مدخل إلى علم بيئة الحشرات ٢٠٢٠

لمحة تاريخية:

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 أن يفهم البيئة المحيطة ليعرف أين ومتى يجد متطلباته. وبعد قيام الإنسان بالزراعة ازدادت حاجته إلى المعرفة و التعلم و بالتالي إلى الاتجاه نحو علم البيئة التطبيقي.

ونجد في الحضارات القديمة بعض الأفكار الخيالية غير المبنية على حجج منطقية، فمثلا، كان المصريون والبابليون يرون في الكوارث التي تحلُ بالحيوانات أو التي تسببها الحيوانات، كالجراد مثلا، ظواهر فوق طبيعية وأن سبب الأوبئة يعود إلى غضب الآلهة. وقد كان للحضارة اليونانية دوراً مهماً في علم البيئة، فقد نشر العالم والفيلسوف اليوناني أبيقراط (أبو الطب) (٤٦٠-٣٧٧ ق.م) كتاباً بعنوان ((عبر الأجواء والمياه والأماكن)) water & places،on air إدراكاً منه بتأثير هذه العوامل الثلاثة على حياة الكائن الحي وبخاصة الإنسان. أما في القرن الرابع قبل الميلاد فقد حاول العالم الإغريقي الكبير أرسطوطاليس Aristotle (٣٨٤- ٣٢٢ ق.م)، تفسير الأوبئة والكوارث الطبيعية التي تسببها بعض الحيوانات كالجراد. و كان أول من تطرق إلى بعض الأوجه البيئية وذلك عند دراسته للحشرات، فقال: إن للحشرة عدة أطوار وتمر بالتشكل خلال نموها، ولعل أشهر مؤلفاته في هذا المجال كتاب ((الحيوان)).

لقد شهدت فترة الركود الفكري والعصور المظلمة التي مرت بها أوربا دراسات كثيرة في علم البيئة قام بها العلماء العرب. ولعل ما يُفهم من عناوين الكتب التي ألفها هؤلاء العلماء أنها تتحدث عن الحيوانات والنباتات، والذي يتفحص محتواها من الداخل يجد أنها تبحث عن سلوك وبيولوجية وبيئة هذه الكائنات وكيف يتأثر بعضها ببعض وبالبيئية المحيطة بها، ومن بين هؤلاء العلماء نذكر على سبيل المثال لا الحصر: الجاحظ (٧٦٧-٨٦٩) وكتابه المشهور (الحيوان). والمجريطي (٩٥٠-١٠٠٨) الذي أبرز كلمة البيئة في عنوان كتابه (في الطبيعيات وتأثير النشأة والبيئة على الكائنات الحية). والقزويني (١٢٠٨-١٢٨٣) في كتابه (عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات) الذي تحدث فيه عن تأثير البيئة على الحيوان وعن العلاقات الطيبة والعدائية بين الحيوانات أو ما يعرف اليوم بالتداخلات الحيوية biological interrelationships ، ويُعد القزويني أول من تطرق لنظرية المشاركة والتكافل. وتبعه كمال الدين الدميري (١٣٤٤-١٤٠٥) الذي تحدث في كتابه (حياة الحيوان) عن علم المشاركة والتكافل بين الأحياء.

واستمرت دراسات التاريخ الطبيعي في الحضارة الغربية، فقد قام العالم Redi (١٦٢٦- ١٦٩٧) بتتبع أجيال يرقات ذباب اللحم في اللحم المتفسخ. وكان العالم John Ray (١٦٢٧- ١٧٠٥) أول من نشر بحثاً كاملاً عن دورة حياة الحشرة متضمناً التشكل، كما درس تطفل بعض الحشرات على يرقات الفراشات. ويُعد العالم Reaumer (١٦٨٣ - ١٧٥٧) أول من وضع و حدد بشكل علمي و دقيق سلوك وبيئة الحشرات، من خلال الكتاب الذي ألفه بعنوان : Memories pour Server O'Ihistorier des insects. وفي عام ١٦٨٦م درس ليفن هوك Leven Hoke تكاثر صراصير الحبوب وذبابة الجيَف، إذ عدّ البيض الذي تبيضه أنثى ذبابة الجيف ووجد أن زوجاً واحداً ينتج نحو ٧٤٦٤٩٦ فرداً في ثلاثة أشهر، وهذه أول محاولة لحساب نظري يبين معدل

الزيادة في عدد الأفراد في الطبيعة. أما العالم السويدي الشهير لينيوس Linnaeus (١٧٠٧-١٧٧٨) فقد عالج الموضوع من الجهة التصنيفية وكذلك التوزيع الجغرافي لأنواع الكائنات الحية ومنها الحشرات. كما قام العالم H. W. Bates (١٨٢٥-١٨٩٢) بدراسة مجموعات النمل في أمريكا الجنوبية.

وحتى بداية القرن التاسع عشر كان علم البيئة Ecology يُسمى Ethology أي علم العلاقات والتأثيرات المتبادلة بين الأحياء والبيئة، ولكنه لم يلق قبولاً لدى العلماء آنذاك، وفي سنة ١٨٦٨ استعمل Retter اصطلاح Oikology الذي اشتقه من الكلمة الإغريقية Oikos ومعناها البيت أو المسكن، و Logos ومعناها العلم أو الدراسة، وفي اللغة العربية، فإن كلمة بيئة مشتقة من الفعل الثلاثي بوأ، ونقول: تبوأ المكان أي نزل وأقام به، والبيئة هي: المنزل أو الحال (المعجم الوسيط). واستعمل أرنست هيغل Ernest Haeckel ١٨٦٩ مصطلح Oikology وعُرّف علم البيئة، معتمداً على أسس تنظيم العلاقة بين الأحياء وبيئتها، بأنه: العلم الذي يُنظّم العلاقة بين الكائنات وبيئتها. وأخيراً، أُطلق على علم البيئة مصطلح Ecology ، وتوالت الدراسات البيئية في أوائل القرن العشرين واعتبر علم البيئة من العلوم التي تطورت سريعاً، كون هذا العلم يبحث في التفاعلات الحيوية والوظيفية والميكانيكية بين الكائنات الحية وبيئتها.

وفي مجال علم بيئة الحشرات فقد ظهر معاصرون كثيرون ممن اهتموا بدراسة نواح مختلفة من علم البيئة ومنهم: H. Gleason ١٩١٧ الذي يعد أول من وضع مصطلح العش (الحيز) البيئي ecological niche ، وطور هذا المفهوم كل من Charles Elton ١٩٢٧ و G. E. Hutchinson ١٩٥٧ ، وهذا الأخير أبدع في موضوع تدفق الطاقة energy flow مع العالم E. P. Odum ١٩٦٧ والذين درسا أيضاً دورات العناصر الغذائية في الطبيعة. ثم اتسعت الدائرة لتشمل معظم أساتذة الجامعات الأمريكية أمثال: A. E. Emersion، Orlando Park و P. Schmidt وغيرهم. وهنا بدأ اتجاه علم البيئة يتحدد بدراسة تركيب المستويات الغذائية وميزانية الطاقة وديناميكية الجماعات، وفي هذه الآونة انتشرت المراكز والأبحاث العلمية البيئية، واهتم الاقتصاديون والساسة بموضوع البيئة عندما تفاقمت مشاكل البيئة في عصرنا الحاضر، فأقاموا المؤتمرات البيئية العالمية والجمعيات البيئية التي تنادي بوقف التلوث وإصلاح ما تم تدميره في النظام البيئي. لذا فقد تكوّن عصراً يمكن تسميته عصر البيئة the ecology era، حيث انتشرت المعلومات البيئية في وسائل الاتصالات المعروفة كلها لتصل إلى كل مواطن وتحثه على المشاركة في حماية البيئة على هذا الكوكب.

