الحرارة:-

ترجع حرارة الجو إلى عاملين هما الاشعاع الشمسي والاشعاع الأرضي المنعكس, وتؤثر درجة الحرارة في معظم العمليات الحيوية التي تجري في النبات بشكل او بآخر, فعمليات التركيب الضوئي والتنفس والامتصاص والنتح وانبات البذور وتفتح البراعم والنمو بجميع اشكاله, وانقسام الخلايا واتساعها وحركة العصارة النباتية وغيرها جميعاً تتأثر بدرجة الحرارة.

ان لكل عملية من تلك العمليات الحيوية درجة حرارة مثلى فاذا انخفضت درجة الحرارة او ارتفعت تتأثر تلك العملية سلباً.

ويتضح تأثير درجة الحرارة جيداً اذا ما قارنا بين النمو الخضري في المناطق الاستوائية والقطبية او بين النمو السريع في الصيف والنمو البطيء او حالة السكون في الشتاء والمناطق الباردة.

ان ارتفاع درجة الحرارة العظمى للنبات او انخفاضه عن الدرجة الصغرى يعمل على إيقاف النشاط النباتي, واذا تجاوز حدود معينة تحدث اضرار على انسجة النبات وقد تموت بالكامل او بعض اجزاءها.

ان نباتات المنطقة المعتدلة والنفظية منها بشكل خاص قد اقلمت نفسها على مواجهة برد الشتاء بواسطة السكون الشتوي Dormancy واتخذت من البرد حافزاً لها لتجديد النشاط في الربيع القادم. بل ان كثير من البذور والابصال والكورمات والدرنات والبراعم يستحيل انباتها ونموها الا اذا تعرضت طبيعياً او صناعياً لدرجات حرارة منخفضة ولفترة زمنية محددة, ويطلق على هذه الظاهرة بالارتباع Vernalization.

ان درجة الحرارة احد اهم العوامل التي تسيطر على توزيع النبتات, فيلاحظ ان الحشائش والغابات والصحارى توجد في الكثير من المناطق الحرارية على سطح الكرة الأرضية, الا ان الأنواع النباتية تختلف كثيراً في المناطق ذات البيئات المختلفة.

تتحكم درجة الحرارة في جميع عناصر المناخ الأخرى بطريقة مباشرة, او غير مباشرة, فهي تتحكم في الضغط الجوي الذي يتحكم بدوره بالرياح, كما انها تبخر الماء فتزيد الرطوبة النسبية او بتكاثف الغيوم وسحب وامطار وهكذا.

سريان الحرارة:

يمكن ان تنتقل الحرارة من جسم إلى آخر من خلال:-

1. **طريقة التوصيل Conduction:-** فإذا تلامس جسمان يختلفان في الحرارة فإن الحرارة تنتقل من الجسم الأكثر حرارة إلى الأقل حرارة.
2. **طريقة الحمل Convection:-** عند تصاعد هواء ساخن من طبقة إلى أخرى فإنه يسخن الطبقات الأعلى التي يصل اليها.
3. **طريقة الحرارة الكامنة Latent heat:-** عند تحول الماء إلى بخار فإن الحرارة تكمن في جزيئات بخار الماء وعند حدوث التكاثف تنطلق الحرار الكامنة فتعمل على تسخين المحيط الذي يحدث فيه التكاثف.

التغيرات في درجة الحرارة:-

تختلف درجة الحرارة وتتغير اثناء الليل والنهار وخلال المواسم والفصول, ومن اهم العوامل التي تؤثر في ذلك ما يلي:

1. **الموقع بالنسبة لخطوط العرض:** اذ انه يحدد زاوية سقوط اشعة الشمس على سطح الأرض ويحدد طول الليل والنهار في الفصول المختلفة.
2. **الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر:** حيث تنخفض درجة الحرارة كلما ازداد الارتفاع عن مستوى سطح البحر, فدرجة الحرارة تنخفض بمعدل درجة واحدة لكل 150م ارتفاع عن مستوى سطح البحر.
3. **السحب:** وتعمل على خفض درجة الحرارة نتيجة حجب الاشعاع الشمسي عن الأرض اثناء النهار, واعتدال درجة الحرارة ليلاً لتقليل الاشعاع الأرضي المنعكس من الأرض وبالتالي تقليل الفرق بين درجة حرارة النهار والليل في الصحارى مثلاً.

4. **الرياح:** فقد تكون رياح حارة او دافئة فترتفع درجة حرارة المكان الذي تصل اليه, او تكون رياح باردة فتنخفض درجة الحرارة, وهكذا يلاحظ في ظاهرة نسيم البر والبحر.
5. **المحتوى المائي للتربة:**- الأراضي الرطبة ترتفع درجة حرارتها ببطء مقارنة بالتربة الجافة, فتعمل درجة حرارة الهواء الملامس لها انخفاضاً جزئياً بسبب زيادة الرطوبة.
6. **الغطاء النباتي:**- يعمل على تقليل درجة الحرارة, فالنباتات تقوم بامتصاص جزء من الطاقة الحرارية فتقلل درجة حرارة التربة التي تنمو فوقها, فوجد ان درجة الحرارة في الغابة في الصيف هي اقل بحدود 10مْ عن الأراضي المفتوحة نهاراً واكثر بـ 10مْ ليلاً.
7. **اتجاه المنحدر:**- فالمنحدرات الشمالية تكون ابرد من المنحدرات الجنوبية بسبب اختلاف زاوي السقوط.

