العوامل المحددة Limiting factors

يتأثر توزيع الكائنات الحية وانتشارها على الكرة الارضية بطبيعة تحملها للتغيرات المناخية الطبيعية بصورة عامة والتي تشمل عددا من العوامل كالحرارة والرطوبة والضوء والرياح وطبيعة التربة ونوعية الاحياء المتواجدة في تلك المنطقة وغيرها من العوامل. وعلى هذا الاساس يمكن فهم انماط الوفرة والانتشار للمجاميع الحياتية سواء كانت نباتية او حيوانية او غيرها.

تعرف العوامل المحددة Limiting factors في علم البيئة بأنها الظروف البيئية أو الموارد التي تقيد او تحد من نمو أو وفرة أو توزيع اي مجموعة سكانية داخل النظام البيئي وهي اما أن تكون عوامل حيوية (حية) أو غير حيوية (غير حية) وتحدد هذه العوامل القدرة الاستيعابية للنظام البيئي، او الحد الأقصى لحجم السكان الذي يمكن أن تتحمله البيئة.

يمكن ملاحظة نشوء بعض الانواع بمستويات تحمل عالية لعدد من العوامل مما جعلها تمتلك القدرة على الانتشار الواسع في مناطق مختلفة كما في حالة بعض الحيوانات كالعصفور او الفأر المنزلي او القطط. وفي بعض النباتات كورد الجوري و اشجار اليوكالبتوس والثيل. وفي ذات الوقت هناك احياء تعيش في مناطق محددة فهي محدودة الانتشار وذلك لعدم امتلاكها القدرة على التحمل لبعض العوامل البيئية كما في اشجار النخيل والبلوط من النباتات وكذلك الدببة والشادي ذهبي الوجنات من الحيوانات. ان فهم العوامل المحددة أمر بالغ الأهمية لفهم ديناميكيات السكان وصحة النظام البيئي.

أنواع العوامل المحددة Types of Limiting Factors

1. العوامل الحيوية (الحية) Biotic factors (living)

هذه من المكونات الحية للبيئة التي قد تحد من أعداد الكائنات الحي فيها ومن أمثلتها:

أ. المنافسة Competition: عندما تتنافس الكائنات الحية على الموارد نفسها، مثل الغذاء والماء والمأوى، فإن ذلك يحد من نمو الأعداد.

ب. الافتراس Predation: يمكن للحيوانات المفترسة تنظيم حجم مجموعات الفرائس.

ج. التطفل Parasitism : يمكن للطفيليات إضعاف أو قتل عوائلها، مما يؤثر على حجم الأعداد.

د. المرض Disease: يمكن أن يؤثر انتشار الأمراض المُعدية بشكل كبير على نمو الأعداد.

2. العوامل غير الحيوية (غير الحية) Abiotic factors (non-living)

تشمل هذه العوامل مكونات البيئة غير الحية التي قد تحد من النمو السكاني ومن الأمثلة على ذلك:

أ. المناخ Climate: تؤثر درجة الحرارة وهطول الأمطار على أنواع الكائنات الحية التي يمكنها البقاء على قيد الحياة في منطقة معينة.

ب. العناصر الغذائية Nutrients : قد يحد توفر العناصر الأساسية مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم من نمو النباتات.

ج. الماء Water: يُعد توفر الماء أمرًا بالغ الأهمية لجميع الكائنات الحية، ويمكن للجفاف أن يحد بشدة من أعدادها.

د. ضوء الشمس Sunlight: يُعد الضوء ضروريًا لعملية التمثيل الضوئي في النباتات، وقد يحد توفره من نمو النباتات وانتشارها.

و. المساحة Space: قد تُحد المساحة المحدودة من عدد الكائنات الحية التي يمكنها العيش في منطقة ما.

