قوانين التحمل والعوامل المحددة
Tolerance laws & Limiting factors

The law of tolerance states that “For each abiotic factor, an organism has a range of tolerances within which it can survive.

من المفاهيم الأساسية في علم البيئة أن لكل نوع من الكائنات الحية ظروفاً طبيعية (عوامل غير حية) يعيش فيها قد لا تشبه
ظروف الأنواع الأخرى. فالفيل والنخيل تعيش في البيئات الدافئة نسبياً. والنباتات الخضراء لا تعيش دون ضياء، ونباتات الظل لا تفضل أشعة الشمس المباشرة. الى غير ذلك من الأمثلة.

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.

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

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 واشجار اليوكالبتوس. وهناك أنواع أخرى تعيش في منطقة محددة أي انها محدودة الانتشار وذلك لعدم تحملها لبعض العوامل البيئية مثل الدببة واشجار النخيل والبلوط والجوز واللوز.

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.

إن العامل المحدد Limiting factor هو ذلك العامل الفيزيائي أو الكيميائي أو الحيوي، الذي يؤدي الى إعاقة كبيرة في نمو الكائن نمواً طبيعياً حتى مع توفر جميع المتغيرات الأخرى اللازمة لعيش ذلك الكائن. ومن أمثلة العوامل المحددة غير العضوية الماء نقصاناً أو زيادة، إذ لا تنمو الكثير من أنواع النباتات عند نقصان نسبة المياه في التربة. ويمكن ان تتعدد العوامل الواقعة خارج مدى التحمل الأمثل مسببة إجهاداً كبيراً للكائن الحي قد يصل الى الموت. وتسمى مثل هذه الحالات بالتأثير المتأزر Synergistic Effect ، وخير مثال عليها مجموعة الملوثات التي تؤثر على الكائن الحي فتجعله عرضة للمرض أو الهلاك.

ولقد دلت التجارب على وجود ما يسمى الظرف او العامل الأمثل Optimum، وهو مقدار العامل الذي يؤمن الحياة المثلى لذلك الكائن، حتى إذا تدنى هذا العامل أو إرتفع أصبحت حياة الكائن في خطر. لكنه لن يموت إلا إذا كان التغير في العامل تغيراً جذرياً زيادة أو نقصاناً.

ويتباين مدى التحمل والظروف المثلى للنوع الواحد، وخصوصاً إذا تواجد هذا النوع في مدى جغرافي واسع، وذلك بسبب ظهور تراكيب جينية عن طريق الإنتخاب الطبيعي والتكيف.

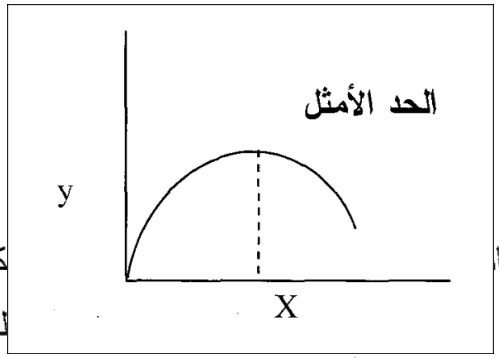
قوانين التحمل

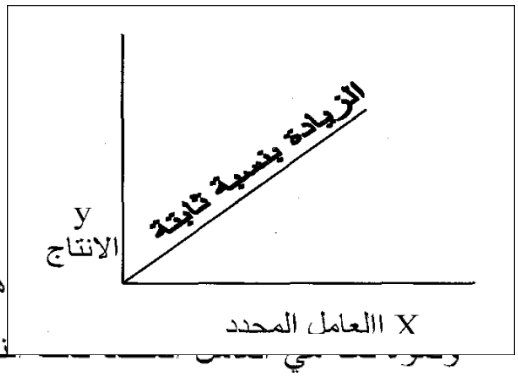
قانون ليبيج للحد الأدنى Liebig´s law of Minimum