تقسيمات علم البيئة:

لتسهيل دراسة علم البيئة وتخصيص مجال الدراسة، وضعت تقسيمات عدة لهذا العلم منها:

١- علم بيئة النبات Plant ecology : وهو العلم الذي يختص بدراسة علاقة النباتات بعوامل البيئة التي تعيش فيها، ومدى تأثرها بها.

٢- علم بيئة الحيوان Animal ecology : ويختص بدراسة العلاقات القائمة بين الحيوان والبيئة المحيطة به. ويمكن تقسيم بيئة الحيوان حسب أهمية العلوم التي تُدرس فيها إلى:

أ- علم بيئة الفقاريات Vertebrate ecology: ويدرس بيئة أهم صفوف الحيوانات الفقارية، مثل علم بيئة الطيورBirds ecology وعلم بيئة الأسماك Fish ecology.

ب- علم بيئة اللافقاريات Invertebrate ecology : ويدرس بيئة الحيوانات اللافقارية، مثل علم بيئة الحشرات Insect ecology وعلم بيئة الطفيليات Parasite ecology

٣- علم البيئة الحيوية Bioecology: ويختص بدراسة كل من الكائنات النباتية والحيوانية على قدم واحد من المساواة وعلاقتها بالعوامل البيئية المحيطة بها.

وفي الحقيقة، لا يمكن فصل بيئة النبات عن بيئة الحيوان، وإن كانت بيئة النبات قد درست قبل بيئة الحيوان، فعندما درست البيئة من الوجهة النباتية كانت الحيوانات والمكونات الأخرى في البيئة مجرد محيط للنبات الذي نتعامل معه، وعندما درست بيئة الحيوان كانت النباتات والمكونات البيئية الأخرى مجرد محيط للحيوان الذي هو موضع الدراسة، وهذا الافتراض المجازي هو لغرض الدراسة فقط، أما الواقع الفعلي للبيئة فهو النظام المعقد الناتج عن التفاعل المتداخل والمتشابك والمتوازن لجميع المكونات الطبيعية والحياتية للبيئة وسيطرة بعض منها على بعضها الآخر والتحولات والظواهر التي تحدث عند تغيير أو فقد أو إتلاف بعضها والنتائج المترتبة على ذلك.

و يقسم علم البيئة، تبعاً لعلاقة النوع بغيره وبالبيئة المحيطة، إلى أربعة أقسام هي:

١. **علم البيئة الذاتي أو الفردي Autecology :** يختص هذا الفرع من علم البيئة بدراسة بيئة أفراد النوع الواحد والتأثيرات المتبادلة بين هذه الأفراد وعوامل البيئة المحيطة، مثل دراسة دودة ورق القطن، حشرات المن... إلخ، في مواطنها وعلاقة أعدادها بعوامل البيئة المحيطة بها، حيث ترتبط العمليات الحيوية والفيزيولوجية الخاصة بالحشرات ارتبطاً وثيقاً بهذه العوامل. ويمكن تعريف علم البيئة الذاتي بأنه العلم الذي يعنى بدراسة تأثير عامل واحد أو أكثر من عوامل البيئة على نوع واحد أو فرد واحد من الكائنات التي تعيش في تلك البيئة. والاتجاه الحديث في الدراسات البيئية هو دراسة الجماعة Population التي تؤدي إلى تجميع المعلومات عن خصائص النوع الواحد واحتياجاته في الطبيعة، ومن ثم يمكن معرفة التركيب البيئي للمجتمع Community ككل.
٢. **علم البيئة الجماعي Synecology :** وهو نوع من الاتجاه الجماعي في الدراسة، وفيه تُدرس العلاقات التي تربط بين أنواع الكائنات الحية وبين العوامل البيئية جميعها في منطقة بيئية محددة، وبذلك يمكن اعتبار أن علم البيئة الجماعي هو دراسة المجتمعات، وقد تكون الدراسة نظرية بناءً على المعلومات المتوافرة من علم البيئة الذاتي. ويقسم هذا العلم إلى: علم البيئة البرية terrestrial ecology وعلم البيئة المائية aquatic ecology وعلم البيئة البحريةmarine ecology .
٣. **علم بيئة المجتمع Community ecology :** يختص هذا العلم بدراسة العلاقات المتبادلة بين مجموعات الكائنات الحية وبين العوامل المحيطة بها في موطنها.
٤. **علم بيئة النظام البيئي Ecosystem ecology :** وهو العلم الذي يهتم بدراسة العلاقة القائمة بين الكائنات الحية من جهة، وبينها وبين العوامل البيئية المحيطة بها من جهة أخرى.

وقد اتسعت دائرة علم البيئة لتشمل العديد من الفروع المتعلقة به ومنها: إدارة الحياة البرية wildlife management وعلم بيئة المتحجرات pale ecology وعلم الجغرافيا الحياتية biogeography وعلم تلوث البيئة pollution ecology وعلم التقانات البيئية ecology technology وعلم البيئة الفيزيولوجي physiological ecology ... إلخ. وكغيره من العلوم، فإنه يصعب فصل علم البيئة عن فروع العلوم الطبيعية والبحتة، فهو مرتبط بشكل وثيق بكل فروع الأحياء كالفيزيولوجيا وعلم الحيوان والنبات والكيمياء الحيوية والوراثة والتطور وعلم السلوك والبيولوجيا الجزيئية والتقانات الحيوية. ويرتبط علم البيئة أيضاً بالعديد من العلوم الأخرى أهمها:

علم الإحصاء وذلك لتوزيع البيانات التي يحصل عليها الباحث البيئي توزيعاً إحصائياً ويستخدم الحاسوب في تحليل النتائج وإعطاء أفضل الوسائل لعرضها وتوضيحها، وكذلك فهو يرتبط بعلم الكيمياء والفيزياء والجيولوجيا والهندسة وله علاقة كبيرة مع علم الصيدلة والطب والزراعة بشتى فروعها.

