محاضرات في

خرائط الطقس والمناخ

أ.د. إبراهيم دسوقي محمود

أستاذ الجغرافيا البشرية

وعميد كلية الآداب بقنا

جامعة جنوب الوادي

د. طارق محمد أبو الفضل الكاشف

مدرس الجغرافيا الطبيعية

ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

بجامعة جنوب الوادي

د. صفاء محمد مالك حمادي

مدرس الجغرافيا البيئية

ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

بجامعة جنوب الوادي

قنا

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الفهرس	٣
الفصل الأول: خرائط الطقس	٥- ١٠٦
الفصل الثاني: خرائط المناخ	١٠٧- ١٥٠
الفصل الثالث: الأشكال والخرائط البيانية المناخية	١٥١- ١٨٤
الفصل الرابع: تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في خرائط الطقس والمناخ	١٨٥- ١٩٦
المصادر والمراجع	١٩٧

الفصل الأول

خرائط الطقس
(كيفية إعدادها وتمثيل
الأحوال الجوية في محطات الرصد)

الفصل الأول

خرائط الطقس

(كيفية إعدادها وتمثيل الأحوال الجوية في محطات الرصد)

* مقدمة عن التعريف بخريطتي الطقس والمناخ وأهميتهما :

تظهر عناصر المناخ المختلفة على الخرائط في صور ثلاث رئيسة هي:

(١) خرائط الطقس Weather maps

(٢) خرائط المناخ climatic maps

(٣) الرسوم والأشكال البيانية المناخية climatic diagrams

تعتبر خرائط الطقس والمناخ ضمن خرائط التوزيعات الطبيعة، وذلك لأن كل ما يتم تمثيله عليها ما هو إلا توزيع لظواهر الطقس المحتملة والمتوقعة، أو توزيع لعناصر المناخ وظواهره المؤثرة على سطح الأرض وما عليها من صور الحياة المختلفة، كما أن معظم الرسوم البيانية (منحنيات، أعمدة، أشكال دائرية أو شبه دائرية .. الخ) والتي ترسم منفصلة عن الخرائط لتوضيح حالة الطقس أو عناصر المناخ وظواهره، فإنه يمكن توقيعها على خرائط، وفي هذه الحالة تدخل تلك الخرائط أيضاً ضمن خرائط التوزيعات الطبيعية.

ويكمن الفارق بين خرائط الطقس وخرائط المناخ – كما سيتضح لنا – في ان الأولى توضح ما يراه الراصد من أحوال جوية في الوضع الراهن، واعتمادا على هذه الخرائط يمكن ان نتفهم الأحوال الجوية المتوقعة خلال فترة قصيرة لا تتجاوز سبوعات، أما النوع الثاني فهو يعتمد على معدّلات أو متوسطات لعناصر المناخ التي تم رصدها خلال فترة طويلة تحسب بالسنوات، وهذا لتوضيح عنصر أو أكثر من عناصر المناخ مع تلافي أي شذوذ قد حدث لتلك العناصر المناخية خلال هذه الفترة الطويلة.

أولاً: خرائط الطقس (Weather maps) :

الطقس :

مصطلح يعبّر عن حالة الجو في الفترة الراهنة، وبناء على الحالة الحالية للظروف الجوية يمكن التنبؤ بما سيحدث من تغيير محتمل في العناصر الجوية لفترة قصيرة قد تكون ساعة أو أكثر تمتد لنحو ٤٨ ساعة، وبدون الانقلابات وتحرك الجبهات غير المتوقع يمكن التنبؤ بحالة الجو حتى أسبوع على أكثر تقدير،

ولكـــن الشائع عالمياً أن تمثل خريطة الطقس حالة الجو فى يوم واحد فقط، ونظراً للتغـــير الســـريع فـــى حالة الجو فإن الأمر يستدعى سرعة رسم الخريطة، وتقوم محطـــات الأرصاد بتسجيل بيانات الطقس في وقت واحد، ويتم تناقل هذه البيانات بوســـائل متعددة إلى مختلف محطات الرصد التي يقوم العاملون بها برسم الخرائط المطلوبة.

هكـــذا تختلف خريطة الطقس عن خريطة المناخ في أن الأولي ترسم اعتمادا علـــى القياسات الفعلية في محطات الرصد، أم الأخيرة فإنها تعتمد على متوسطات لفترة زمنية طويلة قد تصل إلى نحو ٣٠سنة، وتعتمد خريطة الطقس على الرموز، ولكل رمز معنى ودلالة لعنصر من العناصر الجوية التي تمثل على الخريطة مثل درجـــة الحـــرارة والرطوبة والرياح والسحب وسطوع الشمس..الخ، وكل الرموز المســـتخدمة هـــنا هي رموز لأشكال هندسية(دائرة – خط مستقيم – خط متقطع)، وأرقـــام للدلالـــة علـــى قيم معينة مثل درجة الحرارة ونسبة الغيوم، بالإضافة إلى خطوط تساوى وهي هنا تستخدم لتمثيل الضغط الجوي (بالمليبار) وتعرف بخطوط الضغط الجوى المتساوي.

وهكـــذا يعتـــبر رسم خرائط الطقس وقراءتها بعد التعّرف على رموزها من الأمـــور الهامة لإيضاح حالة الجو في الوقت الحالي، وكذلك التنبؤ بحالته المتمثلة في التغيرات الجوية المتوقعة خلال الساعات القليلة القادمة التي قد تصل في بعض حالات التنبؤ إلى نحو أسبوع على أكثر تقدير.

ممـــا ســـبق يتضح أن كل محطة من محطات الأرصاد الجوية الموقعة على الخـــريطة لابـــد وأن يسجل عليها كافة العناصر الجوية التي سبقت الإشارة إليها، وكلمـــا ازداد عـــدد المحطـــات الجويـــة كلما ساهم ذلك في التنبؤ بحالة الجو في الساعات القادمة بصورة أفضل وأدق.

وتجـــدر الإشـــارة هنا إلى ان المعلومات الجوية تجمع كل ٣ ساعات وترسل بالراديو (على موجات خاصة) أو بالتليفون أو باللاسلكي إلى المحطة الرئيسية التي تـــتولى توقيع هذه البيانات على خريطة الدولة أو الأقاليم كل قرين المحطة الخاصة بـــه، وتوضع هذه المعلومات أمام رسام الخرائط الذي يتولى رسم الرموز الخاصة بكـــل محطة في مكانها، ويرسم أيضاً خطوط الضغط المتساوي والجبهات الهوائية البـــاردة والدفيـــئة، ويقـــوم بتظلـــيل المناطق التي يسقط المطر بها، ويتم كل ذلك بســـرعة، ويجـــئ دور المتنبئ الذي يفك رموز الخريطة، ويقدم تقرير مفصل عن حالة الجو الحالى والمتوقع.

ثانيا: خرائط المناخ :

تعتبر الخرائط المناخية الأساس الذي تقوم عليه جميع الدراسات والأبحاث المناخية سواء بالنسبة لمساحة صغيرة من سطح الأرض أو بالنسبة لسطح الأرض كله، ولهذا كانت دائماً موضع اهتمام من جانب علماء المناخ والمشتغلين برسم الخرائط، وتعتمد الخرائط المناخية في رسمها على التمثيل البياني للمتوسطات والمعدلات المختلفة لعناصر المناخ، وهي تختلف تبعاً لاختلاف تلك العناصر، ومن ثم يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

١- خرائط تمثل توزيع العناصر الأساسية للمناخ كالإشعاع الشمسي، والحرارة، والرياح، والضغط، والأمطار، والسحب، ودرجة سطوع الشمس وغيرها من العناصر التي ترصد أو تسجل في محطات الأرصاد.

٢- خرائط تمثل توزيع بعض خصائص المناخ التي يمكن استخلاصها من أرقام العناصر الأساسية، كالمدى الحراري بأنواعه المختلفة، أو مقدار التزحزح الحراري أو كثافة المطر، او نحو ذلك.

٣- خرائط تمثل الخصائص التي تعتمد على العلاقة بين عنصرين أو أكثر من العناصر الأساسية للمناخ، كالقيمة الفعلية للمطر، وتعتمد في حسابها على كميات المطر ومتوسطات الحرارة، ثم درجة قاريه المناخ، والاخيرة تعتمد في حسابها على درجات الحرارة والإشعاع الشمسي، ثم قدرة الهواء على التجفيف، وتحسب من خلال قيم الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح.

مما سبق يتضح أن خرائط المناخ تختلف اختلافاً كلياً عن خرائط الطقس، فإذا كانت خرائط الطقس توضح الأحوال الجوية السائدة وقت الرصد أو التي يتوقع أن تسود خلال فترة زمنية قصيرة جداً قد تكون ساعة أو يوم أو عدة أيام علي الأكثر، فإن خرائط المناخ هي خرائط متوسطات Averages أو معدلات Means لفترة زمنية سابقة طويلة لا تقل عن ٣٠ إلي ٣٥ سنة.

تخضع خرائط المناخ في كثير من الأحوال إلي تعديل في بياناتها تبعاً للهدف الذي تستخدم فيه الخريطة، ففي الخرائط كبيرة المقاس والتي ترسم في الأطالس العالمية مثلاً، يتم تعديل درجة الحرارة المسجلة في محطة الرصد علي افتراض أن المحطة عند منسوب سطح البحر.

إذا كانت الخرائط المناخية توضح عنصراً واحداً أو اثنين في الغالب من عناصر المناخ، فإن تنوع الجوانب المناخية وتداخل تأثيراتها، قد ساهم كثيراً في تباين وتعدد هذا النوع من الخرائط.

أولاً: مراحل إعداد خريطة الطقس واستخدام الرموز والشفرة العالمية في تمثيل الأحوال الجوية بمحطة الرصد:

مقدمة..

يعد تصميم خرائط الطقس عملاً كرتوجرافياً هاماً يحتاج إلي الالمام بأسس رسم الخرائط وتوقيع الرسوم والاشكال البيانية والرموز الموضعية والخطية المعبرة عن حالة الطقس. ويستخدم في رسم خرائط الطقس كل من الرسم اليدوي والرسم الآلي بواسطة الحاسب الآلي. وفي كلتا الحالتين يتم الرسم اعتماداً علي بيانات الرصد الجوي الصادرة من محطات ومراكز الرصد الجوي سواء كانت تلك البيانات مجمعة من المراكز الارضية الموزعة علي سطح الأرض، أو من أجهزة الراديو ساوند في مراكزها الجوية علي مستويات مرتفعة عن مستوي سطح الارض، أو من صور الاقمار الاصطناعية التي تُلتقط من مسافات مرتفعة جداً عن مستوي سطح الأرض.

وتمثل خريطة توزيع محطات ومراكز الارصاد الجوية علي سطح الأرض خريطة الأساس التي يعتمد عليها في انتاج خرائط الطقس، ففي حالة رسم خطوط التساوي تعد مواقعها هي نقط الربط الأساسية المستخدمة في إنتاج خرائط خطوط التساوي، وفي حالة رسم خرائط اتجاهات الرياح وسرعتها تعد مواقعها هي النقط التي توقع فوقها وردات الرياح بأنواعها ونقطة الاصل التي يتم منها حساب زوايا اتجاهات الرياح، وفي حالة توقيع نماذج الطقس تمثل مواقعها المركز الذي تحيط به الرموز المستخدمة في رسم النموذج.

ويظهر علي خرائط الأساس توزيع محطات ومراكز الأرصاد الجوية بحيث ترسم دائرة صغيرة فوق موقع كل محطة ويكتب بجوارها الرقم الدولي للمحطة (iii) اما الرقم الإقليمي لها (II) فهو يكتب في منتصف المساحة من الخريطة التي تحتوي علي المحطات التابعة للأقليم فعلي سبيل المثال تأخذ محطة الاسكندرية (مصر) رقماً محلياً (318) وهي تقع داخل اقليم (62) فيكون رقمها العالمي (IIiii) هو (62318). وتوضح الاشكال رقم (٥٠)، (٥١)، (٥٢)، (٥٣)، (٥٤)، (٥٥) توزيع محطات الارصاد الجوية في بعض قارات العالم.

خرائط الطقس السطحية Surface Weather Maps:

ويتم تصميمها بعد تعديل الضغط الجوي المقاس في محطة الارصاد الجوية الي مستوي سطح البحر حتي يتم التخلص من أثر الاختلاف في مناسيب محطات الارصاد الجوية في قيمة الضغط الجوي، وبهذه الطريقة يمكن المقارنة بين قيم

الضغط الجوي في مستوي واحد هو مستوي سطح البحر، ويتم رسم خطوط الضغط المتساوي اعتماداً علي القيم الجديدة المعدلة.

وتعد خرائط الطقس السطحية هي الاساس الذي يعتمد عليه عند كتابة النشرة الجوية أو تقارير الطقس التي توزع علي مراكز الارصاد الجوية الإقليمية، أو التي تعلن للعامة، أو التي تتاح للمستخدمين.

خرائط الطقس للهواء العلوي Upper - Air Weather Maps:

ويتم تصميمها اعتماداً علي البيانات المسجلة عن طريق اجهزة الراديو ساوند عند مستويات مرتفعة عن سطح الأرض ينخفض فيها الضغط الجوي عن مثيله عند سطح البحر مثل مستويات ضغط ٢٥٠ ملليبار، ٥٠٠ ملليبار، ٨٥٠ ملليبار، فعلي سبيل المثال تمثل خرائط الطقس عند مستوي ٥٠٠ ملليبار خصائص عناصر الطقس عند المستوي الذي ينخفض فيه الضغط الجوي في طبقات الجو العليا إلي نصف قيمته تقريباً عند سطح البحر.

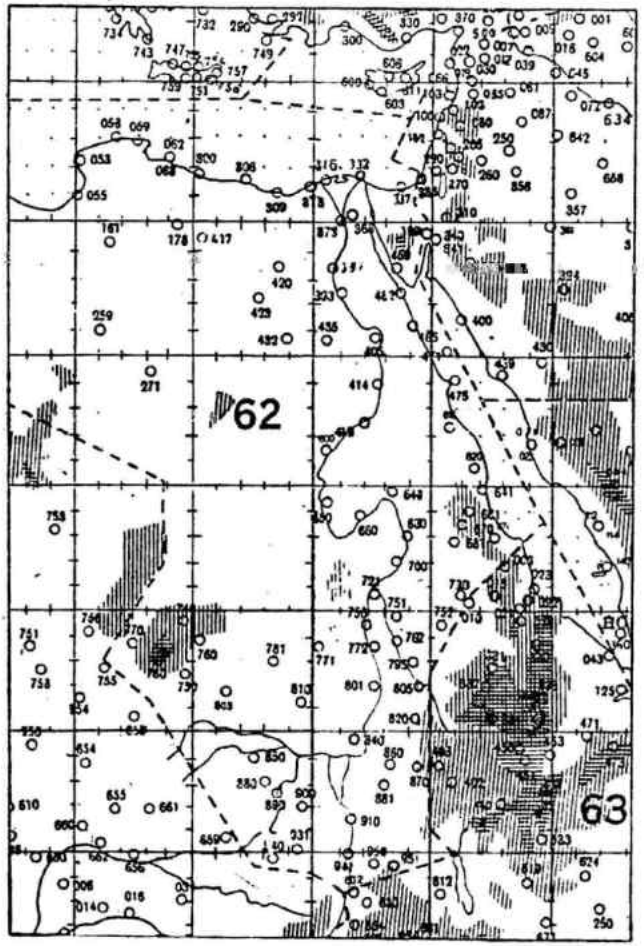
ويتباين ارتفاع سطح الضغط الجوي في مستويات الهواء العليا، فعلي سبيل المثال يتباين ارتفاع سطح ضغط جوي ٥٠٠ ملليبار من مكان إلي آخر علي سطح الأرض للأسباب الآتية:

١- تباين درجة حرارة الهواء وكثافته من مكان إلي آخر علي سطح الأرض.

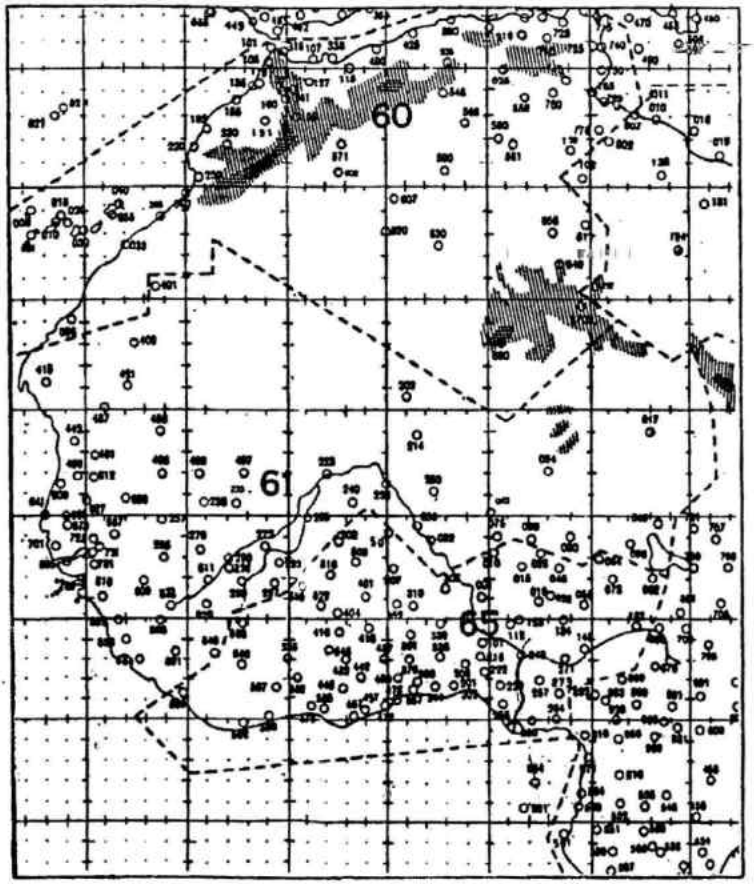
٢- تباين معدل التغير الرأسي في درجة حرارة الهواء تحت مستوي الضغط من مكان لآخر تبعاً لتباين كمية بخار الماء والمواد العالقة في الهواء.

٣- تباين معدل الانخفاض في الضغط الجوي بالارتفاع رأسياً بعيداً عن سطح الأرض بسبب تباين درجة حرارة وكثافة الكتل الهوائية المؤثرة علي سطح الأرض.

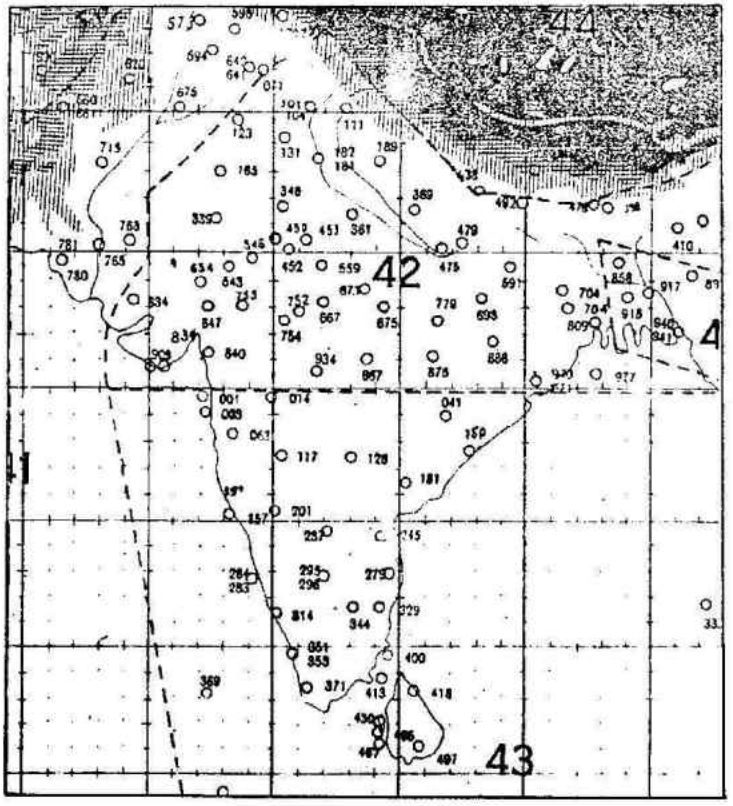
وتصدر مراكز الارصاد الجوية خرائط الطقس السطحية كل ثلاث ساعات يومياً (الساعة صفر، ٣، ٦، ٩، ١٢، ١٥، ١٨، ٢١)، في حين تصدر خرائط الطقس العلوية مرتين يومياً (الساعة صفر، الساعة ١٢)، وتعد خرائط الطقس العلوية في مستوي ٢٥٠ ملليبار ليست هامة بسبب قربها من مستوي الهواء النفاث القوي، وكذلك خرائط الطقس العلوية في مستوي ٨٥٠ ملليبار بسبب قربها من مستوي هواء سطح الأرض.



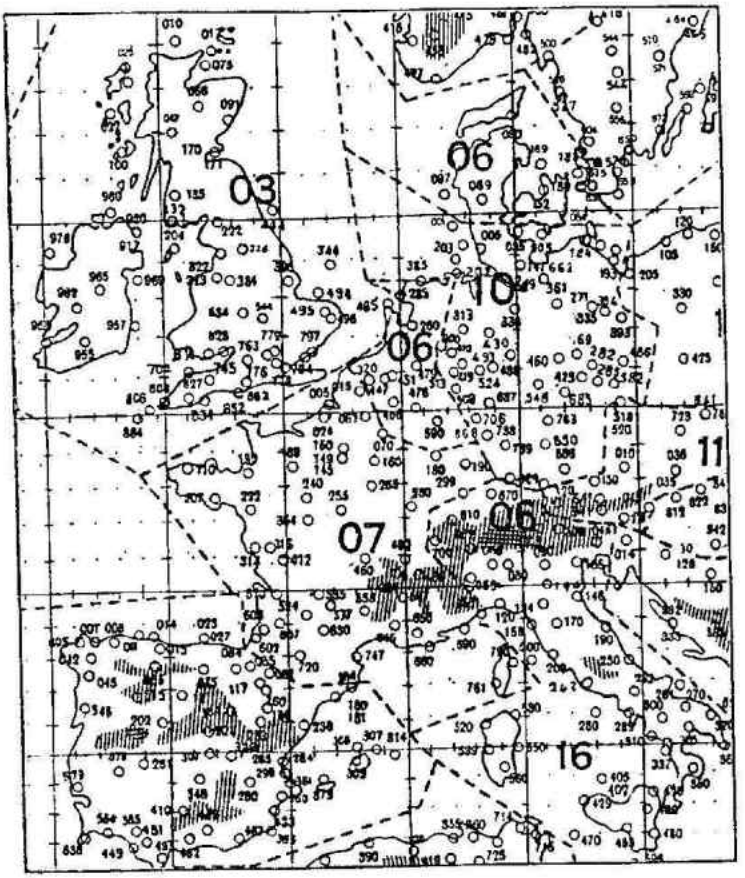
شكل رقم (٥٠) توزيع محطات الارصاد الجوية
في شمال شرق افريقيا والشرق الاوسط



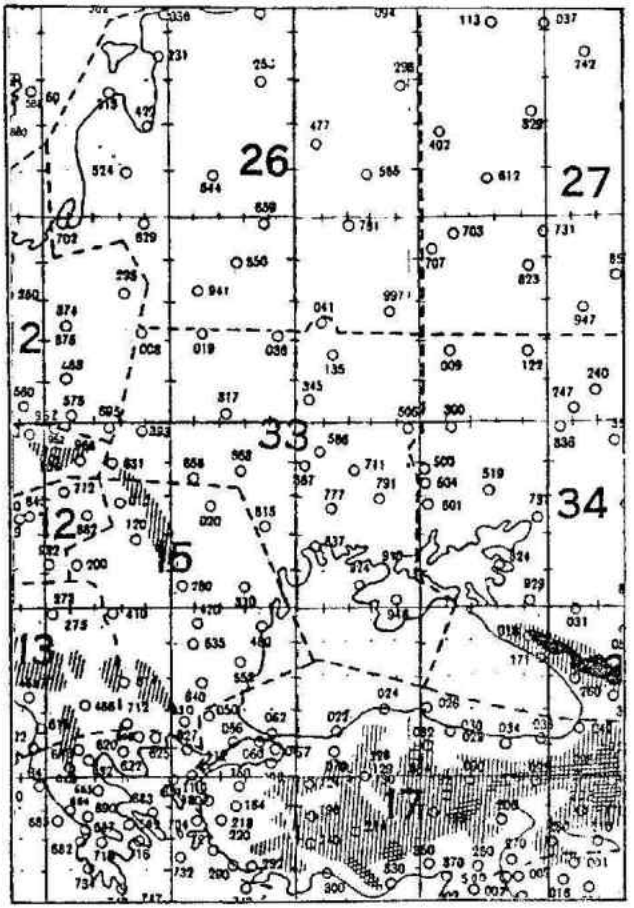
شكل رقم (٥١) توزيع محطات الارصاد الجوية في غربي افريقيا



شكل رقم (٥٢) توزيع محطات الارصاد الجوية في جنوبي آسيا

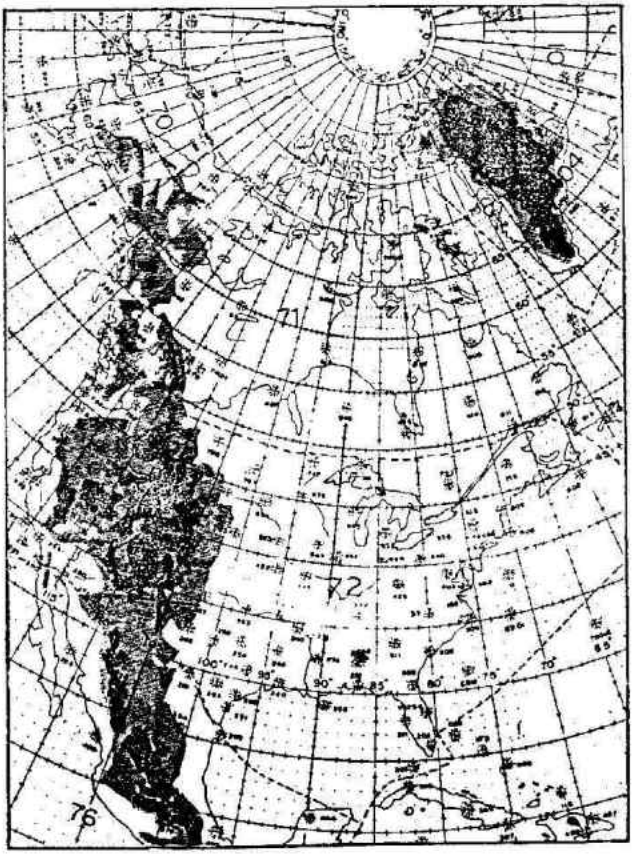


شكل رقم (٥٢) توزيع محطات الارصاد الجوية في غربي أوروبا

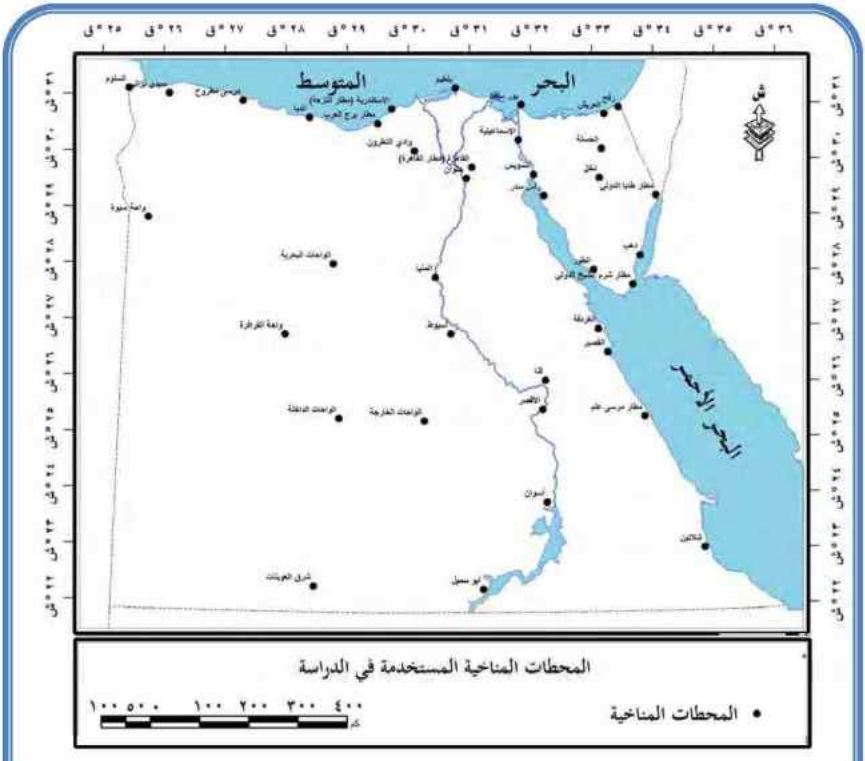


شكل رقم (٥٤) توزيع محطات الأرصاد الجوية

في شرقي أوروبا ووسط آسيا



شكل رقم (٥٥) توزيع محطات الارصاد الجوية في امريكا الشمالية



المصدر: عمل الباحث باستخدام برنامج ARC Info.

المحطات المناخية المصرية

وتقوم مراكز الارصاد الجوية بتفسير وتحليل خرائط الضغط في المستوي السطحي والمستوي العلوي وتربط بينهما وبين كثافة الهواء وسرعة الرياح وحركة الهواء الرأسية، وعند التنبؤ بحالة الطقس في الأيام التالية ليوم الرصد.

إنتاج خرائط الطقس:

تستخدم الرسوم البيانية ورموز الخط والموضع في توقيع بيانات الطقس علي الخرائط، ويتطلب ذلك الإلمام بأسس الكارتوجرافيا لكي يتم اخراج الخرائط بالشكل الصحيح الواضح السهل القراءة والتفسير، ويتم انتاج خرائط الطقس يدوياً وآلياً تبعاً للمستوي التقني لمركز الارصاد الجوية المنتج لها. وفي حالة انتاجها آلياً يتطلب ذلك توافر برامج آلية متخصصة في إنتاج خرائط الطقس مزودة بقوائم الرموز المستخدمة، وبامكانية تصميم الرسوم البيانية، وخرائط خطوط التساوي بالطرق العلمية الصحيحة.

ويتطلب انتاج خرائط الطقس تعاوناً مشتركاً بين عدد كبير من محطات ومراكز الارصاد الجوية التي تقوم باستقبال وارسال شفرات الطقس بينها لكي تغطي البيانات مساحة الاقليم المطلوب رسم خرائط الطقس له، وتتنوع خرائط الطقس المنتجة من مراكز الارصاد الجوية ويرتبط ذلك بأنواع البيانات المطلوب تمثيلها، وبعناصر الطقس المرصودة والمسجلة بشفرة الطقس بكل محطة أو مركز،

- مراحل انتاج خرائط الطقس :

تمر عملية انتاج خرائط بخمس مراحل هي :

(١) رصد وتمثيل الأحوال الجوية باستخدام رموز خرائط الطقس.

(٢) إعداد النشرات الجوية واستخدام شفرة الطقس.

(٣) تصميم نماذج الطقس.

(٤) تفسير نماذج الطقس وكتابة تقارير الطقس.

(٥) تصميم خرائط الطقس.

أولاً : رصد وتمثيل الأحوال الجوية باستخدام رموز خرائط الطقس :

يتم إصدار نشرات الطقس اعتماداً علي تحليل خرائط الطقس التي يصممها الكارتوجرافيون وخبراء الارصاد الجوية الذين يستخدمون للتعبير عن خصائص عناصر المناخ رموزاً موضعية ذات مدلول كمي ووصفي توقع علي الخرائط بضوابط علمية جنباً إلي جنب مع الرسوم البيانية وخطوط التساوي المستخدمة في تمثيل بيانات الطقس والمناخ.

وتتفق مراكز الارصاد الجوية علي مستوي العالم في استخدام رموز موضعية قياسية توقع علي الخرائط للتعبير عن حالة الجو، وهي مسجلة في جداول محفوظة بتلك المراكز، ومتاحة لمتخصصي الطقس والمناخ ليسهل تحليل تلك الخرائط واعداد نشرات الطقس وتقارير المناخ، وعمل تقارير التنبؤ بالطقس لليوم التالي أو لثلاثة أيام قادمة.

ونستعرض فيما يلي الرموز المستخدمة في تمثيل أبرز الظواهر الجوية التي يتم توقيعها علي خرائط الطقس:

(١) درجة الحرارة :

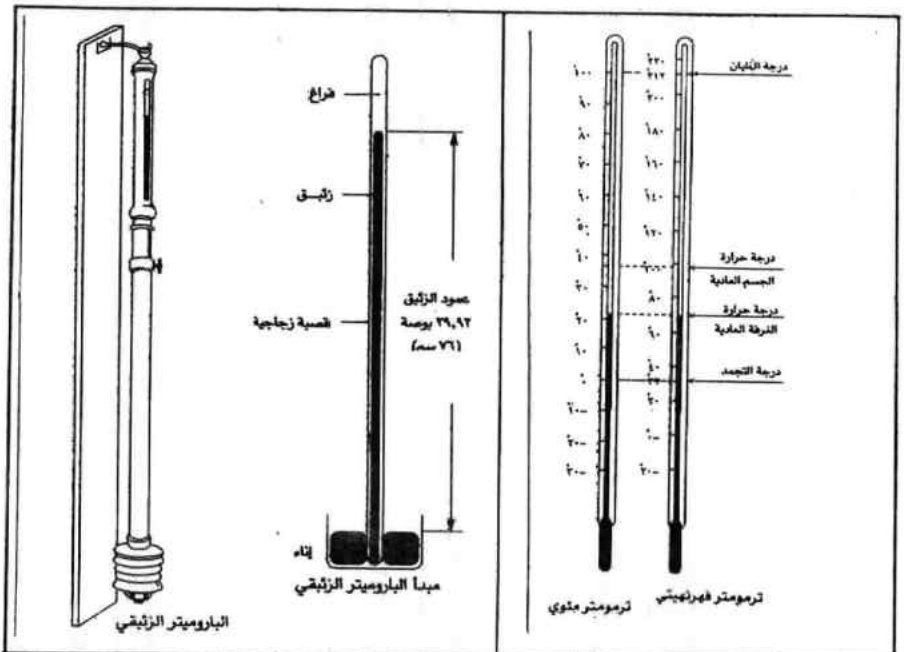
تقاس درجة حرارة الهواء في محطات الأرصاد الجوية بواسطة ثلاثة أنواع من الترمومترات هي: الترمومتر الجاف، وترمومتر النهاية العظمى الذي يقيس أعلى درجة حرارة، وهو يتكون من أنبوبة شعرية عند مخرجها من الخزان الزئبقي اختناق، يعمل كصمام يسمح للزئبق بالمرور من الفقاعة إلى الأنبوبة عند تمدده بارتفاع الحرارة، ولا يسمح له بالعودة في الاتجاه المضاد عند انكماشه بانخفاض الحرارة، وبذلك يشير الترمومتر إلى أعلى درجة بلغتها الحرارة باستمرار، بالإضافة إلى ترمومتر النهاية الصغرى وهو يملأ بالكحول الذي يتمدد بسهولة (مع ارتفاع درجة الحرارة) في الأنبوبة الشعرية التي يوجد بها مؤشر رقيق من الزجاج يتحرك مع انكماش الكحول فقط (أي مع انخفاض درجة الحرارة)، ولا يعود المؤشر مع زيادة الحرارة مرة أخرى، بمعني أن رأس المؤشر البعيدة عن الفقاعة تمثل أقل درجة حرارة وصل إليها الترمومتر.

عموماً فإن الترمومتر يقيس إما درجة مئوية ويعرف بالترمومتر المئوي أو يقيس بالدرجة الفهرنهيت ويعرف بالترمومتر الفهرنهيتي، وهذا يعني اختلاف ما تمثله درجة الحرارة بكلا الترمومترين، فمثلا درجة الصفر وهي درجة التجمّد في الترمومتر المئوي تعادل ٣٢ درجة في الترمومتر الفهرنهيتي، كما ان درجة الغليان وهي مائة درجة في الترموتر المئوي تعادل ٢١٢ درجة في الترمومتر الفهرنهيتي.

هذا يعني أن الفرق بين درجتي التجمّد والغليان في الترمومتر المئوي لا تزيد عن ١٠٠ درجة، بينما يبلغ هذا الفارق في قياس الترمومتر الفهرنهيتي ١٨٠ درجة، كما يعني ذلك أيضاً أن الدرجات الأقل من صفر مئوي تمثل درجات حرارة أقل من درجة التجمّد في الترمومتر المئوي بينما تكون درجات الحرارة الأقل من ٣٢ درجة فهرنهيت أقل من درجة التجمد (أنظر الشكل رقم ٣٧).

كذلك هناك الترموجراف الذي يقيس درجة الحرارة ويسجلها بيانياً على ورقة معدة لذلك تركب بالجهاز.

وعموماً فإن درجة الحرارة تسجل مباشرة بالأرقام خارج الدائرة الممثلة للمحطة على خرائط الطقس، ويسبقها حرفي TT باللغة الإفرنجية.



شكل رقم (٣٧) الترمومتر المئوي والترمومتر الفهرنهيتي لقياس درجة الحرارة

شكل رقم (٣٨) البارومتر الزنبقي لقياس الضغط الجوي

(٢) الضغط الجوي :

الضغط الجوي هو عبارة عن وزن عمود الهواء الممتد من منسوب سطح البحر إلى نهاية الغلاف الغازي الجوى على البوصة المربعة، وهو يقدر بمقدار ٦٦ كيلوجرام، وهذا الوزن يعادل وزن عمود من الزئبق على البوصة المربعة بارتفاع ٧٦سم.

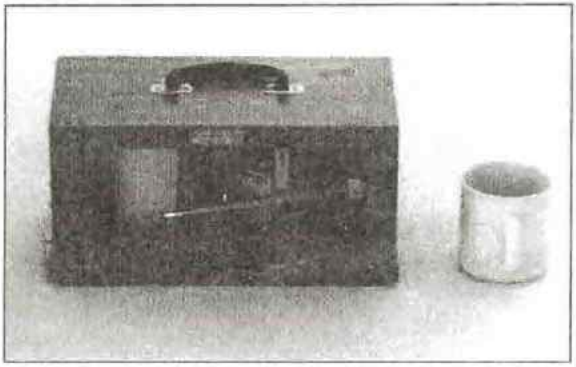
ويعتبر تورشيللي Torricelli وهو عالم إيطالي – أول من نجح في قياس الضغط الجوي في عام ١٦٤٨، حين ابتكر البارومتر الزئبقي، وهكذا أصبح البارومتر هو أول جهاز يستخدم لقياس الضغط الجوي، ثم تطور عنه بعد ذلك جهاز الباروجراف، وهناك نوعان من جهاز البارومتر ؛ الأول بارومتر زئبقي والآخر بارومتر معدني، والنوع الأول هو الأكثر شيوعا واستخداما وتقوم فكرته على توازن الضغط الجوي مع وزن عمود الزئبق (السابق الإشارة إليه)، فإذا ارتفع الضغط الجوي ارتفع عمود الزئبق، وإذا انخفض الضغط الجوي انخفض عمود الزئبق (شكل رقم ٣٨).

ولمعرفة الضغط الجوي يقاس طول عمود الزئبق بالبارومتر الزئبقي بواسطة تدريج مثبت على جانب الجهاز يقيس بالسنتمتر أو بالمليمتر أو بالبوصة أو المليبار، والمليبار يعتبر وحدة قياس خاصة للضغط تعادل ٠,٧٣٥ من المليمتر، كما تبلغ ٠,٠٠١ من البار.

ويكون الضغط الجوي عند منسوب سطح البحر عادياً إذا كان مقداره ٧٦سم زئبق أو ٢٩,٩٢ بوصة أو ١٠١٣,٢ مليبار أو ١,٠١٣ بار.

أما البارومتر المعدني (الانيرويد) فهو عبارة عن علبة معدنية دائرية الشكل مفرغة من الهواء ومغلقة بإحكام، وجدران هذه العلبة مرنة بعض الشيء، بحيث تتمدد أو تتكمش مع تغير الضغط الجوى خارجها، وهذا يؤدي إلى تحرك مؤشر على مقياس دائري ملحق بأعلى البارومتر.

البارجرواف فهو عبارة عن صندوق خشبي داخله بارومتر يسجل تغييرات الضغط الجوي آليا على شريط من الورق مثبت على أسطوانة رأسية، ويتم ذلك بواسطة زراع متحرك (شكل رقم ٣٩).

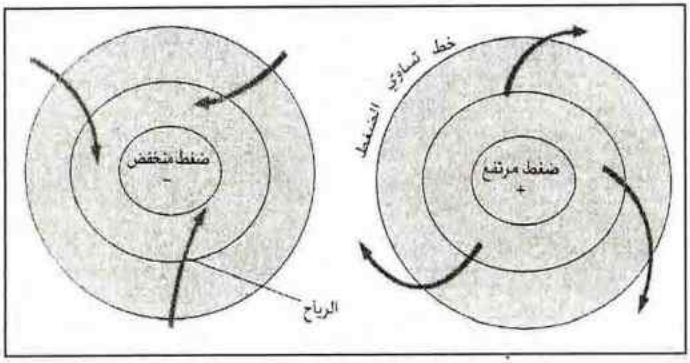


شكل (٣٩) جهاز الباروجراف لقياس وتسجيل تغيرات الضغط الجوى

يـتم تمثـيل الضـغط الجـوي على خريطة الطقس بواسطة خطوط الضغط المتساوي، ويكتب على كل خط من خطوط الضغط المتساوي رقم معين هو مقدار الضـغط الجوي بالمليبار أو أي وحدة من وحدات القياس السابق ذكرها، كما يكتب الحـرف H (High) أو علامـة زائـد (+) بمعني مرتفع في وسط منطقة الضغط المرتفع، والحرف L (Low) أو علامة سالب (−) وسط منطقة الضغط المنخفض.

ويجدر التنويه إلى أن ارتفاع الضغط يحدث مع انخفاض درجة حرارة الهواء فـيقل حجمه وتزداد كثافته، كما يرتبط ارتفاع الضغط الجوي بانخفاض نسبة بخار المـاء فـي الهـواء، مما يدفعه للهبوط من أعلى إلى أسفل باتجاه سطح الأرض، ويدور ذلك الهواء في شكل حلزوني حول مركز منطقة الضغط الجوي المرتفع مع اتجـاه عقـارب الساعة في نصف الكرة الارضية الشمالى، وعكس اتجاه عقارب الساعة فى نصف الكرة الارضية الجنوبي.

إذا ارتفعت درجة حرارة الهواء فإنه يتمدد وتقل كثافته وينخفض ضغطه، كما ينخفض الضغط الجوي بالارتفاع عن سطح البحر أو مع زيادة نسبة بخار الماء في الهـواء، و فى هذه الحالة يرتفع الهواء الساخن إلى أعلى في شكل حلزوني ويحل محله هواء سطحي بارد يتجه صوب مركز منطقة الضغط الجوي المنخفض باتجاه عكـس عقـارب السـاعة في نصف الكرة الأرضية الشمالي، ومع اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي (شكل رقم ٤٠).



شكل (٤٠) العلاقة بين الضغط الجوى وإتجاه الرياح

يتم رصد الضغط الجوي وتسجيله في جداول الأرصاد الجوية دورياً خلال فترة تتراوح بين ساعة وثلاث ساعات، ويتم حساب الفارق في الضغط الجوي بين الرصدة الحالية والرصدة السابقة وتسجيله في جداول خاصة، ويفيد قياس التغير في الطقس في التعرف علي تحول الطقس من حالة الاستقرار (الضغط المرتفع) إلي حالة عدم الاستقرار (الضغط المنخفض)، والعكس، وكذلك فترة دوام كل حالة أو إنتهائها، كما يرتبط التغير في الضغط الجوي مع التغير في درجة حرارة الهواء، والتغير في سرعة الرياح.

وتستخدم الرموز الموضحة بالجدول رقم (١٥) للتعبير عن نوع التغير في الضغط الجوي علي النحو التالي:

جدول رقم (١٥) الرموز الدالة علي نوع التغير في الضغط الجوي

رقم الحالة	الرمز	التغير في الضغط الجوي
١	( )	ويدل على ارتفاع الضغط الجوى خلال الثلاث ساعات السابقة ثم هبوطه ببطء، ويعنى ذلك أن قيمة الضغط الجوى الحالية أعلى مما كانت عليه من ثلاث ساعات.
٢	( )	ويدل على ارتفاع الضغط الجوى خلال الثلاث ساعات السابقة، ثم ثبات قيمته أو استمرار ارتفاعه بفارق ضئيل جداً.
٣	( )	ويدل على ارتفاع الضغط الجوى باستمرار بمعدلات ثابتة أو غير ثابتة.
٤	( )	ويدل على انخفاض الضغط الجوى أو ثباته ثم ارتفاعه بمعدلات سريعة.
٥	( )	ويدل على ثبات الضغط الجوى، بمعنى ان قيمة الضغط الجوى ثابتة خلال الثلاث ساعات السابقة.
٦	( )	ويدل على هبوط الضغط الجوى خلال الثلاث ساعات السابقة، ثم ارتفاعه ببطء، ويعنى ذلك أن قيمة الضغط الجوى الحالية أعلى مما كانت عليه من ثلاث ساعات.
٧	( )	ويدل على انخفاض الضغط الجوى خلال الثلاث ساعات السابقة، ثم ثبات قيمته أو استمرار ارتفاعه بفارق ضئيل جداً.
٨	( )	ويدل على انخفاض الضغط الجوى باستمرار بمعدلات ثابتة أو غير ثابتة.
٩	( )	ويدل على ارتفاع الضغط الجوى أو ثباته ثم انخفاضه بمعدلات سريعة.

- تمثيل الجبهات الهوائية :

كما تظهر على خرائط الطقس ايضا مناطق الجبهات frontal zones، ومناطق تجمع الكتل الهوائية الباردة والدفيئة، حيث يصعد الهواء الدافئ الرطب إلى أعلى في اتجاه مائل فوق الجهة الباردة، وتظهر الجبهات الباردة والدفيئة على خرائط الطقس على شكل قوسين من دائرة يلتقيان في قلب منطقة الضغط أحدهما مرسوم على احد جوانبه مثلثات صغيرة والآخر أنصاف دوائر صغيرة، وذلك للتفرقة بينهما، وتظهر الجبهة الباردة وهي تحاول للحاق بالجبهة الدفيئة.

سبقت الاشارة في الفصل الأول بأنه يوجد أربعة انواع من الجبهات الهوائيه تتكون تبعاً لاتجاه وطبيعة تقابل الكتل الهوائية وتدفقها، ويفيد تمييز الجبهات الهوائية في تحديد حالة استقرار أو عدم استقرار الطقس، والتنبؤ بتكون السحب وسقوط الأمطار، ويتم التعبير عن أنواع الجبهات الهوائية علي خرائط الطقس باستخدام رموز خطية وصفية علي النحو الذي يوضحه الجدول التالي رقم (٢٢).

جدول رقم (٢٢) الرموز الدالة علي أنواع الجبهات الهوائية

الرمز	الجبهة
	الجبهة الهوائية الباردة .
	الجبهة الهوائية الدافئة .
	الجبهة الهوائية المنطبقة .
	الجبهة الهوائية الثابتة .
	الجبة الهوائية الدافئة (الهواء العلوى) .
	الجبهة الهوائية الباردة (الهواء العلوى) .

- أما حالات الجبهات الهوائية ومدى تحركه أو ثباتها ومدى اقترابها من سطح الأرض أو ارتفاعها عنه فتوضحها الرموز الآتية :

شكل رقم (٤٢) تمثيل الجبهات الهوائية علي خرائط الطقس

(٣) السحب :

يشمل رصد السحب تحديد نوعها وكمياتها وارتفاعها واتجاه وسرعة تحركها، ويعتمد الراصد في تحديده لأنواع السحب على ما لديه من معلومات عن أشكالها المختلفة وخصائصها، أما كمية السحب الموجودة فى السماء فيتم التعبير عنها بأرقام توضح ما تغطيه من السماء، فإذا كانت السماء مغطاة تماما بالسحب عبر عن ذلك بأن كمية السحاب تساوي ٨، وإذا كانت السماء صافية خالية من السحب تماما ذكر أن كمية السحب تساوي صفر.

أما إذا كانت مغطاة تماماً بالضباب أو الأتربة .. الخ فإنه يعبّر عن ذلك برقم ٩، وهو رقم لا يمثل الأقسام الثمانية التي سبق وقمنا بتقسيم القبة السماوية إليها عند تحديد كمية السحب، وانما هو رقم يوضح تغطية السماء ولكن ليس بالسحب، وإنما كما سبقت الإشارة تغطيتها بالضباب أو ذرات الرمال والأتربة.

أما بالنسبة لتعيين ارتفاع السحب، أو بالأصح مستوى قاعدتها فتستخدم طرق مختلفة بعضها نهاراً وبعضها ليلاً، ومن الطرق المستخدمة أثناء النهار إطلاق بالون كشاف مملوء بالهيدروجين ومراقبته حتى يصل للسحاب، وتعيين المدة التي تمضي بين وقت إطلاقه ووصلوه للسحاب، ومن هذه المدة وبمعرفة معدل ارتفاع البالون في الدقيقة يمكن حساب ارتفاع قاعدة السحاب، إما في الليل يضاف مصباح للبالون السابق.

وعموما فالسحب والضباب والاتربة التى تغطى السماء هي الظاهرات القليلة التي تسجل في خرائط الطقس داخل الدائرة الممثلة للمرصد أو محطة الرصد

ـ خصائص السحب:

يتم رصد غطاء السحب وتحديد نوعها، ومساحة السماء المغطاة بها، وارتفاعها، وتسجيل تلك المتغيرات في جداول الارصاد الجوية خلال فترة الرصد، ويفيد رصد السحب وتحديد أنواعها وارتفاعاتها في التعرف علي فترة سطوع الشمس، واحتمالات سقوط الأمطار، وحدوث عواصف البرق والرعد، والتنبؤ بحدوث الاعاصير ويفيد التعرف علي اتجاه حركتها وسرعتها في التنبؤ بالمواقع التي سوف تمر عليها والفترة الزمنية التي تستغرقها للوصول إليها ومحاولة التحذير من خطورتها في حالة ما إذا كانت أعاصير شديدة مثل الأعاصير المدارية.

