الفصل الرابع
العوامل المحددة Limiting factors

المقدمة

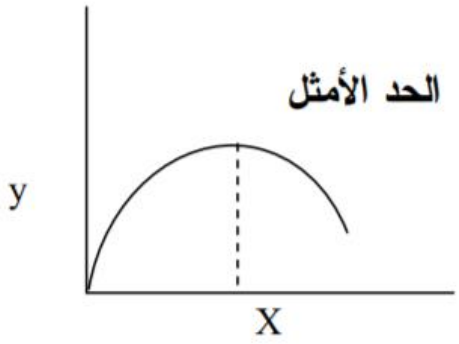
يتأثر توزيع الكائنات الحية وانتشارها في الكرة الأرضية بطبيعة تحمالها للتغيرات المناخية الطبيعية بصورة عامة والتي تشمل عدد من العوامل كالحرارة والرطوبة والضوء والرياح وطبيعة التربة ونوعية الأحياء المتواجدة في تلك المنطقة وعلى هذا الأساس يمكن تفهم أنماط الوفرة والانتشار للمجاميع الحياتية النباتية أو الحيوانية. إن العامل المحددLimiting factorهو ذلك العامل الفيزيائي أو الكيميائي أو الحيوي، الذي يؤدي إلى إعاقة كبيرة في نمو الكائن نمواً طبيعياً حتى مع توفر جميع المتغيرات الأخرى اللازمة لعيش ذلك الكائن الحي.

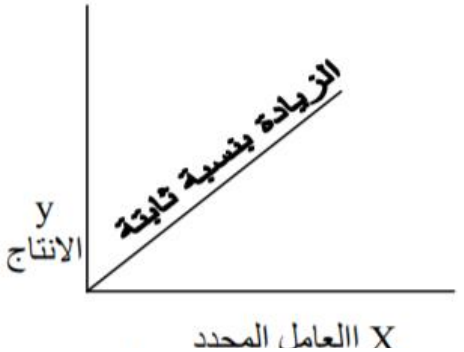
قانون لبيج للحد الأدنى Liebig law of the minimum

عبر العالم ليبج عام 1840 عن المواد الكيمياوية للازمة لنمو النباتات والحيوانات وديمومتها في بيئتها الطبيعية فقد أوضح إن غلة المحاصيل غالباً ما تتحدد بظروف والعوامل التي يحتاجها بكميات كبيرة من الأوكسجين والماء وثنائي أوكسيد الكاربون حيث تكون متوافرة في البيئة الطبيعية، ولكنها تتحدد ببعض المواد الأولية التي تحتاجها الكائنات الحية ولو بكميات قليلة جداً.

ينص قانون لبيج على أن المواد الأساسية المتوافرة في موطن الكائن الحي بكميات قليلة جداً تقرب مقدارها من الحد الأدنى الضروري لحياة الكائن الحي ونموه وتُعد هي العامل المحدد لذلك النوع من الأحياء لذا سمي قانون ليبج بقانون الحد الأدنى واعتمد على عبارته المشهورة " إن نمو النباتات يعتمد على كمية المادة الغذائية التي توفر له بمقدار الحد الأدنى" . تختلف العوامل المحددة للنمو باختلاف الكائنات الحية واختلاف موطن تلك الكائنات، فعلى سبيل المثال تُعد السليكا في المياه الداخلية العراقية متوافرة بكميات كافية لنمو الدايتومات التي تحتاجها في نموها واستمرار حياتها باعتبارها الأساس في بنية جدارها الخلوي.

أن العنصر الغذائي الموجود في التربة أو في وسط النمو بأقل كمية لتلبية حاجة النبات مقارنة بالعناصر الأخرى يكون هو العامل المحدد للإنتاج وأن إضافة أية كمية من العامل المحدد فأن الإنتاج سيزداد بصورة ثابتة ثم يبدأ الإنتاج بالانخفاض عند زيادة العامل المحدد.





قانون شيلفورد للحد الأعلى Shelford law of the maximum
يعتمد تواجد الكائن الحي في موطن ما على أمور عدة كما إن غياب الكائن أو فشله في التواجد في موطن ما يمكن السيطرة عليه خلال زيادة أو نقصان نوعاً أو كماً لبعض العوامل والتي يمكن أن تقترب من حدود التحمل.

