حرارة الهواء و حرارة التربة

أ- حرارة الهواء Air Temperature

تعد الحرارة أهم العناصر المناخية لارتباط تلك العناصر بها ارتباطاً وثيقاً بصورة مباشرة أو غير مباشرة ، كما انها تتحكم في توزيع المياه على سطح الارض .

تعد الشمس المصدر الرئيسي لحرارة سطح الارض والغلاف الجوي المحيط به على الرغم من وجود مصادر اخرى للحرارة الا ان تأثيرها قليل جدا .

تختلف الحرارة عن درجة الحرارة اذ تعني الحرارة شكلا من اشكال الطاقة ووهي اجمالي الطاقة الحركية لكل الذرات والجزيئات المكونة للمادة وتقاس بالواط أما درجة الحرارة فهي مقياس للطاقة الحركية الناتجة عن الجزيئات المتحركة وتقاس (الكلفن ، السليزي ، الفهرنهايت) .

هنالك علاقة بين الحرارة ودرجة الحرارة اذ يؤدي فقدان او اضافة الحرارة الى رفع او خفض درجة الحرارة لمادة ما . كما ان انتقال الحرارة من مادة الى اخرى يعتمد على الاختلاف في درجة الحرارة اذ تنتقل الحرارة من الجسم الاكثر حرارة الى الجسم الاقل حرارة .

حساب متوسطات درجات الحرارة :

تهتم الدراسات المناخية بحساب المتوسطات والمعدلات المختلفة لعناصر المناخ ومنها درجة الحرارة . وعن طريق رصد وتسجيل درجات حرارة الهواء كل ساعة اثناء اليوم الواحد يمكن حساب المتوسط اليومي لدرجة الحرارة ، ومن خلاله يمكن حساب المعدل الشهري والسنوي لدرجة الحرارة وتحسب المتوسطات المختلفة لدرجة حرارة الهواء وكما يلي :-

- المتوسط اليومي لدرجة الحرارة
- المتوسط الشهري لدرجات الحرارة
- المتوسط الشهري لدرجات الحرارة العظمى
- المتوسط الشهري لدرجات الحرارة الصغرى

- المتوسط السنوي لدرجات الحرارة
- المعدل اليومي لدرجة الحرارة
- المدى السنوي لدرجة الحرارة

كمـــــــــا تم شرحه في الجزء العملي

خطواط الحرارة المتساوية :-

هي تلك الخطوط الوهمية غير المتقاطعة التي تصل بين الاماكن المتساوية في المتوسط الحراري اليومي او الشهري او السنوي . فخط الحرارة 25م يصل بين الاماكن التي يبلغ فيها معدل درجة الحرارة 25 م . ويتم رسم هذه الخطوط عادة عن طريق تحديد معدل درجات الحرارة في عدد كبير من الاماكن ثم رسم خطوط تصل بين الاماكن التي تتساوي فيها معدلات درجات الحرارة . وقبل ان ترسم الخطوط تعدل درجات الحرارة كما هي عليه عند مستوى سطح البحر على اساس ان درجات الحرارة تتناقص بالارتفاع بمعدل 6.4 م لكل 1000 م أما اذا كان مستوى المحطة يقع دون مستوى سطح البحر فأن التعديل سيتم على اساس ان درجة تزيد بمعدل 6.4 م لكل 1000 م . والحكمة من تعديل درجات الحرارة عند استخدامها في رسم خطوط الحرارة المتساوية هي التخلص من تأثير التضاريس على خريطة توزيع الحرارة . ومن الجدير بالذكر ان درجات الحرارة عند استعمالها في رسم خرائط اقليمية او محلية لاتعدل الى مستوى سطح البحر ، كما هو الحال عند رسم الخرائط العالمية بل تستعمل كما هي .

التوزيع الجغرافي لدرجة الحرارة

ان تأثير الاشعاع الشمسي في تسخين الهواء الملامس لسطح الارض يختلف مع دوائر العرض ومن ثم فان انخفاض درجات الحرارة من المنطقة الاستوائية باتجاه القطبين يعد من النقاط المهمة في الدراسات المناخية ولكن اذ كان هذا العامل الوحيد الذي يؤثر في اختلاف الحرارة على سطح الارض فان خطوط الحرارة المتساوية تقل في قيمتها الحرارية كلما اتجهنا شمالا او جنوبا من المنطقة الاستوائية كما انها تظهر بشكل متواز ومستقيم الامتداد الا ان الواقع الحالي لخطوط الحرارة المتساوية في العالم تظهر بشكل منحنيات اقواس محدبة ومقعرة وذلك يرجع الى تأثرها بعوامل مختلفة تعمل على تباين حرارة الهواء من منطقة لأخرى وعلى النحو التالي :

أ –**الموقع بالنسبة للدوائر العرض** : ان تأثير الموقع بالنسبة لدوائر العرض واضح من خلال التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي فالمناطق الاستوائية والمدارية التي تصلها اشعة الشمس بصورة عمودية ترفع فيها درجات الحرارة اكثر من المناطق المعتدلة والباردة التي تصلها اشعة الشمس بصورة مائلة .

ب– **توزيع اليابس والماء** : تختلف الاراضي اليابسة عن المسطحات المائية من حيث انها تكسب الحرارة بسرعة وتفقدها بسرعة في حين ان المسطحات المائية تكتسب الحرارة ببطء وتفقدها ببطء وينتج عن ذلك ان المدى الحراري اليومي على اليابس يكون اكبر مما هو عليه على المسطحات المائية وتكون درجة الحرارة فوق اليابس اعلى مما هو علية فوق المسطحات المائية الواقعة على نفس العروض

واهم الاسباب التي تدعو الى الاختلاف في درجة حرارة اليابس والماء :

1- ان الحرارة النوعية للماء اعلى من الحرارة النوعية لليابس ، اذ تقدر بثلاثة اضعاف مما هي عليه في اليابسة ، ولهذا فان الغرام الواحد من الماء يحتاج لرفع درجة حرارته درجة مئوية واحدة الى ثلاثة اضعاف الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من اليابسة .

