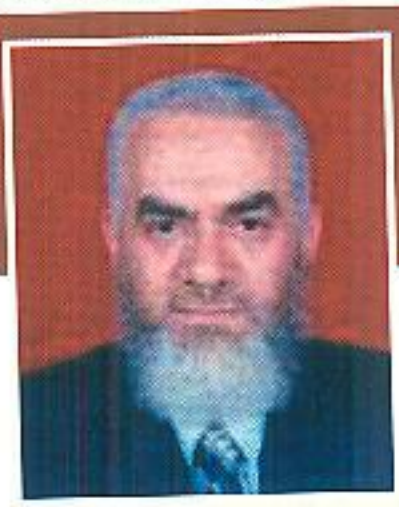
علم الأرصاد الجوية بين النظرية والتطبيق

الجزء الثالث

إعداد:

مصطفى إبراهيم القلشى

مدير إدارة تشغيل المحطات السطحية



تناولنا فى العددين السابقين تعريف علم الأرصاد الجوية، وتاريخ هذا العلم، وشرحنا أهميته فى كافة نواحى الحياة، ثم تناولنا بالشرح والتفصيل المنظومة التى يتكون منها هذا العلم، وهى الغلاف الجوى، رجل الأرصاد الجوية، عمليات الرصد الجوى، وفي هذا العدد نتعرف سويا كيف يؤدى رجل الأرصاد الجوية عمله، ثم نغوص معه داخل الغلاف الجوى لشرح العناصر الجوية المختلفة مع طريقة قياسها وقراءتها، والأجهزة المستخدمة فى ذلك، وما يتعلق بذلك من فوائد علمية يستفيد منها رجل الأرصاد الجوية لإعداد التنبؤات اللازمة، وقبل ذلك نذكر بعض التلميحات الهامة فى الأرصاد الجوية.

أولا: الأوقات الدولية لعمليات الرصد الجوى

أتفق دوليا على تحديد الأوقات التى يتم فيها عمليات الرصد الجوى في جميع محطات الرصد الجوى علي الكرة الأرضية على أن تكون كل العناصر سواء كانت سطحية أو فى طبقات الجو العليا تم رصدها فى توقيت واحد، وهو التوقيت العالمى (جرينتش GMT او UTC)، وذلك على النحو التالى:

١- رصدات رئيسية كل ٦ ساعات فى الأوقات التالية: .... ، ٠٦٠٠، ١٢٠٠، ١٨٠٠ UTC.

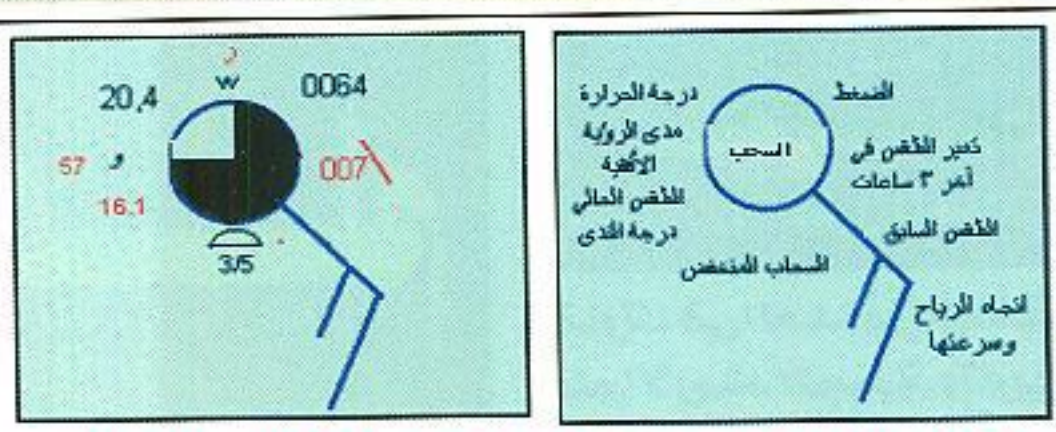
٢- رصدات ثانوية أو فرعية فى الأوقات التالية: ٠٣٠٠، ٠٩٠٠، ١٥٠٠، ٢١٠٠ UTC.

أما محطات رصد طبقات الجو العليا وبسبب التكاليف الباهظة للرصد الجوى بها فقد نصت القرارات الدولية على أنه إذا لم تتمكن الدولة من عمل أربعة صدات، فيُكتفى بعمل رصدتين فى أوقات ٠٠٠٠ UTC، ١٢٠٠ UTC، وفى حالة عمل رصدة واحدة فيتم الاتفاق مع الإقليم الذى تتبع له الدولة علي أن تكون إما فى وقت ٠٠٠٠ UTC أو ١٢٠٠ UTC.

