إهداء إلى

مرصد الطقس

www.attaqs.com

مع تحيات

سهيل اليمني

Suheel_alyamani@yahoo.com

جامعة المنصورة
كلية التربية
قسم المواد الاجتماعية

الأرصاد الجوية

الدكتور
أحمد أحمد الشيخ

٢٠٠٤

جامعة المنصورة
كلية التربية
قسم المواد الإجتماعية

الأرصاد الجوية

دكتور
أحمد أحمد الشيخ

٢٠٠٤

بسم الله الرحمن الرحيم
وأنزل الله عليك الكتاب والحكمة وعلمك
ما لم تكن تعلم وكان فضل الله عليك عظيما
صدق الله العظيم

مقدمة:

يؤثر الغلاف الجوى المحيط بالأرض فى مجالات حياتنا اليومية بطرق متعددة ، وقد يتجاوب معه الإنسان بشكل مباشر وسريع مثل اختيار نوع الملابس التى نرتديها فى كل يوم ، أو نتجاوب معه على المدى الطويل فى بناء منازلنا وما يلزمها من أجهزة تدفئة فى برد الشتاء وأجهزة تكييف فى فصل الصيف الحار ، كما وأننا عند زراعة حقل أو حديقة منزل فإننا نفكر بالضرورة فيما ستكون عليه الأحوال الجوية والمناخية مستقبلاً ، وكذلك الحال عند التفكير فى القيام بإجازة بعيداً عن أرض الوطن.

ولقد اتسع مدى علم المناخ بشكل عظيم فى السنوات الأخيرة ، وتوجد الآن منظومات من الأساليب التى يمارسها علماء المناخ والمهتمين بالأرصاد الجوية لإيجاد حلول لمواجهة المشكلات المرتبطة بالأحوال المناخية والجوية ، وقد توافرت معلومات هائلة عن عناصر الجو وظواهره من خلال القياسات والملاحظات السطحية ، ومازال عالم المناخ يستخدم هذه المعلومات والبيانات المتراكمة عبر السنين الطويلة ، ويوظفها فى ضوء فهمه للعمليات المناخية Climatic processes حتى يتمكن من تقديم حلول وإجابات للعديد من المشكلات العلمية لسنوات طويلة قادمة .

وفى السنوات الأخيرة ساعدت الأقمار الصناعية Satellites فى متابعة الأحوال المناخية وفى رصد الظواهر الجوية على تطوير الرؤية المحدودة للمناخ وتوسيع آفاقها ، حيث مكنت هذه الأقمار الصناعية علماء المناخ من

رؤية المناخ كوحدة شاملة تغطى سطح كوكب الأرض بأكمله لأول مرة ، لأنه أتاح لنا رؤية ثلاثية الأبعاد للأرض ، ولقد ساعد ذلك على الفهم الجيد للنظام المـناخى بأكمله ، مما يساعد فى عمل تنبؤات طويلة المدى ومعرفة التغيرات التى يمكن أن تحدث ومسبباتها .

وفى الوقت الذى كانت هذه التطورات العلمية فى مجال الأرصاد الجوية والمناخ تتحقق يوماً بعد يوم ،كان الاهتمام والوعى بأهمية الظواهر المناخية والجوية يتزايدان لدى الناس بإضطرار ، ولقد أدت الكوارث المناخية إلى إزكاء هذا الاهتمام ؛ مثل حالات الجفاف الكثيرة التى اجتاحت مناطق عديدة من العالم فى أوائل السبعينات .

ومما زاد من اهتمام الناس فى العالم بأكمله فى السنوات الأخيرة بالمناخ وبمتابعة التغيرات الجوية على مستوى الكرة الأرضية، القلق المتزايد من الآثار الضارة لتزايد التغيرات المناخية من النشاط البشرى المكثف والمتصاعد ، مثل زيادة معدلات تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الهواء نتيجة تزايد استخدام الوقود الحفرى ، إلى جانب ارتفاع درجات الحرارة نتيجة تناقص سمك طبقة الأوزون وتآكلها. وقد وأدى هذا بدوره إلى مزيد من الاهتمام من قبل المهتمين بعلمى الأرصاد الجوية Meteorology والمناخ Climatology لتحسين الوعى المناخى من أجل مزيد من الفهم للعمليات والظواهر المناخية وتطوير القدرة على التنبؤ والرصد الجوى المستقبلى .

وقد تطور علم الأرصاد الجوية على النحو التالى : ففى الوقت الذى كانت تتم فيه القياسات الوصفية للمناخ ، كان هناك أسلوب آخر مختلف تماماً يتم اتباعه فى مجال علم الأرصاد الجوية ، ولقد كان ممكناً مع تقدم الاتصالات التلغرافية Telegraphic Communications جمع الملاحظات والقياسات والأرصاد من مجموعة متنوعة من الأماكن في أماكن متعددة إلى مكان واحد وبسرعة ، وذلك من أجل تحليلها والتنبؤ المستقبلى بحالة الجو. وقد كان الدافع الأساسى لذلك فى البداية منصب على التنبؤ قصير المدى لمعرفة مسارات العواصف Storm tracks لتلافى تأثيراتها أو الإقلال من إضرارها على المناطق التى سوف تتجه إليها.

وبعد تطور فهم هذه المعلومات القادمة من الملاحظات والقياسات والأرصاد إلى مكان واحد من أماكن متعددة زادت الحاجة إلى إجراء المزيد من القياسات والمشاهدات ، فقد كانت هناك حاجة لقياسات الضغط الجوى Atmospheric Pressure وسرعة الرياح واتجاهها Wind speed and direction ومدى الرؤية ونوع السحب وكمياتها Cloud types and amounts ، وكذلك درجات الحرارة ساعة بساعة. وقد زاد الاهتمام بالأرصاد الجوية بعد استخدام الطائرات وقد سمى هذا بالأرصاد الجوية الخاصة بالطيران Aviation meteorology ، ونتيجة لذلك زاد الاهتمام بالقياسات الجوية لطبقات الجو العليا ، وتم اختراع أجهزة الراديو سوند Radiosonde . أما بعد الحرب العالمية الثانية فقد ابتكرت وسائل المراقبة بالردار Radar observation للسحب والأمطار ، وقد

ســـاعدت كل هذه القياسات وتقنيات الملاحظة على تحسين تطوير مفاهيمنا النظرية الخاصة بالعمليات المناخية ، ومقدرتنا على التنبؤ بحالة الجو .

وخـــلال تلك الفترة من التقدم الكبير فى مجال الرصد الجوى كانت مفاهيمـــنا عن المناخ والعلميات المناخية لا تزال تتقدم ببطء ، حيث استمر أسلوب الملاحظة التقليدى ، كما أنه جرت بعض المحاولات من أجل تفسير وشـــرح مـــناخ كوكب الأرض Global Climate ، وعن طريقه ثبت أن البـــيانات والقياسات المناخية التى تم جمعها من خلال الرصد الجوى كانت فـــى كثير من الأحيان بالغة الفائدة للإنسان فى حياته اليومية ، فعلى سبيل المـــثال ، وأثناء الحرب العالمية الثانية ، حين كانت العمليات العسكرية تتم فـــى مناطق غير مألوفة ، ومع استخدام الجنود لآلات ومعدات ربما كانت شديدة التأثر بالظروف الجوية ، فقد تطلب ذلك تنبؤا ممتداً للأحوال الجوية، وكذلك تقديرات طويله المدى لاحتمالات حدوث حالات جويه معينه .

أى أن الإنســـان ومـــنذ أقـــدم العصور يحاول جاهداً أن يقوم بفهم وتفســـير أسرار الظواهر الجوية التى شاهدها على سطح الأرض ولم يكن علـــى قـــدر مـــن الفهم والإدراك والوعى الذى يمكنه من فهمها، خصوصاً الظواهـــر الـــتى ترتبط بالتساقط المطرى مثل الرعد والبرق والمطر نفسه والـــبرد وخلافه من أشكال التكاثف والتى كانت وما تزال تلعب دوراً بارزاً في حياة الإنسان على سطح الأرض .

الفصل الأول

الطقس والمناخ والغلاف الجوي

الفصل الأول

الطقس والمناخ والغلاف الجوى

الغـــلاف الغـــازى هو أحد الأغلفة التى تحيط بالكرة الأرضية بما يحتويه من طبقات ، ولولا هذا الغلاف لما وجدت حياة على سطح الأرض ولما كان هناك مجال تمارس فيه ظواهر الطقس والمناخ عملها مثل السحب والأمطار والندى والضباب والتساقط الثلجى وغيرها من الظواهر الجوية ، ومن ثم لاما عرفنا ما نسميه بالطقس والمناخ ، وتتركز ظواهر الطقس في الجـــزء الســـفلى مـــن الغـــلاف الجـــوى فـــي طـــبقة التروبوســـفير Troposphereوالتى تضم بداخلها ٧٥ ٪ من كتلة الهواء الجوى .

١- الطقس : Weather

يمـــثل الطقس حالة الجو في مكان ما في فترة زمنية محددة قد تكون ساعة أو عدة ساعات أو يوم أو أيام أو أسبوع أو شهر من السنة ، ويدرس هـــذا العلم مجموعة من العناصر، أهمها الإشعاع الشمسي ، ودرجة حرارة الهـــواء ، وأنـــواع التساقط (مطرى - ثلجى) ، والضغط الجوى، وما يســـتتبعه مـــن حـــركة الهواء فيما يعرف باسم الرياح ، أى أن الطقس هو محصـــلة العمليات الجوية التى تحدث في الجزء السفلى من الغلاف الجوى في فترة زمنية محددة .

٢- المناخ : Climate

هو متوسط الأحوال الجوية في منطقة ما لفترة طويلة من الزمن ،
كما يمكن اعتباره علاقة الظواهر الجوية بالبيئة سواء كانت طبيعية أو
بشرية ، ويتكون المناخ من عدة عناصر elements ، وقد قام عل
المناخ وارتكز لفترة زمنية طويلة على عنصرين من هذه العناصر وهم
درجة حرارة الهواء وكمية التساقط المطرى Percipitation ، وهم
العنصران اللذان لاحظهما الإنسان أكثر من غيرهما ، واللذان يؤثران في
حياته اليومية أكثر من غيرهما ، وهما بالفعل عظيما الأهمية في دراس
ووصف حالة الجو ، ولما لهما من دور هام ومؤثر وبعيد المدى في
العمليات المناخية والجوية ، ولكنهما ليسا عنصرى المناخ الوحيدين
فسرعة واتجاه الرياح Wind Speed and Direction وكذلك نو
وكثافة السحب Cloud Tipes and Amounts ومدة سطوع الشمس
Sunshine Duration والرطوبة الجوية Atmospheric Humidity
وضغط الهواء الجوى Air Pressure وكذلك مدى الرؤية Visibility
هى إضافة هامة لقائمة عناصر المناخ المختلفة التى نلاحظها كل يوم.

وبعض العناصر الأخرى قد تكون على نفس القدر من الأهمية با
أكثر في أوقات أو ظروف معينة ، وعلى سبيل المثال يعتبر محتو
الأرض الرطوبى Soil Moisture ودرجة حرارة التربة Soil
Temperature والبخر Evaporation عناصر حيوية من وجهة نظ
الزراعة وهى عناصر مرتبطة بالمناخ ، وكذلك فإن تركيزات المواد الملوث

٢- المناخ : Climate

هو متوسط الأحوال الجوية في منطقة ما لفترة طويلة من الزمن ،
كما يمكن اعتباره علاقة الظواهر الجوية بالبيئة سواء كانت طبيعية أو
بشرية ، ويتكون المناخ من عدة عناصر elements ، وقد قام علم
المناخ وارتكز لفترة زمنية طويلة على عنصرين من هذه العناصر وهما
درجة حرارة الهواء وكمية التساقط المطرى Percipitation ، وهما
العنصران اللذان لاحظهما الإنسان أكثر من غيرهما ، واللذان يؤثران في
حياته اليومية أكثر من غيرهما ، وهما بالفعل عظيما الأهمية في دراسا
ووصف حالة الجو ، ولما لهما من دور هام ومؤثر وبعيد المدى في
العمليات المناخية والجوية ، ولكنهما ليسا عنصرى المناخ الوحيدين
فسرعة واتجاه الرياح Wind Speed and Direction وكذلك نو
وكثافة السحب Cloud Tipes and Amounts ومدة سطوع الشمس
Sunshine Duration والرطوبة الجوية Atmospheric Humidity
وضغط الهواء الجوى Air Pressure وكذلك مدى الرؤية Visibility
هى إضافة هامة لقائمة عناصر المناخ المختلفة التى نلاحظها كل يوم.

وبعض العناصر الأخرى قد تكون على نفس القدر من الأهمية بل
أكثر في أوقات أو ظروف معينة ، وعلى سبيل المثال يعتبر محتوى
الأرض الرطوبى Soil Moisture ودرجة حرارة التربة Soil
Temperature والبخر Evaporation عناصر حيوية من وجهة نظ
الزراعة وهى عناصر مرتبطة بالمناخ ، وكذلك فإن تركيزات المواد الملوث

Pollutant Concntratio وحموضة مياه الأمطار Acidity of Precipitatio هي عناصر عالية الأهمية فيما يتعلق بصحة الإنسان ، بينما تدفقات الطاقة الإشعاعية Rediant Energy Fluxes تعد بالغة الأهمية للمشتغلين بعلم المناخ في نطاق محاولتهم فهم التفاعلات والعمليات الجوية Atmospheric Processes .

قياس العناصر :

تعد القياسات السطحية قياسات موضعية أو موقعية أى خاصة بنقطة جغرافية معينة Point Specific ـ وتعبر عن زمن القياس فحسب ـ وعادة ما تكون هناك شبكة من المحطات المصممة بحيث يمكن بسهولة مقارنة قياسات إحدى المحطات أو المواقع مع تلك المقاسة في موقع أو مواقع أخرى ، لهذا فإن القياسات تتم باستخدام أجهزة وأدوات قياسية Stendardized Instruments ، ذات تعرض قياسى Standardized Exposure ، حيث يتم استخدامها أيضاً بأساليب وطرق قياسية متفق عليها . ومن الأمثلة المألوفة في هذا المجال مقياس المطر Rain Gauge المعتاد ، حيث تم جمع مياه المطر في إناء ذو فتحه قياسية ثابتة وحجم ثابت ، وكذلك ارتفاع ثابت عن سطح الأرض وشكل ومسافة من العوائق ثابتين ومتفق عليهما .

وهذا المقياس يتم تفريغه عند نفس الوقت في كل يوم ، ويتم قياس المطر المتجمع بطريقة قياسية ثابتة ، وكثيراً من القياسات أو الثوابت يتم

الاتفـــاق عليها في اتفاقات دولية ، بين الجهات المتخصصة ، وتقوم هيئات ومحطـــات الأرصـــاد الجويـــة في كل دولة بتنفيذ وتطبيق تلك الاتفاقات وتعمل على التأكد من أن كل محطاتها تستخدم نفس القياسات ونفس الأجهز والأسلوب أو الأساليب المتفق عليها ، ولكن هناك أيضاً العديد من محطا الأرصاد الجوية غير الرسمية التى تقوم بالرصد والقياسات وجمع البيانات وهـــذه قـــد تكـــون ملتزمة أو غير ملتزمة بالأساليب والأجهزة القياسية ف جمعها للبيانات .

وبالنســـبة لقياســـات درجات الحرارة التى تصاحب قياسات المط القياســـية فهـــى تلك التى يتم قياسها بواسطة ترمومتر على ارتفاع حوا ٢متر فوق سطح الأرض ، والقياسات التي يتم الحصول عليها للحرارة به الطـــريقة يطلـــق علـــيها إحـــدى التسميات المتعددة مثل الحرارة السطح Surface Temperature أو حـــرارة الهـــواء Air Temperature حرارة الملجأShelter Temperature (كشك القياس)، ويتم اختيـــــ ارتفاع جهاز القيـــــاس (الترمومتر) بحيث يكون القياس معبراً عن در الحـــرارة في الطبقة السفلى، من الجو والتى تجرى فيها الحياة ، حيث تم جزءاً من طبقة تمتد لارتفاعات أكبر .

ويـــرجع الســـبب في وضع الترمومتر على مسافة ما فوق س الأرض إلى الحرص على أحداث نوع من التكامل Integration بين تأ ســـطح الأرض بأنواعـــه المختلفة وفى المواقع المختلفة ، حيث أن درج الحـــرارة على سطح الأرض مباشرة يمكن أن تتفاوت وتتغير بشكل س

عـبر مسافة صغيرة ، ومن هنا فإن القياسات في هذه الحالة تتوقف بشكل مباشر على موقع وجود الجهاز بذاته .

وهذا من شأنه أن يجعل مقارنة القياسات بين المواقع المختلفة أمراً صـعباً ، ولهذا فإن وضع الترمومتر في ملجأ (كشك) يعمل من جهة على مـنع امتصـاص الترمومـتر للأشعة الشمسية المباشرة من الجو ، وكذلك حمايـته من جهة أخرى من تأثير الطاقة والأشعة المتدفقة لأعلى مع سطح الأرض، وتكـون النتـيجة بـناء على هذا أقرب لدرجة حرارة الهواء عند مستوى الملجأ ممثلة ولهذه الحالة في منطقة واسعة ، ومن الممكن استخدام مسـتويات أخرى من التعرض ، وذلك بوضع الجهاز أعلى أو أسفل بداخل أو بدون مأوى .

وإلـى جانـب القياسـات السطحية على اليابس توجد القياسات فوق المحـيطات، وهـى قياسات أقل فى حجمها من تلك التى تؤخذ على سطح الأرض . وتحـتفظ بعـض الـدول بسـفن متخصصة في عمليات الرصد والقياسـات الجوية في مواقع ثابتة، وهذه تعمل في رصدها على أن تكون قـراءاتها قياسـية Standard Measurements كما سبق . ويتزايد دور عوامات الرصد بالمحيطات Ocean Buoys في تزويدنا بالمعلومات عن المـناخ بالمحـيطات . وتقـوم هذه العوامات أيضاً بأخذ قياساتها وقراءاتها بطرق قياسية بقدر الإمكان في مواجهة الأحوال الجوية المحيطية التى غالباً مـا تكون عنيفة ، وتقوم بنقل هذه المعلومات إلى مراكز أرضية غالباً عن طريق الاتصال عبر الأقمار الصناعية .

كمـا اسـتخدمت أجهـزة الراديو سوند Radiosonde أكثر الطرق شيوعاً في أخذ القياسات في طبقات الجو العليا ، وهى مجموعة من أجهزة القياس تعلق أسفل أحد البالونات ، وتقوم بقياس درجات الحرارة والرطوبة والضـغط أثـناء ارتفاعها إلى أعلى ، وتستخدم قياسات الضغط في تحديد الارتفاع فوق سطح البحر ، وترسل البالونات إلى أعلى مرتين في اليوم عند الظهـر وعـند منتصـف الليل بتوقيت جرينتش من عدة مئات المحطات المنتشـرة فـي العالم. وتستخدم بعض المحطات نوعاً أكثر تطوراً من هذه الأجهزة يعرف باسم راونسون Rawinsonde وهى تقيس ـ إضافة إلى ما سبق ـ سرعة الرياح واتجاهها .

وتستخدم بعض الطائرات المجهزة خصيصاً في بعض الأحيان للقيام بعملـيات الرصد في طبقات الهواء الجوى الأعلى، إلا أن هذا لا يتم بشكل روتيـنى منـتظم ، بل يقتصر استخدامها على الأبحاث التجريبية الخاصة بـأحوال جويـة معيـنة ، وتسـتخدم أحياناً أنواع من الصواريخ المجهزة بتجهـيزات خاصة للقيام بدور مماثل في الطبقات الجوية الأكثر ارتفاعاً . ومعظم هذه القياسات هى قياسات اتصال مباشرة ، حين تكون أجهزة القياس علـى اتصـال بالعناصـر المقاسة ، وهى كذلك قياسات موضعية Point Measurements تـتحدد الدقة فيها بمدى دقة أجهزة القياس نفسها وبمدى العـناية المـبذولة فـي صيانتها ، وكذلك الدقة في تعرضها Exposure وقـراءاتها وكذلـك الدقة في تحويل هذه القراءات إلى شكل من المعلومات يمكن للمشتغلين بالمناخ استخدامه .

عمليات الرصد بواسطة الأقمار الصناعية :

-Satillite Observations

عندما نقوم بالتعامل مع البيانات والقياسات والملاحظات التى تم جمعها عن طريق الرصد بواسطة الأقمار الصناعية ، فإنه تظهر لنا عدة مشاكل ، فمثلاً نجد أن القمر الصناعى هو في الواقع محطة لأجهزة القياس تعمل بالاستشعار عن بعد Remote Sensing Measurements وجهاز القياس هذا والذى قد يستخدم في قياس درجات الحرارة السطحية أو الجوية أو كميات بخار الماء في طبقات الجو المتعاقبة ، فإنه يقوم في الواقع بعمل صورة رقمية للسحب ولسطح الأرض ، وذلك عن طريق استشعار الإشعاع المنبعث أو المنعكس Reflected من الجسم الذى يتم قياسه سواء كان السحب أو سطح الأرض ، وعليه تظهر هنا مشكلة وهى التأكد من أن جهاز القياس يقوم بالفعل بقياس الجسم المراد قياسه عن طريق التسجيل .

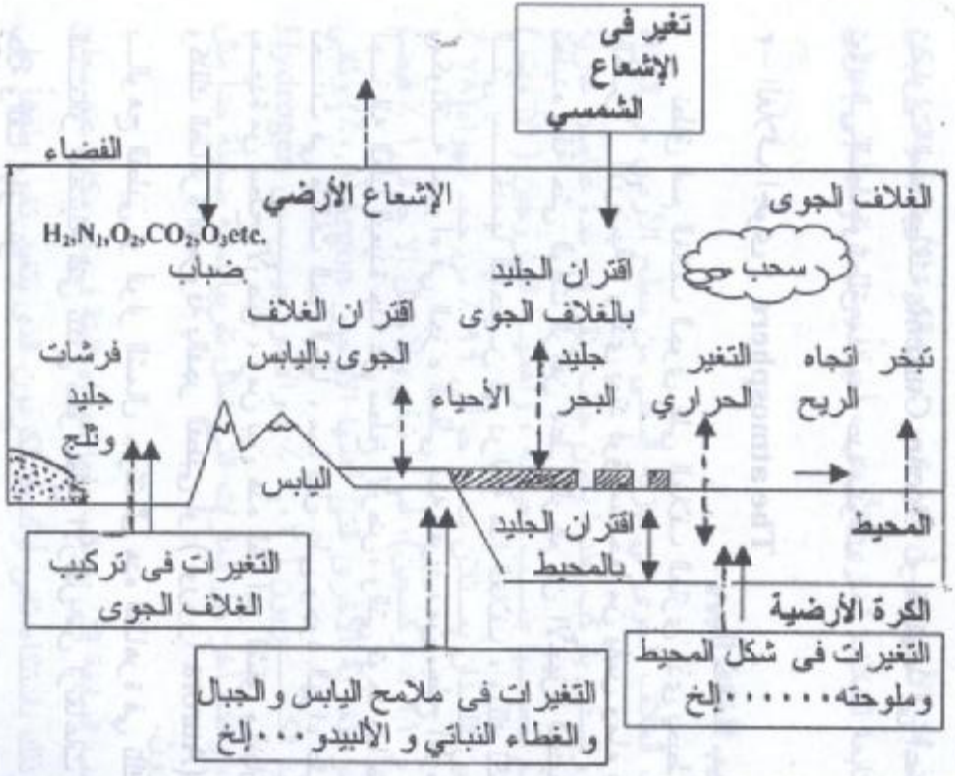
بالإضافة لذلك هناك مشكلات خاصة بانتقال الإشعاع عبر الغلاف الغازى ، مما قد ينعكس أثره على القياس نفسه ، وهى مشكلات ليست مستحيلة الحل ، ولكن بشيء من العناية الواجب اتباعها عند القياس تخرج القياسات عالية الدقة مما يساعد على الاستفادة العالية عند استخدامها ، وتعتبر النتائج المقاسة في هذه الحالة ــ بعد تصحيحها ــ عند القيمة التكاملية لمنطقة الرؤية التى يغطيها جهاز القياس Radiometer بأكملها، والتى قد تبلغ مساحتها عدة كيلو مترات مربعة ، وبالتالى فإنها تختلف تماماً عن القياسات السطحية.

ومع كل هذا فإن للقياسات التى تأتى من الأقمار الصناعية ميزة كبيرة على الرغم مما يبذل من جهد في استخدام الأقمار الصناعية ، وهو أنها تمكن الباحثين من دراسة بعض المناطق النائية التى لا تتوفر بها محطات أرضية تستقى منها معلومات مناخية ، هذا إلى جانب أن الأقمار الصناعية تغطى سطح الأرض بشكل مستمر .

- نظام المناخ: The climate system

يتمثل الفهم الحالى لأحوال المناخ وكذلك لعلم المناخ ذاته في طريقة النظر إليه ، ولفهم نظام المناخ فإنه من الواجب الربط بين أجزاء الجو المختلفة بما يكتنفها من ظواهر مناخية مع الأوساط المتعددة والموجودة تحته للوصول إلى صورة المناخ المتكاملة . وهذا ما يتضح من الشكل رقم(١). وفهم المناخ كنظام ليس جديداً تماماً إلا أن التركيز على تأثير سطح الأرض يضيف بعداً جديداً ذو أهمية خاصة ، فلقد اتضح أنه من المستحيل فهم تدفقات ودورات الطاقة والمادة في الغلاف الجوى دون اعتبار الأرض التى تقع تحته .

وإذا أخذنا في الاعتبار تبادلات الطاقة كأساس أو نقطة بداية للإطار العام لدراسة علم المناخ ، فإنه من الواجب الوضع في الاعتبار تأثيرات سطح الأرض على هذه التبادلات فمثلاً يستمد الجو حرارته من أسفل أى من سطح الأرض بعد أن يمتص سطح الأرض الطاقة الشمسية من الموجات القصيرة ويحولها إلى موجات طويلة حرارية ، ونتيجة اختلاف الأسطح على اليابس والماء في طريقه استقبال الطاقة الشمسية ، فالجليد والثلوج مثلاً



شكل (١) رسم تخطيطي بين مكونات نظام المناخ.

أ-أسهم متصلة تمثل العمليات الخارجية external processes

ب-أسهم مقطعة تمثل العمليات الداخلية internal processes

أسطح تعكس معظم هذه الطاقة ، بينما ترتفع درجة سطح الأرض العار
بدرجة كبيرة إلى حد ما ، أما المحيطات فإنها تقوم بامتصاص هذه الطا
وتختزنها دون ارتفاع ملحوظ في درجة حرارتها ، وقد تتحرك هذه الطا
المختزنة في المحيطات من مكان إلى آخر بحيث يعاد توزيعها بواسط
تيارات المحيطات Ocean Currents أو قد تهبط إلى أعماق كبيرة
تعود إلى السطح وتنطلق منه بعد عدة سنوات .

٣- الغلاف الجوى : The atmosphere

نطلق اسم الغلاف الجوى على الغلاف الغازى الذى يحيط إحاطة تا
بالكرة الأرضية ، والذى يمتد فوق سطحها من يابس وماء بسمك لم ي
تحديده بدقة حتى الوقت الراهن ،على الرغم من الأجهزة الحديثة المتطو
التى يستخدمها الباحثين في دراسة هذا الغلاف ، وذلك لكشف أسرا
ومكوناته سواء في الجزء السفلى منه القريب من سطح الأرض ، أو ا
أجزائه العليا البعيدة جداً عن سطح الأرض، والتى توجد بها ظواهر جو
تحدث في طبقات الجو العليا ، مما يدل على وجود الهواء على ارتفاعا
بعيدة من سطح الأرض ، ومن بين هذه الظواهر الشفق والنيازك والشه
وكذلك الظاهرة المعروفة بالفجر القطبى أو (أورورا Aurora)، وقد تسم
بالوهج القطبى أو أنوار الشمال . وتتمثل هذه الظاهرة في تلك الخيوط
الستائر المضيئة التى تتدلى نحو سطح الأرض من ارتفاعات تتراوح ب
مائة وألف كيلو متر .

كمـا أن طبقة الأيدروجين الذرى التى تتكون من ذرات الأيدروجين، والتى يمكـن اعتـبارها أعلى طبقة في الغلاف الجوى المحيط بالكرة الأرضية قد تصل حدودها الخارجية (العليا) إلى حوالى عشرة آلاف كيلو متر. هذا إلى جانـب أن ذرات الأيدروجيـن التى تدور حول الكرة الأرضية والتى يمكن اعتـبارها تابعة للغلاف الغازى للأرض ، أحياناً يصل ارتفاعها إلى حوالى ٣٥ ألف كم .

أ- تركيب الغلاف الجوى :

يتركـب الغلاف الجوى في جزئه السفلى من سطح الأرض من الهواء الحقـيقى ، والـذى يتركب عندما يكون جاف ونقى من عدة عناصر غازية مـتحدة مـع بعضـها بنسـب معيـنة ، وأهمهـا النيتروجين (الأزوت) والأوكسـجين اللـذان يمـثلان معـا حوالى ٩٩ ٪ من حجم الهواء(٧٨ ٪ نيتروجيـن و ٢١ ٪ أوكسجين)، أما ما تبقى ولا يمثل إلا حوالى١ ٪ فيضم باقى العناصر الغازية الأخرى التى أهمها الأرجون Argon(٠,٨٪) وثانى أوكسـيد الكـربون (٠,٠٣ ٪) والأيدروجيـن Hydrogen (٠,٠١ ٪)، وعدد آخر من الغازات التى تمثل تقريباً نسبة ضئيلة جداً مثل النيون والأزون.

والنسب السابقة التى يتركب منها الهواء ثابتة في كل مكان عند سطح الأرض ، وذلك باستثناء ثانى أوكسيد الكربون الذى يتغير تغيراً طفيفاً على حسـب توفـر مصـادره وأهمهـا عمليات الاحتراق والتلوث في المناطق الصـناعية والمدن المزدحمة ، أو طبقاً لزيادة استخلاصه من الجو أو عدم

استخلاصه حسب الفترات الزمنية على مدار السنة حيث تزيد نسبته في الجو في فصلى الخريف والشتاء مع توقف نمو النباتات ، وتقل نسبته في الجو في فصلى الربيع والصيف مع ازدهار عملية النمو .

وينطبق هذا أيضاً على عنصر الأوزون ، وهو شكل من الأشكال التى يتحول إليها الأوكسجين ، إذ تتغير نسبته تغيراً طفيفاً مع تغير الأحوال الجوية ، حيث ترتفع نوعاً ما في الجو المضطرب عنها في الجو الساكن ، كما تقل نسبته مع تزايد الملوثات الهوائية كما هو واقع الآن .

وعلى وجه العموم ، يتغير تركيب الهواء تدريجياً ــ كلما زاد الارتفاع ــ حيث تتناقص نسب العناصر الغازية الثقيلة وهى النيتروجين والأوكسجين وثانى أوكسيد الكربون أثقل الغازات وزناً ، بينما تتزايد نسب عناصره الخفيفه مثل الأيدروجين والهيليوم والنيون ، وإن كانت لا تلبث هى الأخرى أن تتناقص في القطاعات العليا حتى تختفى تقريباً على ارتفاع يتراوح بين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ كم ، وهو أعلى ارتفاع للغلاف الغازى .

كما يقدر أن حوالى ٥٠ ٪ من الوزن الكلى للغازات التى يتألف منها الغلاف الغازى تتجمع في الجزء الأسفل حتى ارتفاع ستة كيلو مترات، وأن حوالى ٢٥ ٪ من هذا الوزن يوجد في الستة كيلو مترات والنصف التى تعلو ذلك مباشرة.

وإن كان الغلاف الجوى يتركب أساساً من العناصر الغازية السابقة، فإنه يحتوى في مكوناته نسب متباينة من الغبار وبخار الماء ، وهى مواد عالية تتفاوت كمياتها ومعدلاتها من مكان إلى آخر ، ومن وقت لآخر على

ـب توافـر مصـــادرها ، ومع تزايد الارتفاع تتناقص نسب هذه المواد
وصاً الغبار . ويمتلك كل من بخار الماء والغبار أهمية مناخية خاصة،
ر الماء هو مصدر كل مظاهر التكاثف ، من سحب وبرد وضباب وندى
ـقيع وثلج وأمطار ، وتختلف نسب هذه المظاهر حسب توافر مصادر
ر الماء وأهمها المسطحات المائية التى تساعد على زيادة نسبة الرطوبة
ار الماء) نتيجة ما يتبخر من مياهها ويضاف إلى الهواء.

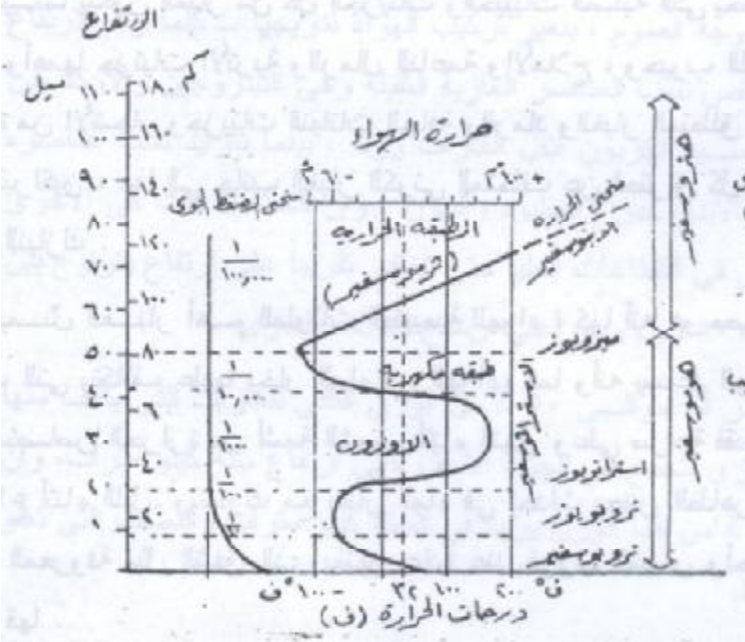
بيـــنما يتكون الغبار من كل الجزيئات والحبيبات الصلبة التى يحملها
اء ، وأهمها جزئيات الأتربة والرمال الناعمة والأملاح ، وحبوب اللقاح
طايرة من الأشجار وجزيئات النباتات الجافة والرماد والغبار المنطلق من
ات البراكين ، هذا إلى جانب الغبار الكونى المتخلف عن احتراق كل من
ب والنيازك .

ويمـــثل الغـــبار أهـــم الملوثات الطبيعية للهواء ، كما أنه هو مصدر
ويات التى يتكاثف عليها بخار الماء في الهواء، كما وأنه يساعد الهواء
ى امتصاص الحرارة من أشعة الشمس أثناء النهار وعلى سرعة فقدانها
ـــعاع أثناء الليل. ويشترك مع بخار الماء في إحداث بعض الظاهرات
ونية المعروفة مثل الشفق الذى يظهر عادة عند غروب الشمس وأحياناً
شروقها .

وتـــبعاً لاختلاف الخصائص العامة لأجزاء الغلاف الجوى ، وتنوع
ات فيه من ارتفاع إلى آخر أمكن تصنيفه إلى :

أولاً : طبقة الهوموسفير Homosphere :

ويمكـــن اعتـــبار هذه الطبقة بأنها الطبقة الممثلة للغلاف الجوى الذ
يـــتأثر بـــه ســـطح الأرض ويؤثر فيها، ويبلغ ارتفاع هذه الطبقة من سط
الأرض (مســـتوى سطح البحر) حتى ارتفاع ٥٠ ميل أو ٨٠ كم الشكل ر
(٢) وتضم طبقتين أساسيتين هما :



(شكل ٢)
طبقات الغلاف الجوى

- طبقة التروبوسفير : Troposphere

ويقصد بها الجزء الأسفل من طبقات الغلاف الجوى ، والتى تحصر بين سطح الأرض وارتفاع ١٢ كم فى المتوسط ، وتضم هذه الطبقة حوالى ثلاثة أرباع وزن الغلاف الجوى ، وتتميز بأنها أكثر طبقات الغلاف الجوى إضطرابا خاصة بالجزء السفلى منها ، والذى يمتد إلى مسافة حوالى ثلاثة كيلو مترات ، وهى الطبقة التى تحدث بها كل أو معظم الظواهر الجوية ، والتى تتحكم في توزيع الطقس والمناخ على سطح الأرض. وتقل درجة الحرارة في داخل هذه الطبقة مع الارتفاع إلى أعلى وبمعدل ١م لكل ١٥٠ متراً ، وينتظم هذا التناقص فوق مستوى ثلاثة كيلو مترات من سطح البحر، وبالتالى يمكن تقسيم طبقة التربوسفير إلى قسمين فرعيين هما :

أ ــ الجزء السفلى : يبلغ سمك هذا الجزء الأول ثلاثة كيلو مترات ، ويتميز باضطرابه وعدم انتظام توزيع الحرارة بين أجزائه نتيجة لملامسته سطح الأرض ، مع تفاوت تأثره باليابس والماء ، هذا إلى جانب تأثره بالإشعاع الأرضى وذبذباته ، كما يتميز أيضاً بارتفاع ضغطه وحدوث حركات انقلابية في هوائه مما قد يؤدى أحياناً وفى بعض الجهات ــ مثل المناطق الصحراوية ــ إلى ارتفاع بعض المواد العالقة بالهواء كالأتربة أو الغبار .

ب ــ الجزء العلوى: ويقع فوق مستوى الثلاثة كيلو مترات من سطح البحر وهو أكثر استقراراً أو انتظاماً بالمقارنة بالجزء السفلى. ففى هذا الجزء تنخفض درجة الحرارة بمعدل منتظم يبلغ حوالى ١ م لكل ارتفاع

قـدره ١٥٠ مـتراً ، كذلـك ينخفض الضغط الجوى وتزيد سرعة الرياح بالـتدريج حتى مستوى ١٢كيلو متر فوق سطح البحر، حيث يصل الضغط الجوى إلى ٢٠٠ ملليبار وتصل سرعة الرياح إلى ١٤٤ كم / ساعة، ويطلق علـى هذه الرياح اسم التيار النفاث Jet Stream ، ويكون اتجاهه عادة من الغرب إلى الشرق في نطاق هبوب الرياح العكسية ومن الشرق إلى الغرب في نطاق هبوب الرياح التجارية .

ويـتكون الغلاف الغازى في طبقة التروبوسفير من خليط من جميع الغـازات المعـروفة في الطبيعة ، والتى تتمثل في الأزوت (النيتروجين) والأوكسجين والذى تبلغ نسبتهما : حوالى ٩٩ ٪ من وزن الهواء ، وتسمى هـذه الغازات باسم الغازات الدائمة أو الثابتة في الهواء ، وذلك لثبات نسبة كل منهما في الهواء إلى حد كبير وعدم تغيرها إلا قليلاً جداً.

أمـا الغـازات الأخـرى التى يتألف منها الغلاف الجوى في طبقة التروبوسـفير فتتمـثل في مجموعة من الغازات النادرة تشتمل ــ كما سبق القـول ــ علـى الأرجـون والنـيون وغيرها ، أما الغازات الخفيفة مثل الهيدروجيـن والهيلـيوم فتوجد في طبقة التروبوسفير بنسب قليلة جداً. هذا بالإضافة إلى غاز ثانى أوكسيد الكربون الذى تتذبذب نسبته . هذا إلى جانب المواد العالقة والمتمثلة في بخار الماء وجزيئات الغبار ، وتختلف نسبة هذه المواد من مكان إلى آخر ومن وقت إلى آخر، وهى تعتبر الأساس في نشأة معظم الظواهر الجوية الأخرى مثل الحرارة والرطوبة والضغط الجوى .

وفـى أعلـى طـبقة التروبوسفير توجد طبقة ساكنة تعرف بطبقة

ـتروبوبوز Tropopause وتفصـل هـذه الطبقة قليلة السمك بين طبقتى
روبوسـفير والاستراتوسـفير ، وتتميز بأن درجة حرارتها منخفضة جداً
والى (ـ٥٥° م) ولا تتناقص بها الحرارة تناقصاً محسوساً بالارتفاع .

٢- طبقة الاستراتوسفير : Stratosphere

وقد أطلق عليها هذا الاسم بسبب تجانس درجة حرارة الهواء بها كما
هـا تخلو من كل أشكال العواصف والأعاصير داخل نطاقها تماماً ، وهى
ـثر سمكاً من طبقة التروبوسفير ، وإن كان سمكها يقل عند خط الاستواء
تى يكاد يختفى تقريباً ، ودرجة حرارتها منخفضة بشكل عام ، وإن كانت
تتناقص كثيراً بالارتفاع ، وتمتد هذه الطبقة في المتوسط ما بين ١٢ ـ
٨٠ كـم ، وتتعدم بها الغازات الثقيلة والمواد العالقة ، وعلى العكس مما هو
معـروف من تناقص درجة الحرارة بالاتجاه من خط الاستواء نحو القطبين
ي طبقة التروبوسفير ، فإن الحرارة تزداد في طبقة الاستراتوسفير بالاتجاه
ن خط الاستواء نحو القطبين.

وتضم هذه الطبقة خلالها طبقة الأوزون Ozone layer ويطلـق
عليها أحياناً اسم الاستراتوبوز Stratopause ، ويبلغ متوسط ارتفاعها في
العروض الوسطى حوالى ٢٠ كيلو متراً، وفى هذه الطبقة تتجمع أعلى نسبة
من غاز الأوزون الموجود فى الجو. وهى الطبقة التى يتأثر فيها الأوكسجين
الموجود في الهواء بالأشعة فوق البنفسجية التى تنبعث من الشمس في شكل
موجات قصيرة فيتحول من أوكسجين ثنائى الذرات o_2 إلى أوكسجين ثلاثى
الذرات o_3 أو ما يعرف بالأوزون .

وفـــى أثناء عملية تحول الأوكسجين إلى أوزون تتحول الأشعة البنفسـجية إلـــى أشـــعة تحـــت حمراء ، وينبعث منها حرارة شديدة و الأوزون يمنع وصولها إلى سطح الأرض ، حيث تمتص هذه الطبقة ب الحـــرارة بينما يتبدد الباقى في طبقات الجو العليا ، وبهذا تكون الأرض حمايـــة مـــن تأثير هذه الحرارة المدمرة لكل شيء ، وما يصل من حـ الشـــمس إلى سطح الأرض ضرورى لقتل الجراثيم الضارة وبالتالى يـ على صحة الكائنات الحية .

٣ - طبقة الميزوسفير : Mesosphere

وفى هذه الطبقة تتناقص درجة الحرارة بحيث تبلغ حدها الأدنى حـ ـ٧٠م في أعلى أجزاء هذه الطبقة وعلى ارتفاع يتراوح ما بين ٧٠ إلى كيلو متراً ، وفى خلال هذه الطبقة تحترق الشهب والنيازك والتى تندفـ الفضـــاء الخارجى في اتجاه سطح الأرض ، وأحياناً يحلو للبعض أن يـ على هذه الطبقة اسم الطبقة المكهربة Electric Layer ويفصل بين الميزوســـفير والـــنطاق الـــثانى أو نطاق الهيتروسفير أو طبقة الأينو Inosphere خط يعرف باسم الميزوبور Mesopause .

ثانياً : طبقة الهيتروسفير : Hetrosphere

وهـــى الـــتى تمثل الجزء العلوى من الغلاف الجوى ، ويعرف الجـــزء أحـــياناً باسم الثرموسفير Thermosphere ، والتى تتميز بارتفاع درجة حرارتها التى قد تصل في الأجزاء العليا من هذه الطبقة

ثر من ١٠٠٠ مئوية ، لأن هذه الطبقة تمتص درجة حرارتها مباشرة من شمس وليس من الأرض ـ كما هو الحال في الطبقة السفلى الهوموسفير)، هذا إلى جانب ما يرتد إليها من طبقة الأوزون ، وتمتد هذه طبقة من ارتفاع حوالى ٨٠ كيلو متراً وحتى نهاية الغلاف الجوى .

ويسمى الجزء السفلى من هذه الطبقة باسم طبقة الأينوسفير Inospher ، والتى يتراوح سمكها ما بين ٨٠ إلى ٣٥٠ كيلو متراً ، تضم هذه الطبقة خلالها غازات خفيفة ، ولذلك يوجد بها غازا الهيدروجين الهيليوم ، ولذلك يرى العلماء أن هذه الطبقة مخلخلة الضغط جداً إلى حد لاقتراب من الفراغ ، وهذا ما يعطيها بعض الخصائص الكهربائية التى جعل لها القدرة على عكس الموجات اللاسلكية القصيرة نحو الأرض ، كما تنقل خلالها أيضاً بعض الإشعاعات المغناطيسية والكهربائية نحو القطبين تؤدى إلى وجود شحنات كهربائية في أعلى الجو فتعمل على ظهور الوهج لمشهور بالوهج القطبى " الأورورا Aurorae ـ كما سبق ذكره .

وقد كانت معلوماتنا عن تلك الطبقة قائمة على الملاحظة والاستنتاج والمقارنة ، وذلك لأن أجهزة القياس والرصد والتسجيل العادية لم تكن تتعدى في ارتفاعها أكثر من مستوى ٣٥ كيلو متراً فوق سطح البحر ، ولكن ومع التقدم الكبير في أبحاث الفضاء وإطلاق الأقمار الصناعية قد ساعد على توفير كثير من المعلومات ذات الفائدة فى دراسة هذه المستويات المرتفعة .

ومما تقدم يمكن القول أن جميع الظاهرات المناخية التى تهمنا في

دراســة الجو والمناخ تحدث كلها في الجزء الأسفل من الغلاف الغازى
داخــل طــبقة التروبوسفير الملامسة لسطح الأرض ، وإذا ما قلنا مثلاً
دراســة بعــض عناصر المناخ مثل الأمطار والسحب وغيرها من مظا
التكاثف أنها تحدث في طبقات الجو العليا ، فإن معني ذلك أن هذه المظا
تــتم فــي الجزء العلوى من طبقة التروبوسفير أو أعلى الطبقة السفلى
الغلاف الجوى .

ب – أجهزة الرصد ونموذج المرصد العادى :

تنقســم أجهــزة الرصــد الجــوى فــي محطــات الأرصــاد الجو
(المراصــد) في الوقت الحاضر إلى مجموعتين احداهما مجموعة الأجه
التقلــيدية البسيطة وبعضها أجهزة حديثة ومعقدة ، وما نحاول التعرف ع
والــتعامل معــه هــو الأجهزة البسيطة التقليدية التى تستخدم عادة في
المراصد والتي تنقسم إلى نوعين هما :

١ – أجهزة تتم قراءة نتائج القياس منها مباشرة بواسطة الراصد
أى فرد آخر، وتضم هذه الأجهزة كل أنواع الترمومترات ، والبارومترا
والهيدرمــترات (أجهــزة قــياس المطر) والهيجرومترات (أجهزة قيا
الرطوبة) وأجهزة قياس التبخر .

٢– أجهــزة التسجيل الآلى (الأتوماتيكى) ، ويتم التسجيل بها
طريق تسجيل نتائج القياس بشكل مستمر بالرسم البيانى على خرائط خاص
، وتتمــيز هــذه الأجهــزة عن غيرها بأن نتائجها ليست معرضة للأخط
البشرية ، وأنها تعطى تسجيلات مستمرة للعناصر المناخية بحيث يمكن ح

خرائطها في سجلات خاصة للرجوع إليها والاستفادة بها في أوقات لاحقة ، ومن أشهر هذه الأجهزة : مسجل الضغط الجوى (الباروجراف) ، ومسجل درجة حرارة الهواء (الترموجراف) ومسجل الرطوبة (الهيجروجراف) وجهاز تسجيل سرعة الرياح (الأنيمومتر) وأجهزة قياس المطر وغيرها.

وباستثناء أجهزة قياس الضغط الجوى التى لا يشترط وضعها في المرصد نفسه ، بل توضع عادة في إحدى الحجرات المجاورة له ، فإن كل الأجهزة الباقية تقريباً توزع بترتيب خاص على المساحة المخصصة للمرصد. وإن كان يشترط لبعض هذه الأجهزة أن توضع معرضة للجو مباشرة مثل أجهزة قياس المطر والإشعاع الشمسى ، والوعاء المستخدم لقياس التبخر ، فإنه من الواجب وضع أجهزة أخرى داخل كشك خشبى خاص يحميه من أشعة الشمس ومن الرياح ، ولكنه لا يفصل هذه الأجهزة عن الهواء الجوى ، ومن أشهر هذه الأجهزة : أجهزة قياس درجات الحرارة (الترمومترات والترموجراف) وأجهزة قياس رطوبة الهواء .

ونجد أن المرصد البسيط له عدة مواصفات من أهمها ما يلى :

أن تكون أرضه مستوية ، وبعيدة عن أى مبان أو أشجار أو أى عوائق أخرى ، قد تؤثر على حركة الرياح وتوزيع كمية الإشعاع الشمسى على المرصد ، وغالباً ما تكون مساحة القطعة التى يقام عليها المرصد حوالى ٦ × ٩ أمتار .

يجب أن تتميز أكشاك الرصد المخصصة لحفظ أجهزة قياس درجة

الحـــرارة والـــرطوبة علـــى الـــرغم مـــن اختلافها من حيث الأحجام بـ
مواصفات تشترك فيها جميعاً وهى :

أ - أن تكون أجهزة الرصد داخل هذه الأكشاك مرتفعة ارتفاعاً كا
عن سطح الأرض حتى لا تتأثر درجة الحرارة داخلها بالإشعاع الأرضى
بالغطاء النباتى أو بالغطاء الجليدى، وغالباً ما يكون البعد بين قاعدة الكش
وسطح الأرض في الغالب حوالى ١٤٠ سم إلى ٢٠٠ سم .

ب - أن يـتجه باب الكشك نحو الشمال (في نصف الكرة الشمالى
ونحو الجنوب (في نصف الكرة الجنوبى)، حتى لا تدخله الشمس عند فت
فتؤثر أشعة الشمس على أجهزة القياس داخله .

جـ- أن تصنع جوانب الكشك وبابه من الخشب المزدوج (مثل شي
الـنوافذ) حـتى لا تسـخن هذه الجوانب عند سقوط أشعة الشمس عليه
وتساعد في نفس الوقت على تهويته .

يمكـن أن يضم المرصد بعض الترمومترات الخاصة لقياس درجات حر
التربة على أعماق متفاوتة ، وأخرى لقياس درجة حرارة سطح الحشائش

الفصل الثانى

الإشعاع

Insolation

الفصل الثانى

الإشعاع Insolation

يعرف الإشعاع بأنه انتقال الطاقة غير المجسمة وانتشارها كما هو الحال في الطاقة الحرارية والضوئية والكهرومغناطيسية ، وأحياناً يطلق على هذا النوع من الإشعاع اسم الإشعاع الأثيرى، وعلى ذلك يمكن تقسيم الإشعاع إلى ثلاثة أنواع رئيسية هى :

أولاً : الإشعاع الشمسى : Solar radiation

وينقسم بدورة إلى ثلاثة أنواع من الأشعة أيضاً هى :

١- **الأشعة فوق البنفسيجية** : Ultraiviolet Rays

٢- **الأشعة الضوئية** : Light Rays

٣- **الأشعة الحرارية** : Heat Rays

ثانياً : الإشعاع الأرضى: Earth's Radiation

ثالثاً : الإشعاع الجوى : Atmosphere's Rediation

ولكن قبل أن نتعرض لأى من هذه الأشعة بالدراسة والشرح يجب أن نؤكد أن المصدر الرئيسى لهذه الإشعاعات الثلاث هو الشمس، حيث أن الغلاف الجوى يستمد حرارته كلها تقريباً من جسم الشمس، فلا تساهم حرارة باطن الأرض في حرارة الغلاف الجوى بأى نصيب يذكر، حيث أن

سمك القشرة الأرضية كفيل بأن يمنع وصول الحرارة الباطنية إلى السطح، إلا في حالات نادرة عندما تجد حرارة الباطن منفذا لها إلى السطح الخارجي للقشـــرة الأرضية، كما هو الحال في فوهات البراكين والنافورات الحارة ، ومع ذلك فإن تأثير هذه الحرارة ضعيف جداً بالنسبة لتأثير الحرارة المستمدة من الشمس، تلك الكتلة الغازية الملتهبة البالغ حجمها حوالى مليون مرة حجم الكرة الأرضية، بينما يبلغ قطرها قدر قطر الأرض بأكثر من ١٠٠ مرة .

وتقـــدر درجة حرارة الإطار الخارجي للشمس بنحو ٧٠٠٠°مئوية بينما تصل درجة حرارة مركز الشمس إلى أكثر من٢٠ مليون درجة مئوية ومـــن هـــذا الجســـم الهائل الضخامة الملتهب تخرج أشعة قوية تصل إلى الأرض بعد مرورها في الفضاء الخارجي لمسافة ٩٣ مليون ميل ، ومن ثم لا يصـــل مـــنها إلى سطح الأرض إلا واحد على ٢ ملليبار من قوة الأشعة الـــتى تخرج من الشمس، وهذا هو الجزء الذى يقوم بتسخين جسم الأرض وإمدادها بالضوء .

أولاً : الإشعاع الشمسى: Solar radiation

كمـــا سبق القول فإن الإشعاع الشمسى عبارة عن مجموعة من الإشعاعات الأثيرية مصدرها الشمس وأنه يتألف من ثلاثة أنواع رئيسية من الأشعة هي

١-الأشعة فوق البنفسجية : Ultraviolet rays

وهـــى أشـــعة غـــير مرئية (أى لا يستطيع أن يراها الإنسان بعينه المجردة) ، وتمثل هذه الأشعة ٩ ٪ من جملة الإشعاع الشمسى ، ويتراوح

طـول موجاتها ما بين حوالى ٠,٢ إلى ٠,٤ ميكرون * ولهذه الأشعة عدة فوائـد مـنها أنها تساعد على نمو الكائنات الحية ، وكذلك تساعد في علاج بعض الأمراض كالسل والكساح ولذلك تقام المصحات وحمامات الشمس في المـناطق الجبلية المرتفعة حيث الجو النقى والصافى ، والذى يساعد على وصـول هـذه الأشـعة إلى سطح الأرض لأن العوالق (الغبار) يقلل من نسبتها .

٢- الأشعة الضوئية : Light rays

أشعة مرئية وهى التى تعرف بضوء النهار، وتؤلف حوالى ٤١ ٪ من أجمـالى الإشـعاع الشمسى ، وتتراوح أطوال موجاتها ما بين ٠,٤ ـــ٠,٧ مـيكرون ، وتصل إلى أقصى حد لها فى منتصف النهار وتزيد في الصيف عـنها فـي الشتاء ، وتتصل اتصالاً وثيقاً بنمو النباتات وعملية إزهارها ، وتتكون هذه الأشعة من ألوان متعددة أهمها البنفسجية والزرقاء والخضراء والصـفراء والحمراء ، والتى ينتج عن اختلاطها مع بعضها تكون الضوء الأبـيض الذى نعرفه بواسطة منشور زجاجى ، أو عند سقوط هذه الأشعة علـى السحب العالية وظهورها بشكل قوس ضوئى ملون يعرف باسم قوس قـزح Rain Bow ، والـذى ينـتج عن انتشار هذه الأشعة فوق أسطح البلورات الثلجية المكونة للسحب العالية .

---

* الميكرون = ١/١٠٠٠ من المليمتر ١/١٠٠٠٠٠٠ أو من المتر .

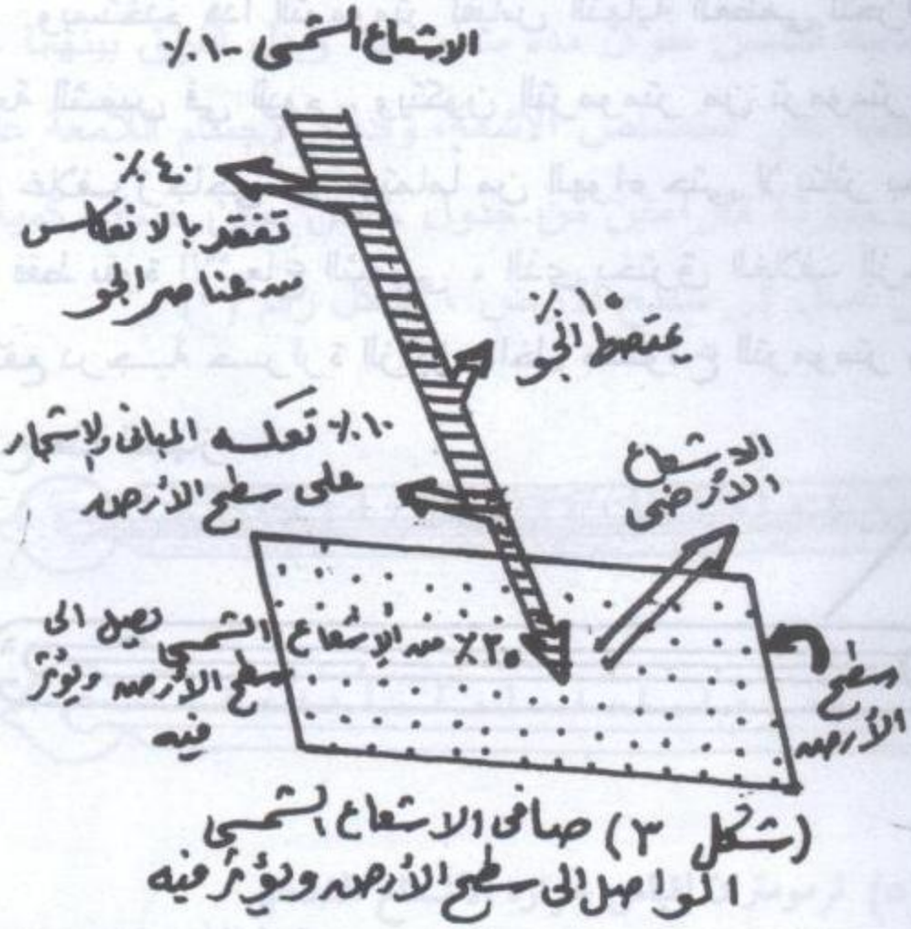
٣-الأشعة الحرارية : Heat rays

وتسمى أيضاً بالأشعة تحت الحمراء Infrared Raysوهى أشعة مرئية وتؤلف أعلى نسبة من نسب أشعة الإشعاع الشمسى ، حيث تمثل ٪ مـن أجمالى الإشعاع الشمسى وتتراوح أطوال موجاتها ما بين ٠,٧ ٠,٨ مـيكرون ، وهى بذلك أطول أنواع الأشعة والممثلة للإشعاع الش من حيث الموجات .

وتخـرج هـذه الأشعة كلها من جسم الشمس وتندفع في الفضا شـكل موجات تنتشر بسرعة الضوء المعروفة (٣١١ ألف كم / ثانية ولكـن لا يصل إلى سطح الأرض من هذه الأشعة إلا القدر الضئيل و يقـدر بحوالى جزء من ٢ مليار جزء ، ونجد أن هذا الجزء لا يصل إ إلـى سـطح الأرض ، حيـث أن الأوكسجين الذرى في طبقة الأيونو وطـبقة الأوزون يعملان على امتصاص جانباً من الأشعة فوق البنفس (حوال ٢,١ ٪ من الإشعاع الشمسى)، وكما يتضح من الشكل رقم (٣

فـإن الإشعاع الشمسى يمثل ١٠٠ ٪ ، يفقد من هذه النسبة ح ٤٠ ٪ وذلـك بالانعكـاس مـن عناصر الجو ، بينما تقدر نسبة ما يمت الغـلاف الجـوى بمـا يحتويه من مواد عالقة حوالى ١٥ ٪ من الإش الشمسـى ، وكذلـك يتم عكس ١٠ ٪ من مقدار الإشعاع الشمسى بوا المبانى والأشجـار وباقى الموجودات على سطح الأرض، ونجـد أن

النسبة تختلف من مكان لآخر وذلك لاختلاف طبيعة غطاء سطح الأرض، فمثلاً الجهات المغطاه بالحشائش تعكس ما بين ٣ ٪ إلى ١٠ ٪ من الأشعة التى تصل إليها ، بينما يعكس السطح المغطى بالثلوج والجليد ما بين ٥٠ ٪ إلى ٩٠ ٪ من نسبة الإشعاع الشمسى الواصل إليها وهكذا ، ومن ثم فإنه ما يصل إلى سطح الأرض من الإشعاع الشمسى ويؤثر فيه يبلغ حوالى ٣٥ ٪ من مقدار الإشعاع الشمسى.



