مسلك الجغرافيا

الفصل الثاني

البيوجغرافية

العوامل المؤثرة على الحياة النباتية

تتجلى دراسة تأثير العوامل الوسطية على النبات في:

- دراسة تأثير عامل واحد.

- دراسة تأثير عدة عوامل حيث يختلف تأثير عامل محدد حسب درجة تركز العوامل الأخرى، ففي سنة 1840 وضع Justus Van Lienbig نظرية الحد الأدنى من خلال ملاحظة أن مردودية منتوج معين يتعلق بالعنصر الغذائي المتواجد بقلة، و بعده عمم Blackman FF سنة 1905 هذا القانون في شكل آخر و هو قانون العوامل المحددة.

إن العوامل المتعددة المتحكمة في توزيع و حياة الأصناف النباتية يمكن أن تصنف حسب مفهومين:

- تصنيف حسب الأوساط فنميز بين قارية و مائية و تضم عوامل مناخية و ترابية و طبوغرافية و حيوية.

- تصنيف على أساس طبيعة و نوع الأثر الفزيولوجي للعوامل بصفة مستقلة عن التوطين، فنميز بين:

- عوامل طاقية

- عوامل مائية

- عوامل ميكانيكية

- عوامل حيوية

- عوامل كيماوية

1. العوامل المائية

يشكل الماء دورة في الوسط الغابوي حيث أن التساقطات التي تعتبر المصدر الأساسي للماء يختزن جزء منها في التربة فيمتص من طرف النبات الذي يستهلكه و يفقده في الجو عن طريق عملية النتح.

1.1. الذخيرة المائية في التربة

1.1.1. أشكال الماء داخل التربة

يتخذ الماء في التربة عدة أشكال منها:

- ماء الجريان الذي ينتج عن تشبع التربة بالماء و يكون سطحيا أو باطنيا.

- ماء الجاذبية الذي يجري من الأعلى إلى الأسفل، و نميز فيه بين ماء الجاذبية ذو الجريان السريع الذي يملأ القنوات الكبيرة (أكثر من 50 مكرون) مباشرة بعد سقوط الأمطار و ماء الجاذبية ذو الجريان البطيء الذي يملأ القنوات الصغيرة (بين 10 و 50 ميكرون) خلال بضعة أسابيع و هو الذي يغذي الجريان الباطني.

- الماء العالق و هو الماء الذي تحتجزه التربة داخل القنوات الصغيرة (أقل من 10 مكرون) و تكون قوات الشعرية و قوات الإمتصاص تفوقان قوة الجاذبية. و ينقسم هذا الماء إلى قسمين:

ا- الماء الشعري القابل للإمتصاص من طرف جذور النباتات و الذي يكون داخل القنوات المتوسطة أو على شكل عدسات بين عناصر التربة.

ب- الماء الممتز الذي يتخذ شكل غشاء على سطح أجزاء التربة و الذي يرتبط بقوة للتربة و هو غير صالح للنبات.

يظهر إذن أن التربة تختزن الماء بقوات مختلفة حسب كمية الماء و نسيج التربة حيث ترتفع هذه القوة كلما قلت نسبة الماء و كلما أصبح نسيج التربة دقيقا. و تقاس القوة الشعرية بوحدات جوية أو بلوغارتماتها.

و يمكن تحديد قيمتين لحالة الماء داخل التربة و تحملان دلالات لحياة النبات في علاقة مع تغذيته المائية:

1.1.2. القيمات المميزة لحالات الماء داخل التربة

يمكن معرفة حالة الماء داخل التربة عبر قيمتين:

- الرطوبة المثلى التي توافق المحتوى الرطوبي الأقصى الذي يمكن أن تحتفظ به التربة بعد سقوط الأمطار بثلاثة أيام و تناسب قوة pF2.5 و ترتفع كلما أصبح نسيج التربة دقيقا.

- نقطة الذبول التي توافق المحتوى الرطوبي الأدنى بالتربة و لا تستطيع جذور النبات امتصاصه لأنه محتجز بقوة تفوق قوة امتصاص جذور النبات. و هي قيمة ثابتة لا تتغير حسب تكوين التربة و تناسب قوة pF4.2.