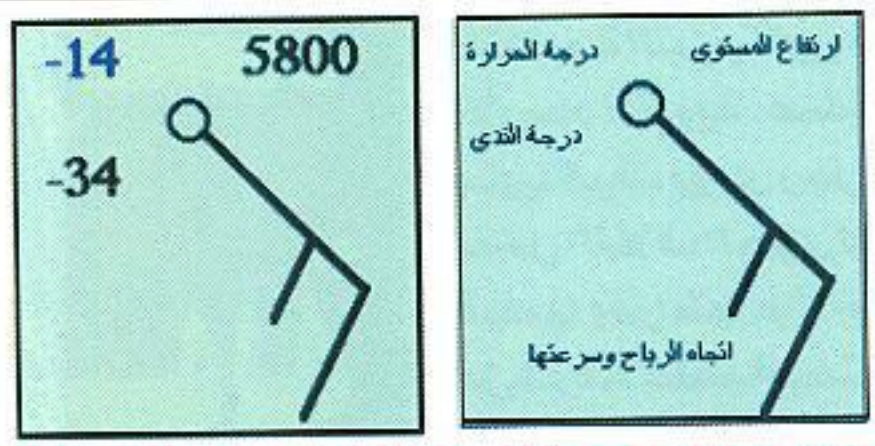
ولعل من أهم واجل مؤشرات التعاون الدولى هو التعاون في مجال الأرصاد الجوية، حيث يتعاون العالم باسره من أجل رسم خرائط الطقس، فهناك آلاف من محطات الرصد الجوى علي مدار الكرة الأرضية يرُصد فيها الجو ساعة بعد ساعة يومياً دون توقف، وبطبيعة الحال فإن رجل الأرصاد الجوية وراء كل ما يمكن رصده، فكل فرصة تتيح لناجمع المعلومات تزيد من معرفتنا بالجو وأساليبه، ففى منتصف الليل نجد الراصد الجوى يخرج منفردا لإعداد الرصدة الجوية فيرصد الطقس السائد ويقرأ الأجهزة، ولعله مما يسليه ويسرى عن نفسه فى هذه العملية فكرة أن آلاف غيره من الراصدين يقومون بنفس العمل وفى نفس اللحظة، ففى كلكتا مثلا عندما يكاد النهار أن ينتصف ويخرج الراصد وسط الحر الشديد وأشعة الشمس الحارقة لعمل الرصدة الجوية نجد أنه فى نفس هذا الوقت يخرج زميله فى جلاسجو وسط الجو البارد ساعة الشروق على اسكتلندا من أجل رصد السحب، وفى نفس الساعة كذلك تكون الشمس قد مالت إلي الغروب فى المناطق

الممتدة من ألاسكا إلى ما بعد خليج بهرنج، حيث ينتشر الثلج هنا وهناك، كما يقترب ضباب بارد عندما يخرج راصد روسى لقراءة الأجهزة في الكشك، وفى الآونة نفسها يخرج ضابط على ظهر سفينة وهي تعبر البحر المتوسط ليرصد الجو ساعة الشروق، وما من شك أنه كلما زاد عدد الراصدين فى كل قطر توافرت لدينا التقارير والرصدات الجوية واتسعت بذلك آفاق معرفتنا بأساليب الجو، وأضحت عمليات التنبؤ الجوى التي يقوم بها الخبراء والمختصون صحيحة.

ولا تكاد تمضى ساعة واحدة حتى تكون كل البيانات التى تم رصدها فى آلاف المحطات قد تم رسمها على خرائط الطقس فى القاهرة وجنيف وباريس وطوكيو وروما وموسكو وغيرها من المدن العديدة، ولا تشكل مسألة اختلاف اللغات واللهجات بين الشعوب أى عائق، فالجو شئ عالمى وله لغته الخاصة به، حيث تُرسل هذه التقارير في صورة مجموعة من الأرقام مرتبة على هيئة شفرة معينة يفهمها الجميع، ثم يتم توقيعها على خرائط الطقس بنفس الأرقام وباستخدام رموز دولية، وعلى هذا الأساس نجد أن خرائط الطقس المرسومة في أي مكان فى العالم تُرسم وتُقرأ بنفس الطريقة رغم اختلاف اللغات والأماكن.



شكل رقم (١) نموذج لتوقيع معلومات محطة سطحية على خرائط الطقس



شكل رقم (٢) نموذج لتوقيع محطة أرصاد طبقات الجو العليا على خرائط الطقس

ثانيا: خرائط الطقس المستخدمة فى الأرصاد الجوية

أ - خرائط الطقس السطحية وتنقسم إلى :

خرائط تغطى الكرة الأرضية.

خرائط تغطى نصف الكرة الأرضية.

خرائط تغطى مساحة كبيرة من نصف الكرة الأرضية

خرائط ذات مقاييس أخرى تغطى مساحة أصغر.

خرائط الطقس العلوية، وتتمثل في المستويات كما هو موضح فى الجدول التالى :

ويتم تقسيم هذه الخرائط إلى مناطق، ومن ثم تحديد موقع كل محطة أرصاد داخل كل منطقة على شكل دائرة صغيرة ويُكتب بجانبها الرقم الدولى للمحطة، الشكل رقم «١» يبين نموذج لتوقيع معلومات الطقس لمحطة سطحية على موقع المحطة، والشكل رقم «٢» يبين نموذج لتوقيع معلومات أرصاد طبقات الجو العليا.

المستوى (ملليبار)	الارتفاع التقريبى (بالقدم)
٨٥٠	٥٠٠٠
٧٠٠	١٠٠٠٠
٥٠٠	١٨٠٠٠
٤٠٠	٢٤٠٠٠
٣٠٠	٣٠٠٠٠
٢٥٠	٣٤٠٠٠
٢٠٠	٤٠٠٠٠
١٠٠ (مستوى التروبوبوز ونهاية طبقة التروبوسفير	

رصد عناصر الطقس Observing Weather Elements

١- الحرارة Heat ودرجة الحرارة Temperature

١- تعريف الحرارة:

هى الطاقة المتنقلة بين جسمين نتيجة لاختلاف درجة الحرارة بينهما، وتتنقل هذه الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد، ويسمى هذا تدفق حرارى «Heat Flow» ويستمر حتى يصل

الجسمين إلى نفس درجة الحرارة ويسمى هذا اتزان حرارى «Thermal Equilibrium» وتتوقف درجة حرارة الجسم على عاملين هما: الأول كمية الحرارة التى يكتسبها الجسم أو يفقدها والثانى الحرارة النوعية لهذا الجسم حيث الحرارة النوعية هى كمية الحرارة اللازمة لرفع أو خفض درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة سلسيوس.

