جامعة الموصل
كلية الزراعة والغابات/ قسم وقاية النبات
المرحلة: الرابعة
المادة: بيئة حشرات نظري
الدكتور: عبدالجبار خليل ابراهيم

المحاضرة الاولى

الفصل الأول
علم البيئة Ecology

لقد مرت دراسة البيئة بمراحل مختلفة من النمو خلال التاريخ، إذ اهتم الإنسان منذ زمن مبكر من تاريخه بالبيئة، فكان يحمي نفسه من الحيوانات المفترسة، ويبحث في النباتات ويختار منها غذاءه، كما تعايش مع سقوط الأمطار والثلوج وهبوب الرياح وتعاقب الفصول وغيرها من التغيرات في العوامل البيئية المختلفة.

ومع التقدم الذي شهده الإنسان في مجالات الحياة المختلفة استطاع ان يتكيف في مكان معيشته وغذاءه خلال محاولة تفهمه لما يحيط به من كائنات حية وعوامل البيئة غير الحية تدل الشواهد المستمدة من دراسة المتحجرات التي جمعت من بقاع مختلفة من العالم على الهجرة المستمرة لبعض الأقوام والمجتمعات السكانية هروباً من الجفاف ودرجات الحرارة وغيرها الملائمة أو من التأثيرات القاسية للعوامل البيئية المحيطة. لذا نشأت الحضارات القديمة في مناطق تتلائم وظروف الحياة، كما هو الحال في حضارة وادي الرافدين وحضارة وادي النيل.

ولقد ظهرت أولى المعتقدات الدينية في عبادة ظروف البيئة المختلفة كالتعبد بآلهة المطر والشمس والنار. وبينت الآثار الحفرية والرقم والأختام بأن الحضارات القديمة في وادي الرافدين كانت تملك العديد من المعلومات المتعلقة بظروف المناخ والزراعة ومواسمها، ولقد أسهم البابليون بإنشاء بيئات اصطناعية مثل بناء الجنائن المعلقة لتماثل البيئة الجبلية والتي تعد إحدى عجائب الدنيا السبع.

لقد أدرك الفلاسفة والعلماء اليونانيون أهمية الدراسات البيئية إذ نشر أبو قراط (460-377 ق.م) بحثاً عنوانه (عبر الأجواء والمياه والأماكن) ذو طابع بيئي جاء فيه التأكيد على أهمية التفكير في مواسم السنة والآثار التي تتركها على الكائن الحي عن الدراسات الطبية.

كما يشير أرسطو طاليس (322-384 ق.م) في كتاباته عن التاريخ الطبيعي Natural History إلى عادات الحيوانات وسلوكها والظروف البيئية السائدة في مواطنها، وصنف الحيوانات تبعاً لعاداتها ومواطنها، أهي مجتمعة أم منعزلة، آكلة لحوم أم آكلة حشائش، مستقرة أم مهاجرة. ثم جاء ثيو فراستس تلميذ أرسطو (287-372 ق.م) والذي عده بعض العلماء عالم البيئة الأول إذ جاء بمعلومات تخص النباتات ومجتمعاتها في البيئات المختلفة ودرس النباتات وبيئاتها بطريقة تصنيفية، فقد درس الطرز النباتية أو الأشكال النباتية من حيث علاقتها بالارتفاع والرطوبة والتعرض للضوء.

لقد كتب العلماء العرب العديد من المراجع والمؤلفات ذات العلاقة بالبيئة، فقد كتب الجاحظ (873-768م) تصنيفاً للحيوانات على أساس عاداتها وبيئاتها، وبذلك يعد أول الذين تطرقوا عن أثر البيئة في الكائنات الحية.

كما يعتبر الرازي (950-850م) أول من طبق عملياً علم البيئة في الطب إذ درس العلاقة بين مواقع المدن من حيث الحرارة والرطوبة والرياح وغيرها من العوامل البيئية وعلاقتها بصحة الإنسان والأمراض التي تصيبه.

تعريف علم البيئة Definition of Ecology

استخدم العالم هيلاري Hillary عام 1859 مصطلح علم الايثولوجيا Ethology علم السلوك للإشارة إلى دراسة العلاقات بين الكائن الحي والبيئة. إلا أن هذا المصطلح لم يلق قبولاً عاماً من قبل علماء البيئة الأوائل.

بعد ذلك استخدم العالم رايتر Reiter في عام 1865 المصطلح Ecology والمستمد من المقطع اليوناني oikos والذي يعني بيت أو مسكن المعيشة، والمقطع Logos يعني دراسة أو

علم. ومن هذا يظهر بأن الكلمة تدل على دراسة البيت أو البيئة التي تعيش فيها الكائنات الحية. وبهذا فإنها تعد أول محاولة بسيطة للتعريف بعلم البيئة.

ثم أعقبه العالم الألماني أرنست هيكل Ernst Haeckel عام 1866 الذي عرف علم البيئة بأنه دراسة العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية ومحيطها الخارجي. والمحيط الخارجي يعني مجموعة العوامل والتأثيرات الخارجية كدرجة الحرارة والأمطار والتربة وغيرها والتي تؤثر في حياة الكائنات الحية.

أهمية علم البيئة:

ان رسالة علم البيئة عبارة عن رسالة بناء وموازنة، إذ يهتم علم البيئة بتوضيح وظائف العالم الطبيعي، الأمر الذي جعل منه علماً هاماً ومفيداً في حل العديد من المشاكل التي تواجه الحياة في هذا العصر. ولقد بات واضحاً للجميع ضرورة وضع الاعتبارات البيئية في المقام الأول في إدارة الأعمال والصناعة والزراعة والصحة ومشاريع التنمية المختلفة تحسباً للتلوث البيئي الذي يهدد جميع أشكال الحياة.

وحتى أعوام الستينات من القرن الماضي لم تكن النظرة إلى علم البيئة بالسعة التي نعرفها في وقتنا الحاضر إلا أن التزايد المستمر للسكان الذي تجاوز الخمسة مليارات نسمة على كوكب الأرض وما رافقه من تطور صناعي وعلمي وتكنولوجي مما أدى إلى تخريب للمحيط البيئي واختلال بالتوازن البيئي مما جعل الانتباه يتجه إلى أهمية البيئة وضرورة المحافظة عليها وتحسينها وحمايتها من مخاطر التلوث البيئي. لذا يلاحظ ان الاهتمام بموضوع البيئة والتلوث البيئي قد توسع مع التقدم العلمي والتكنولوجي خلال العقود القليلة الماضية، وأصبحت الدراسات البيئية والفهم المضطرد للنظام البيئي الطبيعي من أبرز التطورات العلمية التي ظهرت في السبعينات من القرن العشرين.

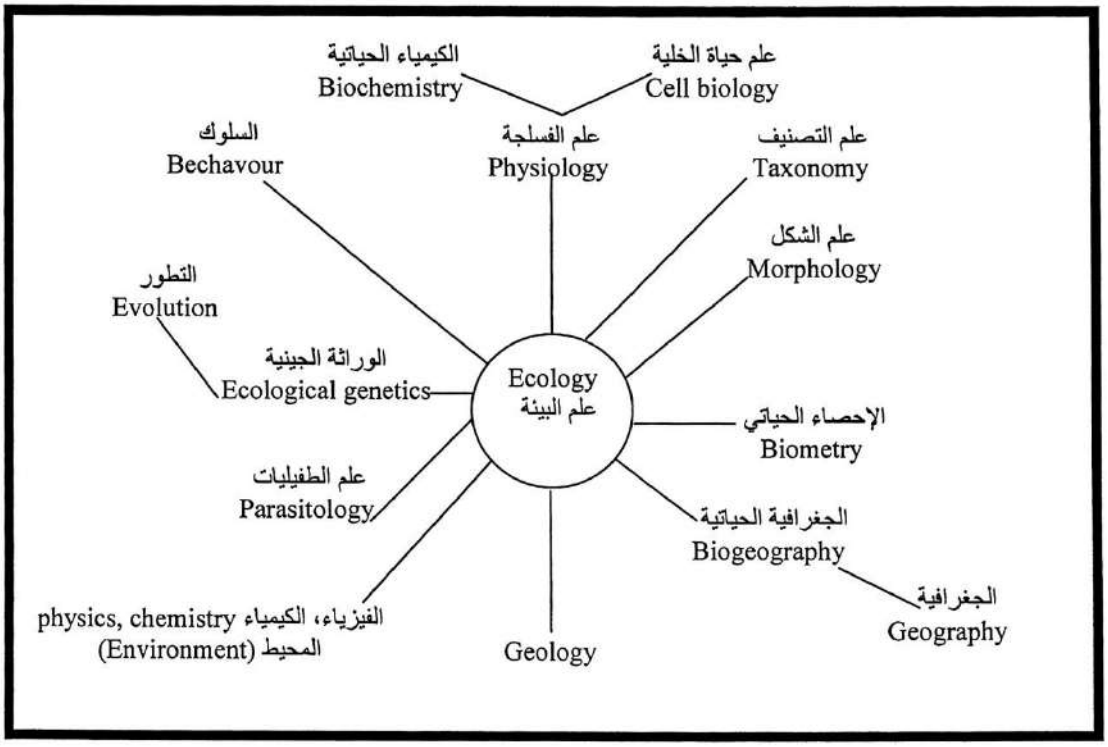
وقد تزايدت هذه الأهمية لعلم البيئة بسبب تعاظم التأثير السلبي للأنشطة البشرية المتعددة على عناصر النظام البيئي مما يؤدي إلى الإخلال بالتوازن البيئي الطبيعي.

يؤمن العلماء بأن الهدف الإنساني الذي ينطوي على مفهوم الاستخدام الأمثل للبيئة هو تحقيق مستوى رفيع لمعيشة الإنسان مع الاحتفاظ بأقصى حد من التنوع في الظروف البيئية من خلال فهم أحوال البيئة والاستفادة من ذلك في معرفة الأساسيات الضرورية للتخطيط في المستقبل.

علاقة علم البيئة بالعلوم الأخرى:

هناك أربعة فروع رئيسية من العلوم الحياتية لها صلة قريبة ومتداخلة مع علم البيئة وهي الوراثة، والفسلجة، والتطور، والسلوك.

ان لعلم البيئة علاقة وثيقة مع العلوم الأخرى إذ ربط بعض العلماء الحقول المختلفة في علم الأحياء وكذلك العلوم الأخرى بعلم البيئة وكما موضح في الشكل الآتي:



تقسيم علم البيئة لأغراض البحث العلمي:

أولاً: التقسيم المعتمد على نوع (طبيعة) محيط المعيشة:

يرتبط علم البيئة ارتباطاً وثيقاً في المكان وما يحويه من نظم حياتية. وعند النظر على الكرة الأرضية نلاحظ نوعين متباينين من المحيط Environment وهما المياه التي تشكل أكثر من (70%) من الكرة الأرضية واليابسة تمثل المتبقي منها. لذا يمكن تقسيم علم البيئة إلى قسمين متميزين هما:-

1- علم البيئة المائية: Aquatic Ecology

هو العلم الذي يهتم بدراسة الكائنات الحية المائية وعلاقتها مع بعضها البعض من جهة ومع العوامل غير الحية المحيطة بها من جهة أخرى.

ويمكن تقسيم علم البيئة المائية اعتماداً إلى عامل الملوحة إلى ثلاث بيئات مائية رئيسية هي:-

أ- علم البيئة البحرية: Marine Ecology

ويشمل دراسة البيئة في مياه البحار والمحيطات والتي تتميز بملوحتها العالية والتي تقدر بحدود (35) جزء بالألف. أي ملوحتها بحدود 3,5%.

ب- علم بيئة المصبات: Estuarine Ecology

ويشمل دراسة البيئة في مصبات الأنهار وأعالي خلجان البحار والتي تتميز بكون المياه فيها مويلحة (لا تزيد الملوحة فيها عن (19) جزء بالألف أي 1,9%).

ج- علم بيئة المياه العذبة: Fresh water Ecology

وشمل دراسة بيئة المياه العذبة الداخلية Inland water كما هو الحال في الأنهار والجداول. كما تضم أيضاً دراسة البحيرات لذا يسمى هذا العلم بـLimnology وتتميز بعذوبة مياهها إذ لا تزيد الملوحة عن (0,5) جزء بالألف أي 0,05%.

2- علم بيئة اليابسة: Terrestrial Ecology

المحاضرة الاولى

هو العلم الذي يهتم بدراسة الكائنات الحية في أي منطقة على اليابسة وعلاقتها مع بعضها البعض من جهة وبقية العوامل البيئية ذات العلاقة من جهة أخرى. وقد ركز العلماء في دراسة هذا العلم منذ نشوء علم البيئة وذلك لسهولة الوصول إلى أي منطقة في اليابسة.

ويمكن تقسيم بيئة اليابسة حسب طوبوغرافية الأرض إلى:-

1. بيئة الجبال Mountain Environment
2. بيئة الهضاب Plateau Environment
3. بيئة السهول Plain Environment
4. بيئة التلال Hill Environment
5. بيئة الصحاري Desert Environment

كما يمكن ان تقسم بيئة اليابسة حسب الموقع على الكرة الأرضية (حسب الموقع من خط الاستواء) إلى:-

1. البيئة الاستوائية Tropical Environment
2. البيئة شبه الاستوائية Subtropical Environment
3. بيئة المناطق المعتدلة Temperate Environment
4. البيئة القطبية Polar Environment

كما يمكن تقسيم اليابسة حسب أنماط النظم البيئية إلى:-

1. بيئة الغابات Forest Env.
2. بيئة المحاصيل Crop Env.
3. بيئة المراعي Grassland Env.
4. بيئة الادغال Weeds Env.
5. بيئة البساتين Greenland Env.
6. بيئة المدن Urban Env.

كما يمكن تقسيم بيئة اليابسة حسب المجموعات الحياتية التصنيفية المختلفة إلى:-

1. بيئة اللبائن. 2. بيئة الزواحف. 3. بيئة الطيور. 4. بيئة الحشرات.

ثانياً: تقسيم علم البيئة اعتماداً على نوع أو مجموعة أنواع من الأحياء:

ويقسم إلى قسمين:

1. علم البيئة الفردي أو الذاتي: Autecology

يهتم هذا العلم في دراسة كائن حي واحد أو مجموعة من الكائنات الحية تعود إلى نفس النوع Species وذلك لدراسة علاقتها بالعوامل البيئية المحيطة بها، مثل دراسة بيئة الإنسان، أو دراسة بيئة بكتريا القولون، أو دراسة بيئة أشجار اليوكالبتوس.

2. علم البيئة الجماعي: Synecology

يهتم هذا العلم بدراسة المجاميع الحياتية المختلفة إلى أنواع مختلفة في منطقة محددة من حيث علاقتها مع العوامل البيئية المحيطة بها، مثل دراسة بيئة الغابة، أو البيئة الصحراوية، أو بيئة بحيرة ما، أو بيئة نهر.

ثالثاً: تقسيم علم البيئة اعتماداً على الكائن الحي نوعاً وعدداً:

ويقسم إلى:

1. علم بيئة الفرد Individual Ecology
2. علم بيئة الجماعة Population Ecology
3. علم بيئة المجتمع Community Ecology
4. علم بيئة المحيط الحيوي Biosphere Ecology

رابعاً: تقسيم علم البيئة من خلال علاقته بالعلوم الأخرى:

ويقسم إلى:

1. علم البيئة الفسيولوجي Ecophysilogy
2. علم البيئة الجغرافي Geographical Ecology
3. علم بيئة المتحجرات Paleoecology

4. علم البيئة السلوكية Behavior Ecology
5. علم البيئة التطبيقي Applied Ecology

خامساً: بما أن الكائنات الحية في الطبيعة مكونة من نباتات وحيوانات لذا يمكن تقسيم علم البيئة إلى قسمين رئيسين هما:

1. علم البيئة النباتية Plant Ecology
2. علم البيئة الحيوانية Animal or zoo Ecology

العلاقات بين الكائنات الحية

المجتمع: Community

المجتمع: هو تجمع عدد من الكائنات الحية التي تعود إلى أنواع مختلفة وتشغل موطن بيئي مشترك وترتبط بعلاقات مع بعضها البعض ومع العوامل البيئية التي تعيش فيها. فهو وحدة منظمة إذ يملك خصائص إضافية على ما تملكه مكوناته من الأفراد أو الجماعة.

وبمعنى أخر فإنه يمثل مرتبة من التنظيم الإحيائي أعلى بدرجة من الجماعة (السكان). ونظراً لأن المجتمعات الإحيائية Biotic community تشمل الكائنات الحية فقط، لذلك فإنها لا تكون شاملة كالأنظمة البيئية Ecosystems ويعد المجتمع جزءاً حياً من النظام البيئي. تدعى المنطقة الفاصلة بين مجتمعين أو أكثر بالمنطقة البيئية الانتقالية Ecotone، وتحتوي هذه المنطقة على الكثير من الأحياء التي تخص المجتمعات المتداخلة فضلاً عن الأحياء التي تختص بها هذه المنطقة والتي تكون غير موجودة في المجتمعات المجاورة لها.

ان مفهوم المجتمع الحيوي يتضمن فهم التفاعل الحاصل سلباً أو إيجاباً بين المجموعات المختلفة في ذلك النظام البيئي. فعندما تتشارك الأحياء في العيش في موطن واحد فإنها تتفاعل بينها بصورة معقدة جداً إذ يتقرر بموجبها بقاء نوع أو بضعة أنواع وفي بعض الأحياء يتهدد حياة المجتمع بأكمله اعتماداً على كفاءة الاستغلال والتعايش ونمطه.

يلاحظ أحياناً سيادة نوع أو أكثر من الكائنات الحية في المجتمع الحيوي بشكل ملحوظ من الناحية العددية أو الكتلوية. فعلى سبيل المثال قد تكون الغابة سائدة بأشجار البلوط أو الجوز وأحياناً أخرى ضمن أشجار البلوط تكون النباتات العالية الكبيرة من نفس النوع هي السائدة، وهنا تحجز الضوء عن النباتات الأخرى ويتحدد حينذاك نموها وتكاثرها في ذلك النظام البيئي.

من السهل تحديد النوع السائد في الأنظمة البيئية البسيطة التي تحتوي على نوع أو نوعين سائدين في كل مستوى اغتذائي. في حين الأنظمة البيئية المعقدة يكون من الصعوبة تحديد الأنواع السائد فيها إذ يصعب تحديد أو تمييز نوع واحد بسيادته على الأنواع الأخرى. كما يلاحظ ان هناك اختلافات واسعة وكبيرة وموسمية وأحياناً سنوية في النوع السائد، فمثلاً نلاحظ سيادة نوع معين من النباتات في أغلب أشهر السنة في حين يسود نوع آخر في الأشهر الأخرى.

العلاقات بين الكائنات الحية في المجتمع:

هناك شبكة من التفاعلات والعلاقات التي ترتبط به الأنواع المختلفة من الكائنات الحية، إذ لا تتواجد الكائنات الحية المختلفة لوحدها في الطبيعة، بل مع العديد من الأنواع الأخرى وضمن مساحة معينة. وتكون هذه التفاعلات مباشرة وواضحة كما في السلاسل الغذائية، وقد تكون تفاعلات أخرى أكثر تأثيراً ولا تتضمن التغذية بالضرورة. وبعضها يكون تعاونياً ونافعاً لواحدة أو أكثر من الجماعات المتفاعلة، بينما يكون بعضها الأخرى تنافسياً أو محدداً للجماعات المتفاعلة. وتتمثل التفاعلات التعاونية بالتعايش Commensalism وتبادل المنفعة Mutualism والتي تعد أنماطاً متخصصة للتكافل Symbiosis.

فايجابية وكما يأتي:-

أولاً: العلاقات السلبية Negative relationships

وتشمل:

1- التنافس Competition

يعد التنافس أحد التفاعلات بين الجماعات السكانية لنوعين أو أكثر والذي يؤثر عكسياً في نموها وبقائها. ويكون التنافس على نوعين:

أ- التنافس من أجل الموارد Resource competition

يحدث هذا النوع من التنافس عندما تحتاج مجموعة من الكائنات العائدة لنوع واحد أو لأنواع مختلفة إلى المورد نفسه والذي يكون عادة متوافر في البيئة بكميات قليلة.

ب- التنافس المتداخل Interference competition

يحدث هذا النوع من التنافس من أجل الموارد، وتنافس مضادات الحياة، أو التنافس من أجل الضوء. ان التفاعل التنافسي كثيراً ما يتضمن المكان والغذاء والضوء والتعرض للمتفرسات والأمراض وغيرها. قد يحدث التنافس بين نوعين أو أكثر فيسمى التنافس البيني Interspecific competition أو قد يحصل بين أفراد النوع الواحد فيسمى التنافس الضمنوعي Intraspecific competition.

الأهمية البيئية للتنافس:

ان لنتائج التنافس أهمية بيئية كبيرة يمكن اختصارها بالنقاط الآتية:-

1. يؤدي التنافس بين الأنواع إلى حدوث التوازن البيئي بين النوعين المتنافسين.
2. قد ينتج عن التنافس بأن يحل أحد النوعين المتنافسين محل النوع الأخر في ذلك المكان ويجبره على الرحيل إلى مكان أخر.
3. قد يجبر احد النوعين المتنافسين على استخدام غذاء من نوع أخر من مورد أخر.

ويمكن القول انه لا يمكن لنوعين لهما نفس المركز البيئي Ecological niche ان يبقيا في نفس المكان. أي ان الأنواع المتشابهة فسلجياً أو مظهريا لدرجة ان يكون لها نفس متطلبات المركز البيئي فلكي يستمرا بالبقاء فيجب ان يحتلا مراكز بيئية مختلفة. أي بمعنى أخرى يجب ان ينعزلا بيئياً، وهذا العزل بين الأنواع المتقاربة جداً يعرف بمبدأ الاقصاء التنافسي Competitive exclusion.

2- الافتراس Predation

يشير الافتراس إلى اقتناص حيوان لحيوان أخر من أجل الغذاء. ويعتبر الافتراس ذات أهمية من خلال ثلاثة مستويات هي:

أ. ان تأثير الافتراس يحدده نوع الفريسة. ففي حالة تأثيره على الفرائس التي تعتبر كآفات مضرة فيعتبر الافتراس ذا فائدة بيئية. أما في حالة تأثيره على الفرائس التي تعتبر مهمة أو ذات أهمية بيئية للإنسان فيعد الافتراس ضاراً.

ب. تساهم بعض حالات الافتراس في تنظيم المجتمعات والوصول إلى حالة التوازن البيئي.

ج. يعد الافتراس عامل رئيسي في الانتخاب الطبيعي Natural selection إذ ظهرت الدراسات ان الافتراس يزيل بصورة اختيارية الحيوانات المعمرة والمريضة أو المصابة والضعيفة من جماعة الفريسة. فعند إزالة تلك الأفراد والتي يمكن اقتناصها من الجماعة، في حين تكون الحيوانات النشيطة والجيدة أقل عرضة للوقوع ضحية للمفترس، وهذه تعتبر وسيلة من وسائل الانتخاب الطبيعي.

تحاول الفريسة إتباع وسائل معينة لتفادي الوقوع فريسة في يد المفترسات وبطرق مختلفة مثل عمل انفاق تحت سطح الأرض للاختباء من الأعداء، أو من خلال التكيفات السلوكية والمظهرية مثل تغيير اللون واطلاق رائحة منفرة والصوت والحركة.

ان النباتات لا يمكنها التخلص من اعدائها كما تفعل الحيوانات لكونها ساكنة، ولكن تتواجد في بعض النباتات تحورات مظهرية مثل وجود الشعيرات والاشواك أو الطعم المر والتي من شأنها ابعاد الرعي عنها والتخلص من الحيوانات التي تحاول افتراسها.

3- التطفل Parasitism

تشمل العلاقة التطفلية كون كائن حي يعيش بداخل أو على جسم كائن حي أخر بحيث يستمد غذاءه منه وبذلك يؤدي ضرراً له يصل إلى حالة الموت.

لذا يتشابه مفهوم التطفل مع مفهوم الافتراس عندما يؤدي التطفل إلى الموت.

قد يكون الطفيلي طفيلياً مؤقتا كما في حالة قرادة الخشب، أو قد يكون طفيليا مقيماً بصورة أكثر دائمية كما في حالة الدودة الشريطية. أما الضرر الذي يسببه الطفيلي للمضيف Host فقد يكون ضئيلاً نسبياً أو ضرراً معيناً ومتفاوتاً وقد يصل أحياناً إلى الموت. يكون التطفل ظاهرة شاملة في جميع الكائنات الحية فقد يشمل الحيوانات والنباتات.

4- التضادية والتضاد الحيوي Amensalism and Antibiosis

تعد التضادية من العلاقات التي يتم فيها تثبيط جماعة واحدة في حين تكون الجماعة الأخرى غير متأثرة. فمثلاً ان تظليل نباتات معينة تحت الأشجار العالية في الغابة، فإن الأشجار العالية سوف تقلل من كمية الضوء ونوعيته الذي يصل إلى سطح الغابة، وبذلك لا يمكن للكثير من النباتات من الحصول على كفايتها من الضوء.

اما التضاد الحيوي Antibiosis فهو نمط معين من التضادية إذ يقوم كائن حي بإنتاج مادة ايضية بوصفها ناتجاً عرضياً تكون سامة لكائنات حية أخرى. ومن الأمثلة على التضاد الحيوي هو البنيسيليوم أو العفن Penicillium الذي ينتج مادة حيوية مضادة تسبب موت العديد من البكتريا. ومن هذا المفهوم استطاع الإنسان تطوير مفهوم المضادات الحيوية Antibiotics في الطب السريري، فعلى سبيل المثال استخدم كل من البنسيلين Penicillin والستربتومايسين Streptomycin والايرومايسين Aureomycin ضد كائنات حية ممرضة.

ثانياً: العلاقات الايجابية Positive relationships

يطلق على الارتباطات الوثيقة المختلفة بين الكائنات الحية من أنواع مختلفة مصطلح التكافل Symbiosis والذي يشتمل على نوعين هما:

أ- تبادل المنفعة Mutualism

في هذا الارتباط يستفيد النوعان المتفاعلان من هذه العلاقة والتي قد تكون اجبارية أو اختيارية، وتكون مهمة لبقاء كلا النوعين.