١- أنواع السحب Cloud Types:

تستخدم الاختصارات الموضحة بالجدول رقم (١٦) للتعبير عن أنواع السحب علي النحو التالي:

جدول رقم (١٦) الرموز الدالة علي أنواع السحب

الرمز	نوع السحب
St	سحب طبقية منخفضة
Sc	سحب الركام الطبقي
Ns	سحب المزن الطبقي
As	سحب طبقية متوسطة الارتفاع
Ac	سحب ركامية متوسطة الارتفاع
Ci	سحب السمحاق
Cs	سحب السمحاق الطبقي
Cc	سحب السمحاق الركامي
Cu	سحب ركامية منخفضة
Cb	سحب المزن الركامي

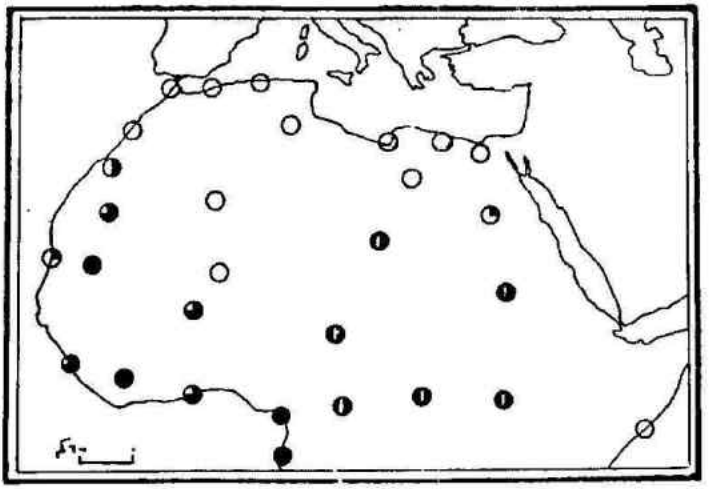
ويدل ظهور سحب السمحاق وتدرجها إلي سمحاق طبقي وركامي علي تحول الطقس من حالة الاستقرار الي حالة عدم الاستقرار وتوقع مرور الاعصار (الانخفاض الجوي)، كما ينذر ظهور سحب الركام الطبقي بسقوط أمطار خفيفة، وظهور سحب المزن الطبقي بسقوط أمطار متوسطة، وظهور سحب المزن الركامي بسقوط امطار غزيرة وحدوث عواصف البرق والرعد.

٢- غطاء السماء بالسحب Cloud Cover:

يتم التعبير عن المساحة من السماء المغطاة بالسحب عن طريق تقسيمها إلي عشرة أقسام وتحديد المساحة بالاعشار وتوقيعها علي خرائط الطقس باستخدام الرموز الوصفية أو الرقمية الموضحة بالجدول التالي رقم (١٧).

جدول رقم (١٧) الرموز الدالة علي حالة السماء

الرقم	الرمز المستخدم	الجزء المعطى من السماء بالسحب
٠	○	لا يوجد
١	◔	أقل من عشر
٢	◔	عشر
٣	◔	عشرين أو ثلاثة أعشار
٤	◑	أربعة أو خمسة أو ستة أعشار
٥	◕	سبعة أو ثمانية أعشار
٦	◕	تسعة أعشار
٧	●	أكثر من تسعة أعشار ولكن هناك شروخ بين السحب يمكن رؤية السماء منها
٨	●	السماء كلها مغطاة بالسحب
٩	⊗	مغطاة بالضباب والأتربة وليس بالسحب



شكل رقم (٤٠) توزيع نسبة تغطية السماء بالسحب فوق شمالي افريقيا في ١٤ يوليو ١٩٦٧م

٢- حالة السحب المنخفضة (C_L):

تعد السحب المنخفضة من أهم انواع السحب التي تؤثر في حالة الطقس، فهي تحدد فترة سطوع الشمسي والتساقط، وحدوث عواصف البرق والرعد، ويتم التعبير عن حالة السحب المنخفضة بخرائط الطقس باستخدام الرموز الموضحة بالجدول التالي رقم (١٨).

جدول رقم (١٨) الرموز المستخدمة لـ

توضيح حالة السحب المنخفضة (C_L) بخرائط الطقس

رقم الحالة	الرمز	المدلول
١		سحب ركامية لها نمو رأسي محدود، والطقس حسن.
٢		سحب ركامية سميكة تمتد رأسياً وتتفق في ارتفاعات قواعدها.
٣		سحب المزن الركامي ذات قمم محددة وواضحة.
٤		سحب الركام الطبقي تمتد في طبقة منفصلة عن سحب الركام.
٥		سحب ركام طبقي تختلط بسحب الركام.
٦		سحب طبقية غير سميكة.
٧		سحب طبقية سميكة تختلط بركام سميك تنذر بطقس سيئ.
٨		سحب ركامية سميكة وطبقية سميكة متباينة الارتفاع.
٩		سحب المزن الركامي لها قمم سحاقية الشكل.

٤- حالة السحب متوسطة الارتفاع (CM):

وهي سحب تتباين بين الرقيقة التي لا تحجب الشمس، والسميكة التي تحجب الشمس، واحياناً ينتج عنها رخات مطر خفيفة، ويتم التعبير عن حالة السحب متوسطة الارتفاع بخرائط الطقس باستخدام الرموز الموضحة بالجدول التالي رقم (١٩).

جدول رقم (١٩) الرموز المستخدمة

لتوضيح حالة السحب متوسطة الارتفاع (CM) بخرائط الطقس

رقم الحالة	الرمز	المدلول
١		سحب طبقية رقيقة لا تحجب ضوء الشمس.
٢		سحب طبقية سميكة وكثيفة تحجب ضوء الشمس أو القمر.
٣		سحب ركامية لا تحجب ضوء الشمس ولها ارتفاعات متشابهة.
٤		سحب ركامية رقيقة ومتقطعة وتظهر على ارتفاعات متباينة.
٥		سحب ركامية رقيقة تمتد على هيئة طبقة تغطي السماء.
٦		سحب ركامية تمتد منفصلة عن الركام المنخفض والمزن الركامي.
٧		سحب ركامية سميكة، أو تتكون من طبقتين احداهما طبقية أو مزن طبقي.
٨		سحب ركامية تشبه الركام المنخفض على شكل خصل أو كتل.
٩		سحب ركامية متباينة الشكل والارتفاع تختلط معها سمحاق ركامي.

٥- حالة السحب المرتفعة (CH):

وهي سحب تتكون من بللورات ثلجية لا تحجب ضوء الشمس ولا يسقط عنها أمطار، وينذر تكونها وتدرج كثافتها بحدوث الاعصار. ويتم التعبير عن حالة السحب المرتفعة بخرائط الطقس باستخدام الرموز الموضحة بالجدول التالي رقم (٢٠).

جدول رقم ٢٠) الرموز المستخدمة

لتوضيح حالة السحب المرتفعة (CH) بخرائط الطقس

رقم الحالة	الرمز	المدلول
١		سحب سمحاق متقطع لا يزداد كثافتيا
٢		سمحاق كثيف لا يزداد كثافتيا
٣		سمحاق كثيف يصاحب المزن الركامى المنخفض
٤		سمحاق ليفى الشكل ممتد فى كامل السماء
٥		سمحاق مختلط بسمحاق طبقى، أو سمحاق طبقى.
٦		سمحاق مختلط بسمحاق طبقى يزداد كثافتيا وامتدادها.
٧		سحب طبقية تغطى القبة السماوية تماماً.
٨		سحب طبقية لا يزداد كثافتها.
٩		سحب سمحاق ركامى، أو سمحاق ركامى مختلط بسمحاق أو سمحاق طبقى.

٦- ارتفاع قاعدة السحب Cloud Hiegh (h):

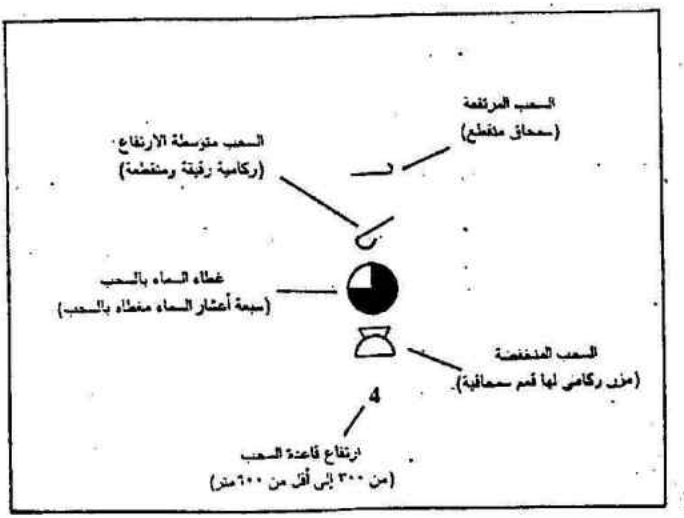
يفيد قياس ارتفاع قاعدة السحب في التعرف علي غزارة المطر وكميته، فالمسافة بين السحب وسطح الأرض إذا كانت كبيرة فمن المتوقع ان تتبخر الامطار قبل وصولها إلي سطح الأرض أو يتبخر جزء منها، كما يفيد في التنبؤ بحدوث عواصف البرق والرعد وفي حساب زمن سماع الرعد، ومدي خطورة تأثير صواعق البرق في سطح الأرض. ويتم التعبير عن ارتفاع قاعدة السحب في خرائط الطقس باستخدام رموز رقمية تدل علي ارتفاع قاعدة السحب بالامتار علي النحو التالي الذي يوضحه الجدول التالي رقم (٢١).

جدول رقم (٢١) الرموز الرقمية المستخدمة في وصف ارتفاع السحب

ارتفاع السحب بالمتر	الرمز
أقل من ٥٠	0
٥٠ -	1
١٠٠ -	2
٢٠٠ -	3
٣٠٠ -	4
٦٠٠ -	5
١٠٠٠ -	6
١٥٠٠ -	7
٢٠٠٠ - ٢٥٠٠	8
أكثر من ٢٥٠٠ أو سماء صافية	9

مثال تطبيقي لوصف حالة السحب:

يتم التعبير عن حالة السحب بتحديد المساحة من السماء المغطاة بالسحب ووصف حالة كل من السحب المنخفضة، متوسطة الارتفاع، المرتفعة، وارتفاع قواعدها عن سطح الأرض. ويتم توقيع حالة السحب علي النحو الذي يوضحه الشكل التالي رقم (٤١).



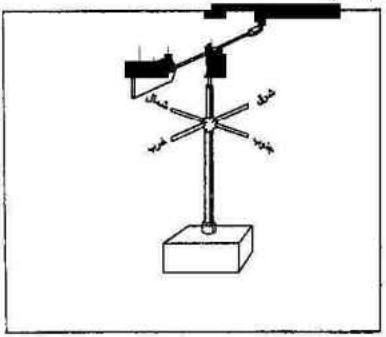
شكل رقم (٤١) مثال للتعبير عن حالة السحب

باستخدام الرموز الوصفية والرقمية

ويمكن تفسير حالة السحب الموضحة بالشكل رقم (٤١) علي أن سبعة اعشار القبة السماوية مغطاة بالسحب، وترتفع قاعدة السحب عن سطح البحر بما يتراوح بين ٣٠٠ ، أقل من ٦٠٠ متراً، وتظهر سحب السمحاق المرتفعة بشكل متقطع، بالإضافة إلي سحب ركامية رقيقة متقطعة، بالإضافة إلي وجود سحب المزن الركامي المختلطة بسحب السمحاق عند قممها.

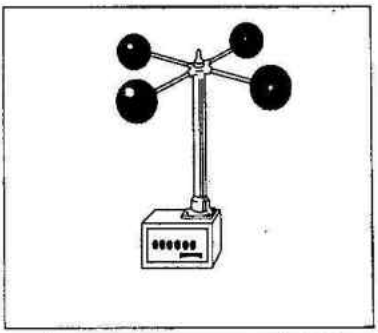
(٤) الرياح :

يـتم رصد اتجاه الرياح بواسطة دوارة الرياح، وهي تتركب من سهم له رأس مدبب وذيل عريض تدفعه الرياح، فيشير رأس السهم إلى الجهة التي تهب منها تلك الرياح (شكل رقم ٤٢).



شكل رقم (٤٢) دوارة الرياح (لرصد اتجاه الرياح)

أما سرعة الرياح فتقاس بواسطة "الانيمومتر" وهو يتركب من أربعة طاسات نصـف كـروية، مثبـتة في عامود قائم متصل بعدّاد يتحرك تبعاً لعدد اللفات التي تدورهـا الطاسات المثبتة في هذا العمود، فعند رصد سرعة الرياح يقرأ العدّاد مرة وبعـد ثـلاث دقائق مثلا يقرأ مرة أخرى، ثم يحسب الفرق بين القراءتين، ويقسم الـناتج علـى ثلاثة فنحصل على سرعة الرياح في الدقيقة، وبنفس الطريقة يمكن معرفة سرعتها في الساعة بضرب السرعة فى الدقيقة × ٦٠ (شكل رقم ٤٣).



شكل رقم (٤٣) جهاز الانيموميتر (لقياس سرعة الرياح)

قـد ظهـرت مؤخراً أجهزة حديثة كثيرة كهربية لقياس سرعة واتجاه الرياح بصورة أدق.

يـتم توضـيح الرياح على خريطة الطقس بواسطة حرفا FF باللغة الإفرنجية يكتـبان بجـوار خط قصير يمثل اتجاه الرياح، وتوضع مع بداية هذا الخط – وفي وضـع مـائل – مجموعـة من الخطوط القصيرة يمثل كل منها وحدة من وحدات سـرعة الرياح، وهذا يعني أن الرياح تتمثل من حيث الاتجاه والسرعة برمز واحد (شكل رقم ٤٤).

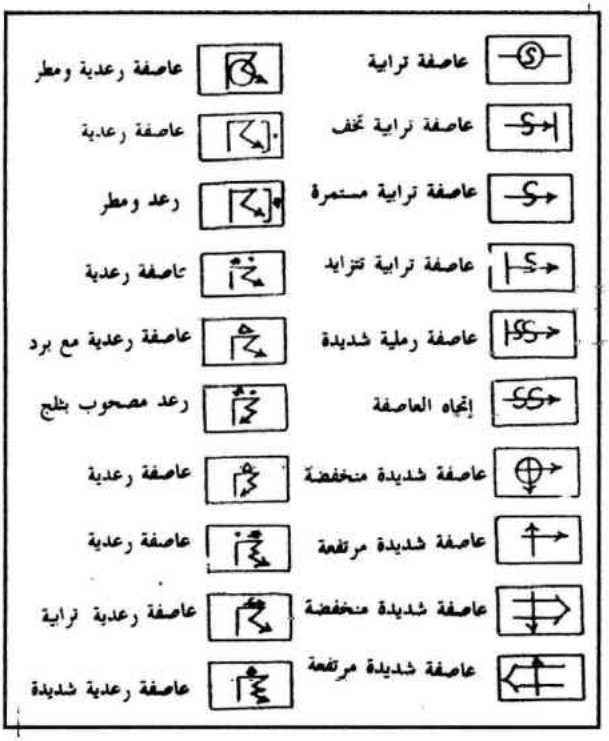
الرقم	الرمز	الوصف	السرعة ميل/ ساعة
٠	○	سكون	أقل من ١
١	○—		١-٣
٢	○—	خفيفة جدًا	٤-٧
٣	○—	خفيفة	٨-١٢
٤	○—	متوسطة	١٣-١٨
٥	○—	فوق المتوسطة	١٩-٢٤
٦	○—		٢٥-٣١
٧	○—	شديدة	٣٢-٣٨
٨	○—		٣٩-٤٦
٩	○—	شديدة جدًا	٤٧-٥٤
١٠	○—		٥٥-٦٣
١١	○—		٦٤-٧٥
١٢	○—	هيروكين	أكثر من ٧٥

شكل رقم (٤٤) الرموز المستخدمة لتمثيل سرعة الرياح فى خرائط الطقس

يتضـح من الشكل المرفق أن هناك ١٢ درجة لسرعة الرياح، تبدأ بالسكون، وتنتهـي بعواصف الهيروكين، وهي تلك الرياح القوية التي تزيد سرعتها عن ٧٥ ميلا في الساعة.

ممـــا ســـبق يمكن تفسير ما يتعلق باتجاه الرياح وسرعتها، فيمكن القول بأن الـــرياح الســـائدة في محطة الرصد الجوي في الشكل رقم (٣٦) هي رياح شمالية غربـــية، سرعتها فوق المتوسط، تتراوح ما بين ١٩ إلى ٢٤ ميلاً في الساعة، كما يمكـــن أن نســـتخلص أيضـــاً من الشكل المشار إليه أن الرمز المستخدم في تمثيل كميات السحب والغيوم يشير إلى أن السحب تغطي ما يتراوح بين ٤٠% إلى ٦٠% من سماء محطة الرصد الجوي.

أما نوع العاصفة فيتم تحديده من خلال الرموز الآتية:



(٥) الرطوبة :

هـــي بخار الماء الموجود في الجو، ويتكون من ذرات صغيرة جدا من الماء عالقـــة ومتطايرة في الهواء يتعذر على العين المجردة رؤيتها، ومصدرها الأساسي المسطحات المائية التي تغطي أكثر من ثلثي سطح الكرة الأرضية.

يعتـــبر الهـــواء كثير الرطوبة إذا ارتفعت كمية البخار فيه، وتقل الرطوبة مع انخفاض كمية الماء في الهواء حتى يصير جافاً، ويمكن قياس نسبة رطوبة الجو – وهي تعرف بالرطوبة النسبية – بواسطة جهاز الهيجرومتر.

ورغم أن بخار الماء لا يمثل أكثر من ٠,٢% من مكونات الغلاف الجوي إلا أن دوره فـــي الحياة هام، وقد تختلف نسبته في الغلاف الجوي من مكان إلى آخر، ومـــن وقت إلى آخر متأثراً في ذلك بعوامل مختلفة مثل الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وسرعة الرياح وحجم المسطح المائي مصدر بخار الماء، وكذلك المساحة التى توجد بها النباتات مصدر النتح، والتربة وأثرها على معدل البخر.

وهناك أربعة أنواع من القياسات للرطوبة:

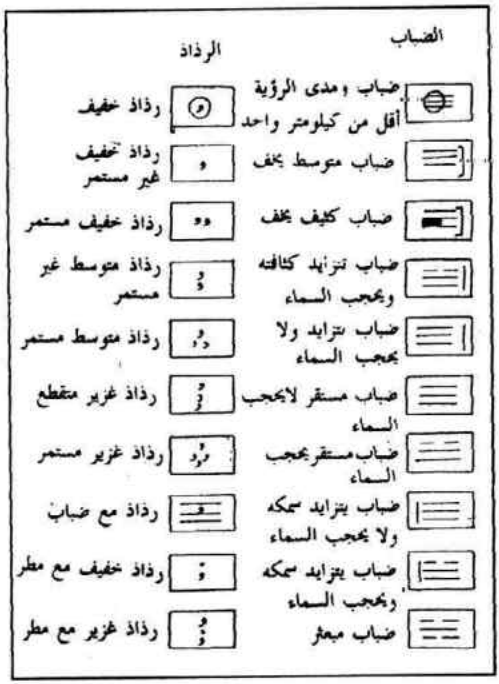
١- **الـــرطوبة المطلقة:** وهي كمية بخار الماء الموجودة فعلاً في متر مكعب واحد من الهواء.

٢- **الـــرطوبة النوعـــية:** وهـــي أقصى ما يمكن أن يتحمله هذا المتر المكعب من الهواء من بخار ماء في درجة حرارة معينة.

٣- **الرطوبة النسبية:** وهي نسبة ما يحمله المتر المكعب من الهواء من بخار الماء فـــي درجة حرارة معينة، وذلك مع ملاحظة العلاقة الطردية بين قدرة الهواء علـــى حمل ذرات بخار الماء مع درجة حرارته، بمعنى أن هذه القدرة تتزايد مـــع ارتفـــاع درجة حرارته وتنخفض مع انخفاض درجة حرارته. وتحسب الـــرطوبة النســـبية بقسمة الرطوبة المطلقة على الرطوبة النوعية ثم ضرب الناتج في مائة.

٤- **نقطـــة الندى:** وهي درجة التشبع التي اذا وصل إليها الهواء تتعادل عندها قوة التـبخر مـــع قـــوة الـــتكاثف، مما يعني أنها النقطة التي إذا انخفضت درجة الحـــرارة عـــندها درجة واحدة حدث التكاثف، وغالبا ما يكتفي بإظهار نقطة الـــندى على خرائط الطقس، ويشار إليها بالحروف TsTs، ويسجل بجوارها قيمة نقطة الندى (درجة الحرارة التي يتشبع عندها الهواء بما يحمله من بخار المـــاء)، وتظهـــر البيانات الخاصة بنقطة الندى على يسار محطة الرصد في خريطة الطقس (راجع الشكل ٣٦).

(٦) تمثيل أشكال التكاثف المرئية (الضباب والرذاذ):



(٧) تمثيل أشكال التساقط:

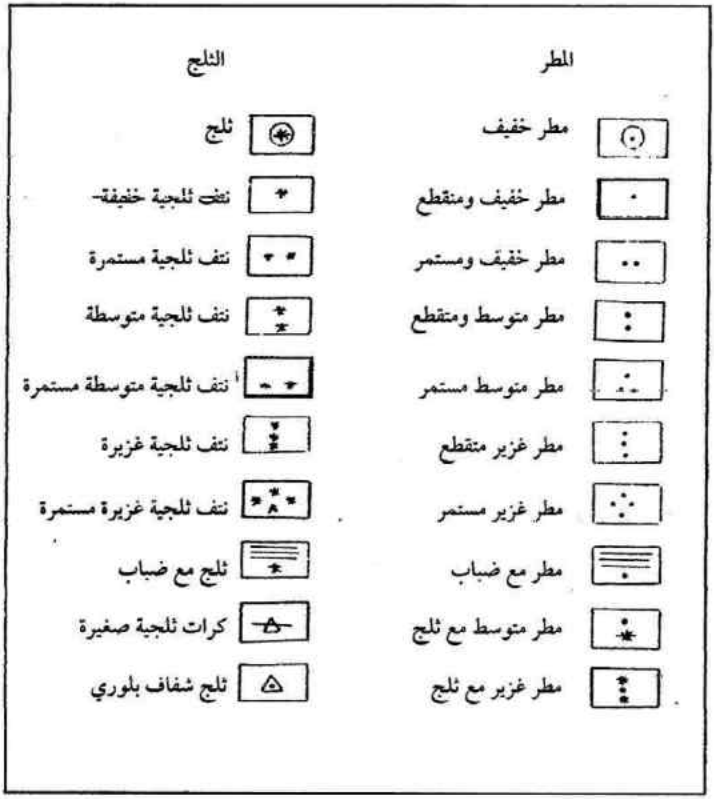
يقصد بالتساقط كل ما يسقط على سطح الأرض من مطر (Rainfall) أو ثلج (Snow) أو بَرَدْ (Hail)، ويستخدم لقياسها في المراصد أجهزة خاصة لقياس كمية المطر المتساقط أبسطها مقياس المطر العادي (Rain gauge) هو عبارة عن إناء اسطواني الشكل مفتوح من أعلى، ومثبت فوقه قمع، يوضع طرفه الأسفل داخل الإناء الذي يتجمع فيه المطر الساقط على القمع، بالإضافة إلى وعاء خارجي للحماية من تأثير درجات الحرارة، كما أن به مخبار مدرج لتحديد كمية التساقط.

يحدث المطر بتحول بخار الماء في الهواء إلى سحب، ومع مرور الوقت يزداد حجم ووزن ذراتها تباعاً حتى لا يتمكن الهواء من حملها، فلا تلبث أن تهطل على سطح الأرض على شكل أمطار.

يمكن تمثيل الأمطار على خرائط الطقس باعتبارها إحدى صور التساقط عن طريق مجموعة من الرموز التي تمثل كميات هذا التساقط، والتي تتراوح ما بين أمطار خفيفة متقطعة أو مستمرة إلى متوسطة أو غزيرة أو مصحوبة بضباب أو مختلطة بالثلج (شكل رقم ٤٥).

أما الثلج فهو يتكون بعد تكاثف بخار الماء في طبقات الجو العليا، فيتحول إلى بلورات صغيرة من المياه تتجمد مع انخفاض درجة حرارة الهواء، ويتساقط على شكل قطن مندوف هش، وسرعان ما يصل إلى الأرض فيتماسك ويتحول إلى جليد Ice، ويتساقط الثلج في الأقاليم المعتدلة والباردة فقط دون الدافئة أو الحارة.

أما البَرَدْ فهو عبارة عن كرات ثلجية كبيرة الحجم يصل وزنها أحيانا إلى نحو كيلوجرام كامل، وتتكون هذه الكرات الثلجية من تصاعد الهواء العنيف (كما هو في حالة الزوابع الرعدية)، فيتكاثف بخار الماء في الطبقات العليا وكلما إزداد وزن ذراتها، اتجهت للسقوط رفعتها التيارات الهوائية الصاعدة ليزداد حجم قطرها، وتصل إلى أحجام كبيرة كما سبقت الإشارة، ويتساقط البَرَدْ في أي جزء من العالم.



شكل رقم (٤٥) الرموز المستخدمة لتمثيل أنواع التساقط في خرائط الطقس

يوضـــح (الشكل رقم ٣٦) نموذج محطة الرصد الجوي على خرائط الطقس، حيث يظهر تساقط الثلج ويرمز له في الشكل بالحرفين الأجنبيين WW، كما يتضح مـــن الشـــكل أن الأمطار المتساقطة خلال الساعات الخمس الأخيرة قد بلغت اثنان وعشرون جزء من مائة من البوصة ويرمز لها برقم ٢٢ وبحرفين RR، أما الرمز Rt والـــرقم ٤ فمعـــناهما أن بداية تساقط الأمطار كان منذ أربع ساعات فقط، مما يعني ضرورة أن يصاحب هذا الشكل كتابة زمن وتاريخ القياس.

رابعاً: حالة الطقس Weather Condition:

يتم التعبير عن حالة الطقس بشكل مختصر باستخدام مجموعة من الرموز الوصفية القياسية يبلغ عددها مائة رمز يوضحها الجدول التالي رقم (٢٣).

جدول رقم (٢٣) رموز حالات الطقس المختلفة

رقم الحالة	الرمز	حالة الطقس
١		نمو فى السحب لم يكن ملحوظ فى الساعة الماضية
٢		السحب أقل نمواً فى الساعة الماضية
٣		عدم التغير فى حالة السماء فى الساعة الماضية
٤		تشكل السحب فى الساعة الماضية
٥		انخفاض مدى الرؤية بسبب الدخان
٦		غائم
٧		غبار فى الهواء لا يرتفع بواسطة الرياح وقت الرصد
٨		غبار أو رمال ترتفع بواسطة الرياح وقت الرصد
٩		تزايد الغبار خلال الساعة الماضية
١٠		عواصف رملية خلال الساعة الماضية
١١		شابورة
١٢		ضباب خفيف
١٣		ضباب مستمر أقل من أو أكثر من خفيف
١٤		برق دون سماع الرعد
١٥		تساقط لا يصل إلى سطح الأرض
١٦		تساقط يصل إلى سطح الأرض بعيد عن المحطة
١٧		تساقط يصل إلى سطح الأرض قريب من المحطة
١٨		سماع الرعد دون سقوط المطر
١٩		رياح شديدة تم رصدها فى الساعة الماضية

تابع جدول رقم (٢٣) رموز حالات الطقس المختلفة

رقم الحالة	الرمز	حالة الطقس
٢٠		سحب قمعية تشاهد فى المحطة وقت الرصد
٢١		رذاذ غير متجمد أو حبيبات مطر خلال الساعة الماضية
٢٢		تساقط المطر خلال الساعة الماضية
٢٣		تساقط الثلج خلال الساعة الماضية
٢٤		تساقط الثلج والمطر خلال الساعة الماضية
٢٥		رذاذ متجمد وتساقط متجمد خلال الساعة الماضية
٢٦		رخات مطر خلال الساعة الماضية
٢٧		رخات ثلج خلال الساعة الماضية
٢٨		رخات من البرد أو برد ومطر خلال الساعة الماضية
٢٩		ضباب خلال الساعة الماضية فقط
٣٠		عاصفة رعدية خلال الساعة الماضية فقط
٣١		عاصفة ترابية أو رملية خفيفة أو متوسطة ضعفت خلال الساعة الماضية
٣٢		عاصفة ترابية أو رملية خفيفة أو متوسطة لم تتغير خلال الساعة الماضية
٣٣		عاصفة ترابية أو رملية خفيفة أو متوسطة تزايدت خلال الساعة الماضية
٣٤		عاصفة ترابية أو رملية خطيرة ضعفت فى الساعة الماضية
٣٥		عاصفة ترابية أو رملية خطيرة لم تتغير فى الساعة الماضية
٣٦		عاصفة ترابية أو رملية خطيرة تزايدت خلال الساعة الماضية
٣٧		اندفاع أو انجراف ثلجى خفيف أو متوسط
٣٨		اندفاع وانجراف ثلجى قوى
٣٩		هبوب ثلجى خفيف أو متوسط
٤٠		هبوب ثلجى قوى
٤١		ضباب أو ضباب ثلجى على بعد من المحطة وقت الرصد

تابع جدول رقم (٢٣) رموز حالات الطقس المختلفة

رقم الحالة	الرمز	حالة الطقس
٤٢		ضباب أو ضباب ثلجي
٤٣		ضباب أو ضباب ثلجي وسماء غير محجوبة أصبح أقل خلال الساعة الماضية
٤٤		ضباب أو ضباب ثلجي وسماء محجوبة أصبح أقل خلال الساعة الماضية
٤٥		ضباب أو ضباب ثلجي وسماء غير محجوبة لم تتغير خلال الساعة الماضية
٤٦		ضباب أو ضباب ثلجي وسماء محجوبة لم تتغير خلال الساعة الماضية
٤٧		ضباب أو ضباب ثلجي وسماء غير محجوبة أصبح سميك خلال الساعة الماضية
٤٨		ضباب أو ضباب ثلجي وسماء محجوبة أصبح سميك خلال الساعة الماضية
٤٩		ضباب وسماء غير محجوبة
٥٠		ضباب وسماء محجوبة
٥١		رذاذ خفيف (غير متجمد) متقطع وقت الرصد
٥٢		رذاذ خفيف (غير متجمد) مستمر وقت الرصد
٥٣		رذاذ متوسط (غير متجمد) متقطع وقت الرصد
٥٤		رذاذ متوسط (غير متجمد) مستمر وقت الرصد
٥٥		رذاذ ثقيل (غير متجمد) متقطع وقت الرصد
٥٦		رذاذ ثقيل (غير متجمد) مستمر وقت الرصد
٥٧		رذاذ خفيف متجمد
٥٨		رذاذ متوسط متجمد
٥٩		رذاذ ومطر خفيف
٦٠		رذاذ ومطر متوسط أو غزير

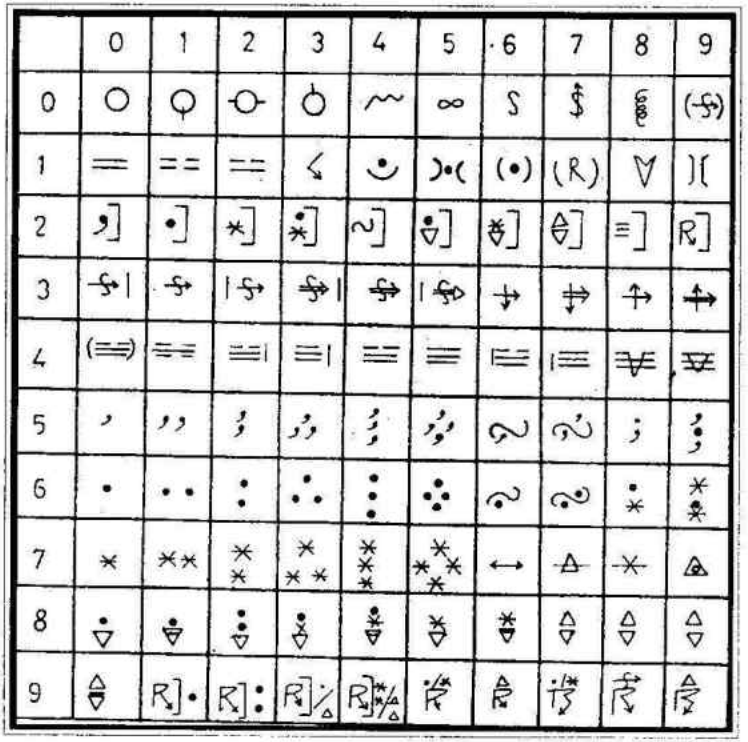
تابع جدول رقم (٢٣) رموز حالات الطقس المختلفة

رقم الحالة	الرمز	حالة الطقس
٦١	•	مطر خفيف متقطع وقت الرصد
٦٢	••	مطر خفيف مستمر وقت الرصد
٦٣	:	مطر متوسط متقطع وقت الرصد
٦٤	:.	مطر متوسط مستمر وقت الرصد
٦٥	⁝	مطر غزير متقطع وقت الرصد
٦٦	⁘	مطر غزير مستمر وقت الرصد
٦٧	❍	مطر خفيف متجمد
٦٨	❍❍	مطر متوسط متجمد
٦٩	**	مطر أو رذاذ وثلوج خفيفة
٧٠	⁑	مطر أو رذاذ وثلوج متوسطة
٧١	•	تساقط ثلجي خفيف متقطع وقت الرصد
٧٢	**	تساقط ثلجي خفيف مستمر وقت الرصد
٧٣	⁑	تساقط ثلجي متوسط متقطع وقت الرصد
٧٤	⁂	تساقط ثلجي متوسط مستمر وقت الرصد
٧٥	⁑	تساقط ثلجي غزير متقطع وقت الرصد
٧٦	⁂	تساقط ثلجي غزير مستمر وقت الرصد
٧٧	—	بلورات جليدية مع أو بدون ضباب
٧٨	—	حبيبات ثلجية مع أو بدون ضباب
٧٩	—	بلورات ثلجية منفصلة مع أو بدون ضباب
٨٠	△	كرات جليدية أو ثلجية
٨١	▽	رخات خفيفة من المطر
٨٢	▽	رخات متوسطة أو غزيرة من المطر
٨٣	▽	رخات شديدة من المطر .

تابع جدول رقم (٢٣) رموز حالات الطقس المختلفة

رقم الحالة	الرمز	حالة الطقس
٨٤		رخات خفيفة من المطر والثلج
٨٥		رخات متوسطة أو غزيرة من المطر والثلج
٨٦		رخات ثلجية خفيفة
٨٧		رخات ثلجية متوسطة أو غزيرة
٨٨		رخات خفيفة من الكرات الثلجية أو الجليدية مع أو بدون مطر أو مطر وثلج
٨٩		رخات متوسطة من الكرات الثلجية أو الجليدية مع أو بدون مطر أو مطر وثلج
٩٠		رخات خفيفة من البرد مع أو بدون مطر أو مطر وثلج بدون رعد
٩١		رخات متوسطة من البرد مع أو بدون مطر أو مطر وثلج بدون رعد
٩٢		مطر خفيف وقت الرصد وعاصفة برق ورعد فى الساعة الماضية
٩٣		مطر متوسط أو غزير وقت الرصد وعاصفة برق ورعد فى الساعة الماضية
٩٤		ثلوج خفيفة أو مطر وثلج أو برد وقت الرصد وعاصفة برق ورعد فى الساعة الماضية
٩٥		ثلوج متوسطة أو غزيرة أو مطر وثلج غزير أو برد وقت الرصد وعاصفة برق ورعد فى الساعة الماضية
٩٦		عاصفة برق ورعد خفيفة بدون برد
٩٧		عاصفة برق ورعد متوسطة مع سقوط البرد
٩٨		عاصفة برق ورعد شديدة بدون برد مع سقوط مطر أو ثلج
٩٩		عاصفة برق ورعد مصاحبة لعاصفة رملية
١٠٠		عاصفة برق ورعد شديدة مع سقوط برد.

- شكل مجمع آخر لرموز محطة الرصد :



شكل (١٣٢) الرموز الدولية للجو الحاضر

جدول (١٣)

دليل أرقام الجو الحاضر

الدليل	الشـــــرح
٠٠	لم يلاحظ أي تغير في الغيوم.
٠١	الغيوم تتفكك بصورة عامة أو تتقلص
٠٢	حالة الجو بصورة عامة لم تتغير
٠٣	الغيوم تزداد
٠٤	الرؤية تقل بسبب الدخان
٠٥	غبار خفيف جاف
٠٦	غبار عام معلق في الهواء
٠٧	غبار خفيف بسبب الرياح
٠٨	هوائية تحتوي على الغبار في المحطة أو قريبا منها ضمن الساعة الماضية
٠٩	غبار أو عاصفة ترابية على مسافة من المحطة أو في المحطة نفسها خلال الساعة الماضية
١٠	ضباب خفيف (مدى الرؤية VV = ٠٥ إلى ٠٩)
١١	كتل من الضباب الخفيف
١٢	ضباب
١٣	رؤية البرق على مسافة دون سماع الرعد
١٤	مطر على مسافة من المحطة ولا يصل الأرض
١٥	مطر على مسافة من المحطة ويصل الأرض (مسافة ٥كيلومترات عن المحطة).
١٦	مطر على مسافة ويصل الأرض قريبا من المحطة وليس عليها.
١٧	سماع الرعد دون ترسب على المحطة.
١٨	عاصفة هوائية.
١٩	غيوم على شكل مدخنة.
٢٠	WW= ٢٠-٢٩ ترسب ، ضباب ، عاصفة رعدية في المحطة
٢١	مطر (غير جامد)
٢٢	ثلج ليس بصورة زخات
٢٣	مطر وثلج
٢٤	رذاذ جامد أو مطر جامد
٢٥	زخات من المطر
٢٦	زخات من الثلج أو من المطر والثلج معا
٢٧	زخات من البرد أو من البرد والمطر معا
٢٨	ضباب الرصد
٢٩	عاصفة رعدية بترسب أو بدونه
	WW= ٣٠-٣٩ عاصفة ترابية أو رملية أو ثلجية
٣٠	عاصفة ترابية خفيفة قد ضعفت خلال الساعة الماضية
٣١	عاصفة ترابية خفيفة لم تتغير خلال الساعة الماضية.
٣٢	عاصفة ترابية قد اشتدت خلال الساعة الماضية
٣٣	عاصفة ترابية شديدة قد ضعفت خلال الساعة الماضية
٣٤	عاصفة ترابية شديدة لم تتغير خلال الساعة الماضية

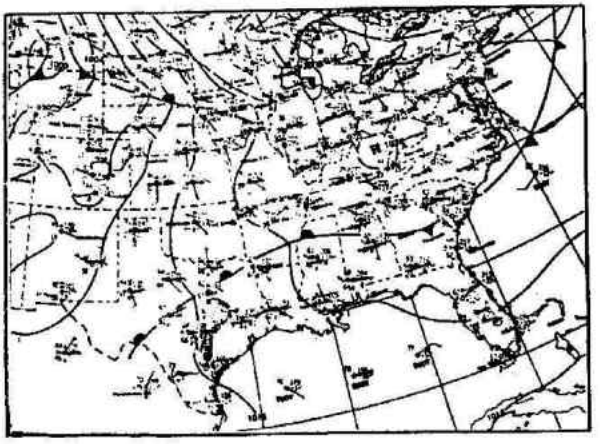
تابع جدول (١٣)

الدليل	الشـــــرح
٣٥	عاصفة ترابية شديدة قد اشتدت خلال الساعة الماضية
٣٦	عاصفة ثلجية خفيفة أو معتدلة واطئة بصورة عامة
٣٧	عاصفة ثلجية شديدة
٣٨	عاصفة ثلجية خفيف أو معتدلة عالية بصورة عامة
٣٩	عاصفة ثلجية شديدة عاصفة ٤٠-٤٩ ضباب في المحطة وقت الرصد
٤٠	ضباب على مسافة وقت الرصد وليس في المحطة خلال الساعة الماضية إلى ارتفاع الراصد وأكثر
٤١	ضباب على شكل كتل
٤٢	ضباب السماء واضحة قلت كثافته عما كانت عليه في الساعة السابقة
٤٣	ضباب السماء غير واضحة قلت كثافته عما كانت عليه في الساعة السابقة
٤٤	ضباب السماء واضحة لم يحدث على كثافته تغير ما
٤٥	ضباب السماء غير واضحة لم يحدث على كثافته تغير ما
٤٦	ضباب السماء واضحة قد بدأ في الساعة السابقة أو زادت كثافته عما كانت عليه
٤٧	ضباب السماء غير واضحة قد بدأ في الساعة السابقة أو زادت كثافته عما كانت عليه
٤٨	ضباب ، السماء واضحة ، بسبب تكون الصقيع
	ضباب ، السماء غير واضحة بسبب تكون الصقيع
	ضباب ٥٠ - ٦٩ ترسب في المحطة وقت الرصد
	ضباب ، ٥٠-٥٩ ترسب في المحطة وقت الرصد
	ضباب ، ٥٠-٥٩ رذاذ
٥٠	رذاذ غير جامد خفيف متقطع
٥١	رذاذ غير جامد خفيف متواصل
٥٢	رذاذ غير جامد معتدل متقطع
٥٣	رذاذ غير جامد معتدل متواصل
٥٤	رذاذ غير جامد شديد متقطع
٥٥	رذاذ غير جامد شديد متواصل
٥٦	رذاذ جامد خفيف
٥٧	رذاذ جامد معتدل أو شديد
٥٨	مطر ورذاذ معا خفيف
٥٩	مطر ورذاذ معا معتدل أوشديد رذاذ ٦٠-٦٩ مطر
٦٠	مطر غير جامد خفيف متقطع
٦١	مطر غير جامد خفيف متواصل
٦٢	مطر غير جامد معتدل متقطع
٦٣	مطر غير جامد شديد متواصل
٦٤	مطر غير جامد شديد متقطع
٦٥	مطر غير جامد شديد متواصل
٦٦	مطر جاف خفيف

تابع جدول (١٣)

الدليل	الشـــــرح
٦٧	مطر جاف معتدل أو شديد WW= ٧٠- ٧٩ ثلج أو ترسب جامد وليس على صور زخات
٦٨	ثلج خفيف متقطع
٦٩	ثلج خفيف متواصل
٧٠	ثلج خفيف متقطع
٧١	ثلج خفيف متواصل
٧٢	ثلج معتدل متقطع
٧٣	ثلج معتدل متواصل
٧٤	ثلج شديد متقطع
٧٥	ثلج شديد متواصل
٧٦	إبر ثلجية (مع ضباب أو بدونه)
٧٧	ثلج محبب (مع ضباب أو بدونه)
٧٨	بلورات ثلجية نجمية الشكل منفردة (مع ضباب أو بدونه)
٧٩	قطع ثلجية صغيرة WW= ٨٠-٨٩ ترسب على شكل زخات
٨٠	زخات مطر خفيفة
٨١	زخات مطر خفيفة معتدلة أو شديدة
٨٢	زخات مطر شديد جدا
٨٣	زخات مطر وثلج معا خفيفة
٨٤	زخات مطر وثلج معا معتدلة أو شديدة
٨٥	زخات ثلج خفيفة
٨٦	زخات ثلج معتدلة أو شديدة
٨٧	زخات ثلج البرد مع أو بدون مطر أو ثلج معا خفيفة
٨٨	زخات ثلج البرد مع أو بدون مطر أو ثلج معا معتدلة أو شديدة
٨٩	زخات ثلج البرد مع أو بدون مطر أو ثلج معا غير مصحوبة برعد خفيفه
٩٠	زخات ثلج البرد مع أو بدون مطر أو ثلج معا غير مصحوبة برعد معتدلة أو شديدة
٩١	مطر خفيف وقت الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة
٩٢	مطر معتدل أو شديد الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة
٩٣	ثلج أو مطر وثلج معا أو برد وقت الرصد بعاصفة رعدية في الساعة السابقة
٩٤	ثلج معتدل أو مطر وثلج معا أو برد وقت الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة
٩٥	عاصفة رعدية وقت الرصد خفيفة أو معتدلة بدون ومع مطر أو ثلج
٩٦	عاصفة رعدية وقت الرصد خفيفة أو معتدلة مصحوبة ببرد
٩٧	عاصفة رعدية وقت الرصد شديدة بدون برد ولكنها بمطر أو ثلج
٩٨	عاصفة رعدية وقت الرصد مصحوبة بعاصفة ترابية أو رملية
٩٩	عاصفة رعدية وقت الرصد مصحوبة ببرق

ويتم وضع الرمز الدال علي حالة الطقس الماضية أو الحالية علي خرائط الطقس فوق مواضع محطات الارصاد الجوية لوصف حالة الطقس أثناء تحليل الخريطة. وما تحتويه من خطوط تساوي ورسوم بيانية علي النحو الذي يوضحه الشكل رقم (٤٣).



شكل رقم (٤٣) خريطة الطقس

ثانياً : إعداد النشرات الجوية واستخدام شفرة الطقس :

تصدر مراكز الارصاد الجوية نشرة جوية تفصيلية كل ساعة أو كل ثلاث ساعات تعرض فيها حالة الطقس اعتماداً علي القيم المرصودة لكل عنصر من عناصر الطقس خلال الساعة أو الثلاث ساعات الماضية، وتعد هذه النشرات في غاية الأهمية للملاحة البحرية والجوية بخاصة، وذلك حتي يمكن اتخاذ الاحتياطات اللازمة لتقليل أو تفادي الاخطار الناجمة عن الانحرافات في الطقس، أو عند تعرض خط الطيران أو القناة الملاحية لمرور ظواهر جوية خطيرة مثل العواصف بأنواعها، والأعاصير علي سبيل المثال.

ويتم توزيع النشرة الجوية من خلال مراكز الارصاد الجوية علي هيئة خرائط طقس مطبوعة علي الورق، أو علي هيئة خرائط طقس رقمية مخزنة علي الاسطوانات الممغنطة أو المدمجة يسهل عرضها وتحليلها بواسطة الحاسب الآلي، أو علي هيئة خرائط طقس رقمية تعرض علي الشبكة العنكبوتية (الانترنت) يسهل تحميلها علي الحاسب الآلي الشخصي، أو علي هيئة شفرات طقس يتم إذاعتها علي موجات صوتية تستغلها أجهزة الاستقبال بالطائرات والسفن والسيارات، وغيرهم ممن يهتم باستقبالها، أو عرضها بواسطة الارسال التلفزيوني علي قنوات المعلومات وقنوات الارصاد الجوية المتخصصة.

ويتم تحليل النشرة الجوية في حالة ما إذا كانت علي هيئة خرائط بواسطة تفسير رموز الموضع والخط والرسوم البيانية الموضحة علي تلك الخرائط بالتعرف علي مدلول كل منها من خلال دليل يضم تلك الرموز ومدلول كل منها - ما سبق عرضه في الفصلين الرابع والخامس - أما شفرات الطقس المذاعة صوتياً أو تلفزيونياً فيتم تفسيرها بعد تحويل رموزها إلي مدلول رقمي يصف حالة الطقس لكل عنصر من عناصر الطقس، ويمكن تمثيله بيانياً أيضاً ليسهل تفهمه وقراءته، وفي كل الاحوال يلزم الالمام بقواعد وأسس تفسير تلك الخرائط والشفرات من قبل المتخصصين في الارصاد الجوية. وسوف يتم خلال هذا الفصل دراسة شفرة الطقس من حيث التصميم والمدلول والتفسير واعداد النشرة الجوية علي أساسها.

شفرة الطقس Weather Code :

تصدرها مراكز الارصاد الجوية علي هئية مجموعات رقمية لها مدلول يصف حالة الطقس بالتفصيل، وتشتمل علي جميع عناصر الطقس مما يوفر صورة متكاملة لحالة الطقس تفيد كل مستخدم، ويتم تسجيل الشفرة في جداول خاصة بمراكز الارصاد الجوية يوضح الشكل رقم (٤٤) محتواها.

وقت الرصد	Hiii	$I_R I_h hVV$	Nddff	IsnTTT	$2_{sn}T_dT_dT_d$	$3P_0P_0P_0P_0P_0$	4PPPP	5_aPPP	$6RRRt_R$	$7_{ww}W_1W_2$	$8N_hC_LC_MC_H$
00	62318	15612	83220	10211	20171	30162	40175	52112	63623	76564	87386
03											
06											
09											
12											
15											
18											
21											

شكل رقم (٤٤) جدول الارصاد الجوية لشفرة الطقس

ويتضح من تتبع الشكل رقم (٤٤) وجود احدي عشرة مجموعة رقمية متتالية كل منها مكون من خمس خانات رقمية، ويشار لكل خانة برقم أو حرف او حرفين من حروف الهجاء الانجليزية، وتدون الأرقام الدالة علي كل خانة في أوقات الرصد كل ثلاث ساعات تبدأ من منتصف الليل بتوقيت جرنتش، وتكون شفرة الطقس إذن علي هيئة مجموعات رقمية متتالية كل مجموعة مكونة من خمس خانات.

ويتم تفسير شفرة الطقس - مجموعات الارقام الخماسية - من قبل متخصصي ودراسي الارصاد الجوية علي النحو التالي:

١- المجموعة الأولي (Hiii)،

وتدل علي الرقم الدولي لمحطة الارصاد الجوية التي تصدر الشفرة، وتشير الخانتين الأولتين (II) إلي الرقم الاقليمي لمحطة الارصاد الجوية، وتشير الخانات الثلاثة (iii) إلي الرقم المحلي لمحطة الارصاد الجوية، وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (62318) كما هو موجود بالشكل رقم (٤٤)، فيعني ذلك أن الرقم الاقليمي الذي تتبعه محطة الارصاد الجوية هو (62) ويضم ثلاثة دول هي مصر والسودان وليبيا. وأن الرقم المحلي لمحطة الارصاد الجوية هو (318) وهي محطة ارصاد الاسكندرية في جمهورية مصر العربية.

٢- المجموعة الثانية (I_RI_XhVV)، وتحتوي علي العناصر التالية:

(I_R) وهو رقم يشير لحذف أو وجود المجموعة ($6RRRt_R$) الخاصة برصد عنصر المطر، فيكتب الرقم (3) في حالة حذفها بسبب عدم سقوط الامطار، ويكتب الرقم (1) في حالة وجودها بسبب تسجيل سقوط الامطار.

(Ix) وهو رقم يشير لنوع وطبيعة محطة الارصاد الجوية، ففي حالة إذا كانت المحطة تعمل آلياً فتكتب احد الارقام (5) ,(6), (9)، وفي حالة إذا كانت المحطة عادية فيكتب احد الارقام (1) ,(2), (3)، وهي علي الترتيب محطة درجة أولي، درجة ثانية، درجة ثالثة.

(h) وهو رقم يدل علي ارتفاع قاعدة السحب بالامتار فوق مستوي سطح البحر.

(VV) وهو رقم مكون من خانتين يدل علي مدي الرؤية الافقية بمئات الأمتار وعند تمثيل هذه المجموعة بالأرقام (15612) فيعني ذلك أن مجموعة المطر موجودة بالشفرة، وأن محطة الرصد عادية ودرجة أولي، وأن السحب ترتفع فوق سطح البحر بما يتراوح بين ١٠٠٠، أقل من ١٥٠٠ متراً[1]، وأن مدي الرؤية الافقية هو ١٢٠٠ متراً.