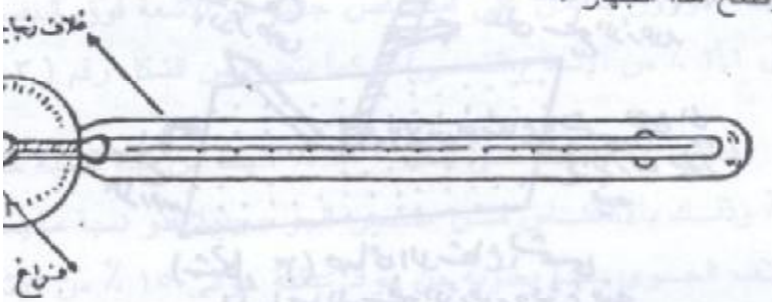
(شكل ٣) صافى الاشعاع الشمسى
الواصل الى سطح الأرض ويؤثر فيه

أجهزة قياس الإشعاع الشمسى :

إن المطلـــوب في الدراسة المناخية عادة هو قياس الإشعاع ا
علـــى أســـاس عدد ساعات سطوع الشمس في اليوم ثم حساب متو
ومعدلاتها الشهرية والسنوية ، هذا إلى جانب قياس قوة الإشعاع الش
ولذلك تستخدم في هذا القياس عدة أجهزة أهمها :

١- ترمومتر النهاية العظمى للإشعاع الشمسى :

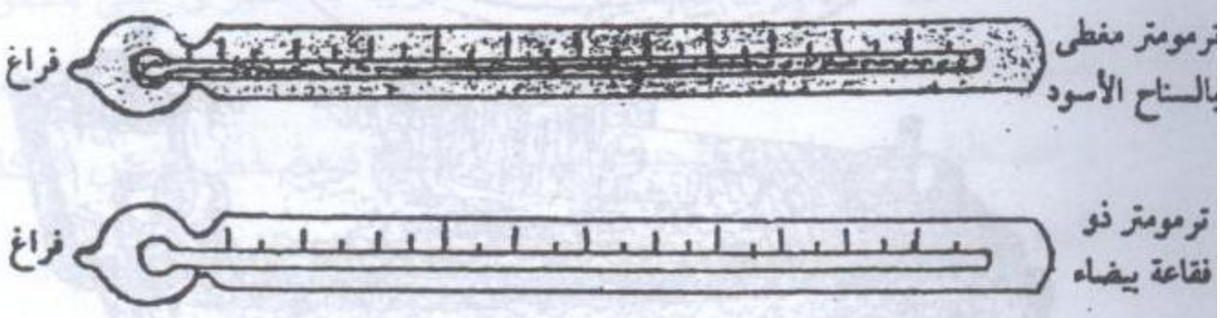
ويستخدم هذا الترمومتر لقياس النهاية العظمى للحرارة المست
أشـــعة الشمس في اليوم . ويتكون الترمومتر من ترمومتر عادى م
داخل غلاف زجاجى مفرغ تماماً من الهواء حتى لا يتأثر بحرارة ال
يتأثر فقط بقوة الإشعاع الشمسى ، الذى يخترق الغلاف الزجاجى ،
تـــرتفع درجـــة حـــرارة الزئبق داخل مستودع الترمومتر والشكل
يوضح هذا الجهاز .



الشـــكل رقم(٤) ترمومتر النهاية العظمى للإشعاع الشمـ

٢- جهاز الأكتينوميتر : Actinometer

يقــوم هذا الجهاز بقياس تأثير الأشعة الشمسية على الأجسام المعتمة والأجســام اللامعــة ، وهو عبارة عن ترمومترين كل منهما محاط بغطاء زجــاجى مفــرغ مــن الهــواء حتى لا يتأثر بحرارة الهواء المحيط ولكن بموجات الإشعاع الشمسى فقط ، وأحد هذان الترمومتران لكل منهما فقاعة واحــدة مغطــاة بمــادة ســوداء والثانية مغطاة بمادة لامعة ، تعرض كلا الفقاعتان لأشعة الشمس طوال مدة سطوعها، ويدل الفرق بينهما على قدرة الأجسام المعتمة على امتصاص الأشعة، وقدرة الأجسام اللامعة على ردها، ومــن خلال مقارنة القراءتين من جدول خاص يمكن حساب كمية الإشعاع الشمسي التي تصل إلي سطح الأرض ، الشكل رقم (٥) .



الشكل رقم (٥) ترمومتران لقياس حراره الاشعاع الشمسى

٣- جهاز كامبل ستوكس : Compbell stokes

ويسمى الجهاز بمسجل مدة سطوع الشمس لقياس الفترة الزمنية التى تسـطع فيها الشمس ويتركب الجهاز من الأجزاء التالية كما في الشكل رقم (٦) :

شكل (٦) جهاز تسجيل سطوع الشمس
(كامبل إستوكس)

١- كرة من الزجاج النقى الشفاف قطرها حوالى ١٠ سم .

٢- حامل نصف دائرى تثبت عليه الكرة الزجاجية بواسطة قطعتين من النحاس مستديرتين على امتداد محور الكرة ، ويلاحظ أن هذا الحامل يشترك في المركز مع الكرة كما أنه يحمل تدريجاً خاصاً بدرجات خطوط العرض .

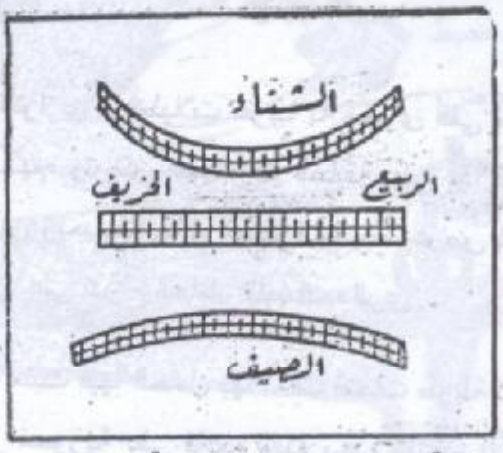
٣- مقطع من إناء معدنى كروى حفرت فيه ثلاثة أزواج من المجارى يُدخل في احداهما خرائط التسجيل المناسبة لفصل الشتاء ويُدخل في الآخر خرائط الاعتداليين وفى الثالث خرائط الصيف، وقد صمم هذا المقطع بحيث تقع بؤرة الكرة الزجاجية التى تعمل كعدسة لامة على خرائط التسجيل دائماً .

٤- حامل على شكل متوازى مستطيلات تقريباً به مجرى أفقى محفور فى منتصفه سهم، وترتكز المجموعة السابقة على هذا الحامل بواسطة مسمارين وبحيث يقابل السهم قيمة خط عرض المكان المعرض فيه الجهاز على تدرج الحامل النصف دائرى .

٥- قاعدة متحركة مثبت فيها الحامل بها ثلاث فتحات طويلة ترتكز بواسطة مسامير محورية على قاعدة ثابتة وهذه القاعدة الأخيرة متصلة بالحامل الرأسى المثبت في الأرض .

عمل الجهاز :

تعمـــل الكرة الزجاجية كعدسة لامة تجمع أشعة الشمس في بؤرتها ، ولما كانت الشمس تتحرك حركة ظاهرية من الشرق إلى الغرب فإن البؤرة تتحرك من الغرب إلى الشرق على الخريطة الخاصة بالتسجيل حيث تترك علـــى هذه الخريطة خطاً محترقاً يتوقف طوله أو اتصاله على مدة سطوع الشـــمس طـــول اليوم . ونظراً لأن خط سير البؤرة يتغير بتغير درجة ميل أشعة الشمس في الفصول المختلفة فقد صممت الخرائط التى تستخدم في هذا الجهـــاز بثلاثة أشكال ، يستخدم أحدها في فصل الصيف والثانى في فصل الشـــتاء والثالث في الاعتدالين الربيع والخريف، كما يتضح من الشكل رقم (٧).



(شكل ٧) خرائط آلة تسجيل سطوع الشمس

٤- جهاز بير هيليوميتر : Perheliometers

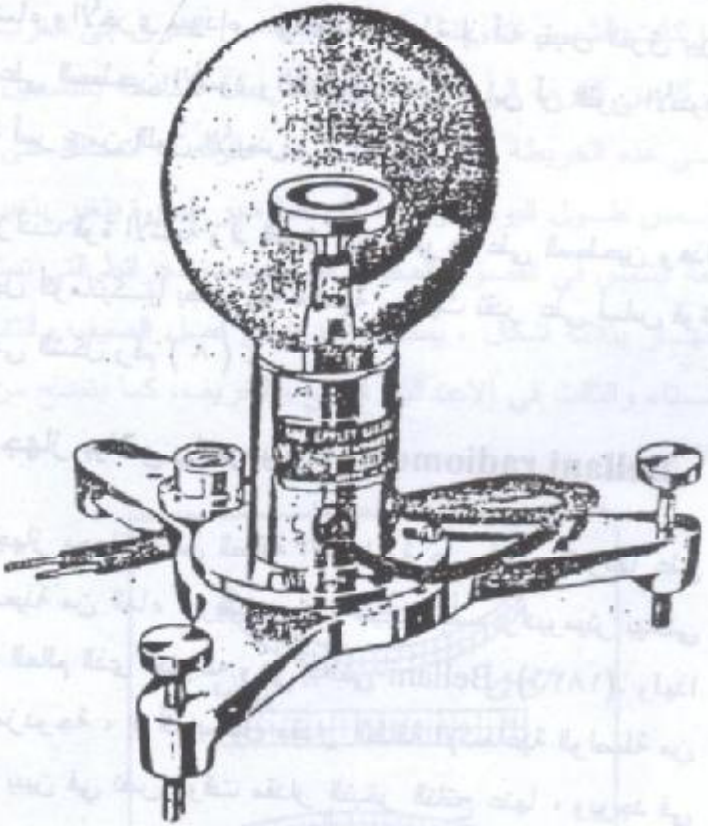
جهـــاز الكترونى حديث يستخدم لقياس الإشعاع الشمسى به لوحتان احداهمـــا بيضاء والأخرى سوداء ، وفكرته بسيطة إذ أنه يقيس الفرق بين تأثير الأشعة على السطحين الأسود والأبيض ، على أساس أن اللون الأسود يمتص الأشعة أسرع من اللون الأبيض .

وكلما زادت قوة الأشعة زاد الفرق بين تأثيرها على السطحين وهذا الفـــرق يســـجل أتوماتيكـــياً بطـــريقة خاصة ، بحيث تقدر على أساس قوة الإشعاع الشمسى الشكل رقم (٨) .

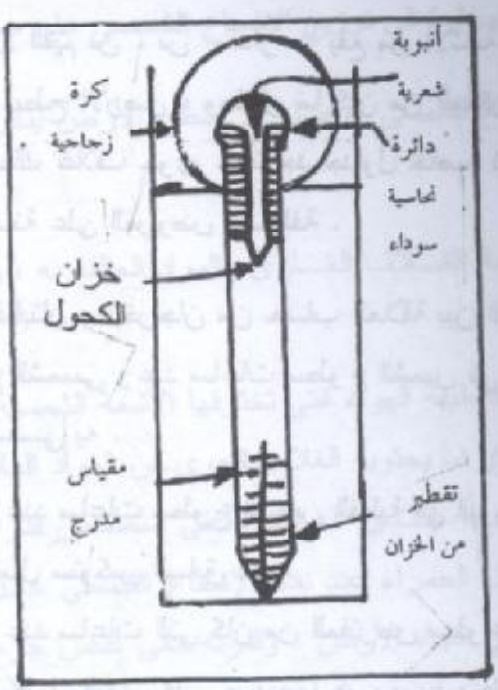
٥- جهاز بيلانى راديوميتر : Bellani radiometer

ويعرف هذا الجهاز بجهاز قياس الطاقة الإشعاعية على أساس قدرتها على تبخير مقادير معينة من الماء ، ويشتهر هذا الجهاز باسم راديوميتر بيلانى نســـبة إلى اسم العالم الذى اخترعه وهو بيلانى Bellani (١٨٣٦). ولهذا الجهـــاز فائدة مزدوجة ، إذ أنه يسجل مقدار الطاقة الإشعاعية الواصلة من الشـــمس ، كما يبين في نفس الوقت مقدار التبخر الناتج عنها ، ويوجد في هـــذا الجهـــاز مستودع كروى محفوظ داخل كرة زجاجية ومتصل بأنبوبة شعرية يخرج منها البخار ليدخل في أنبوبة متسعة حيث يتكثف بها وتتجمع المـــياه الناتجة في طرفها حيث تقاس بواسطة مقياس مدرج موضوع فيها .

وهذا الجهاز يقرأ يومياً ، وعند إعادة استخدامه لابد أن يقلب ليعود كل الماء المتكثف إلى المستودع الشكل رقم (٩) .



شكل (٨) برجلومتر



شكل (٩) فكرة جهاز بيلانى راديوميتر

٦- حساب الإشعاع الشمسى بالطرق الرياضية :

إلـى جانـب قياس الإشعاع الشمسى بالأجهزة السابقة ، فإنه يمكن حسـاب الطاقـة الشمسية بالطرق الرياضية التى تدخل في حساباتها بعض المتغيرات من أهمها عدد الساعات التى تسطع فيها الشمس إلى جوار نسبة مـا يغطـى السماء من سحب ، ومن أجل ذلك استخدمت عدة معدلات من بينها المعادلة الآتية ، وهى عبارة عن معادلة انحدار خطى بسيط :

$$\frac{\text{س}}{\text{س}_{\cdot}} = \text{أ} + \text{ب} \left(\frac{\text{ع}}{\text{ن}}\right)$$

وفـيها تمثل القيم س ، س مقدار ما يقع من الأشعة الشمسية على سنتيمتر مربع من سطح الأرض ، ومقدار ما كان من الممكن أن يقع عليه إذا لـم يكـن هـناك غلاف جوى . وتوجد جداول خاصة تبين مقدار هذا الإشعاع في أيام السنة على العروض المختلفة .

أمـا أ ، ب فثابتان يستخرجان من حساب العلاقة بين المعدل الشهرى لكـل من الإشعاع الشمسى وعدد ساعات سطوع الشمس في المكان المراد حساب الإشعاع الشمسى به .

أما (ع) فهي عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية في اليوم، كما اتضح من خلال جهاز كامبل ستوكس السابق ذكر.

أما (ن) فهي عدد ساعات التي كان من المفترض سطوع الشمس خلالها، وهي تعني طول النهار علي حسب ما هو معروف علي دوائر العرض المختلفة. كما اتضح من خلال الجدول رقم (١).

جدول رقم (١) أكبر طول للنهار في العروض المختلفة يوم ٢١ يونيو في في نصف الكرة الشمالي:

دوائر العرض	صفر °	٤١ °	٦٣ °	٦٦,٥ °	٦٧ °	٧٨ °	٩٠ °
طول النهار (ساعة)	١٢	١٥	٢٠	٢٤	٣٠ يوماً	٤ أشهر	٦ أشهر

وينطبق نفس الكلام علي نصف الكرة الجنوبي يوم ٢١ سبتمبر

- العوامل المؤثرة في توزيع الإشعاع الشمسى على سطح الأرض:

حيث أن الإشعاع الشمسى الواصل إلى سطح الأرض يتأثر بعدة عوامل من أهمها ما يلى :

١- طبيعة الغلاف الغازى والمواد العالقة به ، ويتوقف ذلك على عاملين هما :

أ- سمك طبقة الهواء التى تخترقها الأشعة الشمسية .

ب- مقدار ما يحتويه الغلاف الجوى من المواد العالقة وخاصة بخار الماء، الذى له القدرة على امتصاص قدراً أكبر من الأشعة تحت الحمراء عند نفاذ الإشعاع الشمسى خلال الغلاف الجوى في اتجاه الأرض ، وقدرته على عكس جزء مما امتصه من شعاع الشمس في شكل إشعاع ذاتى نحو الأرض ، مما يساعد على رفع درجات حرارة الهواء ، هذا إلى جانب ماله من قدرة على امتصاص ٩٠ ٪ من الأشعة الحرارية التى يشعها سطح الأرض ، ويعنى ذلك أن لبخار الماء في الهواء القدرة على تنظيم نفاذ كل من الإشعاعين الشمسى والأرضى ، وبالتالى يحفظ لسطح الأرض حرارته .

٢- تركيز أشعة الشمس أو الزواية التى تصل بها أشعة الشمس إلى الأرض . نلاحظ أن شعاعاً يصل إلى سطح الأرض في زاوية مائلة تكون قوته أقل من إشعاع يصل عمودياً على سطح الأرض ، وذلك

لأن الإشـــعاع المـــائل يخترق مسافة أطول في الغلاف الجوى فيف
جـــزءاً أكـــبر من قوته ، بينما الإشعاع العمودى الذى يخترق مسا
أقصر يفقد جزءاً أقل ، هذا فضلاً عن أن الأشعاع المائل يتوزع عل
مســـافة أكـــبر من سطح الأرض فيقل تركيزه فى حين أن الاشعا
العمودى يتركز فى مساحة أصغر فتزداد قوته .

٣ – طـــول المدة التى تسطع فيها الشمس فوق الأفق ، ويتغير ذلك تـ
للفصـــول وتبعاً للموقع بالنسبة لدوائر العرض، من هذا نستنتج
كمية الحرارة التى تكتسبها الأرض أثناء النهار الطويل أكثر مما
كان النهار قصير ، هذا فضلا عن أن خطوط العرض الواحدة ع
تكتسب كمية واحدة من الحرارة ، وباختلاف خطوط العرض تختل
درجـــات الحرارة ، هذا إذا ما تساوت الظروف الأخرى التى تؤ
فى حرارة خط العرض .

التوزيع الجغرافى للاشعاع الشمسى :

يؤثر الغلاف الجوى فى طاقة الاشعاع الشمسي بالنسبة للكرة الأرض
، فهو يعمل على تقليل هذه الطاقة ، وأن جملة ما تكسبه الأرض وجوها
هـــذه الطاقـــة فى السنة لابد أن يتعادل مع جملة ما يرتد منها إلى الفضـ
وأن هـــذا الـــتعادل هو الذى يجعل للأرض ميزانية حرارية ثابتة من
لأخـــرى ، ولكن ليس معنى هذا التوازن أن تكون كل أجزاء سطح الأر
أو فى كل أيام السنة متعادلة فى مكسبها أو خسارتها للاشعاع الشمسى ،

توزيـــع هـــذا الاشعاع يختلف من مكان لآخر ، ومن فصل إلى آخر نتيجة لتأثره بعدة عوامل أهمها ما يلى :

١- اختلاف الألبيدو الأرضى من مكان إلى آخر ومن وقت لآخر .
٢- اختلاف البعد بين الأرض والشمس على حسب الفصول خاصة فى الصيف عنه فى الشتاء .
٣- اخـــتلاف طـــول الليل والنهار فى العروض المختلفة وفى الفصول المختلفة كما سبق ذكره .
٤- اختلاف الزاوية التى تسقط بها أشعة الشمس على سطح الأرض .

ويخـــتلف الألبـــيدو الأرضى من مكان إلى آخر ومن فصل إلى آخر على حسب كمية السحب ودرجة صفاء الجو وما يغطى الأرض من غطاء نباتى أو ثلوج أو جليد .. الخ كما سيرد ذكره ، أما عن العامل الثانى فانه يلاحـــظ أن الأرض تكون أبعد عن الشمس فى أول يوليو بنحو ٤,٨ مليون كـــيلو مـــتر عنها فى أول ديسمبر ، بينما يرتبط العاملين الثالث والرابع ، بـــالموقع بالنسبة لدوائر العرض ارتباطاً مباشراً، ففى فصل الصيف يتزايد طـــول الـــنهار على حساب طول الليل كلما اتجهنا نحو القطب حتى يصل طـــوله فـــى يوم الانقلاب الصيفى (٢١ يونيو) إلى ٢٤ ساعة عند الدائرة القطبية وستة أشهر عند القطب ، وتتبدل الصورة فى فصل الشتاء .

وممـــا تقدم نرى أن معدل الاشعاع الشمسى السنوى يبلغ أقصاه عند خط الاستواء ، ويبدأ فى التناقص فى الاتجاه نحو القطبين ، ويقدر أن مقدار الاشـــعاع الشمسى الواصل إلى الأرض عند خط الاستواء يبلغ اربعة أمثاله

ويختلف الاشعاع الأرضى عن الاشعاع الشمسى فى أن أشعته غ
مرئية وحرارية وطويلة (يتراوح طول موجاتها ما بين ٣ إلى ٨٠ ميكرو
بينما تتفاوت أطوال موجات الاشعاع الشمسى ما بين ٠,١٧ إلى
ميكرون، ويتميز كذلك الاشعاع الأرضى عن الاشعاع الشمسى بأنه يست
طوال الأربع والعشرين ساعة (طول اليوم ــ ليلاً ونهاراً) فى حين
الاشعاع الشمسى يبدأ مع شروق الشمس وينتهى عند غروبها ، كما يتز
الاشعاع الأرضى تدريجياً بعد شروق الشمس ويبلغ أقصاه بعد الظ
(الزوال) بقليل ، ويرجع ذلك لأن الأرض تستمر محافظة على حرار
فترة من الوقت بعد تعامد الشمس فى وقت الزوال ، بينما يأخذ الاش
الشمسى فى الهبوط تدريجياً بعد أن يمر وقت الزوال مباشرة ، وهذ
يتضح من الشكل رقم (١٠).

شكل(١٠) مقارنة بين كمية الإشعاع الشمسي
والإشعاع الأرضي خلال اليوم

عند القطبين ، تتلقى المنطقة المدارية أكبر كمية من الاشعاع الشمسى الذى يصـــل إلـــى الأرض طوال العام ، ولا تظهر بين أجزاؤه فروق كبيرة مع اخـــتلاف الفصـــول ، بيـــنما يصل الاشعاع الشمسى إلى ذروته فى فصل الصيف فى العروض الممتدة فيما بين المدارين والدائرتين القطبيتين، ويبلغ هـــذا الاشعاع أدنى حد له فى الشتاء فى نفس العروض ، أما من الدائرتين القطبيتيـــن وحـــتى نقطـــتى القطب فانه يوجد فائض فى الأشعة فى فصل الصيف الذى يطول فيه النهار وينقص هذا جدا فى فصل الشتاء .

ثانياً : الاشعاع الأرضى : The Earth's Radiation

قبل أن يصل الاشعاع الشمسى إلى الأرض يكون قد فقد نصيباً كبيراً منه فى الغلاف الغازى البعيد وكذلك فى الغلاف القريب من سطح الأرض ـ كمـــا سبق ذكره ـ بواسطة الامتصاص من ناحية والانعكاس من ناحية أخـــرى ، فالمعروف أن سطح الأرض يمتص قدراً من أشعة الشمس التى تســـقط علـــيه بينما يرد الباقى إلى الفضاء بتأثير الألبيدو الأرضى ، ويقوم ســـطح الأرض بـــتحويل الأشـــعة الشمسية التى امتصها إلى طاقة حرارية تنطلق إلى الغلاف الجوى فى شكل موجات طولية ، وبالتالى يستمد الغلاف الجـــوى حرارته من هذه الموجات الطويلة الصادرة من سطح الأرض فى الوقـــت الذى لم يستطع الهواء امتصاص الموجات القصيرة المكونة لأشعة الشمس عند احتراقها له ، ولذلك يمكن القول بأن الهواء يستمد حرارته من الاشعاع الأرضى .

ثالثاً : الاشعاع الجوى : mosphere`s Radiation

يقصد بالاشعاع الجوى تلك الموجات الاشعاعية التى تنطل
الغازات التى يتكون منها الغلاف الغازى وما به من المواد العالقة
كانت ذرات الغبار أو ذرات بخار الماء ، ويجب أن نعرف أن الم
الأصلى لهذا الاشعاع الجوى هو ما استمدته مكونات الغلاف الغاز
الاشعاع الشمسى (كما سبق القول)، وبعد ذلك تقوم الغازات و
العالقة باشعاعه مرة ثانية فى جميع الاتجاهات فى صورة اشعاعات ح
وضوئية ، ويصل جزء من هذه الاشعاعات إلى سطح الأرض ، خاص
الاشعاعات الحرارية التى تنطلق من بخار الماء وغاز ثانى أكسيد ال
فى الغلاف الغازى ، ويوضح الجدول التالى النسب المئوية للاشعاعا
تصل من الجو إلى سطح الأرض .

جدول رقم (٢) النسب المئوية للاشعاعات التى تصل سطح الأرض
من الغلاف الجوى

المصدر	نسب الاشعاع الواصل لسطح الأرض من الغلاف الجوى
بخار الماء	من ٥٠ ــ ٦٥ ٪
ثانى أكسيد الكربون	٢٠ ٪
باقى الغازات والشوائب	من ١٥ ــ ٣٠ ٪

مما تقدم نلاحظ أنه توجد علاقة واضحة بين كل من الاشعاع الشمسى من ناحية وكل من الاشعاع الارضى والاشعاع الجوى من ناحية أخرى ، ويطلق اسم ألبيدو Albedo على النسبة بين مجموع الطاقة التى يعيدها سطح الأرض وجوها إلى الفضاء وبين الطاقة التى تأتيه من الشمس.

ـ الألبيدو الأرضى: Earth` s Albedo

يقصد بالألبيدو الأرضى قدرة كل من الأرض والجوى الكلية على رد الأشعة الشمسية إلى الفضاء دون أن يكون لها تأثير على حرارتهما ، حيث أنه من المعروف أن جزءاً كبيراً من الأشعة ينعكس إلى الفضاء بعد سقوطه على السطح العلوى للسحاب ، وكذلك بعد اصطدامها بذرات الغبار وبخار الماء العالقة بالجو ، أو تلك الأشعة التى تصل إلى سطح الأرض نفسه .

ويتكون الألبيدو الأرضى من القدرة الكلية لكل هذه الأجسام على رد الأشعة ، ولكن يتميز كل جسم منها بأن له ألبيدو خاص به ، ويمثل ألبيدو السحب أكبر ألبيدو عاكس للأشعة التى تصل إلى الغلاف الجوى للأرض حيث يعكس وحده ٤٠ ٪ من مجموع الأشعة الشمسية التى تصل إلى جو الأرض، ويأتى ألبيدو المواد العالقة فى الغلاف الجوى (الغبار ـ بخار الماء ـ ثانى أكسيد الكربون) فى المرتبة الثانية، حيث يعكس حوالى ١٥ ٪ من مجموع الأشعة الواصلة إلى جو الأرض ، بينما يقدر ما يعكسه ألبيدو سطح الأرض نفسه حوالى ١٠ ٪ ، أى أنه أقل من ألبيدو السحاب والمواد العالقة

بالغلاف الجوى ، ويبلغ مجموع الأشعة التى تعكسها هذه الأنواع الثلا
الألبيدو حوالى ٦٥ ٪من مجموع الأشعة التى تصل إلى سطح الأرض

وبالتالى فان ما يصل من أشعة إلى سطح الأرض فعلا يمثل
٣٥ ٪ من مجموع الأشعة الواصلة إلى الغلاف الجوى للأرض بعد
من هذه الأشعة ٦٥ ٪ من مجموعها ، ولكن هذه الكمية الواصلة فع
سطح الأرض والبالغة ٣٥ ٪ من مجموع الاشعاع الشمسى لا
جميعها إلى الغلاف الجوى بل يتوقف هذا بطبيعة الحال على غطاء
الأرض حيث أن كل غطاء من أغطية سطح الأرض لها قدرة مختلف
عكس الاشعاع الشمسى وهذا ما سوف نتعرف عليه من الجدول التالى

جدول رقم (٣) قيم الألبيدو لبعض أغطية سطح الأرض

غطاء السطح	قيمة الألبيدو ٪
غابات دائمة الخضرة	٧
حقول خضراء	١١
أسطح رملية	١٣ – ١٨
مراعى جافة	١٩
سحب	٥٥
ثلوج	٨٠ – ٩٠

ومما تقدم نلاحظ أنه توجد عملية كسب حرارى مستمرة من
الشمس ، وأن هناك فى نفس الوقت عملية عكسية وهى عملية فق

خسارة مستمرة للاشعاع الشمسى ناتجة عن انعكاس الحرارة وارتدادها إلى الفضاء بسبب الألبيدو الأرضى وغيره من العوامل ، ويتضح بشكل جلى أن الحرارة المكتسبة لا تتوزع توزيعاً عادلاً على جميع أجزاء سطح الأرض ، بـل أن بعض الأقاليم تكسب حرارة أكثر من أقاليم أخرى بحيث يكون بها وفـرة حرارية ، وينطبق هذا على الأقاليم المدارية التى يظهر فيها الوافر الحرارى كبير جداً ، بينما يكون المكسب صغير وفى بعضها الآخر بدرجة تـؤدى إلى حدوث عجز حرارى مستمر ، يظهر ذلك بوضوح فى الأقاليم القطبية ، بينما يختلف الوضع فى العروض المعتدلة التى يحدث تفاوت فى المكسب والخسارة بين الصيف والشتاء ، ففى هذه العروض عادة ما يحدث وفـر حرارى فى فصل الصيف بينما يحدث هناك عجز حرارى فى فصل الشتاء .

وعلى الرغم من الاختلافات فى المكسب والخسارة بين الأقاليم بعضها الـبعض ، إلا أنه توجد ميزانية حرارية للأرض Earth s Heat Budjet يجب أن يتعادل فيها تقريباً مجموع المكسب مع مجموع الخسارة من حرارة أشعة الشمس ، ويحدث التعادل نتيجة لوجود عديد من العناصر الجوية التى تـؤدى إلـى حدوث تبادل حرارى بين الأقاليم بعضها والبعض الآخر مثل حـركة الرياح السطحية والعليا ، والتى تتوقف أساساً على اختلاف الضغط الجـوى علـى سطح الأرض ، هذا إلى جانب بعض العوامل الأخرى مثل التيارات البحرية الدفيئة والباردة وغيرها.

ونتيجة لهذا التبادل فان التوازن الحرارى فى جو الأرض على مر السنين ، انما يرجع إلى أن الطاقة التى تكتسبها الأرض وجوها من الاشعاع الشمسى المباشر تردها بنفس القيمة إلى الفضاء فى صورة اشعاعات أثيرية حرارية ، وعلى هذا الاساسى يمكن تفسير حدوث العصور الجليدية على سطح الأرض بأنه كان نتيجة لاختلال أصاب هذا التوازن الحرارى لسبب ما أدى إلى نقص نسبة ما يرد من الاشعاع إلى سطح الأرض أو زيادة ما يتبدد من اشعاع الأرض وجوها إلى الفضاء ، إذ أن أيهما أو كليهما مما يؤدى إلى اختلال التوازن للميزانية الحرارية للأرض ، وبالتالى حدوث خسارة فى درجة حرارة الهواء ، واحتمال حدوث الأدوار الباردة والتى تؤدى إلى سيادة الجليد على سطح الأرض .

ومن هنا نستطيع القول أن الميزانية الحرارية للأرض ظلت ثابتة تقريباً من سنة إلى أخرى باستثناء فترات الجليد ، وبهذه الكيفية وحدها ظلت حرارة جو الأرض ملائمة للحياة ، فلو فرض وكان مكسبها الحرارى أكثر دائماً من خسارتها لتزايدت بمرور الزمن حرارة سطحها وجوها بدرجة قد تؤدى إلى عدم امكان ظهور الحياة ، ولو فرض من ناحية أخرى وحدث العكس لتناقصت الحرارة بمرور الزمن ووصلت البرودة إلى حد لا يسمح بقيام الحياة .

الفصل الثالث

أجهزة الرصد الجوى لعناصر المناخ المختلفة

الفصل الثالث

أجهزة الرصد الجوى لعناصر المناخ المختلفة

أولاً: قياس درجة الحرارة :

تعتبر الحرارة هى قوة الطاقة الموجودة فى أى جسم ، وبزيادة تلك الطاقة ترتفع حرارة الجسم المعرض لها ، ويعتبر عنصر الحرارة من أهم عناصر المناخ والتى تتحكم فى توزيع الحياة على سطح الأرض عند توافر المياه ، كما أنه ذلك العنصر الذى ترتبط به باقى عناصر المناخ وذلك اما بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ، فنتيجة لاختلاف درجة الحرارة على سطح الأرض من مكان لآخر ومن وقت لآخر أو من فصل لآخر ، فان هذا الاختلاف ينعكس فى توزيع الضغط الجوى ، والذى يتحكم بدوره فى توزيع الرياح ونظام هبوطها ، وما يرتبط بها من حركة السحاب وسقوط الأمطار أو الثلوج ، كما أن الحرارة هى التى تسبب انطلاق بعض ذرات الماء من المسطحات المائية أو من سطح التربة وأوراق النباتات فيما يعرف ببخار الماء ، والذى يتكاثف ليكون السحاب الذى يسبب التساقط أو ينتج عنه بعض أنواع التكاثف الأخرى مثل الندى والصقيع والضباب وغيرها ، وذلك عند انخفاض درجة حرارة الهواء الحامل لبخار الماء .

وبذلك نجد أن درجة الحرارة من أهم عناصر المناخ الذى يجب أن يهتم الباحثين بدراستها ليس فى دراسة علم المناخ فقط ، ولكن فى كثير من

العلـــوم الأخرى المتصلة بها ، ويلزم الباحث لقياس درجة الحرارة استخدام عدة أجهزة من أهمها :

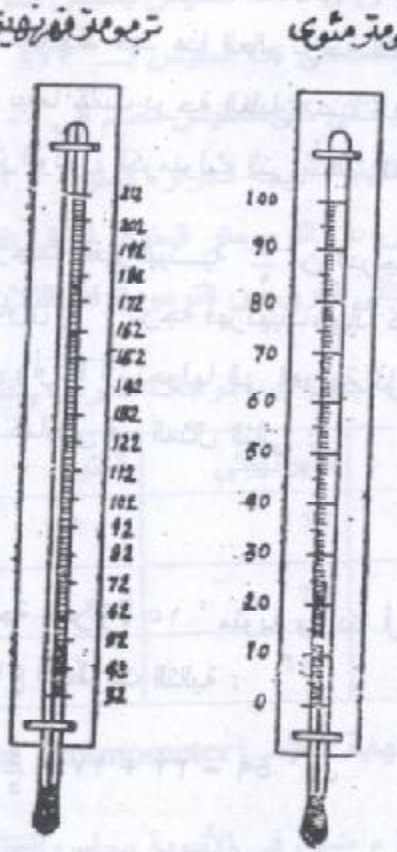
١ – الترمومتر Thermometer :

وهـــو جهـــاز بســـيط يتكون من أنبوبة زجاجية ، أحد طرفيها كروى الشـــكل، تملىء هذه الأنبوبة بسائل ، ويستخدم لذلك الزئبق الذى يخزن فى خـــزان فـــى الطرف الكروى ومع ارتفاع درجة الحرارة يتمدد الزئبق فى داخـــل الأنبوبة ، ومع انخفاض درجة الحرارة ينكمش الزئبق مرة ثانية ، وقـــد تـــم تحديد ارتفاع الزئبق فى الأنبوبة على أساس أنه تم تحديد مكان درجة حرارة تجمد الماء واعتبرت هذه النقطة بالأنبوبة تمثل درجة الصفر المئوى ، كما تم تحديد ارتفاع الزئبق فى الأنبوبة عند درجة غليان الماء ، وبذلك أخذت هذه النقطة للدلالة على درجة الغليان ١٠٠ درجة مئوية ، ثم قسمت المسافة بين النقطتين إلى مائة قسم وتنقسم الترمومترات المستخدمة فى قياس درجة الحرارة إلى :

أ - الترمومتر المئوى Celsius scale :

وهـــو ذلك الترمومتر الذى اخترعه العالم السويدى أندرزسلسيوس Anders Celsius فـــى عام ١٧٤٢ م ، وهو ذلك الترمومتر الذى يتدرج بيـــن درجـــة الصفر المئوى الممثلة لدرجة تجمد الماء ودرجة ١٠٠ درجة مئوية أو درجة غليان الماء السابق ذكرها ، وقسمت المسافة بين الدرجتين إلـــى ١٠٠ قسم ، ويستخدم هذا الترمومتر فى قياس درجة الحرارة فى كل

ول أوروبـــا عـــدا إنجلـــترا كما يستخدم فى القياس فى محطات الأرصاد
لمصرية (الشكل رقم ١١)



(شكل ١١)

ب – الترمومتر الفهرنهيتى Fahrenheit scale :

وكـــان هذا الترمومتر أسبق فى استخدامه من الترمومتر المئوى حيث اخترعه عالم الطبيعة الألمانى دانيل فهرنهيت Daniel Fahrenheit فـــى عـــام ١٧١٠ م ، وقد حدد هذا العالم درجة التجمد فى هذا الترمومتر بدرجة ٣٢ ° مئوية بينما كانت درجة الغليان عند ٢١٢ ° مئوية ، ويستخدم هذا الجهاز فى انجلترا ودول الكومنولث التى تتكلم اللغة الانجليزية تقريباً .

وتمـــثل الدرجـــة الفهرنهيتـــية $\frac{٥}{٩}$ من الدرجة المئوية ، وعليه فإن الدرجـــة المئوية تساوى $\frac{٩}{٥}$ درجة فهرنهيت، وإذا كانت درجة الحرارة ... قياسها بأى الدرجتين وأردنا أن نحولها إلى الدرجة الأخرى كان ذلك من السهل عمله كما يلى فى المثال التالى :

مثال :

إذا كانت درجة الحرارة ١٥ ° مئوية وأردنا أن نحولها إلى درجات فهرنهيتية ، فعلينا اتباع الخطوات التالية :

$$\text{١٥ ° م} \times \frac{٩}{٥} = ٢٧ + ٣٢ = \text{٥٩ ° ف}$$

أما إذا كانت درجة الحرارة ٥٩ ° فهرنهيت ، وأردنا أن نحولها إلى درجات مئوية ، علينا اتباع الخطوات التالية :

$$\text{٥٩ ° ف} - ٣٢ = ٢٧ \times \frac{٥}{٩} = \text{١٥ ° م}$$

إلـى جانـب هذين الترمومترين يوجد جهاز قياس آخر يستخدم فى قـياس درجـة الحـرارة المطلقة Absolute Temperature فى طبقات الغلاف الجوى العليا ، ويعرف هذا المقياس بمقياس كلفن Kelvin Scale، وقـد حددت درجة التجمد فى هذا المقياس بـ ٢٧٣ ° كلفية ، بينما درجة الغليان تبلغ ٣٧٣ ° وبالتالى كان المقياس مقسم إلى ١٠٠ درجة أيضاً وعليه فان درجة الحرارة الكلفية = درجة الحرارة المئوية + ٢٧٣ °، وعلى ذلك لا يخـتلف هـذا المقياس عن الترمومتر المئوى إلا فى نقطة البداية ٢٧٣ ° ، ويتضح من الجدول التالى الفرق بين الترمومترات الثلاث .

جدول رقم (٤) أجهزة قيسا درجات الحرارة والفروق بينهما

وجه المقارنة	الفهرنهيتى	المئوى	الكلفنى
درجة الغليان	٢١٢	١٠٠	٣٧٣
درجة التجمد	٣٢	صفر	٢٧٣
الفرق	١٨٠	١٠٠	١٠٠

جـ - ترمومتر النهاية العظمى: Maximum Thermometer

يتميز بوجود جزء ضيق فى الأنبوبة مجاور للقفاعة مباشرة ، يسمح هـذا الجزء الضيق بمرور الزئبق من القفاعة إلى الأنبوبة ، ولكنه لا يسمح لـه بالعودة من الأنبوبة إلى القفاعة مرة أخرى ، معنى ذلك أنه مع ارتفاع درجة الحرارة ينطلق الزئبق من القفاعة إلى الأنبوبة ليصل إلى أقصى مدى تمـدد له مـع أعلى درجة حرارة ، ولكنه لا يستطيع العودة إلى القفاعة إذا

انخفضت درجة الحرارة ، ويجب أن يوضع الترمومتر فى كشك الرصد بحيث تكون الفقاعة فى وضع أعلى عن الأنبوبة قليلاً ، ولإعادة الزئبق للفقاعة يطرق طرقاً خفيفاً.

د – ترمومتر النهاية الصغرى : Minimum Thermometer

يستخدم فى الأنبوبة خارج الفقاعة فى هذا الترمومتر قضيب زجاجى صغير وسائل غير الزئبق وذلك لعدة أسباب أهمها :

١– أن الزئبق يتجمد عند درجة حرارة –٣٩,٣ °درجة مئوية .

٢– أن الزئبق متماسك وليس شفافاً فلا يمكن رؤية ما بداخله .

٣–الزئبق لا يسمح لقضيب الزجاج بالثبات بل سوف يحركه مع تمدده أو انكماشه.

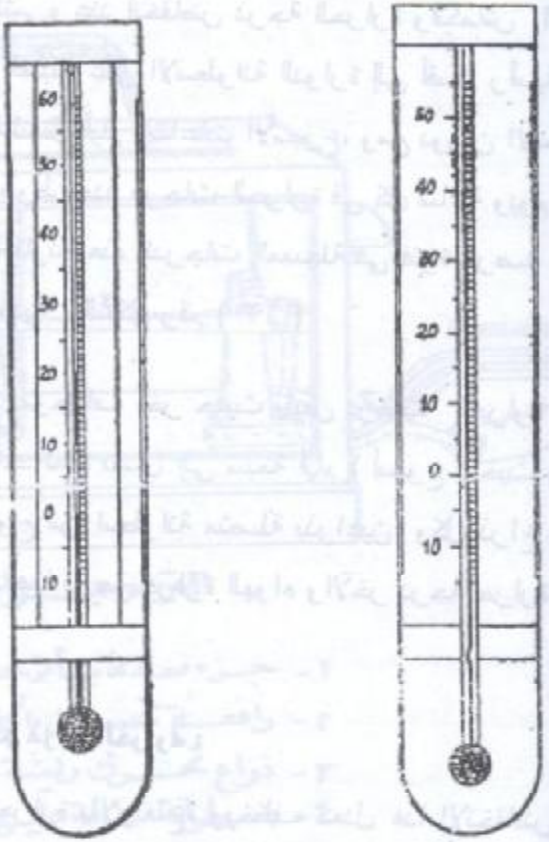
وقد استخدم الكحول بدلاً من الزئبق للأسباب السابقة ، والذى عندما تنخفض درجة الحرارة ينكمش ويدخل إلى الفقاعة ويسحب معه القضيب الزجاجى نحو الفقاعة ، فاذا ما تمدد الكحول مرة ثانية مع ارتفاع الحرارة يثبت القضيب الزجاجى مكانة عند النقطة التى تسجل أخفض درجة حرارة فى أثناء فترة الرصد ، ومما يساعد على ذلك أن الترمومتر توضع فقاعته فى وضع أخفض عن الأنبوبة قليلاً . الشكل رقم (١٢)

٣ – الترموجراف Thermograph :

هو جهاز يسجل درجة الحرارة لمدة زمنية متصلة تبلغ أسبوعاً، وأشهر أنواعه استخداماً ذلك الترموجراف الذى يتكون من اسطوانة تملأ

ترمومتر النهاية العظمى

ترمومتر النهاية الصغرى



شكل (١٢)

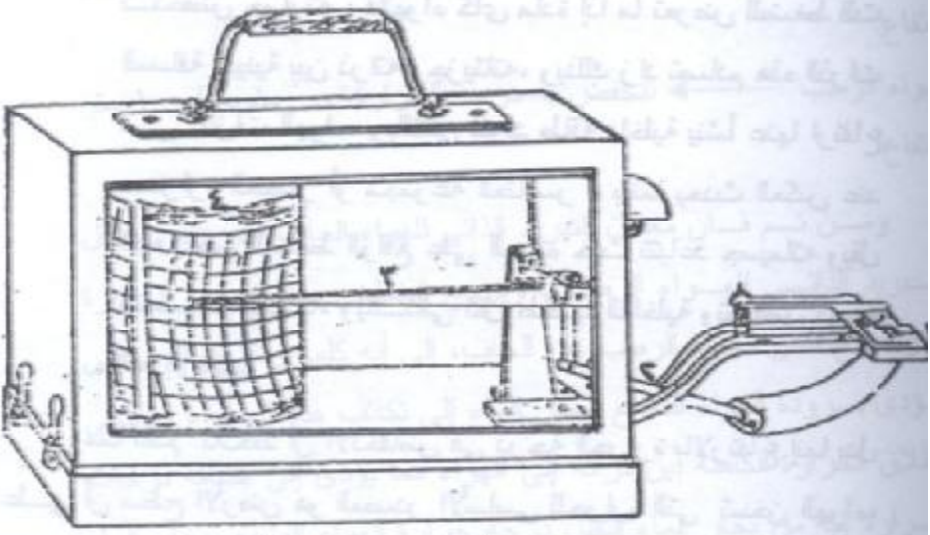
بســـائل عادة ما يكون الزئبق مثبتة خارج الجهاز حتى يتأثر السائل بدر
حرارة الجو، فإذا ارتفعت درجة الحرارة تمدد السائل فى الاسطوانة فيتحـ
المؤشـــر المتصل بها ليرسم خطوطاً على ورقة المربعات على الاسطو
الدوارة ويحدث نفس الشيء عند انخفاض درجة الحرارة وانكماش السـ
وتقسم ورقة المربعات المثبتة على الاسطوانة الدوارة إلى أقسام رأسية تـ
درجـــة الحرارة وأفقية لتمثل أيام وساعات الأسبوع، ومع دوران الاسطـ
يرســـم على الورقة خطوط تحدد درجات الحرارة فى كل ساعة ويوم خـ
الأســـبوع ، ويمكـــن مقارنة هذه الدرجات المسجلة فى فترة الرصد بمـ
قياسه بالترمومترات العادية . الشكل رقم (١٣)

كمـــا أنه يوجد ترموجراف آخر حديث يقيس درجات الحرارة لأ
من عنصر فى وقت واحد لمدة تصل إلى سبعة أيام (أسبوع) حيث يتـ
الـــترموجراف المـــزدوج من اسطوانة متصلة بذراعين، وكل ذراع ينـ
بريشة بحيث يسجل احداهما درجة حرارة الهواء والآخر درجة حرارة
أو التربة أو غيرهما .

ـ التغير الرأسى فى درجة الحرارة :

تـــنخفض درجة الحرارة بالارتفاع، ويختلف معدل هذا الانخفاض
للحالـــة الجويـــة الســـائدة وتـــبعاً للارتفاع ويرجع ذلك للأسباب ا
الرئيسية التالية :

١- البعد عن المصدر الرئيسى المباشر للحرارة وهو سطح
الأرض والتى تمد الهواء بالحرارة .



التروموجراف

١- جزء معدني يتأثر بحرارة الجسم.
٢- رافعة تتصل بالجزء المعدني.
٣- ذراع تحرك ريشة على الاسطوانة.
٤- اسطوانة ملفوفة عليها ورقة.

شكل (١٣)

٢- قلة المواد العالقة بالهواء (الغبار وبخار الماء) فكلما بعدنا عن سطح الأرض على اعتبار أنه هو المصدر الرئيسى لهذه المواد ويتوقف عليه قلة الاشعاع الذاتى للهواء بالارتفاع .

٣ - تخلل الهواء كلما ارتفعنا إلى أعلى وقلة الضغط به وبالتالى تنخفض حرارته ، فالهواء كأى مادة إذا ما تعرض للضغط قلت المسافة البينية بين ذراته وجزيئاته، وبذلك زاد تصادم هذه الذرات فى غازات الهواء، وبالتالى تتولد طاقة داخلية ينشأ عنها ارتفاع حرارة العنصر أو مجموعة العناصر ، بينما يحدث العكس عند انخفاض الضغط الواقع على الهواء حيث تتباعد جسيماته وتقل التصادم بينها، وبالتالى تقل طاقتها الداخلية وتنخفض درجة الحرارة بها .

ومما تقدم نلاحظ أن الانخفاض فى درجة الحرارة بالارتفاع إنما على أن سطح الأرض هو المصدر الأساسى للحرارة التى تسخن الهواء ولو أن مصدر التسخين هو أشعة الشمس، والتى تقوم بتسخين الهواء طبقات الجو العليا بطريق مباشر أثناء مرورها فى رحلتها نحو سطح الأرض، إلا أن الهواء فى طبقات الجو العليا ذو قدرة محددة على امتصاص أشعة الشمس، بينما على العكس من ذلك فى طبقات الجو السفلى حيث تكون العوالق (الغبار وبخار الماء) والتى تستطيع أن تمتص كمية أكبر من أشعة الشمس كما سبق ذكره .

يعـرف معـدل انخفاض الحرارة فى الغلاف الجوى بالارتفاع باسم دل التبريد الذاتى Adibtic Rate ويختلف هذا المعدل فى الهواء الجاف ه فى الهواء المشبع ببخار الماء على النحو التالى :

واء الجاف ←——تنخفض به درجة الحرارة ١ ° مئوية / ١٠٠ متر تفاع.

واء الرطب ←——تنخفض به درجة الحرارة٦،. ° مئوية /١٠٠ متر تفاع.

ومـن ثـم فـان معامل التبريد الذاتى للهواء الجاف أسرع من معدل تـبريد الذاتـى للهـواء الرطب ، ويرجع انخفاض معدل درجة الحرارة لارتفـاع فـى الهواء الرطب عن الجاف، إلى أنه كلما ارتفاعنا إلى أعلى ـؤدى بـرودة الهواء المشبع ببخار الماء إلى تكاثف هذا البخار ، وبالتالى طلاق الحرارة الكامنة بين ذراته إلى الهواء مما يؤدى إلى اضافة درجات ـرارة إليه من بخار الماء فتظل درجة حرارة الهواء المشبع ببخار الماء لى منها فى الهواء الجاف .

ـ الانقلاب الحرارى :

قـد يحـدث فى بعض الأحيان ولظروف خاصة انقلاب حرارى فى جـو، أى أن تـزيد درجـة الحرارة بالارتفاع ، وقد تحدث هذه الظاهرة لقـرب من سطح الأرض أو قد تحدث فى طبقات الجو العليا ، ولكن فى غالب لا تحدث هذه الظاهرة حتى مستوى ارتفاع معين لا يتعدى فى معظم

الحـــالات واحد كيلو متر فوق سطح الأرض ، ثم تعود درجة الحرارة به
هذا المستوى فى الانخفاض مرة ثانية مع الارتفاع ، وغالبا ما تحدث ظاهر
الانقلاب الحرارة فوق الأحواض المغلقة المحاطة بالمرتفعات فى أثناء الل
، ومن الأسباب التى تنتج عنها هذه الظاهرة ما يلى :

١- البرودة الشديدة التى تصيب سطح الأرض أثناء الليل ، ويرجع ذ
إلى زيادة معدلات الاشعاع الأرضى أكثر من الاشعاع الذاتى لل

٢- انسياب تيارات سطحية من الهواء البارد إلى المنطقة كما يحدث
الأوديـــة لـــيلاً عـــندما تـــنزلق كميات من الهواء البارد من أع
المرتفعات إلى بطون هذه الأودية فيما يعرف باسم نسيم الجبل .
٣- عندما يكون سطح الأرض فى المنطقة مكسواً بالجليد .
٤- تحـــدث هـــذه الظاهرة أيضاً فى الهواء الذى يعلو سطح التيار
البحرية الباردة .

هـــذه العوامل مجتمعة تساعد على برودة الطبقات السفلى من اله
وانخفاض درجة حرارتها عن حرارة الطبقات التى تعلوها ، ومن أجل
يحـــدث انقـــلاب حـــرارى بحيث تزيد درجة الحرارة كلما بعدنا عن س
الأرض ، ولكن يحدث هذا غالباً عند مستوى محدد ، ينتهى عنده تأثير
الظروف وتعود الحرارة فى طبقات الجو للانخفاض كلما ارتفعنا لأعلى

- التغير الأفقى فى درجة حرارة الجو :

يقصد بالتغير الأفقى فى حرارة الهواء اختلاف حرارته من منطقة إلى أخرى أو من مكان لآخر على سطح الأرض، ويعتبر التغير الأفقى فى حرارة الجو أقل انتظاماً من التغير الرأسى، وذلك لتعدد العوامل التى تؤثر فى توزيع الحرارة على أجزاء سطح الأرض المختلفة ومن هذه العوامل ما يلى :

١ - موقع المكان بالنسبة لخط العرض :

بناءاً على هذا الموقع يتحدد الزاوية التى تسقط بها أشعة الشمس على سطح الأرض ،وبذلك يتم تحديد طول الليل والنهار فى الفصول المختلفة، فعند خط الاستواء تسقط الأشعة عمودية على سطح الأرض فى معظم أيام السنة، ولكن كلما اقتربنا من الدائرتين القطبيتين على كلا نصفى الكرة شمالها وجنوبها فإن هذه الأشعة تسقط مائلة جداً خصوصاً فى نصف السنة الشتوى ، بينما يقل معدل ميلها فى نصف السنة الصيفى .

٢ - الاختلاف بين اليابس والماء فى اكتساب وفقدان الأشعة :

يرجع السبب فى هذا الاختلاف ما بين اليابس والماء ما يسببه من اختلاف أثر كل منهما على تباين حرارة الهواء للأسباب الآتية :

أ- يعود السبب الأساسى لهذا الاختلاف إلى ما تتميز به المياه من الطبيعة السائلة، مما يجعل حركات الماء سواء كانت

الأمـــواج أو التيارات البحرية أو المد والجزر تعمل على إعادة توزيـــع الحرارة على سطوح أكبر من الماء وعدم حفظها فى جزء محدد كما هو الحال فى اليابس .

ب- بســـبب شـــفافية الماء فان أشعة الشمس تستطيع أن تنفذ خلاله بسرعة ، ويؤدى ذلك إلى توزيع أشعة الشمس فى طبقة ســـميكة من الماء بينما تتركز أشعة الشمس فوق طبقة سطحية رقيقة من اليابس .

جـــ - الاخـــتلاف الواضح فى الحرارة النوعية (*) لكل من اليابس والماء ، فالحرارة النوعية من اليابس تعادل ٠,٦ درجة مـــئوية بيـــنما تعادل فى الماء ١ ° مئوية ويعنى ذلك أن الماء يحتاج إلى كمية من الطاقة أكبر من اليابس ، ومن ثم فإن اليابس يمـــتص الحـــرارة بمعدل أسرع مما يمتصها الماء، ولذلك فان الـــيابس تـــرتفع درجة حرارته أسرع فى النهار وتنخفض فى اللـــيل، علـــى العكـــس من الماء الذى يكتسب حرارته ببطىء ويفقدها ببطىء أيضاً.

د - إن صافى الاشعاع الشمسى الذى يصل إلى اليابس ويعمل علـــى رفـــع حرارته يكون أكبر من الصافى الذى يصل إلى ســـطح الماء ويعمل على رفع حرارته، وذلك لأن سطح الماء

---

* الحرارة النوعية : هى مقدار الطاقة اللازمة لتسخين جرام واحد من المادة بقدر درجة واحدة مئوية

يعكس كمية أكبر من الاشعاع لأنه سطح لامع يعكس سطح اليابس المعتم إلى جانب ما يفقد على سطح الماء فى تبخير نسبة من الماء أكثر من اليابس ، هذا إلى جانب ما يفقد من اشعاع فوق الماء أكبر من فوق اليابس بزيادة نسبة بخار الماء فوق سطح الماء .

ـ توزيع الحرارة والمناطق الحرارية :

من أهم الصفات العامة للتوزيع السنوى لخطوط الحرارة المتساوية فى العالم هى أنها تتجه بصورة عامة من الغرب إلى الشرق مع خطوط العرض، ومن ثم فان العامل الأساسى الذى يؤثر فى توزيع درجة الحرارة فوق سطح الأرض هو خطوط العرض مع بعض الفروق وتتميز خطوط الحرارة المتساوية بالصفات الآتية :

١- تظهر خطوط الحرارة المتساوية السنوية أكثر استقامة وأقل تعرجاً فى نصف الكرة الجنوبى عنها فى نصف الكرة الشمالى، و يرجع هذا إلى أن مظاهر السطح فى النصف الجنوبى أكثر فى تجانسها عنها فى نصف الكرة الشمالى ، ويرجع ذلك إلى قلة المساحات اليابسة بينما تزيد المساحات المائية فى نصف الكرة الجنوبى .

٢- تقل درجة الحرارة بصفة عامة كلما بعدنا عن خط الاستواء نحو القطبين، كما نلاحظ أن خطوط الحرارة المتساوية تتعرج فوق القارات والمحيطات، ولكن تعرجها يزيد بصفة عامة كلما بعدنا عن

خـــط الاســـتواء واتجهـــنا نحو القطبين نظراً للاختلاف فى توز
الحرارة بين اليابس والماء فى هذا الاتجاه .

٣- تـــتعرج خطوط الحرارة المتساوية بصورة أوضح فى نصف الكر
الشـــمالى حيث توجد نسبة كبيرة من اليابس عنها عن مثيلاتها ف
نصف الكرة الجنوبى حيث تكون السيادة للماء .

٤- يقـــل تعـــرج خطوط الحرارة المتساوية والتى توجد فى العروض
العلـــيا فـــى نصـــف الكـــرة الجنوبى حتى لا تكاد تتفق مع دوا
العرض، ويرجع ذلك إلى قلة اليابس أو انعدامه، وبالتالى فان ه
الخطوط تمتد فوق سطح متجانس من مياه المحيط .

ســـجلت أعلى درجة حرارة فى عين صالح فى الجزائر ٥٦ ° مئو
وفـــى العزيزية فى ليبيا ٥٨ ° مئوية، وقد ذكر رومنى Rumny أن درـ
حـــرارة الصحراء الكبرى بين الساعة الواحدة والثالثة بعد الظهر تصل إ
٨٥ ° مـــئوية ولكـــن أقـــل درجـــة حـــرارة ســـجلت فى محطة أويمك
Oimekon فى شرق سيبريا (ـــ٧٦ ٥ مئوية) .

يـــزيد التغـــير فـــى درجات الحرارة مع الخطوط العرضية الأك
وضوحاً فى يناير عنه فى يوليو وخاصة فى النصف الشمالى بحيث تتقار
خطـــوط الحرارة المتساوية من بعضها البعض فى ذلك الفصل ، وقد أثبت
الدراســـات المناخـــية الحديثة أن المناخ لا يتمشى فى كثير من الأحيان
خطوط العرض .

ثانياً : الضغط الجوى والرياح : Atmospheric pressure and wind

أولاً : الضغط الجوى :

الضغط الجوى عبارة عن القوة الناتجة عن ضغط الهواء أو ثقله (أى وزن عمود الهواء)، ويتغير هذا الثقل من وقت لآخر وذلك لارتباطه بالحرارة ارتباطاً وثيقاً ، ولكن الانسان لا يشعر بهذا التغير كثيراً كما يشعر بتغيرات عناصر المناخ الأخرى ، أى أنه أيضاً وزن عمود الهواء فوق وحدة مساحية محددة وهى فى العادة السنتيمتر المربع .

ـ أجهزة قياس الضغط الجوى :

تستخدم لذلك ثلاثة أنواع من الأجهزة لقياس الضغط الجوى هى :

١- البارومتر الزئبقى .

٢- البارومتر المعدنى .

٣- الباروجراف .