ويتمثل تبادل المنفعة بصورة تقليدية بالترافق بين الطحالب Algae والفطريات Fungi لتكوين الأشنات Lichens إذ تجهز الفطريات الهيكل والرطوبة ومواقع التعلق التي تنمو فيها خلايا الطحالب، وتقوم الطحالب بانتاج الغذاء لنفسها وللفطريات معاً.

كما ان العلاقة بين جذور النباتات البقولية وبكتريا تثبيت النتروجين، إذ تجهز الجذور موطناً لمعيشة البكتريا، وتجهز البكتريا النتروجين للنبات بعد تثبيته على هيئة نترات تستطيع جذور النباتات امتصاصه.

وكمثال على التبادل الاجباري هو العلاقة بين الحيوان الأولي السوطي Trichonympha النمل الأبيض آكل الخشب (الارضة)، إذ لا يستطيع أي من هذين النوعين من العيش دون وجود الأخر. فالحيوان السوطي يعيش فقط في القناة الهضمية للنمل الأبيض ويقوم بهضم مادة السيليلوز، في حين يقوم النمل الأبيض بتجهيز الحيوان الأولي بموطن وبيئة ثابتة فضلاً عن المواد الغذائية الأساسية، كما يوفر الحيوان الأولي عملية هضم حيوية للنمل الأبيض وهي هضم مادة السيليلوز التي لا يستطيع النمل الأبيض من هضمه.

ب- التعايش Commensalism

في حالة التعايش تكون العلاقة بين نوعين مختلفين أحدهما يستفيد ولكن النوع الآخر لا يستفيد وفي نفس الوقت لا يتضرر. وعلى سبيل المثال فإن علاقة سمك الريمورا مع سمك القرش، إذ تتعلق سمكة الريمورا بجلد سمك القرس بواسطة قرص محجمي قوي ويتم نقلها على

نحو واسع وبصورة سريعة بواسطة القابلية الحركية للقرش، كما تلتهم سمكة الريمورا أيضاً بقايا الطعام الموجودة بين فكي القرش، فضلاً عن توفير الحماية لسمكة الريمورا، لذا تستفيد الريمورا في نواحي عديدة ويكون القرش غير متأثر نسبياً. يلاحظ ان عدد من الكائنات الحية الكبيرة يمكن ان توفر موطن أو ملجأ لكائنات حية أخرى. فمثلاً الأشجار الكبيرة في الغابات تعد موطناً لعدد من الحيوانات التعايشية كأنواع مختلفة من الطيور، إذ تسكن فيها وتتكاثر وتضع بيوضها وتربي افراخها دون الضرر لتلك الأشجار.

هناك علاقة أخرى بين الكائنات الحية ليست سلبية ولا ايجابية تدعى علاقة الحياد Neutralism وفيها يسلك كل كائن حي مسلكاً مستقلاً تماماً عن الكائن الحي الأخر، ولا يتأثر أحدهما بوجود الآخر.

تباين الأنواع Species diversity

ان عدد أنواع الكائنات الحية على الكرة الأرضية بما في ذلك الأنواع في بيئة اليابسة والبيئة المائية غير محدد بدرجة دقيقة وذلك بسبب ان أنواعاً جديدة تكتشف بشكل مستمر، فضلاً عن ان هناك مناطق عديدة في العالم ما تزال غير مدروسة بشكل كامل مثل الغابات الاستوائية. تشير المصادر الحديثة ان التقديرات لعدد الأنواع الكلي المعروفة تصل إلى (1,5) مليون نوع، ويمكن زيادة العدد على ذلك أضعافاً مضاعفة عند اكتشاف الأنواع الأخرى غير المعروفة في العالم كما أكدا ذلك كل من بوتكن وكلير (Botkin & Keller, 2000) في كتابهما (علم البيئة). وفيما يلي عدد الأنواع الموجودة في مملكات الكائنات الحية الخمسة وهي:-

1- مملكة الطلائعيات Kingdom Monera

وتشمل البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة. عدد الأنواع فيها هو (100) ألف نوع.

2- مملكة الابتدائيات Kingdom Protista

وتشمل الطحالب والكائنات الحية وحيدة الخلية والفطريات ذات الأبواغ المسوطة. وفيها (60) ألف نوع.

3- مملكة الفطريات عدد الانواع فيها هو (100) ألف نوع.

4- المملكة النباتية Kingdom Plantae وفيها أكثر من (270) ألف نوع.

وتشمل:-

أ. الحزازيات ويوجد فيها (24) ألف نوع.
ب. السرخسيات ويوجد فيها (12) ألف نوع.
ج. الصنوبريات ويوجد فيها (55) ألف نوع.
د. نباتات ذوات الفلقة الواحدة ويوجد فيها (65) ألف نوع.
ه. نباتات ذوات الفلقتين ويوجد فيها (170) ألف نوع.

5- المملكة الحيوانية Kingdom Animalia وفيها أكثر من مليون نوع.

يتأثر التنوع الاحيائي بالعديد من العوامل وهي:-

1. حدوث التغيرات الفيزياوية لموطن الكائنات الحية وبعض الاضطرابات الطبيعية. مثل حدوث حريق أو هبوب عواصف قوية، أو تدفع فجائي للمياه إلى بركة.
2. التغيرات في الظروف البيئية كدرجة الحرارة وسقوط الأمطار وتجهيز المغذيات.
3. التنوع الكبير في إحدى المستويات الاغتذائية وزيادة في التنوع لمستوى اغتذائي أخر.

التحسن الكبير في عناصر البيئة مثل تربة غنية بالمواد العضويةي حين تتمثل العلاقات التنافسية أو المحددة بالافتراس Predation والتطفل Parasitism بما في ذلك الأمراض المعدية بجميع أنواعها، والتنافس Competition والتضادية Amensalism أو التضاد الحيوي Antibiosis.

بصورة عامة يمكن اختصار جميع هذه العلاقات والتداخل بين الأنواع بالعلاقات السلبية والعلاقات ال

4. .

جامعة الموصل
كلية الزراعة والغابات/ قسم وقاية النبات

المرحلة: الرابعة
المادة: بيئة حشرات نظري
الدكتور: عبدالجبار خليل ابراهيم

المحاضرة الاولى

الفصل الثالث
طرق دراسة علم بيئة الحشرات

عند البحث عن أفضل الطرق لدراسة بيئة الحيوانات والحشرات ينظر إلى الموضوع بمدى واسع وشمولية مقبولة فيدرس ماذا تصنع الحيوانات عندما تعطى مجالاً طبيعياً؟ أي دراسة سلوكها. ثم تدرس بعد ذلك (الدراسة في المختبر أو تحت الظروف المسيطر عليها) الظروف المثالية أو الممتازة التي تتصرف بها الحيوانات في مجالها الطبيعي، ونعود بعد ذلك فندرس العوامل المحددة التي تمنع الحيوانات من أخذ أبعادها الطبيعية في النمو والغذاء والحركة. فعلم البيئة هو دراسة الكائنات، كما هي موجودة في الطبيعة وهو أيضاً دراسة التغيرات الملائمة وغير الملائمة للأحياء في محيطها.

ان مهمتنا في هذا العلم هي معرفة لماذا بعض الحيوانات توجد في مناطق معينة دون غيرها؟ لماذا تتكاثر في محل معين باعداد كبيرة وفي محل آخر تتكاثر بشكل أقل؟ لماذا تكاثرت في السنة الماضية أكثر من السنة التي سبقتها؟ أو أكثر من الحالية؟ المهم هو دراسة الحيوان من الوجوه البيئية بحيث تفسر لنا مسيرته في الطبيعة من ناحية الغذاء والمكان والجو وعلاقته بالحيوانات والنباتات الأخرى المحيطة به. وفي كل الأحوال فان دراسة البيئة تنصب على تحليل عناصر المحيط الذي يعيش به الحيوان لتفسر أسباب كثرة أو قلة تكاثره وتفسر سلوكه وطريقة حياته بشكل عام. ونظراً لاعتماد علم البيئة على معارف كثيرة فعلى الباحث ان يتبع النظام التالي ليقوده إلى أفضل دراسة لحيوان ما في بيئته.

أولاً: دراسة فسلجة وسلوك الحيوان: وبما أن هذا المجال واسع وغير محدود فعلينا ان نختار أوجه فسيولوجية وسلوكية معينة حسب طبيعة البحث وأهدافه. وتدرس هذه الأوجه على مدى واسع بحيث لا تكون الدراسة مقتصرة على المختبر بل تتعداه إلى الحقل. أي على العلماء البيئيين ان يكونوا علماء طبيعيين.

ثانياً: دراسة الجو Climate والتربة Soil والنباتات في المحيط كذلك دراسة النباتات والحيوانات الأخرى في محيط الكائن.

ثالثاً: دراسة عدد الحيوانات في المجتمع المنتخب للدراسة وعلى العموم يجب ان يتميز البيئيون بعقول ذات رياضة ومرونة علمية في التفكير والإبداع واختيار أفضل الطرق في البحث وعلينا ان نعرف ان لكل مسألة ظروفها الخاصة فلا يجوز النقل الحرفي والاستنساخ للبحوث السالفة ولا التقيد بالظروف التي أجريت بها أو الوسائل التي استخدمت لانجازها أو الاستنتاجات التي استخلصتها، بل يمكن الاستفادة من ذلك وفق الظروف والمعطيات المتوفرة والضرورية لبحثنا المحدد بخصوصيته وأهدافه.

ان المشتغل في علم البيئة يجب ان تكون لديه معلومات جيدة الاحصاء وسبل كتابة البحوث بطريقة سهلة وممتعة وواضحة. ويجب ان تتميز بحوث البيئة بالتدرج والتسلسل والوضوح لان البيئة بطبيعتها علم به تداخل شديد تحتاج بحوثه إلى توضيح وتنظيم وتسبيب.

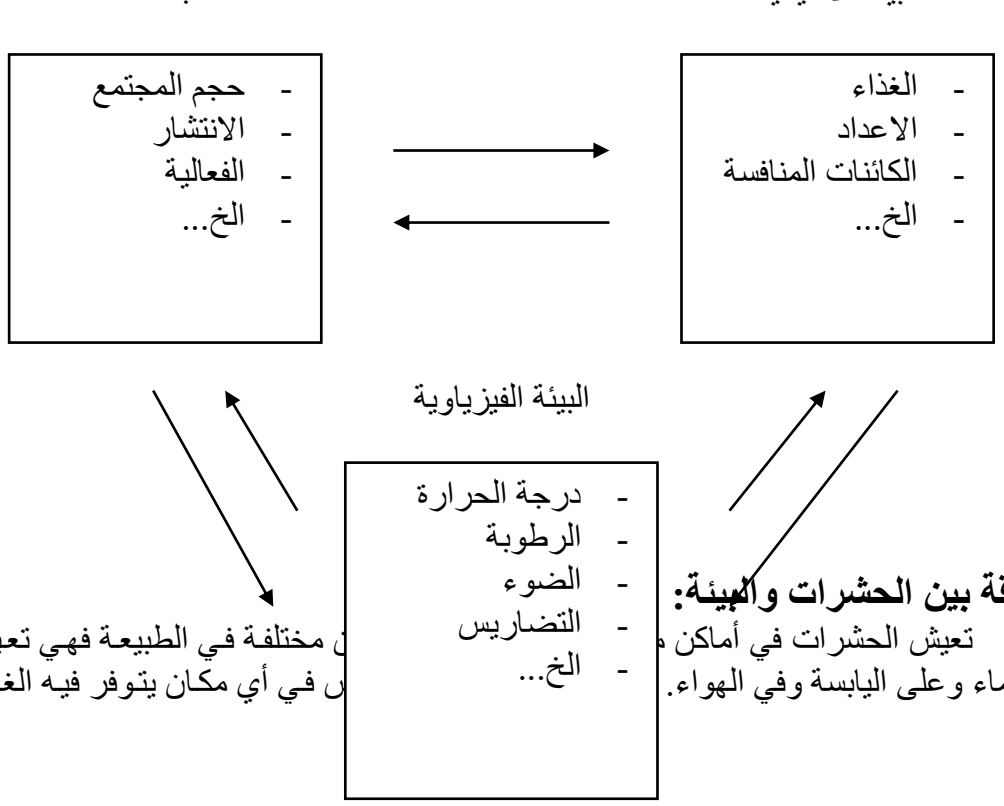
ان علم البيئة الشامل يتميز بدراسة التوزيع الطبيعي للاحياء Distribution وغزارتها Abundance في الطبيعة. ولدراسة ذلك دراسة جيدة علينا ان نبدأ بدراسة العلاقة بين الأحياء في محيط معين أي ندرس المجموعات Communities والتي هي عبارة عن مجموعة من الحيوانات تعيش بشكل متشابك ومعقد في وحدة طبيعية وندرس ضمن هذه المجموعة المواطن Habitats والتي تتميز بتجانسها من الناحية الخضرية والجغرافية الطبيعية وأمور أخرى يعتبرها البيئيون أو الطبيعيون مهمة ويمتاز الموطن بسهولة تمييزه عن غيره من المواطن. اما النوخ Niche الذي يقع ضمن الموطن فهو المحل الذي توجد به مجموعة من الأحياء تعيش مع بعضها وتعرف من خلاله علاقة هذه الأحياء من ناحية الغذاء والأعداد.

وعليه فإن هناك ثلاثة مستويات أو قوانين في البيئة:

أولاً: القوانين التي تتحكم في فسلجة وسلوك الحشرات بالنسبة لمحيطها.
ثانياً: القوانين التي تتحكم في علاقة الأحياء بالمنطقة التي تحتلها وتعيش عليها ويسمى هذا بعض الأحيان بعلم بيئة المجتمعات Population Ecology.
ثالثاً: القوانين التي تتحكم في المجموعات Communities أو هي القوانين التي تتحكم بمجموعات متداخلة مع بعضها. وكما هو معروف فان الانتقال في المعرفة من الجزء إلى الكل هو الطريق السليم للمعرفة فتكون دراسة علم البيئة على ضوء هذه القوانين تتمثل بالتسلسل النازل لهذه القوانين أي نعرف علم بيئة المجتمع من خلال فسلجة وسلوك الأفراد ونعرف المجموعات من خلال علم بيئة المجتمع وهكذا. ونظرا لأن هذه القوانين تشمل مواضيع كثيرة تحتاج إلى معرفة وزمن كبيرين فان علم بيئة الحشرات يعنى بمواضيع المستويين الأول والثاني وان ما يدفعنا بهذا الاتجاه هو توفر كثير من العلوم التي درست حولهما فهناك دراسة جيدة للفسلجة وتأثير الحرارة والرطوبة والغذاء والمسكن (القانون الأول) ودراسات حديثة عن حركة مجتمعات الأنواع وعن التوزيع والانتشار بالنسبة للأنواع الحشرية المهمة كما تتوفر معلومات جيدة عن التزاحم والافتراس والتكافل وغيرها. فالقوانين التي تتحكم في سلوك الأفراد هي قوانين المؤثرات الطبيعية كالحرارة والرطوبة والضوء وكذلك الغذاء من الناحيتين الكمية والنوعية (الغذاء الذي فيه نقص عناصر أو فيتامينات معينة يؤثر تأثيرات فسيولوجية معينة). أما قوانين المستوى الثاني (بيئة المجتمعات) فهي التي تتحكم في نوعين أو أكثر من الأحياء يتغذيان على نفس النوع من الغذاء ويحتلان نوخاً واحداً ولهما نفس المفترسات أو المتطفلات.

ان دراسة هذه القوانين سوف تجيبنا على أسئلة يحتاجها الباحثون والعلماء في العلوم المختلفة ومنها علم الحشرات هذه الأسئلة هي مثل: لماذا حدث فوران Outbreak (وهو التكاثر الكبير أكثر من الاعتيادي لكائن معين في زمن معين لظروف ممتازة اتيحت له كغياب مفترس أو متطفل أو ملاءمة جوية ممتازة أو توفر كميات كبيرة من الغذاء) في حشرة معينة في سنة معينة؟ لماذا تعيش حشرة السونة في الشمال فقط ولم تنتقل إلى الوسط في العراق؟ لماذا دورة حياة حشرة معينة قصيرة وأخرى طويلة.

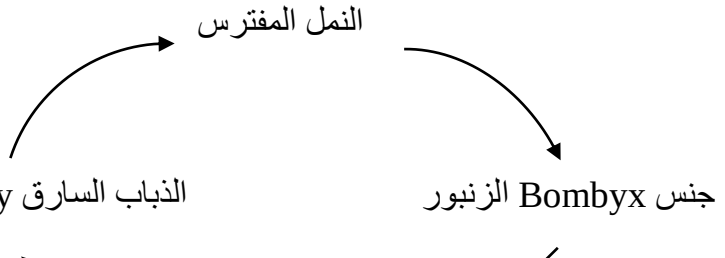
ويبين المخطط التالي أبسط العلاقات المتداخلة بين أجزاء النظام البيئي:-



العلاقة بين الحشرات والبيئة:

تعيش الحشرات في أماكن مختلفة في الطبيعة فهي تعيش في الماء وعلى اليابسة وفي الهواء. وتعيش في أي مكان يتوفر فيه الغذاء

حيث ان لها قابلية تكيف كبيرة للبيئات المختلفة. ان الحشرات تعيش في بيئات ومجتمعات معقدة نوعاً وكمثل لذلك هناك فريسة يتغذى عليها مفترس Predator أو متطفل Parasite وهناك مفترس أو متطفل ثاني على المفترس أو المتطفل الأول وهكذا. والحشرات إما تعيش بشكل اجتماعي كما في النحل والنمل والارضة أو تعيش مفردة حسب تخصصها أو تطورها. وتكون ماهرة في صنع محيطها في أكثر الأحيان كخلايا النحل واعشاش النمل والارضة. وان الزنابير التي تبني خلاياها عليها ان تختار نوعاً معيناً من التربة ويكون بناءها بهندسة خاصة. كل هذه المهارات هي لايجاد البيئة التي تحميها من الظروف القاسية المحيطة بها. وتجدر الإشارة إلى ان مهارة الحشرات لا تعني انها حيوانات مفكرة أو عاقلة بل انها تقوم بهذا الصنع الدقيق بدافع الجوع أو المحافظة على الجنس واعمالها هذه غريزة غير تفكيرية ولا عاقلة. وكمثال على بيئة الحشرات المعقدة هناك نوعاً من الزنابير من الجنس Bombyx والذي هو في طبيعته حساس لدراجات الحرارة العالية ولذلك فهو يحفر حفراً في الأرض لتقيه الحرارة وأشعة الشمس المباشرة كما تستعملها لوضع البيض فيها. وهناك نوعاً من النمل المفترس الذي يقتات على يرقات هذا النوع من الزنابير حال خروجها من البيض. ومن جهة أخرى فان هذه اليرقات نفسها تتغذى على الذباب السارق Robber Fly والذي يعتبر حشرة نافعة بالنسبة للإنسان كما وان الذباب السارق نفسه يتغذى على النمل المفترس أي:



هذا مثل بسيط يمثل البيئة المعقدة التي تعيشها بعض الحشرات.

ان بعض الحشرات لها قابلية المعيشة في الثلوج وتحتها وقسم تعيش على أملاح خالصة أو خل صافي لوحده كما وجد في ولاية كاليفورنيا الأمريكية مثلاً بان بعض الحشرات تعيش على النفط فقط. حتى ان بعض الخنافس وجدت تعيش على سيانيد الهيدروجين. ومن أحسن الأمثلة التي يمكن ضربها بهذا الخصوص هو تكييف الحشرات لسموم المكافحة المختلفة والعيش دون تأثير هذه السموم عليها بعد ظهور المقاومة فيها. وعلى العموم فأن الحشرات من أشد الحيوانات مقاومة لظروف البيئة القاسية.

العوامل التي ساعدت الحشرات على مقاومة وتحمل الظروف البيئية المختلفة:

أولاً: قابليتها على الطيران: وبذلك تستطيع الانتقال من ظروف غير ملائمة إلى ظروف ملائمة.

ثانياً: قابليتها على التكيف: كمقاومة السموم، وممارستها السبات لتلافي نقص الغذاء حيث يوجد نوعان من السبات شتوى وصيفي، واللذين قد تمر الحشرة باحدهما أو كلاهما.

السبات الشتوي Hibernation: يحدث عند انخفاض درجات الحرارة أثناء الشتاء وفيه تلجأ الحشرة (أو أحد أطوارها غير الكاملة) إلى خفض معدلات التنفس والتكاثر وغيرها من العمليات الحيوية كما تمتنع عن تناول الغذاء وتعيش على المخزون في جسمها من مواد دهنية حتى تنتهي الظروف القاسية هذه.

السبات الصيفي Aestivation: وبالعكس فعند ارتفاع درجة الحرارة تلجأ الحشرة (أو أحد أطوارها غير الكاملة) إلى خفض معدلات عملياتها الحيوية إلى الحد الأدنى وتحتمي بالأماكن المظلمة والباردة طيلة هذا السبات. وأحياناً تدخل بعض الحشرات (مثل ثربس الحنطة) النوعين

من السبات. كما وان تخصص أجزاء فم الحشرة وارجلها على نوع الغذاء المتوفر في محيطها أكبر دليل على قابليتها على التكيف. ومن أنواع التكيف الهجرة Migration (وهي الانتقالات الجماعية الدورية والمنتظمة لكل أو بعض افراد نوع ما من الأماكن الأصلية لوجودها إلى أماكن جديدة بعيدة أو قريبة من أماكنها الأصلية عبر مسارات ثابتة تقريباً وفي مواسم محددة وذلك للمحافظة على النوع) ومن التكيفات الأخرى التي تمارسها الحشرة الانتشار، والتركيب الاجتماعي وتوزيع العمل (كما في النحل والنمل والارضة)، والعلاقة التعاونية (كما في العلاقة بين بعض أنواع النمل والمن).

ثالثاً: هيكلها الخارجي القوي: للحشرات هيكل خارجي مقاوم للظروف الجوية القاسية وله قابلية الانطواء وقابلية الاحتفاظ بالماء ومحتويات الجسم بصورة جيدة.

رابعاً: الحجم الصغير: يجعلها تحتاج غذاءاً قليلاً وملجأ بسيطاً كما يجعلها بعيدة عن متناول الأعداء الأكبر حجماً. هذا بجانب التلون والمحاكاة Mimicry أي تشبه الحشرة جزء أو شوكة من النبات وغيرها من الوسائل التي تجابه بها الحشرة محيطها واعداءها.

خامساً: التشكل Metamorphosis: تنفرد الحشرات عن بقية الكائنات الأخرى بطريقة نموها حيث ترتبط دورة حياتها، القصيرة نسبياً، بأطوار مختلفة الأشكال (البيضة واليرقة والعذراء والحشرة البالغة) حيث يتيح هذا النمط من التشكل للأطوار المختلفة فرصة المعيشة في أماكن متعددة تحت ظروف بيئية متباينة وتناول أغذية مختلفة. وللحشرة القدرة على ان تحمي نفسها في طور العذراء الساكن من مهاجمة الأعداء وكذلك مواجهة قلة الغذاء.

سادساً: الخصوبة العالية High Fecundity والاقتدار الاحيائي Biotic Potential العالي للحشرات: تعتبر الخصوبة العالية، أو الكفاءة الانتاجية، للحشرات من العوامل الأساسية التي ساعدت كثيراً على زيادة أعدادها. إذ تلد أنثى من القطن *Aphis gossypii* ستة أفراد في اليوم الواحد، كما تضع إناث الحشرات الاجتماعية، مثل ملكة الارضة مئات الآلاف من البيض.

ويقدم الذباب المنزلي أبرز الأمثلة على الكفاءة التناسلية العالية للحشرات. إذ لو قدر لأنثى وذكر منه ان يتزاوجا عند بداية شهر نيسان وأمكن لناتج هذا التزاوج ان يحيا باكمله إلى شهر آب لأصبح عدد أفراده خلال هذه الفترة (1.91×10^{19}) فرداً (والذي يتخذ عادة كمعدل للتكاثر الغريزي للحشرات) تكفي لتغطية سطح الأرض إلى 47 قدماً. ومما يزيد من الكفاءة التناسلية للحشرات هو اقتدارها الاحيائي، فبجانب اقتدارها البقائي Survival Potential الذي أسلفناه والمتمثل بشكل وحجم وتركيب جسم الحشرة وتأقلمها والسبات ودوره في تنظيم نمو المجتمعات، وتحويرات الموطن والقدرة على الطيران والهجرة والانتشار والتركيب الاجتماعي وتوزيع العمل والعلاقات التعاونية للحشرات مع بعضها ومع الكائنات الأخرى، فان الاقتدار الاحيائي المتمثل بشكل خاص بتعدد طرق التكاثر وغزارته هو أبرز ما تتمتع به الحشرات من أسباب النشوء والسيادة في الطبيعة.

تتكاثر معظم الحشرات تكاثراً جنسياً حيث تضع الأنثى أعداداً كبيرة من البيض تكفي للمحافظة على النوع لأجيال متعاقبة وباعداد وافرة. بالإضافة لذلك فأن بعض الحشرات تتكاثر تكاثراً لا جنسياً فتضع الأنثى غير المخصبة أفراداً تحافظ بها كذلك على النوع وتديم نموه كما في أنواع المن التي تضع الأنثى حوريات في العمر الأول.. تتكافأ في درجة نموها مع الحورية الأولى الناتجة من بيض وضعته إناث أخرى من نفس النوع. وتضع أنثى ذباب اللحم من عائلة الـSarcophagidae يرقات بدل البيض حيث يفقس البيض أثناء مروره داخل آلة وضع البيض.

