## العوامل الأحيائية وتأثيرها على الحشرات

تشمل العوامل الأحيائية كل التفاعلات المتشابكة بين مختلف الكائنات الحية الموجودة في المجتمع community ، وتلعب هذه العوامل دوراً مهماً في حياة الكائنات الحية من خلال درجة انتشارها وتوزعها في البيئة التي تعيش فيها. ويمكن الجزم بأنه لا يوجد أي نوع من الكائنات الحية يستطيع أن ينعزل عن أنواع أخرى من الكائنات الحية، بل تمارس جميعها تفاعلات أو علاقات مباشرة أو غير مباشرة مع بعضها. وتقسم هذه العلاقات بحسب نواتج التأثيرات المباشرة أو غير المباشرة لهذه العلاقات على نمو أو حياة كل نوع من الكائنات الحية. وقد تكون هذه العلاقات سلبية negative interactions مثل الافتراس والتطفل والتنافس، ينتج عنها مع مرور الوقت انخفاض واضح لعملية النمو والبقاء لواحد من النوعين المتفاعلين من هذه الكائنات، وقد تكون إيجابية positive interactions مثل التعايش والتكافل، وهي علاقات حسنة تربط بين نوعين من الكائنات الحية يستفيد منها أحد النوعين أو كلاهما، والمهم أننا لا نستطيع إدراك ديناميات الجماعات دون معرفة العلاقات بين الأنواع.

وتتناول العوامل الأحيائية بشكل عام، دراسة الموضوعات التالية:

١- التنافس بين الحشرات، سواء كانت أفرادها من نوع واحد أو تتبع أنواعاً مختلفة.
٢- الغذاء وعلاقته بالحشرات.
٣- المكان الذي تقطنه جماعة حشرة ما.
٤- تأثير الطفيليات والمفترسات ومسببات الأمراض التي تنتشر في بيئة الحشرات.

### أولاً: التنافس Competition:-

علاقة حياتية تنشأ بين الأفراد ذوات الاحتياجات المعيشية المتماثلة، سواء أكانت تنتمي إلى نوع واحد أم إلى أنواع مختلفة. ويمكن تعريف التنافس بأنه: تفاعل بين طرفين ضار لكليهما، أي أنه علاقة سلبية بين الأنواع. ولا ينشأ هذا التفاعل ما دام المورد الطبيعي عامراً بالاحتياجات المعيشية بالقدر الذي يكفي كل الأفراد أو الأنواع الموجودة في المكان الواقع في نطاق هذا المورد. وهذا التعايش مألوف بين معظم آكلات الأعشاب، ويقلل من احتمالات التنافس تعدد الموارد بما يتيح تحول الأفراد عن المورد الذي ينضب إلى أحد الموارد البديلة الغنية، وبخاصة إذا تنوعت بما يناسب اختلاف الأنواع في تفاصيل احتياجاتها الغذائية، ولكن التنافس وارد الحدوث إذا زاد نسل هذه الكائنات عن الحد الذي يتناسب مع ما تمنحه الموارد المتاحة.

وتزداد احتمالات حدوث التنافس وشدته إذا تشابهت الاحتياجات الغذائية للأفراد الموجودة بالقرب من المصدر، وهذا أمر مؤكد إذا كانت الأفراد تنتمي إلى النوع نفسه، ولكنه أيضاً محتمل الحدوث بين أفراد الأنواع المختلفة، كالتنافس بين بعض أنواع القوارض آكلة البذور والنمل الذي يعتمد على هذه البذور كطعام رئيس، إذ يجمع النمل أكثر مما يأكل ويخزن الفائض للمستقبل.

قد يحدث التنافس بين أفراد النوع الواحد Intraspecific competition أو بين أفراد الأنواع المختلفة Interspecific competition، وعادة ما يكون التنافس بين أفراد النوع الواحد أشد ضراوة وقوة من التنافس بين أفراد الأنواع المختلفة، نظراً للتشابه الوطيد في احتياجات أفراد القسم الأول، سواء من الغذاء أو المأوى، فعندما يزداد عدد الحشرات التي تقطن منطقة معينة، فإن هذه الزيادة تظهر نوعاً من التزاحم Crowding، بين أفراد الحشرات ذات الاحتياجات الغذائية المتشابهة، وتنعكس أثار هذا التزاحم على طول فترة حياة الحشرات ومعدل خصوبتها وزيادة نسلها.

**١- التنافس بين أفراد النوع الواحد:-**

يقتضي كثير من العوامل ذات التأثير المعتمد على كثافة الجماعة، استخدام التنافس داخل النوع على الغذاء، فيكون الانتخاب الطبيعي دائماً في صالح أي تأقلم أو تكيف لتخفيف حدة هذا التنافس. فالأفراد التي تكون أكثر اختلافاً عن غالبية الجماعة لا تعاني من التنافس كثيراً وذلك لأن متطلباتها تكون مختلفة نوعاً ما، ولا تطلبها أفراد كثيرة، لذلك فإن المنافسة داخل النوع تتسبب في انتخاب كم هائل من الصفات المتنوعة في الجماعة، لكي تنخفض هذه المنافسة إلى أدناها. وقد ذكر برايس Price عام ١٩٧٥، أن من أهم هذه الصفات هي الجماعات متعددة الأشكال Polymorphic populations، مثل ازدواجية الشكل الجنسية، بحيث يتكيف كل من الجنسين (الشقين) لاحتلال عش بيئي مستقل واستغلاله لتفادي منافسة الشق الآخر. فمثلاً، تتغذى أنثى بعوض الأنوفيليس بدم الحيوانات، بينما يتغذى الذكر برحيق الأزهار.

وكذلك نجد أن من أهم استراتيجيات الحشرات لتفادي حدوث المنافسة داخل النوع وجود ظاهرة تعدد أطوار النمو لدى الحشرات ذات التحول التام Holometabolous، الذي توجد لدى ٨٥% من أنوع الحشرات المعروفة، حيث يختلف شكل الحشرة وبيئتها في الطور اليرقي عنه في الطور الكامل.

فيرقات البراغيث تتغذى بالمخلفات في عش العائل، بينما تتغذى الحشرات الكاملة على دم العائل نفسه، كذلك نجد أن يرقات الذباب صانع الأنفاق في أوراق النبات تتغذى بالنسيج الأوسط من الورقة، بينما تعتمد الحشرة الكاملة في التغذية على السوائل السكرية مثل الرحيق والندوة العسلية. فلدى هذه الأنواع ينحسر أو يتلاشى تماماً التنافس داخل النوع بانعدامه بين الأبوين والنسل، مما ينتج عنه تلقائياً إنتاج غزير للأفراد في الجماعة تتم إعاشتها على الموارد المتاحة.

