

## 1-1 مفهوم التنبؤ الجوي :The Concept of Weather Forecasting

ان weather forecasting ليس حديث العهد بل انه قديم جدا وان اختلفت اساليبه وطرائقه عن الاساليب والطرق الحالية ، فأجدادنا كانوا يتکهنون بال next weather condition من ملاحظاتهم للـ weather condition في مناطقهم ، حيث وجدوا ان بعضـا منـا weather phenomena يدل على البعض الآخر ، وان بعضـها يرتبط ببعضـالـCosmic phenomena تجسد ذلك في العديد من امثالـهم الشعـبية:

- ما اغترت شتاء الا وامطرت (مثل عراقي).
- اذار الهدار ابو الهزاهز والامطار ، اذار ضمله فحـماتـ كـبارـ ، اذار يطلع السنابل من بين الاحـجارـ (امثال عـراقـيةـ).
- اـحرـ منـ شـمـسـ تمـوزـ (مثل عـراقـيـ).
- اـولـ عـشـرـةـ منـ آـبـ تـقـتـحـ منـ جـهـنـمـ بـابـ ، ثـانـيـ عـشـرـةـ منـ آـبـ تـقلـلـ الـاعـنـابـ وـتـكـثـرـ الـارـطـابـ ، وـاـخـرـ عـشـرـةـ منـ آـبـ تـقـتـحـ منـ الشـتـهـ بـابـ (امثال عـراقـيـ).
- اـولـ عـشـرـةـ منـ شـبـاطـ لـفـ العـجـوزـ بـالـبـسـاطـ (مثل عـراقـيـ).
- عـ القـمـرـ دـائـرـةـ ، الدـنـيـاـ مـطـارـةـ (مثل سـورـيـ).
- لو ضـبـبـتـ الصـبـحـ بـدـريـ خـدـيـ عـصـاكـ وـسـافـريـ (مثل مـصـرىـ).

لقد بدأ التنبؤ العلمي الحديث مع ظهور weather maps في النصف الثاني من القرن التاسع عشر ، الا ان استخدامـه على نطاقـ واسـعـ لمـ يـعـرـفـ الاـ فيـ الـربعـ الثـانـيـ منـ الـقـرنـ العـشـرـينـ بعدـ انـ اـصـبـحـتـ weather observation data a digital & specific data

way of prepare it and style of analysis it Weather maps في بداياتـهاـ الاولـىـ لاـ بلـ انـ Weather map not prepare or computer the analysis in hand but by computer half hour in hand time of prepare the weather maps to second

ويمكن تعريف Weather Forecasting

estimated the upcoming case (expected) to the atmosphere for the next period of time, one hour or less , few hours, dayes, month, ext....

حيث يعتمد Weather Forecasting اعتمـادـاـ كـبـيرـاـ علىـ Synoptic Meteorology الذي يـعـرـفـ بأنه دراسـةـ تـفـصـيلـيـةـ لـ weather condition المؤـثـرةـ علىـ A large geographical area weather forecaster منـ الضـرـوريـ لـ weather forecasting ولـإنـجـازـ عمـلـيـةـ weather forecasting لـ weather forecaster بعدـ مرـاحـلـ الأساسيةـ تـنتـهيـ بالـ predictionـ وهيـ:

1. هي اـولـ خطـواتـ weather forecaster ، والتي يقومـ منـ خـلالـهاـ weather observation . Correct , actual and synoptic weather condition لـ representative synoptic observation observation basic weather elements stations ، والتي يتمـ فيهاـ التـالـيـ:

- Past, present weather.
- Wind speed and direction.
- Amount of clouds, their gender and collections and the high base
- Precipitation.
- Dew point temperature.
- Temperature.
- Humidity .
- Atmospheric pressure.
- pressure tendency .
- Vision .

او في observations of upper air weather stations والتي تم باستخدام جهاز radiosound : observed وفيها

- Temperature.
- Humidity .
- Atmospheric pressure.
- Wind speed and direction.



شكل (1-1) راصد جوي يقوم بعملية الرصد

.2 . و تبدأ بتحويل observation data الى Collocate and exchange observation data ارقام خاصة synoptic code عالمية متفق عليها ، حيث يجمع اكبر قدر ممكن من data weather conditions forecasting area والمناطق المجاورة لها التي لها التأثير weather conditions forecasting to it weather في المنطقة المراد اجراء weather condition ، كون weather conditions في اي منطقة تكون جزء من weather condition ، العامة السائدة في حيز كبير من ال earth ، فإذا أردنا على سبيل المثال اجراء forecasting weather condition in iraq ، لابد من تجميع اكبر قدر من observation data عن weather conditions السائدة في القارة الأوربية وصولا الى روسيا وкриنلاند شمالا ، والى شمال إفريقيا وكافة أنحاء البحر المتوسط وصولا الى شرق المحيط الاطلسي غربا ، والى وسط القارة الآسية وجنوبها الغربي وصولا الى تايلاند شرقا ، والى المحيط الهندي وابحر العربي والسودان جنوبا ، شكل (2-1) .



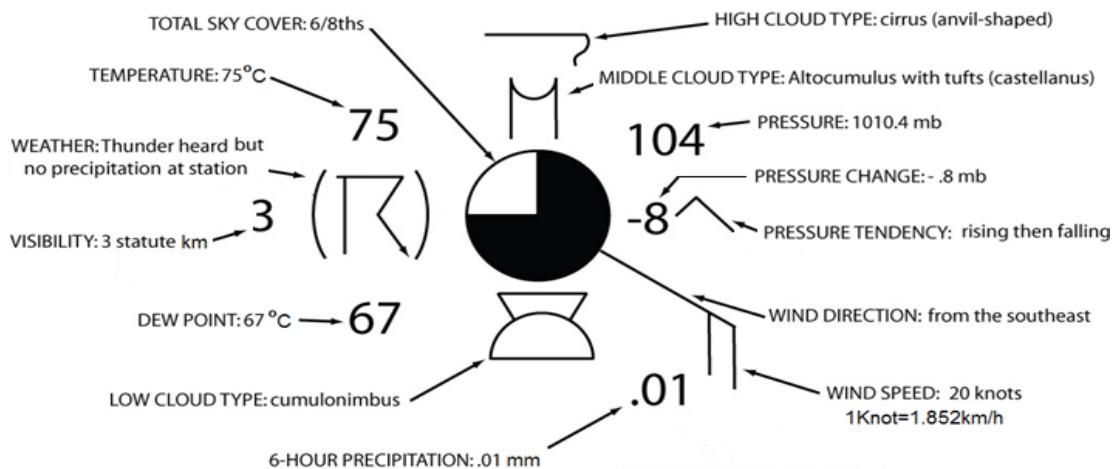
شكل (2-1) خارطة العالم

وبعد عملية collected observation data من جميع weather station من كل دولة يتم بثها واستلامها وتجميعها في مراكز دولية تقوم بإعادتها كاملاً بأسرع وسائل الاتصال المتوفرة ، والشكل (1-2) يوضح جانب من عملية تجميع وتبادل weather data.