وتضع بعض حشرات ذات الجناحين مثل جنس Pupipara وانثى ذبابة التسي تسي Glossina عذارى بدل البيض حيث يحدث النمو اليرقي داخل رحم الأم المتكون من حجرة عضلية كبيرة نشأت غالباً كأتساع في المهبل وتحوي هذه الحجرة على غدد تفرز مادة غذائية لليرقة التي يكتمل نموها في هذا المكان لتتحول خارجه إلى عذراء وذلك بمجرد ان تلدها الأنثى.

ومن مظاهر الاقتدار الاحيائي للحشرات هو ان بعض المتطفلات من رتبة غشائية الاجنحة تتميز بظاهرة انقسام نواة البيضة انقساماً اعتيادياً فيتكون من كل نواة ناتجة عن هذا الانقسام كتلة من الخلايا المتلاصقة في صورة توتية Morula أو على شكل سلسلة طويلة منها تتكون الاجنحة وبذلك ينشأ عن كل بيضة أكثر من جنين واحد وقد يتراوح عدد هذه الأجنة من توأمين إلى بعض مئات أو بضع آلاف كلها تنمو إلى يرقات تعيش داخل يرقة العائل. ويبلغ الاقتدار الاحيائي ذروته عندما يحصل في بعض أنواع الحشرات نضوج جنسي مبكر فتنتج بيضاً أو تلد احياء بواسطة اليرقات أو العذارى حيث يحصل نمو فقط في أعضاء التناسل دون بقية أعضاء الجسم التي لم تأخذ بعض خصائص الحشرة البالغة. يطلق على هذه الظاهرة توالد الأطوار غير الكاملة أو توالد الصغار Peadogensis ومن الأمثلة على ذلك هو نمو البراعم التناسلية Gonads ليرقة الهموش من جنس Miaster ليتكون بداخلها خلايا تناسلية ينشأ عنها يرقات صغيرة تنهش احشاء الأم ثم يحدث بداخل هذه اليرقات نفس الظاهرة السابقة إلى ان يتوقف نمو البراعم التناسلية ليرقات جيل من الأجيال فتتحول هذه اليرقات إلى طور العذراء.

تتزاوج الحشرات الكاملة الناتجة من هذه العذارى لتضع بيضاً مخصباً تفقس عنه يرقات تعيد الدورة السابقة. هذه بعض صور المرونة الفائقة والاقتدار العالي في تكاثر الحشرات وان ما يساعد الحشرات كذلك على التكاثر إلى كميات قليلة من الغذاء اذا ما قورنت بغيرها من الحيوانات الأخرى.

ويمكن تلخيص العوامل التي تؤثر على حيوية الحشرات وتكاثرها كما يأتي:-

أ- عوامل الاقتدار الحيوي وتشمل:

1. الكفاءة التناسلية وتشمل، عدد البيض، نسبة الفقس، مدة الجيل، النسبة الجنسية.
2. الاقتدار البقائي: ويشمل الاقتدار الغذائي Nutritive Potential والاقتدار الوقائي Protective Potential ويقصد بالأول مقدرة كل حشرة على استخدام ما يوجد في بيئتها من مواد غذائية والانتفاع منها بتحويلها إلى غذاء صالح لها. واما الاقتدار الوقائي فيقصد به قدرة الحشرة على حماية نفسها من العوامل البيئية المناوئة لها ولا سيما الاعداء الطبيعية من طفيليات أو مفترسات حشرية كانت أم حيوانية.

ب- العوامل البيئية وتشمل:

1. عوامل جوية: الحرارة، الرطوبة، الضوء، الرياح، التربة.
2. الغذاء.
3. المكان.
4. الكائنات الحية الأخرى.

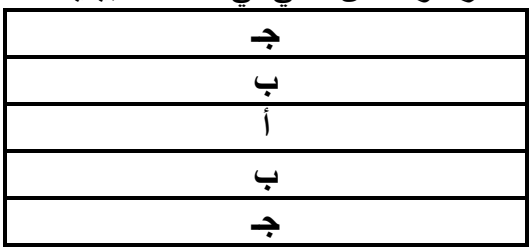
وعند دراستنا لبيئة الحشرات علينا ان نبتدئ بدراسة نوع واحد من الحشرات في منطقة انتشاره ومن هذا المنطلق يمكن تقسيم التوزيع Distribution لأي نوع من الحشرات إلى ثلاث مناطق Zones:-

أولاً: المنطقة المفضلة (المنطقة أ في الشكل 1-3): وهي المنطقة التي تسمح بمعيشة أكبر عدد من أفراد الحشرة وفي حدود الانتشار (وليس الفوران) وذلك لثبات العوامل المشجعة في تلك المنطقة.

ثانياً: المنطقة الحدية (المنطقة ب في الشكل 1-3): وهي المنطقة التي تقع على الخط الخارجي لحدود الانتشار. وتتميز عن المنطقة المفضلة بأن الظروف المشجعة فيها أقل نوعية وغير ثابتة فهي بين جيدة وسيئة. وتتميز هذه المنطقة بأن عدد أفراد النوع فيها قليل.

ثالثاً: المنطقة الخارجية (المنطقة جـ في الشكل 1-3): وهذه المنطقة تقع خارج مدى الانتشار الطبيعي لافراد الحشرة وتتميز بخلوها من أفراد الحشرة ولكن من المتوقع ان يشغلها النوع اذا

امتاز بقابليته على التكيف من خلال قدرته الوراثية أو قدرته على المقاومة. وتتميز هذه المنطقة بأن ظروفها غير ملائمة للحشرة أو الكائن الحي في حالته الطبيعية.



شكل (3-1): تقسيم منطقة الانتشار لنوع من الحشرات
(أ) تمتاز بوجود عدد كبير من الأفراد (ب) يكون عدد الأفراد فيها أقل (ج) لا يوجد فيها أفراد.

وكمثال على توزيع النوع بصورة ثابتة هو انتشار الجراد الاسترالي *Austroicetes cruciata* في منطقته الأصلية في استراليا. ان هذه الحشرة تنتشر بشكل دائم في بقعة محدودة لمراعي الأغنام حيث هناك نوع واحد من الحشيش الأخضر في الصيف والذي لا يستطيع هذا الجراد آكلة بحيث تصبح نسبة الموت 100% ونسبة الولادة 0% في الصيف بالنسبة لهذا النوع وتتلخص دورة حياة هذا النوع بما يأتي:-

1. وجود جيل واحد في السنة.
2. يقضي الصيف في طور البيض.
3. يقضي الشتاء في طور البيض نظراً لقساوة البرد.
4. تظهر الحوريات في منتصف الربيع عند توفر الغذاء ويحتاج الطور الحوري من 41الى 54 يوما. وبهذا يموت عدد كبير منه عند بلوغه الصيف.
5. يظهر البيض في أول الصيف.
6. بتقدم الصيف تموت البالغات من الجوع.
7. وهكذا من منتصف الصيف إلى بداية الربيع تكون جميع الأفراد في دور راحة Diapause.

وعليه فان عدد الأفراد لهذه الحشرة يعتمد على:-

1. الجو الملائم لعدم القضاء على البيض.
2. الجو الملائم لفقس البيض وظهور الحوريات.
3. الجو الملائم لتوفير الغذاء.
4. الجو الملائم لعدم ملازمة بعض الأمراض لهذه الحشرة.

عندما يكون الجو جافاً جداً تموت الحشرات من شدة الحر وكذلك البيض. بينما تكون الرطوبة الكثيرة عاملاً مشجعاً لنشاط الأمراض التي تصيب الحشرة. وهكذا تكون هذه الحشرة شبه ثابتة في منطقتها من ناحية العدد والانتشار.

ان الأسباب الرئيسية لموت الجراد الاسترالي هي:-

1. الجفاف أثناء الصيف مما يسبب القضاء على البيض.
2. الجفاف أثناء وقت خروج الحوريات بقتل الحوريات (وهذا عامل مهم لشدة تأثر الحوريات حديثة الخروج بالجو).
3. يلاحظ في الشتاء قلة كمية الغذاء مما يؤثر في اعداد وتوزيع الحشرات.
4. كثرة الرطوبة في الشتاء والربيع تشجع أمراض الجراد وخاصة الأمراض الفطرية على تحديد أعداد الحشرة.

من كل ما سبق فان أعداد هذه الحشرة تبقى ثابتة تقريباً على مر السنين ويعتبر هذا مثال جيد على التوزيع المثالي للحشرة في محيطها.

جامعة الموصل
كلية الزراعة والغابات/ قسم وقاية النبات

المرحلة: الرابعة
المادة: بيئة حشرات نظري
الدكتور: عبدالجبار خليل ابراهيم

المحاضرة الثالثة

الفصل الثاني
قوانين التحمل والعوامل المحددة

قوانين التحمل Tolerance laws

يتأثر توزيع الكائنات الحية وانتشارها على الكرة الأرضية بطبيعة تحملها للتغيرات في العوامل البيئية بصورة عامة، والتي تشمل عدد من العوامل كالحرارة والرطوبة والضوء والرياح وطبيعة التربة ونوعية الأحياء المتواجدة في تلك المنطقة وغيرها من العوامل. وعلى هذا الأساس يمكن تفهم أنماط الوفرة والانتشار للمجاميع الحياتية نباتية أو حيوانية.

يلاحظ ان بعض الأنواع من الكائنات الحية ذات مستويات تحمل عالية لعدد من العوامل البيئية مما جعلها تمتلك القدرة على الانتشار الواسع في مناطق مختلفة مثل العصفور وورد الجوري والثيل وأشجار اليوكالبتوس. وهناك أنواع أخرى تعيش في منطقة محددة أي أنها محدودة الانتشار وذلك لعدم تحملها لبعض العوامل البيئية مثل الدببة وأشجار النخيل والبلوط والجوز واللوز.

لقد اهتم علماء البيئة في دراسة تحمل الكائنات الحية أو عدمه للعوامل البيئية المختلفة وعلاقة ذلك في الصفات المورفولوجية والفسيولوجية.

ويمكن القول ان وجود أي كائن حي أو مجموعة من الكائنات الحية واستمرارها في بيئة معينة يعتمد في الأساس على مجموعة متداخلة من العوامل، وان أي من هذه العوامل تكون في مدى التحمل لبقاء ذلك الكائن الحي في المنطقة.

قانون ليبج للحد الأدنى Liebig's law of the minimum

أوضح العالم الألماني Liebig عام 1840 بأن هناك علاقة بين نمو الكائنات الحية وديمومتها في بيئتها الطبيعية وبين توفر الظروف البيئية والعوامل التي يحتاجها الكائن الحي. وينص قانون ليبج Liebig على ان المواد الأساسية المتوافرة في موطن Habitat الكائن الحي بكميات قليلة جداً يقترب مقدارها من الحد الأدنى الحرج الضروري لحياة الكائن الحي ونموه تعد هي العامل المحدد لذلك النوع من الأحياء.

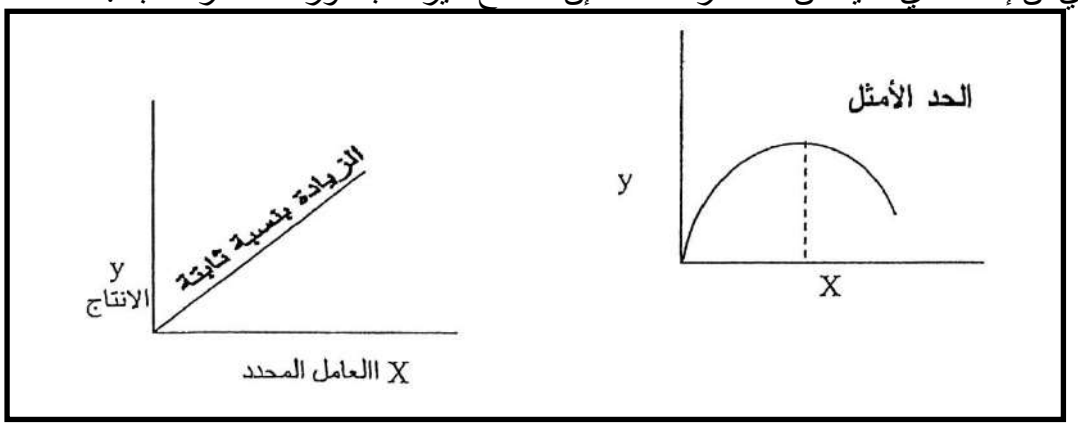
لذا سمي قانون ليبج بقانون الحد الأدنى Law of minimum.

بدأ ليبج عمله على النباتات إذ أشار إلى ان نمو النباتات يعتمد على كمية المادة الغذائية التي توفر لها بمقدار الحد الأدنى.

إذ عرف limiting factor العامل المحدد بما يلي:-

"ان العنصر الغذائي الموجود في التربة أو في وسط النمو بأقل كمية لتلبية حاجة النبات مقارنة بالعناصر الأخرى يكون هو العامل المحدد للإنتاج".

أي ان إضافة أي كمية من العنصر المحدد فإن الانتاج سيزداد بصورة مضطردة ثابتة.



ثم وضع العالم Wollny عام 1897 قانون الحد الأمثل Law of optimum وهو أنه بإضافة العامل المحدد فسيزداد الإنتاج عن الحدود الدنيا ليصل إلى الحد الأمثل ثم يبدأ الإنتاج بالانخفاض بزيادة العامل المحدد للإنتاج.

وقد توسع الباحثون بعدئذ ليشمل عوامل مختلفة أخرى كالعوامل الفيزياوية مثل الضوء والحرارة والرطوبة والعوامل الكيمياوية والبيولوجية فضلاً عن عامل الزمن.

قانون شيلفورد للحد الأعلى Shelford's law of the maximum

يعتمد تواجد الكائن الحي في موطن ما على أمور عدة، كما ان غياب الكائن الحي أو فشله في التواجد في موطن ما يمكن السيطرة عليه خلال زيادة ان ونقصان نوعاً أو كماً لبعض العوامل والتي يمكن ان تقترب من حدود التحمل لذلك الكائن.

لقد قام العالم شيلفورد في عام 1921 بتوسيع قانون الحد الأدنى مما جعله يعلن عن قانون الجديد المسمى بقانون شيلفورد للتحمل Shelford's law of tolerance أو قانون الحد الأعلى Law of maximum ويتضمن هذا القانون (ان أي كمية أو عامل يتفوق الحد الأقصى الحرج يستطيع ان يوقف نمو الكائن الحي وتكاثره في بيئته الطبيعية وبذلك سوف يخرج من تلك المنطقة). لذا فإن قيمة العامل وكميته يجب ان تبقى دون الحد الأقصى الحرج لتحمل الكائن الحي.

ويمكن ان يعرف هذا القانون (ان بقاء أو عدم بقاء الكائن الحي في موطن ما يعتمد على عوامل متداخلة عدة ومعقدة وان زيادة كمية أو نسبة أي من العوامل لتقترب من حدود تحمل الكائن الحي تحدد بقاءه).

من المفهوم أعلاه فإن قانون شيلفورد للتحمل يتناقض لحد ما قانون ليبج للحد الأدنى إذ يوضح شيلفورد ان بقاء أو عدم بقاء الكائن الحي لا يحدده قلة أو ندرة العامل فحسب بل ان كثرة العامل كذلك تحدد وجود هذا الكائن الحي.

فعلى سبيل المثال ان ارتفاع درجات الحرارة أو زيادة شدة الضوء أو زيادة كمية سقوط الأمطار غالباً ما تؤدي إلى القضاء على العديد من الكائنات الحية التي لا تتحمل هذه الزيادات وفي مناطق مختلفة. لقد مهد قانون التحمل الطريق إلى تفهم الحدود التي يمكن ان تعيش فيها مختلف الكائنات الحية الراقية منها والواطئة في الطبيعة مما ساعد على إدراك توزيع الأحياء وانتشارها في البيئة الطبيعية.

المفاهيم الأساسية في تطبيقات قانون التحمل:

1. ان الكائنات الحية التي لها مدى تحمل واسع لمعظم العوامل البيئية هي التي تكون أوسع الكائنات الحية انتشاراً في الطبيعة وأكثرها احتمالاً على البقاء.
2. ان بعض الكائنات الحية تمتلك مديات واسعة للتحمل لبعض العوامل البيئية في حين لها مديات تحمل ضيقة لعوامل أخرى.
3. ان نقص كمية ما أو عامل ما في الطبيعة يؤثر سلباً أو ايجابياً على مدى التحمل لعامل آخر.
4. ان مديات التحمل لعامل من العوامل البيئية غالباً ما يتغير مكانياً وزمانياً.
5. ان العلاقات بين الكائنات الحية المختلفة كالتنافس والتطفل والافتراس لها دور واضح في التأثير على انتشار تلك الأحياء في مديات تحملها.

مفهوم الجمع (بين قانون الحد الأدنى والحد الأعلى) للعوامل المحددة:

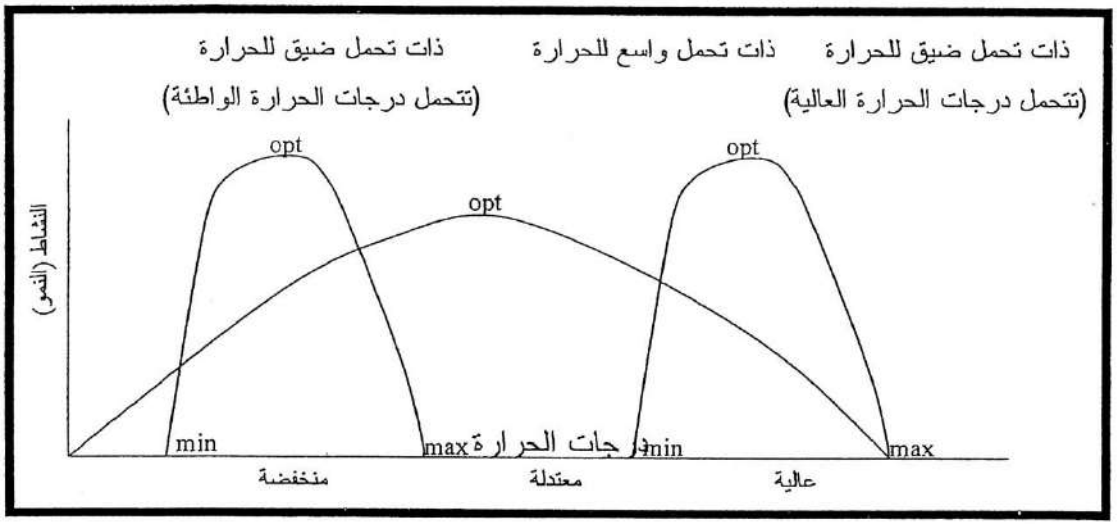
Combined concept of limiting factors

هناك قانون آخر يتعلق بالعوامل المحددة ومستويات التحمل وهذا القانون ينص على: (ان بقاء الكائن الحي أو عدمه يعتمد على مجموعة من العوامل والظروف البيئية المتباينة، وان أي من العوامل إذا اقترب من حدود التحمل أو تعداه يقال عنه يمثل العامل المحدد).

أي ان العوامل المختلفة من حيث الكمية والنوعية يجب ان تتواجد بحد أدنى في الأقل وذلك في المحيط الذي يتواجد فيه الكائن الحي وان يكون ضمن مدى تحمل الكائن الحي في ذلك النظام البيئي.

أي أنه كلما زاد تحمل الكائن الحي للظروف البيئية المحيطة به ازداد انتشاره وتحمله. وان مدى تحمل الكائن الحي للظروف البيئية تختلف باختلاف الكائن الحي.

فلو أخذنا مثالاً على ذلك حيوانات الجمال والبطريق فكلاهما من الكائنات الحية قليلة التحمل أي ذات مدى تحمل ضيق ولكن باختلاف واضح، فالجمال تعيش في المناطق الصحراوية الحارة وتتحمل درجات الحرارة العالية والظروف البيئية القاسية الناتجة عن ذلك ولكنها لا تتحمل البرودة أو الانخفاض الكبير لدرجات الحرارة العالية، علماً بأن انتشار الاثنين يكون محدوداً. وهذا يمكن توضيحه في الشكل الآتي:



ان مديات التحمل للعديد من العوامل البيئية تستعمل بشكل واسع من قبل علماء البيئة في وصف الكائنات الحية بالإشارة إلى كونها ضيقة التحمل (Steno) أو تكون واسعة التحمل (Eury) وكما يلي:

العامل البيئي	مدى تحمل ضيق	مدى تحمل واسع
الحرارة	Stenothermal	Eurthermal
الرطوبة	Stenohydric	Euryhydric
الملوحة	Stenohalic	Euryhalic
الغذاء	Stenophagic	Euryphagic

العوامل المؤثرة ذات الأهمية كعوامل محددة:

سنتطرق هنا إلى العوامل البيئية اللاحيائية الفيزياوية منها والكيمياوية ذات الأهمية البالغة والتي لها تأثير محدد على الكائنات الحية وانتشارها.

أولاً: درجة الحرارة: Temperature

تعتبر درجة الحرارة من أهم العوامل البيئية ذات التأثير المحدد للكائنات الحية، إذ تعد من العوامل الأساسية المؤثرة في العمليات الايضية Metabolism لكل الكائنات الحية كالتنفس والتفاعلات الانزيمية المختلفة.

يلاحظ ان لكل كائن حي درجة حرارة مثلى للنمو Optimum temperature فضلاً عن مدى معين من درجات الحرارة. وهناك اختلافات واسعة بين المديات لتحمل الكائنات الحية المختلفة من درجات الحرارة، إذ ان المدى الحراري يعتمد على عوامل داخلية وخارجية وهي:-

أ. الصفات الوراثية.

ب. العمر.
ج. بيئة الكائن الحي.

وقد تتأقلم بعض الأحياء إلى مديات من درجات حرارة عالية أو منخفضة خارج المدى المحدد لذلك الكائن الحي من خلال بعض التكيفات التي تمتلكها الكائنات الحية لمقاومة درجات الحرارة في حديها الأدنى والأعلى وهذه التكيفات هي: Adaptation

1. التكيفات الفسلجية.
2. التكيفات التركيبية لمقاومة التغير في درجة الحرارة.
3. التكيفات السلوكية.

ثانياً: الرطوبة: Humidity

يعد عامل الرطوبة ذات أهمية واضحة في بيئة اليابسة، إذ أن الرطوبة يقصد بها توافر جزيئات الماء في الغلاف الجوي أو في سطح التربة أو في أعماقها. ويشمل مفهوم الرطوبة التساقط Precipitation بأنواعه المختلفة كالأمطار والثلوج والندى والتي تعد المصدر الرئيسي للرطوبة في التربة.

ان فترة سقوط الأمطار وكمياتها تؤثر في انتشار الكائنات الحية المختلفة خاصة النباتات ومن ثم الحيوانات وصولاً إلى الإنسان. وهناك تفاوت كبير في معدلات التساقط في مناطق العالم المختلفة، فهناك أمطار غزيرة في جميع الفصول في المناطق الاستوائية، في حين هناك أمطار فصلية في المناطق الأخرى.

ويمكن تقسيم العراق اعتماداً على معدلات سقوط الأمطار إلى أربع مناطق رئيسية هي:-

1. الصحاري: تتمركز في المنطقتين الجنوبية والغربية ويكون معدل سقوط الأمطار سنوياً (أقل من 100 ملم).
2. السهول المنبسطة: وتتواجد في منطقة ما بين النهرين دجلة والفرات في وسط العراق ويتراوح معدل سقوط الأمطار السنوي ما بين (200-100 ملم).
3. المنطقة المتموجة: وتقع شمال منطقة السهول ويتراوح معدل سقوط الأمطار السنوي ما بين (500-200 ملم).
4. المنطقة الجبلية: وتشمل منطقة السلاسل الجبلية في الشمال والشمال الشرقي من القطر ويتراوح معدل سقوط الأمطار السنوي ما بين (1200-700 ملم).

واعتماداً على توفر الرطوبة يمكن تقسيم النباتات إلى ثلاث مجاميع رئيسية هي:-

1. النباتات المائية Hydrophytes تعيش هذه النباتات في وسط مائي.
2. النباتات الوسطية Mesophytes تحتاج هذه النباتات إلى كمية معتدلة من الماء.
3. النباتات الصحراوية Xerophytes تعيش هذه النباتات في بيئة صحراوية قاحلة.

ثالثاً: الضوء: Light

يطلق مصطلح الضوء على الجزء المرئي Visible radiation من الإشعاع الشمسي Solar radiation وهذا الإشعاع يعد مصدراً للطاقة الكلية للأرض تقريباً حيث يكون على هيئة موجات كهرومغناطيسية ذات طول موجي يتراوح بين (5000-290) مليميكرون أما الضوء فهو جزء من ذلك الإشعاع ويقع بطول موجي يتراوح بين (760-380) مليميكرون.

يعد الضوء من العوامل المهمة في النظام البيئي وترجع أهميته إلى:-

1. الضوء مصدر للطاقة المهمة في عملية البناء الضوء.
2. يعمل على بناء الكلوروفيل والصبغات الأخرى وبذلك يكون مسؤول عن تلوين النباتات والحيوانات.
3. ضروري للابصار فبدونه تتغير أوضاع الكثير من الأحياء وتصرفها.

4. يؤثر على نمو النباتات من حيث تأثيره على إنبات البذور، موقع وعدد البلاستيدات الخضراء، غلق وفتح الثغور، عملية النتح، عملية التزهير.
5. يعد الضوء محفزاً للتواقت اليومي أو الفصلي للكائنات الحية نباتية كانت أم حيوانية.

ولفهم أهمية الضوء كعامل بيئي فلابد من التطرق إلى ثلاثة أمور أساسية وهي:-
أ. شدة الضوء. ب. نوعية الضوء. ج. طول الفترة الضوئية.

شدة الضوء: Light intensity

ان لشدة الضوء وكميته تأثيراً في نمو النباتات والحيوانات والحشرات والكائنات الأخرى. وتزداد شدة الضوء في المناطق الاستوائية بسبب الوضع العمودي لأشعة الشمس وبذلك تزداد درجات الحرارة في حين تقل كلما اتجهنا نحو القطبين.

تتأثر شدة الضوء بعدة عوامل منها مكونات الهواء الجوي، طوبوغرافية الأرض، الكساء الخضري، كثافة الغيوم ووجود الضباب والدخان والغبار.

