استخدام التنبؤات العددية للتنبؤ بالأمطار

إعداد/

هبة أحمد فؤاد

باحث تنبؤات عددية أول

التنبؤ العددى (NWP)

هى نماذج رياضية مبنية على حل مجموعة من المعادلات الفيزيائية الرياضية التى تحكم العمليات الفيزيائية فى الغلاف الجوى وتركيبه الداخلى وبالتالى توفر قيم المتغيرات الجوية المستقبلية عن طريق حساب قيم هذه المتغيرات ببعديها الزمانى والمكاني. تتميز التنبؤات العددية بأنها تقوم بتوفير عدد من المتغيرات الجوية يزيد عن ٨٠ متغيربالإضافة إلى المتغيرات الجوية الأساسية من (درجات الحرارة - الرطوبة - الرياح - الظواهرالجوية - حالة البحار) الناتجة من التنبؤات اليومية من مراكز التحاليل. من نواتج هذه النماذج الرياضية الحصول على خرائط سطحية وعلوية للفترة المستقبلية للعناصر الجوية التى قد تمتد إلى أسبوع أو أكثر، وكذلك الحصول على الرطوبة ودرجة الحرارة على المستويات المختلفة وعلى كمية الهطول المتوقعة وسرعة الرياح واتجاهها عمودياً وأفقياً، ودرجة الاستقرار الجوي. التنبؤات التقليدية تعتمد على قياسات المحطات بمواقعها الجغرافية الحقيقية حيث إن المسافات بين المحطات الحقيقية غير منتظمة وبالتالى لا تمثل بشكل دقيق التغيرات الجوية التى تحصل بينها، بينما فى التنبؤات العددية يتم إنشاء شبكة محطات وهمية متناسقة ومنتظمة الأبعاد متكررة بشكل دورى عن طريق علاج المعلومات الحقيقية المستلمة من محطات الرصد الجوى الحقيقية، وبالتالى فإن الخرائط المستقبلية الناتجة من النماذج الرياضية تكون أكثر دقة وتفصيلاً. التنبؤات العددية تعتبر أداة علمية متقدمة لإصدار نشرة جوية دقيقة وشاملة ولفترة أطول.

السحب

السحب الرعدية هى إحدى أنواع السحب ذات الطبيعة المميزة والخطرة وهى سحب ذات نمو رأسى ملحوظ ومن المناسب قبل الدخول فى تفاصيل خواص هذه السحب أن نعطى نبذة عن أنواع السحب المختلفة ليتضح لنا وضع السحب الرعدية من بينها. فالسحب تنقسم إلى نوعين رئيسيين - طبقا لطريقة التكون

١- السحب الطبقية stratified clouds

٢- السحب الركامية

cumuloform clouds

وهناك ثلاث طبقات مختلفة للسحب هي:

السحب المنخفضة: ومتوسط ارتفاع قاعدتها حوالى ٣٠٠ متر من سطح الأرض.

السحب المتوسطة: ومتوسط ارتفاع قاعدتها حوالى ٣٠٠٠ متر من سطح الأرض

السحب العالية:

ومتوسط ارتفاع قاعدتها حوالى ٦٠٠٠ متر من سطح الأرض وبعض هذه السلالات ممطرة مثل السحب الطبقى stratus والركام الطبقى stratocumulus والمزن الطبقى nimbostratus والطبقى المتوسط altostratus والبعض الآخر غير ممطر مثل أنواع السمحاق cirrius وأخطر هذه الأنواع على وجه العموم هى السحب الرعدية المسماة بالركام المزنى cumulonimbus وهى سحب ذات نمو رأسى واضح إذ تكون قاعدتها على ارتفاع حوالى ٥٠٠ متر ويمتد بناؤها الرأسى حتى تصل قمة السحب إلى ٦-٨ كيلومترات فى العروض الوسطى والعليا وعلى ارتفاعات تصل إلى ١٥ كيلومترا فى المناطق الاستوائية.

