الباب الخامس

الحشرات والبيئة

(Insects and the Environment)

تتأثر حياة الكائنات الحية عموما والحشرات خصوصاً بالبيئات التى تعيش فيها . وبيئة أى كائن حى هى عبارة عن مجموعة العوامل الجوية والجغرافية والتربية (أى المتعلقة بالتربة) والغذائية والأحيائية (ولا سيما الأعداء الطبيعية) التى تكتنفه وتحيط به وتؤثر كثيرا على نواحى نشاطه وحيويته وعلى مدى تكاثره وانتشاره .

والعلم الذى يبحث فى العلاقات المعيشية الجارية بين الكائنات الحية وبين عوامل بيئاتها وما يترتب على ذلك من تصرفات وأحداث يطلق عليه علم البيئة أو الإيكولوجى (Ecology) . وينقسم علم البيئة هذا إلى قسمين رئيسيين وهما :

(١) علم البيئة الذاتى أو الفردى (Autecology) : وهو مختص بدراسة تأثير عامل أو أكثر من عوامل إحدى البيئات على نوع واحد أو فرد واحد فقط بالذات من الكائنات الحية التى تعيش فيها . ومن أمثلة ذلك دراسة تأثير درجة الحرارة أو درجة الرطوبة أو كليهما معاً على عدد وحيوية البيض الذى تضعه أنثى احدى الحشرات وعلى ما يلى ذلك من الأطوار النموية المختلفة .

(٢) علم البيئة الجماعى أو الإجمالى (Synecology) : وهو مختص بتأثير عامل أو أكثر من عوامل إحدى البيئات على جميع الجاليسات (communities) أو الجماعات (associations) من الكائنات الحية التى تشترك فى المعيشة فيها وعلى علاقاتها بعضها ببعض .

العوامل المؤثرة فى حياة الحشرات وحيويتها وتكاثرها وانتشارها :

تنقسم العوامل التى تلعب دوراً هاماً فى التأثير على حياة كل حشرة ومقدار أعدادها فى الطبيعة إلى قسمين رئيسين وهما :

(١) عوامل داخلية خاصة بالحشرة نفسها ، وهى وراثية تنتقل من الآباء إلى الأبناء وتختلف من حشرة إلى أخرى ولكنها تعمل جاهدة على إكثار أعداد الحشرة إلى الحد الذى يضمن لها على الأقل بقاء نوعها ، وتعرف بعوامل الكفاءة الحيوية (Biotic potential factors) .

(٢) عوامل خارجية متعلقة بمكونات البيئة التى تعيش فيها الحشرة وتعرف بالعوامل البيئية (Environmental factors) ، وهى ليست ثابتة على مدار السنة بل تتغير بتغير فصولها كما وتتغير أيضاً من سنة إلى أخرى ، فإن تصادف وكانت هذه العوامل البيئية ملائمة للحشرة لازدادت حيويتها وكثرت أعدادها ولشاع أثرها من ضرر أو نفع . والعكس بالعكس .

أولا — الكفاءة الحيوية (Biotic potential) :

الكفاءة الحيوية لأى حشرة هى عبارة عن مجموع قدرتها على إنتاج ذرية من الصغار (وهو ما يعبر عنه بالكفاءة التناسلية) وقدرة تلك الصغار على الكفاح فى معترك الحياة من أجل البقاء والوصول إلى طور البلوغ (وهو ما يطلق عليه الكفاءة البقائية) .

(ا) الكفاءة التناسلية (Reproductive potential) : الكفاءة التناسلية لكل حشرة أى بمقدار ما تنتجه أنثاها من الصغار تتوقف على العوامل الآتيـة :

١ — عدد البيض الذى تنتجه كل أنثى : يختلف عدد ما تضعه إناث الحشرات من بيض باختلاف أنواعها . فهناك حشرات تضع الأنثى فيها أعداداً كبيرة من البيض ، مثل دودة ورق القطن التى قد يزيد ما تضعه الأنثى الواحدة منها على ألف بيضة ، ومثل ملكة النمل الأبيض التى تضع خلال فترة حياتها الطويلة عدة ملايين من البيضات . وبالعكس هناك حشرات أخرى تضع إناثها أعداداً بسيطة نسبياً من البيض ، مثل أنثى سوسة المخزن فهى تضع فى مدة حياتها حوالى ٧٠ بيضة فقط . وبديهى أنه كلما كثر عدد البيض الذى بمقدور أنثى حشرة أن تضعه كلما ازدادت أعداد هذه الحشرة بسرعة أعظم .