ان الجزيئات الصلبة المنتشرة في الهواء (كالغبار والدخان) لها أهمية كبيرة في التأثير على كمية الضوء بسبب حجبها له حيث تعمل كعازل يقلل من شدة الضوء الساقط على سطح الأرض. فالدخان في الدول الصناعية المتقدمة يحجب حوالي (90%) من الضوء. ان التأثير الأكثر خطورة هو تراكم جزئيات الدخان وترسبها بشكل طبقة أو غشاء رقيق على أوراق النباتات فتحجب كمية الضوء اللازم لعملية البناء الضوء.

بصورة عامة تتفاوت النباتات من حيث احتياجاتها الضوئية للقيام بالفعاليات الحيوية. فمنها ما تعيش تحت ظروف الإضاءة العالية وتسمى (Heliphytes) وهي النباتات التي لاتتحمل العيش في الضل وهناك نباتات تعيش في ظروف الإضاءة الواطئة وتسمى (Sciophytes) وهي النباتات التي تتحمل الظل.

نوعية الضوء: Light quality

يتألف الضوء (الجزء المرئي من الأشعاع) Visible radiation من عدة ألوان ذات أطوال موجية مختلفة وهي اللون البنفسجي، الأزرق، الأخضر، الأصفر، البرتقالي، الأحمر.

تعد الموجات الحمراء والزرقاء من الضوء ذات تأثير مهم في عملية البناء الضوئي والتي يتم امتصاصها من قبل الصبغات النباتية المسؤولة عن امتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيمياوية كما يحدث ذلك في صبغة الكلوروفيل.

أما الموجة الخضراء فلا يتم امتصاصها بل تعكس من قبل الأوراق لذا فإن اللون الأخضر للعين المجردة هو السائد في ألوان الأوراق النباتية.

تختلف الحيوانات في مدى تأثرها بالضوء، فيمكن لبعض الحيوانات العيش في أعماق البحار والمحيطات بعيداً عن الضوء أو العيش في أعماق التربة أو الكهوف وبعضها يحتاج الضوء لحياته.

طول الفترة الضوئية: Photoperiod

تعتبر طول الفترة الضوئية مهمة حيث تؤثر على الفعاليات الموسمية للكائنات الحية. حيث تؤثر الفترة الضوئية على الحيوانات من خلال علاقتها ببعض الفعاليات الفسيولوجية كما في الطيور إذ تشمل تغير ريشها ولونه وترسيب الدهن أو وضع البيض والهجرة من مكان لأخر حيث تهاجر الطيور شمالاً عندما يطول النهار وجنوباً عندما يقصر النهار. كما ان لطول الفترة الضوئية أهمية كبيرة لعملية التزهير (Flowering) في النباتات حيث هناك ما يعرف بالفترة الضوئية الحرجة Critical photoperiod لكل نبات الذي يزهر عندما يتعرض لها. وعلى هذا الأساس تقسم النباتات إلى ثلاث مجاميع هي:-

أ- نباتات النهار الطويل Long-day plants

وهي النباتات التي تزهر عندما تتعرض لفترات ضوئية يومية أطول من الفترة الضوئية الحرجة مثل نبات (الشعير، البرسيم، الشوفان، البنجر، الفجل، السبانغ).

ب- نباتات النهار القصير Short-day plants

وهي النباتات التي تزهر عندما تتعرض لفترات ضوئية يومية أقصر منا الفترة الضوئية الحرجة مثل نبات (الرز، الذرة الصفراء، فول الصويا، قصب السكر، التبغ، الدخن).

ج- نباتات النهار المعتدل Neutral-day plants

هذه النباتات تزهر دون العلاقة بطول الفترة الضوئية أي نباتات ليس لها فترة ضوئية حرجة مثل نبات (الطماطة، الخيار، الفاصوليا، زهرة الشمس، القطن).

رابعاً: الغازات: Gases

تعتبر من العوامل البيئية المهمة في البيئات الأرضية والمائية على حد سواء، إذ تعد كميات الأوكسجين المتوفرة عاملاً مهماً للتنفس وهو ضروري للنبات والحيوان والإنسان على حد سواء. وان ازدياد معدل التنفس يؤدي إلى زيادة تركيز غاز اوكسيد الكاربون CO_2 في المنطقة، لذلك لابد من حصول توازن بين هذين العاملين لكي تتمكن الكائنات الحية من المعيشة في ظروف مناسبة.

يتراوح تركيز الأوكسجين في الهواء الجوي بحدود (21%) فيما يتراوح تركيز ثاني اوكسيد الكاربون بحدود (0,03%) وكما هو معروف فإن CO_2 يعتبر عامل أساسي مهم في عملية البناء الضوئي. ويصبح الأوكسجين محدداً كلما تعمقنا في التربة أو الترب الغدقة. تختلف الحالة في البيئات المائية لان كميات الأوكسجين O_2 تذوب في الماء.

وبذا تكون في متناول أحياء مائية متنوعة من وقت لأخر ومن مكان لأخر. يعتبر الأوكسجين الذائب من بين أكثر العوامل الكيمياوية الحرجة في تأثيرها على البيئة المائية وذلك معظم الكائنات الحية (باستثناء الكائنات اللاهوائية) تحتاج إلى هذا الغاز لأجل تنفسها. وبصورة عامة تعد متطلبات الأوكسجين للنباتات أوطأ منها للحيوانات المساوية لها في الوزن، فعندما يحدث تنافس بين النباتات والحيوانات على الأوكسجين المتاح فإن، الحيوانات تموت قبل النباتات بسبب نقص الأوكسجين.

خامساً: التربة: Soil

تعد التربة إحدى العوامل المهمة والأساسية لنمو الكائنات الحية وانتشارها. فالنباتات تمد جذورها في التربة لتحصل على الماء والعناصر الغذائية. كما ان التربة تعتبر موطناً Habitat للأحياء المجهرية وللحيوانات مثل دودة الأرض والحيوانات الحافرة. وعند تواجد النباتات في التربة فسوف تتواجد الحيوانات التي تعتمد في غذائها على هذه النباتات كغذاء مباشر أو كمضيف تعيش عليه. تعيش في التربة أنواع مختلفة من الحيوانات كالديدان الخيطية وعديدة الأهداب والحشرات والقوارض بالإضافة إلى الكائنات الحية الواطئة كالبكتريا والفطريات والطحالب والابتدائيات.

تنشأ التربة من تفتت الصخور ويشارك في تكوينها الماء والهواء والأحياء المختلفة. التربة إذن عبارة عن تلك الطبقة السطحية من القشرة الأرضية التي تكونت خلال عملية تفتت الصخور إلى جزئيات صغيرة تشمل كلاً من جزئيات الرمل Sand والغرين Silt والطين Clay.

تعد التربة نظاماً معقداً تحتوي على أربعة مكونات أساسية هي:-

1. الدقائق المعدنية Minerals وهي الرمل والغرين والطين وتشكل نسبة 45%.
2. المادة العضوية Organic mater وتشكل نسبة 5%.

3. محلول التربة Soil solution ويشكل بنسبة 25%.
4. الهواء Air ويشكل نسبة 25%.

سادساً: الملوحة: Salinity

ان للملوحة تأثيرات بيئية واضحة في تحديد الكائنات الحية نوعاً وكماً في البيئات الأرضية أو المائية على السواء.

ان سوء الاستغلال الزراعي للتربة وعمليات الري الزائدة بدون وجود مبازل وكذلك ارتفاع مستوى الماء الأرضي وقلة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة كل ذلك يؤدي إلى زيادة تراكم الأملاح على سطح التربة مما يجعلها غير صالحة للزراعة ويقلل من عدد الأنواع النباتية النامية فيها.

ان الترب الملحية هي الترب التي تتجمع فيها كميات كافية من الأملاح وبصفة خاصة الكلوريدات أو الكبريتات التي تعيق نمو النباتات. وهذه الترب عرفت بأنها ذات توصيل كهربائي لمستخلصها المشبع يزيد على (4 مليموز/سم).

للملوحة تأثيرات فسلجية على النباتات وهناك مدى تحمل للملوحة يختلف من نوع نباتي إلى آخر. وتسمى النباتات التي تنمو في الترب الملحية Halophytes وكلما كان النوع النباتي ذا تحمل أكثر للملوحة كان مدى الملوحة للتربة التي ينمو عليها أوسع وأكبر.

كما وتعتبر الملوحة عاملاً مهماً في البيئة المائية واعتماداً على درجة الملوحة قسمت المياه إلى ثلاثة أقسام هي:-

1. المياه التي ملوحتها أقل من (0,5 جزء بالألف) هي مياه عذبة Fresh water.
2. المياه التي ملوحتها بين (30-0,5 جزء بالألف) هي مياه مويلحة Brackish water.
3. المياه التي ملوحتها أكثر من (30 جزء بالألف) هي مياه مالحة Saling water.

ان بعض الأحياء لها قابلية التحمل للمدى الواسع للتغيرات في درجة الملوحة كما هو الحال في الأحياء المائية التي تستطيع العيش في مصبات الأنهار، في حين لا يمكن لأحياء المياه العذبة مثل أسماك الكطان والشبوط والبني العيش في المياه المالحة.

سابعاً: درجة الاس الهيدروجيني: PH

تبدو أهمية درجة الاس الهيدروجيني بشكل أوضح في مواطن خاصة مثل التربة حيث تعيش فيها الأحياء المجهرية كالبكتريا والفطريات وجذور النباتات الراقية. وكذلك له أهميته في البيئة المائية. وتتراوح قيم الاس الهيدروجيني في المياه الطبيعية بين (9-4) وهناك مديات أكثر أو أقل ولكنها تشكل حالات نادرة.

وللكائنات الحية مديات محددة من قيم الاس الهيدروجيني في البيئة سواء المائية منها أو اليابسة. ان دودة الأرض حساسة لحموضة التربة وقد وجد ان بعض الأراضي الزراعية خالية تماماً من هذه الدودة في الوقت الذي توجد في أراضي المزارع المجاورة وكل ذلك بسبب حموضة التربة. ان اختفاء دودة الأرض وقلة عدد أحياء التربة يحد ويمنع من عملية التحلل الطبيعية للدبال مما يؤدي إلى تجمع كميات من CO_2 بحيث يؤدي في النهاية التي تواجد المواد العضوية السمية.

ثامناً: الرياح: Wind

ان للرياح تأثيرات مختلفة على الكائنات الحية منها ما هو مباشر ومنها غير مباشر خلال تأثيراتها على عدد من العوامل البيئية الأخرى في النظام البيئي، ويمكن ان تكون هذه التأثيرات ايجابية أو سلبية. فقد تؤدي الرياح إلى رفع درجة الحرارة على السفوح الجبلية المغطاة بالثلوج مما يساعد على توفير المياه بعد ذوبان الثلوج أي دعم نمو الحشائش ونباتات أخرى في الوديان والسهول. كما تعمل الرياح على نقل بذور النباتات وانتشارها في مناطق مختلفة، ونقل حبوب

اللقاح بين النباتات. عند هبوب رياح شديدة السرعة قد يقود سلباً في بعض مكونات النظام البيئي حيث تعمل الرياح القوية على إزالة الطبقة السطحية العليا من التربة الغنية بالعناصر الغذائية.

تاسعاً: المغذيات: Nutrients

تحتاج الكائنات الحية في نموها عدد من المغذيات والتي يمكن تصنيفها إلى مجموعتين (عددها 16 عنصر).

1. المغذيات الكبيرة Macronutrients هي كبيرة مثل الكاربون، الهيدروجين، الأوكسجين، النتروجين، الفسفور، الكبريت، الكالسيوم، البوتاسيوم، والمغنيسيوم.
2. المغذيات الدقيقة Micronutrients وتشمل المنغنيز، الزنك، النحاس، البورون، الكلور، والمولبيديوم، والحديد.

هذه المغذيات تخص النباتات، أما الحيوانات فبالإضافة لهذه المغذيات فيضاف الصوديوم واليود، ولبعض الأحياء الأخرى كالطحالب العصوية أي الدايتومات Diatoms فيضاف السليكون.

ان كلاً من هذه العناصر المغذية لابد وله دور أو وظيفة في إحدى العمليات الايضية ولا يمكن للكائن الحي إكمال دورة حياته بغياب أحد هذه المغذيات، كما تظهر أعراض نقص لأي عنصر منها، ولا يمكن تصحيح النقص إلا بإضافة نفس العنصر. ومن هذه الوظائف تكمن أهمية هذه المغذيات.

تعد المغذيات عوامل محددة سواء في التربة أو في البيئة المائية، وغالباً ما تشكل العناصر المغذية لكل من النتروجين والفسفور عوامل محددة في التربة.

كما أن بعض المغذيات وخاصة الدقيقة منها والتي يحتاجها النبات والحيوان بتراكيز قليلة جداً، قد تكون مثبطة للنمو أو سامة في تراكيز عالية كما هو الحال في العناصر الثقيلة منها الزنك والنحاس والمنغنيز والحديد.

ان الاختلاف في قابلية الترب لتجهيز هذه العناصر في محلول التربة سيؤدي بشكل مباشر أو غير مباشر إلى التباين في الغطاء الخضري الطبيعي.

عاشراً: الحرائق: Fires

تعد الحرائق إحدى العوامل المهمة المؤثرة في بيئة اليابسة وخاصة المناطق الحارة والجافة منها مما تؤدي إلى اتلاف وتغير النظام البيئي حيث تنخفض مكونات الكساء الخضري وتتأثر الحيوانات المتعايشة معها. هناك مصدران أساسيان للحرائق احدهما طبيعياً كالبرق، أما الآخر فهو بفعل الإنسان.

قد يكون الحريق في بعض الأحيان مفيداً لبعض المناطق مثل إزالة الأنواع النباتية غير المرغوب فيها أو القضاء على بعض الأمراض النباتية ومسبباتها.

تكون بعض الأنواع النباتية أكثر مقاومة للحريق من غيرها من خلال عدة خواص مثل امتلاكها لطبقة سميكة جداً من القلف كما في أشجار الخشب الأحمر Red wood.

توجد ثلاثة أنواع رئيسية للحرائق والتي يمكن ان تتحول من نوع لآخر على وفق الظروف البيئية الموجودة حينها كالرياح والحرارة والرطوبة والكساء الخضري وهذه الأنواع هي:-

1. الحرائق الأرضية Ground fires: تحدث هذه الحرائق في الترب المغطاة بطبقة سميكة من المواد العضوية حيث يتم احتراقها ببطيء وبدون لهب. وقد تؤدي هذه الحرائق إلى موت معظم النباتات التي تمتد جذورها ضمن منطقة الاشتعال.
2. الحرائق السطحية Surface: تمتد هذه الحرائق بسرعة لتشمل الأعشاب والشجيرات على سطح التربة.

3. الحرائق التاجية Crown fires: تنتقل هذه الحرائق بين قمم الأشجار كما يحدث في بعض الغابات الكثيفة التي تؤدي إلى قتل معظم النباتات فوق سطح التربة.

جامعة الموصل
كلية الزراعة والغابات/ قسم وقاية النبات

المرحلة: الرابعة
المادة: بيئة حشرات نظري
الدكتور: عبدالجبار خليل ابراهيم

المحاضرة الثانية

المحاضرة الرابعة

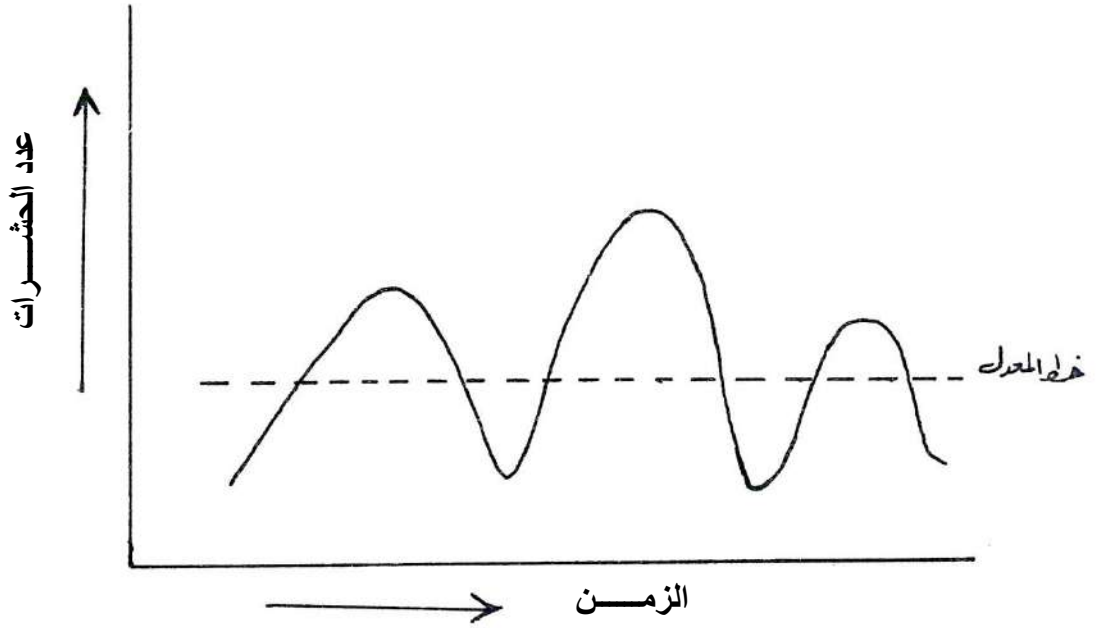
قابلية التكاثر الغريزي للحشرات

وهي القدرة الكامنة لتكاثر أعداد الحشرة أي الحد الأعلى لتكاثر النوع.

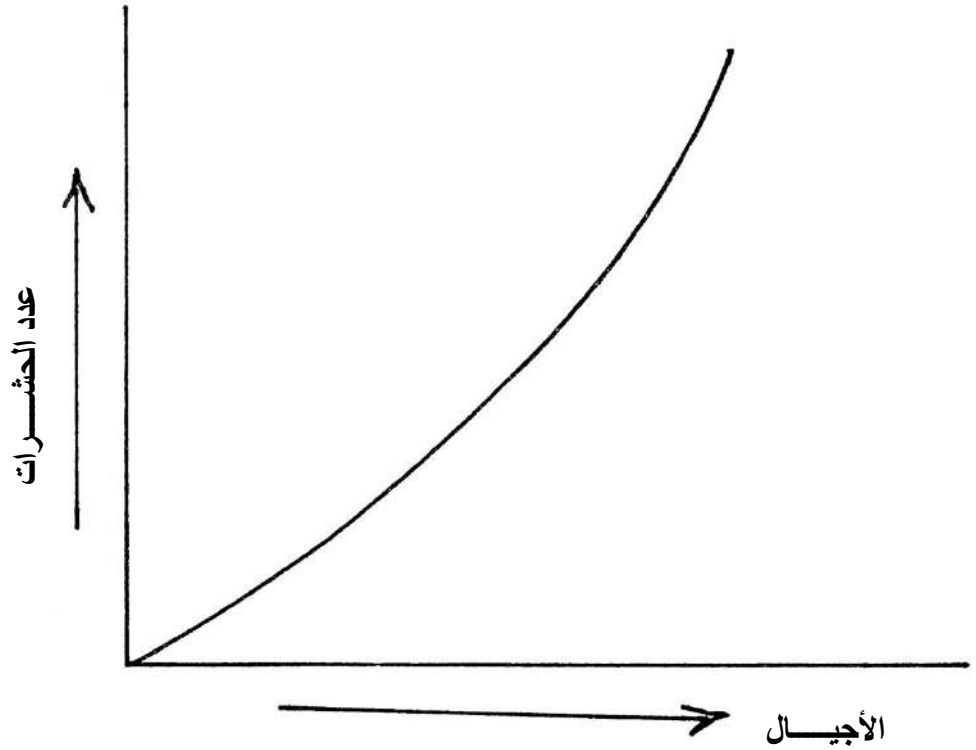
تختلف الأنواع في عدد الأجيال التي تتكون في السنة حسب طول دورة الحياة وقابلية وضع البيض وعدد البيض الموضوع في كل مرة الخ. وقد وضعت قوانين رياضية لقياس التكاثر الفطري أو الغريزي ويعتبر الرقم 1.91×10^{19} والذي أشير إليه سابقاً دليلاً على القابلية الفائقة للحشرات على التكاثر. ولكن هذا الرقم لم تصله أي من الحشرات وذلك لوجود الأنواع في ظروفها البيئية المتشابكة. وأحسن خط بياني يمكن رسمه لتكاثر النوع من خلال تأثير البيئة عليه هو الخط المتموج في شكل (3-1) والذي يشير إلى ان التكاثر يزيد أو يقل وفقاً لما تسمح به الظروف البيئية.

وهذا يرينا ان المقاومة بالطرق المختلفة يجب تطبيقها بعد دراسة مستفيضة لتكاثر النوع ونمو أعداده وتقدير بداية ضرره الاقتصادي والتي تظهر مع ارتفاع الخط البياني للتكاثر الذي يظهر بمستويات مختلفة حسب الأنواع المختلفة للحشرات.

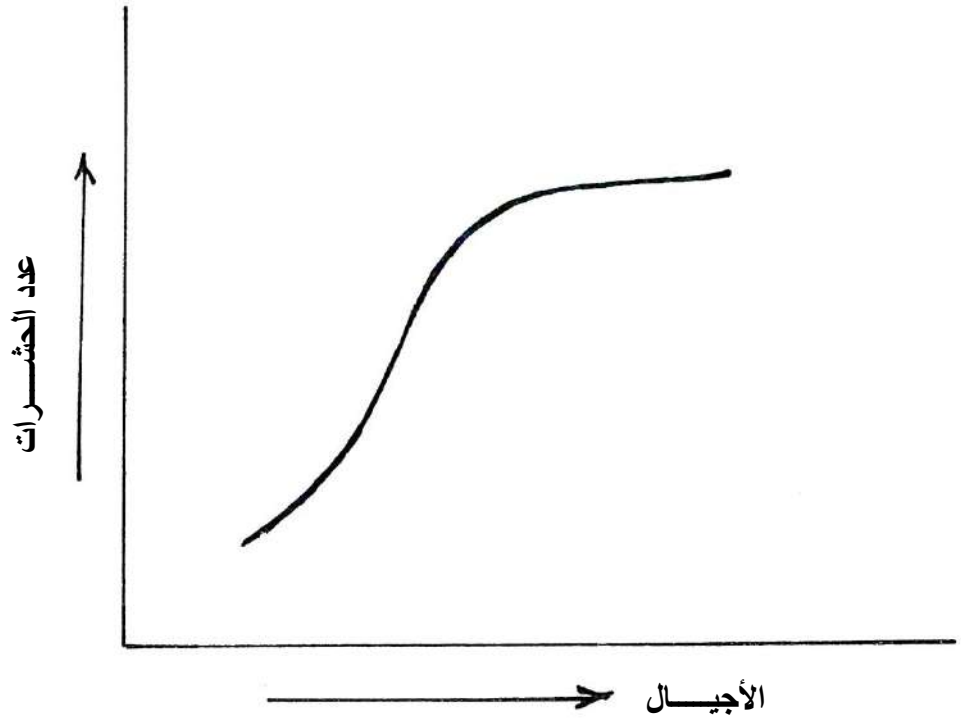
أما الخط البياني النظري لتكاثر الحشرات فيكون بشكل منحني أسي Exponential Curve كما في الشكل (3-2) وذلك لأن تكاثر الحشرات من خلال غزارته، يتبع متوالية هندسية. ولكن في الظروف البيئية وتأثيرها على النوع سوف لا نجد الخط البياني ابدأ بهذا الشكل بل سوف يكون على شكل منحنى نسبي شكل (3-3) ذلك لأن الخط البياني لتكاثر أي نوع يعتمد على نسبة الولادات إلى نسبة الوفيات بالإضافة إلى توفر الملائم من الغذاء والحرارة والرطوبة وغيرها من ظروف البيئة المعروفة.



الشكل (3-1): يبين التذبذب الذي يحدث في أعداد النوع من الحشرات



الشكل (3-2): يمثل المنحنى الاسي النظري لتكاثر النوع من الحشرات



الشكل (3-3): يمثل المنحنى الواقعي لتكاثر النوع في الحشرات

وعند اخذ لوغاريتم عدد الحشرات مع الزمن يصبح المنحنى الاسي النظري بشكل مستقيم شكل (3-4). فإذا كان انحدار الخط المستقيم يساوي واحداً فيعني ان تكاثر النوع يزداد بصورة غير معوقة من قبل عوامل المحيط لان كل زيادة في الزمن تقابلها زيادة مماثلة في

لوغاريتم عدد الحشرات (وهذا شيء مثالي لا يحدث الا في المختبر في أحيان نادرة جداً). وكلما قل الانحدار فإنه يدل على تكاثر متأثر بمحيط الحشرة وتبين درجة انحداره معدل تأثير المحيط عليها. واذا وصل الانحدار إلى الصفر فيعني ان ليس هناك تغير في اعداد الحشرة. وعليه فإن مقاومة المحيط للنوع هي القيمة الناتجة عن الفرق بين القدرة الكامنة (النظرية) لتكاثر النوع وبين العدد الحقيقي المحسوب لتكاثر النوع.

