش مع بعضها البعض تحت ظروف بيئية معينة وتحصل فيها تداخلات بيولوجية مثل التكافل ، التطفل ، التعايش ، الإفتراس . فالمجتمع البيئي قد يحتوي على نباتات وحيوانات وبكتيريا وفطريات ، لذا يعرف بالمجتمع الحي .

وقد يصبح المجتمع كبيراً جداً مثل الغابات المخروطية أو صغيراً جداً كما في أنواع اللافقاريات على شجرة بلوط . وقد يكون المجتمع رئيسياً أو ثانوياً . والمجتمع الرئيسي يشارك بالدور الأكبر في تدفق الطاقة وتوزيعها عبر النظام الحيوي وكذلك يقدر على العيش مستقلاً ، بينما يعيش المجتمع الثانوي في رعاية المجتمع الرئيسي ولا يقدر على العيش مستقلاً .

ويتكون المجتمع من الجماعات والتي هي عبارة عن عدداً من الأفراد التي تنتمي إلى نفس النوع . وتتكاثر الأفراد والجماعات والمجتمعات بالعديد من الظروف البيئية المحيطة . ولكن قبل الحديث عن هذه الظروف لابد أن نتحدث قليلاً عن قوانين مهمة تحد من هذه العوامل وتأثيراتها على الكائنات وهي ما يطلق عليها بالعوامل المحددة والتي تمثل :

١ــ١ قانون الحد الأدنى :

وضع هذا القانون Liebig في عام ١٨٤٠ م وينص على ما يلي :

إن وجود وازدهار كائن حي ما في حالة معينة يتطلبان مواد اساسية ضـــرورية للنمو والتكاثر . إن هذه المتطلبات الأساسية تختلف حسب الأنواع وحسب الحاجة . هذا وإن المادة الأساسية التي توجد بكميات قريبة من الحد الأدنى الحرج اللازم للنمو هـــي التي تشكل في هذه الحالة العامل المحد .

١ــ٢ قانون التحمل :

أدخل هذا القانون شيلفرد Shelford في عام ١٩١٣م وينص على ما يلي :

إن وجود وازدهار كائن حي ما يتعلق باكتمال مجموعة معقدة من الشروط . إن غياب أو عدم نجاح كائن حي يمكن أن ينتج عن النقص أو الزيادة نوعاً وكـــماً أي من العوامل المتعددة التي يمكن أن تقترب من حدود التحمل لهذا الكائن الحي .

١ــ٣ قانون العوامل المُحِدة :

إن وجود وازدهار كائن حي معين أو مجموعة من الكائنـــات الحيـــة يتعلقـــان بمجموعة معقدة من الشروط أو العوامل . أن أي شرط يقترب من حد التحمل الأدنـــى والأعلى أو يزيد عنهما يعتبر شـــــرطاً محـــداً أو عاملاً محداً لنمو هذا الكائن أو هذه المجموعة من الكائنات .

الظروف البيئية المؤثرة في البيئة :

العوامل البيئية Ecological factors :

البيئة هي مجموعة الظروف والعوامل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التـــي تؤثر في حياة الكائنات الحية وتقسم هذه العوامل إلى ما يلي :

العوامل الأولية Primary factors :

١ ــ الضوء Light :

يعتبر الضوء مصدر للطاقة لجميع الكائنات الحية . وتـــؤثر شـــدة الإستـــضائة ونوعية الضوء والفترة الضوئية على كفاءة عملية التركيب الـــضوئي وبالتـــالي علـــى

توزيع النباتات والحيوانات حسب البيئات المختلفة . سواء فيما يتعلق بالتوزيع الأفقي لحيوانات اليابسة أو العمودي بالنسبة للأحياء البحرية المائية .

وللفترة الضوئية تأثيراً مباشرة على سلوك الكائنات الحية منها على سبيل المثال هجرة الطيور والحشرات والأسماك من بيئة إلى أخرى ، كذلك تتحكم الفترة الضوئية بالعديد من الدورات التناسلية في الثدييات والطيور عن طريق التحكم في الإنتاج الهرموني لديها وخاصة الكائنات البحرية .

٢ ـ الحرارة Temperature :

هي المنسوب الحراري كماً ونوعاً التي تؤثر في حياة الكائن الحي حيث يوجد لكل كائن حي مجالاً حرارياً معين يستطيع العيش فيه وهي ما تسمى بالحدود الدنيا والحدود العليا ، وأي تغير في هذا المجال يؤدي إلى اختلال في حياة ذلك الكائن ويتراوح المجال الحراري للأحياء بين ٣٠٠ درجة لبعض أنواع البكتيريا وأثناء مراحل الخمول أو الرقود Dormancy في البذور . وغالباً ما يكون مجال التغير الحراري في المياه أضيق منه للكائنات التي تعيش على اليابسة ، إذ قد تلجأ الحيوانات إلى البيات الشتوي Hypernation كما في الزواحف وهجرة الطيور لمقاومة البرودة أو أن تصنع مركبات أيضية لمقاومة التجمد والبرودة كما في النباتات .

٣ ـ الرطوبة Humidity :

تعرف الرطوبة على أنها نسبة بخار الماء في حجم معين من الهواء ، وأما الرطوبة النسبية فهي نسبة الرطوبة تحت ظروف معيارية ، وتتراوح نسبة الرطوبة بين ١ـ١٠٠ ٪ وذلك حسب الموقع الجغرافي وفصول السنة . وتنتج الرطوبة عن تبخر الماء عن سطح الأرض وذلك تختلف نسبها حسب المواطن البيئية ، الأمر الذي يؤثر على توزيع الكائنات الحية النباتية والحيوانية وحسب حاجتها لنسبة الرطوبة من عدمه .

٤ ــ الغازات Gases :

تؤثر الغازات التي يتكون منها الهواء على تواجد الكائنات الحية في اليابسة والماء باختلاف أنواعها ، فمثلاً يعتبر الأوكسجين ضروري لتنفس جميع الكائنات الحية . ونسبته في الهواء ٢١ ٪ في حين يوجد ثاني أكسيد الكربون في الهواء بنسبة ٠,٠٣ ٪ وتزداد تبعاً لدرجة التلوث . وبذلك يؤثر كل من الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون على توزيع وفسيولوجية وبيئة الكائنات الحية في مختلف المواطن البيئية .

٥ ــ الرياح Winds :

تؤثر الرياح على توزيع الكائنات الحية وذلك حسب شدة الرياح وفترات التعرض لها ، وخاصة عملية النتح والتبخر وانتقال حبوب اللقاح في النباتات ، كذلك تؤثر في تدرج نموها حسب الارتفاع عن سطح البحر من أسفل الجبل إلى أعلاه وحسب البعد عن خط الاستواء .

العوامل الثانوية Secondary Factors :

العوامل الموقعية Location (Latitude and altitude)

يؤثر ارتفاع الموطن البيئي عن سطح البحر تأثيراً مباشراً على توزيع الكائنات الحية وخاصة النباتات وذلك لاختلاف كميا الأمطار والحرارة والغذاء والأوكسجين والضغط بين الوديان وقمم الجبال ، ومن الأمثلة على ذلك التدرج الواضح في نمو الأشجار في الغابات من اسفل إلى سفح قمة الجبل . كما ويتباين تشكل المواطن البيئية تبعاً لبعدها عن محيط الاستواء ، حيث تتباين درجات الحرارة وكمية الأمطار والرطوبة وطول الفترة الضوئية وشدة الإستضاءة . وتبعاً لخطوط العرض تقسم الكرة الأرضية إلى مناطق حيوية مميزة ، ولكل منطقة كائناتها الحية التي تتناسب مع البيئة المحيطة .

خصائص التربة Soil features :

تؤثر خواص التربة الفيزيائية (درجة التهوية ، الحرارة ، الرطوبة) والكيماوية (درجة الحموضة ، درجة الملوحة ، المحتوى العضوي وغير العضوي) والبيولوجية (الكائنات الحية التي تعيش في التربة) في نمو وتوزيع الكائنات الحية ، حيث تتباين هذه الكائنات حسب الظروف الملائمة اللازمة لاستمرارها . وتتكون التربة بفعل

التعرية الجوية Weathering والإنجـــراف Erosion والترسـيب sedemination وتتكون عادة من الرمل Sand والطين Clay والغرين Silt .

العوامل الكيميائية Chemical factors :

المناخ الكيميائي Chemical climet :

يؤثر المناخ الكيميائي (درجة الحموضة والملوحة والمحتوى العضوي والغيـر عضوي) لمكان معين على تشكل المواطن البيئية للكائنات الحية بحيث يحدث تفاوتاً في التوزيع والنوعية لهذه الكائنات .

عامل الماء Water factor :

يتأثر توزيع الكائنات الحية حسب درجة توفر الماء في الشكل المطلوب ويقصد بذلك حالة التجمد والملوحة والحموضة والحرارة ، فمثلاً يتصف المناخ الاستوائي بكثرة الأمطار نتيجة لزيادة منسوب التبخر هناك مما يساعد على زيادة تنوع الكائنات الحيـة هناك .

المناخ الملحي Micro-climate :

وهو يمثل المناخ الحقيقي بالنسبة للخلية البيئية أو الوحدة البيئية Niche حيـث تكون أحياناً في مناطق باردة ولكن داخل جذع شجرة مما يقلل البرودة وبالتالي يـصبح مناخاً محلياً لهذا المكان . وبالتالي عرف بأنه : دراسة شروط مناخية خاصة في منطقة محدودة الأبعاد ، تختلف أحياناً عن المناخ العام اختلافاً كبيراً . وتنتج هـذه الـشروط المناخية بسبب وجود عوالق جغرافية صغيرة مثل حائط أو صخرة أو جـذع شـجرة بحيث تحدث تغيراً غير ملموساً بالنسبة لنا ولكنه مهـم ومـؤثر بالنـسبة للحيوانـات اللافقارية والفقارية الصغيرة مثل الزواحف والضفادع والثدييات .

خصائص الجماعات

الجماعة Population :

مجموعة أفراد من نفس النوع (ذات قرابة تصنيفية واحدة) تعيش في موضع معين وبزمن معين وتكون هذه الأفراد قادرة على التكاثر فيما بينها . وتمتلك هذه الجماعة مورثات تشكل القاعدة الوراثية لتلك الجماعات وتوزع المورثات بين أفراد الجماعة الواحدة يكون مشتركاً .

ولا بد من التذكير بأن المساكن أو المواقع المناسبة لاستقرار نوع ما هي في الأغلب منفصلة أو منعزلة ، وبهذا فإن النوع يتكون من مجموعة جماعات . وتظهر لدى الجماعة خصائص وصفات مميزة لنشأتها وتركيبها ، كالكثافة والتنفس بين أفرادها ، ومعدل الولادات ومعدل الوفيات ومعدل النمو ... الخ . أما لفظة أو مصطلح مجّمع Populment فيطلق على مجموعة أفراد (جماعات) عدة أنواع تشغل أرضاً أو موقعاً محدداً . ومن وجهة بيئية ، فالمجتمع هو جميع الجماعات المتواجدة في مساحة معينة كالغابة أو المستنقع ... الخ .