مستويات التحمل Tolerance levels

تشير مستويات التحمل Tolerance levels إلى نطاق الظروف البيئية التي يُمكن للكائن الحي أو الجماعة الحية البقاء والنمو والتكاثر فيها. تشمل هذه الظروف درجة الحرارة، والملوحة، والرطوبة، وأشعة الشمس،وحموضة وقاعدية وجفاف وضغط جوي وارتفاع وانخفاض عن مستوى سطح البحر ومستويات المغذيات، وغيرها من العوامل الاخرى. للكائنات الحية حدود مثالية للازدهار، بالإضافة إلى حدود قصوى maximum limits وحدود دنيا minimum limits قد يؤدي تجاوزها إلى تعرضها الى انخفاض النمو، أو مشاكل في التكاثر او الاجهاد أو حتى الموت. يمكن أن تختلف مستويات التحمل بين الكائنات الحية والأنواع والأنظمة البيئية، مما يؤثر على توزيعها وقدرتها على التكيف مع البيئات المتغيرة. وبنفس الوقت هناك مدى تستطيع ان تتواجد فيه الاحياء ولكن بدرجات متباينة تسمى الحدود المقبولة او

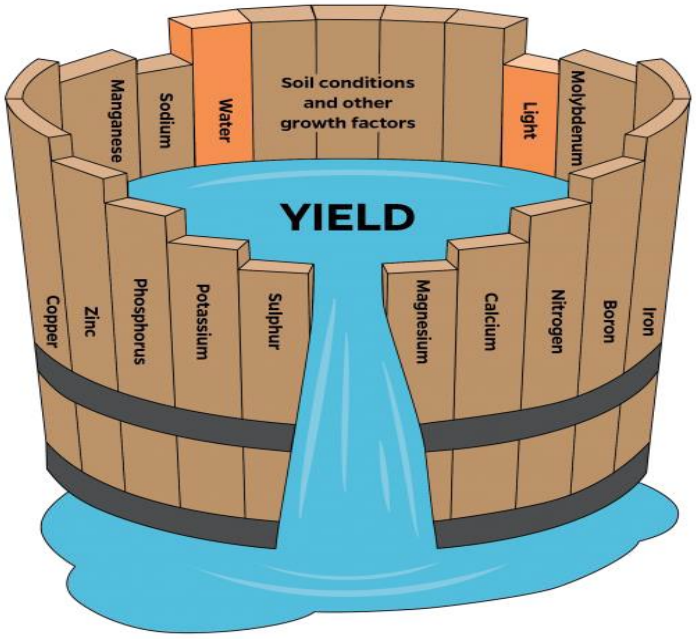
حدود التحمل Tolerance limits وهي الحدود الواقعة بين الحد الادنى والحد الاقصى لشدة العامل البيئي.

عند فهم العوامل المحددة للكائنات الحية ومستويات التحمل فيمكن لنا الاجابة عن العديد من الاسئلة البيئية مثلا لماذا توجد النمور في الهند ولا توجد في أفريقيا؟ او ماهي الاختلافات بين نباتات الغابات والنباتات الصحراوية؟ او ما هو سبب وجود طفيليات البلهارزيا في حوض النيل ومنطقة الاهوار جنوب العراق ولا توجد في نهري الراين والتايمس في اوربا؟ او لماذا تنمو اشجار اللوز والكرز والجوزوالفستق في شمال العراق ولا تنمو في الجنوب؟ والعكس مع اشجار النخيل؟ او لماذا توجد اسماك الصبور والزبيدي وكذلك الروبيان في الخليج العربي وشط العرب ولا توجد في مياه شمال العراق؟ وغيرها من الاسئلة التي واجهت علماء البيئة والتي دفعتهم للتوصل الى بعض المفاهيم البيئية للاستدلال من خلالها على فهم واجابة كل الاسئلة المتعلق بالاختلافات في تواجد الكائنات الحية وخارطة انتشارها.