– الماء الصالح و هو الفرق بين قيمتي الرطوبة المثلى و نقطة الذبول أي كمية الماء المحتجزة في التربة. و تكون منخفضة بالنسبة للرمال و عالية بالنسبة للطين.

1.2. دور الماء داخل النبات

تستهلك النباتات الماء بطرق مختلفة من أهمها:

– ظاهرة التنادح أو الإرتشاح الغشائي حيث تمثل التربة من جهة و شعيرات الجذور من جهة أخرى اختلافا في تركز الماء و بعض المواد الأخرى فيكون موجبا في الجانب الأول و بذلك ينتقل الماء من منطقة التركز القوي إلى منطقة التركز الضعيف و لكن في إتجاه واحد.

و تقوم قوتان بامتصاص الماء و حركته داخل النبات:

– القوة الشعرية حيث أن فقدان الماء بواسطة النتح يترك فراغا يستدعي صعود الماء في القنوات الصغيرة.

– الامتصاص النشيط الذي يتمثل في فقدان الماء على شكل سائل عند مستوى البراعم و يكون الإمتصاص يفوق النتح. و تؤثر على عملية امتصاص الماء عوامل أخرى حيث تضعف هذه الظاهرة حينما تكون التربة باردة مما يضر بالنبات إلا إذا كانت الأجزاء العليا تنعم بجو رطب و دافئ. و تصعب عملية الامتصاص في الأوساط غير المكيفة و عندما ترتفع نسبة الأزوت و ثاني أكسيد الكاربون.

1.2. النتح

هو عملية فيزيائية تتمثل في فقدان الماء على شكل بخار ماء على سطح الأوراق أو أعضاء أخرى من خلال المسام و يسمى النتح المسامي. كما يفقد الماء على صورة بخار من خلال العديسات الموجودة فى الأنسجة الفلينية التي تغطي أسطح السيقان و الأفرع فيسمى بالنتح العديسي أما فقدان الماء من سطح الأوراق و السيقان العشبية فيسمى بالنتح الاديمي.

للنتح فوائد عديدة تتمثل في:

– وقاية النبات من أخطار الحرارة المرتفعة لان تبخر الماء من أنسجة الورقة يقتضي استهلاك مقدار من الحرارة تعرف بحرارة التبخير و التي تستمدها من الأوراق فتبرد.

– حصول قوة سالبة من النتح تعتبر العامل المهم في إمداد النبات بالماء.

– مساهمة النتح في زيادة معدل امتصاص النبات للذائبات من التربة.

يحمل سطح الورقة عددا كبيرا من المسام تحاط كل منها بخليتين تعرفان بالخلايا الحارسة يتحكمان فى فتح وغلق المسام. و تعتمد هذه العملية بصفة عامة على الاستجابة المباشرة لزيادة أو نقص في الجهد الاسموزي للخلايا الحارسة، و التغير في الجهد المائي الناتج من التغيرات الأسموزية بسبب تحرك الماء من أو إلى الخلايا الحارسة. و تتحكم عوامل خارجية و بيولوجية في أنغلاق و انفتاح المسام تؤدي إلى فقدان الماء.

– **الضوء** الذي يؤثر على فتح و غلق المسام.

– **البوتاسيوم** الذي يؤدى إلى انحلال النشا الى سكريات بسيطة وزيادة التركيز الاسموزى فى الخلايا الحارسة مما يؤدى لانتقال الماء الى داخل الخلايا الحارسة مما فيزيد من ضغط الامتلاء فتفتح المسام.

– **تركيز ثاني أكسيد الكاربون** حيث عندما يفوق تركيز CO2 فى المسافات البينية لأنسجة الورقة عن التركيز في الجو الخارجي يؤدى لغلق المسام وعند التعرض للضوء يستهلك CO2 في عملية التمثيل الضوئي فيقل تركيز CO2 و تفتح المسام.

– **درجة الحرارة** التي تؤثر على غلق و فتح المسام عند درجة حرارة من 0–30°م يزداد فتح المسام وعند درجة حرارة أقل من 0°م أو أكثر من 30°م يؤدى ذلك إلى غلق المسام وذلك في معظم النباتات .ويرجع غلق المسام إلى زيادة معدل التنفس عند هذه القيمات من الحرارة فيزداد تركيز CO2 فتغلق المسام.