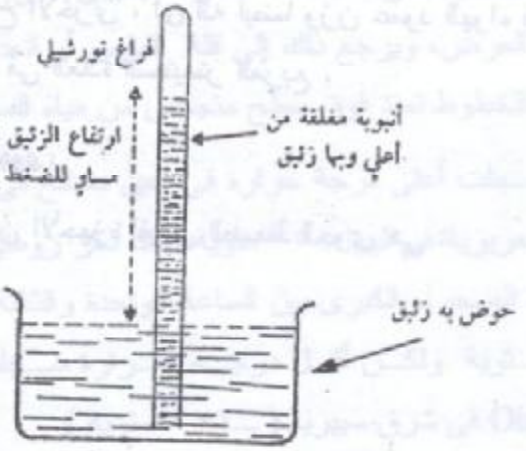
أولا : البارومترات الزئبقية : The Mercurial Barometers

ويوجد عدد من هذه البارومترات من أقدمها وأدقها استخداماً بارومتر تورشيلى .

١-بارومتر تورشيلى :

اخترعه تورشيلى عام ١٦٤٣ م وهو عبارة عن أنبوبة زجاجية طولها حوالى ثلاثة أقدام تملأ بالزئبق ، يتم قلب هذه الأنبوبة ووضع

فتحتها فى اناء مملوء بالزئبق ، وبذلك يتدفق الزئبق من الأنبوبة فى الاناء، ويصبح ارتفاع الزئبق فى الأنبوبة معبراً عن قوة الضغط الواقع على سطح الزئبق فى الاناء ، فاذا زاد الضغط ارتفع الزئبق فى الأنبوبة والعكس إذا قل الضغط انخفض الزئبق فى الأنبوبة (الشكل رقم ١٤) ويعتبر هذا الجهاز البسيط الأساس الذى صممت على اساسه الأجهزة الحديثة أى أنها تحسينات له .

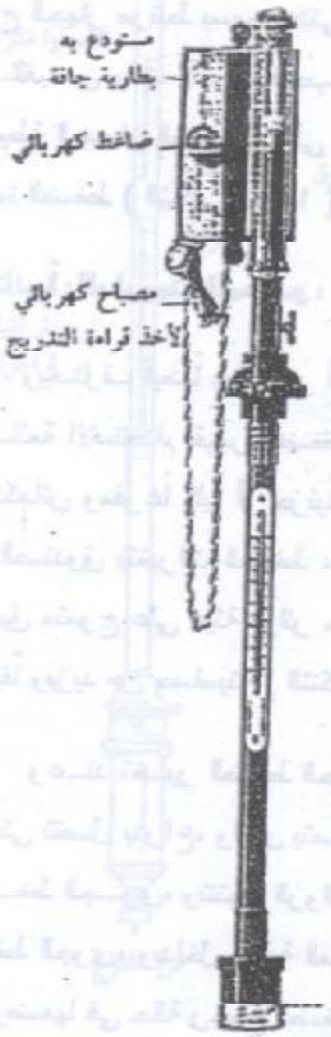


شكل(١٤)

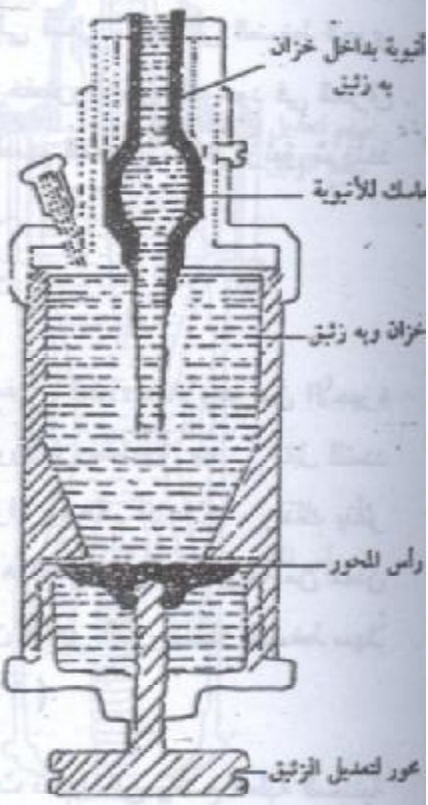
٢- **البارومتر ذو الخزان الثابت (بارومتر كيو) :**

ويتكون الجهاز من أنبوبة من الزجاج وخزان محفوظين فى غلاف معدنى لحمايتهم ، ويمنع الزئبق من الانسكاب خارج الخزان بواسطة وردة جلدية ، يركب على الغلاف النحاسى ترمومتر مثبت ، وتدرج لقياس

الضغط " ورنية " مع المسمار العلوى ، حلقات الاتزان وذراع لتثبيت الجهاز الذى يتدلى منه الشكل رقم (١٥).



بارومتر كيو من الخارج



بارومتر كيو من الداخل

شكل(١٥)

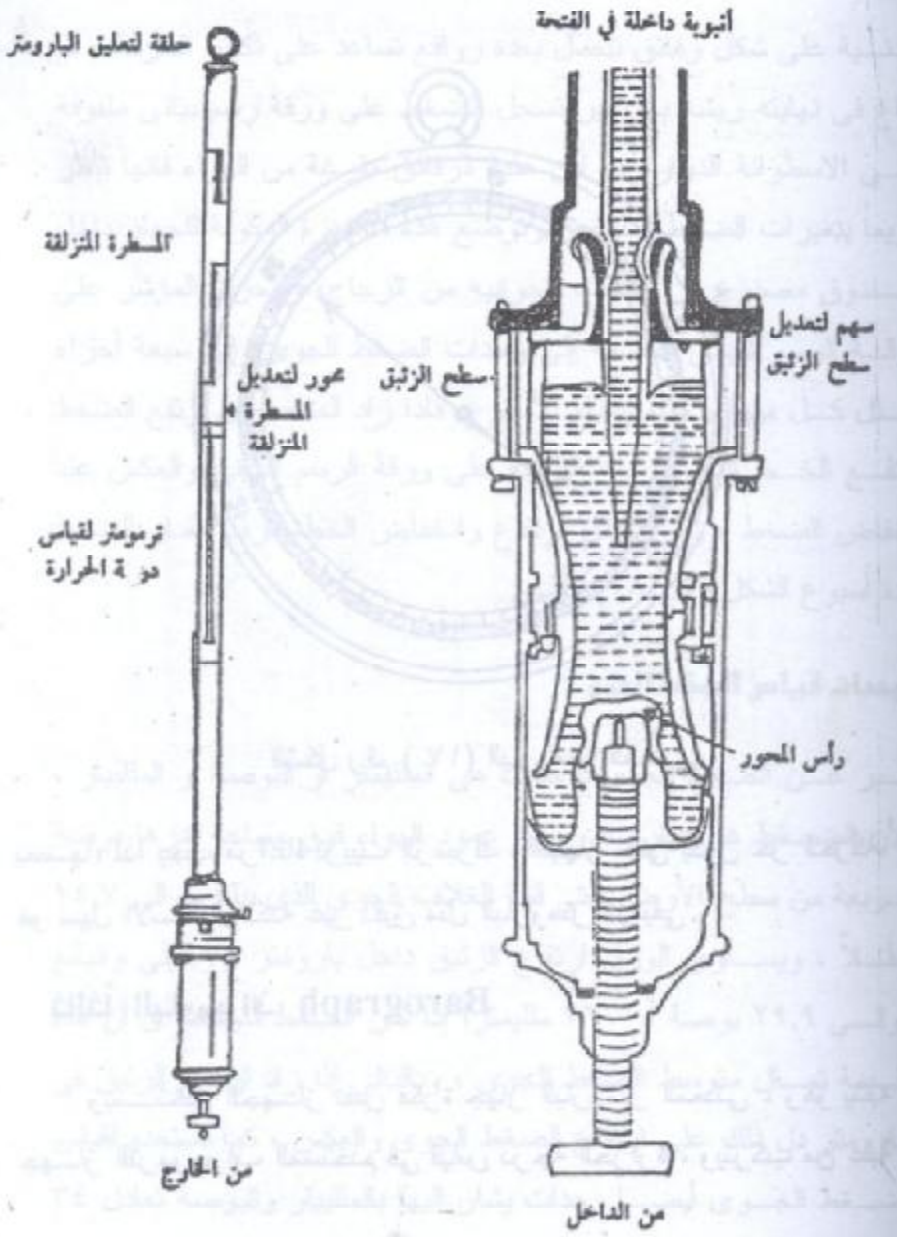
٣- بارومتر فورتن :

وهو عبارة عن خزان متحرك مكون من كيس من الجلد ويمكن ه
الخـــزان مـــن الخارج برفعه أو خفضه بواسطة مسمار محورى ، و
تدرج الجهاز مرتبط بسهم معدنى متجه إلى أسفل ، وبما أن الضغط ال
يخـــتلف من وقت لآخر ، فيجب رفع أو خفض الزئبق الموجود فى ال
بواسطة المسمار المحورى حتى يلامس السهم المعدنى سطح الزئبق ثم
قراءة الضغط (الشكل رقم ١٦).

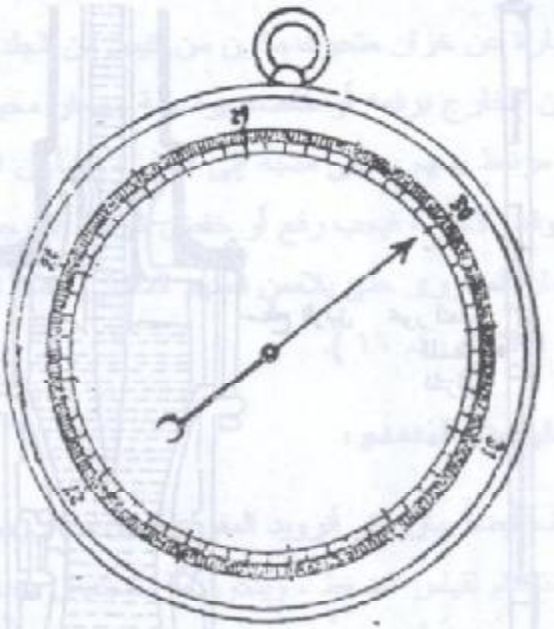
ثانياً : البارومتر المعدنى :

ويعـــرف أيضاً ببارومتر أنرويد المفرغ Aneriod وهو من الأ
الشـــائعة الاستخدام لقياس الضغط ، ويتكون من صندوق معدنى قابل
والانكماش ومفرغاً كلياً أو جزئياً من الهواء ومحكم الاغلاق ، ولذلك
هذا الصندوق بتغيرات الضغط ، وقاعدة هذا الصندوق مصنوعة من
رقـــيق متموج على هيئة دوائر حتى يكون التغير الذى يسجله الضغط
وخفيفاً ويزيد من حساسيته (الشكل رقم ١٧).

وعـــند تغـــير الضغط الجوى يحدث تعديل فى وضع العلبة ال
والـــتى تتصل بذراع، والذى يتصل بعده روافع لتكبير الحركة المتسب
الضـــغط الجـــوى، وتنتهى الروافع بمؤشر يتحرك على مقياس مدرج
الضغط الجوى، وبداخل العلبة المعدنية زمبرك يعيد جدران العلبة الخ
إلى وضعها فى حالة رجوع الضغط، كما أنه يمنع التصاق هذه الجدرا



الشكل رقم(١٦) بارومترفورتن



الشكل رقم (١٧) البارومتر المعدني

بعضها، لذا يجب مراعاة تزييت الزمبرك والجهاز حتى يكون حر الـ
هو سهل الاستعمال لكنه غير دقيق مثل البارومتر الزئبقى.

ثالثاً : الباروجراف: Barograph

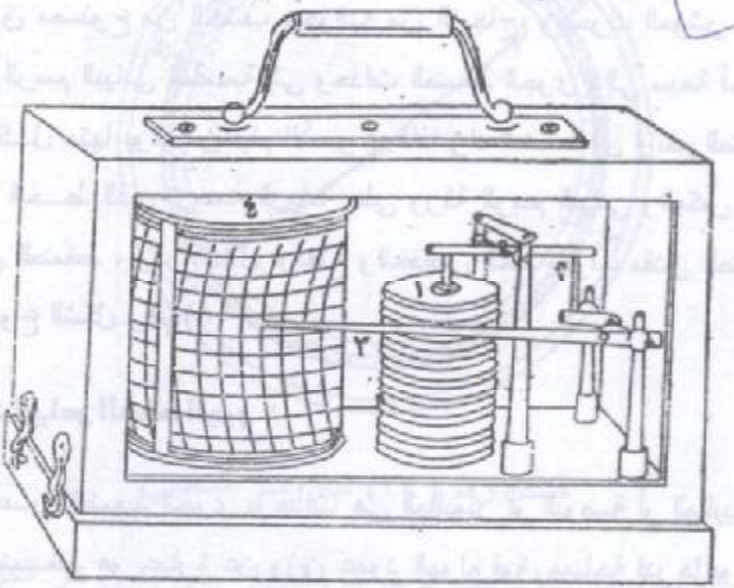
ويستخدم الجهاز نفس فكرة جهاز البارومتر المعدنى ، وهو
جهاز الترموجراف المستخدم فى قياس درجة الحرارة ، ويتركب من

معدنية على شكل رقائق تتصل بعدة روافع تساعد على تكبير الحركة ، ثم تراع فى نهايته ريشة بها حبر تسجل الضغط على ورقة رسم بيانى ملفوفة على الاسطوانة الدوارة ، ولأن علبة الرقائق مفرغة من الهواء فانها تتأثر سريعاً بتغيرات الضغط الجوى ، وتوضع هذه الأجهزة المكونة للجهاز داخل صندوق مصنوع من الخشب وجوانبه من الزجاج، ويتحرك المؤشر على ورقة الرسم البيانى المقسمة إلى وحدات الضغط الجوى وإلى سبعة أجزاء يمثل كل منها يوماً من ايام الأسبوع، فاذا زاد الضغط أى ارتفع الضغط ارتفع الخط الذى ترسمه الريشة على ورقة الرسم البيانى والعكس عند انخفاض الضغط ، ومن خلال ارتفاع وانخفاض الخط يعرف مقدار الضغط لمدة أسبوع الشكل رقم (١٨).

- وحدات قياس الضغط الجوى :

يعبر عن الضغط الجوى بوحدات هى الملليمتر أو البوصة أو الملليبار ، ولأن الضغط هو عبارة عن وزن عمود الهواء فوق مساحة قدرها بوصة مربعة من سطح الأرض حتى قمة الغلاف الجوى الذى يبلغ حوالى ١٤,٧ رطلاً ، ويساوى الوزن ارتفاع الزئبق داخل بارومتر تورشيلى والبالغ حوالى ٢٩,٩ بوصة أو ٧٦٠ ملليمتراً إذا كان الضغط متوسط أى أن هذه القيمة تمثل متوسط الضغط الجوى ، وبالتالى إذا زاد ارتفاع الزئبق فى البارومتر دل ذلك على ارتفاع الضغط الجوى والعكس ، كما تستخدم لقياس الضغط الجوى أيضاً وحدات يشار اليها بالملليبار والبوصة تعادل ٣٤

ملليبار تقريباً، وإذا كان متوسط الضغط الجوى عند سطح البحر يعادل ٢٩,٩٢ بوصة أو ٧٦٠ ملليمتر فانه يعادل حوالى ١٠١٣,٢ ملليبار.



البارووجراف

١- الرقائق المعدنية التى تتأثر بالضغط الجوى.
٢- الرافعة المتصلة بالرقائق.
٣- الذراع.
٤- الاسطوانة الدوارة التى يرسم عليها منحنى الضغط.

الشكل رقم (١٨).

ـ العوامل التى تؤثر فى الضغط الجوى :

١- درجة الحرارة:

يتناسب الضغط الجوى تناسباً عكسياً مع درجة الحرارة فكلما ارتفعت درجـة الحرارة زاد تمدد الهواء مما يزيد تخلله ، وبالتالى تقل كثافته ويقل وزنه وعليه يصبح ضغطاً منخفضاً والعكس، وبذلك يرتبط الضغط ارتباطاً وثـيقاً بالحـرارة لأنها هى السبب فى اختلاف نطاقات الضغط على سطح الأرض .

٢- كمية بخار الماء فى الهواء :

توجـد كذلك علاقة عكسية بين كمية بخار الماء بالهواء وبين الضغط الجوى ، حيث أن بخار الماء أخف وزناً من الهواء فى طبقات الجو السفلى، فاذا زادت كمية بخار الماء فى الهواء ينخفض الضغط الجوى والعكس .

٣ - الارتفاع عن سطح البحر :

بمـا أن الضـغط هو وزن عمود الهواء من سطح البحر حتى نهاية الغـلاف الجوى ، ولأن الجزء السفلى من الغلاف الجوى هو أثقل أجزائه ، فإنه مع الارتفاع عن سطح الأرض يقل وزن عمود الهواء وبالتالى ينخفض الضغط الجوى.

ولـتلافى بعض أخطاء أجهزة قياس الضغط الجوى يجب إتباع بعض الاحتياطات الواجب توافرها فى أجهزة قياس الضغط الجوى :

١- يوضع بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة .
٢- يوضع بعيداً عن التيارات الهوائية وبعيداً عن الاهتزازات لذلك ي
وضعه فى وسط السفينة .
٣- يوضع الجهاز بعد حمله فى صندوق خاص به .
٤- تنظيف وتزييت جهاز البارومتر المعدنى والباروجراف من و
لآخر .
٥- وضع الجهاز فى مكان تستقر فيه الحرارة .

ورغم هذه الاحتياطيات إلا أنه تحدث بعض الأخطاء والتى يجب
يتم تصحيحها عند قراءة البارومتر وذلك من خلال مجموعة من الج
وتتمثل هذه الأخطاء فيما يلى :

أولاً : خطأ الجهاز :

ويمثل ذلك خطأ فنى ذو قيمة ثابتة نتيجة عملية التصنيع ، ال
التعرف على هذا الخطأ بمقارنته بجهاز بارومتر معيارى (بار
تورشيللى) ويوضع لذلك جدول يتم الرجوع اليه عند أخذ القراءات .

ثانياً : درجة الحرارة :

يصاحب كل تغير فى درجة حرارة الهواء تغير فى كثافته نتيجة
وانكماشه ، وكما سبق القول فان ذلك يؤدى إلى ارتفاع وانخفاض الزئب
البارومتر مع ثبات الضغط الجوى ، ومن أجل توحيد قيم الضغط الجو
أخذت درجة الصفر المئوى (٣٢ ° ف) لكل البارومترات الزئبقية ،

ذه الدرجة تصبح كثافة الزئبق ١٣,٦جم/سم٣، ويستخدم جدول خاص بقيمة ضـغط الجوى درجة الحرارة حتى نحصل على قيمة التصحيح بالملليبار الجدول رقم ٦)، وتضاف القيمة إلى قيمة الضغط الجوى إذا كانت درجة حـرارة أقـل مـن صفر درجة مئوية ، بينما تطرح هذه القيمة من قيمة ضـغط الجوى إذا كانت درجة الحرارة أعلى من الصفر المئوى كما هو الجدول التالى :

جدول رقم (٥) فرق تصحيح أعشار الدرجة المئوية

ق فى التصحيح	أعشار الدرجة المئوية								
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
٠,١٥ملليبار	٠,٠٢	٠,٠٣	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,٠٨	٠,٠٩	٠,١١	٠,١٢	٠,١٤
٠,١٦	٠,٠٢	٠,٠٣	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,٠٨	٠,٠٩	٠,١١	٠,١٢	٠,١٤
٠,١٧	٠,٠٢	٠,٠٣	٠,٠٥	٠,٠٧	٠,٠٩	٠,١٠	٠,١٢	٠,١٣	٠,١٥

ويسـتعمل هـذا التصـحيح فـى البارومـترات الزئبقية فقط ، أما البارومـترات المعدنـية فتسـتعمل معادن مختلفة لها معامل تمدد مختلف تصحيح تلقائى باختلاف درجات الحرارة .

درجة حرارة البارومتر	قيمة الضغط الجوي بالملبار										
درجات مئوية	940	950	960	970	980	990	1000	1010	1020	1030	1040
	تصحيح بالملي بار وأعشار ومئات الملي بار										
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17
2	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34
3	0.46	0.47	0.47	0.48	0.48	0.49	0.49	0.50	0.50	0.50	0.51
4	0.61	0.62	0.63	0.63	0.64	0.65	0.65	0.66	0.67	0.67	0.68
5	0.77	0.78	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.83	0.84	0.85
6	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01	1.02
7	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.16	1.17	1.18	1.19
8	1.23	1.24	1.25	1.27	1.28	1.29	1.31	1.32	1.33	1.35	1.36
9	1.38	1.40	1.41	1.43	1.44	1.46	1.47	1.49	1.50	1.51	1.53
10	1.54	1.55	1.57	1.59	1.60	1.62	1.64	1.65	1.67	1.68	1.70
11	1.69	1.71	1.72	1.74	1.76	1.78	1.80	1.82	1.83	1.85	1.87
12	1.84	1.86	1.88	1.90	1.92	1.94	1.96	1.98	2.00	2.02	2.04
13	2.00	2.02	2.04	2.06	2.08	2.10	2.13	2.15	2.17	2.19	2.21
14	2.15	2.17	2.19	2.22	2.24	2.26	2.29	2.31	2.33	2.36	2.38
15	2.30	2.33	2.35	2.38	2.40	2.43	2.45	2.48	2.50	2.52	2.55
16	2.46	2.48	2.51	2.54	2.56	2.59	2.62	2.64	2.67	2.69	2.72
17	2.61	2.64	2.66	2.69	2.72	2.75	2.78	2.81	2.83	2.86	2.89
18	2.76	2.79	2.82	2.85	2.88	2.91	2.94	2.97	3.00	3.03	3.06
19	2.92	2.95	2.98	3.01	3.04	3.07	3.11	3.14	3.17	3.20	3.23
20	3.07	3.11	3.14	3.17	3.21	3.24	3.27	3.30	3.34	3.37	3.40
21	3.23	3.26	3.29	3.33	3.37	3.40	3.43	3.47	3.50	3.53	3.57
22	3.38	3.42	3.45	3.49	3.53	3.56	3.60	3.63	3.67	3.70	3.74
23	3.53	3.57	3.61	3.65	3.69	3.72	3.76	3.80	3.84	3.87	3.91
24	3.68	3.73	3.76	3.80	3.85	3.89	3.92	3.96	4.00	4.04	4.08
25	3.84	3.88	3.92	3.96	4.01	4.04	4.09	4.13	4.17	4.21	4.25
26	3.99	4.04	4.08	4.12	4.17	4.21	3.25	4.29	4.34	4.37	4.42
27	4.15	4.19	4.23	4.28	4.33	4.37	4.41	4.46	4.50	4.54	4.59
28	4.30	4.35	4.39	4.44	4.49	4.53	4.58	4.62	4.67	4.71	4.76
29	4.45	4.50	4.55	4.65	4.69	4.74	4.74	4.79	4.88	4.88	4.93
30	4.61	4.66	4.70	4.76	4.81	4.85	4.91	4.95	5.00	5.05	5.10
31	4.76	4.81	4.86	4.91	4.97	5.01	5.07	5.12	5.17	5.22	5.27
32	4.91	4.97	5.02	5.07	5.13	5.18	5.23	5.28	5.34	5.38	5.44
33	5.07	5.12	5.17	5.23	5.29	5.34	5.40	5.45	5.50	5.55	5.61
34	5.22	5.28	5.33	5.39	5.45	5.50	5.56	5.62	5.67	5.72	5.78
35	5.37	5.43	5.49	5.55	5.61	5.66	5.72	5.78	5.84	5.89	5.95
36	5.53	5.59	5.64	5.71	5.77	5.82	5.89	5.94	6.00	6.06	6.12
37	5.68	5.74	5.80	5.86	5.93	5.99	6.05	6.11	6.17	6.23	6.29
38	5.83	5.90	5.96	6.02	6.09	6.15	6.21	6.27	6.34	6.39	6.46
39	6.99	6.05	6.11	6.18	6.25	6.31	6.38	6.44	6.50	6.56	6.63
40	6.14	6.21	6.27	6.34	6.41	6.47	6.54	6.60	6.67	6.73	6.80

الجدول رقم (٦) لتصحيح قيمة الضغط الجوي عند ٥° م

الثاً : الارتفاع عن مستوى البحر :

كمـا سـبق القول فإنه مع الارتفاع عن سطح البحر يقل وزن عمود هـواء وبالتالى ينخفض الضغط ، وقد استخدم جدول تقريبى لمعادلة نقص ضـغط الجوى بالارتفاع ، ويتناقص الضغط فى المتوسط بالارتفاع حيث ، كلما ارتفعنا فوق سطح البحر حوالى ١٠٠ متر ينخفض الضغط الجوى مقدار حوالى ١٠ ملليبار ، وعند أخذ القراءات من البارومترات الزئبقية يتم ـستخدام هذا الجدول التقريبى لتصحيح قراءات الضغط الجوى ، والجدول تالى ،موذج لهذا الجدول التقريبى .

جدول رقم (٧) تصحيح البارومتر بالنسبة لمستوى سطح البحر

ع متر سطح ر	الضغط الجوى المصحح بالملليبار	درجة الحرارة									
		-١٠	-٥	صفر	٥+	١٠+	١٥+	٢٠+	٢٥+	٣٠+	٣٥+	٤٠+
		التصحيح بالملليبار وعشرات الملليبار										
١	٩٩٠-٩٤٠	١,٣	١,٣	١,٣	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,١	١,١	١,١
	١٠٤٠-٩٩٠	١,٣	١,٣	١,٣	١,٣	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,١	١,١	١,١
٢	١٠٠٠-٩٤٠	٣,٥	٣,٥	٣,٥	٣,٤	٣,٤	٣,٤	٣,٣	٣,٣	٣,٢	٣,٢	٣,١
	١٠٤٠-١٠٠٠	٣,٧	٣,٦	٣,٦	٣,٥	٣,٥	٣,٤	٣,٤	٣,٣	٣,٣	٣,٣	٣,٣
٣	٩٧٥-٩٤٠	٣,٨	٣,٧	٣,٦	٣,٦	٣,٦	٣,٦	٣,٥	٣,٥	٣,٤	٣,٣	٣,٢
	١٠١٢-٩٧٥	٣,٩	٣,٨	٣,٦	٣,٧	٣,٧	٣,٦	٣,٥	٣,٥	٣,٤	٣,٣	٣,٣
	١٠٤٠-١٠١٢	٤,١	٤,٠	٣,٩	٣,٨	٣,٧	٣,٧	٣,٦	٣,٦	٣,٥	٣,٥	٣,٥

الارتفاع بالمتر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
التصحيح بالملليبار وعشرات الملليبار	٠,١	٠,٢	٠,٤	٠,٥	٠,٧	٠,٨	٠,٩	١,٠	١,٢

رابعاً : تصحيح عجلة الجاذبية :

يقل وزن عمود الزئبق بالبارومتر كلما ابتعدنا عن مركز الأرض ، حيث يزيد قطر الأرض كلما اقتربنا من خط الاستواء ويقل كلما اتجهنا إلى خطوط العرض العليا، وقد صمم البارومتر على أساس أن تكون عجلة الجاذبية الأرضية ٩٨٠سم / ثانية ، لهذا أخذ خط العرض ٤٥° شمالاً وجنوباً كمقياس، وهو يقع فى منتصف المسافة بين خط الاستواء والقطبين ومقارنته بباقى العروض الأخرى لذلك تجرى العمليات الآتية :

نطرح قيمة الضغط الجوى من القيمة المأخوذة من جدول التصحيح رقم (٨) إذا كان خط العرض أقل من ٤٥ ° درجة ، وتضاف إلى قيمة الضغط الجوى القيمة المأخوذة من جدول التصحيحات إذا كان خط العرض أعلى من ٤٥ ° درجة .

مثال: على كيفية تصحيح الضغط الجوى للبارومتر الزئبقى :

سجل الضغط الجوى عند دائرة العرض ٢٠ ° وكانت درجة الحرارة ٣٠ ° مئوية ، وتم التسجيل على ارتفاع ٣٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، فبلغ الضغط ١٠١٠,٦ ملليبار فكيف نصحح قيمة الضغط الجوى ، هذا مع العلم أن خطأ الجهاز كان ٠,٦ ملليبار .

الحل :١- تصحيح خطأ الجهاز :- ١٠١٠,٦ - ٠,٦ = ١٠١٠ ملليبار

٢ - تصحيح درجة الحرارة :

تصحيح قيمة الضغط الجوي نسبة لخط العرض

جدول(٨)

خط عرض شمال وجنوب بالدرجات		قيمة الضغط الجوي بالملي بار										
		940	950	960	970	980	990	1000	1010	1020	1030	1040
		تصحيح بالملي بار وأعشار ومئات الملي بار										
0°	90°	2.44	2.46	2.48	2.51	2.53	2.56	2.59	2.62	2.64	2.67	2.69
1	89	44	46	48	51	53	56	59	62	64	67	69
2	88	43	45	48	51	53	56	58	61	63	66	68
3	87	42	45	47	50	53	55	57	60	62	65	68
4	86	41	44	46	49	52	54	56	59	61	64	67
5	85	2.40	2.43	2.45	2.47	2.49	2.52	2.55	2.58	2.60	2.63	2.65
6	84	39	41	43	46	48	51	53	56	59	62	64
7	83	37	39	41	44	46	49	51	54	57	59	62
8	82	35	37	39	42	44	47	49	52	54	57	59
9	81	32	34	36	39	41	44	47	50	52	54	56
10	80	2.29	2.31	2.34	2.36	2.39	2.42	2.44	2.46	2.48	2.51	2.53
11	79	26	28	31	33	36	38	40	43	45	47	50
12	78	23	25	27	30	32	34	36	39	41	44	47
13	77	19	22	24	26	28	31	33	35	37	40	43
14	76	15	18	20	22	24	27	29	31	33	35	38
15	75	2.11	2.13	2.15	2.18	2.20	2.22	2.24	2.27	2.29	2.31	2.33
16	74	07	09	11	14	16	18	20	22	24	26	28
17	73	02	04	06	09	11	13	15	17	19	21	23
18	72	1.97	1.99	01	03	05	07	09	11	13	15	17
19	71	92	94	1.96	1.98	00	02	04	06	08	10	12
20	70	1.87	1.89	1.91	1.93	1.95	1.97	1.99	2.01	2.03	2.04	2.06
21	69	81	83	85	87	89	91	93	1.95	1.97	1.98	00
22	68	75	77	79	81	83	86	88	89	90	91	1.93
23	67	69	71	73	75	77	79	81	82	84	85	87
24	66	63	65	67	69	71	72	74	75	77	79	80
25	65	1.57	1.59	1.60	1.62	1.64	1.66	1.67	1.69	1.70	1.72	1.73
26	64	50	52	53	55	56	58	60	62	63	65	66
27	63	43	46	47	48	49	51	52	54	56	58	59
28	62	36	38	39	41	42	44	45	47	49	50	51
29	61	29	31	32	34	35	36	37	39	41	42	43
30	60	1.23	1.24	1.24	1.26	1.28	1.29	1.29	1.31	1.33	1.34	1.35
31	59	15	16	17	19	20	21	21	23	24	26	27
32	58	07	08	09	11	12	13	13	15	16	15	19
33	57	00	01	01	03	04	05	05	07	08	09	10
34	56	0.92	0.93	0.93	0.95	0.96	0.97	0.97	0.99	00	01	01
35	55	0.84	0.85	0.85	0.87	0.88	0.88	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92
36	54	76	77	77	78	79	80	80	82	83	83	83
37	53	68	68	68	70	71	72	72	73	74	74	74
38	52	59	60	60	61	62	63	63	64	65	65	65
39	51	51	52	52	53	53	54	54	55	56	56	56
40	50	0.43	0.43	0.43	0.44	0.44	0.45	0.46	0.46	0.47	0.47	0.47
41	49	35	35	35	35	36	36	36	37	37	37	37
42	48	26	26	26	26	27	27	28	28	28	28	28
43	47	17	17	17	17	18	18	19	19	19	19	19
44	46	08	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09
45	45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

نتم من جدول تصحيح قيم الحرارة فبلغت ٤,٩٥ ملليبار

= ١٠١٠ - ٤,٩٥ = ١٠٠٥,٠٥ ملليبار

٣ - تصحيح فارق الارتفاع عن سطح البحر :

ووجدت قيمه فى جدول تصحيح الارتفاع ٣,٤ ملليبار

= ١٠٠٥,٠٥ - ٣,٤ = ١٠٠٢,٦٥ ملليبار.

ـ نطاقات الضغط الجوى الرئيسية حول الكرة الأرضية :

١ - **نطاقات الضغط الجوى المنخفض** : وتنقسم إلى نطاقين هما :

أ - نطاق الضغط المنخفض حول الدائرة الاستوائية ، والذى يوجد فى نطاق ما يعرف بنطاق "**الـــرهو الاستوائى**" ، وينتج عن الارتفاع الحـــاد فى درجات الحرارة طوال العام ، مما يؤدى إلى تصاعد تـــيارات الهـــواء إلى أعلى ، هذا إلى جانب تشبع الهواء ببخار الماء ، وتؤدى هذه العوامل إلى قلة كثافة الهواء وتخلله وبالتالى انخفاض الضغط الجوى .

ب - نطاقى الضغط المنخفض قرب الدائرتين القطبيتين الشمالية والجنوبية حول الدائرة ٦٠ ° شمالاً وجنوباً ، وينشأ نطاقى الضغط هذان بسبب التقاء الـــرياح القادمـــة من ناحية الدائرة ٣٠ ° ومن اتجاه القطب مما يؤدى إلى تشـــوء تـــيارات صاعدة ولذلك يسمى بالضغط المنخفض الديناميكى للتفرقة بينه وبين الضغط المنخفض الحرارى حول خط الاستواء .

٢ – نطاقات الضغط المرتفع :

وتنقسم هذه النطاقات إلى أربعة نطاقات هى :

أ – نطاقى الضغط المرتفع حول المدارين :

يمتد هذان النطاقان فيما بين دائرتى ٣٠ ° ــ ٣٥ ° شمالاً وجنوباً تقريباً ، وإن كان وضعهما يتغير من عام لآخر فى نطاق يعرف باسم نطاق عروض الخيل ، ويرجع وجود هذان النطاقان إلى هبوط الهواء من طبقات الجو العليا بعد أن صعد من نطاق الرهو الاستوائى ،وعند هبوط هذا الهواء يتجه بعضه إلى منطقة الرهو الاستوائى وبعضه ناحية دائرة العرض ٦٠ ° ش/ج ، فالهواء الذى يتجه نحو خط الاستواء يسبب الرياح التجارية الشرقية ، والهواء المتجه نحو الدائرة القطبية يسبب الرياح العكسية الغربية ، كما يتضح من الشكل رقم (١٩).

ب – نطاقى الضغط المرتفع القطبى :

يتمركزان حول القطبين فى تلك المناطق التى يغطيها الجليد على مدار العام ، ويرجع وجودهما إلى الانخفاض الشديد فى درجة حرارة الهواء ، وانخفاض نسبة بخار الماء العالق بالهواء هذا إلى جانب الهواء الهابط من أعلى إلى أسفل ، وفى هذه المناطق يتحرك الهواء الهابط من أعلى الدائرتين القطبيتين فتنشأ الرياح القطبية وهى رياح شرقية أيضاً.

ومما تقدم نرى أن مناطق الضغط الرئيسية لها دور كبير فى تحريك الرياح الدائمة على سطح الكرة الأرضية متمثلة فى الرياح التجارية والرياح العكسية والقطبية .

الشكل رقم (١٩)التوزيع المثالي لمناطق الضغط الرئيسية

ثانياً: الرياح: Wind

أجهزة قياس اتجاه وسرعة الرياح وأهمها:

١ - قياس اتجاه الرياح:

ويستخدم لتحديد اتجاه الرياح دوارة الرياح Wind Vane والتى تتركب من ذراع من حديد على شكل سهم يوجد فى مؤخرته جزء عريض مفلطح، يثبت هذا الذراع على عمود رأسى حر الحركة، بحيث إذا ما اصطدمت الرياح بالجزء العريض من الذراع يدور حتى يشير السهم إلى الجهة التى تأتى منها الرياح، ولذلك تسمى الرياح باسم الجهة التى تأتى منها يرتكز هذا العمود الرأسى فوق عمود آخر ثابت ارتفاعه غالبا ٣ بوصة مثبت فيه أربعة أذرع يشير كل منها إلى احدى الجهات الأصلية الأربع .

٢ - قياس سرعة الرياح :

ويستخدم لذلك عدة أجهزة منها :

أ-الأنيموميتر : Anemometer

ويعرف أحيانا بأنيموميتر روبسون Anemometer Robinson وهو عبارة عن عمود مثبت به عدد من أنصاف الكرات المعدنية ، ويتصل العمود بعداد وعندما تدور الأجزاء المعدنية بفعل الرياح يسجل العداد قراءات سرعة فى فترة محددة من الزمن .

ب-الأنيموجراف : Anemograph

وهو جهاز به ريشتان احداهما تسجل سرعة الرياح والأخرى تسجل الاتجاه على اسطوانة بها ورقة تسجيل مرسوم عليها شريط متغير العرض

بسبب الذبذبات المستمرة لأعلى وأسفل نتيجة للتغير فى سرعة الرياح
ويمثل الخط المتوسط متوسط سرعة الرياح .

جـ - الأنيموميتر الكهربائى : Electric Anemometer

ويتركب من مولد كهربى متصل بعمود الطاسات (أو ما يش
المروحة) بسلك، وعند دوران الطاسات أو المروحة تتحول الطاقة الحرك
إلى طاقة كهربائية ، أى تولد تياراً كهربائياً تتوقف شدته على سرعة دور
الطاسات، وينتقل التيار بأسلاك إلى فولتميتر به تدريج مصمم على أسا
قراءة سرعة الرياح مباشرة بدلاً من فرق جهد التيار، أو يظهر على شا
كما هو الحل فى الأجهزة الالكترونية الحديثة.

ثالثاً : قياس الرطوبة الجوية : Humidity

ويجب أن نفرق بين كلا من الرطوبة المطلقة bsolute
Humidity وهى تمثل كمية بخار الماء الحقيقية الموجودة فى الهو
وتقدر بعدد من الجرامات فى المتر المكعب من الهواء ، وتصل الرطو
المطلقة منتهاها فى المناطق الاستوائية وتنخفض جداً عند القطبين،
تزداد بالقرب من المسطحات المائية وعند وجود الغطاء النباتى الكثيف .

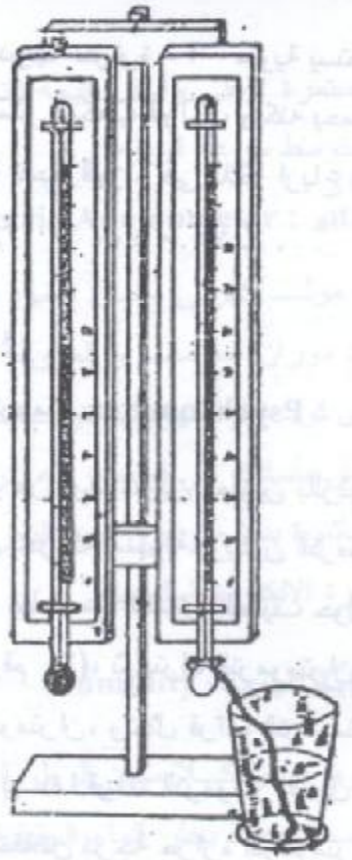
الرطوبة النسبية Relative Humidity فهى عبارة عن نسبة بخ
الماء فى الهواء، وهذه النسبة هى عبارة عن كمية بخار الماء الفعلية
الهواء منسوبة إلى كمية بخار الماء التى يستطيع الهواء أن يحملها تح
نفس درجة حرارته، أو بمعنى الآخر طاقة الهواء على حمل بخار الم

ـثلا إذا كـان الهواء فى درجة حرارة ٢٠ ° مئوية يستطيع أن يحمل ٨
ات مـن بخار الماء فى المتر المكعب الواحد، ولكنه يحمل فعلا ٦ ذرات
ـط ، فمعنى هذا أن درجة تشبع الهواء هى ثلاثة ارباع فقط ، والرطوبة
سبية فى هذه الحالة هى= ٦/٨ × ١٠٠ = ٧٥ ٪ .

- أجهزة قياس الرطوبة :

١- الهيجرومتر أو السيكرومتر Psychrometer :

ويـتكون هـذا الجهاز من ترمومترين مملوين بالزئبق يوضعان فى
ضع رأسى على حامل يمكن تحريكه بسهولة، ويكون الترمومتران من نوع
حـد، غير أن أحدهما تلف قطعة من القماش النظيف حول قفاعته، وتبلل
لعة القماش بالماء (الشكل رقم ٢٠)، ثم يترك الترمومتران فى الهواء لمدة
يقة أو دقيقتان ثم يقرأ الترمومتران، وتمثل قراءة الترمومتر الجاف درجة
ـرارة الهـواء العاديـة ، بيـنما قراءة الترمومتر المبلل ستكون أقل من
ترمومتر الجاف ، ويرجع انخفاض درجة حرارة الترمومتر المبلل إلى تأثر
اءة الترمومتر بعملية تبخر الماء الموجود فى قطعة القماش ، وما تستنفذه
ملـية التـبخر من حرارة يؤخذ الفرق بين درجة الحرارة العادية ودرجة
حرارة التى يعطيها الترمومتر المبلل، كأساس لتقدير الرطوبة النسبية وعن
ـريق استخدام جداول خاصة يمكن الحصول على رطوبة الهواء كما هو
حال فى الجدول رقم (٩).

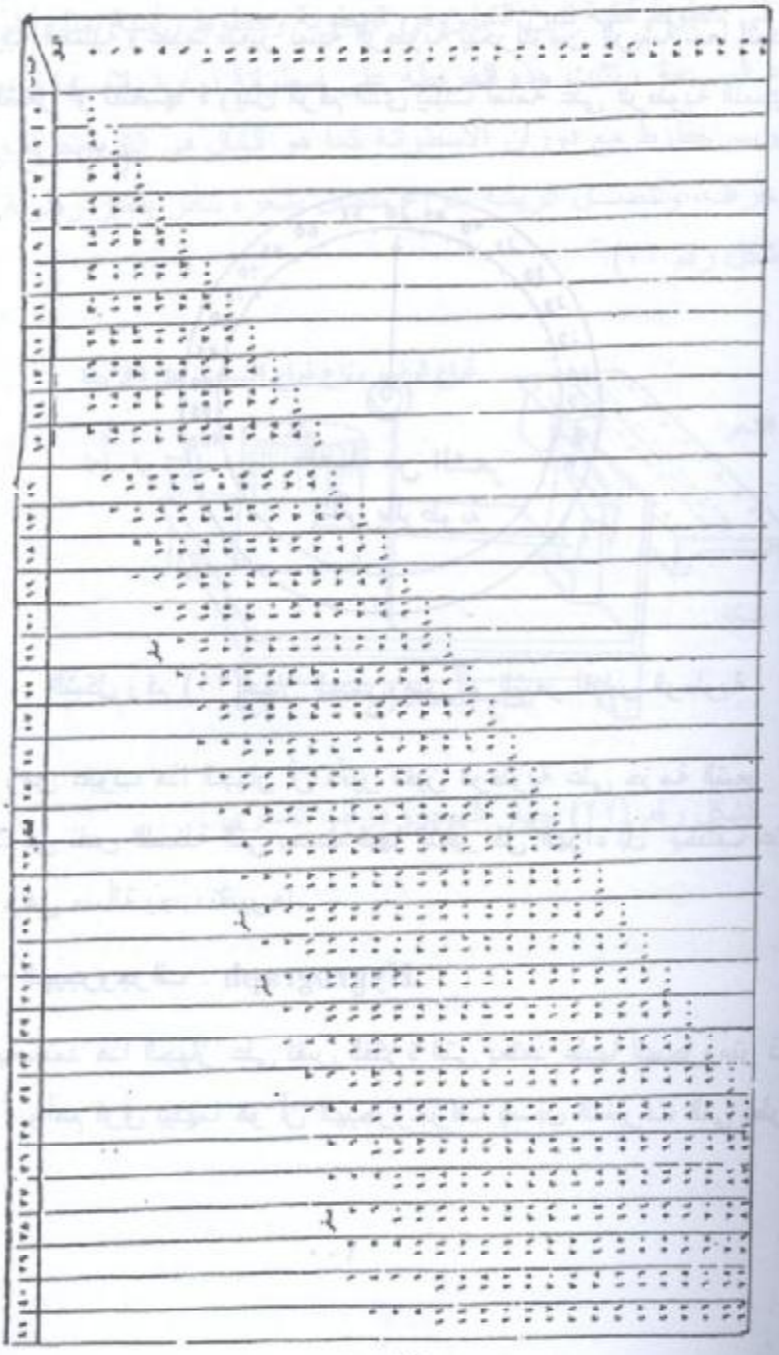


الشكل رقم (٢٠) الهيجرومتر

٢ ــ الهيجرومتر ذو الشعر: Hair Hygrometer

وهــو جهــاز تقوم فكرته على أساس مقدار ما يطرأ على حزمة من شــعر الانسان (شعر الرأس) من تمدد أو تقلص تبعا لتغير نسبة الرطوبة فى الهواء ، فالمعروف أن شعر الإنسان يتمدد كلما زادت الرطوبة ويتقلص فى الهواء الجاف، ولذلك فان الجــزء المهم فى هذا الجهاز هو حزمة مكونة

الجدول رقم (٩) حساب الرطوبة النسبية من قراءات الترمومتر الجاف والترمومتر المبلل بالدرجة المئوية



من عدة خصلات من الشعر، ومثبت فى هذه الحزمة سن ريشة يتحرك أمام مسطرة مقسمة إلى مائة قسم من صفر إلى ١٠٠ ، تدل الأقسام على الرطوبة النسبية وعندما تتغير نسبة الرطوبة يتحرك سن الريشة تبعاً لتمدد حزمة الشعر أو تقلصها ، ويدل الرقم الذى يثبت أمامه على الرطوبة النسبية (الشكل رقم ٢١).

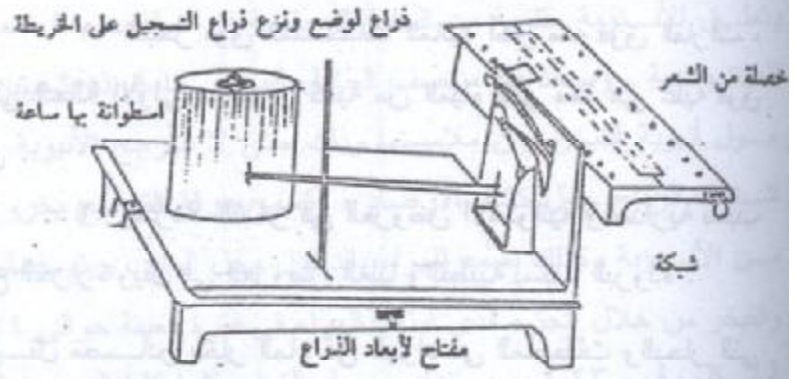
الشكل رقم (٢١)جهاز الهيجرومتر ذو الشعر لقياس الرطوبة

ومن عيوب هذا الجهاز أن تأثير تغير الرطوبة على حزمة الشعر لا يحدث فى نفس اللحظة التى يحدث فيها التغير فى الهواء بل يختلف عنه قليلا ، وهى مسألة يجب تقديرها.

٢- الهيجروجراف : Hygrograph

يعتمد هذا الجهاز على نفس الفكرة التى يعتمد عليها الهيجرومتر ذو الشعر ، وأهم فرق بينهما هو أن الهيجروجراف يسجل التغيرات التى تطرأ

لى الرطوبة النسبية تسجيلا آلياً مستمراً على خريطة مقسمة تقسيماً خاصاً
نسمة إلى خطوط أفقية تبين التباين فى الرطوبة وخطوط رأسية تمثل أيام
لأسبوع السبعة ، تثبت هذه الخريطة على اسطوانة دوارة يلامسها سن
يشة يرسم خطوط مع دوران الاسطوانة كما هو الحال فى الترموجراف
البارموجراف، وتتصل الريشة بذراع متصل بشعرة تتأثر بتغير رطوبة
هواء (الشكل رقم ٢٢).



الشكل رقم (٢٢) جهاز الهيجروجراف الشعري

رابعاً : التبخر Evaporation

ويعنى التبخر انتقال بخار الماء من سطح الأرض إلى الهواء ، وبخار الماء في الهواء لا يمكن رؤيته بواسطة العين المجردة ، وتتوقف سرعة التبخر وكميته على درجة حرارة الهواء وعلى درجة جفافه وكذلك على مدى تحركه ، ففى الأيام الحارة الجافة ذات الرياح النشطة يصبح التبخر سريعاً والعكس ، وتوجد صفات عامة لتوزيع التبخر من أهمها :

١ -التبخر فوق المسطحات المائية أكثر منه فوق القارات لأنه فى الحالة الأولى ـ تتوفر كمية من المياه أكثر مما هى عليه فوق اليابس .

٢- يزداد التبخر فى العروض الاستوائية والمدارية بسبب ارتفاع الحرارة ويقل فى العروض العليا والقطبية بسبب البرودة .

وتتمثل مصادر بخار الماء فى الهواء فى المحيطات والبحار التى تغطى مساحة تبلغ حوالى ثلاثة أرباع الكرة الأرضية ، أو من خلال مسام النبات عن طريق النتح أو من خلال تنفس الانسان والحيوان أو من سطح الأرض الرطب ، وتعود هذه المياه مرة أخرى إلى سطح الأرض عن طريق التكاثف ، ويلاحظ أن حوالى نصف كمية بخار الماء فى الهواء فى الجزء الأسفل من الغلاف الغازى تحت ارتفاع ٣٥٠٠ متر .

ـ أجهزة قياس التبخر :

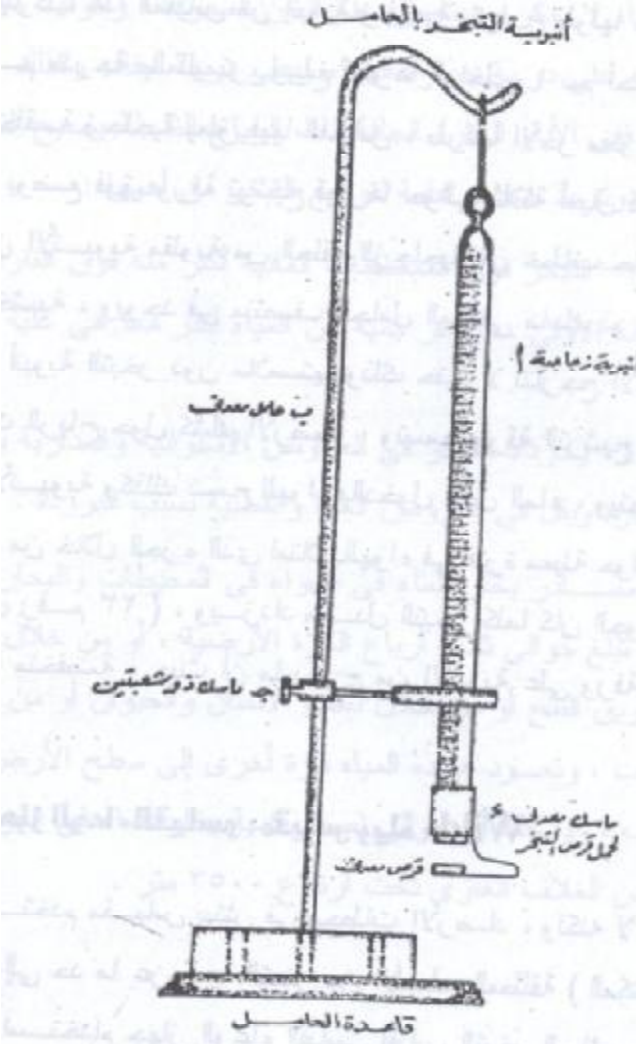
١ – مقياس بيتس :

يتركب هذا المقياس من أنبوبة زجاجية يتراوح طولها ما بين ٢٥ إلى ٣٠ سم مدرجة بالملليمتر، ويبلغ قطرها الداخلى ١ سم أحد طرفيها مقفل وبه حلقة زجاجية يعلق فيها المقياس ، طرفها الآخر مفتوح يقفل بقرص معدنى يوضع فوق ورقة ترشيح قطرها حوالى ثلاثة أميال قطر الأنبوبة ، وتعلق الأنبوبة مقلوبة من الحلقة الزجاجية فى خطاف حامل معدنى ذو قاعدة خشبية ، ويوجد فى منتصف الحامل المعدنى ماسك ذو شعبتين تلتفان حول أنبوبة التبخر دون ملامستها وذلك حتى لا تتأرجح الأنبوبة ، إذا ما اشتدت الرياح حول كشك الأرصاد ، وتسمح ورقة الترشيح بخروج الماء من الأنبوبة وكذلك تسمح للهواء بالدخول محل الماء ، ويتم حساب الماء والتبخر من خلال الجزء الذى امتلأ بالهواء فى فترة معينة حوالى ٢٤ ساعة (شكل رقم ٢٣) ، ويزداد معدل التبخر كلما كان الجو حاراً ونسبة الرطوبة منخفضة ، حيث أن ما يخرج من الأنبوبة على ورقة الترشيح يتم تبخره .

٢ – جهاز الوعاء القياسى : مقياس ويلد : Wild

يستخدم مقياس بيتش فى محطات الأرصاد ، ولكنه لا يعطى فكرة صحيحة إلى حد ما عن كمية التبخر من الأسطح المطلقة (المكشوفة) لذلك يفضل استخدام جهاز الوعاء القياسى لقياس التبخر المباشر من الأسطح

المكشوفة، لما لذلك من أهمية فى الأبحاث الجومائية ذات الأهمية القصوى بالنسبة لمشاريع الرى وبناء السدود .

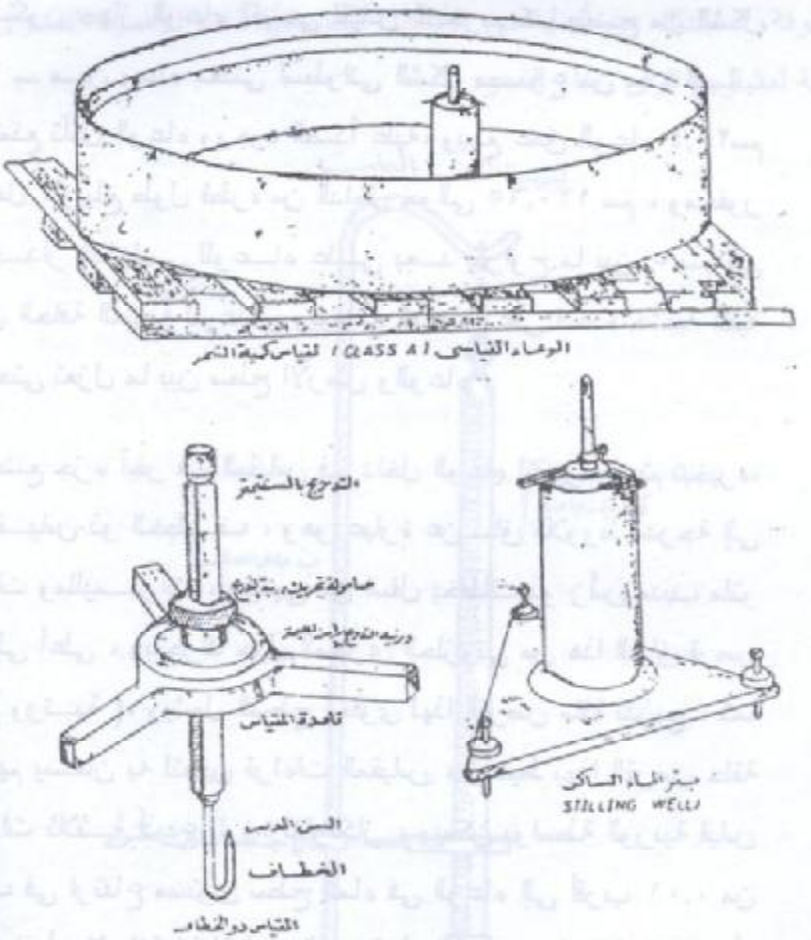


الشكل رقم(٢٣) جهاز بيتش

ويتكون جهاز الوعاء القياسى لقياس التبخر ـ كما يتضح من الشكل
سم ٢٤ ـ من وعاء معدنى اسطوانى الشكل مصنوع من مادة الصلب
جلفن لتمنع تآكل الوعاء ووجود الصدأ عليه، ويبلغ عمق الوعاء ٢٥,٤سم
ن الداخل ، ويبلغ طول قطره من الداخل حوالى ١٢٠,٦٥ سم ، ومحفور
ى الجدار الداخلى للوعاء على بعد يتراوح ما بين ٥ سم إلى
سم من الحافة العلوية للوعاء ، ويوضع الوعاء على قاعدة خشبية أفقية
ستوى حتى تعزل ما بين سطح الأرض والوعاء .

ويوضع جزء آخر فى المقياس فى داخل الوعاء لتقدير ما يتم تبخيره،
و المقياس ذو الخطاف ، وهو عبارة عن ساق قلاووظ مدرجة إلى
سنتيمترات ومليمترات ، وينتهى من اسفل بخطاف ذو رأس مدبب ملتو
تجه إلى أعلى ، ويتحرك حول المجرى الحلزونى من هذا الساق قرص
رى (ورنية)، ويشمل السطح العلوى لهذا القرص مائة تدريج ، كما
جد سهم يستعان به لتعيين قراءات المقياس ، ويحيط بهذا القرص حلقة
رية ذات ثلاثة أذرع بارزة للارتكاز ، ويمكن بواسطة الورنية قياس
اختلاف فى ارتفاع مستوى سطح الماء فى الوعاء إلى أقرب ٠,٠١ من
للليمتر ، إذ أن كل لفة كاملة لهذه الورنية (مائة تدريج) تقابل ارتفاع أو
خفاض الرأس المدبب لخطاف بمقدار ملليمتر واحد .

ولأنه من الواجب أخذ القراءة والماء ساكن خالى من اى اهتزازات
سببها الرياح لذلك يغمس الخطاف المدبب فى بئر يسمى بئر الماء الساكن
نكز فوق قاعدة الوعاء القياسى ، وبئر الماء الساكن عبارة عن اسطوانة



الشكل رقم (٢٤) الوعاء القياسي لقياس كمية التبخر

مجوفة مصنوعة من مادة غير قابلة للصدأ ذات سمك بسيط ارتفاعها حوالى ٢٠ سم وطول قطرها من الخارج ٨,٧٥ سم تقريباً ، وقاعدة هذا البئر مثلثة الشكل ذات ثلاثة مسامير قلاووظ عند كل رأس من رؤوس المثلث ، وتستخدم هذه المسامير لتعديل المستوى الأفقى للحافة العليا للبئر ، ويوضع هذا البئر رأسياً وبصفة دائمة داخل الوعاء القياسى لقياس التبخر مرتكزاً على قاع الوعاء بواسطة المسامير القلاووظ للبئر، وعلى بعد ٣٠ سم من الطرف الشمالى للوعاء، ويكون ارتفاع الماء فى البئر والوعاء فى مستوى واحد .

خامساً : المطر : Rain

ـ طريقة تكون المطر :

إنه من المسلم لكى يحدث تساقط مطرى لابد من وجود سحب، وكذلك لابد من وجود النويات التى تتجمع حولها قطرات الماء من ذرات بخار الماء فى الهواء، حتى يصبح حجم قطرات المياه من الثقل بحيث لا يستطيع الهواء حملها فتسقط على الأرض، ويتوقف سقوط المطر على حالة الثبات Stability أو عدم الثبات Instability فى الكتل الهوائية، لأنه لكى تسقط الأمطار لابد وأن تكون الكتل الهوائية غير مستقرة أى تتصف بعدم الثبات، والذى يعنى أن الهواء لا يقاوم الارتفاع الرأسى أو الصعود إذا ما تعرض له، ويصبح انخفاض الحرارة فى الكتلة كبير بسبب عامل الارتفاع .