قانون ليبج للحد الادنى Liebig's Law of the minimum

عبر العالم الالماني ليبج J. Liebig عام 1840 عن المواد الكيميوية اللازمة لنمو النباتات والحيونات وديمومتها في بيئتها الطبيعية فقد اوضح ان غلة المحاصيل غالبا ما تتحدد بتوفر الظرروف والعوامل التي تحتاجها بكميات كبيرة كالاوكسجين والماء وثنائي اوكسيد الكربون حيث تكون متوافرة عادة في البيئة الطبيعية ولكنها تتحدد ببعض المواد الاولية التي تحتاجها الكائنات الحية ولو بكمبات قليلة جدا كبعض الفيتامينات والانزيمات او بعض المعادن كالزنك او البورون والتي تكون كمياتها نادرة اصلا في البيئة الطبيعية لكن الكائن الحي يحتاجها في نموه واسنمرار حياته.

ينص قانون ليبيغ للحد الأدنى، الذي صاغه جاستوس فون ليبيغ، على أن نمو الكائن الحي محدود بالمورد الأساسي الأقل توفرًا، حتى لو كانت جميع الموارد الأخرى وفيرة. بمعنى أبسط يتحدد نمو النبات بالعنصر الغذائي الأكثر ندرة، وليس بالكمية الإجمالية للعناصر الغذائية المتاحة لذا سمي قانون ليبج بقانون الحد الادنىLaw of minimum. لهذا العالم عبارته المشهورة "ان نمو النباتات يعتمد على كمية المادة الغذائية التي توفر له بمقدار الحد الادنى. وغالبا ما يمثل هذا المفهوم بـ "تشبيه البرميل"، حيث يحدد أقصر شريط في البرميل الذي يمثل العنصر الغذائي المحدد كمية السائل التي يمكن أن يستوعبها البرميل الذي يمثل النمو (الشكل 7).



شكل (7) تشبيه يوضح قانون ليبج للحد الادنى

لقد توسع العلماء بعد ذلك في ابحاثهم ليشمل هذا القانون عوامل مختلفة اخرى كالعوامل الفيزيائية مثل الحرارة والضوء والرطوبة والعوامل الكيميائية مثل الرقم الهيدروجيني والملوحة والعوامل الاحيائية فضلا عن عامل مهم اخر هو عامل الزمن. تختلف العوامل المحددة للنمو باختلاف الكائنات الحية واختلاف موطن تلك الكائنات فعلى سبيل المثال تعد السليكا في المياه الداخلية العراقية متوافرة بكميات كافية لنمو الدايتومات التي تحتاج السليكا في نموها واستمرار حياتها باعتبارها تشكل الاساس في بنية جدارها الخلوي في حين تعد السليكا من العوامل محدودة المحددة لانتاجية الدايتومات في عدد من بحيرات بريطانيا لقلة توفرها ولا سيما لانواع من الديتومات التابعة لاجناس مثل Cyclotella و Tabelaria و Aulecosira.

قانون شيلفورد للحد الاعلى Shelford's law of the maximum

بقي التركيز على العوامل المحددة الدنيا التي تؤثر على نمو أو معدل العمليات الفسلجية المختلفة لدى الكائنات الحية. حتى قام العالم شيلفورد Shelford في عام 1912 بتوسيع قانون الحد الادنى مما جعله يعلن عن قانونه الجديد المسمى بقانون شيلفورد للتحمل Shelford's law of tolerance او قانون الحد الاعلى Law of maximum جاء قانون شيلفورد الذي ينص على أنه ليس فقط العامل

الموجود في الحدود الدنيا بل أيضًا فائض او وفرة هذا العامل نفسه يمكن أن يؤثر على نمو الكائن الحي أو تطوره أو معدل العمليات الاحيائية. على سبيل المثال، جميع العناصر الغذائية اللازمة لنمو وتطور الكائن الحي او النبات على وجه الخصوص متساوية الأهمية، ولكن أي عنصر غذائي متوفر بكثرة قد يحد من امتصاص العناصر الغذائية الأخرى، مما يحد أو يقيد نمو الكائن الحي (النبات) بشكل غير مباشر. وهكذا، كشف قانون شيلفورد للتحمل أن نمو وتطور الكائن الحي يعتمد على الحدود القصوى والدنيا للعوامل المشاركة في العملية الاحيائية وهكذا فإن لكل عامل حدوده القصوى والدنيا في كل كائن حي، أما منطقة التحمل فهي المدى بين هذين الحدين. بناءً على ذلك، تنقسم العوامل البيئية إلى منطقتين:

1. منطقة عدم التحمل Zone of Intolerance: تُسمى المنطقة غير الملائمة لنمو وتطور الكائن الحي منطقة عدم التحمل. ويختلف حد التحمل من نوع لآخر تبعًا لعوامل مختلفة. يعيش الكائن الحي على أفضل وجه إذا كان لديه نطاق واسع من التحمل ونطاق توزيع واسع.

2. منطقة التحمل Zone of Tolerance : ينمو الكائن الحي على أفضل وجه في منطقة التحمل، وهي منطقة مناسبة لنموه. وتنقسم هذه المنطقة إلى ثلاث مناطق فرعية:

أ. المنطقة المثلى Optimal zone : هي المنطقة الأكثر ملاءمة في النطاق بين حدين متطرفين، وبالتالي تدعم الحد الأقصى لنمو وتطور الكائن الحي.

ب. منطقة الحد الأدنى الحرج Critical minimum zone : هي أدنى حد من الحد الأدنى الذي يُثبط نمو الكائن الحي عند انخفاضه.

ج. منطقة الحد الأقصى الحرج Critical maximum zone : هي أدنى حد من الحد الأدنى الذي يُثبط نمو الكائن الحي عند انخفاضه.

ويشمل هذا القانون على ان اي كمية او عامل يفوق الحد الاقصى الحرج يستطيع ان يوقف نمو الكائن الحي وتكاثره في بيئته الطبيعية وبذلك سوف يخرج من تلك المنطقة لذا فان قيمة العامل وكميته يجب ان تبقى دون الحد الاقصى الحرج لتحمل الكائن الحي ويمكن تعريف هذا القانون بان بقاء او عدم بقاء الكائن الحي في موطن ما يعتمد على عوامل متداخلة عدة ومعقدة وان زيادة كمية او نسبة اية من العوامل لتقترب من حدود التحمل للكائن الحي تحدد بقاءه. وبصيغة اخرى ينص على أن بقاء الكائن الحي يعتمد على بقاء

العوامل البيئية ضمن نطاق تحمّله. لكل كائن حي حدود دنيا وقصوى ومثلى لعوامل مثل درجة الحرارة والرطوبة والملوحة.

من المفهوم اعلاه فان قانون شيلفورد للتحمل يناقض قانون ليبج لحد ما حيث يشير الى ان بقاء الكائن الحي لا يحدده قلة او ندرة العامل فحسب بل الكثرة كذلك تحدد وجود الكائن الحي فعلى سبيل المثال فان ارتفاع درجة الحرارة او زيادة شدة الاضاءة او زيادة كمية الامطار غالبا ما يؤدي الى القضاء على العديد من الكائنات الحية التي لا تتحمل هذه الزيادات وفي مناطق مختلفة.