لقد قام العالم شيلفورد عام 1912 بتوسيع قانون الحد الأدنى مما جعله يعلن عن قانونه الجديد المسمى بقانون شيلفورد للتحمل او قانون الحد الأعلى. يشمل هذا القانون أن أية كمية أو عامل يفوق الحد الأقصى الحرج يستطيع أن يوقف نمو الكائن الحي وتكاثره في بيئته الطبيعية وبذلك سوفيخرج من هذه المنطقة، لذا فأن قيمة العامل وكميته يجب أن تبقى دون الحد الأقصى.

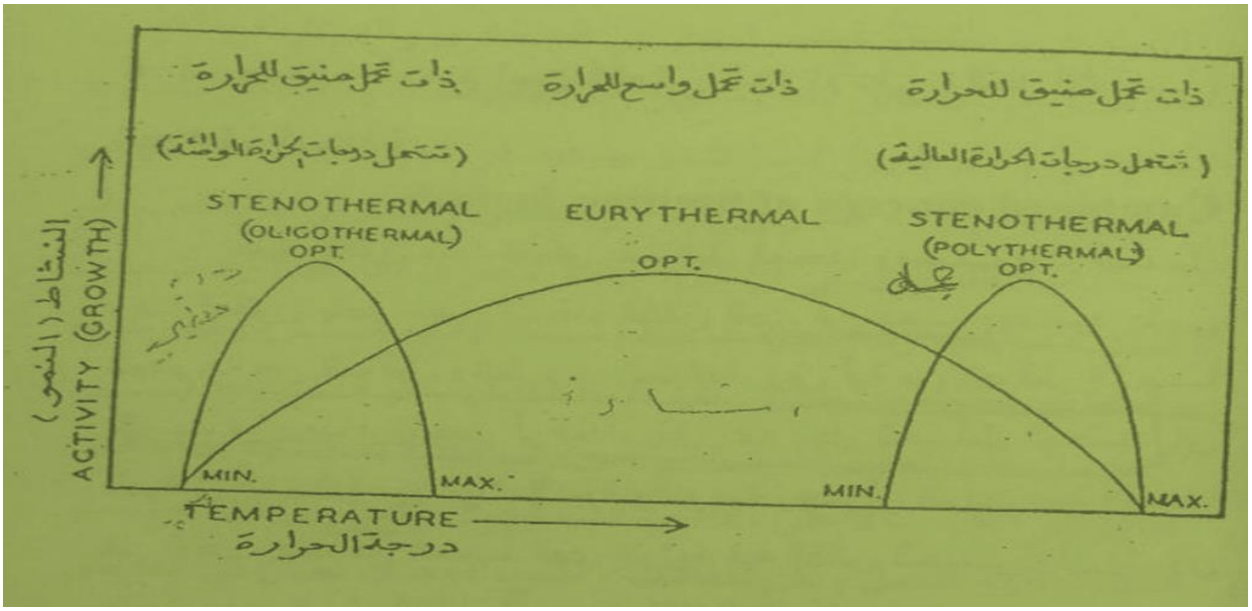
أن بقاء الكائن الحي في موطن ما يعتمد على عوامل متداخلة عدة ومعقدة وأن زيادة كمية أو نسبة أية من العوامل لتقترب من حدود تحمل الكائن الحي تحدد بقاءه. قد مهد قانون التحمل الطريق إلى تفهم الحدود التي يمكن أن تعيش فيه مختلف الكائنات الحية الراقية منها والواطئة في الطبيعة مما ساعد في أدراك توزيع الأحياء وانتشارها في الطبيعة.

يمكن التوصل إلى بعض المفاهيم الأساسية المهمة في نتائج تطبيق قانون التحمل تجريبياً في الطبيعة وهي:
1. أن أوسع الكائنات انتشاراً في الطبيعة هي الكائنات ذات التحمل الواسع لجميع العوامل.
2. أن بعض الكائنات الحية لها الإمكانية أن تمتلك مديات واسعة للتحمل لبعض العوامل في حين لها مديات ضيقة لبعض العوامل.
3. نقص كمية أو عامل ما في الطبيعة يؤثر سلباً أو إيجابا على مدى التحمل بالنسبة لعامل أخر.
4. إن مديات التحمل لعامل من العوامل البيئية غالباً ما يتغير مكانياً وزمانياً.
5. أن العلاقات بين الكائنات الحية المختلفة كالتنافس والافتراس والتطفل لها دور واضح في التأثير على انتشار تلك الأحياء في مديات تحملها فضلاً عن عوامل أخرى.