١، ٢- مصدر الحرارة:

المصدر الرئيسى للحرارة هو الشمس، فمنها تتلقى الأرض معظم حرارتها، إلا أن هناك جزءاً صغيراً من الحرارة تستمده الأرض من باطنها ومن بعض النجوم الأخرى.

١، ٣ طرق انتقال الحرارة Heat Transfer

تنتقل الحرارة بإحدى الطرق الآتية:

● طريقة التوصيل Conduction

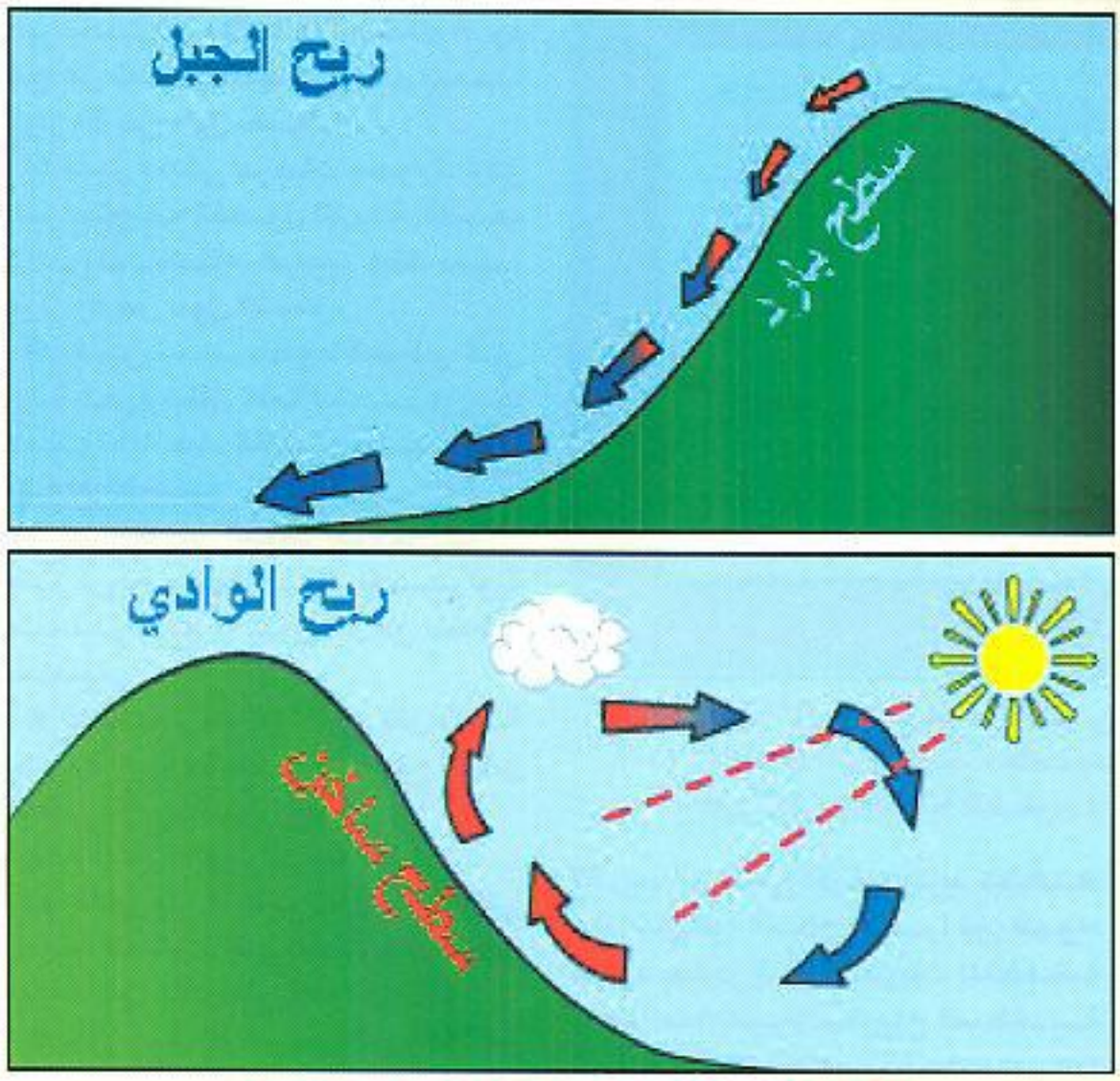
هو انتقال الحرارة من جسم إلى جسم آخر أو من طرف جسم إلى طرف جسم آخر بصورة تدريجية بواسطة جزيئات ذلك الجسم، مثال ذلك إذا لامس جسم ساخن آخر أبرد منه فإن الحرارة تنتقل من الجسم الساخن إلى الآخر البارد بهذه الطريقة، ولا تنتقل الحرارة من الشمس إلى الأرض بهذه الطريقة لوجود فراغ كبير بين الأرض والشمس بعد نهاية الغلاف الجوى.

● طريقة تيارات الحمل Convection

عند تسخين كمية من سائل فإنه ترتفع درجة حرارة السائل الملاصق لمصدر التسخين فتقل كثافته فيصعد إلى أعلى حاملاً حرارته التى اكتسبها ويحل محله سائل بارد، وكذلك الحال فى الغازات، وهكذا تعمل تيارات الحمل على نقل الحرارة من الأماكن القريبة من مصدر التسخين إلى الأماكن التى تعلوها، وهذه الطريقة تحدث فى الأجسام السائلة أو الغازية فقط لذا فإن انعدام الغازات ووجود الفراغ الواسع بين الشمس والأرض يجعلنا نقول إن انتقال الحرارة من الشمس إلى الأرض لا يتم بهذه الطريقة.