الأمطار إحدى الظواهر الطبيعية الهامة للتنبؤ

المطر هو شكل من أشكال قطرات الماء المتساقطة من السحاب فى السماء. وأنواع الأمطار ثلاثة، أمطار تصاعدية وهى التى تحدث بسبب تمدد الهواء الرطب القريب من سطح الأرض، والأمطار التضاريسية وتحدث بسبب التقاء الرياح الرطبة القادمه من البحر بمناطق مرتفعه، والأمطار الإعصارية وتكون بسبب التقاء رياح مختلفه فى درجة حرارتها ورطوبتها.

دور المطر

● والمطر ضرورى للحياة، لأنه يمد الإنسان والحيوان والنبات بالماء، ويُلاحظ أنّ مظاهر الحياة تكاد تنعدم فى المناطق التى تعانى قلة الماء، أو قلة سقوط الأمطار عليها. وتعتبر الأمطار إحدى العوامل التى تساعد على منع فقدان التربة السطحية القيّمة بإيقاف العواصف الرملية. كما أن الأمطار تنظف الهواء من الغبار والملوثات الكيميائية.

● ويمكن أن تكون الأمطار ضارة أيضًا مثل ظاهرة المطر الحمضى التى تتشكل عندما تتفاعل الرطوبة مع أكاسيد النيتروجين وثانى أكسيد الكبريت. وتنبعث هذه المواد الكيميائية من المركبات والمصانع ومحطات توليد الطاقة. وتعمل هذه الأمطار على تلويث مياه البحيرات والجداول، مُشكّلة بذلك خطورة على الحياة المائية، كما تلوث الأمطار الحقول مسببة تلفاً للمحاصيل، والأشجار والتربة. فكثرة الأمطار قد تخلق اضطرابًا فى الاتصالات وتسبب الفيضانات وتدمّر الممتلكات وتسرّع فقدان التربة السطحية.

ومن أهم ما يميز السحب الرعدية وجود بعض الظواهر الجوية العنيفة مثل:

١- البرق الناتج عن التفريغ الكهربائى الذى يحدث داخل السحابة.

٢- الرعد وهو صوت التفريغ الكهربائى

٣- التيارات الصاعدة والهابطة وما يصاحبها من قص للرياح ومن ثم اضطراب جوي.

٤- تكوين الثلج على هيئة كرات تسمى البرد hail

تكوين الثلج على هيئة كرات

تسمى البرد hail ويعتبر الرعد هو العلامة الرئيسية الدالة على وجود السحب الرعدية حيث من الممكن ألا يرى البرق نهارا ولكن صوت الرعد يسمع ليلا ونهارا ويمكن تمييزالسحب الرعدية بسهولة إذ أنها تظهر على شكل خلايا من الركام قطر كل منها يتراوح مابين ٢ إلى ٥ كيلومتر وتقع قاعدتها على ارتفاع يتراوح ما بين ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ متر وفقا لمناطق تكونها وتتميز قاعدتها بأنها داكنة اللون وتمتد الخلية فى السماء كالجبل الشامخ لارتفاعات تصل إلى ١٥ كيلومترا، وفى بعض خلايا السحب الرعدية يظهر فى مقدمة السحابة من أسفل جزء اسطوانى يعرف باسم السحابة الملتقاه Rool cloud وهو يحدث نتيجة للدوامات الهوائية الشديدة ويكون نذيرا للطيار بشدة العاصفة الرعدية كما يظهر فى قمة السحابة جزء على شكل سندان anvil عندما تبدأ شدة العاصفة فى الضعف.

شروط تكون السحب الرعدية:

هناك ثلاثة شروط أساسية يلزم توفرها لتكون السحب الرعدية:

١- وجود كمية ضخمة من بخار الماء

٢- وجود عوامل رفع الهواء مثل التسخين من أسفل أو التضاريس أو اختلاف الكتل الهوائية والذى يؤدى إلى رفع الهواء الساخن فوق الهواء البارد.