بعض المصطلحات التي تستعمل بشكل واسع من قبل علماء البيئة ومن أهمها ما يأتي:

العامل	مدى واسع	مدى ضيق
الحرارة	Eurythermal	Stenothermal
الملوحة	Euryhalic	Stenohalic
الماء	Euryhydric	Stenohydric
الغذاء	Euryphagic	Stenophagic
الموطن	Euryecious	Stenoecious

مقارنة حدود التحمل النسبية للكائنات ذات التحمل الضيق والواسع لدرجة الحرارة



مفهوم الجمع (بين قانوني الحد الأعلى والحد الأدنى) للعوامل المحددة

Combined concept of limiting factors

هذا القانون الثالث يجمع بين قانوني الحدين الأدنى والأعلى لمستويات التحمل فيما يتعلق بالعوامل المحددة والذي ينص (أن بقاء الكائن الحي من عدمه يعتمد على مجموعة من العوامل والظروف المتباينة وان أية من العوامل إذا ما اقتربت من حدود التحمل أو تعداه يقال عنه يمثل العامل المحدد). أن العوامل المختلفة من حيث الكمية الكمية والنوعية يجب أن تتواجد بحد أدنى في الأقل وذلك في المحيط الذي يتواجد فيه الكائن الحي وأن يكون ضمن مدى تحمل هذا الكائن في ذلك النظام البيئي.

باختلاف الكائنات الحية تختلف العوامل البيئية وكذلك تؤخذ بنظر الاعتبار المواطن البيئية مما يؤثر ذلك في التوزيع الجغرافي للكائنات الحية.

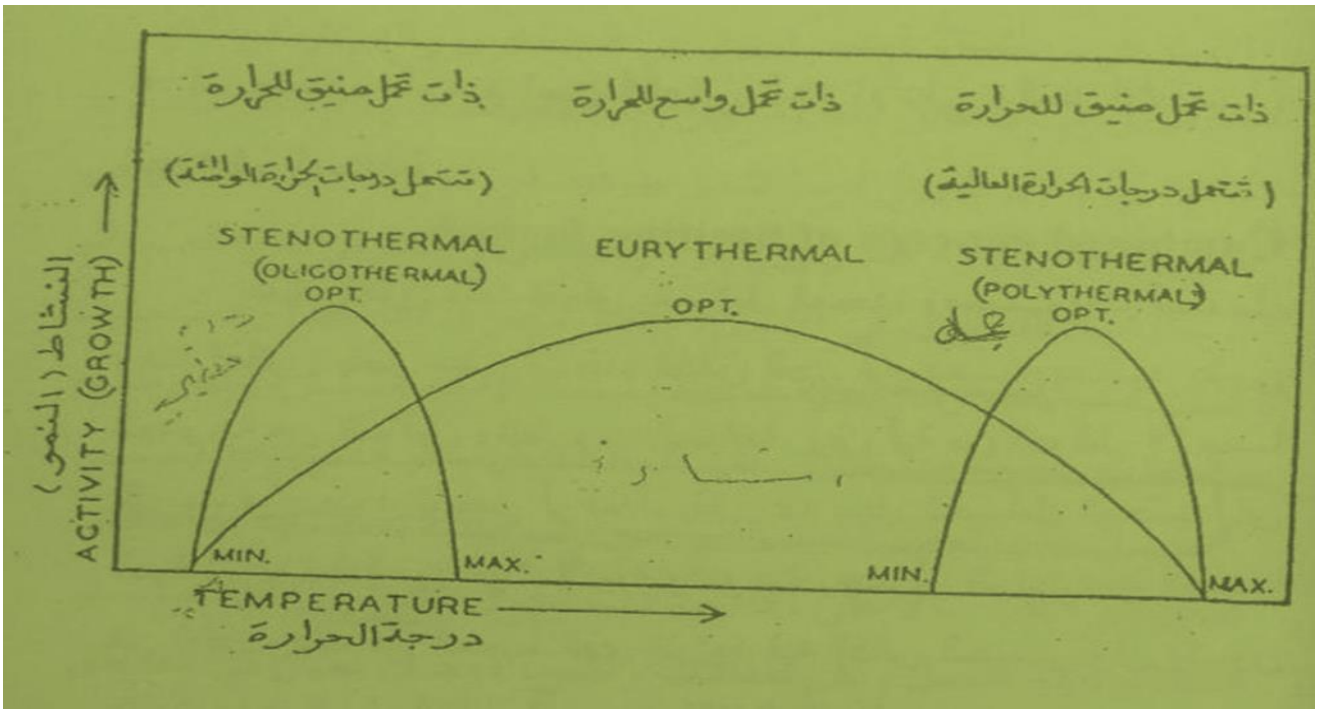
مثال على ذلك إن توفر الأوكسجين في بيئة اليابسة لا يمكن أن يكون عامل محدداً بصورة عامة في حين أهمية الأوكسجين تكون ذات أهمية كبرى في البيئة المائية وقد يكون عامل محدد. يختلف توزيع الكائنات الحية وانتشارها في المناطق المختلفة من الكرة الأرضية فقد تلاحظ أنواعا أو مجاميع من أنواع محددة في منطقة معينة محدودة في حين تلاحظ أنواعا أخرى ذات انتشار واسعة سواء كان على مستوى اليابسة أم المياه.

