1- 4 طرق التنبؤ الجوي Methods of weather forecasting :

لغرض الاعداد لعملية الـ forecasting بينا سابقا بان forecaster weather يحتاج الى تحضير مجموعة من surface weather mapsالمتسلسلة ولعدة اوقات، والىconstant pressure charts لعدة طبقات عليا ، والى cross-section maps vertical فوق موقع معين او لعدد من المواقع، فمن خلال متابعته لسلسلة الـmaps الماضية والـ atmospheric pressure pattern واهمها cyclones و anticyclones وما يرافقها من weather، وكذلك fronts وانواعها وتحركاتها و clouds بأصنافها، والـ Plenary session of wind والـ local wind، بالإضافة الى حتمية معرفته بالـ natural parameters والـ physics parameters التي من الممكن ان تكون سببا في العديد من الـ atmospheric phenomena الصغيرة والكبيرة. من هذا كله يستطيع weather forecaster و بالاعتماد على معلوماته وخبرته ان يرسم الـ weather prognostic maps لفترة زمنية معينة كان تكون 24 hour ، this maps تمكننا من تحديد مواقع [weather fronts](https://en.wikipedia.org/wiki/Weather_front) الجديدة المتوقعة وما يرافقها من weather elements مثل : [temperature](https://en.wikipedia.org/wiki/Temperature) , [wind](https://en.wikipedia.org/wiki/Wind) و الـ [precipitation](https://en.wikipedia.org/wiki/Precipitation_%28meteorology%29)، ويمكن ان تكون هذه الخرائط اداة لاشتقاق الـ [Vorticity](https://en.wikipedia.org/wiki/Vorticity) والـ.stability indices رغم هذه الثروة الهائلة من المعلومات وتيسرها وما تحقق من تطور في الاجهزة والمعدات والحواسيب والبرامج الالكترونية، فأن عملية weather forecasting ماتزال صعبة ومعقدة وتعتمد بالدرجة الاساس على خبرة ومهارة وتدريب weather forecaster وقدرته على الاستفادة من ما لديه من وسائل وادوات.

 لتقدير الـ weather forecast يحتاج weather forecaster الى عدة امور اساسية:

1. ان يكون محيط احاطة كاملة بحالة الـ present weather .
2. ان يكون على معرفة تامة بالـ climate situation لمنطقة الـ weather forecast وبالمناطق المجاورة لها والمؤثرة فيها.
3. ان يكون على دراية تامة بالــ Physical laws المتحكمة بالتغيرات التي تتعرض اليها weather conditions.

وهنا تجدر بنا الاشارة الى ان مسالة weather forecasting تقوم اصلا على مبدأ الـ probability، لذلك فان الحديث عن prediction دقيق وكامل كليا غير موجود حتى هذه اللحظة، فهناك العديد من المصاعب والمشاكل التي تقلل من دقة نتائج الـ forecasting، واهما:

* عدم التكافؤ ما بين surfaces observations و upper air observations.
* تعقيد الصيغ الرياضية للـ Physical laws التي تحكم الـatmospheric motion and it natural phenomena حيث ان الحلول الكاملة لتلك الـequations غالبا ما تكون غير ممكنة بسبب الـ interactions المشتركة والمتداخلة بين one variable and another، والتبسيطات التي اجريت على تلك الـ equations خلقت نوعا من الـ shifting عن الـ real weather.

على الرغم من تلك الصعوبات الا ان هناك محاولات للـ predication in weather conditions تكمن في two directions مختلفين كليا عن بعضهما :

* substantive direction:

هو weather forecasting الذي يقوم على حل mathematical equations المعبرة عن atmospheric physics and it motion، واهم الاساليب المتبعة في هذا الـ direction :

1. Numerical Forecasting:

ويتم باستخدام الـ computer لكفاءته وسرعته ودقة نتائجه في حل الـ forecasting equations، اي حل الـ equations of fluid motion المتحكمة في الـmotion atmosphere. ومع تتطور وسائل الاتصال فان weather data تدخل بصورة مباشرة الى memory units in computer الذي يقوم وفق برامج معينة تستخدم Mathematical and physical equations بتحويل تلك المعلومات الى Symbols يختار منها المناسب. يتبع ذلك analysis weather conditions لتخرج في نهاية عمل البرنامج صورة للـ weather conditions المختارة ممثلا عليها isohypse لعدة isobaric surfaces، فاذا كان analysis مقبولا يقوم forecaster بتوجيه الـ computer للقيام بالـ weather forecasting النهائي.