– **نقص الماء وحامض الابسيسيك**، فهناك بعض الحالات لا يستطيع النبات امتصاص الماء رغم الظروف الملائمة لامتصاص فيحدث بالتالي نقص الماء داخل النبات. وللحفاظ على القدر الضئيل من الماء داخل النبات يتجه النبات الى تكوين هرمون حمض الابسيسيك ABA وينقل هذا الهرمون إلى الأوراق ويؤدى ذلك لتنشيط غلق المسام.

كما تؤثر على عملية النتح عوامل مرفلوجية نباتية و جوية:

– **مساحة الورقة** حيث أن زيادة مساحة الورقة يتبعها زيادة الماء المفقود وغالبا ما تنتج النباتات الصغيرة بمعدل اكبر عن النباتات الكبيرة وذلك على أساس وحدة المساحة ولو أن النباتات الكبيرة تفقد كميات من الماء اكبر. إلا أن الماء المفقود بالنسبة لوحدة المساحة يكون اكثر فى النباتات الصغيرة

– **تركيب الورقة** الذي يسجل اختلافا فيما يخص عدد المسام وسمك طبقة الكيوتين المغطية

للأوراق وسطحية وتعمق المسام على سطح الورقة وتعريق الأوراق باختلاف الأنواع النباتية مما يؤثر على معدل النتح.

– **سمك الجليدة** الذي يلعب دورا مهما عندما تكون المسام مغلقة، فيكون سمك الجليدة في المناطق الرطبة بين 1 و 2 مكرون، بينما في المناطق الجافة يتعدى 10 مكرون.

– **الرطوبة النسبية في الجو** حيث أن ارتفاع الرطوبة النسبية في الجو يؤدي إلى زيادة ضغط بخار الماء في الجو وبالتالي تقليل التبخر وبالتالي انخفاض النتح.

– **الرياح** حيث يتسبب عن حركة الهواء تقليل الرطوبة النسبية بإزالة الهواء الرطب في الجو الملامس مباشرة لسطح الأوراق وبالتالي يزداد النتح . أما عند اشتداد الرياح فان المسام تقفل، وبالتالي يضعف النتح. وتقفل المسام بسبب فقد النبات لكميات هائلة من الماء تؤدى الى نقص شديد فى انتفاخ البشرة والخلايا الحارسة وبالتالى تقفل المسام.

–**درجة الحرارة** التي يؤدى ارتفاعها الى زيادة التبخر وبالتالى الى زيادة النتح. وتعتبر عملية النتح عملية تلطف من حرارة النبات لان قدر كبير من الحرارة التى تتعرض لها أسطح الأوراق تستنفذ فى فقدان كميات كبيرة من الماء في صورة نتح.

– **الضوء** الذي يظهر دوره من خلال تأثيره على فتح وغلق المسام كما ان قوته تزيد من درجة الحرارة و بالتالي يرتفع النتح.

1.3. التكيفات النباتية لظاهرة الجفاف

تختلف النباتات في تركيبها التشريحي اختلافا كبيرا حسب الوسط الجغرافي الذي تعيش فيه.

و لمقاومة ظاهرة الجفاف تبدي النباتات مجموعة من التكيفات المورفولوجية و التشريحية التالية:

– **تقوية البشرة**، فأوراق وسيقان معظم نباتات المناطق الصحراوية الجافة تحمل طبقة سميكة من الكيتين، تعمل على الحد من كمية فقد الماء، وبالتالي من التخفيف من كمية النتح، كما قد يحدث في بعض النباتات أن تضاف طبقة شمعية فوق طبقة الكيوتيكل.

ولوحظ أن أوراق العديد من نباتات الجفاف تحتوي على طبقة أو عدة طبقات من نسيج إضافي يتوضع مباشرة بعد نسيج البشرة، وقد تكون خلاياه مليئة بالمخاط ومادة الدباغين، ويعرف بالنسيج تحت البشرة المتخشبة.