أهمية دراسة بيئة الحشرات :

يمكن تعريف علم البيئة، بمفهومه العام، بأنه 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 الطرائق والمفاهيم الرياضية والفيزيائية والكيميائية ونتائج علم 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. وبتقدم مفهوم البيئة كعلم مستقل، درس علماء النبات والحيوان هذا العلم بتفصيل ظاهر وألفوا العديد من الكتب ونشروا الكثير من البحوث التي تبين أهمية مكونات البيئة والعلاقات القائمة بينها، ولعل من أبرز تلك العلاقات البيئية، العلاقة القائمة بين كل من الإنسان والحشرات والنباتات التي توجد في البيئة، فقد أدى تزايد السكان بمعدلات مرتفعة، إلى التوسع في استصلاح واستزراع مساحات جديدة من الأراضي الزراعية، الأمر الذي ترتب عليه انتشار أنواع جديدة من الحشرات وازدياد عدد أنواعها في تلك المناطق المستصلحة، واستطاع الإنسان أن يميط اللثام عن جوانب متعددة من حياة الحشرات والتعرف على ما هو نافع ومفيد، وما هو مدمر ومخرب من هذه المخلوقات.

لقد أصبحت دراسة بيئة الحشرات على قدر كبير من الأهمية، لأنها تغطي مجالات مختلفة من حقول العلوم المتعلقة بمكافحة الآفات الزراعية، وتربية الحيوان، وإنتاج المحاصيل، وتنظيم الدورات الزراعية، وغيرها. والعلم الذي يهتم بمثل هذه الدراسات هو علم بيئة الحشرات Insect ecology الذي يُعنى بدراسة حياة الحشرات في موطنها، وعلاقة بعضها ببعض، وبالكائنات الحية الأخرى الموجودة في بيئتها، كما يبحث، أيضاً، في دراسة سلوك الحشرات في موطنها، ومدى تأثر هذا السلوك بالتغيرات البيئية. ويُعرّف علم بيئة الحشرات بأنه: ((الدراسة التي تبحث في كل علاقات الحشرة بمحيطها العضوي واللاعضوي، بما في ذلك ـ وبالأخص ـ علاقاتها الودية والعدائية مع تلك الحيوانات والنباتات التي تحتك بها احتكاكاً مباشراً أو غير مباشر)). ومن المؤكد أن هذه العلاقات البيئية لا تقوم على فراغ، ولكن في إطار فيزيائي- كيميائي physiochemical ، أي وضع لاحيوي (لا أحيائي) abiotic يحتوي على المواد اللاعضوية الأساسية والمركبات، مثل الماء، والأكسجين، وثاني أكسيد الكربون، والكالسيوم، والفوسفات، بالإضافة إلى نخبة من المركبات العضوية (نواتج جانبية لنشاط الحيوان أو موته). وعلى هذه الأرضية من العناصر اللاعضوية، تقوم المكونات الحيوية (نبات، وحيوان، وكائنات دقيقة) وتتفاعل بعضها مع بعض في نمط معتمد على الطاقة. وتكوّن هذه التركيبة الفيزيوكيميائية اللاعضوية والمجموع الحيوي من النبات والحيوان والميكروبات ما يسمى النظام البيئي ecosystem، ويمكن تمثيله بغابة، أو مزرعة، أو بركة، أو نهر، أو محيط.

إن للبيئة تأثيراً كبيراً على بقاء الحشرات ونشاطها وتكاثرها وانتشارها، ولما كانت عوامل البيئة المؤثرة على الحشرات، لا تتصف بصفة الاستقرار، إذ إنها تتغير من موسم لآخر ومن سنة لأخرى، بل قد تتغير بعض هذه العوامل من يوم لآخر،ويؤدي هذا التغيير المستمر في العوامل البيئية إلى حدوث بعض الظواهر التي تتكرر من موسم لآخر. و هذا لا يعني أن هذه الظواهر

تحدث في اليوم نفسه في كل موسم، بل تحدث في وقت معين يتوقف تحديده على قوة تأثير عوامل البيئة السابقة لهذا الموسم. ومثال ذلك ذبابة أيار التي تظهر حشراتها البالغة بأعداد وفيرة خلال شهر أيار، في يوم واحد من كل سنة، ولكن تاريخ هذا اليوم ليس ثابتا بل يختلف باختلاف السنوات، ويعود ذلك إلى قوة تأثير العوامل البيئية الطبيعية على الأطوار غير البالغة للحشرة في الأيام أو الأسابيع السابقة لظهور الحشرات البالغة. ولدى تتبع مثل هذه الظواهر وجمعها وتسجيلها ومن ثم تفسيرها وتحليلها، وبخاصة فيما يتعلق بالآفات الزراعية، يمكننا معرفة مواعيد ظهور هذه الآفات وعدد أجيالها، وغير ذلك من الظواهر الحيوية المهمة، وبالتالي يمكن إجراء عمليات المكافحة في الوقت المناسب، وكذلك التنبؤ في الأعوام المقبلة بعدد أجيال هذه الآفات وموعد ظهور أطوارها، وهذا يقود إلى وضع البرامج المناسبة لمكافحتها.

إن الدارس لعلم بيئة الحشرات، يجد كثيراً من الأمثلة عن مجالات الاستفادة العلمية والاقتصادية من دراسة هذا العلم والدور الذي يسهم به في حل وتفسير كثير من المشاكل المتعلقة بمجال الآفات الحشرية ومكافحتها، ويمكن إجمال ذلك بما يلي:

١. إمكانية التحكم في مواعيد زراعة المحاصيل: بحيث يمكن تفادي أقصى ضرر تسببه الآفة، ويؤدي ذلك إلى نجاة المحصول من الإصابة أو جعلها عند أقل حد ممكن. ومن الوسائل المعروفة في مجال تعديل مواعيد زراعة المحاصيل، وتوقيت فرص إصابة تلك المحاصيل من فتك الآفات الزراعية، نذكر أنه من الضروري إتباع بعض العمليات الزراعية التي تغير من ظروف نمو النبات وتساعده على تفادي الإصابة،وعلى سبيل المثال: التقليم في الوقت المناسب، والحرث العميق واستعمال أنواع معينة من الأسمدة، وإتباع دورات زراعية قياسية، والتخلص من الحشائش والنبات البرية، ويؤدي هذا إلى القضاء على نسبة كبيرة من الآفات والحد من تعداد الحشرات الضارة.

٢. الاستفادة من الأعداء الحيوية في مكافحة الحشرات: حيث تبين أن استخدام الطفيليات والمفترسات الحشرية ومسببات الأمراض هي أكثر الطرق نجاحاً في مكافحة الآفات الحشرية وخفض أعدادها إلى أقل حد ممكن، وأن مثل هذه الطرق تعد من أكثر أقسام علم البيئة التطبيقي أهمية ونفعاً للبشرية.

٣. تحديد العلاقة بين الحشرة والعوامل البيئة المحيطة بها: إن فهم مثل هذه العلاقة تمكن من التنبؤ بتعداد الحشرة واحتمال وقوع ازدياد أعدادها الوبائي (الفوران) Outbreak (وهو التكاثر الأكبر والأكثر من الاعتيادي لكائن معين في زمن معين نتيجة توفر ظروف جيدة أتيحت له)، مثلما يحدث لدى الجراد ودودة ورق القطن. ففي حالة الجراد الصحراوي المهاجر، يتلقى مركز الرصد المعلومات البيئية من مناطق تكاثره التقليدية وبخاصة كميات الأمطار ودرجات الحرارة ووفرة الغذاء وكميات البيض الموضوعة. ويصدر المركز، بناء على نتائج تحليل هذه المعلومات، تحذيرات للمناطق المعرضة لهجوم أسراب الجراد للاستعداد واتخاذ الإجراءات اللازمة.