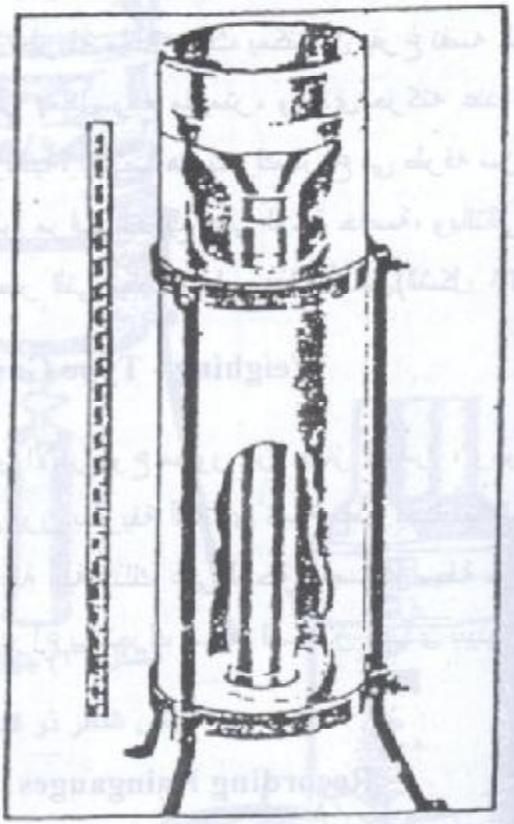
أما فى حالة الثبات فان الهواء يقاوم أى حركة رأسية ولا توجد فرصة لحدوث حركة تصعيد، ويساعد على ذلك برودة الأجزاء السفلى من الكتلة الهوائية بحيث يصبح معدل انخفاض الحرارة بالارتفاع قليل جداً، وبالتالى تنعدم فرصة سقوط المطر فى مثل هذه الحالات .

ـ قياس المطر :

تستخدم فى قياس كميات الأمطار عدة أجهزة أبسطها وأكثرها انتشاراً ما يلي:

١ – جهاز القياس: Raingauge

ويتركب الجهاز من اسطوانة معدنية قطرها غالبا حوالى ٢٠ سنتيمتر، وبداخلها قمع مركب فوق اناء تجميع ماء المطر كما يوجد معها مخبار مدرج لقياس الماء المتجمع ، وقد يوضع المخبار داخل الاسطوانة المعدنية بدلاً من الاناء بحيث يتجمع فيه ماء المطر مباشرة، ويوضع الجهاز دائما فى العراء ، ويدل ارتفاع الماء الذى يتجمع فى المخبار على كمية المطر التى سقطت ، ويتم حسابها إما بالملليمتر أو بالبوصات (الشكل رقم ٢٥).



الشكل رقم(٢٥) جهاز قياس المطر العادي

- جهاز الدلو المائل : Tipping Bucket Gauge

وهـو يعتبر جهاز معدل لجهاز القياس السابق ويتم فيه تسجيل كمية المطـر السـاقطة بطـريقة آلية ، ويتركب الجهاز من نفس الأجزاء التى

يتركب منها جهاز القياس العادي ولكنه يزيد عنه فى وجود دلو صغير أسفل الجهاز موضوع بطريقة مائلة بحيث يمكنه أن يفرغ نفسه آلياً كلما تجمع به مقدار من المطر يعادل ربع ملليمتر، وتؤدى حركته عند التفريغ إلى توصيل دائرة كهربائية، بمقتضاها يتحرك ذراع فى طرفه سن ريشة تبين به كل مرة من مرات التفريغ على لوحة خاصة، وبالتالى يمكن حساب مجموع كمية المطر التى سقطت على هذا الأساس(الشكل ٢٦).

٣ – ميزان المطر: Weighing - Type Gauge

وهذا الجهاز هو الآخر نوع مطور من جهاز القياس ، وهو مزود بميزان خاص يمكنه أن يزن بطريقة آلية أى كمية مطر يستقبلها الجهاز ، ويسجل الوزن بطريقة آلية كذلك على لوحة خاصة بواسطة سن ريشة مثبت فى نهايتها ذراع يتحرك تبعا للوزن الذى يبينه الميزان (الشكل رقم ٢٧).

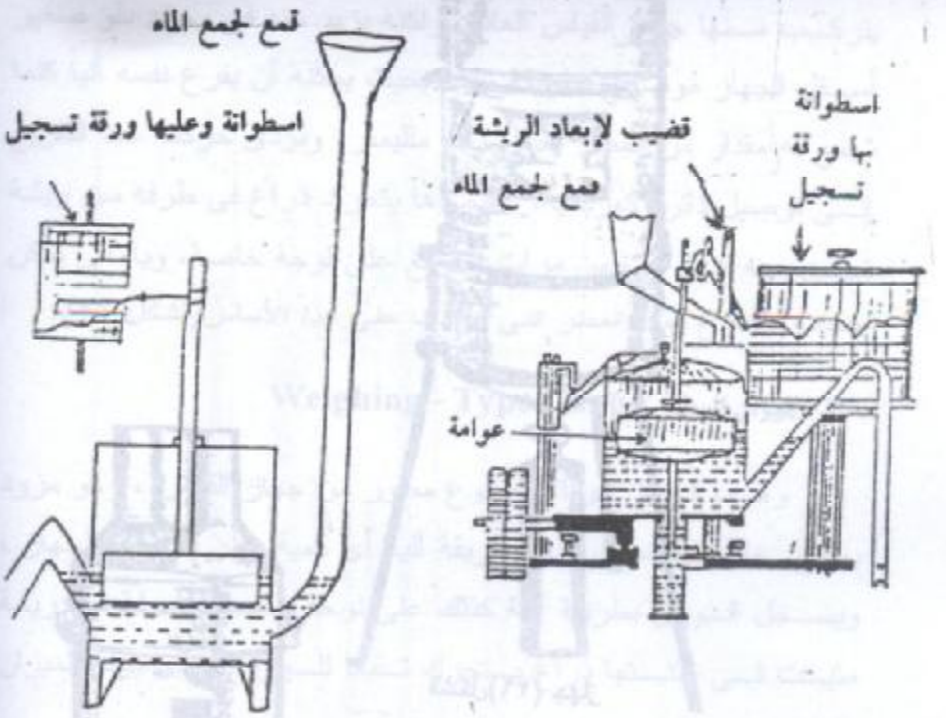
٤ – جهاز تسجيل المطر: Recording Raingauges

ويتكون الجهاز من حوض فوقه قمع لجمع ماء المطر ، كما يوجد داخل الحوض عوامة تنتهى بمؤشر فى طرفه ريشة بها حبر ترسم على ورقة رسم بيانى ملفوفة حول اسطوانة دوارة ، وعندما يرتفع الماء فى الحوض ترتفع العوامة وتنتقل الحركة إلى الذراع والريشة وتسجل كمية المطر على ورقة الرسم البيانى، كما يوجد بالحوض صنبور خاص لتعديل الماء الموجود فى الاناء لتبدأ الريشة التسجيل من خط الصفر(الشكل ٢٨).

الشكل(٢٦) جهاز

قياس المطر ذو الدلو المائل

لشكل رقم (٢٧) ميزان المطر



الشكل رقم (٢٨) جهاز تسجيل المطر المبسط

ـ مشكلات قياس المطر :

على الرغم من التطورات التى طرأت على أجهزة قياس المطر وغيرها من أجهزة قياس العناصر المناخية فإن قياس المطر بالذات مازال معرضاً لبعض الأخطاء الناجمة عن أسباب مختلفة ، فقد تحدث بعض

الأخطـــاء نتيجة لعدم دقة القراءات أو عمليات القياس التى يقوم بها الراصد نفســه ، كمـــا أن بعضها قد يحدث بسبب أى خلل فى أجهزة التسجيل ، أو بسبب نوعية الجهاز المستخدم أو بسبب عدم وضعه فى الموضع الصحيح ، ويكفـــى أن نعلـــم أنه حتى الآن لا يوجد نوع قياس موحد للجهاز التقليدى لقـياس المطـــر ، ولا يوجـــد اتفـــاق بين كل مراصد العالم على حجمه أو المواصـــفات المطلوبـــة لتركيـــبه ، ولهذا فان مقارنة البيانات المستمدة من أجهـــزة القياس المستخدمة فى البلاد المختلفة لا تكون فى كثير من الأحيان دقيقة بالدرجة المطلوبة ، ولمعالجة هذه المشكلة فقد ابتكرت منظمة الأرصاد الجويـــة الدولية International Meterological Organisation جهازاً قياسياً لتصحيح قراءات الأجهزة المستخدمة فى مختلف الدول ، وقد ظهر أن الفروق بين هذه الأجهزة وبين قراءات المقياس الدولى تتراوح ما بين ٥ ٪ إلى ١٥ ٪ .

وليس هناك ارتفاع واحد لتثبيت جهاز قياس المطر عن سطح الأرض ، ومازال تحديد الارتفاع الأمثل مختلفاً عليه حتى الآن ، فعلى الرغم من أن كمية المطر المطلوب حسابها فعلاً هى الكمية التى تصل إلى سطح الأرض نفسه، فإن القياس على هذا المستوى لن يكون دقيقاً من الناحية العملية ، لأن المـياه التى تتجمع فى الجهاز فى هذه الحالة مقصورة على مياه المطر التى تسـقط فوقه مباشرة بل ستضاف اليها كميات لا يستهان بها من المياه التى تنبعث نحوه من الأرض المجاورة عند سقوط المطر عليها .

ومـــن ناحـــية أخـــرى فان وضع الجهاز فى مستوى أعلى من سطح الأرض يؤدى إلى اعتراض الرياح وحدوث دوامات بها مما يؤدى إلى زيادة سـرعتها ودفعهـا لنقاط المطر الساقطة بعيداً عن الجهاز ، وذلك بالأخص أثـناء هبوب الرياح القوية التى تكون فى كثير من الأحيان مصاحبة لسقوط المطـر ، وهكـذا فـان المسـتويات التى توضع عليها الأجهزة فى الدول المختلفة تتفاوت من ٣٠ سم إلى مترين أو أكثر فوق سطح الأرض .

وتظهـر هـذه المشكلة بصورة أوضح عند وضع هذه الأجهزة على المرتفعات، بسبب ارتفاع سرعة الرياح وكثرة الاضطرابات الجوية، ولتقليل الخطأ فى نتائج القياس فى مثل هذه الظروف يبنى حول جهاز القياس حائط بمقاييس محسوبة، وعلى بعد محسوب كذلك لكى يقلل من سرعة الرياح ويعـرقل فى نفس الوقت سقوط المطر فى الجهاز. بعض الخطوات الواجب اتباعها عند قياس المطر :

١- يجـب وضـع جهـاز قـياس المطر فى مكان مكشوف بعيداً عن الأشجار والمبانى للحصول على نتائج دقيقة .

٢-يجب عدم وضع الجهاز فى مكان مرتفع كثيراً عن الأجزاء المحيطة لأن شدة سرعة الرياح تعرقل وصول المطر الساقط كله إلى الجهاز .

سادساً : السحاب Clouds :

تـتكون السحب من ملايين من الجزيئات الصغيرة من الماء وبسبب صـغر هذه الجزيئات يستطيع الهواء أن يحملها ، وتتمكن الرياح من نقل

وتحـريكها مـن مكان إلى آخر ، ويوجد تشابه كبير بين كل من السحاب والضـباب ولكـن الضباب قريب من سطح الأرض والسحاب فى الطبقات العلـيا مـن الجـو ، وتأتى أهمية دراسة السحب فى أنها مصدر كل أنواع التسـاقط خاصة الأمطار والثلوج ، وان كان ليس من الضرورى أن تُسقط كـل السـحب أمطاراً ، إلا أن الأمطار لا تسقط إلا لو كان هناك سحب ، وكذلك ما للسحب من أثر على مقدار الاشعاع الشمسى الذى يصل إلى سطح الأرض ودوره فى التأثير على باقى عناصر المناخ .

ـ كمية السحب :

يتم توضيح هذه الكمية على أساس افتراض أن قبة السماء مقسمة إلى ثمانـية أقسام ، وتحسب الكمية بعدد الأقسام التى تغطيها السحب الموجودة فـى قـبة السماء ، وتستخدم لذلك رموز وشفرات سيرد ذكرها فى خرائط الطقس .

أولاً : أجهزة قياس ارتفاع قاعدة السحاب :

يعبر عن ارتفاع قاعدة السحب بارتفاع هذه القاعدة عن مستوى مكان الرصـد أو مستوى سطح الأرض المقام عليها جهاز المطر العادى ، وفى محطـات الأرصاد الملحقة بالمطارات يعبر عن ذلك بارتفاع قاعدة السحب عـن مسـتوى الارتفـاع الرسمى للمطار حتى يجىء مطابقاً للاحتياجات الملاحـة الجوية ، ويمكن قياس ارتفاع قاعدة السحب بواسطة اطلاق بالونة أو بواسطة الكشاف الضوئى فى أثناء الليل .

١- قياس ارتفاع قاعدة السحاب بواسطة البالونة :

يقاس ارتفاع السحاب عادة فوق مستوى سطح محطة الرصد بواسط
الراصد ، ويستخدم الراصد لذلك بالونة تملأ بمقدار محدد من الأيدروجين
الهيليـــوم وذلك حتى تكون سرعة البالونة معلومة ، ويتم حساب الزمن م
لحظة انطلاق البالونة حتى بداية اختراقها السحاب من أسفل ، وعليه يمك
تحديد ارتفاع السحاب وذلك بضرب سرعة صعود البالونة فى مدة الصعو
التى استغرقتها حتى وصلت إلى الجزء السفلى من طبقة السحاب ، مثال
تكون سرعة البالونة ٥٠ متراً فى الدقيقة ، وقطعت البالونة المسافة فى ١٠
دقـــائق حتى بدأت تخترق السحاب، وعليه يكون ارتفاع السحاب هو ٥٠
١٠ = ٥٠٠ متر ، وقد تستخدم البالونة ليلاً ولكن يعلق بها من اسفل مصبا
خاص ، وعندما يبدأ المصباح فى الاختفاء يبدأ حساب ارتفاع السحاب ولك
قد تصادف هذه الطريقة بعض الصعاب هى:

١- اختـــفاء الـــبالونة بســـبب سحابة عابرة فى مستوى أدنى من طب
السحاب .

٢- تأثير الرياح على البالونة ودفعها وانحرافها على المستوى الرأسى

٣- قـــد تســـتغرق البالونة زمن قليل قبل أن تنطلق إلى أعلى بسرعة
المعتادة .

٢ــ كشاف السحاب العادى :

يرســـل الكشـــاف حـــزمة من الأشعة الضوئية المتوازية فى اتـ
رأســـى، عـــند وصولها إلى قاعدة السحاب تظهر على شكل بقعة مضـ
واضحة على قاعدة السحاب ، وعن طريق قياس زاوية ارتفاع هذه البق

علـــى بعد مناسب من الكشاف يمكن حساب ارتفاع قاعدة السحاب ، ويتم قـياس زاويـــة الـبقعة المضـيئة فـــى اسفل السحاب بواسطة الأليداد أو الكلينومـــتر (شـكل رقـم ٢٩) ، ويتركب الأليداد من ذارع من النحاس الأصـــفر مثبـــت على لوحة من النحاس الأصفر أيضاً عليها تدريج مثل تدريج المنقلة الهندسية ، حيث تبدأ من الصفر فى كل من طرفيها وتنتهى بالـــتدريج ٩٠ ° عـــند القمة ، ويتحرك الذراع حول محور عمودى على مستوى اللوحة ، وكل من طرفى الذراع مدبب ومزود بسن عمودى عليه بحيث يستخدم السنان للتوجيه ، ويوضع الأليداد فى مكان مناسب يمكن منه رؤية الحزمة الضوئية عند زوايا الارتفاع المختلفة ، التى تتراوح عادة بين خمـــس درجات وخمس وثمانين درجة ، ثم يثبت فى القائم الرأسى بحيث يشـــير المؤشر أو طرف الذراع إلى الصفر عندما يكون الذراع أفقياً تماماً باستخدام ميزان تسوية .

- طريقة القياس :

تدار اللوحة النحاسية حتى تكون فى المستوى المار بكشاف الحساب ثم تحرك الشريحة النحاسية حتى يظهر السنان المدببان على استقامة واحدة مع العين والبقعة المضيئة ثم تقرأ الزاوية التى يشار اليها طرف الشريحة أو المؤشـــر المثبـــت بها ، ويستخرج ارتفاع قاعدة السحاب بواسطة هذه الزاوية من الجدول الخاص بذلك .

لوحة المقياس المدرجة التي
تتحرك حول المحور الراسي
الأليداد

الكلينومتر

الشكل رقم (٢٩)

ثانياً : أجهزة قياس اتجاه السحاب وسرعتها :

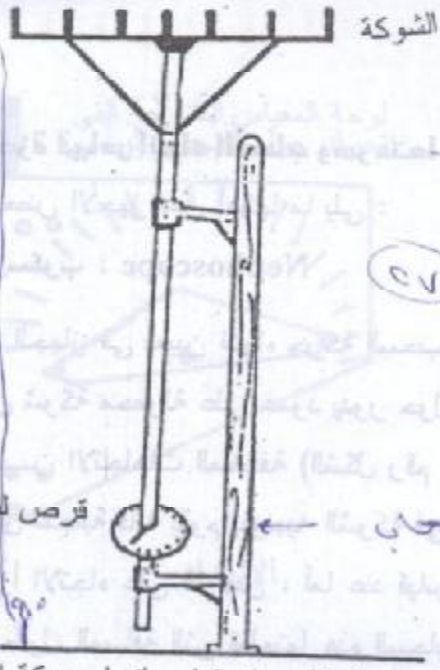
ويستخدم لذلك بعض الأجهزة من أهمها ما يلى :

١ ــ جهاز النيفوسكوب : Nephoscope

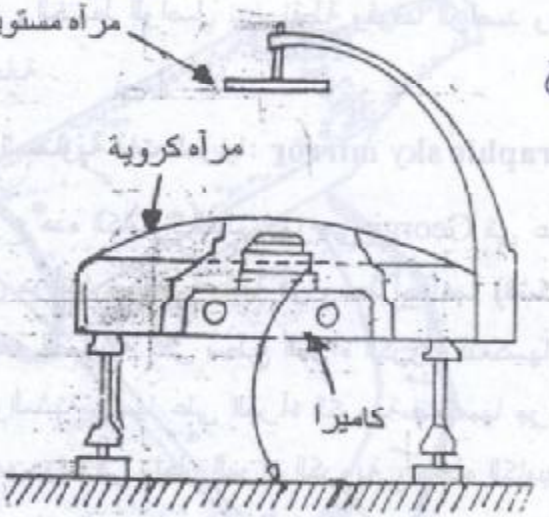
يستخدم هذا الجهاز فى تعيين اتجاه حركة السحب وقياس سرعتها ، تتكون الجهاز من شوكة محمولة على عمود يدور حول نفسه ومثبت عند دته قرص يبين الاتجاهات المختلفة (الشكل رقم ٣٠). وعندما يريد اصد رصد أى سحابة فانه يقوم بتوجيه الشوكة فى نفس اتجاه حركة حابة ثم يقرأ الاتجاه على القرص ، أما عند قياس سرعتها فانه يتم ابها على أساس طول المسافة التى قطعتها هذه السحابة فى مدة معينة ، ا تظهر من أقسام الشوكة والزاوية المحصورة بين الخط الرأسى عند ان الراصد والخط الواصل بين نقطة وقوف الراصد والمكان الذى ركت اليه السحابة .

١- الكاميرا السماوية ذات المرايا: Photographic sky mirror

وقد اخترع هذه الكاميرا العالم جورجى Georgi فى عام ١٩٣٣ ، ى تتكون من مرآتين وكاميرا مثبتة فى وسط احداهما (الشكل رقم ٣١) يث تسقط الأشعة الضوئية على سطح المرآة الكروية لتعكسها على سطح رآة المستوية والمثبتة رأسياً على المرآة الكروية فتعكسها مرة ثانية على سة الكاميرا الموجودة فى داخل المرآة الكروية ، وهذه الكاميرا السماوية ت المرايا تستخدم فى الحصول على صور للسحب التى تحجب الضوء فى



الشكل رقم (٣٠) جهاز قياس اتجاه حركة السحب



الشكل رقم (٣١) الكاميرا السماوية ذات المرايا

سماء ، ولقد أدخل عليها بعض التعديلات حتى أمكن استخدامها فى إلتقاط
ـور السـحب المـرتفعة والتى تصل إلى ارتفاع حوالى ١٢٠٠٠ متر،
ستخدم هذه الصور فى معرفة أنواع السحب وارتفاعاتها المختلفة.

ـ استخدامات الأقمار الصناعية فى الأرصاد الجوية :

لقـد عـانى الإنسـان منذ تواجده على سطح الأرض من الظواهر
جويـة ، وقـد حاول تذليلها والتعامل معها ، وعندما أعياه فهمها وأخافته
راوتها جعل لكل ظاهرة إله وقدم له القرابين ، فجعل للرعد إله و للمطر
ـه مـثلما جعـل نبتون إله البحر ، وقد ظل الجو بما به من رعد ومطر
وابـع وأعاصـير مصدر قلق وارهاب بالنسبة للانسان كما كان ولازال
ـدر رزق وخير له، وفى كل الأحوال ظل فهمه للظواهر الجوية وقدرته
ـى التنبؤ بأحوال الجو مسألة يحاول السعى اليها ، حيث أن هذه الأحوال
ر فى حياته ورزقه عن طريق الصيد والزراعة بطريق مباشر.

ونظراً لأننا نعيش فى المنطقة العربية وجنوب حوض البحر المتوسط
ظروف جوية مستقرة نسبياً، إلى جانب عدم وجود الفوارق الواضحة بين
ـول السنة، فاننا لا نستطيع أن نقدر بشكل دقيق أهمية الأرصاد الجوية،
كن أن نلاحظ هذه الأهمية فى بعض مدننا الساحلية ، فمثلاً فى مصر من
شـون فـى مدينة الاسكندرية وبخاصة الصيادين الذين يحسبون مواعيد
نوات ، وكيف يستطيع الفرد منهم أن يتنبأ بالأحوال الجوية اعتماداً على
برته الطويلـة ، وكيف أن هؤلاء الصيادون يرتبون حياتهم على حسب

أهواء البحر وتغيراته السريعة ، بينما فى دول أخرى مثل الولايات المتحدة واليابان وبعض دول غرب أوربا تلعب التنبأت الجوية دوراً اقتصادياً كبيراً فى تقدير المحاصيل والغلات ، وفى متابعة الأعاصير والزوابع ، والتى قد تتحول فى بعض الأحوال إلى كوارث طبيعية .

ومن الأمثلة على هذه الكوارث الطبيعية ما يحدثه اعصار " أندرو " الذى يهب على الساحل الشرقى للولايات المتحدة من خسائر هائلة خاصة فى ولاية فلوريدا، فان هذا الاعصار يسبب خسائر تقدر بعدة بلايين من الدولارات، كما يؤدى إلى تدمير شامل لمناطق واسعة داخل الولاية ، وكثيرا ما تمد الحكومة الفدرالية يد العون والمساعدة لحكومة الولاية لمواجهة هذه الكوارث ، ولا شك أنه بالامكان تقليل حجم الخسائر فى الأموال والأرواح بشكل كبير ، وذلك عندما يتمكن السكان من الرحيل بعيدا عن المناطق التى تقع فى مسار الاعصار ، ويتطلب ذلك متابعة شبه لحظية ، لأن هذه الأعاصير تغير مساراتها بشكل فجائى وسريع ولا يمكن التنبؤ به ، ومن حسن الحظ أن الأقمار الصناعية يمكنها القيام بهذه المهمة ومتابعة مسارات هذه الأعاصير بشكل دقيق كما سيرد ذكره .

علم الأرصاد الجوية علم قديم ، أقدم بكثير من اطلاق الأقمار الصناعية وغزو الفضاء ، ويتم عن طريق محطات للأرصاد الجوية منتشرة فى جميع أنحاء العالم ، وتمد هذه المحطات مراكز التنبؤات الجوية بمعلومات كثيرة عن الجو وعناصره من درجات الحرارة وضغط وسرعة رياح وغيرها ، ويتم التنبؤ بالجو عن طريق نماذج رياضية ضخمة ومعقدة

ويحـــاول بهـــا خبراء الجو ، وهم فى الأصل دارسو فيزياء ــ محاكاة ما يحـــدث فى الطبيعة وبالتالى استنتاج زمن وموقع الأحداث الجوية المختلفة واذاعـــتها للتصرف بما يمليه الموقف للاستفادة من خيرها أو لتجنب النتائج الضارة للزوابع والأعاصير .

وينقســـم التنبؤ الجوى إلى ثلاثة أنواع : تنبؤ قصير ومتوسط وطويل المـــدى ، وتقـــل دقة التنبؤ بطبيعة الحال كلما زادت مدته ، ومن ثم يمكن الاعتماد على التنبؤات الجوية الدقيقة إذا لم تزد مدتها عن يوم أو جزء من اليوم ، ومع ذلك عند استخدام تنبؤ ليوم قد يصادفه خطأ كبير كما يحدث فى النشـــرات الجوية التى نطالعها فى التليفزيون ، ولذلك تستخدم بعض الدول المتقدمة مثل الولايات المتحدة حاسبات أكثر تعقيد وقوة مثل الحاسب الفائق Super Computer المعروف باسم كراى .

وكلمـــا زادت دقـــة وآلـــية المعلومات المتاحة لحاسبات التنبؤ الجوى ومراصـــده، كـــان التنـــبؤ أكثر دقة ، وقد كانت الأرصاد الجوية هى أحد التطبـــيقات المدنية التى استفادة مبكراً من الأقمار الصناعية ، ويمكن النظر إلى القمر الصناعى فى هذه الحالة على أنه برج مراقبة عالٍ جداً ويستطيع أن يكشـــف مســـاحة واسعة جداً من سطح الأرض والغلاف الجوى المحيط بالكرة الأرضية ، ومن ثم فانه يستطيع أن يعطى معلومات دقيقة تماماً عن بعض الظواهر الجوية مثل تراكيب السحاب وتحركاته .

ويـــتم استخدام الأقمار الصناعية فى الرصد الجوى فى شكل نظامين للأقمار هما :

١- أقمار فى مدارات قطبية :

المدار القطبى مدار عمودى على خط الاستواء ، ويمكن تمثيله بحلقة حـــول الكـــرة الأرضـــية تشبه تلك التى تستعمل فى النماذج التعليمية للكرة الأرضـــية، وتـــدور الكـــرة الأرضية كلها تحت هذه الحلقة من الغرب إلى الشـــرق بينما يدور هذا النوع من الأقمار الصناعية فى هذه الحلقة المدارية القطبـــية مـــن الشمال إلى الجنوب ، وبذلك يغطى القمر الصناعى كل نقط الكـــرة الأرضـــية التى تمر تحته فى لحظة ما على عكس المدار الاستوائى الثابـــت الـــذى يغطى نقطة واحدة طوال الوقت ، وليس هناك ارتفاع معين للمدار القطبى ، ولكنه يختلف حسب الاستخدام ، وتستطيع هذه الأقمار التى تدور حول الأرض فى فترات محددة لرصد وتصوير الظواهر الجوية التى تقع تحت مسارها .

٢- الأقمار الساكنة أو الثابتة جغرافيا Geostationary Satellites:

وتطلـــق إلى المدار الثابت على ارتفاع ٣٦ ألف كيلو متر من سطح الأرض ، وتستغرق دورة القمر الصناعى على هذا المدار الوقت نفسه الذى تســـتغرقه الأرض فى الدوران حول نفسها ، وعلى ذلك يبدو القمر ظاهريا وكأنـــه ساكن أو قابع فوق بقعة معينة من سطح الأرض ، كأن يكون فوق المحـــيط الهـــندى مثلاً وذلك لمتابعة الظواهر الجوية التى تحدث فى منطقة الرصد .

تطور استخدام الأقمار الصناعية فى الأرصاد الجوية :

وقد مرت استخدامات الأقمار الصناعية بعدة مراحل على النحو التالى:

١- أقمار تيروس وكوزموس :

كان أول قمر استخدم فى الرصد الجوى هو القمر الصناعى المستكشف ـ ٧ (Explorer ـ 7) الذى أطلقته الولايات المتحدة فى عام ١٩٥٩ ، وكان يحمل أول تجربة لقياس التغيرات فى الجو ، وتبع ذلك سلسلة أقمار تيروس Tiros وكان القمر تيروس ـ ١ الذى أطلق فى أول أبريل ١٩٦٠ هو أول قمر صناعى يسجل صور بالأشعة تحت الحمراء لتكوينات السحب فى طبقات الغلاف الجوى المنخفضة ، وقد أطلق من هذه المجموعات سبعة أقمار بين ١٩٦٠ ـ ١٩٦٣ وضعت فى مدار شبه قطبى على ارتفاع ٨٠٠ كم ، وكان القمر يتم دورته حول الأرض كل ١٠٠ دقيقة، ولقد أثبتت هذه المجموعة فعالية استخدام الأقمار الصناعية لرصد ومراقبة الأحوال الجوية .

وشمل البرنامج الثانى للأرصاد الجوية باستخدام الأقمار الصناعية اطلاق تسعة أقمار على ارتفاع ١٦٠٠ كيلو متر، وذلك فى الفترة من ١٩٦٦ ـ ١٩٦٩ ، وفى عام ١٩٧٠ تم اطلاق أول قمر من طراز تيروس المحسن والمسمى " أتيوس Itos " وقد استخدم فى التقاط صور مرئية وحرارية لتجمعات السحب بدقة تبلغ كيلو متر واحد ، وتعتبر هذه الدقة كافية لتمييز تكوينات السحب المهمة العالية منها والمنخفضة ، وفى ذات الفترة نفسها تقريباً أطلق الاتحاد السوفيتى سلسلة أقمار كوزموس ، والتى كانت

تخدم أغراضاً مختلفة عسكرية ومدنية ، ومنها رصد الأحوال الجوية، وه
هـذه السلسلة كان القمران كوزموس ــ ١٤٤ و كوزموس ــ ١٥٦ أسا
لنظام أرصاد جوية يسمى " مينور ".

٢-سلسلة أقمار نيمبوس Nimbus الأمريكية :

فـي عـام ١٩٦٤ أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية " ناسا " أول ق
صناعي من سلسلة سميت " نيمبوس Nimbus " وخصصت هذه المجمو
لاختـبار التكنولوجيات الجديدة ، وحملت هذه المجموعة سلسلة من الأجه
المـتطورة ، فخصص القمر الأول منها للتصوير المرئي والحراري وح
القمـر نيمبوس ــ ٤ في ابريل ١٩٧٠ أول أجهزة لقياس التدرج الحرا
الرأسي .

وفي ديسمبر ١٩٧٢ حمل نيمبوس ــ ٥ كاميرات ميكروموجية قاد
على الرؤية خلال السحب ، أما الأجهزة التي حملها نيمبوس ــ٦ فهي ال
تحملهـا الأقمـار الصناعية منذ ١٩٧٨ للقياسات الحرارية والميكروموج
وتستخدمها الوكالة القومية الأمريكية للمحيطات والجو NOAA وهي الهي
المـنوط بها متابعة بحوث الأرصاد الجوية في أمريكا ، والجيل الثالث
أقمـار " إيسـا Essa " وأمكن اختزان الصور فيها على شرائط مغناطي
لـتذاع علـى محطات المتابعة في عدة بلاد حسب الطلب ، وقد أطلق م
ثمانية أقمار واشتركت مصر والكويت في استقبال صور القمر " إيسا ــ
لتطعيم النشرات الجوية لرفع مستوى دقتها .

- كيف يتم استخدام الأقمار فى الأرصاد الجوية :

ان مفاتيح النماذج الرياضية لحركة الجو هى توزيع الضغط ودرجات الحرارة وسمك كثافة الطبقات الجوية ، ويمكن حساب حركة الرياح عن طريق غير مباشر برصد حركة السحب من أقمار ساكنة ، ويمكن لهذا الغرض تمثيل القمر الصناعى براصد على ارتفاع كبير جداً من الأرض مزود بتلسكوبات ذات قدرة عالية فى كل من النطاقين المرئى والحرارى ، ويسجل هذا الراصد حركة السحب قريباً من سطح الأرض وتدرج درجات الحرارة داخل طبقات السحب .

ويشبه رصد حركة السحب رصد التفاصيل المرئية على سطح الأرض، فالسحاب يمكن رؤيته وتصويره بوضوح ، وتستنتج حركة السحب من تغير مواقعها مع الزمن ، ومنها يمكن تحديد سرعة الرياح ، وتستطيع الأقمار تحديد سمك طبقات الغلاف الجوى ايضاً ، ويفيد ذلك فى تحديد مناطق الضغط الجوى المرتفع والمنخفض وتيارات الهواء وتوزيع درجات الحرارة ، ويتم ذلك عن طريق قياس ما يسمى بالتدرج الحرارى الرأسى .

وحيث أننا لا نستطيع استخدام ترمومترات لقياس درجة الحرارة عند كل كيلو متر من ارتفاع الغلاف الجوى ، لذلك لابد لنا من استخدام طريقة أخرى لقياس درجات الحرارة فى طبقات الغلاف الجوى المتتابعة ، وإن كان القياس فى الترمومترات يتم عن طريق ظاهرة التوصيل الحرارى ، فان قياس درجات الحرارة بواسطة الأقمار الصناعية يتم عن طريق قياس

الاشـــعاع الحـــرارى ، ويـــتم ذلك لأن الغلاف الجوى يمكن أن تنفذ خلاله الأشـــعة الضـــوئية ، إلا أنه يمتص الأشعة الأخرى بداية من الأشعة فوق البنفسجية إلى أشعة جاما بدرجات متفاوتة ، ويساعد امتصاص الأشعة تحت الحمـــراء بواســـطة مكونـــات الغـــلاف الجوى المختلفة على قياس التدرج الحرارى فى طبقات الجو .

إن الأشعة تحت الحمراء التى تخرج من أعلى الغلاف الجوى ، والتى يتم قياسها بواسطة الأقمار الصناعية هى أشعة خرجت بعد أن تم امتصاص بعضـــها ، وهى لذلك تحتوى على معلومات عن مقدار الامتصاص الذى تم بكـــل الطـــبقات واحدة بعد الأخرى والذى يعتمد على درجة الحرارة فقط ، وبذلـــك فقـــياس درجات الاشعاع الحرارى على ارتفاعات مختلفة يُمكن من حساب درجات الحرارة عند هذه الارتفاعات ، ويدمج نتائج التدرج الحرارى مع قياسات الضغط عند ارتفاعات مختلفة يمكن حساب كثافة طبقات الغلاف الجوى فى منطقة معينة من الكرة الأرضية .

ويـــتم ادخـــال المعلومـــات الخاصة بكثافة طبقات الغلاف الجوى مع معلومـــات حـــركة الـــرياح وغـــيرها من المعلومات فى النماذج الرياضية الحاسوبية الكبيرة ، التى سبق الحديث عنها والتى تستطيع ــ بناء على هذه المعلومات ــ اعطاء معلومات وتنبؤات أكثر دقة عن حالة الجو علي المدى الطويل.

لقـد تحسنت الأرصاد الجوية بإستخدام الأقمار الصناعية كثيراً ، واذا كانـت الصـورة التى رسمناها فى الفقرات السابقة تبدو مجردة ورياضية بعض الشيء ، فان هناك صورة أخرى تجسد أهمية الأقمار الصناعية بشكل ملموس ، وهذه هى صورة العواصف الرملية فى شمال افريقيا وفى صحراء العرب مثل أعاصير المحيطين الأطلنطى والباسفيكى على سواحل الولايات المتحدة واليابان ، وفى بحر الشمال تأخذ كلها صورة مرئية وتتحرك حركة ملحوظة يمكن رصدها من الأقمار ، بل يمكن تحديد عين الاعصار ورؤية اتجاه دورانه من الصور الملتقطة من هذه الأقمار .

ـ أنواع أقمار الأرصاد الجوية :

أدركت دول كثيرة الفائدة المباشرة التى تعود عليها من أقمار الأرصاد الجوية فأطلقت عدة دول ــ ومنها دول نامية ــ أقمارها الخاصة بالأرصاد، ومـن هذه الدول اليابان وأوربا والهند ، وهذه الأقمار أقمار ساكنة ويغطى كـل منها منطقة معينة من سطح الأرض ، ولذلك تستفيد منها مباشرة دول معيـنة أو مجموعـة مـن الدول تكون هى عادة التى ستتولى اطلاق القمر الصناعى وتحمل نفقاته وتغطى هذه الأقمار فى مجملها الكرة الأرضية كلها، وتنقسم إلى مجموعتين متكاملتين :

المجموعة الأولى : فى مدار ثابت جغرافياً عند خط الاستواء وتتكون من أربعة أقمار وهى موزعة على النحو التالى :

١- سلسلة جويز Goes الشرقية والغربية : وهما قمران أطلقتهما الولايات المتحدة على المدار الثابت جغرافياً Goestationary Orbit ويغطيان أمريكا الشمالية والجنوبية والمحيط الهادى الغربى، وقد أطلق من مجموعة جويز Goes سبعة أقمار فى الفترة من ١٩٧٥ إلى ١٩٨٧ .

٢- ميتوسات Meteosat : أقمار أوربية فى المدار نفسه بدأ اطلاقها عام ١٩٧٧ وتغطى أوربا وافريقيا والشرق الأوسط ، وقد أطلق من مجموعة ميتوسات خمسة أقمار فى الفترة من ١٩٧٧ إلى ١٩٨١ وتتعدد الاطلاقات فى حالة تعطل بعض وظائف القمر أو لاستبداله بعد انتهاء عمره الفتراضى.

٣- انسات Insat : قمر هندى فى مدار ثابت حول خط الاستواء ويغطى شبه القارة الهندية والمحيط الهندى وجزءا من آسيا ، وقد أطلق من هذه المجموعة من الأقمار انسات ١أ ، ١ب ،١جـ ما بين ١٩٨٢ إلى ١٩٨٨ ثم انسات -٢ فى ١٩٩٠.

٤- سلسلة أقمار ج.م.س GMS اليابانية أطلق منها Gms1 , Gms2 Gms3، فى الفترة من ١٩٧٧ إلى ١٩٨٤ وتغطى استراليا وغرب المحيط الهادى .

المجموعة الثانية : فى مدار قطبى عمودى على المدار الاستوائى الثابت وتتكون من الأقمار الآتية :

١- تيروس Tiros : وهى أقمار أمريكية على ارتفاع ٨٠٠ كيلو متر، وقد أطلق منه سبعة أقمار .

٢- NOAA قمران أمريكيان على الارتفاع نفسه تقريباً ويعطيان بيانات جوية لكل الكرة الأرضية كل ست ساعات .

٣- ميتور METEOR روسى على ارتفاع ٨٠٠ كيلو متر تقريباً فى مدار قطبى ، وقد أطلق من METEOR I ثلاثون قمراً فى الفترة من ١٩٦٩ إلى ١٩٧٨ وتلاه برنامج METEOR II , METEOR III .

Weather Map

الفصل الرابع

خرائط الطقس

Weather Maps

الفصل الرابع

خرائط الطقس

Weather Maps

ـ خريطة الطقس: Weather Map

الطقس هو حالة الجو فى فترة زمنية قصيرة قد تكون ساعة معينة أو يوم أوبضعة أيام ، وعليه فإن خريطة الطقس هى الخريطة التى توضح حالة الجـو أثناء هذه الفترة القصيرة ، وغالباً ما تكون خريطة الطقس تمثل حالة الجو فى يوم واحد ، وان كانت معظم محطات الأرصاد الجوية فى السنوات الأخيرة تقوم باعداد ورسم أكثر من خريطة للطقس فى اليوم الواحد ، وذلك نتيجة أن الطقس قد يتغير من ساعة لأخرى ومن يوم لآخر مثل الطقس فى انجلـترا، ولا تقتصـر خـرائط الطقس على اظهار حالة الجو على سطح الأرض ، بـل أصـبحت ترسم خرائط للطقس فى طبقات الجو العليا على ارتفاعات مختلفة من سطح الأرض ، فمثلا توجد خرائط لارتفاعات ١,٥ ، ٣ ، ٦ كـيلو مـتر، وفـى بعـض الـدول قد ترسم خرائط أعلى من هذه المستويات .

وتنقسـم عناصـر الطقـس إلى عدة أنواع منها درجة الحرارة وكمية الأمطـار الـتى تمـثل أحد عناصر التساقط ، هذا إلى جانب عناصر التساقط Percipitation الأخرى والتى تتمثل فى الثلج والبرد والضباب والـندى والصـقيع ، وكذلك بعض عناصر الطقس الأخرى مثل نسبة

الـرطوبة والضغط الجوى والرياح والسحاب ومقدار الاشعاع الشمسى الواصل إلى سطح الأرض .

وفيما يلى نستعرض بعض عناصر الطقس الهامة :

ـ الرطوبة : Humidity :

وتعـنى الرطوبة كمية ما يحتويه الهواء من بخار الماء ، ويتم قياس هـذه الكميات فى محطات الأرصاد ـ كملا سبق أن ذكرنا ـ بعدة أجهزة مـنها الترمومـتر المـبلل والترمومـتر الجـاف وهو جهاز الهيجرومتر Hygrometer ، وقـد فرقـنا فـيما سـبق بين كل من الرطوبة المطلقة Absolute Humidity والـتى تعـنى كمية بخار الماء الموجود فعلاً فى حجـم معيـن من الهواء ، والرطوبة النسبية Relative Humidity والتى تعـنى نسبة كمية بخار الماء الموجود فى الهواء إلى ما يستطيع الهواء أن يحمله بالفعل عند التشبع فى نفس درجة الحرارة .

ويعـرف الهـواء عـندما تصل رطوبته النسبية إلى ١٠٠ ٪ أنه قد وصلت درجة حرارته إلى نقطة الندى Point ـ Dew حيث يكون الهواء مشـبعاً ببخار الماء ، وإذا ما حدث انخفاض فى درجة حرارة الهواء الذى وصـل إلـى نقطة الندى فانه يحدث له التكاثف ، كما أنه من الملاحظ أن الهـواء الدافىء يستطيع أن يحمل كمية أكبر من بخار الماء مما يستطيع أن يحملهـا الهواء البارد ، وذلك لأن برودة الهواء تؤدى إلى حدوث التكاثف، وهـذا ما يؤدى إلى ظهور بعض قطرات المياه على الأسطح الزجاجية عند

اض درجات حرارة الهواء لأن هذه الأسطح أكثر برودة من الهواء ، حدث نفس الشيء فى الصباح الباكر على أوراق الشجر .

ـ التغيم (السحاب) :

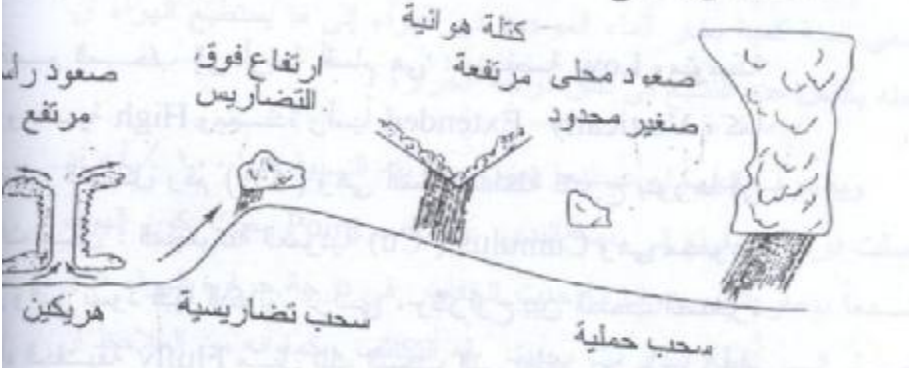
وتعـني درجة التغيم فى الطقس بأنه نسبة الجزء الذى تحجبه السحب السـماء ، والذى يقوم برصده المترولوجيون فى محطات الأرصاد ، السحب تكاثف جزئى لبخار الماء وذلك على شكل ذرات مائية دقيقة ح انتشارها وخفة وزنها على التساقط ، وتنشأ السحب نتيجة لارتفاع المشبع بالماء إلى أعلى وانتشاره ومن ثم بردوته تبعاً لنقص الضغط المصاحب لارتفاعه .

ـ أنواع السحب :

وتنقسـم السـحب إلى أربعة أقسام هى : منخفضة Low ومتوسطة Mi وعالـية High وممـتدة رأسياً Vertically Extended ، كما ح مـن الشـكل رقم (٣٢) وهى أقسام متداخلة تتدرج بدورها فى عـات مـثل : المجموعة العمودية Cumulus (Cu) وهى مجموعة امى والتى يسود فيها التكوين الرأسى ، وتتراوح بين السحب الصغيرة ـاء الخفـيفة Flufly مـثل تلك السحب التى تظهر بعد ظهيرة أيام يف (الشـكل رقم ٣٣ أ) إلى السحب السوداء الرعدية والتى تعرف زن الـركامى Cumulonimbus (cb) الشكل رقم (٣٣ ب) التى

أنواع السحب(أ)

تكوين السحب (ب)



الشكل رقم (٣٢) : (أ) أنواع السحب الرئيسية وارتفاعها
(ب) عمليات تكوين السحب الرئيسية

(أ)

(ب)

شكل(٣٣)

تنتج عنها الأمطار أو الثلوج، وعادة تشير إلى مجموعة السحب الت
التكوين مثل المزن الطبقى (Nimbostratus (Ns .

أما السحب الطباقية (طبقى Stratus) والتى يسود فيها الامت
الأفقي فتنقسم إلى عدة أشكال يميزها ارتفاعها واختلاف درجة حرارة
وأما السحب المسماة بالسمحاق (Cirrus (Ci فهى سحب عالية
يزيد ارتفاعها عن ٦ كيلو متر ، ومن أشهر أنواعها السمحاق الطب
Cirrostratus وكذلك السمحاق الركامى Cirrocumulus والسحب
نوع السمحاق وهى عموماً سحب خفيفة حريرية المظهر شفافة نو
وبيضاء اللون ولا يظهر لها ظل تتكون من بلورات ثل
(الشكل رقم ٣٤ أ).

أما أكثر السحب الطباقية انخفاضاً وهى التى تعرف باسم ratus
(St) (الطبقى) والتى تتكون من قطرات مائية سائلة ، وتظهر فى ش
غيم قاتم ، وكثيراً ما يصاحبها سقوط رذاذ مطرى خفيف (الشكل ٣٤ ب
أما نوع السحب الطباقية الرأسية Startocumulus (Sc) فتظهر فى ش
خلايا مميزة وتنقسم إلى نوعين هما : Altostratus (AS) وهى مما
للنوع الطبقى إلا أنها أقل كثافة منها ، تتكون من قطرات ماء تحت در
الصفر المئوى ، وأقل قابلية للسقوط والنوع الثانى tocumulus (AC)
(الشكل رقم ٣٥)، وهو نوع عمودى ذو تكوين رأسى كبير ، وقاعدة عا
لدرجة أن يتكون من قطرات ماء تحت درجة الصفر المئوى أيضاً .

(ج)

(د)

شكل(٣٤)

ارتفاعهـا عـن ٦ كـيلو مـتر ، ومـن أشـهر أنواعها السمحاق الطبقي Cirrostratus وكذلـك السمحاق الركامى Cirrocumulus والسحب من نـوع السـمحاق وهـى عموماً سحب خفيفة حريرية المظهر شفافة نوع وبيضـاء اللـون ولا يظهـر لهـا ظـل تـتكون مـن بلـورات ثلجـية (الشكل رقم ٣٤ أ).

أمـا أكثر السحب الطباقية انخفاضاً وهى التى تعرف باسم Stratus (St) (الطـبقى) والتى تتكون من قطرات مائية سائلة ، وتظهر فى شكل غيم قاتم ، وكثيراً ما يصاحبها سقوط رذاذ مطرى خفيف (الشكل ٣٤ ب) أما نوع السحب الطباقية الرأسية Startocumulus (Sc) فتظهر فى شكل خلايـا مميزة وتنقسم إلى نوعين هما : Altostratus (AS) وهى مماثلة للـنوع الطبقى إلا أنها أقل كثافة منها ، تتكون من قطرات ماء تحت درجة الصفر المئوى ، وأقل قابلية للسقوط والنوع الثانى Altocumulus (AC) (الشكل رقم ٣٥)، وهو نوع عمودى ذو تكوين رأسى كبير ، وقاعدة عالية لدرجة أن يتكون من قطرات ماء تحت درجة الصفر المئوى أيضاً .

ولأن المـناخ يخـتلف فى طبيعته عن الطقس ، فإن خرائط الطقس خرائط دقيقة ترتبط بعمليات الرصد المختلفة التى تقوم بها محطات الأرصاد الجويـة فى أوقات معينة وساعات محددة ، ولذلك فإنها تستلزم السرعة فى رسـمها ومـن أجل ذلك ولرسم هذه الخريطة ، فإن محطات الأرصاد تقوم بترجمة بيانات الرصد التى يتم رصدها فى محطات الأرصاد المختلفة والتى يتم تبادلها باستخدام شفرة خاصة معترف بها دولياً من قبل (منظمة الأرصاد

هـ

و

شكل(٣٥)

الجويـــة العالمـــية)، ويـــتم تـــناقل هذه المعلومات باللاسلكى بجهات الع
المختلفة ، ولا يتم التبادل بأسمـــاء محطات ولكن يتم ذلك عن طريق أر
كوديـــة ، فالعـــالم مقسم إلى مناطق كبرى لكل منها رقم كود Index-
number فمـــثلاً مـــنطقة شمال شرق افريقيا وتضم ليبيا ومصر والسو
تحمل رقم كود (٦٢) ، وتحمل منطقة المغرب العربى وتضم دول تو
والجزائر والمغرب وموريتانيا رقم كود (٦٠) ، ومنطقة جنوب غرب
وتضـــم شـــبه الجزيرة العربية وإمتدادها فى دول الهلال الخصيب وكل
إيران وأفغانستان وتأخذ رقم كود (٤٠) ، بينما المنطقة التى تضم جز
انجلـــترا وجزيـــرة أيرلـــندا فـــتحمل رقـــم كـــود (٣
وهكذا ...

ويلاحـــظ أن تقســـيم هـــذه المناطق يكون على أساس وضع وح
سياســـية متجاورة فى رقم كود واحد ، على أن تمثل الحدود الخارجية
الوحـــدة السياسية حدود هذا الرقم ، ولا تمثل الحدود بين هذه الدول ح
فاصـــلة مع أن هذه الدول تضم كل منها فى داخلها على العديد من المر
الجوية بأنواعها المختلفة ، ويقصد بأنواع المراصد هنا درجة تقدم الأ
الموجـــودة بالمرصد الجوى ، وعدد مرات الرصد التى تتم فى هذا المر
الجوى ، وتبعا لذلك تنقسم المراصد إلى ثلاث درجات ويكون ذلك مبنيا
طول الفترة التى تفصل بين ارسالها لأرصادها وهى :

١- مراصـــد الدرجـــة الأولـــى : وهى التى تذيع بياناتها كل
ساعات .

٢- مراصد الدرجة الثانية : وهى التى تذيع بياناتها كل ست ساعات.

٣- مراصد الدرجة الثالثة : وهى التى تذيع بياناتها ١٢ ساعة.

ـ الرموز والشفرات المستخدمة فى خرائط الطقس :

وتنقسم الرموز والشفرات فى خرائط الطقس إلى أربعة أقسام تبعاً لأهم العناصر المكونة للطقس وهذه الأقسام هى :

١- الرموز والشفرات المستخدمة فى الضغط الجوى .

٢- الرموز والشفرات المستخدمة فى اظهار أنواع السحب وأشكالها.

٣- الرموز والشفرات الموضحة للتساقط أو مظاهر التكاثف .

٤- الرموز والشفرات الخاصة بالعواصف والرياح .

أولاً : الرموز والشفرات المستخدمة فى الضغط الجوى :

يقاس الضغط الجوى بواسطة البارومترات الزئبقية أو المعدنية أو باستخدام الباروجراف ويتم تسجيل الضغط بوحدات ـ كما سبق القول ـ وهى البوصة أو المليمتر ، وإن كان الشائع بين المترولوجين استخدام وحدة القياس المعروفة بالمليبار ، حيث يساوى ٠,٠١ بوصة ٣,٤ ملليبار أى أن البوصة تساوى ٣٤ ملليبار ، أى أن ١٠٠٠ ملليبار = ٢٩,٥٣ بوصة .

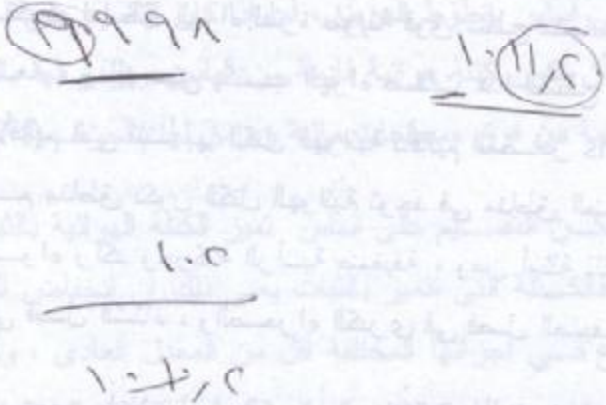
ولأن الضغط هو وزن عمود الهواء من سطح الأرض حتى نهاية الغلاف الغازى ، فإن الضغط ينخفض بالارتفاع إلى أعلى ، ويدل على ذلك انخفاض ارتفاع عمود الزئبق داخل البارومتر الزئبقى ، ومن خلال هذا الارتفاع يمكن تقدير ارتفاع الجبال ، وقد يختلف الضغط الجوى من ساعة

إلى أخرى فى مكان واحد ، كما يختلف من مكان لآخر تبعا لظروف أ
ولا يحس الانسان عادة بهذه التغيرات فى الضغط إلا إذا قل الضغط ب
الـذى يحافظ على اتزان الانسان فيصيبه الدوار ، أو أن يحدث اختلا
الضغط فى المستوى الأفقى من منطقة لأخرى فيسبب الرياح التى يش
الانسان .

ويـتم تمثـيل الضغط على خرائط الطقس بخطوط الضغط المت
Isobars وهو العنصر الوحيد الذى يمثل بهذه الطريقة ، وربما يلجأ ال
لذلـك لأنه العنصر الجوى الذى يعتبر حلقة الوصل الواضحة فى الا
الجويـة العامة ، فهو فضلاً عن ارتباطه بالحرارة ارتباطاً وثيقاً فهو
فـى بـاقى عناصـر المناخ مثل اتجاهات وقوة الرياح وما يرتبط ب
عناصر التساقط حيث أنها هى التى تحرك السحب وما يصاحبها من
أو ثلوج وغيرها، أو أن تكون رياح جافة أو تحمل الأتربة .

وترسـم خطوط الضغط المتساوى باللون الأسود يفصل بين كل
فاصـل رأسـى واحد على حسب مقياس رسم الخريطة ، والفاصل ال
المستخدم فى خرائط الطقس المصرية الخاصة بالضغط يبلغ واحد ملل
ويكتـب علـى كـل خط من هذه الخطوط رقم معين هو عبارة عن
الضـغط الجوى بالملليبار ، وقد يكتب الرقم كاملاً فى بعض الخرائط
هـو الحـال فى خرائط الطقس المصرية ، أو تكتب منه ثلاثة أرقام
ويعـنى ذلـك أن مـا كتب هو عبارة عن أول رقمين صحيحين فى
الأصلى والكسر العشرى.

مثال : الرقم ١٠٥ يعنى أن الضغط مقداره ١٠١٠,٥ ملليبار والرقم ١١٢ يعنى أن الضغط الأصلى ١٠١١,٢ ملليبار ، وأن الرقم ٩٩٨ يعنى أن الضغط الأصلى ٩٩٩,٨ ملليبار وهكذا ، كما يكتب الحرف (H) على خرائط الضغط الجوى فى وسط منطقة الضغط المرتفع وهو اختصار لكلمة High أى مرتفع ، كما يكتب الحرف (L) للدلالة على مناطق الضغط المنخفض وهو أيضا يعنى اختصار كلمة Low أى منخفض .



الكتل الهوائية والجبهات

Air Masses and Fronts

أولاً : الكتل الهوائية :

تـــتحكم الكـــتل الهوائية فى حالة الطقس ، والكتلة الهوائية ع
جزء كبير من الهواء المتجانس من ناحية حرارته ورطوبته (بخار
) وتـــتكون إذا ظل الهواء لفترة طويلة فوق سطح متجانس يتميز
الواســـعة ، وذلك حتى يكتسب الهواء صفات هذا السطح أو الاقليم
هذه الأقاليم التى تنشأ بها الكتل الهوائية بأقاليم المصادر Regions
ومعظـــم مناطق تكون الكتل الهوائية توجد فى مناطق الضغط المرت
أن الهـــواء راكد وحركته الرأسية ضعيفة ، ومن أمثلة ذلك سيبيريا
كندا فى فصل الشتاء ، والصحراء الكبرى فى فصل الصيف.

وعمومـــاً لا تظـــل الكـــتل الهوائية فى أماكنها طوال الوقت
تتحرك أوينحرك جزء منها ، ومن ثم يصادفها بعض التعديلات فى
المناخـــية مـــن ناحـــية الحرارة والرطوبة خاصة فى أجزائها السف
لمرورها على أسطح تختلف فى صفاتها المناخية عن الأسطح والن
بها الكتلة فى مصادرها الأصلية ، وكذلك فى صفات الكتلة الهوائية
غـــير أن الكـــتل الهوائـــية تظل محتفظة بالكثير من صفاتها الأسا
اكتسبتها فى أقاليم مصادرها الأصلية .

ـ تقسيم الكتل الهوائية :

ويمكـن تقسيم الكتل الهوائية حسب العروض التى تنشأ فيها وحسب طبـيعة السـطح الذى تتكون فوقه يابساً كان أو ماءاً ، وبالتالى توجد عدة طـرق لتقسيم الكتل الهوائية ، وتستخدم الحروف الأبجدية كرموز لتمييز الكتل الهوائية ، فمثلاً إذا كانت الكتلة الهوائية قطبية فانه يرمز لها بالحرف (A) أو أن تكـون كتلة مدارية ويرمز لها بالحرف (T)، وعلى ذلك يكون التقسيم على أساس خطوط العرض، أما إذا كان التقسيم على أساس طبيعة المصدر كأن تكون كتلة هوائية قادمة من اليابس ويرمز لها بالحرف (C) أو كتلة قادمة من فوق مسطحات مائية ويرمز لها بالحرف (M) .

ويمكـن التقسـيم على أساس تميز الكتلة الهوائية بالثبات أو عدم الثـبات، فالكـتلة التى تتميز بالثبات يعنى ذلك أن انخفاض الحرارة فيها بالارتفـاع فـي أجزائها المختلفة أقل من المعدل العادى ، وكان احتمال سـقوط أمطار منها احتمالاً ضعيفاً ويرمز لهذه الكتلة بالحرف (S) أما إذا كانـت الكتلة غير ثابتة فإنه يرمز لها بالحرف (U) . أما إذا كانت الكتلة الهوائية أبرد من السطح الذى تمر فوقه فإنه يرمز لها بالحرف (K) ، أما إذا كانـت أدفـأ من هذا السطح فيرمز لها بالحرف (W) ومن خلال هذه الحروف يمكن التعرف على صفات الكتلة الهوائية :

مـثال : إذا رمـز لكتلة هوائية بالحروف (Pcsk) فإنها كتلة ذات أصـل قطـبى قارى أى أنها قادمة من العروض العليا من داخل القارات

وتتميز بالثبات ، ولا يحتمل أن يصاحبها سقوط أمطار، كما تتميز بانخفاض درجة حرارتها عن الأسطح التى تمر فوقها، حيث أنها قادمة من اتجاه القطب فى إتجاه خط الإستواء.