وأبرز صفات المجتمع هي ظهور ما يسمى بالمستويات الغذائية (السلاسل الغذائية والشبكات الغذائية) وتطلق على الدراسات التي تهتم بتفسير تغيرات غزارة الأنواع في الشروط الطبيعية تعبير ديناميكية الجماعات ، التي لها أهمية كبيرة سواء من وجهة النظر النظرية أو التطبيقية ، كالتنبؤ بزمن تكاثر الأنواع الضارة مثلاً واستخدام المكافحة الحيوية في الوقت المناسب . ومن أجل تفسير هذه التغيرات فإنه من الضروري معرفة تأثير العوامل اللاإحيائية المسيطرة في كل وسط من الأوساط المدروسة .

وتجدر الإشارة إلى أن تلك التغيرات في الجماعة يمكن أن تكون أيضاً ناجمة عن تحريض وراثي ، لهذا يجب أن نتحرى عن وراثة الجماعة .

وسنعرض فيما يلي أهم خصائص الجماعة :

١ ــ الكثافة :

وهي عدد الأفراد الموجودة في وحدة معينة من سطح أو حجم خلال فترة زمنية محددة ، ويُعدّ تحليلها أمراً مهماً جداً لأن تأثير نوع ما في أي نظام بيئي يعتمد في جزئه الأكبر على كثافة (غزارته) . أما طرائق تعيين الكثافة فهي متنوعة وتختلف حسب الجماعات المدروسة ، ونميز من تلك الطرائق ما يلي :

أ ــ العد المباشر للجماعة :

كأن نعد ثدييات حقل مكشوف أو كأن نعد الطيور عن طريق الأعشاش التي تبنيها وبخاصة لدى طيور البحر التي تعيش في الفوالق . إن الإحصاء الكلي لجماعات النوع أمر نادر لأنه عمل طويل ومكلف ولا يتم هذا عادة إلا في بعض الأنواع النادرة أو التي في طريقها إلى الانقراض ، وتستخدم عادة لأجل عملية العد المباشر الطائرات ذات الطيران المنخفض والبطيء والتصوير الجوي وذلك لإحصاء بعض الأنواع الهوائية من الثدييات وبعض الطيور . كما يمكن اللجوء إلى طريقة العد المباشر لبعض الحشرات ، ونذكر مثالاً على ذلك : أن كثافة مستقيمات الأجنحة في جبال الألب قدرت بفردين في المتر المربع الواحد . وان الضباء في أمريكا قدرت عام ١٩٤٩م بـ ٢٩,٩٤٠ فرداً في مساحة ١٠٠,٠٠٠ كم^{٢} .

ب ــ طريقة القبض وإعادة القبض :

لتكن جماعة N فرداً ، فإذا كان عدد الأفراد M التي تم القبض عليها والتي وسمت بطريقة ما (حلقة ، خاتم ، عنصر مشع) ثم أطلق سراحها عشوائياً ، ومن ثم أعيد اصطياد مجموعة منها m ومنها غير معلمة u فيكون :

$$N = \frac{M(m+u)}{m}$$

مفترضين بذلك أن الجماعة مستقرة وغير مهاجرة وبدون وفيات أو ولادات . وقد طبقت هذه الطريقة على الطيور وبعض الحشرات والأسماك وبعض الثدييات . وعادة لا تطبق هذه الطريقة إلا إذا كانت N, m, u, M بأعداد كبيرة .

جـ ـ طريقة العينات :

تختلف الطريقة باختلاف الأنماط والمواقع المدروسة . ففي البيئة البرية أو اليابسة نأخذ مثلاً حالة مفصليات الأرجل التي تعيش إما على الأعشاب أو على الأشجار .

ـ في حالة النباتات العشبية :

يتم أولاً تحديد المساحة المطلوبة وذلك حسب الأنماط الحيوانية المراد دراستها ، فتحدد بـ ٥ م^{٢} للحيوانات ذات القامة الكبيرة ، وبـ ١ م^{٢} للحيوانات صغيرة القامة . يقص كل العشب في المساحة المعينة ويفحص جيداً وبعناية وتقلب الحجارة وتنبش التربة لذلك يلزم للقيام بذلك ٤ أشخاص للمتر المربع الواحد و ١٢ شخصاً للـ ٢٥ م^{٢} و٢٤ شخصاً للـ ١٠٠ م^{٢} . وتعّبر عن النتائج الحاصلة إما بعدد الأفراد أو بالوزن (الكتلة الإحيائية Bio-mass) للأنواع الأخرى .

ـ في حالة الأنواع التي تعيش على الأشجار :

تُهز الأغصان فوق بساط من الكتان عادة بمساحة ١ م^{٢} وبهذه الطريقة تتساقط فقط مفصليات الأرجل غير القادرة على الطيران ، وقد أشار عدد من الباحثين إلى إمكانية وضع الغصن المعني في كيس كبير من الكتان وإغلاقه بعد وضع مادة مخدرة فيه ثم إحصاء الأنواع الموجودة على الغصن . وفي حالة الحيوانات الصغيرة (الحشرات مثلاً) والتي يصعب مسكها باليد أو الملقط فتشفط عن طريق أدوات بسيطة (الشفاط) وهو عبارة عن وعاء زجاجي شفاف له سدادة من المطاط أو الفلين مزودة

بمخرجين يرتبط بهما أنبوبين من البلاستيك أحدهما يوضع في الفم والثاني بالقرب من الحشرة المراد شفطها ، أما الحشرات أو الحيوانات التي تعيش في التربة فيلجأ إلى استخدام مسبار التربة .

تقنيات التفخيخ :

هناك أفخاخ خاصة للثدييات كالقوارض مثلاً ، وأخرى لبعض مفصليات الأرجل أبسطها يتم بوضع أوعية في التربة بحيث تكون حافتها العلوية على مستوى التربة . ويوضع فيها مواد حافظة كالكحول بحيث يقتل الحيوانات المتساقطة فيها ويحفظها من التلف ، وقد لا توضع المواد الحافظة فيما إذا أردنا الإبقاء عليها حية بغية وسمها وإطلاقها ، وهناك أفخاخ على شكل شريط لاصق أو الضوء أو الأشعة فوق البنفسجية .

أخذ العينات في الماء العذب :

أ ــ العوالق Plancton :

إن أخذ العينات من أجل الدراسة الكيفية أمر سهل ولكنه صعباً عندما يكون الهدف هو الدراسة الكمية . وهناك أنماط متعددة من شباك البلانكتون ، ويلجأ عادة في حالة الأبحاث إلى رفع كمية معلومة من الماء (سطل) وسكبه فوق منخل ذي فتحات مناسبة تحتجز العوالق النباتية والحيوانية .

ب ــ القاعيات Pentose :

ويتم باستخدام جرّافة ، وهناك طرائق متنوعة لجمع العينات وأبسطها يتم باليد إذا كان العمق مناسباً أو عن طريق سحبها بالقارب . أما الأسماك وبعض القشريات الكبيرة فتستخدم شبكات الصيد .

أخذ العينات في مياه البحر :

من أجل أخذ عينات من وسط بحري تستخدم بالنسبة للعوالق شبكة البلانكتون ، إذا كان الجمع في المياه السطحية ، أما في الأعماق فتستخدم قوارير nansen الخاصة التي ترسل بحبل إلى العمق المراد دراسته ، ويمكن أن تفتح القوارير وتغلق بواسطة

حبال خاصة . وفيما يخص القاعيات البحرية فإنه يمكن جمعها باليد مباشرة عند الغوص ، أو عن طريق الجرافات .

الطرائق غير المباشرة في تعيين الكثافة :

١ ــ تعداد الجحور للقوارض وبخاصة الصحراوية منها ، حيث الجحور الفردية أي أن لكل حيوان جحر خاص به .

٢ ــ إغلاق فتحات الجحور ومراقبة ما قد أعيد فتحه منها . ويلجأ أحياناً إلى عد جذور بعض النباتات الملقاة على الأرض بالنسبة للفئران والأرانب .

٢ ــ معدل النمو الذاتي الطبيعي للجماعة :

نسبة الولادات (Natality) :

يقصد بنسبة المواليد (Natality) القدرة التكاثرية للجماعة ، أو في عبارة أخرى معدل الزيادة في تعداد الجماعات (Populations) ، ويعتمد معدل المواليد (Birth Rate) على السعة التكاثرية (Reproduction capacity)للنوع ، وتتوقف السعة التكاثرية أو الطاقة التكاثرية للنوع على عوامل وراثية حيث تختلف أنواع الكائنات الحية في درجة الخصوبة ، هذا ، وتؤثر العوامل البيئية مثل وفرة الغذاء ونوعه والأعداد الطبيعية والعوامل الفيزيائية على السعة التكاثرية للأنواع المختلفة . ومن ثم يمكن تقسيم معدل المواليد إلى :

ــ معدل الولادات الفسيولوجية : وهي التي تكون تحت ظروف بيئية مناسبة المثلى .

ــ معدل الولادات البيئية : وهي التي تكون تحت الظروف البيئية الطبيعية .

نسبة الوفيات (Mortality) :

نسبة الوفيات هي معدل الموت في أفراد الجماعات ، وعادة ما يتم التعبير عن معدلات الموت في الأعمار المختلفة بمنحنيات الحياة العمرية (Age Specific Survivor-ship Curves) والتي تعبر عن معدلات الوفيات في الأعمار المختلفة . وهي تنقسم إلى :

- معدل الوفيات الفسيولوجية : وهي التي لا تحدث إلا نتيجة الكبر .
- معدل الوفيات البيئي : وهي التي تكون تحت التأثير العوامل البيئية .

إن القدرة الحيوية الكامنة في النوع لا يمكن إدراكها في الظروف العادية ، لذلك نجد أن الجماعة تزادا بالسرعة التي تستطيعها إذا لم تقاوم عوامل أو شروط الوسط الفيزيائية والكيميائية المختلفة التي تحد أو تمنع تزايدها . فمثلاً نوع البكتيريا *Bacillus coli* ينقسم كل ٢٠ دقيقة ، وبذلك يمكن أن يعطي نظرياً خلال ٣٦ ساعة كتلة تغطي سطح الكرة الأرضية بطبقة مستمرة إذا أتيحت لها الشروط المناسبة لحياتها . والبراميسيوم الذي ينقسم كل ٤ أيام فإنه يشكل نظرياً كتلة بروتوبلازمية بحجم ١٠ أضعاف الكرة الأرضية . ويعطي زوج من حشرة الفيلوكسيرا Phylloxera في عام واحد من $١٠^{١١}$ـ$١٠^{١٨}$ فرداً . وتعطي الأسماك ملايين البيوض في الإباضة الواحدة ، وهناك الكثير من الطيور لا تبيض إلا ٥ـ٦ بيضات في السنة ، ومع ذلك يمكنها أن تعطي ذرية تبلغ ١٠ مليون فرد خلال ١٥ سنة ، وحسب داروين فإن زوج من الفيلة يعطي ١٩ مليون فيل خلال ٧٤٠ـ٧٥٠ سنة .