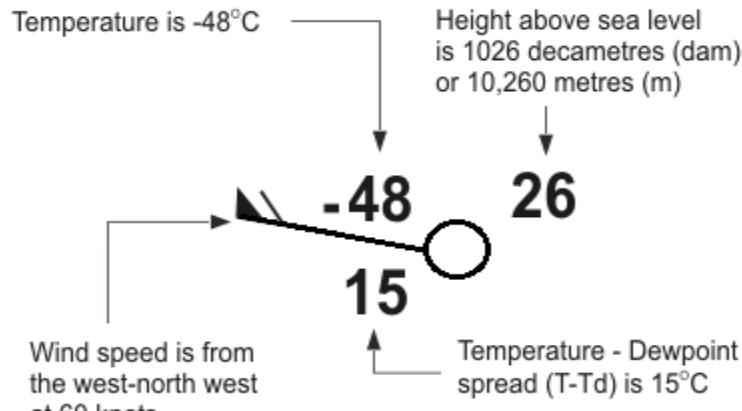


شكل (1-3) عملية تجميع وتبادل المعلومات

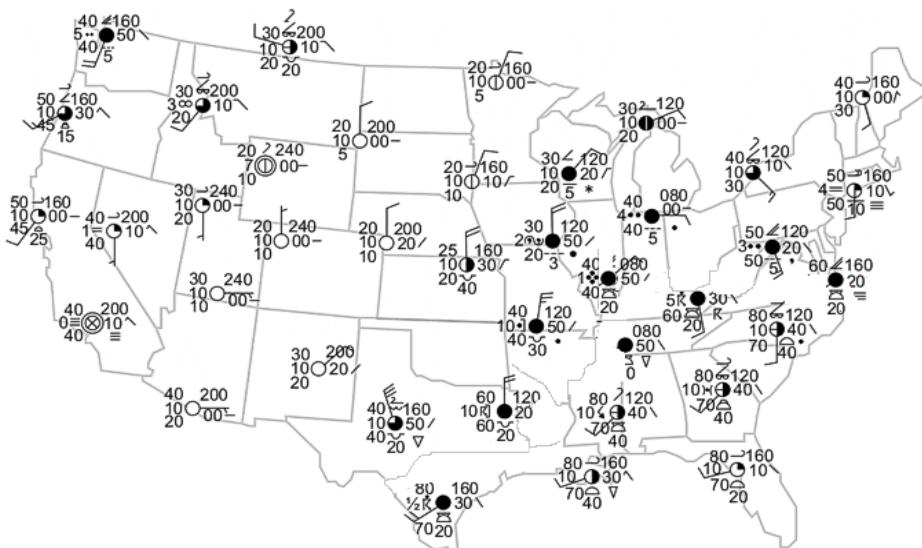
Preparation weather maps : هي مرحلة plotted the observation data .3 انواعها ، وتم بتقسيط او تسقيط observation data على weather charts بأسلوب وطريقة معروفة ومحددة متفق عليها عالميا من قبل المنظمة العالمية للأرصاد الجوية World Meteorology Organization (WMO) ، كما في الشكل(4-1) الذي يوضح نموذجاً للstation upper surface synoptic weather station ، والشكل (5-1) يمثل هو الآخر نموذجاً للweather condition air weather station . وفي هذه المرحلة تبدأ صورة weather forecaster (meteorologist) على weather data (weather maps) ، من خلال اكمال ازال weather map والشكل (5-1) يبين weather maps كاملة .



شكل (3-1) انموذج لمحطة طقس سطحية surface synoptic weather station



شكل (4-1) انموذج لمحطة طقس علوية upper air weather station



شكل (5-1) معلومات أنوائية ممثلة على خارطة طقس سطحية

weather maps analysis هي آخر خطوات weather forecaster قبل الشروع في عملية forecasting atmospheric phenomena ، فال weather chart يظهر العديد من plotting forecasting وظاهرها يعتبر الانطلاق الحقيقي في عملية weather forecasting ، شكل (6-1).



شكل (6-1) منبئ جوي يقوم بعملية التنبؤ بعد تحليله لخريطة الطقس

فيما يusal surface weather maps على ظهر isobars lines و air fronts و pressure pattern ، وتحدد air mass وغيرها. أما تحليل Synoptic Charts of Constant Surface أو ما يعرف بالـ isobaric surface upper air charts ، فيكون عن طريق رسم contour lines التي تحديد مناطق High Pressure وامتداداته ، ومناطق Low Pressure وامتداداته ، fronts ، ويمكن من خلال هذه الـ maps ، التي تكمن أهميتها في متابعة التغيرات العمودية في air mass باعتبارها المحرك الرئيسي المسيطر على weather condition ، تحديد موقع الـ jet stream وامتداده وشكل حركته. وتعد بجانب هذه الخرائط thickness maps للطبقة المحصورة بين سطحي ضغط (500-500 hpa) ، فكما هو معروف ان الفرق ما بين ارتفاع isobaric surfaces يختلف من مكان الى اخر باختلاف temperatures مما يساعد في تحديد مناطق low and high pressure in upper troposphere ، فقد اثبت ان cyclone & anticyclone و intensity and velocity of wind تتحرك بسرعة تساوي نصف wind speed على مستوى 500 mb . واخيرا ولكي تكتمل صورة الـ atmosphere لابد من دراسة وتحليل الـ thermodynamic vertical cross-section of it عبر charts ، التي تمكنا من دراسة air stability في upper layer of troposphere وامكانية weather forecasting ، ومن هنا نستنتج ان weather maps هي اساس عملية forecasting in it ، فلا يلي عملية prediction يجب تحضير :

- Sequenced surface weather maps for several times .
- constant pressure maps for many upper layer .
- cross-section map for atmosphere above specific location or above many locations .

ومن خلال متابعة سلسلة الـ maps الماضية وتوزيعات atmospheric pressure عليها وتحركات

weather forecaster ، يستطيع cyclone and anticyclone و air fronts من خلال خبرته ان:

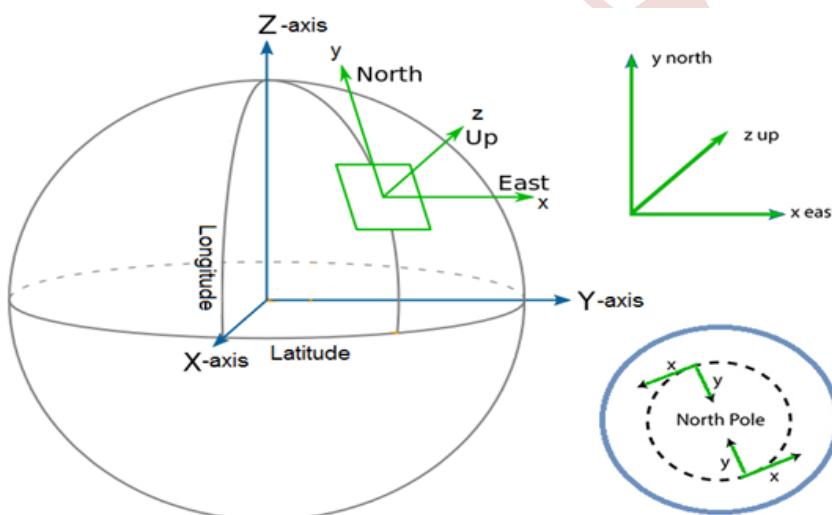
plot a map forecasting in it about the new position of the fronts and there weather condition