ومن الأمثلة الواضحة هي تواجد الجمال في الصحاري والغزلان في البراري والبطريق في المناطق القطبية، في النباتات يلاحظ أن أشجار البلوط تنشر في شمال العراق بينما النخيل يتواجد في الوسط والجنوب في حين يلاحظ انتشار الورد الجوري في مناطق واسعة من العالم وكذلك الحال بالنسبة للإنسان.

* بعبارة أخرى كلما زاد تحمل الكائن الحي للظروف البيئية المحيطة به ازداد انتشاره ومقاومته والعكس صحيح وهذا ينطبق على الأمثلة الواردة أعلاه.

أن مدى تحمل الكائن الحي للظروف البيئية تختلف باختلاف الكائن فلو أخذنا مثالاً على ذلك الحيوانات الجمال والبطريق فكلاهما من الكائنات قلية التحمل ولكن باختلاف واضح، فالجمال تعيش في المناطق الحارة ولا تتحمل البرودة في حين يعيش البطريق في المناطق الباردة ولا يتحمل الحرارة العالية علماً بأن انتشار الأثنين يكون محدوداً، والشكل التالي يوضح ذلك.

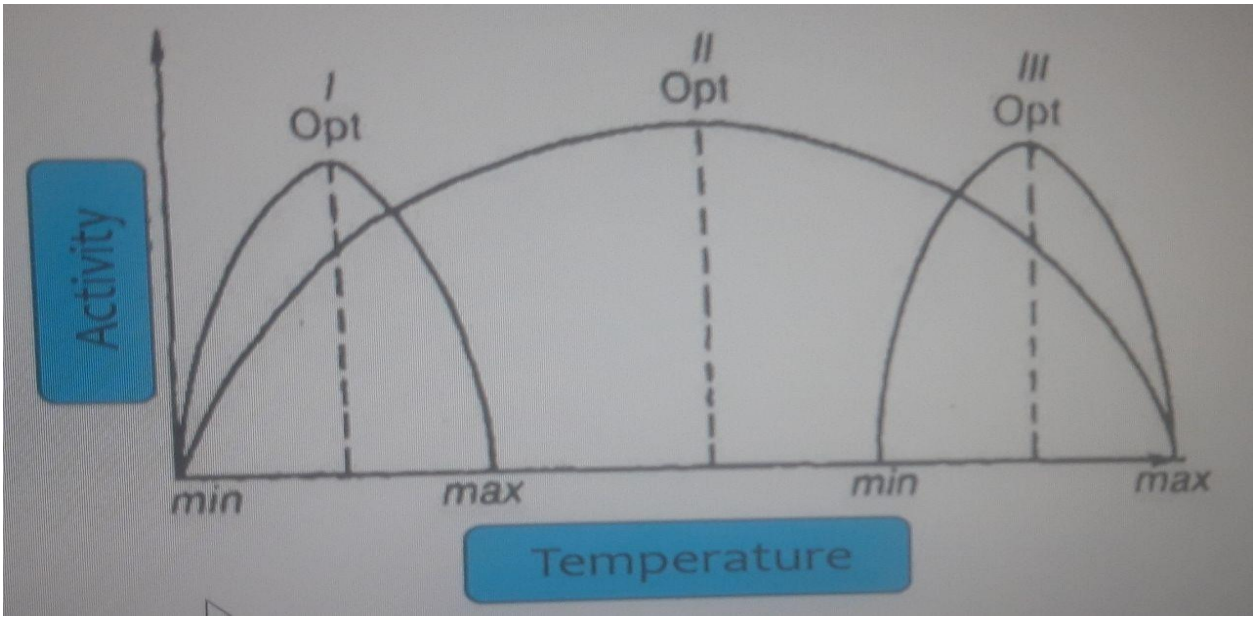
مقارنة حدود التحمل النسبية للكائنات ذات التحمل الضيق والواسع لدرجة الحرارة



اذا أخذنا مثالاً أخر في البيئة المائية فيلاحظ أسماك الشبوط والكطان من أسماك المياه العذبة في حين أسماك الزبيدي والحيتان في المياه البحرية، بمعنى أخر هذه الحيوانات من أسماك المياه العذبة لها تحمل قليل جداً للملوحة، في حين تُلاحظ اسماك السلمون في جميع البيئات المائية كما هو الحال في عدد أنواع الهائمات النباتية والحيوانية.