وهكذا نجد أن زيادة عدد أفراد الجماعة إذا لم يكبح فإنه سيتم وفق متوالية هندسية وتوافق هذه الزيادة بما يسمى مفهوم الكمونة الحيوية أي معدل النمو أو الزيادة الكامنة الذي لا يتحقق أبداً ـ كما أشرنا ـ في الطبيعة . بل نجد معدّل النمو أو الزيادة الحقيقية للجماعة مرتبط بمجموعة من عوامل الوسط التي تحد من الزيادة كعدم توفر الغذاء الكافي والمكان المناسب والأمراض المختلفة وحوادث التطفل والافتراس وغيرها . وهنا لابد من الإشارة إلى معدل الوفيات إذا بقي أقل من معدل الولادات فإن الجماعة ستنمو بمعدل متزايد ، ولكن هذه الزيادة ستؤدي إلى ظهور شروط غير مناسبة للجماعة المعنية حيث ستلعب عوامل الكثافة ـ كما سنرى لاحقاً ـ دوراً مهماً وسيتناقص بالتالي معدل نمو الجماعة المدروسة حتى يصل إلى الصفر تقريباً وذلك عندما تصل الجماعة إلى حجمها الأعظمي في الموقع الأحيائي المعني ، أي تصل إلى حالة من الثبات النسبي مع بعض التذبذبات صعوداً أو هبوطاً .

يُعبر عن معدل النمو r بأنه الفرق بين معدلات الولادات b ومعدل الوفيات d أي r = b-d وإذا اعتبرنا أن N هي عدد أفراد الجماعة ، وt الفترة الزمنية التي حصل فيها النمو فإن :

$$\frac{\text{التغير في عدد الأفراد}}{\text{التغير في الزمن}} = \text{معدل النمو} \times \text{عدد الأفراد}$$

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = eN = (b-d)\,N \Rightarrow r = \frac{\Delta N}{\Delta tN}$$

أي أن معدل النمو هو عبارة عن التغيرات التي تطرأ على أفراد الجماعة خلال وحدة زمنية منسوبية إلى تعداد أفرادها الأصلي ، وهذه العلاقة البسيطة هي القاعدة الأساسية لديناميكية الجماعة .

وكما ذكرنا سابقاً فإن نمو الجماعة بدون تدخل عوامل الوسط هو نمو غير محدد أو أسي ، ولكن هذه الفرضية غير واقعية ولابد من إدخال معامل تصحيح إلى العلاقة السابقة أخذين بعين الاعتبار كثافة الجماعة والمقاومة البيئية وبالتالي يصبح منحنى النمو نسبي . ومعامل التصحيح هو : $\frac{K-N}{K}$ حيث K : هي أعلى عدد من الأفراد يمكن أن يتحمله الوسط ، أو حجم الجماعة الأعظمي في المنطقة المدروسة . وهذا ما نسميه قابلية الإعاشة ، وهنا تصبح العلاقة السابقة كما يلي :

$$\frac{dN}{dt} = rN\ \frac{K}{K-N}$$

$$r = \frac{dN}{dtN}\ \frac{K}{K-N}$$

وهذه معادلة تفاضلية ، لحلها نبحث عن عامل تكميل K . ويفترض هنا أن معدل النمو يزداد بشكل عكسي مع عدد الأفراد N وعندما يقترب عدد أفراد الجماعة من الحد الأقصى K فإن قيمة معامل التصحيح تتناقص وبالتالي يقل معدل النمو وهكذا إلى أن تصبح N = K حيث يكون معدل النمو عندها صفراً .

وكلما كانت العوامل البيئية أفضل اقتربت N من K والعكس بالعكس . وهنا نتبين دور العوامل البيئية وهو ما يسمى مقاومة المحيط لنمو النوع (المقاومة البيئية) ، كما أن قيمة r تختلف باختلاف الأنواع ومقدار أقلمتها مع الوسط الذي تعيش فيه ، وتختلف أيضاً ضمن النوع باختلاف العوامل البيئية التي تسيطر على الوسط الذي تعيش فيه .

وأخيراً ، هناك مجموعة من العوامل التي تحول دون التكاثر بالشكل الأسي ، وتجعله من الشكل النسبي ومنها :

١ ــ القدرة القصوى على التكاثر ثابتة لكل نوع ولا يمكن زيادتها .

٢ ــ تختلف الإناث في قابليتها للتكاثر .

٣ ــ اختلاف التكاثر باختلاف العوامل البيئية .

٣ ــ توزع الأعمار والنسبة الجنسية :

يمتاز كل مجموع بتباين أعمار الأفراد التي تكونه ، فمثلاً قسمّت الحشرات في هذا المجال إلى مجموعة من الأطوار تبدأ بالبيضة ثم اليرقة التي تمر بمجموعة من الأعمار تتحدد بإنسلاخات لتتحول أخيراً إلى طور العذراء التي ستعطي الحشرة الكاملة .

أما النسبة الجنسية فيقصد بها نسبة الإناث إلى الذكور في مجموعة أفراد الجيل الواحد ، وتُحسب على أساس نسبة الإناث إلى المجموع العام . والمهم في ذلك هو نسبة الإناث ، وعلى ذلك فليس بالضرورة تواجد الذكور بعدد مساوٍ لعدد الإناث ، وكلما كانت نسبة هذه الأخيرة أعلى كانت الكفاءة التناسلية أكبر . وابسط النسب الجنسية هي ١ : ١ أو قد يفوق عدد الإناث عدد الذكور أو العكس .

وعندما تُحدد أعمار مختلف الأفراد في مجموع ما ، فإنه يمكن أن نحصل على ما نسميه بالجداول الحياتية ، وأهرامات الأعمار ، ومنحنيات البقاء .

منحنيات البقاء :

١ ــ نمط المنحنى الهابط في حــالة المحــارات (ذوات المصراعين) والكثــير من الطيور والأسماك واللافقاريات :

وتمتاز أفراد تلك المجموعة بوفيات كبيرة في المراحل الفنية لتقل بعدها الوفيات ولكنها تتم بصورة بطيئة والمنحنى هابط .

٢ ــ نمط المنحنى المستقيم كما في حالة الهيدرا :

ويمتاز بأن معدل الوفيات يبقى ثابتاً طيلة فترة الحياة وعندها يكون المنحنى على شكل مستقيم .

أهمية منحنيات البقاء :

تقدم منحنيات البقاء فوائد جمة للباحثين إذ تسمح لهم بمعرفة العمر الذي يكــون فيه النوع قابلاً للعطب وعندها إذا تدخل الإنسان فإنه يتمكن من أن يعّدل من الوفيات أو الولادات زيادة أو نقصاناً ويتم التدخل عادة في الطور الأشد عطباً أو هشاشية . ولهــا تطبيقات عملية في مكافحة الحشرات الضارة ، أو في حسن استغلال الــصيد فدراســة عوامل الوفيات ستكون إذاً ضرورية من أجل تفسير تغيرات الجماعة .

أهرامات الأعمار :

نشير أولاً إلى أن معدل الولادات والوفيات يتغير كثيراً مع العمر وبالتالي فــإن النسبة المئوية لمختلف صفوف الأعمار في جماعة ما ستؤثر كثيراً في تزايدها ويمكــن أن نميز في حياة الحيوان ثلاث فترات هي : فترة ما قبل التكاثر ــ فترة التكاثر ــ فترة ما بعد التكاثر التي يمكن أن تكون أطول فترات الحياة لدى بعض الأنواع مثل ذبابة أيار Ephemera التي تستمر نحو ســنتين لتتكاثر خــــلال يوم واحــد لتموت بعدها بفترة واحــدة . أما بالنسبة للســيكادا Cicada أو زيز الحصاد الأمريكــي الذي يعيش نحو ١٧ سنة في الحالة اليرقية فإن أهرامــات العمــر تسمح بالحصول على تمثيل مفيــد .

ويمكن أن نحصل على ذلك بتطبيق مستطيلات لها نفس الارتفاع (العـــرض) لكـــن بطول يختلف حسب عدد أفراد كل صف أو كل مجموعة عمر بحيث توضـــع الـــذكور والإناث إلى جانبي المتوسط . ويمكن أن نحدد أهرامات عمر بالنسبة لصفوف مراحـــل التكاثر أي قبل وأثناء وبعد التكاثر حسب أحد النماذج التالية :

نموذج أ :

نموذج بقاعدة واسعة وبنسب كبيرة من الصغار وهي تميز الجماعات ذات النمو السريع ، ويكون شكل الهرم مثلثي .

نموذج ب :

المتوسط مع نسب معتدلة من الصغار وتميز الجماعات الثابتة عـــددياً ويكـــون شكل الهرم جرسي .

نموذج جـــ :

بقاعدة ضيقة متضمنة أفراداً معّمرة أكثر من الأفراد الفتية وهي تصف أو تميز الجماعات الهابطة أو المنحرفة أو التي بطريقها إلى الزوال ، ويكن الهرم بشكل فطـــر شكل (٥) .

٣ــ٥ شكل النمو :

تتميز كل مجموعة بنموذج خاص من النمو وتسمى هذه النمـــاذج " أشـــكال أو منحنيات النمو للجماعات " يوجد نموذجان رئيسيان من هذه المنحنيات همـــا : منحنـــى النمو على هيئة J ــ منحنى النمو على هيئة S ، الشكل (٦) .

وفي المنحنى على هيئة J تزداد الكثافة بشرعة بشكل " أسي " أو على غـــرار الفائدة المركبة ثم تتوقف فجأة عندما تصبح مقاومة المحيط ملموس مثل الغذاء أو البرد أو أي عامل فصلي . ويمكن أن يمثل هذا الشكل من النمو بالنوذج البسيط :

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = rN$$

حيث يوجد نهاية محددة في N و r هي قيمة معدل النمو .

أما في المنحنى بشكل S فإن نمو المجموعة يكون بطيئاً في البداية ثم يصبح سريعاً كما في الشكل السابق ويتباطأ بعد ذلك تدريجياً حتى نصل إلى نوع من التوازن . إن هذا الشكل من النمو يمكن أن يمثل بالنموذج التالي :

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = rN \frac{K}{K - N}$$

حيث K ثابت ويشكل خطاً مقارباً .

ومن الجدير ذكره أنه في المنحنى بشكل J لا يوجد توازن نهائي إلا أن النهاية في N تمثل الحد العلوي الممكن للنمو والمفروض من قبل الوسط . هذا وإنه من الممكن أن يحدث انخفاض فجائي بعد هذه النهاية . إن المنحنى بشكل J هو مميز لكثير من الجماعات في الطبيعة مثل الأشنيات والنباتات الحولية وبعض الحشرات (نمو حشرة التريبس على شجيرات الورد) .

إن المنحنى بشكل S ينتج عن التأثير المتزايد للعوامل المحيطة المقاومة للنمو . أي بعكس المنحنى بشكل J حيث تظهر مقاومة المحيط للنمو فجأة بالقرب من النهاية . إن نمو عدد كبير من المجموعات . والتي تمثل كائنات حية دقيقة ونباتات وحيوانات سواء في الطبيعة أو في المختبر . يتبع المنحنى بشكل S . هذا وإن هذا المنحنى بشكل S ينطبق بشكل خاص على نمو الكائنات الحية التي تتميز بتاريخ حياة بسيطة .