٣- استجابة الغلاف الجوى لآلية الرفع فيما يعرف بحالة عدم الاستقرار

تعريف بالسحب الرعدية وما تسببه من ظواهر شديدة

السحب الرعدية Thunder clouds

تعتبر السحب الرعدية من أخطر أنواع السحب التى تتكون فى الغلاف الجوى (شكل ١). ويتواجد على سطح الكرة الأرضية حوالى ٢٠٠٠ سحابة رعدية نشطة فى وقت واحد، ولكن ١٪ من هذه السحب ينتج عنه برَد أو يصدر عنه رياح هابطة قوية.

وتعتبر السحابة الرعدية آلية مهمة فى توزيع الطاقة فى الغلاف الجوى حيث تأخذ الحرارة والرطوبة من طبقات الجو السفلى وتنقلها إلى طبقات الجو العليا، علماً بأن مقدار الطاقة فى العاصفة الرعدية (Mature Thunderstorm) يعادل ١٠ أضعاف الطاقة الناتجة عن القنبلة النووية التى ألقيت على هيروشيما.

ولتتكون العاصفة الرعدية لابد من توافر تيارات مُحمَلة ببخار الماء من السطح (Moisture Supply) وأن يكون هناك رفع للهواء الرطب فى الغلاف الجوي، وآليات هذا الرفع تتمثل فى المرتفعات الجبلية والجبهات الهوائية الباردة والمنخفضات والأخاديد الجوية.

تمر السحب الرعدية بمراحل ثلاث خلال تكونها:

المرحلة الأولي: مرحلة التكون وهى تسمى بالمرحلة الركامية cumulus stage (شكل٢)

وتبدأ نتيجة لحدوث تيارات صاعدة من الهواء الساخن تصل سرعتها الرأسية إلى حوالى ٩٠ كيلومترا فى الساعة (٥٠) عقدة وحلول تيارات هابطة من الهواء البارد محلها على مساحات واسعة نسبيا وتحمل هذه التيارات بخار الماء والشوائب إلى ارتفاعات عالية وهذه الشوائب عبارة عن جسيمات صلبة مثل ذرات الرمال أو ذرات الأملاح المختلطة ببخار الماء الصاعدة من المناطق البحرية وتحملها

الريـــاح الصاعـــدة وتنشرها فى مناطق تكون السحب ويتم تكثف بخار الماء على الشوائب لتكون قطـــرات الماء المكونـــة لسحابة وكأن الرياح تقوم بتلقيح مناطق تكثف بخار المـــاء ليتكون الماء وبوصـــول التيـــارات الصاعـــدة إلى مستوى التجمـــد تبدأ عملية التجمـــد لمعظـــم قطـــرات الماء الموجودة بالسحابة لتكون قطعا وشرائح بلورات من الثلج فى الماء نتيجة لعدم وجود شوائب كافية فى طبقات الجـــو العليا وهى ما تعرف بنويات التكثيف nuclei of condensation وهـــى الذرات الصلبـــة اللازمة لتتراكم عليها قطـــرات الماء لتبدأ عملية التجمد. وعلى هذا نجد قطرات ماء فى الحالة السائلـــة على الرغم من انخفاضـــ درجة حرارتها إلى مادون درجة التجمـــد وقد وجد أن هنـــاك بعض الحـــالات التى تظل فيها قطرات الماء فى الحالة السائلـــة بالرغم مـــن انخفاض درجة الحرارة إلى ٣٠ مئوية تحت الصفـــر وتعرف فـــى هذه الحالة باسم قطرات المـــاء فوق المبردة super cooled water droplets ومن الجدير بالذكر الإشارة إلى خطورة قطرات الماء فوق المبرد علـــى سلامة الطيران فإن دخول الطائرات فى السحابة الرعدية على ارتفاع فوق ارتفاع مستـــوى التجمد وحتى ارتفاع ٧ كيلومترات فـــى المتوسط يؤدى إلى تراكم قطرات الماء فوق المبرد بكميات هائلة على جسم الطائرة خاصة علـــى الأجزاء المدببة من الطائرة باعتبارها عنصر جذاب ويمكـــن أن تلعـــب دور نويـــات التكثيـــف بالنسبة لهذه القطرات وتتجمد هـــذه القطـــرات بمجرد ملامستها لسطح الطائرة وتسبب تراكـــم الجليـــد الـــذى يغير من الشكل الهندسى للطائرة خاصة الأجنحـــة ومجموعـــة الذيل كما يسبب انسداد الفتحات الخارجية للأجهزة.