الانقلاب الحراري Temperature inversion:

وتحدث هذه الظاهرة في المناطق الجبلية, حيث ينساب الهواء البارد من قمم الجبال الى اسفل الوديان, فيصعد الهواء الدافئ الموجود في أعماق الوادي إلى الأعلى, وبذلك ستتكون طبقة من الهواء الدافئ وسط طبقتين من الهواء البارد في اسفل الوادي واعلى الجبل.

ولهذه الظاهرة أهمية في دراسة توزيع النباتات في المناطق الجبلية, وإيجاد الموقع الصحيح لزراعة بعض أشجار الفاكهة, وللأغراض السياحية لدفء هوائها.

درجات الحرارة المؤثرة في نمو النبات:

1-درجة الحراة الصغرى Minimum Temperature:

وهي اقل درجة حرارة يمكن للنبات عندها ان يستمر في فعالياته الحيوية. وان الدرجة الاقل منها تسبب اضراراً للنبات.

2- درجة الحرارة المثلى Optimum Temperature

وهي درجة الحرارة التي يقوم عندها النبات بفعاليته الحيوية على احسن ما يمكن ونظراً لأختلاف الحرارة المثلى بين العمليات الحيوية المختلفة, فمثلاً ان درجة الحرارة المثلى للتنفس هي اعلى بكثير من التركيب الضوئي, لذا فأن درجة الحرارة المثلى غالباً ما تكون مدى معين من درجات الحرارة وليس رقماً واحداً.

3- درجة الحرارة العظمى Maximum Temperature

وهي اعلى درجة حرارة يمكن للنبات ان يتحملها دون حدوث ضرر له او بعض اجزاءه. اذ ان التغيرات في البروتوبلازم تبدأ عند حوالي 40مْ وتموت معظم النباتات بين 45-55 مْ.

النظام اليومي لدرجة الحرارة:

يصل الاشعاع الشمسي إلى الأرض فيقوم سطحها بامتصاص هذه الاشعة, ثم يعكس جزء منها إلى الجو على هيئة اشعاع ارضي والذي يقوم بتسخين الهواء بدرجة اكبر من الاشعاع الشمسي المباشر.

ويختلف الاشعاع الشمسي عن الأرضي بأن الأول يحمل الضوء والحرارة معاً في حين ان الثاني يحمل الحرارة فقط.

يصل الاشعاع الشمسي أقصاه عند الظهيرة بينما يبلغ الاشعاع الأرضي أقصاه بعد الظهيرة بساعتين تقريباً.

الاشعاع الشمسي يبدأ بشروق الشمس وينتهي بغروبها, بينما الاشعاع الأرضي يظل طول اليوم, ويبلغ أقصاه بعد الظهر بساعتين وادناه قبل شروق الشمس.

لذلك كله فأن اعلى درجة حرارة تكون بحدود الساعة الثالثة ظهراً وادنى درجة حرارة قبل شروق الشمس بقليل.

المدى اليومي لدرجة الحرارة

وهو الفرق بين ادنى درجة حرارة Minimum temperature واعلى درجة حرارة Maximum temperature خلال اليوم. أي النهاية الصغرى والنهاية العظمى.

ان هذا الفرق يختلف من مكان لآخر ومن فصل لآخر وحسب الظروف الخاصة في المنطقة فيقل الفرق مثلاً في الأماكن القريبة من البحار وذات الامطار الكثيرة ويزداد في المناطق الصحراوية الجافة.

خطوط الحرارة المتساوية Isotherms

وهي خطوط ترسم على الخريطة لتوصيل الأماكن التي تتساوى معدلاتها الحرارية سواء كانت تلك المعدلات لشهر معين او سنة بأكملها. وان معظم الخطوط تتجه بصورة عامة بين الشرق والغرب ولكن لا يشترط ان تكون موازية لخطوط العرض, حيث انها تتعرج وتلتوي في مواقع مختلفة متأثرة في العوامل التالية:

1- توزيع الماء واليابسة:

تكون اليابسة عموماً في فصل الشتاء اشد برودة من الماء ويحدث العكس في الصيف, ونظراً لاتساع اليابسة واختلاطها بالبحار في نصف الكرة الأرضية الشمالي, فأن خطوط الحرارة المتساوية تبدو كثيرة التعرج والالتواء, اما في نصف الكرة الأرضية الجنوبي فستود البحار والمحيطات لذا فأن خطوط الحرارة المتساوية تكون اقل تعرج والتواء فتبدو وكأنها موازية لخطوط العرض تقريباً.

2- التيارات البحرية:

تعمل على تدفئة سواحل القارات اذا كانت اتية من جهات ابرد منها.