## 2-2 الإحداثيات الخاصة بالأرصاد الجوية

إن meteorology وضع (سممت) weather maps in a co-ordinate ، حيث توجد خمسة أنواع من هذه coordinates :

### 1-2-1 نظام الإحداثيات الكارتيزي (X,Y,Z)

وتكون فيه origin point نقطة اختيارية ، و يبدأ من X-axis ويتمد نحو east ومواري للـ latitude ، و يبدأ من Y-axis ويتوجه نحو north polar وموازي للـ X-axis ، أما Z-axis يبدأ من origin point وعمودي على الإحداثيات longitude وعمودي على earth surface والاتجاه الموجب له متوجه إلى أعلى ، شكل (1-7).



شكل(1-7) Cartesian co-ordinates

### 2-2-1 نظام الإحداثيات الكارتيزي الضغطي (X,Y,P)

فوق جسم يدور حول نفسه like earth ستكون أكثر بساطة لو استبدلنا (Z) vertical axis الذي يمثل الـ hight بالـ atmospheric pressure (P) ، ويتم ذلك وفق العلاقة التي تربطهما:

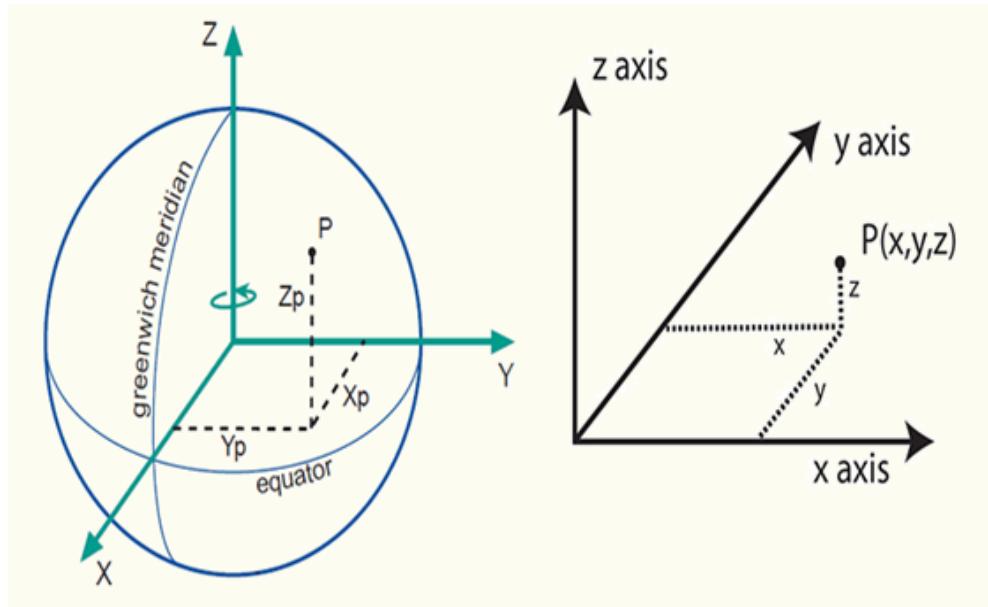
$$\partial P = -g \rho \partial z \quad (1-1)$$

حيث: air density  $\rho$

change in atmospheric pressure  $\partial p$

.change in height  $\partial z$

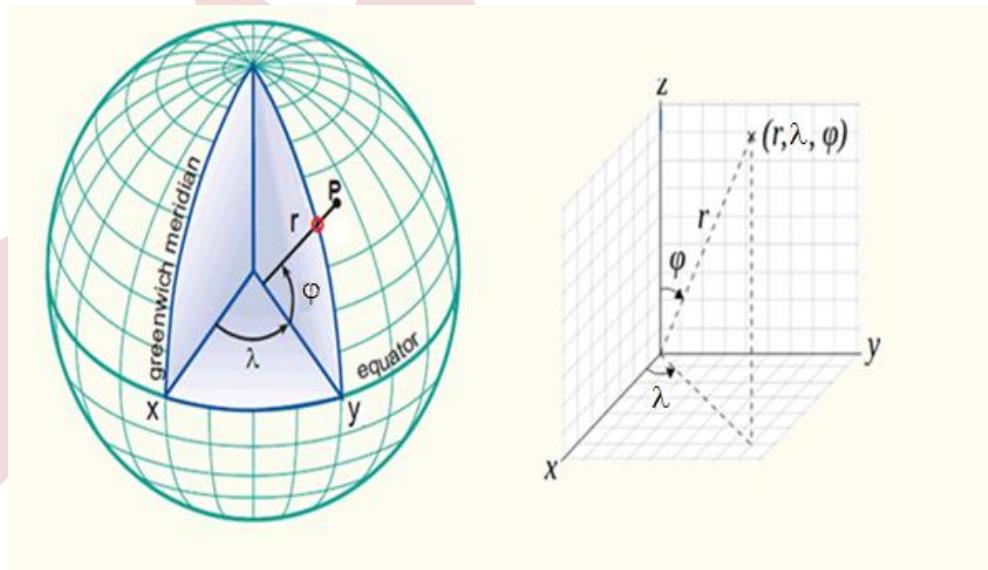
الإشارة السالبة تدل على أن اتجاه الزيادة في الضغط إلى أسفل.



شكل(8-1) p-coordinates

3-2-1 نظام الإحداثيات القطبي (  $r, \phi, \lambda$  ) :

و فيه مركز الـ earth center أيجاد إحداثياتها ،  $\lambda$  longitude angle المسافة بين earth center والنقطة المراد أيجاد إحداثياتها ،  $r$  latitude angle . هذا النظام مناسب للـ dynamical studies في meteorology .