مما تقدم يلاحظ تأثير العوامل على الكائن الحي يختلف باختلاف نوع الكائن وتوفر العوامل المحيطة ومدياتها المختلفة ومن الضروري الأخذ بنظر الاعتبار العوامل كافة وتأثيراتها وإمكانية الكائن الحي للتحمل لتفسير تواجده وانتشاره في بيئته الطبيعية.

أنماط التفاعل بين الكائنات الحية والبيئة



العوامل اللاحيائية ذات أهمية كعوامل محددة

Abiotic factors of importance limiting factors

سيتم التطرق إلى العوامل اللاحيائية الفيزيائية والكيمياوية كعوامل بيئية قد تكون عوامل محددة لنمو الكائن الحي وانتشاره في البيئة :

أولاً: درجة الحرارة Temperature

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.

* المدى الحراري يعتمد على عوامل عدة داخلية وخارجية مثل:

أ. الصفات الوراثية Genetic traits

ب. العمر Age

ج. بيئة الكائن الحي Environment of the organism

تُعد درجة الحرارة من العوامل الأساسية في العمليات الأيضية Metabolism لكل الكائنات الحية كالتنفس والتفاعلات الأنزيمية المختلفة في النباتات فأن الحرارة عامل مهم في عملية البناء الضوئي Photosynthesis ويمكن للنباتات تخفيض درجة الحرارة خلال عملية النتح Transpiration، كما يحث في تخفيض درجة الحرارة للحيوانات خلال عملية التعرق.

س/ كيف يمكن للكائنات الحية تخفيض درجة حرارة أجسامها؟

يلاحظ في درجات الحرارة للبيئة المائية ذات تفاوت في توزيعها ضمن عمود الماء، المياه السطحية تتأثر بصورة مباشرة بدرجة حرارة الجو وفي الأعماق (بضعة امتار) كما هو الحال في الأنهار فأن درجة الحرارة تكون نوعا ما متجانسة بسبب قلة العمق وتيار الماء مما يجعل كتلة الماء في مزج مستمر.

في المياه العميقة كالبحار والمحيطات فتلاحظ اختلافات واضحة بين المياه السطحية والمياه العميقة التي قد تصل إلى ألاف الأمتار والتي عندها في الأعماق قد تنخفض درجة الحرارة إلى 4 درجة مئوية أو اقل وهذا بالطبع سوف يؤثر على نوع الأحياء المائية التي تتحمل مثل هذه الدرجات المنخفضة من الحرارة.

العوامل التي تؤثر على درجة الحرارة:

1. خطوط العرض Latitude

لزاوية سقوط أشعة الشمس على سطح الكرة الأرضية أهمية في تحديد طول الفترة الضوئية خلال اليوم الواحد. خطوط العرض العليا تستقبل أشعة الشمس بزاوية اكبر من الزاوية التي يستقبلها عند خط الاستواء وهذا يعطي فرصة لامتصاص اكبر لدرجة الحرارة مما يجعلها عند وصولها إلى سطح الأرض بكمية اقل اذا ما قورنت مع المنطقة الاستوائية لذلك يلاحظ أن مناطق خط الاستواء ذات حرارة اعلى من خطوط العرض الأخرى.

2. مستوى سطح البحر Sea level

كما هو معروف فأن درجة الحرارة تنخفض كلما زاد بما يعادل درجة مئوية واحدة لكل (150 متر) مع الأخذ بنظر الاعتبار سرعة الرياح ونسبة الرطوبة لذلك نلاحظ المناطق الجبلية وخاصة قمم الجبال ذات هواء بارد مقارنة مع السهول المنخفضة.

3. الغيوم Clouds

تعمل السطوح العليا للغيوم على انعكاس أشعة الشمس أثناء النهار مما يسبب انخفاضاً في درجة حرارة اليابسة في الأيام الغائمة وهناك رأي اخر أن الغيوم تمتص حرارة أشعة الشمس وهي أن الغيوم بدورها تشع حرارة بأطوال موجبة إلى سطح الأرض مما قد يزيد في درجة حرارة اليابسة لذا تأثير الغيوم في خفض أو ارتفاع درجة الحرارة يعتمد على عوامل عدة مثل ارتفاع الغيوم وكثافتها والرياح.