مثال آخر :كتلة هوائية يرمز لها بالحروف (Tmuw) فمعنى ذلك أنها ذات أصل مدارى بحرى أى أنها قادمة من العروض المدرية ، وتتكون فوق مسطحات مائية ، كما أنها غير ثابتة ويحتمل أن تصاحبها أمطار ، كما تتميز بأن درجة حرارتها أدفأ من الأسطح التى تمر فوقها، حيث أنها قادمة من إتجاه خط الإستواء فى إتجاه القطب. ويمكن تقسيم هذه الكتل إلى الانواع التالية :

١- الكتل الهوائية فوق الجليد الدائم:

وهى كتل تتكون فوق مناطق الجليد الدائم كالمناطق المتجمدة حول القطبين والمناطق المجاورة لها والتى يكسوها الجليد بصفة دائمة مثل جرينلند والجزر والمسطحات المائية المجاورة لها في نصف الكرة الشمالى ، وقارة أنتاركتيكا في النصف الجنوبى من الكرة الأرضية ، وتتميز هذه الكتل بشدة برودتها وندرة بخار الماء فيها وعادة ما يكون تحركها نحو الغرب أى من الشرق إلى الغرب ويرمز لها بالحرف (A).

٢- الكتل الهوائية القطبية القارية : Continental Polar

ويرمز لهذه الكتلة بالحروف (CP) وتتكون في العروض العليا فى المناطق القطبية أثناء الفصل البارد من السنة، وحينما توجد مناطق

الضـــغط المرتفع. ومن أهم المناطق التى تنشأ فيها سهول كندا وسيبيريا، وتمتاز ببرودة هوائها وجفافه النسبى، وتعتبر هذه الكتل أهم مصادر الهواء الـــبارد في نصف الكرة الشمالى في فصل الشتاء، والتى تأتى من سهول ســـيبيريا وشـــمال شرق أوروبا، فتهب على مناطق مناخ البحر المتوسط والشرق الأوسط في فصل الشتاء، وقد تمتد هذه الكتل الهوائية الباردة حتى المـــناطق الاستوائية، ولا توجد هذه الكتل في نصف الكرة الجنوبى لعدم وجـــود يـــابس حول الدائرة القطبية الجنوبية، أى أنها كتل ترتبط بنصف الكرة الشمالية .

٣- كتل هوائية قطبية بحرية : Marine Polar

ويرمـــز لهـــذه الكتل بالحروف (MP) وتظهر فوق شمال المحيط الأطلـــنطى، وهى في الأصل كتل قطبية قارية تكونت فوق سهول كندا ثم انتقلت نحو شمال المحيط الأطلنطى، ويتميز هوائها بأنه أقل برودة وأكثر رطوبة من هواء الكتل القطبية القارية ، وتكثر هذه الكتل في نصف الكرة الجنوبى عنها في نصف الكرة الشمالى ، وذلك لاتساع مساحة المسطحات المائية بالنصف الجنوبى، أى سيادة الماء وإختفاء اليابس تقريباً.

٤- كتل هوائية مدارية :

وتتكون في مناطق الضغط المرتفع المدارى المسماه باسم "**عروض الخيل**" فوق اليابس والماء وبالتالى تنقسم إلى :

أ- الكتل الهوائية المدارية القارية : Contintental Tropical

ويرمز لهذه الكتل بالحروف (CT) ، وتتكون في فصل الشتاء فوق صحارى شمال أفريقيا وشبه الجزيرة العربية .

ب- الكتل الهوائية المدارية البحرية : Marine Tropical

ويرمـــز لهذه الكتل بالحروف (MT) ، وتتكون فوق المحيطات في مناطق الضغط المرتفع المدارى، كما تتكون فوق مياه البحر المتوسط في الصيف عندما يتكون فوقه ضغط مرتفع يتصل بالضغط المرتفع الآزورى، وتحيطه مناطق ضغط منخفض تمتد فوق جنوب أوروبا وشمال أفريقيا.

ويتمـــيز هـــواء الكتل الهوائية المدارية باعتداله أو دفئه وتزداد فيه نســـبة الرطوبة خاصة في الكتل الهوائية المدارية البحرية بالمقارنة بالكتل الهوائية المدارية القارية .

٥- الكتل الهوائية الاستوائية القارية :

ويرمز لها بالحروف (CTH) وهى شبيهه بالكتل الهوائية المدارية القاريـــة السابقة ولكنها تختلف عنها بأن الهواء مرتفع الحرارة، وذلك لأن الهـــواء المـــدارى يعتبر أهم مصادرها عندما يتحرك ويعبر خط الاستواء الحرارى .

٦- الكتل الهوائية الاستوائية البحرية :

ويرمز لها بالحروف (MTH) هى تماثل أيضاً الكتل المدارية البحرية السابقة ، ولكنها تختلف عنها في أن الهواء درجة حرارته مرتفعه ويحمل كميات كبيرة من بخار الماء عند مرورها فوق المسطحات المائية. وهذه الكتل الهوائية الاستوائية البحرية هى التى تغزو الهند ووسط افريقيا والسودان و الهضبة الحبشية في فصل الصيف أى أنها أساس الرياح الموسمية التى تهب من المسطحات المائية على ما يجاورها من يابس وبالتالى تسقط كميات غزيرة من المطر والمعروف باسم" **المطر الموسمى**".

ثانياً : الجبهات الهوائية : Air Fronts

عندما تتقابل كتلتان هوائيتان مختلفتان في حرارتهما ورطوبتهما ، فإنهما لا تندمجان مع بعضهما بسهولة ، وإنما يتكون حد فاصل بينهما ، وذلك عندما يبدأ الهواء الأكثر دفئاً في الصعود فوق الهواء الأبرد ، وتسمى منطقة التقابل هذه بسطوح عدم الاستقرار Surfaces of Discontinuity أو بالجبهات Fronts ، ولا تظهر الجبهات في شكل خطوط وإنما هى مناطق واسعة يتراوح عرض الواحدة منها عادة ما بين ٢٠٠ إلى ٣٠٠ كيلو متر .

وتؤثر الجبهات تأثيراً كبيراً في الصفات المناخية للمنطقة التى تتأثر بها، ولا تظل الجبهات في أماكنها وإنما تتحرك تبعاً لحركة الشمس

الظاهـرية، وعلـى طـول الجـبهات تتكون اضطرابات جوية وت
الأعاصـير، وفيها يكون هواء الكتلة الدفيئة جزءاً والجزء الثانى ع
عـن الكـتلة الباردة ، فإذا كان الهواء الدافئ أقوى فإنه يتحرك بسر
ويصـعد إلى أعلى وتسمى هذه بالجبهة الدفيئة Warm Front ، أم
كان العكس وكان الهواء البارد هو الأقوى ويدفع الهواء الدافئ إلى أ
ويحل محله تسمى هذه بالجبهة الباردة Cold Front.

ويمكن تقسيم هذه الجبهات الهوائية من حيث مصادر نشأتها
ثلاثة أنواع رئيسية وهى :

١- الجبهة المدارية : Tropical Front

وتتكون في العروض والمناطق المحيطة بخط الإستواء ، و
هذه الجبهات نتيجة تقابل الكتل الهوائية المدارية إلى الشمال من
الاستواء مع كتل أخرى جنوب هذا الخط ، ولا تختلف هذه الكتل
بعضها اختلافاً كبيراً لا من حيث درجة حرارتها أو رطوبتها ، لذلك
بهذه المناطق الاضطرابات الجوية الناتجة عنها ، كما أنها اضطرا
ضعيفة وآثارها المناخية محدودة .

٢- الجبهة القطبية : Polar front

أول من قام بدراستها العالم المترورلوجى النرويجى بير
Bjerknes والذى درس الظواهر الجوية في العروض المعتدلة

أساس ربطها بالكتل الهوائية والجبهات ، وتتكون هذه الجبهة من مجموعة من الجبهات ، منها ما يتكون فوق اليابس ومنها ما ينشأ فوق المسطحات المائية ، ولأن الكتل الهوائية المكونة لهذه الجبهات والتى تلتقى في هذه العروض مختلفة من حيث درجات حرارتها ورطوبتها فبعض هذه الكتل قادم من العروض المدارية ، وبالتالى فإن حرارتها مرتفعة ورطوبتها عالية ، أما الكتل الهوائية الأخرى فقادمه من ناحية القطبين وهى أكثر برودة وأقل رطوبة ، وعند تقابل هذه الكتل المختلفة فإنها تحدث اضطرابات جوية عنيفة تغطى آثارها على الصفات المناخية للعروض التى تتعرض لها ويتكون عنها أعاصير وانخفاضات جوية تسقط أمطاراً غزيرة وتصاحبها رياح شديدة.

٣- الجبهة المتجمدة : Arctic front

تتواجد بالقرب من الدائرتين القطبيتين في العروض العليا ، وهذه المناطق تلتقى بها الكتل الهوائية التي يأتي بعضها من اتجاه القطبين وبعضها قادم من العروض الوسطى عند خط عرض ٣٠ ° ــ ٤٠ ° والمعروفة باسم عروض الخيل، وتتميز هذه الجبهة بأنها أقل الجبهات الثلاث اضطراباً ونشاطها ضعيف بالمقارنة مع الجبهتين السابقتين.

ولا تثبت هذه الجبهات الثلاثة في أماكنها على مدار العام بل تتحرك نحو الشمال ونحو الجنوب وذلك تبعاً لما يعرف بحركة الشمس الظاهرية حيث تتجه نحو الشمال في يوليو ونحو الجنوب في يناير ، ومن

خلال مقارنة توزيع الكتل والجبهات في فصل الصيف وفى فصل الشتاء يمكن أن نلاحظ الحقائق التالية :

١ - تتكون الجبهة الهوائية شمال خط الاستواء في فصل الصيف شمالاً والعكس في فصل الصيف الجنوبى تتكون هذه الجهة جنوب خط الإستواء، وتتكون معظم هذه الجبهات فوق المسطحات المائية ، وتتميز الرياح على طول هذه الجبهات بأنها أقل في حرارتها من حرارة الجبهات التى تهب عليها.

٢- تتقابل عند الجبهات القطبية في شهر يوليو في نصف الكرة الشمالى كتل هوائية تتفاوت في درجة حرارتها ورطوبتها ، وهى عبارة عن كتل قطبية قارية على اليابس وكتل قطبية بحرية فوق المسطحات المائية ، وكتل مدارية بحرية قادمة من الجنوب .

٣- تتحرك الجبهات القطبية في نصف الكرة الشمالى نحو الجنوب في يناير بحيث يتأثر بها حوض البحر المتوسط وجزء كبير من المحيط الأطلنطى في المسافة الممتدة من جزر آزور حتى خليج المكسيك، كما يتأثر بها جزء من المحيط الهادى يمتد من جزر الهند الشرقية وفى اتجاه الشرق ، ومن أجل ذلك تتعرض هذه المناطق لمرور الأعاصير التى تتجه من الغرب إلى

الشرق في فصل الشتاء على طول هذه الجبهات ، وتسبب هذه الأعاصير سقوط الأمطار الشتوية التى تتميز بها هذه العروض .

٤- تتميز الجبهة القطبية في نصف الكرة الجنوبية سواءاً في فصل الصيف أو في الشتاء ، بأنها منطقة التقاء كتل هوائية بحرية ، وذلك نتيجة سيادة الماء في هذه العروض وقلة المساحات اليابسة والتى لا تصلح بسبب ضيق مساحاتها كمصادر لتكوين كتل هوائية قارية.

٥- يصل أثر الجبهة المتجمدة في نصف الكرة الشمالى في يناير إلى جزيرة سبتزبرجن وجزيرة نوفياز مليا فقط ، بينما تمتد في يوليو ناحية الجنوب حتى يصل أثرها إلى جزيرة جرنيلند وبعض أجزاء من أوراسيا وأمريكا الشمالية .

- الظواهر الجوية التى ترتبط بالكتل الهوائية والجبهات :

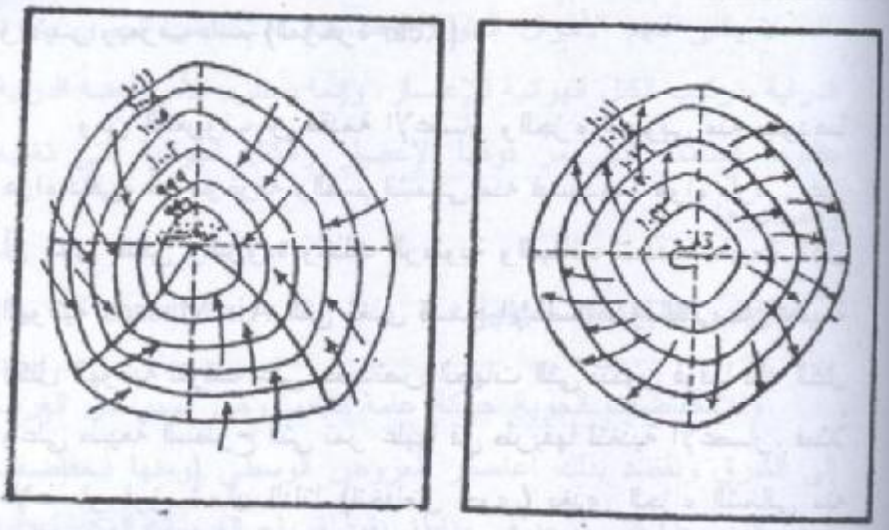
بعد أن عرضنا لكل من الكتل الهوائية والجبهات ، يجب أن نتناول بعضاً من الظاهرات الجوية التى تنشأ بسبب الكتل والجبهات الهوائية ، ومن أهم هذه الظواهر ما يعرف باسم الانخفاضات الجوية أو الأعاصير Cyclones ، وكذلك الارتفاعات الجوية أو ما يسمى باضداد الأعاصير Anti-cyclones .

أولاً : – الأعاصير (الانخفاضات الجوية): Cyclones

تعتبر الانخفاضات الجوية أو الأعاصير من أهم الظواهر الجو
التى توضحها خرائط الطقس ، فإذا درسنا عدداً من خرائط الطقس نلا
أن خطوط الضغط المتساوى Isobars لا تظل بشكل واحد وا
واحد طوال الوقت ، ولكننا نجد هناك أشكالاً غير منتظمة مغلقة تغ
أماكنها من يوم لآخر وقد يزداد انحناء خطوط الضغط المتساوى وبث
تقوسها أو تقل وتتباعد وتصبح خطوطاً انسيابية قليلة التعرج ، وتظ
هذه الأشكال في خرائط الطقس الخاصة بمصر في فصلى الشتاء والر
، وتسمى هذه الدوائر المغلقة إذا كان الضغط بها منخفضاً انخفا
واضحاً بالإنخفاضات أو الأعاصير epressitions or Cyclones
وإن كان الضغط بها مرتفع تسمى أضاد الإعاصير nti - Cyclones
وهذا ما يوضحه الشكل رقم (٣٦).

وتبدو الإنخفاضات الجوية في خرائط الطقس على هيئة خطو
دائرية أو بيضاوية الشكل ويقل فيها الضغط من الأطراف نحو الدا
وتختلف الإنخفاضات في مساحتها تبعاً لظروفها والمنطقة التى ت
فوقها، ولكن قطرها عادة ما يكون في المتوسط ١٠٠٠ كيلو متر ، و
يتسع الإنخفاض الجوى فيصل إلى ٢٠٠٠ كيلو متر أو يقل إلى ٠
كيلو متر فقط . أما عن سمك الهواء فى الإعصار فصغير بالمقار
لمساحته ، ويرجع ذلك إلى أنه من المعروف أنه على ارتفاع ٢٠ ك
متر يصبح الضغط الجوى متجانس ، كما يزداد الضغط من مركز

عين الإعصار نحو أطرافه الخارجية ، ولكن هذه الزيادة غير متجانسة في جميع الاتجاهات .



ضدإعصارفي نصف الكرة الشمالي　　إعصارفي نصف الكرة الشمالي

الشكل رقم (٣٦)

كما أن تحرك الإعصار يؤدى إلى تغير الضغط في مركزه، إما نحو النقص أى أن الانخفاض يزداد عمقاً في هذه الحالة أو بالزيادة أى أن يبدأ مركزه بالامتلاء التدريجي ويعرف الخط الواصل بين مركز الانخفاض في أوضاعه المتتابعة باسم (مسار الإعصار)، وهذا الخط غالباً منحنى ونادراً أن يكون خطاً مستقيماً، أما الخط العمودى على خط مسار الإعصار فيعرف باسم " **خط وسط الإعصار** " وهو الخط الذى يمر بأقل ضغط، ويزيد الضغط عن يمينه وكذلك عن يساره، ويقسم هذا الخط

الانخفاض الجوى إلى قسمين يعرف الأيمن منها باسم (المقدمة Front
والأيسر ويعرف باسم (المؤخرة Rear) .

ومن المعروف أن مقدمة الإعصار والجزء الجنوبى منه يسود
هواء دافئ، أما مؤخرته والقسم الشمالى منه فيسودهما هواء بارد . .
أن مدى الدفئ والبرودة وكذلك الرطوبة والجفاف تحددها طبيعة الـ
الهوائية Air Masses التى تغذى قسمى الإعصار، وبالتالى فإن طـ
الكتل الهوائية تتوقف على خصائص الجهات التى تتكون فوقها تلك الـ
وعلى طبيعة السطوح التى تمر عليها في طريقها لتغذية الإعصار. فـ
الإعصار فوق شمال الدلتا (انخفاض جوى) يغذى الجزء الشمالى
هواء قطبى قارى قادم من فوق روسيا وشرق أوروبا ومن ثم يجلب
هواءاً بارداً جداً خلال فصل الشتاء ، بينما إعصار آخر يغذيه هواء
من فوق البحر المتوسط أو غرب وجنوب أوروبا فإنه يجلب لنا هواء
في برودته من الهواء القادم من فوق روسيا وشرق أوروبا، ولكنه
أيضا بالمقارنة بالهواء القادم من الجنوب.

وبالمثل إذا كان الهواء الذى يغذى الجزء الجنوبى من الانخفـ
الجوى (الإعصار) فوق شمال الدلتا المصرية يأتى من فوق صـ
جافة حارة، فإنه يجلب لنا هواء مرتفع جداً في درجة حرارته إلى حـ
ما يحمله من أتربة وغبار، وبذلك تعرف هذه الحالة في فصل الـ
بالموجات الخماسينية، بينما إذا كان الهواء القادم لتغذية الجزء الجـ
من الانخفاض الجوى مصدره من فوق سطح المحيط الأطلنطى،

هواء مدارى معتدل في درجة حرارته ويخلو من الغبار والأتربة. ومع ذلك لا يكفى لفهم الأحوال الجوية المصاحبة للانخفاض الجوى مجرد الدراية بتركيب الكتل الهوائية للإعصار، وإنما يستلزم الأمر أيضاً الدراية بطبيعة المنطقة التى يمر فوقها الإعصار والكتل الهوائية التى تغذيه ومصادرها .

ـ خط سير الانخفاضات الجوية :

وللانخفاضات الجوية حركة عامة تتبعها وهى السير من الغرب إلى الشرق ونقصد بذلك أعاصير العروض الوسطى (ومنها انخفاضات البحر المتوسط) التى توجد في مناطق نفوذ الرياح الغربية والعكسية، أما الانخفاضات الجوية التى توجد في العروض المدارية،(الأعاصير المدارية) مثل عواصف الهريكين Hurricones وعواصف التيفون Typhoons والسيكلون Sycloons ، فهى تختلف عن أعاصير العروض الوسطى اختلافاً أساسياً وتتحرك دائماً من الشرق إلى الغرب مع حركة الرياح التجارية التى تسود تلك العروض.

ولكل نوع ن الانخفاضات الجوية مسارات معهودة تتبعها أكثر من غيرها وإن كان لا يمكن التكهن عند مولد الإعصار أو الانخفاض الجوى، وأى الطرق سيتبع وأى المسارات سوف يختار ، ولكنه بعد أن يبدأ الحركة يظهر الطريق الذى يسلكه وهو مسار معين ، ومن الأرجح

أنه سيظل في ذلك المسار حتى نهايته ، وقد دُرست هذه المسارات جيداً وأصبحت معروفة في الوقت الحاضر.

ونجد أن مسارات هذه الانخفاضات تتحرك أيضاً نحو الشمال والجنوب من فصل لآخر مع ما يعرف باسم حركة الشمس الظاهرية ، وقد توجد في فصل وتختفى في فصل آخر مثل أعاصير إقليم البحر المتوسط التى توجد في الشتاء وتختفى تماماً في الصيف، حيث تسود هذا النطاقات الصحراوية الجافة ، فترتفع درجة الحرارة ولاتسقط أمطار.

ـ سرعة الإعصار :

أما عن سرعة الإعصار فهى تتراوح بصفة عامة بين ٢٠ ـ ٤٠ كيلو متر في الساعة . وتختلف هذه السرعة من وقت لآخر ومن مكان لآخر، فمثلاً نجد أن سرعة الأعاصير (الانخفاضات الجوية) في فصل الشتاء أسرع منها في فصل الصيف ـ كما هو الحال بغرب أوروبا ـ وأن الاعاصير (الانخفاضات) المتعمقة تتحرك بسرعة أكبر من الانخفاضات الضحلة.

وتختلف سرعات الانخفاضات من مكان لآخر، حيث يقدر متوسط سرعة تحرك الانخفاض في جهات العالم المختلفة على مدار السنة بحوالى ٤٠ كيلو متر في الساعة في أمريكا، ٣٥ كيلو متر في الساعة في اليابان ،٣٠ كيلو متر في الساعة في روسيا،٢٥ كيلو متر فوق شمال

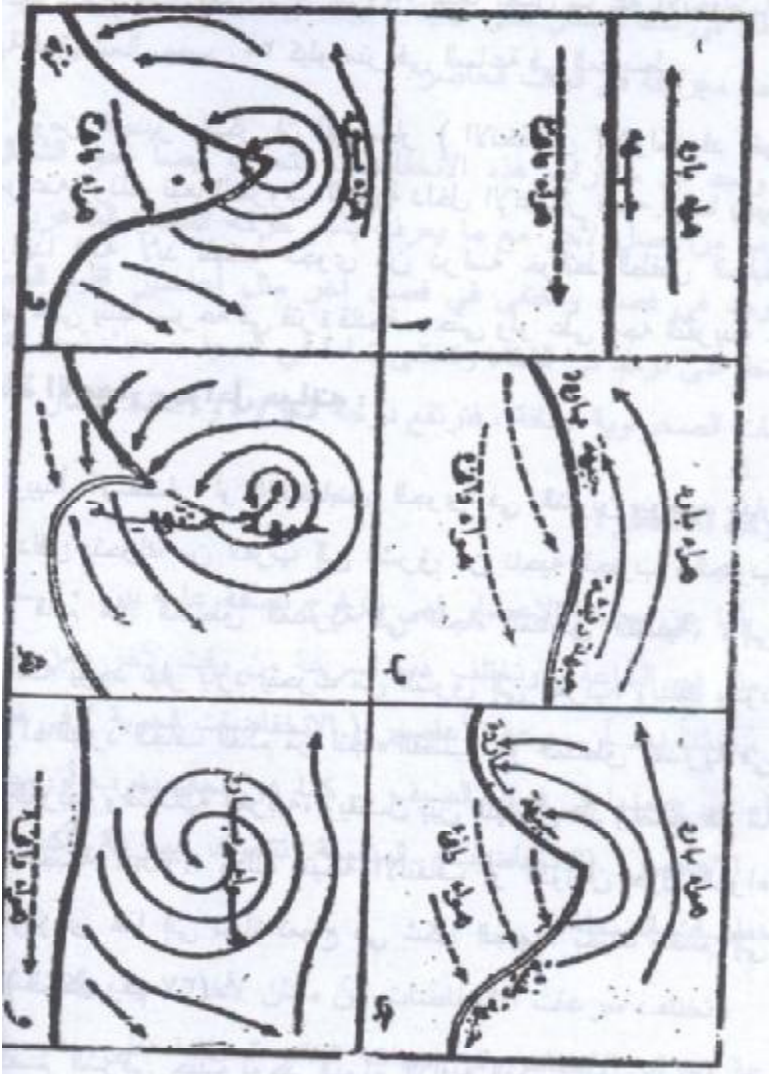
المحيط الأطلنطى وفوق غرب أوروبا، بينما تصل سرعة الانخفاضات الجوية فوق شمال مصر ٢٠ كيلو متر في الساعة في المتوسط .

ومن الجدير بالذكر أن الإعصار (الانخفاض) الواحد قد يغير من سرعته، وذلك تبعاً للظروف الجوية داخل الإعصار نفسه أو ما يحيط به، ولهذا فإنه لابد للمتنبأ الجوى من دراسة خرائط الطقس السابقة وتتبعها حتى يتنبأ بسرعة في فترة قادمة ، حتى ولو على وجه التقريب .

- نشأة الإعصار ومراحل حياته :

ويبدأ الإعصار أو الانخفاض الجوى في التكوين بوجود تيار هوائى دافئ يتحرك من الغرب إلى الشرق من ناحية الجنوب والجنوب الشرقى قادم من المناطق المدارية في اتجاه المناطق القطبية، وإلى الشمال منه يوجد تيار بارد يتحرك من الشرق إلى الغرب، وبذلك يسود هذا الهواء البارد الجاف القادم من اتجاه القطب نحو المناطق المدارية في الناحية الغربية والشمالية الغربية، ويفصل بين التيارين حد واضح هو ما يعرف بالجبهة Front، وذلك نتيجة الالتفاف أو الدوران حول الهواء البارد، ويؤدى هذا إلى نشأة تموج في شكل الجبهة، بحيث تنقسم إلى قسمين (الشكل رقم ٣٧) :

القسم الشرقى حيث يوجد الهواء الدافئ الذى يتقدم نحو الشرق ليقابل الهواء البارد وتسمى منطقة التقابل هذه بالجبهة الدفيئة Warm Front، والقسم الغربى حيث يحل الهواء البارد محل الهواء الدافئ،



الشكل رقم (٣٧) مراحل حياة الإعصار

وهذه هى الجبهة الباردة Cold Front ، وعندما تتضح الجبهتان الدفيئة والباردة وتصبح دورة الهواء كما أوضحنا من قبل ، يكون الانخفاض قد تكون تماماً ، ثم يأخذ الانخفاض بعد ذلك في التلاشى ، ويحدث ذلك عندما يقطع الهواء البارد الهواء الدافئ ، ويرفعه إلى أعلى وتلتقى الجبهتان الباردة والدفيئة ، ومن ثم يتم القضاء على الإعصار وينتهى ويتم امتلائه ويسمى ذلك Occlusion أو الجبهة المنتهية الشكل رقم (٣٨) ويوجد نوعان من الامتلاء هما :

١ – امتلاء دافئ : Warm Occlusion

ويتم هذا الامتلاء الدافئ عندما يكون الهواء البارد في مقدمة الانخفاض أشد برودة من الهواء الموجود في مؤخرة الانخفاض ، وعند التقائهما يصعد هواء المؤخرة فوق هواء المقدمة كما يحدث عندما يصعد هواء الكتلة الدفيئة فوق هواء كتلة باردة .

٢ – امتلاء بارد Cold Occlusion

ويتم هذا الامتلاء البارد عندما يكون الهواء في مؤخرة الانخفاض أشد برودة من الهواء في مقدمته، ومن ثم فإنه يندفع تحته عند التقائهما ولا يصعد فوقه .

– نتائج الانخفاضات الجوية :

تسبب الانخفاضات الجوية عادة تقلبات فجائية في الطقس فيشتد هبوب الرياح ، وتسقط الأمطار الغزيرة ، وقد تظهر عواصف رعدية وغير ذلك

الامتلاء البارد

الإمتلاء الدافئ

الشكل رقم (٣٨) قطاع رأسي في الاعصار يبين

الامتلاء البارد والدافئ هواء دافئ

من التقلبات الجوية التى يعرفها المشتغلون بالأرصاد الجوية. ولما كانت الانخفاضات تتحرك بصفة عامة من الغرب إلى الشـــرق فإن الظاهرات التى تحملها تنتقل معها غالباً في نفس الاتجاه ، ولذلك فإن القائمين بعمل التنبؤات الجوية يعتمدون في تنبأتهم بصفة خاصة على ما تزودهم به المراصد الواقعة إلى الغرب من المنطقة المراد التنبؤ عنها ومعرفة أحوالها الجوية وتطوراتها .

ويمكن تحديد موقع الانخفاض الجوى ومدى تعمقه من خلال خرائط الطقس وكذلك يمكن منها التعرف على شدة تدرج الضغط الجوى نحو مركزه وخط سيره وسرعة تحركه على وجه التقريب ، ويمكن بناءاً على ذلك تقدير التغيرات المنتظرة في حالة الجو لأسباب خارجة عن إرادة الراصد. فقد يحدث أن يغير الانخفاض الجوى خط سيره فينحرف نحو الشمال الشرقى أو نحو الجنوب الشرقى أو قد يمتلأ Occluded ويتلاشى قبل أن يصل إلى مكان الراصد ، وقد يحدث أحياناً أن يتجدد نشاط الانخفاض مرة أخرى بعد أن يكون قد امتلأ تقريباً ، وقد يغير الانخفاض سرعته من يوم لآخر ، كما أنه قد يتوقف ويتمركز فوق مكان واحد عدة أيام ، وفى مثل هذه الأحوال كثيراً ما تأتى التنبؤات الجوية مخالفة لما يحدث فعلاً.

أما إذا لم يطرأ على الانخفاض الجوى تغير منتظر ــ وهذا لحسن الحظ هو ما يحدث في بعض الأحيان ــ فإن التغيرات الجوية في الأماكن التى تقع على امتداد خط سيره المتوقع تتتابع بترتيب معروف تقريباً ،

ولكنه يختلف نوعاً باختلاف موقع المكان إلى جنوب أو شمال خط س
الانخفاض الجوى ، فإذا فرضنا مثلاً أن انخفاضاً جوياً يتقدم على ط
الساحل الشمالى لمصر من ناحية الغرب ، فإن الظاهرات الجوية ال
تحدث في القسم الشمالى من البلاد أثناء اضطرابه ومروره تتتابع ع
النحو التالى :

١- قبل أن يظهر في الجو أى أثر من الاضطرابات التى يحد
الانخفاض الجوى ، يمكننا أن نستدل على اضطراب الانخفاض بعدة أش
هى:

أ - أن الباروجراف Barograph أو غيره من أجهزة قياس الض
الجوى تسجل انخفاضاً في الضغط الجوى، وذلك نتيجة ارت
درجة الحرارة ، حيث تهب رياح من الجنوب إلى الشمال ح
معها هواء حاراً دافئاً إذا كان ذلك في فصل الشتاء ، وشديدة الح
والحرارة إذا كان ذلك في فصل الربيع ، ومصدر هذه الرياح ال
الهوائية المدارية القارية التى تمتد فوق شمال أفريقيا وغرب
بصفة عامة .

ب- تظهر في السماء سحب مرتفعة رقيقة جداً لونها أبيض نا
البياض تشبه أحياناً زغب الريش أو ندف القطن ، لا تحجب أ
الشمس ولا يظهر لها ظل على سطح الأرض نتيجة أنها ش
ورقيقة جداً ، وهذه السحب هى التى يطلق عليها عادة اسم السم
Cirrus وتتكون في جملتها من جزيئات صغيرة من الثلج.

جـ- يعقب هذا النوع من السحب ظهور سحب أخرى من نفس النوع، ولكنها تمتد في شكل طبقة رقيقة شفافة لا تحجب أشعة الشمس أيضاً ، ولكن يتكون حول وسطها هالة دائرية سببها هو الانعكاس الناتج عن أشعة الشمس على جزيئات الثلج، ويعرف هذا النوع من السحب باسم السمحاق الطبقى Cirrus – Staratus ، ويبدو مظهره كالضباب المرتفع الذى ليست له حدود معينة ، وكلما اقترب الانخفاض أخذ سمك هذه السحب في التزايد وأخذ مستواها في الهبوط نحو سطح الأرض ، ويطلق عليها في هذه الحالة اسم السمحاق الطبقى متوسط الارتفاع Altostratus .

د- يتزايد سمك السحب تدريجياً حتى تحجب السماء نهائياً كما يستمر مستواها في الهبوط نحو سطح الأرض، ولا تلبث أن تظهر سحب أخرى تعرف باسم المزن الطبقى Nimbo – Stratues وهى سحب كثيفة، وهى عبارة عن نوع متوسط بين السحب الطبقية والسحب المزنية القاتمة، ويبدو ظهور هذا النوع من السحب نذيراً بسقوط الأمطار، والتى تبدأ أولاً خفيفة ثم يشتد سقوطها بعد ذلك عند مرور الجبهة الدفيئة للانخفاض، وفى هذه الحالة تكون السحب قد انخفضت انخفاضاً شديداً بحيث لا يزيد ارتفاع قاعدتها أحياناً عن ٧ آلاف قدم من سطح الأرض.

٢- مرور قلب الإعصار :

ويعقب مرور الجبهة الدفيئة مرور القطاع الدافئ من الانخفاض وهو الذى يسمى بقلب الإعصار (المركز أو العين) ، وعندئذ يتحسن الجو نسبياً، وقد يصاحب ذلك أحياناً سقوط أمطار خفيفة على هيئة رذاذ ، وعند ذلك تتحول الرياح من الرياح الجنوبية الشرقية وهى التى تصاحب مقدمة الانخفاض ، إلى الرياح الجنوبية الغربية هوائها من نفس نوع الهواء القارى المدارى ، وتظل درجة الحرارة مرتفعة ، ويستمر الحال كذلك يوماً أو جزء من اليوم على حسب سرعة تحرك الانخفاض ومدى اتساع القطاع الدافئ منه.

٣- الجبهة الباردة :

بعد مرور قلب الإعصار تأتى الجبهة الباردة وعند مرورها يضطرب الجو اضطراباً شديداً وتشتد سرعة الرياح ، التى تغير اتجاهها بشكل فجائى فتتحول إلى رياح شمالية عموماً ، وهى لهذا السبب رياح باردة نسبياً إذا كانت تهب في فصل الربيع وشديدة البرودة إذا كانت تهب في فصل الشتاء.

وإذا كان الانخفاض شديد العمق واستمر فترة طويلة نسبياً فقد يؤدى هذا إلى وصول هواء قطبى شديد البرودة إلى شمال مصر ، وذلك من الكتلة القطبية القارية التى تمتد في فصل الشتاء على معظم شرق أوروبا وسهول روسيا ، وفى هذه المرحلة يشتد هبوب الرياح وتسقط الأمطار بغزارة شديدة ويصاحبها غالباً حدوث البرق والرعد ، ويستمر

ذلك مدة تختلف فى طولها من يوم واحد إلى عدة أيام بحسب سرعة تحرك الانخفاض .

٤- أخيراً تحسن الجو :

وتأتى هذه المرحلة بعد إنتهاء الجبهة الباردة وفيها يأخذ الجو في التحسن ولكنه يظل بارداً، فتهدأ الرياح وتظهر في السماء سحب من النوع المعروف بالركامى Cumulus كما تسقط الأمطار على شكل رخات، وتتناقص تدريجياً حتى يبتعد الانخفاض نهائياً أو يمتلأ وينتهى أثره .

وينبغى أن نذكر مع ذلك أن الظاهرات التى تصاحب الانخفاض الجوى والسابق وصفها ، على الرغم من أنها تظهر وقت مرور معظم الانخفاضات الجوية ، إلا أنها قد تتغير أحياناً لأسباب طارئة ، مما يؤدى إلى حدوث أخطاء في التنبؤات الجوية كما سبق أن وصفناها . كما أنها قد تختلف من مكان لآخر تبعاً للموقع بالنسبة لمركز الانخفاض الجوى .

ومن النتائج الأخرى الناتجة عن مرور الانخفاضات الجوية ما يصاحبها من رياح تعرف باسم الرياح المحلية والتى تهب على جهات محدودة من سطح الأرض عند مرور هذه الانخفاضات الجوية وتنقسم هذه الرياح إلى ثلاثة أقسام أو مجموعات رئيسية :

أولاً : الرياح الحارة :

وترتبط هذه الرياح بمقدمة الانخفاضات الجوية وتنقسم هى الأخرى إلى عدة أنواع حسب المكان الذى تهب عليه منها:

١- **الخماسين** : وهى رياح تهب على الأراضى المصرية في فترات متقطعة أثناء فصل الربيع ، لا تستمر موجاتها أكثر من يومين أو ثلاثة أيام فى كل مرة تهب فيها ، وهى رياح رملية شديدة الحرارة نتيجة أنها قادمة من الجنوب أو الجنوب الشرقى من جهات صحراوية حارة، وتحمل هذه الرياح معها الرمال الناعمة في شكل عاصفة ترابية قد تحجب الرؤية تماماً ، ويؤدى مرور الانخفاضات الجوية من الغرب إلى الشرق إلى جذب هذه الرياح من الجنوب، فإذا كان الانخفاض يمر على طول ساحل البحر المتوسط فإنه يكون ضمن المراحل المبكرة من الخماسين والتى تأتى فى شهر فبراير ، أما إذا كانت تأتى على طول الصحراء الليبية فهى النوع الغالب من الخماسين أو الخماسين الحقيقية .

ومن ثم يرى البعض أن رياح الخماسين تنقسم إلى قسمين رياح خماسين قصيرة المدى وتدوم لمدة يوم أو يومين ، ورياح خماسين حقيقية والتى تأتى في شهرى ابريل ومايو ، والتى تسبب ارتفاعاً شديداً في الحرارة لمدة قد تصل إلى ثلاثة أيام ، وهذا النوع الأخير من رياح الخماسين قد يسبب أحياناً الحرائق كما تساعد على انتشار الحشرات والآفات الضارة للمحاصيل الزراعية ، هذا إلى جانب ما تسببه من أمراض للإنسان منها أمراض الأنف والحنجرة ورمد العيون ، بسبب وجود الأتربة والحرارة المرتفعة ، ولكنها تفيد أيضاً في القضاء على دودة القطن التى لا يلائمها الجو الحار شديد الحرارة الذى تسببه رياح الخماسين .

٢- السيروكو والسولانو : Sirocco وما السيروكو إلا رياح الخماسين السابقة حتى أن رياح الخماسين تعرف دولياً باسم السيروكو وهى رياح شديدة العنف تهب من شمال افريقيا نحو صقلية وجنوب ايطاليا واليونان ، ويساعد على شدتها التغير السريع فى الضغط الجوى من الجنوب إلى الشمال ، وبالتالى ترفع درجة الحرارة في المناطق التى تهب عليها وبالأخص في فصل الربيع ، وتتميز هذه الرياح عن رياح الخماسين في أنها رياح ترتفع بها نسبة الرطوبة ، وذلك نتيجة ما تحمله من بخار ماء عند مرورها فوق البحر المتوسط ، وعليه فإن سكان هذه المناطق عندما تداهمهم هذه الرياح يشعرون بالضيق نتيجة ارتفاع درجة الحرارة مع ارتفاع الرطوبة، كما أن لها آثار ضارة على أشجار الفاكهة المنتشرة في البلاد التى تهب عليها.

وتهب رياح السولانو على جنوب أسبانيا وبالأخص على الأجزاء الجنوبية مثل منطقة جبل طارق ، وهى رياح تشبه السيروكو في أنها مرتفعة في درجة حرارتها وما تحمله من أتربة ،كما تهب على نفس المناطق في فصل الصيف رياح الفانتر Levanter وهى رياح حارة تهب من الشرق ترتفع بها نسبة الرطوبة، وتسبب زوابع ، كما تسبب خطراً على الطائرات والملاحة .

٣- **رياح الهرمطان** : Harmattan : وهى رياح حارة محملة بالرمال ، وتهب من الصحراء الكبرى في فصل الشتاء والربيع في اتجاه ساحل غانة وسواحل إفريقية الغربية ، ويرجع هبوبها إلى التباين بين

الضغط المرتفع فوق الصحراء الكبرى في الشتاء والضغط المنخفض الاستوائى ، وهذه الرياح تحمل سحباً من الرمال والأتربة إلى المناطق التى تهب عليها ، ولذلك فهى رياح ضارة حيث تؤثر على زراعات القطن في شمال نيجريا، مما حدى بالسكان إلى زراعة أشجار نخيل الزيت لصد هذه الرياح .

٤- **رياح الهبوب** : وهى تشابه رياح الهرمطان في أن مصدرها هو الصحراء الكبرى الإفريقية ، ولكنها تهب على أواسط وشمال السودان في فصل الصيف ، وهى ناتجة عن ارتفاع حرارة اليابس في هذه المناطق ارتفاعاً كبيراً خلال هذا الفصل ، مما يؤدى إلى تكون مناطق للضغط المنخفض المحلى ، يكون فيها الضغط شديد الانخفاض ، بحيث يؤدى هذا إلى حدوث تيارات هوائية صاعدة محملة بالأتربة ، وفى نفس الوقت تعمل الرياح الجنوبية على تجميع الأتربة في تلك المناطق المتطرقة ودفعها على هيئة سحب هائلة من التراب .

٥- **رياح البركفيلدرز** : **Brickfielders** وهى رياح حارة تهب من صحراء وسط استراليا في فصلى الربيع والصيف على جنوب شرق استراليا وتهب هذه الرياح في مقدمة الانخفاضات الجوية التى تعبر قارة استراليا من الغرب إلى الشرق ، وهى رياح محملة بكميات كبيرة من الأتربة ودرجة حرارتها شديدة ، وتختفى هذه الرياح لتحل محلها رياح باردة في مؤخرة الانخفاضات الجوية وتسمى هذه الرياح رياح بورسترز الجنوبية Southerly Bursters .

هذا إلى جانب أنواع أخرى من الرياح الحارة مثل رياح زوندا Zonda التى تهب على إقليم بتاجونيا في جنوب الأرجنتين ، ورياح ليبشو Libeccio التى تهب على إيطاليا في جميع الفصول وهى رياح جنوبية غربية ، ورياح السموم التى تهب على بلاد غرب الهلال الخصيب .

ثانياً : الرياح الدفيئة :

وتوجد في مناطق جبلية ، وبالتالى تكتسب معظم حرارتها نتيجة انضغاطها على سفوح الجبال عند هبوطها إلى أسفل ، ومن ثم ترتفع درجة حرارتها مع أنها كانت باردة ومن هذه الرياح :

١- رياح الفهن : Fohn

وهى رياح دفيئة جافة تهب على السفوح الشمالية لجبال الألب في أوروبا في كل من سويسرا وألمانيا ، وتهب عندما يوجد ارتفاع جوى في منطقة سهل لمباردى في شمال إيطاليا، وفى نفس الوقت يمر انخفاض جوى فوق وسط أوروبا من الغرب إلى الشرق ــ يعتبر امتداداً لأعاصير غرب أوروبا ــ ويؤدى ذلك إلى اندفاع الهواء من الضغط المرتفع نحو الضغط المنخفض ، ولكى ينتقل الهواء من حوض سهل لمباردى إلى وسط أوروبا فلابد أن يمر فوق جبال الألب الوسطى ، وعند ارتفاع هذه الرياح في صعودها على السفوح الجنوبية تنخفض درجة حرارتها ، ويحدث بها التكاثف وسقوط الأمطار على هذه السفوح.

وعند هبوط هذه الرياح على السفوح الشمالية في اتجاه وسط أورو
فإن درجة حرارتها ترتفع ، نتيجة استنفاذ ما بها من بخار الماء عل
السفوح الجنوبية فإنها تصبح رياح جافة ، ولكن ارتفاع حرارتها ليس
ضار مثل رياح السيروكو، ويرحب بها سكان وسط أوروبا لأنها ترف
درجة الحرارة في المتوسط ١٢ ° مئوية ، فتعمل على إذابة الثلوج عل
السفوح الشمالية ، وبالتالى تساعد على نضج المحاصيل في جنوب ألمان
والنمسا مثل التفاح والكمثرى ، إلا أن لها بعض المضار حيث يساع
حفافها على جفاف أشجار الغابات وحدوث حرائق الغابات .

٢- رياح الشنوك : Chinook

وتماثل رياح الفهن في خصائصها ونشأتها ، وهى رياح دفيئة تهب
من الجنوب الغربى بصفة عامة ، وتهب نتيجة الانخفاضات الجوية الت
تتحرك فوق شمال شرق أمريكا الشمالية في فصلى الشتاء والربيع ، وتأت
هذه الرياح من المحيط الهادى نحو غرب الولايات المتحدة الأمريكية
وبالتالى تعبر جبال الروكى وهى رياح رطبة فترتفع إلى أعلى فو
السفوح الغربية لمرتفعات الروكى ثم تنحدر هذه الرياح بشدة على السفو
الشرقية فترتفع درجة حرارتها، فتعمل على ذوبان الثلوج ، وما كل
الشنوك إلا "**آكلة الثلوج**" في لغة الهنود الحمر الأمريكين أو سكان ه
المناطق الأصليون ، ونتيجة ارتفاع درجة حرارتها أيضاً تعمل على نض
بعض الغلات في برارى كندا والولايات المتحدة .

٣- رياح سانتا أنا : Santa Anna

وتهب على جنوب كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية في فصلى الشتاء والربيع ، وتتكون عندما يكون هناك انخفاض جوى على السواحل الغربية ، فتندفع الرياح من الشرق نحو الغرب من سلاسل جبال سيرا نيفادا عند مرور هذه الانخفاضات الجوية ، وقد تحمل معها كثير من الأتربة والرمال، وهى بهذا تجمع بين خصائص رياح الخماسين والفهن ، وذلك لأنها فضلاً عن كونها رياح حارة بطبيعتها لهبوبها من إقليم صحراوى حار ، كما هى الحال في الخماسين ، فإنها تكتسب مقادير أخرى من الحرارة عند هبوطها بشدة للمنحدرات الغربية لجبال سيرانيفادا كما يحدث لرياح الفهن والشنوك .

ثالثاً : الرياح الباردة :

وتأتى من شمال أوروبا ووسطها في اتجاه حوض البحر المتوسط مع مرور الانخفاضات الجوية وتأتى في نهاية هذه الانخفضات وكذلك تهب على جنوب شرق استراليا وأهمها :

١- رياح المسترال : Mistral

تهب من أواسط فرنسا في اتجاه جنوبها على طول امتداد وادى نهر الرون نتيجة مرور الانخفاضات الجوية على الحوض الغربى للبحر المتوسط أو على دلتا النهر ، وهى رياح شمالية شديدة البرودة وسرعتها مرتفعة إذ أن متوسط سرعتها يتراوح بين ٥٥ إلى ٦٥ كيلو متر في

الساعة ، وتأتى هذه الرياح في مؤخرة الانخفاضات الجوية ، ولهذه الرياح آثار ضارة على الزراعات في منطقة وادى الرون ودلتاه ، إلى جانب غرق بعض السفن في خليج ليون واقتلاع بعض الأشجار ، وقد حاولت الحكومة الفرنسية تلافى أضرارها بواسطة زراعة نطاقات من الغابات على طول الريفييرا الفرنسية .

٢- رياح البورا : Bora

وهى رياح شديدة البرودة أيضاً وتهب من وسط أوروبا ومن حوض المجر على البحر الإدرياتى ، وتهب على هذه المناطق في نهاية مرور الانخفاضات الجوية التى تمر على وسط ايطاليا والبحر الإدرياتى ومنطقة شمال البلقان ، وهى رياح شديدة السرعة حيث تصل سرعتها إلى حوالى ١٣٠ كم في الساعة ، ومما يزيد من قوتها أنها تهبط من فوق جبال الألب وتؤدى إلى انخفاض الحرارة في منطقة البلقان وتكون مصحوبة بالأمطار والثلوج .

٣- رياح البورستر الجنوبية : Southerly Burster

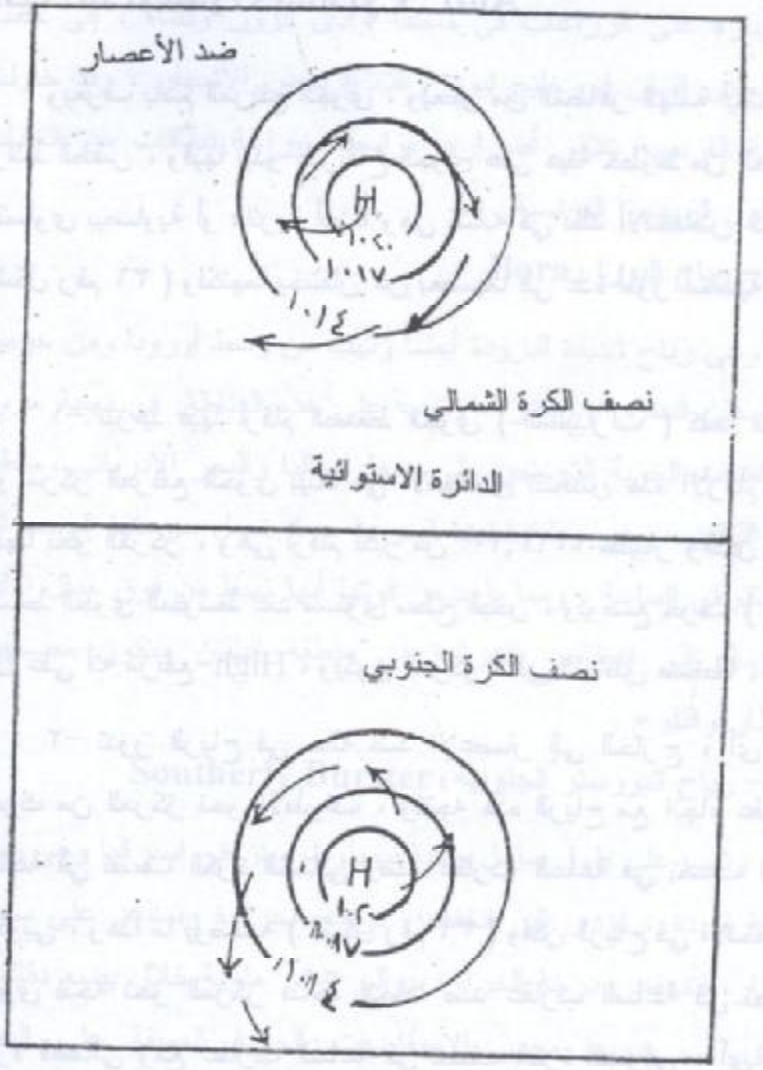
وتهب على طول ساحل ولاية نيوسوث ويلز في استراليا وهى رياح جنوبية باردة ، تؤدى إلى انخفاض درجة الحرارة وتساعد على سقوط الأمطار، فتنخفض درجة الحرارة حوالى ١٥ ° مئوية خلال بضع دقائق ، ويؤدى إلى هبوبها مرور الانخفاضات الجوية العميقة على البحار المجاورة ، وتهب في فصل الربيع وتعتبر مقدمات فصل الصيف، وتؤدى هذه الرياح إلى القضاء على رياح البركفليدرز الحارة كما سبق القول.

ثانياً : ضد الإعصار : Anti : Cyclones

ويعرف باسم المرتفع الجوى ، ويعتبر من المظاهر الهامة أيضاً في خرائط الطقس ، وفيها يبدو الارتفاع الجوى على هيئة خطوط من الضغط المتساوى بيضاوية أو دائرية أيضاً وهى تشابه في ذلك الانخفاض الجوى (الشكل رقم ٣٦) ولكنهما يختلفان عن بعضهما في عدة أمور أساسية منها :

١- تتزايد فيها أرقام الضغط الجوى (الملليبارات) كلما اتجهنا نحو مركز المرتفع الجوى بينما في الانخفاض تتناقص هذه الأرقام كلما اتجهنا نحو المركز ، وهى أرقام أكبر من ١٠١٣,٢ ملليبار والذى يمثل الضغط الجوى المتوسط عند مستوى سطح البحر ، ويوضع حرف (H) ليدل على أنه مرتفع High ، ويكون المركز أعلى المناطق ضغطاً .

٢- تدور الرياح في حالة ضد الإعصار إلى الخارج ، أى أنها تتحرك من المركز نحو الأطراف ، وتتجه هذه الرياح مع اتجاه عقارب الساعة فى نصف الكرة الشمالى وضد عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبى ، وهذا ما يوضحه (الشكل رقم ٣٩) ولكن الرياح في الانخفاض الجوى تتجه نحو المركز فتأخذ اتجاها ضد عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالى ومع عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبى ، أى على العكس من الرياح التى تصاحب المرتفع الجوى .



الشكل رقم (٣٩) حركة الرياح حول مركز ضدالإعصار في نصف الكرة الشمالي والجنوبي

٣- تغطى منطقة ضد الإعصار مساحة أكبر من المنطقة التى يطيها الإعصار ، ويتحرك ضد الإعصار ببطئ ، وتظهر المسافة بين طوط الضغط المتساوى به كبيرة مما يؤدى إلى بطئ سرعة الرياح صاحبة له عكس الانخفاض الجوى.

٤- يحدث ضد الإعصار نتيجة لارتفاع الضغط الجوى فوق منطقة صورة فجائية ويستمر على ذلك عدة أيام أو أسابيع ، بينما لا تطول ة الانخفاض الجوى ولا يستمر فوق منطقة لمدة كبيرة .

٥- ومن أهم ما يميز ضد الإعصار عن الإعصار أنه مصحوب لغالب بجو صحو وهواء من كتلة هوائية متجانسة في حرارتها رطوبتها بينما يتكون الإعصار من كتلتين أو أكثر مختلفتان في درجة ارتهما ورطوبتهما .

وتنتج أضداد الأعاصير أو المرتفعات الجوية نتيجة أحد الأسباب لية:

١- يؤدى خروج الهواء من مناطق الضغط المرتفع إلى المناطق جاورة لها إلى ظهور تيارات هوائية هابطة في منطقة ضد الإعصار ، حل محل الهواء الذى انتقل إلى الخارج إلى مناطق الضغط المنخفض ع خط الاستواء فيما يعرف باسم الرياح التجارية ، أو نحو المنخفض طى فيما يعرف باسم الرياح العكسية ، وتخرج هذه الرياح من منطقة ضغط المرتفع فيما وراء المدارين (عروض الخيل) ، ويساعد هبوط واء وانضغاطه أثناء حركته نحو سطح الأرض على رفع درجة حرارته

، ويؤدى ذلك إلى انخفاض نسبة الرطوبة بها ، وبالتالى فإن الهواء
ضد الإعصار جاف .

٢- يتكون ضد الإعصار عادة من كتلة هوائية واحدة وهى ك
باردة عكس الإعصار الذى يتكون من أكثر من كتلة مختلفة في د
حرارتها ، ولأنها كتلة باردة ، فإنه يترتب على ذلك ارتفاع كثا
وبالتالى ارتفاع ضغطها ، كأن تتكون منطقة ضغط مرتفع فوق اليابس
فصل الشتاء أو منطقة ضغط مرتفع فوق المسطحات المائية في ف
الصيف .

٣- يتبع ضد الإعصار في مساره الأعاصير ، حيث تفصل منا
أضداد الأعاصير بين الانخفاضات الجوية بعضها البعض الآخر، ويح
هذا على وجه الخصوص في العروض الوسطى في نصف الكرة الجنو
حيث أن معظم المنطقة عبارة عن مسطحات مائية ، أما في نصف ال
الشمالى حيث يسود اليابس فإن مناطق الضغط المرتفع ، تظل في أما
معظم الوقت شبه ثابتة ، وتكون حركتها عبارة عن امتداد نحو الجنوب
الشمال وليس انتقال من الغرب إلى الشرق ، بل ترسل ألسنة من الهـ
البارد الثقيل في مؤخرة الانخفاضات الجوية ، وأحياناً تدفع الانخفاض
إلى الشمال أو إلى الجنوب في مناطق الضغط المرتفع شبه الثابت
وتبقى هى في أماكنها، وغالباً ما يحدث هذا فوق قارة أوروبا .

٤- تنشأ مناطق ارتفاعات جوية أو مناطق ضد الإعصار
المناطق القطبية وتظل هذه المناطق دائمة ، وذلك نتيجة وجود تيار

هوائية هابطة من أعلى إلى أسفل وهذه الرياح باردة، مما يؤدى إلى زيادة كثافتها وبالتالى ارتفاع ضغطها فوق مناطق جليدية دائمة سواء في نصف الكرة الشمالى أو الجنوبى .

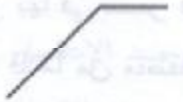
-درجات الحرارة أثناء مرور ضد الإعصار :

يتوقع أن ضد الإعصار كتلة هواء باردة تدل على شتاء قوى قادم من أوروبا أو شمال غرب آسيا ، ومتجه نحو الجنوب حتى يصل على منطقة البحر المتوسط ، وبالتالى سوف يأتى معه بدرجات حرارة منخفضة تكون هى المسئولة عن موجات البرد التى نشعر بها في مصر في بعض أوقات فصل الشتاء ، أما إذا كان الهواء الشمالى قادماً من منطقة المحيط الأطلنطى فإن برودته تكون أقل ، ويساعد على انخفاض درجات الحرارة أثناء مرور ضد الإعصار أن السماء تكون صافية ، مما يؤدى إلى زيادة معدلات الإشعاع الأرضى ، خاصة أثناء ليل الشتاء الطويل .

ويمكن مشاهدة تسجيلات الضغط الجوى على خرائط الطقس من خلال مجموعة من الرموز والشفرات التى منها يمكن التعرف على حالة الضغط الجوى بالمنطقة ، ويوضح الشكل رقم (٤٠) رموز قراءات الضغط الجوى التى يلجأ إليها الراصدين لأحوال الطقس لاستخدامها للإشارة إلى الذبذبات التى تطرأ على قراءة البارومتر، وتنقسم هذه الرموز في مجموعها إلى قسمين، يشتمل كل قسم منها خمس حالات تبين كل منها وضع معين للبارومتر، حيث توضح الحالات الخمس الأولى أن الضغط الجوى قد سجل ارتفاعاً أكثر مما كان عليه منذ ثلاثة ساعات وذلك أثناء

عملية الرصد، أما الرموز الخمس الأخرى فإنها توضح انخفاضاً
الضغط في ساعة الرصد عما كانت عليه منذ ثلاث ساعات سابقة وف
يلى تفسير مضمون كل رمز من الرموز في الشكل رقم (٤٠):

الشكل رقم (٤٠) شفرات قراءة الضغط الجوى .

الرقم	الرمز	الرقم	الرمز
١		٦	
٢		٧	
٣		٨	
٤		٩	
٥			

تفسير كل رمز من الشفرة على النحو التالى :

رقم الرمز	دلالته
١	ارتفاع في البارومتر يليه انخفاض.
٢	ارتفاع في البارومتر يعقبه ثبات.
٣	ارتفاع بثبات أو بلا ثبات في البارومتر.
٤	هبوط أو ثبات في البارومتر يليه ارتفاع.
٥	ثبات في البارومتر.
٦	هبوط في البارومتر يعقبه ارتفاع.
٧	هبوط في البارومتر يليه ثبات.
٨	هبوط بثبات أو بلا ثبات في البارومتر.
٩	ثبات أو ارتفاع يعقبه هبوط.

أما عن طريقة تمثيل الجبهات على خرائط الطقس فتمثل الجبهات الباردة **Cold Front** باللون الأزرق ، بينما يتم تمثيل الجبهات الدفيئة أو الساخنة **Warm Front** باللون الأحمر ، أما إذا كانت الجبهة ثابتة ، فإنه يستخدم اللونان معاً ، فيظهر اللونان ملتصقان على خرائط الطقس ، وتمثل الجبهات الدفيئة على خرائط بواسطة أنصاف أقطار دوائر تشير إلى اتجاه حركتها، على حين توضح الباردة على خرائط الطقس بواسطة مثلثات صغيرة تشير رؤوسها إلى اتجاه حركة الجبهة ، أما الجبهة المنتهية والتى ترتبط كما سبق أن ذكرنا بالمرحلة الأخيرة **Occluion Stage** فتظهر باللون البنفسجى ، حيث تظهر على شكل أنصاف دوائر ومثلثات متلاحق سوياً .

رمز الشفرة	الشكل الدال عليها
١	
٢	
٣	
٤	
٥	
٦	
٧	
٨	
٩	
١٠	
١١	
١٢	

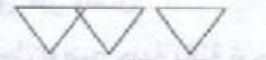
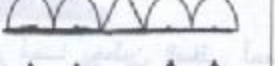
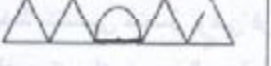
الشكل رقم (٤١) الرمز الدالة على الجبهات المختلفة .