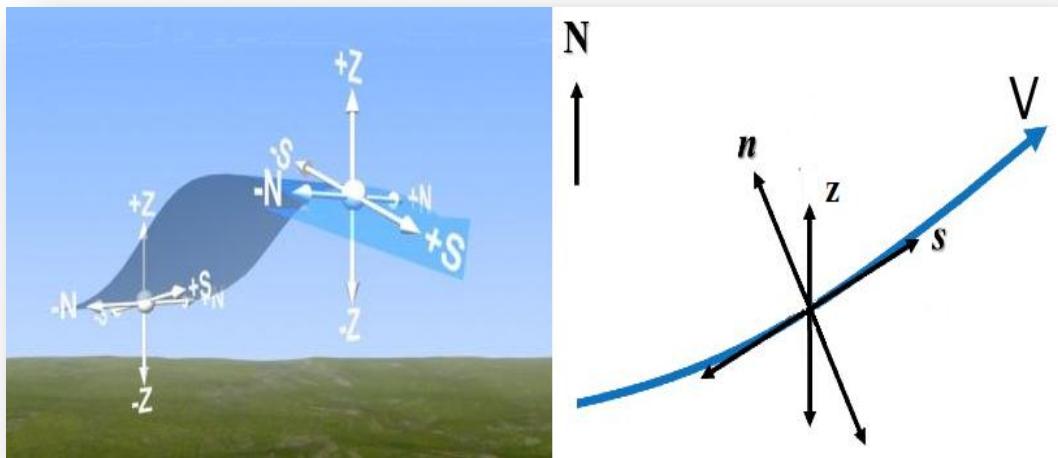


شكل(9-1) polar coordinates

4-2-1 نظام الإحداثيات الطبيعي (S,N,Z) :

و فيه origin point اختيارية ، و S-axis هو الـ tangent عند الـ point المراد أيجاد إبعادها في Direction of motion يكون N-axis . Direction of motion

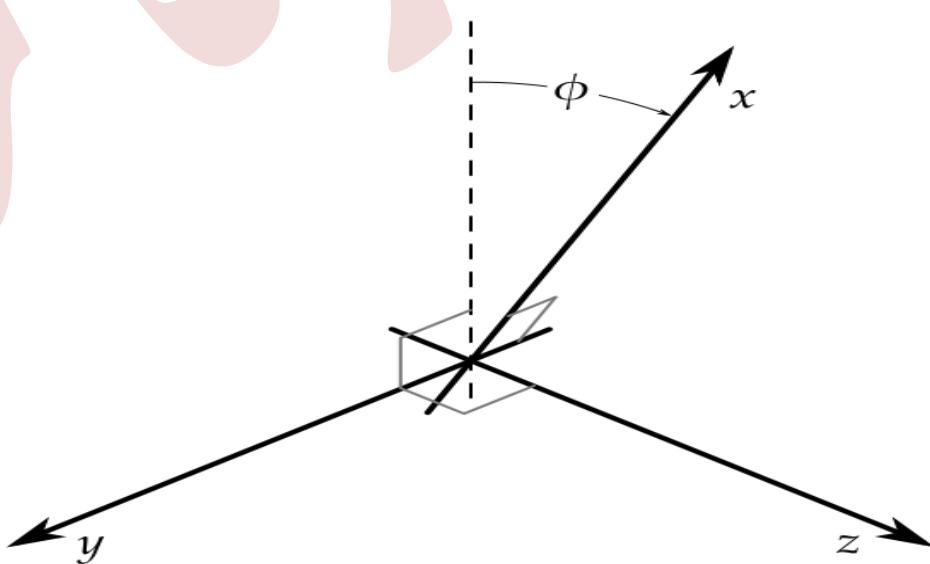
يكون متجه إلى يسار الـ Z-axis motion على كلا من positive Direction و N و متجه إلى أعلى ، مثل (10-1) ، شكل (10-1) ، Stream line analysis يصلاح لـ this coordinates .



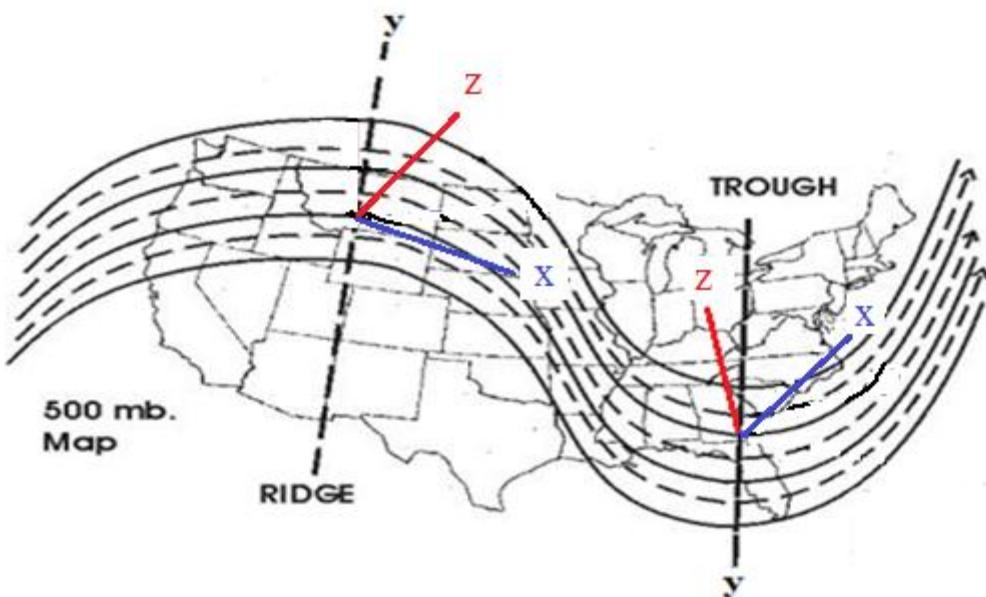
شكل (10-1) نظام المحاور الطبيعية

### 5-2-1 نظام احداثيات الانحراف : Skew co-ordinates

و يمكن تسمية هذا النظام بالـ curvilinear coordinate system حيث الـ coordinate surfaces are not orthogonal . وهذا النظام يناسب الـ weather maps ، فعلى سبيل المثال خط الأخدود Trough line و كذلك خط الانبعاج Ridge line مهما كان اتجاههما على weather charts ، فيمكن التعبير عنهما بهذا النظام ، حيث Y-axis يأخذ اتجاه Trough line أو Ridge line و يكون متجه نحو الـ north و X-axis يكون دائمًا متجه نحو east . و Z-axis عمودي على Y-axis ، شكل (11-1B) .



شكل (11-1A) skew coordinates



شكل (11-1) نظام الإسناد الحر

### 3- خرائط الطقس و العناصر الطقس Weather Charts and weather data

ان اهم ما يمكن ملاحظته واستنتاجه من الـ weather maps analysis بعد تمثيل الـ weather maps analysis المأخذة من synoptic weather observation elements عليها :

1. ان اغلبها (maps) يتم في الابعاد X,Y,Z بالاعتماد على الـ weather concepts system في specific times و يتم تفسيرها بدلالة weather elements

2. التغيرات الزمنية والمكانية للـ weather elements مثل (wind & pressure) plotting و تهيء للانطلاق في weather prediction لمنطقة معينة في زمن معين.