٢ — نسبة التقس : من الواضح أن البيض الذى تضعه أنثى حشرة لا يفقس بأجمعه بل تفقس منه نسبة خاصة محدودة تختلف باختلاف أنواع الحشرات ، فمثلا تصل نسبة الفقس فى دودة ورق القطن إلى حوالى ٨٠٪ بينما فى التربس (Thrips) فلاتزيد عن ٢٠٪ . وبديهى أيضاً أنه كلما ارتفعت نسبة الفقس كلما ازدادت أعداد الحشرة بسرعة أعظم . كما وأن خاصية تعدد الأجنة (polyembryony) المشاهدة فى بعض أنواع الحشرات ولا سيما بعض الحشرات المتطفلة من رتبة غشائية الأجنحة لاشك تعمل على رفع كفاءتها التناسلية وذلك بانجاب أكثر من صغير واحد من كل بيضة واحدة وقد يخرج من كل بيضة بضعة مئات أو حتى آلاف من الأجنـة .

٣ — مدة الجيل : المدة التى يستغرقها نمو الحشرة من وقت وضع البيض حتى خروج الحشرات الكاملة وهى التى تعرف بمدة الجيل تختلف باختلاف أنواع الحشرات فى بعضها تكون طويلة تصل إلى عدة سنوات وفى بعض آخر تكون قصيرة فقد لا تزيد عن بضعة أيام . وبديهى أيضاً أنه كلما قصرت هذه المدة كلما تعددت أجيال الحشرة فى السنة الواحدة وبالتالى ازدادت أعدادها بسرعة أعظم ، والعكس بالعكس . فمثلا لبعض أنواع المن أكثر من خمسين جيلا فى السنة لأن الجيل الواحد يتم فى حوالى أسبوع ، ولدودة ورق القطن سبعة أجيال فى العام ، ولدودة القارضة خمسة أجيال سنوياً ، بينما فى بعض أنواع الجعال فالجيل الواحد يمتد ليستغرق حوالى ثلاثة سنوات ، وفى حشرة السايكادا يتم الجيل فى مدة قد تصل إلى ١٧ سنة فى بعض أنواعها وإلى خمسة أعوام فى أنواع أخرى منها .

٤ — النسبة الجنسية (Sex-ratio) : النسبة بين عدد الإناث إلى عدد الذكور فى الحشرات الكاملة الناتجة فى كل جيل من أجيال الحشرة وهى التى يعبر عنها بالنسبة الجنسية تختلف أيضاً باختلاف أنواع الحشرات ، ومن البديهى أنه كلما ارتفعت هذه النسبة كلما ازدادت الكفاءة التناسلية للحشرة وكثرت أعدادها بسرعة أعظم . وقد لوحظ أن النسبة الجنسية فى الغالبية العظمى من الحشرات تقرب من ١ : ١ ، ولكنها فى الأقلية الباقية تختلف عن ذلك فمثلا فى الدبابير المنشارية ينتج من كل مائة بيضة وضعتها الأنثى الأم ٩٦ أنثى مقابل ٤ ذكور فقط ، كما وأنه فى بعض الحشرات التى تتوالد بكريا قد لا تنتج ذكور قط أو تتواجد الذكور بنسبة قليلة جدا وتكون غالبية النتاج من الإناث كما فى بعض أنواع المن وبالتالى تزداد أعداد هذه الحشرات بسرعة فائقة .