– **وفرة الشعيرات** التي تكون كثير من نباتات الجفاف شعيرات كثيفة على السطوح السفلية للأوراق أو على المسام، فتتكون بذلك شبكة متماسكة، تستطيع أن تحتفظ بالهواء المحيط بالمسام، يكون في درجة عالية من الرطوبة. وبهذه الوسيلة تقل سرعة الهواء المتاخم لسطح الورقة وبالتالي ينعدم التبخر السريع للماء من المسام، ومن أمثلتها: أوراق نبات الدفلة، أوراق نبات قصب الرما وأوراق نبات بانكاسيا. وتسمى النباتات في هذه الحالة أي تلك التي تستخدم الشعيرات السطحية في مقاومة ظروف الجفاف، بنباتات شعيرية الأوراق.

– **انطواء الأوراق** فأوراق بعض نباتات الجفاف تستطيع أن تقوم بعملية انطواء محكم عندما يشتد الجفاف، وخاصة لدى بعض نباتات الفصيلة النجيلية. وتعزى القدرة على الانطواء في الجفاف والانبساط في الظروف العادية أو الرطبة إلى وجود نوع من الخلايا يمتد طوليا مع الاتجاه الطولي للورقة على البشرة العلوية فقط من الورقة أو البشرة البطنية. تتميز هذه الخلايا بكبر حجمها ورقة جذرها وتأثرها

السريع بالرطوبة والجفاف، فعندما يجف الهواء المجاور للورقة، تفقد هذه الخلايا بعض مائها وتنكمش وبذلك تنطوي الورقة. وعندما ترتفع الرطوبة تمتص هذه الخلايا الماء وتنتفخ و تنبسط وتسمى الخلايا التي تتحكم في آلية الانطواء بالخلايا المحركة، أو الخلايا فقاعية الشكل أو الخلايا المفصلية.

– **اختزال سطح الورقة** حيث تلجأ بعض نباتات الجفاف إلى تخفيض النتح عن طريق تقلقل السطح الناتح، وذلك بحملها لأوراق صغيرة. وتسمى هذه النباتات بنباتات الجفاف صغيرة الأوراق، ومن أمثلتها نبات ذيل الخيل، والهليون. و تشترك العديد من نباتات الجفاف بتكوين أشواك وهي ذات أصول مختلفة إما تحورات جزئية أو كلية للأوراق، أو تحورات للساق.

تختلف أشواك نباتات المناطق الجافة عن مناطق نباتات البيئية الوسطية، حيث أن بعض أنواع نباتات الجفاف المحتوية على الأشواك، عندما تنقل إلى بيئة رطبة، تفقد قدرتها على تكوين الأشواك. إذن توجد علاقة بين كثافة الأشواك وجفاف الوسط. كما يلعب شكل الجهاز الورقي دورا مهما حيث يحد من النتح و تحمي بذلك الأعضاء الداخلية للنبات من الرياح والحرارة و الهواء المحيط.

– **ظاهرة ازدواجية الأوراق** التي تختلف حسب الفصول، فأوراق فصل الربيع تكون رخوة و تذبل بسرعة عكس أوراق فصل الصيف التي تكون صلبة و شائكة. كما أن أوراق المناطق الجافة تكون صغيرة و تتخذ شكل حرشف أو شوك و يتواجد الجهاز الوبري لتغليف المسام و يمكن لهذه الأخيرة أن تحتمي في نقرة. كما أن بعض النباتات لكي تحد من فقدان الماء تقوم بتغيير توجيه أوراقها طيلة النهار بحيث أن النصل يكون موازيا للأشعة الشمسية أثناء الساعات الدافئة للنهار مما يحد من تسخين الأوراق و بالتالي النتح.

(للمزيد من التفاصيل حول تكيف النبات في الأوساط الجافة، أنظر "تكيف النبات للعيش في البيئة الجافة، منتدى القدس العلمي" من إنجاز حسن مخلوف 2010.)