وتوجد خمسة أنواع لتمثيل weather elements التي تسمى بالـ dependent variables على Cartesian coordinates weather charts & diagrams time والـ time والتي تسمى بالـ variable . هذه الـ variable تكون في بعض الأحيان constant ، وهذا يقود الى تحديد نوع الـ maps المستخدمة في الـ forecasting ، حيث توحد ثلاثة فئات من diagrams variables weather charts &

**الفئة الاولى:** عندما يكون X,Y const. و Z variable ، فنوع الخريطة يكون Sounding Chart وفيها:

- . latitude  $\varphi$  و longitude  $\lambda$  ، time (t) و positions ( $\varphi, \lambda$ ) : Constant axis
- . atmospheric pressure (P) او height (Z) : Independent variables axis
- . weather elements: dependent variables axis

ومن أمثلتها التي توضح vertical change in weather elementsthermodynamic charts

**الفئة الثانية:** عندما يكون  $Z & (X \text{ or } Y)$  variable و  $Z = \text{const.}$  ، فان نوعها يكون Cross-section Chart وهي صنفان :

الاول ويكون فيه :

- . positions ( $\varphi, \lambda$ ) : Constant axis ■
- . atmo. pressure (P) او height (Z) و time (t) : Independent variables axis ■
- . weather elements : dependent variables ■

Wind Vertical changes cross-section charts for single stations في الـ Tropical Isolated weather stations عند التحذير من الـ distributions

cyclone

الثاني ويكون فيه :

- . time (t) ،  $\tan(\varphi, \lambda)$  The horizontal direction : Constant axis ■
- . atmospheric pressure (P) او height (Z) : Independent variables axis ■
- . weather elements : dependent variables ■

من امثلتها meridional cross-section maps و تستخدم في توضيح Vertical distribution relations between weather elements في مكان محدد ولها أهمية كبيرة في فهم vertical motion المصاحبة للـ pressure pattern in polar front

temperature, atmospheric pressure and wind

**الفئة الثالثة:** عندما يكون  $Z = \text{const.}$  و نوعها synoptic maps و هي صنفان:

الاول ويكون فيه :

- . height (Z) و time (t) : Constant axis ■
- . positions ( $\varphi, \lambda$ ) : Independent variables axis ■
- . weather elements : dependent variables ■
- . mean sea-level maps و constant pressure maps من امثلتها:

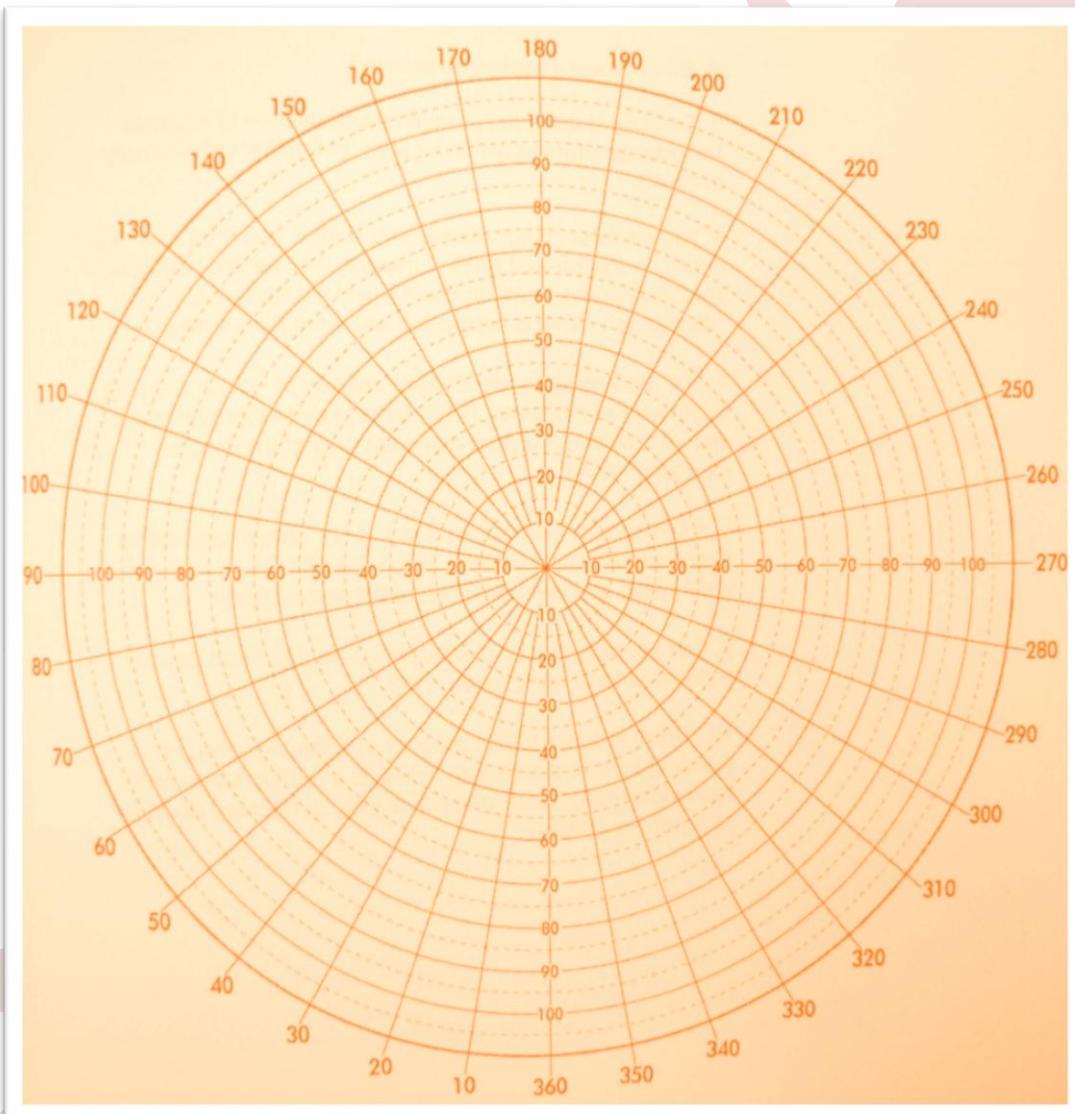
الثاني ويكون فيه :

- . atmospheric pressure (P) او time (t) : Constant axis ■
- . positions ( $\varphi, \lambda$ ) : Independent variables axis ■
- . weather elements : dependent variables ■