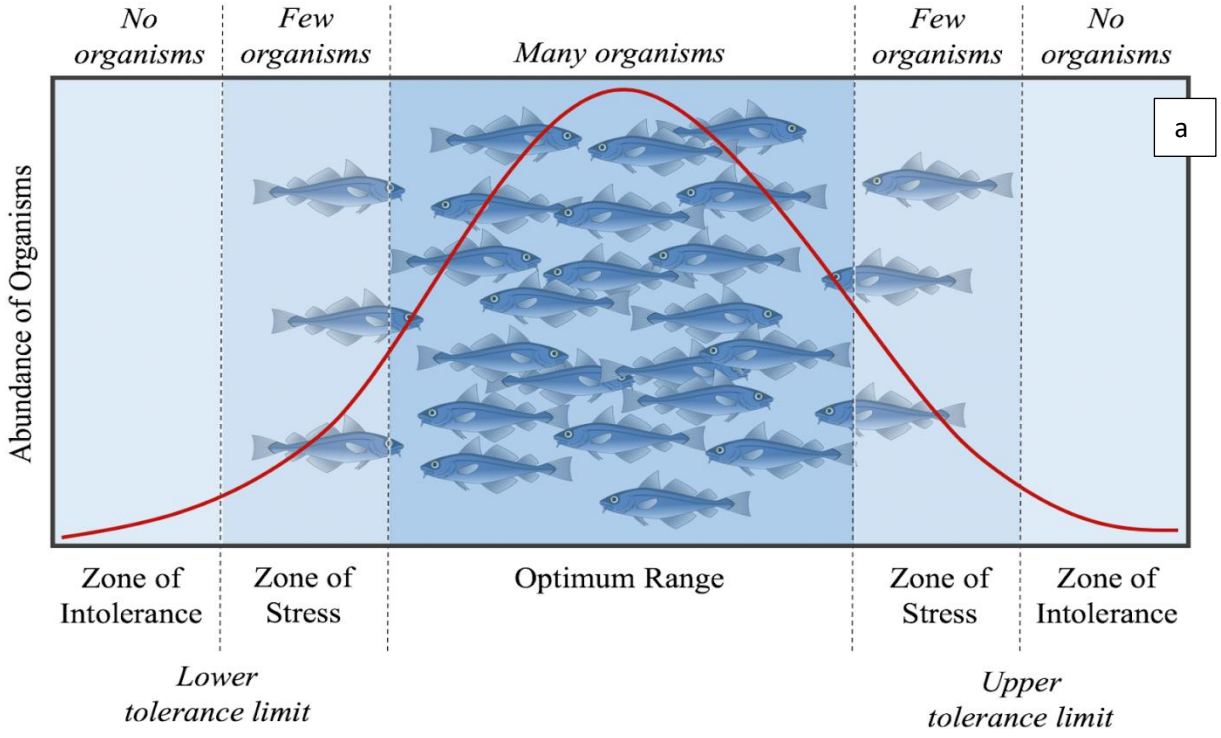
لقد مهد قانون التحمل الطريق الى فهم الحدود التي يمكن ان يعيش فيها مختلف الكائنات الحية الراقية منها والواطئة في الطبيعة مما ساعد على ادراك توزيع الاحياء وانتشارها في البيئة الطبيعية.

من خلال تطبيق قانون التحمل عمليا وجد ان اوسع الكائنات الحية انتشارا في الطبيعة هي الكانات ذات التحمل الواسع لجميع العوامل علما بان بعض الكانات الحية لها امكانية ان تمتلك مديات واسعة للتحمل لبعض العوامل في حين يكون لها مديات ضيقة لتحمل عوامل اخرى. ان نقص عامل ما في الطبيعة قد يؤثر سلبا او ايجابا في مدى التحمل بالنسبة لعامل اخر. على سبيل المثال الكائنات الحية التي تعيش في بيئات شديدة الحرارة تتكيف مع الملوحة العالية، مما يعني أن مدى تحملها للعطش ينخفض في المقابل، انخفاض درجات الحرارة يجعل الحياة أكثر سهولة بالنسبة للكائنات التي تحتاج للماء، فيزداد تحملها للعطش، بينما يصبح تأثير الملوحة أقل أهمية. كما ان العلاقات بين الكائنات الحية المختلفة كالتطفل والافتراس والتنافس لها دور كبير وواضح في التاثير على توزيع وانتشار تلك الاحياء في مديات تحملها فضلا عن عوامل اخرى. هناك العديد من المصطلحات المستخدمة في مجال علم البيئة والتي تتعلق بمفهوم التحمل فالبادئة Steno تعني مدى او نطاق ضيق، وEury تعني مدى او نطاق واسع. فمثلا عند وصف الحرارة نقول Stenothermal بمعنى مدى تحمل ضيق للحرارة اما عندما نقول Eurythermal فنعني مدى تحمل واسع للحرارة.

