مبادئ العوامل المحددة Principles of Limiting Factors

يتأثر توزيع الكائنات الحية وانتشارها في الكرة الأرضية بطبيعة تحملها 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 المحدد Limiting factor** هو 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. وكذلك يمكن تعريف العامل المحدد هو أي شيء يقيد حجم المجتمع السكاني ويبطئ نموها أو يوقفه عن النمو أو هو عامل بيئي يتحكم في توزيع نوع ما في الطبيعة. او إن الكائنات الحية تنمو وتتكاثر وتنتشر في بيئتها عندما تتوفر لها العوامل البيئية الملائمة وإذا حدث خللاً ما في احد العوامل فأنه يؤثر سلباً في احد أنشطتها ويسمى هذا العامل بالعامل المحدد وقد يكون عامل واحد أو أكثر.

ويكون العامل البيئي عاملاً محدداً عندما يكون:

- هذا العامل مفقود.
- أو عندما يتناقص إلى مادون الحد الأدنى الضروري.
- و حتى عندما يتجاوز الحد الأعلى المسموح به.

وينطبق مفهوم العامل المحدد على العوامل البيئية كلها، سواء بالنسبة لحدودها الدنيا أو بالنسبة لحدودها العليا. وهكذا يكون لكل كائن حي مدى تحمل للعوامل البيئية يقع بينهما البيئة المثلى للكائن.

1- قانون ليبج للحد الادنى Liebig's law of the minimum

أن أي كائن لكي يبقى ويزدهر في موقع معين، يجب ان يحصل على مواد أساسية تكون ضرورية للنمو والانتاج. تختلف هذه المتطلبات الاساسية باختلاف النوع والموقع تحت ظروف الحالة الثابتة ، تميل المادة الاساسية الموجودة بكمية أقرب ماتكون من حاجة الحد الأدنى الحرجة لان تكون مادة محددة. ان قانون الحد الادنى هذا يكون تطبيقه على نحو أقل تحت ظروف الحالة الانتقالية (transient-State) عندما تكون الكميات ومن ثم التأثيرات لكثير من المكونات متغيرة بسرعة .

أول من عبر بوضوح عن الفكرة القائلة بأن أي كائن حي ليس أقوى من أضعف ارتباط في سلسلة متطلباته البيئة هو Justus Liebig سنة 1840. لقد كان لبيج رائد في دراسة تأثير العوامل المختلفة في نمو النباتات وديمومتها في بيئتها الطبيعية فقد أوضح إن غلة المحاصيل غالباً ما لا تتحدد بظروف والعوامل التي يحتاجها بكميات كبيرة من الأوكسجين والماء وثنائي أوكسيد الكاربون حيث تكون متوافرة في البيئة الطبيعية، ولكنها تتحدد ببعض المواد الأولية كالبورون على سبيل المثال التي تكون الحاجة اليها بكميات دقيقة ولكنها ولكنها نادرة جداً في التربة.

وعبارته "ان النمو في النباتات يعتمد على كمية المادة الغذائية الادنى" أصبحت تعرف بقانون Liebig للحد الادنى. هذه العبارة لتشمل عوامل أخرى غير المواد الغذائية مثل الحرارة ولتشمل عنصر الزمن لتجنب الارتباك يبدو من الافضل حصر مفهوم الحد الادنى بالمواد الكيمياوية (الأوكسجين والفوسفور وغيرهما) الضرورية للنمو الوظيفي والتكاثر كما كان القصد منها في الاصل وشمول العوامل الأخرى والتأثير المحدد للحد الاعلى بقانون التحمل وعندئذ يمكن دمج كلا المفهومين بمفهوم واسع من العوامل المحددة كما هو مدرج في أدناه. وهكذا فان قانون الحد الأدنى ليس الا جانباً واحداً من مفهوم العوامل المحددة وهي بدورها ليست الا جانباً واحداً من السيطرة البيئية على الكائنات الحية .

لقد أظهرت البحوث الكثيرة من زمن Liebig الى وجوب اضافة قاعدتين مساعدتين الى المفهوم ان كان ذلك مفيداً في التطبيق به **الأولى** هي أن قانون Liebig ينطبق على نحو تام فقط تحت ظروف الحالة الثابتة ، أي أنه عندما يكون هنالك توازن في التدفق الداخلي للطاقة والمواد مع التدفق الخارجي . ولإيضاح ذلك، لنفترض ان CO_2 كان العامل المحدد الرئيس في بحيرة ، ولذلك كانت الانتاجية في توازن مع معدل المؤونة القادمة من CO_2 من تحلل المادة العضوية. وسوف نفترض ان الضوء والنايتروجين والفوسفور ... الخ جاهزة بما يزيد من الاستعمال في الحالة الثابتة من التوازن (ولذلك فهي غير محددة للوهلة) . فلو أتت زوبعة بزيادة من CO_2 الى البحيرة ، فان معدل الانتاج يجب أن يتغير ويكون معتمداً على عوامل أخرى ايضاً ، وبينما يكون المعدل متغيراً فلا توجد هناك حالة ثابتة ولا مكون من حد أدنى . بدلاً من ذلك ، يعتمد التفاعل على جميع المكونات الموجودة والتي تختلف في هذه المدة الانتقالية العابرة عن المعدل الذي أضيف اليه الاقل وفرة . ان معدل الانتاج سوف يتغير بسرعة باستعمال المكونات المختلفة إلى ان يصبح مكون ما محدداً مرة ثانية والذي ربما يكون CO_2 ، وإن البحيرة سوف يعمل مرة ثانية بالمعدل الذي يحكمه قانون الحد الأدنى .

والاعتبار **الثاني** المهم هو تفاعل العامل Factor interaction ، فأن التركيز العالي أو جاهزية مادة ما أو فعل عامل ما غير عامل الحد الأدنى قد يحور نسبة الاستفادة من العامل المحدد . ففي بعض الاحيان تتمكن الكائنات الحية من تعويض ، على الأقل جزئياً ، مادة قريبة

جداً كيمياوياً من تلك التي تكون ناقصة في البيئة. وهكذا حيث يكون السترونتيوم متوفراً تتمكن النواعم من التعويض عن الكالسيوم بالسترونتيوم لمدى جزئي في قشرتها. وقد ظهر أن بعض النباتات تحتاج الى الخارصين أقل عندما تنمو في الظل منه في ضوء الشمس الكامل. لذا فان كمية معينة من الخارصين في التربة تكون أقل تحديداً للنباتات في الظل منه تحت أشعة الشمس في الظروف نفسها.