٤. إنتاج سلالات من النباتات المقاومة للآفات: ويتم ذلك من خلال التعاون بين علماء النبات وعلماء الحشرات للوصول إلى نتائج علمية محددة تتعلق بنقل صفات المقاومة الموجودة في السلالات البرية إلى السلالات التي فقدت صفة مقاومة الآفات.

٥. الاستفادة من نظرية اختيار الحشرة لعائلها المفضل: ويتم ذلك بزرع نباتات معينة بين المحاصيل الرئيسة كمصيدة للآفات، حيث تجذب هذه النباتات الحشرات الضارة وتبعدها عن المحاصيل.

٦. استعمال بعض الطرائق البيئية: تفيد الجداول الحياتية Life Tables مثلاً، وتتبع حياة نوع من الآفات الحشرية في بيئة معينة، باكتشاف أطوار الحشرة الضعيفة التي يحصل لديها أعلى نسبة موت، وتحديد الأوقات التي تكون فيها الحشرة معرضة أكثر لعوامل الموت الطبيعية كالافتراس والتطفل والأمراض وعوامل الطقس. و يمكن للمختصين بالمكافحة الحيوية، إعداد بيانات إحصائية خلال عدد من السنين لاستغلال نقاط ضعف الحشرة في هذه الظروف ومكافحتها في الوقت المناسب.

لقد أسهمت الدراسات المختلفة في مجال الحشرات وبيئتها إلى تنمية التفكير فيما يتعلق بعلم البيئة، فعلى سبيل المثال، ساعدت الدراسات في مجال دينامية جماعات الحشرات، وانسياب الطاقة في مجتمعات الحشرات، وسلوك الحشرات، والعلاقات الاجتماعية والتنافسية والافتراس لدى الحشرات، والدراسات في مجال المكافحة الحيوية في إرساء النظريات والحقائق في مجال علوم بيئة النبات ومجتمعات الإنسان والحيوان. كذلك فإن للعاملين في مجال أبحاث الحشرات دوراً كبيراً في دفع التفكير البيئي وتنميته باتجاهات مختلفة، إذ تمكنوا من إجراء بحوث متنوعة على الحشرات يستحيل تطبيقها على كائنات أخرى وذلك نظراً لكثرة أنواع الحشرات وغزارة أفراد النوع الواحد، ودورات حياتها القصيرة إضافة إلى حجمها الصغير وصفات أخرى.

<u>ويختص علم بيئة الحشرات بدراسة الموضوعات التالية:</u>

١-التوزيع المحلي والجغرافي للحشرات ومدى اختلاف أعدادها ووجودها في موطنها على مدار فصول السنة.

٢-التغيرات التي تحدث في تعداد وانتشار أفراد أنواع الحشرات، وهذه التغيرات قد تكون موسمية أو سنوية أو تغيرات متتابعة.

٣-العلاقات المتداخلة ومدى ترابطها بين جماعات الحشرات والكائنات الحية الأخرى المتواجدة في مجتمعاتها وهذا ما يطلق عليه علم بيئة الجماعات Population ecology

٤-دراسة التحورات المختلفة، التركيب والوظيفة، التي قد تطرأ على الحشرات، والتي تمكنها من التكيف مع الظروف الطبيعية المحيطة.

٥-دراسة سلوك وعادات الحشرات تحت تأثير الظروف الطبيعية لها ومدى تأثر هذا السلوك بالتغيرات البيئية، وهذا ما يعرف بعلم سلوك الحشرات Insect behevioar.

ولعل من أهم الخصائص التي يعتمد عليها المتخصص في علم بيئة الحشرات، هو اعتماده الكامل على استخدام الطرق الكمية في تقدير حجم الأفراد، وكذلك نواحي النشاط الحيوي للأنواع المختلفة، ليتمكن من إجراء مقارنة علمية سليمة بينها.

مفاهيم أساسية:

١. البيئة Environment :

وهي الوسط الجغرافي أو الخارجي الذي يعيش فيه الكائن الحي، أو هي مجموعة العوامل المحيطة بالكائن الحي، أي مجموعة عناصر تشمل: المناخ من حرارة وجفاف ورطوبة وأمطار ورياح وثلوج وإشعاعات، والأرض بما تحويه من تضاريس وسهول وصخور وتربة ومياه ونبات وحيوان، والهواء بكافة عناصره وغازاته ومكوناته، ومختلف الخواص الفيزيائية والكيميائية للمكونات السابقة، بالإضافة إلى العلاقات المتداخلة بين الكائنات الحية ومحيطها.

إن الأحياء التي تعيش في البيئة وتأخذ منها المواد الأساسية للحياة، ترتبط مع بعضها بعلاقات متشابكة تختلف مستوياتها لدى كل كائن حي، وتتغير هذه العلاقات من مكان لآخر وفي جميع الاتجاهات، فهي تختلف كمياً (اختلاف عدد أفراد كل نوع من كائن إلى آخر) ونوعياً (اختفاء بعض الأنواع في بعض الأماكن وظهورها في مكان آخر) ويحصل هذا الاختلاف من وقت لآخر. وهذا ما يفسر عدم انتظام معدل التغيير البيئي، حيث يكون سريعاً في بعض الأحيان وبطيئاً في أحيان أخرى، فهو سريع وكبير في البيئات ذات العوامل القليلة والمتجانسة، و بطيء أو قليل في البيئات الأكثر تعقيداً أو الأقل تجانساً في مكوناتها. وعندما يكون التغيير بشكل كاف وملحوظ في بعض الصفات، فإن هذا التغيير يقود إلى تميز منطقة عن أخرى. وبشكل عام، تؤثر البيئة المحيطة للحشرة أو لأي كائن حي، على أداء جماعات الحشرات وبخاصة على معدلات الولادات والوفيات والتوزيع والانتشار، كما تتحكم البيئة المحيطة في التركيبة الوراثية السائدة في الجماعة نتيجة الضغط الانتخابي الذي تفرضه مكونات المحيط عليها.

٢. البيئة المحيطة الدقيقة Microenvironment:

يطلق مصطلح البيئة المحيطة الدقيقة على مجموعة الظروف المتصلة مباشرة بالكائن الحي في حيز وجوده الفعلي (عشه البيئي)، والتي تؤثر عليه تأثيراً مباشراً. وهذه الظروف أو المكونات هي نفسها مكونات البيئة المحيطة، في مفهومها العام، إلا أنه في البيئة المحيطة الدقيقة، يعبر عنها في نطاق ضيق، فمثلاً تمثل الحرارة والرطوبة والرياح والضوء..... إلخ، السائدة حول الكائن مباشرة، بالمناخ الدقيق Microclimate للبيئة المحيطة الدقيقة لذلك الكائن الحي. يختلف حجم البيئة المحيطة الدقيقة بحشرة ما باختلاف نوعها، فيمكن تمثيلها بورقة نبات البندورة للذبابة البيضاء، أو كومة روث بالنسبة ليرقات الذبابة المنزلية... إلخ.