وكمثال على ذلك أدخلت الأغنام لأول مرة إلى جزيرة تاسمانيا بالقرب من استراليا في عام ١٨٠٠م وقد سجلت كل الولادات بدقة . وقد اتضح من ذلك أن عدد الأغنام قد اتبع المنحنى بشكل S ، كما أن الجماعة قد وصلت إلى الخط المقارب في عام ١٨٥٠م تقريباً وثبت العدد تقريباً على ١٧٠٠,٠٠٠ رأساً تقريباً مع تغيرات بسيطة فوق أو تحت هذا العدد نتيجة لتغيرات العوامل المناخية نفسها شكل (٧) .

٣ــ٦ تأرجحات الجماعة Population fluctuations :

وجدنا في الفقرة السابقة أن الجماعات تميل إلى الوصول إلى نوع من التوازن في منحنى النمو . وقد دلت الدراسات العديدة أن كثافة الجماعة تتأرجح تحت وفوق الخط المقارب كما ظهر ذلك في مثال ازدياد الأغنام في تاسمانيا . يمكن أن تنتج هذه التأرجحات عن التغيرات التي تطرأ على العوامل المناخية أو عن علاقات متبادلة بين أفراد الجماعة أو بين الجماعة وجماعات أخرى . وإن أهم أسباب التأرجحات تتعلق بعوامل ترتبط بالكثافة مثل التنافس والافتراس والتطفل والتغذية والأمراض من جهة وبعوامل مستقلة عن الكثافة مثل تغيرات العوامل المناخية مثل درجة الحرارة والإضاءة والأمطار ... مثل موجات البرد أو موجات الجفاف التي تحدث من وقت إلى الآخر .

٣ــ٧ انتشار الجماعة Population dispersal :

إن انتشار الجماعة هو حركة الأفراد (أو البذور ، الأبواغ ، اليرقات ... الخ) داخل أو خارج الجماعة أو المساحة التي تحتلها الجماعة . تأخذ هذه الحركة ثلاثة أشكال :

١) حركة باتجاه واحد خارج الجماعة emigration أو الهجرة الخارجية .

٢) حركة باتجاه واحد داخل الجماعة أو الهجرة الداخلية Immigration .

٣) حركة دورية من ذهاب وعودة أو " الهجرة الدورية " migration .

إن الهجرة الدورية تحدث عند الكائنات المتحركة مثل الفقريات والحشرات . إن انتشار الجماعة يكمل الولادة والوفاة في إعطاء شكل النمو والكثافة الخاصين بكل جماعة . في غالب الأحيان فإن بعض الأفراد (أو مواد التكاثر) تدخل أو تخرج باستمرار من الجماعة . وغالباً فإن هذا النموذج التدريجي من الانتشار لا يكون له إلا تأثير ضعيف في الجماعة ككل (وخاصة إذا كانت وحدة القياس عند الجماعة كبيرة) وذلك إما لأن الهجرة إلى الداخل تعادل الهجرة إلى الخارج أو لأن الربح يعادل الخسارة نتيجة تغيرات في الولادة والوفاة . وفي بعض الحالات فإنه يمكن أن تحدث هجرة جماعية مسببة تغيرات سريعة وما يتبعها من تأثيرات مناسبة في الجماعة .

إن الانتشـــار يتأثر كثيراً بالحواجز وبالقدرة الحركية الذاتية للأفراد أو لنـــواتج تكاثرها (بذور ، أبواغ) . إن العصافير والحشرات لها قدرة كبيرة علـــى الانتـــشار وكذلك فإن الثمار المجففة (مثل ثمار القيقب والصنوبر) والبذور ذات الاوبار الطويلة هي سهلة الانتشار .

إن الهجرات الفصلية والنهارية للحيوانات تسمح باحتلال مناطق كان يمكـــن أن تكون غير ملائمة لولا الهجرة كما تسمح للحيوانات بأن تحافظ على معدل عـــال مـــن الكثافة ومن الحيوية . إن الجماعات التي لا تهاجر عادة غالباً ما تضطر إلى التخفيض من كثافتها أو تدخل في مرحلة ركود خلال الفترات غير الملائمة للنمو .

هناك عصافير وأسماك تهاجر إلى مسافات بعيدة جداً . إن هذه الهجرات البعيدة والشديدة التنظيم تشكل حقلاً واسعاً للتجارب والأبحاث إذ أن أســبابها لا تـــزال غيـــر معروف تماماً . ويبدو أنه من المؤكد بأن الحيوانات لا تستجيب للقـــوى المغناطيـــسية الأرضية . إلا أنه يبدو أيضاً أن العصافير والحشرات تتأثر بالضوء وتستعمله بـــشكل وصلة ضوئية .

٣ــ٨ انتقال الطاقة داخل الجماعة :

إن معرفة انتقال الطاقة (أي نسبة التمثيل) داخل جماعة معينة يعتبر من أهـــم الأسس وأكثرها أمانة من أجل : تقدير التأرجحات الملاحظة في الكثافة من جهة ومـــن أجل تحديد الدور الذي تلعبه جماعة ما داخل المجتمع الحيوي الذي تنتمي إليه من جهة أخرى . وقد وجد في بحث النظم البيئية أن دراسة انتقال الطاقة هي أكبـــر دقـــة مـــن دراسة الأعداد ودراسة الكتلة الحية . إذ أن دراسة الأعداد تـــضخم أهميـــة الكائنـــات الصغيرة . كما أن دراسة الكتلة الحية تقلل من أهمية هذه الكائنات . إن ما ينطبق على النظام البيئي ينطبق على الجماعة أيضاً .

٣ــ٩ التوزع المكاني للجماعة Repartition spatiale :

إن الأفراد التي تكون جماعة معينة تتوزع في المكان بأنماط مختلفة تعكس ردود فعل هذه الأفراد تجاه التأثيرات الخارجية المختلفة مثل البحث عن الغذاء أو عن شروط

فيزيائية مناسبة أو نتيجة للتنافس . من المفيد معرفة نمط توزع الكائنات الحية لا سيما عندما يراد تقدير كثافة الجماعة .

فمن الضروري مثلاً أن تكون المساحة المستخدمة للتقدير كبيرة في حال الأفراد المجتمعين . لنفرض أنه تم أخذ (n) عينة . فإن سمينا (m) متوسط عدد الأفراد في كل عينة . فإن التباين (s^2) variance يعطي من المعادلة التالية :

$$s^2 = \frac{\sum(x-m)^2}{n-1}$$

يكون **التوزيع للأفراد منتظماً** إذا كانت قيمة (s^2) تساوي الصفر إذ أن عدد الأفراد في كل عينة هو ثابت ويساوي المتوسط . وفي حال **التوزيع العشوائي** تكون قيمة المتوسط (m) وقيمة التباين (s^2) متساويتين . أما في حال **التوزيع بشكل مجموعات** فتكون قيمة (s^2) أعلى من المتوسط (m) هذا وأن قيمة (s^2) تزداد أكثر فأكثر كلما زاد ميل الحيوانات نحو التجمع .

ولذلك فإنه يمكن معرفة نمط التوزيع المكاني للجماعة عن طريق مقارنة قيمتي (s^2) و (m) . فإذا كانت النسبة s^2/m يتجه نحو الصفر يكون التوزيع منتظماً . وإذا كانت هذه النسبة تتجه نحو الواحد يكون التوزيع عشوائياً ، أما إذا كانت النسبة أعلى من واحد فيكون التوزيع بشكل مجموعات .

إن التوزيع المنتظم نادر في الطبيعة وهو ينتج عادة عن تنافس شديد بين أفراد الجماعة ، كما هو الحال بالنسبة للأسماك اللاحمة . أما التوزيع العشوائي فلا يلاحظ إلا في الأوساط المتجانسة وعند الأنواع التي ليس عندها ميل نحو التجمع . كما هو الحال في توزيع حشرة الأرقة pucerons في الحقل خلال الفترة الأولى من الغزو وعندما تكون الكثافة منخفضة . إن بيوض الحشرات واليرقات الفتية الناتجة عنها تتوزع عادة بشكل عشوائي ولكن عندما تكبر اليرقات فإنها تميل إلى التجمع . وقد ثبت ذلك عن اليرقات الدودة البيضاء *Amphimallo majalis* ويرقات الحشرة *Pieris rapae* . هذا ومن الجدير الإشارة إليه أن التبدلات التي تطرأ على كثافة

الجماعات تؤثر في نمط توزيعها الذي لا يبقى توزعاً عشوائياً . فعندما تتكاثر الارقة في حقل ما . فإن توزعها يصبح بشكل مجموعات . والحال نفسه يصادف عند يرقات *Pieris eapae* .

إن التوزع بشكل مجموعات هو الأكثر انتشاراً على الإطلاق . وهو ينتج عن تبدلات طفيفة في العوامل البيئية إلا أنها هامة بالنسبة للكائن الحي أو عن سلوك هذه الكائنات الحية . هذا وإن المجموعات يمكن أن تتوزع أيضاً عشوائياً أو مجتمعة . وعلى هذا فتتوزع الجماعات في المكان عادة وفق أنماط ثلاثة هي :

أ ــ التوزع المتجانس :

وينجم على الأغلب من منافسة حادة تحدث بين مختلف الأفراد وهذا أمر نادر أو غير شائع في الطبيعة ، نذكر منها توزع السمك الشائك الظهر الذي يمتاز بأنه يعيش منفرداً وبالتالي يكون توزيعه متجانساً وكذلك توزع فأسي القدم الذي يعيش في بعض الشواطيء (رمال المانش) .

ب ــ التوزع العشوائي :

يمتاز بأنه لا يخضع لنظام معين ويظهر لدى الأنواع التي ليس لها أي ميل للتجمع ونذكر كمثال عليها توزع خنفساء الدقيق في وسط أو حقول زراعة الحبوب .

جـ ــ التوزع على شكل مجموعات :

وهو ما يبدو الأكثر انتشاراً وينجم غالباً عن تغيرات طفيفة في خصائص الوسط أو نتيجة تغيرات في سلوكية هذه الحيوانات أو للعلاقات الاجتماعية للحيوانات فيما بينها . ويمكن لهذه المجموعات الحيوانية أن تعود وتتوزع على شكل مجموعات جديدة بطريقة الصدفة ، وهي على نظامين :

- توزيع المجموعات المنتظمة .
- توزيع المجموعات العشوائية (شكل ٨) .

العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية

" العوامل الحيوية "

هناك نمطين من العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية التي تعيش في منطقة بيئية معينة :

١ ــ العلاقات بين أفراد النوع الواحد .

٢ ــ العلاقات بين أفراد تابعين للأنواع مختلفة .

العلاقات ضمن النوعية (بين أفراد النوع الواحد) :

Intraspecific Relatioships (Within the Species)

التكاثر Reproduction :

يعتبر التزاوج من أهم العلاقات ضمن النوعية لأنه الوسيلة لحفظ النوع واستمراره في الأنواع المتكاثرة جنسياً . والخطوة الأولى والأساسية في التكاثر هي العثور على فرد من الشق الآخر (الجنس الآخر) للقيام بعملية التزاوج ، ويتم التقاء الذكر والأنثى في عالم الحيوان بعدة طرق منها :

الفيرمونات (Oheromones) :

وهي مركبات كيميائية تفرزها إناث بعض الأنواع مثل بعض أنواع الحشرات ، وينجذب الذكر إلى روائح تلك الفيرمونات فيتعرف على مكان الأنثى (مصدر الرائحة) ويتجه إليه للقيام بعملية التزاوج .