2- ان المياه جسم متحرك ، وعند تعرضها لاشعة الشمس تتكون فيها تيارات رأسية واخرى افقية تعمل على توزيع الحرارة على المياه وتوغلها الى اعماق تبلغ 10 امتار تقريبا في حين تتوزع الحرارة في اليابس على طبقة سطحية رقيقة فالدورة اليومية لدرجة الحرارة لاتتوغل في التربة الا بضعة سنتمترات بينما لايزيد سمك الطبقة التي تتأثر بالدورة السنوية عن بضعة أمتار .

3- يتحول الجزء الاكبر من الاشعة التي تصل الى اليابسة الى حرارة محسوسة تستغل في رفع درجة حرارته بينما يستغل جزء كبير من الاشعة التي تصل الى المسطحات المائية في عملية التبخر .

4- شفافية الماء ، تجعل الاشعاع الشمسي الساقط عليها يتوغل الى مسافات بعيدة على نقيض مايحدث في حالة سقوط الاشعة على سطح اليابس المعتم

5- وجود بخار الماء فوق المسطحات المائية يجعل الاشعاع الشمسي الذي يصل الى السطح في النهار قليلا ويمنع جزءا كبير من الاشعاع الارضي من الهروب الى اعلى .

جـ- التيارات البحرية : وهي مظهر من مظاهر حركة المياه الراسية والافقية في البحار والمحيطات وتنشأ هذه التيارات بفعل عوامل عديدة من اهمها حركة الرياح التي تدفعها وكما يؤثر الاختلاف في درجة حرارة المياه واختلاف الملوحة في نشوئها وكما تؤثر دوران الارض حول نفسها في انحراف هذه التيارات الى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي والى يسار اتجاهها في نصف الكرة الجنوبي . كما يؤثر شكل الساحل في الحركة العامة للتيارات البحرية .

د- **التضاريس** : نظرا لان سطح الارض هو المصدر الرئيسي الوحيد في تسخين الغلاف الجوي فمن الطبيعي ان تناقص درجة حرارة الهواء في الارتفاع ويساعد على هذا التناقص ازدياد نسبة تغيم السماء في المناطق الجبلية المرتفعة عنه في المناطق السهلية ويؤثر امتداد السلاسل الجبلية في تباين درجات الحرارة فالسلاسل الجبلية الكبرى التي تمتد من الشرق الى الغرب مثل جبال الالب والهملايا تؤثر في التوزيع الجغرافي للدرجات الحرارة حيث تقف حائلا وتمنع وصول الكتل القطبية الباردة الى المناطق السهلية الواقعة الى الجنوب منها مما يحافظ على اعتدال درجة حرارتها في فصل الشتاء .

هـ- **الرياح والكتل الهوائية** : تتاثر درجة الحرارة بالتقلبات الريحية وتعاقب الكتل الهوائية فالرياح الغربية والجنوبية الغربية التي تتعرض لها المناطق المعتدلة في الشتاء عامل مهم في تلطيف درجة حرارة تلك المناطق بينمايؤثر هبوب الرياح الشمالية والشمالية الغربية الباردة في خفض درجة حرارة المناطق التي تهب عليها ، اما الكتل الهوائية فانها تؤثر في درجة حرارة المنطقة التي تنساب عليها فاذا كانت باردة عملت في خفض درجة حرارتها واذا كانت ساخنة فانها ترفع من درجة حرارة المنطقة التي انسابت اليها .

و- **الغطاء النباتي** : يساعد الغطاء النباتي على تلطيف درجة حرارة الهواء الملاس لسطح الارض ففي المناطق الجرداء تسقط اشعة الشمس مباشرة فوق السطح ويمتص بعض هذه الاشعة ويرتد البعض الاخر منها على شكل اشعاع ارضي يعمل على تسخين الهواء الملاس لسطح الارض ، بينما في المناطق المغطاة بالنبات فان قسم من الاشعاع الشمسي يمتص من قبل النبات التي تعمل على تلطيف الجو وخفض درجة حرارته من خلال عملية النتح .

التغير العمودي في درجة حرارة الهواء :

لايقتصر اختلاف قيم درجة حرارة الهواء افقيا من منطقة الى اخرى من سطح الارض ، بل تختلف هذه القيم رأسيا بالارتفاع عن مستوى سطح البحر اذ تنخفض درجة حرارة الهواء رأسيا بالابتعاد عن سطح الارض ، ولايكون هذا الانخفاض منتظما بل يختلف من وقت لاخر ومن مكان لاخر . وخير دليل على ذلك تكون خط الثلج الدائم فوق القمم الجبلية العالية على الرغم من ان موقعه اقرب الى مصدر الاشعاع الشمسي من المناطق السهلية المنخفضة الواقعة حولها .

ويعود سبب انخفاض درجات الحرارة بالارتفاع عموديا عن سطح الارض الى ان الاشعاع الارضي هو المسؤول عن تسخين الهواء الملامس لسطح الارض من الاسفل الى الاعلى كذلك انخفاض نسبة ذرات الغبار وبخار الماء بالارتفاع نحو الاعلى بالاضافة الى تمدد الهواء الصاعد من سطح الارض وتخلخله من الطبقات العليا . ويقدر انخفاض درجة حرارة الهواء بالارتفاع نحو الاعلى بمقدار 6.4 م لكل 1000 م ويطلق على معدل انخفاض درجات الحرارة عموديا مع الارتفاع معدل التبريد الذاتي ويطلق عليه ايضا معدل الهبوط الرأسي العام في درجات الحرارة لانه يرمز الى متوسط الانخفاض العام في درجات الحرارة لاي مكان على سطح الارض وفي اي وقت عندما يكون الهواء مستقرا .