ويمكن وصف هذه الرموز كل منها على حده على النحو التالى :

رقم الرمز	دلالته
١	يشير إلى الجبهة الباردة وهو عبارة عن خط أزرق متصل .
٢	يشير إلى وجود جبهة هوائية باردة ولكنها توجد في جزء مرتفع عن سطح الأرض وتمثل بخط أزرق غير متصل .
٣	عبارة عن خط أحمر متصل يوضح جبهة دفيئة توجد فوق سطح الأرض .
٤	تمثل جبهة دفيئة مرتفعة فوق سطح الأرض ، لذا فالرمز خط أحمر غير متصل.
٥	تمثل خطين ملونين أحدهما أحمر والآخر أزرق متجاوران أو ملتصقان ، يوضحان جبهة ثابتة على سطح الأرض .
٦	تشابه الجبهة الثابتة التى ظهرت تحت رقم ٥ غير أنها متمركزة في مكان مرتفع بعيداً عن سطح الأرض ، ولأنها مرتفعة يظهر الخطان الاحمر والأزرق مقطعان .
٧	جبهة منتهية ورمزها عبارة عن خط بنفسجى متصل .
٨	جبهة منتهية ولكنها مرتفعة عن سطح الأرض رمزها خط بنفسجى مقطع .
٩	جبهة منتهية باردة تمثل بخطين السفلى أزرق والعلوى بنفسجى وهما خطان متصلان .
١٠	جبهة منتهية دفيئة تمثل أيضاً بخطين السفلى أحمر والعلوى بنفسجى وهما متصلان .
١١	جبهة منتهية ثابتة يمثلها خط بنفسجى متصل وهى قريبة من سطح الأرض .
١٢	سهم يشير إلى الاتجاه الذى تتحرك نحوه الجبهة وهو أزرق اللون إن كانت الجبهة باردة أو أحمر إن كانت دفيئة .

هذا إذا كانت الألوان متاحة للاستخدام أما إذا لم تتح الألوان فيمكن استخدام الأشكال الموجودة بالجدول التالى :

الجدول رقم (١٠) يوضح طبيعة الجبهة وشكلها واتجاه حركتها .

طبيعة الجبهة	شكل الجبهة	إتجاه حركة الجبهة
بهة باردة على الأرض		↓
بهة باردة عليا		↓
بهة حارة على الأرض		↑
بهة حارة عليا		↑
بهة منتهية على الأرض		↑
بهة منتهية عليا		↑
بهة ساكنة على الأرض		
بهة ساكنة عليا		
بهة منتهية ساكنة على الأرض		
بهة منتهية ساكنة عليا		
بهة منتهية حارة على الأرض		↑
بهة منتهية حارة عليا		↑
بهة منتهية باردة على الأرض		↑
بهة منتهية باردة عليا		↑
بهة غير معلومة		

ثانياً : السحب والرموز والشفرات الموضحة لها في خرائط الطقس

لقد قسمنا السحب قبل ذلك إلى أربعة أنواع رئيسية يمكن أن نميز كل منها عن الأخرى بالعين المجردة وبخبرة المترولوجى وهذه الأنواع هى السمحاق Cirrus والركامي Cumulus والطباقى Stratus والمزني Nimbus ، ويعتبر السمحاق من الأنواع المرتفعة ، بينما تظهر السحب الركامية على ارتفاعات منخفضة من سطح الأرض والتى تختلف في طبيعتها عن السحب الطباقية التى تقع تحتها والتى تظهر في شكل طبقة متماسكة .

وتنقسم الرموز التى تسجل بها السحب على خرائط الطقس إلى قسمين ، يتناول القسم الأول الرموز التى يتم استخدامها لإظهار أشكال السحب، والقسم الثانى هو تلك الشفرات التى توضح أنماط السحب ، وتقسم المجموعة الأولى إلى ثلاثة رموز رئيسية وذلك تبعاً لارتفاع السحب عن سطح الأرض وهى:

١- السحب المنخفضة : Low Clouds ويرمز لها بالحروف (CL).

٢- السحب متوسطة الارتفاع: Medium Clouds ورمزها (CM).

٣- السحب المرتفعة : High Clouds ويرمز لها بالحروف (CH).

أولاً : السحب المنخفضة :

وتنقسم المجموعة الأولى (CL) إلى خمسة أنواع وهى :

أ- **الركامى** : Cumulus ويرمز لها بالحروف (Cu) .

وهو عبارة عن سحاب سميك يشبه الصوف المندوف .

ب- **المزن الركامى**: Cumulonibos ويرمز له بالحروف (

وهو عبارة عن سحاب داكن اللون ويبدو على شكل أبراج

جـ- **السحاب الركامى الطبقى** : Strata–Cumulus و

بالحروف (Sc). وهو عبارة عن سحاب سميك يبدو

طبقات فى شكل كتلة كروية أو دائرية .

د- **السحاب الطبقى** : Stratus ويرمز له بالحروف (St) .

وهو عبارة عن طبقة منتظمة من السحاب تبدو وكأنها ضبا

هـ - **سحاب المزن الطبقى**:Nimbo Stratus ويرمز له (

وهذا النوع من السحب لونه قاتم بسبب سقوط المطر والثلج

ثانياً -السحب المتوسطة الارتفاع: Medium Clouds ورمزها (CM):

وتنقسم هذه المجموعة هى الأخرى إلى خمسة أنواع هى :

أ- **طبقى متوسط الارتفاع** : Alto – Strarus ورمزه (As)

طبقة سميكة من السحاب الداكن اللون .

ب- **ركامى متوسط الارتفاع** : Alto – Cumulus ورمزه (Ac) .

كتل كبيرة مستديرة تبدو في شكل خطوط .

جـ- **السحاب المزن المتقطع**: Fracto – Nimbus ورمزه (FN):

طبقة كثيفة من السحاب القاتم لا شكل له وهو ممطر عادة .

د- **السحاب الركامى المرتفع** : High Cumulus ورمزه (Cuh):

طبقة كتلية في شكل دوائر أو موجات وجزؤها السفلى داكن .

هـ- **ركامى طبقى مرتفع** High Strato Cumulus ورمزه(Sch).

ثالثاً : السحب المرتفعة : High Clouds ورمزها (CH):

وتنقسم هذه المجموعة إلى ثلاثة أنواع هى :

أ- **سحب السمحاق** : Cirrus ورمزها (Ci) .

سحب متقطعة عالية كزغب الريش أو ندف القطن تتكون من بللورات ثلجية صغيرة جداً.

ب- **سحب السمحاق الطبقى** : Cirrus Stratus رمزها (CS) .

طبقة رقيقة من السحاب العالى قد تكون بيضاوية الشكل .

جـ- **سحب السمحاق الركامى**:Cirro Cumulus ورمزها (Cc).

وهى كتل صغيرة من السحاب المرتفع تكون مستديرة تظهر في شكل مجموعات أو خطوط .

كما يقسمها البعض إلى أربع مجموعات كما يتضح من الجدول التالى:

جدول رقم (١١) أنواع السحب من حيث الارتفاع والشكل

ارتفاع السحاب	نوعه
السحب العالية High Clouds CH	سحب السمحاق Cirrus سحب السمحاق الركامى Cirro – Cumulus سحب السمحاق الطبقى Cirro Stratus
سحب متوسطة الارتفاع Medium Clouds CM	سحب ركامى متوسط الارتفاع Alto Cumulus سحب طبقى متوسط الارتفاع Alto Stratus سحب المزن الطبقى Nimbo Stratus
سحب منخفضة Low clouds CL	سحب الركام الطبقى Strato Cumulus سحب الطباقية Stratus
سحب ذات نمو رأسى clouds in vertical Level CL	سحب الركام Cumulus سحب الركام المزنى Cumulo nimbus

أولاً السحب العالية : High Clouds

ولا ينتج عنها تساقط (مطرى – ثلجى) ، وهى بيضاء لا تحج
أشعة الشمس ، ونتيجة شدة ارتفاعها فإنها تتكون من بللورات ثلجية ، و
يظهـر لهـا ظل على سطح الأرض ، وقد تأتى في مقدمة الانخفاضا
الجوية ويأتى بعدها سحب من أنواع أخرى مما يدل على اضطراب الج
وتنقسم إلى ثلاثة أنواع هى :

١- سحب السمحاق : (Ci)

وهـــى سحب مرتفعة جداً عبارة عن حبات من الثلج صغيرة الحجم جـــداً ، تشبه في شكلها زغب الريش الأبيض أو القطن المندوف، وتظهر أحـــياناً في شكل خطوط عبر السماء ولها مظهر كالألياف أحياناً أخرى ، ولا تحجـــب أشـــعة الشـــمس وليس لها ظل على الأرض ، ووجودها في صـــفحة السماء يدل على الجو الصحو ، وإذا زاد سمكها وكثافتها دل ذلك على تغير الجو إلى طقس رديء وقرب حلول انخفاض جوى .

٢- سحب السمحاق الركامو : (Cc)

وهـــى ســـحب تظهـــر علـــى شكل قطع أو بقع بيضاء وفى شكل مجموعات ، وتدل هذه السحب عموماً على الجو الصحو ، ولكنها قد تكون في مقدمة عاصفة إذا ما زادت كثافتها وقل ارتفاعها ، وتكون هذه السحب غالباً في حوض البحر المتوسط في مقدة الانخفاضات الجوية .

٣- سحب السمحاق الطبقو : (Cs)

وهـــى ســـحب بيضـــاء عالية وتغطى صفحة السماء بغطاء أبيض فتظهر السماء في شكل اللبن المسكوب ، وتتكون من جزيئات ثلجية ينتج عنها هالة حول القمر في الليل نتيجة انعكاس الضوء على بللورات الثلوج، وقد تغطى السماء جزيئاً لا كلياً .

وتمثل هذه السحب على خرائط الطقس الرموز التالية :

رقم الرمز	الشكل
صفر	بدون رمز
١	
٢	
٣	
٤	
٥	
٦	
٧	
٨	
٩	

شكل (٤٢) شفرات السحب العالية.

وتـــدل الأرقام والأشكال أو الرموز على السحب التالية كما يتضح م
الجدول التالى:

الجدول رقم (١٢) أرقام رموز السحب المرتفعة ومدلولاتها .

الرقم	الدلالة
صفر	ليس هناك سحب .
١	سحب سمحاق على هيئة كتل متناثرة رقيقة .
٢	سحب سمحاق كثيرة تبدو على هيئة رقيقة مستمرة .
٣	سحب سمحاق سندانى الشكل عادة كثيفة .
٤	سحب سمحاق على شكل هلب أو خطاف .
٥	سحب سمحاق طبقى متقاربة (متقدمة) صوب الأفق بزاوية لا يزيد ارتفاعها عن ٤٥ ° فوق خط الأفق .
٦	سحب سمحاق طبقى يزداد انتشارها (ارتفاعها) فوق الأفق بزاوية تزيد عن ٤٥ ° مع الأفق .
٧	سحب سمحاق طبقى لا تغطى السماء .
٨	سحب سمحاق لا تغطى كل السماء بل أجزاء منه .
٩	سحب سمحاق ركامى تصاحب بعض سحب السمحاق .

ثانياً السحب المتوسطة : Medium Clouds

وتتكون هذه السحب من قطرات من المياه المثلجة مع بعض بلورات ثلجية وتنقسم إلى الأنواع التالية :

١- سحب الركام المتوسط الارتفاع (Ac) :

وتتكون من لفات كثيفة من السحب بينها أجزاء تخف فيها السحب إلى جانب قطع من السحب ، وهى منتظمة في أشكالها ولونها رمادى داكن وأحياناً تأخذ مجموعات في صفوف طويلة أو على شكل أمواج متتابعة ، وعند وجودها في الجو يدل ذلك عادة على تغير مفاجئ في حالة الجو إلى الأسوأ نتيجة اقتراب عاصفة رعدية .

٢- سحب الطبقو متوسط الارتفاع : (Ac) :

وهى سحب منخفضة تظهر في لون رمادى أو يميل إلى اللون الأزرق، منتظمة في شكلها على هيئة تشبه الضباب ، ولكنها لا تصل إلى سطح الأرض ولكنها قريبة منه ، ويمكن أن يرى منها ضوء الشمس والقمر بلون خافت ، أما إذ كانت كثيفة فإنها تحجب ضوء الشمس تماماً وقد تسقط منها في هذه الحالة قطرات من المطر الخفيف .

٣- المزن الطبقو (Ns) :

سحب كثيفة غير منتظمة الأشكال ، وهى ذات لون داكن في جزئها الأسفل ، ويحتمل أن تسقط مطراً ، ويظهر جزوها العلوى على هيئة سندان ، وتحجب أشعة الشمس ، وقد يصاحبها أحياناً برق ورعد .

ثالثاً : السحب المنخفضة Low clouds

وهـــي ســـحب تتكون من قطرات مائية صغيرة وتقترب من سطح الأرض وتنقسم إلى :

١- سحب الركام الطبقي : (Sc) :

تـــتكون مـــن لفافـــات كثيفة من السحب بينها أجزاء خفيفة وقطع الســـحاب منـــتظمة في أشكالها ولونها رمادى غامق ، أو في شكل لفافات طويلـــة ومتوازية، وتوجد في ليالي سماؤها صافية ، ولا تسبب مطر إلا نادراً.

٢- سحب طباقية : (St)

ســـحب رماديـة منتظمة منخفضة تشبه الضباب ولكنها لا تصل إلى ســـطح الأرض ، وقـــد تسقط قطرات خفيفة من المطر على شكل رذاذ ، ويمكن أن نرى منها ضوء الشمس أو القمر إن كان خفيفاً وقد تحجبهم إذا كانت كثيفة .

رابعاً : السحب ذات النمو الرأسي :

وتعتبر أخفض السحب وهى تمتد قريباً من سطح الأرض وقد تمتد إلى أعلى نطاقات السحب حتي تقترب من السحب المرتفعة، وكذلك تسمى بالسحب العمودية وتتكون من :

١- سحب الركام (Cu)

سحب كثيفة تمتد رأسياً وهى تشبه في شكلها زهرة القرنبيط ويعنى ذلك وجود حركة تصعيد في الهواء إلى أعلى ، وتوجد غالباً ف الجو الصحو، وتفصل بين كل سحابة والأخرى مناطق خالية من السحا تسمح بمرور الشمس خلالها وتنشأ عند تسخين الهواء في النهار نتيج سخونة سطح الأرض بفعل أشعة الشمس، وتتكون من قطرات مائي خاصة في الجزء السفلى بينما قد تتحول إلى بلورات ثلجية في الجز العلوى والتى تنخفض بها درجات الحرارة إلى ما دون الصفر المئوى .

٢- سحب المزن الركامى (Cb)

وتمتد هى الأخرى رأسياً حتى تصل إلى مستوى التكاثف وبالتالي يصاحبها سقوط أمطار غزيرة وحدوث الرعد والبرق وأحياناً سقوط البرد. وتبدو هذه السحب في شكل كتل ضخمة ومتراكمة كالجبال ، وهى تشبه سحب الركام في أن الجزء السفلى منها عبارة عن قطرات مائية أما الجزء العلوى فبلورات ثلجية وهى تنشأ من التيارات الهوائية الصاعدة القوية.

ويوضـــح الشكل رقم (٤٣) شفرات السحب المنخفضة والمتوسطة الارتفاع .

رقم الرمز	رموز السحب المنخفضة	رموز السحب متوسطة الارتفاع
صفر	بدون رمز	بدون رمز
١		
٢		
٣		
٤		
٥		
٦		
٧		
٨		
٩		

الشكل رقم (٤٣) السحب المتوسطة والمنخفضة.

الجدول رقم (١٣) دلالات رموز وشفرات السحب المنخفضة

الرقم	دلالته
صفر	لا توجد سحب
١	سحب ركامية بسيطة (ركام بسيط) .
٢	سحب ركامية منخفضة ثقيلة منتفخة على هيئة سندان .
٣	سحب ركامية مزنية .
٤	سحب ركام طبقى ناشئ من مقطع الركام .
٥	طبقة من السحاب الطبقى أو الركام الطبقى .
٦	سحب متقطعة منخفضة مصحوبة بطقس ردىء .
٧	سحب ركامية ثقيلة منتفخة أو ركام مزنى مندمج في ركام طبقى
٨	سحب ركامية مبليلة ثقيلة مصاحبة لطقس سىء .
٩	سحب ركام مزنى بقمم سمحاقية ركامية .

ومـــن خلال الشكل رقم (٤٣) يمكن التعرف على رموز السحب م
الارتفاع وتشير أرقامها إلى أنواع السحب كما في الجدول التالى.

جدول رقم (١٤) دلالات رموز وشفرات السحب متوسطة الارتفاع

رقم	دلالته
صفر	لا توجد سحب .
	سحب من النوع الطباقى رقيقة ومتوسطة (نصف شفافة) .
	سحب طباقية متوسطة السمك معتمة .
	سحب رقيقة ركامية متوسطة أحياناً .
	سحب ركامية متوسطة تظهر في شكل لوزى أو كتلى منفصل .
	سحب ركامية متوسطة على هيئة أشرطة أو صفوف .
	سحب ركامية متوسطة ناتجة عن انتشار قمم السحب الركامية .
	سحب ركامية متوسطة مندمجة في طبقة متوسطة .
	سحب ركامية من النوع المتوسط في شكل قطع ندف القطن المتناثرة
	سحب ركامية متوسطة على هيئة طبقات مختلفة الارتفاعات .

أما عن الشفرات التى توضح كميات السحب التى تغطى صفحة السماء فقد استخدمت لذلك شفرات قديمة هى التى تتضح من الشكل رقم (٤٤) والتى لم تعد تستخدم الآن على المستوى الدولى، بينما تستخدم شفرة جديدة عن طريق الهيئة الدولية للأرصاد الجوية وهى التى يمثلها الشكل رقم (٤٥) ويوضح الجدول التالى مدلول الأرقام في الشفرة القديمة .

الرقم	الرمز	الرقم	الرمز
صفر		٥	
١		٦	
٢		٧	
٣		٨	
٤		٩	

الشكل رقم (٤٤) الشفرة القديمة لتقدير كمية السحب

الرقم	الرمز	الرقم	الرمز
صفر		٥	
١		٦	
٢		٧	
٣		٨	
٤		٩	

الشكل رقم (٤٥) الشفرة الحديثة لتقدير كمية السحب

الجدول رقم (١٥) أرقام الشفرة القديمة ومدلولاتها

الرقم	الدلالة
صفر	سماء صافية ولا توجد سحب
١	$\frac{١}{٨}$ السماء مغطى بالسحب
٢	$\frac{٢}{٨}$ السماء تغطية السحب .
٣	$\frac{٣}{٨}$ السماء تغطية السحب .
٤	$\frac{٤}{٨}$ السماء مغطى بالسحب .
٥	$\frac{٥}{٨}$ السماء مغطى بالسحب .
٦	$\frac{٦}{٨}$ السماء تغطية السحب .
٧	$\frac{٧}{٨}$ السماء تغطية السحب .
٨	السماء مغطاة تماماً بالسحب .
٩	السماء مظلمة والرؤية غير واضحة للراصد.

بينما قسمت الشفرة القديمة السماء إلى ١٠ أجزاء نجد أن الشفرة الحديث
قد قسمت السماء إلى ٨ أجزاء زيادة في التوضيح وهذا ما سوف نراه من جدو
مدلول أرقام : الشفرة الحديثة.

جدول رقم (١٦) أرقام الشفرة الحديثة ومدلولاتها

الرقم	الدلالة
صفر	لا توجد سحب والسماء صافية .
١	تغطى السحب ١٠/١ السماء أو أقل .
٢	تغطى السحب ما بين ١٠/٢ ، ١٠/٣ من السماء .
٣	تغطى السحب ١٠/٤ السماء.
٤	تغطى السحب ١٠/٥ السماء.
٥	تغطى السحب ١٠/٦ السماء .
٦	تغطى السحب ما بين ١٠/٧ ، ١٠/٨ من السماء .
٧	تغطى السحب أكثر من ١٠/٩ من السماء مع وجود فجوات ضيقة لا تغطيها السحب .
٨	السماء محجوبة تماماً بالسحب .
٩	تتسم السماء بالإظلام وعدم وضوح الرؤية للراصد .

ثالثاً : الرياح والعواصف ورموزها وشفراتها في خرائط الطقس

يتم تمثيل اتجاه الرياح في خرائط الطقس بخط ينتهى إلى الدائرة التى تمثل المحطة، ويكون اتجاهه نحو مركز المحطة، أما سرعة الرياح فتظهر على شكل خطوط مائلة على اتجاه الرياح وهى تتبع في ذلك مقياس بيفورت Peufurt كما يوجد دليل رقمى يوضح اتجاه الرياح أيضاً كما هو مبين فيما يلى

الجدول رقم (١٧) رقم اتجاه الرياح

رقم الاتجاه	الاتجاه	درجة الاتجاه
٠٠	هواء ساكن ولا توجد رياح.	سكون
٠٢	الشمال.	صفر/٣٦٠ °
٠٤	شمال الشمال الشرقي.	٢٢,٥ °
٠٦	الشمال الشرقي	٤٥ °
٠٨	شرق الشمال الشرقي.	٦٧,٥ °
١٠	شرق.	٩٠ °
١٢	شرق الجنوب الشرقي.	١١٢,٥ °
١٤	الجنوب الشرقي.	١٤٥ °
١٦	جنوب الجنوب الشرقي.	١٦٧,٥ °
١٨	الجنوب.	١٨٠ °
٢٠	جنوب الجنوب الغربي.	٢٠٢,٥ °
٢٢	الجنوب الغربي.	٢٢٥ °
٢٤	غرب الجنوب الغربي.	٢٤٧,٥ °
٢٦	غرب.	٢٧٠ °
٢٨	غرب الشمال الغربي.	٢٩٢,٥ °
٣٠	الشمال الغربي.	٣١٥ °
٣٢	شمال الشمال الغربي.	٣٣٧,٥ °

الرقم	الشفرة
صفر	
١	
٢	
٣	
٤	
٥	
٦	
٧	
٨	
٩	
١٠	
١١	
١٢	
١٣	
١٤	
١٥	
١٦	
١٧	

الشكل رقم (٤٦) شفرات سرعة الرياح

جدول رقم (١٨) توضيح دليل الأرقام الموضحة لشفرات سرعة الرياح.

الرقم	بالعقدة / ساعة	بالميل / ساعة	بالكم / ساعة
١	هادئة	هادئة	هادئة
٢	١-٢	١-٢	١-٣
٣	٣-٧	٣-٨	٤-١٣
٤	٨-١٢	٩-١٤	١٤-١٩
٥	١٣-١٧	١٥-٢٠	٢٠-٣٢
٦	١٨-٢٢	٢١-٢٥	٣٣-٤٠
٧	٢٣-٢٧	٢٦-٣١	٤١-٥٠
٨	٢٨-٣٢	٣٢-٣٧	٥١-٦٠
٩	٣٣-٣٧	٣٨-٤٣	٦١-٦٩
١٠	٣٨-٤٢	٤٤-٤٩	٧٠-٧٩
١١	٤٣-٤٧	٥٠-٥٤	٨٠-٨٧
١٢	٤٨-٥٢	٥٥-٦٠	٨٨-٩٦
١٣	٥٣-٥٧	٦١-٦٦	٩٧-١٠٦
١٤	٥٨-٦٢	٦٧-٧١	١٠٧-١١٤
١٥	٦٣-٦٧	٧٢-٧٧	١١٥-١٢٤
١٦	٦٨-٧٢	٧٨-٨٣	١٢٥-١٣٤
١٧	٧٣-٧٧	٨٤-٨٩	١٣٥-١٤٣
١٨	١٠٣-١٠٧	١١٩-١٢٣	١٩٢-١٩٨

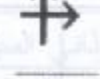
وقد كان مقياس الأدميرال البريطاني السير بوفورت من أول الـ
المستخدمة في تقدير سرعات الريح وتأثيراتها، وقد أعد ه في عام
لمساعدة البحارة بالملاحظات البصرية، ويبدأالمقياس بالقوة (صفر)
بالقوة (١٢) ومازال هذا المقياس يستخدم سواء علي اليابس أو علي الما
القياس علي اليابس أو الماء علي ارتفاع ١٠ أمتار من السطح في كل منه

جدول رقم (١٩) سرعات الريح بمقياس بوفورت

قوة الريح	السرعة المتكافئة		وصف الريح
	بالميل/ ساعة	بالعقدة/ ساعة	
صفر	صفر-١	صفر-١	هادئة
١	١-٣	١-٣	هواء خفيف
٢	٤-٧	٤-٦	نسيم خفيف
٣	٨-١٢	٧-١٠	نسيم لطيف
٤	١٣-١٨	١١-١٦	نسيم معتدل
٥	١٩-٢٤	١٧-٢١	نسيم منعش
٦	٢٥-٣١	٢٢-٢٧	نسيم قوي
٧	٣٢-٣٨	٢٨-٣٣	شبه هوجاء
٨	٣٩-٤٦	٣٤-٤٠	هوجاء
٩	٤٧-٥٤	٤١-٤٧	هوجاء قوية
١٠	٥٥-٦٣	٤٨-٥٥	عاصفة
١١	٦٤-٧٢	٥٦-٦٣	عاصفة عنيفة
١٢	٧٣-٨٣	٦٤-٧١	هيريكين

أما عن العواصف فيوجد نوعين من الشفرات يستخدمان ليدلان على العواصف، وذلك لأن العواصف الترابية Dust Storms والعواصف الرملية Sand Storms تختلفان تماماً عن العواصف الرعدية Thunder Storms، حيث تصاحب العواصف الرعدية عموماً أمطار رعدية غزيرة مع احتمالات

كبيرة لسقوط البرد، لذلك توجد تشمل كل العواصف باستثناء العوا
الرعدية، مع وجود شفرة للعواصف الرعدية.

الرقم	الشفرة
٣٠	
٣١	
٣٢	
٣٣	
٣٤	
٣٥	
٣٦	
٣٧	
٣٨	
٣٩	

شكل رقم (٤٧) شفرات العواصف الترابية والرملية والثلج

ويدل الجدول التالى على مدلولات أرقام شفرات العواصف لتوضيح
العواصف الموجودة .

جدول (٢٠) مدلولات أرقام الشفرات لمعرفة نوعية العواصف

رقم	مدلول الشفرة
٣٠	عاصفة ترابية أو رملية ضعيفة أو متوسطة تناقصت في الساعة الماضية
٣١	عاصفة ترابية أو رملية ضعيفة أو متوسطة لم يحدث بها تغير في الساعة الماضية.
٣١	عاصفة ترابية أو رملية ثابتة ضعيفة أو متوسطة بدأت أو تزايدت في الساعة الماضية.
٣٢	عاصفة ترابية أو رملية قوية بدأت في الضعف في الساعةالماضية.
٣٣	عاصفة ترابية أو رملية قوية لم يحدث بها تغير في الساعة الماضية.
٣٤	عاصفة ترابية أو رملية قوية بدأت أو تزايدت في الساعة الماضية.
٣٥	عاصفة ثلجية خفيفة أو متوسطة منخفضة عموماً.
٣٦	عاصفة ثلجية كثيفة منخفضة عموماً.
٣٧	عاصفة ثلجية خفيفة أو متوسطة مرتفعة عموماً.
٣٨	عاصفة ثلجية شديدة مرتفعة عموماً.

بينما يوضح الشكل رقم (٤٨) شفرات العواصف الرعدية ، والتى يصاحبها سقوط الأمطار الغزيرة وسقوط البرد ، ومن ثم فإنه عند الإشارة إلى أى نوع من العواصف يجب أن يذكر اسم العاصفة ، وتتكون العواصف عند انشداد سرعة الرياح .

الرقم	الشفرة
٩٠	
٩١	
٩٢	
٩٣	
٩٤	
٩٥	
٩٦	
٩٧	
٩٨	
٩٩	

شكل رقم (٤٨) شفرات العواصف الرعدية

ول رقم (٢١) مدلولاً أرقام شفرات العواصف الرعدية

رقم	مدلول الرقم
٩	رخات برد متوسطة أو شديدة مع أ بدون مطر ومختلطة بثلج غير مرتبطة برعد.
٩	مطـــر في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩	مطـــر قليل أو غزير في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩	ثلـــج قليل أو مطر مختلط بثلج أو برد في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩	ثلج متوسط أو مطر مختلط بثلج أو برد في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩	عاصفة رعدية متوسطة لا يسقط بها برد ولكنها مصحوبة بسقوط مطر و/أو ثلج في ساعة الرصد .
٩	عاصفة رعدية متوسطة مع سقوط قليل من البرد ساعة الرصد .
٩	عاصفة رعدية متوسطة لا تُسقط برداً ولكنها مصحوبة بمطر و/أو ثلج في ساعة الرصد .
٩	عاصفة رعدية مصحوبة بعاصفة ترابية ساعة الرصد .
٩	عاصفة رعدية شديدة مع سقوط برد ساعة الرصد .

أما الرياح فقد ترسم في خرائط خطوط الضغط المتساوى أو ترسم
خرائط خاصة بها، كما هو الحال في خرائط الدورة الهوائية حيث ترسم ا
الخاصة بالرياح دون الاعتماد على بيانات دقيقة تبين سرعة الرياح وقوته
والتى إذا توافرت بياناتها تساعد على توضح صورة الرياح بشكل أدق ،
في هذه الحالة سيتم رسم أسهم الرياح بمقاييس رسم توضح سرعة الرياح وا
هبوبها .

ومـــن ثم فإن الأسهم المتصلة التى تستخدم في خرائط الطقس تختلف
الأســـهم النســـبية التى تشير إلى نسبة هبوب الرياح السائدة وقوتها تماماً،
النوع الأخير تتنوع أشكاله ويختلف السمك النسبى من سهم إلى آخر كما يتض
من الشكل رقم (٤٩) .

سرعة الرياح بالكم	نسبة هبوب الرياح		
	أقل من ٥٠٪	من ٥٠ ٪-٧٥٪	أكثر من ٧٥
أقل من ٥			
من ٦ – ١٥			
أكثر من ١٥			

الشكل رقم (٤٩) سرعة ونسبة هبوب الرياح

رابعاً : مظاهر التكاثف في خرائط الطقس

إذا كانت دراسة السحب في خرائط الطقس لها أهمية خاصة وواضحة ، ن مظاهر التكاثف والتساقط لا تقل عنها أهمية ، ولذلك نجد عدد من الشفرات اذاصـــة بمظاهر التكاثف والتساقط ، ومنها شفرة الضباب الشكل رقم (٥٠) ، ـنها يستطيع المترولوجيين والجغرافيين التفرقة بين أنواع الضباب والشبورة ختلفة كأن يكون ضباب سميك والضباب شديد الكثافة والعينات الدالة على كل ـوع منها ، كما توجد الشفرات الخاصة بالرذاذ وهى نوع من التساقط يختلف ن المطر ، وكذلك الشفرات الدالة عن المطر الذى يمثل أهم مظاهر التساقط ، شفرات الثلج والذى لا يقل عن المطر كأحد مظاهر التساقط وشفرات رخات تساقط وأنواع أخرى من شفرات التساقط كما سيلى ذكره:

١ ــ الضباب : Fog

الرقم	الشفرة
٤٠	
٤١	
٤٢	
٤٣	
٤٤	
٤٥	
٤٦	
٤٧	
٤٨	
٤٩	

الشكل رقم (٥٠) شفرات الضباب

جدول رقم (٢٢) أرقام شفرات الضباب ومدلولاتها .

الرقم	الدلالة
٤٠	ضباب أو ضباب ثلجي يري عن بعد في ساعة الرصد لكنه لم يكن موجود عند محطة الرصد في ساعة الرصد.
٤١	ضباب أو ضباب ثلجي في شكل بقع.
٤٢	ضباب أوضباب ثلجي تري منه السماء لأنه بدأ يخف في الساعة الماضية.
٤٣	ضباب أوضباب ثلجي يحجب السماء لكنه بدأ يخف في الساعة الماضية.
٤٤	ضباب أوضباب ثلجي تري منه السماء ولم يحدث تغير الساعة الماضية.
٤٥	ضباب أوضباب ثلجي لا تري منه السماء ولم يحدث تغير الساعة الماضية.
٤٦	ضباب أوضباب ثلجي تري منه السماء وبدأ أوخف سمكه في الساعة الماضية.
٤٧	ضباب أوضباب ثلجي يحجب السماء وبدأ أوخف سمكه في الساعة الماضية.
٤٨	ضباب حديث التراكم (التكوين) و تري من خلاله السماء.
٤٩	ضباب حديث التراكم (التكوين) و لكنه يحجب السماء.

٢ - الرذاذ : Drizzle

ويختلف الرذاذ عن المطر في أن حجم حبيباته دقيقة، ويرتبط أساساً بتكون الضباب والسحب من النوع الطباقى ويوضح الشكل رقم (٥١) الشفرات المستخدمة في الرذاذ .

الرقم	الشفرة
٥٠	
٥١	
٥٢	
٥٣	
٥٤	
٥٥	
٥٦	
٥٧	
٥٨	
٥٩	

الشكل رقم (٥١) شفرات الرذاذ.

الجدول رقم (٢٣) أرقام شفرات الرذاذ ومدلولاتها .

الرقم	الدلالة
٥٠	رذاذ منقطع (غيرمتجمد) خفيف في وقت الرصد .
٥١	رذاذ مستمر (غيرمتجمد) خفيف في وقت الرصد.
٥٢	رذاذ منقطع (غيرمتجمد) متوسط في وقت الرصد.
٥٣	رذاذ مستمر (غيرمتجمد) متوسط في وقت الرصد.
٥٤	رذاذ منقطع (غيرمتجمد) كثيف في وقت الرصد.
٥٥	رذاذ مستمر (غيرمتجمد) كثيف في وقت الرصد.
٥٦	رذاذ متجمد نوعاً.
٥٧	رذاذ متجمد متوسط أو كثيف.
٥٨	رذاذ مصحوب بمطر خفيف.
٥٩	رذاذ ومطر معتدل أو كثيف.

٣- **المطر**:Rain ويوضح الشكل رقم (٥٢) شفرات الدالة على المطر

الرقم	الشفرة
٦٠	
٦١	
٦٢	
٦٣	
٦٤	
٦٥	
٦٦	
٦٧	
٦٨	
٦٩	

الشكل رقم (٥٢)

جدول رقم (٢٤) أرقام شفرات المطر ومدلولاتها

الرقم	الدلالة
٦٠	مطر متقطع (غير متجمد) خفيف ساعة الرصد .
٦١	مطر مستمر (غير متجمد) خفيف ساعة الرصد.
٦٢	مطر متقطع (غير متجمد) متوسط ساعة الرصد.
٦٣	مطر مستمر (غير متجمد) متوسط ساعة الرصد.
٦٤	مطر متقطع (غير متجمد) كثيف ساعة الرصد.
٦٥	مطر مستمر (غير متجمد) كثيف ساعة الرصد.
٦٦	مطر خفيف متجمد .
٦٧	مطر متوسط أوكثيف متجمد.
٦٨	مطر أو رذاذ وثلج خفيف.
٦٩	مطر أو رذاذ وثلج متوسط أو كثيف.

٤- الثلج : Snow

وهو نوع من التساقط يسقط على شكل بلورات أو ندف ثلج فيختلف عن الجليد المتميع Sleet والبرد، إذ أن الجليد المتميع أو المطر الثلجى كما يحلو لبعض الباحثين أن يسموه لا يتكون إلا في درجة حرارة قريبة من نقطة التجمد أو أعلى منها قليلاً، فهى قطرات ما بين الماء والثلج ، حيث يسقط على هيئة أمطار متجمدة أو ثلج، وهو الذى يختلف عن البرد الذى يمثل كرات جليدية ثقيلة ذات أشكال مختلفة وشفافة يرتبط سقوطها بالمزن ، وتستخدم لبيان التساقط الثلجى وأنواع الثلوج عدة شفرات هى المستخدمة في الشكل رقم (٥٣) :

الرقم	الشفرة
٧٠	
٧١	
٧٢	
٧٣	
٧٤	
٧٥	
٧٦	
٧٧	
٧٨	
٧٩	

الشكل رقم (٥٣) شفرات الثلج.

ويوضح الجدول التالى أرقام شفرات الثلج ومدلولاتها

جدول رقم (٢٥) أرقام شفرات الثلج ومدلولاتها

الرقم	الشفرة
٧٠	سقوط ندف ثلج متقطع خفيف وقت الرصد.
٧١	سقوط ندف ثلج مستمر خفيف وقت الرصد.
٧٢	سقوط ندف ثلج متقطع موسط وقت الرصد.
٧٣	سقوط ندف ثلج مستمر ومتوسط وقت الرصد.
٧٤	سقوط ندف ثلج متقطع كثيف وقت الرصد.
٧٥	سقوط ندف ثلج مستمر وكثيف وقت الرصد.
٧٦	شظايا ثلجية (غبار بللوري) مع أو بدون ضباب.
٧٧	حبيبات ثلجية مع أو بدون ضباب.
٧٨	بللورات ثلجية منفصلة تشبه النجوم مع أو بدون ضباب.
٧٩	كرات ثلجية مانعة .

وإذا استمر التساقط في شكل دفعة واحدة في فترة زمنية قصيرة وبعد ذلك ينقطع هذا التساقط فإننا نطلق عليه اسم رخات Showers .

٥- الرخات : Showers.

وتستخدم لها شفرات للتمييز بينها وبين بعضها كما هو الحال في الشكل التالى رقم (٥٤) :

الرقم	الشفرة
٨٠	
٨١	
٨٢	
٨٣	
٨٤	
٨٥	
٨٦	
٨٧	
٨٨	
٨٩	

الشكل رقم (٥٤) شفرات رنات المطر

وضح الجدول التالى مدلولات أر قام شفرات رخات المطر على النحو التالى:

جدول رقم (٢٦) أرقام شفرات رخات المطر ومدلولاتها .

رقم	الدلالة
	رخة/ رخات مطر خفيفة.
	رخة/ رخات مطر متوسطة أو غزيرة.
	رخة/ رخات مطر عنيفة
	رخة/ رخات مطر مختلط بالثلج خفيفة.
	رخة/ رخات مطر مختلط بالثلج متوسطة أو غزيرة.
	رخة/ رخات ثلج خفيفة.
	رخة/ رخات كرات ثلجية متوسطة أو غزيرة.
	رخة/ رخات كرات ثلجية أو برد صغير خفيفة.
	رخة/ رخات كرات ثلجية متوسطة أو غزيرة أو كرات جليد مع أو بدون مطر أو مطر مختلط بثلج.
	رخـــة/رخات برد مع أو بدون مطر أو مطر مختلط بثلج غير مرتبطة بالرعد .

٦- شفرات إضافية للتكاثف والتساقط:

تستخدم بعض الشفرات الإضافية لتوضح أنواع من التكاثف والتساقط و أنواع المطر والثلج والضباب والرخات التى أوضحنا شفراتها فيما سبق ، د الشفرات هى التى يوضحها الشكل رقم (٥٥) على النحو التالى :

الرقم	الشفرة
٠٤	
٠٥	
١٠	
١٥	
٢٠	
٢١	
٢٢	
٢٣	
٢٤	
٢٥	
٢٦	
٢٧	

الشكل رقم (٥٥)شفرات التكاثف والتساقط الإضافية

ويوضح الجدول التالى مدلولات أرقام شفرات التكاثف والتساقط الإضافية

النحو التالى: جدول رقم (٢٧) أرقام شفرات التكاثف والتساقط الإضافية

ولاتها

م	الدلالة
	قلت الرؤية بسبب الشبورة التي تشبه الدخان .
	شبورة Haze والرؤية أكثر من كيلو متر واحد .
	ضباب خفيف جداً والرؤية أقل من كيلو متر .
	تساقط خلال الرؤية يصل إلي سطح الأرض أو البحر لكن علي بعد حوالي ٥ كم المحطة.
	رذاذ (غير متجمد) أو حبيبات ثلج لاتسقط كرخات في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
	مطر(غير متجمد لاتسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
	ثلج(لايسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
	مطر وثلج أو كرات جليد (لايسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
	رذاذ متجمد أو مطر متجمد (لايسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
	رخات مطر في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.
	رخات ثلج أو مطر وثلج في الساعة السابقة لا في ساعة الرصد.
	رخات برد أو برد مطر في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.

الشكل رقم (٥٦)شفرات الطقس الحاضر

ويوضح الجدول التالى مدلولات أرقام شفرات الطقس الحاضر التـ

كـل حـالات الطقـس التـي يمكـن تسـجيلها فـي أي محطـة أر

جدول رقم (٢٨) مدلول شفرات الطقس الحاضر

الرقم	مدلول الشفرة
صفر	السماء صافية ولميلاحظ بها سحب في الساعة الماضية.
٠١	تتبدد السحب عموماً أو تصبح أقل تطوراً في الساعة الماضية.
٠٢	لم تتغير حالة السماء ككل في الساعة الماضية.
٠٣	تتكون أو تتطور السحب في الساعة الماضية.
٠٤	قلت الرؤية بسبب الشبورة التي تشبه الدخان .
٠٥	شبورة Haze والرؤية أكثر من كيلو متر واحد .
٠٦	غبار واسع الإنتشار معلق في الهواء غير مرفوع بالريح في ساعة الرصد.
٠٧	عبار أو رمل مرفوع بالريح في ساعة الرصد.
٠٨	دوامة غبار متطورة جداً في الساعة الماضية.
٠٩	عاصفة ترابية أو عاصفة رملية في مدي الرؤية أو عند المحطة في الساعة الماضية.
١٠	ضباب خفيف.
١١	بقع ضباب ضحل عند المحطة لا يزيد ارتفاعها عن الأرض ٦ قدم.
١٢	تزايد أو تناقص الضباب الضحل عند المحطة لا يزيد ارتفاعها عن الأرض ٦ قدم.
١٣	يري البرق ولا يسمع صوت الرعد.
١٤	تساقط في مدي الرؤية لكن لايصل إلي سطح الأرض.
١٥	تساقط في مدي الرؤية يصل إلي سطح الأرض لكن بعيداً من المحطة.
١٦	تساقط في مدي الرؤية يصل إلي سطح الأرض لكن قريباً من المحطة.
١٧	سمع الرعد لكن لايوجد تساقط عند المحطة.
١٨	عواصف في مدي الرؤية في الساعة الماضية أو ساعة الرصد.

الرقم	مدلول الشفرة
١٩	سحب قمعية في مدي الرؤية في ساعة الرصد.
٢٠	رذاذ (غير متجمد) أو حبيبات ثلج لاتسقط كرخات في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
٢١	مطر (غير متجمد لاتسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
٢٢	ثلج(لايسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
٢٣	مطر وثلج أو كرات جليد (لايسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
٢٤	رذاذ متجمد أو مطر متجمد (لايسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
٢٥	رخات مطر في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.
٢٦	رخات ثلج أو مطر وثلج في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.
٢٧	رخات برد أو برد مطر في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.
٢٨	ضباب في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.
٢٩	عاصفة رعدية (مع أو بدون تساقط) في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.
٣٠	عاصفة ترابية أو رملية ضعيفة أو متوسطة تناقصت في الساعة الماضية.
٣١	عاصفة ترابية أو رملية ضعيفة أو متوسطة لم يحدث بها تغير الساعة الماضية.
٣٢	عاصفة ترابية أو رملية ثابتة ضعيفة أو متوسطة بدأت أو تزايد في الساعة الماضية.
٣٣	عاصفة ترابية أو رملية قوية بدأت في الضعف الساعةالماضية.

الرقم	مدلول الشفرة
٣٤	عاصفة ترابية أو رملية قوية لم يحدث بها تغير في الساعة الماضية.
٣٥	عاصفة ترابية أو رملية قوية بدأت أو تزايدت في الساعة الماضية.
٣٦	عاصفة ثلجية خفيفة أو متوسطة منخفضة عموماً.
٣٧	عاصفة ثلجية كثيفة منخفضة عموماً.
٣٨	عاصفة ثلجية خفيفة أو متوسطة مرتفعة عموماً.
٣٩	عاصفة ثلجية شديدة مرتفعة عموماً.
٤٠	ضباب أو ضباب ثلجي يري عن بعد في ساعة الرصد لكنه لم يكن موجود عند محطة الرصد في ساعة الرصد.
٤١	ضباب أو ضباب ثلجي في شكل بقع.
٤٢	ضباب أوضباب ثلجي تري منه السماء لأنه بدأ يخف في الساعة الماضية.
٤٣	ضباب أوضباب ثلجي يحجب السماء لكنه بدأ يخف في الساعة الماضية.
٤٤	ضباب أوضباب ثلجي تري منه السماء ولم يحدث تغير الساعة الماضية.
٤٥	ضباب أوضباب ثلجي لا تري منه السماء ولم يحدث تغير الساعة الماضية.
٤٦	ضباب أوضباب ثلجي تري منه السماء وبدأ أوخف سمكه في الساعة الماضية.
٤٧	ضباب أوضباب ثلجي يحجب السماء وبدأ أوخف سمكه في الساعة الماضية.
٤٨	ضباب حديث التراكم (التكوين) و تري من خلاله السماء.
٤٩	ضباب حديث التراكم (التكوين) و لكنه يحجب السماء.
٥٠	رذاذ متقطع (غيرمتجمد) خفيف في وقت الرصد.
٥١	رذاذ مستمر (غيرمتجمد) خفيف في وقت الرصد.

الرقم	مدلول الشفرة
٥٢	رذاذ متقطع (غير متجمد) متوسط في وقت الرصد.
٥٣	رذاذ مستمر (غير متجمد) متوسط في وقت الرصد.
٥٤	رذاذ متقطع (غير متجمد) كثيف في وقت الرصد.
٥٥	رذاذ مستمر (غير متجمد) كثيف في وقت الرصد.
٥٦	رذاذ متجمد نوعاً.
٥٧	رذاذ متجمد متوسط أو كثيف.
٥٨	رذاذ مصحوب بمطر خفيف.
٥٩	رذاذ ومطر معتدل أو كثيف.
٦٠	مطر متقطع (غير متجمد) خفيف ساعة الرصد .
٦١	مطر مستمر (غير متجمد) خفيف ساعة الرصد.
٦٢	مطر متقطع (غير متجمد) متوسط ساعة الرصد.
٦٣	مطر مستمر (غير متجمد) متوسط ساعة الرصد.
٦٤	مطر متقطع (غير متجمد) كثيف ساعة الرصد.
٦٥	مطر مستمر (غير متجمد) كثيف ساعة الرصد.
٦٦	مطر خفيف متجمد .
٦٧	مطر متوسط أوكثيف متجمد.
٦٨	مطر أو رذاذ وثلج ،خفيف.
٦٩	مطر أو رذاذ وثلج ،متوسط أو كثيف.
٧٠	سقوط ندف ثلج متقطع خفيف وقت الرصد.
٧١	سقوط ندف ثلج مستمر خفيف وقت الرصد.
٧٢	سقوط ندف ثلج متقطع موسط وقت الرصد.

الرقم	مدلول الشفرة
٧٣	سقوط ندف ثلج مستمر ومتوسط وقت الرصد.
٧٤	سقوط ندف ثلج متقطع كثيف وقت الرصد.
٧٥	سقوط ندف ثلج مستمر وكثيف وقت الرصد.
٧٦	شظايا ثلجية (غبار بللوري) منع أو بدون ضباب.
٧٧	حبيبات ثلجية مع أو بدون ضباب.
٧٨	بللورات ثلجية منفصلة تشبه النجوم مع أو بدون ضباب.
٧٩	كرات ثلجية مائعة .
٨٠	رخة/ رخات مطر خفيفة.
٨١	رخة/ رخات مطر متوسطة أو غزيرة.
٨٢	رخة/ رخات مطر عنيفة
٨٣	رخة/ رخات مطر مختلط بالثلج خفيفة.
٨٤	رخة/ رخات مطر مختلط بالثلج متوسطة أو غزيرة.
٨٥	رخة/ رخات ثلج خفيفة.
٨٦	رخة/ رخات كرات ثلجية متوسطة أو غزيرة.
٨٧	رخة/ رخات كرات ثلجية أو برد صغير خفيفة.
٨٨	رخـــة/ رخات كرات ثلجية متوسطة أو غزيرة أو كرات جليد مع أو بدون مطر أو مطر مختلط بثلج.
٨٩	رخـــة/رخـــات برد مع أو بدون مطر أو مطر مختلط بثلج غير مرتبطة بالرعد .

الرقم	مدلول الشفرة
٩٠	رخـــات برد متوسطة أو شديدة مع أ بدون مطر ومختلطة بثلج غير مرتبطة برعد.
٩١	مطر في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩٢	مطـــر قلـــيل أو غزيـــر في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩٣	ثلج قليل أو مطر مختلط بثلج أو برد في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩٤	ثلـــج متوســـط أو مطـــر مختلط بثلج أو برد في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩٥	عاصـــفة رعديـــة متوســـطة لا يسقط بها برد ولكنها مصحوبة بسقوط مطر و/أو ثلج في ساعة الرصد .
٩٦	عاصفة رعدية متوسطة مع سقوط قليل من البرد ساعة الرصد .
٩٧	عاصـــفة رعدية متوسطة لا تُسقط برداً ولكنها مصحوبة بمطر و/أو ثلج في ساعة الرصد .
٩٨	عاصفة رعدية مصحوبة بعاصفة ترابية ساعة الرصد .
٩٩	عاصفة رعدية شديدة مع سقوط برد ساعة الرصد .

خرائط الطقس العليا

Upper Weather Maps

إننا في خرائط الطقس في طبقات الجو العليا لا نحتاج كل عناصر الطقس سالفة الذكر في خرائط الطقس السطحية ، والتي تعرفنا على الشفرات الممثلة لكل منها على خرائط الطقس السطحية ،بينما لا نحتاج إلا لأربعة عناصر في خرائط الطقس العليا هى :

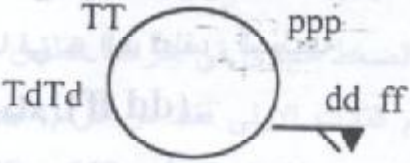
١- درجة الحرارة (TT) .

٢- نقطة الندى (TdTd) .

٣- اتجاه وسرعة الرياح (ddff) .

٤- الضغط الجوى (ppp) .

ويوضح الشكل رقم (٥٧) نموذج محطة جوية في خرائط الطقس العليا وكيفية تمثيل فيها العناصر منهاعلى النحو التالى :



الشكل رقم (٥٧) نموذج لمحطة جوية في خرائط الطقس العليا .

١- درجة الحرارة : (TT).

تعامل درجة الحرارة في خرائط ةالطقس العليا نفس المعاملة لدرجة الحرارة في خرائط الطقس السطحية ، أى أنه إذا زادت درجة الحرارة عن ٥٠ ° مئوية ، فإننا نقوم بطرح ٥٠ ° منها ويكتب الرقم الباقى بالسالب ، أما إذا قلت درجة الحرارة عن ٥٠ ° مئوية فإنها تسجل كما هى فإذا سجلت درجة الحرارة في المحطة TT = ٥٦ ° ، فمعنى ذلك أن درجة الحرارة في هذه المحطة تساوى ــ ٦ ° مئوية أما إذا سُجلت درجة الحرارة TT = ٣٢ ° مئوية فمعنى ذلك أن درجة الحرارة في هذه المحطة = ٣٢ ° مئوية .

٢- نقطة الندى : (Td Td)

وتعنى درجة حرارة الهواء الذى يتغير عندها بخار الماء من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة في شكل قطرات من الماء عند سقوط المطر إذا كانت درجة الحرارة فوق الصفر المئوى بقليل ، أو في شكل حبيبات ثلجية إذا كانت درجة الحرارة دون الصفر المئوى بقليل ، أى أنها النقطة التى يحدث عندها التكاثف ، وعندها تسمى درجة الحرارة بنقطة الندى ، وتعامل في خرائط الطقس العليا نفس معاملتها في خرائط الطقس السطحية .

٣- اتجاه وسرعة الرياح : (dd ff).

تتم معاملة اتجاه وسرعة الرياح في خرائط الطقس العليا أيضاً نفس معاملتها في خرائط الطقس السطحية ، ولكنهما يختلفان عن بعضهما في أن الرياح في طبقات الجو العليا أسرع بكثير من مثيلاتها من الرياح السطحية

لمسئلة فـي خرائط الطقس السطحية ومن ثم إذا زادت سرعة الرياح عن ٢٥ عقدة في الساعة ، فإنه يتم تمثيلها على خرائط الطقس العليا :

الخمسين عقدة الأولى تمثل بمثلث صغير ◄ = ٥٠ عقدة .

العشرة عقدة بعد الخمسين تمثل بسهم كامل ——| = ١٠ عقدة .

وأقل من عشرة عقدة تمثل بسهم ناقص أو نصف سهم ——

فمثلاً لو كانت سرعة الرياح ٦٥ عقدة فإنها تمثل كما يلى في الرسم التالى :

محطة الرصد

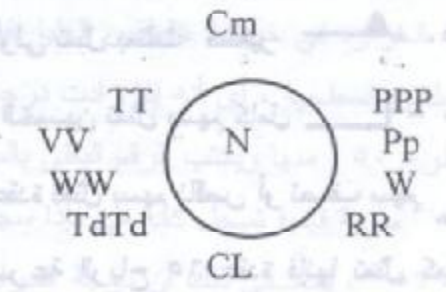
الشكل رقم (٥٨) سرعة واتجاه الرياح

٤- الضغط الجوى : (ppp)

يظهر ارتفاع الضغط الجوى في خرائط الطقس العلوى ممثلاً بالمتر، على أن تكتب الأرقام الثلاث الأولى فقط من الرقم، معنى ذلك أنه إذا سجل ارتفاع الضغط الجوى في محطة ما على أنه PPP = 558، فإن ذلك يعنى أن ارتفاع الضغط في هذه المحطة = ١,٥٥٨ متر أو ما يعادل حوالى ٨٥٠ ملليبار

نموذج لمحطة أرصاد جوية سطحية

Surface Synoptic Station



شكل رقم (٥٩)

نموذج لمحطة أرصاد جوية سطحية

الرموز المستخدمة لتوقع على محطات الرصد السطحية وهى رموز ثابتة من حيث المكان في جميع أنحاء العالم :

١- ما يحجب من السماء بالسحاب : ويرمز له بالحرف : (N)

٢- درجة الحرارة المئوية : ورمزها : (TT)

٣- درجة الرؤية : ورمزها : (VV)

٤- الطقس الحاضر : ورمزه : (WW)

٥- نقطة الندى ورمزها : (TdTd)

٦- أنواع السحب :

أ- سحب عالية : ورمزها : (Ch)

ب- سحب متوسطة ورمزها : (Cm)

جـ- سحب منخفضة ورمزها : (CL)

٧- التساقط خلال الـ ٦ ساعات السابقة ورمزها : (RR)

٨- الطقس الماضي ورمزه : (W)

٩- التغير في الضغط الجوى خلال الساعات الثلاث السابقة ورمزه: (pp)

١٠- الضغط الجوى عند مستوى سطح البحر : ورمزه (PPP).

ومعنى أن هذه الأرقام ثابتة من حيث المكان أى أنها توقع في نفس الأماكن على الدائرة التى تمثل محطة الرصد في أى جزء من العالم كما في نموذج المحطة في الشكل رقم (٥٩) الذى يمثل محطة أرضية موقع عليها كل العناصر العشرة السابقة ، هذا بالإضافة إلى الرمز الذى يمثل سرعة الرياح (FF = Wind Force) وهو (FF) ورمز اتجاه الرياح (dd = Wind direction) وهو (dd) ، وهما لا يوقعان في مكان ثابت حول الدائرة الممثلة للمحطة ، وذلك لأن الرياح تختلف من حيث السرعة والاتجاه من محطة إلى أخرى ومن وقت لآخر في نفس المحطة .

وفيما يلى استعراض للعناصر العشرة السابقة وطريقة توقيعها على خرائط الطقس حول كل محطة من المحطات :

١- ما يجحب من السماء بالسحاب : (N)

سبق أن استعراضنا طرق قياس كمية السحاب سواء بالطريقة القديمة أو الطريقة الحديثة ، ويتم توقيع كمية السحب على خرائط الطقس في داخل دائرة المحطة كما سبق توضيحه في شكل (٥٩) .

٢- درجة الحرارة (م °) : Temperature

ويستخدم لتسجيل درجة الحرارة على دائرة محطة الأرصاد الحروف (TT) ، ويتم تسجيل درجة الحرارة في الهواء لأقرب درجة حرارة مئوية مثال ذلك TT = 05 ، أى أن درجة الحرارة في هذه المحطة تساوى ٥ درجات مئوية ، وإذا كانت درجات الحرارة بالسالب فإنه يضاف الرقم ٥٠ إلى الرقم الأصلى ، فإذا كانت درجة الحرارة المسجلة لـ - ١٠ ° مئوية فإنها تكتب على النحو التالى TT = 60 ، وهى بذلك لا تعنى أنها ٦٠ ° مئوية، حيث أن هذه الدرجة غير معقولة ومستحيل أن يتم تسجيلها ، وتوقع درجة الحرارة هنا على يسار الدائرة من أعلي ، كما هو واضح من الشكل رقم (٥٩) .

٣- الرؤية : Visibility

وتمثل على خرائط الطقس السطحية بالحروف (V V) على يسار المحطة في الوسط ، وهى تسجل على أساس الكود العالمى الذى تم وضعه أساساً لمقياس مدى الرؤية بالكيلو متر ، فالأرقام من ١ : ٥٠ تعطى الرؤية مباشرة في وحدات عشرية (١/١٠) بالكيلو مترات مثال ذلك إذا سجلت الرؤية في محطة ما (VV = 27) ، فمعنى ذلك أن الرؤية في هذه المحطة تساوى ٢,٧ كم . أما إذا زادت الرؤية عن ٥٠ وحتى ٨٠ كم فإنها يتم تمثيلها بالكيلو متر الصحيح لما يزيد عن ٥ كيلو متر : مثال إذا كانت الرؤية في إحدى المحطات هى ٦٢ كيلو متر مثلاً معنى ذلك أن الرؤية تكتب ١٢ كيلو متر ، أما إذا زادت الرؤية عن ٨٠ كيلو متر فإن الزيادة تمثل بالخامسة كيلو مترات وهذا مستحيل لأن الرؤية لا تزيد عن ٨٠ كيلو متر أبداً.

٤- الطقس الحاضر : Present Weather

يسجل الطقس الحاضر على خرائط الطقس السطحية بالحروف (WW) على يسار وسط الدائرة الممثلة للمحطة بجوار الرؤية ، وهى عبارة أرقام تمتد من (٠ ــ ٩٩) ولكل رقم من هذه الأرقام رمز خاص تم استخدامها عند استعراض عناصر الطقس في الخرائط السطحية، ويدل كل رقم من هذه الأرقام على حالة الجو في الوقت الراهن، وقد تم استعراضها في الجداول عند استعراض عناصر الطقس في خرائط الطقس السطحية .

٥- نقطة الندى : Dew Point

وتسجل على خرائط الطقس السطحية بالحروف (Td Td) وتوضع في الطرف الجنوبى الغربى من الدائرة الممثلة للمحطة ، وتعامل مثل معاملة درجة الحرارة أعلاه.

٦- أنواع السحب : Cloud Types

تنقسم السحب إلى ثلاثة انواع رئيسية هى :

أ- سحب عالية : High cloud Types ويرمز لها بالحروف (CH) وتوقع هذه السحب في الناحية الشمالية من دائرة المحطة بالرموز التى ذكرت من قبل .

ب- سحب متوسطة : Medium Cloud Types

ويرمز لها بالحروف (Cm) وتسجل هى الأخرى في الناحية الشمالية أسفل السحب العالية ، ولها هى الأخرى عدد من الرموز سبق ذكرها .

جـ- سحب منخفضة : Low Cloud Types -

ويرمز لها بالحروف(CL) وتوقع جنوب محطة الرصد ، ويستخدم ل
عدد من الرموز تم ذكرها من قبل .