ولدى بعض الأنواع الاجتماعية من غشائيات الأجنحة Hymenoptera، مثل النحل والنمل والدبابير، تتكيف الحشرات الكاملة لتؤدي دوراً أساسياً في تزويد الأطوار الصغيرة بالغذاء، حيث تجمع الحشرات الكاملة الغذاء وتجهزه ثم تطعمه لليرقات.

تتفاقم حدة التنافس داخل النوع لدى أغلب الحشرات ذات التحول غير التام Hemimetabolous، حيث لا تختلف الأطوار الصغيرة كثيراً عن الأطوار الكاملة شكلياً، وتعيش معها في البيئة نفسها وتتغذى بالغذاء نفسه، وتكون الأطوار الصغيرة معرضة للأخطار بشدة، إذ إنها تتغذى في أماكن مكشوفة مع الكبار وليس لها أجنحة تساعدها على الهرب من الأعداء بسرعة، وربما كان هذا أحد الأسباب في شيوع ظاهرة القفز عند غالبية الحشرات ذات التحول غير التام مثل حشرات رتبة مستقيمات الأجنحة Orthoptera، وكذلك وجود كم هائل من أنواع الإفرازات الدفاعية لدى كثير من الحشرات التابعة لرتبة الحشرات ذات التحول غير التام. حتى إن بعضها، مثل حشرات المن تستخدم فيرومونات التخدير Alarm pheromones، لتخدير بعضها عند وجود خطر داهم.

يوجد نوعان من التنافس داخل النوع هما:

أ. **تنافس السباق أو الفوز Contest competition**: وهو حالة التنافس التي يحصل فيها الفائز في مباراة التنافس على كل متطلباته من العامل (المورد) الضروري للبقاء والتكاثر، بينما يتنازل الخاسر عن متطلباته للمنافس الفائز، ولا يحصل على شيء منها. ومن أمثلة تنافس السباق، نظام حدود الملكية الخاصة أو المقاطعة Territoriality، حيث أنه ما دام الحيوان المدافع عن مقاطعته ناجحاً في ذلك، فإنه يكسب مورداً قاصراً عليه فقط، يتغذى به. وكذلك يوجد لدى الحشرات الاجتماعية، مثل دبور الورق *Polistes sp.*، نظاماً تسلسلياً سيادياً بين الإناث المؤسسات للطائفة في العش الواحد، فهناك تكتسب الملكة وضعها بسيادتها على المتزاوجات الأخريات، وإذا ما قتلت أو ماتت الملكة تحل محلها الأنثى التي تليها في المرتبة مباشرة، ويمكن أن تتزايد الأعداد في تنافس الفوز في الجماعة في أي مساحة معينة حتى تبلغ الحد الأقصى للسعة الحملية للمورد

المعين Carrying capacity، وبما أن كل فرد في الجماعة يجد كفايته مما يمكن أن يعيش عليه، فإن الجماعة يمكنها المحافظة على هذا الوضع إلى مالا نهاية.

ويعد مصطلح تنافس التدخل Interference competition، كحالة من حالات تنافس الفوز، ومرتبطاً مع التنافس داخل النوع أو بين الأنواع، وقد عرفه ميللر Miller عام ١٩٦٧، بأنه " أي نشاط من شأنه أن يحدد تحديداً مباشراً أو غير مباشر حصول المنافس على مورد أو متطلب ضروري". ومن أمثلة هذا النوع من التنافس حالة نوعين من ذباب الخل*Drosophila sp.*، يعيشان في وسط غذائي واحد. فبالرغم من أن الغذاء متوافر، إلا أن أحد الأنواع يزاح عن المنافسة، ويُحدّد نموه دائما عن طريق التغيرات التي يضيفها النوع الآخر على الوسط الغذائي بسبب فضلاته.

وتمثل الفيروموناتالتي تتركها كثير من الطفيليات على العائل عند وضعها للبيض فيه ( طفيل الترايكوغراما الذي يتطفل على بيض الفراشات)، إشارة تمنع الأفراد الأخرى من استغلال نفس العائل، ويعد هذا نوعاً من تنافس التدخل.

**ب. تنافس الاستنفاذ Scramble competition**: وهو تنافس شائع بين الحشرات، يتميز بأن النجاح أو الفوز فيه لا يكون كاملاً، فالمورد الذي تتنافس عليه الأفراد لا يسهم في إعاشة الجماعة، إذ إن الطاقة المتوفرة تبدد بواسطة الأفراد التي لا يحصل كل منها على ما يكفيه للبقاء. فإن كان عدد الأفراد قليلاً، حصل كل منها على كفايته من المورد، أما إذا كان عدد الأفراد كبيراً، حصل كل منها على حصته التي لا تكفيه للبقاء.

ولقد دُرس هذا النوع من التنافس لدى ذبابة الغنم من جنس *Lucilia*، حيث وجد أنه عند تغذية يرقات قليلة (٣٠ يرقة) على غرام واحد من الغذاء، كان النمو والتحول إلى حشرات كاملة عالياً، أي أكثر من النصف، وكلما زاد عدد اليرقات المتغذية بنفس كمية الغذاء، قلّ عدد الحشرات الكاملة الناتجة، إلى أن انعدم عندما بلغ عدد اليرقات المتغذية بذلك الغذاء (٢٠٠ يرقة).

**٢- التنافس بين أفراد الأنواع المختلفة:-**

تختلف احتياجات الأنواع المختلفة من الغذاء أو المكان أو استهلاك الأكسجين ودرجة إصابتها بالأعداء الحيوية أو مسببات الأمراض، عن مثيلتها لدى أفراد النوع الواحد التي يكون لديها التنافس أشد قسوة وضراوة من التنافس بين أفراد الأنواع المختلفة.

ولدراسة تأثير المنافسة على الأنواع، قام الباحث بارك Park عام ١٩٥٤م، بتربية نوعين من خنافس الدقيق هما: خنفساء الدقيق الصدئية *Tribolium castaneum*، وخنفساء الدقيق المتشابهة *T.confusum*، على كمية محدودة من الدقيق التي، من المفترض، أن تتنافس عليها أفراد النوعين. وبعد عدة أجيال، وجد بارك أن خنفساء الدقيق المتشابهة قد أُزيلت تماماً (اختفت) من البيئة عند درجات حرارة أعلى من (٢٩,٥)مْ، لكن العكس تماماً يحدث عند درجات حرارة أقل من (٢٩,٥)مْ، إذ تُزاح خنفساء الدقيق الصدئية تماماً عن المنافسة، وتفوز خنفساء الدقيق المتشابهة.

يتضح من ذلك أنه عند تربية النوعين مع بعضهما في مكان واحد وعلى غذاء واحد، يعمل أحدهما على إعاقة نمو أعداد النوع الآخر، ولكن عندما ربى بارك كل من النوعين على حده، عند درجة حرارة (٢٩,٥)مْ، ورطوبة ٦٠- ٧٥%، وجد أن أفراد كلا النوعين تعيش وتستمر حياتها بشكل عادي. والخلاصة، إذا كانت الظروف البيئية أكثر ملائمة لنوع معين أكثر من الآخر فهو الذي يبقى ويسود. وفي العادة، تزداد حدة التنافس كلما تناقصت الموارد أو زادت كثافة الأطراف المتنافسة.