٣. الموطن Habitat :

هو المكان الذي يعيش الكائن الحي ويوجد فيه. وهو المساحة المحيطة بالكائن الحي والتي تتماثل فيها الظروف البيئية كالتضاريس والغطاء النباتي والعوامل المناخية. وقد تكون مساحة الموطن صغيرة نسبياً كغابة أو جزيرة صغيرة أو حتى شجرة واحدة، وقد تكون مئات الكيلومترات المربعة من الصحارى أو المحيطات. و يمكن تمييز ثلاثة أنواع من المواطن هي:

١. المواطن الأرضية Terrestrial habitats

٢. مواطن المياه العذبة Fresh- water habitats

٣. المواطن البحرية Marine habitats

ويضم كل من هذه المواطن، عدداً من المناطق البيئية تسمى تجمعات أحيائية Biomes. فمثلاً، تضم المواطن الأرضية المدارية Tropical terrestrial habitatsمناطق أو تجمعات أحيائية مثل مناطق الغابات الاستوائية، ومناطق السافانا (الأراضي العشبية)، ومناطق صحراوية، ومناطق جبلية..إلخ.

٤. العش البيئي (البؤرة أو المباءة البيئية) Ecological Niche :

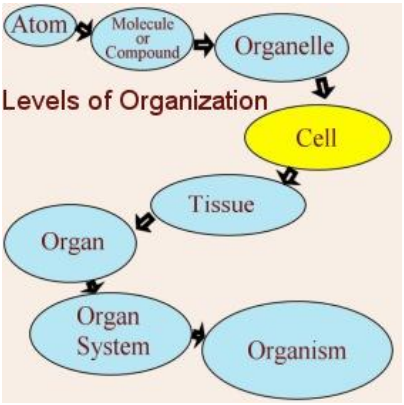
يعرّف العش البيئي بـ: " المكان الذي يحتله الكائن الحي أو النوع المعين في البيئة، وتحدده مجموعة من العوامل الفيزيائية والحيوية ". وهذا يعني أن العش البيئي هو مجموعة العوامل البيئية التي يمكن أن يستغلها نوع من الكائنات الحية بفعالية كافية ليصبح قادراً على التكاثر و على استغلال أكثر لعوامل بيئية مشابهة.

فالكائنات التي تستطيع الحصول على متطلباتها الحياتية بسرعة وفعالية أكثر من غيرها هي التي تبقى وتسود عند التزاحم في الموطن. لذلك فإن كل نوع يحاول أن يختص بعش بيئي معين أكثر ملائمة له وأقل ملائمة لغيره في البيئة لكي يثبت ويتكاثر فيها.

تعطي الحشرات أبعاداً مكانية وزمنية للعش البيئي، تبعدها عن مزاحمة بعضها، في مواقع متباعدة ضمن النبات الواحد، وبذلك تضاعف من درجة كفاءتها البقائية. فالبعد المكاني يتمثل في وجود بعضها أسفل ورقة النبات وبعضها على السطح العلوي وبعضها داخل العروق وآخر داخل الساق أو على الجذور. أما البعد الزمني فيتمثل في ظاهرة وضع البيض في مجموعات على فترات متباعدة تتيح خروج اليرقات على دفعات لا تتداخل مع بعضها، مما يعطي للمكانة البيئية أبعاداً زمنية تساعد الحشرات على البقاء.

٥. الفرد The individual :

يُدرّس في علم البيئة عدد من المستويات التنظيمية وأهمها دراسة الفرد، فهو الوحدة الأساسية في هذا التنظيم. إلا أن دراسة الفرد ومدى تكيفه مع بيئته التي يعيش فيها، يتطلب دائماً النظر في بعض الأجزاء المكونة لهذا الفرد. وتتسلسل هذه الأجزاء المكونة للفرد تصاعدياً ابتداءً من المادة الحية الأولية (البروتوبلازم protoplasm)، فالخلايا cells، فالأنسجة tissues، فالأعضاء organs، فالأجهزة العضوية organ systems.



وبدون الإدراك الكامل لوظائف الحياة المختلفة التي تتم في جسم الكائن الحي (مضافاً إليها معرفة سلوكه)، لا يمكن تكوين فكرة محددة عن تأثير العوامل البيئية على ذلك الكائن، ويختص بهذه الأمور ويعالجها علم وظائف الأعضاء (علم الفيزيولوجيا physiology) حيث يُعرّف أحياناً بأنه علم البيئة الداخلية للكائن الحي.

والفرد كما يُعرّفه هاملتون وروبينوف Hamilton & Rubinoff عام ١٩٦٧ على أنه: ((ذلك الفرد القادر على الإنجاب وهو الوحدة الرئيسة في الانتخاب الطبيعي)).

٦. الجماعة Population :

يمكن أن يطلق مصطلح جماعة على ((مجموعة من الأفراد من نوع واحد)) أو كما عرفها العالم ماير Mayr ١٩٦٣ بأنها: ((مجموعة من الأفراد التي تنتمي لنوع واحد ولها القدرة على التزاوج فيما بينها وتقطن منطقة بيئية محددة)). وهكذا، فإن كل الأفراد في جماعة محلية تشارك في تركيبة وراثية مشتركة، بمعنى أن الجماعة هي مجموعة من الأفراد الموجودة في وضع يتيح لأي فردين منها فرصة التزاوج فيما بينها وإنتاج نسل حي وخصب مع ضرورة أن يكونا مكتملين جنسياً، ومن جنسين متضادين ومتساويين من ناحية الانتقاء الجنسي. وتمتاز الجماعة بالحركة الدينامية التي تتمثل بصورة رئيسة بمعدلات الولادة ومعدلات الوفيات وبالنشاط الحياتي المتمثل في التكاثر والتكيف والتطور.

٧. النوع Species :

يطلق مصطلح النوع على مجموعات الجماعات التي تتزاوج، أو القابلة للتزاوج فيما بينها. وهذا التعريف ذو الأبعاد المتعددة، كما يطلق عليه برايس Price ١٩٧٥، يساعد عالم البيئة في التأكيد على اعتبار الفرد عنصراً مكوناً فريداً للجماعة أو النوع. والنوع هو الوحدة الأساسية (آخر وحدة) في التقسيمات التصنيفية للكائنات الحية، ويضم الأفراد المتشابهة التي يمكنها التزاوج فيما بينها وإنتاج أفراد خصبة لضمان استمرارية النوع وحفظه من الانقراض. وهناك صلات تجمع أفراد النوع الواحد وتميزها عن غيرها أهمها:

وحدة النشوء: تنشأ أفراد النوع الواحد جميعها من وحدة تطورية واحدة سلكت سلوكاً معيناً نتيجة للانتخاب الطبيعي والطفرة الوراثية وكوّنت سلالة معينة تدعى النوع، حيث ارتبطت هذه الأفراد مع بعضها بروابط كثيرة منها: الشكل، والتصرف الحياتي والوظيفي. وقد تنفصل بعض الأفراد من النوع الواحد عن بعضها أو قد تنعزل في منطقة (أو بيئة) معينة لمدة طويلة ويختلف تصرفها الحياتي، ولكن لها الشكل الأصلي نفسه فتنشأ عندها ضروب حياتية أو نويعات بيئية.

