الفصل الثاني
رصد وقياس العناصر والظواهر المناخية

من اجل انجاز أي دراسة في المناخ التطبيقي لابد من توفر بيانات للعناصر والظواهر المناخية، وقد تم استخدام عدد كبير من الاجهزة لقياس تلك العناصر والظواهر كالإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والضغط الجوي والرطوبة الجوية وسرعة الرياح واتجاهاتها والهطول والتبخر وغيرها. واستخدمت اجهزة القياس منذ القرنين الماضيين، الا انه في العقود الاخيرة تم تطوير اجهزة حديثة وانظمة اوتوماتيكية للقياس، ويرى البعض ان مهمة صيانة تلك الاجهزة والاشراف عليها من اختصاص دوائر الانواء الجوية الا ان الكثير من اقسام الجغرافية والفيزياء والانواء الجوية تستخدم بعض هذه الاجهزة لأغراض القياس المنتظم لعناصر المناخ او لأغراض تعليمية. كما ان الكثير من الدراسات المناخية الميدانية خاصة في حقل المناخ التفصيلي (Microclimatology) او المناخ الزراعي (Agroclimatology) وغيرها تتطلب استخدام بعض الاجهزة لقياس درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح...الخ ولهذا فأن من الضروري لطلبة المناخ خاصة التعرف والتدريب على استخدام وصيانة هذه الاجهزة.

بالرغم من تعدد مناشئ أجهزة الرصد الجوي والتعقيدات المتزايدة في بعضها الا ان اهم الشروط الاساسية لنجاح أي جهاز وانتشار استعماله هي، الدقة، بساطة التصميم، المتانة، سهولة القراءة، ورخص الثمن وقلة تكاليف الصيانة.

تقسم اجهزة الرصد الجوي الى نوعين حسب طبيعة القياس الاول هي الاجهزة العينية التي تقرأ بالعين في لحظة معينه وتعطي قيمة العنصر في تلك اللحظة فقط كالمحرار، والثاني هي الاجهزة المسجلة التي لا تكتفي

بالقياس فقط بل انها تسجل عنصر المناخ في كل لحظة خلال اليوم على ورق رسم بياني، ويجب معايره هذا النوع من الاجهزة بمقارنته بأجهزة عينية دقيقة تقيس نفس العنصر وذلك لان احتكاك الريشة التي ترسم مسار أي من العناصر على الورقة البيانية يولد قوة معاكسة في تأثيرها لمسار العنصر مما يسبب عدم الدقة في التسجيل، الا ان هذه الاجهزة تكون اكثر فائدة في بعض الدراسات او حالات الطقس المتغيرة، فمقياس المطر الآلي لا يسجل كمية المطر التي سقطت خلال اربع وعشرين ساعة فقط، بل يقيس وقت بدء العاصفة ووقت انتهائها وغرازة الامطار في أية لحظة اثناء العاصفة. وهذا له أهمية في الكثير في الدراسات.

تتألف أغلب الاجهزة المسجلة من ثلاثة أقسام رئيسية هي:-

1- الجزء الحساس الذي يتأثر بتغيرات العنصر الجوي ويسمى (المجس).

2- مجموعة من العتلات لتكبير حركة الجزء الحساس مربوطة بذراع ينتهي بريشة او سن فيه حبر خاص يلامس الخريطة فيرسم الخط البياني.

3- اسطوانة ذات قطر خاص ملفوف حولها ورقة بيانية مقسمة حسب الساعات واجزائها والايام حسب الفترة الزمنية المطلوبة وتثبت داخل الاسطوانة ساعة توقيت تدور بموجب ذلك سواء ليوم كامل او اكثر اذ يتوقف ذلك على نوع المسننات فيها، ويجب ان تكون الورقة البيانية مطابقة لأبعاد الاسطوانة وتوضع ملاصقة لها. وتقسم اجهزة الرصد ايضا الى نوعين حسب اماكن القياس وهي اجهزة الرصد السطحية التي تستخدم لقياس العناصر المناخية على سطح الارض، واجهزة الرصد العلوي التي تستخدم لقياس العناصر في طبقات الجو العليا، وغالباً ما تكون الأخيرة أكثر تعقيداً وتحتاج الى اجهزة الكترونية غالية الثمن كأجهزة الراديوسوند والرادار وجهاز الثيودولايت البصري او اللاسلكي وغيرها.