وقد أجرى بيرش Birch عام١٩٥٣م، تجارب على خنافس الحبوب *Calandra oryzae*، وثاقبة الحبوب الصغرى *Rhizopertha dominica*، ووجد أن عوامل أخرى مثل الرطوبة وكمية الغذاء والتطفل تؤثر على نتيجة التنافس.

لقد قادت هذه التجارب، والتجارب التي أجراها العالم جاوس Gause عام١٩٣٤م، على نوعين من البراميسيوم *Paramecium aurelia*، و *P. caudatum*، إلى وضع قانون "الإقصاء التنافسي Competitive Exclusion" الذي يقول: لا يمكن لنوعين من الكائنات احتلال نفس الدور الوظيفي لما لا نهاية، لأن أحدهما سيزيح الآخر عن طريق المنافسة. وبتعبير آخر، لا يمكن لنوعين مختلفين التواجد في مباءة (عش بيئي Niche ecologic) واحدة، نظراً لأن التنافس بين النوعين على الحيز البيئي سوف يؤدي في النهاية إلى تغلب أحدهما على الآخر وإزاحته من البيئة.

إضافة إلى المنافسة، توجد بين الحشرات والحيوانات الأخرى والنباتات الموجودة في بيئة معينة، أشكال أخرى من علاقات التعايش Symbiosis، التي يمكن أن يعبر عنها بأنها علاقة قوية بين نوعين من الكائنات بصرف النظر عن الأضرار أو المنافع المتوقعة لكل منهما، مثل التكافل Mutualism والمعايشة (المؤاكلة) Commensalism، والتطفل Parasitism، والافتراس Predation.....الخ.

**أ. التكافل (المنفعة المتبادلة) Mutualism:-**

وهي العلاقة القائمة بين كائنين أو أكثر، ذات الفائدة لكل الأطراف المشتركة فيها، وبتعبير آخر، هي علاقة ارتباط بين نوعين من الكائنات الحية يتم فيها تبادل المنفعة بينهما حيث يستفيد كل منها من الآخر.

ومن المعروف أن أنواعاً كثيرة من النمل الأبيض Termites، تتغذى على الخشب، ولكن هذه الحيوانات لا تستطيع هضم المواد السيللوزية الموجودة في الخشب إلا بوجود نوع من وحيدات الخلية السوطية *Trichonympha sp.*، الذي يعيش في الأمعاء الدقيقة للنمل الأبيض، والذي يقوم بإفراز أنزيمات هاضمة للسيللوز، فالحيوان الأول يؤمن الموطن والبيئة الثابتة والمواد الغذائية، مقابل أن يقوم الحيوان الثاني بهضم السيللوز ليتمكن النمل من الاستفادة منها، وقد بينت التجارب أن إخراج الحيوانات السوطية من أمعاء النمل الأبيض يؤدي إلى هلاكهما جوعاً، وبالتالي لا يمكن لأحدهما أن يعيش دون الآخر.

ونشاهد كذلك أجمل صور المنفعة المتبادلة بين حشرات المن Aphids والنمل العادي، فالمن يتغذى بالعصارة النباتية، ويفرز المادة السكرية التي تسمى الندوة العسلية Honey Dew، وأما النمل فيتغذى بهذه الندوة العسلية، ولذلك يقوم النمل برعاية حشرات المن والدفاع عنها ضد المفترسات مقابل الحصول على الندوة العسلية من حشرات المن.

كذلك تمثل علاقة الملقحات بالنبات تفاعلاً منتظماً وعلاقة منفعة متبادلة وثيقة، فمعظم الأزهار تجذب الحشرات لأهميتها في نقل حبوب اللقاح إلى الأزهار المؤنثة من نفس النوع. ويلاحظ وجود تنوع هائل من التكيفات (التحورات الزهرية في النباتات لجذب الحشرات وضمان التلقيح الخلطي)، فقد وجد أن كمية الرحيق التي تنتجها كل زهرة مقننة بدقة لمقابلة احتياجات الطاقة للملقح، حيث أن كمية الرحيق تكون محدودة ولا تكفي الحشرة الزائرة والتي تكون مضطرة لزيارة زهرة أخرى من نفس النوع للحصول على الرحيق اللازم لها، وبذلك تستفيد النباتات من الحشرات بنقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى مقابل حصول الحشرات على الغذاء من رحيق تلك الأزهار.

**ب. التعايش Commensalism:-**

يُعرّف التعايش بأنه: علاقة بين نوعين، يستفيد أحدهما من الآخر (العائل)، ولكن العائل لا يتضرر ولا يستفيد من هذه العلاقة. ومن الأمثلة على ذلك، الحشرات التي تتغذى بالفضلات وتجد المأوى في جحور بعض الحيوانات مثل الجرذان. كذلك تمثل ظاهرة انتقال بعض الحشرات الصغيرة بوساطة حملها من قبل الحشرات الكبيرة من مكان إلى آخر نوعاً شائعاً من أنواع المعايشة. فذبابة نغف الإنسان Human Botfly، تُعلّق بيضها على جسم بعوضة، وعند وصول

الأخيرة إلى الإنسان تجد الحرارة المناسبة في جسم الإنسان والتي تساعد على فقس بيضة ذباب النغف، فتخرج اليرقة لتحفر طريقها تحت جلده.
وهناك الكثير من أنواع الخنافس التي تعيش في أعشاش النمل العادي والنمل الأبيض، حيث تحظى بنوع من الحماية ضد المفترسات، وبعضها يحصل على طعامه من الحشرات العائلة لها. وقد وجد أن الكثير من حشرات المعايشة التي تعيش معيشة إجبارية، بحيث لا توجد إلا في مستعمرات العائل، ولذلك تخصص بعض حشرات المعايشة بإفراز فيرومونات مهدئة تمكنها من كبح الميل الطبيعي العدواني للعائل ضد الأفراد الغريبة. (برايس Price ١٩٧٥).

**ثانياً: الغذاء Food:-**

يُعد الغذاء أحد العوامل الحيوية التي تعتمد عليها كثافة الحشرة، حيث يؤثر الغذاء على بقاء وتكاثر الحشرات، ويلعب دوراً مهماً في تحديد أعدادها وخصوبتها وحجمها وعدد أجيالها، وذلك لاحتوائه على الأحماض الأمينية والسكريات والفوسفوليبيدات، وهذه المواد المهمة الأساسية هي التي تقوم بتجهيز الطاقة وعمليات البناء وتحفيز التفاعلات الكيميائية وغيرها. فبينما تكون كمية الغذاء مهمة بالنسبة لتجهيز الطاقة اللازمة لحياة وتكاثر الحشرات، فإن نوعية الغذاء تكون مهمة أيضاً بالنسبة لحصول الحشرات على مركبات معينة في غذائها مثل الفيتامينات والأحماض الأمينية الأساسية.