٧ ـ التساقط خلال الست ساعات السابقة على الرصد :

Precipitation Amount in Last 6 hours :

ويستخدم فيه الكود (RR) وهوفى صورة رقمية ، حيث يتم اعطاء ا
في صورة كسر عشرى (١/١٠) بوصة، أى أن الأرقام تقيس كمية المطر
سقطت خلال الست ساعات السابقة لفترة الرصد بالبوصة ، فإذا سجلت ال
بجانب رقم الكود على النحو التالى RR : 42. فإن معنى ذلك أن كمية ال
تساوى ٤,٢ بوصة وهكذا يتم وضع هذا الكود وكمية المطر في الجنوب الش
من يمين المحطة ، كما هو الحال في الشكل رقم (٥٩) .

٨- الطقس الماضى : Past Weather

تصدر خرائط الطقس أربع مرات يومياً خلال منتصف الليل وال
السادسة صباحاً والساعة الثانية عشر ظهراً والساعة السادسة مساءاً بتو
جرينتش ، وبما أن اليوم ٢٤ ساعة فمعنى ذلك أن الفترة تعنى ٦ ساعا
وبالتالى فإن الفترة السابقة للرصد تعنى ٦ ساعات، ويمثل الطقس الما
بالكود (W) ، ويستخدم معه عدة رموز مختلفة تظهر مع الكود السابق
يمين المحطة، والشكل رقم (٦٠) يوضح الرموز والمدلولات الخاصة بال
الماضى .

الرمز	الدلالة
	السماء صافية ولم تتطور السحب في الساعة السابقة.
	تتبدد السحب أو تصبح أقل تطوراً في الساعة السابقة.
	لم تتغير حالة السماء علي العموم في الساعة السابقة.
	تكونت السحب أو تطورت عموماً في الساعة السابقة.
	دوامات غبار متطورة جداً في الساعة السابقة.
	عواصف رملية أو ترابية في مدي الرؤية أو عند المحطة في الساعة السابقة.
	ضباب في الساعة السابقة وليس في أثناء الرصد.
	عاصفة رعدية مع أو بدون تساقط في الساعة السابقة وليس في أثناء الرصد.
	مطر في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
	ثلج متوسط أو مطر مختلط بثلج أو برد في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.

الشكلرقم (٦٠) شفرات الطقس الماضي

٩- التغيرات في الضغط الجوى خلال الثلاث ساعات السابقة على سا

الرصد : Pressure Change in Past 3 hours

ويستخدم للدلالة على هذه التغيرات في الضغط الكود (PP) ويوضع ع
يميـــن الدائرة الممثلة للمحطة في ناحية شرق الشمال الشرقى أسفل كود الضغ
عـــند مســـتوى ســـطح البحر ، ويمثل هذا الكود التغير في الضغط في الثلا
ساعات السابقة على فترة الرصد والضغط الحالى، ويسجل ذلك بعشر (١٠/
ملليـــبار، مـــثال ذلك إذا كان الفرق بين الضغط الجوى الحالى والضغط الجو
السابق في الثلاث ساعات السابقة لفترة الرصد PP = 20 mb فإنه يوقع ع
أساس أنه 20 mb ، وقد سبق ذكر شفرات الضغط .

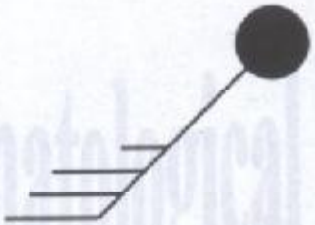
١٠- الضغط الجوى عند مستوى سطح البحر: ea Level Pressure

ويستخدم الكود (PPP) للدلالة على الضغط الجوى عند مستوى سط
البحر ، وعادة يسجل الضغط الجوى بذكر الأرقام الثلاث الأولى ، مثال إذا كا
الضغط في المحطة يساوى ppp = 119 فإن معنى أن الضغط الجوى الحقيق
في المحطة = ١٠١١,٩ ملليبار ، وبما أنه من الناحية الفعلية فإن معدل الضغ
الجـــوى يـــتراوح بين ٩٦٠ – ١٠٥٠ ملليبار. نتيجة لذلك لا يوجد أية شك ف
ســـهولة تقدير الرقم الحقيقى للضغط الجوى، فمثلاً إذا كان الضغط المسجل ف
محطـــة مـــا ppp = 916 فإن معنى ذلك أن الضغط في هذه المحطة ٩١,٦
ملليـــبار وليس ١٠٩١,٦ ملليبار لأنه من المستحيل تسجيل هذا الضغط الأخير
هذا من العناصر التى تسجل على دائرة محطة الرصد في أماكن ثابتة ، ويوج

إلى جانب هذه العناصر عنصران آخران يتغير موقعهما على حسب اتجاه كل منهما وهما اتجاه وسرعة الرياح والجبهات :

١١-اتجاه وسرعة الرياح: Wind direction and wind force

يشير اتجاه الرياح إلى الجهة التى تهب منها الرياح على المحطة التى تتم فيها الرصد؛ وتسجل إلى أقرب عشر درجات ومقاسة من الشمال الحقيقى في اتجاه عقارب الساعة. أما سرعة الرياح فتقاس بالعقدة Knots (العقدة = ١,٦ ميل أو ١٨٥٠ متراً أو ١,٨ كيلو متر) وتبين سرعة الرياح بواسطة أسهم من الجهة التى تهب منها الرياح ، يمثل السهم الطويل (١٠) عقده والسهم القصير (٥) عقده ، مثال ذلك إذا سجلت محطة ما أن سرعة الرياح واتجاهها ٢٣ ٣٤ dd ff = معنى ذلك أن اتجاه الرياح في جنوب غرب المحطة بزاوية قدرها ٢٣٠ وبسرعة ٣٤ عقدة في الساعة وتوقع على المحطة فى كما الشكل التالى :



الشكل رقم (٦١)

١٢- الجبهات : Fronts

وتظهر أيضاً في خرائط الطقس السطحية مجموعة من الرموز التى تبين الجبهات المختلفة وتظهر في شكل مجموعة من الشفرات سبق ذكرها ، وتوضع هذه الشفرات على حسب نوع الجبهة التي تمثلها.

الفصل الخامس

الخرائط المناخية

The Climatological Maps

الفصل الخامس

الخرائط المناخية

The Climatological Maps

تشمل خرائط المناخ الصورة التفصيلية للأحوال في منطقة من مناطق العالم المختلفة ، وعادة ما تضم كل خريطة عنصراً مناخياً واحداً وتشمل في بعض الأحيان عنصرين مناخيين يرتبط كل منهما بالآخر مثل الضغط الجوى والرياح أو الرياح والأمطار. ولأن خرائط المناخ نوع من خرائط التوزيعات فإنها تدخل ضمن ميدان علم الجغرافيا ، والذى كثيراً ما نعرفه باسم علم التوزيعات .

وحتى لو اتخذنا لعلم الجغرافيا تعريف آخر ، فإننا نجد أن الخرائط المناخية جزء لا ينفصل عن هذا العلم ، فلو قلنا أن علم الجغرافيا هو علم دراسة ظواهر سطح الأرض، نجد أن خرائط المناخ تعطينا وصفاً تفصيلاً مهم لنواحى من هذه الظواهر لأن للمناخ تأثير كبير على تضاريس سطح الأرض .

أما إذا كانت الجغرافيا هى العلم الذى يدرس نواحى التشابه والاختلاف بين أقاليم العالم المختلفة فإن خرائط المناخ تساعد دارس هذا العلم في فهم كثير من هذه النواحى لما للمناخ من تأثير في خلق التشابه

والاختلاف على حسب تشابه الظروف المناخية أو اختلافها ، أما إذا كان الهدف النهائى للجغرافيا هو الدارسة الإقليمية من حيث تقسيم سطح الأرض إلى أقاليم متشابهة في كثير من خصائصها ، فإن كل إقليم يشتمل على بعض الخصائص الطبيعية والبشرية ، والتى لا يمكن الفصل بينها وبين المناخ وبالتالى لابد من تمثيلها على خرائط المناخ ، وحيث أن التضاريس كما سبق القول ترتبط بالمناخ، بل إن النباتات انعكاس للأحوال المناخية ، وبناءاً على الحياة النباتية تتوقف الحياة الحيوانية ، بل إن المناخ هو الذى يحدد وجود الإنسان من عدمه في إقليم ما ومدى كثافة توزيعه .

ومن أقدم الأطالس المناخية التى رسمت للعالم في العصر الحديث الأطلس المناخى الذى رسمه الكارتوجرافى الألمانى " بيرج هاوس " Berghous " في عام ١٨٣٨ ، ثم الأطلس المناخى الذى رسمه دياز في عام ١٨٩٩ ، أما أفضل الأطالس المناخية في الوقت الحاضر ذلك الأطلس الذى رسمه كل من كوبن – جيجر Geiger&Koppen والذى يعرف باسم " Hand Book der Climatological Maps " والذى يتألف من خمسة أجزاء ويعتبر هو أدق الأطالس المناخية الحديثة .

ويمكن تقسيم الخرائط والرسوم المناخية إلى قسمين رئيسيين هما:

١- **الخرائط المناخية** : وهى التى تهتم بتوزيع العناصر المناخية المختلفة فوق سطح الأرض ، وعليه فإنها تعطىصورة وصفية دقيقة لحالة الجو العامة. وتتمثل هذه الخرائط في خرائط الحرارة

وخرائط الضغط والرياح والمطر ، وأفضل الطرق المستخدمة في تمثيل العناصر المناخية في هذه الأنواع من الخرائط هى طريقة الخطوط المتساوية مثل خرائط خطوط الحرارة المتساوية ، وخرائط الشذوذ الحرارى ، وخرائط المدى اليومى والسنوى للحرارة وخرائط خطوط الضغط المتساوى وخرائط توزيع السحب ، وخرائط خطوط المطر المتساوى وغيرها، وتسمى أحيانا بخرائط خطوط القيم المتساوية ، ويتم توزيع هذه الظاهرات والعناصر المناخية في هذه الخرائط توزيعاً مكانياً سليماً إلى حد كبير.

٢- الرسوم البيانية البحتة :

ومن أمثلتها رسوم الخطوط البيانية والأعمدة ووردات الرياح وغيرها من الرسوم التى ترسم مستقلة ولا توقع على الخرائط ، ولكنها تستخدم في تمثيل العناصر المناخية السابق ذكرها. هذا إلى جانب أن هناك استخدام آخر للرسوم البيانية ولكنها توقع على الخرائط ، وبالتالى فإنها خرائط تضم داخلها رسوم بيانية عادة تشغل هذه الرسوم حيزاً كبيراً من الخرائط وقد تكون مرسومة خارج أماكن تواجد قيمتها الفعلية .

وفيما يلى سوف نعرض لهذين القسمين بشىء من التفصيل:

أولاً : الخرائط المناخية

The Climatological Maps

وتتناول هذه الخرائط توزيع العناصر المناخية والظاهرات المرتبط
بها توزيعاً مكانياً دقيقاً إلى حد كبير وأهم عناصر المناخ هى الحرارة، وم
يرتبط به من حالة الضغط الجوى، وما يرتبط به من حركة الهوا
السطحى على سطح الأرض والمعروف باسم الرياح والمطر، ولكن أهمه
الحرارة وبالتالى بدأ بدراسة خرائط الحرارة.

أولاً : خرائط الحرارة

ونبدأ أولاً بدراسة المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لدرجا
الحرارة على النحو التالى :

ونبدأ أولاً بدراسة المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لدرجا
الحرارة على النحو التالى :

١-المتوسط اليومى لدرجة الحرارة: Daily Mean Temperature

ويتم حساب المتوسط اليومى لدرجة الحرارة من خلال ثلاث
قراءات للترمومتر أثناء اليوم ، الأولى في الساعة السابعة صباحاً والثاني
بعد الظهر والثالثة فى التاسعة مساءاً ويتم حساب المتوسط على أساس
جمع هذه القراءات الثلاثة وقسمتها على ثلاثة ، فلو كانت درجة الحرار
الأولى ٦ ° مئوية والثانية ١٦ ° مئوية والثالثة ١١ ° مئوية فإن متوس
درجة حرارة هذا اليوم هى :

متوسط درجة الحرارة = $\frac{6+16+11+}{3} = \frac{33}{3} = 11$ درجة مئوية.

أما إذا كانت القراءة رباعية أى تتم أربع مرات في اليوم الواحد (٢٤ ساعة) أى أن الفاصل الزمنى بين كل قراءة والتى تليها تساوى ٦ ساعات، فكانت القراءة الأولى في الساعة السادسة صباحاً وبلغت ٩ ° مئوية، والثانية فى الثانية عشر ظهراً وكانت ١٥ ° مئوية والثالثة في الساعة السادسة مساءاً وكانت ١٧ ° مئوية والرابعة والأخير كانت في الساعة الثانية عشر في منتصف الليل وكانت ١٢ ° مئوية ، فإن متوسط درجة الحرارة خلال اليوم تحسب على أساس أن تجمع القراءات الأربع وتقسم على ٤ كما يلى :

متوسط درجة الحرارة = 13 =

$\frac{9+15+17+12}{4} = \frac{52}{4}$ درجة مئوية.

ويمكن حساب متوسط درجة حرارة اليوم على أساس استخدام درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى وجمعهما وقسمتيهما على ٢ كما يلى :

متوسط درجة حرارة اليوم = 19 = $\frac{26+12}{2} = \frac{38}{2}$ درجة مئوية.

٢-المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة:

Monthly Mean Temperature

ويتم حساب هذا المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة من خلال المتوسطات اليومية السابقة ، وذلك بجمع المتوسطات اليومية لأيام الشهر وقسمتها على عدد أيام الشهر وذلك من خلال المعادلة التالية :

$$\text{المتوسط الشهرى لشهر يناير} = \frac{\text{مجموع المتوسطات اليومية لأيام الشهر}}{\text{عدد أيام شهر يناير وعددها ٣١ يوماً}}$$

ويتم عمل ذلك مع باقى الشهور على حسب عدد أيام كل شهر على حدة.

٣- المتوسط السنوى : **Annual Mean**

ويتم حسابه من جمع متوسطات كل شهور السنة وقسمة الناتج على ١٢ عدد شهور السنة ، وذلك من خلال المعادلة التالية :

$$\text{المتوسط السنوى} = \frac{\text{مجموع المتوسطات الشهرية}}{١٢}$$

وهذه الطريقة لا تتوفر لها الدقة التامة فى حساب المتوسط السنوى، وذلك لعدم تساوى شهور السنة فى عدد أيام كل شهر منها مع الآخر فمثلا فبراير ٢٨ يوما ومارس ٣١ ، وابريل ٣٠ يوماً وهكذا ، ويعتبر المتوسط السنوى للحرارة أقل المتوسطات الحرارية أهمية فى الدراسة المناخية ، وإن كانت له أهمية خاصة فى معرفة الاتجاه العام للحرارة فى أية منطقة على المدى الطويل .وإلى جانب المتوسطات الحرارية سواء كانت يومية

أو شـــهرية أو سنوية توجد جوانب أخرى تتعلق بدرجات الحرارة اليومية والشهرية والسنوية وهى المدى نتناولها كما يلى :

١- المدى اليومى : Daily range

وهـــو عـــبارة عن الفرق بين أعلى درجة حرارة تم تسجيلها وأقل درجة حرارة تم تسجيلها كذلك، أى الفرق بين النهاية العظمى والصغرى لدرجـــة الحرارة فمثلا ٢٥ °- ١١ °- ١٤ ° مجموع المتوسطات الشهرية مجموع المتوسطات الشهرية مئوية.

٢- المدى الشهرى : Monthly range

ويـــتم الحصول عليه من خلال حساب الفرق بين أعلى درجة حرارة تم تسجيلها فى الشهر وأقل درجة حرارة سجلت فى نفس الشهر فمثلاً ١٨ °- ٦ ° - ١٢ ° مئوية .

٣- المدى السنوى : Annual range

ويمـــثل الفرق بين أعلى درجة حرارة تم تسجيلها خلال السنة وأقل درجة حرارة سجلت فى نفس السنة مثلا ٣٨ ° - ٥ ° = ٣٣ ° مئوية .

وتتمثل أهم الخرائط المناخية التي تتناول الحرارة فى أربعة أنواع هى :

١-خرائط خطوط الحرارة المتساوية : **Isotherms**

٢-خرائط خطوط الشذوذ الحرارى المتساوى: **Isanomalous lines**

٣- خرائط خطوط المدى الحرارى المتساوى :

Temperature Range lines

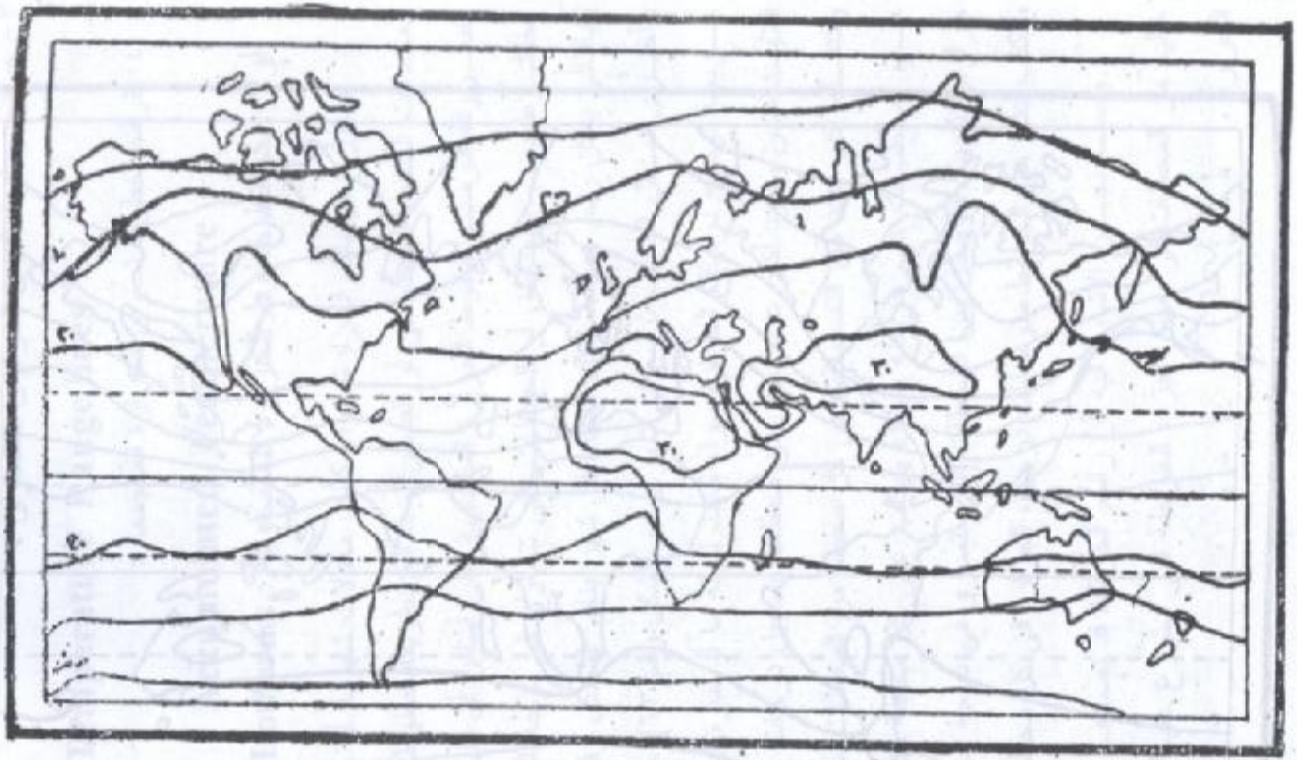
٤-خرائط خطوط تساوى الحرارة المتجمعة :

Accumulated Temperature

أولاً : خرائط خطوط الحرارة المتساوية : Isotherms

تتوزع درجات الحرارة سواء كانت معدلات شهرية أو سنوية أو معدلات النهاية العظمى أو الصغرى .. الخ بطريقة خطوط التساوى المعروفة فترسم خطوط الحرارة المتساوية على أساس أن كل خط من الخطوط يمر بالمناطق أو المحطات التى تتساوى فى درجة الحرارة ، وبالتالى يمكن رسم خرائط تمثل الشتاء فى شهر يناير (الشكل رقم ٦٢) ، وأخرى تمثل الصيف ترسم فى شهر يوليو الشكل رقم(٦٣) ، ولإنشاء خريطة توضح درجات الحرارة سواء كانت لدولة ما أو لقارة أو للعالم ، فلابد من وجود أكبر عدد ممكن من محطات تسجيل درجات الحرارة، وكذلك أكبر عدد من التسجيلات فى كل محطة من المحطات ، ثم توقع هذه المحطات على خريطة صماء ويكتب على كل محطة منها درجة حرارتها ثم يتم التوصيل بين المحطات التى تتساوى فى درجة حرارتها ، وتكتب على هذه الخرائط متوسطات درجات الحرارة فى كل محطة .

ومما تجدر الاشارة اليه أن راسم الخرائط قد يضاف مساحات خالية من المحطات فى بعض اجزاء الخريطة التى ستوزع عليها درجات الحرارة ،



الشكل رقم(٦٣) خطوط الحرارة المتساوية في يوليو

كمـــا هـــو الحال فى بعض المساحات الجبلية فى هضاب جنوب ووسط آســـيا، وجـــبال الهمالايا، أو مثل جزيرة جرينلند أو بعض مساحات من الصـــحارى الافريقـــية الكبرى. ولكن هذه الحالات ليست مشكلة إذ يمكن تركها دون مد الخطوط بها على اعتبار أنها مساحات قليلة الأهمية وخلوها تقريـــباً مـــن مظاهر النشاط البشرى، فعند انشاء خريطة درجات الحرارة لمصر يمكن مد خطوط

الحـــرارة على طول الوادى والدلتا وترك الصحروايين الشرقية والغربية وكذلك بعض مساحات من سيناء خالية بسبب نقص بيانات الرصد الخاصة بهذه المناطق .

وقد جرت العادة على تعديل درجات الحرارة إلى درجات إفتراضية معدلة إلى مستوى سطح البحر ، فتزاد درجات حرارة المحطات التى تقع على مناسيب مرتفعة عن سطح البحر بمعدل درجة مئوية لكل ١٥٠ متر، إلا أن ذلك يجعل خرائط الحرارة ذات فائدة قليلة فى النواحى التطبيقية إلا أن هـــناك بعـــض الخرائط الخاصة بالحرارة ترسم فيها خطوط الحرارة المتساوية الفعلية والتى لا تعدل بالنسبة لسطح البحر ، وهذه الخرائط عادة مـــا تكـــون ذات طابع اقليمى أو محلى ويقوم باعدادها باحثين أو هيئات علمية ، والتى تعنى بدراسة منطقة ما دراسة مناخية دقيقة ، وهذه الخرائط بالنسبة للعالم أو القارات أمر صعب إلى حد كبير للاختلافات الكبيرة التى يسببها التباين والتضاريس من جزء لآخر فى العالم بل وفى منطقة واحدة صغيرة ذات فوارق تضاريس كبيرة .

وفـــى أثـــناء رسم خرائط الحرارة المتساوية لابد من مراعاة عـ
عوامـــل مـــنها أثـــر التضاريس أو مظاهر السطح ووجود أودية الأنها
ووجـــود المـــدن الكبرى إلى جانب وجود المسطحات المائية وما بها م
تيارات مائية وهذه العوامل فى تعديل درجات الحرارة على النحو التالى

١- مظاهر السطح (التضاريس) :

مـــن المعـــروف أن درجات الحرارة تنخفض بالارتفاع، ولذلك
يصح اطلاقاً أن يتقاطع خط حرارة مع خط كنتور، وفى بعض الأحيان
توجـــد محطـــات جوية على بعض المرتفعات حتى يمكن الاهتداء بها
رســـم خطـــوط الحـــرارة ، إذ نجد أن معظم محطات الرصد فى الأو
والسهول بينما تكاد تخلو الجبال من المحطات.

وفـــى هذه الحالة يمكن استخدام درجات الحرارة التى يحصل عل
من أجهزة قياس درجات الحرارة فى طبقات الجو العليا مثل الراديو سو
Radiosonde ، أمـــا إذا لـــم توجـــد مثل هذه الأرصاد فيمكن استن
درجـــات الحـــرارة للارتفاعات المختلفة باتباع خطوط الكنتور واستخ
معدل تناقص الحرارة بالارتفاع الخاص بالمنطقة .

٢- وجود أودية الأنهار :

إذا افترضنا أن هناك أودية نهرية لا توجد بها محطات وكانت
الأودية ضيقة وتكتنفها جبال أو تلال فإننا نلاحظ أن هذه الأودية (خا
فـــى فصـــل الشـــتاء تكون مجمعات الهواء البارد الذى ينزلق إليها

المرتفعات المجاورة لذلك تكون درجة حرارتها فى الشتاء أقل من الأجزاء المجاورة لها مباشرة قبل أن يزداد الارتفاع بدرجة كبيرة تؤدى إلى انخفاض درجات الحرارة بشكل واضح. أما فى فصل الصيف فإن هذه الأودية تكون حرارتها مرتفعة نسبياً بسبب انخفاضها وبسبب عدم حركة الهواء فيها. وعلى كل حال لابد أن تسير خطوط الحرارة المتساوية مع اتجاه الوادى من الجانبين وتفصل بينه وبين الأجزاء المجاورة التى تختلف حرارتها عنها.

٣- وجود المدن الكبرى :

يؤدى استخدام أرصاد الحرارة فى رسم خرائط الحرارة المتساوية إلى الوقوع فى أخطاء واضحة على اساس اقليمى إذ جرت العادة أن تُنشأ محطات الأرصاد الجوية فى قلب المدن ، ومع نمو المدن وارتفاع المبانى فيها تصبح الأرصاد الجوية تعبيراً عن حالة الحرارة فى داخل المدينة فقط وليس فى الاقليم كله، والسبب فى هذا أن ظروف المدينة الكبيرة تؤثر على درجات الحرارة سواء فى فصل الصيف أو فى الشتاء .

ففى الصيف تصبح درجات الحرارة أعلى من المعدل، وذلك بسبب الاشعاع الحرارى الذى تعكسه المبانى على أجهزة الرصد فتزيد من درجات الحرارة التى تسجلها تلك الأجهزة. هذا بالاضافة إلى أن وجود المبانى العالية تعوق حركة الهواء مما يؤدى إلى رفع درجات الحرارة . أما فى فصل الشتاء فان التدفئة الصناعية التى يستخدمها سكان المدينة تؤدى أيضاً إلى رفع درجات الحرارة التى تسجلها أجهزة الرصد رفعاً

صـــناعياً، ولذلك تبدو درجة الحرارة فى المدينة أعلى من المعدل الحقيقى طول السنة .

فـــاذا رســـمت خرائط حرارة للمنطقة التى تقع بها المدن الكبرى تكـــون الصـــورة غير واقعية، لذلك يجب مراعاة هذه الناحية عن طريق تخفيف تأثير درجات الحرارة فى تلك المدن على تعرجات خطوط الحرارة المتســـاوية أو بالاستغناء عن أرصاد تلك المدن إذا وجدت محطات جوية أخـــرى قريبة منها. وقد تنبهت معظم دول العالم لهذه الناحية فقامت بنقل محطـــات الأرصـــاد إلـــى المطـــارات بدلاً من وسط المدينة حيث توجد المطارات فى أطراف المدن .

٤- وجود المسطحات المائية :

وتتمـــثل فـــى البحار والمحيطات والبحيرات ، فمن المعروف أن المسطحات المائية لها أثر فى التقليل من حرارة الصيف ومن برودة الشتاء أما الأنهار كمسطحات مائية فليس لها تأثير يذكر على درجات الحرارة إلا إذا كـــان اتساعها كبيراً جداً ، أو على هيئة ثنيات متعددة ، ويحدث أحياناً أن يوجد سطح مائى ولا توجد محطات رصد قريبة منه، فعند رسم خرائط الحـــرارة لمـــثل هذه الجهات يتم الأخذ فى الحسبان تغير درجة الحرارة بالاقتراب من المسطح المائى.

وخطـــوط الحـــرارة ترسم موازية للساحل وليست متعامدة عليه، ويزداد أثر المسطحات المائية على درجات الحرارة إذا كانت الرياح تهب مـــن الـــيابس فى اتجاه المسطحات المائية فان أثر الأخير يكون طفيفاً أو

معدومـــاً. هـــذا إلـــى جانـــب تأثير التيارات البحرية، والتى يظهر أثرها بوضوح جدا عند السواحل الغربية لجنوب افريقيا وأمريكا الجنوبية، حيث نجـــد أن خط الحرارة المتساوى ٢٠ ° منوية فى شهر يناير ويوليو يغير اتجاهـــه فجأة وينحرف نحو الشمال بسبب تيار بنجويلا البارد فى جنوب غرب افريقيا وتيار همبولت البارد فى جنوب غرب أمريكا الجنوبية.

وكذلك فى النصف الشمالى من المحيط الأطلنطى ، تنحرف خطوط الحـــرارة المتساوية نحو الشمال، فى القسم الشرقى من المحيط بتأثير تيار الخليج الدافىء شمال خط عرض ٤٠ ° شمالاً ثم ينحرف نحو الجنوب عند ســـواحلها الغربـــية بتأثير تيار ليبرادور البارد ، وبسبب تيار كاليفورنيا الـــبارد علـــى الســـاحل الغربى لأمريكا الشمالية تنحرف خطوط الحرارة بصورة واضحة نحو الجنوب .

ثانياً: خرائط خطوط الشذوذ الحرارى المتساوى Isanomalous lines

وهـــو توزيـــع آخـــر من التوزيعات الحرارية وذلك برسم خطوط حرارية تمر بالمحطات التى تتساوى فى مقدار اختلافها فى درجة الحرارة عـــند دائرة العرض التى تقع عليها، وبالرغم من أن استعمال هذه الخطوط يكـــاد يقتصـــر علـــى توضيح الشذوذ فى المعدلات الشهرية، إلا أنه يمكن اســـتعمالها على نطاق أوسع فى بقية التوزيعات الحرارية وبحسب متوسط حـــرارة دائـــرة العرض بحساب متوسط حرارة عدد من المحطات الواقعة علـــيه على أن تكون هذه المحطات منتشرة على طوله، وكلما كان عددها أكبر كلما كان المتوسط الناتج أكثر دقة .

وتعدل هذه الدرجات قبل حساب المتوسط إلى متوسط سطح البحر وبعد ذلك نقارن درجة حرارة المحطات والواقعة على هذه الدائر العرضية بالمتوسط الناتج لهما وبذلك تنتج عندنا أرقام جديدة للمحطا المختلفة، وقد تكون هذه الأرقام بالموجب أو السالب. وبعد ذلك توقع ه الأرقام في أماكن المحطات المختلفة على دوائر العرض المختلفة، وي التوصيل بين الأرقام المتساوية منها فتنتج لنا خطوط للشذوذ الحرار الموجب Thermopleinos وخطوط أخرى تمر بنقط الشذوذ الحرار السالب Thermomeions، وعادة ما تمثل الخطوط الأولى باللون الأحمر والخطوط الثانية باللون الأزرق.

ولما كانت هذه الخرائط توضح مناطق الشذوذ في درجات الحرار في منطقة ما عن المتوسط الحراري العام للمناطق التي تشاركها في الموق بالنسبة لدائرة العرض، فإنها تبرز الاختلافات المناخية الاقليمية أوضح مم تبرزه خطوط الحرارة المتساوية العادية، كما أنها تشير إلى مدى تأثر جهات العالم المختلفة بالعوامل المؤثرة في الحرارة باستثناء عامل الارتفاع عن سطح البحر بشكل أكثر دقة منها بالنسبة لخطوط الحرارة المتساوية، ولكن ليس معنى هذا أنه يمكن الاستغناء بهذه عن تلك، فخطوط الحرار المتساوية العادية أبسط في انشائها، كما أنها مصدر الحكم المباشر على حرارة الأجزاء المختلفة من سطح الأرض.

ومن خلال مجموعة من خرائطها يمكن معرفة بيانات تتعلق بالحرارة لا تتوافر معرفتها بخرائط الشذوذ مثل المدى الحراري العام

لمنطقة ما أو لقارة ما ، هذا إلى جانب المقارنات المباشرة لدرجات الحرارة بين اقليم وآخر أو قارة وأخرى .

ثالثاً: خرائط خطوط المدى الحرارى المتساوى:

Temperature Range

كثيراً ما تستعمل خطوط التساوى فى توزيع المدى الحرارى، وهناك خطوط المدى الحرارى اليومى وخطوط المدى الحرارى السنوى، وهما أشهر أنواع المدى الحرارى ، والمدى الحرارى عموماً هو الفرق بين معدلى أعلى درجة حرارة وأقل درجة حرارة، فالمدى الحرارى اليومى Daily Range هو الفرق بين معدل النهايتين العظمى والصغرى اليومية. والمدى السنوى Annual Range هو الفرق بين أكبر معدل وأقل معدل شهرى، وفضلاً عن هذا المدى وهو مدى المعدلات هناك خطوط المدى المطلق أو المدى الأقصى. فمثلاً المدى الأقصى هو أكبر فرق تم تسجيله بين درجتى الحرارة العظمى والصغرى فى يوم واحد .

كما يوجد المدى الشهرى والمدى السنوى المطلق أو المدى الأقصى الذى سجل فى شهر ما أو سنة ما ، وقد ترسم خرائط خطوط التساوى للمدى الحرارى من واقع أرقام المعدلات الصحيحة، كما يمكن رسمها بأرقام المدى الفعلية دون تعديل وبخاصة فى حالة الخرائط الاقليمية .

رابعاً: خرائط خطوط تساوى الحرارة المتجمعة

cumulated Temperature:

ويقصد بالحرارة المتجمعة ما يزيد على درجة حرارة معينة، هى الدرجة الحدية لإزدهار الغطاء النباتى وهى حوالى ٥ ° مئوية أو فهرنهيت أو الدرجة الحدية لنمو أنواع نباتية معينة وقد تحسب الحرارة المتجمعة كمعدلات شهرية أو سنوية أو تحسب لشهر بعينه أو سنة بعينها كما قد تحسب لفصل معين من فصول السنة .

وتحسب الدرجات على أساس ما يتجمع فى اليوم الواحد .. فمثلاً أن شهر يناير معدل حرارته فى محطة ما ٩ ° مئوية، وبفرض أن درجة الحرارة الحدية هى ٥ ° مئوية فتكون درجة الحرارة الزائدة هى ٤ مئوية، وليس معنى ذلك أن شهر يناير يساهم بهذا القدر فقط بل يساهم بـ ٤ × ٣١ يوم = ١٢٤ ° مئوية وهي درجة تجميع كل أيام الشهر.

ولهذا فان الأرقام الخاصة بالحرارة المتجمعة عادة ما تكون كبيرة ولحسن الحظ أن المناطق الحارة والمعتدلة لا يرسم لها مثل هذا النوع من الخرائط، على اعتبار أن حساب الحرارة المتجمعة لهذه المناطق غير ذات أهمية كبيرة فهى بعيدة من الناحية الحرارية عن كونها حدية بالبرودة، وان كانت هذه المناطق تعتبر حدية بصفة عكسية، بحيث لا يمكن لنباتات معينة أن تنمو فيها بسبب ارتفاع الحرارة العامة والمتجمعة على وجه الخصوص .

وترسم خرائط خطوط تساوى الحرارة المتجمعة بنفس الطريقة المعروفة، وقد تظلل نطاقات ما بين الخطوط زيادة فى التوضيح على أن يرسم فى دليل الخريطة نموذج منها والفئات التى تمثلها، ويراعى توضيح ما إذا كانت هذه الحرارة المتجمعة هى نتاج تجميع يوم ما أو شهرما أو لفصل ما أو لعام ما ، أو أنها معدل التجميع اليومى أو الشهرى .

وتفيد خرائط المدى الحرارى والحرارة المتجمعة فى دراسات جغرافية عديدة ، فمناطق المدى الحرارى الكبيرة عادة تلفت نظر الجغرافى إلى مناطق التفكك الميكانيكى للصخور، كما أنهما معا يلفتان نظره إلى المناطق الحدية بالنسبة لبعض أصناف الغطاء النباتى، وما يناسب المنطقة من زراعات معينة ويلفتان نظر المخطط العمرانى إلى بعض الأمور فى النواحى السكنية والصناعية .

ثانياً : خرائط الضغط الجوى

ـ خطوط الضغط المتساوى: Isobars

فى الواقع فإن الضغط الجوى عنصر من عناصر المناخ لا يلقى اهتماماً كبيراً فى الدراسات الجغرافية كغيره من العناصر المناخية الأخرى، ولعل هذا يرجع فى المقام الأول إلى أن يكاد يكون أقل العناصر المناخية فى التأثير بصفة مباشرة على الحياة النباتية وفى تشكيل سطح الأرض ...الخ. كما أنه العنصر الوحيد الذى لا تكاد تحس به الكائنات الحية ، ومع هذا فلو لم يحدث اختلافات فى ضغط الهواء على سطح الأرض لما نشأت الرياح، ولما ظهرت باقى العناصر المناخية الأخرى

وبالـتالى فان دراسة أحوال الضغط تلقى ضوءاً كبيراً على باقى العناص المناخية خاصة على اتجاهات الرياح وسرعتها وباقى خصائصها .

وانشـاء خـرائط الضغط الجوى بطريقة الخطوط المتساوية عل أسـاس المعـدلات لا يعتبر ذو أهمية كبيرة، وتقل أهمية المعدلات بصة خاصـة فـى الدراسـات الاقليمية الضيقة إذا قورنت بالدراسات الخاص بالقارات أو العالم عموماً ، وعلى ذلك فان رسم خرائط لحالات معينة م الضـغط من واقع التسجيلات الفعلية فى الأحوال الجوية المختلفة قد تكو أكثر مساهمة فى اعطاء فكرة أدق عن طبيعة حالات الضغط التى تتعرض لها منطقة ما .

وترسـم خطـوط الضغط المتساوية بنفس الطريقة التى ترسم بها الخطـوط المتسـاوية فبالنسبة لإنشاء خريطة من واقع جدول للتسجيلا الفعلية (المباشرة) ، نأتى بخريطة موقع عليها المحطات المختلفة ونكتب علـى كـل محطـة درجة الضغط الجوى ، ولكن جرت العادة فى أغلب الأحوال عند رسم خرائط الضغط الجوى خاصة خرائط المعدلات الشهرية أو السنوية للقارات أو للعالم على تعديل درجات هذه المعدلات على النحو التالى :

١- يصـحح المعـدل إلى ما يمكن أن يكون عليه عند سطح البحر وذلك باضافة ١ ملليبار إلى رقم الضغط المسجل لكل ١٠ أمتار فوق سطح البحر .

٢- يجـــرى تعديل طفيف آخر تبعا للموقع الفلكى للمحطة، فإذا انت واقعة عند خط الاستواء يطرح من معدلها ٣ ملليبار، ثم يتدرج هذا رقم فى القلة إلى أن يبقى المعدل كما هو دون تعديل عند دائرتى عرض ٤٥ ° شـــمالاً وجنوباً)، ثم يضاف إلى المعدلات من ١ : ٣ ملليبار فيما راء هاتين الدائرتين وحتى القطبين .

٣ - يجـــرى تعديل على المعدلات بحيث تصبح كما لو كانت درجة رارة كل المحطات عند الصفر المئوى ، ويرجع هذا إلى محاولة تلاشى ى خطأ فى القياس ينتج عن تمدد حجم البارومتر بازدياد الحرارة فيطرح ـــن كـــل رقـــم ١ ملليبار لكل ٦ ° مئوية ، وعادة ما ترسم مع خطوط ضـــغط المتساوى أسهم توضح اتجاه الرياح وسوف نشير إلى ذلك فيما عـــد ، ذلك لأن الرياح واتجاهاتها مرتبطة دائماً بمناطق الضغط المرتفع المنخفض .

ثالثاً: خرائط المطر: وتنقسم هذه الخرائط إلى أربعة أنواع هى :

١- خرائط كميات المطر الساقطة ومعدلاتها :

تعتـــبر معـــدلات المطر الشهرية والسنوية أكثر شيوعاً وأهمية فى لدراســـات المناخـــية ، وذلـــك لأنها أهم فى هذه الدراسات من الكميات لساقطة فى أيام معينة أو شهور من عام ما ، ويحسب معدل المطر الساقط ى شهر ما بطريقة تختلف عن الطريقة التى تحسب بها معدلات الحرارة و الضغط والرياح .

ولا يجـــرى على معدلات المطر تعديلات سواء بالنسبة للارتفاع أو الانخفاض عن سطح البحر أو دائرة العرض ، فصحيح أن الأمطار تتزايد بالارتفـــاع عـــن ســـطح البحر، ولكن ليس قاعدة منتظمة ففى الصحارى الحارة مثلاً لا ترتبط كمية الأمطار الساقطة بالتضاريس بصفة منتظمة ، هـــذا فضلاً عن المنطقة الجبلية الواحدة تختلف فيها الأمطار الساقطة من قمـــة جبلية إلى أخرى رغم تساويهما فى الارتفاع، كما تختلف من جانب لآخر فى المنطقة لأسباب عديدة وهكذا .

ولرســـم خـــريطة لخطوط المطر المتساوى لا يتطلب الأمر سوى توقـــيع الأرقام (معدلات أو غيره) فى خريطة مناسبة كل فى مكانه ، ثم يـــتم التوصيل بين الأرقام التى تتساوى فى معدلاتها بالطريقة المعروفة ، وتظـــل المناطق بين الخطوط المتساوية أو تلون بعكس الحال فى خرائط الحـــرارة والضغط التي غالباً ما تترك دون تظليل أو تلوين . وقد تتفاوت المعدلات من محطة لأخرى تفاوتاً كبيراً رغم وجودها على مسافات قريبة كمـــا هو الحال فى المناطق ذات الفوارق التضاريسية الكبيرة ، ومن ثم فإنـــه فـــى مثل هذه الحالات يصعب رسم خرائط المطر بالطريقة السابق ذكرها وانما يستعان بطرق بيانية أخرى مثل الأعمدة البيانية – كما سنشير اليه فيما بعد .

٢ – خرائط الأيزوومير: Isomers

يقصـــد بها الخرائط التى يرسم فيها خطوط متساوية تمر بالمحطات التى تتساوى فى النسبة المئوية لمعدل ما يسقط من المطر فى شهر معين،

نسـوبة إلى معدل ما يسقط فى العام كله، فمثلا لو أردنا حساب الأرقام ـتى نرسم بمقتضاها هذه الخطوط بالنسبة لشهر معين فاننا نجرى الآتى النسبة لكل محطة :

معدل المطر فى شهر ما (ديسمبر ٤٠ مم)

المعدل السنوى (١٢٠ مم)

وبهذا يكون لدينا مجموعة من النسب المئوية كل منها يختص بمحطة ـن المحطـات الموجـودة على الخريطة ، ومن ثم يمكن انشاء خريطة الأيزومـير لهـذا الشهر ، وبنفس الطريقة يمكن رسم خرائط لكل شهور السـنة ، وتوضح الخرائط نقطتين رئيسيتين تبعاً لمقياس رسم الخريطة ، فتعطينا هذه الخرائط للوهلة الأولى فكرة عما إذا كانت شهور فصل الشتاء هـى الشـهور المطيرة أوهى شهور الفصل الحار ، وما إذا كان المطر يشـكل قمـة واحدة أو له قمتين أم أنه موزع على طول السنة بانتظام ، وتتضـح هذه الأمور بصفة خاصة فى حالة الخرائط الكبيرة المقياس التى ترسم لمنطقة صغيرة .

وإذا كانـت هـذه الخـرائط صغيرة المقياس وتغطى مساحة كبيرة كجـزء كبير من قارة فإنها توضح بصفة اساسية الاختلافات الاقليمية فى أجزاء الخريطة ، إذ كثيراً ما توجد اختلافات واضحة من جزء لآخر فى نسبة ما يساهم به كل شهر من شهور السنة فى معدل المطر السنوى .

ويمكن استخدام خطوط الأيزومير فى توضيح جوانب مناخية مماثلة أخـرى ، كأن تستخدم فى توضيح نسبة ما يساهم به كل شهر من شهور

السنة فى معدل الحرارة المتجمعة ، وفيما يساهم به كل شهر فى مع
الصقيع إلى غير ذلك مما له أهمية خاصة فى ابراز الاختلافات الاقليمية
وفى أمور التخطيط الزراعى بوجه خاص ومع ذلك فيكاد يقتصر استخ
هذه الخطوط على ما سبق ذكره بالنسبة للمطر .

× ١٠٠ = ٣٠ ٪

٣- خرائط معامل المطر :

معامل المطر لشهر ما هو النسبة العادية لما يسقط فى
الشهر إلى ما يسقط فى الشهر الواحد من السنة، لو أن المطر موز
بالتساوى على شهور السنة ، وبعبارة أخرى لو أن معدل سقو
المطر فى شهر مارس مثلاً بمحطة ما يبلغ حوالى ٣٠ مم ، ومعدل
سقط فى السنة فى هذه المحطة ٣٦٠مم فيكون معامل مطر ش
مارس يساوى (١) وذلك من خلال المعادلة التالية :

$$\text{معامل مطر هذا الشهر} = \frac{\text{كمية المطر الفعلية فى هذا الشهر}}{\text{المعدل الافتراضى للشهر}} = \frac{٣٠}{٣٠} = ١$$

ولرسم خريطة لمعامل المطر فى أحد الشهور نحسب هذا المعا
لكل المحطات الموجودة فى الخريطة فى هذا الشهر ، ثم نقوم بانش
خطوط التساوى ، ومما يجدر ذكره أن هذه الطريقة لا تختلف كثيراً
توضحه خطوط الأيزومير السابق الاشارة اليها ، والتى تمثل نصيب
شهر من المطر الساقط سنوياً محسوباً بالنسبة المئوية ، وتوضح
الخطوط معدل المطر الساقط فعلياً فى شهر ما ، بينما توضح خرا

معامل المطر (معدل المطر) الساقط فعلياً فى شهر ما منسوبة إلى ما يسقط نظرياً فى شهر واحد من السنة ، فتكون ارقام الخطوط مثلاً ٠,٤ ، ٠,٦ ، ٠,٨،١,٠ ، ١,٢ إلـــى آخـــره ، وان كان هذا ليس معناه عدم امكان رسم خطوط تساوى معامل المطر بنسب مئوية، إذ من الممكن تحويل أى نسبة عالية إلى نسب مئوية فالأرقام السابقة ممكن أن تحول إلى ٤٠٪ـ ٦٠٪ ـ ٨٠ ٪ ـ ١٠٠٪ ـ ١٢٠٪ .... إلخ.

٤- خرائط تذبذب المطر :

تخـــتلف العناصـــر المناخية فى قياساتها الفعلية عن المعدلات فمن المعـــروف أن المعدل العام للحرارة أو المطر أو الرياح إلى آخره بالنسبة لشـــهر معيـــن فى محطة ما لا يعنى أنه يتساوى تماماً مع هذا المعدل فى المحطـــة ذاتها وفى هذا الشهر من كل سنة على حدة ، فبالرغم من وجود فصـــول مناخية فى العالم متفق عليها وعلى الخصائص العامة لكل فصل بـــل والخصائص المناخية لكل شهر من شهور السنة ، ويمكننا أن نميزها ونتنبأ بها خاصة فى مصر.

ولكـــن قـــد يأتى عام تسجل فيه درجات حرارة فى يوليو أقل مما يسجل فى يونيو مثلاً أو تسقط أمطار غزيرة قد تزيد عما يسقط فى شهر أو أكثر من الشهور المطيرة . وهذا التذبذب فى المناخ له أهمية كبيرة فى الدراســـات المناخـــية ، وفـــى أمـــور التخطيط الزراعى وصيانة التربة والمـــرافق إلى آخره ، وقد لا نكون مبالغين إذا قلنا أن العالم العربى من أوضح جهات العالم تذبذباً فى المناخ خاصة فى المطر والرياح ، ويظهر

التذبذب واضحاً فى بعض أطراف المنطقة فى عنصر الحرارة ، ولحسا
مقدار أو نسبة التذبذب يتم ذلك على النحو التالى :

١- يحسب أولاً معدل المطر بقسمة مجموع كمية المطر على ع
السنوات .

٢- يحسب اختلاف كل سنة عن المعدل وهو الفرق بين المعدل وكم
المطر فى السنة .

٣-نأتى بمتوسط الاختلاف بقسمة مجموعه بصرف النظر عن الاشا
إلى عدد السنوات .

٤- ثم يتم حساب النسب المئوية للتذبذب وهى متوسط الاختلا
مقسومة على المعدل مضروبة × ١٠٠ .

مثال :

السنوات	كمية المطر	المعدل	الاختلافات
١٩٩٠	١٢٠	١٠٠	٢٠
١٩٩١	٨٠	١٠٠	٢٠
١٩٩٢	١٥٠	١٠٠	٥٠
١٩٩٣	١٠٠	١٠٠	—
١٩٩٤	٥٠	١٠٠	٥٠
	٥٠٠		١٤٠

$$\therefore \text{معدل المطر} = \frac{٥٠٠}{٥} = ١٠٠ \text{ ملليمتر}$$

$$\text{ومعدل الاختلاف} = \frac{١٤٠}{٥} = ٢٨$$

$$\text{نسبة التذبذب} = \frac{٢٨ \times ١٠٠}{١٠٠} = ٢٨ \%$$

ثـم نبدأ برسم خطوط تساوى تمر بالمحطات التى تتساوى فى نسبة تذبذبهـا ، وإذا كـان عدد السنوات كبيرة (٣٥ سنة) تسمى هذه الخطوط بخطوط التذبذب الدائمة .

رابعاً: خرائط الرياح

تُمـثل اتجاهـات الرياح فى خرائط العالم وخرائط الأقاليم الكبرى بأسهم صغيرة ، وقد جرت العادة فى تسمية الرياح تبعاً للجهة القادمة منها وليس المتجهة اليها، وعادة ما تكون خرائط الضغط الجوى مزودة بالأسهم لبـيان اتجاهـات الرياح الأفقية فى شهر ما أو فصل ما أو طول السنة ، وهذا هو الحال مثلاً فى خريطة الدورة الهوائية العامة واتجاهات الرياح ما بيـن نطاقات الضغط المرتفع ونطاقات الضغط المنخفض المحيطة بالكرة الأرضـية ، كما ترسم خرائط لتوضيح اتجاهات الرياح فقط فى قارة مثلاً أو اقليم معين بصفة مستقلة ، لابراز أثر التضاريس فى اتجاهات الرياح ، أو لإبـراز الاختلافات بين الرياح القادمة من كل اتجاه أو لمجرد توضيح الرياح التى تهب على المناطق المختلفة لهذه القارة أو ذلك الاقليم .

وترسم الاسم الخاصة بحالات الرياح دون الاعتماد على قياسات أو سـجلات خاصـة بهـا فى حالة الخرائط العامة أو العالمية بل نرسم هذه

الاتجاهات اعتماداً على الخبرة فى مد الأسهم من مناطق الضغط الم
إلـــى مـــناطق الضغط المنخفض ، كما توضحها خطوط تساوى الـ
الجوى بناء على قياسات خاصة باتجاهات الرياح فقط .

ولكـــن فـــى حالـــة توافر قياسات دقيقة ووجود حاجة لرسم خ
توضح نسبة هبوب الرياح وسرعتها فى فترة ما توضيحاً كمياً دقيقاً ف
الأسهم بصورة تتبع مقاييس رسم مختلفة لتوضيح جانب من هذين الج
أو كلاهما معا، وذلك برسم خطوط مفصلة أو متقطعة أو منقطة أو ت
فـــى سمكها لبيان نسبة هبوب الرياح، وقد ترسم على جانبها خطوط
لبيان سرعتها ، وفيما يلى بعض النماذج المختلفة لتوضيح ذلك .

سرعة الرياح	نسبة هبوب الرياح		
(عقدة)	أقل من ٥٠ ٪	من ٥٠–٧٥٪	أكثر من ٧٥٪
١ – ٣			
٤ – ٧			
أكثر من ٧			

الشكل (رقم ٦٤) نسبة هبوب الرياح وسرعتها

فضلا عما سبق ذكره من اشكال الأسهم العامة والأسهم النسبية
تـــتعلق ببـــيانات الرياح السطحية هناك أسهم أطول بكثير من تلك ا

تمثل ما يعرف بخطوط الانسياب Stream Lines a Fair وهى تمثل الرياح العلوية، فنحن نعرف أن التضاريس تؤثر على اتجاهات الرياح، وبالتالى قد تتغير اتجاهاتها بتغيرات محلية لا تتمشى مع الخطوط العامة لانسياب الرياح، ومن أوضح استعمالات الأسهم الطويلة استخدامها فى توضيح الرياح الموسمية ، ويمكن التمييز أو التنويع فى شكل السهم الخاص لكل مجموعة من مجموعات التيارات الهوائية ، بحيث تظهر كل من هذه المجموعات بلون أو شكل مميز، كذلك تستخدم فى بيان الاتجاهات العامة لمسارات الأعاصير أو أضداد الأعاصير.

خامساً: خرائط التوزيعات المتعددة:

فى بعض الأحيان يضطر الباحث إلى رسم خريطة موضح بها أكثر من عنصر مُناخى ، فالمعروف أن التأثير متبادل بين كثير من عناصر المناخ وظاهراته ، ومن ثم تدعو الحاجة أحياناً إلى ابراز بعض مظاهر هذا الارتباط، كما هو الحال مثلاً بالنسبة لارتباط الرياح بالضغط الجوى وتأثر الأمطار بالرياح سواء من حيث اتجاهاتها أو مصدرها ، كما قد يلزم أحياناً مقارنة عنصر أو ظاهرة مناخية بظروف أخرى غير مناخية ، ففى الامكان رسم خريطة لخطوط المطر المتساوية على خريطة تضاريسية عامة ، أو رسم خريطة توضح العلاقة بين كمية المطر والغطاء النباتى.

وفى بعض الدراسات المناخية أو المناخية النباتية أو المناخية الفيزغرافية، فقد يحتاج الأمر لرسم خريطة تضم أكبر قدر ممكن من الجوانب المناخية والنباتية والتضاريسية لابراز العلاقات بين هذه الجوانب

، ولكـــن لـــيس من السهل تحقيق هذا الغرض كارتوجرافياً، فمثلاً بالن
لخرائط الكتب والدراسات العامة ليس من السهل تمثيل أكثر من عنصـ
أو ثلاثـــة علـــى الأكثر بسبب صغر مساحة الورق من ناحية ، واستع
اللـــون الأسود فقط من ناحية أخرى ، وفى بعض اطالس الخرائط العا
توجد كثير من الخرائط المناخية التى تضم ثلاثة عناصر مناخية أو أك
ويساعد على ذلك كبر حجم الأطلس من ناحية واستعمال الألوان من نا
أخرى.

أمـــا فى الدراسات المناخية الأكبر تفصيلاً ليس من السهل ولا
المســـتحب رسم خريطة تضم عدداً كبيراً من العناصر المناخية ، وير
هذا إلى ان الدراسة التفصيلية تهتم بتفصيلات كثيرة بالنسبة لكل عنصـ
أو بالتفصـــيلات الاقليمـــية الدقيقة مما يجعل رسم عدد كبير من العنا
بتفصـــيلاتها المختلفة أمراً أكثر صعوبة ، ويزداد الأمر صعوبة فى
ربـــط عنصـــر مناخى أو أكثر بعنصر آخر من عناصر البيئة الطبي
كالغطاء النباتى مثلاً في هذه الدراسات التفصيلية .

وعند رسم خريطة تضم عدداً من العناصر المناخية مجتمعة ، ي
أن تـــتوافر فـــى الخـــريطة حـــتى تكـــون واضـــحة وسليمة من النا
الكارتوجرافية الشروط التالية :

أ – أ ن لا تكـــون العناصـــر الموزعـــة كبـــيرة العدد بحيث ت
الخـــريطة ويصعب استخراج البيانات الموزعة وخاصة عند رسم خر
صغيرة المقياس وبدون استعمال الألوان المختلفة فى رسمها .

ب – أن تتبع طرق كارتوجرافية سليمة لتمثيل كل من العناصر موزعة ، فمثلاً فى حالة جمع ثلاثة عناصر فى خريطة واحدة كالضغط جوى والرياح والأمطار، يمكن استبدال الخطوط المتساوية للمطر التظليل أو بالتلوين المبنى على أساس خطوط الحرارة المتساوية ، ثم رسم خطوط الضغط المتساوية وأسهم لتوضح اتجاهات الرياح السائدة . يمكن تمثيل أربعة عناصر ، فمثلا ترسم ظلال متدرجة للمطر فى شكل خطوط أفقية ، وظلال أخرى متدرجة للحرارة فى شكل خطوط أسية بالاضافة إلى رسم خطوط الضغط المتساوى ، وأسهم تبين اتجاهات رياح .

جـ – يفضل عند رسم خرائط تبين الانحرافات أو الاختلافات فى معدلات أو الكميات اتخاذ أكثر من لون أو ظل ، فمثلاً لتلوين خريطة حرارة المتساوية لمنطقة فيها تباين واضح يمكن استعمال اللون الأحمر درجاته المختلفة للمناطق التى تتدرج فيها خطوط الحرارة من الصفر مئوى وما يزيد عليه. بينما يخصص اللون الأزرق ودرجاته للمناطق تى تتدرج فيها خطوط الحرارة من الصفر وما يقل عنه . كذلك الحال النسبة لخرائط المطر، فيمكن أن يخصص اللون الأصفر للمناطق التى تدرج فيها المطر من ٢٠ سم فأقل ، فى حين يخصص اللون الأزرق درجاته فى مناطق التى يزيد فيها المطر عن ٢٠ سم .

د – توجد خرائط أخرى عامة يصنف فيها سطح الأرض تصنيفاً ناخياً عاماً مثل خرائط الأقاليم المناخية التى ترسم للعالم أو القارات ومن

الواضح أن التظليل أو التلوين فى هذه الحالة لا يأخذ تدرجاً معيناً بل يـ
أو يلون كل اقليم بلون يختلف عن بقية الأقاليم التى توضحها الخريطة

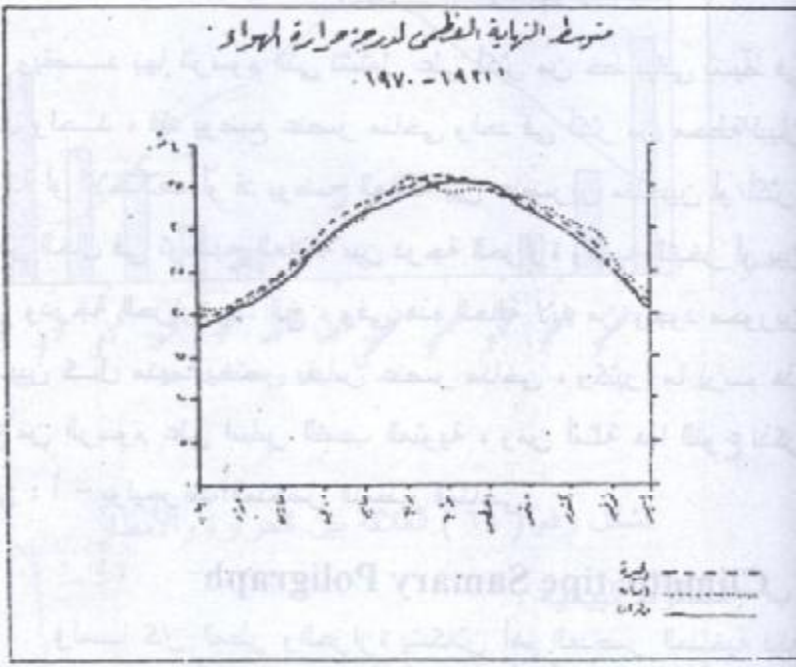
وقـد يقسم الاقليم الواحد إلى عدة أنماط تختلف فى طبيعة كل
وإن كـان هـناك تشابه فى عنصر واحد ، ففى مثل هذه الحالة يمكن
يـتدرج اللـون أو الظـل أو تعطى هذه الأنماط حروف أو أرقام، و
توضـح التـنوع دون الكم وتكتب هذه الأرقام أو الحروف مع ظلالها
مفـتاح الخـريطة وأمامهـا ما يلزم من بيانات خاصة مثل خريطة ك
المناخية أو خريطة أوستن مولر .