الا ان قيم هذا المعدل تختلف وفقا للخصائص الطبيعية للهواء فوق نفس المكان وخلال زمن معين ، وبذلك يطلق عليه معدل الانخفاض الفعلي الحقيقي اذ يرتفع معدل الانخفاض في درجة حرارة بالنسبة للهواء الصاعد الجاف وتقل قيمته بالنسبة للهواء الصاعد الرطب اذ تبلغ قيمة هذا المعدل 0.98 لكل 100 م بالنسبة للهواء الجاف في حين تبلغ قيمة هذا المعدل 0.64 لكل 100م بالنسبة للهواء الرطب ويعود هذا الفرق في المعدلين الى ان الهواء الصاعد بعد ارتفاعه فوق مستوى التكاثف يتحول بخار ماء الموجود فيه الى احدى صور التكاثف فيطلق الحرارة الكامنة التي تزيد من درجة حرارة الهواء الصاعد .

ومن الجدير بالذكر ان هناك بعض الحالات الشاذه تظهر عند دراسة الانخفاض العمودي بدرجة حرارة الهواء فوق مكان معين ، اذ قد تكون درجة حرارة الهواء متشابهة وهنا يطلق على معدل الانخفاض الفعلي الرأسي لدرجة حرارة

الهواء تعبير معدل خط الحرارة الرأسي المتساوي الا ان مثل هذه الحالات الشاذة لاتظهر الا في مناطق محدودة المساحة جدا في الهواء وخلال فترات قصيرة من الزمن وتختفي بمجرد زوال تلك المؤثرات المناخية .

الانقلاب الحراري :

يقصد بالانقلاب الحرارى حدوث حالة غير عادية لدرجة الحرارة فى الطبقات السطحية من الغلاف الجوى على عكس الوضع الطبيعى .

فمن المعروف ان درجة حرارة الغلاف الجوى فى ظل الظروف العادية تقل كلما ارتفعنا عن سطح البحر ، بينما فى حالة الانقلاب الحرارى تزداد درجة الحرارة نسبيا كلما ارتفعنا خلال جزء معين من الغلاف الجوى حيث تكون درجة الحرارة الطبقات السفلية من الطبقة الهوائية السطحية اقل حرارة نسبيا ابرد نسبيا من الطبقات العلوية التى تليها .

وهنالك عوامل عديدة تساعد على حدوث الانقلاب الحراري منها :

1- برودة الهواء الملامس لسطح الارض بدرجة كبيرة نتيجة لزيادة الاشعاع الارضي وهذا يحدث عندما تكون السماء خالية من الغيوم وخاصة في العروض العليا ، وتزداد ايضا عملية الانقلاب الحراري في العروض القطبية المغطاة بالثلوج حيث يرتد الاشعاع الشمسي بشدة وينجم عن ذلك انخفاض درجة حرارة الهواء الملامس لهذه الاسطح الثلجية ، في حين ترتفع درجة حرارة الهواء كلما ارتفعنا الى الاعلى .

2- في حالة حدوث نسيم الجبل والوادي ، حيث ينساب فوق السفوح الجبلية العالية الهواء البارد والاكثر كثافة ووزنا الى بطون الاودية في حين يرتفع الهواء الساخن الاقل كثافة و وزنا الى الاعلى ، وعلى ذلك ترتفع درجة حرارة الهواء كلما ارتفعنا الى الاعلى . وقد استغل المزارعون هذه الظاهرة في زراعة الاشجار على سفوح الوديان دون بطونها .

3- يحدث الانقلاب الحراري ايضا عندما تلتقي كتلتان هوائيتان مختلفتان ، من حيث خصائصهما الحرارية فينساب الهواء البارد الى الاسفل في حين يصعد الهواء الساخن الى الاعلى لانه اقل وزنا وكثافة .

الشذوذ الحراري :

يقصد بالشذوذ الحراري لاي منطقة الفرق بين معدل درجة حرارتها ودرجة حرارة دائرة العرض التي تقع عليها . فأذا كان معدل درجة حرارة تموز في احدى المحطات المناخية 35 م بينما يبلغ معدل درجة حرارة دائرة العرض الذي تقع عليه المحطة 30 م ، فأن تلك المحطة تتمتع بشذوذ حراري موجب قدره 5 م اما لو كان معدل حرارتها 25 م فانها تصبح عندئذ ذات شذوذ حراري سالب قدره 5 م .

ومن العوامل التي تساعد على تكوين مناطق شذوذ حراري بالاضافة الى توزيع الماء واليابس التيارات البحرية والرياح السائدة .

التغير اليومي والسنوي لدرجة الحرارة :

1- التغير اليومي لدرجة الحرارة :

تأخذ درجات الحرارة بالارتفاع التدريجي بعد شروق الشمس مباشرة فيسخن سطح الارض وتصبح كمية الحرارة المكتسبة اعظم من كمية الحرارة المفقودة بواسطة الاشعاع الارضي . الا ان كمية الحرارة المفقودة تأخذ بالزيادة التدريجية ايضا ، غير ان مقدار الزيادة يكون اقل من مقدار الزيادة الحاصلة بالحرارة المكتسبة مما يؤدي الى وجود فرق بينهما يخزن في داخل الغلاف الجوي ويعمل على رفع درجة حرارة النهار . وتستمر هذه الحالة الى ان يحدث التوازن في الساعة الثانية بعد الظهر ، اي عندما تتساوى كمية الحرارة المكتسبة مع كمية الحرارة المفقودة وعندها تسجل درجة الحرارة العظمى وذلك لان الشمس حتى الساعة الثانية بعد الظهر تكون قريبة من العمودية ولاتزال كمية الحرارة المكتسبة اكثر من كمية الحرارة المفقودة .