المحطات المناخية: Climate Stations

تعرف المحطة المناخية بأنها المكان او الحيز الذي توضع فيه اجهزة الرصد الجوي بأبعاد هندسية معلومة ووفق اتجاهات جغرافية مناسبة لغرض رصد وتسجيل العناصر المناخية، حيث قامت جميع دول العالم بالتوسع في انشاء المحطات المناخية منذ أنشاء أول محطة مناخية في باريس عام 1664م. وتقوم منظمة الأرصاد الجوية العالمية WMO بتنسيق التعاون بين الدول من حيث تحديد خصائص الاجهزة المستخدمة لقياس عناصر المناخ، واوقات القياس، وتجميع البيانات وتسهيل تبادلها بين الدول، ومن الشروط التي يفضل توفرها عند اختيار موضع المحطة وتصميمها:-

1- انشاء المحطة فوق ارض منبسطة ومزروعة بالأعشاب القصيرة وبمساحة حوالي 70م^2 وتكون مسيجة.

2- ان تكون بعيدة عن اية عوارض تحيط بها والتي قد تؤثر على قيم عناصر المناخ مثل الجدران والاشجار والابنية وغيرها.

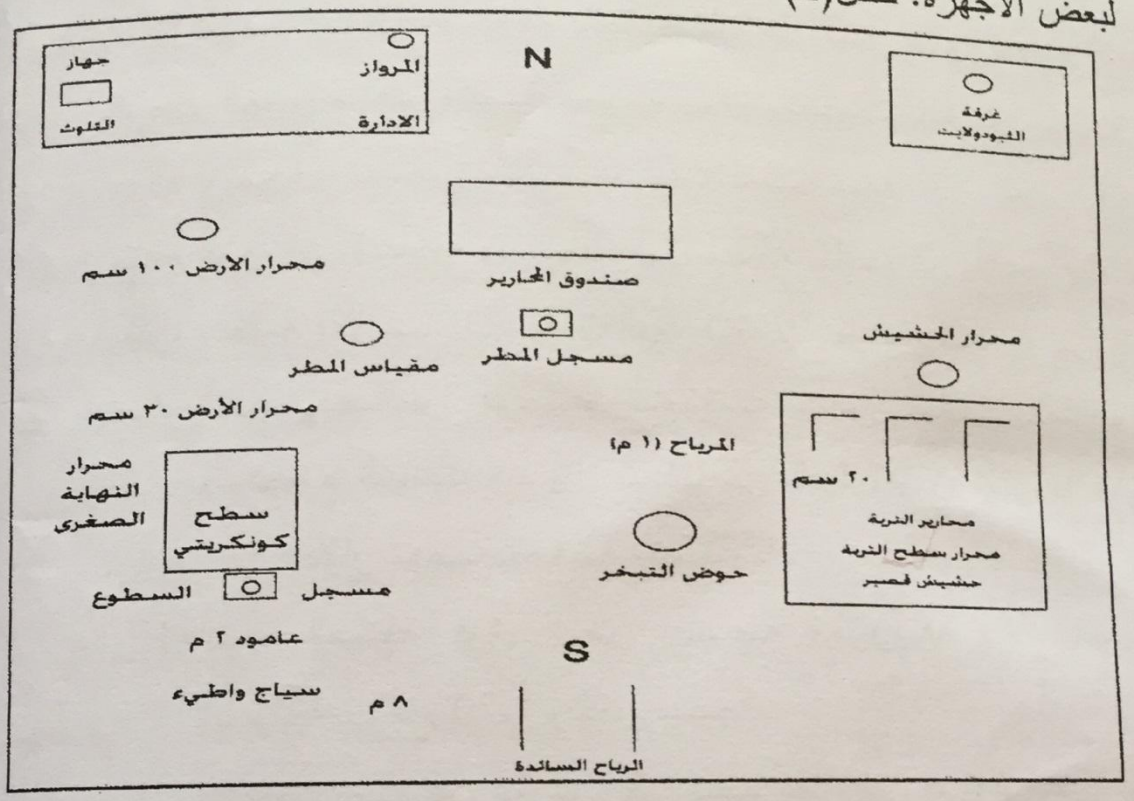
3- يتم اختيار مواقع المحطات على اساس توزيعها الجغرافي لمختلف المناطق وان تكون المحطة ممثلة لطقس ومناخ المنطقة المحيطة بها.