● الإشعاع Radiation

من المعروف أن كل الأجسام مهما اختلفت درجة حرارتها تصدر إشعاعات



الشكل رقم (٣) يوضح ظاهرة الكتاباتك أعلى الصورة، وظاهرة الأناباتك الصورة السفلى.

على هيئة موجات كهرومغناطيسية Electro Magnetic Waves وقد تختلف أطوال هذه الموجات إلا أنها تشترك فى ثبات السرعة «حوالى ٣٠٠ ألف كيلومتر فى الثانية» وهى سرعة الضوء الذى يسمى بالضوء المرئى ليس إلا حزمة ضيقة نسبياً من الطيف الكلى للإشعاع، وكلما زادت درجة حرارة الجسم ازدادت شدة الإشعاع الصادرة عنه وتتغير خواص الإشعاع تبعاً لدرجة الحرارة فكلما ارتفعت درجة الحرارة كلما قصرت الموجة، وهذه هى الطريقة التى تنتقل بها الحرارة من الشمس إلى الأرض وبهذا يتأكد القول بأن الشمس هى المصدر الرئيسى للطاقة الحرارية التى تمد سطح الكرة الأرضية وغلافها الجوى بالحرارة.

٢- درجة الحرارة Temperature

يجب عدم الخلط بين الحرارة ودرجة الحرارة، فكما ذكرنا أن الحرارة هى الطاقة الحرارية المتنقلة بين جسمين نتيجة لاختلاف درجة حرارتهما أما درجة الحرارة فهى مقياس للطاقة الداخلية للمادة، وكلما زادت درجة الحرارة زادت الطاقة الداخلية لها أى زادت الطاقة الحركية لجزيئاتها، ودرجة الحرارة التى تُقاس فى عمليات الرصد الجوى هى درجة حرارة الهواء السطحى والتى تمثل درجة حرارة الهواء الحر الموجود على ارتفاع يتراوح ما بين ١,٢٥ - ٢ متر فوق سطح الأرض، وهذا الارتفاع يمثل تقريبا الظروف التى يتعرض لها الإنسان على سطح الأرض، ومع هذا فإن درجة حرارة الهواء السطحى المُقاسة بهذه الطريقة تختلف بدرجة كبيرة عن درجة حرارة سطح الأرض، ففى الأيام المشمسة الحارة تكون درجة حرارة سطح الأرض أكبر من درجة حرارة الهواء السطحى، وعكس ذلك فى ليال الصقيع الباردة تكون أقل بكثير من درجة حرارة الهواء السطحى.

التغير اليومى فى درجات الحرارة

هناك عدة تغيرات تحدث لدرجة الحرارة على النحو التالى:

● تغير يومى لدرجات الحرارة: هو

تغير يحدث لدرجات الحرارة خلال اليوم ناتج عن تعاقب النهار والليل بسبب دوران الأرض حول نفسها.

● تغير فصلى لدرجات الحرارة: وهو تغير ينتج عنه الفصول الأربعة «الصيف ٢. الخريف ـ الشتاء ـ الربيع» وذلك بسبب دوران الأرض حول الشمس.

● تغير بسبب خطوط العرض: فإن درجة الحرارة تقل كلما ابتعدنا من خط الاستواء باتجاه القطبين بسبب نقص الاشعاع الشمسى.

● تغير حسب التضاريس: فإن معدل تغير درجة حرارة المناطق الصحراوية كبير بينما يكون أقل فى المناطق الساحلية.

● التغير مع الارتفاع: تقل درجة الحرارة كلما ابتعدنا عن سطح الأرض بمعدل ٦,٥ درجة/كم. ارتفاع

مدى التغير اليومى لدرجة الحرارة

هو الفرق بين قيمتى النهاية العظمى والنهاية الصغرى التى تحدث خلال اليوم، ويتوقف هذا المدى على العوامل الآتية:

● يكون فوق الأرض غير المزروعة أكبر منه فوق الأرض المزروعة.

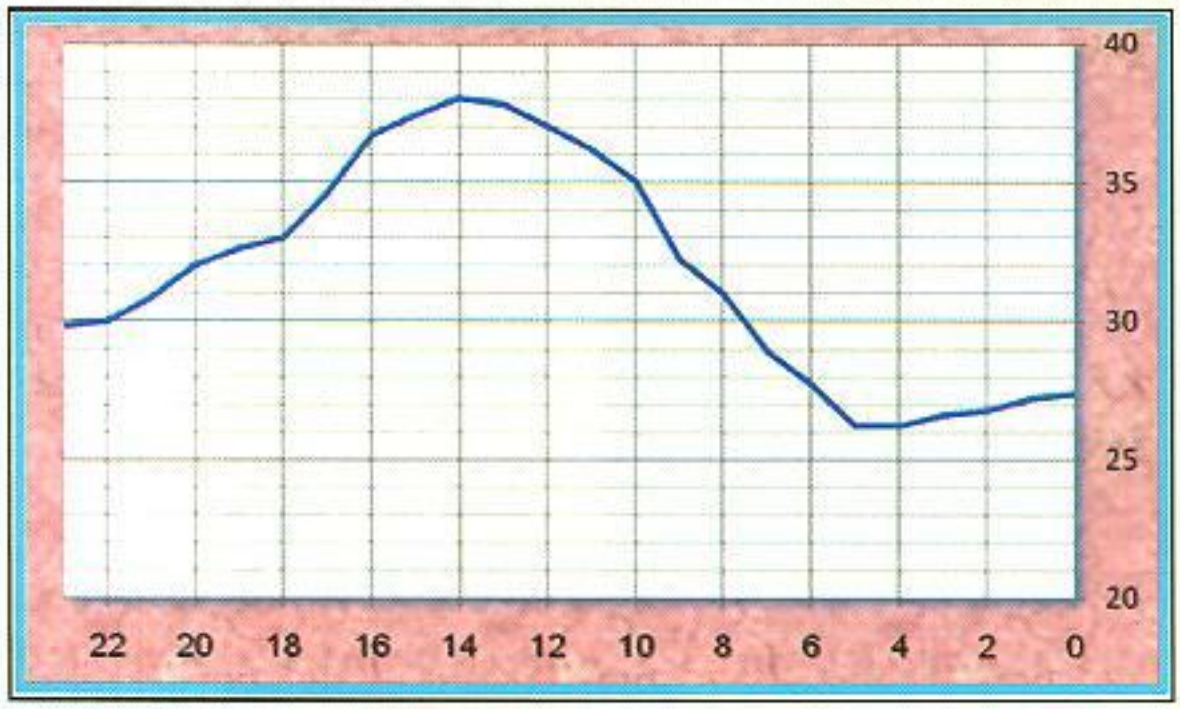
● يكون فوق اليابسة أكبر منه فوق السطح المائى.