2- قانون شلفورد للتحمل Shelford's law of tolerance

ان وجود الكائن ونجاحه يعتمدان على تمام جملة من الظروف، وان غياب الكائن أو فشله يمكن السيطرة عليها بنقص أو زيادة النوعية أو الكمية بالنسبة لاي من العوامل العديدة التي يمكن أن تقترب من حدود التحمل لذلك الكائن.

لقد قام العالم شيلفورد في عام 1913 بتوسيع قانون الحد الأدنى مما جعله يعلن عن قانونه الجديد المسمى بقانون شيلفورد للتحمل Shelford's law of tolerance أو قانون الحد الأعلى Law of maximum ، ويشمل هذا القانون أن أية كمية أو عامل يفوق الحد الأقصى الحرج يستطيع أن يوقف نمو الكائن الحي وتكاثره في بيئته الطبيعية وبذلك سوف يخرج من تلك المنطقة، لذا فإن قيمة العامل وكميته يجب أن تبقى دون الحد الأقصى الحرج لتحمل الكائن الحي.

ويمكن أن يعرف هذا القانون "أن بقاء أو عدم 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". من المفهوم أعلاه بإن قانون شيلفورد للتحمل يناقض لحد ما قانون ليبج Liebig حيث يوضح أن بقاء أو عدم بقاء الكائن الحي لا يحدده قلة أو نادرة العامل فحسب بل أن الكثرة كذلك تحدد وجود هذا الكائن الحي. فعلى سبيل المثال ارتفاع درجات الحرارة او 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.

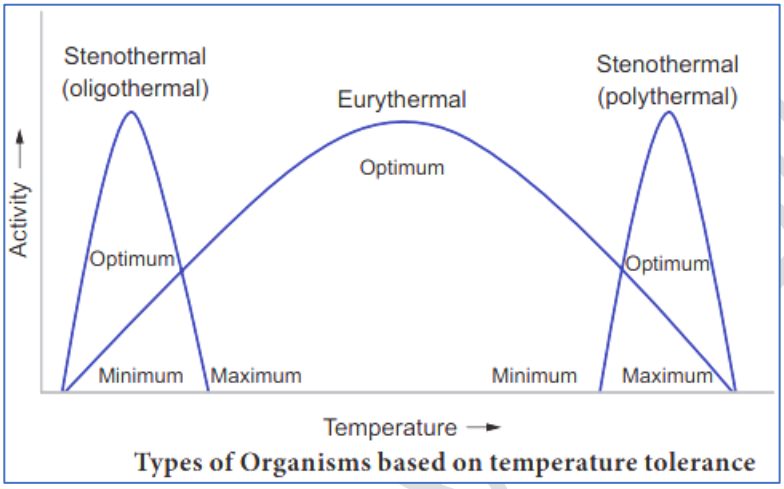
أي انه ليس كما اقترح ليبج Liebig من قبل بأن قليلاً جداً من شيء ما يكون عاملاً محدداً فحسب ، بل كذلك الكثير جداً كما في حالة العوامل كهذه كالحرارة والضوء والماء وغيرها، إذ تملك الكائنات حداً بيئياً أدنى وحداً بيئياً أعلى وحداً بينهما مدى يمثل حدود التحمل Limits of tolerance . ان مفهوم التأثير المحدد للحد الأعلى ومفهوم التأثير المحدد للحد الأدنى قد دمجا في قانون التحمل من Shelford عام 1913 لقد تم الكثير من العمل في علم بيئة التحمل toleration ecology منذ عام 1910 ، بحيث أصبحت الحدود التي يمكن أن تعيش ضمنها الحيوانات والنباتات المتنوعة معروفة، ومفيد بصورة خاصة ما يمكن ان يسمى اختبارات الضغط Stress tests التي تجرى في المختبر او الحقل والتي فيها الكائنات إلى مدى تجريبي من الظروف. ان جميع المتطلبات الفيزيائية قد تكون تماماً ضمن حدود التحمل لكائن ما وان الكائن مازال يفشل نتيجة للعلاقات الحياتية المتداخلة . فان دراسات النظام البيئي السليمة يجب ان تصحب الدراسات التجريبية المختبرية ، حيث تعزل الأفراد من مجاميعها السكانية ومن مجتمعاتها للضرورة.

ويمكن تبيان بعض الاسس المساعدة لقانون التحمل كالآتي :

1- قد تملك الكائنات مدى واسعاً من التحمل لعامل واحد ومدى ضيقاً لعامل آخر.
2- الكائنات ذات المديات الواسعة من التحمل الجميع العوامل هي التي يحتمل ان تكون أوسع انتشاراً .
3- عندما لا تكون الظروف مثلى لنوع ما بالنسبة لعامل بيئي واحد ، فان حدود التحمل قد تنقص بالنسبة إلى العوامل البيئية الأخرى، فمثلا أورد Penman (1956) أنه عندما يكون نايتروجين التربة محدداً ، فان مقاومة العشب للجفاف تنقص وبمعنى آخر تكون الحاجة إلى ماء أكثر لمنع الذبول في مستويات النايتروجين الواطئة منه في المستويات العالية .
4- يكتشف في كثير من الاحيان ان الكائنات في الطبيعة غير عائشة حقيقةً في المدى الامثل Optimum range بالنسبة إلى عامل فيزيائي معين، وفي مثل هذه الحالات وجد أن عاملاً أو عوامل اخرى تكون أكثر اهمية. فقسم من نباتات العائلة السحلبية Orchids الاستوائية، مثلاً تنمو بالفعل في ضوء الشمس الكامل احسن منه في الظل على ان تبقى باردة ، وهي تنمو في الطبيعة في الظل فقط لأنها غير قادرة على تحمل التأثير الحراري لاشعة الشمس المباشرة. وفي حالات كثيرة تمنع التفاعلات السكانية (كالتنافس والمفترسات والطفيليات ، وما الى ذلك) الكائنات من الاستفادة من الظروف الفيزيائية المثلى.
5- تكون مدة التكاثر عادة مدة حرجة عندما يغلب احتمال كون العوامل البيئية محددة وأن حدود التحمل للافراد التكاثرية كالبذور والبيوض والاجنة والبادرات واليرقات ... الخ) ، تكون عادة اضيق من حدود التحمل للنباتات والحيوانات البالغة غير المتكاثرة. لذا فإن شجرة سرو *Cyress* tree بالغة سوف تنمو على مرتفع جاف او غاطسة في الماء باستمرار، ولكنها غير قادرة على التكاثر الا بوجود ارض رطبة غير مطمورة بالماء لغرض نمو البادرات . كما ان الدور البالغ لأبي جنيب الأزرق Blue Crabs وكثير من الحيوانات البحرية الاخرى يمكنها ان تتحمل الماء المج او الماء العذب ذا المحتوى العالي من الكلوريد ، لذا فكثيراً ما توجد أفراد لمسافة ما في الأنهار ومع ذلك فاليرقات لا يتمكن من العيش في مثل هذه المياه. لذلك فالنوع لا يتمكن من التكاثر في البيئة النهرية ولا يصبح مستوطناً بصورة دائمة . إن المدى الجغرافي لطيور الصيد كثيراً ما يحدد بتأثير فعل المناخ