**علاقة الحشرات بعوائلها:**

يُقسّم بعض البيئيين الحشرات حسب المواد الغذائية التي تتناولها، إلى المجموعات التالية:-

**أ. مجموعة الحشرات نباتية التغذية Phytophagous insects**: وتضم هذه المجموعة نحو ٤٧% من الحشرات، وتتباين هذه الحشرات تبايناً كبيراً في اختيارها لعائل واحد أو عدة عوائل نباتية، وتفضيلها لجزء معين من النبات دون غيره، إذ إن بعضها تخصص في التغذية على الجذور، أو داخل ساق النبات، أو على رحيق الأزهار، أو قرض أوراق النباتات .... الخ.

*** تقسيم الحشرات نباتية التغذية حسب عدد عوائلها النباتية:**

**١. حشرات عديدة العوائل Polyphagous insects:** وهي الحشرات التي تتغذى على نباتات متباينة وكثيرة، تتبع عوائل نباتية مختلفة (أكثر من ١٠٠٠ عائل نباتي)، ومثال ذلك: الجراد والديدان القارضة.

**٢. حشرات محدودة (قليلة) العوائلOligophagous insects:** وهي الحشرات التي تتغذى على نباتات تتبع فصيلة نباتية واحدة، أو فصائل متقاربة من ناحية تقسيمها النباتي، ومثال ذلك: دودة الذرة الأوروبية *Ostrinia nubilalis*، التي تتغذى على الذرة والأرز، ودودة القصب التي تتغذى يرقاتها على القصب والذرة الشامية والأرز، ويلاحظ أن هذه العوائل تتبع فصيلة واحدة هي الفصيلة النجيلية.

**٣. حشرات وحيدة العائلMnophagous insects :** وهي حشرات تتخصص في التغذية على نوع واحد من النباتات ونادراً ما تصيب عائلاً آخر، ولا توجد إلا إذا وجد عائلها، ومثال ذلك ذبابة ثمار الزيتون *Dacus olaea*.

*** تقسيم الحشرات نباتية التغذية حسب طبيعة الغذاء النباتي:**

**١. حشرات تتغذى على العصارة النباتية:** يقع تحت هذه المجموعة معظم أنواع الحشرات التابعة لرتبتي الحشرات مختلفات الأجنحة Heteroptera، ومتشابهات الأجنحة Homoptera، التي تمتص كميات كبيرة من العصارة النباتية تفوق حاجتها بكثير، ويكون ذلك بقصد استخلاص القدر الكافي من المواد الآزوتية اللازمة لها، أما بقية العصارة التي يكون أغلبها من المواد الكربوهيدراتية، فتتخلص منها بإفرازها إلى الخارج في صورة إفرازات سكرية تعرف باسم الندوة العسلية Honey Dew، التي تشكل بيئة صالحة لنمو عدد كبير من أنواع الفطور والبكتيريا.

**٢. حشرات تتغذى على الخشب:** وتتميز هذه المجموعة بطول دورة حياتها التي قد تصل إلى بضع سنوات، ويتحدد طول فترة نمو هذه الحشرات بمدى قدرة الأفراد على هضم السيليلوز لتحصل على البروتين اللازم لها. ولذلك، وكما ذكرنا سابقا، لابد من وجود أنواع من الفطر أو وحيدات الخلية أو البكتيريا في القناة الهضمية لتلك الحشرات لتساعد على هضم المواد السيليلوزية، وإذا ما عرضت حشرات النمل الأبيض مثلاً، لدرجة حرارة ٣٦مْ لمدة ١٠-٢٠ يوماً، فإنها تموت نظراً إلى موت الكائنات الحية الدقيقة المحللة للسيليلوز الموجودة داخل القناة الهضمية متأثرة بدرجة الحرارة المرتفعة، أما إذا أعيد تزويد النمل الأبيض بهذه الكائنات الدقيقة، فإن النمل يستعيد كفاءته الغذائية ويستمر في الحياة.

**٣. حشرات تتغذى على الحبوب:** تعد الحبوب من أغنى المصادر الغذائية للحشرات، نظراً لغناها بالبروتين والدهون والكربوهيدرات، ولذلك تتعرض محاصيل الحبوب للإصابة أو مهاجمة عديد من الحشرات، سواء كانت هذه المحاصيل في الحقول أو في المخازن.

وتتميز حشرات هذه المجموعة بدرجة نمو أسرع من بقية الحشرات، نظراً لاحتواء الحبوب على نسبة كبيرة من الفيتامينات وبخاصة الفيتامين ب المركب، وأمكن التوصل إلى هذه النتيجة بإضافة خميرة البيرة كمصدر لفيتامين ب المركب، في الحالات التي تربى فيها الحشرات مخبرياً.

**٤. حشرات تتغذى على حبوب اللقاح والرحيق:** تعتمد أنواع متعددة من الحشرات، كالنحل والفراشات .... الخ، على رحيق الأزهار وحبوب اللقاح كمصدر أساسي لغذائها، إذ يحوي رحيق الأزهار على مواد كربوهيدراتية، أما حبوب اللقاح فتؤمن الكمية اللازمة من النيتروجين لتلك الحشرات.

**ب. مجموعة الحشرات حيوانية التغذية Zoophagous(carnivorous) insects**: تضم هذه المجموعة الطفيليات والمفترسات والتي تشكل نحو ١٤% من الحشرات، وسوف نقوم بالحديث عن هذا الموضوع في نهاية هذا الفصل.

**ج. مجموعة الحشرات التي تتغذى على مواد متحللة Saprophagous insects:** وتضم نحو ٢٧% من الحشرات، وتتغذى أفراد هذه المجموعة على المواد التالفة أو المتعفنة والمتحللة. وفي الواقع، إن هذه الحشرات تعيش في وسط غني بالأحياء الدقيقة وتتغذى على هذه الأحياء، فيرقات ذبابة الدروسوفيلا *Drosophila sp.*، تموت بعد ٢٨ يوماً، إذا ما غُذّيت على موز معقم، بينما تكمل دورة حياتها بعد خمسة أيام إذا غذيت على خميرة سواء كانت جافة أو طازجة. ومن الأمثلة الأخرى لهذه المجموعة، حشرات رتبة القافزات بالذنب والنمل الأبيض وخنافس الجلود وغيرها.