اما بعد الساعة الثانية ظهرا فأن طاقة الاشعاع الشمسي تقل لان الاشعة تصبح مائلة بدرجة كبيرة وبشكل تدريجي ، وعند ذلك تصبح الاشعة المفقودة بواسطة الاشعاع الارضي اكبر من الاشعة المكتسبة من الشمس . لذلك تأخذ درجات الحرارة بالانخفاض بصورة تدريجية وتستمر هذه الحالة حتى بعد شروق الشمس حيث يحدث توازن بين كمية الحرارة المفقودة والمكتسبة حيث تسجل درجة الحرارة الصغرى ولاتسجل درجة الحرارة الصغرى عند منتصف الليل وذلك لان الارض حتى بعد منتصف الليل تظل تفقد ما اكتسبه من حرارة في النهار السابق .

2- التغير السنوي لدرجة الحرارة :

تتغير درجات الحرارة من يوم لاخر خلال ايام السنة الا ان هذا التغير يكون بصورة منتظمة بسبب دوران الارض حول الشمس .

ففي النصف الشمالي من الكرة الارضية تأخذ درجات الحرارة بالارتفاع التدريجي من يوم الى اخر اعتبارا من شهر اذار بسبب انتقال الشمس الظاهري نحو مدار السرطان فتزداد الحرارة التي يكتسبها سطح الارض في النصف الشمالي من الاشعة الشمسية وتزداد في نفس الوقت كمية الحرارة المفقودة بواسطة الاشعاع الارضي ، الا ان كمية الحرارة المكتسبة اكبر من كمية الحرارة المفقودة وهذا مما يؤدي الى وجود زيادة في درجات الحرارة تخزن في جو الارض تسهم في رفع معدل درجات الحرارة . وتستمر هذه الحالة بعد الانقلاب الصيفي في 21 حزيران عندما تاخذ الشمس بالتحرك ظاهريا نحو الجنوب مبتعدة عن مدار السرطان . الا ان اكثر الاشهر حرارة لاينطبق والفترة التي تتعامد فيها الشمس على مدار السرطان (شهر حزيران) اذ ان شهري تموز و أب اكثر اشهر السنة حرارة لان الشمس في هذين الشهرين تبقى قريبة من العمودي ، وفي هذين الشهرين يحدث توازن بين كمية الحرارة المكتسبة والحرارة المفقودة

وتستمر الشمس بحركتها الظاهرية نحو الجنوب الى ان تتعامد على خط الاستواء في 23 ايلول ثم تستمر نحو الجنوب الى ان تتعامد على مدار الجدي في 21 كانون الاول . وفي هذه الحالة تكون كمية الاشعاع الشمسي الواصلة الى النصف الشمالي من الكرة الارضية قليلة جدا . الا ان ابرد اشهر السنه في نصف الكرة الشمالي ليس شهر كانون الاول عندما تكون الشمس على اقصى بعد عن المنتصف الشمالي ، وانما شهرا كانون الثاني و شباط ، اذ يتم فيهما التوازن بين كمية الحرارة المكتسبة وكمية الحرارة المفقودة وكلاهما يكون عند ادنى حد .

ب-حرارة التربة Soil Temperature:

تؤدي درجة حرارة الوسط دوراً رئيسيّاً في التأثير في كثير من الخصائص الكيميائية والفيزيائية والحيوية مما يجعلها من العوامل عظيمة الأهمية في التربة .فالتغير في درجات الحرارة اليومية والموسمية يعمل على تمدد المعادن المكونة لحبيبات التربة الصلبة وانكماشها، مما يساعد في المدى الطويل على تكسرها وتفتتها ويشجع على تفكك التربة نتيجة تباين معامِلات التمدد للفلزات المختلفة المكونة لخليط التربة. كذلك توجد علاقة واضحة بين درجات الحرارة وسرعة حركة الماء بالخاصية الشعرية والرشح من ناحية ، وقدرة الماء علي إذابة الأملاح والغازات من ناحية أخرى، وذلك لتأثيرها في لزوجة الماء وتوتره السطحي، أما الانخفاض الشديد في درجات الحرارة الذي يؤدي الى تجمد الماء وزيادة حجمه فيعمل على توليد ضغط في المسافات بين حبيبات التربة ويشجع على تفريق الحبيبات وتفتيت التجمعات.

يضاف إلى ذلك أن تغيرات درجات الحرارة في التربة توثر في حجم هواء التربة وضغطه وسرعة حركته، كما تؤثر في سرعة العمليات الكيميائية واتجاهها؛ لاسيما تلك المؤثرة في مغذيات التربة ونشاط الكائنات الدقيقة التي تعمل على تفكيك المادة العضوية وعمليات إنبات البذور ونمو الجذور. كما وجد أن الإنبات ونمو الجذور يتوقفان تماماً في النطاق الحراري الواقع بين الصفر وخمس درجات سيليزية، كما أن كل نوع من النباتات يحتاج إلى نطاق حراري خاص ومحدد لكي يستطيع أن يحدد دورة نموه. تتعلق درجة حرارة التربة بالموقع الجغرافي والتضاريس وبخواص التربة الفيزيائية وتركيبها الفلزي.