على البيوض أو الصغار بدلاً من التأثير في البالغات . وللتعبير عن درجة التحمل النسبية ، اصبحت سلسلة من التعابير في الاستعمال العام في علم البيئة ، وذلك باستعمال البادئتين "Steno" تعني ضيقاً و "eury" وتعني واسعاً وهكذا (شكل 1) .

- تشير الى درجة الحرارة Stenothermal-eurythermal
- تشير الى الماء Stenohydric-euryhdric
- تشير إلى الملوحة Stenohalic-euryhalic
- تشير الى الغذاء Stenophagic-euryphagic
- تشير الى انتخاب الموطن Stenoecious-euryecious



شكل1: مقارنة الحدود النسبية لكائنات ضيقة وواسعة التحمل الحراري. تقع الحدود الدنيا والمثلى والعظمى قريبة من بعضها للنوع ضيق التحمل الحراري ، وعليه فإن فرقاً ضئيلاً في درجة الحرارة ، الذي قد يكون له تأثير قليل في نوع واسع التحمل الحراري ، غالباً ما يكون حرجاً ، لاحظ أن الكائنات ضيقة التحمل الحراري أما أن تكون متحملة لدرجة الحرارة الواطئة Oligothermal أو متحملة لدرجة الحرارة العليا Polythermal.

لدرجة الحرارة من اقل 4 م° من ثم في المدى $^{-2}$ م° ($^{+}$ 2 م°) ، وبهذا يكون ضيق التكيف جداً للبرد، وعندما ترتفع درجة الحرارة الى صفر يزداد معدل الأيض ومن ثم ينخفض عندما ترتفع درجة حرارة الماء الى $^{+}$1.9 م° . وعندها يصبح السمك عديم الحركة مع اجهاد الحراري. مع اجهاد حراري. وعلى النقيض فان سمك الصحراء واسع التحمل لدرجات الحرارة وواسع التحمل للملوحة ، يتحمل درجات حرارة من 10 - 40 م° والملوحة تتراوح من الماء العذب الى مياه اشد ملوحة من ملوحة ماء البحر. الإنجاز البيئي بالطبع غير متساو ضمن هذا المدى ، فالتحول الغذائي مثلاً يكون اشده بدرجة 20م° وملوحة 15%.

تعويض العامل والنويعات البيئية Factor Compensation and Ecotypes

الكائنات ، ليسوا مجرد عبد للبيئة الفيزيائية ، انهم يكيفون انفسهم ويحورون البيئة الفيزيائية بحيث يقللون التأثيرات المحددة من درجة الحرارة والضوء والماء وظروف المعيشة الفيزيائية الأخرى، مثل هذا التعويض للعامل يكون فعالاً بصورة خاصة على مستوى المجتمع من التنظيم ، ولكنه يحصل ضمن النوع ايضاً . فالانواع ذات المديات الجغرافية الواسعة ، تنشئ في الاغلب مجاميع سكانية متكيفة محلياً تدعى بالنويعات البيئية ecotypes والتي تملك حدوداً مثلى وحدوداً من التحمل مكيفة للظروف المحلية. وقد يتضمن التعويض على طول مدرجات من درجة الحرارة والضوء او عوامل اخرى عروقاً وراثية (مع او بدون مظاهر تركيبية) أو مجرد تأقلم وظيفي.

ويقدم الازدراع العكسي reciprocal transplants طريقة ملائمة لتحديد أي مدى يكون فيه الثبوت الوراثي مشمولاً في النويعات البيئية . لقد وجد MeMillan (1956) مثلاً ، ان اعشاب المروج من نوع واحد عندما نقلت من اقسام مختلفة من مداها إلى حدائق تجريبية قد استجابت بشكل مختلف تماماً بالنسبة الى الضوء. ففي كل حالة كان توقيت النمو والتكاثر متكيفاً للمنطقة التي نقل منها العشب ، وإن سلوك النمو المتكيف قد ثبت عندما ازدرعت الاعشاب . ان احتمالية الثبوت في الضروب المحلية كثيراً ما اهمل في عمل البيئة التطبيقي. ازدراع النباتات وازدراع الحيوانات قد تفشل لان افراداً من مناطق بعيدة قد استعملت بدلاً من أصول متكيفة محلياً. تعريض العامل في مدرجات محلية أو فصلية يمكن ان تتضمن أيضاً عروقاً وراثية ولكن كثيراً ما تنجز بتنظيمات وظيفية في

وظائف العضو أو بتحولات في علاقات الوسط – الانزيم على المستوى الخلوي . فمثلاً ، يوضح Somero (1969) ، أن تعويض درجة الحرارة المباشر يعزز بعلاقة عكسية بين درجة الحرارة والفة الانزيم - الوسط ، في حين أن التكيف التطوري البعيد المدى يكون أكثر احتمالاً لان يتضمن تبديلات في ألفة الانزيم - الوسط . الحيوانات الكبيرة منها بصورة خاصة ، ذات القوى الحركية الجيدة النمو تعوض عن طريق السلوك التكيفي الذي يجنبها التطرق في المدرجات البيئية المحلية.

تعويض العامل على مستوى المجتمع ينجز باستمرارية أكثر عن طريق احلال الانواع في المدرج البيئي، فأننا نحتاج الى ضرب مثال واحد فقط هنا ففي المياه الساحلية ، مجدافية الاقدام من جنس *Acartia* كثيراً ما تكون اشكالاً سائدة في العوالق الحيوانية فالنوع الموجود في الشتاء ، يعوض عنه في الصيف بأنواع اخرى، تكون بالضبط أكثر تكيفاً لدرجات الحرارة الدافئة.

المفهوم المشترك للعوامل المحددة Combined Concept of Limiting Factors

ينص القانون الثالث المتعلق بالعوامل المحددة ومستويات التحمل "ان وجود ونجاح كائن أو مجموعة من الكائنات يعتمد على تركيبة من الظروف، وان أي ظرف يقترب من حدود التحمل أو يتعداها يقال عنه بانه ظرف او عامل محدد" .