(ب) الكفاءة البقائية (Survival potential) : الكفاءة البقائية هى مقدرة الصغار الناجمة عن الكفاءة التناسلية على الكفاح فى سبيل العيش والبقاء والتغلب على ما يصادفها فى بيئتها من صعوبات حتى يكتمل نموها . وهى تختلف أيضاً باختلاف أنواع الحشرات فتتوقف على عاملين معينين هما الكفاءة الإغتذائية والكفاءة الوقائية .

١ — الكفاءة الإغتذائية (Nutritive potential) : وهى مقدرة كل حشرة على استخدام مايوجد فى بيئتها من مواد غذائية والانتفاع منها بتحويلها إلى غذاء صالح لها . فلكى تستمر صغار الحشرة فى البقاء حتى تستكمل دورة حياتها فتصل إلى الطور الكامل القادر على استئناف التناسل يلزم أن تكون لديها قدرة على تخليق أو تدبير المركبات اللازمة لتغذيتها من مختلف المواد الغذائية المتاحة لها فى البيئة التى تعيش فيها ، ولا شك أن مثل هذه الصغار تكون أقدر على البقاء من صغار حشرة أخرى لا تستطيع الاستفادة إلامن مواد غذائية جاهزة . كما وأن انعدام المواد الغذائية الصالحة من البيئة أو عدم المقدرة على الاستنفاع بالمواد الغذائية المتوفرة بتلك البيئة لاشك سوف يؤدى بالحشرة إلى الموت جوعاً ثم الإنقراض . فالحشرات التى تتغذى بامتصاص دم الحيوانات مثلا ينبغى أن يتوفر لها فى مكان معيشتها العائل المناسب وأن تتمكن من الوصول إلى ذلك العائل بسهولة لكى تتغذى منه . ولا ريب أيضاً فى أن الحشرات التى من عاداتها أن تتغذى على عدة عوائل (polyphagous) مثل دودة ورق القطن أو التى يمكنها أن تتعود على عائل جديد بسهولة فى وقت قصير إذا لم يتوفر عائلها الأصلى تكون أقدر على البقاء من الحشرات وحيدة العائل (monophagous) التى لا يمكنها التغذية على غير عائلها الخاص . كما وأن بعض الحشرات تزيد من كفاءتها الإغتذائية بفضل ما تدخله فى أجسامها من كائنات دقيقة لكى تتبادل معها

المنفعة ، ومن أمثلة ذلك حشرات النمل الأبيض التى تتغذى على الأخشاب مع أنها لا تستطيع بنفسها هضم السليولوز غير أن جهازها الهضمى يحتوى على كائنات دقيقة بروتوزوية أو بكتيرية تقوم بتحليل سليولوز الخشب وتحويله إلى مواد أقل تعقيدا يستطيع النمل الأبيض أن يهضمها ويمتصها ويستفيد منها كغذاء ولولا وجود تلك الكائنات الدقيقة لمات النمل الأبيض جوعاً على الرغم من توفر الخشب .

٢ — الكفاءة الوقائية (Protective potential) : من أهم العوامل المؤثرة على كفاءة الحشرات فى البقاء قدرتها على حماية أنفسها من العوامل البيئية المناوئة لها ولا سيما ضد أعدائها الطبيعية من طفيليات أو مفترسات حشرية كانت أم حيوانية ، وتعرف تلك القدرة بالكفاءة الوقائية وهى وراثية وتختلف أيضاً باختلاف أنواع الحشرات فلكل نوع وسيلته الخاصة فى ذلك . فهناك حشرات مثل بعض أنواع البق تفرز روائح كريهة تعمل على طرد مفترساتها وأعدائها الأخرى . وهناك أيضاً حشرات كالنحل والدبابير مجهزة بآلات لسع تدافع بها عن أنفسها ضد الأعداء . وهناك كذلك حشرات تحمل أجسامها أشواك وشعرات غدية تفرز سوائل لاذعة تسبب آلاما لمن يلامسها كبعض يرقات حرشفية الأجنحة . كما وأن بعض الحشرات القشرية الرخوة الأجسام تقى أنفسها بغطاء شمعى سميك تفرزه فوقها وتعيش تحته طيلة حياتها فيحميها من الأعداء ومن المؤثرات الجوية . وبعض الحشرات الجماعية المعيشة مثل النمل الأبيض تخصص للدفاع عن مستعمراتها طاقماً خاصاً من الأفراد تعرف بالجنود أو العساكر (soldiers) وهى مزودة بفكوك علوية حادة قوية تردع بها المهاجمين والدخلاء . وأنواع أخرى من الحشرات كالحفار (كلب البحر) تعيش بداخل عشوش أو أنفاق بالتربة يصعب على أعدائها الوصول إليها فيها . كما وتحمى كثير من الحشرات أنفسها ضد أعدائها عن طريق إمتلاكها