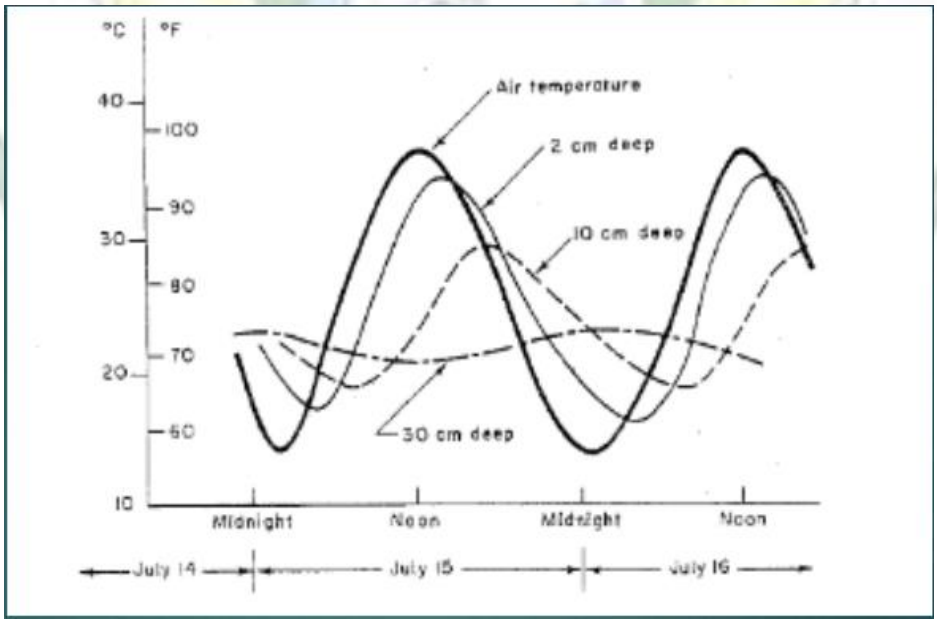
تُعدُّ الشمس المصدر الرئيس لحرارة التربة ، لكن ما يصل إلى سطح الأرض من طاقة الشمس يقل عن المقدار الكلي للاشعة الشمسية نتيجة تشتت جزء منها في الغلاف الجوي, أو بسبب انعكاس جزء آخر عن سطح الأرض الخارجي. لقد وجد أن ما يصل إلى سطح التربة في المناطق المعتدلة في منتصف النهار يراوح

بين 0.8 و 1.5حريرة/سم 2في الدقيقة. أما مصادر الطاقة الأخرى مثل تلك الناجمة عن التفاعلات الكيميائية الحيوية التي تؤدي إلى تحلل بقايا المواد العضوية, أو الناجمة عن النشاط الإشعاعي فتعد ثانوية.

تُعبر درجة حرارة آفاق مقطع التربة عن واقعها الحراري، فالواقع الحراري لآفاق التربة المختلفة يساهم مباشرة في عمليات تشكل التربة, كما يؤثر بصورة فعالة في درجة نمو النباتات وتطورها، وكذلك في درجة نشاط كائنات التربة المختلفة وتكاثرها لاسيما الأحياء الدقيقة. تؤثر درجة حرارة التربة أيضاً في انحلال غازات التربة مثل "الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون"، وفي درجة ذوبان الأملاح في الماء الأرضي وسرعة التفاعلات الكيميائية ودرجة امتصاص النباتات للماء وللعناصر الغذائية.

العلاقة بين درجة حرارة التربة ودرجة حرارة الهواء :

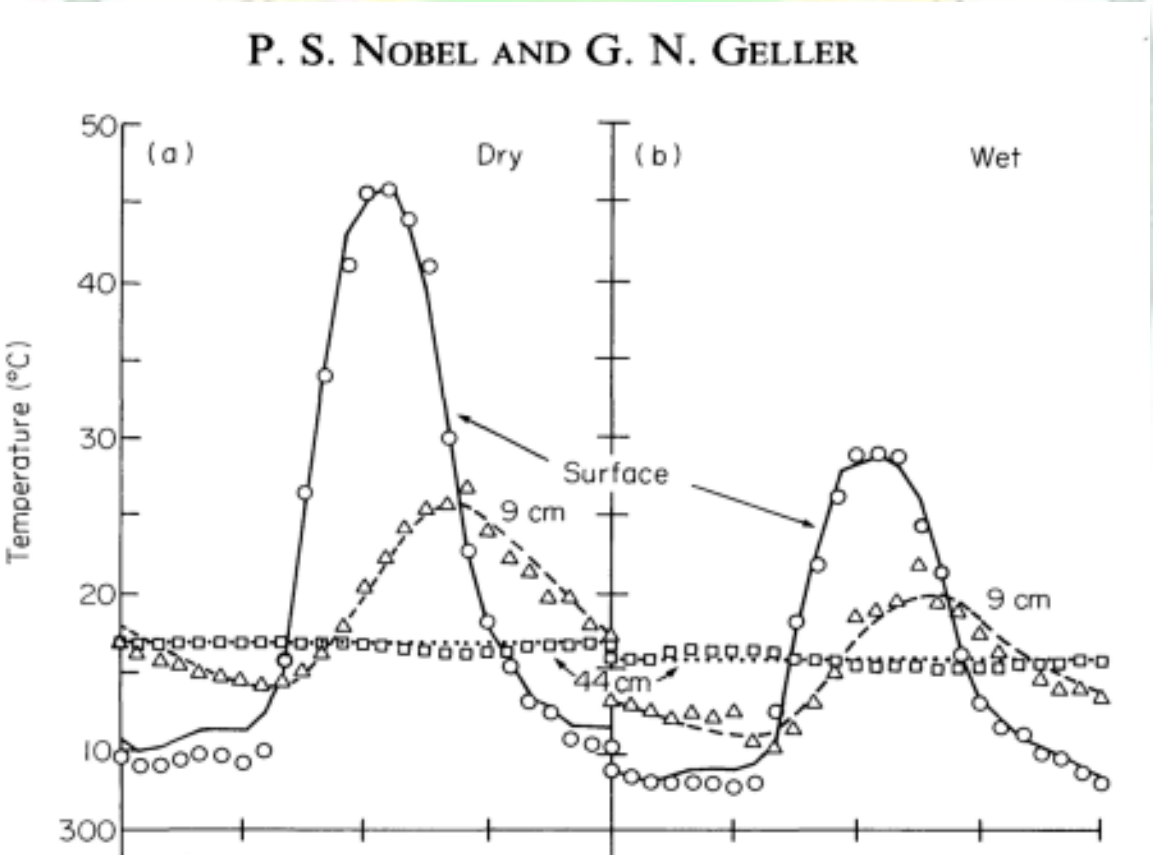
تعتمد درجة حرارة الهواء والتربة اساسا على الطاقة الشمسية والشكل التالي يوضح درجة الحرارة اليومية في الهواء وفي التربة عند اعماق مختلفة