بربط فكرة الحد الأدنى ومفهوم حدود التحمل نصل الى مفهوم اعم واكثر فائدة للعوامل المحددة ، فالكائنات الحية يسيطر عليها في الطبيعة بوساطة (1) كمية وتنوع المواد التي توجد منها حاجة بحد ادنى وبالعوامل الفيزيائية التي تكون حرجة، و(2) حدود التحمل للكائنات نفسها بالنسبة لهذه ولمكونات البيئة الأخرى.

عليه توجد الكائنات المختلفة كمجموعات او انواع في الطبيعة في هذا المجال بالنسبة الى العوامل المحددة فانتشار وتوزيع الكائنات الحية على الكرة الارضية تحدد بالضرورة على هذا النمط أي ان العوامل المختلفة من حيث الكمية والنوعية يجب ان تتواجد بحد ادنى على الاقل في المحيط الذي يتواجد فيه الكائن الحي او أن يكون ضمن مدى تحمل الكائن الحي في ذلك النظام البيئي .

ان اختلاف اهمية العوامل باختلاف الكائنات الحية من جهة وباختلاف المواطن البيئية من جهة اخرى تؤثر في تطبيقات علم البيئة من جهة والتوزيع الجغرافي للكائنات الحية فعلى سبيل المثال يكون الاوكسجين متوفراً بالنسبة الى الكائنات الارضية ولايحتمل ان يكون محددا بصورة عامة في حين يلاحظ ان اهميته كبيرة بالنسبة الى البحيرات والبيئة المائية بصورة عامة، لذلك ، فان عالم بيئة الماء يضع جهاز تحديد الاوكسجين في متناول يده ويأخذ القياسات كأحد اجراءاته في دراسة موقع غير معروف. ومن ناحية اخرى فان عالم بيئة اليابسة ما يحتاج الى قياس الاوكسجين بالطبع فهو المتطلب وظيفي حيوي على الارض مثلما هو الماء.

فضلاً عن اختلاف تأثيرات العوامل البيئية باختلاف فترات دورات الحياة بالنسبة للكائنات الحية، وخير مثال هي دورة حياة الحشرات اذ يلاحظ ان الظروف التي تعتمد عليها الشرنقة في نموها تختلف عن الفراشة البالغة وعن البيضة او الحورية.

عند ملاحظة توزيع الكائنات الحية الحية على بقاع الارض المختلفة نجد ان هناك كائنات متمركزة في مناطق محددة من الكرة الارضية في حين هناك كائنات اخرى تلاحظ في مناطق واسعة بل حتى هناك من الكائنات ماتنتشر في جميع بقاع الارض وهذا ينطبق على علم بيئة اليابسة والبيئة المائية فعلى سبيل المثال يلاحظ البطريق في المناطق القطبية فقط والجمال في الصحارى والغزلان في البراري ، كما ان الكائنات الحية في المناطق الاستوائية تختلف عن الكائنات الحية في المناطق المعتدلة او القطبية وينطبق هذا حتى في مناطق محددة المساحة ايضا يلاحظ ان البلوط في شمال العراق بينما النخيل في الجنوب والوسط . وعند تعليل هذا التوزيع الطبيعي يلاحظ انه كلما زاد تحمل الكائن الحي للظروف البيئية المحيطة به ازداد انتشاره ومقاومته وبالعكس.

ان العلاقات البيئية للكائنات الحية - قابلة لان تكون مركبة ، بحيث يكون من حسن الحظ انه ليست جميع العوامل المحتملة لموقع أو كائن ما متساوية الأهمية. فاذا كان الكائن يملك حداً واسعا من التحمل العامل يكون ثابتاً نسبياً وبكمية معتدلة في البيئة فان ذلك العامل لا يحتمل ان يكون محدداً، وبالعكس.

ومن المهم بصورة خاصة لدارس البيئة المبتدئ ان يدرك ان اهداف تحليل البيئة ليس عمل قوائم طويلة من العوامل المحتملة غير الحرجة ، بل بالأحرى ان ينجز هذه الاهداف الاكثر اهمية :

(1) الاكتشاف عن طريق الملاحظة والتحليل والتجربة ، اي العوامل تكون مهمة فعلياً .

(2) لتحديد كيف يمكن لهذه العوامل ان تحدث تأثيراتها على الفرد والسكان أو المجتمع.

العوامل الفيزيائية ذات الأهمية كعوامل محددة Physical Factors of Importance as Limiting Factors

أن المفهوم الواسع للعوامل المحددة ليس مقصورا على العوامل الطبيعية، اذ ان العلاقات الحياتية المتبادلة Biological factors لا تقل اهمية في تحديد الانتشار والوفرة الحقيقية للكائنات في الطبيعة. ومع ذلك فمن الافضل اعتبار العوامل الحياتية التي تعنى بالسكان والمجتمعات في مواضيع لاحقة، سنستعرض باختصار الجوانب الفيزيائية من البيئة.

1- درجة الحرارة Temperature

لكل كائن حي درجة حرارة مثلى للنمو Optimum temperature فضلا عن مدى معين من درجات الحرارة، وهناك اختلافات واسعة بين المديات لتحمل الكائنات الحية المختلفة من درجات الحرارة اذ يمكن أن تتواجد الحياة ضمن مدى ضئيل وذلك في نحو 300م˚ ، ونحو - 200 إلى 100م˚.والحقيقة ان معظم الانواع و الفعاليات الحيوية تكون محصورة حتى في حيز ضيق من درجات الحرارة، فقسم من الكائنات وبصورة خاصة في دور الراحة يمكن ان توجد في درجات حرارة واطئة لأوقات قصيرة، في حين تتمكن القليل من الكائنات المجهرية وبصورة خاصة البكتريا والطحالب من العيش والتكاثر في الينابيع الحارة حيث تقترب الحرارة من درجة الغليان، بصورة عامة تكون الحدود العليا اكثر سرعة في حراجتها من الحدود الأوطأ، بغض النظر عن حقيقة ان كثيراً من الكائنات تقوم على ما يبدو بوظائفها بكفاءة أكبر نحو الحدود العليا من مديات تحملها . ان مدى التباين في درجة الحرارة يميل الى ان يكون في الماء اقل منه على الأرض ، وان الكائنات المائية بصورة عامة تملك حداً من التحمل لدرجة الحرارة اضيق من الحيوانات الارضية المعادلة. لذا تكون درجة الحرارة مهمة على وجه العموم وعاملاً محدداً جداً في اغلب الاحيان تواترات rhythms درجة الحرارة الى جانب تواترات الضوء والرطوبة وحركة المد والجزر تسيطر لحد كبير على فعالياتالاحياء المجهرية والنباتات والحيوانات الفصلية واليومية.