**د. مجموعة الحشرات التي تتغذى على مواد متنوعة Polyphagous(Omnivorous) insects:** وتضم نحو ١٢% من الحشرات، وتتغذى على أي مادة ذات قيمة غذائية نباتية كانت أم حيوانية، كالذباب المنزلي والصراصير وغيرها. كما توجد بعض أنواع الحشرات التي تتغذى على مواد خاصة، كديدان الشمع التي تتغذى على الشمع، ودودة الملابس التي تتغذى على الصوف والشعر، ويرقات النحل على الغذاء الملكي الغني جداً بالأحماض الأمينية والأملاح والفيتامينات وبعض الهرمونات.

## تأثير الغذاء على الحشرات:

يؤثر الغذاء من حيث كميته ونوعيته على كثير من النواحي البيولوجية للحشرات، نجملها بما يلي:

**أ. تأثير الغذاء على مدة الطور اليرقي:** كلما كان الغذاء غنياً بالعناصر الغذائية للنمو مثل البروتينات والسكريات والفيتامينات، عجل ذلك في سرعة نمو اليرقة وقصر طول فترة العمر اليرقي، والعكس صحيح. وقد أجريت تجربة على يرقات خنفساء ورق البرسيم الأوروبية، التي ربيت على أوراق

أربعة أنواع من النباتات، وكانت النتيجة اختلاف المدة اللازمة لنمو كل طور يرقي باختلاف نوع النبات، ويعود ذلك لاختلاف أوراق النبات من حيث غناها أو فقرها بالعناصر الغذائية.

**ب. تأثير الغذاء على حجم الحشرة:** تبين التجربة السابقة أيضاً أن وزن كل من العذارى والحشرات الكاملة لخنفساء ورق البرسيم الأوربية يختلف باختلاف نوع أوراق النبات المستخدم في تغذية اليرقات والحشرات الكاملة.

**ج. تأثير الغذاء على لون الحشرة وبعض التحورات المورفولوجية:** يؤثر الغذاء ونوعيته على لون الحشرة، إذ تكتسب بعض الحشرات لوناً معيناً يتوقف على نوع الغذاء الذي تتغذى عليه، مع اشتراك بعض العناصر البيئية الأخرى، فمثلاً، يرقات خنفساء البطاطا الكلورادية *Leptinotarsa decemlineata*، التي تُغذى على جزر أصفر، يكون لونها مصفراً نظراً لوجود الكاروتين في الغذاء. كما أن لطبيعة الغذاء الذي تتغذى عليه الحشرة أثر كبير في التحورات المورفولوجية التي تظهر عليها، ولعل من أبرز هذه التحورات هي تحورات أجزاء الفم القارضة أو اللاعقة أو القارضة اللاعقة أو الثاقبة الماصة أو الماصة، فنوع الغذاء المتاح يحدد نمط أجزاء الفم. وتظهر على الأرجل الخلفية لشغالات نحل العسل تحورات خاصة مثل فرشاة جمع حبوب اللقاح وسلة حبوب اللقاح، من أجل جمع ونقل حبوب اللقاح وتقديمها كغذاء لبقية الأفراد.

**د. تأثير الغذاء على معدل وضع البيض:** تتأثر كمية البيض التي تضعها أنثى الحشرات طيلة حياتها بنوع الغذاء الذي تغذت عليه أطوارها غير الكاملة، فمثلاً، وجد أنه عند تغذية خنفساء الدقيق الصدئية *Tribolium confusum*، على غذاء غني ( دقيق قمح كامل ) وضعت الحشرة ٢٩٨ بيضة، بينما انخفض معدل وضع البيض إلى ٤٧ بيضة، عند تغذية الخنفساء نفسها على غذاء فقير (دقيق الأرز الأبيض).

## ثالثاً: المكان أو المأوى Shelter or Place:-

يعد المكان أو المأوى أحد أهم العوامل البيئية التي يتوقف عليها تأمين الحماية والغذاء والظروف الملائمة لنمو وتكاثر وانتشار أنواع الحشرات المختلفة، وتستطيع الحشرات اختيار المكان المناسب لها لأغراض تتعلق بمقدرتها على البقاء والاستمرار، فقد تكيفت بعض أنواع الحشرات للطيران والانتشار لمسافات كبيرة بحثاً عن المكان الملائم، الذي تتوافر فيه الرطوبة والغذاء وغير ذلك. فمثلاً، تطير حشرات أبي دقيق الكرنب *Pieris rapae*، مسافات طويلة للبحث عن عائل نباتي محدد يعتبر مصدراً مناسباً لتغذية يرقات هذه الحشرة. وتضع إناث بعوض الأنوفيلس بيضها في حقول الأرز، عندما تكون هذه النباتات قصيرة، وتبحث عن مكان آخر، عندما يصل طول النباتات إلى نحو قدم واحد، وذلك لعدم ملائمة النباتات الطويلة لحياة اليرقات.

ويلاحظ مما سبق، أنه لا يمكن عزل العوامل البيئية عن بعضها بعض، فمثلاً، لا يمكننا عزل عامل الحرارة عن الغذاء، أو الرطوبة عن المكان أو الغذاء، فالمكان الذي يكون ملائماً لمعيشة نوع ما من الحشرات تحت ظروف معينة من الحرارة والرطوبة، قد يصبح غير ملائم لحياة أفراد النوع نفسه إذا تغيرت ظروف الحرارة والطوبة في هذا المكان، ولذلك لابد من توضيح علاقة المكان الذي تعيش فيه جماعة ما من الحشرات بالعوامل البيئية الأخرى المحيطة به.

### أ- علاقة المكان بالحرارة:

تتأثر الحشرات بحرارة المكان الذي تعيش فيه، فمثلاً، تحفر خنفساء البطاطا *Leptinotarsa decelineata* أنفاقاً في التربة في نهاية الخريف، حيث تقضي فترة الشتاء في حالة بيات شتوي. ولقد وجد أن جميع الخنافس الموجودة في التربة تتعرض للموت، إذا ما انخفضت درجة حرارة التربة إلى -١٢ مْ أثناء الشتاء، بينما تبقى الخنافس حية إذا كانت درجة حرارة التربة -٤مْ. كما

وجد أن لنوعية المكان الذي تقطنه الخنافس أثناء الشتاء دوراً مهماً في تحديد نسبة الوفاة بين الأفراد التي تكون في حالة بيات شتوي.

**ب- علاقة المكان بالرطوبة:**
تؤثر درجة رطوبة المكان الذي تعيش فيه الحشرات على كثافة أفرادها وفترة حياتها وتكاثرها، حيث أن درجة الرطوبة النسبية ٧٠-٩٠%، تنشط حياة الحشرات، بينما يموت أغلبها إذا تعرض إلى بيئة جافة، لأنها تفقد جزءاً كبيراً من رطوبة أجسامها نتيجة البخر خلال جدار الجسم.

