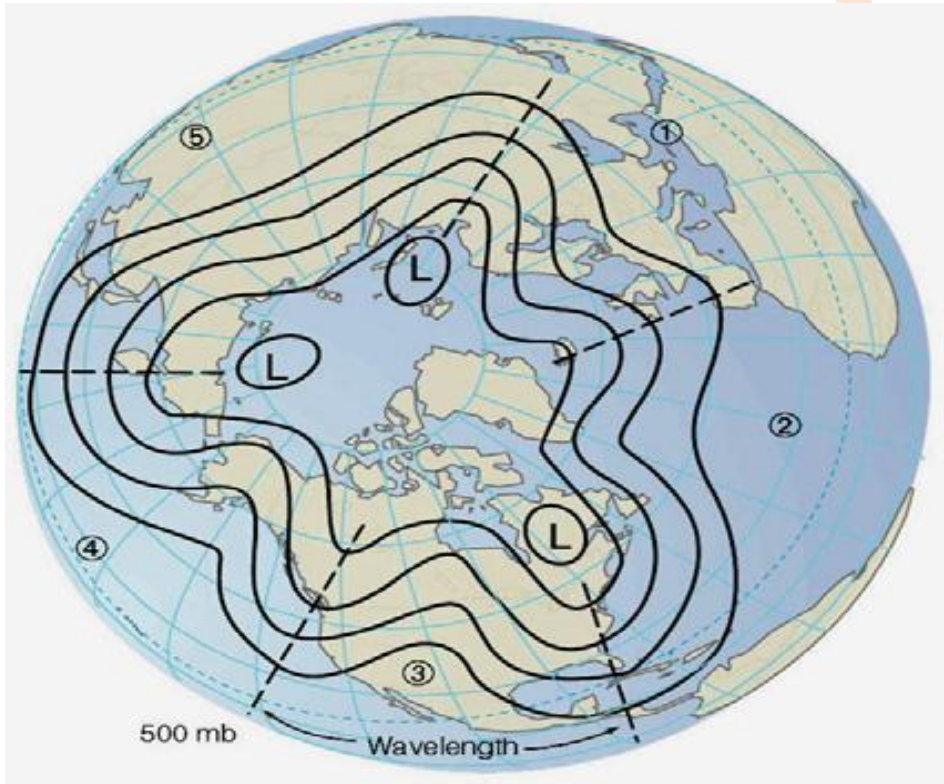


5-1 الامواج الطويلة Long waves:

وتسمى ايضا *planetary waves or Rossby waves* ، وتظهر على *500 mb pressure chart* ، تحدث نتيجة *Earth's rotation* ، وتمتد بعض *Long waves disturbances* لمسافات تصل الى *1000's of kilometres* ، يتراوح عدد *low pressure troughs or the Long waves* بين 3-6 ، وتكون اما ثابتة *stationary* او متقدمة الى الامام *Progressive* او متراجعة الى الخلف *retrogressive* . وقد تتحرك بسرعة او تغير *it's position* اثناء نمو *synoptic systems* ، *wave length of the stationary wave* يكون بين 70° - 90° *longitudes* .



1-5-1 وسائل تحديد الموجات الطويلة Methods used to determine the long-wave:

- 1- ان منطقة *recurvature* لا *surface cyclone* تدلنا على *the trough position of long waves* .
- 2- ان منطقة *Composition and generate depressions* تحدد في الجبهة الشرقية مباشرة من *trough position of long waves* .
- 3- مناطق الصعود والنزول *upper pressure surfaces* توضح *the shape of the long wave* عندما تكون *stationary* وذات *Fixed amplitude* .
- 4- *mean maps* تساعد كثيراً في تحديد *the trough & ridge of long waves* حيث ان عملية ايجاد المعدلات ستلغي *short waves* التي ترافق *long waves* .

2-5-1 أهمية الموجات الطويلة *the important of long waves* :

بما ان *isotherm* و *fronts* عند منتصف *troposphere* متناظرة او *in the same phase* مع ال *contour lines* فيمكن الاستنتاج بان *position of air mass fronts in upper atmosphere* تتحكم بها ال *long waves* حيث ان *position of the long waves trough* يدلنا على المواقع التي تندفع فيها *cold mass*. ولكن هذا لا يعني بان نشوب بعض *Cold outbreaks (cold waves)* لا يحدث في *ridges of long waves* او نشوب بعض *warm outbreak (warm waves)* لا يحدث في *troughs of long waves* مع العلم ان عمر هذه الكتل قصير.