حيث أن المدى الحراري يعتمد على عوامل عدة داخلية وخارجية مثل الصفات الوراثية والعمر وبيئة الكائن الحي. وقد تتأقلم بعض الأحياء إلى مديات من درجات الحرارة العالية أو المنخفضة خارج المدى المحدد لذلك النوع. تعد درجة الحرارة من العوامل الأساسية المؤثرة في العمليات الأيضية Metabolism لكل الكائنات الحية كالتنفس والتفاعلات الإنزيمية المختلفة. وفي النباتات فإن الحرارة عامل مهم في عملية البناء الضوئي Photosynthesis . ويمكن للكائن الحي تخفيض درجة حرارة جسمه خلال تبخر الماء إلى خارج جسمه كما يحدث في الحيوانات خلال عملية التعرق وفي النباتات خلال عملية النتح Transpiration .

2- الماء Water

الماء ضرورة فسيولوجية لجميع البروتوبلازم، والماء من وجهة النظر البيئية عامل محدد بصورة رئيسة في البيئات الارضية او في البيئات المائية حيث تكون كمية الماء معرضة لتذبذب كبير، أو حيث الملوحة العالية تتطلب فقدان ماء من الكائنات عن طريق التنافذ. ان المطر على مدار السنة عامل محدد في غاية الاهمية للكائنات الحية، فالموقع ذو 35 انج من سقوط المطر موزعة بالتساوي تختلف تماماً عن المنطقة المجهزة بـ 35 انج من سقوط المطر الذي يسقط بكثرة اثناء جزء محدد من السنة، في الحالة الاخيرة يجب ان تكون الحيوانات والنباتات والاحياء المجهرية قادرة على مقاومة مدد طويلة من الجفاف. وبصورة عامة يميل سقوط المطر الى ان يكون غير متساو في التوزيع على مدى الفصول في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية بحيث ينتج في غالب الاحيان تحديد واضح من فصول جافة واخرى رطبة . ان هذا التواتر الفصلي في الرطوبة ينظم الفعاليات الفصلية (التكاثر بصورة خاصة) للكائنات في المناطق الاستوائية بالطريقة نفسها التي ينظم فيها التواتر الفصلي للحرارة والضوء كائنات المنطقة المعتدلة .

3- الرطوبة Humidity

يعد عامل الرطوبة ذات أهمية واضحة في بيئة اليابسة بينما لا علاقة لهذا العامل في البيئة المائية. حيث 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 والجليد والثلوج والبرد والتي تعد المصدر الرئيس للرطوبة في التربة.

تمثل الرطوبة كمية بخار الماء في الهواء، وبما ان كمية بخار الماء التي يمكن ان يحويها الهواء عند الاشباع تختلف باختلاف درجة الحرارة والضغط ، فالرطوبة النسبية تمثل نسبة البخار الموجودة فعلا مقابلة بالاشباع تحت الظروف القائمة من درجة الحرارة والضغط. تتواجد الرطوبة على هيئة بخاء ماء أو جزيئات الماء السائل أو الصلب كالغيوم والثلوج والبرد فضلاً عن الأمطار. علماً بأن فترة سقوط الأمطار وكمياتها تؤثر في انتشار الكائنات الحية المختلفة خاصة النباتات ومن ثم الحيوانات وصولاً إلى الانسان. وهناك تفاوت كبير في معدلات التساقط في مناطق العالم المختلفة، فهناك أمطار غزيرة في جميع الفصول في المناطق الاستوائية في حين هناك أمطار فصلية، وفي المناطق شبه المدارية يلاحظ بصورة عامة ذات صيف جاف وشتاء ممطر . ويؤثر نمط تساقط الأمطار الفصلية على استغلال الأرض زراعياً أو غير ذلك.

هنالك على العموم تواتراً يومياً منتظماً في الرطوبة بالطبيعة (مرتفع ليلا منخفض نهاراً على سبيل المثال) ، وفروقاً على مستوى عمودي وافقي ، فالرطوبة مع درجة الحرارة والضوء اثراً مهم في تنظيم فعاليات الكائنات وفي تحديد انتشارها .

لا بد من التأكيد أن عامل الرطوبة ذو علاقة مع عوامل بيئية أخرى مثل درجة الحرارة والرياح والإشعاع الشمسي، حيث كلما زادت درجة الحرارة فإن جزيئات الهواء تستطيع حمل بخار الماء بكمية أكبر . أما عن الرياح فإن الجافة منها سوف تقلل من الرطوبة خلال إزاحتها للهواء الرطب أو خلطه مع الهواء الجاف والعكس صحيح. وبالنسبة للاشعاع الشمسي فيكون تأثيره غير مباشر خلال تأثيره

المباشر في ارتفاع درجات الحرارة ، كما أن للكساء الخضري تأثيره في زيادة الرطوبة خلال عملية النتح التي تقوم بها النباتات وهنا ما يلاحظ عند التجوال في الغابات.

4-عمل درجة الحرارة والرطوبة معاً Temperature and Moisture Acting Together

ان تفاعل درجة الحرارة والرطوبة يعتمد على القيم النسبية مثلما يعتمد على القيم المطاقة لكل عامل، وهكذا فان درجة الحرارة تحدث تأثيراً شديداً على الكائنات عندما تكون ظروف الرطوبة متطرفة أي ، أما ان تكون عالية جداً او واطئة جداً مما ان تكون مثل هذه الظروف معتدلة ، وبالمثل ، للرطوبة أثر اكثر حراجة في درجات الحرارة المتطرفة . فمثلاً تتمكن سوسة جوزة القطن boll weevil ان تتحمل درجات الحرارة العالية عندما تكون الرطوبة واطئة او معتدلة بدلاً من أن تكون عالية جداً ، لذا فعندما يكون الجو حاراً وجافاً في منطقة القطن ، فهو علامة لمزارعي القطن لان تكون مكائن الرش جاهزة ولان يكونوا في يقظة من ازدياد سكان السوسة . المناخ الحارة الرطب اقل ملائمة للسوسة ، ولكنه لسوء الحظ غير جيد لنبات القطن.