**ج- علاقة المكان بالأعداء الحيوية:**
تتوقف درجة نشاط الحشرات في بيئتها، إلى حد كبير، على احتواء أو خلو المكان الذي تقطنه الحشرة من الأعداء الحيوية، التي تحد من كثافة أفرادها. فمثلاً، تتغذى حشرة التفاح الصوفي *Eriosoma lanigerum*، على الأفرع الطرفية لأشجار التفاح وكذلك على الجذور، ولكن عند وجود الطفيل *Aphilinus*، فإن المن لا يوجد على الأفرع الطرفية، حيث ينتشر الطفيل، وإنما يهاجر إلى الجذور، ليلتمس الحماية، وفي حال غياب الطفيل، يعاود المن تغذيته على الأفرع الطرفية مرة أخرى.

## رابعاً: التطفل والافتراس ومسببات الأمراض Parasitism, Predation and pathogens:-

**أ- التطفل Parasites :**
يعني التطفل بمفهومه العام، معيشة كائن يسمى الطفيل Parasite، بصفة مؤقتة أو دائمة، على أو داخل كائن حي آخر يسمى العائل Host، حيث يحصل منه على غذائه. ويشمل التطفل بمفهومه العريض، كل التفاعلات القائمة بين الأنواع التي تسمح باستفادة نوع على حساب النوع الآخر. وبذلك يمكن اعتبار كل الحشرات التي تتغذى بمواد نباتية أو حيوانية حية، حشرات متطفلة Parasites.

تنقسم الطفيليات من حيث طبيعتها إلى:

١. **طفيليات حقيقية True parasites:** وهي التي أصبحت ظاهرة التطفل فيها صفة أصلية في طباعها وسلوكها، بعد تكيفها، وهي قليلة نسبياً كالقمل والبراغيث وبق الفراش وحشرات رتبة ملتويات الأجنحة Strepsiptera، وبعض الأنواع القليلة من الرتب الأخرى.

٢. **طفيليات اختيارية Facultative parasites** : وهي التي تكون صفة التطفل بها عرضية، وتعيش معيشة حرة، حتى إذا صادفت جسم العائل عرضاً، فإنها تعيش فيه مدة تختلف في طولها أو قصرها تبعاً لنوع التطفل، ومن الأمثلة على ذلك، الذباب العاض والبعوض وحشرات رتبة مختلفات الأجنحة Heteroptera الماصة للدماء.

وتنقسم الطفيليات من حيث تأثيرها على عائلها إلى:

١) **طفيليات مميتة:** وهي طفيليات حقيقية، تتغذى على محتويات جسم العائل، بينما يستمر العائل في تغذيته. وفي مرحلة متقدمة من التطفل يبدأ الطفيل في التغذي على أنسجة العائل الداخلية وبخاصة الأجسام الدهنية. ويكون نتيجة ذلك موت العائل بحيث لا تبقي من آثاره سوى جدار جسمه، الذي يتحول بداخله الطفيل إلى طور العذراء، ثم تخرج بعد ذلك الحشرات اليافعة للطفيل.

٢) **طفيليات غير مميتة:** أي لا ينتج عن تطفلها أضرار كبيرة، تؤدي إلى موت العائل. وغالباً ما يكون هذا النوع من التطفل تطفلاً خارجياً، على عائل واحد أو أكثر، من أجل الحصول على حاجتها من الغذاء والطاقة، دون أن تقتل هذا العائل.

**الحشرات شبه المتطفلة (أشباه المتطفلات) Parasitoids:**

الحشرات شبه المتطفلة ليست إلا يرقات لحشرات تامة التحول (بيضة – يرقة – عذراء – حشرة كاملة)، من ثنائيات الأجنحة Diptera، وغشائيات الأجنحة Hymenoptera بصفة خاصة. ولهذه الحشرات خصائص مشتركة مع كل من الطفيليات الحقيقية والمفترسات Predators.

وتختلف أشباه المتطفلات عن الطفيليات الأخرى في الأوجه التالية:

١- لا تتطلب إلا عائلاً واحداً فقط.

٢- يكون العائل أكبر حجماً من شبه المتطفل.

٣- تكون أشباه المتطفلات متخصصة بالنسبة للعوائل التي تصيبها.

٤- كفاءتها العالية في البحث عن العائل واختياره.

وتوجد أنواع من أشباه المتطفلات ليست متخصصة فقط في اختيار نوع العائل، بل تختار أيضاً طوراً معيناً من أطوار العائل لتهاجمه، وغالباً ما تتم مهاجمة البيض أو الصغار أو كليهما، ولكن أحياناً، تكون عذارى ويافعات العائل معرضة للإصابة.

وقد تتغذى أشباه المتطفلات خارجياً وتسمى أشباه المتطفلات الخارجية Ectoparasitoids، أو داخلياً وتسمى أشباه المتطفلات الداخلية Endoparasitoids، وتكون العوائل المكشوفة عرضة للإصابة بأشباه المتطفلات الداخلية، بينما تكون العوائل الموجودة في الأماكن المحمية عرضة للإصابة بأشباه المتطفلات الداخلية أو الخارجية. وعندما تنمو يرقة واحدة من أحد أنواع أشباه المتطفلات على عائل ما، تكون نسبة شبه المتطفل إلى العائل هي: يرقة واحدة لكل عائل، ويطلق على شبه المتطفل عندئذ شبه متطفل إنفرادي Solitary parasitoid، ومن أمثلة هذا النوع العديد من أنواع الدبابير التابعة لفصيلة إيكنيومونيدي Ichneumonidae، والذباب التابع لفصيلة تاكينيدي Tachinidae. وعندما تقوم عدة يرقات من نوع واحد من أشباه المتطفلات بالنمو طبيعياً على عائل منفرد، يطلق على هذا النوع شبه متطفل تجمعي أو محتشد Gregarious parasitoid ، كما هو الحال لدى الدبابير التابعة لفصيلتي كالسيديدي Chalcididae وبراكونيدي Braconidae. وعندما يصاب العائل بنوعين أو أكثر من المتطفلات، نتيجة لفشل أنثى شبه المتطفل في التحقق من أن العائل قد سبق أن تم التطفل عليه أولاً، ويطلق على هذا النمط من التطفل بتعدد التطفل أو التطفل المتضاعف Multiple parasitoidism.

وتمتلك أشباه المتطفلات وسائل متعددة لتطفلها، كآلة وضع البيض لدى حشرات رتبة غشائيات الأجنحة، التي تلعب دوراً في توصيل البيض إلى العائل الذي قد يوجد في أماكن غير مرئية أو داخل شرانق أو سيقان النباتات. وتستطيع أشباه المتطفلات أن تثقب الأجسام المقاومة بواسطة الحركات المتتابعة لمصاريع آلة وضع البيض الحادة المسننة، وتتولى المستقبلات الكيميائية الموجودة في قمة آلة وضع البيض الاستشعار بوجود العائل ومدى صلاحيته، يلي ذلك نزول البيض الذي يتصف بالمرونة الفائقة، ومروره من القناة الدقيقة الموجودة داخل آلة وضع البيض، ولهذا يستطيل البيض إلى درجة كبيرة قد تصل إلى ألف مرة. وتقوم بعض الزنابير بإصابة العائل بشلل مؤقت أو مستديم أو حتى لقتله قبل وضعها للبيض، وعلى سبيل المثال فإن سم حشرة *Bracon hebetor*، من فصيلة Brachonidae ، يسبب شللاً دائماً لعوائلها من اليساريع ( يرقات الفراشات ) حتى ولو كان السم مخففاً جداً.