التكاثر: يرتبط أفراد النوع الواحد بالسلوك الغريزي وهو التكاثر لضمان استمرار البقاء ونادراً ما يحدث أن الإناث لا تحتاج إلى التزاوج لغرض إنتاج البيض المخصب فتتكاثر بكرياً، ولكنها ترتبط مع أفراد نوعها بروابط حياتية أو بيئية أخرى.

الاشتراك في وسط بيئي واحد: إذ تعيش أفراد النوع الواحد في الوسط البيئي الملائم للتكاثر، وتشترك في الغذاء والمكان.

٨. المجتمع Community (= Biocoenosis):

يتكون المجتمع من الجماعات المتعايشة المتداخلة، والمستقلة في آن واحد. و يعني المجتمع، في أبسط صورة، الحالة التي يعيش فيها معاً أفراد من نوعين مختلفين، على الأقل، من الكائنات الحية.

وتمتاز المجتمعات بطبيعتها الفيزيائية وظاهرة التنوع والسيادة والأدوار الوظيفية التي تقوم بها الجماعات المختلفة في المجتمع. وقد أشار عالم الحيوان موبيس Mobius ١٨٧٧ إلى المجتمع وسماه الوحدة الأحيائية biocoenosis وتعني: ((تلك الوحدة البيئية التي تضم عدداً معيناً من الأنواع والأفراد المحددة فيما بينها، والتي انتخبت بواسطة الظروف الخارجية للحياة وأصبحت تستحوذ على قطعة مميزة من الأرض)). ويمكن اعتبار الغابة، مثلاً، مجتمعاً (أو وحدة أحيائية) حيث تضم مجموعة من أنواع النباتات والحيوانات التي يعتمد كل منها على الآخر، ويجد كل ما يحتاج إليه من أجل نموه واستمرارية حياته. وتُعد الوحدة الأحيائية، في علم البيئة، الوحدة الأساس في التصنيف البيئي وتقابل النوع في علم التصنيف العام.

تحكم كل مجتمع مجموعة معقدة من العلاقات الغذائية، حيث يعد الغذاء المحور الأساسي المنظم لكل العلاقات في المجتمعات. ولقد رأى علماء البيئة أن أنواع الغذاء والتغذية تؤدي، حتماً، لعلاقات يمكن التنبؤ بها بين المستويات الاغتذائية trophic levels، خاصة، في الأعداد النسبية للكائنات الحية، واستراتيجياتها في البحث عن الغذاء، وتفاعلاتها المؤدية إلى الارتقاء المشترك coevolution، وانسياب الطاقة energy flow. فالحشرات، في كثير من المجتمعات، تؤدي دوراً أساسياً باعتبارها آكلات أعشاب herbivores ومفترسات predators، وبالتالي، تمثل غذاءً مهماً للحيوانات الأخرى. لذلك، فإن التفاعلات بين الحشرات وغذائها النباتي من ناحية، وبين الحشرات ومفترساتها من ناحية أخرى، تؤثر تأثيراً كبيراً على كمية الطاقة التي تنساب من مستوى اغتذائي إلى آخر.

يمكن أن يحدد الغذاء نمو الجماعة، ويؤثر على انتشارها (توقيته ومداه). وقابلية الحشرات للتغذي على الآفات التي تهدد الإنسان جعلت بعضها حليفاً له في حربه ضد الآفات. وكلما كان الغذاء عاملاً محدِّداً ازدادت حدة المنافسة عليه وانحسرت فرصة الأنواع المتنافسة في التعايش، ما لم تتكيف هذه الأنواع مرة أخرى على تقاسم هذا المورد. لذلك، فإن الغذاء والتنافس عليه يؤثر تأثيراً مباشراً على توزيع الأعداد في الأنواع ووفرتها، وبالتالي، على تركيبة المجتمع.

٩. النظام البيئي Ecosystem (= Biogeocoenosis):

تطلق هذه التسمية على مكونات البيئة جميعها (أحيائية ولا أحيائية)، أو الوسط المحيط بالكائن الحي من حيوانات ونباتات وجبال وسهول وضوء ورياح وأكسجين وحرارة ورطوبة وغير ذلك. والنظام البيئي هو، ببساطة، المجتمع ومحيطه الفيزيائي، فالأنظمة البيئية هي عبارة عن مواطن Habitats تتميز باكتفائها الذاتي، وتتبادل فيها الكائنات الحية مع محيطها اللاحيوي، الطاقة والمادة في دورة مستمرة. وتتصف الأنظمة البيئية عموماً، بمقدرتها على الإدامة الذاتية Self-maintenance والتنظيم الذاتي Self-regulation ونزعتها إلى الاتزان Homeostasis ومقاومة التغيير بوسائل التحكم الذاتي الوراثية Genetic feedback، التي تؤدي في المدى البعيد إلى الاستقرار.

والأنظمة البيئية متنوعة ومتباينة جداً، فقد تكون صغيرة أو كبيرة، أرضية أو مائية، حقلية أو مخبرية، وتكون الأنظمة البيئية الطبيعية مستقرة بخلاف الأنظمة البيئية الزراعية التي يتدخل فيها الإنسان.

ويكون النظام البيئي نظاماً مكتملاً وناضجاً Mature، أو نظاماً ناشئاً Young. والاكتمال أو النضج هو مقياس لدرجة التعقيد في تركيب النظام البيئي، وهذا يعني أن الأنظمة البيئية المكتملة تتكون من عناصر عديدة متنوعة وتكون السلاسل الغذائية شبكية ومستقرة والعلاقات بين الأنواع واضحة. وتميل الأنظمة البيئية المكتملة إلى حالة من الثبات Steadystate بمرور الزمن، بينما تتعرض الأنظمة البيئية الناشئة لتذبذبات عديدة عنيفة. وتتميز الأنظمة البيئية الناشئة (الزراعية) باحتوائها على كائنات ذات دورات حياة قصيرة، وذات إنتاج غزير، وأنواع قليلة وسلاسل غذائية بسيطة وقصيرة، ويتسم المجتمع عموماً، بعدم الاستقرار.

انسياب الطاقة Energy flow في النظام البيئي:

أحد المفاهيم الأساسية في علم البيئة هو أن الطاقة تنساب خلال النظام البيئي. وحسب القانون الأول للترموديناميك فإن ((الطاقة لا تفنى ولا تُستحدث من عدم)). والقانون الثاني ((في أي تحول للطاقة تتناقص الطاقة الكامنة نتيجة لفقدانها في شكل طاقة حرارية للوسط أثناء عملية التحول)). وهكذا، فأثناء مرور الغذاء من كائن إلى آخر (مثلاً، من الفريسة إلى المفترس) تتناقص الطاقة الكامنة فيه تدريجياً حتى تتبدد كل الطاقة الموجودة في النظام في شكل حرارة. لذلك فإن سريان الطاقة عبر النظام يكون ذا اتجاه واحد دون أي احتمال إعادة.