3- الرياح: وتؤثر في سير خطوط الحرارة المتساوية كما هو الحال في التيارات البحرية.

الحرارة وقيمتها الفعلية في حياة النبات:-

للحرارة اثر واضح في تنوع الفصائل النباتية على الكرة الأرضية, كما انها تؤثر على المظهر العام للحياة النباتية, ويمكن تقدير القيمة الفعلية لدرجات الحرارة المختلفة بالنسبة لحياة النبات بطريقتين هما:

أ- طريقة تحديد فصل النمو:

وتتم بتقدير مجموع الدرجات الحرارية التي تتجمع فوق ادنى درجة حرارة ملائمة لنمو النبات والتي يطلق عليها درجة صفر النمو Zero point of growth حيث تكون عندها الفعالية الحيوية للنبات صفراً, وقد اعتمدت الدرجة 6 مْ كدرجة صفر نمو لمعظم نباتات المنطقة المعتدلة.

ان مجموع الدرجات الحرارية التي تتجمع فوق درجة الصفر نمو يطلق عليها الحرارة المتجمعة Accumulated temp.

ان لكل نبات في منطقة معينة عدد من الدرجات الحرارية المتجمعة التي يحتاجها لإكمال دورة نموه او نضج ثماره وبذوره, وان عدد الأيام اللازمة لذلك او طول موسم النمو يعتمد اساساً على مقدار الزيادة اليومي عند درجة الصفر البيولوجي لذلك النبات.

ب-الطريقة التجريبية:-

وذلك بإجراء تجارب على أنواع مختلفة من النباتات لتقدير سرعة نموها في درجات الحرارة المختلفة.

ويذكر قانون فانت هوف Vant Hoff سنة 1822 ان التفاعلات الكيمياوية في النبات يزداد نشاطها كلما ارتفعت درجة الحرارة ويتبع ذلك زيادة في سرعة نمو النبات بحيث تتضاعف سرعة النمو كلما زاد متوسط درجة الحرارة بمقدار 10 مْ حتى تصل أقصاها في درجة حرارة معينة وهي التي يمكن اعتبارها اصح درجة لنمو النبتات.

تأثير درجة الحرارة في عملية النبات الضوئي:

ان درجة الحرارة قد تكون من العوامل المحددة لسرعة عملية التركيب الضوئي عندما تكون بقية العوامل المؤثرة في هذه العملية بالمستوى التالي, وان سرعة عملية التركيب الضوئي تزداد بزيادة درجة الحرارة عند حد معين ولحين الوصول إلى درجة الحرارة المثلى لعملية التركيب الضوئي, ففي المناطق المعتدلة من العالم تحدث عملية التركيب الضوئي على درجات حرارة 15–35 مْ بصورة ممتازة, فإذا ارتفعت درجة الحرارة عن ذلك تقل سرعة عملية التركيب الضوئي, وان استمرار ارتفاع درجة الحرارة بعد ذلك قد يكون ضاراً للنبات حيث ان ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة معدل عملية النتح Transpiration فيقل معدل الماء الداخلي للنبات.

وقد تتم عملية البناء الضوئي في درجات الحرارة منخفضة جداً قد يصل إلى –35 مْ في بعض نباتات المنطقة القطبية الباردة, بينم لا تتم العملية عادة في درجة تقل عن 5 مْ في النبتات النامية في المناطق الاستوائية, وهذا دليل واضح على تكيف النباتات لظروف البيئة النامية فيها.

تأثير درجة الحرارة في التنفس:

تؤثر درجة الحرارة بشكل كبير على التنفس, فكلما زادت درجة الحرارة يزداد التنفس, فتقل سرعة التنفس عند الصفر المئوي او درجات ما تحت الصفر في حالة النباتات المتأقلمة مع ظروف البرد, وبزيادة درجة الحرارة تزداد سرعة التنفس كما في العمليات الحيوية حيث ان عملية التنفس هي العملية الأهم في توفير الطاقة اللازمة لعمليات النمو والإنتاج, وبصورة عامة فأن درجة الحرارة المثالية للتنفس هي اعلى من هو في عملية التركيب الضوئي.

تأثير الحرارة على الامتصاص:

اذا انخفضت درجة حرارة التربة إلى الصفر المئوي فأن امتصاص الماء يقل جداً او يتوقف اعتماداً على نوع النبات وطبيعة نموه في الموسم الحار او البارد, ففي نبات البطيخ او القطن وهما نن نباتات المنطقة الحارة, يلاحظ ان النبات عند درجة حرارة 10 مْ يمتص الماء بنسبة 20% من كمية الماء التي يمتصها عند درجة حرارة 25 مْ, في حينان نبات اللهانة وهو محصول شتوي, عند درجة حرارة 10 مْ يمتص ما مقداره 75% من الماء الممتص عند درجة حرارة 25 مْ. وقد يحصل الذبول والعطش للنباتات في توفر الماء في التربة.

تأثير درجة الحرارة على النتح: فالنتح يزداد مع زيادة درجة حرارة الهواء المحيط بالنبات اذ ان هذه العملية ضرورية للمحافظة على درجة حرارة النبات المناسبة.