الأصوات :

تصدر ذكور بعض أنواع الحشرات والفقاريات مثل الضفادع وغيرها أصواتاً معينة لجذب الإناث .

الرؤية :

تعثر الأفراد في العديد من الأنواع على أفراد من الجنس الآخر عن طريق الرؤية .

وتجدر الإشارة إلى أن العثور على الشق الآخر والقيام بعملية التزاوج يتضمن تنافساً بين أفراد الشق الواحد (الذكور غالباً) ويؤدي التنافس إلى العراك والاشتباك الذي يؤدي بحياة أحد المتنافسين ، ومن النادر أن تتنافس الإناث على الذكور في الطبيعة .

العناية بالذرية (Care of Offspring) :

تعتبر العناية بالذرية من أهم العلاقات ضمن النوعية ، وغالباً ما تقوم الأنثى بهذه الوظيفة ، كما في حالة العديد من الثدييات ولكن ذكور الكثير من أنواع الطيور تشارك الإناث في حماية البيض ورعاية الصغار .

الحياة الاجتماعية Social life :

هناك العديد من العلاقات الاجتماعية في الطبيعة مثل العيش في مجموعات . والحياة الاجتماعية مثل حياة الحشرات الاجتماعية التي تعيش في مستعمرات ، وتنقسم المستعمر إلى فئات (Casts) تؤدي كل فئة وظيفة معينة ، وتختلف أفراد الفئات في بنائها المورفولوجي حتى تتلاءم كل فئة مع الوظيفة التي تؤديها في المستعمرة .

التنافس (Competition) :

ينشأ التنافس بين أفراد النوع الواحد على المصادر الطبيعية مثل الغذاء والمكان وغيرهما كما يحدث التنافس على التزاوج ، ويحدث التنافس ضمن النوعي في أية مرحلة من مراحل العمر ، كما يمكن أن يحدث التنافس بين الصغار على المصادر الطبيعية وبين الأفراد البالغة على التزاوج .

العلاقات بين النوعية (بين الأنواع المختلفة)
Interspecific Relationships (Between species) :

التكاثر والانتشار (Reproduction and Dispersal) :

يتطلب تلقيح العديد من النباتات الزهرية وجود حيوانات متحركة لنقل حبوب اللقاح ، وتشتمل هذه الحيوانات على بعض أنواع الطيور والحشرات والثدييات والخفافيش ، وهناك ميكانيكية مختلفة تساعد حبوب اللقاح على الالتصاق بجسم

الحيوان ، ومع تنقل الحيوان بين الأزهار تنتقل حبوب اللقاح من الزهرة المذكرة إلى الزهرة المؤنثة ، وفي مقابل ذلك تتغذى الحشرات والحيوانات الأخرى الملقحة للأزهار من الرحيق وحبوب اللقاح .

وتعتمد العديد من النباتات على بعض أنواع الحيوان في الانتشار ، وعلى سبيل المثال تتغذى بعض الطيور على الثمار وتخرج البذور مع الفضلات البرازية في مكان آخر ، وبهذا ينتشر النبات في مكان جديد ، كما تنقل بعض أنواع الحشرات جراثيم الفطريات من مكان لآخر ، وتلتصق بذور بعض النباتات بفراء الحيوانات ، ومع انتقال الحيوان إلى مكان آخر تنتقل البذور لتثبت في مكان بعيد عن النبات الأم .

التنافس (Competition) :

يعتبر التنافس بين النوعي من العوامل المحددة لكثافة وانتشار العديد من أنواع الأحياء في البيئات المختلفة ، ويتم التنافس على المصادر الطبيعية مثل الغذاء والمكان ، وقد يحدث التنافس بين أفراد متشابهة أو غير متشابهة من الناحية المورفولوجية ولكنها تحتاج إلى نفس المصادر .

هناك مبدأ معروف بمبدأ " جوز للاستبعاد التنافسي " (Gauses's Competitive Exclusion Principle) ويقضي هذا المبدأ بعدم إمكانية تواجد نوعين تواجداً مشتركاً إذا احتل كل من النوعين نفس الحيز البيئي (Niche) ، نظراً لأن التنافس بين النوعين على الحيز البيئي سوف يؤدي في النهاية إلى تغلب أحدهما على الآخر وإزاحته من البيئة ، وقد أجرى (Gause, 1934) مجموعة من التجارب على التنافس والتواجد المشترك لنوعين من البراميسيوم :

Paramecium caudatum – Paramecium Aurelia

وقد توصل إلى النتائج الآتية :

١ ــ عند نمو كل نوع في مكان منفصل (أي بدون تنافس) استطاعت أفراد كل نوع أن تتكاثر وازدادت أعدادها .

٢ ــ عند نمو النوعين معاً استطاع كل من النوعين أن يتكاثر في البداية ، ولكن مع مرور الوقت أدى التنافس إلى فوز *P. aurelia* حيث تزايدت أعداد هذا النوع بينما تقلصت أعداد *P. caudatum* نتيجة عدم قدرته على المنافسة . واعتبر النوع الخاسر في هذا التنافس ، شكل (٩) .

وبالرغم من حدوث التنافس في الطبيعة إلا أن هناك ما يسمى بالتواجد المشترك (Coexistence) حيث تتواجد الأنواع المتنافسة في نفس البيئة ، شريطة ألا يحدث تداخل تام بين الأحيزة البيئية للأنواع .

المعايشة والتكافل (Commensalism and Mutualism) :

يجب أن نفرق بين المعايشة (Commensalism) والتكافل (Mutualism) فالمعايشة هي علاقة بين نوعين يحصل أحدهما على منفعة ولا يتأثر الآخر من جراء تلك العلاقة . أما التكافل فهو عبارة عن تبادل منفعة بين نوعين مرتبطين من الكائنات الحية ؛ فكلا النوعين مستفيد من الآخر .

وهناك العديد من العلاقات التكافلية بين الكائنات الحية ، وعلى سبيل المثال توجد العديد من العلاقات التكافلية بين الحيوانات الفقارية واللافقارية ، فالنمل الأبيض يستطيع أن يتغذى على الخشب ، نظراً لوجود نوع من السوطيات وحيدة الخلية داخل أمعاء النمل ، وتستطيع هذه السوطيات هضم السليولوز ، وبذلك يحصل النمل على المنفعة وفي نفس الوقت يمد النمل الحيوانات الأولية بمكان مناسب للحياة . ومن الأمثلة المعروف للتكافل وجود العديد من أنواع البكتيريا والكائنات الدقيقة في تجاويف الفم والأمعاء في الإنسان والحيوان ، وتتغذى البكتيريا على بقايا الطعام ، وفي المقابل تنتج بعض أنواع الفيتامينات مثل فيتامين (K, B) التي يستفيد منها الحيوان ، ومن أمثلة التكافل ارتباط الطيور بالأبقار ووحيد القرن في شمال أمريكا وأفريقيا ، وتقوم الطيور بتخليص أجسام الحيوانات من الحشرات ، كما أن الطيور تنبه تلك الحيوانات للخطر بالطيران المفاجيء . وفي المقابل تحصل الطيور على مصدر مستمر للغذاء يتكون من الحشرات والطفيليات التي تنتشر على جسم الحيوان .

المعايشة (Commensalism) هي ارتباط نوعين من الكائنات الحية يحصل أحدهما على فائدة بينما لا يضار الآخر ولا يستفيد من هذه العلاقة . ومن الأمثلة الشائعة للمعايشة ارتباط شقائق النعمان (Sea-anemon) بالسرطان الناسك (Hermit Crab) حيث يثبت شقائق النعمان جسمه فوق محار السرطان الناسك ، ويضمن الانتقال وتزداد فرصته في الحصول على الغذاء . أما السرطان فلا يحصل على أية فائدة أو يقع عليه أي ضرر من جراء العلاقة ، ويمكن اعتبار العلاقة بين سمك الريمورا (Remora) المسمى بقمل القرش (Shark Louse) وأسماك القرش ــ نوعاً من أنواع المعايشة حيث تتحور أحد الزعانف الظهرية لقمل القرش إلى ممصات تستعمل لتثبيت الريمورا على جسم القرش مما يضمن له الانتقال مع القرش وعدم التعرض لأي اعتداء ، بالإضافة إلى أنه يحصل على بعض بقايا الطعام المتبقي من سمك القرش .

الافتراس (Predation) :

يحصل النوع المفترس على غذائه من فرائسه وتنتهي العلاقة بموت الفريسة ، ولا يقتصر الافتراس على الثدييات فقط ، ولكنه سلوك شائع في اللافقاريات والنباتات ، فهناك آلاف الحشرات المفترسة التي تتغذى على الحشرات واللافقاريات الصغيرة ، كما تتحور أوراق نباتات القدر (Pitcher Plant) إلى تركيب يشبه الأنبوبة يمتليء بماء المطر ، وعندما تنزلق الحشرة داخل الأنبوبة لا تستطيع الخروج ، نظراً لوجود زوائد متجهة لأسفل الجدار الداخلي للأنبوبة ، وتلك الزوائد تمنع الحشرة من الصعود إلى أعلى بعد انزلاقها ويفرز النبات المفترس عصارات هاضمة تحول المركبات النيتروجينية المعقدة في جسم الحشرة إلى مواد نيتروجينية بسيطة يستطيع النبات امتصاصها والاغتذاء عليها .

التطفل (Parasitism) :

يطلق مصطلح طفيل (Parasite) على الكائن الحي الذي يتغذى على نوع آخر من الكائنات بدون أن يسبب الموت الفوري للعائل (Host) . وبعض الطفيليات مثل الديدان الشريطية تظل متصلة بالعائل معظم فترة حياتها ؛ حيث تعيش هذه الديدان داخل القناة الهضمية للعائل . وبعض الطفيليات مثل القراد تترك العائل بعد فترة طويلة من

التغذية . ويتغذى البعوض على العائل لفترة تعتبر قصيرة نسبياً . وبهذا التعريف يمكن اعتبار الكثير من الحشرات التي تتغذى على النبات طفيليات على عوائلها النباتية .

وتدافع العوائل عن نفسها ضد الطفيل بالعديد من الطرق والتفاعلات كما يلي :

١ ــ دفاع الخلايا :

تحيط يرقات الحشرات بيض الطفيل بغطاء يؤدي إلى موت البيض داخل العائل .

٢ ــ الاستجابة المناعية في الفقاريات :

وتتمثل في جهاز المناعة الذي يقاوم الميكروبات المسببة للأمراض في الإنسان والحيوان .

٣ ــ مناورات إبعاد الطفيل :

يحاول العائل إبعاد الطفيل أو الهرب منه ، وعلى سبيل المثال تتحرك بعض يرقات الذباب للهروب من المفترسات والطفيليات .

٤ ــ سلوك إزالة العائل :

يوجد هذا السلوك في الطيور والثدييات ، حيث يحاول العائل إزالة الطفيل الذي يعلق بجسمه .

البيئات الحيوية على الكرة الأرضية

توجد على سطح الأرض بيئات حيوية مختلفة ومتنوعة ، ولكنها يمكن أن تقسم إلى ثلاث أغلفة رئيسية وهي الغلاف المائي Hydrosphere والتي سوف نتطرق إليها والغلاف اليابس Lithosphere والغلاف الجوي Atmosphere .