من امثلتها: wind sounding charts

### 1-3-1 خرائط رصد الرياح العليا :Wind sounding Chart

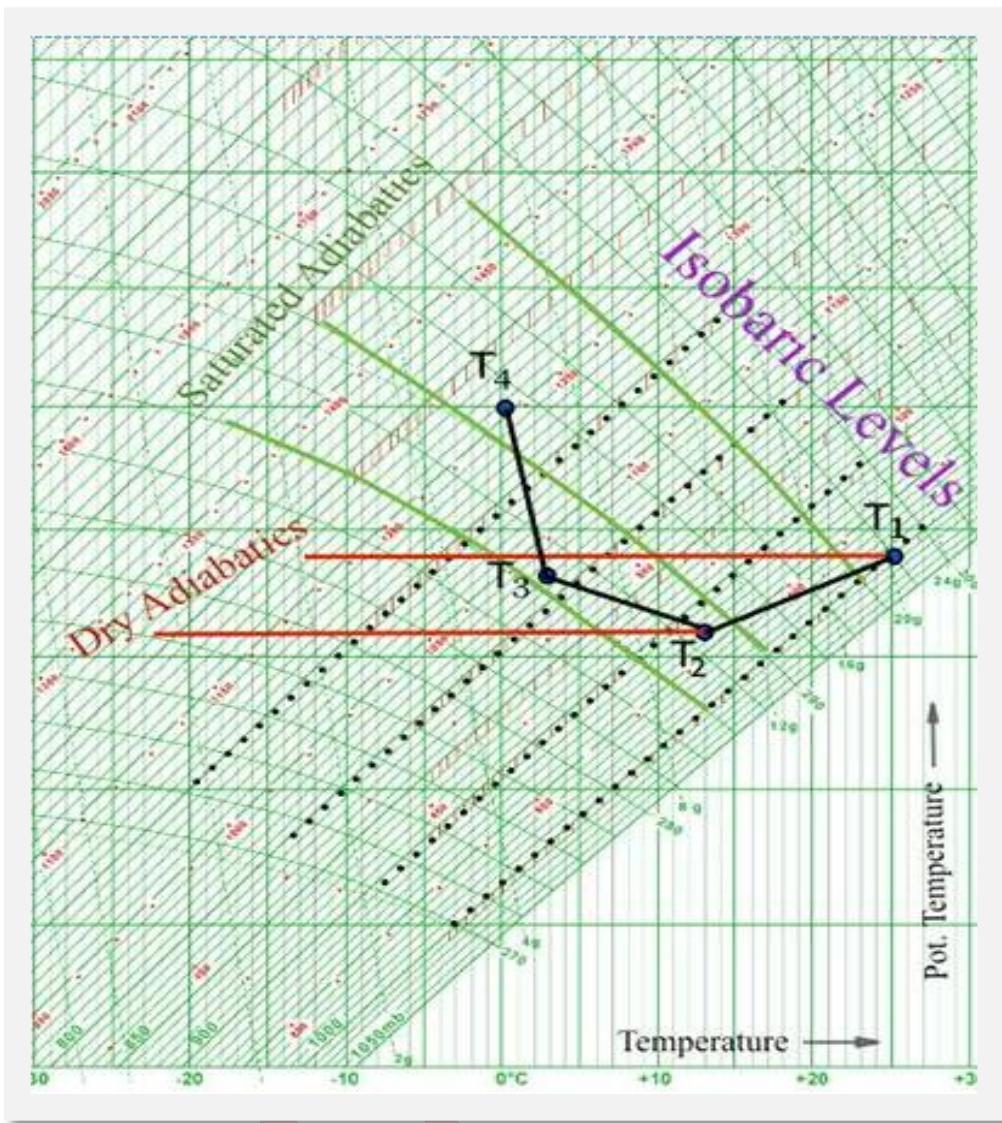
و فيها Vertical Wind distributions (سرعة واتجاهها وارتفاعها) لأوقات قياسية على Movements and physical this maps ، الشكل (12-1) ، Hodograph .structures of the atmosphere



شكل (12-1) Hodograph

### 2-3-1 المخططات термодинамическая :Thermodynamic diagrams

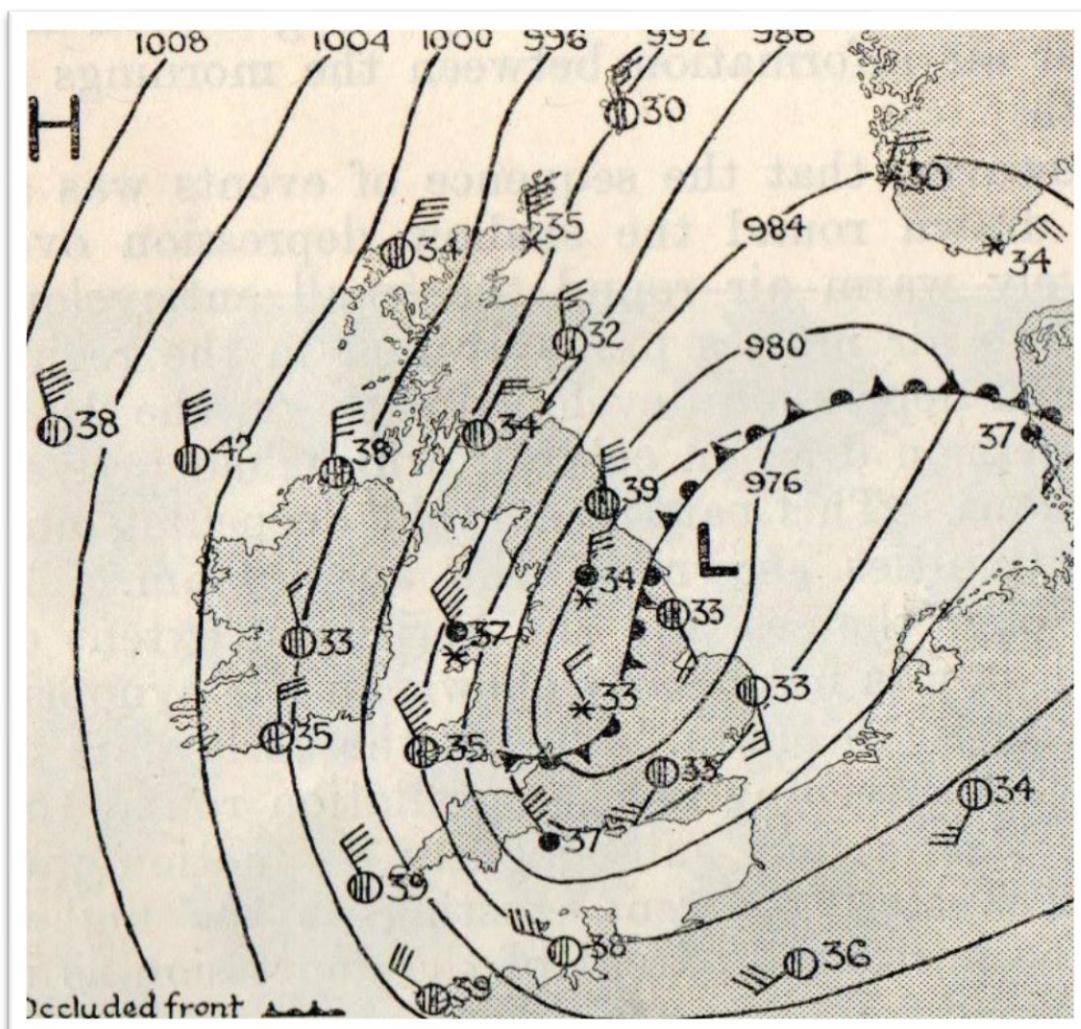
هي عبارة عن diagram adiabatic توجد بأنواع متعددة وتؤدي أغراض مختلفة ، فكل يحتوي على خمس مجتمع من الخطوط وهي : dry adiabatic و isotherm و isobar و Saturated humidity و pseudo-adiabat ، والشكل (13-1) يبين Tephigram



شكل (13-1) Tephigram

## 3-3-3 الخرائط السطحية : Surface chart

اكثر الادوات شيوعا لدى weather forecaster هي synoptic charts التي تثبت عليها observations الاحظية للـ weather و اكثر هذه الخرائط شيوعا هي MSL maps ، حيث تظهر فيها atmospheric pressure pattern عند  $Z=0$  (Mean See Level pressure pattern) ويصحح الـ maps analysis ي ايصال قيم الـ atmospheric pressure بالـ isobars lines التي تقرز مناطق High pressure أو Low pressure ومناطق Cyclones أو Fronts وكذلك Anticyclones . ويثبت كذلك على هذه العوامل التي تساعده في تحديد front position في هذه المنطقة أو تلك وكذلك لفهم weather prediction in it . والشكل (14-1) يبين هذا النوع من الـ maps .