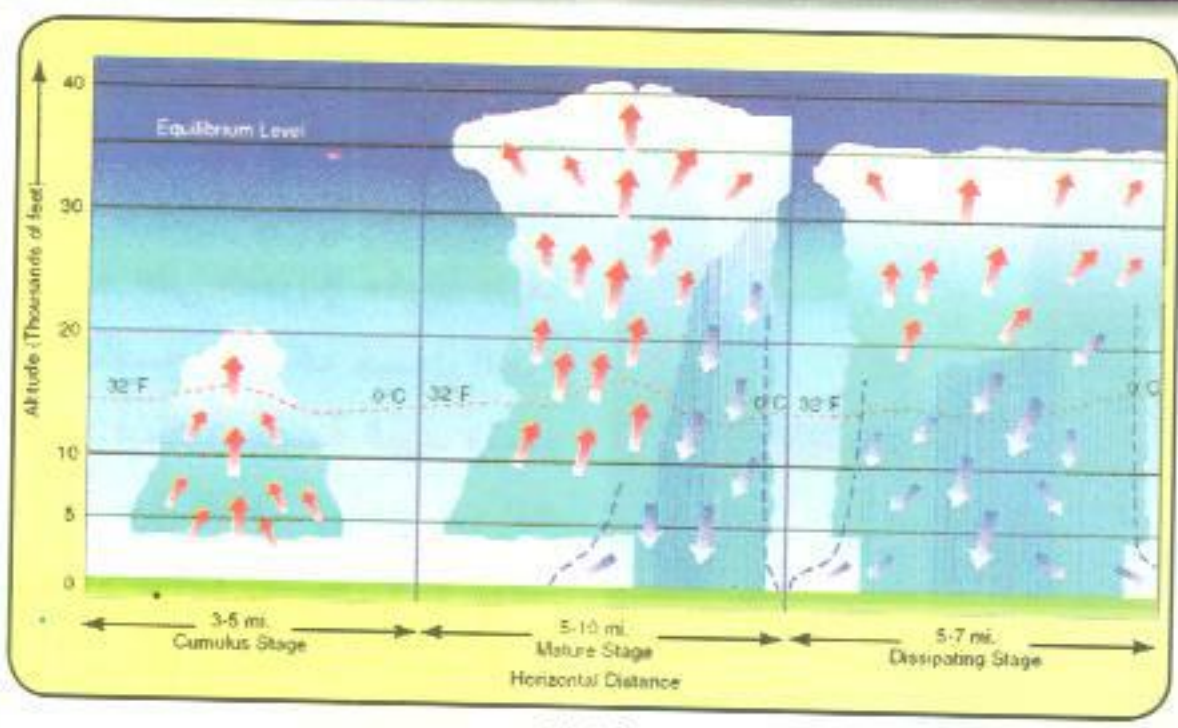
شكل ١ سحابة رعدية نموذجية

المرحلة الثانية: مرحلة البلوغ
Mature stage

وهى مرحلـــة نضـــج السحابة ووصولهـــا إلى قمـــة عنفوانها (شـــكل٢) وتتميز هـــذه المرحلة بوجود تياريـــن هوائيين داخل السحابـــة أحدهمـــا صاعـــد قد تصل سرعتها إلى ٩٠ كم/ ساعة والآخر هابـــط تصل سرعته إلى ٣٥ كم / ساعة وتصل السحابة إلى قمـــة حالة عـــدم الاستقرار ويتسبب الهـــواء الصاعد القوى فى حدوث انفصـــال كل قطرات المـــاء المتعادلة ممـــا يؤدى إلى انفصـــال كل قطـــرة إلى جزئين مختلفين فى الشحنة الكهربائية ويحمل التيار الصاعد القطيرات ذات الشحنة السالبة قرب قاعدة