النظم البيئية المائية Aquatic Ecosystem :

تغطي المياه حوالي ٧١ ٪ من سطح كوكب الأرض ، وتعد من أكبر النظم البيئية على الإطلاق . يتم ربط أجزاء المياه مع بعضها البعض من خلال التيارات المائية التي تحدث بفعل الرياح ، واختلاف كثافة المياه بسبب تفاوت درجات الحرارة ، وتركيز الأملاح في المياه . وفي المناطق الساحلية وتتكون التيارات المائية نتيجة لعمليات المد والجزر الناجمة عن جاذبية القمر وعن طريق عمليات الحمل التي تحدث نتيجة برودة الطبقات العليا ومن ثم هبوطها إلى الأسفل وصعود الطبقات السفلى الأكثر دفئاً ، وتأخذ التيارات المائية اتجاه دوران الأرض . وتوجد ثلاثة أنواع رئيسية من التيارات المائية وهي : التيارات المائية السطحية والتيارات المائية الوسطية والتيارات المائية العميقة .

ويختلف النظام البيئي المائي عن النظام البيئي البري من عدة جوانب ، ففي حين نجد الرطوبة والحرارة هما العاملان المحددان الأساسيان للنظام البيئي البري ، نجد الأوكسجين المذاب والأشعة الشمسية هما العاملان المحددان الأساسيان للنظام البيئي المائي . ويدخل الأوكسجين إلى النظام البيئي المائي من خلال سطح التفاعل بين الماء والهواء ، حيث يدخل الأوكسجين من الغلاف الغازي إلى المياه إذا كان تركيز الأوكسجين في الغلاف الغازي أعلى من تركيز الأوكسجين في المياه ، ويخرج الأوكسجين من المياه إلى الغلاف الغازي إذا كان تركيزه في المياه أعلى منه في الغلاف الغازي . كما يدخل الأوكسجين أيضاً إلى المياه من خلال عمليات التمثيل الضوئي للنباتات المائية الخضراء والطحالب . وتساعد عملية اضطرام المياه في

الشلالات ونشاط الأمواج البحرية على تزايد معدلات نقل الأوكسجين من الهواء إلى المياه .

هذا وتؤثر معدلات درجات الحرارة في معدل كمية الأوكسجين الذائبة في الماء ، فكلما ارتفعت درجة حرارة المياه تناقصت كمية الأوكسجين الذائبة فيه . كما أن ارتفاع درجة حرارة المياه يؤدي إلى تنشيط عمليات تحلل المواد العضوية وبالتالي زيادة استهلاك الأوكسجين والتي قد تصل إلى حد إزالته تماماً مما يؤدي إلى القضاء على الكائنات الحية المائية الهوائية وتحويل عمليات التحلل الهوائي إلى تحلل لا هوائي ، ويترتب عليه إطلاق الغازات السامة مثل الميثان (CH_4) والأمونيا (NH_3) وكبريتيد الهيدروجين (H_2S) .

ويتفاوت معدل درجة حرارة المياه يومياً وفصلياً ، غير أن التفاوت يقل عن تباين درجة حرارة الهواء اليومية والفصلية في النظم الحياتية الأرضية . كذلك تتغير درجة حرارة الماء بمعدلات أقل من تغير درجة حرارة الهواء ، لذا فإن ارتفاع أو انخفاض درجة حرارة الماء يتطلب طاقة حرارية أكبر من تلك التي يتطلبها الهواء .

وتعد الأشعة الشمسية أيضاً من العوامل المحددة للحياة النباتية ، لكونها لا تستطيع اختراق عمق يزيد عن ٣٠ م تحت سطح الماء يكفي لعملية التمثيل الضوئي . ولذلك يتركز التمثيل الضوئي في النظم الحياتية المائية ضمن هذا العمق فقط . وتعتمد قدرة الأشعة الشمسية على اختراق المياه على عدة عوامل من أهمها درجة عكورة المياه ، فكلما زادت معدلات العكورة قلت قدرة الأشعة الشمسية على اختراق المياه .

وتقسم البيئات المائية إلى :

١ ــ بيئة المياه المالحة (البحار والمحيطات) Marin Aquatic Ecosystem:

المحيطات Oceans :

تغطي محطات العالم ٧٠ ٪ من سطح الأرض وتعد من أقدم وأضخم النظم البيئية على الأرض . للبحار والمحيطات أهمية كبيرة في البيئة فهي أكبر من النظم البيئية الطبيعية على الإطلاق وتلعب دوراً أساسياً في دورة المواد البيوجيوكيميائية .

وتعمل كخزان ضخم لتخزين غاز ثاني أكسيد الكربون والأوكسجين ، وبذلك تدخل في تنظيم مكونات الغلاف الغازي الذي نتنفس منه وتحافظ على الموازنة الحرارية العالية . وتعد البحار والمحيطات مستودعات ضخمة للعديد من الموارد مثل البترول والغاز الطبيعي والرمال وكثير من الخامات المهمة للإنسان . ومن ناحية أخرى تصل إلى البحار كميات كبيرة ومتنوعة من الملوثات التي تشكل خطراً على هذا النظام البيئي المتكامل . وتشمل هذه المحيطات على تشكيلة هائلة من الكائنات الحية التي تتأثر من ناحية الوفرة والتوزيع بالعوامل المختلفة : الضوء ، المواد المغذية ، درجة الحرارة ، حركة المد والجزر ، التيارات المائية . ويختلف تأثير هذه العوامل من منطقة إلى أخرى ، ويمكن تمييز ثلاث مناطق حيوية ابتداءاً من منطقة الساحل إلى عمق المحيط .

١ ــ منطقة ما بين المد والجزر Intertidal zone :

وهي المنطقة الساحلية التي تمتد بين أعلى نقطة يصل إليها الماء وقت المد وأدنى نقطة يصل إليها الماء وقت الجزر ولذلك فهي تُغمر بالمياه وتتكشف يومياً . وتكون هذه المنطقة غنية بالأوكسجين الذائب والمواد العضوية وتكثر فيها الحيوانات الحفارة التي تقطن مثل السرطانات والقواقع وبعض الرخويات والديدان في الشواطيء الرملية . وفي الشواطيء الصخرية تعيش الكائنات الحية التي تلتصق بالسطوح مثل الطحالب الخضراء والبنية والحمراء والمحار وغيرها . وتكون الإنتاجية البحرية هنا في أوجها مقارنة بالمناطق الحيوية الأخرى .

٢ ــ منطقة الجرف القاري Neric zone :

وهي المنطقة المحصورة بين خط الجزر والحرف القاري ، وأقصى عمق تصل إليه هو ١٨٠ م فقط . وتتميز الحياة هنا بتنوعها ووفرتها بحيث تعيش فيها معظم أنواع الأسماك . والإنتاجية هنا عالية نسبياً ويرجع ذلك إلى وفرة النترات Nitrate في هذه البيئة من جهة (مصدر النيتروجين في عملية التركيب الضوئي) وضحولة مياهها من جهة أخرى مما يسمح لاختراق الأشعة الشمسية لهذه المياه .

٣ ــ البيئة المحيطية أو أعالي البحار (Open Sea) :

وتمتد فيما وراء الرصيف القاري وتحتل نحو ٩٠ ٪ من المساحة الكلية للبحار والمحيطات ولكنها تحوي ١٠ ٪ فقط من الكائنات الحية النباتية والحيوانية . وعلى الرغم من اتساعها إلا أنها غير منتجة نسبياً إذ لا تتوافر فيها المغذيات النباتية ، ولذلك تعد البيئات المحيطة صحاري من الناحية البيولوجية . وبالرغم من كون البيئة المحيطة ذات إنتاجية منخفضة ، إلا أنها تحتوي واحات متناثرة غنية بالحياة البحرية .

وتشكل الهوائم النباتية Phytoplanktons القاعدة الأساسية للسلاسل الغذائية في المحيطات حيث توجد بلايين الأطنان من هذه الكائنات تتغذى عليها الحيوانات الطافية Zooplanktons والتي يتغذى عليها بدورها حيوانات طافية أخرى ومن ثم تستمر السلسلة الغذائية بأسماك صغيرة فأسماك أكبر وهكذا . وتتميز الحيوانات التي تعيش في المناطق المحيطية بالقدرة على السباحة ، وذلك للبحث عن الغذاء كما تشمل الكثير من التكيفات التي تستخدمها في الدفاع عن نفسها أو في الهجوم على فريستها .

وتشكّل نسبة الملوحة في مياه المحيطات حوالي ٣,٥ ٪ وتكون عبارة عن أملاح صوديوم ومغنيسيوم وكالسيوم على هيئة كلوريدات وكبريتات وبروميدات وبايكربونات . ويشكل ملح الطعام حوالي ٨٠ ٪ من الملح الكلي الذائب في الماء ، ونظراً للتركيز الملحي العالي لماء البحر فقد طورت الكائنات البحرية أجسامها فسيولوجياً لطرح الأملاح الزائدة والحفاظ على الأنسجة وسوائل الجسم بتراكيز ملحية مناسبة . فتقوم بعض الأسماك بطرح الأملاح عبر الخياشيم وتحتفظ أسماك القرش بتراكيز ملحية مشابهة لماء البحر وتمتلك العديد من الزواحف والطيور والثدييات البحرية أجهزة بولية أو غُدية لطرح الأملاح ، فعلى سبيل المثال تقوم السلاحف البحرية والعديد من الطيور البحرية بإفراز أملاح عالية التركيز عن طريق الغدة الدمعية ، أي أنها تفرز دموعاً ملحية .

وتشمل أعماق المحيطات الجرف القاري بمنحدره (Continental Slope) وقدمه القاري (Continental Rise) إضافة إلى الأخاديد البحرية والجبال والسهول .

ويمكن تقسيم البيئة المحيطة إلى ثلاث طبقات :

١) المنطقة المضاءة (Euphotic Zone) :

وهي الطبقة العليا من المياه التي تدخلها الأشعة الشمسية بتركيزات كافية لأغراض التمثيل الضوئي ، حيث تجد سلاسل غذائية مائية مكونة من الهوائم النباتية والحيوانية والأسماك الصغيرة مثل سمك الهيرنج والسردين (Sardiens) وهي تعيش بالقرب من سطح المياه . كما نجد أيضاً الأسماك الأكبر مثل سمك التونا (Tuna) وسمك السيف (Sword Fish) التي تتغذى على هذه الأسماك الصغيرة .

٢) منطقة أعماق البحار Bathyal Zone) :

وتقع تحت الطبقة (أ) وهي طبقة مائية أبرد ويصلها الضوء بتركيزات قليلة غير كافية لعملية التمثيل الضوئي .