لظاهرة التلون الوقائى (Protective colouration) إذ تكون ألوان هذه الحشرات محاكية للون أجزاء من البيئة التى تعيش فوقها وبذلك تصبح فى أمان من اهتداء الأعداء إليها . كما وأن حشرات أخرى ضعيفة الحيلة ومعرضة لهجوم كثير من الأعداء تقى أنفسها بمحاكاتها فى اللون والشكل لحشرات أخرى قوية ومجهزة بخصائص ووسائل دفاعية وبذلك تهرب من هجوم الأعداء بالتبعية ، فمثلا بعض أنواع الذباب تحاكى النحل فى لونه وشكله ، وتعرف هذه الخاصية بالمحاكاة الاجتماعية (Protective Mimicry) .

هذا والملاحظ فى الطبيعة أن هناك نوعاً من التوازن بين الكفاءة التناسلية والكفاءة البقائية فى مختلف الحشرات . فكلما كانت الكفاءة البقائية فى الحشرة ضعيفة كلما كانت كفاءتها التناسلية مرتفعة لكى تنجب أعداداً كبيرة من الأفراد فتعوض الفاقد من الذرية نتيجة ضعف الكفاءة البقائية ، والعكس بالعكس فالحشرة التى كفاءتها البقائية عالية تكون كفاءتها التناسلية واطئة لكى لا تنتج نسلا كثيرا يطغى على ما عداه .

ثانيا — العوامل البيئية (Environmental factors) :

تعيش الحشرات فى بيئات متباينة تتضمن عوامل مختلفة تؤثر تأثيرا كبيرا على حياتها وحيويتها وتكاثرها ومدى انتشارها . فعوامل البيئة متغيرة تختلف باختلاف المكان والزمان ، وقد تكون ملائمة لمعيشة الحشرات فتؤدى إلى زيادة أعدادها ، أو قد تكون مناهضة لها فتعمل عندئذ كعامل مضاد لتكاثر الحشرات وتقضى على أعداد كبيرة من أفرادها وتعرف فى هذه الحالة بالمقاومة البيئية (Environmental resistance) .

فأهم العوامل البيئية التى تؤثر على حياة الحشرات ما يأتى :

(ا) العوامل الجوية (Climatic factors) : وأهمها الحرارة والرطوبة والضوء والرياح والأمطار والضغط الجوى .

(١) درجة الحرارة (Temperature) : فالحشرات من الحيوانات ذات الدم البارد أى التى تتكيف درجة حرارة أجسامها تبعاً لدرجة حرارة الوسط الذى تعيش فيه ، فلو ارتفعت درجة حرارة البيئة لارتفعت معها درجة حرارة أجسام ما يعيش فيها من حشرات وازدادت على أثر ذلك حيوية تلك الحشرات كما ويزداد عدد البيض الذى تضعه إناثها وتقل المدة اللازمة لنمو أطوارها المختلفة ، والعكس بالعكس .