5-الغازات الجوية : Atmospheric Gases

ومن المفيد بما فيه الكفاية التركيز الحالي لثنائي اوكسيد الكاربون (0.003 حجماً) والاوكسجين (21% حجماً) اذ يكون محددا بعض الشيء لكثير من النباتات الراقية . من المعروف جيداً أن عملية التركيب الضوئي في كثير من النباتات يمكن زيادته بزيادات معتدلة من ثنائي اوكسيد الكاربون ، ولكنه غير معروف بشكل جيد ان تقليل تركيز الاوكسجين تجريبياً يمكن ان يزيد التركيب الضوئي ايضاً. لقد اشار Björkman ومساعدوه ، الى ان الفاصوليا والنباتات الاخرى زاد معدل تركيبها الضوئى لغاية 50٪ عندما خفض تركيز الاوكسجين حول اوراقها الى 5% يفكر بان تثبيط الاوكسجين هو المسبب بالتفاعل العكسي بين المركب الوسيط لعملية التركيب الضوئي المختزل جدا.

يصبح الاوكسجين محدداً للاحياء الهوائية وان CO_2 يزداد كما توغلنا اعمق في التربة والترسبات كذلك في اجسام الحيوانات الكبيرة، معدة المجترات تكون جهازاً لا هوائياً) ، هذا يفضي الى تباطؤ معدل التحلل.

أما الحالة في البيئات المائية فتختلف تماما ، لان كميات الاوكسجين، CO_2 والغازات الجوية الأخرى تذوب في الماء وبذا تكون في متناول كائنات متنوعة تماماً من وقت لوقت ومن مكان لآخر. الاوكسجين هو العامل المحدد رقم واحد وخاصة في البحيرات وفي المياه ذات الحمل الثقيل من المواد العضوية. وبغض النظر عن حقيقة كون الاوكسجين أكثر ذوباناً في الماء من النايتروجين، كما ان درجة الحرارة والاملاح المذابة تؤثران لدرجة كبيرة في قابلية الماء للاحتفاظ بالأوكسجين ، وان قابلية الاوكسجين تزداد في درجات الحرارة الواطئة وتنخفض بالملوحة العالية . ان مؤونة الاوكسجين في الماء تأتي من مصدرين رئيسيين، بالانتشار من الهواء ومن عملية التركيب الضوئي للنباتات المائية، في حين ان نفاذ الضوء هو العامل الكلي في انتاج الاوكسجين بعملية التركيب الضوئي . ولذا يمكن توقع اختلافات فصلية ومكانية مهمة في تركيز الأوكسجين في البيئات المائية.

ثنائي اوكسيد الكاربون كالاوكسجين ، يمكن ان يوجد في الماء بكميات مختلفة كثيراً جداً، غير أن سلوكه مختلف وعلم بيئته غير معروف جيدا. فيكون من الصعب عمل بيانات عامة بالنسبة الى اثره كعامل محدد. وعلى الرغم من وجود CO2 بتراكيز واطئة في الهواء ، فإنه قابل للذوبان في الماء الى ابعد الحدود ، والذي يحصل منه ايضاً على امدادات كبيرة من التنفس والتحلل والتربة او من مصادر اخرى تحت التربة . لذا فإن احتمال كون الحد الادنى منه مهماً ، يكون اقل مما في حالة الاوكسجين. فوق ذلك ، فأن CO_2 ، على عكس الاوكسجين ، يدخل في تفاعل كيمياوي مع الماء ليكون حامض الكاربونيك وهذا بدوره يتفاعل مع احجار الكلس الموجودة مشكلاً كاربونات (CO_3) وبيكاربونات (HCO_3) . ان هذه المركبات فضلاً عن انه مصدراً غذائياً، فأنها تعمل كمنظمات buffers ، تساعد في حفظ الرقم الهايدروجيني pH قرب نقطة التعادل في البيئات المائية.

6-املاح النشوء الحياتي:المغذيات الكبيرة والدقيقة Biogenic Salts: Macronutrients and Micronutrients

يمكن ان يطلق على الاملاح المذابة الضرورية للحياة تعبير biogenic Salts وسنستعرض عدة امثلة لاهميتها كعوامل محددة في التربة وفي الماء، والواقع ان قانون Liebig الأصلي للحد الأدنى وضع على اساس الفعل المحدد للمواد الأولية الضرورية التي تكون نادرة ومتغيرة في البيئة. وكما سبقت الاشارة اليه فإن املاح النايتروجين والفسفور ذات اهمية رئيسة . وان عالم البيئة يكون قد احسن في حسبانه اياهما منذ البدء مسألة روتينية. يقروقد اشار Hutchinson (١٩٥٧) ان الفوسفور عامل محدد رقم واحد على النحو الآتي : "من بين العناصر الموجودة في الكائنات الحية ، يحتمل ان يكون الفوسفور اعظم اهمية بيئياً" ، لان نسبة الفوسفور إلى العناصر الأخرى في الكائنات تميل الى ان تكون نسبياً أكبر بكثير من النسبة في المصادر الأولية من العناصر الحياتية. ولذلك فالعجز في الفسفور يكون احتمالا في تحديد انتاجية أي منطقة على سطح الأرض من العجز في أي مادة أخرى عدا الماء، والمرء.

ويلي النايتروجين والفوسفور في الأهمية البوتاسيوم والكالسيوم والكبريت والمغنسيوم ، تكون الحاجة إلى الكالسيوم بصورة خاصة بكميات كبيرة في النواعم والفقريات والمغنسيوم مكون ضروري للكلوروفيل ، وبدونه لا يمكن أن يعمل أي نظام بيئي . وتعرف العناصر ومركباتها التي تكون الحاجة اليها بكميات كبيرة نسبياً بالمواد المغذية الكبيرة macronutrients.

أما العناصر ومركباتها التي تكون ضرورية لتشغيل الانظمة الحية ، ولكن تلك التي تكون الحاجة اليها بكميات غاية في الدقة كمكونات للانزيمات الحيوية، تعرف هذه العناصر بصورة عامة بالعناصر النادرة Trace او بالمواد المغذية الدقيقة micronutrients، فإن المواد المغذية الدقيقة تكون ذات اهمية كعوامل محددة .

ذكر Eyster (1964) عشرة عناصر مغذية صغيرة معروفة بشكل محدد على انها ضرورية وهي : الحديد ، المنغنيز، النحاس ، الخارصين، البورون ، السليكون ، الموليبدينوم ، الكلور، الفناديوم والكويلت. ويمكن ان ترتب في ثلاث مجموعات (1) تلك التي تحتاجها عملية التمثيل الضوئي : المنغنيز، الحديد، الكلور، الزنك والفناديوم . (٢) تلك التي تحتاج لأيض النايتروجين : الموليبدينوم ، البورون ، الكوبلت والحديد (٣) تلك التي يحتاج اليها لوظائف ايضية اخرى : المنغنيز، البورون ، الكوبلت ، النحاس والسليكون معظم هذه العناصر ضرورية للحيوانات ايضاً. وقليل منها كاليود ضرورية الحيوانات معينة كاللافقريات. وبالطبع فان خط التقسيم بين المواد المغذية الكبيرة والدقيقة غير محدد وليس نفسه مجاميع الكائنات.