٣) منطقة قاع البحار (Bathyal Zone) :

وهي طبقة مائية تقل فيها حركة المياه ويرتفع الضغط المائي عليها وتصل إلى قاع المحيط وبالتالي تكون مظلمة وباردة جداً قريبة من درجة التجمد . وتعيش في هذه المنطقة كائنات حية محللة من البكتيريا وغيرها وأسماك تقتات على النباتات والحيوانات الميتة والفضلات التي تترسب من الأعلى ، كما تقوم هذه الأسماك بالخروج إلى المنطقة السفلى من طبقة (Bathyal) بحثاً عن الغذاء . ويعيش في الطبقتين الثانية والثالثة نحو ١ ٪ من أنواع الأسماك المعروفة التي لا تشكل مصدراً كبيراً بالنسبة للصيادين بسبب صعوبة صيدها . في سنة ١٩٧٧م تم اكتشاف نظام بيئي على قاع المحيطات بالقرب من فوهات البراكين والتي تخرج منها كميات كبيرة من غاز كبريتيد الهيدروجين . وفي هذه البيئة الحارة والمظلمة تعيش أنواع من البكتيريا الكبريت تحول (H_2S) إلى طاقة تعيش عليها (Chemosynthesis) . وتتغذى على هذه المنتجات ديدان كبيرة الحجم وغريبة الشكل ورخويات وأنواع أخرى من الحيوانات .

٢ ــ بيئة المياه العذبة Limnological Ecosystem :

تحتل المسطحات المائية العذبة قسماً بسيطاً من الغلاف المائي وتكون غالباً ذات مساحات قليلة ، لذا يكون ارتباطها وثيقاً مع المساحات الكبيرة من اليابسة التي تحيط بها (يوجد ٣ ٪ فقط مياه عذبة في العالم) . وتعد المسطحات المائية العذبة إلى حد ما نظم

بيئية تابعة للنظم البرية بالرغم من وجود حدود واضحة لهذه النظم المائية وهي توجد على عدة أشكال منها :

البحيرات Lakes :

تتميز البحيرات التي يزيد عمقها عن ١٥ متراً في أقاليم العروض المعتدلة بتطبق مياهها . إذ تظهر طبقتان من الماء في فصل الصيف واحدة سطحية دافئة تقل كثافة الماء فيها نسبياً ، وأخرى ، سفلية باردة ذات كثافة مرتفعة نسبياً . وتكون الطبقة السطحية أخف بحيث يعلو الماء الدافيء طبقة الماء البارد الأثقل وزناً ، ويحدث اختلاط قليل بين الطبقتين ، كما يكون هنا أيضاً تبادل قليل للغازات بواسطة عملية الانتشار وعمليات تيارات الحمل البسيطة .

ويطلق على الطبقة المائية العليا اسم الطبقة الدافئة جيدة التهوية Epilimnion فيما تسمى الطبقة المائية السفلى بالطبقة المائية الباردة Hypolimnion . وتسمى المنطقة الانتقالية بين الطبقتين بمنطقة التدرج الحراري Thermocline ، كما يبين الشكل (١٠) .

وتزود الطبقة العليا الدافئة بالأوكسجين من خلال سطح التقابل بين الماء والهواء ومن خلال عملية التمثيل الضوئي التي تقوم بها المنتجات الضوئية . أما بالنسبة للأوكسجين الذائب في الطبقة الباردة السفلى فإنه يتناقص بسبب تنفس الكائنات الحية المائية وتحلل المواد العضوية . وقد يضطر بعض أنواع الأسماك للاستقرار في الطبقة السفلى وبسبب عدم قدرته على احتمال التغيرات الفصلية في درجة حرارة الطبقة العليا . وبالطبع فإن تلك الأسماك لن تستطيع الاستمرار في الطبقة السفلى إلا إذا كان هناك مصدر يعوض الكمية المفقودة من الأوكسجين الذاب . وتتم عملية التعويض تلك بواسطة قلب المياه العليا والسفلى في فصلي الخريف والربيع . ففي فصل الخريف يبرد سطح الماء ، ومن ثم تصبح درجة حرارة المياه في الطبقتين وكذلك كثافة الماء متجانسة نسبياً . وبمساعدة الرياح تتكون دورة مائية تعمل على نقل مياه الطبقة

السطحية الغنية بالأوكسجين الذائب إلى الأسفل باتجاه القاع ، ورفع مياه الطبقة السفلى الباردة الفقيرة بالأوكسجين الذائب إلى سطح البحيرة . وتسمى عملية القلب هذه بالانقلاب الخريفي Fall turnover ، وتسهم هذه العملية في تعويض الأوكسجين في الطبقة المائية السفلى وجعل معدلاته عند الوضع الطبيعي .

وخلال فصل الشتاء في أقاليم العروض الوسطى يتجمد سطح البحيرات . وتتراوح درجة حرارة المياه آنذاك بين صفر مئوي أسفل الجليد مباشرة وأربع درجات مئوية عند قاع البحيرة . ومع حلول فصل الربيع ينصهر الجليد ويصبح الماء السطحي دافئاً . ومع ارتفاع درجة حرارة الماء واقترابها من ٤ م° تزداد كثافة الماء السطحي الأدفأ ويزداد وزنه ، ومن ثم يهبط إلى الأسفل باتجاه قاع البحيرات . وبفضل هذه العملية وتحت هذه الظروف يتم قلب مياه البحيرة رأسياً ، وتساعد الرياح مرة ثانية ، على حدوث ما يعرف بالانقلاب الربيعي Spring turnover ، وبذلك يتم انقلاب مياه البحيرات مرتين كل سنة ، وتعد هذه العملية مهمة جداً في تعويض الأوكسجين الذائبة في الطبقة المائية السفلى . ويساعد هذا الوضع على استمرار بقاء الأسماك على قيد الحياة حيث تتطلب بيئة مائية باردة نسبياً وغنية بالأوكسجين الذائب .

بالإضافة إلى ما سبق تساعد دورة المياه على هذا النحو انتقال المغذيات النباتية (Plant Nutrients) من قاع البحيرة باتجاه السطح مما يزيد من إنتاجية الاشنات والطحالب الخضراء . وتجدر الإشارة إلى أن الأنهار والمجاري المائية عند انصبابها في البحيرات ترسب حمولتها من الرواسب العالقة ، وبالتالي فإن الأنهار التي ترتفع فيها معدلات الرواسب الطينية والغرينية تعمل على ملء قاع البحيرة في زمن قصير .

وتصنف البحيرات من حيث إنتاجيتها ، أي مقدار الكائنات الحية التي يمكن أن تعيلها إلى :

١ ــ **بحيرات ذات إنتاجية قليلة (Oligotrophic lakes)** ، بسبب قلة المغذيات النباتية من فوسفور ونيتروجين ، لذا تكون فيها أعداد الكائنات الحية المنتجة قليلة ، وتكون درجة تشبع المياه بالأوكسجين المذاب أكثر من ٧٠ ٪ .

٢ ــ **بحيرات ذات إنتاجية متوسطة (Mesotrophic Lakes)** ، وتحوي تركيزات متوسطة من المغذيات النباتية ونجد فيها أعداداً متوسطة من الكائنات الحية المنتجة ، وتتراوح درجة تشبع المياه بالأوكسجين المذاب ما بين ٣٠ ٪ ــ ٧٠ ٪ .

٣ ــ **بحيرات ذات إنتاجية عالية (Eutrophic Lakes)** ، وتحتوي تركيزات عالية من المغذيات النباتية ونجد فيها أعداداً من الكائنات الحية المنتجة ، وتتراوح درجة تشبع المياه بالأوكسجين المذاب دون ٣٠ ٪ .

٤ ــ **بحيرة هرمة (Senescent Lakes)** ، وتحوي على ترسبات سميكة من المواد العضوية ، وتنمو بها نباتات مائية نصف مغمورة بكثافة عالية . وتتحول هذه النوعية من البحيرات مع الزمن إلى المستنقعات وكمية الأوكسجين قليلة جداً .

وينشأ معظم البحيرات بحيث يكون غير قادر على توفير الغذاء للكائنات الحية المنتجة وبالتالي للكائنات الحية المستهلكة ، ولكنها تتحول بالتدريج إلى بحيرات منتجة بسبب الرواسب التي تجلب معها المغذيات النباتية . وعند ذلك ومع تزايد موت النباتات المائية وكمية الترسبات القادمة إليها بفعل عوامل التعرية تزداد رواسب قاع البحيرة تدريجياً ، ومن ثم تموت أسماك المياه الباردة وتسود أسماك المياه الدافئة مثل سمك القاروس (Bass) ، وفي نفس الوقت يزداد زحف النباتات المائية الجذرية في المناطق الضحلة من البحيرة ، ويستمر هذا الوضع حتى تتحول البحيرة إلى منطقة مائية ضحلة أو بمعنى آخر تتحول إلى مستنقع .

ويعتمد تحول البحيرات إلى مستنقع على مساحة البحيرة وعمقها وعلى طبيعة التربة في الأحواض المائية التي تصب فيها والتغيرات المناخية واستعمالات المياه لآلاف من السنين . وتزيد الأنشطة البشرية من معدلات تعرية التربة وانجرافها إلى البحيرات وبالتالي المساهمة في تحويل البحيرات أو السدود المائية إلى مستنقعات .

الأنهار (Rivers) :

بالمقارنة مع البحيرات فإن الأنهار أقل عمقاً وتياراتها أكثر اضطراماً ، ولهذا تتكشف مياه النهار بمعدلات أكبر للهواء ، كما أن معدلات الأوكسجين الذائب في مياه الأنهار تكون متجانسة نسبياً على طول النهر وأعماقه المختلفة . ولا يعد مقدار الأوكسجين الذائب من العوامل المحددة في البيئات النهرية إلا إذا دخلت المجاري المائية كميات كبيرة من المواد العضوية القابلة لتحلل .

ومن العوامل المحددة الأساسية في البيئة النهرية اختلاف سرعة تيار الماء من جزء لآخر من النهر ، ففي المنابع تكون القنوات المائية ضيقة وشديدة الانحراف وتظهر الشلالات والمسارع التي تعترض المجرى النهري ، وعليه فإن الأحياء المائية في هذا القطاع تكيفت بأساليب معينة تمكنها من الاستمرار والبقاء ضمن اضطراب التيار المائي إذ تميل الأحياء المائية إلى الالتصاق بصخور النهر كالطحالب الخضراء . وتتكيف بعض الكائنات الحية لتلك الظروف بتكون أجهزة امتصاصية (Suction devices) تساعد على ثباتها مثل أفراخ الضفادع ويتميز البعض الآخر ببطون لاصقة تساعدها على الالتصاق بالصخر مثل القواقع .

وفي المجرى الأسفل تختفي المسارع ، وتقل سرعة التيار المائي ، وتزداد المجاري المائية اتساعاً ، وتظهر الرواسب في القاع ، وترتفع معها إنتاجية البيئة ، وتظهر أنواع مختلفة من الأسماك . كذلك تكثر في هذا القطاع من النهر النباتات الطافية التي لا تحتمل التيار المضطرم في المجرى الأعلى .

ومن الجدير بالذكر أنه لا تتواجد الطحالب والنباتات الجذرية بكثرة في البيئة النهرية مما تترتب عليه قلة المصادر الغذائية بالمقارنة مع المستهلكات ، ونتيجة لذلك تعتمد المستهلكات على الوارد من الموارد العضوية ، التي تأتي للنهر من البحيرات والأراضي المجاورة التي تتصرف مياهها إلى النهر . كذلك يساعد الجريان السطحي على تزويد البيئة النهرية بالمغذيات النباتية اللازمة لرفع إنتاجية الكائنات النباتية .