وللحرارة فى تأثيرها على الحشرات مراحل مختلفة كالآتى :

١ — لكل نوع من أنواع الحشرات بل لكل طور من أطوار النوع الواحد مجالا حرارياً معيناً يلائمه فتمارس فيه الأفراد أوجه نشاطها المختلفة وعملياتها الحيوية على خير وجه ، ويطلق على هذا المجال الحرارى الملائم منطقة النشاط الحرارى (Zone of heat activity) أو منطقة درجات الحرارة المؤاتية (Zone of effective temperatures) . وقد لوحظ بصفة عامة أن هذه المنطقة المذكورة تقع ما بين درجتى ٢٢° و ٣٢° مئوية . وفى داخل ذلك المجال المذكور توجد درجة حرارة واحدة معينة خاصة بكل نوع من أنواع الحشرات وعندها يبلغ نشاط الحشرة أقصاه وتضع أنثاها أكبر عدد من البيض وتقل فترة نمو أطوارها إلى أقصر مدة ولذا يطلق عليها درجة الحرارة المثلى (Optimum temperature) . كما وأن الحد الأعلى لمنطقة النشاط الحرارى يسمى درجة الحرارة المؤاتية القصوى (Maximum effective temperature) ، بينما حدها الأدنى فيسمى

درجة الحرارة المؤاتية الدنيا (Minimum effective temperature)

أو عتبة النمو (Threshold of development) .

٢ — إذا ارتفعت درجة حرارة البيئة عن الحد الأعلى لمنطقة النشاط الحرارى للحشرة فان نشاطها يقل تدريجياً ثم تصاب بنوع من التخدير أو الغشية المؤقتة لدخولها مجالا حرارياً يدعى منطقة الخمول الحـــرارى (Zone of heat inactivity) أو منطقـــة النـــوام الحـــرارى (Zone of heat dormancy) . ويتمثل ذلك فى حالة البيات الصيفى (Aestivation) التى تدخلها بعض الحشرات فى فصل الصيف . ومن خصائص هذه المنطقة أنه إذا عادت درجة الحرارة إلى الانخفاض إلى ما دون الحد الأعلى لمنطقة النشاط الحرارى فان الحشرة تستعيد نشاطها كاملا ثانيـــة .

٣ — إذا استمرت درجة حرارة البيئـة فى الارتفاع فوصلت إلى ما فوق الحد الأعلى لمنطقة الخمول أو النوام الحرارى التى تصاب فيها الحشرة بغشية حرارية مؤقتة فان الحشرة تدخل حينئذ فى منطقة تدعى منطقة الحرارة العالية المميتة (Zone of fatal high temperature) حيث يتوقف نشاطها تماماً وينتهى الأمر بموتها إن عاجلا أو آجلا حتى ولو عادت درجة الحرارة إلى الانخفاض عن حدود تلك المنطقة قبل حدوث الوفاة وذلك لسريان تغيرات كيميائية وفسيولوجية بالأعضاء والأنسجة الجسمية يترتب عليها ألا تستطيع العودة إلى حالتها الأصلية مطلقاً بعد ذلك . ثم فى أقصى حدود منطقة الحرارة العالية المميتة يوجد حد أعلى يسمى درجة الحرارة المميتة القصوى (Maximum fatal temperature) وهى التى تموت عندها الحشرة فجأة أو بعد برهة وجيزة جدا وقد لوحظ أنها تبلغ بالنسبة لكثير من الحشرات حوالى درجة ٥٦٠ مئوية .

٤ — إذا انخفضت درجة الحرارة من حول الحشرة عن الحد الأدنى لمنطقة النشاط الحرارى (أى عتبة النمو) فان نشاط الحشرة يقل كذلك تدريجياً ثم تصاب بنوع من التخدر أو الغشية المؤقتة لدخولها منطقة يطلق عليها منطقـــــة الخمول البرودى (Zone of cold inactivity) أو منطقة الغشية البرودية المؤقتة (Zone of temporary cold stupor) ، ويتمثل ذلك فى حالة البيات الشتوى (Hibernation) التى تدخلها كثير من الحشرات شتاء . وتتميز منطقة الخمول البرودى هذه بأن الحشرة تستعيد نشاطها كاملا مرة أخرى إذا عادت درجة الحرارة إلى الارتفاع إلى ما فوق عتبة النمو .