٣- المجموعة الثالثة (Nddff)، وتحتوي علي العناصر التالية:

(N) رقم يدل علي نسبة غطاء السماء بالسحب بالأثمان.

(dd) رقم مكون من خانتين يدل علي اتجاه الرياح (٠ - ٣٦٠°) بعشرات الدرجات.

(ff) رقم مكون من خانتين يدل علي سرعة الرياح بالعقدة.

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (83220) فيعني ذلك أن السماء مغطاة تماماً بالسحب، واتجاه الرياح هو ٣٢٠°، وسرعة الرياح عشرون عقدة.

٤- المجموعة الرابعة (1snTTT)، وتسمي مجموعة الحرارة وتحتوي علي العناصر التالية:

(1) وهو رقم ثابت دال علي مجموعة درجة الحرارة.

(sn) وهو رقم يدل علي نوع درجة الحرارة فإذا كانت موجبة يكتب (0)، وإذا كانت سالبة يكتب (1).

(TTT) وهو رقم مكون من ثلاث خانات تعبر عن قيمة درجة الحرارة بالدرجة المئوية وأعشارها وتكون موزعة علي خانات العشرات، الآحاد، جزء من عشرة، فعلي سبيل المثال إذا كُتب الرقم ٣٦٦ (TTT) فإنه يعني أن درجة الحرارة تبلغ ٣٦,٦°م.

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (10211) فيعني ذلك أن درجة الحرارة موجبة (فوق الصفر المئوي) وتبلغ ٢١,١°م.

٥- المجموعة الخامسة (2snTdTdTd)؛ وتسمي مجموعة نقطة الندي وتحتوي علي العناصر التالية:

(2) وهو رقم ثابت يدل علي مجموعة درجة الحرارة في نقطة الندي.

(sn) وهو رقم يدل علي نوع درجة الحرارة فإذا كانت موجبة يكتب (0)، وإذا كانت سالبة يكتب (1).

(TdTdTd) وهو رقم مكون من ثلاث خانات تعبر عن قيمة درجة الحرارة بالدرجة المئوية في نقطة الندي، والدرجة موزعة علي خانة العشرات وخانة الآحاد ثم خانة رقم عشري واحد.

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (20171) فيعني ذلك أن درجة الحرارة عند نقطة الندي موجبة وتبلغ ١٧,١°م.

٦- المجموعة السادسة (3 P_0 P_0 P_0)؛ تسمي مجموعة الضغط الجوي عند سطح الأرض (عند منسوب محطة الارصاد الجوية)، وتحتوي علي:

(3) رقم ثابت يدل علي مجموعة الضغط الجوي عند منسوب المحطة.

(PoPoPoPo) رقم مكون من أربعة خانات (مئات - عشرات - آحاد - جزء من عشرة) ويدل علي قيمة الضغط الجوي عند منسوب المحطة بالملليبار وأعشاره بعد حذف رقم الآلاف، فعلي سبيل المثال إذا كان الضغط الجوي عند منسوب المحطة هو ١٠١٢,٣ ملليبار فيكتب بالشفرة (30123)، أما إذا كان الضغط الجوي عند منسوب المحطة 958.3 ملليبار فيكتب بالشفرة (39583).

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (30162) فيعني ذلك أن قيمة الضغط الجوي عند منسوب المحطة هو ١٠١٦,٢ ملليبار.

٧- المجموعة السابعة (4 PPPP)؛ وتسمي مجموعة الضغط الجوي عند مستوي سطح البحر، وتحتوي علي:

(4) رقم ثابت يدل علي مجموعة الضغط الجوي عند مستوي سطح البحر.

(PPPP) رقم مكون من أربعة خانات (مئات - عشرات - آحاد - جزء من عشرة).

ويدل علي قيمة الضغط الجوي عند مستوي سطح البحر عند موضع المحطة، ويكتب بالطريقة نفسها المذكورة في المجموعة السادسة.

٨- المجموعة الثامنة (5a PPP)؛ وتسمي مجموعة التغير في الضغط الجوي وتحتوي علي:

(5) رقم ثابت يدل علي مجموعة التغير في الضغط الجوي.

(a) تدل علي نوع التغير في الضغط الجوي خلال الثلاث ساعات الاخيرة من حيث كونه متزايد، ثابت، متناقص، وغيرها الموضحة بالجدول رقم (١٥) في الفصل الخامس.

(PPP) رقم مكون من ثلاث خانات (عشرات، آحاد، جزء من عشرة) ويدل علي مقدار التغير في الضغط الجوي بالملليبار وأعشاره.

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (52112) فيعني ذلك أن الضغط الجوي ارتفع باستمرار ثم ثبتت قيمته، وأن مقدار الارتفاع في الضغط هو ١١,٢ ملليبار.

٩- المجموعة التاسعة (6 RRRt_R)؛ وتسمي مجموعة المطر وتحتوي علي:

(6) وهو رقم ثابت يدل علي مجموعة المطر.

(RRR) وهو رقم مكون من ثلاث خانات (عشرات، آحاد، جزء من عشرة) يدل علي كمية الامطار الساقطة بالسنتيمترات وأعشارها.

(t_R) وهو رقم يدل علي مدة سقوط الأمطار بالساعات، ويتم إختيار هذا الرقم اعتماداً علي ارقام الجدول التالي رقم (٢٤).

جدول رقم (٢٤) الأرقام الدالة علي مدة سقوط الامطار في شفرة الطقس

مدة سقوط الامطار	T_R
لم تسقط امطار	0
أقل من ساعة:	1
١- أقل من ساعتين	2
٢- أقل من ثلاث ساعات	3
٣- أقل من اربع ساعات	4
٤- أقل من خمس ساعات	5
٥- أقل من ست ساعات	6
٦- أقل من ١٢ ساعة	7
أكثر من ١٢ ساعة	8
غير معروف	9

وعند تمثيل هذه المجموعة بالأرقام (63623) فيعني ذلك ان كمية الامطار الساقطة بلغت ٣٦,٢ سم، وسقطت في مدة تتراوح بين ساعتان، وأقل من ثلاث ساعات.

١٠- **المجموعة العاشرة** ($7wwW_1W_2$): وتسمي مجموعة وصف الطقس وتحتوي علي العناصر التالية:

(7) وهو رقم يدل علي مجموعة وصف الطقس

(ww) وهو رقم مكون من خانتين يدل علي رقم حالة الطقس السابق ويتم استخراج مدلول هذه الحالة من جدول رقم (٢٣) بالفصل الخامس الذي يوضح رموز حالات الطقس المختلفة.

(W_1W_2) وهو رقم مكون من خانتين يدل علي رقم حالة الطقس الحالي ويتم استخراج مدلول هذه الحالة من جدول رقم (٢٣).

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (76564) فيعني ذلك ان حالة الطقس السابق (رقم 65) هي تساقط علي شكل مطر غزير متقطع، وان حالة الطقس الحالية (رقم 64) هي تساقط علي شكل مطر متوسط مستمر حتي وقت الرصد.

١١- **المجموعة الحادية عشر($8N_hC_LC_MC_H$)**، وتسمي مجموعة السحب وتحتوي علي العناصر التالية:

(8) وهو رقم يدل علي مجموعة ارصاد السحب.

(N_h) وهو رقم يدل علي المساحة من السماء المغطاة بالسحب المنخفضة ويتم اختياره من مجموعة الرموز الرقمية المستخدمة في توضيح غطاء السماء بالسحب المذكورة بالفصل الخامس.

(C_L) وهو رقم يدل علي حالة السحب المنخفضة، ويتم اختياره من ارقام حالة السحب المنخفضة الموضحة بالجدول رقم (١٨) بالفصل الخامس.

(C_M) وهو رقم يدل علي السحب متوسطة الارتفاع، ويتم اختياره من ارقام حالة السحب متوسطة الارتفاع الموضحة بالجدول رقم (١٩) بالفصل الخامس.

(C_H) وهو رقم يدل علي حالة السحب المرتفعة، ويتم اختياره من ارقام حالة السحب المرتفعة الموضحة بالجدول رقم (٢٠) بالفصل الخامس.

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (87386) فيعني ذلك أن تسعة اعشار القبة السماوية مغطاة بالسحب المنخفضة، وتوجد بالسماء سحب المزن الركامي المنخفضة، وسحب الركام متوسطة الارتفاع، وسحب السمحاق الطبقي.

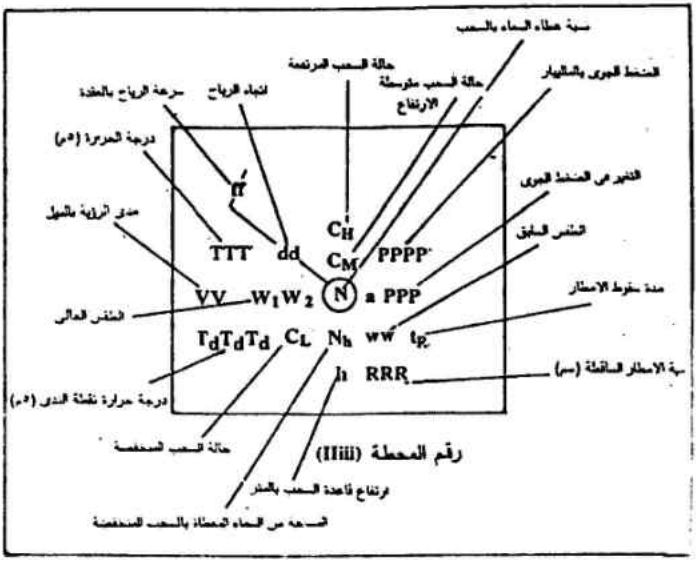
يتضح من العرض السابق أن شفرة الطقس تحتاج إلي الإلمام بمدلول الأرقام التي تحتويها لكي يمكن تفسير حالة الطقس السائدة وكتابة تقرير أو نشرة الطقس بشكل صحيح. وقد خصصنا الفصل الخامس لعرض وتفسير مدلول جميع الرموز المستخدمة في خرائط الطقس لكي يسهل تفهم وعرض النشرات الجوية، وتفسير الشفرات الجوية.

ولمزيد من تفهم وعرض وتفسير الشفرات الجوية يتم تمثيل الشفرة الجوية برسم بياني قياسي يجمع بين عناصر الشفرة في إطار بياني واحد تصدره مراكز الارصاد الجوية تحت مسمي نموذج الطقس Weather Synoptic، وهو نموذج قياسي يفهمه متخصصوا الارصاد الجوية ودارسوا خرائط الطقس، وهو يرتبط بالشفرة الجوية والرموز الوصفية أو الرقمية الدالة علي المجموعات الرقمية بها.

ثالثاً: تصميم نماذج الطقس:

يتم تصميم نموذج الطقس اعتماداً علي الشفرة الجوية التي تصدرها مراكز الارصاد الجوية وباستخدام مجموعة الرموز المستخدمة في خرائط الطقس التي سبق عرضها خلال الفصل الخامس، ويتكون نموذج الطقس من شكل بياني قياسي (موحد) عبارة عن تجميع للرموز الدالة عن حالة كل عنصر من عناصر الطقس في صفوف واتجاهات تحيط بمركز يمثل موقع محطة أو مركز الارصاد الجوية الذي أصدر الشفرة الجوية. وهو ما يوضحه الشكل رقم (٤٥).

ويتم عند تصميم نموذج الطقس الالتزام بالتنسيق القياسي له الموضح بالشكل رقم (٤٥)، واتباع الخطوات التالية هو ما يعبر عنه الشكل رقم (٤٦).



شكل رقم (٤٥) الشكل القياسي لنموذج الطقس

- ضوابط تصميم نماذج الطقس:

تعد خريطة الطقس ذات أهمية كبيرة في عملية التنبؤات الجوية وتعتمد هذه الخريطة على عمل الأرصاد الجوية التي تهتم برصد عناصر الطقس وتسجيلها في محطات الأرصاد الجوية.

وللقيام بعمليات الرصد الجوي يتم استخدام مجموعة من الشفرات للتعبير عن حالة الجو في محطات الرصد المختلفة وبطبيعة الحال فإن هذه الشفرات لا تهدف كلها إلى إنشاء خرائط شاملة للطقس وإنما هناك مجموعة من الشفرات الخاصة برصد وضع محدد.

وتنقسم البيانات التي تعتمد عليها خريطة الطقس في تصميمها إلى قسمين:

- **البيانات العامة:** وهي التي تتناول الأحوال الجوية في المنطقة المحيطة والعوامل الجغرافية المؤثرة كالموقع والسطح والتيارات البحرية والتوزيع العام للضغط والرياح، وتعتبر هذه البيانات على قدر كبير من الأهمية؛ فالمنطقة المحيطة بالمنطقة المطلوب معرفة وتحديد خرائط الطقس لها تعد بمثابة ظهير جغرافي تبدو فيه المؤثرات الجغرافية التي ترسم وتحدد تفاصيل الخريطة المطلوب تحديدها.
- **البيانات الخاصة:** ولعل أهم هذه البيانات ما يتعلق بالضغط من تحديد نوعه والتذبذب الذي يحدث فيه وأيضا اتجاه الرياح وسرعتها، وبالتالي يمكن التعرف على امتداد الجبهات وتحديد نوعيتها وكميات السحب وأية ظواهر جوية يمكن أن تسجلها محطات الأرصاد ويذكر « هلالي » أن المتنبئ بحالة الطقس يضع أمامه عادة ثلاثة أمور أساسية هي:

١- كيف تنتقل نظم الضغط المختلفة على الخريطة وكيف يحتمل أن تتحرك في المستقبل القريب.

٢- ما هي التغيرات التي قد تصيب هذه النظم.

٣- ما هي الأحوال الجوية التي تترتب على هذه التغيرات.

• تصميم خرائط الطقس:

وتحدد المحطة على الخريطة الجوية على شكل دائرة صغيرة، وبجانبها رقمها، أما رقم المنطقة فيظهر على شكل رقم كبير في منتصف المنطقة تقريبا، وتظهر المناطق محددة بخطوط متقطعة تتماشى غالبا مع حدود الدول.

وقد اتفق دوليا على استعمال لون واحد أو لونين هما:

اللون الأسود: يوضح الظواهر التالية:

مجموع الغيم الكلي، اتجاه الرياح وسرعتها، الجو الحاضر، الجو خلال الساعة الماضية، الضغط الجوي، درجة الحرارة، الغيم المنخفض نوعه وكميته وارتفاعه، نوع الغيم المتوسط، سير الضغط الجوي ومقداره إذا كان مرتفعا.

اللون الأحمر: يوضح الظواهر التالية:

درجة الندى، مدى الرؤية، الجو الماضي خلال ثلاث ساعات، نوع الغيم العالي، سير الضغط الجوي ومقداره إذا كان منخفضا.

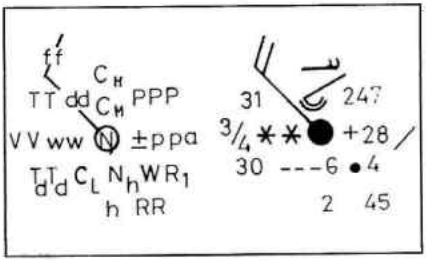
نموذج تصميم المحطة:

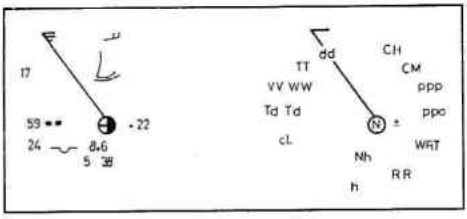
ترسم المحطة على شكل نموذج خاص متفق عليه دوليا، حيث تكتب حوله الأرقام، وترسم الرموز بشكل خاص.

الظواهر التي توضح بالأرقام	الظواهر التي توضح بالرموز
TT درجة الحرارة	N مجموع الغيم الكلي
PPP الضغط الجوي	WW حالة الجو الحاضر
TdTd درجة الندي	W حالة الجو الماضي
VV مدى الرؤيا	CL نوع الغيم المنخفض
Nh كمية الغيم المنخفض	Cm نوع الغيم المتوسط
h ارتفاع قاعدة الغيم المنخفض	CH نوع الغيم العالي
PP مقادير الضغط المتغير	a سير الضغط الجوي

تفسير الأرقام والرموز للنموذج

N مقادير الغيم الكلي: ويرسم الرمز الذي يدل عليه بشكل دائرة داخل المحطة.





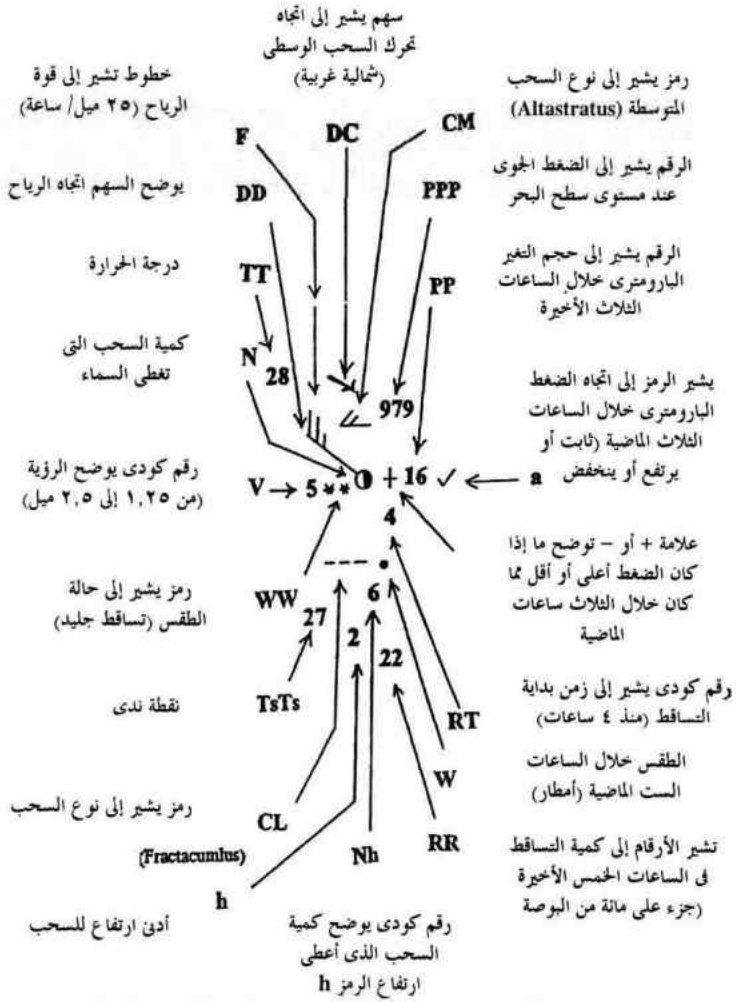
ويوضح الشكل المرفق (رقم ٣٦) نموذج محطة من محطات الأرصاد الجوية، حيث تسجل قيم وترسم رموز خاصة بالظاهرات الجوية فى مواقع معينة من الخريطة، فمثلاً الدائرة الوسطى تمثل محطة الرصد وتوضح كمية الغيوم في السماء، فإذا كانت السماء غائمة كلية أخذت الدائرة الشكل الأسود وإذا كانت غائمة جزئياً يظلل جزء من الدائرة حسب النسبة ، وعادة ما يتم تقسيم الدائرة إلى ٨ أقسام، وكل قسم يمثل $\frac{١}{٨}$ (سوف يتم شرح ذلك بالتفصيل عند الحديث عن السحب في الصفحات القليلة القادمة).

على الجانب الأيمن للمحطة توضع بيانات لعدد من الظواهر الجوية مثل الغيوم ومنها العالي (CH) والمتوسط (CM) والمنخفض (CL)، وC تعني Cloud بينما L,M,H يعني على التوالي Low, Medium, High، ويوضع الأول فوق الدائرة (محطة الرصد)، بينما يوضع الأخير في جنوبها الغربي، وأسفل الرسم يكتب ارتفاع الغيوم المنخفضة (h) بالأمتار مقارنة بمستوى سطح الأرض، وفي الجانب الأيمن تدوّن كمية السحب (Nh).

يمثل الضغط الجوي بالحروف (ppp)، ويوضع في الجانب الأيمن للمحطة، وكذلك تغير الضغط الجوي خلال الساعات الثلاث السابقة للرصد الحالي (PP)، وتمثل كمية الأمطار (RR) فى الساعات الخمس الاخيرة برقم – هو عبارة عن جزء من مائة من البوصة – أسفل الجانب الأيمن، بينما يسجل اعلاه حالة الجو السابقة من ٦ ساعات ماضية (W).

ويخصص الجانب الأيمن للمحطة لرموز تمثل اتجاه الرياح (DD)، وقوة الرياح (F)، ودرجات الحرارة (TT)، ومدى الرؤية بالأمتار (VV)، وحالة الجو الحاضر (WW)، ونقطة الندى أو الرطوبة النسبية (TsTs). (شكل رقم ٣٦).

مما سبق يتضح أن خريطة الطقس تشتمل على جميع عناصر المناخ مجتمعة في شكل واحد (خريطة واحدة)، بينما نجد أن خرائط المناخ متخصصة حيث لا تحتوي إلا على عنصر واحد أو عنصرين أو ثلاثة من عناصر المناخ فقط.



شكل رقم (٣٦) نموذج محطة رصد جوى مسجل عليها بيانات حالة الطقس

وشرح توضيحى لمختلف عناصر القياس

- نموذج لرصدة جوية وكيفية رسمها على نموذج المحطة الخاصة بها :

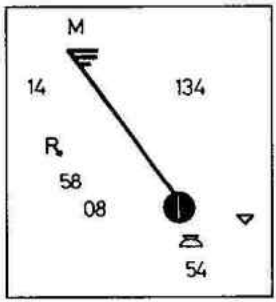
نموذج الرصدة الجوية:

40 650 7 35 25 58 95 8 134 14 4 8 5 8 08 8 18

40	رقم المنطقة
650	رقم المحطة
7	كمية الغيوم
35	اتجاه الرياح ويكون الرقم مضروبا × (١٠) عشرة
25	سرعة الرياح
58	مدى الرؤية
95	الجو الحاضر
8	الجو الماضي
134	الضغط الجوي
14	درجة الحرارة
4	كمية الغيوم المنخفضة
8	نوع الغيم المنخفض
5	ارتفاع الغيم المنخفض
8	نوع الغيم المتوسط
0	الغيم العالي
08	درجة الندى
8	حالة نزول الضغط
18	كمية نزول الضغط

رسم المحطة

حسب الرصدة الجوية أعلاه.



W الجو الماضي:

يرسم الرمز في الجنوب الشرقي من المحطة وباللون الأحمر مع ملاحظة النقاط الآتية:

١- لا يرسم تعاريس الرمزين ١ و ٢ بل تترك مواقعها خالية.

٢- يلاحظ في الرمز رقم ٣ وجود شكلين بينهما عارضة فأحدهما حS- يمثل الغبار والآخر حƒ ويمثل عاصفة ثلجية فيجب رسم أحدهما فقط.

PPP الضغط الجوي:

يوضع كما هو في الزاوية الشمالية الشرقية وباللون الأسود.

TT درجة الحرارة:

توضع كما هي في الزاوية الشمالية الغربية وباللون الأسود مع ملاحظة النقطة الآتية: في حالة استعمال المقياس المئوي للحرارة غالبا تكون درجة الحرارة تحت الصفر فيضاف في هذه الحالة (٥٠) على العدد فيجب طرح ٥٠ من العدد ووضع إشارة التاقص بجانبه، فمثلا ٦٤- معناها ١٤ -.

Nh مقدار الغيوم المنخفضة:

تكتب كما هي أسفل الرمز الدال على الغيم المنخفض بالأسود.

CL نوع الغيم المنخفض:

يرسم الرمز الدال عليه أسفل المحطة مباشرة.

h ارتفاع الغيوم المنخفض:

يكتب كما هو يمين الرمز Nh بعد وضع الإشارة (/) بينهما أما الارتفاع الحقيقي المقابل لهذا الرقم فيستخرج.

CM نوع الغيوم العالي:

يرسم أعلى الرمز الدال على الغيوم المتوسطة وباللون الأحمر، أما إذا وجدت غيوم متوسطة فيرسم محله.

TdTd درجة الندى:

تكتب كما هي في الزاوية الجنوبية الغربية وباللون الأحمر مع مراعاة نفس الملاحظة المذكورة في درجة الحرارة إذا كانت تحت الصفر.

aPP سير الضغط الجوي ومقدار التغير PP

يكتب العدد الدال على PP بين المحطة مباشرة ويرسم الرمز الدال على a يمين PP؛ يكون كلاهما باللون الأزرق إذا كان العدد الدال على

كل من (٠) إلى (٤) ويكون باللون الأحمر إذا كان العدد من ٥-٩.

RRكمية المطر:

تكتب كما هي باللون الأخضر يمين الرمز الدال على الجو الماضي W.

رسم خطوط تساوي الضغط (الأيسوبار) والجبهات والكتل الهوائية:

خطوط تساوي الضغط (الأيسوبار)

ترسم خطوط تساوي الضغط، عادة بالقلم الرصاص على فترات ٥ ملبيارات وإذا كانت المسافة بينهما كبيرة على الخارطة يمكن رسم خطوط أخرى بشكل منطق.

الجبهات:

هناك حالتان في رسمها إما باستعمال الألوان أو بدونها. ففي الحالة الأولي ترسم الجبهة الدافئة باللون الأحمر، والجبهة الباردة باللون الأسود.

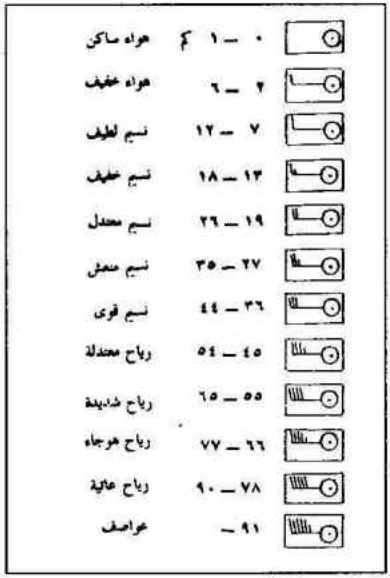
سرعة الرياح واتجاهها على خرائط الطقس:

ينتج عن التباين في درجات الحرارة على المناطق المختلفة على سطح الأرض تباين في الضغط الجوي، يترتب عليه هبوب الرياح من مناطق تمركز الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض حاملة معها خصائص المناطق التي تهب منها والتي تمر عليها، وتزداد سرعة الرياح تبعا لمقدار الفرق بين كل من الضغط المرتفع وبين الضغط المنخفض، وتبعا لشدة انحدار الضغط الجوي، ويؤثر في اتجاه الرياح وسرعتها عوامل أخرى إلى جانب عمل اختلاف وتباين الضغط الجوي منها التضاريس وطبيعة الأسطح التي تمر عليها وأثر الاحتكاك، بالإضافة إلى تأثير حركة دوران الأرض حول محورها وما يترتب عليه من انحراف في اتجاهات الرياح أو ما يعرف بقانون فرل أو بقاعدة كوريللي، ويؤثر النسق اليومي لدرجة الحرارة ودورتها اليومية في حركة الرياح السطحية وسرعاتها.

وتسجل المراصد المختلفة سرعة الرياح واتجاهها خلال ساعات اليوم تبعا لوقت الرصد، ومن ثم فإن الرياح تمثل على خرائط ولوحات الطقس بما يوضح كلا من السرعة والاتجاه لما لذلك من أهمية في الحياة اليومية، ويوقع اتجاه الرياح على لوحات الطقس بخط نوعي يدل على الاتجاه الذي تهب منه الرياح في وقت الرصد بالنسبة لمركز الدائرة التي تمثل موقع محطة الأرصاد الجوية على اللوحة وتبعا للاتجاهات الأصلية، وتبين السرعة تبعا لتقسيم بوفورت للرياح حسب سرعاتها ابتداء من الهواء الساكن وحتى العواصف الإعصارية بعلامات ترسم في نهاية الخط الذي يدل على الاتجاه ولكل علامة كمية متعارف عليها، وتتم قراءة الرمز بعد هذه العلامات وحساب المجموع الرقمي الذي تدل عليه بالكيلومترات. والشكل التالي يوضح الرموز الخاصة بتوزيع الرياح (اتجاه وسرعة) على خرائط طقس.

يوضح اتجاه الرياح في خرائط الطقس بواسطة خط قصير، ينتهي عند محيط الدائرة الممثلة للمحطة، بزاوية تمثل الاتجاه المعين

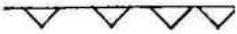
بالدرجات على اعتبار أن الدائرة مقسمة إلى ٣٦٠°، وأن الشمال يقع على درجة الصفر أو ٣٦٠°، والشرق على درجة ٩٠°، والجنوب ١٨٠°، والغرب ٢٧٠°، وعند إرسال الإشارات الممثلة لدرجات اتجاه الرياح يقسم الرقم على عشرة أي يحذف منها صفر.



شكل (١٣٧)
الرموز الخاصة بتوزيع الرياح (اتجاه وسرعة) على خرائط الطقس

أما سرعة الرياح فتمثل بواسطة ريش ترسم على طرف خط الاتجاه على جانبه الأيسر، وتمثل كل ريشة كاملة سرعة قدرها ١٠ عقدة/ الساعة، أما إذا كانت السرعة أو الزيادة قدرها ٥ عقد فتمثل بنصف ريشة. أما إذا كانت ٥٠ عقدة فتمثل بشكل مثلث صغير قاعدته على الخط الممثل للاتجاه.

أما إذا لم يكن بالميسور استعمال الألوان فتستعمل الرموز الموجودة في الجدول:

طبيعة الجبهة	لون الجبهة	شكل الجبهه
جبهة باردة على الأرض	خط أزرق متواصل	
جبهة باردة عليا	خط أزرق متقطع	
جبهة حارة على الأرض	خط أحمر متواصل	
جبهة حارة عليا	خط أحمر متقطع	
جبهة حتامية على الأرض	خط بني متواصل	
جبهة حتامية عليا	خط بني متقطع	
جبهة ساكنة على الأرض	خط متواصل بعضه أحمر وبعضه أزرق	
جبهة ساكنة عليا	خط متقطع بعضه أحمر وبعضه أزرق	
جبهة حتامية ساكنة على الأرض	خط بني متواصل	
جبهة حتامية ساكنة عليا	خط بني متقطع	
جبهة حتامية حارة على الأرض	خط أحمر رفيع متواصل وراء خط بني رفيع متواصل	
جبهة حتامية حارة عليا	خط أحمر رفيع متقطع وراء خط بني رفيع متقطع	
جبهة حتامية باردة على الأرض	خط أزرق رفيع متواصل وراء خط بني رفيع متواصل	
جبهة حتامية باردة عليا	خط أزرق رفيع متقطع وراء خط بني رفيع متقطع	
جبهة (غير معلومة)	خطوط قصيرة عرضانية بنية	

شكل (١٣٨)

رموز تمثيل الجبهات المختلفة على خرائط الطقس

- مثال تطبيقي لشفرة طقس وكيفية رسمها على نموذج محطة الأرصاد الخاصة بها :

١- الحصول علي شفرة الطقس من مركز الارصاد الجوية كما هو موضح بالجدول التالي رقم (٢٥).

٢- ترسم دائرة صغيرة في مركز ورقة الرسم يوقع بداخلها الرمز الدال علي غطاء السحب والذي تعبر عنه الشفرة في خانة (N) بالمجموعة الثالثة بالرقم (8) ويعني أن السماء مغطاة تماماً بالسحب.

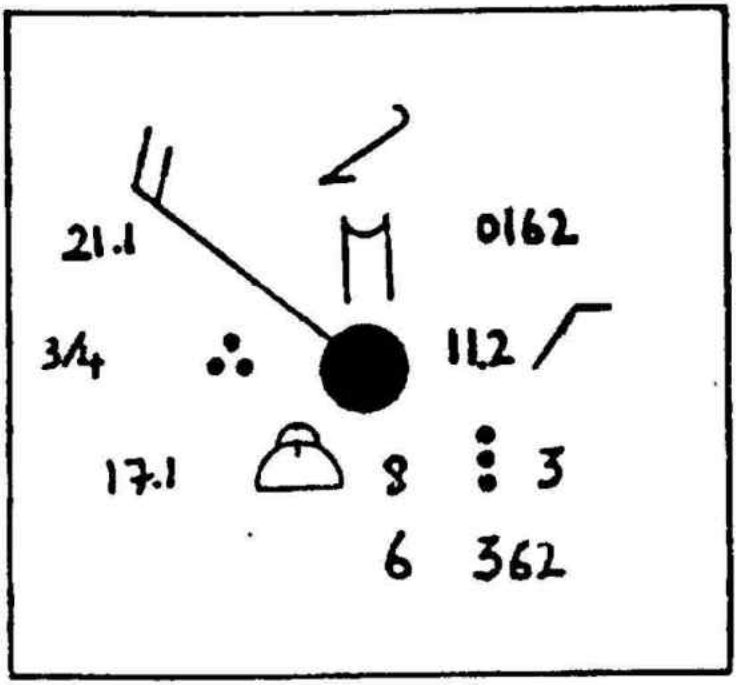
جدول رقم (٢٥) احدي شفرات الطقس الصادرة من محطة الاسكندرية بجمهورية مصر العربية

Iiii	$i_R i_x hVV$	Nddff	$1_{sn}TTT$	$2_{sn}T_dT_dT_d$	$3P_oP_oP_oP_o$	4PPP	5_appp	6RRRtg	$7_{www}W_1W_2$	$8N_hC_LC_MC_H$
62318	15612	83220	10211	20171	30162	40175	52112	63623	76564	88386

٣- يوقع اتجاه الرياح بالدرجات علي هيئة خط يمثل درجة الاتجاه ويمتد من مركز الدائرة في الاتجاه المرصود والذي تعبر عنه الشفرة في الخانتين (dd) بالمجموعة الثالثة بالرقم (32)، وهو مسجل بالشفرة بعشرات الدرجات فيكون ٣٢٠ درجة، ثم يوقع سرعة الرياح بالعقدة علي هيئة خطوط صغيرة متقاطعة مع اتجاه الرياح عند نهايته والتي سبقت الاشارة اليها بالشكل رقم (٣٧-أ) بالفصل الرابع، والسرعة المسجلة بالشفرة في الخانتين (ff) بالمجموعة الثالثة بالرقم (٢٠) عقدة.

٤- توقع درجة حرارة الهواء بالارقام وبالدرجات المئوية واعشارها في الركن الشمالي الغربي بالنسبة للدائرة المركزية والتي تعبر عنها الشفرة في الخانات (TTT) بالمجموعة الرابعة (211) وهو يعني أن درجة الحرارة تبلغ ٢١,١ °م وهي درجة موجبة كما يتم التعبير عن ذلك في الشفرة في خانة (sn) بالرقم (0). وبالطريقة نفسها يتم توقيع درجة حرارة نقطة الندي التي تعبر عنها الشرفة في الخانات ($T_dT_dT_d$) في الركن الجنوبي الغربي بالنسبة للدائرة المركزية.

٥- توقع قيمة الضغط الجوي بالارقام بالملليبار واعشاره في الركن الشمالي الشرقي بالنسبة للدائرة المركزية والتي تعبر عنها الشفرة في الخانات ($P_oP_oP_oP_o$) بالمجموعة السادسة بالرقم (0162)وهو يعني أن قيمة الضغط الجوي عند منسوب سطح المحطة يبلغ ١٠١٦,٢ ملليبار. أو التي تعبر عنها الشفرة في الخانات (PPPP) بالمجموعة السابقة بالرقم (0175) وهو يعني أن قيمة الضغط الجوي عند مستوي سطح البحر يبلغ ١٠١٧,٥ ملليبار.



شكل رقم (٤٦) نموذج الطقس الذي يمثل الشفرة الصادرة من محطة الاسكندرية بجمهورية مصر العربية الموضحة بالجدول رقم (٢٥)

٦- يوقع مقدار التغير في الضغط الجوي ونوعه في الاتجاه الشرقي من الدائرة المركزية والذي تعبر عنه الشفرة في خانة (a) بالمجموعة الثامنة بالرقم (٢) وهو يعني أن التغير في الضغط الجوي خلال الثلاث ساعات السابقة كان متزايداً ثم ثبت، وأن مقدار التغير الذي تعبر عنه الشفرة في خانات (PPP) بالمجموعة الثامنة بالرقم (112) زاد بمقدار ١١,٢ ملليبار.

٧- توقع حالة السحب متوسطة الارتفاع (C_M) برسم الرمز الدال عليها في الاتجاه الشمالي بالنسبة للدائرة المركزية والتي تعبر عنها الشفرة في الخانة (C_M) بالمجموعة الحادية عشرة بالرقم (8) وهو يعني وجود سحب ركامية، ثم توقع حالة السحب المرتفعة (C_H) برسم الرمز الدال عليها في الاتجاه الشمالي أيضاً بالنسبة للدائرة المركزية وفوق رمز السحب متوسطة الارتفاع والذي تعبر عنه الشفرة في الخانة (C_H) بالمجموعة الحادية عشرة بالرقم (6) وهو يعني وجود سحب سمحاق طبقي. ثم توقع حالة السحب المنخفضة (C_L) برسم الرمز الدال عليها في الاتجاه الجنوبي الشرقي من الدائرة المركزية والذي تعبر عنه الشفرة في الخانة (C_L) بالمجموعة الحادية عشرة بالرقم (3) ويعني وجود سحب المزن الركامي.

٨- توقع المساحة من السماء المغطاة بالسحب علي هيئة رقم يكتب جنوب الدائرة المركزية مباشرة وتعبر عنه الشفرة في الخانة (N_h) بالرقم (7)وهو يكتب كما هو مكتوب بالشفرة ويعني أن تسعة أعشار السماء مغطاة بالسحب المنخفضة، ثم يسجل أسفله مباشرة ارتفاع قاعدة السحب فوق مستوي سطح البحر الذي تعبر عنه الشفرة في الخانة (h) بالمجموعة الثانية بالرقم (6) وهو يكتب أيضاً كما هو موجود بالشفرة ويدل علي ارتفاع قاعدة السحب بمسافة تتراوح بين ١٠٠٠، ١٥٠٠ متراً فوق سطح البحر.

٩- توقع مدي الرؤية بالأميال في الاتجاه الغربي بالنسبة للدائرة المركزية والتي تعبر عنها الشفرة في الخانات (VV) بالمجموعة الثانية بالرقم (12) المسجل بمئات الامتار فيصبح بعد تحويله (١٢٠٠ متر)، ويتم عند تسجيله بنموذج الطقس تحويله إلي اميال فيصبح 3/4 ميل.

١٠- توقع حالة الطقس الحالي برسم الرمز الدال عليها في الاتجاه الغربي بالنسبة للدائرة المركزية والتي تعبر عنها الشفرة في الخانات (W_1W_2) بالمجموعة العاشرة بالرقم (64)، وهو يعني أن حالة الطقس الحالي هي الحالة رقم ٦٤ بجدول حالات الطقس رقم (٢٣) بالفصل الخامس.

ويالمثل توقع حالة الطقس السابق برسم الرمز الدال عليها في الاتجاه الجنوبي الشرقي بالنسبة للدائرة المركزية والتي تعبر عنها الشفرة في الخانات (WW) بالمجموعة العاشرة بالرقم (65).

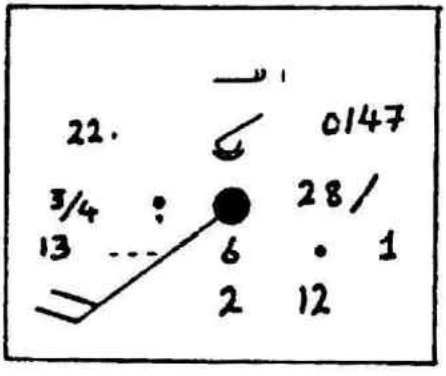
١١- توقع كمية الأمطار بالأرقام بالسنتيمترات وأعشارها في الركن الجنوبي الشرقي (أسفل حالة الطقس السابق) والتي تعبر عنها الشفرة في الخانات (RRR) بالرقم (362) وهو يعني ان كمية الامطار الساقطة تعادل ٣٦,٢ سم، وتوقع مدة سقوط الامطار علي هيئة رقم في الاتجاه الجنوبي الشرقي (بجوار حالة الطقس السابق) والتي تعبر عنها الشفرة في الخانة (t_R) بالرقم (3) ويكتب كما هو موجود بالشفرة.

رابعاً: تفسير نماذج الطقس وكتابة تقارير الطقس:

يتم كتابة تقرير الطقس من خلال تفسير نموذج الطقس بعد تصميمه اعتماداً علي شفرة الطقس التي أصدرتها محطة الارصاد الجوية. وتستعرض فيما يلي بعض الأمثلة علي ذلك:

مثال رقم (١):

يوضح الشكل رقم (٤٧) نموذج الطقس الذي نشرته احدي مراكز الارصاد الجوية، ويمكن من تتبعه كتابة التقرير التالي:

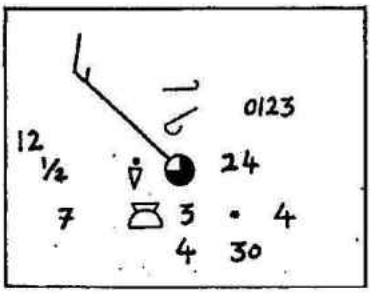


شكل رقم (٤٧) مثال لنموذج الطقس الصادر من احدي مراكز الارصاد الجوية

يتصف الطقس الحالي بأنه غائم ويتساقط رذاذ ومطر خفيف بعد أن كان خلال الساعات الثلاثة السابقة يتساقط مطر خفيف متقطع، وتبلغ درجة حرارة الهواء ٢٢ °م، في حين تبلغ درجة حرارة الهواء في حالة التشبع ببخار الماء (نقطة الندي) ١٣ °م، وتبلغ قيمة الضغط الجوي ١٠١٤,٧ ملليبار وهو يرتفع بمقدار ٢٨ ملليبار عن نظيره المسجل في الثلاث ساعات السابقة حيث ارتفع الضغط الجوي باستمرار ولازال مستمراً في الارتفاع، ويبلغ مدي الرؤية ١٢٠٠متراً، وتتحرك الرياح في اتجاه جنوبي غربي بسرعة تتراوح بين ١٨، ٢٢ عقدة، وتتراوح المساحة من السماء المغطاة بالسحب المنخفضة بين سبع وثمانية أعشار القبة السماوية، وتظهر سحب السمحاق المرتفعة بكثافة، وسحب الركام المختلط بالسمحاق الركامي، كما تظهر سحب طبقية سميكة تختلط بالسحب الركامية، وترتفع قاعدة السحب بمسافة تتراوح بين ١٠٠، أقل من ٢٠٠ متراً.

مثال رقم (٢):

يوضح الشكل رقم (٤٨) نموذج الطقس الذي نشرته احدي مراكز الارصاد الجوية ويمكن من تتبعه كتابة التقرير التالي.



شكل رقم (٤٨) أحد نماذج الطقس الصادرة من احدي مراكز الارصاد الجوية

يتصف الطقس الحالي بأنه غائم جزئياً حيث تتراوح المساحة من السماء المغطاة بالسحب بين سبعة اعشار وثمانية اعشار القبة السماوية، ويتساقط رخات خفيفة من المطر بعد أن كان خلال الساعات الثلاثة السابقة يتساقط مطر خفيف متقطع. وتبلغ درجة حرارة الهواء ١٢ °م، في حين تبلغ درجة حرارة الهواء عند نقسة

الندي ٧°م، وتبلغ قيمة الضغط الجوي ١٠١٢,٣ ملليبار وهو يرتفع بمقدار ٢٤ ملليبار عن نظيره المسجل في الثلاث ساعات السابقة حيث ارتفع الضغط الجوي ثم ثبت بعد ذلك. يبلغ مدي الرؤية ٨٠٠ متراً، وتتحرك الرياح في اتجاه شمالي شرقي بسرعة تتراوح بين ١٣، ١٧ عقدة، وتبلغ المساحة من السماء المغطاة بالسحب المنخفضة اربعة اعشار القبة السماوية، وتظهر سحب السمحاق بشكل متقطع، السحب الركامية الرقيقة والمتقطعة متوسطة الارتفاع، أما السحب المنخفضة فتظهر سحب المزن الركامي ذات القمم السمحاقية، وترتفع قاعدة السحب بمسافة تتراوح بين ٣٠٠، أقل من ٦٠٠ متراً.

تقرير الطقس اليومي:

يتم اعداد تقرير الطقس اليومي من خلال تفسير نماذج الطقس الصادرة من محطة الارصاد الجوية علي مدار اليوم الواحد، ويوضح الشكل رقم (٤٩) نماذج الطقس الصادرة من احدي محطات الارصاد الجوية كل ست ساعات علي مدار اليوم ويمكن بقراءتها وتحليلها التعرف علي طقس اليوم كاملاً والظواهر الجوية المميزة له علي النحو التالي:

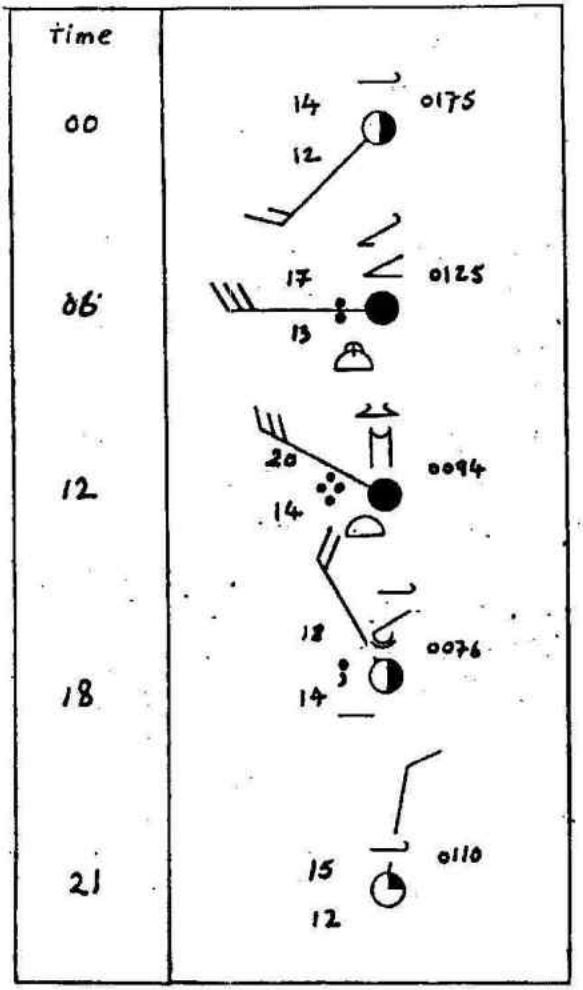
يتصف طقس اليوم بأنه غائم كلياً حتي منتصف اليوم ثم غائم جزئياً حتي نهايته، ولا تنخفض المساحة من السماء المغطاة بالسحب إلي أقل من اربعة اعشار القبة السماوية، ويؤثر علي المكان اعصار (منخفض جوي)، يتحرك بسرعة نحو الشرق حيث يلاحظ انخفاض الضغط الجوي تدريجياً مع بداية اليوم وحتي نهاية النهار ويتغير اتجاه الرياح من الجنوب الغربي في بداية اليوم ثم الغربي ثم الشمالي الغربي ثم شمالي الشمال الشرقي خلال الاربع والعشرين ساعة، كما تتصف الرياح بالهدوء النسبي في بداية اليوم ثم تزداد سرعتها تدريجياً حتي تبلغ اقصاها (٣٣ عقدة) عند منتصف النهار وهو وقت مرور مركز الاعصار، ثم تنخفض سرعتها بعد ذلك.

ويتصف الطقس أيضاً بأنه شديد البرودة عند منتصف الليل بارداً عند بداية النهار، دافئ نهاراً، وتظهر السحب المرتفعة عند منتصف الليل، تتدرج في الكثافة مع بداية النهار فتظهر سحب السمحاق الطبقي والسحب الطبقية والمزن الركامي وتتساقط الامطار المتوسطة ثم الغزيرة في منتصف النهار، ثم تقل كمية السحب فتظهر السحب الركامية المتقطعة والسمحاق المتقطع ينتج عنها رذاذ ومطر خفيف في نهاية النهار، ثم تقل كمية السحب بعد مرور الاعصار فتظهر سحب السمحاق

في نهاية اليوم، ويتوقف سقوط المطر وتهدأ الرياح ويبدأ الضغط الجوي في الارتفاع ويتحول الطقس إلي طقس صحو بعد مرور الاعصار.

تقرير الطقس الاسبوعي:

ويتم اعداده من خلال تجميع التقارير اليومية الصادرة علي مدار الاسبوع، ويعد هذا التقرير مفيداً للتعرف علي احوال الطقس خلال فترة تعد طويلة نسبياً بالنسبة لتقارير الطقس، كما يفيد في تمييز بعض الظواهر الجوية التي يستغرق تكونها بضعة أيام مثل الاعاصير واضداد الاعاصير، والكتل الهوائية، والموجات الباردة، أو الموجات الحارة، العواصف الرملية وغيرها من مظاهر الطقس. كما يفيد دراسة تقارير الطقس الاسبوعية في التدريب علي التنبؤ بالطقس والتعرف علي مظاهر الطقس وارتباطها بالتغير في درجة الرحرارة والتغير في الضغط الجوي، فيمكن الربط بين تطور اشكال السحب ودرجة الحرارة، اتجاهات الرياح، الرطوبة النسبية، التساقط، ومرحل تكون الاعصار، ويمكن الربط بين اتجاهات الرياح وسرعتها وحدوث العواصف الرملية أو الترابية، ويمكن الربط بين أنواع الكتل الهوائية المؤثرة في المكان وتكون الجبهات، أو تكون الاعاصير أو اضدادها، درجة الحرارة، الرطوبة النسبية.



شكل رقم (٤٩) نماذج الطقس الصادرة على مدار اليوم
من احدي محطات الارصاد الجوية

خامساً: تصميم خرائط الطقس وتحليلها:

تعتبر إعداد خريطة الطقس المرحلة التالية لمرحلة جمع المعطيات الرصدية الشفرية وتحليلها إلى قيمتها ودلالتها الأساسية حيث توقع المعطيات المحللة وتمثل على خريطة طقس أساسية تظهر فيها محطات السينوب الرئيسية ممثلة بشكل دوائر صغيرة مؤلفة من رمز مؤلف من ٣ ارقام وكل محطة تنتمي إلى منطقة رصدية مؤلفة من رقمين ويتم توقيع المعطيات الرصدية وتمثيلها وفق طريقة وأسلوب عالمي كما سبق الذكر.

يتم في محطات الرصد الجوي رصد عناصر الجو السطحية والعلوية وإنشاء بعض الخرائط يمكن فيها توقع الطقس خلال فترة زمنية قصيرة وتنقسم خرائط الطقس إلى :

١-خرائط الطقس السطحية.

٢-خرائط الطقس العلوية.