4- يتم اختيار موضع المحطة بالقرب من وسائل المواصلات والاتصالات والخدمات الاخرى كالكهرباء والماء.

5- ان يكون الموضع في مواجهة الرياح الدائمة ويوفر استقبالاً مباشراً لأشعة الشمس والمطر وانواع التساقط الاخرى.

توضع اجهزة الرصد وتوزع على مساحة بأبعاد 12× 8 م وفي بعض الدول كالمملكة المتحدة تأخذ شكلاً مستطيلاً بأبعاد 10 × 6 م وفي الاردن تكون المحطة مربعة الشكل بأبعاد 8 × 8 م، وتوزع الاجهزة في المحطة حسب

مواصفات منظمة الارصاد العالمية، مع الالتزام بالارتفاعات عن سطح الارض لبعض الاجهزة. شكل(1)



شكل (1)

مخطط لمحطة انواء جوية متكاملة

تقسم الاجهزة التي توضع داخل المحطة المناخية الى قسمين، الاول يوضع داخل كشك الارصاد الجوية او كشك او حاجب ستيفنسون (Stevenson's screen) ويسمى أيضا صندوق المحارير ويثبت هذا الصندوق على قاعدة ترتفع 120- 200سم عن سطح الارض وهو صندوق خشبي مصبوغ بالأبيض جدرانه مشققه تسمح بمرور الهواء. ويحمي المحارير من تأثيرات الإشعاع. وتوضع بداخله الاجهزة التالية:-

1-محرار الحرارة العظمى ومحرار الحرارة الصغرى.

2-محرار الحرارة الرطبة ومحرار الحرارة الجافة.

3-مسجل الحرارة (ثرموكراف).

4-مسجل الرطوبة (هايجروجراف).

5-مسجل الضغط الجوي (باروكراف).

6-جهاز بيشي (piche).

اما الاجهزة التي توضع خارج الكشك فأهمها:-

1- مقياس الاشعاع الشمسي – مسجل السطوع.

2- دوارة الرياح Wind vane

3- انيموميتر Anemometer

4- مقياس المطر.

5- مسجل المطر الآلي.

6- جهاز كامبل وستوكس.

7- حوض التبخر (A).

8- محارير لقياس درجة حرارة التربة.

9- محارير لقياس درجة حرارة العشب.

تتطلب الطبيعة العالمية للطقس رصد العناصر الجوية في وقت متفق عليه لأغراض التنبؤ بالطقس، ولقد اتفق عالمياً على اعتماد توقيت كرينتج Greenwich mean Time (GMT) أساساً زمنياً للرصد السطحي وطبقاً للتقسيم التالي:-

ا. 00, 12 GMT وتسمى ساعات الرصد الرئيسية (Principal synoptic hours) وهي الشائعة في التبادل الدولي للرصدات المستخدمة لرسم الخرائط للكرة الارضية او لنصفها. ويتم رصد الضغط في تلك الساعات وكذلك العناصر الاخرى ورصد عناصر الجو العليا.

ب. 00, 06, 18 GMT وتسمى ساعات الرصد العامة (Main Synoptic hours) وتستخدم لرسم الخرائط الجوية للكرة الارضية او لمنطقة معينة.

ج. 0.3, 0.4, 15, 21 GMT وتسمى ساعات الرصد الوسطية (Intermediate Synoptic hours) وتستخدم رصداتها للتنبؤ المحلي والقطري.

وتقسم المحطات المناخية بحسب عدد مرات القياس والعناصر المقاسة الى:-

أ. محطات الدرجة الاولى:- وهي محطات سينوبتكية كاملة Full Synoptic وهي محطات الارصاد الجوية، وتقوم بثمان رصدات جوية في اليوم إبتداءاً من الساعة 24 يفصل بين رصدة واخرى ثلاث ساعات، وفي كثير من المحطات تقاس عناصر المناخ في كل ساعة. علماً ان القياس يتم لجميع العناصر.

ب. محطات الدرجة الثانية:- وهي المحطات المناخية العادية (Normal climatological stations) وتقوم برصدتين جويتين في اليوم هما 15, 09 وتقوم برصد العناصر كدرجات الحرارة العظمى والصغرى وكمية المطر والتبخر والاشعاع.