٥ — إذا استمرت درجة الحرارة فى الانخفاض عن الحد الأدنى لمنطقة الخمول البرودى فان الحشرة تدخل حينئذ فى منطقة تدعى منطقة الحرارة المنخفضة المميتة (Zone of fatal low temperature) حيث تصاب بتوقف كلى فى أوجه نشاطها ويكون مآلها حتما إلى الموت فلا يمكنها استعادة حالتها الطبيعية حتى لو عادت درجة الحرارة فارتفعت عن حدود تلك المنطقة قبل حدوث الوفاة . ثم إذا استمر انخفاض الحرارة فجاوز الحد الأدنى لمنطقة الحرارة المنخفضة المميتة فان الحشرة تموت عندئذ فى الحال أو بعد برهة وجيزة على أكثر تقدير لأنها تكون قد مرت بدرجة حرارة تدعى درجة الحرارة المميتة الدنيا (Minimum fatal temperature) والتى لوحظ أنها تصل إلى حوالى — ٥٠° مئوية (أى درجة ٥٠ تحت الصفر المئوى) بالنسبة لبعض الحشرات .

(٢) درجة الرطوبة (Moisture or Humidity) : تتأثر الحشرات وقدرتها على التكاثر والنمو تأثرا كبيراً أيضاً بكمية الرطوبة الموجودة فى

الوسط الذى تعيش فيه سواء كان تربة أم هواء أم مادة غذائية وذلك لأن رطوبة الوسط تؤثر على التوازن المائى فى أجسام الحشرات .

والمجالات التى تؤثر بواسطتها الرطوبة على الحشرات تشبه إلى حد كبير مجالات الحرارة . فيوجد لكل حشرة مجال يدعى منطقة الرطوبة المؤاتية (Zone of effective humidity). ثم داخل هذا المجـــال المذكور توجد درجة رطوبة معينة يكون نشاط الحشرة عندها على أحسن حال وتضع الأناث أكبر عدد من البيض وتقل فترات نمو الأطوار المختلفة إلى أدنى حد ويطلق على تلك الدرجة درجة الرطوبة المثلى (optimum humidity). ثم إذا ارتفعت درجة الرطوبة عن الحد الأعلى لمنطقة الرطوبة المؤاتية لدخلت الحشرة عندئذ فى منطقة تدعى منطقة الرطوبة العالية المعوقة (Zone of ineffective high humidity) حيث تستمر الحشرة فى نشاطها ولكن بمعدلات أقل بمعنى أنها تكون أقل نشاطاً وحيوية . ثم إذا ارتفعت درجة الرطوبة عن الحد الأدنى لمنطقة الرطوبة العالية المعوقة لتوقف نشاط الحشرة تماما ثم تموت فى النهاية لأنها تكون قد دخلت منطقة تدعى منطقة الرطوبة العالية المميتة (Zone of fatal high humidity) . وأما إذا انخفضت الرطوبة عن الحد الأدنى لمنطقة الرطوبة المؤاتية فان الحشرة تدخل عندئذ فى منطقة تدعى منطقة الرطوبة المنخفضة المعـــوقـــة (Zone of ineffective low humidity) حيث تستمر الحشرة فى القيـــام بأوجه نشاطها ولكن بمعدلات أقل . ثم إذا استمرت الرطوبة فى الانخفاض عن الحد الأدنى لمنطقة الرطوبة المنخفضة المعوقة بحيث يصبح الجو المحيط بالحشرة جافاً تقريباً فان النشاط يتوقف تماماً ثم تموت الحشرة لدخولها منطقة تسمى منطقة الجفاف القاتل . (Zone of fatal dryness) .