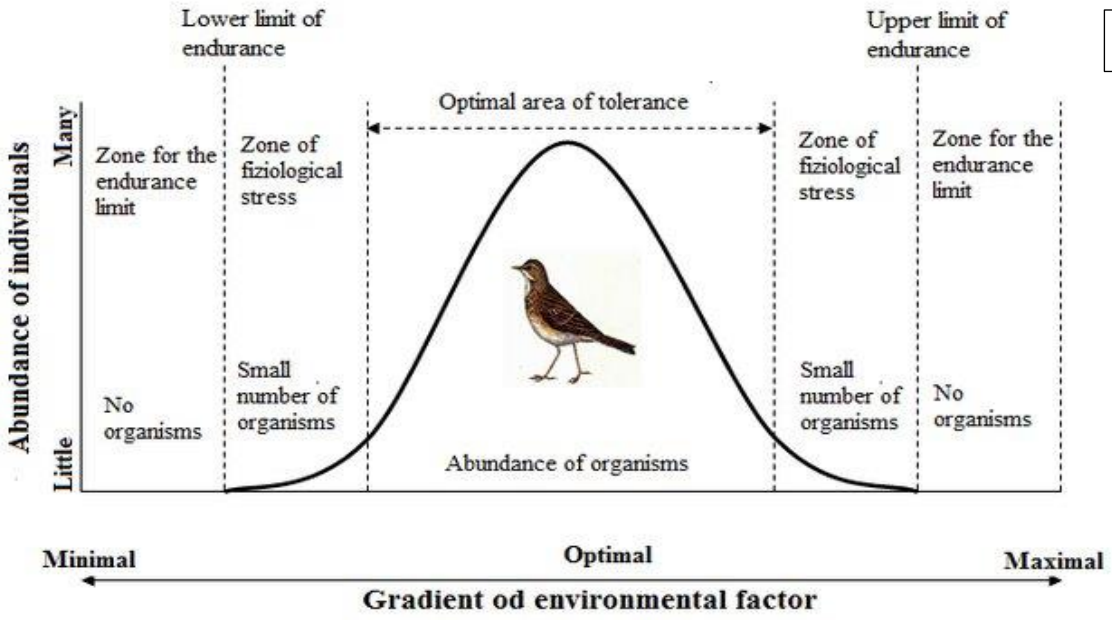
الحد المثالي Optimum limit

وجد الباحثون ان هناك مدى يعد مثالي للعلاقة بين الكائن الحي والوسط المحيط يستطيع الكائن الحي فيه اعطاء افضل ما لديه من انشطة سواء من حيث التكاثر او النمو والحركة والتغذية والانتشار والتاثير في الوسط المحيط. يسمى هذا المدى الملائم تماما للكائن الحي بالحد المثالي او الحد الامثل. ويمكن القول كذلك ان الحد الامثل هو أفضل الظروف البيئية لنمو الكائن الحي وتكاثره وبقائه، مما يؤدي إلى أعلى مستوى

من الفعالية. وهو ذروة منحنى تحمّل النوع، حيث يسمح العامل البيئي، مثل درجة الحرارة أو الملوحة، للكائن الحي بالازدهار على أفضل وجه. ضمن هذا المستوى الأمثل، ومع اقتراب الظروف من الحد الأدنى أو الأقصى لحدود التحمّل، يتعرض الكائن الحي للإجهاد وانخفاض فعالياته الفسلجية، وفي النهاية للإصابة أو الموت. يمكن تمثيل العلاقة بين الكائن الحي والعامل المؤثر المحدد وحدود التحمل بالشكلين (8 a و b).



b



شكل (8 a و b) القانون الحيوي العام لتحمل الاحياء وطبيعة العلاقة بين الكائن الحي وعوامل البيئة