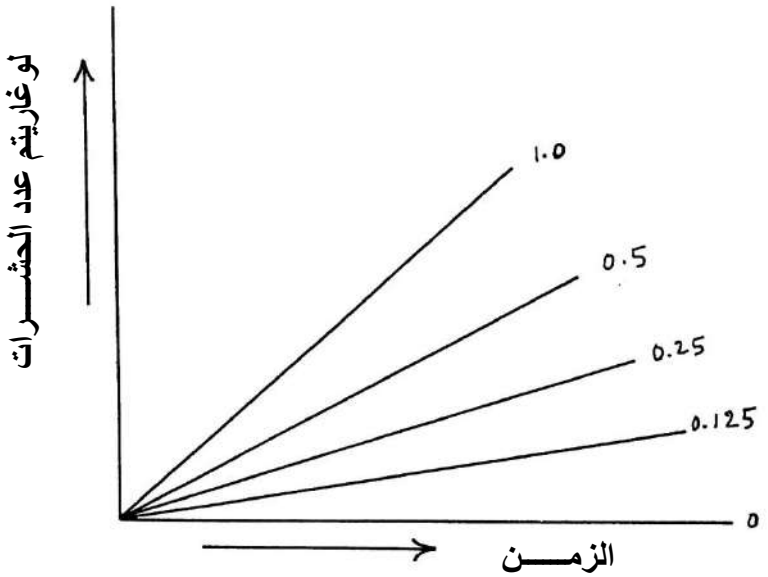
ان معدل التكاثر يرمز له بـ(r) وهو الفرق بين معدل الولادات ومعدل الوفيات. وهناك معادلات معقدة كثيرة لحساب هذا المعدل تأخذ الظروف المختلفة للبيئة بنظر الاعتبار وقدرة الحشرة على التكاثر ودرجة تأثرها بعوامل المحيط، لا مجال لوضعها في هذا الكتاب. وعلى العموم عندما يزيد نمو المجتمع زيادة ثابتة في وحدة الزمن يعبر عنه بالمعادلة:

$$rN \frac{dN}{dt} or\ r = \frac{\frac{dN}{dt}}{N}$$

حيث (r) معدل تكاثر المجتمع، (N) عدد الأفراد في المجتمع، dN التغير في عدد أفراد المجتمع، (dt) التغير في الزمن. فمثلاً لو كان عدد أفراد المجتمع في بداية السنة الماضية (1000) وأصبح في بداية السنة الحالية (1100) فان معدل التكاثر في هذا المجال المجتمع يكون:

$$r = \frac{\frac{1100 - 1000}{1}}{1000} = 0.10$$

أي عشرة بالمائة في السنة.



الشكل (3-4): العلاقة بين لوغاريتم عدد الحشرات والزمن حيث تمثل الأرقام انحدار الخط المستقيم في الحالات المختلفة.

ان معدل النمو السريع في عدد الحشرات يحدد بعوامل عديدة أهمها المفترسات والمتطفلات والمناخ القاسي وقلة إنتاج الإناث وقلة الغذاء. في كل بيئة هناك كمية محدودة من الغذاء تحدد بدورها نمو أعداد الحشرات وان التكاثر (مع ثبات الظروف الأخرى) يزيد باضطراب لو توفر غذاء دائم وباستمرار. وإذا افترضنا ان الحشرات تأكل كميات معينة بشكل دقيق فأن حالة من الثبات في زيادة الأنواع سوف تحصل حسب ما تأكله من غذاء ولكن هذا الافتراض بعيد عن الواقع لأن ذلك يتوقف على عوامل المحيط الأخرى وليس الغذاء وحده.

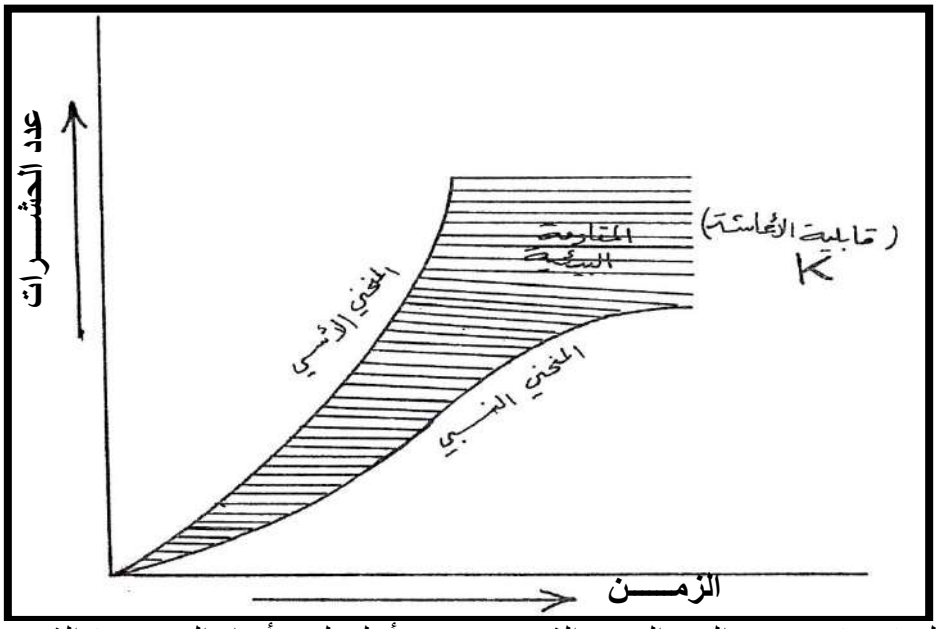
قابلية الاعاشة: Carrying Capacity

ان أعلى عدد يمكن ان يعيشه أفراد المجتمع في بيئة معينة يعبر عنه بـ(K) ويسمى بقابلية الاعاشة. وعلى هذا الأساس يكون نمو مجتمعات النوع نسبياً وليس اسياً، ويصبح النمو كما في شكل (3-5) والذي يعرف بالمنحنى النسبي Logistic Curve حيث يمثل ذلك التكاثر الواقعي للمجتمع وتصبح معادلة التكاثر بالنسبة للمنحنى النسبي كما سيأتي:-

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

فعند اقتراب عدد أفراد المجتمع (N) من قابلية الاعاشة للبيئة (K) فان قيمة $\frac{(K-N)}{N}$ تتناقص وبالتالي يقل معدل التكاثر وهكذا إلى ان يساوي عدد أفراد المجتمع قابلية الاعاشة (N=K) حيث يصبح معدل التكاثر صفراً.

ان أهم العوامل التي تؤثر على معدل تكاثر الحشرات هو الغذاء وبجانب الغذاء فأن العوامل البيئية التي ذكرت سالفاً تؤثر مع الغذاء على تكاثر المجتمعات وعليه فأن مقدار الاختلاف بين المنحنى الاسي والمنحنى النسبي في الشكل (3-5) يوضح مقدار تأثير المحيط على النوع ويسمى بعض البيئيين الفرق بمقاومة المحيط لنمو النوع أو المقاومة البيئية Environmental Resistance.



الشكل (3-5): منحنى النمو النسبي الذي يتميز بحد أعلى لعدد أفراد المجتمع (والذي يعرف بقابلية الاعاشة K) وعلاقته بالمنحنى الاسي والمقاومة البيئية.

ان هذه المقاومة البيئية تظهر عادة في التزاحم على الغذاء أو المكان أو العوامل الأخرى في بقعة محدودة.

هناك عوامل عدة تحدد التكاثر للنوع بالشكل النسبي وهي:-

أولاً: ان الاناث تختلف في قابليتها على التكاثر مما ينعكس في اختلاف نمو المجتمعات عن بعضها.

ثانياً: يختلف التكاثر باختلاف الظروف البيئية المتغيرة.

ثالثاً: ان القابلية الأعلى على التكاثر ثابتة لكل نوع لا يمكن زيادتها بزيادة الغذاء أو تهيئة عوامل مثالية أو تحسين العوامل البيئية الأخرى.

رابعاً: اختلاف تأثير عوامل المحيط على التكاثر.

خامساً: الاستجابة للظروف المتغيرة تأتي فجائية وسريعة حيث لا تسمح بتحديد وقت لحساب التكاثر فيه.

ان أهم عاملين يجب معرفتهما لتقدير التكاثر هما عدد الإناث في المجتمع والنسبة الجنسية Sex Ratio (عدد الذكور: عدد الإناث). وعندما تتداخل الأجيال فيجب معرفة تأثير العمر على الولادات والوفيات. وهناك فترات معينة تتمكن الإناث التكاثر بها أما في بقية عمرها فتكون غير بالغة أو كبيرة العمر لا تتكاثر. وللحصول على معلومات دقيقة فان أحسن طريقة لتقدير التكاثر هو أخذ أفراد فاقسة لتوها وتسجيل الملاحظات عنها حتى موت آخر فرد منها.

ان أفضل وأحدث وسيلة للحصول على معلومات وافية ترفد حساب التكاثر بشكل دقيق هي اعتماد جداول الحياة Life Tables وهي عبارة عن جداول تسطر بها الحقائق الناتجة عن تتبع دورة حياة الحشرة في المختبر أو حقل محدد مسيطر الظروف وتسجل النتائج ثم تحلل احصائياً للحصول على حقائق علمية تستعمل في تفسير سلوك الحشرة وخاصة في التكاثر. ويمثل جدول (3-1) جدول حياة فرضي لمجتمع من الحشرات يكون الحد الأقصى للعمر فيه أربعة أشهر. سيكون مجموع عدد الإناث التي تحل محل الأنثى الأم في مدى جيل واحد هو (3.0) وهو ما يعرف بنسبة التعويض الصافية Net Replacement Rate (أي ان الأنثى الأم أنتجت بالمعدل ثلاث إناث) ولذلك يكون هناك زيادة في المجتمع. أما المجتمع المستقر فتكون فيه نسبة التعويض الصافية (1.0) أي ان الأنثى الأم تعطي أنثى واحدة فقط أي ان المجتمع يبقى محافظاً على أعداده بلا زيادة.

الجدول (3-1): يبين كيفية حساب نسبة التعويض الصافية لمجتمع فرضي من الحشرات.

العمر في بداية الفترة بالشهر (X)	احتمال البقاء للحشرة في كل عمر (L_X)	عدد الإناث المتوقعة لكل أنثى أم (M_X)	التوقع التكاثري ($L_X M_X$)
0	1.0	0	0
1	0.7	0	0
2	0.6	4	2.4
3	0.3	2	0.6
4	0	0	0
		6	3.0
		النسبة التكاثرية الكلية	نسبة التعويض الصافية

التكاثر الموسمي

تصنف المعادلات الاسية والنسبية الزيادة المستمرة في المجتمع ولا تأخذ بنظر الاعتبار التذبذبات الموسمية في المجتمع. أما التكاثر الموسمي كما هو الحال في الحشرات والنباتات (في المناطق المعتدلة والصحراوية وكثير من الحالات في المناطق الاستوائية) فان زيادة الأعداد جيلاً بعد جيل أو فصلاً بعد فصل أو سنة بعد سنة يتمثل بمعدل الزيادة للأفراد مضروباً في عدد الأفراد عند بدء الموسم وتكون المعادلة في هذه الحالة كالآتي:-

$$N_1 = \lambda N_0$$

حيث ان λ (لامبدا) تمثل معدل الزيادة، N_0 هي حجم المجتمع عند بديء التجربة، N_1 هي حجم المجتمع بعد جيل أو فصل.

ويكون حجم المجتمع في الفصل أو الجيل الثاني كالآتي:

وهكذا بقية الأجيال:

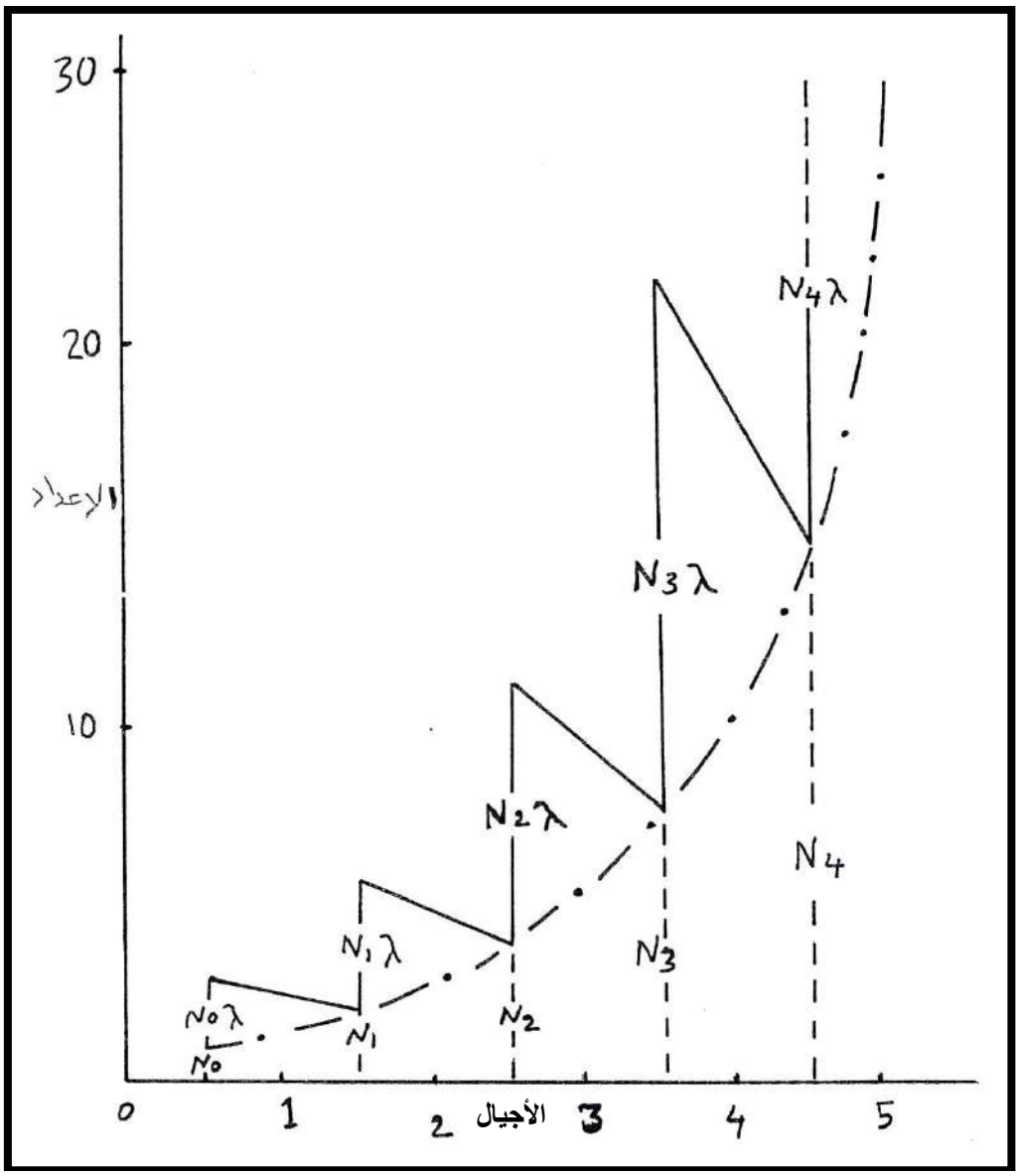
$$N_2 = \lambda^2 N_0$$
$$N_3 = \lambda^3 N_0$$
$$N_4 = \lambda^4 N_0$$
$$N_t = \lambda^t N_0$$

ملاحظة:

الحساب أعلاه لنمو أعداد المجتمع هو حساب مثالي يفترض به عدم وجود عامل معوق كالغذاء أو غيره.

وبهذا فان نمو مجتمع الحشرات يكون نمواً هندسياً Geometric Growth اذا عمل مخطط للمجتمع في وقت معين من كل جيل (في بداية كل جيل مثلاً). اما اذا عمل المخطط للمجتمع خلال بضعة أجيال فيكون المنحني كما في شكل (3-6) حيث (N_0=1) و($\lambda = 2$) وجميع أفراد الجيل السابق تموت قبل موسم التكاثر. يكون هذا النموذج مفيداً أكثر للكائنات الموسمية التكاثر كالحشرات والنباتات.

ان معدل الزيادة مهما كان صغيراً ($\lambda = 2$ مثلاً) فان الزيادة سوف تكون كبيرة بعد ثلاثة أو أربعة أجيال خاصة وان خصوبة الحشرات عادة هي بين 100 إلى 200 بيضة. ان هذا يفسر أيضاً لماذا نرى ان حشرات هي غير ظاهرة للعيان تظهر فجأة وبشكل سائد وذلك لأن العوامل التي تؤثر كثيراً على معدل الزيادة أو التي تؤثر على الإناث فتجعلها باعداد قليلة، تزول هذه العوامل فتوفر الظروف التي تكثر الاعداد بشكل هائل ومضر.



الشكل (3-6): نمو المجتمع في حالة التكاثر الموسمي حين تموت جميع أفراد الجيل السابق قبل موسم التكاثر اللاحق.
(N هو عدد الأفراد للأجيال المختلفة، λ هي معدل الزيادة للأفراد في الجيل الواحد).

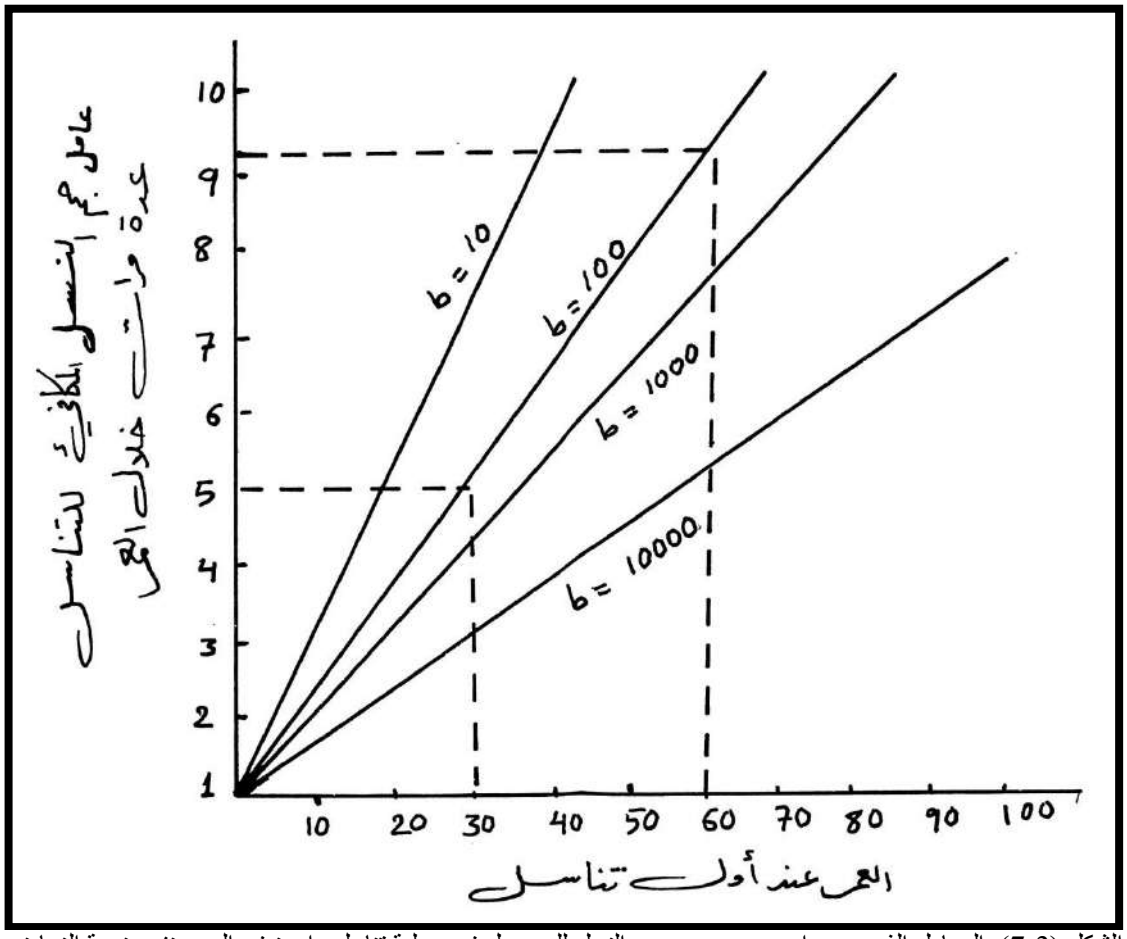
ويكون وصف وحساب نمو المجتمع معقداً عندما تكون الأجيال متداخلة حيث يجب ان نعرف:

أ. ما هو عدد النسل الذي تنتجه الأنثى بالمعدل في كل فترة من عمرها.
ب. عدد الأفراد الموجودين في كل عمر أو في كل فئة من الأعمار.

ويمكن ان تبسط الحالة بتتبع الإناث فقط في المجتمع لأننا عندما نعرف عدد الإناث في المجتمع والنسبة الجنسية فمن السهولة حساب عدد الذكور والعدد الكلي.

تأثيرات الانتخاب الطبيعي على نسبة الزيادة في المجتمع (r):

ان نسبة الزيادة (r) لا تبقى ثابتة للمجتمع أو النوع خلال فترات طويلة من الزمن وانما يعمل الانتخاب الطبيعي على زيادة r من خلال التغيرات في تاريخ الحياة وبالفروق في التكاثر بين المجتمعات والأنواع. وعند مقارنة التناسل مرة واحدة في العمر Semelparity بالتناسل عدة مرات خلال العمر Iteroparity على نمو المجتمع. الشكل (3-7).

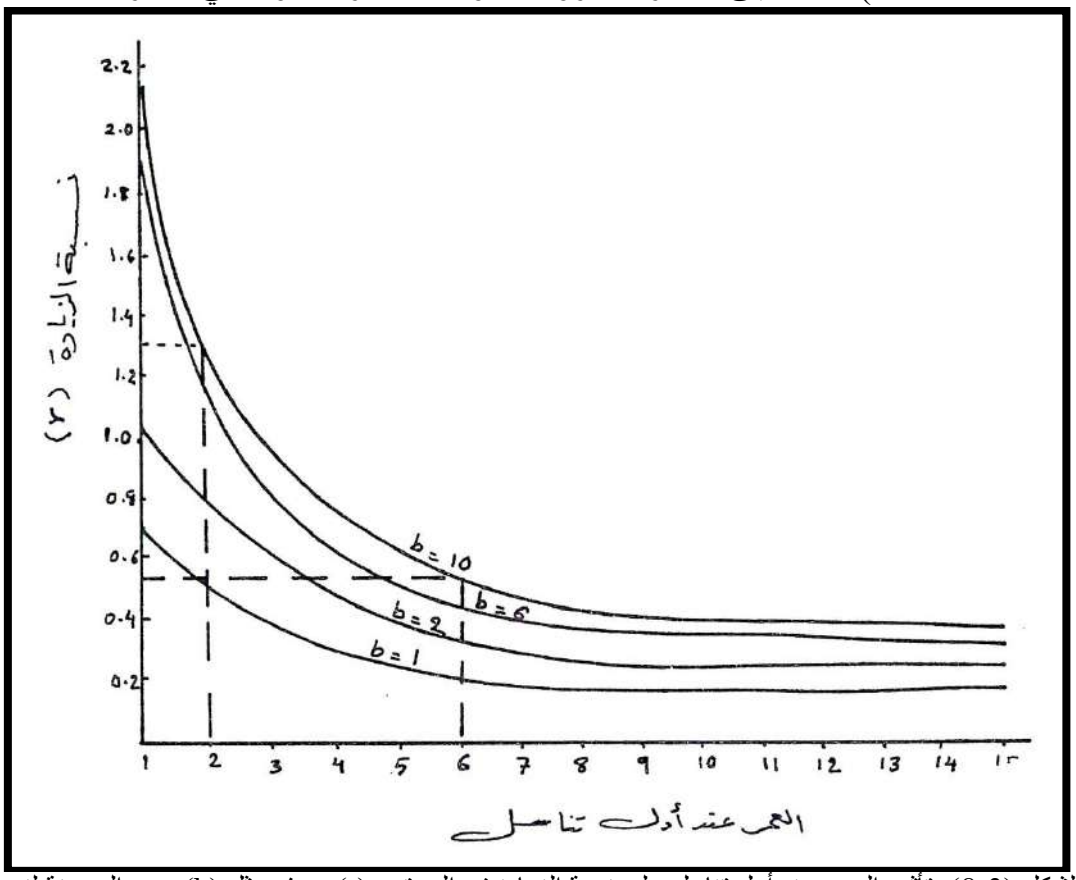


الشكل (3-7): المعامل الذي يجب ان يضرب به حجم النسل للحصول في عملية تناسل واحدة في العمر نفس نسبة الزيادة r التي تنتج من التناسل عدة مرات خلال العمر حيث (b) هي حجم الحضنة.

يمكن حساب عدد البيض الذي يجب ان تضعه أنثى تتناسل مرة واحدة في العمر واحدة في العمر للحصول على نفس نسبة الزيادة في المجتمع (r) لنوع يتناسل عدة مرات خلال العمر. فمثلاً اذا كانت الأنثى من النوع الذي يتناسل عدة مرات في العمر وانها تبدأ بالتناسل في عمر 30 يوم وتضع 100 بيضة في كل حضنة فأن عدد البيض الذي يجب ان تضعه أنثى نوع آخر يتناسل مرة واحدة في العمر للحصول على نفس نسبة الزيادة (r) هو: 500 بيضاً = (معامل حجم النسل في الشكل) 5× (حجم الحضنة من البيض) 100.