ان *air current* في الجزء العلوي من ال *troposphere* الذي يسمى احياناً بالتيار الموجه او المسير *Steering Current* يستدل منه على *movement of frontal cyclones* وكذلك بمعرفة التغيرات التي تحصل على *long waves* وهذه مفيدة جداً لـ *medium and short range forecasting*.

اذا ما عرفنا ان *the position of long waves* و *track of cyclones* لفترة زمنية معينة نستطيع معرفة *air mass* التي ترافق هذه ال *depressions* ومناطق ال *cloud* و ال *rain* و ال *temperature distribution*. وهذا يوضح لنا سر النجاح لـ *long rang forecasting*.

3-5-1 اشتقاق سرعة الموجات الطويلة *Derive the long-wave velocity* :

لاجل تبسيط *Deriving the long-wave velocity* افترض Rossby عدة فرضيات اهمها :

- 1- تمثل *movement of the waves as a function of sinusoidal shape* لا تتغير *it's velocity* and amplitude (اي شكلها) خلال فترة الاشتقاق .
- 2- *the stream lines of Air flow* تتطابق مع *contours lines* عند *pressure surfaces*.
- 3- *Horizontal adiabatic movement with constant velocity and non-divergence*.
- 4- *The wave moving along one axis in the Cartesian coordinates*.
- 5- *axes of the troughs and ridges* تقع في اتجاه S-N.
- 6- ضمن اي *wave amplitude* معطاة يكون *Rossby parameter* β ثابتا خلال المدى الصغير من ال latitudes.
- 7- يقع مستوى *non-divergence* تقريباً ضمن مستوى 500 mb.

نفترض ان مجموعة stream lines of Air flow تتحرك باتجاه x-axis بـ velocity (c) نحو east من دون تغيير في Amplitude (A_s) و wave length (L) وعند time (t) متمثلة بالمعادلة الجيبية التالية:

$$Y_s = A_s \sin \frac{2\pi}{L} (x - ct) \dots \dots \dots (1)$$

بما ان velocity of S-N wind component (v) يمكن الحصول عليها من :

$$v = u \frac{\partial Y_s}{\partial x} \dots \dots \dots (2)$$

وبتعويض المعادلة (1) في (2) نحصل على :

$$v = u \frac{2\pi}{L} A_s \cos \frac{2\pi}{L} (x - ct) \dots \dots \dots (3)$$

حيث ان u : سرعة الرياح الزاوية angler wind velocity في مجرى essential easterly wind current

استنادا الى الفريضة (1) فان movement تكون stable في movement coordinate system مع ال waves وعليه تصبح ال velocity components $u-c$ و v .

اذا كانت Y_r تمثل y-axis لـ air current stream line في movement system

فان معادلته التفاضلية تصبح :

$$\frac{\partial Y_r}{\partial x} = \frac{v}{u-c}$$

$$\frac{\partial Y_r}{\partial x} = \frac{u}{u-c} \frac{\partial Y_s}{\partial x}$$

$$\therefore Y_r = \frac{u}{u-c} Y_s \dots \dots \dots (4)$$

وعند تعويض (1) في (4)

$$Y_s = \frac{u}{u-c} A_s \sin \frac{2\pi}{L} (x - ct)$$

$$\therefore A_r = \frac{u}{u-c} A_s \dots \dots \dots (5)$$

المعادلة توضح ان relative steam lines لها نفس wave length of steam lines ولكن with deferent amplitude بعامل قدره $u/u-c$

ويمكننا حساب سرعة انتشار long waves من خلال معادلة الـ vorticity:

$$\zeta = \frac{V}{R} - \frac{\partial v}{\partial n}$$

اذا فرضنا ان $\frac{\partial v}{\partial n}$ Shearing border لا يتغير في الحزمة المتحركة او ان Zonal Current منتظم في الاتجاه Y ، وبما ان absolute vorticity لـ relative steam lines لها صفة المحافظة.

$$\therefore f + \zeta = f + \frac{V}{R_s} = constant$$

على طول relative steam lines.