● يكون فى الأيام الصافية أكبر من الأيام الغائمة، وذلك لأن السحب تعمل على الحد من زيادة درجة الحرارة أثناء النهار والحد من تناقصها أثناء الليل.

● يقل مدى التغير اليومى لدرجة الحرارة كلما ابتعدنا عن سطح الأرض ويتلاشى تقريبا بعد ارتفاع ٢ كم فوق سطح الأرض، وذلك لأنه كلما ابتعدنا عن سطح الأرض يقل الأثر الحرارى الواصل عن طريق الحمل والتوصيل إلى طبقات الجو العليا.

● يتأثر مدى التغير اليومى لدرجة حرارة الهواء السطحى بطبيعة السطح ومقدرة المواد المكونة له على توصيل الحرارة من وإلى هذا السطح، غير أنه لطبيعة الأرض المجاورة لسطح معين أهمية أيضا، إذ إن درجة الحرارة فى منطقة ما يمكن أن تتأثر بهبوب رياح دافئة او باردة من المناطق المجاورة وذلك طبقا للمثال التالى:

كما هو معلوم فإنه يحدث تبريد لسطح الأرض أثناء الليل وبالتالى يبرد الهواء القريب من سطح الأرض وتزيد كثافته، فإذا كان هذا السطح منحدرا فإن الهواء البارد ينحدر إلى المستويات المنخفضة مكونا ما يسمى بالرياح السطحية الهابطة «الكتاباتك» ويحدث عكس هذا أثناء النهار وذلك عندما تهب الرياح السطحية الصاعدة «الأناباتك» إلى أعلى السطح المائل إذ يحل محلها الهواء الأبرد والأكثر كثافة، ويوضح ذلك الشكل رقم «٣».



الشكل رقم (٤) يوضح التغير اليومى لدرجة الحرارة على مدينة القاهرة يوم ٢٦/٧/٢٠٠٩ علما بأن السماء كانت صافية طوال اليوم، كما يوضح الشكل وقت حدوث كل من النهاية الصغرى والعظمى لدرجة الحرارة خلال اليوم.

كيف يحدث التغير اليومى لدرجة الحرارة، ومتى تحدث النهاية الصغرى والعظمى

● عند شروق الشمس يبدأ سطح الأرض باكتساب الحرارة نتيجة امتصاص الاشعاع الشمسى، ومع ذلك تنخفض درجة حرارة الهواء السطحى فى البداية لأن كمية الحرارة المفقودة من سطح الأرض أكبر من كمية الحرارة المكتسبة، ويستمر ذلك لفترة وجيزة إلى أن تتساوى كمية الحرارة المفقودة مع كمية الحرارة المكتسبة، وهنا تكون النهاية الصغرى.

● تأخذ درجة الحرارة فى الارتفاع تدريجيا بسبب زيادة كمية الحرارة المكتسبة من الاشعاع الشمسى، وعند وقت الظهيرة تكون كمية الحرارة المكتسبة أكبر من كمية الحرارة المفقودة لذلك تستمر درجة الحرارة فى الارتفاع بعد هذه الساعة.

● بعد ذلك تبدأ كمية الحرارة المكتسبة بالتناقص فى حين تكون كمية الحرارة المفقودة فى تزايد إلى أن تتعادل الكميتان ويحدث ذلك تقريبا بين الساعة الثانية والثالثة مساء بالتوقيت المحلى، وهنا تكون النهاية العظمى.

● بعد ذلك تصبح كمية الحرارة المفقودة أكبر من كمية الحرارة المكتسبة وتبدأ درجة حرارة الأرض بالانخفاض.

● وبعد غروب الشمس يفقد سطح الأرض من حرارته دون أن يكتسب شيئا فتستمر درجة الحرارة بالتناقص بمعدل أكبر إلى أن تصل نهايتها الصغرى مرة أخرى لتبدأ دورة التغير اليومى لدرجة الحرارة من جديد.

والشكل رقم (٣) يوضح التغير اليومى لدرجة الحرارة.

ولعله من المفيد أن نذكر هنا أن أعلى درجة حرارة سجلت على سطح الأرض كانت ٥٨ درجة مئوية فى مدينة العزيزية بليبيا فى يوم ١٣ سبتمبر ١٩٢٢م، وأقل درجة حرارة سجلت على سطح الأرض كانت -٨٩,٢ درجة مئوية فى محطة فوستك بانتاركتيكا فى ٢١ يوليو عام ١٩٨٣م، وهناك تسجيلات غير رسمية جاء فيها أن بعثة كانت تجتاز ليبيا فى سنة ١٨٧٨ سجلت حرارة ٩٠° كما أن بعض الضباط الانجليز سجلوا فى العراق فى

يوليو ١٩١٧- ٦٢°، ويذكر الأستاذ محمود حامد محمد فى كتابه الميتورولوجيه طبعة ١٩٤٦ أنه يُطلق على الجو كلمة (قارصاً) إذا كانت درجة الحرارة أقل من -٢٠° س، و(زمهريرا) إذا كانت درجة الحرارة مابين - ٢٠ والصفر، و(بارداً) من الصفر إلى ١٠°س، و(معتدلا) من ١٠° إلى ٢٠°، (حاراً) من ٢٠° إلى ٣٠° و(شديد الحرارة) إذا زادت عن ذلك.