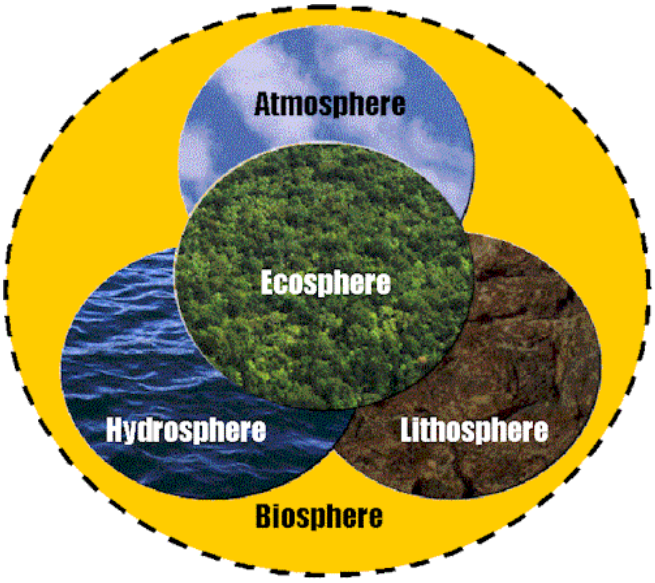
١٠. المحيط الحيوي (المجال الحيوي) Biosphere:

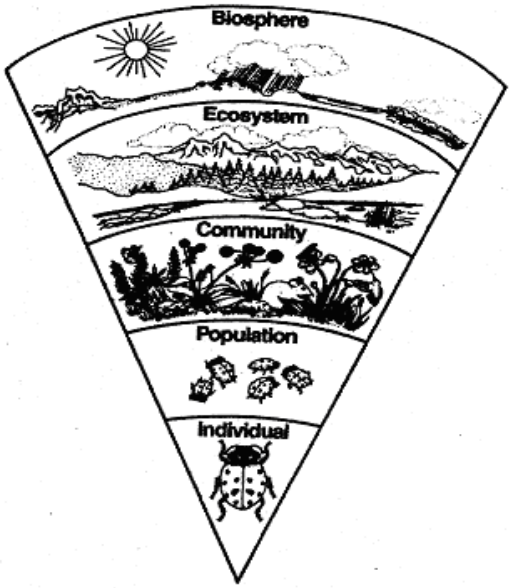
عرّف أودم Odum ١٩٧١ المجال الحيوي على أنه: ذلك النظام البيولوجي biological system الذي يضم كل كائنات الأرض الحية والتي تتفاعل مع المحيط الفيزيائي.

ويعرف المحيط الحيوي بأنه: تلك الطبقة من التربة والهواء والماء التي تحيط بسطح الأرض والتي تتواجد فيها صور الحياة المختلفة كلها للكائنات الحية. ويمكن القول إن المحيط الحيوي يشمل المناطق المختلفة التي تكون فيها الحياة ممكنة باستمرار، ويمتد من قاع أعمق المحيطات إلى الجو الأرضي الحاوي على الهواء القابل للتنفس، فهو يمتد على مسافة عمودية تتراوح من ٣٠-٤٠ كم. فالمحيط الحيوي يغطي:

١- المحيط المائي Hydrosphere: وهو الجزء من سطح الأرض المغطى بالماء.
٢- المحيط الجوي Atmosphere: وهو طبقة الغازات التي تغلف كوكب الأرض(حوالي ٧ كم) والحاوية على درجة حرارة حاسمة للحياة لأنها تستبقي معظم المياه على سطح الكوكب بشكل سائل.
٣- المحيط البيئي الحيوي Ecosphere: وهو الجزء من اليابسة الذي يوفر البيئات الأرضية المناسبة لحياة الكائنات المتنوعة.
٤- المحيط اليابس Lithosphere(الكرة الصخرية): عديم الحياة وهو طبقات التربة والرمال والصخور والصحارى التي تشكل القشرة الأرضية.

وفي الواقع، ليس سطح الأرض كله ملائماً وبشكل متماثل لحياة الكائنات الحية، فمثلاً، في القلنسوتين القطبيتين وأعالي الجبال المتجمدة باستمرار، لا يمكن أن ينمو فيها أي نبات، بل يمكن أن يصادف فيها بعض أنواع البكتيريا والفطور وبعض الطيور العابرة التي لا يمكنها الاستقرار فيها أبداً، مما حدا ببعض العلماء تسمية مثل هذه المناطق بـ: شبه المحيط الحيوي Parabiosphere.





١١. النظام الحياتي Life system :

كان أول من استخدم النظام الحياتي كوحدة بيئية هو العالم كلارك Clark ١٩٦٧م، وعرفه بأنه: ((ذلك الجزء من النظام البيئي الذي يحدد وجود جماعة معينة ووفرتها وتطورها)). ويتكون النظام الحياتي من جماعة معينة ومحيطها المؤثر عليها.

يتم صهر الشكل الظاهري للفرد Phenotype في النظام الحياتي بواسطة التفاعل بين مادته الوراثية Genotype والمحيط الذي يعيش فيه. وبما أن الأفراد هي التي تكّون المحتوى الجيني للجماعة، فإن تأثير المحيط ينعكس على هذه الأفراد وعلى المجموع الجيني لها. لذلك فإن مجموع المحتوى الجيني في الجماعة سيكون له التأثير الأساسي، إضافة إلى عوامل المحيط، على أدائها ومعدل التغيير فيها وبقائها وانقراضها.

١٢. التنوع الأحيائي Biodiversity :

التنوع الأحيائي هو تنوع الحياة ولا يدخل فيه الإنسان، وهو مصطلح مختصر للتنوع البيولوجي Biological diversity وهو المركز البؤري لعلم الحياة (البيولوجيا). وقد درس علماء الحياة ما يزيد عن مليوني نوع حي، ويعتقد بوجود حوالي ١٠ إلى ٢٠٠ مليون نوع على سطح كوكب الأرض يتركز معظمها في المناطق الاستوائية.

ويعرف التنوع الأحيائي بأنه: مجموع أنواع الكائنات والمتعضيات الحية التي تعيش على سطح كوكب الأرض، وهي التي تمتد على كامل سلم التصنيف بدءاً من أدناها من الكائنات الدقيقة إلى

أعلاها من الثدييات والنباتات الراقية. ويتميز بثلاثة مكونات (مستويات) رئيسية هي: التنوع الوراثي والتنوع النوعي وتنوع النظام البيئي. وباختصار، يعرف التنوع الأحيائي بأنه الحياة بكل أبعادها على الأرض.