شكل يوضح توزيع درجات الحرارة اليومية في الهواء وعلى اعماق مختلفة بالتربة

العوامل التي تؤثر على درجة حرارة التربة :

1. تعتمد درجة حرارة التربة على كمية الطاقة الشمسية التي تصل التربة فعلا .
2. تعتمد على لون التربة فاذا كانت التربة لونها داكن فانها تمتص كمية حرارة عالية وبالتالي ترتفع درجة حرارتها .
3. تعتمد على المحتوى الرطوبي كلما زاد المحتوى الرطوبي فان درجة حرارة التربة تكون منخفضة بالمقارنة بالتربة ذات محتوى رطوبي منخفض . الشكل التالي يوضح توزيع درجات الحرارة في عمود تربة مبتل وتم تجفيفه . نلاحظ ارتفاع درجة حرارة سطح العمود بانخفاض المحتوى الرطوبي على طول عمود التربة .



4. تغطية سطح التربة بمواد عازلة تقلل من كمية الحرارة التي تصل التربة . والجدول التالي يوضح توزيع درجات الحرارة في تربة بعد تغطية سطحها بزلط اسود وقش وذلك بمقارنتها بتربة غير مغطاة .

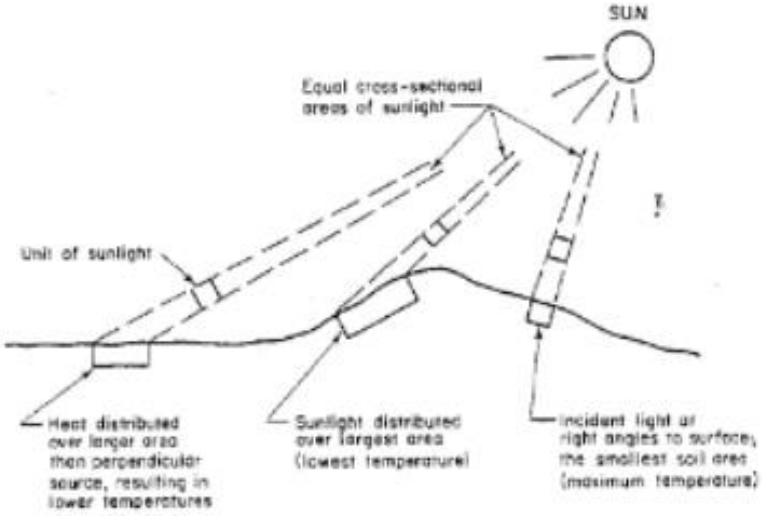
عمق التربة (سم)	تربة مكشوفة	تربة مغطاه	
		زلط اسود	قش
	درجة الحرارة (^{0}م)		
1	33	31	22
4	30	29	22
16	27	27	21
64	22	22	18
152	16	16	15

5. **خواص التربة الحرارية** : وهذه الخواص هى السعة الحرارية للتربة والمقصود بها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1سم3 من التربة درجة حرارة واحدة. ومعامل التوصيل الحرارى الذي يعبر عن قدرة التربة على نقل الحرارة وكلاهما يعتمد على التركيب المعدنى للتربة والمحتوى الرطوبى وكثافة التربة الظاهرية. وعموما زيادة معامل التوصيل الحرارى يساعد على انتقال الحرارة من سطح التربة الى عمق اكبر وبذلك يكون التوزيع الحرارى متماثل او الفرق بين درجة حرارة السطح ودرجة الحرارة على عمق اخر صغير

نوع الخدمة الزراعية	درجة الحرارة (^{0}م)	
	لومية رملية	لومية
حرثت عاديا في الربيع	22.4	21.7
حرثت عاديا في الخريف	22.6	22.0
لم تحرث	22.3	21.7
مسار عجل الجرار	21.6	21.7
حرثت بالقرص	20.0	19.6

الجدول يظهر تأثير قوام التربة وبعض العمليات الزراعية على درجات الحرارة لعمق 10 سم من سطح التربة.