تأثير السحب على درجة الحرارة عند سطح الأرض

أولا: أثناء النهار عندما تكون غائمة فإن السحب تعكس جزءا كبيرا من الاشعاع الشمسى كما تمتص جزءا من الاشعاع الذى يمر خلالها، وبذلك تتسبب السحب فى تقليل الإشعاع الواصل إلى الأرض، ولذلك تكون درجة الحرارة عند سطح الأرض فى الأيام الغائمة أقل منه فى الايام الصافية وفى نفس الظروف الجوية.

ثانيا: أثناء الليل فان درجة حرارة ثانى اكسيد الكربون وبخار الماء والسحب ترتفع بسبب امتصاصها الاشعاع الأرضى ونتيجة لذلك تشع هذه المواد نفسها إشعاعا طويل الموجة يعود جزء منه ثانية إلى الأرض، لذا فان الليالى التى تكون السماء غائمة تكون درجة الحرارة أعلى من الليالى التى تكون فيها السماء صافية والسبب لأن الاشعاعات الصادرة من الأرض تصطدم بالسحب فتمتص جزء منها وتعكس الجزء الآخر إلى الأرض.

وتقاس درجة الحرارة بإحدى الوحدات الآتية:

١) كيلفن Kelvin وهى وحدة قياس مُعتمدة فى النظام الدولى لقياس درجة الحرارة ويرمز له بالرمز (K) وتسمى أيضا بالحرارة المطلقة، حيث أن درجة حرارة صفر كيلفن هى أخفض درجة حرارة فى الطبيعة وتتوقف عندها حركة الجزيئات وهى تساوى - ٢٧٣,١٥ درجة سلسيوس، وسميت بهذا الاسم نسبة إلى الفيزيائى والمهندس البريطانى اللورد كيلفن (١٨٢٤ - ١٩٠٧)، ونادرا ما تستخدم وحدة القياس هذه فى الحياة العامة، ولكنها ذات أهمية كبيرة فى المجالات العلمية المختلفة.

٢) فهرنهايت: هى وحدة لقياس درجة الحرارة ويرمز لها بالرمز (F) وسميت بهذا الاسم نسبة إلى العالم الفيزيائى الألمانى دانيال غابرييل فهرنيايت (١٦٨٦ - ١٧٣٦) ويكثر استخدام هذه الوحدة فى أمريكا فقط.

٣) الدرجة المئوية (سلسيوس)

هى وحدة قياس لدرجات الحرارة ويرمز لها بالرمز (C) مقياس مئوى، والدرجة الواحدة بمقياس سلسيوس هى واحد على مائة من الفرق بين درجة غليان الماء ودرجة تجمده تحت الضغط القياسى، وسميت بهذا الاسم نسبة إلى العالم الفيزيائى والفلكى السويدى أندرس سلسيوس (١٧٠١ - ١٧٤٤) ويتم استعمال وحدة السلسيوس بصفة يومية فى معظم أرجاء العالم.

ويمكن التحويل من مقياس إلى آخر باستخدام العلاقات التالية:

- درجة كيلفن= الدرجة المئوية + ٢٧٣,١٥ اى K=C+٢٧٣,١٥.
- درجة كيلفن= «الدرجة الفهرنهايت+ ٤٥٩,٦٧ ÷ ١,٨ أى ١,٨ ÷ k=«F+459,67.
- سلسيوس= ٥/٩ فهرنهايت - ٣٢».
- فهرنهايت= «٩/٥ × سلسيوس+٣٢.

درجة حرارة نقطة الندى DEW boint

هى درجة الحرارة التى تنخفض إليها حرارة أى كتلة من الهواء بالتبريد لتصبح هذه الكتلة مشبعة ببخار الماء، أى تكون نسبة الرطوبة لهذه الكتلة ١٠٠٪، وتصبح درجة الحرارة ودرجة نقطة الندى متساويتين عند هذه النقطة، ويتساوى عندها كذلك ضغط بخار الماء الفعلى مع ضغط بخار الماء المشبع. لذا كلما كانت درجة حرارة نقطة الندى لكتلة هوائية ما مرتفعة كان المحتوى المائى لهذه الكتلة أعلى، أى كانت الرطوبة النسبية أعلى وبذلك فهي تحتاج لقليل من التبريد لتصل إلي حالة التشبع كما أن أى تبريد قليل بعد نقطة التشبع أو درجة الندى يؤدى إلى تكثف بخار الماء الموجود بالهواء وتحويله إلى ماء على شكل ندى أو ضباب.

أجهزة قياس درجة الحرارة

تُقاس درجة الحرارة باستخدام الترمومتر «thermometer» وهو عبارة عن أنبوبة زجاجية فى أحد طرفيها خزان مملوء بالزئبق والطرف الآخر مسدود، ومثبت بداخل هذه الانبوبة تدريج موضح عليه درجة الحرارة، ويوجد عدة أنواع من الترمومترات «الترمومتر الزئبقى والكحولى - الترمومتر الغازى مثل الترمومتر الغازى ذو الحجم الثابت - الترمومتر البلاتينى» وتقوم فكرة عمل أى ترمومتر

على ثلاث عناصر:

- مادة قياس درجة الحرارة داخل الترمومتر

تكون إما من الزئبق، الكحول أو غاز ذو الحجم الثابت، البلاتين ويستخدم في الترمومتر الصلب.