شكل ( 14-1 )

### 3-3 الخرائط السينوباتيكية للمستويات الثابتة

ان Geometric contour lines تقاس بوحدات Geopotential Meters (Zg) الذي يرتبط بالعلاقة التالية:

$$Zg = \frac{g}{9.8} Z = \frac{(1 - 0.00264 \cos 2\phi)Z}{(1 + \frac{Z}{g})^2} \quad \dots \dots \dots \quad (2-1)$$

حيث:

$.m^2/s^2$  بوحدات Zg Geopotentials height  
 $.m^2$  بوحدات height Z

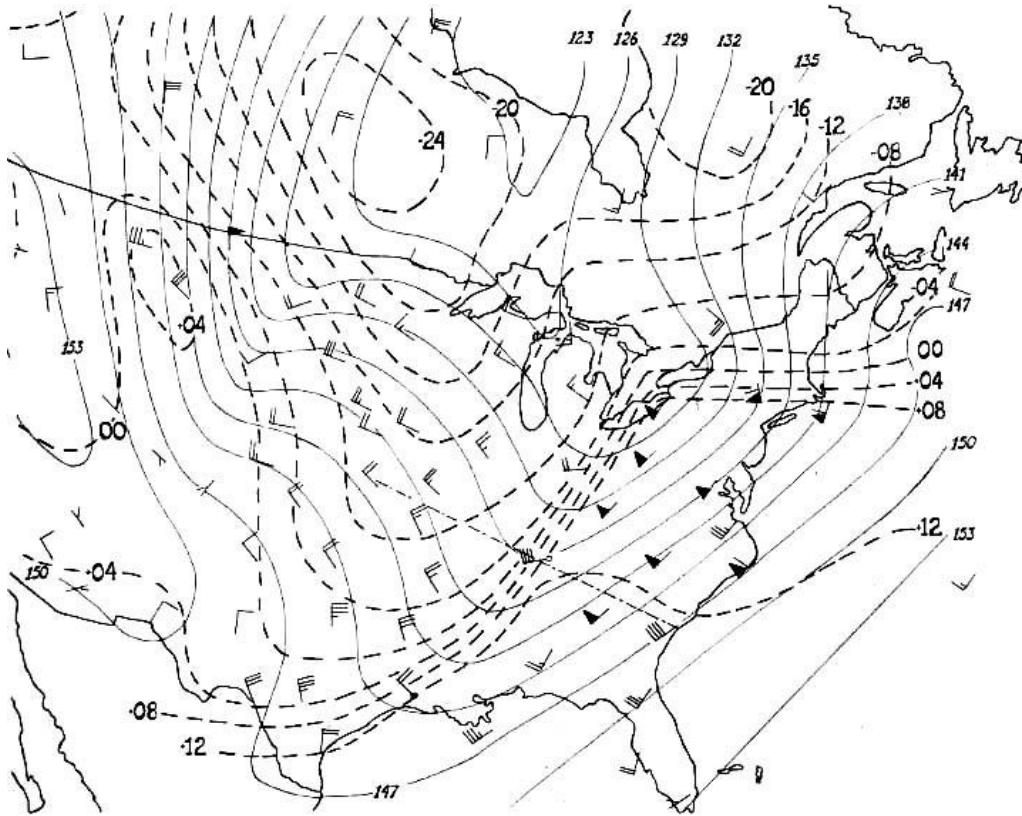
.Ground acceleration which changes with altitude and latitude g

.The rate of the Earth radius = 6371.2 Km  $\phi$

هي height of this surfaces ترسم عليه قيم map for constant pressure surfaces و خواصها ، بشكل خطوط تسمى ، وثبتت على هذه الـ contour lines

atmospheric pressure , temperature, humidity, wind speed and directions .

وهذه المستويات هي : 850 hpa ، 700 hpa ، 500 hpa ، 300 hpa ، 200 hpa ، 100 hpa



خارطة مستوى 850

ان اختيار وحدات upper levels maps of the atmosphere (hpa) رسم scientifcally & meteorologically له فائدتين

اولا air density : scientifically لا تؤخذ بنظر الاعتبار لأنها تتناقص مع height لذلك فانه يجب عمل Geostrophic scale مناسب لكل height وهذه العملية تأخذ وقتا وجهدا كبيرين . لذا يتم استعمال نفس Geostrophic scale لكل الـ maps التي ترسم في any height

ثانيا pressure as a vertical component : استعمال meteorologically pressure as a vertical component يعني ان maps يمكن الاستدلال عليها كلا بدلالة الاخر باستعمال الـ Thickness (البعد العمودي بين اي مستويين ضغطيين قياسيين ) ، وفيما يلي اهم السمات الأساسية للـ constant levels maps

1. تغير موقع مراكز الـ high & low pressure changes in weather
2. تغير قيم pressure center وموقعها عبر فصول السنة ومن سنة لأخرى.
3. اقل تعرضها للتباين مما عليه قرب Isothermal lines
- . Topography بسبب تلاشي تأثير earth surface
4. تظهر فيها الـ cold & warm air mass ومركز cold & warm air mass

- . high pressure low pressure والعكس صحيح بالنسبة لمراكز .5.
- .with height wind speed تكونها أكثر شدة بما عند surface وتردد عموما .6.
- . كثافة upper weather stations تكون أقل بكثير من كثافة surface weather stations بسبب الكلفة المادية .7.

EXAMPLE: Calculate the height of the pressure surface 850 hpa in Geopotential Meters over Baghdad city  $\phi = 33.2^\circ$  if you know the height = 1500 m.

## ٤-١ طرق التنبؤ الجوي : Methods of weather forecasting

لفرض الاعداد لعملية الـ forecasting بينا سابقاً بان weather forecaster يحتاج الى تحضير مجموعة من surface weather maps والى constant pressure charts لعدة طبقات عليا ، والى vertical cross-section maps فوق موقع معين او لعدد من atmospheric pressure pattern charts ، فمن خلال متابعته لسلسلة maps الماضية والـ weather fronts، وكذلك anticyclones وcyclones واهماً clouds local wind Plenary session of wind والـ physics parameters التي من الممكن ان تكون سبباً في العديد من الـ atmospheric phenomena الصغيرة والكبيرة. من هذا كله يستطيع weather forecaster و بالاعتماد على معلوماته وخبرته ان يرسم weather prognostic maps لفترة زمنية معينة كان تكون 24 hour ، تمكناً من تحديد موقع this maps weather fronts ، temperature wind precipitation stability indices Vorticity والـ . رغم هذه الثروة الهائلة من المعلومات وتنشرها وما تحقق من تطور في الاجهزه والمعدات والحواسيب والبرامج الالكترونية ، فإن 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 بال climate situation لمنطقة الـ weather forecast وبالمناطق المجاورة لها والمؤثرة فيها.
3. ان يكون على دراية تامة بال Physical laws المتحكم بالتحولات التي تتعرض اليها weather conditions .