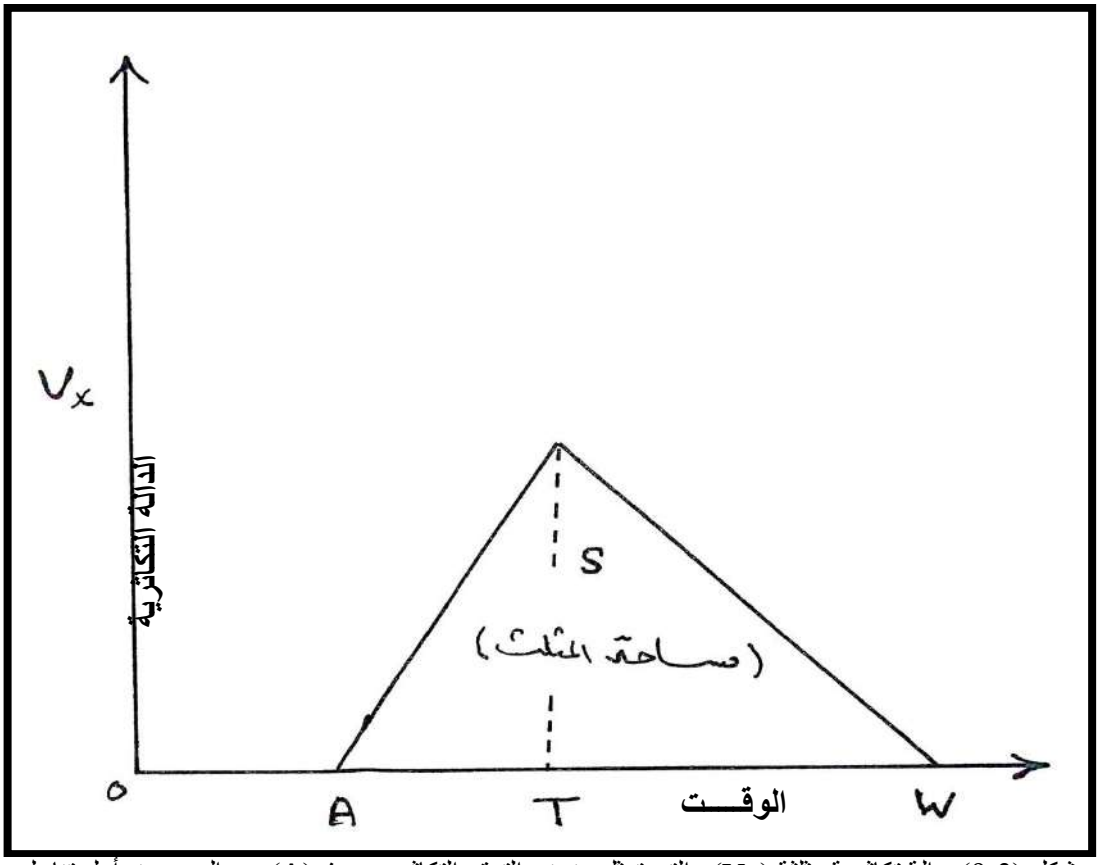
واذا حصل التناسل في عمر 60 يوم وكانت الأنثى من النوع الذي يتناسل عدة مرات خلال العمر وتضع 100 بيضة في كل حضنة فأن الأنثى من النوع الذي يتناسل مرة واحدة في العمر يجب ان تضع 925 بيضة للحصول على نفس نسبة الزيادة في المجتمع r. وهكذا نجد ان عدد البيض الذي تضعه الأنثى التي تتكاثر مرة واحدة يكون أكبر بكثير كلما كان عمرها عند أول تكاثرها أكبر، بينما لا تحتاج الأنثى التي تضع البيض عدة مرات إلا إلى عدد قليل من البيض في كل حضنة للحصول على نفس نسبة الزيادة r.

ودرس Cole عاملاً آخر يؤثر على نسبة الزيادة في المجتمع (r) وهو العمر عند أول تناسل (لاحظ شكل 8-3) فمثلاً عندما يكون حجم الحضنة هو 10 فأن نسبة الزيادة تكون (r=1.28) عندما يحصل التناسل في عمر 2 بينما تكون (r=0.52) اذا حصل التناسل في عمر 6 (أي أن نسبة الزيادة هنا تكون أكثر من الضعيف في حالة التناسل المبكر). ولما كانت فترة التناسل محدودة فأن البلوغ والتناسل المبكرين يكونان مهمين جداً لأن الوقت قصير (فلكل وحدة زمنية قيمتها العالية) اضافة إلى ان فترة الظروف المواتية للتكاثر محدودة هي الأخرى.



الشكل (3-8): تأثير العمر عند أول تناسل على نسبة الزيادة في المجتمع (r) حيث يمثل (b) حجم الحضنة لنوع يتناسل عدة مرات خلال العمر.

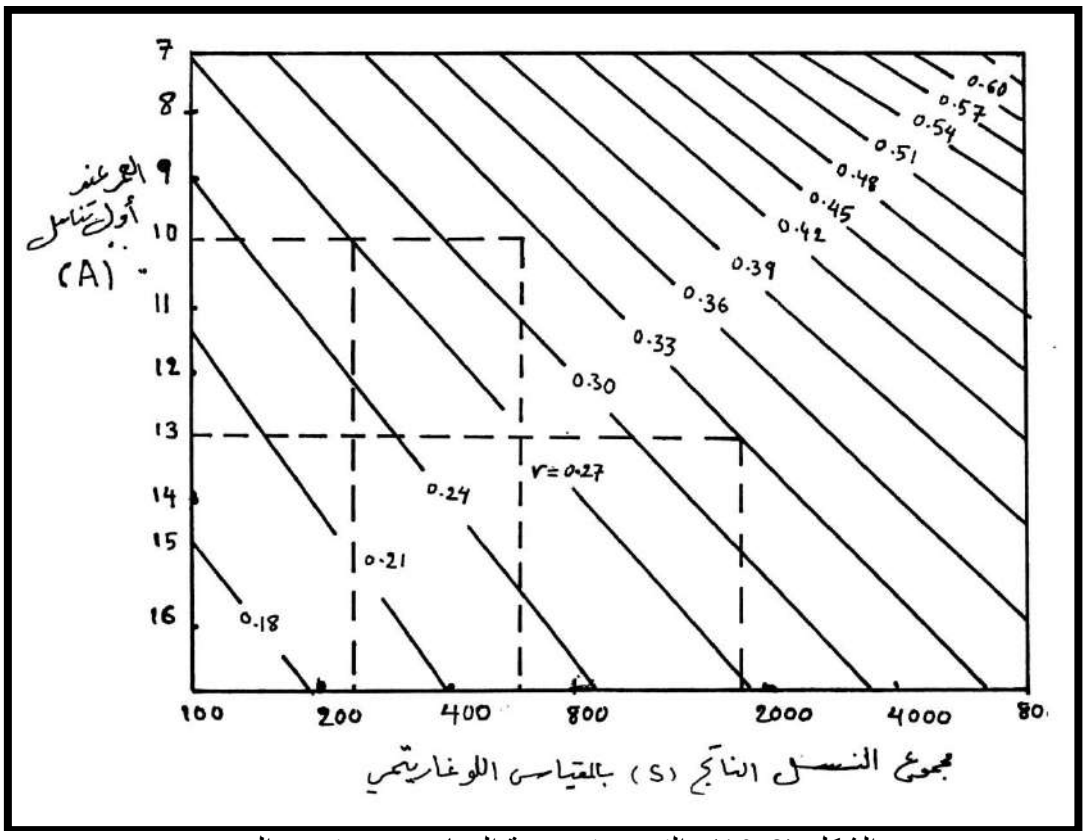
ولتأثير العمر الذي يحصل فيه أول تناسل والوقت الذي تحصل فيه قمة التناسل والعمر الذي ينتج فيه آخر نسل على نسبة الزيادة في المجتمع (r). فوجد أنه يمكن التعبير عن منحني التوقع التكاثري Reproductive Expectation (أي قيمة L_X M_X التي سبق ذكرها في جدول (3-1)) بشكل مثلث كما هو موضح في شكل (3-9). وبتحوير موقع الدالة التكاثرية Reproductive Function بالنسبة للوقت وتغيير شكلها أمكنه حساب تأثير هذه التغيرات على نسبة الزيادة في المجتمع (r)، فمثلاً يمكن مقارنة تأثير النضج الجنسي المبكر مع تأثير طول العمر على نمو المجتمع أو مقارنة تأثير قمة الخصوبة مع تأثير النضج المبكر وهكذا.



شكل (3-9): دالة تكاثرية مثلثة (V_X) والتي تمثل منحني التوقع التكاثري حيث (A) هي العمر عند أول تناسل، (T) هي قيمة الخصوبة، (W) هي العمر عند آخر تناسل، (S) العدد الكلي للنسل الناتج (مساحة المثلث).

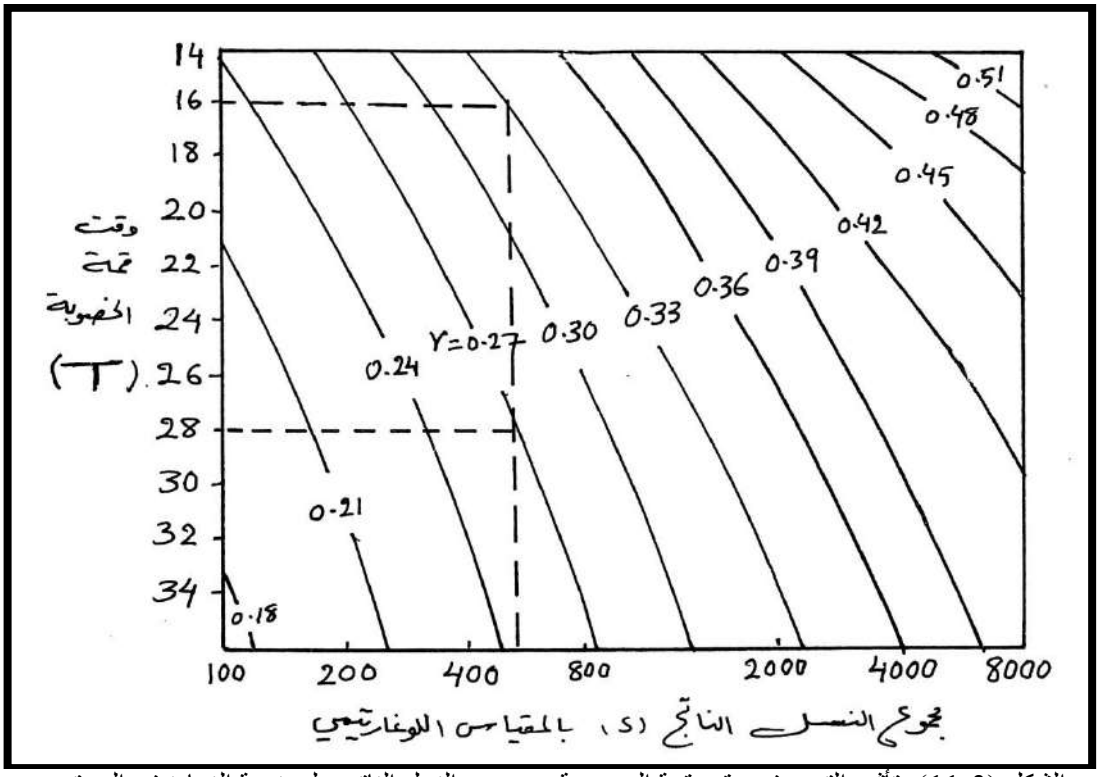
فمثلاً في شكل (3-10) يمكن ملاحظة التغير في نسبة الزيادة (r) عند تغير العمر عند أول تناسل A أو تغير مجموع النسل الناتج (S) أو كليهما. ففي حالة بقاء الخصوبة على قيمة (600) مثلاً وتغير العمر عند أول تناسل من (13) يوم إلى (10) أيام فان نسبة الزيادة في المجتمع تزداد من (0,27) إلى (0,33) تقريباً (يكون ذلك برفع عمود عند نقطة (600) من الاحداثي الافقي وملاحظة تقاطع العمود مع الخطوط المائلة في الشكل على مستويي 13 و10 من الاحداثي العمودي).

وللإبقاء على نسبة الزيادة r على قيمة (0,27)، فان النوع الذي يكون فيه أول تناسل في عمر (10) أيام يجب ان ينتج (260) بيضة فقط بدلاً من (600) وهو توفير كبير للطاقة المصروفة في إنتاج البيض كنتيجة لتبكير بسيط في النضج الجنسي (يمكن إيجاد ذلك بإنزال عمود من نقطة تقاطع الخط الأفقي على مستوى 10 مع الخط المائل 0,27). بينما يجب ان يزداد عدد البيض المنتج إلى (2000) في حالة ابتداء التناسل في عمر (13) يوم لرفع نسبة الزيادة r من (0,27) إلى (0,33) (يمكن ملاحظة ذلك بإنزال عمود من نقطة تقاطع الخط الأفقي على مستوى 13 مع الخط المائل 0,33).



الشكل (3-10): التغيير في نسبة الزيادة r عند تغيير العمر

ويبين شكل (3-11) العلاقة بين وقت قمة الخصوبة ونسبة الزيادة في المجتمع (r). فمثلاً بتقليل وقت قمة الخصوبة من (28) يوم إلى (16) يوم تزداد نسبة الزيادة في المجتمع من (0,27) إلى (0,33) عند بقاء مجموع النسل الناتج كما هو (يمكن ملاحظة ذلك من الخطوط المنقطة في الشكل). ومعنى ذلك ان التكاثر يكون أعلى في المجتمع الذي تبلغ إناثه قمة الخصوبة في وقت أقل حتى وان كان عدد النسل الناتج من كل أنثى ثابتاً.



الشكل (3-11): تأثير التغير في وقت قمة الخصوبة ومجموع النسل الناتج على نسبة الزيادة في المجتمع r.

الإنسان ودوره في تكاثر الحشرات

لقد استطاع الإنسان من خلال عبقريته وقدراته الفذة ان يحدث بعض التغيرات في الطبيعة لصالحه فأنتج الأصناف النباتية الجيدة واستعمل النظم الزراعية النوعية التي تعود عليه بالانتاج الوافر وأكثر ناتجه الزراعي بمقاومة آفاته وذلك باستخدام السموم الكيماوية وانتاج الأصناف النباتية الممتازة والنظم الزراعية العلمية والمقاومة الكيماوية والعوامل الأساسية في الانتاج الزراعي المتطور لإنسان القرن العشرين. ولكن كان عليه ان يدرك بان تغيير المحيط سهل جداً ولكن الصعب جداً هو توجيه هذا التغيير وإدارته بالاتجاه الايجابي دائماً وان مهمته الحقيقية في هذا المضمار هي "ليست احداث التغيير في النظام الزراعي ولكنها السيطرة على التغييرات التي تحدث بأن تكون لفائدة الإنسان دوماً".

ان ازدياد استعمال المبيدات الحشرية منذ الحرب العالمية الثانية أدى ان تكون هذه المبيدات عاملاً مؤثراً في بيئة المجتمعات ويثار السؤال هنا هل ان هذا العامل يختلف عن عوامل البيئة الأخرى التي تسبب الوفيات في المجتمعات. ان تعامل المبيدات كأي عامل من عوامل المقاومة البيئية Environmental Resistance وذلك لان استجابة الكائنات الحية للمبيدات مشابهة لاستجابتها لأي عامل من عوامل الوفيات في المجتمعات. وما يؤكد ذلك ان هناك عدداً من الدراسات التي تشير إلى ان المجتمعات تستجيب لعوامل الوفيات الشديدة بان تزيد وبسرعة نسب الولادات والبقاء حيث يتم التعويض بسرعة عن الوفيات ويحصل نفس الشيء بعد رش المبيدات الحشرية بشكل خاص اذ تستعيد الحشرات اعدادها أو تحصل زيادة كبيرة في اعداد الحشرة المستهدفة أو في اعداد حشرات أخرى لم تكن مهمة قبل استعمال المبيدات.

ومن الأسباب التي تؤدي إلى هذه الزيادة في الأعداد:

أولاً: تقليل الاعداد الطبيعة.

ثانياً: تقليل التنافس على الغذاء فتزيد نسب الولادات والبقاء.

ثالثاً: تقليل الضرر الذي تسببه الآفة للنبات يؤدي إلى تحسين نموه وبالتالي يتحسن تجهيز الغذاء.

هناك أمثلة كثيرة على آفات ظهرت نتيجة استعمال المبيدات فمثلاً الحلم الأحمر Red Spider Mite (*Metatetranychus ulmi*) كافة على أشجار التفاح والاجاص في بريطانيا لم تكن معروفة قبل سنة 1923 حين ابتدأ استعمال زيت القطران أو مبيدات أخرى لمقاومة بعض الآفات على أشجار الفاكهة مثل المن. فأدى رش هذه المبيدات على الأشجار في الشتاء إلى موت المفترسات التي تتغذى على الحلم الأحمر وبذلك ظهرت هذه الآفة الجديدة وأصبح الرش بمبيدات الحلم ضرورياً لمقاومتها مما أدى أيضاً إلى زيادة الاخلال بالتوازن الذي كان موجوداً في السابق.

المشكلة الأخرى التي تنشأ من استعمال المبيدات الحشرية هو ان المقاومة غالباً ما تتطلب رشات متعددة لتقليل أعداد الحشرات التي تعود إلى الزيادة بعد الرش حيث نادراً ما تتم المقاومة بصورة دائمية برشة واحدة. وهذه الرشات المتكررة تؤدي إلى تكيف مجتمع الحشرة للمبيد كما يحصل بالنسبة لتكيف الحشرات إلى أي عامل آخر من عوامل الوفيات. وبالنظر للقابلية العالية للحشرات على التكيف للعوامل التي تسبب وفيات عالية فأن الاستعمال المتكرر والمستمر للسموم الكيماوية سوف لا يؤثر على أعداد الحشرات ويصبح الاحتمال ضعيفاً في التمكن من التغلب على الآفات الحشرية باستعمال المبيدات الكيماوية وبدون تأثيرات سمية شديدة على البيئة التي تعيش فيها كل الكائنات الحية ومن ضمنها الإنسان. لذلك يجب اللجوء إلى طرق المقاومة الحيوية للمحافظة على اعداد توازن واطئة في مجتمعات الحشرات أما بتحوير عوامل البيئة الاحيائية أو بالتغيير الجذري لبيئة الآفة.

لذلك فأن الطرق الأفضل لمقاومة الحشرات هي التي تعتمد على التطبيق الواسع للمعلومات في الوراثة والسلوك الجنسي والجاذبات الجنسية والتوازن الهرموني في الحشرات وغيرها من المعلومات التي تعتمد عليها المقاومة الحيوية. خاصة بعد ان أصبح واضحاً ان الانتخاب الطبيعي يعمل على زيادة قيمة (r) وهي نسبة الزيادة في المجتمع أو قيمة (k) وهي قابلية الاعاشة فيزيد بذلك من ثبات المجتمعات في محيطها كلما حصل أو تكرر هذا الانتخاب.

لقد تبين حتى الآن بأن التكاثر هو العامل الذي يغالب الطبيعة في بقاء النوع وسيادته وأن التأثير على التكاثر سلباً أو ايجاباً يعتبر الهدف الأول للمشتغلين في مقاومة الآفات الزراعية لكي يجعلوا الأعداد المضرة منها دون الحد المؤثر اقتصادياً ويبحثون عن أسباب زيادة أعداد الحشرات المتطفلة والمفترسة للحشرات الاقتصادية فيعالجون بذلك عدد الاناث بشكل أساسي لأنها مصدر الأجيال والاعداد في كل جيل فيجدون السبل التي بواسطتها يقل أو يزيد عدد الاناث الخصبة من خلال التأثير على الظروف الحياتية للحشرة كالتزاوج والخصوبة والسبات. أو تطبيق طرق المقاومة قبل الزيادة العالية لأعداد الآفة أو البحث عن طرق نوعية تفرضها طبيعة وسلوك كل آفة وتطبق وفق برنامج معد بعد دراسة مستفيضة لحياتية الآفة وسلوكها في الطبيعة. ويجب ان لا يغيب عن البال بأنه لا يمكن ان يتشابه نوعان في حياتيتهما وسلوكهما مهما بلغا من تقارب وان لكل حشرة ظروفها الخاصة التي تميزها عن الحشرات الأخرى، وكل ذلك يجعل برامج المقاومة أو التربية نوعية وعالية التخصص.

يتضح مما تقدم أهمية التكاثر وتأثيره في بقاء ونشوء الحشرات وثباتها في الطبيعة. وتنظم الحشرات هذا التكاثر حسب المتوفر في الطبيعة من أسباب بقائها كالغذاء والملجأ وظروف أخرى معروفة فتوازن أعدادها من خلال تنظيم عدد المرات التي تتناسل بها الأنثى وعدد المرات التي تضع بها البيض وتحديد وقت البلوغ (مبكراً أم متأخراً) ووقت التناسل وعدد مراته، تلك العوامل الأساسية في تحديد كفاءة النوع في التناسل وفي الزيادة التي تحصل في مجتمعاته وتوقيت بدء الزيادة العالية للمجتمع وغيرها من حقائق تستنبط بدقة من قبل الباحثين في هذا المجال ومن جداول الحياة المعدة لها لهذا الغرض ليتسنى على ضوئها وضع برنامج علمي يحد تطبيقه من تأثير تلك الآفة. أو، بالمقابل، توضع برامج للحشرات النافعة التي تستعمل في المقاومة البايولوجية للحشرات الاقتصادية حتى يزداد عدد أفرادها بشكل يؤهلها لأن تكون عنصراً أساسياً ومؤثراً في المقاومة البايولوجية. كما يمكن مقارنة الآفات المتزامنة على ضوء

الحقائق المتحصلة من جداول الحياة، لتحدد اولويتها وخطورتها وذلك بمقارنة تكاثرها في فترة معينة (جيل أو موسم) معتمدين بشكل خاص على تعيين نسبة الزيادة (r) في أعداد هذه الآفات ووقت بلوغ الإناث والتناسل وغيرها.

ان مقدار نسبة الزيادة (r) كبيرة كانت أم صغيرة لها دلالات بيئية وبايولوجية على طبيعة وجود الحشرات في الطبيعة فإذا كانت قيمة (r) كبيرة مثلاً فإنها تدل على ان هذه الحشرة فيها احتمال ان تكون وبائية عند توفر الظروف الملائمة أو تركت بدون مقاومة (وبعكسه لا يمكن ان تكون وبائية مهما توفرت لها من ظروف عندما تكون قيمة (r) صغيرة)، كما تدل القيمة الكبيرة لنسبة الزيادة هذه على ان تأثير البيئة على مجتمعات هذه الحشرة يكون كبيراً. وتدل (r) الصغيرة للحشرات الاقتصادية المهمة ان نشوء هذه الحشرات وتمركزها وتكيفها في الطبيعة كبيراً وان قابليتها الاعاشية (k) هي كبيرة أيضاً.

تأثير عوامل البيئة في الحشرات

أن عوامل البيئة المنظمة للمجتمع والمؤثرة على الكائنات الحية الموجودة فيها مقسمة كما هو معروف إلى قسمين:

أولاً: العوامل المعتمدة على كثافة المجتمع Density-dependent factors

ثانياً: العوامل المستقلة عن كثافة المجتمع Density-independent factors

فالعامل المعتمد على الكثافة هو أي عامل يزداد فيه التأثير الضار، أو يقل فيه التأثير المفيد، عند زيادة كثافة المجتمع. وبالعكس فان أي عامل لا يظهر في تأثيره على المجتمع أية علاقة بكثافة ذلك المجتمع يكون عامل مستقل عن الكثافة ولكن البعض يقول بأنه لا يوجد أي مكون للبيئة يكون تأثيره مستقلاً تماماً عن كثافة المجتمع بينما تعتبر النظرية القديمة ان العوامل التي تنظم المجتمع هي العوامل المعتمدة على كثافة المجتمع. الا انه لا يوجد سبباً لاعتبار العوامل المعتمدة على كثافة المجتمع ذات أهمية خاصة أو استثنائية.

ان العوامل المهمة التي تنظم المجتمع بطريقة تعتمد على الكثافة هي:-

1- **الافتراس والتطفل:** هناك أمثلة كثيرة على ان المفترسات والمتطفلات هي ذات تأثير على تحديد أعداد الحشرات والكائنات الأخرى فمثلاً السيطرة الطبيعية على أعداد الحشرات من قبل الطيور وكذلك من قبل حشرات أخرى مفترسة أو متطفلة على حشرات اقتصادية مهمة.
2- **الغذاء:** عند زيادة كثافة المجتمع يصبح الغذاء المناسب نادراً أكثر فأكثر وينتج عن ذلك زيادة في الوفيات ونقصاً في التكاثر ويتداخل تأثير المفترسات والمتطفلات مع الغذاء فمثلاً الحشرة الفريسة تكون غذاء للحشرة المفترسة وبقلتها تقل أعداد الحشرات المفترسة ويقل نفعها وتأثيرها.
3- **المكان:** ويصبح المكان الملائم للعيش أو للتناسل محددا أكثر وأكثر مع زيادة الأعداد لذلك يحاول الكائن الحي إيجاد أفضل الأمكنة التي تجهز غذاءاً أوفر وحماية جيدة للعيش والتكاثر ويتأثر المكان بدرجة كبيرة بتجهيز الغذاء.

أما العوامل التي تنظم المجتمع بطريقة مستقلة عن الكثافة فأهمها الطقس Weather حيث ان الطقس يقتل أعدادا لا ترتبط بكثافة المجتمع لأن تأثيره يكون في مدى واسع جداً تقع ضمنه آلاف الأنواع من الكائنات الحية وبهذا فإن تأثير الطقس واسعاً وشاملاً ومحدداً فقط بالفصول السنوية وبهذا يؤثر على كثافة المجتمعات ولا يتأثر بها. وهكذا فأن الكائنات الحية تنظم تكاثرها ونمو مجتمعاتها حسب ما يلائمها من الظروف المناخية بحيث تضمن في تلك الفترة وجود وفرة من الغذاء والمكان وقلة في التنافس. واذا ما استمرت هذه الفترة المناخية الجيدة بشكل اعتيادي فان هذه الحشرة تصبح باعداد سائدة في الطبيعة ومضرة اقتصادياً. أما اذا جاء هذا الانفراج المناخي بشكل استثنائي فان فورانات كثيرة في مجتمعات الحشرات تحصل وتحصل معها موجات وبائية تجتاح مناطق كثيرة. ان هذا يؤكد تأثير الظروف المناخية على مجتمعات الحشرة ولا تتأثر هذه الظروف من جانبها بكثافة مجتمعات الحشرات مهما بلغت من وفرة أو غزارة. كما يؤكد ان العوامل غير المعتمدة على الكثافة تتقدم في أهميتها في تنظيم المجتمعات على العوامل المعتمدة على الكثافة.

ان جميع العوامل التي ذكرت أعلاه هي عوامل خارج المجتمع وهناك عوامل أخرى داخل المجتمع ربما تعتمد جميعها على كثافة المجتمع ومنها:-

أولاً: تأثيرات مرضية بسبب التزاحم كالاجهاد وأمراض الصدمة... الخ.