- صفة هذه المادة

وهى الخاصية الفيزيائية لها «الحجم، الضغط، الكثافة، المقاومة» ومن خلال قياس التغير فى هذه الصفة يمكن تحديد درجة الحرارة، أى أن هذه المادة تتغير بانتظام مع تغير درجة الحرارة.

- تدريج شعرى أو حرارى «ولكى تحدد لنا الترمومترات المختلفة نفس الدرجة عندما توضع جميعها فى وسط واحد فقد تم تحديد هذه التدريجات بناء على نقاط مختارة لأجسام تكون درجة حرارتها ثابته دائماً فى الظروف المعتادة مثل درجة انصهار الجليد «أو درجة تجمد المياه» ودرجة غليان الماء تحت الضغط المعيارى.

وتنقسم هذه التدريجات إلى ثلاثة أنواع هى:

١» التدريج السلسيوس، صممه العالم السويدى اندرس سلسيوس عام ١٧٤٧ ميلادية، وفيه اعتبر درجة انصهار الجليد تحت الضغط المعيارى هى الصفر، ودرجة غليان الماء تحت الضغط المعيارى هى ١٠٠درجة، لذا فقد تم تقسيم التدريج إلى ١٠٠قسم متساو.

٢» التدريج الفهرنهيت، صممه العالم جابريل فهرنهيت عام ١٧٢٤، حيث اعتبر درجة انصهار الجليد تحت الضغط المعيارى هى ٣٢درجة فهرنهيت، ودرجة غليان الماء تحت الضغط المعيارى هى ٢١٢درجة فهرنهيت، لذا فقد تم تقسيم هذا التدريج إلى ١٨٠ قسم متساو.

٣» التدريج المطلق أو الكلفنى، صممه اللورد كلفن عام ١٨٥٢، حيث اعتبر درجة الحرارة التى تنعدم عندها الطاقة الداخلية للمادة هى الصفر، وهى تقابل فى التدريج السلسيوس ٢٧٣,١٥، لذا فقد تم تقسيم التدريج المطلق إلى ١٠٠ قسم تبدأ من ٢٧٣

«درجة انصهار الجليد على تدريج كلفن» إلى ٣٧٣ «درجة غليان الماء على تدريج كلفن».

الترمومتر من حيث الاستخدام الفعلى فى مجال الرصد الجوى ينقسم إلى الأنواع الآتية:

١. الترمومتر الجاف Dry Bulb thermometer

يستعمل لقياس درجة الحرارة الجافة.

٢. الترمومتر المبلل WET Bulb thermometer

هو ترمومتر عادى، غير أن إنتفاخه يُغطى بقطعة من القماش القطنى الخفيف و، ويُغمس الجزء السفلى منها فى الماء المقطر بحيث تكون فى حالة رطبة دائماً، وتعرض قطعة القماش هذه للهواء يؤدى إلى تبخر الماء الذى تحتويه مستمدا الحرارة اللازمة للتبخر من خزان الترمومتر مما يؤدى إلى انخفاض مستوى الزئبق، أى درجة حرارة أقل من الدرجة التى تُقرأ فى الترمومتر الجاف، والفرق بين كل من قراءة الترمومتر الجاف والمبلل يُستعمل لحساب نسبة الرطوبة فى الجو ودرجة نقطة الندى وضغط بخار الماء المشبع.

٣. ترمومتر النهاية العظمى لدرجة الحرارة Maximum temberature thermometer

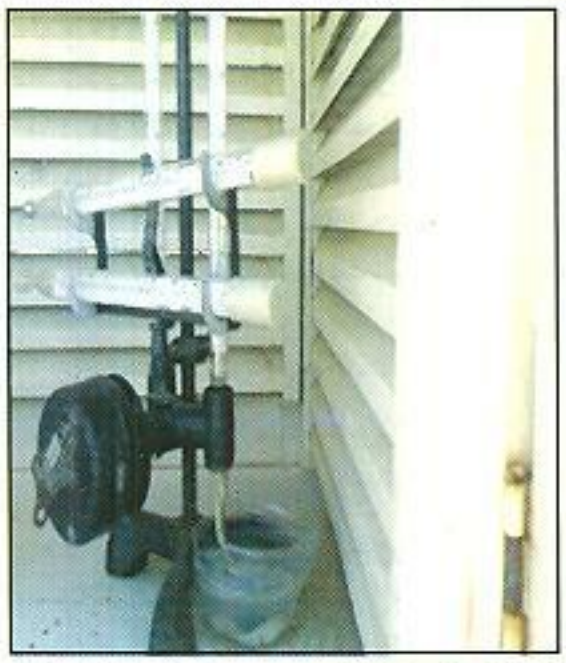
يستخدم لقياس أعلى درجة حرارة سجلت خلال اليوم، وهو ترمومتر يحتوى خزانه على الزئبق، ولكنه يختلف فى أن له فى أسفل الأنبوبه قبل بداية خزان الزئبق ضيق يسمح بمرور الزئبق عندما ترتفع درجة الحرارة، ولايسمح بعودته للخزان عند انخفاض درجة الحرارة مرة أخرى، وبذلك يبقى الزئبق عند أعلى نقطة وصل إليها مشيراً إلى أعلى درجة حرارة سُجلت خلال اليوم أى درجة الحرارة العظمى، وبعد قراءتها يتم نَفْض الترمومتر بلطف إلى أسفل لإعادة الزئبق إلى الخزان مرة أخرى.