١٣. الانتخاب الطبيعي Natural selection :

يتحدد المحتوى الوراثي للفرد بصورة دائمة عند اندماج النطفة بالبويضة، إلا أن التعبير عن هذا المحتوى الوراثي يصاغ بواسطة العوامل البيئية التي يجد الفرد نفسه فيها. وهذا التأثير البيئي يكون متغيراً باستمرار وربما بمعدل أسرع في المناطق الباردة منه في الحارة، وفي الأماكن المكشوفة منه في البيئات المحمية. ولا يكون التغير البيئي دائماً في صالح محتوى وراثي واحد باستمرار، ولذلك فإن بقاء الجماعة يعتمد على وجود تنوع وراثي في هذه الجماعة، ويُحافظ على استمرار هذا التنوع الوراثي بواسطة عاملين أساسيين: الأول هو الطفرات الوراثية mutations، أي إنتاج مورثات جديدة، والثاني هو إعادة ترتيب المورثات recombination of genes على الصبغيات أثناء عمليات الإنقسام المنصف (الإختزالي) meiosis لتكوين الأعراس gametes . ويعد هذان العاملان من أهم عوامل التغيير العشوائية في التركيبة الوراثية المشتركة للجماعة. ويتأثر الشكل الظاهري phenotype في الجماعة بعاملين أساسيين يبقيان في حالة تفاعل مستمر هما: المحتوى الوراثي genotype ، والمحيط. ويمثل المحتوى الوراثي خليطاً عشوائياً من المورثات أُخذت من التركيبة الوراثية المشتركة رغم أن للأخير عنصراً تاريخياً مهماً صيغ بواسطة عمليات الانتخاب الطبيعي التي تميل إلى التقليل من هذه العشوائية.

ويكون التغيير في مصلحة الأفراد ذوي المحتوى الوراثي الذي يُعبر عنه بأفراد أكثر حيوية vigorous في تلك البيئات التي لا يمكن أن تستوعب كل الأفراد التي تنتج، ويعطي هذا الانتخاب اتجاهاً محدداً للتغيير في محتوى التركيبة الوراثية المشتركة للجماعة. وهكذا تكون الجماعة في حالة صياغة مستمرة ناتجة عن التغيير المستمر في عناصر البيئة والمحتوى الوراثي. وتعد هذه الصياغة المستمرة للجماعة بواسطة الانتخاب الطبيعي أحد المفاهيم الأساسية في علم البيئة.

١٤. التكيف البيئي Ecological adaptation :

تعد الحشرات من أنجح الكائنات الحية في التكيف والمقدرة على احتلال بيئات قاسية شديدة التطرف. فأكثر الأفراد قدرة على التكيف هي التي ستستمر في التكاثر والبقاء، بينما يتلاشى تدريجياً أولئك الأفراد غير القادرين على التكيف ومقاومة الظروف البيئية القاسية.

ويرجع التفاوت في قابلية الأفراد على التكيف ومواجهة الظروف البيئية المتطرفة (كثرة الأعداد، والأعداء الطبيعيين، والأمراض، وقلة الغذاء، والجفاف، ورش المبيدات...إلخ)، إلى الاختلاف في التركيب الوراثي، والذي ينتج لأسباب عدة منها:

١ـ التكاثر الجنسي: خلط العوامل الوراثية للأبوين، وإعادة توزيعها وتركيبها بشكل جديد ومختلف أثناء عمليات الانقسام المنصف.

٢ـ الطفرات الوراثية: هي الأداة الرئيسة للتطور والتكيف لأنها السبب في إيجاد مورثات جديدة (أي صفات جديدة) في الفرد، فهي انتقال من وضع لآخر.

٣ـ البيئة المحيطة: يثبت التركيب الوراثي للفرد عند اندماج النطفة بالبويضة حيث تجعل الفرد مختلفاً عن جميع الأفراد الآخرين في نوعه. ويصاغ التعبير عن التركيب الوراثي للفرد بالظروف البيئية التي يوجد فيها الفرد. وفي البيئة تتفاعل المادة الوراثية مع العوامل البيئية فتستجيب بعضها للبيئة أكثر من بعضها الآخر فتجعل أفرادها أكثر ثباتاً وسيادة. وتكون الأفراد أكثر اختلافاً وتغيراً عن الأنواع في البيئة، وهذه أكثر تغيراً عن المجتمعات. وهكذا، كلما اتجهنا إلى الأعلى في التقسيم البيئي تقل حدة التغيير، وذلك لأنه إذا حلت كارثة بنوع معين، مثلا، فإن الأنواع الأخرى تعمل على زيادة تكاثرها وكثافتها لسد الفراغ الذي خلفه هذا النوع.

يطلق على الصفات التي يملكها الكائن الحي والتي تمكنه من التكيف اسم صفات التأقلم. ومن هذه الصفات: تركيب الجسم، والتخفي crypsis، والمحاكاة mimicry ، والتلوّن camouflage، واستراتيجيات التكاثر، والبيات الصيفي aestivation، والبيات الشتوي hibernation، والسكون الفيزيولوجي diapause، والانتشار dispersal، والهجرة migration، والسلوك behaviour، ومتطلبات الغذاء، والمناخ الدقيق...إلخ. إن كل هذه الصفات، تمثل ملامح مهمة للكفاءة الحيوية للنوع biotic potential التي يقابل بها عوامل المقاومة البيئية.

١٥. الدورات البيوجيوكيميائية Biogeochemical cycles :

تحتاج الكائنات الحية إلى نحو ٢٦ عنصراً كيميائياً لنموها، ومن أهم هذه العناصر ستة هي: الكربون، الهيدروجين، الأوكسجين، النيتروجين، الفسفور، والكبريت. كما لأن هناك عناصر ضرورية أخرى يحتاجها الكائن الحي بكميات ضئيلة وتشمل: الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، المنغنيز، الحديد، المغنزيوم، الزنك، الكلور، اليود، الفلور، والكوبالت. وتوجد معظم هذه العناصر في الطبيعة كأملاح في الصخور، وبواسطة عمليات التعرية والحت تنساب هذه العناصر إلى التربة والأنهار والبحيرات والمحيطات.

إن انتقال العناصر عبر الكرة الأرضية عبر نظام بيئي معين بواسطة العمليات الفيزيائية (التعرية، الترسيب، التبخر، هطول المطر) والعمليات الحيوية (تناول هذه العناصر من قبل الأحياء والاستفادة منها، ومن ثم إخراجها) يدعى بالدورات البيوجيوكيميائية.

وتنتقل هذه العناصر بين المادة الحية وغير الحية حسب نظام معقد للغاية. وتختلف سرعة تحول هذه العناصر وانتقالها من المادة الحية إلى الماء والصخور والتربة ومن ثم الدخول في التكوين الكيميائي للكائن الحي ثانية، اعتماداً على نوع العنصر والوسط الذي يسلكه هذا العنصر. وأهم دورات العناصر هي: دورة الكربون، والنيتروجين، والأكسجين، والماء، والفسفور، والكبريت.

وبعكس الحال في الطاقة، فإن المواد الكيميائية لا تتبدد ولا تفنى بل تبقى في النظام البيئي لما لانهاية، ما لم تجرف عنه بواسطة عوامل التعرية الطبيعية أو بواسطة الإنسان. ففي عوامل التعرية، تبقى المواد الكيميائية في النظام وتدور باستمرار أو تكون في حالة إعادة دوران.