١- خرائط الطقس السطحية:

يتم توقع المعلومات على خرائط الطقس السطحية ومن المعروف ان الاوقات الدولية لإعداد خرائط الطقس السطحية هي ٠٠، ٣، ٦، ٩، ١٢، ١٥، ١٨، ٢١ بالتوقيت العالمي.

الطقس الماضي والحاضر (اتجاه الرياح وسرعتها كمية السحب وجنسها ومجموعتها ارتفاع قواعد السحب،الرؤية درجة حرارة الهواء -رطوبة الهواء-الضغط الجوي باستعمال البارومتر-ميل الضغط.درجة الحرارة.نقطة الندى بطريقة قياس الرطوبة النسبية كمية الامطار

وبعد توقع المعلومات السابقة يقوم المتوقع الجوي بتحليل خرائط الطقس السطحية وذلك برسم خطوط تساوي الضغط الجوي وهي خطوط تمر بالأماكن ذات الضغط الجوي المتساوي وترسم خطوط تساوي الضغط الجوي عادة كل٣او٥ملبيار بالأضافة لتحديد الجبهات المختلفة.

٢- خرائط الطقس لطبقات الجو العليا:

يتم توقع المعلومات التالية على خرائط الطقس العلوية من درجة حرارة-رطوبة جوية-ضغط جوي-سرعة الرياح واتجاهها بواسطة جهاز الراديو سوند التي يمكن ان تبلغ ارتفاع يصل الى ٣٥كم والصواريخ تصل الى ٧٠كم

ولم يعد يقف الأمر عند خرائط الطقس السطحية والعلوية التي كانت ومازالت تعتمد بياناتها على راصدات الإجهزة الرصد السابقة بل اسهمت الأقمار الصناعية اسهاماً فاعلاً منذ ان دخلت مجال الارصاد في عام ١٩٦٠

واصبحت صور الأقمار الصناعية احدى اهم الاساليب الحديثة التي مكنت من تحديد الخصائص الجوية العلوية والسطحية وهناك ايضاً اجهزة الردارات.

وحيث ان ارصاد طبقات الجو العليا وارصاد الرياح العليا تكلف تكاليف باهظة مما يصعب معه ان تتمكن كل دولة من عمل ٤ راصدات يومياً لهذا النوع من الأرصاد ولذلك فقد اتفق دولياً على انه في حالة عدم امكانية الدولة من اخذ سوى رصدتين فقط لطبقات الجو العليا فيجب ان تكون في الاوقات التالية ١٢ منتصف الليل ١٢ الظهر وفي حالة اخذ ٣رصدات في هذه الحالة تأخذ رصدتين مثل الأوقات السابقة ويترك للدولة خيار الوقت في ال٣ اما حالة القيام برصدة ١ ....

مراحل تصميم وإعداد خريطة الطقس:

المرحلة الأولي : تجميع البيانات وتبادلها :

تقوم شبكة من محطات الرصد الجوي المنتشرة على مساحة واسعة بمراقبة ورصد الحالات الجوية وعناصر الطقس المختلفة لترسل هذه المعلومات بشكل دوري ومنتظم عبر وسائل اتصالات وأجهزة مختلفة إلى مراكز بث المعلومات الجوية التي تقوم بأعداد التقارير الجوية في أوقات محددة وترسلها إلى مختلف بلدان العالم. لكنها لا تستعمل الجمل والكلمات في هذه التقارير وإنما تعتمد الرموز ونظام الشفرة (التشفير) المتفق عليه دوليا "لتفادي مشكلة اللغات" وتبثها إلى المراكز الإقليمية المنتشرة في أجزاء

من العالم لتبثها إلى مختلف دول العالم في مواعيدها المقررة وتتلقاها مراكز التنبؤات الجوية في العالم. كل تقرير صادر عن كل محطة ما يشمل مجموعات شفرات، هذه المجموعات تشمل اسم المحطة التي أعدت التقرير وموقعها ووقت النشرة وتاريخها وماذا تمثل هذه المجموعات من عناصر الطقس.

وهناك رموز خاصة للمحطات البحرية "السفن" حيث يلزم معرفة خطوط العرض والطول لتحديد موقعها". وهناك رموزا خاصة لرصد الهواء العلوي. عبر وسائل الاتصالات الحديثة والسريعة يتم تبادل هذه المعلومات إرسالا واستقبالا وعندما يتم استلام معلومات هذه المحطات يتم رسمها على الخرائط، هذه الخريطة تسمى خريطة الطقس.

تقوم محطات الأرصاد الجوية بعد اتمام عملية الرصد بإبلاغ هذه المعلومات فور الانتهاء من الرصد الجوي في شكل إشارات، حيث يتم تبادل معلومات الارصاد الجوية اللازمة بين الدول المختلفة فلقد تم الاتفاق دولياً بواسطة المنظمة العالمية للأرصاد الجوية على استخدام شفرة دولية خاصة لكل نوع من عمليات الرصد الدولي باستخدام هذه الشفرة يتم تبادل معلومات الأرصاد الجوية اللازمة بين الدول المختلفة لتحقيق الأغراض الآتية:

- تصميم خرائط الطقس.
- الحد من الكوارث البيئية والطبيعية وحماية الأرواح والممتلكات.
- إصدار النشرات الجوية.
- تقديم المعلومات لذوي الاختصاصات.
- بناء بنك للمعلومات والبيانات المناخية.
- تبادل المعلومات المناخية في جميع انحاء العالم.
- توحيد البيانات بين الدول.
- المساهمة في اصدار الدراسات المناخية.

ويتلخص هذا النظام في تجميع وتبادل المعلومات عن طريق الاتصال المباشر بواسطة شبكات الاتصال اهمها ما يأتي:

١- الشبكات المحلية :

هي شبكات ترتبط محطات الأرصاد الجوية بمركز محلي للأرصاد الجوية في كل دولة وذلك من خلال تيلفونات لاسلكية وسلكية او بواسطة الحاسب الآلي بحيث يمكن تجميع معلومات هذه المحطات في خلال ٢٠ دقيقة في وقت الرصد.

٢- الشبكات الإقليمية :

تقوم في كل قارة وفي البحار والمحيطات المجاورة لها شبكة إقليمية تتكون من عدة مجمعات للاتصالات الإقليمية تتصل بين بعضها البعض.

٣-الدوائر الرئيسية :

هي دوائر اتصالات خاصة بالأرصاد الجوية ترتبط الشبكات الإقليمية بعضها البعض عن طريق الاتصالات الإقليمية المهمة في هذه الشبكات الإقليمية بحيث ينتج عنها تبادل عالمي.

المرحلة الثانية : توقيع ظاهرات الطقس وإعداد خرائط الطقس المختلفة :

خرائط خطوط الحرارة المتساوية Isotherm:

ويعتمد إنتاج هذه الخرائط علي قيم درجة حرارة الهواء المرصودة بمحطات الارصاد الجوية المختلفة، ويستفاد من خرائط خطوط الحرارة المتساوية في التعرف علي التوزيع الافقي لدرجة حرارة الهواء وربطها بالمتغيرات المكانية التي يأتي الموقع الفلكي والموقع الجغرافي وخصائص موضع المحطة والبعد والقرب من المسطحات المائية والغطاء النباتي في مقدمتها، بالإضافة إلي تباين مناسيب سطح الأرض، والتداخل بين اليابس والماء، وغيرها من المتغيرات المكانية الاخري المؤثرة في التوزيع الافقي لدرجة الحرارة.

ويوضح الجدول التالي رقم (٢٦) توزيع بعض عناصر الطقس التي رصدتها محطات الارصاد الجوية المصرية يوم ١١ / ٣ / ٢٠٠٢م المنصرم، ويمكن تصميم خريطة خطوط الحرارة المتساوية لمصر اعتماداً علي ارصاد درجة حرارة الهواء

المسجلة بالجدول رقم (٢٦) التي تأخذ الرمز (IsnTTT) في الشفرة الجوية علي النحو الذي تمثله خريطة خطوط الحرارة المتساوية بالشكل رقم (٥٧).

ويتضح من تتبع خريطة خطوط الحرارة المتساوية في مصر يوم ٢٠٠٢/٣/١١ ما يلي:

١- تتراوح درجة حرارة الهواء في مصر يوم ٢٠٠٢/٣/١١م بين ١٩ °م، ٢٧ °م.

٢- تنخفض درجة حرارة الهواء تدريجياً بالاتجاه من الشمال إلي الجنوب في اتجاه العروض الدنيا.

٣- تنخفض درجة حرارة النطاقات الساحلية علي البحر المتوسط بالمقارنة بالنطاقات الساحلية علي البحر الأحمر.

٤- تنخفض درجة حرارة الصحراء الغربية بالمقارنة بدرجة حرارة الصحراء الشرقية حيث تتراوح درجة حرارة الهواء بين ١٩ °م، ٢٥ °م في الصحراء الغربية، في حين تتراوح بين ٢٠ °م، ٢٧ °م، في الصحراء الشرقية. ويرجع السبب في انخفاض درجة حرارة الصحراء الغربية إلي مرور الانخفاضات الجوية عليها من الغرب إلي الشرق في ذلك الوقت وتدور حولها الرياح باتجاه عكس اتجاه عقرب الساعة فتأخذ إتجاهاً شمالياً غربياً مما يعني أن الرياح تأتي من نطاقات أبرد (جنوب اوروبا) نحو نطاقات أدفأ فتنخفض درجة الحرارة، وكذلك بسبب مرور الجبهة الباردة في مؤخرة الانخفاضات الجوية علي الصحراء الغربية.

٥- تقل المسافات بين خطوط الحرارة المتساوية فوق شبه جزيرة سيناء بالمقارنة بالمسافات بينها في نطاقات مصر الاخري، ويدل ذلك علي أن معدل التغير في درجة الحرارة أسرع فوق شبه جزيرة سيناء من باقي نطاقات مصر، ويرجع السبب في ذلك إلي عامل تضاريس سطح الأرض، حيث تشكل شبه جزيرة سيناء وحدة تضاريسية تمثلها المرتفعات علي هيئة جبال وهضاب يظهر فيها التغير الحراري بشكل واضح بسبب ارتباطه بالتغير في مناسيب سطح الأرض في حين تكون باقي نطاقات الجمهورية أقل ارتفاعاً وتضرساً منها.

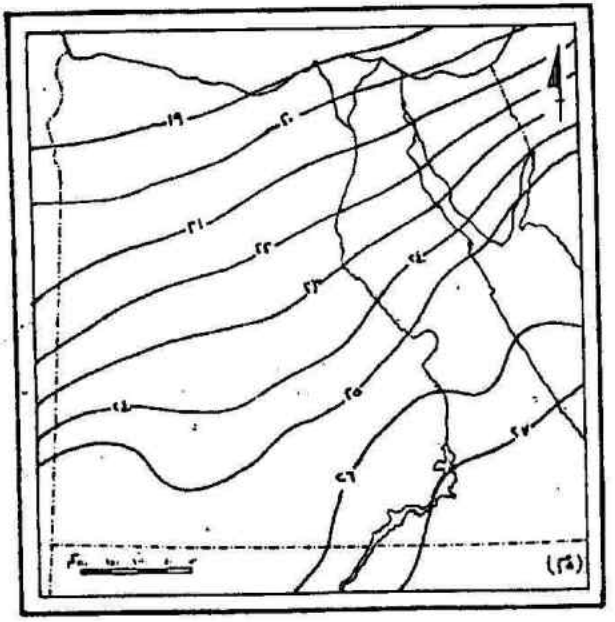
٦- تعد النطاقات الساحلية الشمالية الشرقية أعلي حرارة من نظيرتها الشمالية الغربية حيث يؤثر في الأولي الرياح الشمالية الشرقية الجافة التي تخرج من اليابس الأسيوي صيفاً، والرياح الجنوبية الغربية الآتية من نطاقات صحراوية حارة شتاءً، في حين يؤثر في السواحل الغربية الرياح الشمالية الشرقية الرطبة

جدول رقم (٣٦) أرصاد درجة الحرارة والضغط الجوي والرياح ونسبة تغطية السماء بالسحب في محطات الارصاد الجوية المصرية يوم ١١ / ٣ / ٢٠٠٢م

name	IIiii	Nddff	IsnTTT	4pppp
مرسي	62306	21926	10185	40075
مطروح	62309	21923	10191	40100
الضبعة	62318	22030	10190	40103
اسكندرية	32333	32433	10196	40105
دمياط	62337	32335	10209	40133
العريش	62366	12111	10209	40117
القاهرة	62378	12112	10209	40117
الجيزة	62387	02310	10223	40135
المنيا	62393	02209	10234	40139
اسيوط	62405	02707	10257	40125
الاقصر	62414	00907	10269	40120
اسوان	62420	01321	10212	40114
البحرية	62423	02123	10228	40101
الفرافرة	62432	01619	10238	40109
الداخلة	62435	01218	10243	40120
الخارجة	62462	13520	10252	40130
الغردقة	62465	00117	10260	40129
القصير	62459	13416	10245	40125
الطور	62199	13313	10249	40121

المصدر: الهيئة العامة للارصاد الجوية

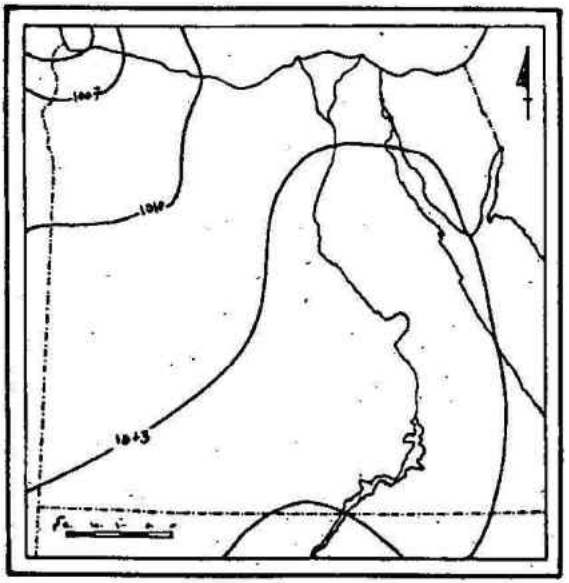
التي تخرج من البحر المتوسط صيفاً، والرياح الشمالية الغربية الباردة التي تخرج من جنوب أوروبا والبحر المتوسط شتاءً.



شكل رقم (٥٧) خريطة خطوط الحرارة المتساوية في جمهورية مصر العربية يوم ١١ / ٣ / ٢٠٠٢م

خرائط خطوط الضغط المتساوي:

يمكن تصميم خريطة خطوط الضغط المتساوي السطحية لمصر اعتماداً علي ارصاد الضغط الجوي عند سطح البحر المسجلة بالجدول رقم (٢٦) التي تأخذ الرمز (4 PPPP) في الشفرة الجوية علي النحو الذي تمثله خريطة خطوط الضغط المتساوي بالشكل رقم (٥٨).



شكل رقم (٥٨) خريطة الضغط المتساوي السطحية في جمهورية مصر العربية

يوم ١١ / ٣ / ٢٠٠٢

ويتضح من تتبع خريطة خطوط الضغط المتساوي في مصر يوم ٢٠٠٢/٣/١١م ما يلي:

١- يتراوح الضغط الجوي بين ١٠٠٥ - ١٠١٤ ملليبار.

٢- يؤثر في شمالي غرب مصر منخفض جوي يقع مركزه فوق البحر المتوسط، في حين يتركز فوق مصر الوسطي مرتفع جوي.

٣- يرتفع الضغط الجوي تدريجياً بالاتجاه جنوباً من ساحل البحر المتوسط الذي يشكل نطاقاً رئيسياً لمرور الانخفاضات الجوية، ليصل إلي أقصي ارتفاع له في مصر الوسطي ثم ينخفض تدريجياً نحو الجنوب.

٤- تتقارب خطوط الضغط المتساوي في النطاق الشمالي الغربي من مصر مما يعني أن التغير في الضغط الجوي في هذا النطاق يكون اسرع من مثيله في باقي نطاقات الجمهورية.

وتعد خريطة خطوط الضغط المتساوي ذات فائدة كبيرة في تحديد اتجاهات الرياح وشدتها، فمن المعروف أن الرياح تتجه من مناطق الضغط المرتفع نحو مناطق الضغط المنخفض، كما أنها تدور في اتجاه ضد عقرب الساعة حول مركز الانخفاض الجوي، وتدور في اتجاه عقرب الساعة حول مركز المرتفع الجوي، شكل رقم (٥٩)، وبناء علي ذلك يمكن تحديد اتجاهات الرياح علي خريطة الضغط المتساوي بسهولة وهو ما يمكن تتبعه من خلال الشكل رقم (٦٠).

خرائط الرياح والسحب:

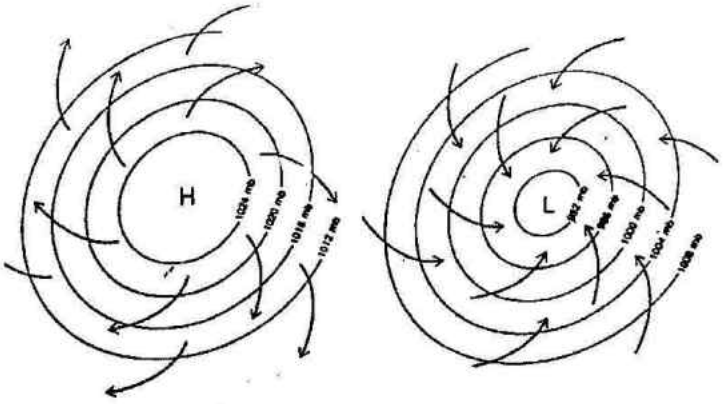
ويتم تصميمها اعتماداً علي بيانات اتجاه وسرعة الرياح ونسبة تغطية السماء بالسحب المرصودة بمحطات الأرصاد الجوية المسجلة بالجدول رقم (٢٦) التي تأخذ الرمز (Nddff) في الشفرة الجوية علي النحو الذي تمثله الخريطة بالشكل رقم (٦١).

يتضح من تتبع خريطة اتجاه وسرعة الرياح ونسبة تغطية السماء بالسحب في مصر يوم ١١ / ٣ / ٢٠٠٢ ما يلي:

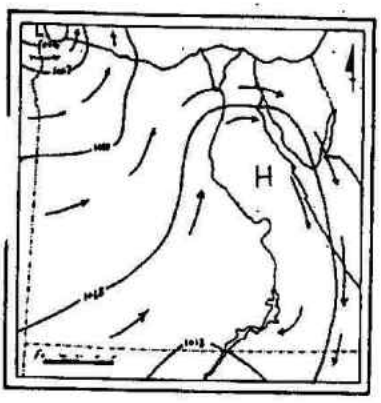
١- تتأثر الأراضي المصرية بهبوب الرياح الغربية بأنواعها، فهي غربية في أقصي الشمال الغربي والغرب وجنوبية غربية علي السواحل الشرقية والدلتا، وشمالية غربية علي نطاق الصحراء الشرقية وهي رياح محملة بالغبار والأتربة بسبب هبوبها من مناطق صحراوية مفككة التربة.

٢- تتباين سرعة الرياح بين ٧ عقدة / ساعة، ٣٥ عقدة / ساعة، وتشتد سرعة الرياح علي السواحل الشمالية وبخاصة الشمالية الشرقية، حيث تتراوح سرعتها بين ٢٣، ٣٥ عقدة / ساعة، وتتراوح قوتها بمقياس بيفورت بين ٦، ٨ وهي بذلك تتدرج من نسيم قوي جداً إلي هواء عاصف، في حين تنخفض سرعة الرياح في مصر الوسطي ومصر العليا فتتراوح سرعتها بين ٧، ٢٣ عقدة / ساعة وتتراوح قوتها بمقياس بيفورت بين ٣، ٦، وهي بذلك تتدرج من نسيم لطيف الي نسيم قوي جداً.

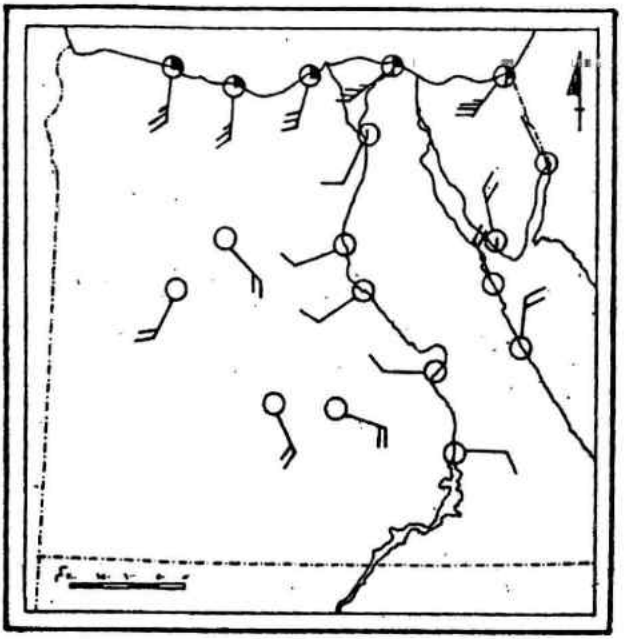
٣- تتباين نسبة تغطية السماء بالسحب فالسماء غائمة جزئياً في النطاقات الشمالية حيث تتراوح نسبة تغطية السماء بالسحب بين ٢, ، ٤, من القبة السماوية، في حين تكون السماء صافية في معظم نطاقات مصر الوسطي، والعليا، وتكون غائمة جزئياً علي سواحل البحر الأحمر الشمالية وشبه جزيرة سيناء.



شكل رقم (٥٩) دوران الرياح حول مركز كل من المنخفض والمرتفع الجوي



شكل رقم (٦٠) تحديد اتجاهات الرياح في خريطة خطوط الضغط المتساوي علي مصر يوم ١١ / ٢ / ٢٠٠٢



شكل رقم (٦١) خريطة اتجاه وسرعة الرياح ونسبة تغطية السماء بالسحب في جمهورية مصر العربية يوم ١١ / ٣ / ٢٠٠٢

خرائط الرياح:

ويتم تصميمها اعتماداً علي بيانات اتجاه وسرعة الرياح المرصودة بمحطات الارصاد الجوية المسجلة بشفرة الطقس حيث يشير الحرفان (dd) لاتجاه الرياح بعشرات الدرجات، والحرفان (ff) لسرعة الرياح بالعقدة، فعلي سبيل المثال يوضح الجدول رقم (٢٧) أرصاد اتجاه وسرعة الرياح في محطات الارصاد الجوية المصرية يوم ١٧ / ١١ / ٢٠٠٠م ويمكن اعتماداً علي بياناته رسم خريطة الرياح الموضحة بالشكل رقم (٦٢) الذي نستنتج منه التقرير التالي.

١- تتأثر الأراضي المصرية بهبوب الرياح الغربية بأنواعها، فهي شمالية غربية علي السواحل الشمالية، وغربية في مصر الوسطي وجنوبية غربية في مصر العليا، وشمالية غربية علي الصحراء الغربية، وجنوبية غربية علي سيناء والبحر الأحمر.

٢- تتباين سرعة الرياح بين ٥، ٢٠ عقدة / ساعة، وهي تشتد علي السواحل الشمالية حيث تتراوح سرعتها بين ١٤، ٢٠ عقدة / ساعة، وبين ٣، ٥ بيفورت، وهي بذلك تتراوح من نسيم لطيف الي نسيم قوي. في حين تنخفض سرعتها علي باقي انحاء مصر حيث تتراوح سرعتها بين ٥، ١١ عقدة / ساعة، وبين ٢، ٣ بيفورت، وهي بذلك تتدرج من نسيم خفيف إلي نسيم لطيف.

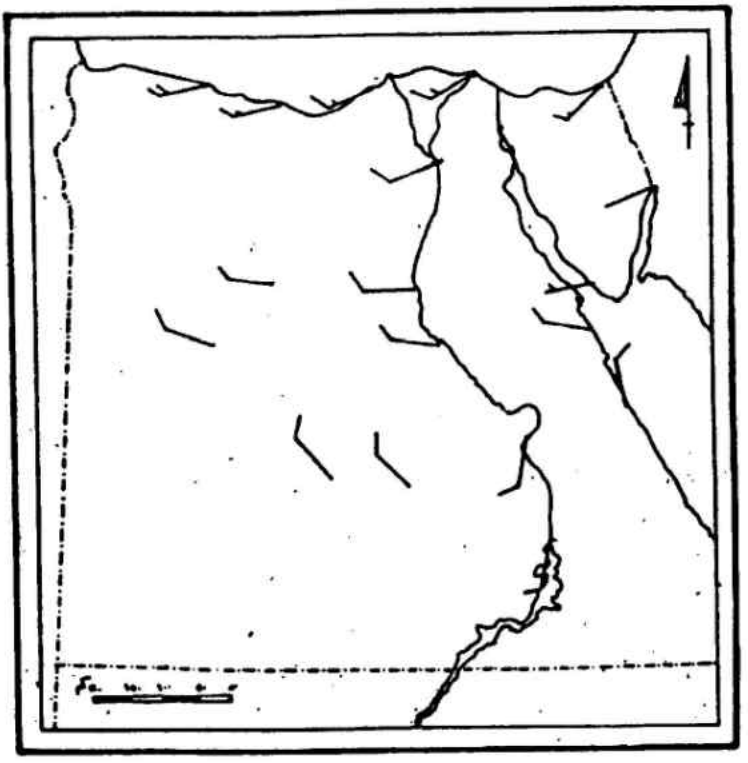
وبالمثل يمكن تصميم خريطة اتجاه الرياح علي مساحات أكبر كما هو موضح بالشكل رقم (٦٣) الذي يوضح اتجاهات الرياح علي قارة أفريقيا يوم ٨ يناير ٢٠٠٢م، ويتبين من تتبعه ما يلي:

١- تدور الرياح فوق شمالي افريقيا حول مركز يقع فوق تونس باتجاه يتفق مع اتجاه عقرب الساعة وهو ما يدل علي وجود مرتفع جوي يسيطر علي هذا النطاق. في حين تدور الرياح فوق شرقي المحيط الاطلسي المجاور لسواحل المغرب حول مركز عكس اتجاه عقرب الساعة وهو ما يعني وجود منخفض جوي علي هذا النطاق.

جدول رقم (٢٧) أرصاد اتجاه وسرعة الرياح في محطات الارصاد الجوية المصرية

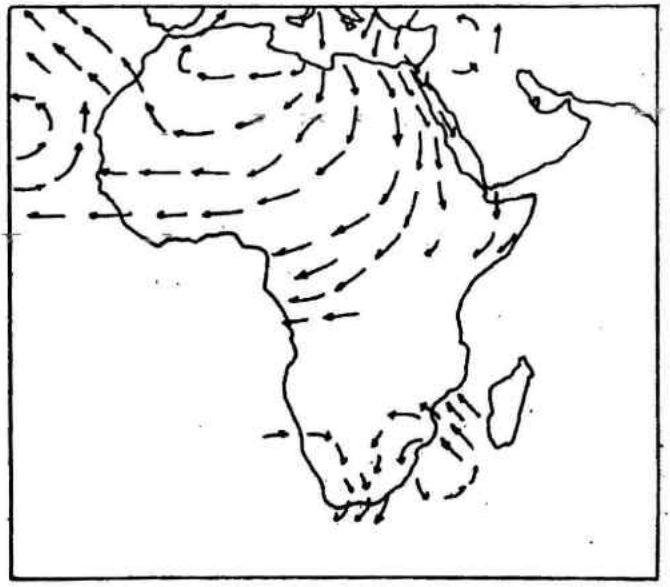
يوم ١٧ / ١١ / ٢٠٠٠

name	IIiii	dd	ff
مرسي	62306	26	20
مطروح	62309	26	16
الضبعة	62318	25	15
اسكندرية	32333	24	14
دمياط	62337	23	15
العريش	62366	25	10
القاهرة	62378	25	10
الجيزة	62387	27	11
المنيا	62393	28	09
اسيوط	62405	19	10
الاقصر	62414	19	09
اسوان	62420	28	09
البحرية	62423	29	10
الفراهرة	62432	33	10
الداخلة	62435	32	10
الخارجة	62462	28	09
الغردقة	62465	35	08
القصير	62459	26	05
الطور	62199	25	09



شكل رقم (٦٢) خريطة اتجاه وسرعة الرياح في جمهورية مصر العربية

يوم ١٧ / ١١ / ٢٠٠٠



شكل رقم (٦٢) خريطة اتجاه الرياح علي قارة افريقيا يوم ٦ يناير ٢٠٠٢م

٢- بالنسبة لشمالي أفريقيا تهب الرياح الشمالية الغربية علي مصر، والرياح الشمالية علي ليبيا، والشرقية علي تونس والجزائر، وجنوبية شرقية علي المغرب.

٣- بالنسبة لوسط أفريقيا تكون الرياح شمالية علي السودان، وشرقية علي اقليم الساحل وهضبة افريقيا، وشمالية شرقية علي أثيوبيا.

٤- بالنسبة لجنوبي افريقيا تدور الرياح حول مركز يقع علي السواحل الجنوبية الشرقية عكس اتجاه عقرب الساعة وهو ما يدل علي وجود منخفض جوي فوق هذا النطاق.

خرائط الطقس المتكاملة:

ويقصد بها الخرائط التي يوقع عليها جميع بيانات شفرة الطقس علي هيئة

خطوط الضغط المتساوي ونماذج الطقس الموزعة علي محطات الرصد، ويتم إعداد نشرات الطقس المتكاملة اعتماداً علي تلك الخرائط. ويتم تصميم خرائط الطقس المتكاملة عن طريق تجميع شفرات الطقس الصادرة عن مراكز الارصاد الجوية الموزعة علي النطاق الأرضي المطلوب تمثيله، فعلي سبيل المثال عند تصميم خريطة الطقس المتكاملة في مصر يلزم توافر شفرات الطقس الصادرة من محطات الارصاد الجوية الموزعة علي الجمهورية ثم يتم توقيع خطوط الضغط المتساوي ونماذج الطقس فوق مواقع المحطات ثم يتم اعداد تقرير الطقس المتكامل من خلال تحليل الخريطة.

ويوضح الجدول التالي رقم (٢٨) بيانات شفرات الطقس الصادرة من محطات الارصاد الجوية المصرية في احدي ايام شهر مارس وبناء عليه صممت خريطة الطقس الموضحة بالشكل رقم (٦٤) الذي يمكن من خلال تحليله اعداد التقرير التالي:

١- يسود فوق جمهورية مصر العربية طقس مائل للبرودة علي السواحل الشمالية معتدل علي الدلتا والقاهرة وشبه جزيرة سيناء، مائل للدفء علي مصر الوسطي، دافئ علي مصر العليا والواحات.

٢- يؤثر علي السواحل الشمالية الغربية منخفض جوي يقع مركزه فوق البحر المتوسط، ويعمل هذا المنخفض علي سيادة حالة من عدم الاستقرار بتلك النطاقات، في حين يؤثر علي باقي انحاء الجمهورية مرتفع جوي يقع مركزه علي الصحراء الشرقية وهو يوفر حالة من الاستقرار علي كل من مصر الوسطي والعليا والواحات.

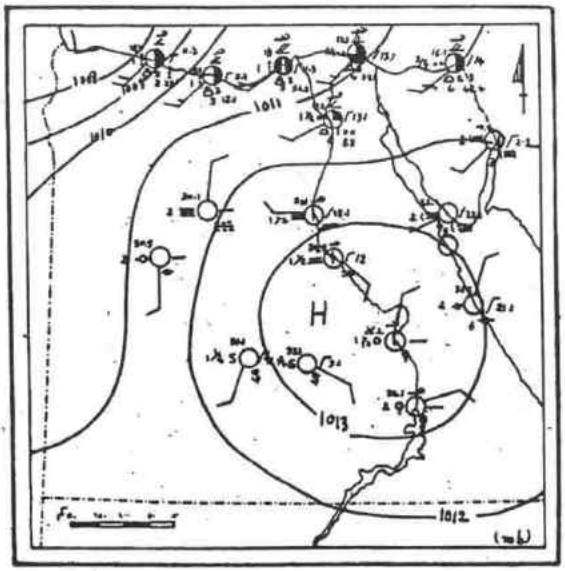
٣- تسود رياح معتدلة إلي قوية نشطة جنوبية غربية علي شمالي الجمهورية وشبه جزيرة سيناء، في حين تتحول إلي رياح معتدلة غربية إلي شمالية شرقية إلي جنوبية شرقية في مصر الوسطي والعليا، وتكون جنوبية وجنوبية غربية علي الواحات.

٤- تزداد كمية السحب علي السواحل الشمالية فالسماء غائمة إلي غائمة جزئياً علي السواحل الشمالية وتقل كمية السحب وتزداد فترات سطوع الشمس بالاتجاه جنوباً حتي تصبح السماء صافية تقريباً علي مصر العليا واقليم البحر الاحمر. كما تظهر السحب المنخفضة والمتوسطة الارتفاع علي شمالي البلاد، في حين تكون مرتفعة في مصر الوسطي والعليا.

جدول رقم (٢٨) بيانات شفرات الطقس الصادرة من محطات الارصاد الجوية المصرية في احدي ايام شهر مارس(١)

IIiii	IRIxhVV	Nddff	IsnTT	4PPPP	5aPP	6RRRt	7wwWW	$8N_hC_LC_MC_H$
62306	13316	42620	10181	40075	52112	62210	76565	83311
62309	13316	52616	10182	40100	52113	62110	76566	83322
62318	11316	72515	10180	40103	52113	63630	76566	83322
32333	11412	62414	10173	40105	53131	63910	76263	83121
62337	11412	52315	10161	40133	53140	64550	76263	82121
62366	11624	22510	10192	40117	52131	60530	76162	81111
62387	31024	11611	10231	40135	53131	-	71111	80002
62393	31024	11409	10243	40139	52120	-	71112	80002
62405	31024	10210	10262	40125	55000	-	70102	80001
62414	31032	10909	10291	40120	55000	-	70202	80001
62420	32032	00109	10301	40114	55000	-	74142	-
62423	32032	10810	10305	40101	55000	-	70303	-
62432	32020	02210	10311	40109	52091	-	70708	-
62435	32020	01210	10321	40120	52031	-	70708	-
62462	32632	02809	10322	40130	53011	-	70303	-
62465	30632	03508	10281	40129	52211	-	70303	-
62459	32532	02605	10221	40125	53222	-	74141	-
62199	32332	02509	10192	40121	52213		74141	-

(١) حالة افتراضية.



شكل رقم (٦٤) خريطة الطقس التي تمثل بيانات الجدول رقم (٢٨)

٥- تقل الرؤية الافقية علي السواحل الشمالية بخاصة الشمالية الشرقية بالإضافة إلي مصر الوسطي بسبب تكون الشابورة المائية والشوائب العالقة فتتراوح بين ١٢٠٠، ١٦٠٠ متراً، في حين تزداد الرؤية الأفقية فتتراوح بين ٢٠٠٠، ٣٢٠٠ متراً علي باقي انحاء البلاد.

٦- تسقط الامطار تتدرج من معتدلة إلي غزيرة علي السواحل الشمالية للجمهورية، وينعدم سقوط الامطار بالاتجاه جنوباً بعيداً عن القاهرة.

نشرات الطقس:

تصدر هيئات ومراكز الارصاد الجوية نشرات طقس متنوعة، وتعد خريطة توزيعات الضغط الجوي والرياح من أهم خرائط الطقس التي يعتمد عليها في اعداد النشرة حيث يمكن عن طريق تحليلها التعرف علي حالة الاستقرار وعدم الاستقرار وبخاصة خلال فترات مرور الانخفاضات الجوية الممطرة وما يصاحب هبوبها من رياح حارة في مقدمتها أو باردة في مؤخرتها.

ويوضح الجدول رقم (٢٩)والشكل رقم (٦٥) حالة الطقس في مصر يوم ٢٠٠٢/٢/١٦م وخريطة الطقس السطحية الصادرة من المركز الرئيسي للأرصاد الجوية بالقاهرة، ويمكن منهما كتابة النشرة الجوية التالية.

جدول رقم (٢٩) حالة الطقس يوم ٢٠٠٢/٢/١٦م في مصر(١)

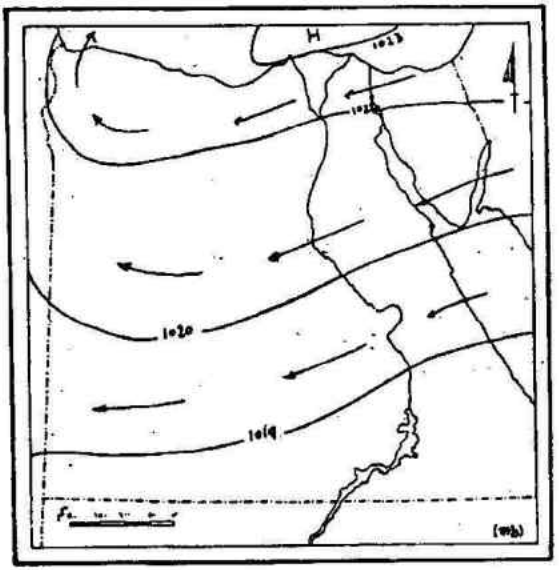
التاريخ	المنطقة	درجة الحرارة		الرياح بالعقدة		الضغط الجوي
		عظمى	صغرى	سرعة	اتجاه	
٢٠٠٢/٢/١٦	الساحل الشمالي	٢٠	٩	٥ - ١٥	ش ق إلي ق	١٠٢٣
	الوجه البحري	٢١	٩	٤ - ١٤	ش ق	١٠٢٢
	والقاهرة	٢٥	٦	٤ - ١٤	ش ق	١٠١٩

«يؤثر علي الجمهورية مرتفع جوي يتحرك ببطء جهة الشرق وتسود حالة من استقرار الطقس الذي يميل للدفء شمالاً ودافئ جنوباً نهاراً، بارد الي شديد البرودة ليلاً، وتتكون الشابورة المائية الكثيفة صباحاً علي الوجه البحري والقاهرة وتظهر بعض السحب المنخفضة والمتوسطة شمالاً».

ويوضح الشكل رقم (٦٦) خريطة خطوط الضغط المتساوي السطحية فوق قارة أوروبا يوم ٢٠ يناير ١٩٨٢، ويمكن من تتبعها كتابة النشرة الجوية التالية:

«يؤثر علي أوروبا مرتفع جوي يقع مركزه فوق وسط أوروبا ويتحرك ببطء جهة الشرق وتسود حالة من استقرار الطقس، في حين يتحرك نحو أوروبا منخفض جوي عميق يقع مركزه فوق المحيط الاطلسي الشمالي ويسبب حالة من عدم الاستقرار الشديدة تتميز بالبرودة الشديد وتساقط الثلوج وعواصف البرق والرعد والرياح العاصفة الشديدة ويكون التغير في الطقس كبيراً وعنيفاً، ويؤثر في غربي أوروبا منخفض جوي آخر - أقل عمقاً من نظيره فوق الاطلس الشمالي - يقع مركزه شمالي جزيرة أيرلندة وهو يتحرك شرقاً نحو أوروبا وسوف يسبب حالة من عدم الاستقرار عليها تتميز بالبرودة وتساقط الامطار الغزيرة مصحوبة بعواصف البرق والرعد ويستمر تكاثف السحب وسقوط الامطار علي غربي أوروبا مدة طويلة».

(١) الهيئة العامة للارصاد الجوية - الادارة العامة للتحاليل - بيانات غير منشورة.

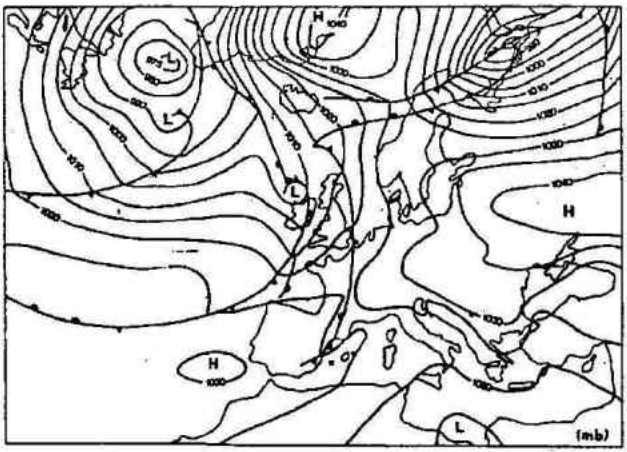


شكل رقم (٦٥) خريطة خطوط الضغط المتساوي والرياح (السطحية) لحالة الطقس يوم ١٦ / ٢ / ٢٠٠٢م في جمهورية مصر العربية

ويستدل من الشكل رقم (٦٦) علي الاختلاف في العمق والسرعة والشدة بين كل من المنخفض الجوي شمالي الاطلس ونظيره فوق شمالي ايرلندة من خلال ملاحظة المسافات بين خطوط الضغط المتساوي فكلما كانت أقرب كلما كانت الرياح تدور حول المنخفض الجوي بسرعة كبيرة، وكلما كان المدي كبيراً بين قيم الضغط الجوي عند الاطراف الخارجية للمنخفض وقيمة الضغط الجوي عند مركز المنخفض دل ذلك علي زيادة عمق المنخفض وزيادة دوران سرعة الرياح حوله وبالتالي يكون التغير في الطقس كبيراً وسريعاً وعنيفا.

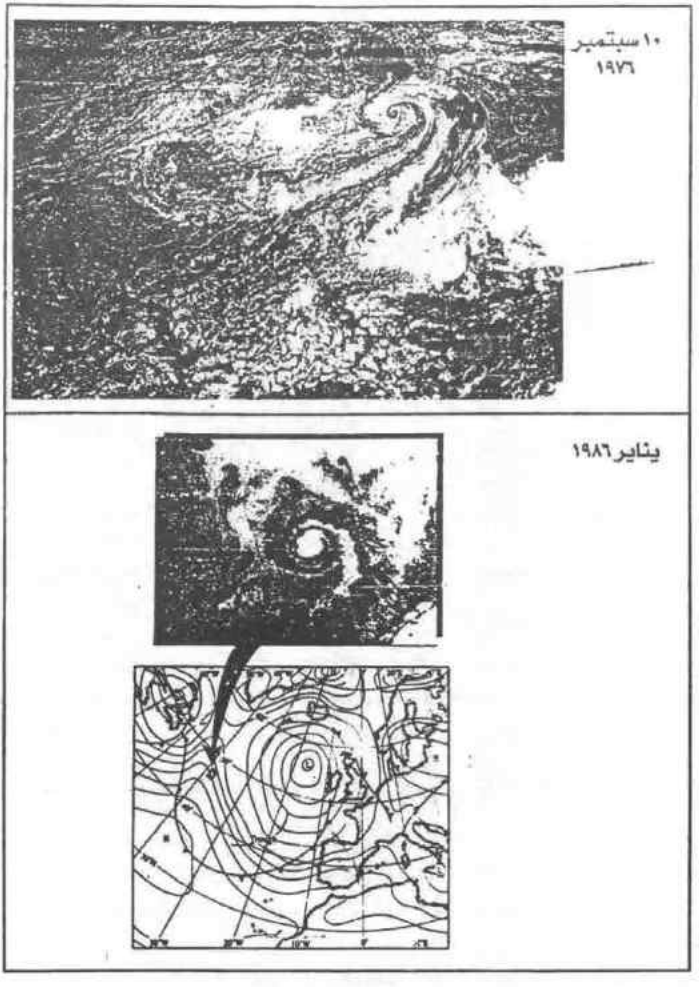
ويستدل أيضاً من مرور الجبهة الباردة بعدم استقرار الطقس وتميزه بالبرودة الشديدة وظهور سحب المزن الركامي وسقوط الأمطار الغزيرة في حالة ما إذا كانت الرياح تتحرك من جنوبي أوروبا نحو شمالها، أو سقوط الثلوج في حالة ما إذا كانت الرياح تتحرك من شمالي أوروبا نحو الوسط أو الجنوب، ويستدل من مرور الجبهة الدافئة باستقرار الطقس وظهور سحب السمحاق والسحب الطبقية متوسطة الارتفاع وتسقط امطار خفيفة أحياناً.

ويمكن كتابة نشرة الطقس اعتماداً علي صور الاقمار الاصطناعية، فعلي سبيل المثال يوضح الشكل رقم (٦٧) إحدي صور الاقمار الاصطناعية التي إلتقطت يوم ١٠ سبتمبر عام ١٩٧٦، وصورة اخري التقطت في إحدي أيام شهر يناير ١٩٨٦، وكلتا الصورتان توضحان مرور الاعصار (المنخفض الجوي) الأولي فوق غربي الولايات المتحدة الامريكية والثانية فوق غربي أوروبا، ويمكن انشاء خريطة الضغط المتساوي من صورة الاقمار الاصطناعية عند تحليل المدي الطيفي للأشعة المنعكسة المسجلة بالصورة، وتحديد انواع نطاقات الضغط الجوي وتحركها كما هو موضح بالشكل.

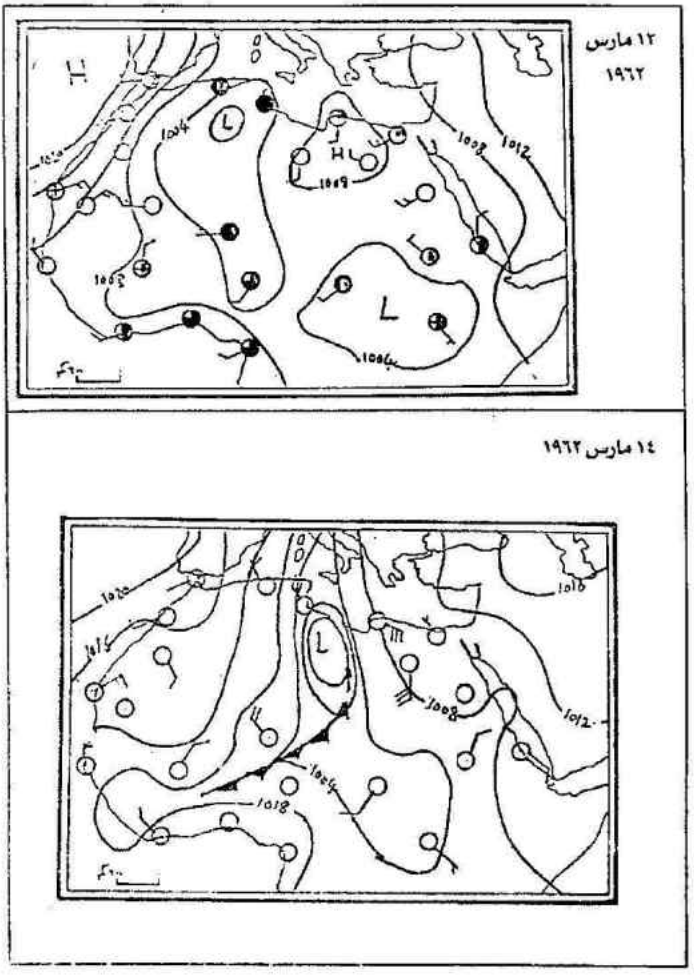


شكل رقم (٦٦) خريطة الضغط الجوي والرياح والجبهات الهوائية فوق قارة اوروبا يوم ٢٠ / ١ / ١٩٨٢

ويظهر من تتبع الشكل رقم (٦٧) تتابع مرور المنخفضات والمرتفعات الجوية فوق غرب أوروبا، حيث يؤثر منخفض جوي قوي يقع مركزه شمال غرب ايرلندة وتتقدم جبهته الباردة نحو غربي أوروبا مسببة حالة من عدم الاستقرار العنيف فيتبدل الطقس من حالة الاستقرار التي فرضها المرتفع الجوي الذي يتحرك جهة الشرق ويسبق هذا المنخفض الجوي في الحركة. وهنا تكمن أهمية النشرة الجوية في التحذير من التغير المستقبلي في الطقس خلال الساعات أو الايام التالية بالنسبة للنطاقات التي يتحرك نحوها الاعصار لكي يتخذ السكان والمزارعون



شكل رقم (٦٧) إنتاج خرائط خطوط الضغط المتساوي من المرئيات الفضائية



شكل رقم (٦٨) خريطتي الطقس السطحية فوق شمالي افريقيا

والملاحون وغيرهم الاحتياطات اللازمة لمواجهة شدة الرياح العاصفة وعواصف البرق والرعد وتساقط الامطار أو الثلوج الغزيرة.

وعلي سبيل المثال أيضاً يوضح الشكل رقم (٦٨) حالة الطقس فوق شمالي افريقيا يومي ١٣، ١٤ مارس ١٩٦٢، ويمكن من تتبعهما ملاحظة ما يلي:

١- يكون طقس يوم ١٣ مارس معتدل علي السواحل الشمالية حار في النطاقات الداخلية والشرقية.

٢- يؤثر علي شمالي افريقيا مرتفع جوي يقع مركزه فوق الصحراء الليبية وهو يتحرك نحو الشرق مسبباً حالة من استقرار الطقس علي الأراضي الليبية والمصرية والسودانية، ويتبعه منخفض جوي صغير يؤثر علي اقليم تونس، الجزائر والمغرب مسبباً حالة من عدم الاستقرار ويجلب معه رياح حارة مترية تعرف بالسيروكو. وكذلك تنشط الرياح المترية علي الساحل الموريتاني.

٣- السماء صافية علي السواحل الغربية، غائمة كلياً علي السواحل الشمالية الغربية، وغائمة جزئياً علي باقي الانحاء.

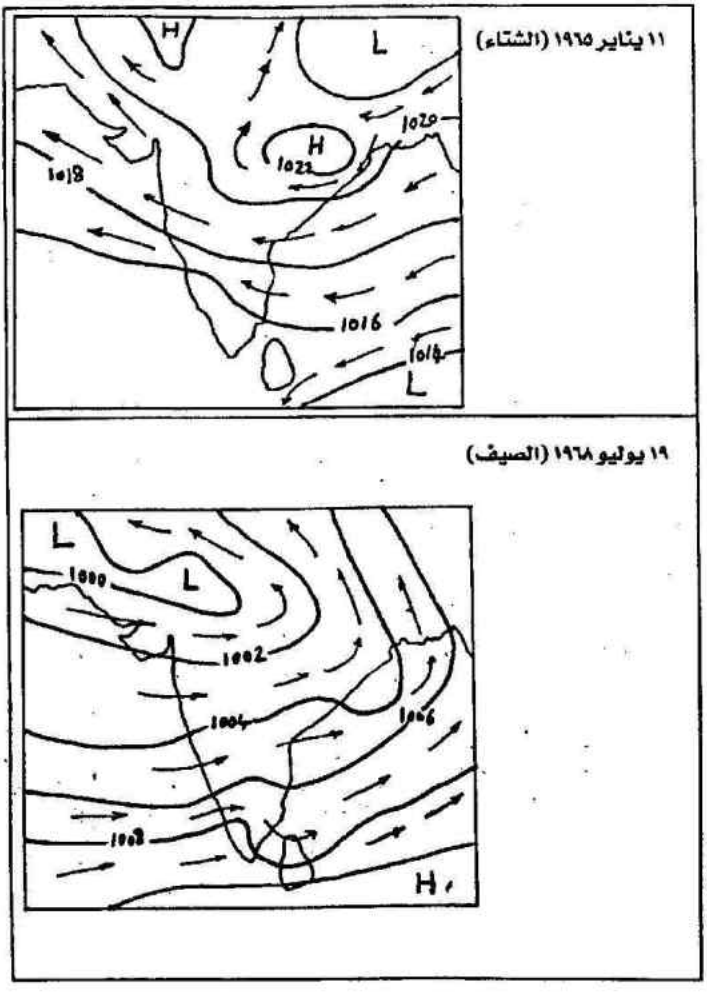
٤- الرياح معتدلة وهي شمالية شرقية علي السواحل الغربية وسواحل البحر الاحمر، وخفيفة جنوبية غربية علي الأراضي المصرية، وساحل خليج غانا، واقليم الصحراء، وجنوبية علي الصحراء الليبية.