٤. ترمومتر النهاية الصغرى لدرجة الحرارة Minimum temberature thermometer

يستخدم لقياس درجة الحرارة الصغرى، وخزانه مملوء بالكحول بدلاً من الزئبق، لأن درجة تجمد الكحول أدنى بكثير من درجة تجمد الزئبق «درجة تجمد الكحول مابين -٨٩، -١١٣ درجة، درجة تجمد الزئبق تبلغ -٣٦ درجة»، وبذلك يبقى الكحول فى حالة السيولة حتي فى درجات الحرارة المنخفضة جدا، وأساس عمل هذا الترمومتر يعتمد على وجود مؤشر خفيف جدا داخل الأنبوب الشعرى ووسط الكحول، وعند انخفاض درجة الحرارة ينساب الكحول من حول المؤشر بينما يأخذ سطح الكحول أعلى المؤشر نحو الخزان متأثرا بقوة التوتر السطحى للسوائل، وعند ارتفاع الحرارة مرة أخرى يتمدد الكحول ويبقى المؤشر مكانه مشيرا بنهايته البعيدة عن الخزان إلى أقل درجة حرارة كما يبين الشكل رقم (٤) كلا من ترمومترات الحرارة الجاف والمبلل والعظمى والصغرى كما هى مثبتة فى كشك الأرصاد الجوية.

٥. ترمومتر النهاية الصغرى لسطح الحشائش (Grass Minimum Temperature)

يستخدم هذا الترمومتر لقياس أقل حرارة للهواء الملامس لسطح الأرض المزروعة خلال اليوم، وهو عبارة عن ترمومتر نهاية صغرى عادى غير أنه يتم تثبيته علي ارتفاع ٥ سم من سطح الأرض المزروعة كما في شكل (٥).



الشكل رقم (٤) ترمومترات النهاية الصغرى والعظمى مثبتة افقيا مع ميل قليل لترموتر العظمى باتجاه الخزان، أما الترمومتران الجاف والمبلل فمثبتان عموديا.

الشكل رقم (٥) ترمومترات النهاية الصغرى لسطح الحشائش

٦. ترمومترات تستخدم لقياس حرارة التربة ((Soil Temperature

هى عبارة عن ترمومترات توضع وتثبت فى التربة علي أعماق قياسية ٢، ٥، ١٠، ٢٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠، ٢٠٠، ٣٠٠سم تبعا لنوع التربة والمحاصيل المزروعة فيها، ويتراوح عمق هذه الترمومترات ما بين ٢ سم وثلاثة أمتار (شكل ٦)، وتستخدم نواتج هذه الترمومترات فى علم الأرصاد الجوية الزراعية، حيث أنه العلم الذى يربط بين العوامل الجوية من جهة والعلوم الزراعية من جهة أخرى، ويمتد تأثير هذا العلم من عمق ثلاثة أمتار تحت سطح الأرض التى تحتوى على جذور النبات والأشجار حتى الطبقة الحدية من الهواء التى تحتوى على المحاصيل والأشجار ثم الطبقة الحيوية ((Biosphere والتي تنتقل خلالها حبوب اللقاح والبذور والأمراض والآفات الزراعية، لذلك فإنه لابد من معرفةالخصائص الفيزيائية للتربة ومن

الشكل رقم (٦) يوضح الترمومترات الأرضية على أعماق ٥سم وحتى ثلاثة أمتار

أهم هذه الخصائص درجة الحرارة.

بالإضافة إلى الترمومترات التى تستخدم فى قياس درجة حرارة الهواء، يوجد أيضا أجهزة تسجيل درجة الحرارة ((Thermograph، ويتكون العنصر الحساس فى هذا الجهاز من معدنين مختلفين فى معامل التمدد وملتصقان التصاقا تاما، ويكون المعدن الأكثر تمددا من الداخل وعلى شكل نصف دائرة بحيث يشكلان صفيحة واحدة، ويثبت أحد أطرافها في جسم الجهاز بينما يتصل الطرف الآخر مع مجموعة من العتلات والروافع يلتصق بها ذراع في نهايته ريشة تسجيل تتحرك على ساعة اسطوانية تثبت عليها خرائط خاصة مدرجة بالدرجات المئوية لتسجيل درجة الحرارة عليها لمدة ٢٤ ساعة أو أسبوع حسب نوع الخرائط المستعملة وفكرة عمل الجهاز تقوم على تمدد المعدن وتقلصه، ثم نقل الحركة ميكانيكيا إلى العتلات والروافع ثم إلى الذراع المثبت به سن ليقوم بتسجيل الحرارة على الخرائط (شكل ٧).

وإلى اللقاء

فى العدد القادم إن شاء الله.

الشكل رقم (٧) يوضح جهاز مسجل درجة حرارة الهواء السطحى

المراجع

١- الأرصاد الجوية للطيران (الطبعة الثانية - القاهرة ١٩٧٢)
وضع عبدالقادر محمد العاملى، خليل عبدالفتاح خليل

٢- الميتورولوجية بقلم محمود حامد محمد (مطبعة الاعتماد بمصر ١٩٤٦)

٣- الجو وتقلباته تاليف إيفان تانهيل ترجمة الدكتور/ محمد جمال الدين الفندى (طبعة دار المعارف بمصر ١٩٦١)

٤- الموقع الإلكترونى للأرصاد الجوية الأردنية.

٥ - الموقع الإلكترونى ليبيا اليوم (www.libya-alyoum.com)

٦- الموقع الإلكترونى لبرنامج المكتبة الشاملة ضمن كتاب الموسوعة العربية العالمية وهو عمل موسوعى ضخم اعتمد فى بعض أجزائه على النسخة الدولية من دائرة المعارف العالمية (http://www.shamela.ws). World Book International

٧- الموقع الإلكترونى ويكيبيديا الموسوعة الحرة (ar.wikipedia.org/wiki/ ويكيبيديا)