4. الرياح Winds

عندما تهب الرياح من مكان بارد سوف تؤدي إلى خفض درجات الحرارة وهذا ما يحدث عند هبوب الرياح الشمالية على جنوب العراق في أيام الصيف، وكذلك للرياح تأثير في البيئة المائية حيث تؤدي إلى تكوين الأمواج والتيارات المختلفة وهذا يؤدي إلى خلط عمود الماء وبالتالي تتجانس درجة الحرارة فيه.

5. المحتوى المائي للتربة Water content of soil

عندما تكون التربة رطبة ستكون درجة حرارتها أعلى من التربة الجافة وذلك بسبب أن الحرارة النوعية للماء .

6. الكساء الخضري Vegetation cover

المناطق ذات الغطاء الخضري الكثيف مثل الغابات تكون ذات درجة أقل من المناطق التي تفتقر لمثل هذا الكساء كما هو الحال في الصحاري والسبب يعود إلى كون النباتات تقوم بامتصاص جزء من الحرارة عن سطح التربة. أعلى منها في التربة.

ثانياً: الرطوبة Humidity

يُقصد بالرطوبة توافر جزيئات الماء في الغلاف الجوي أو في سطح التربة أو في أعماقها. وهي ذات أهمية واضحة في بيئة اليابسة. ويشمل مفهوم الرطوبة التساقط Precipitation بأنواعه كالأمطار والجليد والثلوج والبرد والتي تُعد المصدر الرئيس للرطوبة في التربة.

لابد من التأكيد أن عامل الرطوبة ذو علاقة مع عوامل بيئية أخرى مثل درجة الحرارة والرياح والإشعاع الشمسي. حيث كلما زادت درجة الحرارة فأن جزيئات الهواء تستطيع حمل بخار الماء بكمية أكبر، أما عن الرياح فأن الجافة منها سوف تقلل من الرطوبة خلال أزاحتها للهواء الرطب أو خلطه مع الهواء الجاف والعكس الصحيح. أما عن الإشعاع الشمسي فيكون تأثير غير مباشر خلال تأثيره المباشر في ارتفاع درجة الحرارة. كما إن للكساء الخضري تأثيره في زيادة الرطوبة خلال عملية النتح التي تقوم بها النباتات.

اعتماداً إلى وجود الرطوبة يمكن تقسيم النباتات إلى ثلاثة مجاميع رئيسية:

1. النباتات المائية Hydrophytes حيث لا يكون للماء عامل محدد لنموها وذلك لتوفره باستمرار وتمتاز بصغر مجموعتها الجذرية أو اختزاله من امتلتها نبات الشمبلان ونبات الخويصة. سمك طبقة الأدمة رقيقة او معدومة.

2. النباتات الوسطية Mesophytes

تحتاج إلى كمية معتدلة من الماء ويمكن القول ان معظم المحاصيل الحقلية كالحنطة والشعير والذرة ومحاصيل الخضر كالطماطة والخيار ونباتات الفاكهة كالتفاح والعنب وتمتاز هذه النباتات بوجود سمك محدود لطبقة للأدمة، تنشر في المناطق التي يمكن توفير المياه لتجهيزها وقت الحاجة.

3. النباتات الصحراوية Xerophytes يُعد عامل الماء عامل محدد لنمو هذه النباتات حيث تعيش في بيئة صحراوية قاحلة مما يجعلها بحاجة إلى تحورات مظهرية مثل تقليص المساحة السطحية الكلية للنبات كالساق والأوراق مثال عليها نبات الصبير ونبات الشوك ونبات العاقول وتكون طبقة الأدمة تكون سميكة.

أما عن الحيوانات وعلاقتها بالرطوبة فيمكن مناقشته بطرق مباشرة أو غير مباشرة، فالمناطق الرطبة تُعد موطناً لأنواع مختلفة من الحيوانات كالتماسيح والجاموس والثعابين المائية، وتنشر بعض الحشرات في البيئات الرطبة كالبعوض هذه العلاقة المباشرة أما العلاقة الغير مباشرة تأتي من خلال الحيوانات التي تعتمد في غذائها أو معيشتها على النباتات ومثال على هذه الحيوانات هي الجمال هنا تكون العلاقة غير مباشرة.