وتعتبر الأنهار من المواضع التقليدية للتخلص من النفايات ، دون الأخذ بعين الاعتبار تأثير تلك النفايات في التجمعات الحياتية النهرية ، وقد أدى هذا الوضع إلى

تدهور نوعية المياه وتلوثها على طول مئات الكيلومترات من الأنهار ، كذلك ، وكنتيجة لتغير الظروف البيئية ، تغيرت التجمعات الحياتية في بعض الأنهار وتم إحلالها بأنواع أخرى . وأياً كان الأمر فإن استمرار التطور الصناعي ، وتركز المجمعات الصناعية على الأنهار ، واستمرار تصريف مياه المجاري في المناطق الحضرية إلى الأنهار سيؤدي إلى استمرار الضغوط البيئية على النظم الحياتية .

المصبات Estuaries

تعد المصبات أجساماً مائية يختلط فيها الماء العذب القادم من اليابسة مع ماء البحر ويحدث له تخفيفاً في نسبة الملوحة . لذا فهي انتقالية بين المياه العذبة والمياه البحرية المالحة مما يجعلها بيئة ذات ميزات خاصة . وتتصف الكائنات الحية التي تعيش هنا على أنها قادرة على تحمل التغيرات التي تطرأ على درجة حرارة المياه ودرجة ملوحتها ومعدل تركيز الرواسب العالقة فيها ، حيث المياه هنا ديناميكية وغير مستقرة .

وأهم ما يميز المصبات أن مستويات المواد الغذائية عالية ، نتيجة غسل المواد العضوية والمواد الكيميائية الزراعية من الأراضي المجاورة إلى المصب ، والتي تهيء بدورها وسطاً مناسباً لنمو النباتات ، خصوصاً أن المياه عادة ليست عميقة وتستطيع الشمس اختراقها وبالتالي تكون ذات إنتاجية عالية . وابرز نباتاتها : النباتات الطافية (عبارة عن طحالب دقيقة في المنطقة المضاءة) ، والنباتات الوعائية (تكون على شكل أعشاب مغمورة ذات جذور ملتصقة بالقعر) والنباتات المعلقة (عبارة عن طحالب دقيقة متعلقة بأوراق وسيقان نباتات أو أي مواد عالقة أخرى) . وتسود المجتمع الحيواني للمصب مجموعات حيوانية قاعية من السرطانات والمحارات والديدان الحلقية ، وفي الماء الأوسط تتواجد قناديل البحر والأسماك . وهناك الأسماك التي تميل للحياة البحرية طيلة فترة حياتها لكنها تتناسل وتتكاثر في المصبات أو المياه العذبة ، وهي تمثل أنواعاً مهمة من الناحية التجارية . وقد تدخل أسماك القرش والدلفين إلى المصبات بشكل موسمي للحصول على الغذاء .

المستنقعات Swamps

وتتكون المستنقعات نتيجة لإحدى العوامل التالية :

١ ــ تجمع الأمطار الكثيفة على سطح الأرض .

٢ ــ تدفق المياه إلى سطح التربة وخصوصاً في المناطق القريبة من المياه الجوفية .

٣ ــ الترسبات العضوية وغير العضوية في البرك والبحيرات .

ومن أشهر النباتات الزراعية التي تعيش في المستنقعات الموجودة في المناطق المعتدلة والحارة الأرز ، الذي يشكل مادة غذائية أساسية لكثير من شعوب العالم . كما تعيش نباتات طبيعية حول المستنقعات مثل القصيب وأنواع من الشجيرات والأشجار . وتلعب نباتات المستنقعات دوراً مهماً في تصنيع الورق حيث تحتوي على نسبة عالية من السليلوز . وتتميز إنتاجية المستنقعات بأنها عالية نظراً لاحتوائها على الكثير من المواد العضوية وبسبب التهوية العالية للجذور حيث أن جذورها ليست عميقة في التربة .

وتتجمع المواد العضوية وبخاصة الناتجة عن النباتات على سطح التربة تحت المياه مكونة مادة الحث Peat وهي مادة إسفنجية تحتوي علي الكربون بنسبة ٥٥ ٪ وتستعمل في بعض المناطق كمصدر للطاقة ، ويكون لها أهمية بيئية إذا تراكمت عبر الأزمان الجيولوجية حيث تحفظ بين طبقاتها العديد من الحفريات Fossils التي تعبر عن المجتمعات القديمة . وتعيش في المستنقعات أنواع عديدة من الحشرات ، التي قد تكون ضارة ، كالبعوض كما وتتواجد السحالي والضفادع والتماسيح والأفاعي المائية الضخمة . وتعيش حول مستنقعات المناطق الباردة أصناف عديدة من الأسماك والطيور والحيوانات البرية التي تشكل مصدراً بروتينياً جيداً .

هذا وقد اختفت مساحات واسعة من أراضي المستنقعات في مختلف دول العالم بسبب تجفيفها للاستفادة منها في الزراعة بينما تنبهت بعض الدول المتقدمة إلى دور المستنقعات في البيئة فعملت على حمايتها ومنعت تجفيفها .

<u>العوامل التي تؤثر في التوزيع الجغرافي للأحياء البحرية :</u>

على الرغم من أن المسطح المائي يمثل سطح متجانس تقريباً تبقى عدة عوامل لها :

١ ــ التيارات البحرية :

إن الأسباب الرئيسية لحركة المياه في البحار والمحيطات ترجع إلى :

١ ــ التسخين غير المتساوي .

٢ ــ الرياح وهي نتجت بحد ذاتها من التسخين غير المتساوي التي تعمل على سطح الماء .

٣ ــ احتواء المحيطات كتل اليابسة وبسبب تدخل كتل اليابسة فلا تستطيع التيارات البحرية تجري لمسافة طويلة وحول العالم فيما عدا المنطقة القطبية الجنوبية .

وهناك نظامين أساسيين يجب أن يُركبان ، أحدهما فوق الآخر وهما : النظام الذي ينتج مباشرة من خلال تسخين غير متساوٍ في الوقت الذي تسخن فيه المياه عند خطوط العرض القريبة من خط الاستواء . فتصبح أقل كثافة وتنتشر فوق السطح صوب القطبي الجنوبي والشمالي وتبرد هذه المياه أثناء انجرافها صوب القطبين وتغور في نهاية المطاف وبهذه الطريقة تتكون خلية حمل حراري عملاقة .

بينما تتدفق المياه السطحية التي تغور عند القطبين صوب خط الاستواء على طول السطح ، إضافة على هذا التدفق الأساسي صوب القطب تنتج الرياح السطحية بالاتحاد مع وضع الكتل اليابسة نظاماً مختلفاً وتكون التيارات السطحية نتاجاً لهذين الدفقين وبما أن التأثير الأعظم يعود لحد بعيد إلى الرياح .

وعندما تتعامل الكتل المائية المختلفة الخصائص مثل الحرارة والملوحة تحدث اضطرابات في الغلاف الجوي بين كتلتين هوائيتين مختلفتين ، مما يخلق جبهة هوائية لها نتائج كثيرة . كذلك يحصل في المسطحات المائية . فتصعد المياه الحارة وتنزل المياه الباردة مما يؤدي إلى حدوث دوامات تنتج مناطق ذات وفرة بالحياة النباتية والتي جلبتها التيارات وصبتها في هذه المنطقة . أي تصبح منطقة تجمع لأنواع مختلفة وهكذا تجذب الحيوانات الأكبر للحصول على الغذاء لذلك أصبحت مصائد هامة للأسماك .

الضوء :

لقد ركزنا على الضوء عندما تكلمنا عن عناصر المناخ في الفصول الـسابقة ، تأخذ المنطقة الاستوائية أكثر كمية للضوء من غيرها بسبب تعامد الشمس عندما تتحرك ظاهرياً إلى خط ٢٣ شمالاً وجنوباً . لذلك تكتسب هذه المنطقة أكثر كمية من الـضوء وهو يخترق أكثر الأعماق ضمن حدود هذه المنطقة وذلك أصبحت المنطقة ذات تركز أحيائي عالي .

٣ ــ درجة الحرارة :

تتأثر درجة الحرارة في الماء باختلاف الأعماق والموقع بالنسبة لدوائر العرض لذلك فالمناطق التي تسقط أشعة الشمس عليها عمودياً تأخذ حرارة أكثر وهذا ما يحدث في المناطق الواقعة بين المدارين . وتقل النسبة كلما ابتعدنا نحو الشمال والجنوب باتجاه القطبين . وهذا التباين يؤثر في التوزيع للأحياء . كما انه يؤثر على تكاثر الأحيـاء . فالدفء ينشط هذه العملية فيزداد النمو في المناطق الحارة . يتحدد وجود الكائنات إلـى انتمائها إلى مناخها القديم . لذلك كانت الشعاب المرجانية تعيش ضمن دائرة عرض ٣٠ شمالاً وجنوباً بإستثناءات بسيطة في مناطق قطبية ويرجع هذا إلى انتمائها لمناخ حـار مع درجة التغيرات التكيفية خلال الفترة التي مرت عليها .

إن التغيرات الفصلية على مدار السنة بسبب اختلاف درجات الحرارة في المياه يؤثر على توزيع الأحياء وتكاثرها . ففصل الربيع بالمناطق المعتدلة سواء كانت شمال الكرة أو جنوبها هو موعد تجدد مياه البحر حيث ينتشر الدفء . فتبدأ النباتات البحرية في التكاثر بسرعة وتعطي مساحات واسعة من الدياتومات والبلانكتون النبـاتي وهـذا يؤدي إلى تكاثر البلانكتون الحيواني وهذه الأخيرة تجلب الأحياء التي تتغذى عليهـا . ويصعد بيوض وأفراخ هذه الكائنات إلى الأعلى حتى تقضي فترة حياتها الأولى .

وبسبب تجانس المسطح المائي أصبحت حيوانات القاع تعـيش فـي ظـروف مشابهة من حيث الضوء ودرجة الحرارة . وتحصل على غذائها مما يسقط من كائنات أعلى منها . لذلك تتشابه الحيوانات في كافة أنحاء العالم المائي .

المراجـــــع

غرايبه ، سامح / الفرحان ، يحي (٢٠٠٠م) . المدخل إلى العلـــوم البيئيـــة ، دار الشروق ، عمان ، الأردن .

حـــاتوغ ، علياـــاء / أبو ديه ، محمـــد (١٩٩٦م) . علم البيئة ، دار الشـــروق ، عمان ، الأردن .

الغريري ، عيد العباس / الصالحي ، ســـعدية (١٩٩٨م) . جغرافيـــة الغـــلاف الحيوي (النبات والحيوان) ، دار صفاء ، عمان ، الأردن .

نحال ، إبراهيم (١٩٨٨م) . أساسيات علم البيئة وتطبيقاتها ، جامعة حلب ، كلية الزراعة ، حلب ، الجهورية العربية السورية .

المرسي ، علي / الشاذلي ، محمد (١٤٢٠هـــ) . علـــم البيئـــة العـــام والتنـــوع البيولوجي ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، جمهورية مصر العربية .

أبو الفتح ، حسين (١٩٩١م) . علم البيئة ، جامعة الملك سعود ، عمـــاد شـــؤون المكتبات ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

أبو سمور ، حسين (١٩٩٩م) . الجغرافيا الحيوية ، دار صفاء ، عمان الأردن .

الخفاف علي / الشلش ، علي (٢٠٠٠م) . الجغرافيا الحياتية ، دار الفكر ، عمان ، الأردن .