السحابة ومع أزدياد تراكم الشحنات الكهربائية يحدث تفريغ كهربائى وهو ما يعرف بالبرق و يجدر الإشارة إلى أن فرق الجهد المصاحب لهذا التفريغ الكهربائى يصل إلى ٣٨٠ ألف فولت ونتيجة للتفرغ الكهربائى يحدث صوت التفريغ وهو ما يعرف بالرعد.

يحمل التيار الهوائى الهابط بعض مكونات السحابة من برد وبلورات جليدية وقطرات ماء تصل إلى الأرض وتصطدم بها تسبب نفحة من الهواء تسبق عملية الهطول وتعتبر بشيرا له وهى ما تعرف الهبة الأولي، ويتميز الهطول من هذا النوع من السحب بشدته و احتوائه على أنواع مختلفة من الهطول والتى تتراوح عادة بين ١٠-٢٠ دقيقة إلا أن كمية الأمطار الساقطة تكون كبيرة جدا فعلى سبيل المثال لو أخذنا خلية من هذه السحب نصف قطرها ٣كم وارتفاعها ٦ كم فإن تقدير المحتوى المائى فى هذه الخلية يبلغ المتوسط نصف مليون طن من الماء والبرد وكأن هذه الخلية جزء من جبل سواء فى الشكل أو فى الثقل.



شكل٢

المرحلة الثالثة: مرحلة الاضمحلال
Decaystage

وتعرف باسم الطور السندنى إذ يتكون فى أعلى السحابة جزء على شكل سندان فى اتجاه الرياح العليا السائدة وفى هذه المرحلة يضعف التيار الصاعد ويسيطر التيار الهوائى الهابط على معظم أجزاء السحابة (شكل٢) ويؤدى ذلك إلى تفريغها من مكوناتها التى تسقط على شكل هطول وبالتالى تنتهى عملية التفريغ الكهربائى ويتوقف البرق والرعد وتنتهى فعالية السحابة وخطورتها.

الظواهر الشديدة المصاحبة للعواصف الرعدية فتتمثل فى الآتى

١- رياح شديدة هابطة (Downdraft): وقد تصل سرعتها إلى أكثر من ٥٠ كم فى الساعة، وهذه الرياح كفيله بقلع الأشجار وإطاحة أعمدة الكهرباء وتحريك بعض الأجسام من مكانها.

٢- الفيضانات: (شكل ٣) تتميز السحب الرعدية بكثافة الهطول وخاصة عند استمرارها فى التأثير لمدة طويلة على نفس الموقع أو تحركها بشكل متعامد وموازى للأودية، حيث لوحظ أنها قد تؤدى إلى هطول يصل إلى أكثر من ١٠٠ مم فى عدة ساعات والتى تسبب السيول الجارفة على أجزاء كثيرة.

٣- البَـــرَد: وهو بلورات من الثلج أحتبست معها بعض الهواء فى صورة ثلج هش وتتجمع

حولهـــا قشور من الثلج والجليد بشكل متناوب، وقد يتكاثف عليها بعض من قطرات المـــاء السائل تتجمد على التدريج مكونة طبقة من الثلـــج الشفاف حـــول الجزء الهش فتتكون حبـــة البَرد، وتنمو غلافاً فوق غلاف، وينتج عن ذلك أجسامٌ كرويةُ (شـــكل ٤) و تؤدى بعض خلايا السحب الرعدية إلى تكون البرد والذى قد يصل حجمه إلى أكثر من ٣/٤ البوصة ورغم أن تكون البرد يحدث فى سحب رعدية محـــددة إلا أن حدوثه متكرر على المرتفعـــات الجبلية ويحدث على المناطق الداخلية والساحلية عند وجود السحب الرعدية العملاقة، كما أن هطول البرد يؤدى إلى تلف المحاصيل الزراعية والثمار.