ثانياً: عمليات ذات مكون وراثي مثل الزيادة المعتمدة على الكثافة في نسبة الافراد الأقل حيوية ولاديا وفي السلوك العدائي للافراد ان الأفراد التي لم تنتخب تحت ظروف التنافس ضمن النوع

يحتمل ان تكون متسامحة مع بعضها وان أفراداً مثل هذه يجب ان تصل إلى كثرة غير اعتيادية قبل ان يحصل الانتخاب. ان هذه الكثرة تحصل عندما:-

1. تغزو مناطق جديدة بالانتشار.
2. يزال عامل موجود للوفيات العالية.
3. تختزل المجتمعات كثيراً بالنكبات الطبيعية أو الاصطناعية.

في المجتمعات الوفيرة تكون الأفراد العدائية أكثر مواءمة نسبياً ولكن بتناقص المجتمع تصبح هذه الصفة لا تكيفيه لانها تكون على حساب المجتمع الطبيعي بجانب تبذيرها للطاقة.

تأثير درجة الحرارة في الحشرات:

ان مدى درجات الحرارة التي تتحملها الحشرات هو أكثر من المدى الذي تتحمله الحيوانات الأخرى ويتراوح هذا المدى بين (1,7) و(55) درجة مئوية، كذلك فأن المدى الملائم من درجات الحرارة بالنسبة للحشرات يكون أوسع من المدى الملائم للحيوانات الأخرى وقد يتجاوز (20) درجة مئوية، ومن الملاحظ ان درجات الحرارة المفضلة تختلف بالنسبة للأنواع المختلفة من الحشرات وكذلك تختلف بالنسبة للمجتمعات المختلفة ضمن النوع الواحد حسب درجة الحرارة في المحيط الذي توجد فيه هذه الأنواع أو المجتمعات بصورة طبيعية.

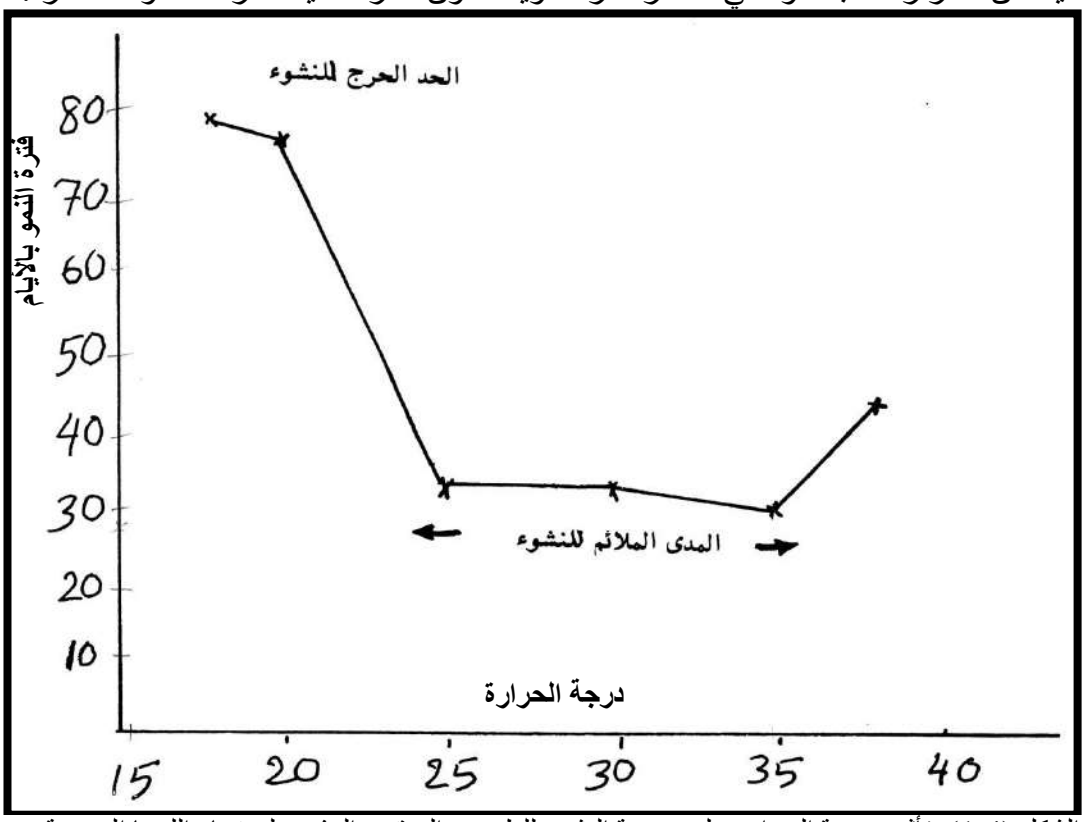
ومن الواضح انه لا يمكن فصل تأثير درجة الحرارة تماماً عن تأثير الرطوبة على الكائنات الحية لأن التغيرات في درجة الحرارة في الطبيعة ترافقها عادة تغيرات في الرطوبة أيضاً ولكن يمكن ملاحظة تأثيرات لدرجة الحرارة على ظواهر الانتشار وسرعة النشوء والخصوبة في الحشرات وهو ما سنأتي على ذكره بالتفصيل فيما يأتي:

أولاً: تأثير درجة الحرارة على الانتشار: يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى تحفيز الجراد الصحراوي مثلاً على الهجرة الجماعية عندما تكون كثافة المجتمع عالية وكذلك يؤدي بصورة عامة إلى انتشار الحشرات إلى المناطق التي تتوفر فيها درجة الحرارة المفضلة أي عندما ترتفع درجة الحرارة عن حد معين فأن ذلك يزيد من نسبة الحشرات المنتشرة. وأن الحرارة تؤثر على نشاط نحل العسل حيث تجمع الشغالات اللقاح في فترة الصباح بينما تركز نشاطها مساء في جمع الرحيق حيث يتوافق نشاطها مع الحرارة المعتدلة صباحاً ومع الحرارة وطبيعة تفتح الأزهار ونثر حبوب اللقاح وافراز الرحيق في فترة ما بعد الظهر. ووجد ان نشاط النحل يقل في أشهر الصيف ويزداد في أشهر الخريف والربيع.

ثانياً: تأثير درجة الحرارة على سرعة النشوء Rate of Development : تزداد سرعة نشوء الحشرات بارتفاع درجة الحرارة إلى ان تصل إلى حد معين حيث يصبح تأثير درجات الحرارة العالية بعد ذلك عكسياً كما ان النشوء يتوقف اذا انخفضت درجة الحرارة عن حد معين والذي يعرف بالحد الحرج للنشوء Threshold of development وفي دراسة حول تأثير درجات الحرارة والرطوبة النسبية على خنفساء اللوبياء الجنوبية *Callosobruchus maculatus* وجد ان الحد الحرج لنشوء هذه الحشرة في الطورين اليرقي والعذري هو (18) درجة مئوية عندما تكون نسبة الرطوبة (75%) حيث كانت فترة النمو لهذين الطورين (79) يوماً ثم زادت سرعة النشوء بارتفاع درجة الحرارة إلى ان وصلت إلى (35) درجة مئوية حيث أصبحت فترة النمو للطورين (28) يوماً ثم انخفضت سرعة النشوء بعد ذلك إلى ان توقفت في درجة حرارة (40) مئوي (شكل 1-4). ويعتبر الحلم من أشد الآفات الزراعية حساسية للحرارة فقد بلغت دورة حياة حلم الرمان الكاذب *Tenupalpus punicae* حوالي (29) يوماً على 25°م بينما بلغت حوالي (17) يوماً على درجة (33°م).

ويختلف التأثير النسبي لدرجة الحرارة على سرعة النشوء في أطوار النمو المختلفة للحشرة. كما يتطلب كسر السبات الشتوي في الحشرات عادة مدى من درجات الحرارة أقل من المدى الملائم للنشوء.

ان الحشرات تتعرض في الطبيعة إلى تذبذبات في درجة الحرارة تؤثر على سرعة نشوئها حتى وان تعرضت بعد ذلك إلى درجات حرارة ملائمة. وقد يحصل النشوء في الحشرة على الرغم من تعرضها إلى تذبذبات متطرفة في درجات الحرارة وبشرط ان لا تتعرض الحشرة إلى درجات حرارة قاسية لفترة طويلة. ولكن تأثير درجات الحرارة المتذبذبة على سرعة النشوء للحشرة قد يختلف عن تأثير درجة الحرارة الثابتة المساوية لمعدل الدرجات الحرارية المتذبذبة، حيث ان الحرارة الثابتة أو التي تستمر لفترة طويلة تكون أكثر تحديداً لسرعة نشوء الحشرة.



الشكل (4-1): تأثير درجة الحرارة على سرعة النشوء للطورين اليرقي والعذري لخنفساء اللوبيا الجنوبية عندما تكون نسبة الرطوبة (75)%.

ثالثاً: تأثير درجة الحرارة على الخصوبة: يكون تأثير درجة الحرارة على خصوبة إناث الحشرات مشابهاً لتأثيرها على سرعة النشوء في وجود مدى معين من درجات الحرارة تكون فيه الخصوبة على أقصاها ثم تنخفض الخصوبة اذا انخفضت أو ارتفعت درجة الحرارة عن هذا المدى. وقد يؤدي التعرض إلى تذبذب في درجة الحرارة ضمن المدى الملائم من درجات الحرارة إلى زيادة الخصوبة في الحشرات ولكن تعرضها إلى درجات حرارة عالية غير ملائمة في أطوارها الأولى قد يؤدي إلى عقمها عند البلوغ.

رابعاً: التأثير المميت لدرجات الحرارة خارج المدى الملائم: ويشمل ذلك التأثير المميت لدرجات الحرارة المنخفضة وللانجماد ولدرجات الحرارة العالية.

أ- التأثير المميت لدرجات الحرارة الواطئة:

يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار بالنسبة لهذا التأثير التداخل بين درجة الحرارة الواطئة ومدة التعرض لها حيث ان نسبة الوفيات التي تحصل تعتمد على كل من مدة التعرض ودرجة الحرارة.

ان درجة الانجماد للأنسجة في معظم الحشرات تتراوح بين درجة ودرجتين مئويتين تحت الصفر واذا تعرضت مجموعة من الحشرات إلى درجة حرارة أقل من درجة الانجماد

للأنسجة فان قسماً منها سوف ينجمد وقسماً منها لا ينجمد بسبب حصول ما يعرف بتحت التبريد Supercooling فإذا كانت هذه الحشرات من النوع الذي لا يقاوم الانجماد فان جميع الحشرات التي يحصل لها انجماد تموت. ولكن بعض الحشرات التي لم تنجمد تموت أيضاً اذا كان التعرض إلى درجة الحرارة الواطئة لمدة طويلة واذا كانت تلك الحشرات من الأنواع التي لا يحصل لها سبات. فمثلاً وجد ان التعرض لمدة (15) دقيقة إلى درجة حرارة (15) تحت الصفر المئوي يمكن ان تكون مميتة لبالغات خنفساء الطحين *Tribolium spp.* حتى ولو ان أنسجتها لم يحصل فيها انجماد. اما إذا كانت الحشرات من الأنواع التي يحصل فيها سبات شتوي فان الأطوار السابتة تكون أكثر مقاومة لدرجات الحرارة المنخفضة من الأطوار غير السابتة. وهذا ما يفسر أهمية السبات بالنسبة للحشرات في مقاومة الظروف القاسية.

يمكن تقسيم الحشرات إلى ثلاث مجموعات حسب مقاومتها للبرودة Cold-Hardiness.

1. الحشرات التي تموت مباشرة اذا انخفضت درجة الحرارة عن الحد الأدنى الملائم للنشوء الطبيعي لهذه الحشرات مثل الجراد.
2. الحشرات التي تصبح في حالة سكون Quiescence عند تعرضها إلى البرودة وهذه الحشرات تستطيع ان تقاوم البرودة لفترات طويلة ويمكنها ان تعاود النشوء في أي وقت تصبح فيه درجة الحرارة ملائمة لذلك مثل عذارى حشرة الهيليوتش *Heliothis armigera*.
3. الحشرات التي يكون فيها طور سبات شتوي Hibernation وهي تقاوم البرودة فقط عندما تكون في هذا الطور كما في أكثر حشرات المناطق المعتدلة، ولذلك فان هذه الحشرات تكون غير مقاومة للبرودة في الربيع بعد انتهاء فترة السبات الشتوي وقد تموت الحشرات في هذا الوقت بموجة برد مفاجئة بينما تكون قد قاومت البرودة الشديدة في الشتاء.

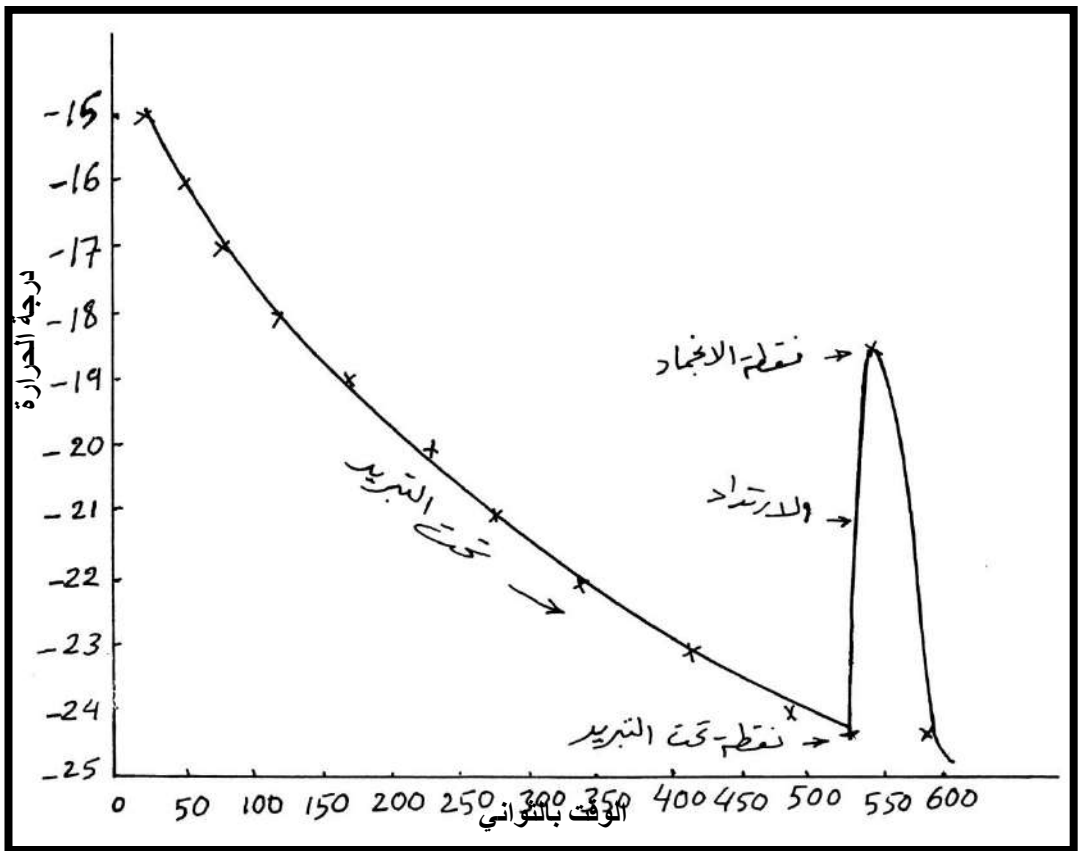
من هذا تتبين أهمية درجات الحرارة المنخفضة في تحديد الزيادة الطبيعية في اعداد الحشرات وفي أهمية المكان الذي تختاره الحشرات للسبات الشتوي في وقايتها من التعرض إلى درجات حرارة منخفضة جداً تؤدي إلى موتها.

ان النسبة المئوية للسوائل في وزن الحشرة والتي تسمى بمعامل السائل Sap Coefficent وهي عادة دورها في تحمل الحشرة للحرارة الواطئة حيث كلما كان معامل السائل في الحشرة صغيراً زاد تحملها للبرودة.

$$\frac{\text{الوزن الكلي للحشرة} - \text{وزنها الجاف}}{\text{الوزن الكلي للحشرة}} \times 100$$

ب- التأثير المميت للانجماد:

من خواص الماء في الأنسجة الحية بقاءه بحالة غير منجمدة عند تعريض هذه الأنسجة إلى درجات حرارية تحت الصفر المئوي وتعرف هذه الظاهرة بتحت التبريد Super cooling وسببها وجود الماء في أنظمة غروية في أجسام الكائنات الحية. وعند وصول التبريد إلى نقطة معينة تعرف بنقطة تحت التبريد Under cooling point (والتي تقع عادة بين 20 إلى 25 درجة مئوية تحت الصفر) يحصل انجماد فجائي للماء الموجود في الأنسجة الحية وينتج عن ذلك ارتفاع فجائي في درجة حرارة النسيج يعرف بالارتداد Rebound حين تتحرر الحرارة الكامنة للانجماد ثم يستمر انخفاض درجة الحرارة بعد ذلك (شكل 2-4).



الشكل (4-2): التأثير المميت للانجماد

ان الانجماد الذي يحصل عند الارتداد يؤدي إلى الموت في معظم الأنواع.

ان الأنظمة الغروية تزيد من تقيد الماء الموجود في الخلية فيتحمل بذلك درجات الحرارة الواطئة جداً بدون انجماد ويزداد الماء المقيد عادة في حالة السبات وفي المناطق الباردة وفي حشرات المواد الجافة والعكس صحيح.

جـ- التأثير المميت لدرجات الحرارة العالية:

من الصعب دراسة تأثير درجات الحرارة العالية بصورة مستقلة عن تأثير الرطوبة حيث ان درجات العالية يصاحبها عادة زيادة في التبخر وبذلك قد يصبح الضرر من التبخر أكثر من تأثير الحرارة العالية وخاصة في المناطق الجافة.

ولكن في دراسة على يرقات ذبابة الفاكهة من جنس *Anastrepha* أمكن دراسة تأثير درجات الحرارة العالية على بقاء هذه الحشرات وقابليتها على اكمال دورة حياتها لان اليرقات تكون محاطة بالمحتويات العصرية للثمرة فوجدا ان الوفيات من الحرارة العالية كانت طفيفة إلى حوالي (40) درجة مئوية ولكن التعرض لمدة أربع ساعات إلى (42) درجة مئوية أدى إلى موت نصف اليرقات وماتت جميع اليرقات بعد التعرض إلى (46) درجة مئوية لمدة أربع ساعات. وفي حالة اليرقات الباقية بعد التعرض إلى درجة الحرارة العالية ظهرت تأثيرات سلبية متأخرة على هذه اليرقات نتيجة التعرض إلى الحرارة العالية. وحتى بالنسبة للحشرات المتكيفة لدرجات الحرارة العالية فانها تتأثر بدرجات الحرارة التي تزيد عن (50) درجة مئوية وهذا يبين أيضاً أهمية درجات الحرارة العالية في تحديد الزيادة الطبيعية في اعداد الحشرات.

ويمكن بيان تأثير درجات الحرارة المختلفة على الحشرات بصورة عامة حسب التدرج الآتي:-

المحاضرة السادسة

60 درجة مئوية درجة الحرارة المميتة القصوى (الموت يحدث سريعاً).
55 درجة مئوية درجة الحرارة العالية المميتة (الموت يحدث بسرعة أقل من سابقتها).
50 درجة مئوية منطقة السبات الحراري (كما في السبات الصيفي).
45
40 درجة مئوية منطقة ركود حراري (حيث يكون نشاط الحشرة قليلاً جداً).
35 درجة مئوية درجة النشاط القصوى (حيث يقل نشاط الحشرة فوق هذه الدرجة).
30
25 درجة مئوية منطقة الحرارة الملائمة لنشاط الحشرة (حيث يبلغ نشاط درجة مئوية
20 الحشرة أقصاه حسب الحشرات المختلفة وتكيفاتها البيئية).
15 درجة مئوية بداية منطقة الخمول البرودي (حيث يبدأ عندها السبات الشتوي).
-15 درجة مئوية بداية الحرارة الواطئة المميتة.

ونظراً للاختلاف الكبير بين الحشرات وللتداخل الشديد بين الحرارة وعوامل المحيط الأخرى فان التدرج الحراري لا يحدث في الطبيعة بهذه البساطة انما تختلف الحشرات في استجابتها لحركة درجات الحرارة إلى الأعلى أو إلى الاوطأ حسب علاقة الحرارة مع الظروف البيئية الأخرى.

تأثير الرطوبة في الحشرات:

يجب ان تحافظ معظم الكائنات الحية على نسبة معينة من الماء في أجسامها ولذلك يجب ان يكون هناك توازن بين أخذ الماء وفقده وبالتالي أصبح عامل الرطوبة مهما في حياة وتوزيع الكائنات الحية ومنها الحشرات.

ولكن الحشرات تتميز بامكانية العيش في بيئات ذات رطوبة متذبذبة لأن الأطوار المختلفة من حياتها تتطلب مستويات مختلفة من الرطوبة وبصورة خاصة الحشرات التي يحصل فيها طور راحة Diapause[1] أثناء دورة حياتها حيث ان المحتوى المائي للأنسجة ينخفض عند بدء طور الراحة وبذلك تستطيع هذه الحشرات مقاومة ظروف الجفاف التي يمكن ان تكون مميتة بالنسبة للأطوار النشطة من حياتها. كذلك فأن الحشرات تتميز عن الحيوانات الأخرى بامتلاكها كيوتكل غير نفاذ للماء مما يقلل تبخر الماء من أجسامها. ان عدم نفاذية كيوتكل الحشرات للماء يعود إلى وجود طبقة شمعية على الرغم من كونها رقيقة لا يزيد سمكها عادة عن ربع مايكرون ولكن يحصل منها تبخر للماء من جسم الحشرة وكذلك من الفتحات التنفسية وقد دلت كثير من التجارب على أن سرعة التبخر خلال الكيوتكل والفتحات التنفسية تزداد بانخفاض الرطوبة النسبية في كل درجة من درجات الحرارة كذلك وجد في هذه التجارب ان سرعة التبخر تزداد خلال الكيوتكل فوق درجة (30) مئوي بسبب ذوبان الشمع في الكيوتكل في درجات الحرارة العالية وتعرف درجة الحرارة بدرجة الحرارة الحرجة Critical Temperature. تختلف درجة الحرارة الحرجة للأنواع والمجتمعات وكذلك للأطوار المختلفة من الحشرات حسب تركيب الطبقة الشمعية في الكيوتكل وكذلك حسب تكيف الحشرة للمحيط.

لكل نوع أو مجتمع من الحشرات مدى ملائم من الرطوبة وقد يختلف هذا المدى باختلاف العوامل الأخرى في المحيط كدرجة الحرارة أو الضوء أو حركة الهواء أي ان هناك تداخلاً في تأثير هذه العوامل مع بعضها البعض. ويكون الخطر من قلة الرطوبة هو الجفاف بينما في حالة كثرة الرطوبة يكون الخطر من كثرة نمو الفطريات والبكتريا وكذلك غرق الحشرة اذا كانت الرطوبة الزائدة بشكل ماء.

التأثير المميت للجفاف:

يعتمد تأثير الجفاف على الحشرات على عاملين هما:

أولاً: السرعة التي يتبخر بها الماء من جسم الحشرة في الظروف الجافة، فمثلاً الحشرات التي تعيش في المناطق الجافة تفقد الماء من جسمها بشكل بطيء بالمقارنة مع الحشرات التي تعيش في المناطق الرطبة عندما تتعرض المجموعتان إلى ظروف جفاف متشابهة.

ثانياً: مقدار الجفاف الذي يمكن ان تتحمله الحشرة في أنسجتها، فمثلا الحشرات التي تكون في سبات صيفي Aestivation تستطيع ان تتحمل فقدان نسبة كبيرة من الماء الموجود في الأنسجة وربما لعدة أشهر بينما لا تتحمل الحشرات في الأطوار النشطة من حياتها الجفاف لفترات طويلة وخاصة اذا كان الجفاف مصحوباً بدرجات حرارة عالية. ومن ناحية أخرى فان بعض الحشرات قد تصبح في حالة سكون Quiescence عند تعرضها إلى الجفاف مثل خنفساء البطاطا التي

---

[1] طور الراحة Diapause يقصد به بطء النشوء الذي يرافق الانخفاض في النشاط الميتابوليكي للحشرة في أطوار معينة من حياتها وبغض النظر عن التأثير البيئي. وطور الراحة يكون في مرحلة من مراحل حياة الحشرة فهو في طور البيضة في دودة الحرير والطور اليرقي في حفار ساق الذرة والطور البالغ في سوسة الجت. وتمر معظم الحشرات في طور راحة أثناء وجود العذراء داخل الشرنقة.

تدفن نفسها في التربة ويمثل هذا تكيفاً بقائياً لهذه الحشرة في المناطق المعرضة للجفاف وتعاود هذه الحشرة نشاطها حال زوال الجفاف.

التأثير المميت للرطوبة العالية:

من المعروف ان الرطوبة العالية تحد من انشار كثير من الحشرات كما هي بالنسبة للجراد. كذلك من الواضح ان هناك تداخلاً بين تأثيري الغذاء والرطوبة فان نمو النبات يعتمد على توفر الرطوبة الملائمة للنبات. ولكن أهم تأثير لزيادة الرطوبة على الحشرات هو زيادة انتشار الأمراض الباكترية والفطرية.

تأثير الرطوبة على الخصوبة:

هناك مدى معين من الرطوبة النسبية يكون فيه عدد البيض الموضوع من قبل الأنثى في كثير من الحشرات على أقصاه وتقل الخصوبة اذا قلت أو زادت الرطوبة النسبية عن هذا المدى الملائم لوضع البيض كما في الجراد كما ويحصل تداخلاً بين تأثير درجة الحرارة والرطوبة النسبية بالنسبة للخصوبة كما في سوسة الرز وحشرات أخرى.