٥- تتساقط امطار خفيفة علي الجزائر والمغرب.

٦- يتغير طقس يوم ١٤ مارس بسرعة فيتقدم المنخفض الجوي نحو الشرق ويقع مركزه فوق السواحل الليبية ويصبح شديداً وعنيفاً وتشتد سرعة الرياح وتزداد قدرتها علي حمل الرمال والاتربة مسببة عواصف رملية علي الأراضي الليبية تسمي القبلي. وتتشكل جبهة باردة تتحرك فوق النطاق الصحراوي مسببة انخفاض درجة الحرارة، تتغير اتجاهات الرياح عما كانت عليه بالأمس فتصبح غربية وشمالي غربية علي السواحل الشمالية الغربية وتتوزع من شمالية شرقية وشرقية وجنوبية علي الصحراء الليبية.

وعلي صعيد آخر يوضح الشكل رقم (٦٩) خريطتي الطقس السطحية علي شبه القارة الهندية الأولي في يوم ١١ يناير عام ١٩٦٥م والثانية يوم ٢٩ يوليو ١٩٦٨ وهي حالة تعبر عن طقس الرياح الموسمية في هذا النطاق ويمكن من تتبعهما ملاحظة ما يلي:

١- يؤثر علي المحيط الهندي يوم ١١ يناير (شتاءً) نطاق من الضغط المنخفض، ويؤثر علي شمالي الهند نطاق من الضغط المنخفض، في حين يؤثر علي الهند



شكل رقم (٦٩) خريطتي الطقس السطحية فوق شبه القارة الهندية

ذاتها نطاق من الضغط المرتفع يندفع منه الرياح نحو نطاقي الضغط المنخفض.

٢- تتجه الرياح من داخل اليابس الهندي نحو المحيط الهندي في اتجاه شمالي شرقي وتكون جافة لكنها تتحمل ببخار الماء عندعبورها خليج البنغال وينشط تكون السحب فتصبح السماء غائمة كلياً وجزئياً علي السواحل الشرقية للهند، في حين تظل باقي جهات الهند ذات سماء صافية.

٣- تتساقط الامطار علي السواحل الشرقية الهندية وجزيرة سيلان في حين تبقي باقي الانحاء جافة.

٤- يؤثر علي شبه القارة الهندية في ١٩ يوليو (صيفاً) نطاق من الضغط المنخفض يجلب اليه الرياح من المحيط الهندي الذي يؤثر عليه نطاق من الضغط المرتفع يندفع منه الرياح نحو اليابس الهندي.

٥- تتجه الرياح من المحيط الهندي في اتجاه جنوبي غربي نحو اليابس وتكون رطبة محملة بالسحب وتظهر السماء غائمة كلياً في جميع انحاء شبه القارة الهندية وتتساقط الامطار الغزيرة علي جميع انحاء شبه القارة وجزيرة سيلان، ويدل ذلك علي أن الامطار تسقط طول العام علي جزيرة سيلان والسواحل الشرقية، في حين تكون الامطار صيفية فقط في باقي نطاقات شبه القارة.

الفصل الثاني

الفصل الثاني

خرائـــط المنـــاخ

مقدمة ..

يعد مناخ أي منطقة هو تجميع إحصائي لخصائص الطقس السائدة بها خلال فترة طويلة من الوقت قد تكون شهراً، أو فصلاً، أو سنة، أو سنوات متعددة أو فترة كافية من الزمن تزيد عن أسبوع. ويقوم باحث المناخ بدراسة وتحليل وتفسير النتائج المناخية التي يستخرجها من متوسطات أو معدلات الاحصاءات الجوية، وتمثيل المتوسطات والمعدلات الجوية بالمرسوم البيانية أو الرموز علي الخرائط وانتاج خرائط المناخ كأحد خطوات تحليل وتفسير الأحوال المناخية لأي منطقة.

ويهتم علم المناخ بشكل أساسي بدراسة العناصر الجوية في التروبوسفير بصفة عامة وفي الهواء المجاور لسطح الأرض بصفة خاصة بسبب مالها من علاقات مباشرة وغير مباشرة بكل المظاهر الطبيعية والحيوية والبشرية علي سطح الأرض، وبمعني آخر فإن دارس المناخ يهتم بتعريف القيمة الجغرافية للظاهرات الجوية وأثر الظروف الجغرافية المختلفة فيها، فالعلاقة متبادلة بين سطح الأرض بما عليه من ظاهرات مختلفة والظواهر الجوية المحيطة به.

ويتفق كل من خرائط الطقس والمناخ في أن كل منهما يمثل حالة الظواهر الجوية بالغلاف الجوي، إلا أن خرائط المناخ تعتمد أساساً علي قيم متوسطات العناصر الجوية في حين تعتمد خرائط الطقس علي القيم الحقيقية لتلك العناصر وقت الرصد، ومعني ذلك أن الرسوم والرموز المستخدمة في تصميم خرائط الطقس والمناخ متماثلة ولكن طبيعة البيانات التي يتم تمثيلها مختلفة.

ويتطلب تحليل خرائط المناخ معرفة العوامل المؤثرة فيه حيث تؤكد هذه العوامل الفروق المناخية وتبرز الاختلافات المناخية المحلية من منطقة إلي أخري وكذلك التغيرات المناخية الفصلية داخل حدود نطاق الخريطة. وتتمثل هذه العوامل أساساً في الموقع الجغرافي، أشكال سطح الأرض، البعد والقرب عن المسطحات المائية، مسارات الأعاصير (الانخفاضات الجوية)، توزيع الكتل الهوائية وغيرها من المتغيرات المكانية والجوية.

• الخرائط المناخية:

توضح خريطة المناخ عنصرا أو أكثر من عناصر المناخ مثل الحرارة أو الأمطار أو الضغط الجوي في فترة طويلة قد تكون شهرا، أو فصلا أو سنة أو عددًا من السنين ومن ثم توضح خرائط المناخ حالة الجو لفترة طويلة، وتتمثل وظيفتها في توزيع العناصر المختلفة فوق سطح الأرض وهي بذلك عبارة عن صور وصفية لحالة المناخ العامة - على عكس خرائط الطقس التي هي عبارة عن وصف عام لحالة الجو بعناصره المختلفة في فترة زمنية قصيرة.

سبق أن علمنا أن الفرق الأساسي بين كل من خريطتي الطقس والمناخ أن الأولى تنشأ على أساس الأرقام المطلقة الواردة نتيجة للأرصاد الجوية بينما خرائط المناخ تعتمد في إنشائها أساسا على المتوسطات. ورغم ما قد يبدو من أن خرائط الطقس تعتمد أيضًا على متوسطات إلا أن هذه المتوسطات لا تتعدى متوسطات يومية daily means لأن خريطة الطقس تصدر مرة واحدة في اليوم.

أما خرائط المناخ فتعتمد على متوسطات شهرية وفصلية وشتوية وإن كانت أشهر الخرائط المناخية دائما هي خريطتا شهر يوليو وشهر يناير.

إذا كان الجهاز المستخدم في رصد درجات الحرارة هو جهاز الترموجراف فإن الأرصاد التي تتوفر لدينا تمكننا من الحصول على متوسطات يومية حقيقية true daily mean على أساس أن الرصد بهذا الجهاز يتم على مدار اليوم كله أي نتيجة تلخيص (٢٤) رصدة تتم على أساس مرة كل ساعة، ويبين لنا الجدول الآتي المتوسط اليومي الحقيقي لأحد محطات الأرصاد.

أما لفظ المتوسط اليومي daily mean فإنه يستخدم في الشفرة المتيورولوجية الدولية interna-tional metreo logical code على أساس متوسط ثلاثة رصدات يومية تتم في الساعة السابعة صباحا والثانية والتاسعة مساء.

خرائط خطوط التساوي:

تستخدم خطوط التساوي في تمثيل البيانات المناخية لمعظم عناصر المناخ علي الخرائط، حيث تربط خطوط التساوي بين القيم المتساوية لعنصر المناخ المطلوب تمثيله، - كما سبق توضيحه في الفصل الرابع - ويتم تحليل خريطة خطوط التساوي بالتعرف علي إتجاه الزيادة أو النقصان في قيم الخطوط، وتباين المسافة بين الخطوط فكلما كانت متقاربة أكثر دل ذلك علي شدة التغير في عنصر المناخ، وكلما كانت متباعدة أكثر دل ذلك علي ضعف التغير في عنصر المناخ، كما يمكن حساب معدل التغير في قيم عنصر المناخ عن طريق تفسير العلاقة بين الفارق في قيم خطين متتالين والمسافة الحقيقية بينهما.

خطوط التساوي

وهي خطوط رمزية ترسم علي الخريطة لتدل علي توزيع قيم عنصر الجو المطلوب تمثيله باستخدامها، وتربط هذه الخطوط بين النقط التي تتساوي فيها قيم عنصر الجو، ولهذا السبب تعرف بخطوط التساوي. والشائع استخدام خطوط التساوي في تمثيل التوزيع الجغرافي لدرجة الحرارة فتسمي خطوط الحرارة المتساوية Isotherms وتمثيل التوزيع الجغرافي للضغط الجوي فتسمي خطوط الضغط المتساوي Isobars، وتمثيل التوزيع الجغرافي للمطر السنوي فتسمي خطوط المطر المتساوي Isohyets.

ويتم رسم خطوط التساوي علي الخرائط باتباع الخطوات التالية:

١-اعداد خريطة الأساس وهي خريطة توزيع محطـ ـات الأرصاد الجوية بالمنطقة المراد رسم خطوط التساوي لأحد عناصر الجو المطلوب تمثيله.

٢- تحديد قيم عنصر الجو المطلوب تمثيله فوق كل محطة من محطات الارصاد الجوية بالخريطة.

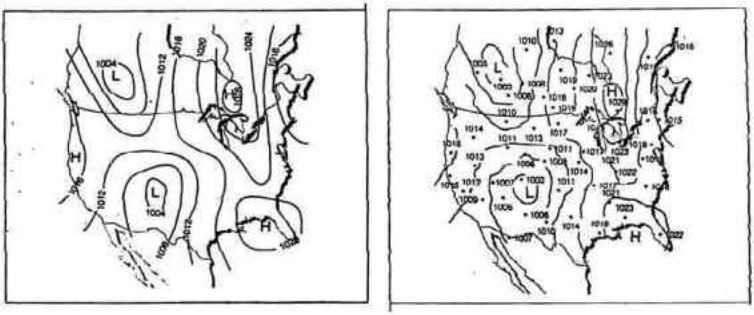
٣- رسم شبكة من المثلثات غير المتقاطعة تصل بين محطات الارصاد الجوية المبينة علي الخريطة، وبهذه الطريقة يصل كل خط من خطوط المثلثات بين قيمتين من قيم عنصر الجو المطلوب تمثيله.

٤- يتم تقسيم طول كل ضلع من اضلاع المثلثات (المسافة بين كل محطتين) إلي مسافات أصغر تتناسب مع الفارق المطلوب توقيعه بين كل خطين من خطوط التساوي، وتكتب فوق كل نقطة تقسيم القيمة المستنتجة.

فعلي سبيل المثال في حالة رسم خطوط الحرارة المتساوية وكان طول أحد اضلاع المثلث ٦ سم، ويصل بين محطتين الأولي درجة حرارتها ٢٦ °م، والثانية درجة الحرارة فيها ٢٩ °م بفارق يبلغ ٣ °م، فسوف يتم تقسيم المسافة بين المحطتين إلي ثلاثة أقسام طول كل منها ٢ سم وكل نقطة تقسيم تشير إلي فارق حراري يبلغ درجة مئوية واحدة، وبهذه الطريقة نتمكن من تحديد المواقع التي تبلغ فيها درجة الحرارة ٢٧ °م، ٢٨ °م ويتم بالمثل تحديد قيم درجة الحرارة المستنتجة بين محطات الأرصاد الجوية الأخري.

٥- يتم رسم خطوط تصل بين النقط التي لها قيم متساوية، ثم تكتب قيمة كل خط فوقه او عند نهايته. وبتكرار هذه الخطوة يتم رسم جميع خطوط التساوي في الخريطة - شكل رقم (٣٩).

ويمكن من خلال خريطة الخطوط المتساوية تتبع التغير في قيم عنصر الجو ومعدل تغيره عن طريق تفسير العلاقة بين الفارق في الضغط الجوي بين الخطوط، والمسافة بين الخطوط نفسها، فكلما اقتربت خطوط التساوي من بعضها دل ذلك علي سرعة التغير في الضغط الجوي والعكس صحيح، وتتبع اتجاه الزيادة او النقصان لتحديد نطاقات الضغط المرتفع ونطاقات الضغط المنخفض، والربط بين هذا التغير والمظاهر الجغرافية الموضحة بالخريطة، والربط بين هذا التغير والتغير في عناصر الجو الأخري.



شكل (٣٩) طريقة رسم خطوط التساوي في علم المناخ

أولاً : خرائط العناصر المناخية :

- خرائط درجة حرارة الهواء :

إذا كان الجهاز المستخدم في رصد درجات الحرارة هو جهاز الترموجراف فإن الأرصاد التي تتوفر لدينا تمكننا من الحصول على متوسطات يومية حقيقية True daily mean على أساس أن الرصد بهذا الجهاز يتم على مدار اليوم كله أي نتيجة تلخيص (٢٤) رصدة تتم على أساس مرة كل ساعة ، ويبين الجدول الآتي المتوسط اليومي الحقيقي لأحد محطات الأرصاد.

أما لفظ المتوسط اليومي daily mean فإنه يستخدم في الشفرة المتيورولوجية الدولية International meteorological code على أساس متوسط ثلاث رصدات يومية تتم في الساعة السابعة صباحاً والثانية والتاسعة مساءاً.

فيكون المتوسط اليومي للحرارة = قراءات $\frac{٧ + ١٤ + ٢١}{٣}$

الساعة	الأرصاد بالدرجات المئوية										المتوسط الهرمي الحقيقي
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	
صباحًا	١٦,١	١٥,٨	١٥,٤	١٥,١	١٤,٨	١٥,٠	١٦,١	١٧,٤	١٨,٥	١٩,٥	١٨,٦
									١١	١٢	
									٢٠,٣	٢١,١	
مساءً	٢١,٩	٢٢,٦	٢٢,٧	٢٢,٥	٢١,٩	٢١,٠	١٩,٨	١٨,٨	١٨,١	١٧,٥	
									١١	١٢	
									١٧,٠	١٦,٦	

فإذا طبقنا هذه الصيغة على الجدول السابق نجد أن:

$$\text{المتوسط اليومي} = \frac{١٦,١^{\circ} + ٢٢,٦^{\circ} + ١٨,١^{\circ} + ١٨,١^{\circ}}{٤} = ١٨٩,٧^{\circ}م$$

$$\text{أما في مصر فيحسب على أساس} = \frac{١٦,١^{\circ} + ٢٢,٦^{\circ} + ١٨,١^{\circ}}{٣} = ١٨,٩^{\circ}م$$

أما إذا توفر لدينا النهاية العظمة والدنيا للحرارة ويمكن الحصول عليها من الجدول نفسه في حالة استخدام الترموجراف. أما في حالة استخدام ترمومتر لقياس درجات الحرارة فإننا سنتبين في هذه الحالة ترمومترين أحدهما لبيان النهاية العظمى والآخر لبيان النهاية الدنيا.

وفي هذه الحالة يمكننا الحصول على ما يسمى بالمعدل اليومي للحرارة ويكون كالآتي:

المعدل اليومي للحرارة

$$= \frac{\text{درجة الحرارة العظمى + درجة الحرارة الدنيا}}{٢}$$

$$= \frac{٢٢,٧^{\circ} + ١٤,٨^{\circ}}{٢} = ١٨,٨^{\circ}$$

المتوسطات الشهرية:

هناك نوعين من المتوسطات الشهرية للحرارة الأول وهو المتوسط الشهري الحقيقي true monthly mean ويتم الحصول عليه من واقع الأرصاد التي تتم كل ساعة على مدار الشهر فإذا فرض أن الشهر مكون من ٣٠ يومًا يكون المتوسط الشهري الحقيقي ٢٤ × ٣٠ = ٧٢٠ قراءة.

$$\text{المتوسط الشهري الحقيقي} = \frac{\text{قراءات ٧٢٠ ساعة}}{٧٢٠}$$

وهكذا.

أما في الحالة الأكثر شيوعا واستخداما في الحصول على المتوسط الشهري العادي monthly mean فهو كالآتي:

المتوسط الشهري = متوسطات الـ٣٠ يوم / ٣٠

وهكذا.

والمتوسط الشهري لشهر معين وليكن شهر يوليو مثلا في سنة واحدة لا يجدي كثيرا في الدراسات المناخية لأن احتمال شذوذ هذه السنة احتمال كبير يجعل الثقة في هذا الرقم ثقة ضئيلة ومن ثم فإن علماء المناخ يعتمدون في الحصول على المتوسط الشهري لدرجة الحرارة من واقع قسمة متوسط نفس الشهر - يوليو مثلا - على مدار عدة سنوات لا تقل عن الـ ٣٥ سنة أو أكثر. فيكون كالآتي:

المتوسط الشهري ليوليو مثلا =

مجموع متوسط يوليو على مدار ٣٥ سنة / ٣٥

أما الحصول على النهاية العظمى والدنيا شهريا فتتم بصورة مطلقة بدون متوسطات.

المتوسطات السنوية:

إن هناك نوعين أيضًا من المتوسطات السنوية. فهناك متوسطات سنوية حقيقية true nearly mean وهي مستقاة من المتوسطات اليومية الحقيقية true daily mean للسنة كلها أي:

المتوسط السنوي الحقيقي =

مجموع المتوسطات اليومية الحقيقية / ٣٦٥ أو ٣٦٦

والنوع الثاني وهو المتوسط السنوي العادي yearly mean ويمكن الحصول عليه من المتوسط الشهري أي:

المتوسط السنوي للحرارة =

مجموع المتوسطات الشهرية / ١٢

وهذا المتوسط الأخير شائع الاستعمال للسهولة الواضحة في حسابه بالنسبة للمتوسط السنوي الحقيقي. ولا يخفى أن هناك نوعًا من عدم الدقة التامة في حسابه وهي تأتي من عدم تساوي طول أشهر السنة.

والمتوسط السنوي للحرارة يستخدم بوجه عام في إجراء المقارنات بين المحطات وإن كان استخدامه الأكبر يتم في معرفة اتجاه درجات الحرارة على مدى طويل من السنين.

وبعد الحصول على المتوسطات المناخية المطلوبة لخرائط المناخ نحصر الخريطة المراد توزيع الحرارة عليها ويتم عمل خريطة الحرارة باستخدام طريقة خطوط التساوي أي برسم خطوط الحرارة المتساوية وطريقة رسم هذه الخطوط هي أن نضع على الخريطة نقطا تمثل الأماكن التي لدينا عنها إحصاءات حرارية. ثم نضع بجانب كل نقطة منها متوسط درجة حرارتها وذلك بعد تعديله لكي يمثل درجة الحرارة عند سطح البحر، بمعنى أننا يجب أن نحسب درجة حرارة المكان على فرض أنه موجود في مستوى سطح البحر.

ويجري هذا التعديل درجة مئوية واحدة لكل ارتفاع قدره (٢٥٠) مترا في الشتاء ودرجة مئوية واحدة لكل (١٤٠) مترا في الصيف. ودرجة مئوية واحدة لكل (١٨٠) مترًا في العام كله فلو أخذنا مدينة معينة معدل حرارتها في العام

هو ١٣,٨ + $\frac{٦٥٥}{١٨٠}$ = ١٧,٤ م.

إلا أن هذه الطريقة في تعديل أرصاد درجة الحرارة إلى مستوى سطح البحر قليلة الاستعمال وذلك لتعقيدها بين صيف وشتاء وطول العام وعلى ذلك فالطريقة الشائعة في تعديل درجات الحرارة إلى مستوى سطح البحر هو إضافة درجة مئوية واحدة لكل ارتفاع قدره ١٥٠ مترا، دون تمييز بين فصول السنة المختلفة، ففي حالة المدينة السالفة الذكر تكون درجة حرارتها المعدلة هي ١٣,٨ + $\frac{٦٥٥}{١٥٠}$ = ١٨,٢ ولو فرض أن مدينة تقع على ارتفاع ١٥٠٠ متر وتبلغ درجة الحرارة بها ١٣م. فإننا يجب أن نضيف عشر درجات مئوية إلى هذا المتوسط بحيث تكون حرارة هذا المكان على خريطة خطوط الحرارة المتساوية ٢٣ م.

وذلك على أساس: ١٣ + $\frac{١٥٠٠}{١٥٠}$ = ٢٣.

وبهذه الطريقة يكون حساب خطوط الحرارة المتساوية مبينا على أساس واحد بالنسبة لجميع قارات العالم وهو مستوى سطح البحر.

أما في البلاد التي تستخدم الوحدات الإنجليزية في القياس فيجري التصحيح على أساس إضافة ثلاث درجات فهرنهيتية للأماكن المرتفعة لكل ١٠٠٠ قدم أما الأماكن المنخفضة عن سطح البحر فنطرح منها ثلاث درجات فهرنهيتية لكل ألف قدم من الانخفاض عن سطح البحر.

ففي حالة المدينة السابقة التي كان ارتفاعها ٦٥٥ مترًا أي حوالي ٢١٤٩ قدمًا فإذا كان متوسط درجة حرارتها الفعلية لسنوية ٥٦,٨ ف (١٣,٨ م) فإن أرقامها تعدل عن رسم خرائط خطوط الحرارة المتساوية بإضافة ٦,٥ ف إلى حرارتها الفعلية فتصبح حرارتها المعدلة على هذا الأساس ٧٣,٣ ف (١٧,٤ م).

والدافع إلى تعديل درجات الحرارة لمنسوب سطح البحر أننا إذا اعتمدنا درجة حرارة كل مكان كما هي سواء أكانت على جبل عال أم في واد عميق لنتج شذوذ كبير في شكل خطوط التساوي من تأثير الارتفاع، وبذلك يصعب دراسة الحالة بصفة عامة لمعرفة تأثير التيارات الهوائية والمائية، ولتحاشي هذا التباين فإننا نلجأ إلى هذا التعديل.

وبعد تعديل جميع المتوسطات توصل النقط التي يتساوى متوسط درجة حرارتها. بخط واحد يكتب عليه هذا المتوسط. وهكذا ترسم على الخريطة عدة خطوط يمثل كل منها متوسطا حراريا معينا مع ملاحظة أنه يستحسن لزيادة سهولة قراءة الخريطة أن يكون الفرق بين كل خط والذي يليه فرقا ثابتا.

ففي الخرائط المحلية مثلا يكون الفرق بين خط حراري والذي يليه درجة واحدة أما في خرائط العالم فقد يكون الفرق خمس درجات أو عشرًا. وكثيرا ما نضطر أثناء توصيل النقط ذات الحرارة المتساوية بعضها ببعض أن نرسم أحد الخطوط في منطقة لا يوجد بها أي نقطة لها نفس درجة الحرارة ولكنها واقعة بين خطي حرارة آخرين.

وخطوط الحرارة المتساوية يمكن أن ترسم على أساس متوسطات الحرارة اليومية أو الشهرية أو السنوية ولكن المألوف في الدراسة الجغرافية هو الخرائط الثلاث التي تمثل السنة بأكملها وكل من شهري يناير ويوليو اللذين يمثلان فصلي الشتاء والصيف في نصف الكرة الشمالي على الترتيب.

وفي قراءة الخرائط لا بد أن تراعى أن درجات الحرارة المبينة عليها ليست هي درجات الحرارة الحقيقية دائما بل هي الحرارة الاسمية والمعدلة إلى سطح البحر. وينبغي أن نلاحظ أن خرائط الحرارة المتساوية قد تعطي فكرة غير صحيحة عن حالة المناخ العامة إذ إنها توصل بين نقطتين متوسط حرارتها واحد على مستوى سطح البحر مهما اختلفت أحوال المناخ بينهما.

ولكن بالرغم من هذه العيوب فإن لخطوط الحرارة المتساوية فائدة كبيرة من حيث إنها تعطي صورة عامة عن توزيع الحرارة لا يمكن الحصول عليها بغير هذه الوسيلة، فإن انثناءاتها وتغيرات اتجاهها في مختلف الجهات تظهر لنا أثر العوامل الكثيرة التي تشترك في تحديد الحرارة وتكيف

تمرين:

الجدول التالي يوضح المتوسطات اليومية لبعض عناصر المناخ في محطة ما والمطلوب حساب المتوسط الشهري لهذه المحطة العناصر المناخية الثلاث:

اليوم	الضغط الجوي المليبار	الحرارة °٢٥م	المطر بها	اليوم	الضغط الجوي بالمليبار	الحرارة °٢٥م	المطر بها
١	١٠٠٧,٧	١٤,٤		١٦	١٠٠٢,٦	١٣,٧	
٢	٦,٠٠	١٦,٣		١٧	١٠٠٥,٤	١٢,٩	٣,٥
٣	٥,٥	١٥,٢		١٨	٧,٥	١٤,٠٠	١,٩
٤	٥,٠٠	١٤,٩		١٩	٦	١٢,٧	١,٢
٥	٥,٠٠	١٤,٣		٢٠	٣,٢	١٣,٥	٤,٤
٦	٥,٧	١٤,٤		٢١	١,٦	١٢,١	
٧	٥,٥	١٥,٢	٠,٣	٢٢	٣,٥	١١,٣	٢,٠
٨	٤,٩	١٤,٤		٢٣	٥,٤	١٠,٦	١٠,٨
٩	١٠٠٥,٢	١٥,٤		٢٤	٧,٣	١١,٧	
١٠	٥,١	١٤,٦		٢٥	١٠٠٤,٣	١١,٦	٠,٢
١١	٦,٢	١٥,٠٠		٢٦	٢,٧	١١,٢	
١٢	٥,١	١٣,٣		٢٧	٣,١	١٠,٥	
١٣	٢,٥	١٤,٠٠	٠,١	٢٨	٣,٢	٩,٩	٢,٦
١٤	١,٢	١٤,٥		٢٩	٣,٤	١١,٤	٠,٣
١٥	١,٥	١٦,٧		٣٠	٤,٢	١٠,٨	٣٣,٥
				٣١	٣,٧	١١,٥	٠,٧

المناخ مثل توزيع اليابس والماء وأثر التيارات البحرية. والرياح التي تنقل الحرارة من جهة إلى أخرى وموقع القارات المختلفة بالنسبة للجهة التي تهب منها الرياح وأثر الغطاء النباتي في حماية القشرة الأرضية من أشعة الشمس وغير ذلك من العوامل المحلية الكثيرة.

ونلاحظ من تحليلنا للخطوط المتساوية أن لهذه الخطوط خط استواء يجمع أقصى معدلات الحرارة ويقع مركزه في شمال خط الاستواء الجغرافي دائما ويتبع هذا الخط أيضا حركة الشمس من فصل لآخر فيصعد في الصيف إلى خط عرض ٢٠° ولا يقع مطلقا جنوب خط الاستواء في أي فصل من الفصول. والسبب في ذلك هو تكدس اليابس في نصف الكرة الشمالي، ومن المعروف أن اليابس يكتسب الحرارة بسرعة كبيرة، كما يرجع موقع خط الاستواء هنا أيضًا إلى تحرك كميات هائلة من المياه الساخنة في النصف الشمالي بتأثير الرياح التجارية ولأن المحيطات غير متصلة اتصالا تاما بالمحيط المتجمد الشمالي الذي هو منبع البرودة ويوضح الجدول التالي المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في بعض المحطات السودانية بالدرجات المئوية.

ويعتقد كثير من علماء المناخ أن الطريقة المثلى لدراسة توزيع الحرارة في العالم هي طريقة خطوط الشذوذ الحراري المتساوي Isonomals ويفضلونها عن خطوط الحرارة المتساوية وإن كانت هذه الأخيرة أكثر شيوعا لبساطة إنشائها.

• خطوط الشذوذ الحراري المتساوي

تمر خطوط الشذوذ الحراري Isonomals بالمناطق التي تشذ درجة حرارتها عن الدرجة العادية لخطوط العرض.

ويقصد بالشذوذ الحراري أنه الفرق بين متوسط حرارة أي مكان مصححة لمستوى سطح البحر ومتوسط حرارة خط العرض الموجود عليه هذا المكان. ويتم تحديد الدرجة العادية عن طريق حساب متوسط درجة الحرارة على كل خط عرض معين فبعد تعديل متوسط درجة الحرارة إلى مستوى سطح البحر نأخذ متوسط درجة الحرارة لعدد من محطات الرصد الجوي على طول خط العرض بشرط أن تبتعد هذه المحطات عن بعضها بمسافات متساوية ويكون ذلك بقسمة مجموع القراءات لتلك المحطات على عدد المحطات نفسها.

بعد الحصول على متوسط حرارة كل خط عرض نجد أن كل محطة أرصاد على حدة على خط العرض تشذ إيجابيا أو سلبيا عن هذا المتوسط. فنقوم عندئذ بحساب هذا الشذوذ سواء أكان بالموجب أو بالسالب ونقوم بتوصيل المحطات ذات الشذوذ الموجب ببعضها والمحطات ذات الشذوذ السالب ببعضها أيضًا.

إذن فخطوط الشذوذ الحراري توصل بين المناطق المتساوية في طبيعة شذوذها فهناك خطوط توصل بين المناطق ذات الشذوذ السالب وأخرى توصل بين الشذوذ الموجب.

درجات الحرارة المئوية في بعض المحطات المناخية بالسودان

المحطة	الدرجة المئوية	المحطة	الدرجة المئوية	المحطة	الدرجة المئوية
عطبره	٢٩,٥	الدويم	٢٨,٦	سلكا	٢٨,٠
كريمه	٢٩,٣	الرصيرص	٢٨,١	رنك	٢٨,٩
وادي حلفا	٢٥,٧	سنار	٢٨,٧	جويا	٢٧,٦
جبل الأولياء	٢٩,٠	سنجا	٢٨,٦	لوكا	٢٤,٦
الخرطوم	٢٩,٦	ود مدني	٢٨,٥	راجا	٢٦,١
القلابات	٢٦,٦	النهود	٢٦,٩	توريت	٢٦,٩
جبيت	٢٥,٤	الأبيض	٢٦,٦	واو	٢٧,٥
كسلا	٢٩,٢	القاشر	٢٦,١	سنديري	٢٦,٧
بورسودان	٢٨,٦	جنينه	٢٦,١	تالودي	٢٨,١
طوكر	٢٩,٦	أكويو	٢٨,١	نيالا	٢٧,٠
				الناصر	٢٨,٠

وفي معظم الأحيان يتم تلوين المناطق ذات الشذوذ الموجب باللون الأحمر، وذات الشذوذ السالب باللون الأزرق وذلك لزيادة الإيضاح.

ويتم تطبيق طريقة الشذوذ الحراري هذه في المناطق الجبلية على وجه الخصوص لا سيما لفائدتها في المقارنة بين السفوح الشمالية والسفوح الجنوبية لتلك المرتفعات، وفي هذه المناطق الجبلية لا يتم تعديل درجات الحرارة إلى مستوى سطح البحر ولكن يؤخذ متوسط درجة الحرارة على أساس بعض المحطات المختارة الموزعة في الإقليم كله على مستويات مختلفة الارتفاع.

وتعرف الأقاليم ذات الشذوذ الحراري الموجب باسم Pleions وتعرف خطوط الشذوذ الحراري الموجب باسم Thermo pleions كما تعرف الأقاليم ذات الشذوذ الحراري السالب باسم meions أو antipleions وتعرف خطوط الشذوذ الحراري السالب باسم thermomeions .

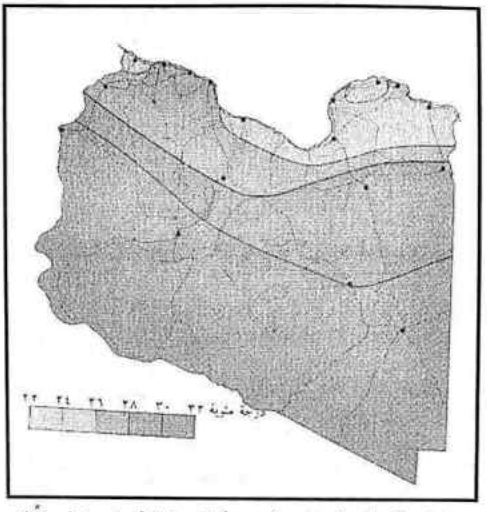
وبرز القيام بهذا المجهود الكبير في إنشاء خرائط الشذوذ الحراري إنها تفيد كثيرا في دراسة المناخ، فهي تساعد على تحليل العوامل المختلفة التي تؤثر في المناخ تأثيرا معقدا كما أنه يستبعد من هذه العوامل عامل خط العرض وهو المؤثر الأول في الحرارة فإذا أضفنا إلى هذا أن خطوط الحرارة المتساوية يستبعد منها كذلك عامل الارتفاع فإنه لا يتبقى من العوامل المؤثرة في الحرارة سوى عامل توزيع اليابس والماء، وعامل التيارات البحرية فيسهل بذلك تفسير أي ظاهرة حرارية أو تعليل أي شذوذ حراري في جهات العالم المختلفة. وبما أن خطوط الشذوذ الحراري المتساوي تصل بين الأماكن ذات الشذوذ الحراري المتساوي باستبعاد عامل الارتفاع وخط العرض ولذلك فهي في الواقع أكثر أهمية وأعظم فائدة من خطوط الحرارة المتساوية.

أ – خرائط خطوط الحرارة المتساوية Isotherm maps:

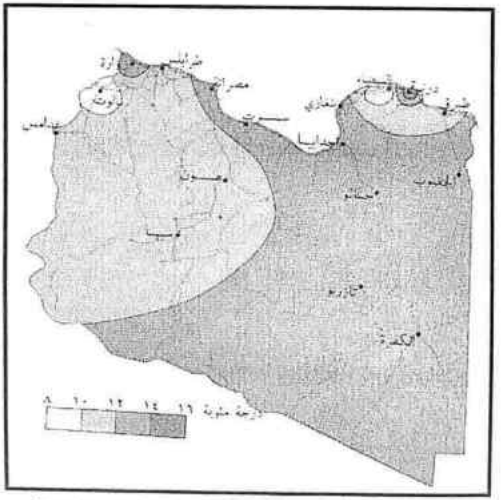
تكتب درجات الحرارة أو متوسطاتها أو معدلاتها أو النهايات العظمى أو الصغرى على خريطة الأساس في مواقع محطات الرصد، ثم ترسم خطوط مرنه تربط القيم المتساوية ببعضها البعض، ولذا تكون دقة الخريطة أكبر كلما كان عدد محطات الرصد أكبر تحاشيا لتمديد خطوط التساوي بطريقة غير صحيحة.

وتعدّل القيم الحرارية قبل توقيعها على الخريطة وتوصيل المتساوي منها ببعضه البعض، ويكون التعديل تبعا للارتفاع، فيتم خصم درجة حرارة واحدة مع كل مئة متر ارتفاع لمحطة الرصد عن منسوب سطح البحر، بمعنى تعديل درجات الحرارة أو معدّلاتها إلى درجات حرارة افتراضية معدّلة إلى منسوب سطح البحر، ويعتبر هذا النوع من الخرائط مضلل إلى حد كبير، نتيجة التباينات الكبيرة التي يسببها إلغاء الاختلافات الناجمة عن التضاريس.

لايغفل الكارتوجرافى أو الرسام عن تسجيل قيمة درجة الحرارة على كل خط من خطوط التساوي، كما انه يمكن استخدام التظليل متباين الكثافة، أو استخدام الألوان (اللون الأحمر ودرجاته في الغالب) لتلوين المسافات المحصورة بين خطوط الحرارة المتساوية حيث يعنى اللون الداكن درجات الحرارة الأعلى، وتقل حدّة اللون ويميل للافتح مع انخفاض درجات الحرارة أومعدّلاتها، وذلك لإعطاء الإيحاء البصري بتنوع الحرارة من مكان لأخر على الخريطة، وفى تلك الحالة يستغنى عن كتابة قيم درجات الحرارة على خط التساوي، ويكتفي بمفتاح يشير إلى درجات الحرارة التي تمثل كل لون من الألوان المستخدمة على حدة (الشكل رقم ٤٦، والشكل رقم ٤٧).



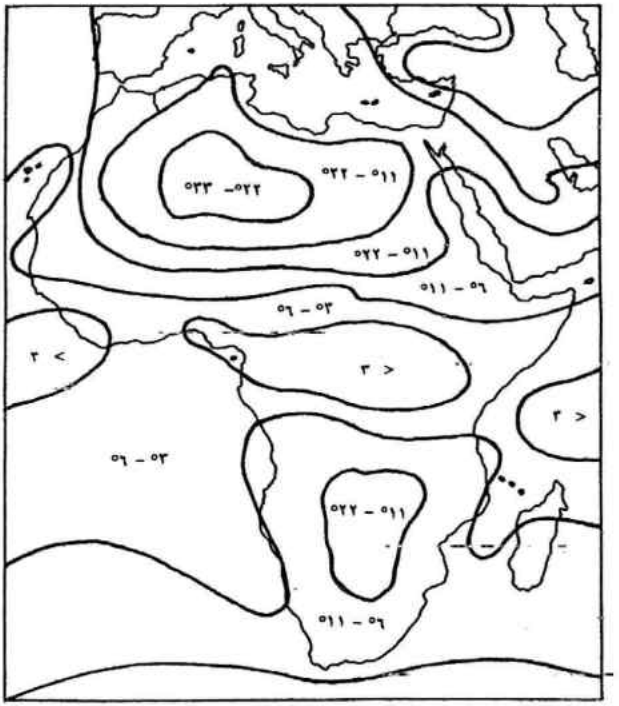
شكل رقم (٤٦) متوسط درجة الحرارة فى ليبيا (صيفًا)



شكل رقم (٤٧) متوسط درجة الحرارة فى ليبيا (شتاءً)

ب- خرائط خطوط المدى الحراري المتساوي Isotherm Range maps ومنها:

- خـرائط معدل المدى الحراري اليومي؛ وهي توضح الفارق بين معدل النهاية العظمي والدنيا يومياً.
- خرائط المدى الأقصى اليومي؛ وهى توضح أكبر فرق تم تسجيله بين درجتي الحرارة العظمي والدنيا في يوم واحد.
- خرائط معدل المدى الحراري السنوي؛ توضح الفارق بين أكبر معدل شهري وأقل معدل شهري فى السنة (شكل رقم ٤٨).



شكل رقم (٤٨) معدل المدى الحرارى السنوى فى أفريقيا

ترسم هذه الخرائط باستخدام خطوط التساوي التي يربط كل منها أرقام المعدلات الحرارية المتساوية علي النحو الذي سبقت الإشارة إليه، مع ضرورة كتابة القيمة الحرارية علي كل خط علي حده.

ج- خرائط خطوط التساوي للحرارة المتجمعة: Accumulated Isotherm Maps:

هي خرائط توضح - بطريقة خطوط التساوي أيضا - الفارق بين درجة الحرارة الفعلية ودرجة الحرارة الحدّية لنمو النبات أو أنواع معينة منها، ولذلك ترسم هذه الخرائط للأقاليم الباردة على اعتبار أن درجة حرارتها تقل عن درجة الحرارة اللازمة لزراعة أو لنمو النبات كل حسب درجة الحرارة التي يحتاج إليها.

من الضروري أن يوضح في العنوان ما إذا كانت الخريطة توضح خطوط التساوي للحرارة المجتمعة او انها توضح معدّل الحرارة المجتمعة، وكذلك ما إذا كانت ليوم أو شهر او فصل او سنة. ويمكن تظليل او تلوين المسافات المحصورة بين خطوط التساوى الهامة بلون متدرج - يفضّل الاحمر - حتى يمكن ملاحظة الفرق بوضوح بين المناطق الممثلة على الخريطة. وعموما فإن هذا النوع من الخرائط هام للجغرافى لانه يبين المناطق الملائمة و غير الملائمة لزراعة الانواع المختلفة من النباتات، كما يفسر السبب وراء انتشار أنواع معينة منها فى مناطق دون أخرى.

د- خرائط خطوط الشذوذ الحرارى المتساوية Isonomal Maps:

توضح هذه الخرائط الاختلاف بين درجات الحرارة فى محطات الرصد الجوى بعد تعديلها بالنسبة لمنسوب سطح البحر من ناحية و درجة حرارة خط العرض الذى تقع عليه هذه المحطات من ناحية أخرى.

لعمل هذا النوع من الخرائط يحسب متوسط درجة الحرارة خط العرض الذى تقع علية محطات الرصد الجوى وذلك بجمع درجات الحرارة المسجلة فى تلك المحطات وقسمة الناتج على عددها، على ان يتم ذلك بعد تعديلها بالنسبة لمنسوب سطح البحر، والهدف من ذلك هو بيان الفارق بين متوسط درجة حرارة خط العرض ودرجة حرارة كل محطة من محطات الرصد الجوى، فإذا كان الفارق لصالح محطة الرصد كانت النتيجة موجبة (+) والعكس صحيح.

بعد الانتهاء من العملية الحسابية، ننتقل إلى مرحلة رسم خطوط الشذوذ الحراري المتساوية، ويتم ذلك بربط القيم المتساوية ببعضها البعض ثم تسجيلها على كل خط على حدة، فإذا كانت قيمة الشذوذ الحراري للخط (+) سمى خط شذوذ حراري موجب Thermopleinos، أما إذا كانت القيمة المسجلة (-) سمى خط حراري سالب Thermomeinos.

بعد رسم خطوط الشذوذ الحراري وتسجيل قيمها عليها، تلون المسافات المحصورة بين الخطوط الموجبة باللون الأحمر المتدرج، بينما تلون المسافات المحصورة بين خطوط الشذوذ السالبة باللون الأزرق المتدرج.

الجوي اليوم ٧٦٠ملليمتر. ولكن العلماء الآن لم يعبروا بوجود وزن لضغط الهواء، لأن الضغط عبارة عن قوة مرنة يسهل تقديرها بوحدة القوة وهي وحدة الداين الذي يمكن تقديره على وجه التقريب بمليجرام، ومن هنا انتخبت وحدة للضغط الجوي أطلق عليها اسم "المليبار" وهو عبارة عن جزء من ألف جزء من "البار" والبار يعادل ضغط "بجادين" في مقدار مليون "داين" على السنتيمتر المربع أن:

الجدول التالي يوضع مقدار الضغط الجوي بالملليبار في عدد من المحطات والمطلوب بالاستعانة بخريطة تحصل عليها من أحد الأطالس لديك في رسم خريطة لخطوط الضغط الجوي المتساوي على أن يكون الفاصل الرأسي ٢ملليبار.

١ ملليبار = ٠,٧٥ ملليمتر = ٠,٠٢٩ بوصة

١ ملليمتر= ٠,٠٣٩ بوصة = ١,٣٣ بوصة

١ بوصة= ٢٥,٤ ملليمتر = ٣٣,٨٦ ملليبار

ويبلغ الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر (وهذا هو الضغط الجوي العادي) ١٠١٣,٢ = ملليبار وهذا يعادل ٧٦٠ ملليمترا، أو ٢٩,٩٢ بوصة على وجه التحديد.

وكلما ارتفعنا عن سطح البحر كلما نقص طول عمود الهواء الواصل من سطح البحر إلى نهاية الغلاف الغازي ولهذا السبب يقل الضغط وينخفض عمود الزئبق في البارومتر بمعدل بوصة لكل ألف قدم أو بمعنى آخر ينخفض الضغط بمعدل

• خرائط الضغط الجوي

هناك علاقة وثيقة بين الضغط الجوي والحرارة، إذ لو تساوت درجات الحرارة في العالم لتساوت أيضًا نسب الضغط الجوي وسكن الهواء فلم يتحرك، ولكن نظرا لاختلاف الحرارة في بقاع الأرض تكون كثافة الهواء مختلفة وينتج عن ذلك تكون مناطق ذات ضغط مرتفع وأخرى ذات ضغط منخفض وبذلك يختل التوازن ويتحرك الهواء في شكل رياح من المناطق الأولى إلى الثانية. وترجع أهمية الضغط الجوي إلى تأثيره في هذه الرياح إذ هي تتبع تدرج الضغط وتخضع لحكمه أي أن اتجاه الرياح وسرعتها يتوقف على شكل المنحدر البارومتري Barometric slope أو منحدر الضغط Pressure gradient .

ويقدر الضغط الجوي بارتفاع عمود من الزئبق مكافئ له في الوزن فيقال إن مقدار الضغط

٣٣,٨٦ مليبار لكل ألف قدم أو تقريبا بمقدار ١ ملليمتر في المتوسط كلما ارتفعنا ١٣ متر.

والفكرة السابقة هي الشائعة الاستخدام إلا أنه زيادة في الدقة فإنه في بعض الأحيان تصحح الضغوط لمستوى سطح البحر.

وتتعرض خطوط الضغط المتساوي لعدة تصحيحات أخرى وهي وإن كانت تزيد من دقة الأرقام التي نصل إليها إلا أنها قليلة الاستخدام.

فمثلا تصحح الضغوط الجوية لدرجة الصفر المئوي وذلك لأن تأثير الحرارة على معدن البارومتر وزئبقه لا يتساوى في مختلف المناطق تبعا لاختلاف حرارتها.

ولذا انتخب الصفر المئوي (أي نقطة التجمد) ليكون أساسا للمقارنة، ويستخرج التصحيح اللازم طرحه من جداول خاصة ويبلغ مقداره ١,٢٥ ملليمتر لكل عشر درجات في المتوسط.

الضغط الجوي المعدل بالمليبار في عدد من المحطات

المحطة	الضغط بالملليبار	المحطة	الضغط بالملليبار	المحطة	الضغط بالملليبار
دياربكر	١٠١٧	العريش	١٠١٦	البحرين	١٠١٨
اسبرطة	١٠١٣	بورسعيد	١٠١٥	أسيوط	١٠١٩
أزمير	١٠١٣	الإسكندرية	١٠١٤	الفرافرة	١٠٢٢
أثينا	١٠١٦	مرسى مطروح	١٠١٤	القصير	١٠١٦
حلب	١٠١٤	السلوم	١٠١٦	المدينة	١٠١٢
دير الزور	١٠١٦	بنغازي	١٠٢١	ينبع	١٠١٢
جبلة	١٠١٣	السويس	١٠١٦	جدة	١٠١١
نيقوسيا	١٠١٣	القاهرة	١٠١٦	مكة	١٠١١
رودس	١٠١١	العقبة	١٠١٦	الداخلة	١٠١٩
بغداد	١٠١٦	الفيوم	١٠١٧	الأقصر	١٠١٧
دمشق	١٠١٩	سيوه	١٠١٩	الخارجة	١٠١٩
بيروت	١١٤	أوجيلة	١٠٢٢	الفر	١٠٢٢
السمان	١٠١٦	الطور	١٠١٣	أسوان	١٠١٧
عمان	١٠١٥	المنيا	١٠١٨	وادي حلفا	١٠١٥

فضلا عن هذا التصحيح للضغوط الجوية بالنسبة لخط عرض المكان نظرا لاختلاف تأثير جاذبية الأرض على عمود زئبق البارومتر في خطوط العرض المختلفة فيكون كبيرا عند القطبين وصغيرا عند خط الاستواء ولذا انتخبت الجاذبية عند خط عرض ٤٥° (لأنه يقع ما بين القطب وخط الاستواء) لكي تكون أساسًا للتوحيد. وتستخرج التصحيحات اللازمة من جداول خاصة ويبلغ مقدارها -٢ ملليمتر في المناطق الاستوائية، و +٢ ملليمتر عند القطبين.

ولكن رغم تعرض أرقام الضغط الجوي العادية لعمليات التصحيح بالنسبة لدرجة الصفر المئوي وتبعا لمتوسط الجاذبية وكذلك تبعا لمستوى سطح البحر حتى تكون المقارنة بين المناطق المختلفة مقارنة صحيحة إلا أن هذا النوع الأخير من التصحيح هو الأكثر شيوعًا بين علماء المناخ.

بعد إجراء تلك التصحيحات توصل الضغوط المتساوية بخط واحد فيكون هو خط الضغط المتساوي لتلك الدرجة. ويجب أن يكون الفاصل الرأسي بين كل خط ضغط متساوي وآخر فاصل موحد وهو ليس واحدا في كل الأحوال بل هو يختلف تبعا لمقياس رسم الخريطة ودرجة الدقة المطلوب توضيحها في الخريطة. فكثير من دول العالم تجعل الفاصل الرأسي بين كل خطي ضغط متتاليين ٥ ملليبار. أما الخرائط التي تصدر في مصر فإن الفاصل الرأسي بين خطوط الضغط هو ٢ ملليبار.

وخطوط الضغط المتساوي لا تمر بالمناطق المتساوية في الضغط بالضبط إنما يجب أن تتسم بطابع الاستقامة إلى حد ما حتى يمكن الوصول من واقع الخريطة إلى تحديد العلاقات والأنماط منها. ويجب أن تلاحظ أن خطوط الضغط الجوي تنكسر عند الجهات الهوائية ولكن ظاهرة الانكسار هذه لا تظهر إلا في خرائط الطقس.

والعناية التي يجب أن توجه إلى خطوط الأيزوبار عناية كبيرة لأن الضغط الجوي كما رأينا عنصر هام في تفسير التغيرات المناخية التي تعتري الجو في أي منطقة من العالم فعلى ضوئها يمكن تحديد مناطق الضغط المرتفع والضغط المنخفض ومن ثم اتجاه الريح.

وعلى ضوء عمق الانخفاض الجوي أو ضحولته يمكن تحديد سرعة الرياح والآثار المحتملة لها وحتى على نطاق خرائط الطقس يمكن الاستفادة من خطوط الأيزوبار في تحديد الجهات FRONTS وإجراءات التنبؤات الجوية.