ج. محطات الدرجة الثالثة:- وهي محطات مساعدة Auxiliray climatological stations وتقوم برصد بعض العناصر او احيانا عنصر واحد وخاصة المطر وتقوم برصدة واحدة في اليوم 09 GMT.

كما تقسم المحطات المناخية بحسب طبيعة موقعها الى ثلاثة اقسام ايضاً:-

أ. المحطات المناخية على الأجزاء اليابسة.

ب. المحطات المناخية العائمة في البحار والمحيطات.

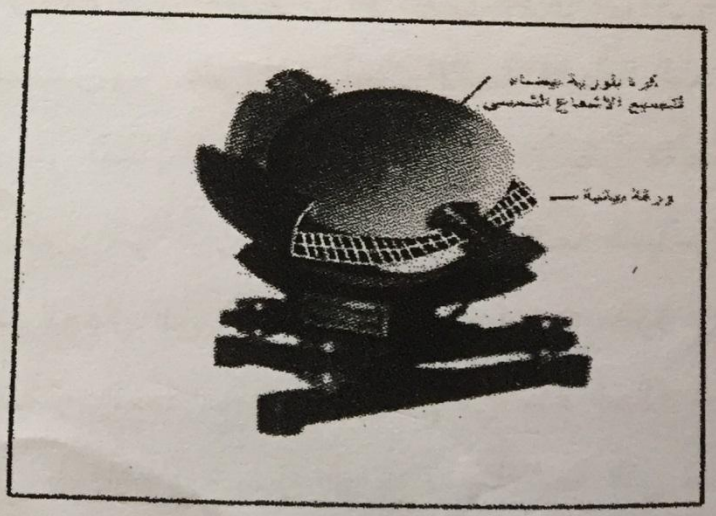
ج. المحطات المناخية في الغلاف الغازي - منظومة التوابع والاقمار الصناعية Meteorological satellites.

كما يمكن التمييز بين المحطات المناخية العادية والمحطات المحددة لأغراض معينة مثل محطات المناخ الزراعية Agroclimatological stations التي تختص بقياس درجة حرارة التربة والعشب والتبخر...الخ. وتستخدم في المناطق النائية القليلة السكان مثل المناطق القطبية والجبلية والصحاري والبحار والمحيطات محطات رصد آلية Automatic Weather stations تعمل بالطاقة الشمسية او النووية وترسل البيانات لاسلكياً الى محطات التسلم الرئيسة.

ثانياً: قياس العناصر والظواهر المناخية:

1. **قياس الإشعاع والسطوع الشمسي Radiation and Sunshine:**-ان قياس كمية الطاقة الحرارية او الضوئية القادمة من الشمس لا تدخل مباشرة في خارطة التنبؤ الجوي الا ان هذه البيانات ذات قيمة مناخية وهندسية خاصة للمشتغلين في استغلال الطاقة الشمسية ولعلماء الإحياء والزراعة والصناعة وتوجد الكثير من الأجهزة المستخدمة في قياس الإشعاع الا ان الشائع منها هو:-

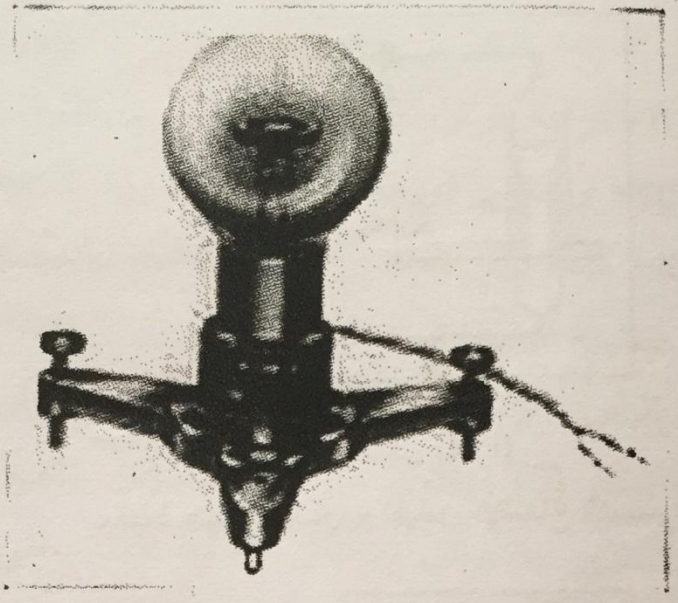
أ. **أجهزة قياس السطوع الشمسي:**- ان الجهاز الشائع لقياس مدة سطوع الشمس هو جهاز كامبل- ستوكس (Campbell – Stokes recorder) (شكل2)