2. العوامل الطاقية

تضم هذه العوامل:

2.1. الضوء

يعتبر أهم عنصر حيوي و مسؤول عن مجموعة من أشكال الحياة النباتية. يعرف هذا العنصر تغيرا مجاليا و زمانيا قويا فيما يخص حدة الإضاءة، طول النهار، الكمية اليومية و الفصلية من الطاقة المتلقاة و كذلك التكوين الطيفي. فهو يؤثر على النبات من حيث التخليف الضوئي و اللون و الفترة:

أ - **التخليق الضوئي:** هو مجموع العمليات التي تمكن النباتات الخضراء بفضل الضوء من استعمال المواد المعدنية الجوية (غاز كربوني، ماء) لتأمن تغذيتها و نموها و تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيماوية. إلا أن هذه العملية لا تستعمل إلا نسبة قليلة من كمية الضوء التي تصل إلى سطح الأرض. فالجو و ماء السحب و المواد العالقة تعكس جزءا كبيرا من الإشعاع. فعلى مستوى مائة وحدة حرارية 20 تعكس، 10 تتسرب عبر الأوراق، 20 تتحول إلى حرارة منتشرة، 48 أو 49 تمتص من طرف النبات و تحول إلى حرارة تستعمل في النتح. فتبقى فقط 1 – 2 في المائة هي التي تقدم القوة الكيماوية اللازمة للتخليق الضوئي.

و تقدم بعض الأوساط عوائق لانتشار أو وصول كمية الضوء فتنعدم الحياة النباتية، ففي المساحات المائية لا تصل إلا نصف الكمية الضوئية عند عمق 18 م و يسود الظلام عند عمق 50م. و يعتبر الثلج كذلك حاجزا أمام اختراق الضوء، إذ يصبح الإختراق مستحيلا عندما يتعدى سمكه 40 م.

ب- الإنبات: يتأثر بعملية الإضاءة، إذ يمكن التمييز بين نباتات ذات حساسية موجبة للضوء و نباتات ذات حساسية سالبة للضوء.

ج- **النمو:** يرتبط نمو بعض الأصناف النباتية بكمية الضوء التي تستفيد منها، فحدة الضوء تؤثر على عملية التخليق الضوئي. ففي حالة الإضاءة الضعيفة، إن النمو يهم الأجزاء العليا أكثر من الجذور و كذلك مساحة الأوراق أكثر من سمكها، فالنمو يكون سريعا حينما تكون عملية التخليق الضوئي نشيطة أي الإضاءة قوية. إلا أن استجابة النباتات للنمو تكون مختلفة، فيمكن التمييز بين:

- نباتات أليفة الشمس و هي التي تمثل استمثالا جيدا و نموا مهما في ظروف إضاءة جيدة.
- نباتات أليفة الظل و هي التي لا تحتاج إلى كمية ضوء مرتفعة لنشاطها البيولوجي. و توجد في أماكن الظل و عادة ما تنتمي إلى نبات الحراج.
- نباتات ربيعية أو ما قبل ربيعية و هي نصف ظلية و تنجح في إعداد نموها و حلقتها النباتية و إزهارها قبل أن يصبح ظل الأشجار قويا، و تنتشر بكثرة تحت السنديان الفليني الذي يتميز بتوريقه المتأخر و تستفيد النباتات من الأوراق المتساقطة الغنية بالمواد المعدنية.

و تختلف حاجة النبات للضوء حسب درجة نموها، إذ أثناء الفترات الأولى للنمو تكون كمية الضوء المتطلبة ضعيفة، فالمران مثلا يكتفي أثناء إنباته بنسبة 0.25 في المائة من الإضاءة النسبية بينما يتطلب على الأقل بين 6 و 10 في المائة عندما يصل إلى حالة شجرة.

إلا أن تأثير الضوء على الحياة النباتية يتعدى حساسية الأصناف النباتية لهذا العامل إلى الإختلافات الحاصلة بين أوراق الصنف الواحد أو الشجرة الواحدة فثمة إختلافات بين أوراق الظل و أوراق

الشمس. فالأولى تكون أقل سمكا و أكثر عرضا و مساحة لكي تستفيد أكثر ما يمكن من الإضاءة الضعيفة و المنتشرة.

د- الإزهار:

يتأثر نمو النبات بحدة الضوء و بفترة الإضاءة و إن تكيف النبات لهذه الفترة يشكل الدورية الضوئية التي تعتبر أساسية حينما يمر النبات من مرحلة الإنبات إلى مرحلة الإزهار. و تختلف إستجابة النبات لفترة الإضاءة فيمكن التمييز بين:

- نباتات ذات يوم طويل التي لا تزهر إلا عندما يتعدى طول إضاءتها 12 ساعة.
- نباتات ذات يوم قصير التي تتطلب فترة إضاءة تقل عن 12 ساعة لكي تزهر و إلا فإن البراعم لا تنفتح و تبقى نائمة، و تصبح عقيمة في حالة العكس.
- نباتات بدون تميز لا تؤثر فيها طول الإضاءة.