وتعتمد خرائط الأيزوبار على المتوسطات اليومية للضغط الجوي وكذلك المتوسطات الشهرية والفصلية، وأقل المتوسطات أهمية في مجال الضغط الجوي هي المتوسطات السنوية فهذا النوع من الخرائط إن وجد فهو يكاد يكون عديم الفائدة. ويمكننا من دراسة خطوط الأيزوبار تحديد مناطق التجمع conversion ومناطق التفرق diversion فمنطقة الضغط الجوي المرتفع تعتبر منطقة تفرق الرياح، ومنطقة الضغط الجوي المنخفض بمثابة منطقة تجمع.

خرائط خطوط الضغط الجوي المتساوي (Isobar maps):

يقـل اهـتمام الجغرافـي بدراسة الضغط الجوي عنه بدراسة عناصر المناخ الأخـرى، وذلك رغم تأثيره المباشر علي الرياح وخصائصها واتجاهاتها، ويرجع ذلـك إلـي تواضـع تأثيره علي تشكيل سطح الأرض، وكذلك تواضع تأثيره علي النشـاط البشـري وتوزيـع صور الحياة النباتية والحيوانية، وهي جميعها جوانب أساسية في الدراسات الجغرافية (الطبيعية والبشرية).

ذكـرنا سـابقاً أن تباين الضغط الجوي من منطقة لأخري يرجع أساساً إلي ثلاثـة عوامل تتمثل في الارتفاع عن منسوب سطح البحر، وهو المنسوب الذي يـبلغ عنده الضغط الجوي ١٠١٣,٢ مليبار، لذا فإنه إذا انخفض الضغط الجوي عـن هذا الرقم في مكان ماعرف بأنه ضغط جوي منخفض (-)، وإذا ارتفع عن ذلـك سمي ضغط جوي مرتفع (+). وكذلك يتأثر الضغط الجوي بدرجة حرارة الهـواء، فـإذا انخفضت قل حجمه وازدادت كثافته ووزنه وارتفع ضغطه، وهذا بالإضافة إلي الرطوبة (بخار الماء الموجود في الهواء) حيث ينخفض الضغط مع زيادة الرطوبة النسبية.

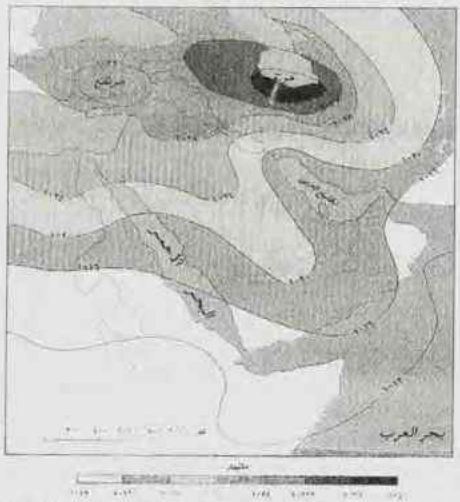
ترسم خرائط الضغط الجوي المناخية غير معتمدة علي القياسات الفعلية، وإنما تعتمد علي المتوسطات والمعدّلات الشهرية أو الفصلية (الصيف والشتاء) أو السنوية، كما ترسم مثل هذه الخرائط للدول أو للأقاليم المتسعة المساحة متباينة التضاريس أو للقارات أو للعالم أجمع، لأن اختلافات الضغط الجوي لا تظهر بوضوح علي مستوي المناطق محدودة المساحة أو غير المتباينة في تضاريسها.

ترسم خرائط المعدّلات أو المتوسطات الشهرية والفصلية والسنوية للضغط الجوي بطريقة خطوط التساوي (Isograms)، بعد إدخال ثلاثة تعديلات علي بياناتها المتمثلة في قيم الضغط التي تم تسجيلها في محطات الرصد، فيصحح معدّل الضغط الشهري أو الفصلي أو السنوي إلي منسوب سطح البحر بإضافة مليبار واحد لكل عشرة أمتار (ارتفاع محطة الرصد) فوق منسوب سطح البحر، كما تصحح هذه المعدّلات أيضاً بحيث تصبح كما لو أنها قد سجلت في محطات درجة حرارتها صفر مئوي أو ٣٢ درجة فهرنهيت، وهذا التعديل يعني إنقاص مليبار واحد مع كل ٦درجات مئوية أو ١١درجة فهرنهيت. أما التعديل الأخير فهو يرجع إلي دائرة عرض محطة الرصد، فإذا كانت تقع علي خط الاستواء فإنه يجب خفض قيم معدّلات الضغط الجوي بها ٣مليبار، ويتدرج هذا الخفض حتى تبقي هذه المعدّلات بدون تعديل إذا كان موقع المحطة علي دائرة عرض٤٥درجة شمالاً أو جنوباً، ثم تضاف إلي هذه المعدّلات مابين واحد إلي ثلاثة مليبار متدرجة بالاتجاه نحو القطبين.

بعد إجراء التعديلات السابقة علي معدّلات الضغط الجوي المحسوبة من واقع قياسات محطات الرصد الجوي المختلفة، يتم توقيعها في مواقعها الصحيحة علي الخريطة، ثم يتم توصيل القيم المتساوية ببعضها البعض بخطوط التساوي، وقد يضطر الرسام أو الكارتوجرافي عند العمل علي خرائط ذات مقاييس صغيرة إلي حذف أو الاستغناء عن بعض هذه الخطوط حتى لا تلتحم ببعضها ويصعب قراءتها أو متابعتها وبالتالي تفسير ما تمثله في الطبيعة (شكل رقم ٥٠، شكل رقم ٥١).

في كثير من الحالات تظهر مثل هذه الخرائط دون كتابة قيم خطوط الضغط المتساوي، ويتم الاكتفاء بتوضيح ما إذا كان قلب منطقة الضغط مرتفع (H) اختصاراً لكلمة (High)، أو منخفض (L) اختصاراً لكلمة (Low)، وفي كثير من الأحوال تظهر على هذه الخرائط اسهم توضح اتجاهات الرياح أو أكثر اتجاهات الرياح تكرارا في فصلي الصيف والشتاء.

شكل رقم (٥٠) الضغط الجوى بشبه الجزيرة العربية صيفًا



شكل رقم (٥١) الضغط الجوى بشبه الجزيرة العربية شتاءً

• خرائط المطر

يتم قياس المطر بجهاز يسمى "مقياس المطر" ويمكن الحصول منه على قراءة مباشرة للمطر وليس هناك متوسط يومي للمطر لأن المطر يتم قياسه على أساس مجموع المطر الساقط في يوم أو شهر أو سنة أو فصل معين.

إلا أنه يمكن الحصول على متوسط شهري للمطر monthly mean وهذا المتوسط يتم حسابه على أساس مخالف لما اتبع في حسابه في حالة درجة الحرارة، فإن المتوسط الشهري للمطر عبارة عن متوسط حسابي لمجموع المطر الساقط في كل شهر على عدة سنوات.

الجدول التالي يوضح المتوسط السنوي للمطر بالملليمتر في السودان في بعض المحطات بها. والمطلوب الاستعانة بخريطة السودان رسم خريطة توضح توزيع المطر بطريقة خطوط التساوي.

فمثلا المتوسط الشهري للمطر في شهر يناير عبارة عن مجموع المطر الساقط في يناير في عشر سنوات مثلا على عشرة. وكلما كثر عدد السنوات كلما خف أثر الشذوذ الذي يحدث في بعض السنوات.

وهناك مشكلة كبيرة تواجهنا للحصول على المتوسط الشهري للمطر. فبما أن المطر يتم حسابه على أساس مجموع التساقط في الشهر، فيجب عند المقارنة أن يكون طول الأشهر كلها واحداً، وبما أن هذا غير متوفر في الحقيقة فيجب تعديل الأرصاد التي نحصل عليها للمطر بحيث تعبر الكمية عن شهر طوله ثلاثين يوما. فعند المقارنة مثلا بين المتوسط الشهري للمطر بين يناير وفبراير مثلا نجد أن شهر يناير يشتمل على ٣١ يوما وفبراير على ٢٨ يوما فيجب تعديل الكميات إلى ثلاثين يوما بالنسبة للشهرين معا حتى تكون المقارنة بينهما مقارنة دقيقة ويتم هذا التصحيح بإحدى طريقتين:

-- أن نختصر كميات الـ٣١ يوما لتعبر عن ٣٠ وأن نضاعف كميات الـ٢٨ لتعبر عن ٣٠ يوما أيضاً بالنسبة لشهري يناير وفبراير مثلا. فإذا كانت أيام شهر يناير كلها يعبر عنها بـ ١٠٠٪ فإن مجموع المطر الساقط في يوم واحد عبارة عن ٣,٢ ٪ مما يسقط في الشهر كله فنطرح من مجموع المطر الساقط في شهر يناير ٣,٢٪ من الكمية لنحصل على ما كان ينبغي أن يسقط في ثلاثين يومًا فقط.

وبالنسبة لشهر فبراير مثلا نجد أن الـ٢٨ يوم التي يتكون منها الشهر تكون ١٠٠٪ فيكون مجموع ما يسقط من المطر في يوم واحد عبارة عن ٣,٤٪ مما يسقط في الشهر كله. ولتعديل الرقم إلى شهر مكون من ثلاثين يوما نضرب ٣,٤ × ٢ = ٦,٨.

ثم نضيف إلى مجموع ما يسقط في شهر فبراير ٦,٨٪ أيضًا حتى تصبح مقارنته بشهر يناير مقارنة مجدية.

ب) أما الطريقة الثانية فتعتمد على أساس أن الشهر الواحد عبارة عن ١/١٢ من السنة ومن

المحطة	كمية المطر	المحطة	كمية المطر	المحطة	كمية المطر
عطبرة	٧٠	الدويم	٣٢٨	ملكال	٨٢٦
كريمة	٢٥	الرصيرص	٨٠٨	رنك	٥١٣
وادي حلفا	٠,١	سنار	٤٥٤	جوبا	٩٦٢
جبل الأولياء	٢٠٥	سنجا	٥٧٤	لوكا	١,٣٢٦
الخرطوم	١٦٣	وادي مدني	٤٠١	راجا	١,١٣٧
القلابات	٩٠٧	النهود	١٠٣	توريت	٩٧١
جبيت	١٢٠	الأبيض	٣٦٨	واو	١,١٠٣
كسلا	٣٢٧	الفاشر	٣١٠	سيد بري	٢٧٥
بورسودان	١٠٦	جنينة	٥٤٦	تالودي	٨٥٢
طوكو	٨٥	أكوبو	٨٩١	نيالة	٥٣٤
				الناصر	٨٦٤

ثم يكون كل شهر عبارة عن $\frac{٣٦٥}{١٢} = ٣٠,٤٨٣$ يوما.

ويكون اليوم في شهر فبراير مثلا

$$\frac{٣٠,٤٣٨}{٢٨} = ١,٠٧٧ \quad \frac{٣٠,٤٣٨}{٢٩} = ١,٠٤٩ .$$

الرقم الدال على متوسط المطر في شهر فبراير نضرب مجموع المطر في شهر فبراير في العدد ١,٠٧٧ أو ١,٠٤٩ حسب نوع السنة. فنحصل على عدد يمثل كمية المطر التي كان من الممكن سقوطها لو كان شهر فبراير ثلاثين يوما.

وبالنسبة للشهور المكونة من ثلاثين يوما يتم ضرب كمية المطر فيها في العدد ١,٠١٥ وبالنسبة للشهور المكونة من واحد وثلاثين يوما يكون الضرب في ٠,٩٨٢ .

ومن استخدام هاتين الطريقتين يمكننا الحصول على متوسطات شهرية للمطر تعبر عما يسقط في كل شهر في السنة بافتراض تساوي طول الشهور نفسها حتى تكون المقارنة أكثر دقة ويكون المقياس عليها دقيقا.

وتفيدنا معرفة المتوسطات الشهرية للمطر في معرفة طبيعة التساقط في كل محطة على حدة وطبيعة توزيع التساقط على مدار السنة نفسها. إلا أنه مما يعيب هذه المتوسطات أنها ضعيفة الدلالة على طبيعة التساقط نفسه وعما إذا كان غزيرا يتم في قوة ضئيلة أم أنه رذاذ خفيف يتم سقوطه على مدار الشهر كله، وعما إذا كان متذبذبا من عام لآخر، وعما إذا كان هناك تأثير مباشر على نمو النبات.

إذا كانت المتوسطات الشهرية للمطر أكثر شيوعا واستخداما فهي تعبر عن مجموع التساقط في شهر معين فإن هناك بيانات أخرى كثيرة متعلقة بالمطر تتضمنها بيانات كثيرة من الدول.

فهناك مجموع المطر الشهري Total monthly بدون تعديل وكذلك مجموع المطر السنوي Total yearly وذلك في كل محطة على حدة. حيث يمكن استخدام مثل هذه البيانات في معرفة غزارة التساقط السنوي في تلك المحطات.

• كثافة المطر:

إن معدل المطر يتأثر في فاعليته بدرجة التصريف المائي والتسرب خلال مسام التربة sokl percolation وكمية البخر والنحت الأرضي ونظام الفياضانات، ومعرفة كثافة المطر على هذا شيء حيوي لفهم نظم المطر فهما دقيقا. ولكن لسوء الحظ فإن البيانات المتعلقة بكثافة المطر غير كافية للحصول على هذا الفهم لأن هناك محطات كثيرة تعتمد على مجرد استخدام مقياس المطر وعلى المشاهدة الشخصية فقط.

إلا أن هناك كثير من الجداول المناخية تعطي بعض البيانات على المدة التي يستغرقها كل دفعة مطر بالساعات Hourly duration of rain كما تعطي بيانات عن كمية المطر في عدد محدد من المحطات.

فإذا ما توفر لنا هذان البيانان وهما كمية المطر في المحطة والمدة التي تستغرقها كل دفعة فإنه يصبح من اليسير إذن أن نحصل على المتوسط في الساعة mean hourly أو الكثافة اليومية للمطر daily intensity of vainkall وذلك باستخدام الصيغة الآتية: كثافة المطر = $\frac{س}{ص}$

حيث إن:

س = الكمية الإجمالية للمطر في فترة معينة

ص = عدد الأيام أو الساعات التي استغرقها المطر

فإذا طبقنا هذا القانون على مدينتي بوسطن وشيرايونجي نجد أن كثافة المطر في الأولى ٠,٣٦ بوصة وفي الثانية ٤,١٧ بوصة، فهذه الكثافة إذن لها قيمة كبيرة عند إجراء المقارنات بين المحطات. فقد تتساوى كمية المطر الساقطة في محطتين ومع ذلك تختلف الكثافة وذلك لأن إحداهما تسقط فيها الأمطار في مدى أقصر من الأخرى.

• فاعلية المطر:

إن معرفة مدى فاعلية الأمطار يتأتى من معرفة الكمية الحقيقية التي تبقى في الأرض للاستفادة منها ويمكن الحصول على هذا المعدل من طرح الكمية المحتملة للبخر من الكمية الإجمالية للأمطار: أي (المطر - البخر).

وهناك طرق عديدة لمعرفة الكمية المحتملة للبخر وإن لم تكن أي منها غير وافية بالغرض تماما.

فيلزمنا إذن لتقدير مدى فاعلية الأمطار أن نعرف عنصرين أساسيين هما المطر والبخر ولمعرفة الأولى هناك ما يعرف بأجهزة الأرصاد ومقياس المطر والهيتوجراف أما لتقدير العنصر الثاني من عناصر المعادلة هو التبخر فهناك عدة أجهزة لذلك أشهرها مقياس "بيش" للتبخر Piche Evapo-rimeter .

ومن دراسة هذا الجهاز يتضح أنه يجب أن نعلم أن التجارب قد أثبتت أن التبخر المعين بهذا الجهاز يزيد عن الحقيقة أي عن التبخر من الماء المكشوف أمام الجو بنسبة ١٠ إلى ٥ في المتوسط.

وهذه النسبة تتغير قليلا تبعا للموقع الجغرافي ولفصول العام. ولذا يستحسن كثيرا عمل أحواض مكشوفة مملأ بالماء وتعرض للجو مباشرة (لأن مقاييس التبخر توضع داخل الأكشاك) لمعرفة المقدار الحقيقي لسمك الماء المتبخر كل يوم. وهناك أيضًا مقاييس مسجلة تبين على خريطة مقدار التبخر باستمرار.

بعد الحصول على كمية المطر ومقدار التبخر يمكننا بالطبع معرفة مدى فاعلية الأمطار بدقة كبيرة بعد أن نضع في اعتبارنا نوع النبات المزروع ودرجة مسامية التربة .. إلخ.

ويوزع المطر على الخرائط بطريقة خطوط التساوي وهي خطوط تصل بين المحطات التي يتساوى متوسط ما يسقط فيها من المطر في فترة معينة من الزمن وتعرف تلك الخطوط بخطوط المطر المتساوي، وهي تشبه في رسمها خطوط الحرارة المتساوية وخطوط الضغط المتساوي إلا أنها تختلف عنها في أن أرقامها لا تعدل بالنسبة لمستوى سطح البحر وربما كان السبب في إبقائها كما هي دون تعديل هو أن العلاقة بين التضاريس والأمطار لا تخضع لقوانين ثابتة كالتي تخضع لها العلاقة بين التضاريس والحرارة والعلاقة بين التضاريس والضغط الجوي هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى يلاحظ أن التضاريس تؤثر في كل من الحرارة والضغط الجوي في جميع أنحاء العالم، أما بالنسبة لأثر التضاريس في المطر فإنه يكاد يقتصر على نوع واحد من أنواع المطر هو المطر التضاريسي relief rainfall لذلك كان استبعاد عامل التضاريس في رسم خرائط المطر بتعديل أرقام المطر لمستوى سطح البحر أمرًا متعذرًا.

وإذا أردنا أن نوصل بين المحطات التي تتساوى في درجة تعرضها للأمطار بخطوط مطر متساوية فإنه تواجهنا عندئذ عدة مشاكل يجب أن نضعها في اعتبارنا ونحن بصدد رسم تلك الخطوط؛ لأن عدد المحطات التي يمكننا الحصول منها على متوسطات للمطر عادة ما يكون ضئيلا ومن هنا كان من الواجب استخدام خريطة أساسية Base map ذات مقياس رسم صغير وذلك عند استخدامها في توقيع أرصاد المطر وإنشاء خطوط المطر المتساوي لأن استخدام مقياس رسم كبير مع وجود عدد قليل من المحطات المتيورولوجية يجعل رسم تلك الخطوط صعبا إلى حد كبير وبالتالي يكون الحصول على تفسير للعلاقات المختلفة في الخريطة مهمة أكثر صعوبة ويكون ما يبنى عليها من دراسات غير دقيق. فأول مشكلة يجب أن

نهتم بإيجاد حل لها هي الحصول على خريطة ذات مقياس رسم مناسب حتى لا تكون مهمة رسم الخطوط مهمة صعبة.

فضلا عن هذا فإن اختيار فاصل رأسي بين الخطوط المتساوية Isopleth يشكل في بعض الأحيان عقبة كبيرة أمام سهولة إنشاء الخريطة، فإن هذا الفاصل يجب أن يتم تحديده تبعا لطبيعة المعدلات التي سنوقعها على الخريطة وتبعا لنظام المطر نفسه وهل المطر من الأمطار التصاعدية .cenvectional R أم مطر إعصاري cy-clonic أم مطر تضاريسي oregraphic وعما إذا كان المطر ساحليا ceastol أم داخليا interiov وما إذا كانت المناطق التي تتعرض للمطر مناطق منبسطة flat أم جبال.

ويجب أن تراعى مقياس رسم الخريطة الأساسية عند اختيارنا لهذا الفاصل الرأسي وكذلك الهدف من رسم خريطة المطر وطبيعة الدراسات التي ستبنى عليها فقد يكون الهدف توضيح التوزيع العام للأمطار وقد يكون توضيح ملامح معينة في هذا التوزيع.

ولزيادة الدقة في المعلومات التي من الممكن الحصول عليها من خرائط المطر ينبغي عدم الاكتفاء بخريطة أساسية توقع عليها الأرصاد فحسب بعد مراعاة الاعتبارات السابق ذكرها بل قد يكون من المفيد جدا أن نهتم بعناصر التضاريس نفسها عند بدء رسم خطوط المطر المتساوي من واقع أرصاد المحطات المختلفة، فإن الاهتمام بعنصر التضاريس يفرض على خطوط المطر اتجاهات معينة قد لا تتخذها في حال إهمال هذا العنصر والاكتفاء بخريطة أساسية لا تتكون إلا من خطوط سواحل البحار فقط. وقط طبقت هذه الخريطة على خريطة بريطانيا فأمكن بذلك الحصول على نتائج لم يكن من الممكن الحصول عليها ما لم توقع الخرائط فوق بعضها البعض superimposed.

وكان من أهم النتائج التي أمكن الوصول إليها من جراء تطبيق هذه الطريقة في بريطانيا مثلا ما يلي:

* زيادة الأمطار بازدياد الارتفاع، فقد وجد أن الأمطار زادت بمعدل ٥,١ بوصة إلى بوصتين لكل ألف قدم بالقرب من السواحل، وأقل من ذلك بحوالي من نصف إلى ثلاثة أرباع البوصة في الداخل.

* وجد أن النهاية العظمى للتساقط تكون في الجانب المواجه للرياح.

* وجد أن الأودية المحاطة بالجبال تتمتع بزيادة في الأمطار.

* في حالة ما تكون الأودية في نفس اتجاه الرياح المحملة بالأمطار فإنه يتواجد حينئذ لسان من الأمطار المنخفضة على طول هذه الأودية.

* في حالة تعامد أحد الأودية مع اتجاه الرياح فإن الأمطار تزداد عن الجانب المواجه للرياح.

* وجد كذلك أن الرياح المحملة بالأمطار التي تسود بريطانيا تأتي غالبا من غرب الجنوب الغربي تقريبا ٢٤٧,٥°.

وقد جرت العادة على عدم كتابة الأرقام الدالة على كمية المطر على خطوط المطر المتساوي في خرائط توزيع الأمطار بخلاف الحال في خرائط الحرارة المتساوية وخطوط الضغط المتساوي، وإنما يستعاض عن ذلك بتلوين الجهات المحصورة بين خطوط المطر المتساوي أو بتظليلها، على أن تزود الخريطة بمفتاح يفسر مدلول الألوان، أو التظليلات؛ ذلك أن التلوين أو التظليل إنما يبرز الفروق والاختلافات بين البقاع المختلفة. وربما كان السبب في ذلك هو أهمية خرائط المطر في الدراسات المناخية لدرجة أن بعض الجغرافيين يعتبر خريطة توزيع المطر السنوي في العالم وخريطة التضاريس وخريطة كثافة السكان في العالم هي أهم ثلاث خرائط في دراسة الجغرافيا على الإطلاق.

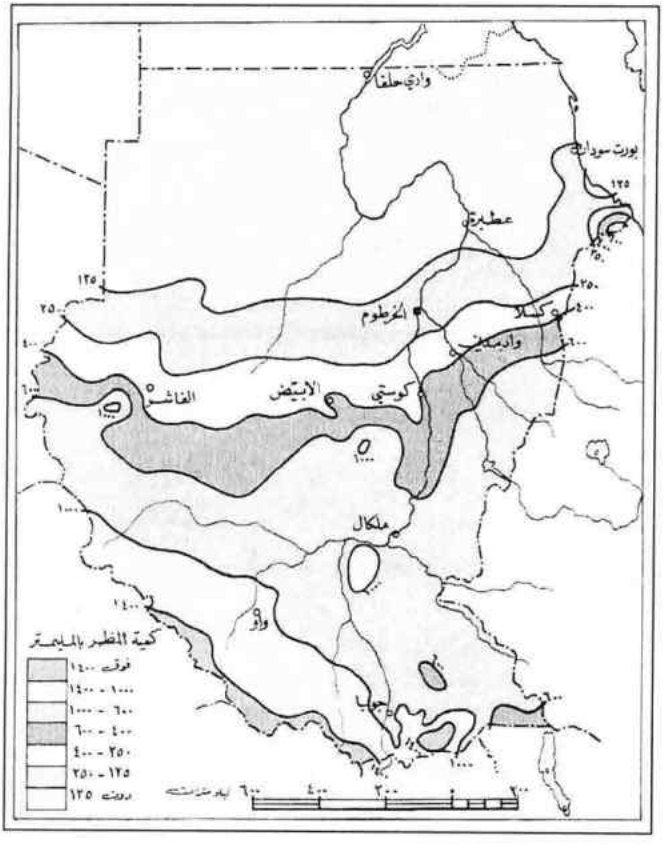
- خرائط خطوط المطر المتساوي (Isohyets):

بعد قياس كمية المطر المتساقط، تحسب المتوسطات الشهرية أو الفصلية أو السنوية تمهيدا لرسم خرائط المطر، ولكن متوسطات المطر يتم حسابها على أساس مخالف لما رأيناه في حساب متوسطات الحرارة. فالمتوسط الشهري للمطر هو عبارة عن متوسط حسابي لمجموع كم المطر المتساقط في شهر ما خلال ٣٠سنة أو أكثر، فمثلا المتوسط الشهري للمطر في شهر يناير هو عبارة عن مجموع كمية المطر المتساقط خلال شهور يناير للسنوات الثلاثون الماضية مقسوما على عددها، وهكذا .....

يتم رسم خريطة متوسط المطر السنوي بحساب متوسط كمية المطر الساقط سنويا، ثم تسجيله على الخريطة فى المواقع الصحيحة (محطات الرصد) ثم اخيراً ربط محطات الرصد الجوى التي سجلت متوسط متساوي ببعضها البعض، حيث لا يتطلب الأمر تعديل كمية المطر بالنسبة لمنسوب سطح البحر، لان العلاقة بين الأمطار والتضاريس لا تخضع لقوانين ثابتة.

وقد جرت العادة عدم كتابة قيمة كل خط من خطوط المطر المتساوي، وإنما يتم تظليل ما بين هذه الخطوط بتظليلات متدرجة أو تلوينها بلون متدرج، فتأخذ الخريطة هنا شكلا من أشكال خرائط التوزيعات الكمية كما هو الحال بالنسبة لخرائط الحرارة المتساوية (شكل رقم ٤٩).

قـد لا يصـلح هذا الأسلوب في حالة المناطق شديدة التضرس، والتي يحدث فـيها تبايـن كبـير فـي معدّلات أو متوسطات المطر المتساقط، خاصة إذا كانت الخـريطة تمـثل مـنطقة أو إقلـيم صـغير فـي مساحته، وهنا يلجأ الرسام أو الكارتوجرافـي إلـى أسـلوب بديل يتمثل في الرسوم البيانية أو الأعمدة البيانية، وتوقيعها في أماكنها الصحيحة علي الخريطة.



شكل رقم (٤٩) متوسط المطر السنوى الساقط فى السودان

- خرائط خطوط التساوي المركبة للمطر (Isomer maps):

يستخدم هذا النوع من الخرائط في الغالب لتمثيل المطر، ولكن يمكن استخدامه أيضاً لتمثيل بعض العناصر المناخية الأخرى مثل الحرارة والرطوبة... الخ.

يعتمد التعامل مع هذه الطريقة علي حساب النسبة المئوية للمعدل الشهري للمطر أو لعنصر ما (من العناصر سالفة الذكر) من إجمالي المعدل السنوي لهذا العنصر. فمثلا يتم حساب المعدل الشهري للمطر- أو أي عنصر آخر- في شهر يوليو بمحطة الرصد وينسب للمعدل السنوي للمطر بالمحطة ذاتها ثم يضرب في مائة.

$$\frac{\text{معدل المطر في شهر يوليو في المحطة (أ) ٦٠ملم}}{\text{معدل المطر السنوي في محطة الرصد (أ) ٢٤٠ملم}} \times ١٠٠ = ٢٥\%$$

بعد حساب قيم التساوي المركبة للمطر بمحطات الرصد المختلفة ثم توقيعها في إمكانها الصحيحة، يمكن توصيل القيم المتساوية ببعضها البعض بخطوط التساوي، فيصبح لدينا خريطة خطوط تساوي حراري مركبة لشهر يوليو، وبالطريقة ذاتها يمكن عمل خرائط خطوط تساوي مركبة للمطر في باقي شهور السنة، أو عمل خطوط تساوي مركبة لبعض العناصر المناخية الأخرى علي النحو الذي سبقت الإشارة إليه.

خرائط الرطوبة النسبية:

تستخدم خطوط التساوي أيضاً لتمثيل المتوسط الشهري أو الفصلي أو السنوي للرطوبة النسبية، والرطوبة النسبية كما ذكرنا آنفا هي نسبة ما يحمله المتر المكعب الواحد من الهواء من بخار الماء منسوباً إلي ما يمكن أن يحمله من بخار الماء عند درجة حرارة معينة.

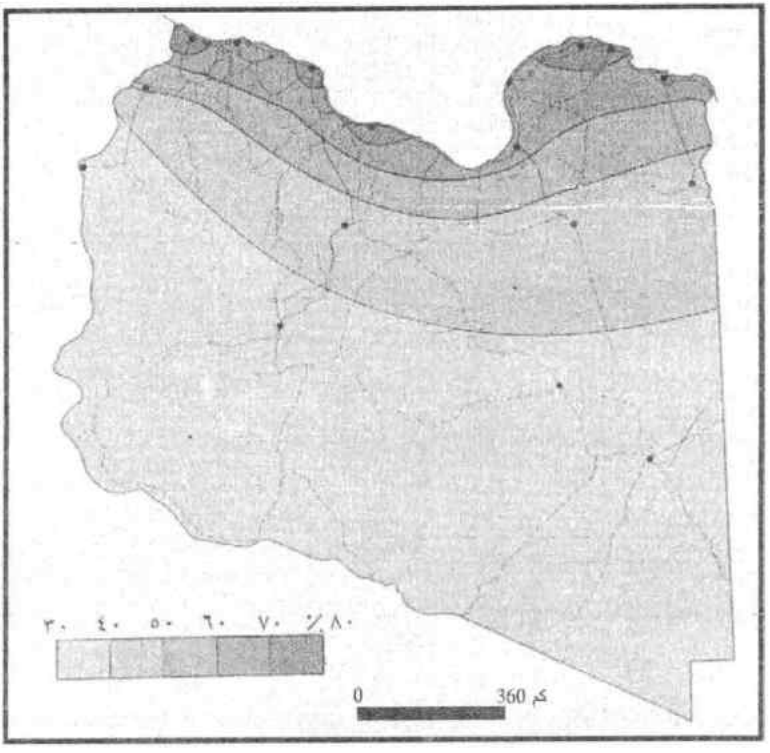
إذاً هناك قياسان لابد من توافرهما لحساب الرطوبة النسبية وهما:

أولاً: كمية بخار الماء في المتر المكعب من الهواء (الرطوبة المطلقة).

ثانياً: درجة حرارة الهواء وما يمكن أن يحمله من بخار ماء في ظلها، وبقسمة الرقمين وضربهما في مائة نحصل علي الرطوبة النسبية بكل محطة من محطات الرصد.

بعد استخراج المتوسط الشهري أو الفصلي أو السنوي للرطوبة النسبية التي تم حسابها بمحطات الرصد الجوي، يتم توقيعها في مواقعها الصحيحة على الخريطة، ومع توصيل القيم المتساوية ببعضها البعض بخط مرن سهل في انحناءه نحصل على خريطة خطوط تساوي متوسط الرطوبة النسبية سواء كان متوسط شهري أو فصلي أو سنوي، ثم تلون في الغالب المسافات البينية باللون البنفسجي ثم الأزرق المتدرج لتوضح المتوسطات المرتفعة للرطوبة النسبية. ومنه إلى اللون الأخضر الفاتح، ثم الأصفر، لتوضح المتوسطات المنخفضة للرطوبة النسبية (شكل رقم ٥٢).

تجدر الإشارة هنا إلى انه قليلا ما يتم تمثيل الرطوبة المطلقة أو الرطوبة النوعية على الخرائط، حيث يفضل الجغرافي التعامل في هذا الصدد مع الخرائط التي تبرز الرطوبة النسبية في صورة متوسطات شهرية أو فصلية أو سنوية لأنها تتيح له فرصة الربط بينها وبين كمية الأمطار الساقطة وساعات السطوع الشمسي.



شكل رقم (٥٢) المتوسط السنوى للرطوبة النسبية فى ليبيا

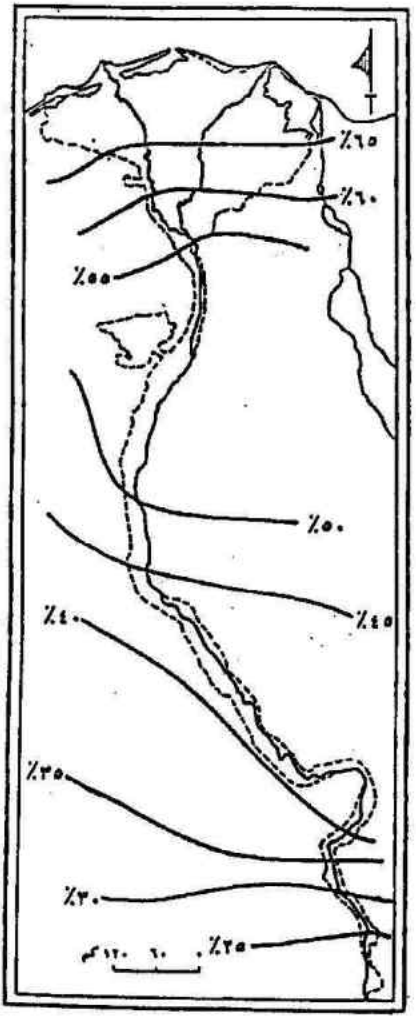
مثال .. توزيع المتوسط السنوي للرطوبة النسبية

يوضح الجدول التالي رقم (٤٠) توزيع المتوسط السنوي للرطوبة النسبية في مصر، ويمكن تمثيل بياناته بطريقة خطوط التساوي كما هو موضح بالشكل رقم (٧٥) الذي يمكن من تتبعه ملاحظة مايلي:

جدول رقم (٤٠) توزيع المتوسط السنوي للرطوبة النسبية في مصر [١]

المحطة	اسكندرية	بورسعيد	القاهرة	الفيوم	المنيا	أسيوط	الأقصر	أسوان	البحرية	الغربية	الداخلة	الخارجة	الفرافرة	القصير
الرطوبة النسبية	٦٨,٦	٢٠,٢	٥٢,٢	٥٤,٢	٥٠,٢	٤٢,٢	٤٠,٠	٣٣,٢	٤٠,٦	٣٣,٢	٣١,٨	٣٣,٩	٤٥,٨	٥٠,٢

يتراوح المتوسط السنوي للرطوبة النسبية بين ٦٨,٦٪ في الاسكندرية، ٢٣,٣٪ في أسوان بمدي يبلغ ٤٥,٣٪، ويعني ذلك ان الرطوبة النسبية تقل بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط ساحل البحر المتوسط وهو أمر طبيعي باعتبار أن البحر المتوسط هو مصدر تلك الرطوبة حيث يساعد ارتفاع درجة حرارة الجهات الساحلية وبخاصة أثناء شهور الصيف علي زيادة نشاط عملية التبخر من مياه البحر فيبقي الهواء مشبعاً ببخار الماء، ويحمل نسيم البحر والرياح الآتية من جهة البحر كميات كبيرة من بخار الماء إلي الجهات الساحلية فتعمل علي ارتفاع نسبة الرطوبة في الهواء بالجهات الساحلية بالمقارنة بالجهات الداخلية البعيدة عن المسطحات البحرية.



شكل رقم (٧٥) توزيع المتوسط السنوي للرطوبة النسبية في مصر

ثانياً: خرائط الأقاليم المناخية:

ويقصد بها تقسيم نطاق من سطح الأرض إلي أقاليم لكل منها خصائصه المناخية العامة التي تميزه عن الاقليم الآخر.

وتعتمد عملية التقسيم علي أسس كمية وإحصائية تتناول بيانات العناصر المناخية التي سيعتمد عليها التصنيف والتي ترصدها محطات الأرصاد الجوية الموزعة علي مساحة الاقليم، ثم يتم تصنيف النتائج في مجموعات مترابطة ومتشابهة في الخصائص المناخية، ويمثل بذلك لكل منها اقليم مناخي معين.

ويمكن تقسيم سطح الأرض إلي أقاليم إعتماداً علي التباين في عنصر واحد من عناصر المناخ، فعلي سبيل المثال يمكن تقسيم العالم إلي أقاليم مطرية اعتماداً علي توزيع متوسط كمية الأمطار السنوية، وفي هذه الحالة يتم رسم خطوط المطر المتساوي اعتماداً علي متوسطات كمية الامطار السنوية الموزعة علي محطات الأرصاد الجوية في العالم، ثم يتم تظليل أو تشهير المساحات بين خطوط التساوي تظليلاً أو تشهيراً متدرجاً تبعا لتدرج قيم خطوط التساوي، ويصبح كل ظل دالاً علي اقليم مطر معين يرتبط بقيم معينه من كميات الأمطار السنوية - شكل رقم (٧٦).

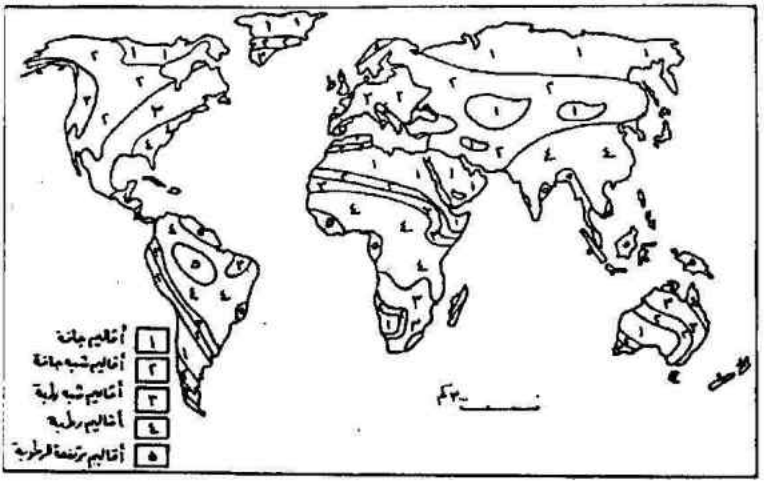
فيتضح من الشكل رقم (٧٦) أنه يمكن تقسيم العالم إلي خمسة أقاليم مطرية علي النحو التالي:

١- أقاليم جافة.. وتشمل جميع النطاقات التي ينخفض فيها معدل كمية المطر السنوي إلي أقل من ٢٥سم.

٢- أقاليم شبه جافة.. وتشمل النطاقات التي يتراوح فيها معدل كمية المطر السنوي بين ٢٥، ٥٠ سم.

---

(١) الهيئة العامة للارصاد الجوية - المصدر السابق.



شكل رقم (٧٦)

توزيع أقاليم المطر علي سطح الأرض

٣- أقاليم شبه رطبة.. وتشمل النطاقات التي يتراوح فيها معدل كمية المطر السنوية بين ٥٠، ١٠٠ سم.

٤- أقاليم رطبة.. وتشمل النطاقات التي يتراوح فيها معدل كمية المطر السنوي بين ١٠٠، ٢٠٠سم.

٥- أقاليم مرتفعة الرطوبة.. ويرتفع فيها معدل كمية المطر السنوي إلي أكثر من ٢٠٠ سم.

ويمكن تقسيم الأقاليم المناخية اعتماداً علي حساب العلاقة بين عنصرين أو أكثر من عناصر المناخ، مثل مؤشر الرطوبة الذي يمكن حسابه بالصيغة التالية:

مؤشر الجفاف لديمارتون= المتوسط السنوي للامطار (مم) / المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (°م)

ويمكن تقسيم الاقاليم المناخية اعتماداً علي ثلاثة متغيرات مثل حساب العلاقة بين عنصري الأمطار والحرارة وربطهما بالاقاليم المناخية، أو اعتماداً علي أكثر من ثلاثة متغيرات.

وتزداد عملية تقسيم الأقاليم المناخية صعوبة كلما زادت المتغيرات التي تعتمد عليها عملية التقسيم وتكون النتيجة عدد اكبر من الأقاليم، وفي حالة الأخذ في الاعتبار جميع أو معظم العناصر المناخية عند التقسيم ستكون النتيجةعدداً لا حصر له من الأقاليم المناخية، وبالتالي كلما إنخفض عدد المتغيرات المناخية التي يعتمد عليها التقسيم كلما كان من السهل عمل مجموعات تشترك في خصائص تلك المتغيرات المناخية مع ملاحظة أنه في هذه الحالة يتجه التقسيم إلي العمومية.

وأتاح استخدام تطبيقات الحاسب الآلي في المناخ استخدام التحليل الاحصائي العاملي Factor Analysis أو التحليل الإحصائي التجميعي Cluster Analysis المتوفران في برامج التحليل الاحصائي مثل البرنامج الشهير (SPSS) تقسيم المجموعات المناخية التي تشترك في خصائص مناخية متشابهة مع الأخذ في الاعتبار تعدد العناصر المناخية التي يمكن استخدامها في التحليل، وقد أصبحت بذلك الأقاليم المناخية أكثر دقة ووضوح.

- أمثلة لتقسيمات الاقاليم المناخية :

انشغل كثير من العلماء أمثال؛ دو مارتن، تريوارثا، كوبن، أوستن ميلر وغيرهم بفكرة تقسيم العالم إلي أقاليم مناخية، ولكننا سوف نكتفي هنا بعرض الأقاليم المناخية كما أوردها "فلاديمير بيتر كوبن" Vladimir Peter Koppen، الذي كان يعمل أستاذاً بجامعه جراتز Graz في النمسا، وذلك علي اعتبار ان الخريطة المرفقة هي خريطة معدّلة، أنشئت اعتماداً علي تصوره لأقاليم العالم المناخية.

نشر "كوبن" كتابه الهام عن الأقاليم المناخية عام ١٩٣١، وتميز بالأسلوب العلمي والموضوعية، واعتمد في تحديده لهذه الأقاليم علي المتوسطات الشهرية

والسنوية للحرارة والمطر معاً، وأورد به خريطة قسّم العالم فيها إلي خمسة أقاليم مناخية رئيسية، تتفق مع المجموعات النباتية التي كان "دو كانول" De Canolle قد توصل إليها عام ١٨٧٤م.

أوضح "كوبن" في خريطته ان بعض هذه الأقاليم يمتد علي شكل وحدة واحدة متصلة، في حين ان بعضها الآخر منقطع، ويتمثل في اكثر من موقع سواء في القارة الواحدة أو خارجها.

وقد ثبت أيضاً أن هناك عدم تجانس مطلق في مناخ كل إقليم من هذه الأقاليم، خاصة بالابتعاد عن قلبه والانصراف إلى أطرافه الهامشية، مما ينتج عنه تغيير تدريجي في المناخ مع الانتقال من إقليم إلى أخر.

إما عن التقسيمات الأولية فقد اعتمدت على تباين النبات الطبيعي، واختار لها رموزاً من حروف اللغة الإفرنجية كما يلي:

- المناخات الجافة؛ وتمثلها النباتات الجافة في الصحارى والاستبس ورمزها B.
- المناخات المدارية؛ ترتبط بالنباتات الحارة مثل الغابات المدارية المطيرة والموسمية وحشائش السافانا ووضع لها رمز A.
- المناخات شبة المدارية تمثلها نباتات الأقاليم المعتدلة ورمزها C.
- المناخات الباردة؛ تمثلها الغابات النفضية والمخروطية، ورمزها D.
- المناخات القطبية؛ تمثلها النباتات القطبية، ووضع رمزا لها الحرف E.

ثم قام "كوبن" مرة أخرى بتقسيم هذه المناخات اعتماداً علي كمية المطر وفصلية هطوله، وخرج بأربعة تصنيفات هي كما يلي:

- المناخات المطيرة طول العام، ووضع لها الرمز f.
- المناخات ذات المطر الموسمي، ووضع لها الرمز m.
- المناخات ذات الجفاف الشتوى، ووضع لها الرمز w.
- المناخات ذات الجفاف الصيفى، ووضع لها الرمز s.

ثم أعاد "كوبن" هذه التقسيمات مرة ثالثة على أساس درجات الحرارة، فخرج بالتقسيمات الأربعة التالية:

- مناخ الصيف الحار، ووضع له الرمز a.
- مناخ الصيف المائل للدفء، ووضع له الرمز b.
- مناخ الصيف القصير المائل للبرودة، ووضع له الرمز c.
- مناخ الصيف البارد، ووضع له الرمز d.

يمكن تلخيص تصنيفات "كوبن" للأقاليم المناخية، والرموز المستخدمة لتمثيلها فى خريطته، كما هو موضح في الجدول التالي:

المجموعة المناخية	A	B	C	D	E
كمية المطر	F, m, w	s, w	F, w, s	F, w	-
درجة الحرارة	-	h, k	a, b, c	a, b, c	t, f, h

هكـذا اصـبح هـناك خمس مجموعات مناخية تضم كل الأقاليم المناخية فى العالم، ويمكن إيجازها فيما يلى:

١- مجموعة المناخات المدارية:

أ - المناخ المدارى المطير Af.

ب- المناخ المدارى الموسمي Am.

ج- المناخ المدارى السافانا Aw.

٢- مجموعة المناخات الجافة:

المناخ المدارى الجاف Bwh.

المناخ الجاف المعتدل والبارد Bwk.

٣- مجموعة المناخات شبة المدارية:

المناخ شبة المدارى الجاف صيفا (بحر متوسط) Csa / Csb.

مناخ شبة المدارى المطير (صيني) Cfa / Cfb.

مناخ شبة المدارى الموسمي Cma / Cmb / Cmc.

المناخ المعتدل المطير (غرب أوربا) Cc / Cbf.

٤- مجموعة المناخات الباردة:

المناخ البارد الموسمي Dwa / Dwb / Dwc / Dwd.

المناخ البارد الرطب طويل الصيف Dfa / Dfc.

المناخ البارد الرطب طويل الشتاء (التايجا) Dfd.

٥- مجموعة المناخات القطبية:

مناخ التندرا ET.

مناخ الصحارى الجليدية EF.

المناخ الجبلى EH.

ترسم خرائط الأقاليم المناخية غالبا اعتمادا على التقسيمات السابقة باستخدام رموز الحرف، وتضاف إليها الألوان المتباينة لتوضح الاختلاف فى أنواع تلك المناخات المختلفة، ويبين ذلك (شكل رقم ٦٧) الذى يوضح جزء من خريطة العالم المناخية.

شكل رقم (٦٧) الأقاليم المناخية فى أمريكا الجنوبية
(جزء معدل ومبسط من خريطة أقاليم العالم المناخية عن KOPPEN)

خريطة الأقاليم الحرارية على سطح الأرض Surface temperature regions map:

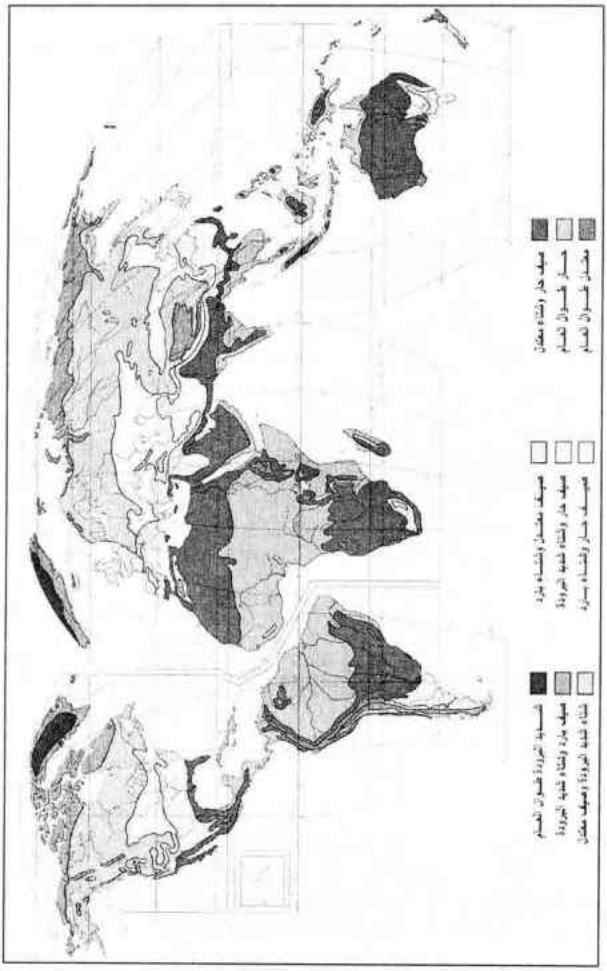
أقـدم اليونانـيون علـى تقسيم العالم إلى خمس مناطق حرارية هي؛ المنطقة الحـارة بين المدارين، ثم المنطقتين المعتدلتين بين المدارين والدائرتين القطبيين، ثم المنطقتين الباردتين بين الدائرتين القطبيتين والقطبين.

جـرت فـي العصر الحديث محاولات عديدة لتقسيم العالم إلى أقاليم حرارية اعتمادا على أسس علمية، من بينها دراسة جادة قام بها "فان هوف" Van hoff عام ١٨٨٢، واكتشف زيادة التفاعلات الكيمائية في النبات عند ارتفاع درجات الحرارة، ولكن إلى حد معين بالطبع، مع التسليم بوجود درجات حرارة انسب لكل نبات، بل ولكل فصيلة منه، وفى كل مرحلة من مراحل نموه.

لمـا كانـت اقـل درجة حرارة يمكن أن تنمو في ظلها اشد النباتات تحملا للـبرودة هي ٦° مئوية (صفر النمو) Zero point of growth فان زيادة درجات الحـرارة بمقدار ١٠ درجات مئوية (٦°م + ١٠°م) =١٦°م، كانت تعنى لدى "فان هـوف" تضاعف سرعة نمو النبات مرة واحدة، ورأى أنها تتضاعف ثلاث مرات أخـرى عند درجة ٢٦°م، وهكذا حتى يتوقف نمو النباتات (كل حسب خصائصه) عـند درجـة حـرارة معيـنة، واعتمد "فان هوف" على نظرية العلاقة بين درجة الحرارة ونمو النبات في تقسيم العالم إلى أقاليم حرارية.

جـاء "سـوبان" Supan ومن بعدة "دومارتن" واتفقا في دراستين مختلفتين على وضـع تقسـيم جديـد للأقاليم الحرارية، وربطا أيضا بين درجات الحرارة والنبات، وظهـر فـي دراستهما تأثير التضاريس السطحية أيضاً، وللخروج بهذا التقسيم جعلا مـن الحدود بين الغابات الصنوبرية والتندرا (خط حرارة ١٠ درجات مئوية أو ٥٠ درجـة فهرنهيت) حدا فاصلا بين الإقليم البارد والإقليم المعتدل، كما توصلا إلى أن خط ٦٨°ف (٢٠°م) هو الحد الفاصل بين الإقليم الحار والإقليم المعتدل، وفى الحقيقة فـان هـذا الخط الحراري يتفق تقريبا مع حدود النباتات الحارة، وهكذا أصبح الإقليم المعتدل ينحصر بين خطى الحرارة المتساوية ١٠ درجة مئوية، ٢٠ درجة مئوية.