شكل (2)

ويتكون من كرة زجاجية تركز أشعة الشمس على شريط من الورق المقوى الحساس للحرارة مدرج الى ساعات، حيث تترك هذه الاشعة المتجمعة حرقاً على شريط تبعاً لسطوع الشمس، اما عند احتجاب الشمس بواسطة السحب فلا يحدث ذلك، ويحتوي الجهاز على عدد من الاخاديد المحفورة في الوعاء توضع فيها اشرطة متغيرة الطول تبعاً للفصول المختلفة لان طول النهار وميل الشمس يختلفان مع الفصول، ويجب ان يوضع الجهاز على قاعدة ترتفع (2م) بحيث لاتصنع العوارض الارضية أكثر من (3°) مع الأفق لان الشمس لا تترك حرقاً على الورق مالم تكن الزاوية ارتفاعها اكثر من (3°).

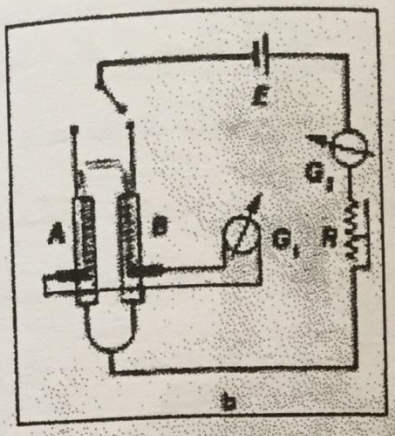
ب. **اجهزة قياس كمية الاشعاع الشمسي Solar Radiation:-** تختلف الأجهزة المستخدمة في قياس كمية الإشعاع الشمسي باختلاف مكونات الإشعاع الشمسي واختلاف طول موجاته حيث تسمى الأجهزة التي تقيس أشعة الشمس المباشرة والمنتشرة بالبايرانوميتر(Pyranometer) و أشهر أنواعها هو جهاز أبلي بايرانوميتر(Epply Pyranometer) حيث يتكون الجزء الحساس من الجهاز من قرص مركزي ابيض معدني تحيط به حلقة معدنية سوداء تشكلان نقطتي الاتصال البارد والحار للمزدوج الحراري، وان الغرض من اختلاف اللون في المزدوج الحراري هو قياس الفرق في درجة حرارة كل منهما تبعاً لاختلاف قدرتهما على امتصاص الأشعة فالحلقة المعدنية السوداء تمتص كل الأشعة التي تصلها بينما يعكس القرص الأبيض معظمها. وبالتالي فأن الفرق بينهما يتحول الى تيار كهربائي يقيس الاشعة المباشرة والمنتشرة، ويكفي ان نقلب هذا الجهاز الى اسفل بحيث يكون وجهه مقلوباً باتجاه الارض حتى يقيس اشعة الشمس المعكوسة، ولا نحتاج في هذه الحالة الى قياس صافي التوازن الاشعاعي للمكان لأنه يمثل الفرق بين الاشعة التي تصل الجهاز وبين الاشعة المعكوسة من سطح الارض. شكل (3)



شكل (3)