نفترض ان op يمثل relative steam line في الشكل اعلاه حيث انه o تمثل نقطة الانقلاب و P هي اعظم نقطة في steam line .

$$\therefore f_p + \frac{V_p}{R_{sp}} = f_0 + \frac{V_0}{R_{s0}}$$

$$\therefore \text{at } o: R_s = \infty$$

$$\therefore f_p + \frac{V_p}{R_{sp}} = f_0$$

$$\therefore f_p - f_0 = -\frac{V_p}{R_{sp}}$$

$$\text{Assume that : } f_p - f_0 = \beta A_r$$

$$V_p = u$$

$$\therefore \frac{u}{R_{sp}} = -\beta A_r \dots \dots (6)$$

وحيث ان R_{sp} عند النقطة العظمى تساوي مقلوب انحناء stream line K_{sp} اي ان :

$$R_{sp} = \frac{1}{k_{sp}}$$

$$\therefore K_s \approx \frac{\partial^2 Y_s}{\partial x^2}$$

عند النقطة العظمى انحناء *stream line* نحصل عليه من تفاضل معادلة رقم (1) مرتين

$$K_{sp} \approx \left(\frac{2\pi}{L}\right)^2 A_s$$

$$\therefore R_{sp} \cong -\left(\frac{2\pi}{L}\right)^{-2} A_s^{-1} \dots \dots (7)$$

وبتعويض (7) و (5) في معادلة (6) نحصل على سرعة انتشار long waves.

$$C = u - \beta \left(\frac{2\pi}{L}\right)^2 \dots \dots (8)$$

وهي Rossby equation

$\therefore \beta$ and L are always (+)

$\therefore c < u$

تصبح موجات روسبي مستقرة Stationary waves عندما $C=0$ لذلك من معادلة (8) نحصل على wave length للموجات المستقرة L_s اي ان :

$$L_s = 2\pi \sqrt{\frac{u}{\beta}} \dots \dots (9)$$

•• عند اي قيمة معطاة لل angular velocity ينظرها L_s wave length

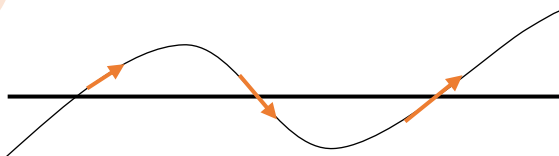
وبتعويض (9) في (8) نحصل :

$$C = \frac{\beta}{4\pi^2} (L_s^2 - L^2) \dots \dots (10)$$

من معادلة (10) يمكن الاستنتاج بان هناك ثلاث حالات ل Rossby waves :

A) $L_s = L$; \rightarrow $C = 0$

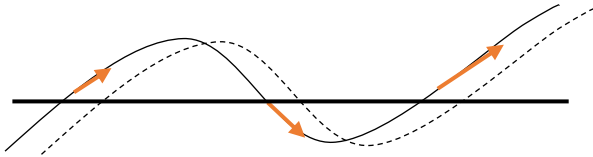
تسمى عندئذ stationary waves.



$$u > c = 0$$

$$B) L_s > L ; \rightarrow C > 0$$

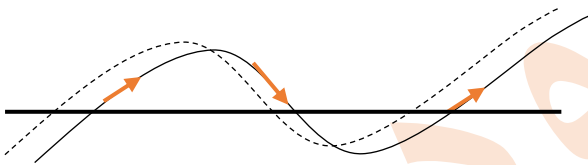
Progressive waves تسمى عندئذ بالموجات المتقدمة



$$u > c > 0$$

$$C) L_s < L ; \rightarrow C < 0$$

Retrogressive waves تسمى عندئذ بالموجات المتأخرة



$$u > 0 > c$$

Example: the wind speed measured by radiosonde in winter 20 m/s in Baghdad
33.50 latitude in 500 mb find

- 1- Stable wave length L_s
- 2- What is the kind of the wave? If you know the wave length 5500 km

$$1) L_s = 2\pi \sqrt{\frac{u}{\beta}} = 2\pi \sqrt{\frac{uR}{2\pi c \cos\varphi}}$$

$$= 2(3.14) \sqrt{\frac{20(6732.6 \times 10^3)}{2 \times 7.3 \times 10^{-5} \cos(33.5)}}$$

$$L_s = 6.28 \sqrt{\frac{127452 \times 10^3}{12.17 \times 15^{-5}}} = 6426695 \text{ m} = 6426.7 \text{ km}$$

$$2) \because L(5500) < L_s(6426.7)$$

إذا هذه Progressive waves عن stationary waves.