وضعه عالم الكيمياء العضوية الألماني Justus von Liebig في عام 1840 من خلال دراساته على المحاصيل النباتية، حيث أشار الى وجود متطلبات محددة لكل كائن حي لابد من توفر الحد الأدنى منها على الأقل حتى يستمر نموه وتكاثره. وان لكل كائن حى مدى تحمل يخصه، كما أن بعض الأنواع تتمتع بمدى أوسع أو مدى أضيق من غيرها

بدأ ليبج عمله على النباتات إذ أشار إلى ان نمو النباتات يعتمد على كمية المادة الغذائية التي توفر لها بمقدار الحد الأدنى. إذ عرّف العامل المحدد limiting factor بما يلي :

"ان العنصر الغذائي الموجود في التربة أو في وسط النمو بأقل كمية لتلبية حاجة حاجة النبات مقارنة بالعناصر الأخرى يكون هو العامل المحدد للإنتاج". أي ان إضافة أي كمية من العنصر المحدد فإن الانتاج سيزداد بصورة مضطردة ثابتة .





المواد الأسا كائن ها من الحد لحي نوع من الاحياء. لذا سمي قانون ليبج بقانون الحد الأدنى Law of minimum .

ثم وضع العالم Wollny عام ١٨٩٧ قانون الحد الامثل Law of optimum وهو انه 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 ١٩٢١ 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 يفوق الحد الأقصى الحرج يستطيع ان يوقف نمو الكائن الحي وتكاثره في بيئيته 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 يناقض 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 الحى.

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.

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

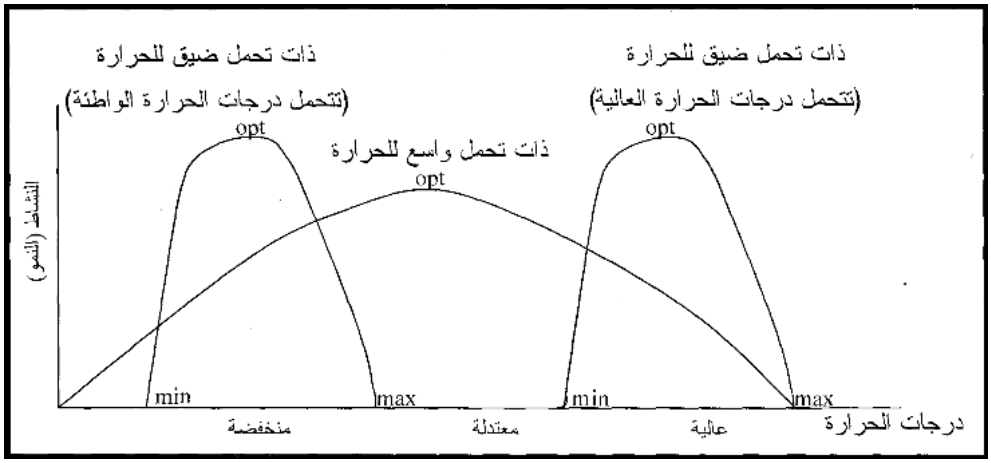
هناك قا **Combined concept of limiting factors** ، :

(ان بقاء الكائن الحي او 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 ادنى في الأقل وذلك في المحيط الذي يتواجد فيه الكائن الحي وان يكون ضمن مدى تحمل الكائن الحي في ذلك النظام البيئي.

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

فلو اخذنا 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 بالاشارة 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

المفاهيم الأساسية في تطبيقات قانون التحمل:

يندرج تحت قانون التحمل بعض المبادئ الأساسية في علم البيئة وهي:

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

٦. مرحلة التكاثر في الكائن الحي هي المرحلة الحرجة التي تحتاج لظروف بيئية قريبة من الحد المثالي. لذا نجد ان تكون البذور والأجنة والطلائع النباتية واليرقات لا يكون إلا في فترات معينة من السنة تحت الوضع الطبيعي وذلك لعدم إستمرارية الظروف المثالية على مدار السنة.