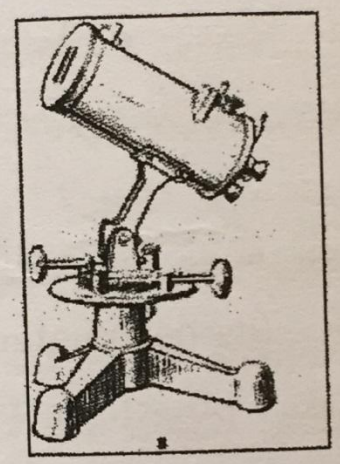
جهاز أبلي لقياس الاشعاع الطويل الموجة

وتستخدم لقياس كمية الطاقة الشمسية المباشرة الواردة عمودياً اجهزة البايرالاميتر (Pyrheliometer) وأشهر أنواعها مشعاع انكستروم (Angstrom Pyheliometer) ويتكون من شريطين متماثلين من البلاتين مطليين بالاسود كل منهما يتصل بنقطة اتصال لمزدوج حراري، ويستخدم كلفانومتر حساس للتحسس بفرق درجتي الحرارة لنقطتي الاتصال، حيث يوصل احد الشريطين بتيار كهربائي يمده بالحرارة بنفس درجة حرارة الشريط الثاني الذي يُعرض لأشعة الشمس، وبذلك يكون مقدار الطاقة الشمسية مساوياً لكمية الحرارة التي يولدها التيار الكهربائي وتُستلم على شكل حرارة في الشريط المذكور. شكل (4-أ – ب)



شكل (4، أ)

مخطط جهاز أنكستروم لقياس الإشعاع الشمسي المباشر



شكل (4، ب)

جهاز أنكستروم للاشعاع الشمسي

اما صافي الاشعة فتوجد اجهزة عديدة لقياسهُ وتعرف تلك الاجهزة بأسماء مختلفة اهمها جهاز الراديوميتر (Radiometer) مثل الراديوميتر الذي طوره ثورنثويت ورفاقه وراديوميتر شولز وغيرها، ويتكون هذا الجهاز من عنصرين متشابهين ومن أوجه سود، يوجه احد العناصر الى السماء ويوجه العنصر الثاني الى الارض ونتيجة لذلك سوف يختلف مقدار درجة الحرارة لكل عنصر، وبعد قياس درجات الحرارة للعنصرين تطبيق المعادلة الآتية لاستخراج محصلة الاشعاع:

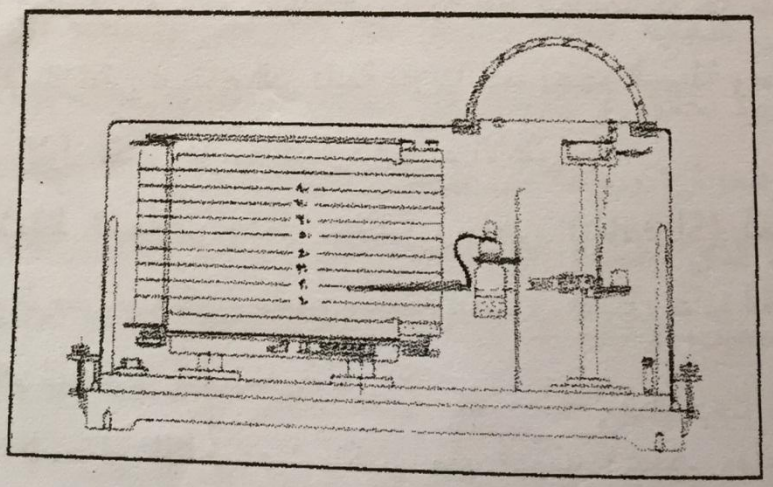
Rn= K(Tu-Td)

حيث ان Tu= درجة حرارة العنصر المتجه وجهة الأسود للسماء.

Td= درجة حرارة العنصر المتجه وجهه الأسود للأرض.

K= قيمة ثابتة تعتمد على حالة الجو وموضع الجهاز وطبيعة حساسية الجهاز نفسه.

يستخدم لقياس الإشعاع الشمسي المباشر والمنتشر جهاز يعرف بالاكتينوغراف شكل (5) ويتكون من جهاز حساس يتألف من شريطين من مزدوج معدني مطليين بالأبيض ويتعلقان بشريط ثالث مطلي بالأسود، وتتصل هذه الاشرطة بقضيب مشترك ويتصل الطرف الآخر للشريطين الابيضين بجسم الجهاز، أما نهاية الشريط الاسود فتتصل بعتلة مكبرة تسجل حركتها على اسطوانة مدرجة تدور بنابض ساعة، ويكون مقدار الانحراف يتناسب مع فرق الطاقة الحرارية الساقطة على الشريطين مقدرة بالسعرات/سم2. ويغطى السطح المستلم للأشعة بزجاجة نصف كروية لحفظها من التأثيرات الجوية.