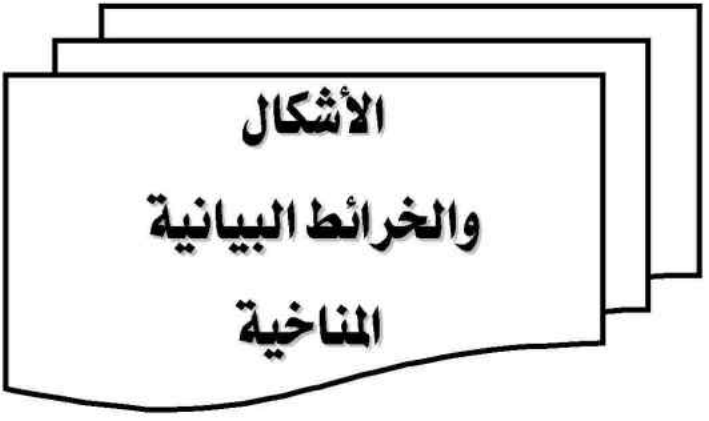
عـدل "هربرتسـون" Herbertson مـن هذه الفكرة، واعتمد على متوسطات درجات الحرارة الفصلية، كما اتخذ من قيم درجات الحرارة الفعلية التي سبقه إليها "فـان هوف" وغيرة كأساس لتحديد الأقاليم الحرارية، ونتج عن ذلك أن أصبح لدية تسـعة أقاليم حرارية تختلف عن بعضها البعض من حيث خصائصها الداخلية، وقد أورد A.E Parkins هذه الخريطة بعد إدخال تعديلات طفيفة عليها (شكل رقم٦٨).



شكل (٦٨) الأقاليم الحرارية على سطح الأرض. (عن هربرتسون Herbertson)

من متابعة هذه الخريطة يتضح أن الأسلوب الكارتوجرافى الذي أتّبعه الرسام، قـد اعتمد على استخدام خطوط الحرارة المتساوية Isothermal lines، ثم اللجوء إلى التلوين – أو التظليل، للخروج بأقاليم تختلف في فئاتها الحرارية.

الفصل الثالث



الفصل الثالث

الأشكال والخرائط البيانية المناخية

مقدمة ..

تقوم محطات الأرصاد الجوية بتجميع بيانات عناصر الجو في جداول يومية مقسمة إلي عناصر الجو المختلفة وموزعة علي ساعات الرصد، ويقوم المركز الاقليمي للأرصاد الجوية بتجميع جداول المحطات التابعة له وعمل جداول مجمعة موزع فيها قيم عناصر الجو علي كل محطات الأرصاد الجوية التابعة له موزعة علي أوقات الرصد المختلفة.

ويقوم دارسي الطقس والمناخ بالاستعانة بتلك الجداول لتفسيرها وتحليلها لعمل تقارير الطقس والمناخ لمناطق الدراسة والتعرف علي الخصائص الجوية والمناخية وربطها بالعوامل المكانية المؤثرة فيها، وتمثيل بيانات الأرصاد الجوية علي هيئة رسوم بيانية وتوزيعها علي خرائط متنوعة تسهل فهم واستيعاب الخصائص الجوية وعلاقتها بخصائص المكان، كما يستفاد من بيانات الأرصاد الجوية المسجلة لفترة طويلة في التنبؤ بالأحوال الجوية والتحذير من الأخطار الجوية التي يتوقع حدوثها مستقبلاً.

وتعد الرسوم البيانية وسيلة للتعبير عن البيانات بشكل يسهل متابعته وتعطي فكرة سريعة عنها لمن يراها وذلك علي النقيض من البيانات الرقمية المدونة في جداول يصعب متابعتها وملاحظة التغير فيها. وتتنوع طرق تمثيل البيانات الجوية فمنها الخطوط البيانية، المنحنيات البيانية، والأعمدة البيانية. كما يمكن تمثيل البيانات الجوية علي خرائط فيسهل بذلك الربط بين التغير في تلك البيانات والخصائص المكانية والمتغيرات الجغرافية الموزعة في المنطقة التي تمثلها تلك الخرائط.

ومن الأنسب أن تتوافق طريقة التمثيل البياني المستخدمة في تمثيل البيانات المناخية مع طريقة جدولة البيانات وعدد المتغيرات التي يشملها الجدول، وفي الغالب يكون أحد متغيرات الجدول هو الزمن الذي يعبر عن وقت الرصد ويكون المتغير التابع له هو قيم عناصر الجو التي تم رصدها وقت الرصد، ويكون من الأنسب في هذه الحالة رسم العلاقة بمنحني يوضح التباين في قيم عنصر الجو موزعة علي فترات الرصد وهو ما يعرف بالسلسلة الزمنية. او رسم العلاقة علي هيئة أعمدة بيانية توضح التباين بين كميات الزيادة والنقص. ونستعرض فيما يلي أهم الطرق البيانية المستخدمة في تمثيل جداول الأرصاد الجوية.

أولاً: الرسوم والأشكال البيانية المناخية:

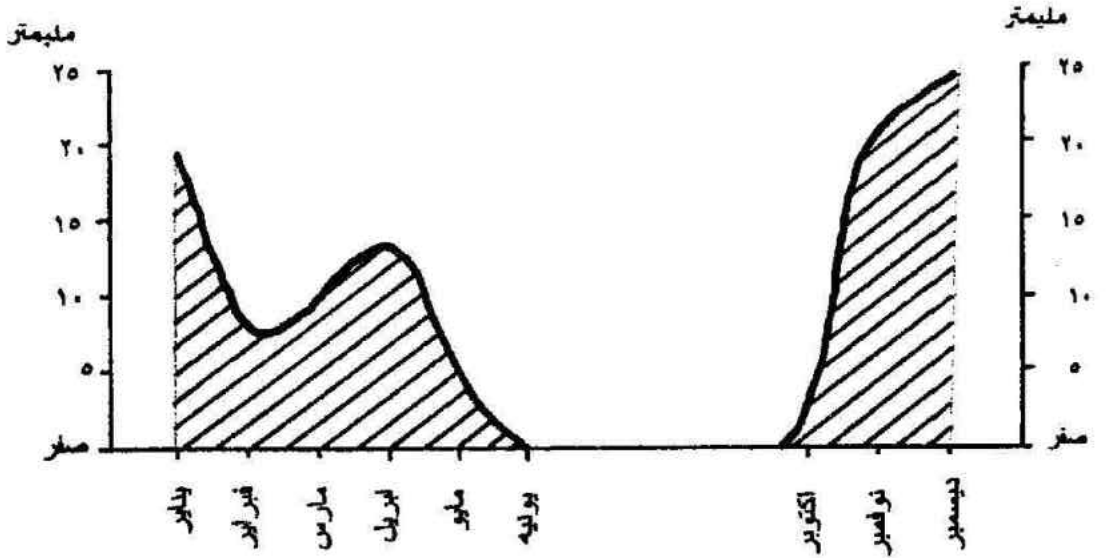
يقصد بها إشكال ورسوم بيانية توضيحية ترسم منفصلة (أي بدون توقيع على الخرائط)، كما أنها ترسم فى حالات معينة أيضا على الخرائط، والهدف منها توضيح التباين في قيمة أو متوسطات أو معدّلات أي عنصر من عناصر المناخ خلال شهور أو فصول السنة، كما تهدف هذه الرسوم البيانية إلى تفهم العلاقة بين أكثر من ظاهرة أو عنصر من عناصر المناخ في منطقة ما اعتمادا على بيانات الرصد الجوي للمحطة في تلك المنطقة، وتجدر الإشارة إلى تنوع الأساليب الكارتوجرافية المستخدمه في ذلك وبعددها، بحيث يتعذر عليه جمع كل هذه الأساليب في هذا الجزء من الكتاب، ولذا سوف نكتفي بتوضيح الأساليب الأكثر شيوعا واستخداما بين العاملين في حقل الجغرافيا.

أ - المنحنيات البيانية البسيطة Simple Curve Graphs:

تستخدم هذه المنحنيات وحدها لتمثيل ظاهرة واحدة فقط من الظواهر المناخية مثل ؛ متوسط درجات الحرارة، أو متوسط درجات الحرارة العظمى، أو متوسط درجات الحرارة الصغرى، أو متوسط عدد ساعات سطوع الشمس، أو متوسط الرطوبة النسبية، أو معدل كمية الأمطار ..... الخ.

وتمكن إتباع الخطوات التالية عند رسم المنحنيات البسيطة:

- رسم محورين احدهما أفقي ويستخدم في تمثيل المتغير الأساسي الذي غالبا ما يكون شهور السنة، ويتم تقسيمه إلى ١٢ قسما ليمثل كل منها شهراً من شهور السنة، أما المحور الرأسي فيتم تخصيصه للمتغير التابع (متوسط درجات الحرارة أو معدل كمية الأمطار الخ.....) ويقسم إلى أقسام متساوية، ويسجل عليه الوحدات المستخدمة في قياس هذا المتغير مثل (درجة مئوية) إذا كان الشكل يوضح درجات الحرارة، أو (ملليمتر) إذا كان الشكل يوضح كمية الأمطار الساقطة.
- يتم توقيع النقاط الممثلة لقيمة الظاهرة في أي شهر اعتماداً على تقسيمات المحورين كما سبقت الاشارة، ويتم ذلك بالاستعانة بورقة رسم بياني لتحديد الموقع الصحيح للنقطة على ورقة الرسم، وفي النهاية يقوم الرسام بتوصيل هذه الخطوط ببعضها البعض بخط مرن (شكل رقم ٥٣).

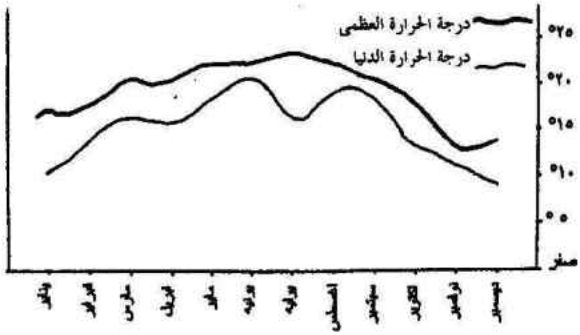


شكل رقم (٥٣) متوسط كمية المطر الساقط فى الكويت

ب- المنحنيات البيانية المقارنة Comparative curve graphs:

يستخدم هذا النوع من المنحنيات لتمثيل قياسين مختلفين لعنصر مناخي واحد مثل متوسط درجة الحرارة العظمى والصغرى، أو المتوسط الشهري والسنوي لكمية الأمطار الساقطة.

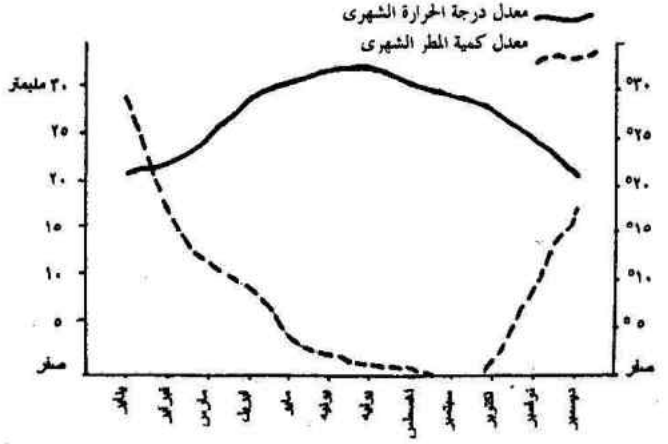
وفي هذه الحالة لا يتطلب الأمر أي تغيير في التعامل مع الرسم البياني الذى سبقت الإشارة إليه سوى في رسم منحنيين بيانيين بدلا من منحنى بياني واحد (شكل رقم ٥٤).



شكل رقم (٥٤) درجات الحرارة العظمى والدنيا فى صنعاء (اليمن)

أما في حالة تمثيل العلاقة بين ظاهرتين مناخيتين مختلفتين معا مثل درجة الحرارة وكمية الأمطار الساقطة فالأمر يختلف، إذ يجب رسم محورين رأسيين احدهما على الجانب الأيمن والأخر على الجانب الأيسر للرسم، ثم يقسم أولهما إلى أقسام متساوية تمثل عليه وحدات قياس درجة الحرارة (درجة مئوية أو فهرنهيتية)، بينما يقسم الثاني إلى وحدات متساوية أيضا، لكن لتمثيل وحدات قياس كم الأمطار الساقطة (المليمتر)، وهي تختلف عن وحدات القياس المستخدمة على المحور الأول.

وقد يحدث ان يتقاطع المنحنيان الممثلان في الشكل الواحد، وهذا يشير إلى تباين الخصائص المناخية خلال الفترة الزمنية (شهور السنة) التي يتم تمثيلها على المحور الأفقي (شكل رقم ٥٥).



شكل رقم (٥٥) معدل درجات الحرارة وكميات المطر الشهرى فى مسقط (سلطنة عمان)

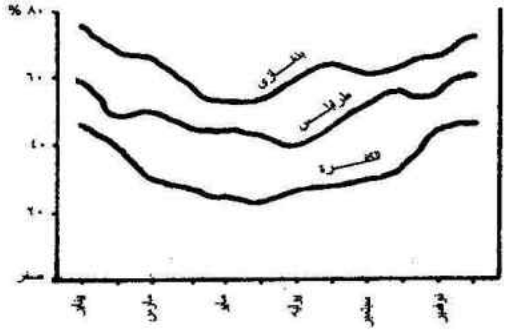
ج- المنحنيات البيانية المتجمعة (Poly graphs):

لا تختلف هذه المنحنيات عن المنحنيات البيانية المقارنة (Comparative) كثيراً، فهي تشتمل علي بيان عنصر مناخي واحد في ثلاث محطات للرصد الجوي أو اكثر (شكل رقم ٥٦)، أو ثلاث عناصر مناخية أو اكثر في محطة رصد واحدة (شكل رقم٥٧)، كما هو الحال عند توضيح متوسط الرطوبة النسبية (%)، ومتوسط درجة الحرارة (درجة مئوية)، ومتوسط كمية الأمطار الساقطة (ملليمتر) لمحطة رصد واحدة فى شكل بيانى واحد.

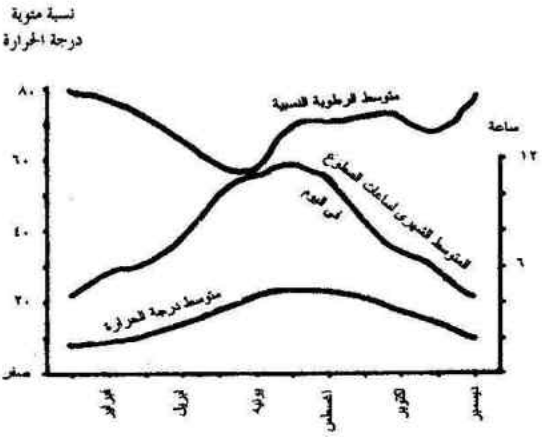
هنا يتطلب الأمر رسم كل منحني بلون مختلف، أو رسم هذه المنحنيات باللون الأسود فقط بشرط أن تكون متباينة في أسماكها أو أشكالها بين السميك والرفيع والمتصل والمتقطع والمنقوط، وذلك للتفرقة بينها، علي أن يوضع تفسير يوضح ما يمثله كل خط من تلك الخطوط في المفتاح أو يسجل في الرسم ما يمثله كل منحني منها.

تجدر الإشارة هنا إلي أنه كثيراً ما تستخدم النسب المئوية لتمثيل هذا النوع من الأشكال، وذلك بهدف تسهيل عملية الرسم، بمعنى ان تقسيم المحور الرأسي

يكون إلي نسب مئوية فقط، ويرسم المنحني البياني الخاص بكل محطة بعد حساب النسبة المئوية لكل شهر من شهور السنة.



شكل رقم (٥٦) متوسط الرطوبة النسبية ببعض محطات الرصد الجوى فى ليبيا



شكل رقم (٥٧) متوسط درجة الحرارة ومتوسط الرطوبة النسبية
والمتوسط الشهرى لساعات سطوع الشمس فى اليوم الواحد بمحطة البيضاء (ليبيا)

تستخدم طريقة النسب المئوية عندما يصعب تمثيل المعدلات أو المتوسطات أو الأرقام المطلقة في شكل واحد لوجود تباينات أو اختلافات كبيرة بينها.

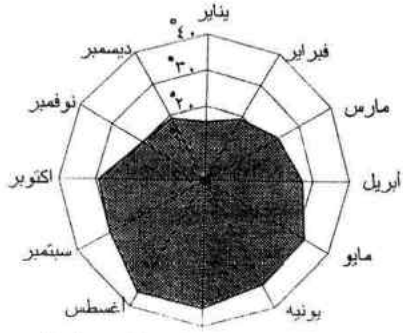
د- المنحنيات البيانية الدائرية (Circular graphs):

تسمى هذه المنحنيات ايضا بالمنحنيات المركزية، وتستخدم من بشكل بسيط لتمثيل أي من العناصر المناخية المختلفة سواء كمعدلات أو متوسطات، وإن كان استخدامه الغالب يكون لتمثيل الحرارة أو الأمطار أو كلاهما معاً، وفي الحالة الأخيرة لا يعتبر الشكل البياني بسيطاً، وإنما منحني بياني دائري متجمع لأنه يوضح العلاقة بين عنصرين من عناصر المناخ، ويرسم هنا منحنيان بدلا من منحني واحد في الشكل علي أن يمثل كل منهما عنصر مختلف، ويتم رسمها بلونين أو سمكين أو شكلين مختلفين.

وتجدر الإشارة هنا إلي أن الجغرافيين يفضلون استخدام طريقتين مختلفتين في الشكل الواحد، المنحني البياني لتمثيل الحرارة والأعمدة البيانية لتمثيل المطر (سوف نتناول شرح ذلك لاحقاً).

يمكن تمثيل المنحنيات الدائرية اعتمادا علي الخطوات التالية:

- لما كان الهدف رسم مجموعة دوائر ذات مركز واحد ثم تقسيمها إلي ١٢قسماً ليمثل كل منها شهراً من شهور السنة، فيجب أن نختار مقياس كمي للعنصر الذي نحن بصدد تمثيله، ويكون ذلك باختيار رقم أكبر من أكبر رقم في البيانات الإحصائية الموجودة لدينا، فإذا كانت أعلي كمية للمطر الساقط في شهر يناير هى ٣٨ مليمتر، يمكن رسم ٨ دوائر من مركز واحد علي اعتبار أن مقياس الرسم ١سم لكل ٥ مليمتر، حيث أن مركز الدائرة هو صفر، وبالتالى فأن نق اكبر دائرة = ٥ × ٨ = ٤٠ ملليمتر (اى اكبر من اكثر كمية للمطر الساقط وهى ٣٨ ملليمتر فى شهر يناير).
- نقسم الدوائر من المركز إلي ١٢قسما متساوياً علي اعتبار أن كل قسم يمثل شهراً من شهور السنة، ويكون ذلك بقسمة $\frac{٣٦٠}{١٢} = ٣٠°$، وتسجل أسماء الشهور خارج أكبر الدوائر بداية من نصف القطر الرأسي، يناير ثم فبراير ... وهكذا مع اتجاه عقارب الساعة.
- تمثل البيانات علي محيط الدوائر – علي اعتبار أن الدائرة الداخلية تمثل ٥ مليمتر والتي تليها ١٠مليمتر ... وهكذا – بنقاط يتم توصيلها معاً بخط بياني دائري (شكل رقم ٥٨).



شكل رقم (٥٨) متوسط درجات الحرارة الشهرية بمحطة الأقصر (١٩٧٥-٢٠٠٥)

(٢) الأعمدة البيانية (Bar graphs):

هي من الرسوم شائعة الاستخدام في تمثيل بعض العناصر المناخية، وتوضح العلاقة التطورية للظاهرة المناخية علي مدار شهور العام، ويستخدم الجغرافي الأعمدة البيانية بأنواعها بكثرة، وذلك لبساطة رسمها وسهولة فهمها، وترسم الأعمدة اعتماداً علي محورين (رأسي وأفقي) يمثل الأفقي شهور السنة، بينما يتمثل علي المحور الرأسي المتغير الثاني (درجة الحرارة أو كمية المطر الساقط مثلاً). وقد ترسم الأعمدة في وضع أفقي وليس رأسي، وتسمي في هذه الحالة بالمستطيلات البيانية (Rectangular graphs).

وتصنف الأعمدة البيانية إلي بسيطة ومزدوجة ونسبية ومقسمة ومنكسرة ومتضادة ومجسمة وسوف نتناول دراسة الأنواع الثلاثة الأولي منها بالإضافة إلي الأعمدة مع المنحنيات البسيطة، وذلك لشيوع استخدامها في الدراسات المهتمة بالجغرافيا المناخية.

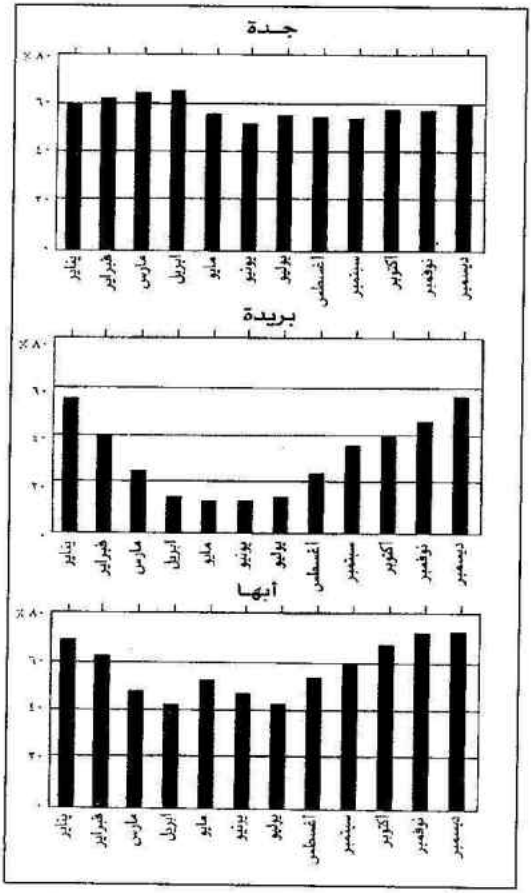
أ - الأعمدة البيانية البسيطة (Simple Bar graphs):

تستخدم هذه الطريقة لبيان التغيرات التي تنتاب ظاهرة مناخية ما خلال فترة زمنية محددة (سنة)، وهنا يتم تمثيل الظاهرة المناخية اعتماداً علي المعدلات أو المتوسطات.

تظهر الأعمدة البيانية متجاورة (ملتصقة أو منفصلة) مقامة رأسياعلي محور أفقي مقسم يمثل عليه غالباً شهور السنة كمتغير أول، في حين تبين أطوال الأعمدة تغير قيمة الظاهرة المناخية خلال تلك الشهور كمتغير ثاني، وهذا يتطلب بالطبع

تقسيم المحور الرأسي إلي أقسام متساوية، لتكون بمثابة مقياس لقيمة الظاهرة التي يمثلها كل عمود علي حدة.

ترسم هذه الأعمدة ملونة بلون واحد أو مظلة بتظليل واحد يعتمد في شكله علي الحس الفني لدي الرسام أو الكارتوجرافي (شكل رقم ٥٩).



شكل رقم (٥٩) الرطوبة النسبية فى بعض مدن المملكة العربية السعودية

ب- الأعمدة البيانية المقارنة (Comparative bar graphs):

تسمي هذه الطريقة أيضاً بالأعمدة البيانية المزدوجة، وهي لا تختلف عن سابقتها سوي في أنها توضح تطور العلاقة بين قياسين مختلفين لعنصر مناخي واحد خلال فترة زمنية واحدة، ويتم تمثيل هذه الأعمدة كما هو الحال في الأعمدة البيانية البسيطة مع تعديل طفيف يتمثل في رسم عمودين ملتصقين أو مركبين - بهدف المقارنة- بدلا من عمود واحد لكل شهر، حيث يوضح احدهما متوسط درجة الحرارة العظمي مثلاً، ويمثل الآخر متوسط درجة الحرارة الصغرى، أو يمثل أحدهما الأمطار الساقطة مثلاً ويمثل الآخر متوسط كمية البخر.... وهكذا.

قد تستخدم هذه الطريقة لبيان العلاقة الارتباطية بين عنصرين مناخيين مختلفين أيضاً، وذلك بشرط أن تكون محسوبة في شكل معدّلات أو متوسطات، وتظهر هذه العلاقة في شكل عمودين لكل شهر من شهور السنة، يمثل احدهما متوسط كمية الأمطار الساقطة، ويمثل الآخر متوسط كمية البخر في محطة أو أكثر لكل شهر، وفي هذه الحالة يمكن رسم محورين علي جانبي الرسم، يخصص أحدهما كمقياس لدرجة الحرارة، والآخر يتم تخصيصه لبيان كمية الأمطار.

يقوم الرسام بتلوين أو تظليل كافة الأعمدة الخاصة بالعنصر الأول بلون أو تظليل يختلف عن لون أو تظليل الأعمدة الخاصة بالعنصر الثاني.

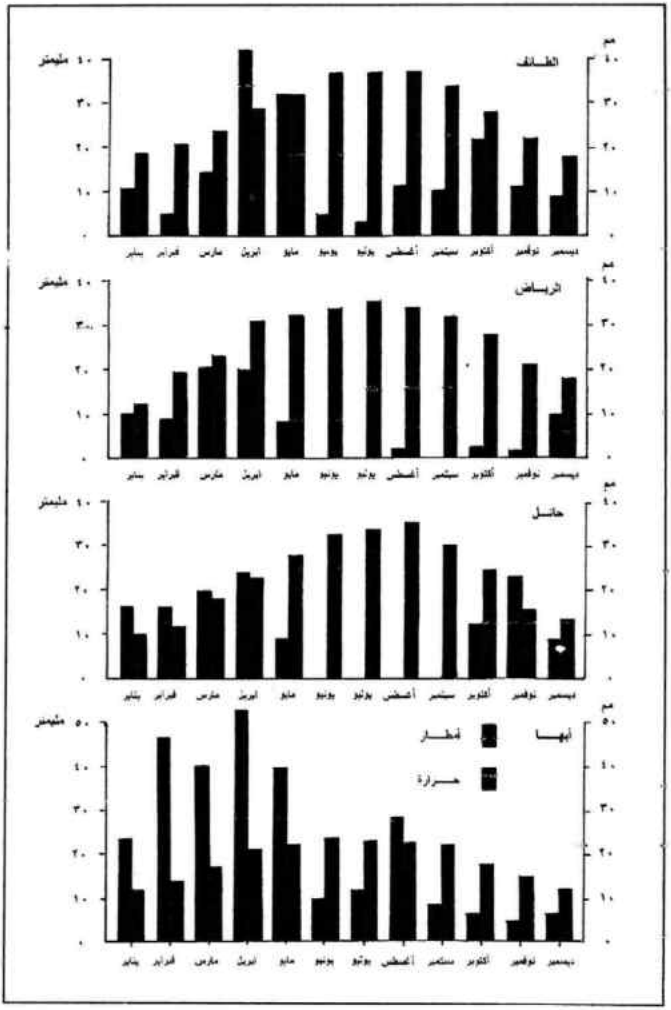
ولا يفوتنا فى هذا المقام أن نذّكر بعدم إغفال مفتاح الشكل الذي يشير إلي ما يوضحه كل عمود (شكل رقم ٦٠).

ج- الأعمدة البيانية النسبية (Proportional bar graphs):

يستخدم هذا النوع من الأعمدة لإظهار الأهمية النسبية لأي عنصر مناخي موزعة علي شهور السنة أو موزعة علي محطات الرصد الجوي، بحيث يمثل طول العمود النسبة المئوية من إجمالي الظاهرة.

تكون بداية العمل الكارتوجرافي رسم محور رأسي وتقسيمه إلي أقسام متساوية، وتدرج عليه النسب المئوية بطريقة مناسبة، ثم يرسم المحور الأفقي وتدرج عليه شهور السنة أو أسماء محطات الرصد الجوي.

ترسم الأعمدة البيانية الخاصة بالعنصر المناخي بمحطة واحدة، بحيث يوضح طول كل منها نسبة هذا العنصر بكل شهر من شهور السنة منسوباً الى حجم الظاهرة فى السنة، وفي هذه الحالة يكون لدينا ١٢عمود للسنة في الشكل الواحد.



شكل رقم (٦٠) كمية الأمطار الساقطة
ومعدل درجات الحرارة فى بعض مدن المملكة العربية السعودية

يمكن أن يتضمن شكل واحد عدد من الرسوم البيانية النسبية لأكثر من محطة رصد، ويكون الهدف من ذلك عقد المقارنات بين تلك المحطات، وتعرف في هذه الحالة باسم الأعمدة البيانية النسبية المقارنة.

هـ- الأعمدة البيانية (الدائرية) المركزية Central bar graphs:

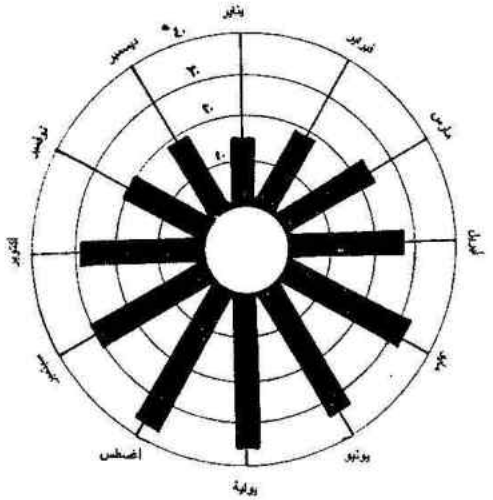
هي أعمدة بيانية بسيطة تعتمد على الأرقام المطلقة أو النسب المئوية أو المتوسطات أو المعدّلات، ولا يقوم الكارتوجرافى بتمثيل هذه الأعمدة على محورين رأسي وافقي، وانما يتحول المحور الافقى الى نقطة مركز فى دائرة، بينما تتحول الأعمدة إلى أنصاف أقطار أو أجزاء من أنصاف الدائرة، ويلجأ الرسام هنا إلى هذا النوع من التمثيل كنوع من التجديد إذا كان قد سبق له استخدام الأعمدة البسيطة أو المتداخلة التي تعتمد في رسمها على محورين (رأسي وافقي).

يعتمد هذا الأسلوب على اختيار نقطة معينة باعتبارها مركز للدائرة، ثم يتم رسم الدائرة بحجم مناسب فى لوحة الرسم، ثم تقسيمها إلى عدد معين من الأقسام يعادل عدد الأعمدة المراد رسمها، فان كنا بصدد رسم أعمدة مركزية تمثل متوسط درجات الحرارة الشهرية لمحطة ما، فذلك يستدعى تقسيم الدائرة إلى ١٢ قسما متساويا في عدد درجاته تمثل عدد شهور السنة، ولما كان عدد درجات الدائرة يبلغ ٣٦٠ °، فان زاوية كل قسم تصبح ٣٦٠° ÷ ١٢ = ٣٠°.

يلجأ الكارتوجرافى إلى رسم عدد من الدوائر مركزها واحد، على أن تكون المسافة بينها ثابتة (١ سم مثلا)، واعتبار هذه الدائرة مقياس للشكل الذي هو بصدد رسمه، ثم يرسم العمود الأول الخاص بشهر يناير عموديا على النقطة المركزية، بحيث يتناسب في طوله مع متوسط درجة الحرارة في هذا الشهر، ثم ينتقل إلى الشهر فبراير ثم مارس وهكذا ... حتى ينتهي من تمثيل شهور السنة كلها، بشرط أن ترسم هذه الشهور متتالية في اتجاه دوران عقارب الساعة.

فيما يلي البيانات التي اعتمد عليها الكارتوجرافى في تمثيل متوسط درجات الحرارة الشهرية لمحطة أرصاد الأقصر (شكل رقم ٦١).

متوسط درجة الحرارة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو
	١٦	١٩	٢٣	٢٧	٣٢	٣٣
	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
	٣٥	٣٦	٣٠	٢٩	٢٠	١٩

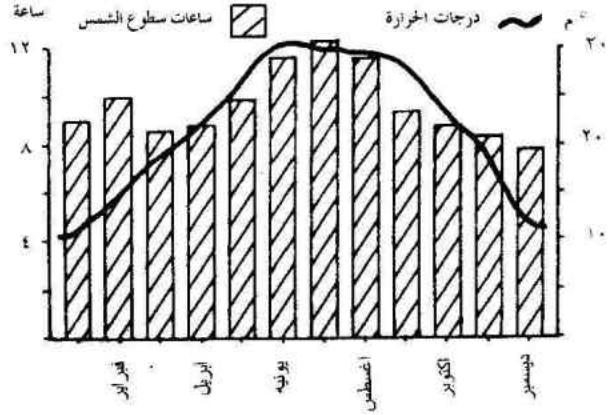


شكل رقم (٦١) متوسط درجات الحرارة الشهرية بمحطة الأقصر (١٩٧٥-٢٠٠٥)

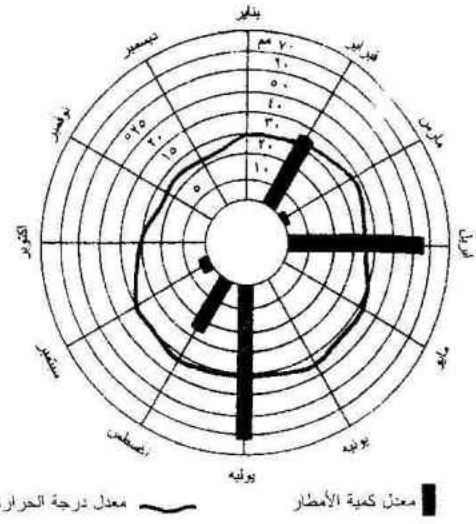
٨- الأعمدة والمنحنيات البيانية البسيطة والدائرية (Simple & Circler Bar Line Graphs):

يستخدم هذا الأسلوب المركب لتمثيل عنصرين مختلفين من عناصر المناخ بصورة بسيطة، ويتم ذلك بإقامة محورين (رأسي وأفقي)، وتستخدم التقسيمات على المحور الرأسي لتمثيل معدل الحرارة بالأعمدة، ومتوسط كمية الأمطار الساقطة بالمنحنى البياني البسيط، أما الأفقي فتستخدم تقسيماته لبيان شهور السنة (شكل رقم ٦٢).

لا يختلف أسلوب الأعمدة والمنحنيات الدائرية عن الأسلوب السابق في إيضاح العلاقة الارتباطية بين أي عنصرين مناخيين، ولكن الطريقة الكارتوجرافية المستخدمة هي التي تختلف - سبق أن تناولنا بالشرح أسلوب المنحنيات البيانية الدائرية - حيث تمتاز هذه الطريقة بأنها تظهر المعدلات أو المتوسطات الشهرية متصلة ببعضها، فلا يظهر شهر يناير في بداية الرسم وشهر ديسمبر في نهايته، ولذلك يفضلها الكثير من الكارتوجرافيين (شكل رقم ٦٣).



شكل رقم (٦٢) المتوسط الشهرى لساعات سطوع الشمس
ومتوسط درجات الحرارة فى سبها (ليبيا)



شكل رقم (٦٣) معدل درجات الحرارة وكميات الأمطار الساقطة فى صنعاء (اليمن)

يستخدم هذا الأسلوب برسم عدد من الدوائر المتدخلة من مركز واحد، وتستخدم هذه الدوائر كخطوط قياس للعنصرين المناخيين بشرط أن تكون المسافة الفاصلة بين محيط كل منهما مسافة ثابتة، إما مركز الدوائر فيمكن اعتباره قاعدة للمنحنى البياني والأعمدة البيانية المركزية معا. ومن الضروري عمل مفتاح للشكل يبين أي عنصر تم تمثيله بطريقة المنحنيات الدائرية واى عنصر تم تمثيله بطريقة الاعمدة البيانية المركزية، مع إمكانية تظليل كل منهما بتظليل مختلف (شكل رقم ٦٣).

٣- الرسوم المناخية الدائرية وشبة الدائرية:

تعرف هذه الرسوم أيضا باسم "وردة الرياح" وهي تنقسم إلي ثلاثة أنواع هي: وردة الرياح البسيطة، وردة الرياح المثمنة، وردة السرعة، وكما هو واضح من التسمية، فالنوع الأول (وردة الرياح البسيطة) يستخدم لبيان نسب هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة خلال فترة محددة وليكن شهر أو سنة. أما النوع الثاني (وردة الرياح المثمنة) فهي تهتم ببيان تكرار هبوب الرياح واتجاهاتها في كل شهر من شهور السنة.

وتستخدم (وردة السرعة) لتمثيل الرياح بعد تقسيمها طبقاً لسرعتها إلي فئات، دون الاهتمام باتجاهات هبوبها (فيما يلي شرح مفصل لكل نوع من هذه الوردات).

أ - وردة الرياح البسيطة (Wind rose):

تهدف وردة الرياح البسيطة إلي تمثيل نسب هبوب الرياح موزعة علي الاتجاهات الأصلية والفرعية في أى محطة خلال سنة، وعلي ارتفاع متر واحد من سطح الأرض.

مثال: لنجاح تمثيل بيانات ورده الرياح البسيطة من واقع البيانات الواردة فى الجدول التالي والذي يوضح المعدل السنوي لتوزيع النسب المئوية لاتجاهات الرياح في مدينة الإسكندرية، علماً بأن السكون ٥ % فقط :-

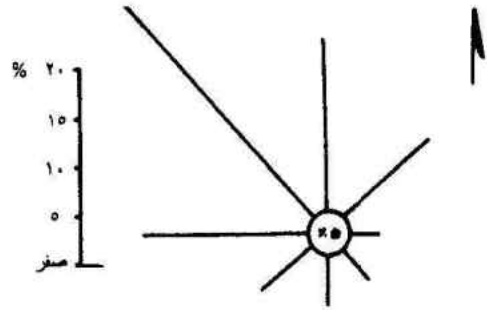
شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب
١٧	١١	٣	٤	٥	٧	١٨	٣٠

يقوم الرسام باختيار مقياس رسم مناسب لرسم وردة الرياح البسيطة، وليكن ٢ ملليمتر لكل ١% من تكرارات هبوب الرياح حسب اتجاهاتها، فتكون اطوال كل اتجاه كالتالي:

الشمال	١٧ × ٢ = ٣٤ ملليمتر	= ٣,٤سم
شمال شرق	١١ × ٢ = ٢٢ ملليمتر	= ٢,٢سم
الشرق	٣ × ٢ = ٦ ملليمتر	= ٠,٦سم
جنوب شرق	٤ × ٢ = ٨ ملليمتر	= ٠,٨سم
جنوب	٥ × ٢ = ١٠ ملليمتر	= ١,٠سم
جنوب غرب	٧ × ٢ = ١٤ ملليمتر	= ١,٤سم
غرب	١٨ × ٢= ٣٦ ملليمتر	= ٣,٦سم
شمال غرب	٣٠ × ٢= ٦٠ ملليمتر	= ٦,٠سم

ثم يقوم الرسام بتمثيل هذه الأطوال طبقاً لاتجاهاتها، وذلك بعد رسم دائرة صغيرة تتفرع منها الخطوط الممثلة للاتجاهات الأصلية الأربعة والفرعية الأربعة.

يوضح الرسم المرفق كيف رسم ثمانية خطوط تمثل الاتجاهات الموضحة سابقاً، ويتناسب طول كل خط مع النسبة المئوية لكل اتجاه ويكتب الرقم الممثل للسكون (النسبة المئوية للسكون) داخل الدائرة الممثلة للمحطة، مع عدم إغفال رسم مقياس الرسم وسهم يشير إلي اتجاه الشمال لمعرفة الخطوط التي تمثل الاتجاهات الأصلية والفرعية. (شكل ٦٤).

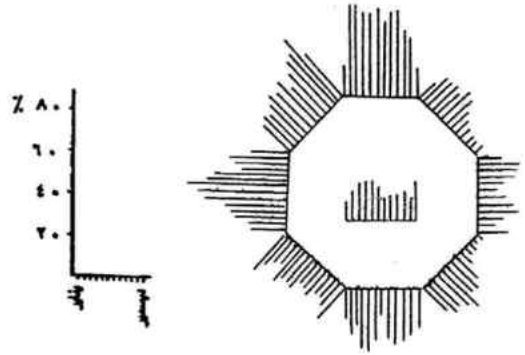


شكل رقم (٦٤) وردة الرياح البسيطة لمدينة الإسكندرية

ب- وردة الرياح المثمنة:

هي عبارة عن رسم بياني مثمن الشكل، يمثل تكرارات هبوب الرياح واتجاهاتها في محطة معينة في كل شهر من شهور السنة بالنسبة للاتجاهات الثمانية، أي أن وردة الرياح المثمنة تمثل أرصاد ١٢شهراً بالنسبة لثمانية اتجاهات، بالإضافة إلي نسبة السكون في كل شهر من هذه الشهور.

الخطوة الأولي في رسم هذا الشكل تتمثل في رسم شكل مضلع يتكون من ثمانية أضلاع ليمثل كل ضلع منها اتجاه الرياح في جهة واحدة فقط خلال كل شهور السنة، أي أن كل ضلع منها يعتبر بمثابة خط قاعدة لاثني عشر عمودا، وتمثل شهور السنة من اليسار إلي اليمين أي مع حركة دوران عقارب الساعة، فيرسم شهر يناير في أول الخط علي اليسار، ثم يرسم يمينه خط يمثل تكرارات هبوب الرياح في فبراير، ثم مارس... الخ. ويمثل السكون أيضاً باثني عشر عمودا ولكن داخل الشكل المثمن. ويكون رسم الأعمدة باختيار مقياس رسم مناسب كما سبق في الوردة البسيطة (شكل رقم ٦٥).



شكل رقم (٦٥) وردة الرياح المثمنة

جـ- وردة السرعة (Velocity rose):

هي دائرة يتم تقسيم نصف قطرها علي أساس النسب المئوية لسرعة الرياح من اتجاه واحد من الاتجاهات الأصلية أو الفرعية، وتكون هذه النسب لمعدلات أو

متوسطات سرعة الرياح في شهر ما أو في سنة ما، ولذلك يجب أن يوضح في العنوان اتجاه الرياح الذى يتم تمثيله في الشكل.

لتوضيح كيفية رسم وردة السرعة لابد من توافر نسب سرعة الرياح للشمالية (مثلا) في محطة ما، موضحة في شكل فئات متساوية في أطوالها كما يلي:-

أقل من ٣كم/ ساعة	٢٥%
من ٣ - أقل من ٦كم/ ساعة	٣٠%
من٦-أقل من ٩كم/ ساعة	١٧%
من ٩-أقل من ١٢كم/ ساعة	١٦%
أكثر من ١٢كم/ ساعة	١٢%

يبدأ عمل الرسام برسم دائرة بنصف قطر مناسب وليكن ٣سم، ثم يحسب الطول المناسب لكل فئة من فئات سرعة الرياح التي وردت في المثال السابق، علي اعتبار أن نصف القطر (٣سم) تمثل ١٠٠% من إجمالي نسب سرعة الرياح، وتحسب نسبة كل فئة كما يلي: -

١٠٠ % = ٣سم إذاً ٢٥% = ؟

١٠٠ % = ٣سم إذاً ٣٠% = ؟ ..... الخ

أي $\frac{٣ \times ٢٥}{١٠٠}$ = ٠,٧٥ سم (٧,٥ مليمتر)

$\frac{٣ \times ٣٠}{١٠٠}$ = ٠,٩سم (٩ مليمتر)

$\frac{٣ \times ١٧}{١٠٠}$ = ٠,٥١سم (٥,١ مليمتر)

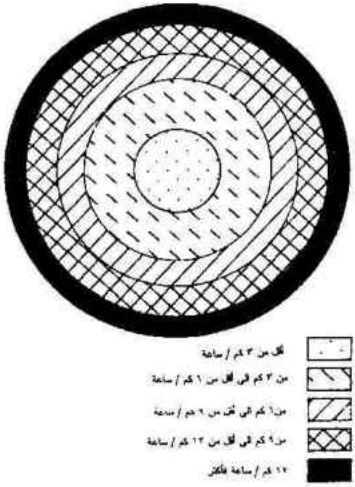
$\frac{٣ \times ١٦}{١٠٠}$ = ٠,٤٨سم (٤,٨ مليمتر)

$\frac{٣ \times ١٢}{١٠٠}$ = ٠,٣٦سم (٣,٦ مليمتر)

يتم بعد ذلك تقسيم نصف القطر (٣سم) إلي أقسام مساوية في أطوالها للقياسات التي تم حسابها، وطبعا يكون مجموعها ٣سم.

أخـــيراً ترســـم دوائر متتالية من مركز واحد طبقاً للتقسيمات التي تم تحديدها علـــي نصف القطر، بحيث تمثل الدائرة الداخلية نسبة السرعات المنخفضة للرياح فـــي المحطـــة، وتـــتدرج الدوائـــر من الاصغر الى الاكبر حتى نصل الى الدائرة الخارجية التى تمثل نسبة الرياح الاكبر من حيث السرعة.

هكذا نحصل علي خمس دوائر متداخلة من مركز واحد، ويلجأ الرسام لتظليل الـــنطاقات المحصـــورة بين الدوائر بتظليلات متباينة تزداد كثافتها بالاتجاه صوب الدائرة الخارجية، أي مع زيادة سرعة الرياح (شكل رقم ٦٦).



شكل رقم (٦٦) وردة السرعة

ثانياً: خرائط الرسوم البيانية:

قبل أن ننهى حديثنا عن خرائط المناخ، فإننا نذكر بأنه قد سبقت الإشارة في بداية الفصل إلى إمكانية استخدام الرسوم البيانية كأشكال مستقلة، كما يمكن أيضا وضع ما يصلح منها على خرائط وتدخل مثل هذه الخرائط ضمن خرائط التوزيعات الطبيعية، ويطلق عليها خرائط الرسوم البيانية.

يرى البعض أن السبب الرئيسي وراء استخدام هذه الطريقة في التمثيل على الخرائط يعود أساسا إلى الصعوبة التي يواجهها الرسام أو الكارتوجرافى عند استخدامه لطريقة خطوط التساوي Isopleth، هذا بالإضافة إلى أن استخدام المنحنيات والأعمدة في بعض الحالات قد يكون أوقع وأوضح، ويعطى صوره أفضل لتباين معدّلات أو متوسطات عنصر مناخي ما في محطة رصد بعينها، خاصة إذا تعددت البيانات المطلوب بيانها في الرسم لهذا العنصر المناخي، كما هو الحال عندما نكون بصدد رسم خريطة لاتجاهات الرياح وسرعتها مثلاً، فلا يمكن رسم ثمانية خطوط تساوي لتمثل اتجاهات الرياح الثمانية بالإضافة إلي خطوط أخري لبيان السرعات المتباينة للرياح في هذه الاتجاهات الثمانية.

إضافة إلي ما سبق فإن استخدام الأشكال البيانية علي الخرائط لتوضيح أي عنصر مناخي في عدد من المحطات الجوية، يمكن بل يتيح للجغرافي عقد المقارنات بين تلك المحطات، وتحليل أسباب هذا التباين في بيانات عناصر المناخ بها، ويسهّل عليه الوصول إلي تحليل دقيق لأسباب ذلك اعتماداً علي مواقعها الجغرافية، وهذا ما لا يمكن تحقيقة مع استخدام طريقة خطوط التساوي علي الخرائط.

كما أن هناك سبب ثالث لتفضيل استخدام أسلوب المنحنيات أو الأعمدة البيانية علي الخرائط، خاصة عندما يقل عدد محطات الرصد بسبب صغر المساحة الممثلة علي الخريطة، ويحدث ذلك كثيراً في الخرائط ذات مقاييس الرسم الكبيرة التي تمثل نطاقات محدودة من سطح الأرض.

خرائط الرسوم البيانية:

تستخدم المنحنيات والأعمدة البيانية في تمثيل البيانات المناخية لعديد من عناصر المناخ علي الخرائط، ويراعي عند تصميم الرسوم البيانية علي الخرائط مايلي:

١- أن تتناسب مساحة الرسم البياني مع ابعاد خريطة الأساس ، فلايجوز أن تكون المساحة كبيرة لدرجة تغطي المعالم المكانية والخصائص الجغرافية للنطاق الذي

توضحه الخريطة، ولا يجوز أن تكون صغيرة لدرجة يصعب معها قراءتها وملاحظة تباينها.

٢- أن تتناسب أبعاد محاور الرسم البياني أيضا مع أبعاد الخريطة، الأساس لكي يظهر الرسم البياني بشكل عام متناسق يسهل معه الادراك البصري للمعلومات المستخلصة.

٣- أن يضم مفتاح الخريطة دليل للرسم البياني يوضح تدرج كل من المحور الأفقي والمحور الراسي وبيان مدلول هذا التدرج النوعي للمحور الأفقي والكمي للمحور الرأسي.

٤- أن يتم توقيع الرسم البياني فوق مواقع محطات الارصاد الجوية - مصدر البيانات - وبحيث توقع (إن أمكن) نقطة الأصل للرسم فوق موضع المحطة وان يتم تفادي تقاطع الرسوم البيانية بقدر الإمكان وذلك إما بالابتعاد قليلاً- في أي اتجاه - عن موضع المحطة، أو بالابتعاد بعيداً عنه والربط بين الرسم البياني وموضع المحطة بسهم للاستدلال علي أن الرسم البياني البعيد يخص المحطة المشار إليها.

٥- أن تتساوي مساحة الرسم البياني الموقع فوق جميع المحطات، ويمعني آخر أن تكون أبعاد محاور الرسم البياني متشابهة فوق جميع المحطات فلا يجوز أن يرسم أحد الأشكال بنسبة أصغر أو أكبر من دليل الرسم البياني المرسوم أو الموضح في مفتاح الخريطة.

ونستعرض فيما يلي بعض الأمثلة التطبيقية لخرائط المناخ:

المثال الأول .. توزيع المتوسط الشهري لمدة سطوع الشمس:

يوضح الجدول التالي رقم (٣٦) توزيع المتوسط الشهري لمدة سطوع الشمس في نطاق دلتا النيل بشمالي مصر، ويمكن تمثيل بياناته بطريقة المنحنيات البسيطة كما هو موضح بالشكل رقم (٧١)، والذي يمكن من تتبعه ملاحظة الآتي:

١- يتباين طول مدة سطوع الشمس من شهر إلي آخر علي مدار السنة تبعاً لاختلاف موضع تعامد الشمس علي سطح الأرض خلال العام، وتبعاً لمدي تغطية السماء بالسحب التي تحجب أشعة الشمس، فيتراوح أقل متوسط شهري لعدد ساعات سطوع الشمس بين ٦,٥ ساعة/ يوم في الاسكندرية (يناير) وهو ما يعادل نحو ٦٣,١٪ من طول النهار، ٧,١ ساعة / يوم في طنطا (يناير) وهو ما يعادل نحو ٦٨,٩٪ من طول النهار وبمدي مقداره ٣٦ دقيقة بينهما.