والواقع أنه من الناحية العملية يصعب الفصل بين تأثير كل من الحرارة والرطوبة على الحشرات نظرا لما هناك من ارتباط وثيق بين هذه العاملين فى الطبيعة . فالرطوبة النسبية فى الجو تتوقف إلى حد كبير على درجة الحرارة كما وأن معدل تبخير الماء من أجسام الحشرات مرتبط بصفة مباشرة بدرجة الحرارة وبصفة غير مباشرة بسرعة الرياح التى تعتمد على الضغط الجوى الذى يتأثر هو الآخر بالحرارة . ففى الجو الحار الجاف تكون درجة الحرارة العالية المميتة لإحدى الحشرات أقل منها فى الجو الحار الرطب لأن الحشرة فى الحالة الأولى تعانى من الجفاف علاوة على معاناتها من درجة الحرارة العالية ، فمثلا بالنسبة لسوسة المخزن تكون درجة ٣٦° مئوية ملائمة لحياتها عند توفر الرطوبة المناسبة غير أن هذه الدرجة تصبح مميتة لها تحت ظروف الجفـــاف .

(٣) الضوء والرياح والأمطار والضغط الجوى : فهذه كلها عوامل بيئية جوية لها تأثير ملموس على حياة الحشرات ولكن ليست بدرجة تأثير العاملين السابقين (الحرارة والرطوبة) وحتى هذه العوامل المذكورة فتتوقف إلى حد ما على درجة حرارة البيئة .

(ب) عوامل التربة (Edaphic factors) : فنوع التربة وتركيبها الطبيعى والكيماوى ومقدار ما تحتويه من رطوبة تؤثر تأثيرا ملحوظاً مباشرا على ما يستطيع أن يعيش فيها من أنواع الحشرات . كما أن نوع التربة يؤثر على ما يمكن أن ينمو من أنواع النباتات وبالتالى يؤثر ذلك بطريق غير مباشر على حياة الحشرات المتغذية على تلك النباتات .

(جـ) العوامل الجغرافية (Geographical factors) : وهى تشمل الموانع الطبيعية كالجبال الشاهقة والأنهار أو البحار الواسعة والصحارى الشاسعة التى تقف حائلا دون تسرب الحشرات من بقعة إلى أخرى .

(د) العوامل البيولوجية أو الحيوية (Biological or biotic factors): وهى تشمل الغذاء والأعداء الأحيائية الطبيعية .

(١) عامل الغذاء (Trophic factor) : فمن العوامل البيئية التى تؤثر فى حياة الحشرات وتكاثرها توفر النوع الصالح من المواد الغذائية أو العوائل فى بيئاتها . وانعدام المادة الغذائية المناسبة أوالعائل المناسب أو قلة كمية ما يتوفر من أحدهما فى البيئة لابد وأن يؤدى إلى قلة أعداد الحشرات أوإلى انقراضها بتاتا . فكثيرا ما يشاهد فى الطبيعة أنه على الرغم من صلاحية جميع العوامل البيئية الأخرى لحياة حشرة ما فان مجرد عدم توفر عائلها أو مادتها الغذائية المناسبة يكون وحده سبباً فى عدم تواجدها فى بيئة خاصة ، ومن أمثلة ذلك حشرة البلاستوفاجا (دبور التين البرى) فهى ليست موجودة بجمهورية مصر العربية لسبب وحيد هو غياب عائلها الأوحد وهو التين البرى . كما وأن توفر المادة الغذائية الصالحة بكثرة وتواجدها باستمرار طـــوال أوقات السنة لابد يؤدى إلى سرعة ازدياد أعداد الحشرات وتحولها إلى آفات اقتصادية كما هو الحال مع دودة ورق القطن بجمهورية مصر العربية حيث الزراعة الكثيفة بمحاصيل متتالية طوال العام وفرت العوائل الصالحة لتغذيتها باستمرار فكان لذلك أثرا أساسياً فى انتشارها إلى الحـد الذى أصبحت معـه من الآفات الزراعية الوخيمـة الضـرر .