6. شكل سطح التربة واتجاه خطوط الزراعة :



الشكل يوضح تأثير اشعة الشمس وكميتها وميل سطح التربة على درجات الحرارة

التدفق الحراري في التربة (التوصيل الحراري)

يطلق «التدفق الحراري» على مقدار الطاقة الحرارية التي تصل إلى سطح التربة "اكتساب"، والطاقة التي تخرج منها "فقد" – خلال فترة زمنية معينة أو بين أطوار التربة المختلفة–. ويقاس التدفق بعدد الحريرات التي تعبر مساحة من التربة في ثانية تقدر بـ1سم 2ولعمق1 سم عندما يكون الفرق الحراري مساوياً درجة سيليزية واحدة, ويُعبَّر عنه بالتوصيل الحراري أو معامل التوصيل الحراري الذي يُقدر بعدد الحريرات أو الجولات/سم× ثانية× درجة سلزية، ويتراوح معامل التوصيل الحراري للجزء الفلزي من التربة بين 0.004 و0.005، وللماء0.0014 ، وللهواء 0.00005 حريرة/سم × ثانية × درجة سلزية.

يتعلق التوصيل الحراري للتربة بتركيبها الحبيبي الميكانيكي وتركيبها الفلزي وسعته ورطوبتها وهوائها ودرجة اندماجها وتراصها ومحتواها من المادة العضوية؛ وعليه فإن التوصيل الحراري لن يكون ثابتاً في جميع الترب نتيجة تباين محتواها من المكونات الحبيبية الصلبة، وكذلك تباين محتواها من الهواء والماء, كما أن اختلاف تركيب التربة في العمق يجعل توصيلها الحراري متغيراً.

إن درجة حرارة التربة تعتمد على عاملين رئيسين ، هما ناقلية الحرارة ، والسعة الحرارية.

آليات انتقال الحرارة في التربةmechanism of heat transfer

تنتقل الحرارة في التربة من أكثر الأجسام حرارة إلى أقل الأجسام حرارة بطرائق ثلاث هي:

1-انتقال الطاقة الحرارية بالتوصيل: heat conduction تنتقل الطاقة في عملية انتقال الحرارة بالتوصيل خلال المادة نتيجة لنشاط جزيئاتها من الجزء الأعلى حرارة إلى الجزء الأقل حرارة؛ لذلك يتوقف هذا المعدل على نوعية المادة الموصلة ومدى اختلاف درجة الحرارة بين النقطتين اللتين تتدفق بينهما الطاقة الحرارية.

2-انتقال الطاقة الحرارية بالحمل: heat convection تتمثل هذه الطريقة في انتقال جسم حامل للطاقة الحرارية من مكانه إلى مكان آخر، وهو ما تحققه في نظام التربة السوائل والغازات التي تتحرك فيها من خلال مسامها. فعندما تسقط الأمطار مثلاً على سطح التربة، ثم تتغلغل في مسامها فإنها تحمل جزءاً من الطاقة الحرارية من الجزء العلوي من التربة إلى جزئها السفلي.

3-انتقال الحرارة بالإشعاع: heat radiation بهذه الآلية تنتقل الطاقة من جسم أكثر درجة حرارة إلى جسم أقل درجة حرارة من دون أن يتماسّا أو يتحركا، إذ تتحول الطاقة الحرارية لجسم معين إلى طاقة كهرومغناطيسية على السطح تنقلها الموجات الإشعاعية في الفراغ، وتتحول إلى طاقة حرارية عندما تصطدم بسطح جسم آخر.

السعة الحرارية للتربة heat capacity

تعرف سعة التربة الحرارية بأنها نسبة الطاقة الحرارية الممتصة ΔQ إلى الفرق في درجة الحرارة الناتجة ΔT، ويرمز لها بـ C وتعطى بالمعادلة

$$C = \Delta Q / \Delta T$$

حيث:

C : السعة الحرارية للتربة (جول/غ.س°).

Q : كمية الحرارة في التربة (جول/غ).

T : درجة حرارة التربة (س°).

ويمكن تحديد ثلاثة أنواع من السعة الحرارية للتربة، هي:

1- **السعة الحرارية النوعية "الوزنية" للتربة** :هي عدد الحريرات أو (الجولات) اللازمة لتسخين واحد غرام من التربة الجافة تماماً ورفع درجة حرارته درجة سلزية واحدة في مجال من درجات الحرارة يتراوح بين14.5 و °15.5س، ويرمز إليها بـ.C

2- **السعة الحرارية الحجمية للتربة** :وهي عدد الحريرات أو (الجولات) اللازمة لتسخين واحد سم 3من التربة الجافة تماماً ورفع درجة حرارته درجة سلزية واحدة في مجال من درجات الحرارة يتراوح بين14.5 و °15.5س، ويرمز إليها بـ.Cv

3- **السعة الحرارية الفعالة للتربة** :هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة واحد غرام من التربة إضافة إلى حرارة تحولاتها الطورية (التبخر وتكثف وذوبان الجليد)، أي بمفهوم آخر كل العمليات التي تساهم أو ينجم عنها امتصاص الحرارة، حيث أنها تتم في درجة حرارة ثابتة.