2.2. الحرارة

تعتبر عنصرا رئيسيا في الحياة النباتية التي بدونها تتوقف الحياة النباتية، ففي العروض العليا و المرتفعات تعرقل الحرارة المنخفضة التفاعلات بين التربة و النبات و كل الوظائف الفزيولوجية فينعدم التخليق الضوئي و يصبح التنفس بطيئا.

يتوفر كل نبات على حرارة مثلى يحقق فيها نموا مهما تتراوح بين حد أدنى و حد أقصى، و يمكن أن نميز بين:

- نباتات تتحمل مدى حراري شاسع.
- نباتات تتحمل مدى حراري ضيق.

إلا أن نمو النبات لا يتأثر فقط بالحرارة الجوية و لكن أيضا بحرارة التربة التي يمكن أن يكون تأثيرها قويا أثناء الفترات الأولى للنمو فتعيق الإنبات. ففي صحراء كاليفورنيا وصلت حرارة الجو سنة 1922 إلى 41.4°، أما حرارة التربة فقد وصلت 71° عند عمق 4 ملم. أما في فصل الربيع لسنة 1966 فقد وصلت الحرارة المفرطة مرارا إلى 30° نهارا بينما حرارة التربة لم تتعد 8° مما يفسر تواجد بعض الأصناف المنعزلة.

أ –التغيرات الفصلية:

إن المتوسطات الحرارية تخفي حقيقة النظام الحراري، إذ يجب تناول التغيرات السنوية و اليومية أو ما يسمى بالفترة الحرارية و إن تكيف النبات لهذه الفترة هو ما يشكل الدورية الحرارية.

ففي المناطق المعتدلة و الباردة يعتبر انخفاض الحرارة لمدة معينة عاملا رئيسيا لاكتمال الوظائف الحيوية في الفصول الدافئة خصوصا أثناء انتقال النباتات من مرحلة الإنبات إلى مرحلة الخصوبة، إذ أن هذه الأخيرة لا تتأثر فقط بالنظام الحراري الظرفي و لكن أيضا بالنظام الحراري السابق.

فمثلا بعض أنواع الدراقى لكي تزهر في فصل الربيع تتطلب انخفاض الحرارة إلى أقل من 9° لمدة 400 ساعة و إلا فلن يتم الإزهار أو بشكل ضعيف حيث لا تتجمع السكريات في النسيج. كما أن النباتات ثنائية الحول تتطلب بدورها لكين تزهر في السنة الثانية المرور بفصل شتاء بارد بأكمله فضلا عن أيام طويلة صيفا.

و عموما إن مجموعة من الأشجار الغابوية و المثمرة تتطلب فترة باردة لكي تخرج من مرحلة النوم أو الركود و هي ظاهرة الإسترباع خلالها تلعب بعض العمليات الكيماوية دورها لتتهيأ لمرحة الإنتاج. و بذلك فإن مفهوم الركود البيولوجي يبقى مناقشا بالنسبة لبعض الأوساط البيومناخية.

ب الحرارة المتطرفة:

تعتبر النباتات أكثر حساسية للحرارة المتطرفة من الحرارة المتوسطة، إذ أن الأولى تميت النبات بعد أن يبدي مقاومته بأشكال مختلفة فمثلا الصبار بالولايات المتحدة الأمريكية يقاوم حرارة −8.3° لمدة 19 ساعة لكن إذا دامت الحرارة 29 ساعة فإنه يموت. و يتعزز أثر الحرارة إذا صاحبها عامل جوي آخر كالرياح.

– إذا ارتفعت الحرارة فإن النتح يرتفع مما يؤدي إلى انخفاض الحرارة على سطح الخلايا حيث يتم التبخر.