٤- البـــــرق: يعتـــبر الـــبرق من الظواهـــر المصاحبة لمعظم أنواع السحب الرعدية وينتج عند تفريغ شحنـــات كهربائية بـــين خلايا السحـــب وكذلـــك بـــين السحابة وسطح الأرض (شـــكل ٥)، وهناك العديد من الإصابـــات والوفيات ناتجة عن ظاهرة البرق.

شكل٣

شكل٤

أهمية التنبؤ في خدمة الطيران

بما أن صناعـــة الطيران حساسة بوجه خاص لأحوال الطقس؛ فإن دقة التنبـــؤات الجوية تعتبر أمرا ضروريا للغاية. الضباب أو بعض السحب المنخفضـــة الاستثنائية؛ قد تمنع هبوط أو إقلاع العديد من الطائرات، بالإضافة إلى المطبات الهوائية والجليد التى تؤثر سلبيا علـــى حركة الطـــيران. العواصف الرعديـــة تعتبر مشكلـــة لجميع الطائرات؛ بسبب المطبات الهوائية العنيفة التى تنشـــأ من التيارات الصاعدة وتدفـــق الهواء. الجليد- الذى يتكون علـــى جسم الطائرة بسبب الأمطار الغزيرة-، وحبات الـــبرد Hail الكبـــيرة، والرياح القوية، والبرق، جميعها يمكن أن تسبـــب أضرارا جسيمـــة للطائرة خلال وجودها فى الجو.