تأثير الرطوبة على سرعة النشوء:

يختلف تأثير الرطوبة على سرعة النشوء باختلاف نوع الحشرة فحوريات الجراد مثلاً تكون سرعة النشوء فيها عالية في مدى متوسط من الرطوبة النسبية يتراوح بين 50% و70% ثم تقل سرعة النشوء فيها اذا قلت أو زادت الرطوبة النسبية عن هذا المدى بينما هناك أنواع أخرى من الحشرات لا تتأثر سرعة النشوء فيها بالرطوبة النسبية كما في عذاري دودة الحرير التي تكون فيها سرعة النشوء متساوية عندما تتراوح الرطوبة بين 20% و80%.

وان هناك تلازماً بين درجات الحرارة والرطوبة النسبية في تأثيرهما على دورة حياة وسلوك الحشرات حيث ان المحيط الملائم أو غير الملائم يتحدد عادة بدرجات حرارة ورطوبة نسبية معينة وليس لأحدهما على انفراد.

تأثير الرطوبة والحرارة معا في البيئة على حياة الحشرات:

من المعروف ان دراسة أي عامل من عوامل البيئة بمفرده تكون سهلة في المختبر ولكن في البيئات الطبيعية يؤثر عاملاً الرطوبة والحرارة معا في نفس الوقت مما يستوجب دراستهما مجتمعين معاً.

ويمكن تقسيم البيئات المختلفة حسب درجات الحرارة والرطوبة معاً إلى الأقسام الآتية:-

1- بيئة باردة ذات درجة رطوبة عالية وتدعى: Cold-wet-atmosphere

في مثل هذه البيئة تنخفض بسرعة درجة حرارة جسم الحشرة حتى تصل إلى درجة حرارة البيئة. لان الماء الذي يمثل الرطوبة في مثل هذه البيئة موصل للحرارة ويساعد على فقد حرارة الجسم. وهنا يكون نمو الحشرة بطيئاً.

2- بيئة باردة ذات درجة رطوبة منخفضة: Cold-dry-atmosphere

في هذه البيئة تكون درجة حرارة جسم الحشرة أعلى قليلاً من درجة حرارة البيئة وذلك لأن الجو الجاف يعتبر إلى حد ما ردي التوصيل للحرارة ونتيجة لذلك يكون فقد الماء من الجسم بطيئاً والعمليات الحيوية أسرع قليلاً من البيئة السابقة.

3- بيئة حارة جافة: Warm-dry-atmosphere

في مثل هذه البيئية يزداد تبخير الماء من جسم الحشرة لذلك تلجأ إلى خفض درجة حرارة الجسم إلى الدرجة الملائمة لنشاطها نتيجة لهذا التبخير. واذا استمر التبخر من جسم الحشرة فقد يختل التوازن المائي. واذا استمر الجفاف لمدة طويلة فقد تضطر الحشرة إلى عمليات الأكسدة لتعويض النقص في المحتويات المائية.

4- بيئة حارة رطبة: Warm-moist-atmosphere

توجد هذه البيئة التي يتلازم فيها ارتفاع الحرارة والرطوبة عادة في المناطق الحارة ذات الامطار الكثيرة كما هو الحال في وسط افريقيا مثلاً. ففي هذه البيئة ترتفع درجة حرارة جسم الحشرة حتى تصل إلى درجة حرارة البيئة، وفي نفس الوقت لا تستطيع الحشرة ان تخفض درجة حرارة جسمها نظراً لارتفاع الرطوبة. والنتيجة الطبيعية لتداخل هذين العاملين هي النمو البطيء وقلة التكاثر وقلة أعداد الحشرات في مثل هذه البيئة ولذلك يمكن ان يقال ان درجة الحرارة الواحدة تختلف في تأثيرها على الحشرة باختلاف رطوبة البيئة كما ان درجات الرطوبة يختلف تأثيرها باختلاف الحرارة فالرطوبة المثلى لبعض الحشرات قد تكون مميتة لحشرات أخرى في درجات معينة.

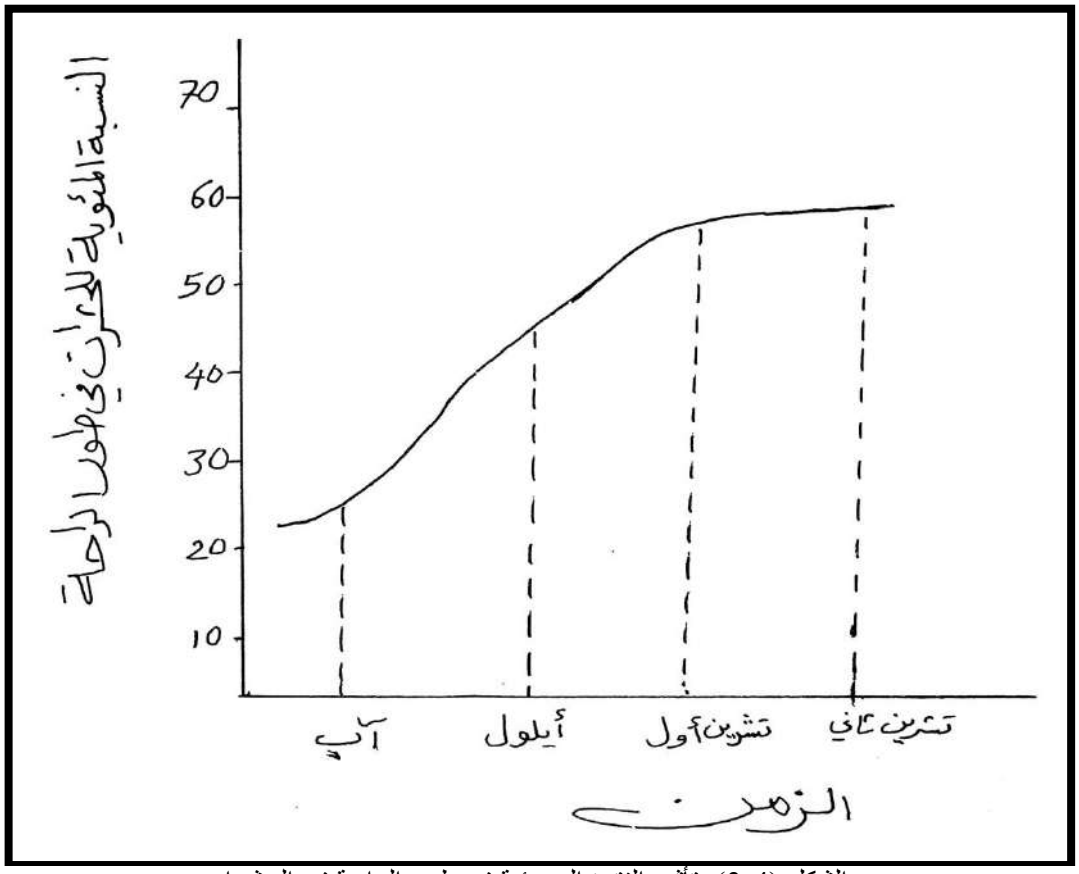
ففي بعض التجارب وجد ان درجة 26°م مع رطوبة 90% كانت درجة مثلى بالنسبة لسوسة المخزن بينما لنفس الدرجة من الحرارة كانت الرطوبة المنخفضة جداً (5%) مميتة لنفس الحشرة.

لذا نجد أنه عند دراسة توزيع الحشرات في بيئة من البيئات فأنه يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار تداخل هذين العاملين معاً في البيئة الطبيعية التي تعيش فيها الحشرة. وتقاوم الحشرة الظروف الجوية أيضا بواسطة كمية الماء الموجود في الخلية وبخاصة بزيادة الماء المقيد (وهو الماء المرتبط بالجزيئات الغروية الدقيقة المنتشرة في سائل الخلية وفي البروتوبلازم) حيث لا يتجمد هذا الماء إلا عند درجة حرارة (°20م) تحت الصفر وهكذا كلما زاد الماء المقيد في الخلية زادت مقاومة الحشرة للظروف القاسية. كما تعمل الدهون على زيادة الماء المقيدة فالحشرات (أو أطوارها) التي تجمع دهوناً أكثر في أجسامها تقاوم الظروف أكثر من غيرها.

تأثير الضوء في الحشرات:

الفترة الضوئية هي الدورة النسبية للضوء والظلام في فترة 24 ساعة. وان هذا الفترة تتناسب مع خطوط الطول والعرض حيث كلما زاد خط العرض ازدادت الفترة الضوئية في اليوم الواحد. ان الضوء متلازم مع الحرارة والرطوبة فقد لا يكون تأثير شدة أو نوعية الضوء مباشراً على الحشرات وانما يكون هذا التأثير ناتجاً عن تغيرات في عوامل المحيط الأخرى كدرجة الحرارة أو الرطوبة أو الغذاء والتي ترافق التغيرات في شدة ونوعية الضوء من ناحية أخرى يكون تأثير التغير في طول الفترة الضوئية Photoperiod هو تحسس التغيرات الموسمية في الظروف المحيطة من قبل الحشرة وبالتالي حصول تزامن بين دورة حياتها وبين الفصول السنوية.

ان أهم التأثيرات هذه هو تنبيه الفترة الضوئية للحشرات لتدخل طور الراحة. فبعد يوم 21 حزيران الذي تكون فيه أطول فترة ضوئية يبدأ تناقص الفترة الضوئية تأثيره بشكل مختلف على الحشرات في التهيؤ لطور الراحة حيث تحصل تغيرات فسيولوجية تنتج عنها زيادة في كمية دهون الجسم وكثرة الأملاح والبروتين وغيرها. ويمكن تقسيم الحشرات في هذا المجال إلى ثلاث مجموعات حسب تأثير طول الفترة الضوئية على حدوث طور الراحة فيها: في المجموعة الأولى ينشأ طور الراحة عند التعرض إلى فترات ضوئية قصيرة كما في معظم الحشرات المعروفة، في المجموعة الثانية يحصل طور الراحة عند التعرض إلى فترات ضوئية طويلة كما في دودة الحرير، وفي المجموعة الثالثة لا يتأثر حصول طور الراحة بالفترة الضوئية كما في ذبابة الغنم Sheep Blowfiy ويوضح الشكل البياني في شكل (3-4) نسبة دخول معظم الحشرات في طور الراحة بتغير الفترة الضوئية.



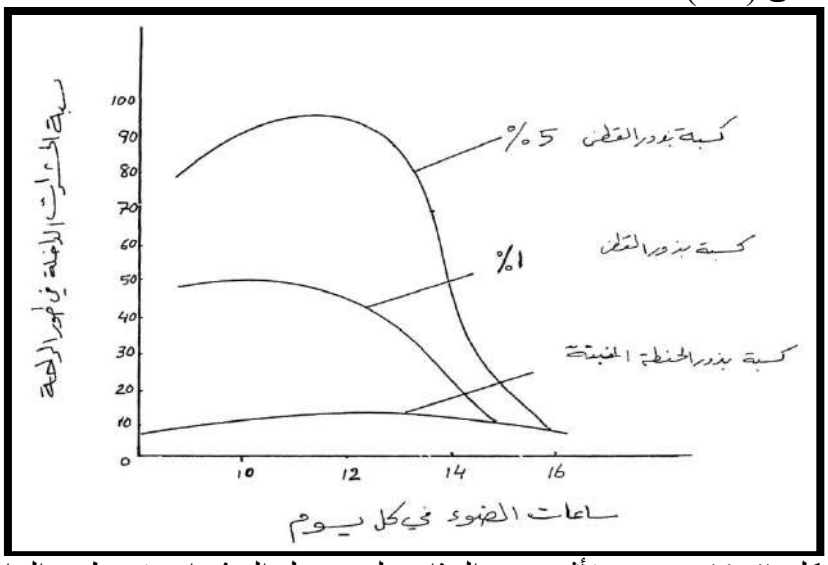
الشكل (4-3): تأثير الفترة الضوئية في طور الراحة في الحشرات

في بعض سلالات دودة الحرير ان جميع إناث الجيل الأول التي نشأت خلال الأيام القصيرة النهار والباردة نسبياً في الربيع وضعت بيوضاً لا تمر بطور راحة بينما إناث الجيل الثاني التي نشأت خلال الأيام الطويلة النهار والدافئة في الصيف وضعت بيوضاً تمر جميعها بطور راحة. وعند حضانة البيوض في فترات ضوئية مختلفة تتراوح بين صفر و(24) ساعة من الضوء كل يوم وتحت درجات حرارة تتراوح بين (15) و(28) درجة مئوية وجد ان جميع البيوض التي تعرضت إلى فترة ضوئية تقل عن (14) ساعة من الضوء كل يوم في درجة حرارة (15) مئوي أنتجت بالغات وضعت جميعها بيوضاً ذات لون فاتح لا تمر بطور راحة بينما البيوض التي تعرضت إلى فترة ضوئية بمقدار (16) ساعة أو أكثر كل يوم أنتجت بالغات وضع منها (30) إلى (70) بالمائة بيوضاً ذات لون غامق تمر بطور راحة. وفي درجة حرارة (20) مئوي كانت النتائج مشابهة ولكن الميل كان أقوى لأنتاج بيوض تمر بطور راحة في كل فترة ضوئية. بينما في درجات الحرارة التي تتراوح بين (24) و(28) مئوي فان جميع البيوض أنتجت بالغات تضع جميعها بيوضاً غامقة تمر بطور راحة. أي ان هناك تداخلاً قوياً بين تأثير الفترة الضوئية ودرجة الحرارة.

وعلى العكس من ذلك ان نسبة متزايدة من يرقات عث الفاكهة الشرقي التي تفقس من البيض بعد منتصف آب (أي عند قصر الفترة الضوئية) تدخل في طور الراحة، حيث يحدث طور الراحة في هذه الحشرة في اليرقة الكاملة النمو ويمكن ان يستمر لعدة أشهر. ومعنى هذا ان نسبة متزايدة من هذه اليرقات تصبح في طور الراحة مبكراً في الخريف وبفترة طويلة قبل ان تصبح درجة الحرارة منخفضة إلى درجة انها تثبط النشوء، وفي هذه الحشرات يكون طور الأطوار اليرقية الأولى. كذلك وجد في هذه الحالة تداخلاً بين تأثير الفترة الضوئية ودرجة الحرارة.

تأثير شدة الضوء على حركة الحشرات:

من المعروف ان بعض الحشرات تتحرك باتجاه الضوء وأخرى تبتعد عن الضوء. فمثلاً عند وضع يرقات براعم التنوب Spruce Budworm في ضوء متدرج في شدة الإضاءة نجد أنها تتحرك مباشرة باتجاه الضوء بينما تبتعد يرقات عث الطحين Flour Moth عن الضوء عند وضعها في نفس الظروف. وقد يكون لسلوك الحشرات بالنسبة لشدة الضوء قيمة تكيفية للحشرة في ظروف المحيط الذي توجد فيه وفي هذه الحالة يوجد تداخل بين تأثير شدة الضوء ودرجة الحرارة وتوفر الغذاء النباتي كما يحصل بالنسبة لتوزيع الحشرات في الأجزاء المختلفة من الغطاء الخضري النباتي. وكما يتداخل الضوء مع الحرارة فهو يتداخل مع الغذاء وان الغذاء يحوي على بروتين مختلف مع فترة ضوئية ثابتة يجعل الحشرات تدخل طور الراحة أكثر كلما احتوى الغذاء على بروتين أعلى. فكانت نسبة الحشرات الداخلة طور الراحة 75% عندما أعطى الحشرات غذاء يحوي على 5% من عليقة كسبة بذور القطن ودخل من الحشرات 50% في طور الراحة عندما كان الغذاء حاوياً على 1% كسبة بذور القطن ودخلت طور الراحة 10% فقط عندما أعطيت الحشرة غذاء مكوناً من بذور الحنطة المنبتة الحاوية على بروتين قليل كما يوضحها المنحنى (4-4).



الشكل (4-4): يوضح تأثير نوع الغذاء على دخول الحشرات في طور الراحة

تأثير الضوء على وضع البيض في الحشرات:

في بعض الحشرات يؤدي التعرض إلى الضوء بشدة معينة إلى تحفيزها على وضع البيض كما في ذبابة الفاكهة *Dacus tyroni* التي يزداد فيها وضع البيض بزيادة شدة الضوء ضمن حدود معينة كذلك وضع البيض للمفترس Chrysopa أسد المن. بينما هناك حشرات أخرى تضع معظم بيضها في الظلام مثل دودة الحرير وعث التفاح *Cydia pominell* ودودة جوز القطن الشوكية *Erias spp.* وبعض ذبابة الفاكهة فأن سوسة البقول *Bruchus obtectus* تضع عدداً أقل من البيض عند زيادة شدة الضوء ضمن حدود معينة.

أما عث التفاح Codling moth فأنها تضع البيض من الصباح الباكر وقبل الغروب متجنبة الضوء الشديد في وسط النهار.

تأثير الضوء على النمو في الحشرات:

يؤثر التعرض إلى الضوء على سرعة النمو في يرقات الحشرات كما في يرقات دودة الحرير التي تزداد فيها سرعة النشوء في الضوء مقارنة بالظلام وفي هذه الحالة أيضاً يوجد تداخل بين تأثير الضوء ودرجة الحرارة. وان الأشعة فوق البنفسجية أدت إلى بطء نمو اليرقات وإطالة مدة الجيل والى قلة ما تضعه الأنثى من بيض لا يفقس في خنفساء الحبوب الشعرية. كما

وجدا ان الضوء الأزرق جذب الذكور والإناث للتزاوج مقارنة بالظلام الذي كان ملائماً لبقية الأطوار المتحركة لهذه الحشرة.

تأثير الرياح في الحشرات:

هناك تأثيراً مباشراً للرياح على انتشار الحشرات وكذلك يوجد تأثيرات غير مباشرة لحركة الهواء على التغيرات التي تحصل في درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة تبخر الماء في المحيط الذي توجد فيه الحشرات. يحصل انتشار الحشرات الصغيرة سواء كانت مجنحة أو غير مجنحة بواسطة تيارات الهواء الأفقية قرب سطح الأرض وكذلك يمكن ان تحمل لارتفاعات عالية بتيارات الهواء الصاعدة كما يحصل بالنسبة لليرقات الصغيرة والمن والحلم الخ. فقد وجد ان اليرقات الصغيرة للعثة السمراء Gypsy-Moth يمكن ان تنتقل إلى مسافة أفقية لا تقل عن عشرين كيلومتراً بهذه الطريقة.

وقد قدر عدد الحشرات والحيوانات الصغيرة الأخرى الموجودة في الهواء بين ارتفاع (15) و(4300) متراً فوق مساحة كيلومتر مربع في ولاية لوزيانا بحوالي عشرة ملايين حشرة ولكن الاعداد الأكبر كانت في الارتفاعات الواطئة. ويعتمد هذا العدد طبعاً على كثافة المجتمعات من الحشرات الصغيرة الموجودة على سطح الأرض وقد وجد ان بعض الحشرات المحمولة إلى طبقات الجو العليا كانت حية ولكن قد يموت الكثير منها قبل عودتها إلى الأرض. وعلى الرغم من ذلك فان هناك حالات مسجلة لانتقال بعض أفراد المن إلى مسافة تصل إلى حوالي (1280) كيلومتر ولانتقال قفازات أوراق البنجر إلى مسافة حوالي (320) كيلومتر مما يدل على الدور الذي تلعبه الرياح في انتشار الحشرات.

ان لطبيعة الرياح، سرعتها وحرارتها، تأثير في تحديد وجود الحشرات في الارتفاعات المختلفة وفي الانتشار وهذا ما يؤكد تداخل الرياح مع الحرارة بشكل خاص في تأثيرهما على انتشار الحشرات.

تأثير التربة في الحشرات:

ان تأثير ظروف التربة من درجة حرارة ورطوبة وتهوية ومادة عضوية يكون مباشراً على حياة وتكاثر الحشرات التي تعيش في التربة مثل النمل والارضة والديدان القارضة الأرضية. تتأثر ظروف التربة بظروف المحيط الأخرى التي سبق ذكرها فمثلاً تكون درجة الحرارة في التربة أعلى من المناطق الباردة عندما تكون مغطاة بالثلج من ان تكون التربة عارية أي ان هناك تداخلاً بين تأثير التربة وعوامل المحيط الأخرى.

ومن جهة أخرى فأن للتربة تأثيرات غير مباشرة على حياة وتكاثر الحشرات التي تتغذى على النباتات فمثلاً يؤثر توفر العناصر الغذائية في التربة على نمو وتركيب النباتات التي تنمو فيها وبذلك يتداخل تأثير التربة مع كمية ونوعية الغذاء الذي تحصل عليه الحشرات. وفي هذا المجال فقد اثبت مؤنس والعادل (1978) ان العناصر الأساسية (N,P,K) التي عومل بها حقل الذرة سببت اختلافاً في نسبة اصابتها بحشرة حفار ساق الذرة Sesamia Critica . فقد سبب النتروجين أعلى إصابة عندما أعطي لوحده بينما سبب اعطاء الفسفور لوحده أقل اصابة في العروة الربيعية وسبب اعطاء الفسفور والبوتاس معاً أقل إضافة في العروة الخريفية. ويدل هذا على أهمية التربة وأنواعها ومكوناتها في التأثير على نمو مجتمعات الحشرات.

وللتربة أيضاً تأثير خاص في طور الراحة للحشرات حيث تحفظ الترب الحاوية على مادة عضوية اكثر من الترب الفقيرة بهذه المادة والتي تكون باردة وحرارتها متغيرة وبشكل متقلب مع تغير حرارة المحيط وكذلك بالنسبة للرطوبة فالترب الرملية مثلاً لا تحفظ الرطوبة وبعكسها الترب الغرينية والترب الحاوية على المادة العضوية. ان لذلك دوره في توفير المحيط الملائم للتشتية أو لوضع البيض أو لغيره

تأثير الغذاء في الحشرات:

يقع الغذاء ضمن العوامل الحيوية Biotic factors وهي العوامل التي تعتمد عليها كثافة الحشرة Density-dependent كالمكان والأعداء الطبيعية والأنواع المزاحمة.

والغذاء هو أحد مكونات المحيط المهمة حيث انه يؤثر على بقاء وتكاثر الحشرات بتأثيره على سرعة نشوئها وطول عمرها وخصوبتها وذلك لاحتوائه على الاحماض الامينية والسكريات والفوسفوليبدات، هذه المواد المهمة الأساسية في تجهيز الطاقة وفي عملية البناء وفي تحفيز التفاعلات الكيمياوية. فبينما تكون كمية الغذاء مهمة بالنسبة لتجهيز الطاقة اللازمة لحياة وتكاثر الحشرات فان نوعية الغذاء تكون مهمة أيضاً بالنسبة لحصول الحشرات على مركبات معينة في غذائها مثل الفيتامينات والستيرولات والحوامض الامينية الأساسية.

يعتمد توفر الغذاء على عدة عوامل منها التفضيل الغذائي للحشرة والمناخ وعدد الحشرات من نفس النوع ومن الأنواع الأخرى. وتلعب المواد الغذائية الثانوية للنبات (الفينولات والاسترات) دوراً أساسياً في التفضيل الغذائي للحشرات.

أولاً: التفضيل الغذائي: تتميز بعض الحشرات بتفضيل غذائي عالي حيث انها لا تصيب الا جزءاً معيناً من نبات معين فمثلاً دوباس النخيل يصيب السعف وحميرة النخيل تصيب الثمار وحفار ساق النخيل يصيب الساق وليس لهذه الحشرات عائلاً آخراً تصيبه ويكون التخصص أكثر دقة في بعض الحشرات فمثلاً في بعض قفازات الأوراق يتغذى نوع منها على خلايا البشرة فقط من الورقة ويتغذى نوع آخر على الطبقة العمادية فقط من الورقة ويتغذى نوع ثالث على الطبقة الاسفنجية هذا بالنسبة للعمق اما بالنسبة للمساحة فان أنواعاً من قفاز الأوراق تتغذى على أبط الورقة قريباً من النصل الرئيسي وبعضها يتغذى من طرف الورقة وبعضها يتغذى على طول المساحة القريبة من النص الرئيسي للورقة. وعلى العكس من هذا كله فأن كثيراً من الحشرات مثل الجراد يمكن ان تتغذى على الاجزاء المختلفة لمعظم النباتات ومن الواضح ان عامل الغذاء يلعب دوراً أكبر في انتشار وتكاثر الحشرات ذات التفضيل الغذائي العالي من الحشرات الأخرى حيث انها توجد فقط في المناطق التي ينمو فيها عائلها الغذائي المفضل.

ويقسم بعض البيئيين الحشرات حسب المواد الغذائية التي تتناولها إلى:-

1. الحشرات التي تتغذى على النبات فقط وتسمى Phytophagous insects وتضم هذه المجموعة حوالي 47% من الحشرات.
2. الحشرات التي تتغذى على مواد متحللة حيوانية أو نباتية وتسمى Saprophytic insects وتضم حوالي 27% من الحشرات.
3. الحشرات التي تتغذى على مواد متنوعة نباتية وحيوانية وتسمى Omnivorous insects وتضم حوالي 12% من الحشرات.
4. الحشرات المفترسة أو المتطفلة التي تتغذى على المواد الحيوانية الحية وتسمى Zoophagous insects (or Carnivorus) وتضم حوالي 14% من الحشرات.

أما من حيث تخصص الحشرات بالنسبة لعوائلها فيمكن تقسيمها إلى الآتي:-

1- حشرات عديدة العوائل Poly phagous : وهي الحشرات التي تتغذى على نباتات متباينة كثيرة تتبع عوائل نباتية مختلفة مثل الجراد والديدان القارضة. وهي أشد الحشرات ضرراً وأصعبها مقاومة.

2- حشرات قليلة العوائل Oligophagous insects : وهي الحشرات التي تتغذى على نباتات تتبع عائلة نباتية واحدة أي انها متخصصة في التغذية على عوائل نباتية متقاربة من ناحية التقسيم النباتي. وتتبع هذه العوائل عائلة نباتية واحدة مثل دودة اللوز القرنفلية التي تتغذى على نباتات العائلة الخبازية وحشرة ابو دقيق اللهانة التي تتغذى على نباتات الفصيلة الصليبية.