شكل (5)

جهاز الاكتينوغراف لقياس الإشعاع الشمسي المباشر والمنتشر

2. **قياس درجات الحرارة:**-تعرف درجة الحرارة (T) بأنها حالة الجسم التي تعين مقدرته على تبادل الحرارة بينه وبين الاجسام الاخرى في حالة تماس

حراري، ويسمى جهاز قياسها بالمحرار، وتدرج المحارير بالنسبة لنقاط ثابتة ترتبط بخاصية من خواص المادة المحرارية التي يمكن الحصول عليها بسهولة، وبشكل عام فأن معظم المحارير تدرج وفقاً لدرجتي انصهار الجليد وغليان الماء.

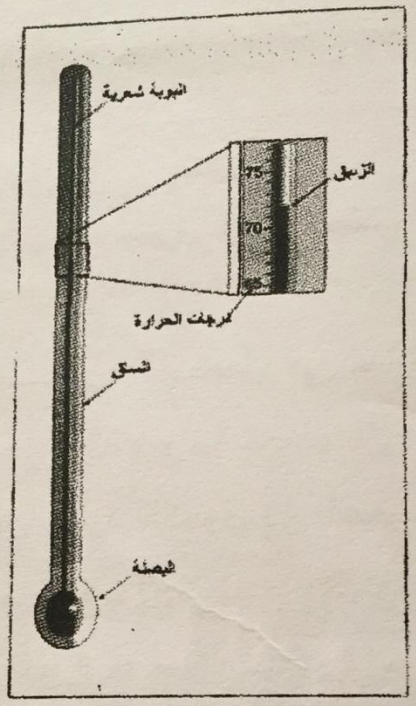
توجد أنواع من المحارير المستخدمة في الأنواء الجوية منها ما هو مستخدم لقياس درجة حرارة الهواء قرب سطح الارض او لقياس درجة حرارة سطح الماء في الانهار والبحار. وتكفي قراءة المحارير في هذه الحالة لغاية 0,5م°.

أما المحارير المستخدمة لقياس درجة حرارة طبقات الهواء العليا او درجة حرارة مستوى الحشيش او درجة حرارة التربة او درجة حرارة السحب، فأنها تحتاج حساسية لغاية 0,1م°.

تختلف المحارير في سرعة تأثرها بدرجة حرارة المحيط، باختلاف حجم الجزء الحساس، مثل نقطة أتصال المزدوج الحراري (Thermocouple) او بصلة المحرار، فيحتاج الاول الى ثانية فقط ليكتسب درجة حرارة المحيط، اما المحرار الزئبقي فيحتاج الى دقيقة تقريباً تبعاً لحجم البصلة وسمك جدارها، لذلك يفضل الاول لقياس درجة حرارة الهواء الاعلى.

تحفظ المحارير داخل غلاف زجاجي (Sheath) لحمايتها من الكسر وتجمُّع الرطوبة، ويكون مقطع مساحة بيضوي الشكل عادة ليقوم بتكبير القراءة. ومن اهم المحارير المستخدمة هي:-

أ- **المحرار الاعتيادي:** يتكون من انبوب زجاجي دقيق وشفاف مدرج بالمئوي او الفهرنايتي وينتهي بمستودع للزئبق. وعند ارتفاع درجة الحرارة يتمدد الزنبق في الأنبوب وعند انخفاضها ينخفض ويدل مستوى الزئبق في الأنبوب على درجة الحرارة. (شكل 6)



(شكل 6)

المحرار الاعتيادي الزئبقي

ب- **محرار النهاية العظمى:**-وهو محرار زئبقي ويختلف عن المحرار الاعتيادي بوجود خانق او تخصر في مجرى الزئبق يسمح له بالارتفاع عند ارتفاع درجة الحرارة ويمنعه من الرجوع الى المستودع عند انخفاضها، حيث تبقى عند الحد الذي وصلت اليه مسجلة العظمى والتي يمكن قراءتها حتى في غير وقت التسجيل، وغالباً ما يستعاض عن التخصر بمؤشر معدني يوضع داخل عمود الزئبق فيندفع امامه عند تمدده ويبقى في مكانه عند تقلصه شكل (7- أ). ويعاد المؤشر بمغناطيس صغير وهو يشبه المحرار الطبي، وتقرأ درجة الحرارة العظمى مرة واحدة في اليوم.