جدول رقم (٣٦) توزيع المتوسط الشهري لعدد ساعات سطوع الشمس
علي بعض محطات الارصاد الجوية بشمالي مصر (١)

(ساعة/يوم)

الشهر / المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
اسكندرية	٦,٥	٨,١	٨,٥	٩,٤	١٠,٩	١١,٩	١٢,٢	١١,٧	١٠,٨	٩,٧	٧,٩	٦,١
برمجد	٦,٩	٨,١	٨,٣	٩,٣	١٠,٦	١٢,٠	١١,٨	١١,٥	١٠,٤	٩,٣	٧,٩	٦,٩
طنطا	٧,١	٨,٤	٨,٩	٩,٨	١١,٠	١١,٧	١٢,٠	١١,٢	١٠,٧	٩,٤	٨,٣	٧,٨
القاهرة	٧,٤	٨,٢	٩,٠	١٠,٢	١٠,٧	١٢,١	١٢	١١,٥	١٠,٦	٩,٥	٨,٢	٦,٨

٢- يتراوح أكبر متوسط شهري لعدد ساعات سطوع الشمس بين ١٢,١ ساعة/يوم في القاهرة (يوليو) وهو ما يعادل نحو ٨٥,٨٪ من طول النهار، ١٢,٢ ساعة / يوم في الاسكندرية (يوليو) وهو مايعادل نحو ٨٧,١٪ من طول النهار، وبمدي مقداره ١, ساعة (٦ دقائق) بينهما.

٣- تبلغ مدة سطوع الشمس أدناها في فصل الشتاء وبالتحديد خلال شهر يناير حيث تختفي الشمس وراء السحب لمدة أطول من نظيرتها في فصل الصيف الذي، تبلغ فيه مدة سطوع الشمس أقصاها.

٤- تزداد مدة سطوع الشمس اليومية تدريجيا بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل خلال شهور الشتاء حيث يكون غطاء السحب أكثف في النطاقات الشمالية القريبة من الساحل عن تلك البعيدة عنه، في حين تكون مدة سطوع الشمس اليومية متقاربة ومتشابهة علي جميع نطاقات شمالي مصر خلال شهور الصيف حيث تتشابه ظروف صفاء السماء وخلوها من غطاء السحب.

المثال الثاني.. توزيع المتوسط الشهري لدرجة حرارة الهواء:

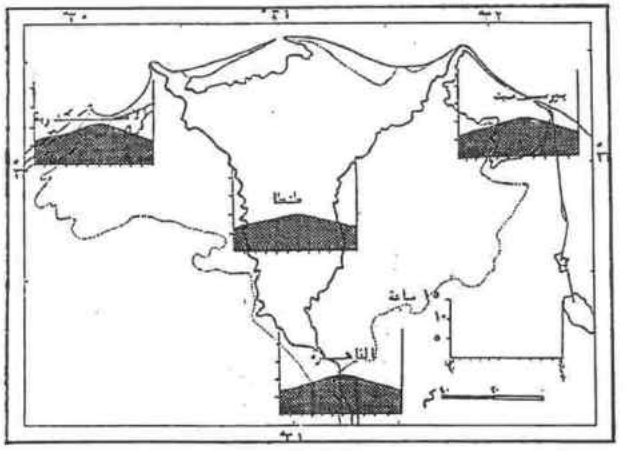
يوضح الجدول التالي رقم (٣٧) توزيع المتوسط الشهري لدرجة حرارة الهواء علي شمالي مصر، ويمكن تمثيل بياناته بطريقة المنحنيات الدائرية كما هو موضح بالشكل رقم (٧٢)، والذي يمكن من تتبعه ملاحظة مايلي:

---

(١) الهيئة العامة للارصاد الجوية - المعدلات المناخية - بيانات غير منشورة.

١- يعد يناير أكثر شهور السنة انخفاضاً في درجة الحرارة، ويرجع ذلك إلي أنه يعد أكثر شهور الشتاء (ديسمبر - يناير - فبراير) تعرضاً لحدوث موجات البرد الشديد التي ترتبط بمرور الانخفاضات الجوية الشتوية والتي من شأنها أن تجعل الرياح الباردة تندفع في أعقابها مارة بالسواحل الشمالية وأحياناً تمتد إلي المناطق الداخلية الجنوبية.

٢- يبدأ الارتفاع التدريجي في درجات الحرارة مع بداية فصل الربيع في شهر مارس إلا أن هذا التدرج يكون بطيئاً جداً ويظهر ذلك عند مقارنة درجة حرارة شهر فبراير (نهاية فصل الشتاء) بدرجة حرارة شهر مارس (بداية فصل الربيع) حيث لايوجد فرق كبير بينهما، إذ لا يزيد الفرق بين معدليهما في أي محطة عن ٣,١ درجة مئوية.



شكل رقم (١٧) المتوسط الشهري لعدد ساعات سطوع الشمس بشمالي مصر

وترتفع درجة الحرارة خلال شهر ابريل دائما عن مثيلاتها خلال شهر مارس ويرجع ذلك إلي إنخفاض عدد الموجات الباردة خلال شهر مارس وكثرة مرور الانخفاضات الخماسينية في شهر ابريل التي تجذب معها موجات حرارية شديدة ترتفع علي أثرها درجة الحرارة كثيرا عن معدلها، وترتفع درجة الحرارة في شهر مايو ارتفاعا ملحوظا عن مثيلتها في شهر إبريل لأنه يعتبر أكثر الشهور تعرضا لحدوث موجات حارة جدا تأتي بها رياح الخماسين والتي يكون أثرها في هذا الشهر شديدا عنها في أي شهر آخر.

جدول رقم (٣٧) توزيع المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة علي محطات الارصاد الجوية بشمالي مصر

الشهر / المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
السلوم	١٣,٩	١٤,٩	١٦,٨	١٨,٦	٢١,٦	٢٤,٨	٢٦,١	٢٦,٥	٢٤,٨	٢٢,٦	١٩,٧	١٥,٦
مرسى مطروح	١٢,٦	١٣,٢	١٤,٧	١٧,٦	٢٠,١	٢٣,١	٢٤,٩	٢٥,٦	٢٤,٤	٢٢,٠	١٩,٤	١٤,٤
اسكندرية	١٣,٧	١٤,٠	١٥,٦	١٨,٣	٢١,٤	٢٤,٢	٢٦,١	٢٦,٧	٢٥,٣	٢٢,٨	١٩,٣	١٥,٢
رشيد	١٣,٠	١٣,٨	١٥,٥	١٨,٠	٢٠,٦	٢٤,٣	٢٥,٧	٢٦,٣	٢٤,٥	٢٢,٥	١٨,٩	١٥,٢
دمياط	١٣,٧	١٤,٠	١٥,٥	١٨,٦	٢٢,٨	٢٤,٦	٢٦,٢	٢٦,٣	٢٤,٧	٢٣,٤	١٨,٩	١٥,٤
بورسعيد	١٤,١	١٤,٩	١٦,٥	١٨,٩	٢٢,١	٢٤,٩	٢٦,٧	٢٦,٣	٢٦,١	٢٤,٣	٢٠,٨	١٦,٣
العريش	١٣,٨	١٤,٥	١٦,٠	١٨,٥	٢١,٥	٢٣,٩	٢٥,٩	٢٦,٥	٢٥,١	٢٣,٢	١٩,٨	١٥,٨
النخل	٨,٧	١٠,٣	١٣,٥	١٧,٦	٢١,٨	٢٣,٤	٢٤,٧	٢٥,٤	٢٣,٥	٢٠,٨	١٤,٧	٩,٦
المنصورة	١٢,٥	١٢,٨	١٥,٧	١٩,٩	٢٢,١	٢٥,٩	٢٦,٩	٢٦,٨	٢٥,٥	٢٣,٣	١٩,٢	١٤,٤
الزقازيق	١٢,١	١٢,٩	١٥,٨	١٩,٥	٢٢,٨	٢٥,٩	٢٦,٦	٢٦,٤	٢٤,٧	٢٢,٣	١٨,٢	١٣,٦
طنطا	١٢,٩	١٣,٨	١٦,٢	١٩,٣	٢٢,١	٢٥,٥	٢٦,٥	٢٦,٨	٢٤,٨	٢٢,٦	١٨,٩	١٤,٧
غ. النوبارية	١٢,٦	١٢,٨	١٥,٩	٢٠,٣	٢٣,٨	٢٤,٧	٢٦,٣	٢٥,٢	٢٤,٢	٢٢,٨	١٨,٦	١٤,٧
القاهرة	١٣,٥	١٤,٨	١٧,٧	٢١,٢	٢٤,٨	٢٧,٥	٢٨,٣	٢٨,٢	٢٦,٢	٢٣,٨	٢٤,٥	١٥,٥

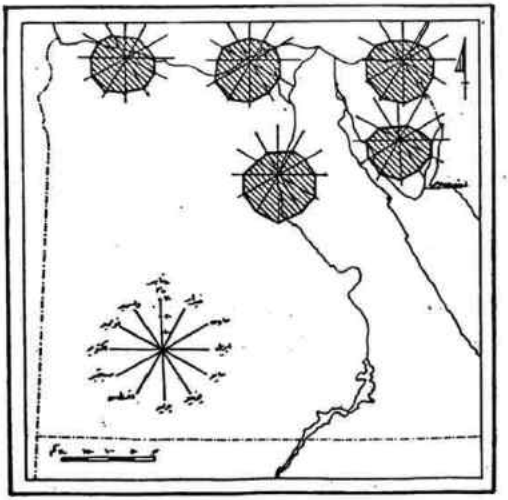
وترتفع معدلات درجة الحرارة خلال فصل الربيع في الجهات الداخلية عنها في الجهات الساحلية، ويرجع ذلك إلي زيادة تأثير رياح الخماسين الحارة في الجهات الداخلية عنها في الجهات الساحلية، بالإضافة إلي الإرتفاع السريع في درجة حرارة اليابس في الجهات الداخلية عنها في الجهات الساحلية التي يظهر فيها تأثير البحر الملطف بوضوح مع بداية فصل الربيع.

٣- يعد فصل الصيف (يونيو - يوليو - أغسطس) أكثر فصول السنة استقرارا في درجة الحرارة وأقلها تقلبا في نظامها، كما انه أشدها حرارة ويرجع ذلك أساسا إلي اختفاء الانخفاضات الجوية في هذا الفصل.

ويظهر أثر البحر المتوسط خلال شهور الصيف واضحا في تلطيف درجة الحرارة بالجهات الساحلية، يساعد علي ذلك هبوب الرياح الشمالية بانتظام وبخاصة خلال شهري يوليو وأغسطس حيث ترتفع درجة الحرارة بشكل تدريجي بالبعد عن البحر والاتجاه نحو الداخل.

ويعد شهر أغسطس أشد شهور السنة حرارة، ويليه شهر يوليو، ولو أن عكس ذلك يظهر في محطات المنصورة والزقازيق وغرب النوبارية والقاهرة حيث يزداد

معدل شهر يوليو زيادة طفيفة جدا عن معدل شهر أغسطس (لاتتجاوز ١,١ درجة مئوية) ويرجع ذلك إلي تقهقر فترة تسخين الأرض بفعل أشعة الشمس في الجهات الداخلية فتظهر درجة حرارة شهر يوليو بها مرتفعة عن أي شهر آخر، في حين يتأخر هذا الارتفاع حتي أغسطس في الجهات الساحلية حيث ترتفع درجة حرارة مياه البحر المتوسط ببطء أثناء شهور الصيف عن اليابس المجاور.



شكل رقم (٧٢) توزيع المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة في شمالي مصر

٤- يبدأ فصل الخريف في شهر سبتمبر إلا أن الملاحظ أن درجة حرارة هذا الشهر لا تقل كثيرا عن مثيلتها خلال كل من يوليو وأغسطس بل أنها في جميع محطات الجهات الساحلية تزيد عن درجة حرارة شهر يونيو وتقل في محطات الجهات الداخلية بحيث لا يتجاوز انخفاضها ١,٣ درجة مئوية، ويرجع ذلك إلي تأخر ارتفاع درجة حرارة مياه البحر المتوسط نتيجة بطء اكتسابها للحرارة عن اليابس المجاور، لذلك تحتفظ بحرارتها مرتفعة أثناء نهاية فصل الصيف وبداية فصل الخريف. وتبعا لاتجاه التيارات الهوائية المارة علي مياه البحر فانها تنقل معها حرارة المياه إلي الجهات الساحلية مما يساعد علي رفع درجة حرارة الهواء بهذه الجهات.

وفي الحالات التي يزيد فيها معدل حرارة شهر يونيو عن مثيله في شهر سبتمبر - حيث يظهر ذلك في الجهات الداخلية فيكون السبب في ذلك هو سيادة

الرياح الجنوبية شديدة الحرارة التي تهب في مقدمة الانخفاضات الربيعية والتي تؤدي إلي ارتفاع درجة الحرارة في تلك الجهات ويمتد أثرها حتي شهر يونيو مما يرفع من درجة الحرارة خلاله عن معدل حرارة شهر سبتمبر.

المثال الثالث.. توزيع المعدلات السنوية لنسب اتجاهات الرياح:

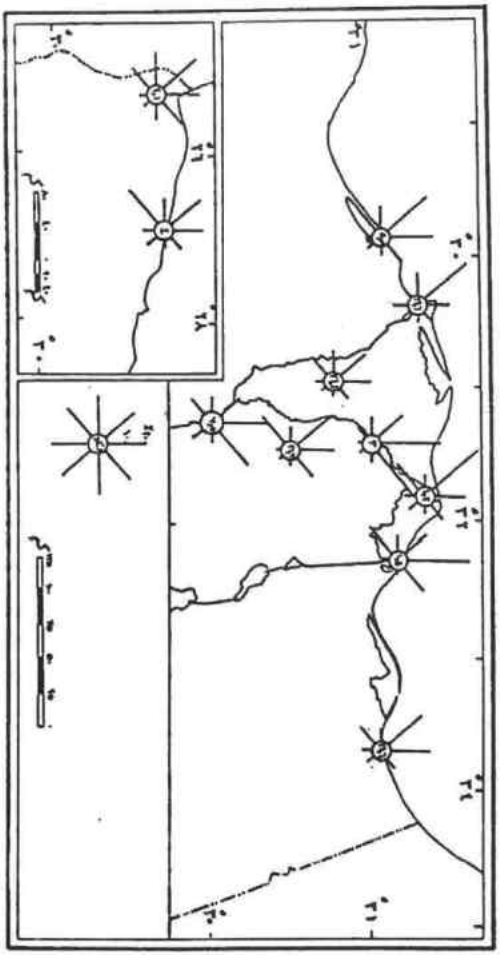
يوضح الجدول رقم (٣٨) توزيع المعدلات السنوية لنسب اتجاهات الرياح في شمالي مصر، ويمكن تمثيل بياناته باستخدام وردة الرياح البسيطة كما هو موضح بالشكل رقم (٧٣) والذي يمكن من تتبعه ملاحظة مايلي:

جدول رقم (٣٨) المتوسطات السنوية للنسب المئوية لاتجاهات الرياح السطحية بشمالي مصر(١)

المحطة	ش	ش ق	ق	ج ق	ج	ج غ	غ	ش غ	السكون
السلوم	١٧,٢	١٦,٤	٦,١	٣,٤	٣,٨	١٠,٩	١٧,٠	٢٣,١	٢,١
مرسي مطروح	١٥,٨	٧,٧	٤,٠	٦,٨	٦,٩	٢١,٣	١٣,٣	٢٠,٢	٤,٠
اسكندرية	٢٣,٣	٩,٧	٣,٢	٤,٤	٣,٥	٩,٩	١٢,٣	٢٨,٣	٥,٥
رشيد	١٢,١	٦,٩	٢,٧	٥,٠	٨,٧	٤,٧	١٣,٠	٢٧,٣	١٩,٦
دمياط	١٧,٩	٩,٧	٣,٦	٦,٠	٦,٢	١٦,٦	٥,٦	٣٣,٢	١,٢
بورسيعد	٣٣,١	١٤,٥	٢,٣	٢,٨	٣,٣	١٨,٤	٧,٩	١٤,٩	١,٨
العريش	٢١,٣	٥,٧	٠,٨	٤,٠	٥,٦	١١,٤	٦,٧	٢٢,٩	٢١,٦
المنصورة	٣٠,٣	٢٦,٢	٥,٦	٢,٨	٢,٤	٦,٤	٨,٦	١٤,٧	٣,٠
الزقازيق	١٧,٩	١٣,٩	٢,١	٢,٧	١,٨	١٦,٥	٦,٦	٢١,٦	١٦,٩
طنطا	١٤,٠	٦,٠	٣,٢	٢,١	٢,٥	٨,٩	١١,٢	١٨,٠	٣٤,١
القاهرة	٢٥,٦	٢٢,٥	٣,٩	٦,٠	٤,٧	٩,٧	٨,٠	١٢,١	٧,٥

(١) الهيئة العامة للارصاد الجوية - المصدر السابق.

١- تعد الرياح الشمالية بأنواعها الشماليةوالشمالية الغربية والشمالية الشرقية هي السائدة في شمالي مصر لارتفاع نسبة هبوبها طول العام، وتكون السيادة للرياح الشمالية الغربية في جميع الجهات عدا مرسي مطروح وبورسعيد والمنصورة والقاهرة حيث تكون السيادة للرياح الجنوبية الغربية في الأولي وللرياح الشمالية في المحطات الثلاث الأخيرة، وسبب ذلك هو تأثر منطقةمرسي مطروح بالانخفاضات الجوية المارةعبر الصحراء الغربية في أغلب فترات السنة



شكل رقم (٧٣) توزيع المتوسطات السنوية للنسب المئوية
لاتجاهات الرياح السطحية وشمالي مصر

في حين تتأثر النطاقات الأخري بالهواء من آسيا وجنوب أوربا في معظم فترات السنة.

٢- بالنسبة للرياح الجنوبية بأنواعها فالملاحظ أن الرياح الجنوبية الغربية هي أكثرها سيادة، وترتبط بالانخفاضات الجوية المارة عبر الصحراء الغربية علي وجه الخصوص، مما يسبب رياحا خماسينية حارة محملة بالغبار، وتشكل الرياح الجنوبية الغربية خطرا كبيرا علي الأرض الزراعية الواقعة عند الهوامش في مواجهة الأراضي الصحراوية، فالأراضي الزراعية الواقعة عند الهوامش الغربية للدلتا تكون عرضة للتأثر بهذه الرياح أكثر من أية مواقع أخري، لذا كان من الضروري زراعة مصدات للرياح من أشجار الجازوريتا علي حدود الأحواض الزراعية للدلتا - لتقي المحاصيل الزراعية من الأضرار التي تسببها هذه الرياح شديدة الحرارة والمحملة بالأتربة والرمال.

٣- يلاحظ أن نسبة حالات هدوء الهواء وسكونه تكون مرتفعة بشكل ملحوظ في محطات رشيد والعريش والزقازيق وطنطا. ويرجع ذلك إلي الظروف المحلية وما يتعلق بموقع كل محطة مما يكون له تأثير في نظام هبوب الرياح في مواقع هذه المحطات.

المثال الرابع .. توزيع المعدلات الشهرية لكمية المطر:

يوضح الجدول رقم (٣٩) توزيع المعدلات الشهرية لكمية الأمطار الساقطة علي شمالي مصر، ويمكن تمثيل بياناته باستخدام الأعمدة البيانية البسيطة كما هو موضح بالشكل رقم (٧٤) والذي يمكن من تتبعه ملاحظة مايلي:

جدول رقم (٣٩) المتوسطات الشهرية لمجموع كمية الأمطار الساقطة (مم)[١]

الشهر / المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
السلوم	١٩,٠	١٠,٣	٦,٨	٢,٦	٤,١	٠,٤	–	–	١,٨	١٧,٨	٢٩,٨	١٧,٩	١١٣,٥
مرسى مطروح	٣١,٧	١٥,٥	١١,٧	٢,٣	٣,٠	٢,٥	–	–	١,٢	١٨,٧	٢٤,٢	٢٩,٥	١٤٠,٣
اسكندرية	٥٢,٦	٢٧,١	١٢,٤	٢,٩	١,٧	–	–	٠,٣	١,٢	١٠,٣	٣٣,٢	٥٢,٨	١٩٤,٥
رشيد	٥٦,٣	٢٨,٩	١١,٧	٥,٨	٢,٥	أثر	–	٠,٢	٠,٦	١٠,٧	٢٦,٦	٥٠,٠	١٩٠,٨
دمياط	٢٣,١	١٧,٨	١٠,٣	٢,٥	–	–	–	–	–	٢,٤	٩,٢	١٧,٧	٨٣,٠
بورسعيد	١٦,٤	١٤,٣	٨,٥	٢,٧	٢,١	–	–	٠,٢	٠,٢	٧,٣	٩,١	١٧,١	٧٦,٧
العريش	٢٠,٣	١٧,١	١٢,٨	٦,١	٣,٢	–	–	٠,٢	٠,٦	٦,٠	١٦,٢	٢٢,٢	١٠٤,٧
رفح	٣١,٣	٢٧,٢	٣٤,٦	١٤,٢	٠,١	–	–	–	–	٢,٢	٩٤,٥	٩٠,٠	٣٠٥,٠
النخل	١١,٣	٦,١	٣,٣	١,٤	أثر	أثر	–	–	أثر	٣,٨	٧,١	٩,٢	٣٩,٢
المنصورة	١٢,١	٩,٨	٧,٧	٣,٤	–	–	–	–	–	٣,٣	٦,١	٩,٢	٥١,٦
قرقازيق	٩,٢	٥,١	٤,٣	١,٦	–	–	–	–	–	١,٩	٤,٤	٥,٦	٢٨,١
طنطا	١٠,٢	٧,٠	٤,٧	٢,٠	٤,٢	–	–	–	٠,٢	٤,١	٤,٢	٩,٧	٤٦,٣
القاهرة	٥,٢	٣,٩	٢,٤	٠,٩	٠,٧	٠,٢	–	–	–	١,٢	٣,٢	٦,٧	٢٤,٤

١- تنقسم شهور السنة تبعا لسقوط الأمطار إلي فصلين احدهما قليل المطر جدا وهو فصل الجفاف والآخر مطير، ويتركز الأول حول أشهر فصل الصيف وبالتحديد من نهاية الربيع حتي بداية الخريف (مايو - سبتمبر) وهي أشهر الحرارة المرتفعة بحيث يقع شهر سبتمبر عند نهاية فصل الجفاف وقريبا من بداية فصل المطر، ويقع شهر مايو عند نهاية فصل المطر وبالقرب من بداية فصل الجفاف.

ويتركز فصل المطر حول أشهر الشتاء وبالتحديد من نهاية الخريف حتي أوائل الربيع (أكتوبر - ابريل) وهي فترة تتميز بالحرارة المنخفضة والرطوبة المرتفعة.

٢- يبدأ فصل المطر الحقيقي في جميع المحطات تقريبا خلال شهر أكتوبر وينتهي في مايو وتزداد كمية المطر زيادة كبيرة في شهر نوفمبر عن شهر أكتوبر لكثرة العواصف الرعدية التي يقترن بها عادة سقوط الأمطار الغزيرة، وذلك لأن طبقات الهواء السفلي تكون دفيئة في ذلك الوقت من السنة لذا تحمل كمية أكبر من الرطوبة فإذا هب تيار هوائي بارد فان اختلاف خصائص الكتلتين

(١) الهيئة العامة للارصاد الجوية - المصدر السابق.

الهوائيتين يؤدي إلي حدوث عاصفة رعدية يمتد هبوبها لمدة أربعة أو خمسة أيام، ورغم أن ديسمبر ويناير يعدان أكثر شهور السنة مطرا إلا أن غزارة المطر في كل منهما علي حدة لا تصل إلي مثيلتها في أكتوبر ونوفمبر اللذين اذا سقط المطر فيهما يكون أكثر غزارة من أي شهر آخر من شهور السنة ويرجع ذلك إلي أن الهواء يكون حينئذ أكثر دفء ويستطيع أن يحمل رطوبة أكثر خلال الشهرين الأخيرين عنه في ديسمبر ويناير.

٣- تعد النطاقات الساحلية أكثر الجهات مطرا، فمعظم الأمطار التي تسقط علي الساحل تأتي بها رياح تتراوح بين الشمالية والشمالية الغربية، وقد تسقط أحيانا مع العواصف التي تهب من الجنوب الغربي، وتتباين كمية الأمطار في الجهات الساحلية تبعا لمدي تأثير الرياح الرطبة وتوغلها داخل اليابس، فتتراوح كمية الأمطار السنوية بين ١١٣,٥مم و ١٩٤,٥مم وذلك علي الساحل الشمالي في النطاق الممتد بين السلوم والاسكندرية وبين ١٩٤,٥ مم، ١٩٠,٨مم بين الاسكندرية ورشيد، بينما تتراوح بين ١٩٠,٨مم، ٧١,٧مم في بورسعيد وسبب إنخفاض كمية الأمطار هنا هو أن الساحل الذي يمتد في شكل قوس بين رشيد وبورسعيد وفي اتجاه عام من الشمال الغربي إلي الجنوب الشرقي (بين دمياط وبورسعيد) لا يلائم سقوط الأمطار لأن الرياح الممطرة لا تهب متعامدة عليه بل تكون موازية له مما يؤدي إلي قلة المطر بمعدل متزايد من رشيد غربا وحتي بورسعيد شرقا، ففي حين تبلغ كمية المطر في رشيد ١٩٠,٨مم تبلغ في دمياط ٨٣ بينما لاتتجاوز ٧١,٧ مم في بورسعيد.

وتتراوح كمية الأمطار السنوية بين ٧١,٧مم في بورسعيد، ٣٠٥ مم في رفح حيث يعد النطاق المحصور بين العريش ورفح أغزر نطاقات شمالي مصر مطراً (الركن الشمالي الشرقي من شبه جزيرة سيناء) وتتراوح كمية الأمطار السنوية الساقطة علي هذا النطاق بين ١٠٤,٧مم في العريش، ٢٠٠ مم في الشيخ زويد، ٣٠٥ مم في رفح، وسبب ذلك هو أن الرياح الشمالية الغربية والغربية التي تحمل الأمطار تهب عمودية علي خط الساحل الممتد من الجنوب الغربي والشمال الشرقي فيكون ذلك سببا في سقوط قدر كبير من الأمطار علي هذا النطاق.

وبناء علي ما سبق ذكره يعد نطاقي الساحل الشمالي الغربي الممتد من الضبعة وحتي السلوم غربا، وشمالي سيناء من أغزر نطاقات شمالي مصر مطرا، وبحكم موقعهما خارج نطاق دلتا النيل وصعوبة وصول مياه النيل إلي أراضيهما لاستغلالها في ري الأراضي الصالحة للزراعة أصبح الاعتماد علي مياه الأمطار في الزراعة هي سمة كل من هذين النطاقين.

٤- تأخذ كمية الأمطار في التناقص بالاتجاه جنوبا بعيدا عن خط الساحل، لأن

الرياح الشمالية الغربية الممطرة تفقد رطوبتها بالتوغل صوب اليابس جنوبا، والملاحظ أن كمية الأمطار السنوية لا تتناقص بانتظام في نفس الاتجاه، فبينما تبلغ في رشيد ١٩٠,٨ مم نجدها تبلغ ٩٣,٦مم في دمنهور، ٢٤,٤مم في القاهرة، وبينما تبلغ ٥٠,٥ مم في كفر الشيخ تصل ٤٦,٣ مم في طنطا، أما في دمياط فتكون ٨٣ مم تنخفض إلي ٥١,٦مم في المنصورة و ٢٨,١ مم في الزقازيق، وفي حين تبلغ ١٠٤,٧ مم في العريش تصل إلي ٢٣ مم في نخل. ومعني ذلك أن الأراضي التي تسقط عليها كميات واضحة من الأمطار (أكثر من ١٠٠ مم / سنة) لا تشكل إلا نسبة ضئيلة جدا من مساحة شمالي مصر، ويلاحظ أن كميات المطر لا تتدرج بانتظام تجاه النطاقات الداخلية بالبعد عن خط الساحل وإنما تقل بشكل فجائي، وتؤدي قلة المطر السنوية علي هذا النحو إلي وضع أراضي شمالي مصر ضمن الأراضي الجافة.

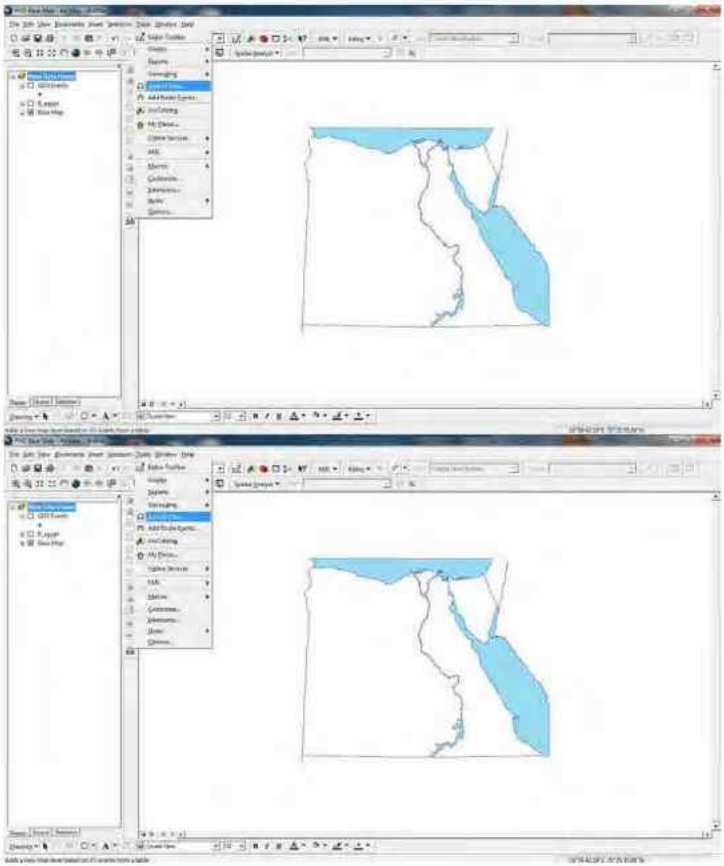
الجزء العملي
الفصل الرابع

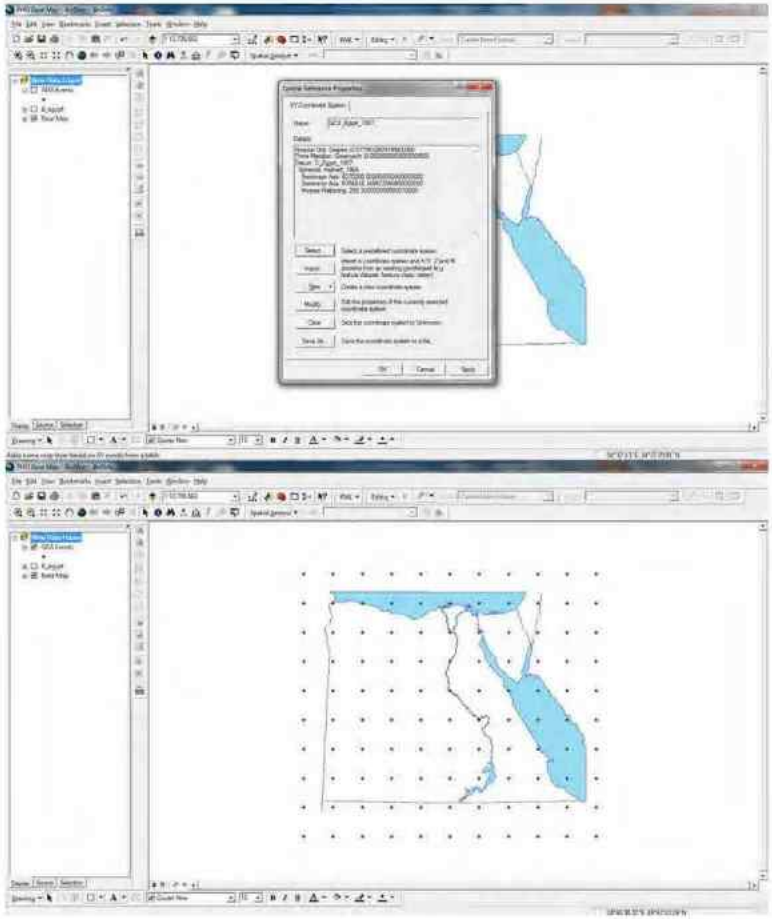
تطبيقات
نظم المعلومات الجغرافية
والاستشعار عن بعد
في خرائط الطقس والمناخ

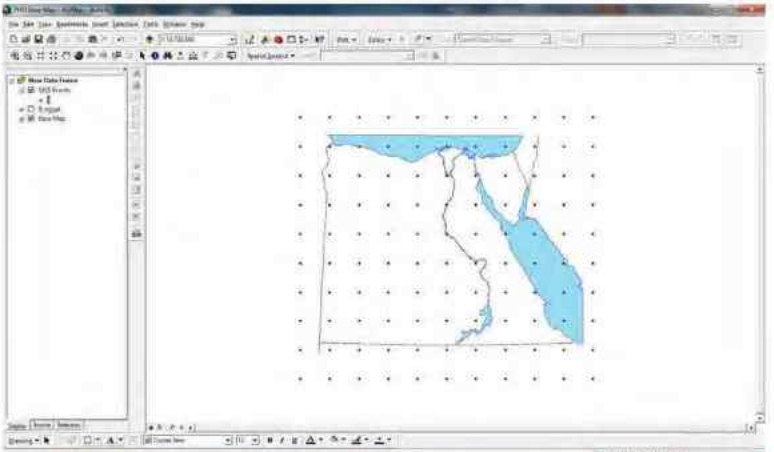
الفصل الرابع

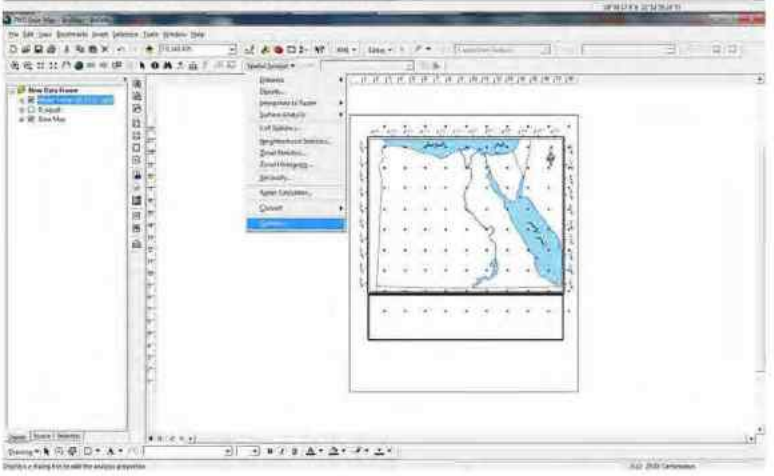
تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في خرائط الطقس والمناخ

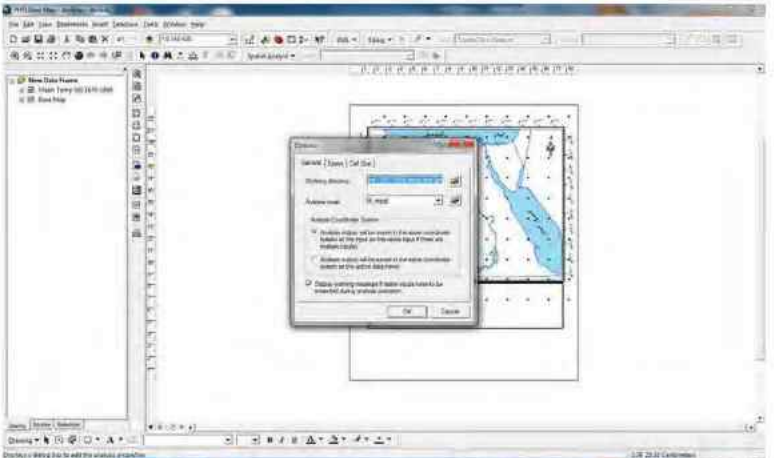
أولاً: الخطوات العملية لرسم خرائط الطقس والمناخ بطريقة خطوط التساوي باستخدام برنامج ArcGIS:

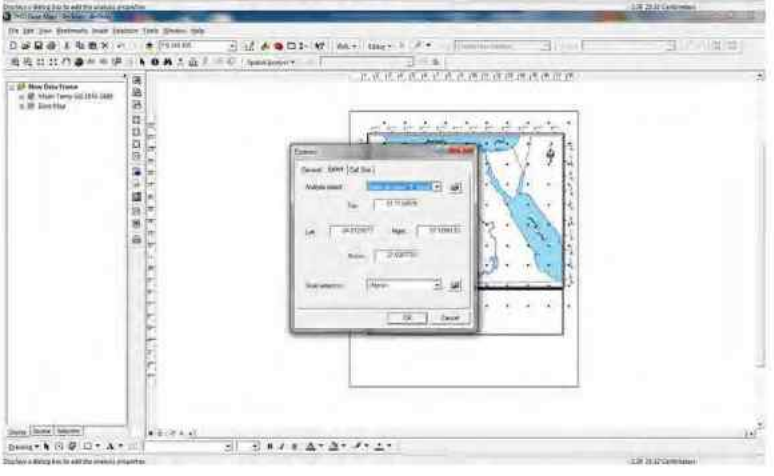


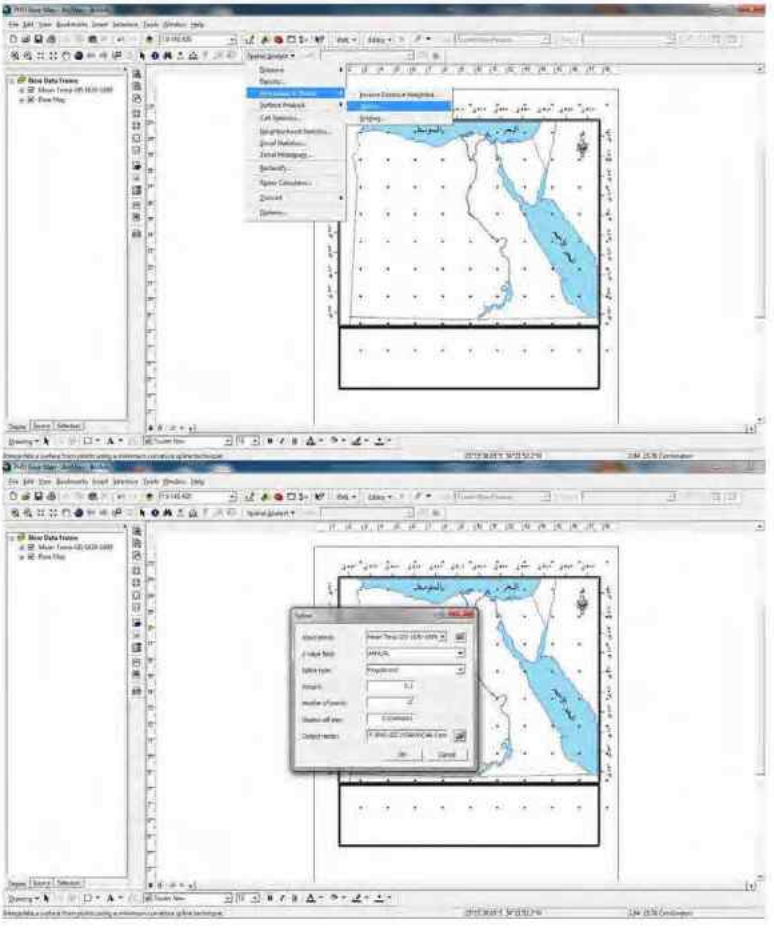


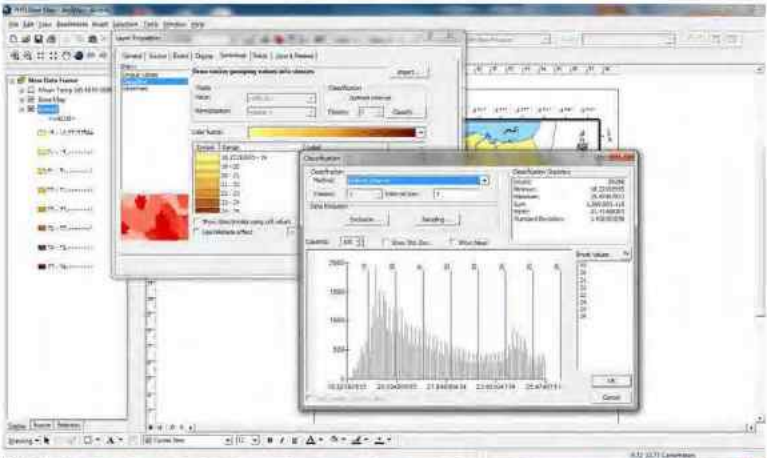


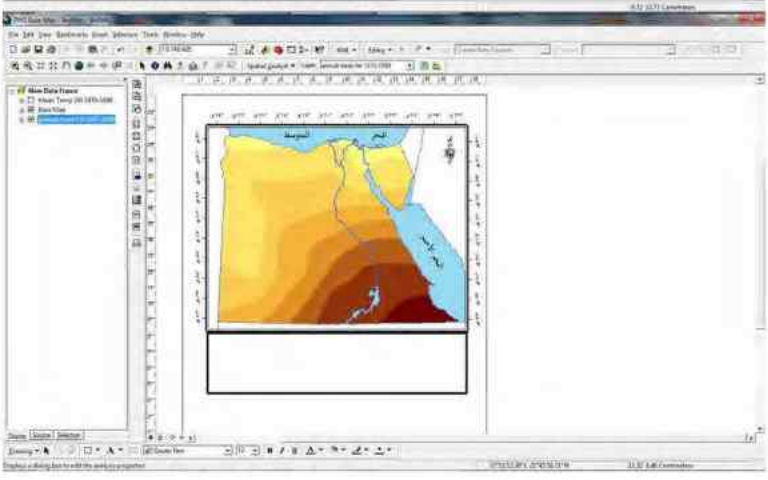


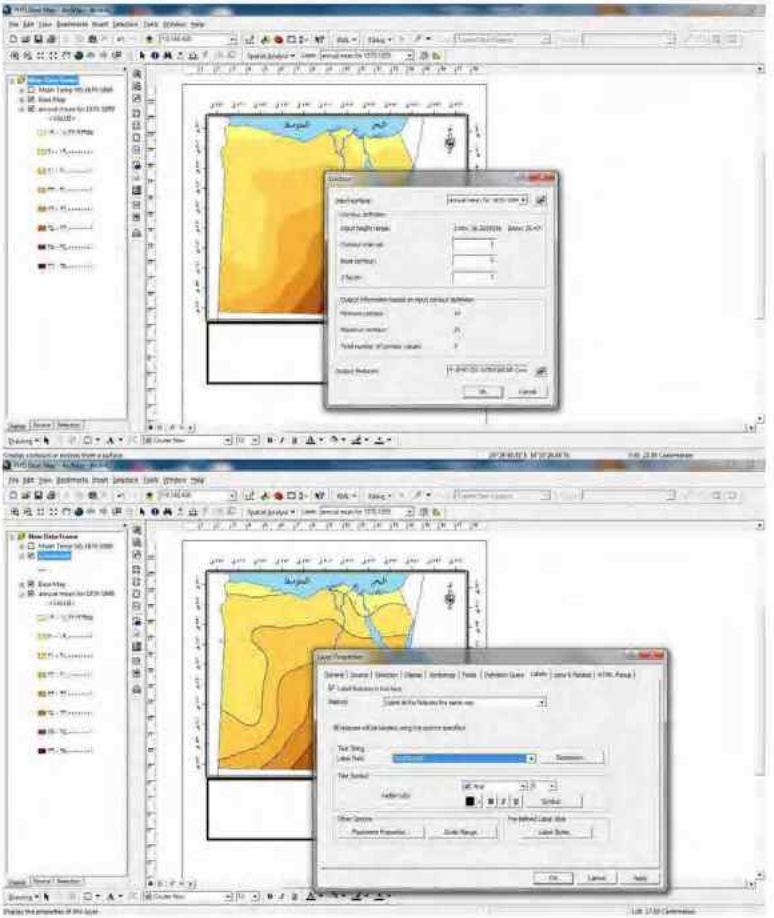


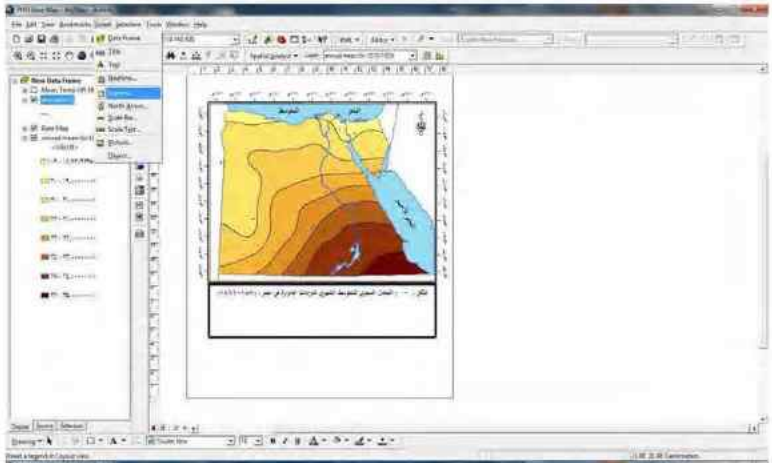


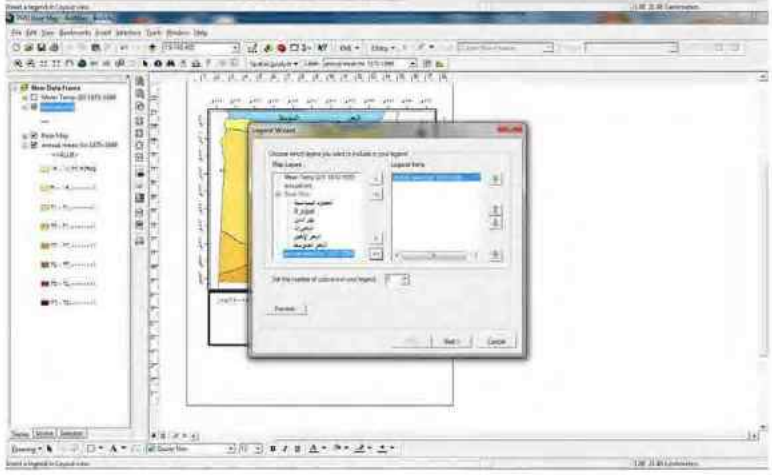


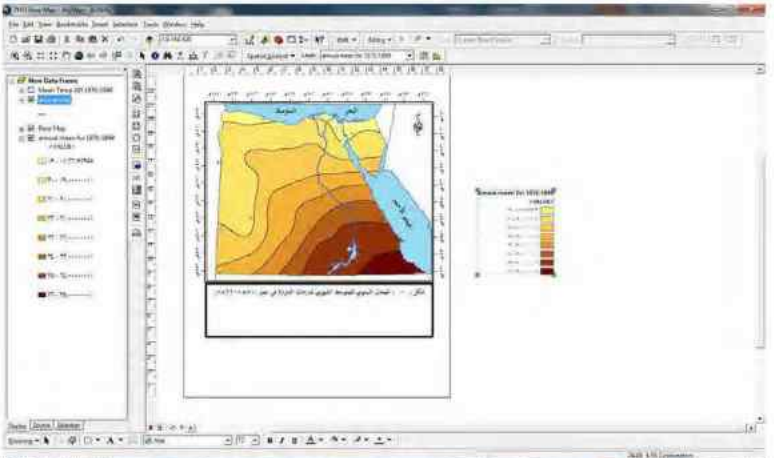


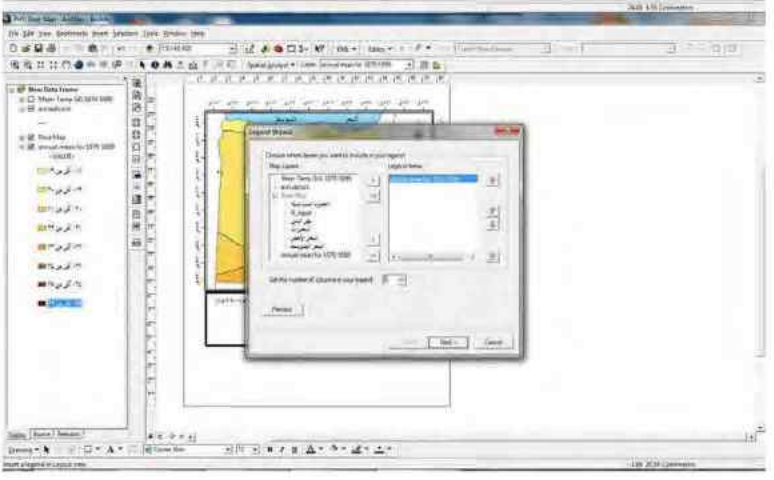


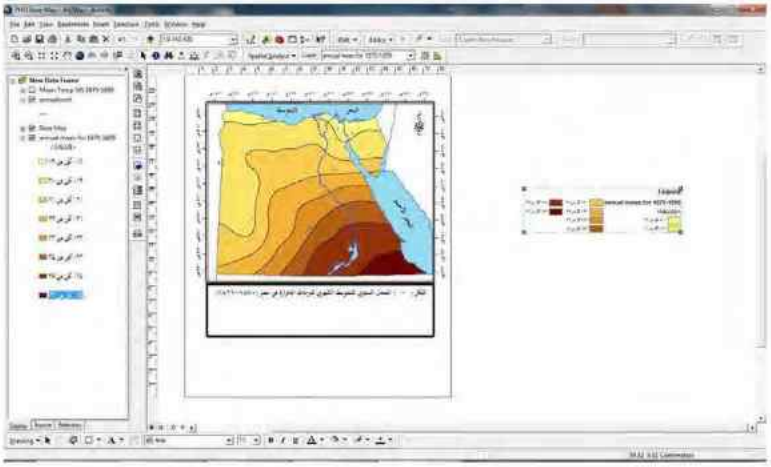












المصادر والمراجع

تم تجميع المحاضرات السابقة من الكتب والمراجع الآتية:

١) أحمد البدوي الشريعي، الخرائط الجغرافية : تصميم وقراءة وتفسير، الكتاب الأول في موسوعة الخرائط، دار الفكر العربي، القاهرة، ٢٠١١م.

٢) حسن سيد حسن، أساليب التمثيل الكارتوجرافي المستخدمة في خراط التوزيعات الطبيعية والبشرية، ط١، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ٢٠١١م.

٣) محمد إبراهيم محمد شرف، خرائط الطقس والمناخ، دار المعرفة الجامعية، القاهرة، ٢٠١٦م.

٤) محمد نجيب عبد العظيم، علم المناخ المعاصر، منشأة المعارف، الاسكندرية، ١٩٩٦.