ثانياً : استخدام الرسوم البيانية فى الخرائط المناخية:

الرسـم البيانى الخاص بالعناصر المناخية شكل توضيحى يرسـ
خـريطة لتوضـيح ظاهرة مناخية أو أكثر وتتنوع الرسوم البيانية تـ
كبـيراً حتى لا يمكننا أن نتناول كل استعمالات الأشكال البيانية ، وم
سنكتفى بالاشارة إلى أشهر هذه الرسوم البيانية على النحو التالى :

١- الخطوط البيانية البسيطة : Graph lines

ومـن أمثلـتها مـا يوضح درجات الحرارة أو المدى الحرار
الدرجات العظمى أو الصغرى للحرارة إلى آخره فى الشهور المختلفة
خط يوضح معدل الرطوبة النسبية للجو فى الشهور المختلفة ــ الشكل
(٦٥) ، أو خـط يوضح كمية البخر أو كمية المطر أو يمثل حالة ظ
معينة أو عنصر معين لعدد طويل من السنوات.



الشكل رقم (٦٥)

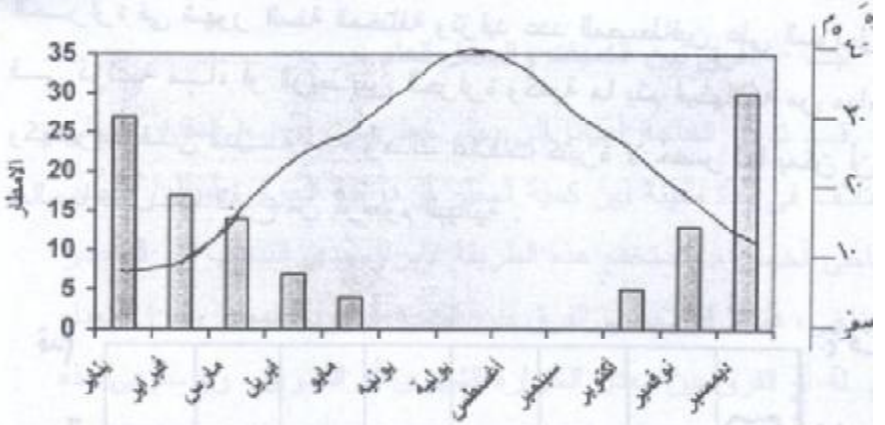
يرسم هذا الخط البسيط باقامة محورين عادة ما يكون المحور الأفقى منهما ممثلا للزمن والرأس ممثلا للفئات الظاهرة ، وعادة ما يكون الخط البيانى الناتج منحنيا فى تغيراته وليس منكسرا ، ومما تجدر الاشارة اليه ان الخطوط البيانية التى تسجلها آلات القياس المناخية على الورق البيانى تعتبر أيضا خطوط بيانية بسيطة.

٢- الخطوط البيانية المتجمعة : Poly graphs

ويقصـــد بها الرسوم التى تشتمل على أكثر من خط بيانى بسيط ف
شـــكل واحـــد ، فقد يوضع عنصر مناخى واحد فى أكثر من محطة لبيا
المقارنة أو الاختلاف أو قد يوضح العلاقة بين عنصرين مناخيين أو أكثر
كما هو الحال فى توضيح العلاقة بين درجة الحرارة وكمية التبخر أو بي
المطر ودرجة الحرارة ... الخ ، وفى هذه الحالة لابد من وجود محوري
رأســيين كـــل منهما يختص بقياس عنصر مناخى ، وكثيراً ما يرسم ه
النوع من الرسوم على اساس النسب المئوية ، ومن أمثلة هذا النوع نذك
ما يلى : أ - بوليجراف:الملخص النمطى المناخى:

Climatic tipe Samary Poligraph

ولمـــا كان المطر والحرارة يشكلان أهم العناصر المناخية فإ
كثـــيراً مـــا يرسم بوليجراف يوضح هذان العنصران كمعدل لشهر ما أ
لفصل ما ، أو لتمثيل أى من هذه المعدلات لعدد من المحطات تقع فى اقلي
مناخى واضح بقصد ابراز الخصائص الحرارية أو المطرية لهذا الاقليم
ويرســـم مقياسان رأسيان أحدهما خاص بالحرارة والآخر خاص بالمطر
وفى حالات كثيرة يمثل المطر بالأعمدة البيانية .

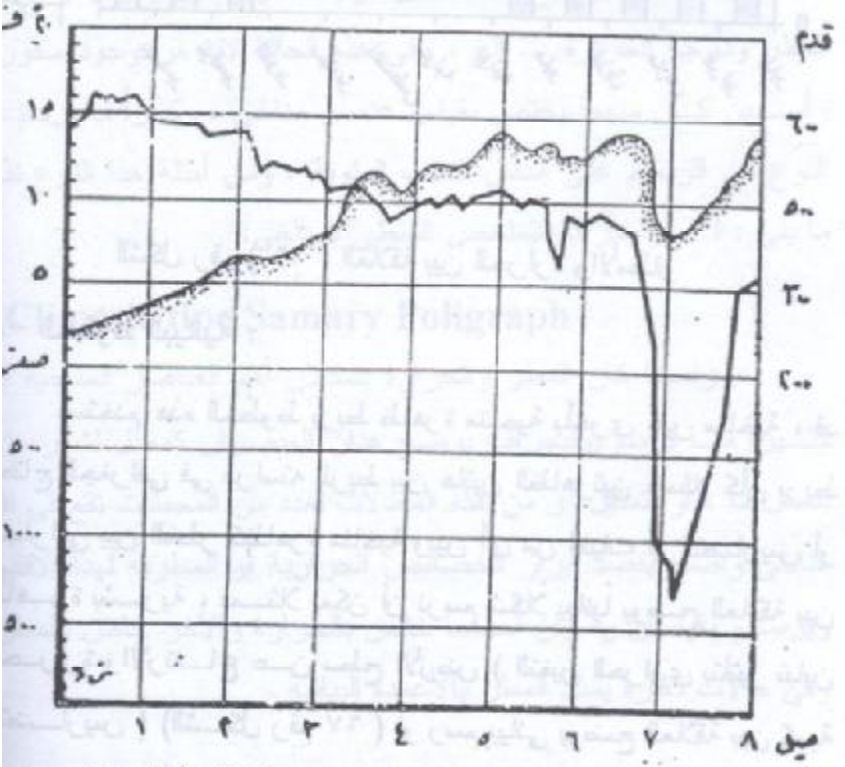


الشكل رقم (٦٦) العلاقة بين الحرارة والأمطار

ب- الخطوط البيانية :

تستخدم هذه الخطوط بربط ظاهرة مناخية بأخرى غير مناخية ، قد يحتاج الجغرافى فى دراسته للربط بين هاتين الظاهرتين ، مثلاً كأن يربط الجغرافى بين المطر كظاهرة مناخية وبين أى من النبات أو التضاريس أو ظاهرة بشرية ، فمثلاً يمكن أن نرسم شكلاً بيانياً يوضح العلاقة بين الحرارة والارتفاع عن سطح الأرض (التغير الحرارى بتأثير تباين التضاريس) (الشكل رقم ٦٧) أو رسم بيانى يوضح العلاقة بين كمية المطر ونسبة الأملاح فى التربة ، أو لتوضيح الحرارة والمطر من ناحية وكثافة الغطاء النباتى من ناحية أخرى .

ومن ناحية أخرى يمكن رسم بوليجراف لبيان ارتباط معدل درجات الحـــرارة فى شهور السنة المختلفة وتزايد عدد المصطافين على السواحل فـــى دولـــة مـــا، أو الربط بين الحرارة وكمية ما يتم استهلاكه من مياه وكهـــرباء فـــى مدينـــة ما ، وهناك علاقات كثيرة لا حصر لها يمكن أن نعالجها بمثل هذا النوع من الرسوم البيانية .



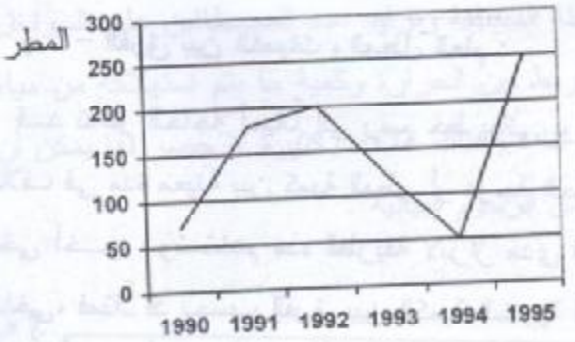
الشكل رقم (٦٧) تغير الحرارة بتأثير تباين السطح أثناء الليل

جـ - الفرق بين الكميات والمعدل العام :

قد تدعو الحاجة أحياناً إلى رسم خط بيانى يوضح المقدار الفعلى لاختلاف فى مدة معينة بين كمية المطر أو درجة الحرارة أو أى عنصر مناخى آخر ، وتستخدم هذه الطريقة لابراز مدى التذبذب فى العنصر المناخى، فمثلاً قد يحسب الفرق بين الكمية السنوية للمطر وبين المعدل العام له أو الفرق بين معدل الحرارة الشهرى أو السنوى ، ويرسم فى هذه الحالة الخط البيانى باحدى طريقتين :

١- أما أن يكون المحور الرأسى مقسماً على اساس درجات الاختلاف وفى هذه الحالة لا يكون المحور الأفقى ممثلاً للصفر لأنه ستكون هناك اختلافات بالسالب ، وتستخدم هذه الطريقة غالباً فى تمثيل الفرق بين كميات المطر والمعدل العام للمطر .

٣- أو يكون المحور الرأسى مقسماً بطريقة عادية والمحور الأفقى يمثل السنوات أو الشهور ، ويرسم خط بيانى منحنى يمثل الأرقام الفعلية للظاهرة الممثلة للشهور أو السنوات ، ثم يرسم خط أفقى مستقيم يمثل المعدل العام لهذه الظاهرة كما فى الشكل رقم (٦٨) وتستخدم هذه الطريقة عادة فى تمثيل معدلات المطر أو الحرارة أو الضغط أو باقى العناصر المناخية .



الشكل رقم (٦٨) درجة الاختلاف فى كمية المطر

٣ – الهيستوجراف المناخى :

ويرسم ليوضح النسب المئوية لحدوث ظاهرة مناخية بكميات معينة فى شهور سنة كاملة أو خلال عدد معين من السنوات، مع ملاحظة أن الشهور أو السنوات لا تمثل فى هذا الرسم ، ويرسم الهيستوجراف باقامة محور أفقى يخصص للكميات أو المقادير ، وآخر رأسى يوضح نسبة التكرار فعند تمثيل المطر مثلاً فى فترة معينة تجمع عدد مرات سقوط المطر على هيئة فئات ، وتحسب النسب المئوية التى تمثلها هذه الفئات بالنسبة لجملة عدد مرات سقوط المطر فى الفترة المذكورة ، ويقسم المحور الأفقى إلى الفئات التى تم اختبارها ثم نبدأ فى رسم المدرج التكرارى على اساس النسب المئوية كما يتضح من الشكل رقم (٦٩)

وميزة هذا النوع من الرسوم أنها تبرز المقارنة بالنسبة المئوية بين أكبر الكميات وأقل الكميات ، وبالتالى توضح الحالات الشاذة فى العنصر

لمـناخى وهـل هذا الشذوذ موجود دائما أو غير دائم ، مثال تم تسجيل
كميات المطر خلال كل شهر من شهور السنة ولمدة خمس سنوات وكانت
لكميات على النحو التالى :

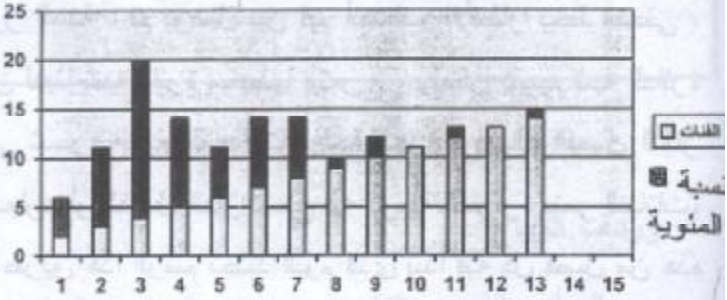
الجـدول رقـم (٢٩) كميات المطر خلال شهور السنة فى خمس
ات

	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	السنة
	٣	٣	٣	٤	٥	٧	٨	٧	٥	٤	٤	٤	٥٧
	٣	٢	٤	٤	٤	٦	٨	٦	٤	٤	٤	٤	٥٣
	٤	٣	٥	٥	٧	٧	٨	٧	٥	٥	٥	٥	٦٦
	٢	٢	٣	٧	١٠	١٤	١٠	٨	٨	٦	٣	٢	٧٥
	٤	٣	٤	٦	٩	١٢	٨	٧	٦	٥	٤	٤	٧٢

المجموع = ٦٠ شهراً

الجدول رقم (٣٠) عدد الفئات ونسبتها المئوية

	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦
	٨	١٦	٩	١٥	٥	٧	١	٦	١	٢	-	١	-	١
٦٠	١٣,٣	٢٦,٧	١٥	٢٥	٨٨,٣	١١,٧	١٠	١,٧	١,٧	٣,٣	-	١,٧	-	١,٧

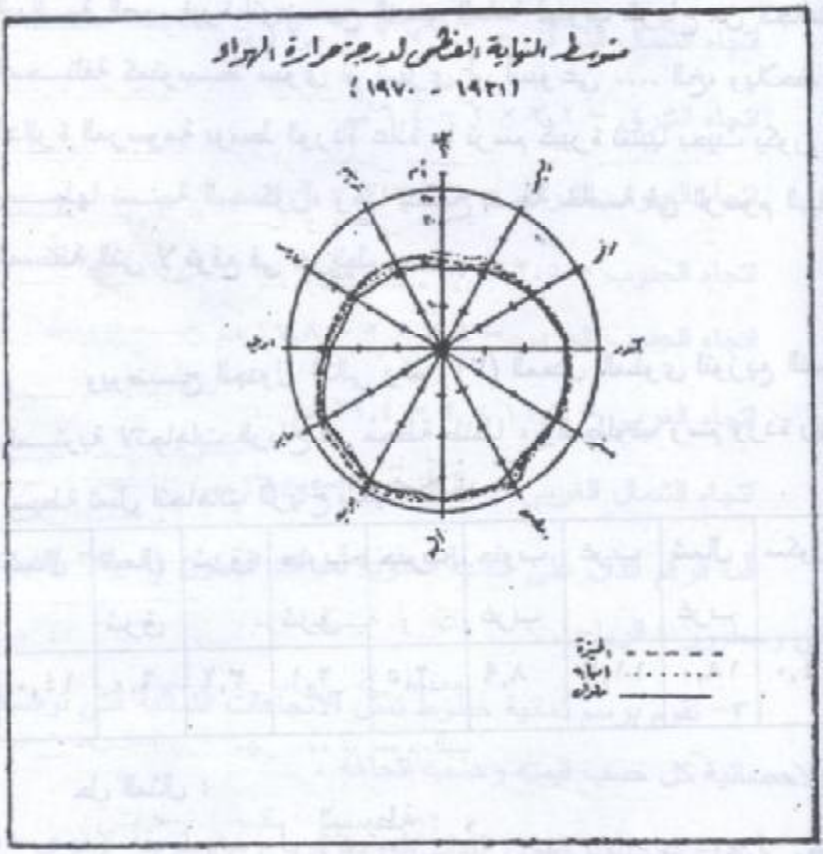


الشكل رقم (٦٩)

٤- دائـــرة الحـــرارة (الكلـــيماتوجراف: Thermograph or Climatograph)

من الممكن رسم دائرة وتقسيمها إلى ١٢ قسماً تبعاً لعدد شهور السنة، بحيـث يكون نصيب كل شهر ٣٠ ° من قيم زوايا الدائرة البالغة ٣٦٠ °، ثـم يرسـم من مركز هذه الدائرة دوائر على مسافات متساوية من نصف قطـر أكـبر دائـرة على أن نراعى أن يشمل هذا التقسيم أقل الدرجات وأعلاها، فاذا كان المعدل الشهرى لا يقل عن الصفر المئوى ففى الامكان أن يكـون مركز الدائرة هو الصفر، وقد يكون مركز الدائرة هو أقل رقم يقـل عـن الصفر المئوى فى حين يمثل الصفر المئوى بدائرة، فاذا كانت لدينـا أرصـاد يومية لأيام السنة بمعدل درجة الحرارة فيمكن رسم نقط " أنصـاف أقطـار " علـى بعد من مركز الدائرة تمثل هذه الأرصاد تبعاً لقيمتها.

أما إذا كانت الأرصاد الموجودة للمعدلات الشهرية، ففى هذه الحالة ترسـم أنصـاف أقطار تمثل هذه المعدلات فى منتصف كل قسم يمثل كل شهر من شهور السنة ، ثم يوصل بين قيم أنصاف الأقطار بخط منحنى ، وبذلـك تتكون لدينا شبه دائرة محيطها متعرج ، ويمكن تقسيم شبه الدائرة الـناتجة إلـى شـرائح تبعاً لمعدلات درجة الحرارة فهناك الفصل الحار والفصـل الـبارد أو الفصل الذى تسمح فيه درجة الحرارة بنمو النباتات، ويمكـن عن طريق هذا الرسم تحديد اليوم الذى يبدأ فيه كل فصل من هذه الفصول (الشكل رقم ٧٠).



الشكل رقم (٧٠)

٥ – وردات الرياح :

هـناك أنـواع مخـتلفة مـن وردات الرياح تمثل اتجاهات الرياح وسرعتها وسوف نذكر أهمها :

أ – وردة الرياح البسيطة :Simple Wind Rose

وهى عبارة عن شكل تتوسطه دائرة تحيط بها مجموعة من الأع
البيانية الصغيرة لتوضيح النسب العامة لهبوب الرياح من اتجاه
المختلفة كمتوسط سنوى أو شهرى أو أسبوعى .... الخ، ويلاحظ
الدائرة المرسومة بوسط الوردة عادة ما ترسم كبيرة نسبياً بحيث يكون
وسطها نسبة السكون، وهذا يتضح بصفة خاصة فى الرسوم البي
المستقلة التى لا توقع فى خرائط.

ويوضح الجدول التالى رقم (٣١) المعدل السنوى لتوزيع الن
المئوية لاتجاهات الرياح فى محطة طنطا ، والمطلوب رسم وردة ر
بسيطة تمثل اتجاهات الرياح بمدينة طنطا .

شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	سكو
١٤,٠	٦,٠	٣,٢	٢,١	٢,٥	٨,٩	١١,٢	١٨,٠	٤,٠

حل المثال :

١ – نبدأ فى اختيار مقياس رسم مناسب ويتوقف اختيار م
الرسم على طبيعة الأرقام المطلوب رسمها .

٢– نضرب مقياس الرسم الذى تم اختياره فى النسب ال
لاتجاهات الرياح لنحصل على أطوال الاتجاهات المختلفة ، فلو ف
وكان مقياس رسم وردة الرياح ٢ مم لكل ١٠٪ فيكون اتجاه الأطوال
يلى :

اتجاه الشمال = ١٤,٠ × ٢ = ٢٨,٠ مم

اتجاه الشمال الشرقى = ٦,٠ × ٢ = ١٢,٠ مم

اتجاه الشرق = ٣,٢ × ٢ = ٦,٤ مم

اتجاه الجنوب الشرقى = ٢,١ × ٢ = ٤,٢ مم

اتجاه الجنوب = ٢,٥ × ٢ = ٥,٠ مم

اتجاه الجنوب الغربى = ٨,٩ × ٢ = ١٧,٨ مم

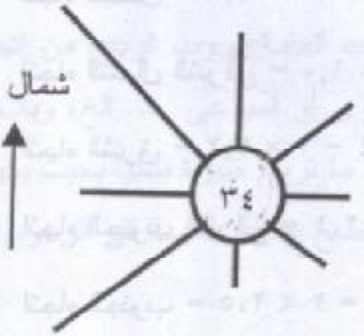
اتجاه الغربى = ١١,٢ × ٢ = ٢٢,٤ مم

اتجاه الشمال الغربى = ١٨,٠ × ٢ = ٣٦,٠ مم

أما الرقم الدال على النسبة المئوية لمرات السكون (٣٤,٠) فيكتب فى وسط وردة الرياح .

٣- نقوم برسم ثمانية خطوط تمثل الاتجاهات الثمانية التى توضحها الاحصائية كل حسب قيمته وحسب اتجاهه .

٤ - يختلف الشكل البيانى لوردة الرياح من طريقة لأخرى ، فقد تكون خطوطها مفردة أو مزدوجة أو ثلاثية الشكل ، ولكن المهم هو تناسب اطوال هذه الخطوط مع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح وفقا لمقياس السهم المستخدم (الشكل رقم ٧١)

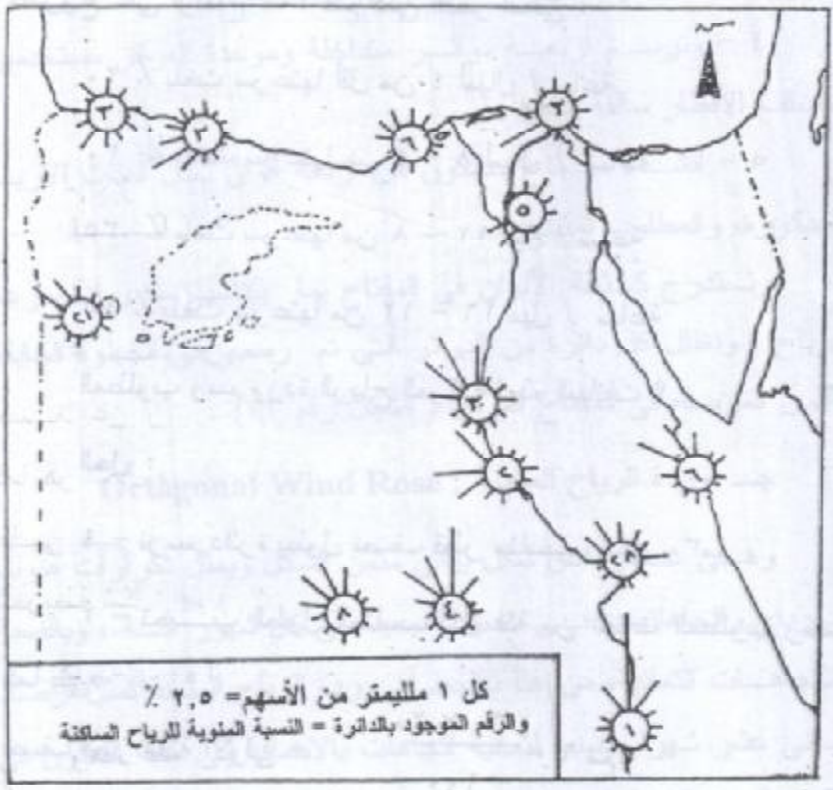


الشكل رقم (٧١) وردة الرياح البسيطة .

٥- يجـب رسم مقياس الرسم المستخدم وكذلك اتجاه الشمال . هذ
فضـلاً عن أن وردة الرياح لا ترسم على هيئة شكل بيانى منفصل فقط
كما هو الحال فى المثال سالف الذكر ، بل يمكن توقيع عدة وردات للرياح
علـى خـريطة واحـدة لكى توضح اتجاه الرياح فى المنطقة التى تمثلها
الخريطة شكل رقم (٧٢).

ب - وردة الرياح المركبة: Compund Wind Rose

وهذه عبارة عن دائرة يقسم نصف قطرها على اساس النسب المئوية
لسـرعة الرياح من اتجاه معين فى شهر ما أو طول السنة وتستخدم وردة
الـرياح المركبة فى تمثيل سرعة الرياح، وتستخدم عادة لتوضيح سرعة
الرياح العليا Upper Wind وتأخذ شكلاً دائرياً يختلف عن وردة الرياح
البسيطة .



الشكل رقم (٧٢) وردة الرياح البسيطة في الشتاء
(ديسمبر، يناير ، فبراير)

مثال :

هـــذه البيانات تبين النسب المئوية لسرعة الرياح فى محطة مر
مطروح على ارتفاع ١٠٠ قدم على النحو التالى :

٢٠ ٪ بلغت سرعتها أقل من ٤ أميال / ساعة

٣٠ ٪ بلغت سرعتها من ٤ – ٨ أميال / ساعة

٣٥ ٪ بلغت سرعتها من ٨ – ١٢ ميل / ساعة

١٥ ٪ بلغت سرعتها من ١٢ – ١٦ ميل / ساعة

المطلوب رسم وردة الرياح المركبة لهذه البيانات ؟

الحل :

١ – نرسم دائرة بطول نصف قطر مناسب وليكن ٣٠مم

٢ – نحســب الطول المناسب لكل فئة من الفئات المطلوب رسم
كما يلى:

نصف قطر الفئة الأولى = $\frac{٣٠ \times ٢٠}{١٠٠}$ = ٦ مم.

نصف قطر الفئة الثانية = $\frac{٣٠ \times ٣٠}{١٠٠}$ = ٩ مم.

نصف قطر الفئة الثالثة = $\frac{٣٠ \times ٣٥}{١٠٠}$ = ١٠,٥ مم.

نصف قطر الفئة الرابعة = $\frac{٣٠ \times ١٥}{١٠٠}$ = ٤,٥ مم.

٣ – نجمع أطوال أنصاف الأقطار السابقة فيجب أن يكون مجموعها مساوياً لنصف قطر الدائرة الأساسية وهى ٣٠ مم .

٤ – ونرسم أربعة دوائر متداخلة وموحدة المركز مستخدمين أنصاف الأقطار سالفة الذكر .

٥ – انشاء مفتاح يتكون من أربعة ألوان تمثل الفئات الأربعة المذكورة، والمطلوب تمثيلها .

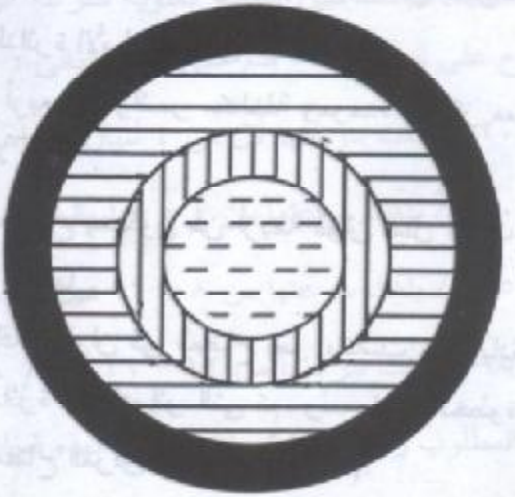
وتتدرج كثافة الألوان فى المفتاح بما يتناسب مع زيادة سرعة الرياح ، ونظلل كل دائرة من الدوائر التى تم رسمها فى الخطوة السابقة باللون الموضح فى المفتاح المرفق (الشكل رقم ٧٣).

جـ وردة الرياح المثمنة : Octagonal Wind Rose

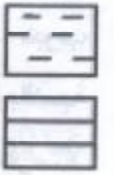
وهى عبارة عن شكل بيانى مثمن الشكل ويمثل تكرارات هبوب الرياح واتجاهاتها فى محطة معينة فى كل شهور السنة ، وبالنسبة للاتجاهات الثمانية، من هنا نلاحظ أن وردة الرياح المثمنة تمثل أرصاد اثنى عشر شهراً بالنسبة لثمانية اتجاهات بالاضافة إلى نسبة السكون فى كل اتجاه من الاتجاهات .

مثال :

الجدول التالى يوضح المعدلات الشهرية لتوزيع النسب المئوية لاتجاهات الرياح فى مدينة طنطا ، والمطلوب رسم وردة الرياح المثمنة لتبيين اتجاهات الرياح فى المدينة فى كل شهر من شهور السنة .



الشكل رقم (٧٣) السرعة في الساعة



أقل من ٤ أميال

٤ ــ ٨ أميال

٨ ــ ١٢ ميلاً

١٢ ــ ١٦ ميلاً

رقم (٣٢) اتجاهات الرياح وسرعتها

ال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	سكون
٧	٣,٩	٢,٤	٢,٢	٤,٠	٢٣,٢	١٣,٧	٩,٠	٣٤,٢
٧	٤,٧	٣,٤	٣,٦	٥,٥	٢٠,٠	١٤,٤	١١,٥	٢٩,٥
١١	٨,٠	٥,٥	٣,٠	٣,٤	١١,٢	١٣,٣	١٦,١	٢٨,٣
١٥	٩,٩	٥,٢	٤,٢	٣,٠	٧,١	١١,٨	١٧,٩	٢٥,١
٢٠	١١,٧	٧,٤	٣,٥	٢,٠	٤,٥	٩,٢	١٦,٥	٢٤,٦
٢٠	٦,٢	١,٨	١,١	٠,٩	٢,٦	١٠,٥	٢٨,٦	٢٨,٠
١٤	٢,٠	٠,٧	٠,٣	٠,٩	٣,٧	١٣,٦	٣٣,١	٣١,٣
١٥	٢,٧	١,٠	٠,٥	٠,٩	٣,٣	١١,٦	٢٧,٨	٣٦,٩
١٦	٣,٨	١,٤	١,٠	٠,٩	٢,٩	٨,٤	٢١,٥	٤٤,٠
١٧	٧,٩	٣,١	١,٧	١,٤	٣,٣	٦,١	١٥,٢	٤٣,٥
١٣	٦,٥	٣,٧	١,٧	٢,٢	٨,١	٨,٢	١٥,٦	٤٣,٧
٧	٥,١	٢,٩	٢,٧	٥,٠	١٦,٤	١٣,١	٦,٨	٤٠,٢

حل :

الخطوة الأولى نقوم برسم ثمانية أضلاع عرضية على الاتجاهات الثمانية بحيث تكون أطوالها مناسبة لاقامة اثنى عشر عموداً متجاورة تمثل الشهور المختلفة على كل منها.

٢- اختيار مقياس رسم مناسب لاقامة هذه الأعمدة للنسب المئوية التي سبق حسابها فيجب ألا يكون المقياس كبيراً جداً، بحيث تزيد أطوال الأعمدة عما يجب أو العكس صحيح .

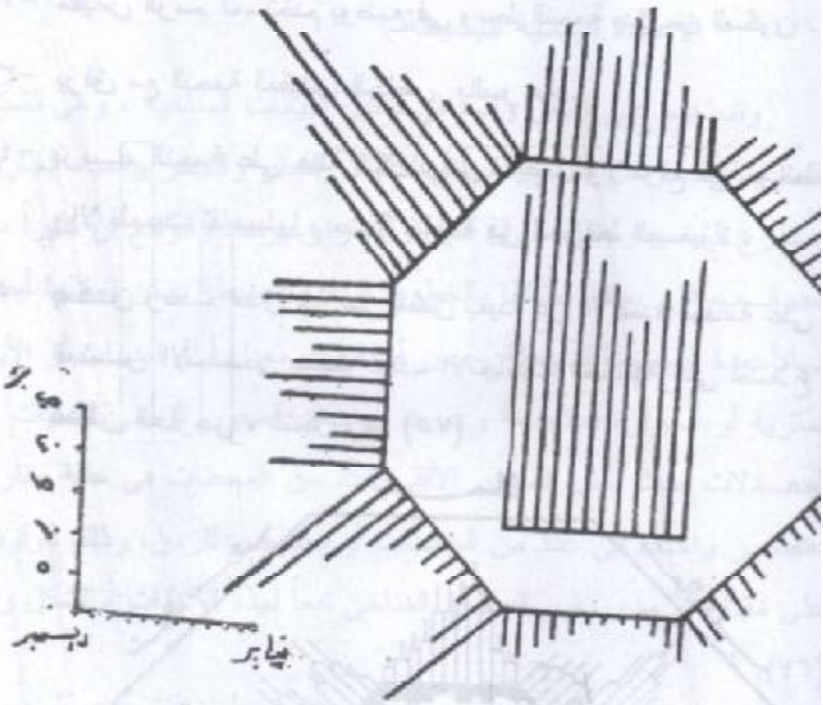
٣- نرسم خط مناسب وبالطول نفسه الذى رسمت به اضلاع المثمن فى وسط الشكل ويقام عليه اثنا عشر عموداً يمثل نسبة السكون فى الشهور المختلفة للسنة ، شكل رقم (٧٤)

٤ - تحدد أطوال الأعمدة وفقا لمقياس الرسم المستخدم ، وعلى ذلك سوف يكون لدينا مقياسا رسم ، أحدهما مقياس أفقى هو نفس طول أى ضلع من أضلاع الشكل ، والآخر مقياس رأسى يتحدد على أساسه طول كل عمود من المثمن على حسب القيمة التى يمثلها هذا العمود .

٥-لا نرسم وردة الرياح المثمنة على هيئة شكل بيانى منفصل بل يمكن توقيع أكثر من وردة مثمنة على الخريطة ، وتعرف وردة الرياح فى هذه الحالة بأنها موقعة Located Wind Rose على الخريطة .

د - نجمة الرياح : Wind Star

نجمة الرياح هي وردة رياح مثمنة مضاف اليها سرعة الرياح فى ثمانية اتجاهات ، ولرسم هذه النجمة لابد من الحصول على البيانات السابقة والممثلة فى وردة الرياح المثمنة مضافاً اليها النسبة المئوية لسرعة



الشكل رقم(٧٤) وردة الرياح المثمنة لمدينة طنطا

الـرياح فـي كـل شهر وفى كل اتجاه، وتتكون نجمة الرياح من شكلين مثمنيـن متداخلين يكتب على الشكل الخارجى منهما نوع الاتجاه، ويرسم علـى الشـكل الآخر الأعمدة الخاصة بشهور السنة ، ويراعى عند رسم النجمة ما يلى :

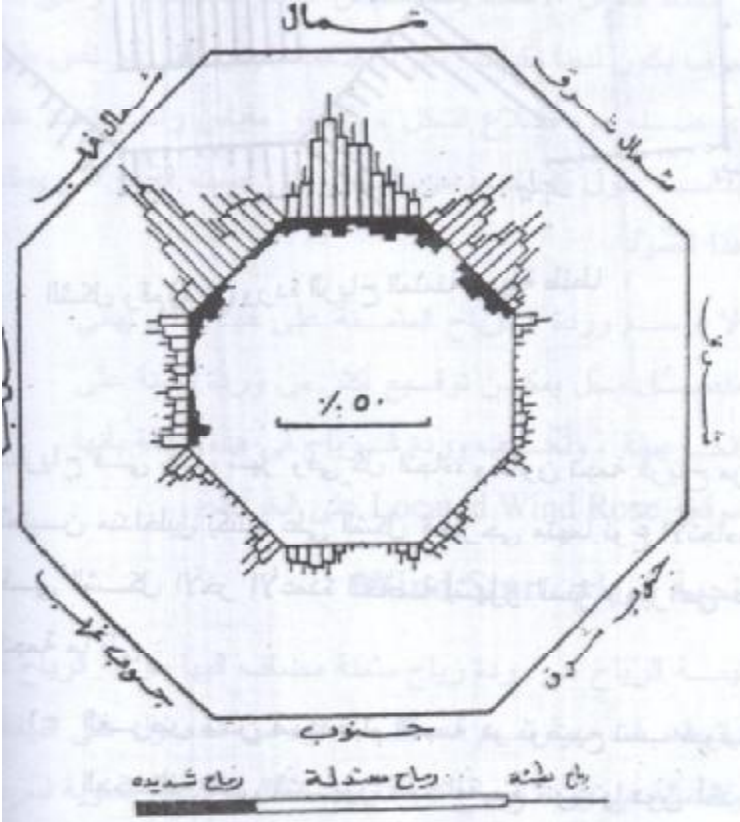
١- الغـرض مـن اسـتخدام النجمة هو توضيح نسب هبوب الرياح المخـتلفة فـي الشـهور المختلفة مع سرعتها دون أخذ ساعات السكون فى الاعتبار .

٢- مقياس الرسم المستخدم يوضع فى وسط النجمة بدلاً من السكون

٣- يرفق مع النجمة المقياس الخاص بالسرعة .

٤- ترسم النجمة على هيئة شكل بيانى منفصل ولا توقع فى خرائط وإلا طمست تفاصيلها وبصفة خاصة فى الخرائط الصغيرة .

٥- يمكن رسم اطار خارجى مثمن بعيداً عن الأعمدة المقامة على المثمن الأساسى بحيث تكتب الاتجاهات المختلفة على أضلاع المثمن الخارجى ، الشكل رقم (٧٥).



الشكل رقم (٧٥) نجمة الرياح

٦ – الأعمدة البيانية البسيطة :

وتستخدم على نطاق واسع فى تمثيل البيانات المناخية ، وهى تشكل سم الأكبر من التمثيل البيانى لكميات المطر والتبخر والمياه الجارية طوع الشمس ومعدل طوال الليل والنهار وغيرها. والواقع أن كثيراً من وانب التى يمكن تمثيلها بالخطوط البيانية البسيطة يمكن تمثيلها أيضاً الأعمدة البيانية البسيطة ، ومن أمثلة ذلك معدل أيام الضباب أو الأيام ترية أو الحرارة المتجمعة وغيرها ، ويمثل المحور الرأسى الكميات أو عدلات حيث يمثل المحور الأفقى لعدد من المحطات فى حالة مقارنة صر واحد فى عدد من المحطات أو يخصص للزمن، وذلك للوقوف ى مقدار أو مدى تغير العنصر المناخى تبعاً لهذه الوحدات ، الشكل رقم ٧).

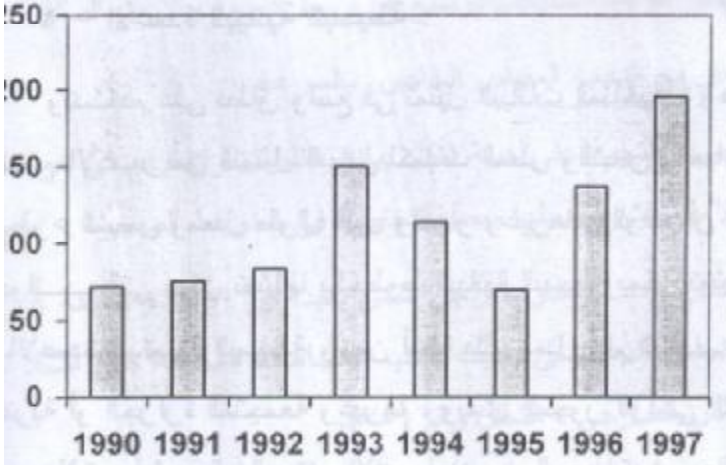
مثال :

سجلت كمية المطر فى محطة ما وكانت كمياتها كما يلى :

	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	١٩٩٤	١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧
ة	٧٢	٧٦	٨٤	١٥٠	١١٤	٧٠	١٣٧	١٦٩

والمطلوب رسم عدد من الأعمدة البيانية البسيطة توضح هذه القيم :

وتفيد هذه الطريقة فى المقارنات بصفة خاصة لابراز الاختلاف من ظاهرة أو خاصية مناخية بغض النظر عن الكميات الفعلية ، وقد ترسم هذه الأعمدة منفصلة أو ملتصقة .



الشكل رقم (٧٦) تفاوت كميات المطر من عام لآخر

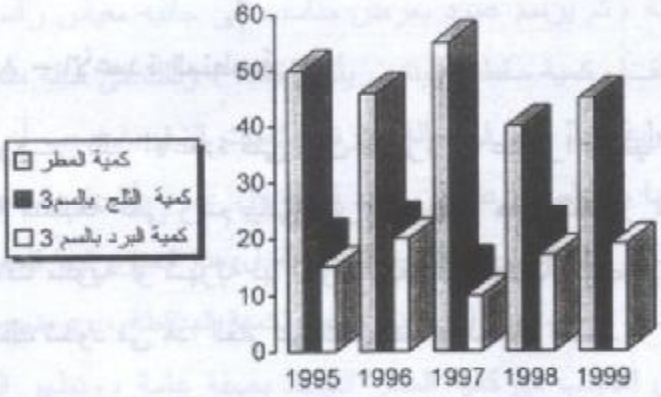
٧ – الأعمدة البيانية المقسمة أو المركبة :

ويقصد بها مجموعة من الأعمدة التى تمثل ظاهرة عامة ثم ما تتميـ
بـــه مـــن تفصيلات لعدد من الشهور أو السنوات فى محطة معينة ، ومـ
أمثلة ذلك رسم مجموعة من الأعمدة التى تمثل كل منها الاجمالى المتساق
فى شهر أو عام ثم يوضح بكل عمود مقدار ما يمثله المطر والبرد والثـ
مـــثلاً ،وهـــذا مـــا يوضحه كل من الشكل رقم (٧٧) ، (٧٨) واللذان
رســـمهم مـــن خلال الجدول التالي والذي يوضح بيانات التساقط لخمـ
أعوام.

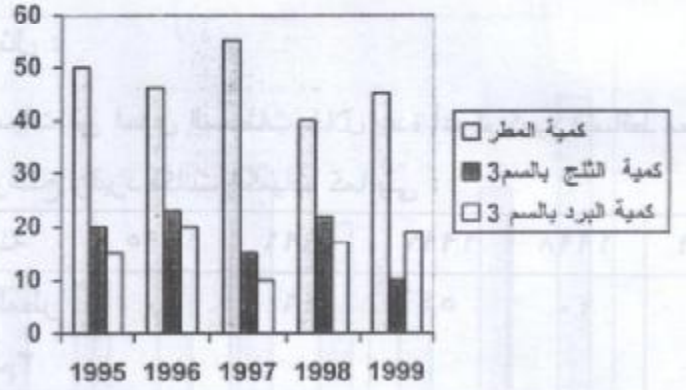
مثال :

سجلت فى احدى المحطات خلال عدة أعوام كمية التساقط ممثلة فى المطر والثلج والبرد فكانت الكميات كما يلى :

السنة	١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧	١٩٩٨	١٩٩٩
كمية المطر بالسم٣	٥٠	٤٦	٥٥	٤٠	٤٥
كمية الثلج بالسم٣	٢٠	٢٣	١٥	٢٢	١٠
كمية البرد بالسم٣	١٥	٢٠	١٠	١٧	١٩



الشكل رقم (٧٧)



الشكل رقم (٧٨) الأعمدة البيانية المركبة

ويدخل ضمن هذه الأعمدة التى تمثل نسب هبوب الرياح من الاتجاهات الثمانية فى شهور السنة المختلفة إذا استغنينا عن رسم نجمة الرياح .

٨ – الأعمدة المنطبعة :

وهى تلك الأعمدة التى تمثل ظاهرة أو عنصراً مناخياً فى محطة معينة منطبعة على رسم بيانى آخر يبين نفس هذا العنصر على اساس معدلات سنوية أو شهرية لها ، وذلك بقصد المقارنة وتوضح أثر ما إذا كان هناك شذوذ فى هذا العام عن المتوسط أو المعدل العام .

وقد تمثل تلك الأعمدة ظاهرة مناخية فى محطة معينة لعدد من الشهور أو السنوات ثم يرسم فوقها وبنفس مقياس الرسم أعمدة أخرى تمثل نفس الظاهرة بقصد المقارنة ، ومن أمثلة ذلك مقارنة كمية التبخر أو

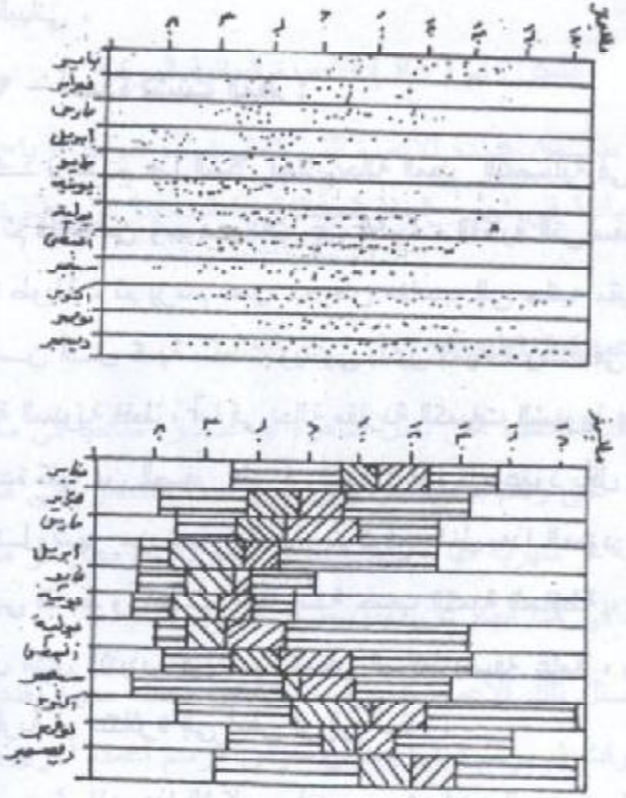
ساقط فى محطتين فى شهور معينة ، ومن هذا النوع أيضاً مجموعة من عمدة التى تمثل ظاهرة مناخية منطبعة على أعمدة أخرى لظاهرة أخرى د تكـــون طبيعية أو بشرية لنفس المحطة مثل مقارنة المطر الساقط فى هور المختلفة مع متوسط ارتفاع الحشائش فى اقليم ما ، أو مقارنة عدد م الصقيع بالنسبة لاتلاف محصول معين ، ولما كان الشكل البيانى الناتج ى هذه الحالة يمثل ظاهرتين مختلفتين فلابد من عمل مقياسين جانبيين كل البيانى .

٩ – أعمدة تشتت المطر:

قـــد يرســـم هذا الشكل ليمثل حالة المطر التفصيلية فى محطة ما ، ـــن ثم فلابد من وجود بيانات عن الكميات الفعلية التى سقطت كل عام ى مدة طويلة ، ثم يرسم عمود بعرض مناسب إلى جانبه مقياس رأسى ، بدأ مـــن أقـــل كمية سقطت وينتهى بأكبر كمية ، وذلك فى حالة مقارنة كمـــية السنوية فقط ، أما فى حالة مقارنة الكميات الشهرية فيجب أن تبدأ أعمـــدة كلها من الصفر على أن تحدد قاعدة كل عمود بأقل كمية سقطت ـــى كـــل شهر من شهور السنة، ثم توقع داخل هذا العمود تبعاً للمقياس جانـــبى فقـــط وواضـــحة لكل سنة حسب الكمية الساقطة ، ويوضح هذا ـــكل مدى التذبذب فى كمية المطر الساقط بصفة عامة ، وتظهر النقط ا متقاربة أو متناثرة إلى أعلى أو إلى أسفل .

ومن ثم فان هذا الشكل يعطى صورة واضحة عن أحوال المطر فى ناطق الموسمية والمناطق شبه الصحراوية ، والتى تتميز فيها الأمطار

بالـــتذبذب السنوى الكبير ، ويرسم هذا الشكل فى أغلب الحالات لتوض
حالة المطر فى شهور السنة المختلفة وتتبع نفس الخطوات السابقة ، بح
يكون لدينا ١٢ عمود كل منها يمثل شهراً من شهور السنة ، ويرسم الش
علـــى اســـاس بيانات المطر الساقط شهرياً ولمدة طويلة ، ثم توقع الن
الخاصة بكل شهر فى العمود الخاص بها على مدى الفترة التى لدينا ع
بيانات ، الشكل رقم (٧٩) ، ثم نجرى ما يلى :



الشكل رقم(٧٩) تشتت المطر

دد المتوسط فى كل عمود بخط أفقى يفصل بين عدد متساوى
النقط أعلاه وأسفله .

ـم الجـزء السفلى والجزء العلوى من كل عمود إلى قسمين
يـن متماثلين فى عدد النقط ، أى أن كل عمود أصبح مقسماً
ى أربعة أقسام بكل قسم ٢٥ ٪ من عدد النقط ، وإن كانت هذه
سام غير متساوية .

ـح الـنقط مـن الأعمدة ثم تظلل الأقسام بكل عمود بظلال
ناظرة ، أى أن يكـون التظليل بالقسم الأول الأسفل هو نفس
للـيل بالقسـم الرابع العلوى ، فى حين يراعى ابراز القسمين
جاوريـن لخـط الوسط بتظليل متناظر ولكن كل منهم عكس
خـر ، وبهذه الطريقة يوضح هذا الشكل كثيراً من الخصائص
ى تخفيها الأعمدة التى تمثل معدل اجمالى المطر الساقط ، فهو
ضـح اجمـالى المعـدل ويوضح أكبر كمية وأقل كمية ، كما
ضـح متوسـط أكـبر الكميات ومتوسط أصغر الكميات ، كما
ضح اتجاه الشذوذ واحتماله إلى أعلى أو إلى أسفل .

محتويات الكتاب

الموضوع	الصفحة
المقدمة	٥
الفصل الأول: الطقس والغلاف الجوى	٩
١- الطقس	١١
٢- المناخ	١٢
قياس العناصر	١٣
عمليات الرصد بواسطة الأقمار الصناعية	١٧
نظام المناخ	١٨
٣- الغلاف الجوى	٢٠
أ-تركيب الغلاف الجوى	٢١
أولا : طبقة الهوموسفير	٢٤
١- طبقة التروبوسفير	٢٥
٢- طبقة الإستراتوسفير	٢٧
٣- طبقة الميزوسفير	٢٨
ثانيا : طبقة الهيتروسفير	٢٨
ب- أجهزة الرصد ونموذج المرصد العادى	٣٠
الفصل الثانى : الإشعاع	٣٣
أولا :الإشعاع الشمسى	٣٥
١- الأشعة فوق البنفسجية	٣٦
٢-الأشعة الضوئية	٣٧
٣-الأشعة الحرارية	٣٨
أجهزة قياس الإشعاع الشمسى	٤٠
١-ترمومتر النهاية العظمى للإشعاع الشمسى	٤٠
٢-جهاز الأكتينوميتر	٤١
٣-جهاز كامبل ستوكس	٤٢
٤-جهاز بيرهيليوميتر	٤٥
٥- جهاز بيلانى راديوميتر	٤٥
٦- حساب الإشعاع الشمسى بالطرق الرياضية	٤٧
-التوزيع الجغرافى للإشعاع الأرضى	٥٠
ثانيا: الإشعاع الأرضى	٥٣
ثالثا: الإشعاع الجوى	٥٤

الموضوع	الصفحة
الألبيدو الأرضى	٥٥
الثالث :أجهزة الرصد الجوى لعناصر المناخ المختلفة	٥٩
أولا:قياس درجة الحرارة	٦١
١-الترمومتر	٦٢
أ-الترمومتر المئوى	٦٢
ب-الترمومتر الفهرنهيتى	٦٤
هـ-ترمومتر النهاية العظمى	٦٥
د-ترمومتر النهاية الصغرى	٦٦
٢-الترموجراف	٦٦
- التغير الرأسى فى درجة الحرارة	٦٨
- الانقلاب الحرارى	٧١
- التغير الأفقى فى درجة حرارة الجو	٧٣
١) موقع المكان بالنسبة لخط العرض	٧٣
٢) الاختلاف بين اليابس و الماء فى اكتساب و فقدان الأشعة	٧٣
- توزيع الحرارة و المناطق الحرارية	٧٥
ثانيا: الضغط الجوى و الرياح	٧٧
أولا: الضغط الجوى	٧٧
- أجهزة قياس الضغط الجوى	٧٧
أولا: البارومترات الزئبقية	٧٧
١- بارومتر تورشيلى	٧٧
٢- البارومترذو الخزان الثابت (بارومتركيو)	٧٨
٣- بارومتر فورتن	٨٠
ثانيا: البارومتر المعدنى	٨٠
ثالثا: الباروجراف	٨٢
- وحدات قياس الضغط الجوى	٨٣
- العوامل التى تؤثر فى الضغط الجوى	٨٥
١- درجة الحرارة	٨٥
٢- كمية بخار الماء فى الهواء	٨٥
٣- الارتفاع عن سطح البحر	٨٥
أولا: خطأ الجهاز	٨٦

الموضوع	الصفحة
ثانيا: درجة الحرارة	٨٦
ثالثا : الارتفاع عن مستوى البحر	٨٩
رابعا: تصحيح عجلة الجاذبية	٩٠
- نطاقات الضغط الجوى الرئيسية حول الكرة الأرضية	٩٢
ثانيا : الريـــاح	٩٤
١- قياس إتجاه الرياح	٩٥
٢- قياس سرعة الرياح	٩٥
أ- الأنيمومتر	٩٥
ب- الأنيموجراف	٩٥
ج- الأنيمومتر الكهربائي	٩٦
ثالثا: قياس الرطوبة الجوية	٩٦
- أجهزة قياس الرطوبة	٩٧
١- الهيجرومتر أو السيكرومتر	٩٧
٢- الهيجرومتر ذو السفر	٩٨
٣- الهيجروجراف	١٠٠
رابعا: التبخر	١٠٢
- أجهزة قياس التبخر	١٠٣
١- مقياس بيتش	١٠٣
٢- جهاز الوعاء القياسى مقياس ويلد	١٠٣
خامسا: المطر	١٠٧
- طريقة تكون المطر	١٠٧
- قياس المطر	١٠٨
١- جهاز القياس	١٠٨
٢- جهاز الدلو المائى	١٠٩
٣- ميزان المطر	١١٠
٤- جهاز تسجيل المطر	١١٠
- مشكلات قياس المطر	١١٢
سادسا: السحاب	١١٤
- كمية السحب	١١٥
أولا: أجهزة قياس ارتفاع قاعدة السحاب	١١٥
١- قياس ارتفاع قاعدة السحاب بواسطة البالونة	١١٦

الموضوع	الصفحة
٢- كشاف السحاب العادى	١١٦
طريقة القياس	١١٧
ثانيا :أجهزة قياس اتجاه السحاب وسرعتها	١١٩
١-جهاز النيفوسكوب	١١٩
٢-الكاميرا السماوية ذات الزوايا	١١٩
استخدامات الأقمار الصناعية فى الأرصاد الجوية	١٢١
١-أقمار فى مدارات قطبية	١٢٤
٢- الأقمار الساكنة أو الثابتة جغرافيا	١٢٤
-كيف يتم استخدام الأقمار فى الأرصاد الجوية	١٢٧
-أنواع أقمار الأرصاد الجوية	١٢٩
الفصل الرابع :خرائط الطقس	١٣٥
-الطقس	١٣٥
-الرطوبة	١٣٦
-التغيم (السحاب)	١٣٧
-أنواع السحب	١٣٧
وز والشفرات المستخدمة فى خرائط الطقس	١٤٥
الرموز والشفرات المستخدمة فى الضغط الجوى	١٤٥
الكتل الهوائية والجبهات	١٤٨
أولا: الكتل الهوائية	١٤٨
١- الكتل الهوائية فوق الجليد الدائم	١٥٠
٢- الكتل الهوائية القطبية القارية	١٥٠
٣-الكتل الهوائية القطبية البحرية	١٥١
٤- الكتل الهوائية المدارية	١٥١
أ-الكتل الهوائية المدارية القارية	١٥٢
ب- الكتل الهوائية المدارية البحرية	١٥٢
٥- الكتل الهوائية الاستوائية القارية	١٥٢
٦- الكتل الهوائية الاستوائية البحرية	١٥٣
ثانيا: الجبهات الهوائية	١٥٣
١-الجبهة المدارية	١٥٤
٢-الجبهة القطبية	١٥٤
٣- الجبهة المتجمدة	١٥٥
هر الجوية التى ترتبط بالكتل الهوائية والجبهات	١٥٧

الموضوع	الصفحة
أولا: الأعاصير (الانخفاضات الجوية)	١٥٨
خط سير الانخفاضات الجوية	١٦١
سرعة الإعصار	١٦٢
نشأة الإعصار ومراحل حياته	١٦٣
١- امتلاء دافئ	١٦٥
٢- امتلاء بارد	١٦٥
نتائج الانخفاضات الجوية	١٦٥
أولا : الرياح الحارة	١٧١
١- الخماسين	١٧٢
٢- السيروكو والسولانو	١٧٣
٣- الهرمطان	١٧٣
٤-الهبوب	١٧٤
٥- البريكفيلدرز	١٧٤
ثانيا: الرياح الدفينة	١٧٥
١- رياح الفهن	١٧٥
٢- رياح الشنوك	١٧٦
٣- رياح سانتا أنا	١٧٧
ثالثا : الرياح الباردة	١٧٧
١- رياح المسترال	١٧٧
٢- رياح البورا	١٧٨
٣- رياح البورستر الجنوبية	١٧٨
ثانيا : ضد الإعصار	١٧٩
درجات الحرارة أثناء مرور الإعصار	١٨٣
ثانيا : السحب والرموز والشفرات الموضحة لها فى خرائط الطقس	١٨٩
أولا : السحب المنخفضة	١٩٠
ثانيا :السحب المتوسطة الارتفاع	١٩٠
ثالثا : السحب المرتفعة	١٩١
ثالثا :الرياح والعواصف ورموزها وشفراتها فى خرائط الطقس	٢٠٥
رابعا : مظاهر التكاثف فى خرائط الطقس	٢١٥

الموضوع	الصفحة
١ـ الضباب	٢١٦
٢ـ الرذاذ	٢١٨
٣ـ المطر	٢٢٠
٤ـ الثلج	٢٢١
٥ـ الرخات	٢٢٣
٦ـ شفرات إضافية للتكاثف والتساقط	٢٢٥
	٢٣٥
خرائط الطقس العليا	٢٣٦
١ـ درجة الحرارة	٢٣٦
٢ـ نقطة الندى	٢٣٦
٣ـ اتجاه وسرعة الرياح	٢٣٧
٤ـ الضغط الجوى	
	٢٤٩
لفصل الخامس: الخرائط المناخية	٢٥٠
١ـ الخرائط المناخية	٢٥١
٢ـ الرسوم البيانية البحتة	٢٥٢
أولا : الخرائط المناخية	٢٥٢
أولا : خرائط الحرارية	٢٥٥
١ـ المدى اليومى	٢٥٥
٢ـ المدى الشهرى	٢٥٥
٣ـ المدى السنوى	
أنواع خرائط الحرارة :	٢٥٦
أولا: خرائط خطوط الحرارة المتساوية	٢٦٠
١ـ مظاهر السطح	٢٦٠
٢ـ وجود أودية الأنهار	٢٦١
٣ـ وجود المدن الكبرى	٢٦٢
٤ـ وجود المسطحات المائية	

الموضوع	الصفحة
ثانيا : خرائط خطوط الشذوذ الحرارى المتساوى	٢٦٣
ثالثا : خرائط خطوط المدى الحرارى المتساوى	٢٦٥
رابعا : خرائط خطوط تساوى الحرارة المتجمعة	٢٦٦
ثانيا: خرائط الضغط الجوى	٢٦٧
خطوط الضغط المتساوى	٢٦٧
ثالثا : خرائط المطر	٢٦٩
١- خرائط كميات المطر الساقطة ومعدلاتها	٢٦٩
٢- خرائط الأيزومير	٢٧٠
٣- خرائط معامل المطر	٢٧٢
٤- خرائط تذبذب المطر	٢٧٣
رابعا: خرائط الرياح	٢٧٥
خامسا: خرائط التوزيعات المتعددة	٢٧٧
ثانيا : استخدام الرسوم البيانية فى الخرائط المناخية	٢٨٠
١- الخطوط البيانية البسيطة	٢٨٠
٢- الخطوط البيانية المتجمعة	٢٨٢
أ- بوليجراف	٢٨٢
ب- الخطوط البيانية	٢٨٣
ج- الفرق بين الكميات والمعدل العام	٢٨٥
٣- الهيستوجراف المناخى	٢٨٦
٤- دائرة الحرارة (الكليماتوجراف)	٢٨٨
٥-وردات الرياح	٢٨٩
أ- وردة الرياح البسيطة	٢٩٠
ب-وردة الرياح المركبة	٢٩٢
جـ- وردة الرياح المثمنة	٢٩٥
د- نجمة الرياح	٢٩٨
٦- الأعمدة البيانية البسيطة	٣٠١
٧- الأعمدة البيانية المقسمة	٣٠٢
٨- الأعمدة المنطبعة	٣٠٤
٩- أعمدة تشتت المطر	٣٠٥

تم بحمد الله