7-التيارات والضغوط : Currents and Pressures

ان الأوساط الجوية والمائية التي تعيش فيها الكائنات لا تكون في كثير من الاحيان ثابتة تماماً لاية مدة زمنية . فالتيارات المائية لا تؤثر في تركيز الفلزات والمواد المغذية لدرجة كبيرة فحسب، بل تعمل كعوامل محددة بشكل مباشر ولذا يمكن ان تعزى الفروق بين مجتمع بركة صغيرة وتجرى مائي إلى الفرق الكبير في عامل التيار. ان كثيراً من النباتات والحيوانات قد تكيفت مظهرياً ووظيفياً لتحتفظ بمكانها في التيار، تعرف بأنها ذات حدود واضحة من التحمل لهذا العامل المعين، اذ تحدث الرياح على الأرض تأثيراً محدداً في الفعاليات وحتى على انتشار الكائنات بالطريقة نفسها، فالطيور مثلاً ، تبقى ساكنة في اماكن محمية في الايام العاصفة ، ويمكن ان تتحرر النباتات تركيباً بوساطة الرياح، خاصة عندما تكون عوامل اخرى محددة.

الاعاصير hurricanes (اضافة للرياح الاعتيادية) تنقل الحيوانات والنباتات المسافات شاسعة، والرياح عندما تصطدم بالارض قد تغير تركيب مجتمعات الغابة لسنوات لاحقة. وقد لوحظ ان الحشرات تنتشر اسرع باتجاه الرياح السائدة منه في الاتجاهات الأخرى الى مناطق يظهر انها تقدم فرصاً متساوية لاستيطان النوع. والرياح في المناطق الجافة عامل محدد مهم بصورة خاصة بالنسبة الى النباتات ، اذ انها تزيد من سرعة فقدان الماء عن طريق النتح .

ومن التأثيرات الأخرى ما تحدثه الرياح من تكوين التيارات المائية والأمواج في المسطحات المائية المختلفة بخاصة في البحار والمحيطات، وتحمل الرياح الرذاذ الملحي المتناثر مع الأمواج في البحار والمحيطات مما يحدد نمو الأجزاء النباتية والاحياء الساحلية التي تتعرض لذلك والواقعة قرب السواحل.يكون اتجاه الرياح عادة من منطقة الضغط الجوي العالي إلى منطقة الضغطالواطئ وبشكل غير مباشر نحو مركز الضغط الواطئ .

اما الضغط الجوي فلم يتبين بانه عامل محدد مباشر للكائنات ، مع ان بعض الحيوانات تبدو قادرة على كشف الفروق ، وبالطبع فان للضغط الجوي دخلاً كبيراً بالمناخ والطقس ، اللذين يكونان محددين للكائنات بشكل مباشرومع ذلك فأن الضغط المائي الثابت في المحيط ذو اهمية بسبب الانحدار الهائل من السطح الى الاعماق. وفي الماء يزداد الضغط ضغطاً جوياً واحداً لكل 10 أمتار بالعمق. ويصل الضغط في القسم الاعمق من المحيط الى 1000 ضغط جوي. وتتمكن كثير من الحيوانات من تحمل تبدلات واسعة في الضغط ، خاصة اذا كان الجسم لا يحوي هواء او غازاً طليقاً ، فأن الضغوط الكبيرة كالتي توجد في عمق المحيط تحدث تأثيراً ضاغطاً بحيث تكون مسيرة الحياة ابطاء.

8-التربة Soil

تعد التربة إحدى العوامل المهمة والأساسية لنمو الكئنات الحية وانتشارها. فالنباتات تمد جذورها في التربة فتحصل على الماء والعناصر الغذائية. كما أن التربة تعد موطناً Habitat للأحياء المجهرية وللحيوانات مثل دودة الأرض والحيوانات الحفارة. وعند تواجد النباتات في التربة سوف تتواجد الحيوانات التي تعتمد في غذائها على هذه النباتات كغذاء مباشر أو كمضيف تعيش عليه كما هو الحال في بعض أنواع من الفطريات.

ان المكونات الحية وغير الحية تكون متلازمة بصورة خاصة في التربة، التي تتألف بالتحديد من الطبقة المتفتة Weathered Layer لقشرة الارض مع الكائنات الحية ومنتجاتها التحليلية مختلطة. فالتربة ليست عاملا ، في بيئة الكائنات فحسب بل انها مكونة بوساطتهم ايضا ، أن التربة هي النتيجة الصافية لفعل المناخ والكائنات وبصورة خاصة الخضرة، على المادة الام لسطح الأرض. لذا فالتربة مكونة

من المادة الام والوسط الجيولوجي او المعدني المبطن وزيادة عضوية تمتزج فيها الكائنات الحية ونواتجها مع الاجزاء الدقيقة لمادة الام المحورة وتملأ الفسح التي تقع بين الدقائق بالغازات والماء. وان نسجة ومسامية التربة صفات مهمة وتحدد لدرجة كبيرة امكانية الاستفادة من المواد المغذية لنباتات وحيوانات التربة.

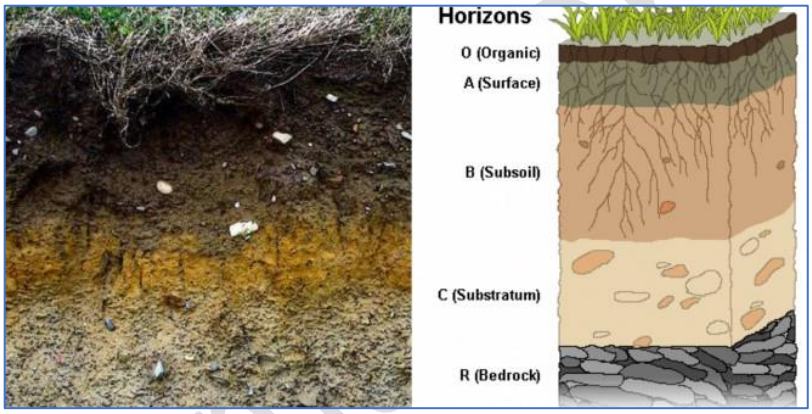
تنشأ التربة من تفتت الصخور ويشارك في تكوينها الماء والهواء والأحياء المختلفة . والتربة إذن عبارة عن تلك الطبقة السطحية من القشرة الأرضية التي تكونت خلال عملية تفتت الصخور إلى جزيئات صغيرة تشمل كلاً من جزيئات الرمل Sand والغرين Silt والطين Clay وغيرها.