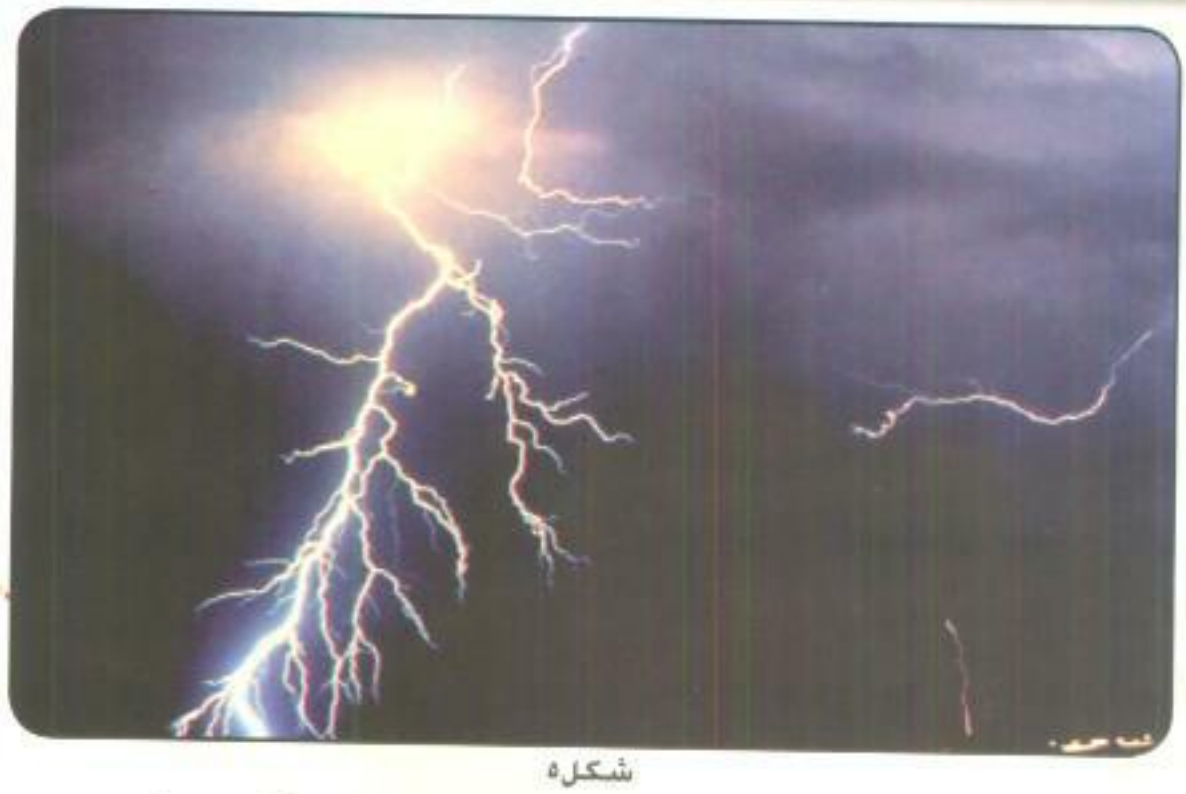
يقوم تنبؤ الارصاد الجوية بعرض

أحوال الطقس و التنبؤات الجوية التى تقدم قبل التحليق وخلال الطيران - ملخصات للطيارين- والتى توفر حماية وقائية للموارد، والخدمات والمنشآت

التحذيرات والإنذارات الخاصة بالظروف الجوية الخطرة

الجزء المهم من التنبؤ الجوى الحديث هو الإنذار والتحذير فى الأحوال الجوية الخطرة، وهو من ضمن الخدمات التى تقدمها مراكز التنبؤات الجوية فى حال توقع أحوال جوية صعبة، كإجراء احترازى للحفاظ على الأرواح والممتلكات. من التحذيرات الشائعة للأحوال الخطرة، التحذير من العواصف الرعدية القوية والأعاصير. أنواع أخرى من التحذيرات تشمل الطقس الشتوي، والرياح القوية، والفيضانات، والأعاصير، والضباب. يتم بث التحذيرات والتنبيهات الخاصة بالطقس فى وسائل الإعلام، بما فى ذلك الإذاعة، وذلك باستخدام أنظمة الطوارئ كنظام إنذار، والذى يقسم إلى عدة برامج.

إن تنبؤات الأرصاد الجوية عمل هام يؤدى دوراً حيوياً ورئيسياً فى تطوير الاقتصاد لمختلف دول العالم، مهما كان المستوى الذى وصلت إليه الدولة المعنية. وليس عن طريق المصادفة أن الدول التى لديها اقتصاديات متقدمة هى التى تستفيد، إلى أقصى حد، من معلومات الأرصاد الجوية.



شكل٥

تنبؤات المناخ

فأى برنامج للتنمية الاقتصادية يجب أن يوجه الانتباه إلى المناخ والطقس. حيث يحدد الطقس، على مدار السنة، نوع الزراعة، والإنتاج الزراعي، والزيادة أو النقصان فى كمية المياه والأمطار، والإدارة الاقتصادية للسدود، وملاءمة الأماكن المختلفة لأنشطة الإنسان. ويؤثر أيضاً فى الأمان والراحة فى خدمات النقل والمواصلات.

ولعل أهم الأنشطة الإنسانية والتى يمكن أن تستفيد من خدمات الأرصاد الجوية، هى صيد الأسماك، والزراعة، والنقل الجوي، والبناء، والنقل البرى والبحري، والاتصالات، وإنتاج الطاقة، والسياحة، وإدارة السدود، والتحكم فى المياه، والصناعة.

تنبؤات الأحوال الجوية والطقس

وكذلك لا يمكن أن نغفل أهمية تأثير الأحوال الجوية والطقس فى العمليات العسكرية، ونتائج الحروب. وليس أدل على ذلك من الهزيمة القاسية لجيوش الرايخ الثالث أمام شتاء روسيا، الذى جمد الجنود الألمان، فى الحرب العالمية الثانية. وكان أحد أهم أسباب نهاية هذه الحرب بهزيمة ألمانيا.