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

- عدم التكافؤ ما بين upper air observations و surfaces observations .
- تعقيد الصيغ الرياضية للـ Physical laws التي تحكم الـ atmospheric motion and it حيث ان الحلول الكاملة لتلك equations natural phenomena ممكنة بسبب الـ interactions المشتركة والمترادفة بين one variable and another .

والتبسيطات التي اجريت على تلك الـ equations خلقت نوعا من الـ shifting weather.

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

#### :substantive direction

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

#### :Numerical Forecasting .1

ويتم باستخدام الـ computer لكتائمه وسرعته ودقة نتائجه في حل الـ forecasting equations اي حل الـ equations of fluid motion المتحكمة في الـ atmosphere motion. ومع تطور وسائل الاتصال فان weather data تدخل بصورة مباشرة الى memory units in computer الذي يقوم وفق برامج معينة تستخدم analysis weather conditions بتحويل تلك المعلومات الى Symbols يختار منها المناسب. يتبع ذلك isohypse في نهاية عمل البرنامج صورة لـ weather conditions المختارة ممثلا عليها isobaric surfaces ، فاذا كان analysis مقبولا يقوم forecaster بالقيام بالweather forecasting النهائي.

ان الـ computer لا ينبعى كونه جهاز يقوم بعدة calculations دفعه واحدة وفق برنامج ومخطط يرسمه العقل البشري ويعد meteorology من اكبر العلوم استفاده من الـ computer ، ويتبع numerical weather predictions مراحل رئيسية اهمها:

▪ : تم بادخال observation data initial data processing .  
▪ Previous observation data وقد تجرى عليها بعض من عمليات التصحيح والاستكمال لتكون نماذج نهائية لـ predication.

▪ : ويتم باستخدام Private Automated numerical analysis of data .  
▪ تكون على شكل mathematical ways Computer software

#### :Statistical Forecasting .2

ويعتمد على تطبيق Linear Regression equations and correlation coefficient and Climate Prediction و تستعمل هذه الطريقة بشكل واسع في الـ other statistical relations 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 اسلوباً ثالثاً يضاف إلى أساليب الـ forecasting forecasting و Numerical Forecasting (Statistical Forecasting) وهذا النوع من الـ weather forecaster و weather maps الذي يعتبر الأكثر شيوعاً في غالبية دول العالم. يعتمد على weather maps و weather forecaster الذي يجب أن يكون غني بالمعلومات العامة و ذو خبرة عملية وعملية في تقسيم بصورة مباشرة ، والذي يجب أن يكون قادر على تصوراته في Past and present weather conditions لـ continuity ، وبناء weather maps في المستقبل خلال فترة زمنية محددة. وينطلق التنبؤ وفق هذا الصورة عما سيكون عليه الـ weather في المستقبل ، حيث يفحص weather forecaster سلسلة زمنية متتابعة من weather maps لـ main motion velocity بعض الـ maps تطبيقي الفترة الزمنية السابقة ليتمكن من معرفة مدى الـ weather phenomena and destination ، فيكون بذلك قادراً على تكوين تصور جيد عن weather phenomena وتحديد حالتها لفترة زمنية لاحقة ، فالـ weather ب بصورة عامة لا يتغير Randomly انما يميل للتبدل بصورة متتابعة نسبياً. وعليه يجب أن يكون weather forecaster ملماً بالأمور التالية:

#### .1. Main weather models وهي:

- مراحل تطور frontal depression والـ weather phenomena المرافق له ، كنموذج حركي يمر بمراحل التطور التالية (Evolution, youth, maturity, fullness, decay).
- pressure pattern والتي تختلف في أحجامها ودرجة تطورها وما يصاحبها من الـ weather conditions.
- cold wave التي تحدث في الـ heat wave ونموذج الـ The summer season in tropical cold and dry air mass التي تحدث في بعض أيام الشتاء بفعل سيادة Indian monsoon تحدث وفق تواريخ ثابته في السنة.

: The Continuity .2

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

ما تقدم لا بد من وجود harmony واضح في الـ time 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 مع خصائص upper air maps وهذا ما يسمى بالـ (geometric consistency).
- التطور الزمانى 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).
- يجب ان تتفق ضمنيا مع الـ forces المؤثرة عليها وهذا يدعى بالـ (dynamitic consistency).
- 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.

: analogues .3

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

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 6 hours coming ، وتتم الاعتماد على Past, present weather maps و الـ cyclones fronts التي تتحرك على الـ west to east وبالاستعانة upper air maps يمكن تحديد ملامح next weather map وموقع

الـ fronts و cyclones و anticyclones عليهما بعد يوم او يومين او ثلاثة وبذلك يمكن تخمين الـ intensity of Local conditions ، مع ملاحظة الـ weather condition قد تغير قليلاً من الـ predication ، وهذه الآلية في الـ weather phenomenon and its track تعتمد على مبدأ الـ continuity ، ودقتها تزداد بنقصان مدة الـ predictions الزمنية. واكثر اسلوب معتمد في هذا النوع من الـ synoptic forecasting هو predictions.

## 2. :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 اولاً على تحديد الـ air mass المؤثرة على المنطقة (Origin, movement and continuity)، بجانب تحديد مناطق low & high pressure وعلاقة وجهة تطورها ، وتقدير كيفية احتمال تحركها والتغيرات التي تطرأ عليها طيلة الفترة المراد الـ prediction map . ولإتمام ذلك لابد من اعداد prediction map على درجة عامة للفترة المحددة او عدة prediction maps مرحلية. كما انه من الضروري ان تكون الـ weather map المحلة 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 الـ forecaster ان يكون على دراية كافية بالـ main pressure وتناميها ، فبجانب ان لاـ pressure pattern movement تتجه الـ depressions نحو المناطق التي يكون الـ pressure فيها مائلاً 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 . Numerical Forecasting هو الـ predictions.

## 3. : long rang forecasts

وتزيد على 5 ايام (اسبوع ، شهر ، فصل ، سنة....الخ) ويعتمد هذا النوع من الـ predication على وعى قاعدة Statistical Forecasting و على قاعدة statical analogues. فالـ lows دراسة weather maps لعدة سنوات مكتت من الـ predication بما سيكون عليه الشهر او الفصل المقبل مثلاً من حيث زيادة او قلة الـ cold ، يضاف الى ذلك دراسة ومتابعة دورة الـ polar wind وتحركها واحتلاطها بالـ wind الاخري باعتبار ان Arctic ice وحرارة المنطقة الـ warm water Tropical and its currents عاملين رئيسيين في التغيرات الجوية المتوقعة.