فاذا فحصنا مقطع طولي للتربة (شكل 1) ، سنلاحظ ان التربة تتألف من طبقات متميزة ، تختلف في اللون في كثير من الاحوال . وتعرف هذه الطبقات بأفقيات التربية Soil horizons ، كما يعرف تتابع الأفقيات من السطح فنازلاً بمقد التربة Soil Profile. يمكن تمييز ثلاث طبقات متتالية في التربة وهي:

-**الطبقة السطحية :Surface Soil** وهي الطبقة التي تغلف الأرض وعمقها لا يتجاوزعدة سنتيمترات، كما أنها تحوي على المواد العضوية، وتعيش فيها معظم الكائنات الحية الدقيقة والديدان والحشرات، وهذه الطبقة معرضة للانجراف والتخريب أكثر من غيرها.

-**الطبقة تحت التربة :Subsoil** تقع مباشرة تحت الطبقة السطحية وفيها قليل من الدبال والكائنات الحية الدقيقة مقارنة بالطبقة السطحية.

-**طبقة الصخر الأم :Solid** وهي الطبقة الأصلية التي تكونت منها التربة وهي أقل عرضة لعوامل تكوّن التربة مثل الحرارة والرطوبة والرياح.



شكل (1): يمثل طبقات مقد التربة Soil Profile

9- النار كعامل بيئي (الحرائق Fires)

ان النار ليست عاملاً ثانوياً أو شاذاً بل عاملاً رئيساً ، والتي كانت لقرون جزءاً من المناخ الطبيعي في معظم بيئات اليابسة في العالم. تبعاً لذلك تكيفت المجتمعات الحياتية لهذا العامل وتعوض عنه تماماً مثلما تفعل مع درجة الحرارة والماء. وكما هو الحال في معظم العوامل البيئية فقد عمل الانسان على تحوير تأثيرها لدرجة كبيرة ويزيد من تأثيرها في حالات اخرى . الفشل في تمييز ان الانظمة البيئية يمكن أن تكون متكيفة للنار قد نتج عن خطأ كبير في ادارة مصادر الانسان الطبيعية. يمكن ان تكون النار اداة بيئية ذات قيمة كبيرة بالاستعمال السليم، لذا فان النار تكون عاملاً بيئياً محدداً.

تعد النار أو الحرائق إحدى العوامل المهمة المؤثرة في بيئة اليابسة وخاصة المناطق الحارة والجافة منها مما تؤدي إلى إتلاف وتغير النظام البيئي حيث تنخفض مكونات الكساء الخضري وتتأثر الحيوانات المتعايشة معها. هناك مصدران أساسيان للحرائق أحدهما طبيعياً كالبرق أما الآخر فهو بفعل الإنسان . وقد 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 Bark ، كما في أشجار الخشب الأحمر Red wood . وقد تحمي الأجزاء النامية والنشطة بأوراقها ذات الزغب الكثيفة كما في نبات الصنوبر ذو الأوراق الطويلة ، أو بدفنها تحت سطح التربة. وقد تحوي أعضاء تكاثرية التي لا تظهر بذورها إلا عند الحرق كما في مخروط بعض أنواع الصنوبريConifers .

وتكون النار أو الحرائق اكثر اهمية في مناطق الغابات والاعشاب الدائمة في المناطق المعتدلة وفي المناطق الاستوائية ذات الفصول الجافة.

توجد ثلاثة أنواع رئيسية للحرائق التي يمكن ان تتحول من نوع لآخر على وفق الظروف البيئية حينها كالرياح والحرارة ونوعية الكساء الخضري والرطوبة. وهذه الأنواع هي:-

1- الحرائق الأرضية Ground fires : وتحدث هذه الحرائق في الترب المغطاة بطبقة سميكة من المواد العضوية حيث يتم احتراقها ببطئ وبدون لهب. وقد تؤدي هذه الحرائق إلى موت معظم النباتات التي تمتد جذورها ضمن منطقة الإشعال.
2- الحرائق السطحية Surface fires وتمتد هذه الحرائق بسرعة لتشمل الأعشاب والشجيرات وبقايا على سطح التربة.
3- الحرائق التاجية او القمية Crown fires وتنتقل هذه الحرائق بين قمم الأشجار كما يحدث في بعض الغابات الكثيفة التي تؤدي إلى قتل معظم النباتات فوق سطح التربة ويمكن نجاة الأجزاء النباتية أو البذور المغمورة تحت التربة السطحية بخاصة عندما تكون رطبة.

فنيران القمة تكون محددة لمعظم الكائنات الحية ، وان المجتمع الحياتي يجب أن يبدأ النمو من البداية مرة ثانية ، ولحد ما من لاشيء وقد تمضي عدة سنوات قبل ان تكون المنطقة منتجة من وجه نظر الانسان . ومن ناحية اخرى فان النيران السطحية تحدث تأثيراً انتخابياً. فهي أكثر تحديداً لبعض الكائنات من غيرها وبهذا تلائم نمو الكائنات ذات التحمل العالي لعامل النار. وكذلك فان النيران السطحية الخفيفة تساعد البكتريا في تحطيم اجسام النباتات وفي جعل المواد المغذية قابلة للانتفاع بسرعة أكثر لنمو النبات الجديد. أما النيران الارضية تلائم هذا النوع انتخابياً، وفي الغياب الكامل للنار تنمو انواع اخرى من الاشجار الواطئة بسرعة فتمنع نمو الصنوبريات الطويلة الأوراق ،وكذلك تستبعد الحشائش والبقوليات.

ان مسألة ومتى تحرق او لا تحرق يمكن أن تكون بالتأكيد مربكة للمواطن لان الانسان ، بسبب اهماله يميل الى ان يزيد من الحياة البرية ، فمن الضروري عمل حملة قوية للوقاية من النار في الغابات وفي مناطق الاخرى . يجب ان يدرك المواطن ان عليه كفرد يجب ان لا يبدأ أو يتسبب في النيران في أي مكان من الطبيعة ، ويجب أن يدرك ايضاً ان استخدام النار من اشخاص مدربين هو جزء من ادارة جيدة للارض.

Dr. Shiamaa & Dr. Bilal