نظام التربة الحراري regime temperature of soil

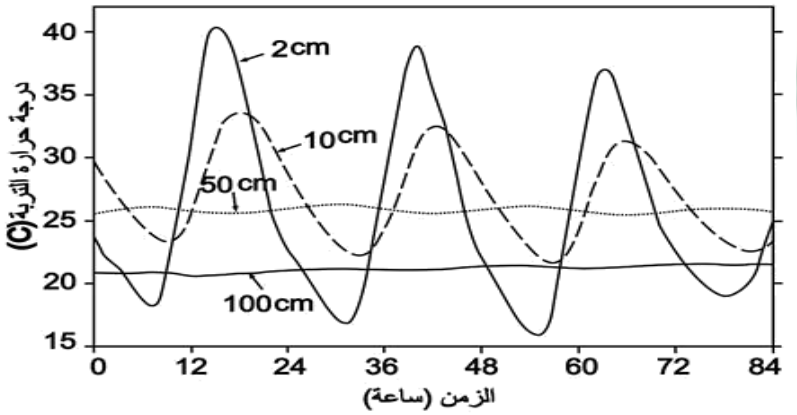
يُعبر عنه من خلال تحديد درجة حرارة التربة التي يتم قياسها على أعماق وأوقات متباينة على مدار السنة أو مجموعة من السنوات. إن درجة حرارة التربة ليست ثابتة بل تتغير باستمرار استجابة للتغيرات المستمرة في الأحوال الجوية، ويتسم التغير المستمر لدرجة حرارة التربة بالتعاقب الدوري المنتظم على المدى اليومي بين الليل والنهار، وعلى المدى السنوي بين الصيف والشتاء. وهذه الدورات اليومية والسنوية ليست على نمط ثابت تماماً، إنما يعتريها بعض التغير الناجم عن الظواهر العرضية غير المنتظمة مثل الموجات الباردة والموجات الدافئة والتغييم والعواصف الممطرة والعواصف الثلجية وفترات الجفاف، كما أن التغيرات في خواص التربة نفسها تؤثر في نمط الدورة اليومية

والسنوية لدرجة حرارتها. ومن أهم خواص التربة ذات التغيرات المؤقتة: انعكاسية الأشعة من السطح، والسعة الحرارية، والتوصيل الحراري.

التغيرات اليومية والفصلية لحرارة التربة

يشتمل الانتشار الحراري على كامل مقطع التربة وبآفاقه كافة، ويمكن أن يتغير اتجاه التيار الحراري ضمن مقطع التربة الواحد، حيث يمكن أن يتجه من الأسفل نحو الأعلى في الليل وفصل الشتاء، أو من الأعلى "السطح" نحو الأسفل في النهار أو فصل الصيف.

1- **التغيرات اليومية لحرارة التربة** :ترتفع درجة حرارة سطح التربة نهاراً نتيجة امتصاصها لجزء من الطاقة الحرارية للإشعاع الشمسي، وتنتقل هذه الطاقة الحرارية ضمن مقطع التربة من السطح نحو الأعماق، وتتباين في سرعة انتشارها تبعاً لخصائص التربة الميكانيكية والكيميائية. تبلغ هذه الموجة الحرارية ذروتها قرابة الساعة الثالثة عشرة كما في الشكل التالي، وبعد مغيب الشمس، يبدأ سطح التربة بفقد الحرارة بالإشعاع، فتنخفض درجة حرارة السطح الخارجي للتربة على نحو أسرع من آفاق التربة الأعمق، وبذلك ينعكس اتجاه حركة الموجة الحرارية ليتم من الأسفل نحو الأعلى.

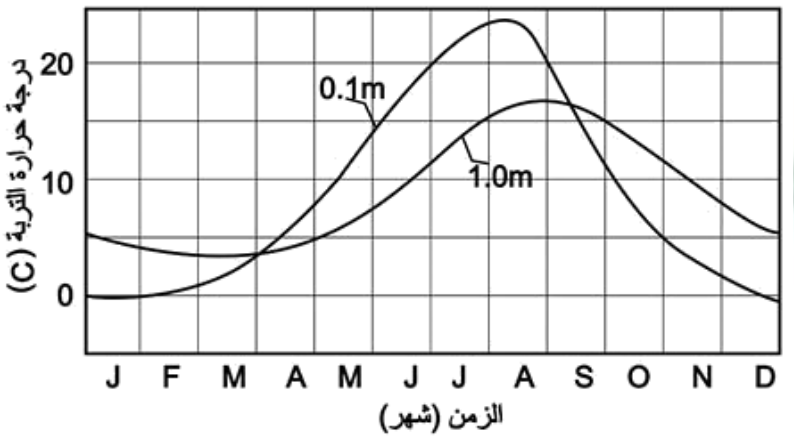


الشكل يوضح التغيرات اليومية في درجة حرارة التربة على أعماق مختلفة

بهذه الآلية تكمل الموجة الحرارية اليومية دورتها خلال أربع وعشرين ساعة في أثناء ساعات النهار والليل, ويطلق على الفرق بين هاتين النهايتين العظمى والصغرى لدرجة حرارة التربة اسم المدى الحراري اليومي أو سعة الموجة الحرارية اليومية.

2- **التغيرات الفصلية لدرجة حرارة التربة** :ترتفع الموجة الحرارية في ترب المناطق المعتدلة في فصل الصيف وتبلغ نهاياتها العظمى بين شهري تموز/يوليو وآب/أغسطس، وتسجل نهاياتها الصغرى بين شهري كانون الثاني/يناير وشباط/فبراير، وأحياناً بين شهري كانون الأول/ديسمبر وكانون الثاني/يناير.

عند دراسة درجات الحرارة اليومية لمقطع تربة على أعماق مختلفة وعلى مدار سنة كاملة يتضح من خلال مقارنة الموجة الحرارية تُغَيِّر اتجاه المدى الحراري بين فصول السنة الحارة والباردة، ففي فصلي الخريف والشتاء يكون متوسط درجة حرارة باطن الأرض أعلى من متوسط درجة حرارة سطحها، ويتم انتقال الموجة الحرارية من الأسفل نحو الأعلى. وفي فصلي الربيع والصيف يكون متوسط درجة حرارة باطن الأرض أخفض من درجة حرارة سطحها، ويتم انتقال الموجة الحرارية من الأعلى نحو الأسفل الشكل ادناه :



الشكل يوضح التغيرات الفصلية في درجة حرارة التربة على أعماق مختلفة