(٢) الأعداء الأحيائية الطبيعية (Natural enemies) : تعتبر الأعداء الأحيائية الطبيعية للحشرات من أهم العوامل البيئية التى تؤثر أثرا بالغاً على مبلغ تكاثرها وانتشارها . وهى إما مفترسات (Predators) كالأسماك والضفادع والزواحف والطيور والعناكب والحشرات المفترسة لغيرها مثل

أنواع خنافس الكالوسوما (Calosoma spp.) وأسد المن (Chrysopa vulgaris)، أو طفيليات (Parasites) كالحشرات المتطفلة على حشرات غيرها والتابعة لرتبتى غشائية الأجنحة وذات الجناحين مثل ذبابة التاكينا (Tachina larvarum) وحشرة البمبلا (Pimpla roborator)، أو كائنات دقيقة مسببة للأمراض (Pathogenic organisms) كأنواع خاصة من الفطر والبكتيريا والبروتوزوا والفيروس . فى البيئات الطبيعية التى لم تمتد يد الانسان إليها بالتغيير والتبديل توجد للحشرات وخصوصاً الضارة منها أعداء طبيعية من المفترسات والطفيليات التى تهلك الكثير منها كما وتصاب بالأمراض الفطرية والبكتيرية والبروتوزوية والفيروسية التى تقضى على كثير من أفرادها خصوصاً وأن الظروف البيئية غالباً ما تكون ملائمة لتفشى هذه الأمراض فى مواسم معينة من العام ، فكلما ازدادت أعداد حشرة فى البيئة الطبيعية الأصلية ازدادت تبعاً لذلك أعداد أعدائها الطبيعية فتقضى على كثير من أفرادها وبذا تعيدها ثانية إلى حالتها العددية الابتدائية وهكذا يكون هناك باستمرار حالة من التوازن بين اعداد الحشرات وبين أعداد أعدائها الطبيعية .

التوازن الحيوى (Biotic equilibrium) :

تتضمن حياة الحشرة صراعا مستمرا بين كفاءتها الحيوية وقوة المقاومة البيئية . فالكفاءة الحيوية للحشرة بعواملها المختلفة تعمل جاهدة على ازدياد أعدادها ، بينما قوة المقاومة البيئية بمختلف عواملها فتقوم بالقضاء على كثير من أفراد الذرية الناتجة . ولا ريب فى أنه لو تركت تلك الكفاءة الحيوية لشأنها بدون أن تتصدى لها قوة المقاومة البيئية لامتلأ العالم أجمع بالحشرات ، فمثلا إذا فرض أن أنثى واحدة ملقحة من الذباب بدأت

تناسلها فى شهر أبريل ثم عاش جميع نسلها بدون أن يفقد منه شىء لبلغت الذرية الناتجة عنها فى شهر أغسطس من السنة نفسها عدداً يكفى لتغطية كل سطح الكرة الأرضية ، ولكن هذا لا يحدث فى الواقع فى الطبيعة لأن العوامل البيئية المختلفة غالباً ما تكون غير ملائمة لتكاثر الحشرات فتعمل على قتل أعداد كبيرة من أفراد ذريتها . ففى البيئات الطبيعية التى لم يتدخل الانسان فى تغيير معالمها مثل الغابات والأحراش يلاحظ أن أعداد الحشرات تبقى ثابتة باستمرار عند حد معقول معين فلا تزداد عنه ويرجع ذلك إلى أن قوة المقاومة تكون دائماً مساوية أو معادلة للكفاءة الحيوية للحشرات وهى حالة تعرف بحالة التوازن الحيوى حيث تظل أعداد مختلف الحشرات ثابتة فلا تزداد إلى الحد الذى تصير معه آفات . ولكن لو حدث فى وقت ما أن ضعفت قوة المقاومة البيئية عن طريق ضعف أحد عواملها فان الكفاءة الحيوية تكون لها عندئذ الغلبة وبالتالى ينكسر ذلك التوازن الحيوى فتأخذ الحشرة فى الازدياد جيلا بعد جيل متحولة آنئذ إلى آفة ضارة يجب مكافحتها بوسائل صناعية من شأنها تقوية عوامل المقاومة البيئية إلى الحد الذى يمكنها من ارجاع حالة التوازن الحيوى ثانية .