ان الـ computer لا يتعدى كونه جهاز يقوم بعدة calculations دفعة واحدة وفق برنامج ومخطط يرسمه العقل البشري ويعد meteorology من اكثر العلوم استفادة من الـ computer ، ويتبع numerical weather predictions مراحل رئيسية اهمها:

* initial data processing : تتم بإدخال observation data المرسلة والمسجلة Previous observation data وقد تجرى عليها بعض من عمليات التصحيح والاستكمال لتكون نماذج نهائية للـ predication.
* Automated numerical analysis of data : ويتم باستخدامPrivate mathematical ways تكون على شكل Computer software.
1. Statistical Forecasting:

ويعتمد على تطبيق Linear Regression equations and correlation coefficient and other statistical relations وتستعمل هذه الطريقة بشكل واسع في الـ Climate Prediction فمثلا Indian Meteorological Institutions تستخدم هذا الاسلوب للتنبؤ بموعد قدوم الـ Monsoon and the amount of precipitation ، ومن خصائص هذا الاسلوب انه يفيد في:

* determining the climate and weather tendency toward certain patrol in the sequence of events, and to show the possible sequences in weather phenomena and determine the trend line of the track time to climatic elements .
* identify similar climatic conditions in the past and show how similar developments taking place in the present and the future.
* Understanding the relationship between the thermal conditions of the earth's surface and the characteristics of atmospheric motion in seasons and during the year.
* Personal direction:

ويعتمد على synoptic forecasting الذي سيكون اسلوبا ثالثا يضاف الى اساليب الـ forecasting الاخرى(Numerical Forecasting و Statistical Forecasting) وهذا النوع من الـ forecasting الذي يعتبر الاكثر شيوعا في غالبية دول العالم يعتمد علىweather maps و weather forecaster بصورة مباشرة، والذي يجب ان يكون غني بالمعلومات العامة وذو خبرة عملية وعملية في تقييم Past and present weather conditions ، وبناء continuity لتصوراته في محاولة منه لإعطاء صورة عما سيكون عليه الـ weather في المستقبل خلال فترة زمنية محددة. وينطلق التنبؤ وفق هذا الاسلوب من weather maps ، حيث يفحص forecaster سلسلة زمنية متتابعة من weather maps تغطي الفترة الزمنية السابقة ليتمكن من معرفة مدى الـ motion velocity لبعض الـmain weather phenomena and destination ، فيكون بذلك قادرا على تكوين تصور جيد عن الـweather phenomena وتحديد حالتها لفترة زمنية لاحقة، فالـweather بصورة عامة لا يتغير Randomly انما يميل للتبدل بصورة متتابعة نسبيا. وعليه يجب ان يكون forecaster ملم بالامور التالية:

1. Main weather models وهي:
* مراحل تطورfrontal depression والـ weather phenomena المرافقة له، كنموذج حركي يمر بمراحل التطور التالية (Evolution, youth, maturity, fullness, decay) .
* pressure pattern والتي تختلف في احجامها ودرجة تطورها وما يصاحبها من الـ weather conditions.
* heat wave التي تحدث في الـ The summer season in tropical ونموذج الـ cold wave التي تحدث في بعض ايام الشتاء بفعل سيادة cold and dry air mass.
* Indian monsoon تحدث وفق تواريخ ثابته في السنة.
1. The Continuity :

وتعتمد على ربط الـ Current weather movement مع الـ direction of the past weather وتقديرto the weather Next destination ، فالتحليل الدقيق لسلسة من weather charts يمكن من تحديد الـ velocity of main weather phenomena كمراكز الـ atmospheric pressure و الـ fronts و الـ trough & ridge lines، مما يجعلنا قادرين على Determination حركة تلك الـ phenomena نحو الـ future لفترة زمنية محددة، على فرض ان الـ change in weather سوف تستمر في تتابع حدوثها بطريقة مشابهة.