– إذا انخفضت الحرارة فإن الجمد يتكون في نسيج الخلايا و يؤدي إلى لزوجة السائل الخلوي فتصبح حركته بطيئة و تضعف عملية امتصاص النبات للماء و يضعف كذلك محتوى الخلايا من الماء. إلا أن مقاومة النبات للحرارة المنخفضة تضعف أمام التقلبات الحرارية المفاجئة حيث أن الفصول الوسيطة يمكن أن تؤثر حرارتها على النبات أكثر من تأثير الفصل البارد حيث يتم التكيف بشكل تدريجي و تتم ظاهرة التصلب للبرد و التي تساعدها عوامل أخرى كالإجتفاف أو الزموهة، الإحتواء على السكريات المحللة و الأزوت و الذهنيات.

و إذا ظهرت بعض القيمات الحرارية المنخفضة للفصل البارد أثناء فصل الربيع فتكون هالكة للنبات لأن ارتفاع الحرارة أدى إلى انفتاح البراعم و تصبح غير مستعدة لمقاومة انخفاض الحرارة. و تكون للتغيرات الحرارية آثار ميكانيكية كإنكشاف الجذور بفعل الثلج، و تشقق الأغصان الصغيرة ذات الأوراق الدائمة و التي تحدث في الأيام المشمسة الجافة و لا تتغذى بالماء عندما تتجمد التربة.

3. العوامل الكيماوية

تؤثر الخصائص الكيماوية للتربة على توزيع و حياة النبات، فنميز على أساس الحموضة بين نباتات حامضية و نباتات قاعدية. و على أساس الكلس نميز بين نباتات أليفة الكلس و نباتات نفر كلسية، كما نميز على أساس نسيج التربة بين نباتات المهيلات و نباتات مستوطنة للمادة الدقيقة,

4. العوامل المكانيكية

تتميز بحدتها و قوتها و ظهورها الفجائي و آثارها الفادحة نظرا لصعوبة النبات لمقاومتها، و من بينها:

أ –**الرياح** التي تؤثر على النبات بشكل مباشر و غير مباشر:

– فالتأثير المباشر يظهر خصوصا في المناطق التي يهب فيها بشكل قوي و متواتر حيث يلاحظ تمزق الأوراق و إنحناء الأشجار المنعزلة في إتجاه هبوب الرياح. كما أن الجزيئات الصلبة التي تنقلها الرياح (رمال، رشاس، بلورات الثلج) تضر النبات.

– أما التأثير غير المباشر فيتجلى في تأثير الرياح على باقي العوامل المناخية، فنسيم خفيف يعمل على تجديد الهواء حول المسام لكن إذا ارتفعت سرعته يرتفع النتح. لكن للرياح جوانب إجابية تتمثل في تخفيفه لخطورة حدوثه لظاهرة التجمد.

ب – **بالحرائق** التي يعتبر تأثيرها سلبيا أو إجابيا. فيمكن أن تكون عاملا من عوامل الحفاظ على التوازن البيئي و تجدد بعض الأصناف النباتية, إلا أن أضرارها خطيرة حيث تؤدي إلى القضاء على الثروة الغابوية.

ج- **التعرية** التي يكون تأثيرها مختلفا في الوسط الغابوي حيث تمنع الأنفوضة من حدوث ظاهرة الجمد عند إنخفاض الحرارة. كما أن الجذور تعتبر عاملا من عوامل التفكك المكانيكي للصخور.

أما من الناحية الكيماوية، فإن ظاهرة التفسخ تكون قوية لما توفره النباتات من أحماض من خلال الأوراق المتساقطة.

و يتجلى بوضوح دور الغطاء النباتي في عملية الجريان، بحيث أن كثافة الغطاء النباتي تعمل على تشجيع تسرب الماء مما يؤدي إلى ظاهرة الإنزلاق. و على العكس من ذلك فإن ضعف كثافة الغطاء النباتي تشجع على ظاهرة الجريان المائي.

5. العوامل الحيوية

منها ما يحقق توازنا بيئيا كالنبات و الوحيش، و منها من يحطم هذا التوازن كالإنسان.

- **النبات:** يتميز بعلاقات التبعية التي تتمثل في تواجد كائن يعيش في ظل كائن اخر و يحقق له ظروفا ملائمة و علاقات التنافس التي تتمثل في مقاومة كل صنف للصنف آخر قصف الإستحواذ على المواد المغذية.
- **الوحيش** الذي يعمل على نشر صنف نباتي معين أو يضر بالنبات كالرعي.
- **الإنسان** الذي يكون تدخله في معظم الحالات سلبيا.