أما ثنائيات الأجنحة التي تفتقر إلى آلة وضع البيض التي تستطيع وضع البيض في جسم العائل، فإن هذه الأنواع تعتمد على الطور اليرقي الأول، الذي يقيم بالفعل مع العوائل بعد أن يتم وضع البيض في المسكن المناسب، ويتخصص هذا الطور في البحث النشط عن العائل، بينما تتخصص الأعمار اليرقية التالية في الاغتذاء.

وتتميز أشباه المتطفلات من غشائيات الأجنحة عن غيرها بملامح عديدة من التكاثر البيولوجي والتي تستحق الذكر، فمثلاً، تقوم أنثى أنواع فصيلة Aphelinidae، باختيار العائل تبعاً لجنس البيض الذي تريد وضعه، وأكبر من هذا، قد يؤثر جنس اليرقة في سلوك الاغتذاء، حيث تكون الذكور فيها أشباه متطفلات. كما أن بعض الزنابير تتكاثر بكرياً بصورة مطلقة بعكس باقي الحشرات المفترسة التي نادراً ما تكون بكريه التكاثر.

**ب- الافتراس Predation:**

هو مهاجمة حشرة أو أحد أطوارها لحشرة أخرى أو طور من أطوارها، والتغلب عليها ثم التغذية عليها، وتسمى الحشرة المهاجمة المفترس Predator، والأخرى الضحية أو الفريسة Prey. وتقتل الحشرة المفترسة فريستها بعد مهاجمتها بفترة قصيرة، وقد يستهلك المفترس أكثر من فريسة واحدة ليصل إلى نضجه الكامل. وعادة ما تكون المفترسات أكبر حجماً من فرائسها، فالمفترسات الكبيرة تلتهم الفرائس الكبيرة والمفترسات الصغيرة تلتهم الفرائس الصغيرة، ولكن بعض المفترسات كالزنابير والنمل تقتل فرئس أكبر منها حجماً.

وتقع المفترسات من حيث اختيارها لفرائسها، في ثلاث مجموعات هي:-

١- المفترسات وحيدة الغذاء Monophagous predators: وهي التي تتغذى على نوع واحد من الفرائس.

٢- المفترسات محدودة الغذاء Oligophagous predators: وهي التي تعتمد في غذائها على عدد قليل من أنواع الفرائس.

٣- المفترسات متعددة الغذاء Polyphagous predators: وهي التي تتغذى على عدد كبير من أنواع الفرائس، ويطلق على هذه المفترسات المُعممات Generalists أو المفترسات العامة General Predators.

<u>وتأتي أهمية الافتراس في البيئة من حيث إنها:</u>

١) تلعب المفترسات دوراً مهماً في سريان الطاقة في السلاسل والشبكات الغذائية.

٢) تقوم المفترسات بتنظيم كثافة الجماعات الحشرية التي تتغذى عليها، ومن هنا جاءت أهميتها في عملية المكافحة الحيوية(البيولوجية) للحشرات الضارة.

٣) تسهم المفترسات في الحفاظ على حيوية جماعات الفرائس، إذ إنها تستهدف الأفراد الضعيفة وغير القادرة على الدفاع عن نفسها أو تلك التي تعيش في الأماكن المكشوفة.

**استراتيجيات الحشرات المفترسة:**

تمارس الحشرات المفترسة أنواعاً عدة من الاستراتيجيات للبحث عن الفريسة والقبض عليها هي:

١. البحث العشوائي Random searching.
٢. القنص Hunting.
٣. الترصد Ambush .
٤. الصيد Trapping.

فحشرات النموذج الأول، تطوف على المساكن الدقيقة للفرائس ثم تقبض عليها بعد ملامستها ملامسة طبيعية، فمثلاً، يفتش المفترس بين حواف الأوراق أو العروق أو الأغصان ويلتهم بيض الحشرات أو الحشرات الموجودة في تلك الأماكن. وتكون هذه الحشرات المفترسة وحيدة أو متعددة الغذاء، وتلتهم فرائسها باستعمال أجزاء الفم المخصصة لهذه الغاية، وعند الانتهاء من التهام الفريسة يعاود المفترس عملية التفتيش مرة أخرى، وبخاصة في المنطقة التي نجح فيها في الإمساك بصيده السابق، وقد يبدو التفتيش العشوائي كما لو كان قليل الفعالية، ولكنه في الحقيقة هو الأسلوب الأكثر

شيوعاً بين الحشرات المفترسة. ومعظم المفترسات التابعة لغمديات الأجنحة (الخنافس) مفتشات عشوائيات، إذ تتميز الخنافس المفترسة بفكوكها العلوية الطويلة المسننة والتي تكون أحياناً على هيئة المقص و بها أسنان قوية، كما هو الحال لدى خنافس أبي العيد ويرقات ذبابة السرفيد. وقد تكون الفكوك منجلية الشكل كما هو الحال لدى يرقات شبكيات الأجنحة.
أما الحشرات القناصة، فتختلف عن المفتشات العشوائيات باستعانتها بالابصار أو بمنبهات أخرى للتوجه إلى مكان الفريسة حتى ولو بعيدة عنها، وللحشرات القناصة أعين مركبة ضخمة ذات مجالات واسعة للرؤية، كما أن فكوكها قوية مسننة وحادة، وقد تكون أرجلها قوية وعليها أشواك تمكنها من الإمساك بالفريسة المراوغة وحملها إلى أماكن إقامتها أو إلى أعشاشها، كما هو الحال لدى الرعاشات والذباب السارق والزنابير اللاسعة التي تستطيع حمل فرائسها بعد أن تحقنها، بوساطة آلة اللسع، بسم يسبب لها الشلل. وتطير الرعاشات من فصيلة Aechinidae بصفة مستمرة، تقريباً، بحثاً عن الفريسة. أما أنواع الرعاشات من فصيلة Libellulidae فتظل متربصة حتى تقترب منها الفريسة ثم تندفع في إثرها بقوة. ويتربص الذباب السارق بالفريسة الطائرة وينتظرها، وبعد اقتناصه لها يعود للتربص من جديد. وتعدو الخنافس الأرضية عدواً سريعاً وراء فرائسها وتلاحقها. وتكتشف سابحات الظهر فرائسها عن طريق المستقبلات الموجودة على أرجلها الأمامية ومن ثم تنقض عليها معتمدة على المستقبلات البصرية.
وتظل الحشرات التي تتربص بفرائسها ساكنة محتفظة بطاقتها وتقبع هكذا منتظرة قدوم الفريسة من مسافات بعيدة، فمثلاً، تبقى بقة الأزهار دون حراك فوق الأزهار منتظرة قدوم الحشرات الزائرة لتقوم بافتراسها.
وتكون الأرجل الأمامية المعدة للقنص أو الإمساك بالفريسة متميزة في الحشرات المتربصة بالفريسة كما هو الحال لدى حشرة فرس النبي، وبالمثل تقوم حورية الرعاش بالإمساك بفريستها بعد توجيه الضربات السريعة إليها من شفتها السفلى القابلة للاستطالة. وتمسك الخنافس الأرضية بالفريسة التي تمر بالقرب من فتحات الأنفاق التي تصنعها في التربة.
وتوجد أنواع قليلة من الحشرات التي تنصب الشراك للفرائس، منها يرقات أسد النمل التي تحفر حفراً مخروطية الشكل في الرمل الناعم المفكك، وتظل اليرقة منتظرة في قاع الحفرة المخروطية دون حراك حتى تدخل حشرة نمل صغيرة في مدخل الحفرة، حينئذ تسرع يرقة أسد النمل إليها وتهيل عليها الرمل الناعم حتى تسقط في قاع الحفرة فتمسك بها فوراً وتمتص عصارة جسمها بوساطة فكوكها المنجلية الشكل. وهناك أمثلة متعددة عن السلوك الافتراسي للحشرات لا يتسع المجال هنا لذكرها.