مما تقدم لابد من وجود harmony واضح في الـtime sequence in synoptic weather maps عند تطور خصائص الـ atmospheric motion بشكل تدريجي وبصورة مستمرة، وهناك حالات عديدة لهذا harmony يجب ان تكون معبرة، اهمها:

* الخصائص الـ plotted على الـ surface weather maps يجب ان تكون في حالة Harmonious spatially مع خصائص upper air maps وهذا ما يسمى بالـ (geometric consistency).
* التطور الزماني للـ weather phenomena على مستوى (ارتفاع) معين من الـ atmosphere مثل ازاحة وتشوه pressure patterns من الـ present map الى الـ next map يجب ان يكون محتمل وممكن بصورة حركية وهذا يسمى (kinematic consistency ).
* The case of weather conditions يجب ان تتفق ضمنيا مع الـ forces المؤثرة عليها وهذا يدعى بالـ (dynamitic consistency) .
* all properties and weather systems التي تظهر بواسطة maps analysis يجب ان تكون في حالة harmony مع العمليات الجارية في الـ atmosphere، كالـ Conduction And turbulent exchange of heat, radiation, evaporation, condensation and precipitation وهذا ما يسمى بالـ thermodynamic consistency.
1. analogues :

وتعتمد هذه الطريقة على weather conditions محددة، لها ما يشابهها من الـ past weather conditions مما يمكن ذلك من تقرير الحدوث المستقبلي لمثل تلك الـ conditions.

1-5 أنواع التنبؤات الجوية types of weather forecasts :

1. **short period forecasts:**

ويقصد بها تقدير الـ next weather condition في منطقة ما خلال عدة ساعات مقبلة، قد تصل احيانا الى يوم او ثلاثة ايام ، واغلب حالات الـ weather forecasting من هذا النوع تكون لفترة hours coming 6، وتتم الاعتماد على weather maps و الـ Past, present weather القريب ومن خلال متابعة الـ weather phenomena كالـfronts و cyclones التي تتحرك على الاغلب من الـ west to east، وبالاستعانة upper air maps يمكن تحديد ملامح الـnext weather map ومواقع الـfronts و cyclones و anticyclones عليها بعد يوم او يومين او ثلاثة وبذلك يمكن تخمين الـ next weather condition ، مع ملاحظة الـ Local conditions التي قد تغير قليلا من الـ intensity of weather phenomenon and it track ، وهذه الالية في الـ predication تعتمد على مبدأ الـ continuity، ودقته تزداد بنقصان مدة الـ predictions الزمنية. واكثر اسلوب معتمد في هذا النوع من الـ predictions هو synoptic forecasting.

1. **medium rang forecasts:**

يقصد بها تقدير الـ weather condition المنتظرة لمدة تزيد عن day وقد تصل الى weak.

ولأجل الحصول على دقة prediction جيدة لابد من التركيز اولا على تحديد الـ air mass المؤثرة على المنطقة (Origin, movement and continuity)، بجانب تحديد مناطق low & high pressure ومعرفة وجهة تطورها، وتقدير كيفية احتمال تحركها والتغيرات التي تطرأ عليها طيلة الفترة المراد الـ Prediction on it weather condition . ولإتمام ذلك لابد من اعداد prediction map عامة للفترة المحددة او عدة prediction maps مرحلية. كما انه من الضروري ان تكون الـ weather map المحللة الماضية والحاضر شاملة لمساحة كبيرة من الـ earth بحيث تكون على مرأى الـ forecaster كافة المناطق التي يؤثر الـ weather الخاص بها في المنطقة المراد اجراء forecasting لها.

لإنجاز هذه الـ forecasting يتوجب من الـforecaster ان يكون على دراية كافية بالـmain pressure pattern movement وتناميها، فبجانب ان للـ pressure pattern طرقا خاصة تفضل سلوكها، حيث تتجه الـ Depressions نحو المناطق التي يكون الـ pressure فيها مائلا نحو الانخفاض مبتعدة عن المناطق التي يميل فيها الـ pressure نحو التزايد، هناك بعض الاماكن التي يمكن ان يحدث عندها تجدد لنشاط frontal depression. وافضل ما يمكن ان تطبيقه على الـ medium rang forecasts من طرق الـ predications هو الـ Numerical Forecasting .

1. **long rang forecasts :**

و تزيد على 5 ايام ( اسبوع، شهر، فصل، سنة....الخ) ويعتمد هذا النوع من الـ predication على Statistical Forecasting وعلى قاعدة analogues. فالـ statically lows المستخدمة في دراسةweather maps لعدة سنوات مكنت من الـ predication بما سيكون علية الشهر او الفصل المقبل مثلا من حيث زيادة او قلة الـ cold، يضاف الى ذلك دراسة ومتابعة دورة الـ polar wind وتحركها واختلاطها بالـ wind الاخرى باعتبار ان Arctic ice وحرارة المنطقة الـ warm water currents Tropical and itعاملين رئيسيين في التغيرات الجوية المتوقعة.