**ج- مسببات الأمراض Pathogens:**
يوجد أكثر من ١٠٠٠ نوع من الأمراض التي تسببها الميكروبات للحشرات، وفيما يلي ملخص لأهم المجاميع التي تسبب حالات مرضية للحشرات:

١- **الأوليات Protozoa :** تدخل معظم الأوليات جسم الحشرة عن طريق الفم، ويستقر كثير منها في أمعاء الحشرات ويرتبط بها، أو يصبح متطفلاً بين الخلايا، أو يعيش في الدم. وتعد البوغيات الدقيقة Microsporidia من أهم الأوليات المسببة لأمراض الحشرات، مثل مرض النوزيما الذي يصيب نحل العسل ويسببه النوع *Nosema apis* ، والذي يصيب أيضاً دودة الحرير ويسببه النوع *Nosema bombycis* .

٢- **الديدان Helminthes:** تعد ديدان النيماتودا Nematoda، أكثر أنواع الديدان تطفلاً على الحشرات، ومن أهم فصائل هذه الديدان فصيلة Neoaplectanidae التي تدخل يرقاتها جسم الحشرة، وينطلق منها نوع خاص من البكتيريا في دم العائل تسبب موته. وفصيلة Mermithidae التي تتطفل على الحشرات المائية (كيرقات البعوض) والحشرات الأرضية في البيئات الرطبة، حيث تغزو جسم العائل وتتغذى داخله وبعد خروجها منه يموت العائل. وعموماً، تؤثر هذه الديدان على العائل بتعطيل نموه أو جعله عقيماً(تنمو أحياناً في أعضائه التناسلية)، أو تظهر به أفراداً مختلطة الجنس. وقد بينت الدراسات أن هذه الديدان من أنسب الكائنات الحية التي يمكن استخدامها في المكافحة البيولوجية للآفات الحشرية مثل، سوسة النخيل الحمراء.

٣- **البكتيريا Bacteria:** ويعرف منها أكثر من ٩٠ نوعاً مسبباً للأمراض الحشرية، ومن أهمها: بكتيريا *Bacillus popillae*، التي تصيب وتقتل يرقات بعض أنواع الخنافس التابعة لفصيلة الجعالات Scarabaeidae، وهذه البكتيريا من الأنواع المكونة للأبواغ ولذلك أمكن تجهيزها لاستخدامها تجارياً مبيدات ميكروبية حشرية. وبكتيريا *B. thuringiensis*، القاتلة لمعظم يرقات حرشفيات الأجنحة وبعض يرقات ثنائيات الأجنحة، وهي كذلك من الأنواع المكونة للأبواغ. وبكتيريا *B. larvae*، التي تسبب أمراضاً لنحل العسل مثل مرض تعفن الحضنة.

٤- **الفيروسات Viruses:** تصيب الفيروسات الحشرات وتسبب لها أعراضاً مرضية تتمثل في تحلل أجسامها نتيجة إصابة خلايا البشرة الداخلية وتكسرها وانفجارها. كما تصيب الفيروسات أجزاء مختلفة من جسم الحشرة مثل خلايا الجسم الدهني والأمعاء والقصبات الهوائية وخلايا الدم.
وتجري حالياً أبحاث مكثفة على كثير من أنواع الفيروسات التي تصيب الحشرات لإنتاج مبيدات فيروسية لمكافحة كثير من الآفات الزراعية وآفات الصحة العامة. وقد تم اكتشاف العديد من الوبائيات الفيروسية الطبيعية التي يعتقد أنها مسؤولة عن خفض الأعداد الهائلة من يرقات الحشرات حرشفيات الأجنحة المدمرة لأوراق أشجار الغابات في الولايات المتحدة الأمريكية كما ذكر Stairs ١٩٧٢م.

٥- **الفطريات Fungi:** تدخل الفطريات التي تسبب أمراضاً للحشرات عن طريق جدار الجسم وقليل منها عن طريق الفم. وتساعد البيئات الرطبة الدافئة على الإصابة بها وتكاثرها، وهي تشاهد بوضوح على هيئة خيوط وكتل على أسطح أجسام الحشرات. ويوجد أكثر من ٧٥٠ نوعاً من الفطريات المسببة لأمراض الحشرات، تنتمي لنحو ١٠٠ جنس تتبع لأربعة صفوف فطرية هي:

أ- الفطريات الطحلبية Phycomycetes: التي تتطفل على غالبية الرتب الحشرية تقريباً وبخاصة الذباب والنمل الأبيض وبق النبات والفراشات والخنافس والجراد والبعوض.

ب- الفطريات الناقصة Deuteromycetes: والتي تضم أنواعاً مهمة تصيب الحشرات، فالنوع بيوفاريا باسيانا *Beuvaria bassiana*، اشتهر بتطفله على ديدان الحرير وعلى أنواع أخرى من يرقات حرشفيات الأجنحة ومختلفات الأجنحة ومتشابهات الأجنحة حيث سجلت وبائيات طبيعية في كثير من مناطق العالم.

ت- الفطريات الأسكية Ascomycetes: يتطفل بعض أجناسها مثل *Cordycepts*، على مجموعة من الحشرات طبيعياً في كثير من البيئات.

ث- الفطريات البازيدية Basidiomycetes: ويحتوي هذا الصف على بعض الأنواع المهمة التي تصيب الحشرات.