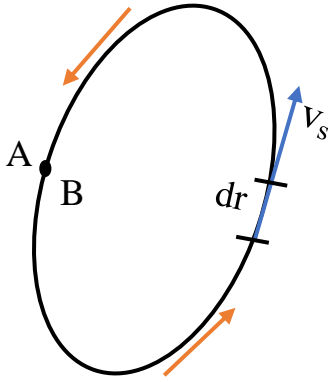


Upper Case	Lower Case	Greek Letter Name
A	α	Alpha
B	β	Beta
Γ	γ	Gamma
Δ	δ	Delta
E	ϵ	Epsilon
Z	ζ	Zeta
H	η	Eta
Θ	θ	Theta
I	ι	Iota
K	κ	Kappa
Λ	λ	Lambda
M	μ	Mu
N	ν	Nu
Ξ	ξ	Xi
O	\omicron	Omicron
Π	π	Pi
P	ρ	Rho
Σ	σ	Sigma
T	τ	Tau
Y	υ	Upsilon
Φ	ϕ	Phi
X	χ	Chi
Ψ	ψ	Psi
Ω	ω	Omega



4.1 الحركة الدورانية Circulation Motion

نفترض ان flow من نقطة A الى النقطة B والذي سيمثل قياسا للحركة الدورانية على طول المنحني المغلق AB ان circulation velocity (C):

$$C = \oint V_s dr = \bar{V}_s L \dots \dots (1)$$

حيث ان:

Flow velocity : V_s على طول المنحني dr .

\bar{V}_s : معدل Flow velocity على طول المنحني المغلق AB=L .

\oint : تكامل حول دائرة مغلقة.

4.2 الحركة اللولبية (الدرورية) ζ Vorticity

وهي عبارة عن circulation motion لطرد صغير جدا من الهواء وهذا الدوران ناتج من (القص) shear و Streaming Curvature (التكور) او هي عبارة عن التفاف (Curl) عنصر السرعة العمودية لل horizontal wind flow حول محور الدوران في Northern Hemisphere اذا كانت ζ موجبة فانها تشير الى ان wind تزداد عند جهة اليسار (يولد anticyclones) .

وهي نوعان :

● الحركة اللولبية النسبية Relative Vorticity

وتقاس نسبة الى earth surface التي تتحرك هي الاخرى Vorticity ويعبر عنها رياضيا بالمعادلة ادناه:

$$\zeta = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \dots \dots (2) \quad \text{Show that}$$

● الحركة اللولبية المطلقة Absolute Vorticity

Absolute Vorticity حول المحور العمودي عند اي نقطة هي عبارة عن مجموع Relative Vorticity و Vorticity لسطح الارض المتمثلة بـ Coriolis force :

$$\zeta_a = \zeta + f = \zeta + 2 \Omega \sin \phi \dots \dots (3)$$

Absolute Vorticity تتحرك افقيا و بالتالي تمتلك صفة المحافظة على حركتها خلال الازحات الجوية.

$$\zeta_a = \zeta + f = constant \dots (4)$$

4.4 مؤشر روسبي Rossby Parameter (ماهو؟)

يمكننا الحصول Rossby Parameter من تفاضل المعادلة الاخيرة (4) نسبة الى الزمن.

$$\frac{d}{dt}(\zeta + f) = \frac{d\zeta}{dt} + \frac{df}{dt} = 0$$

$$\therefore \frac{d\zeta}{dt} = -\frac{df}{dt} \dots (5)$$

عند حركة *wind* فوق *earth* المتحركة فان ϕ *latitude* تتغير بما يجعل f متغيرة .

$$\frac{df}{dt} = \frac{df}{d\phi} \frac{d\phi}{dt} = \frac{df}{dy} \frac{dy}{dt} = v \frac{df}{dy} = v\beta \dots (6)$$

حيث ان β مؤشر روسبي ويساوي df/dy ومن (5) و (6) نحصل على :

$$\frac{d\zeta}{dt} = -v\beta$$

$$\text{when } \frac{df}{dt} = \frac{d}{dy}(2\Omega \sin\phi) = 2\Omega \cos\phi \frac{\partial\phi}{\partial y}$$

ومن الشكل المجاور المجاور الذي يمثل *earth* نحصل على :

$$dy = R d\phi \dots (7)$$

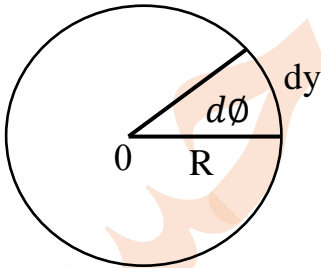
حيث ان R : معدل نصف قطر الارض = 6371.2 km

وبتعويض (6) في المعادلة الاخيرة :

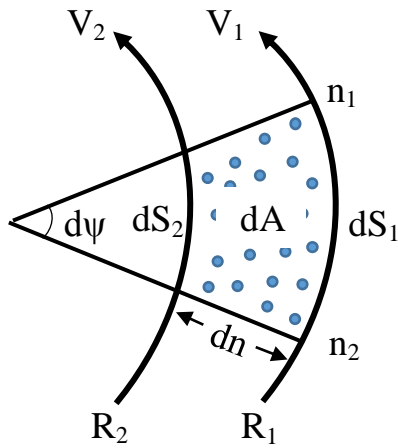
$$\beta = \frac{2\Omega \cos\phi}{R} \dots (8)$$

وهذا يعني اذا كانت *wind* قادمة من N فانها تعزز *Vorticity* في *cyclones* في *Northern Hemisphere*

والعكس صحيح في النصف الاخر .



4.5 العلاقة بين الحركة الدورانية واللولبية Circulation and Vorticity



الشكل المجاور عبارة عن جزء من *synoptic map* فيها

Tow stream lines (ds_2, ds_1) وفيها عمودين

(n_2, n_1) حيث ان الجريان صفر عند جميع الاتجاهات

اي ان $n_1 = n_2 = n$ ، هذان العمودان يقعان على

طول *Radius balling* والخطان محاطان بالمساحة dA

المظللة بالشكل المجاور .

Circulation velocity حول عنصر المساحة نحصل عليها من معادلة (1):

$$dC = V_1 dS_1 - V_2 dS_2 \dots (8) \quad \text{Show that}$$

$$\therefore dS_1 = R_1 d\psi ; dS_2 = R_2 d\psi \dots (9)$$

$$\therefore R_1 = R_2 + dn \quad \text{or} \quad R_2 = R_1 - dn \dots (10) \quad \text{Show that}$$

$$V_2 = V_1 + \frac{\partial v}{\partial n} dn \dots (11) \quad \text{Show that}$$

وبتعويض المعادلة (9) في (8) نحصل على :

$$dC = V_1 R_1 d\psi - V_2 R_2 d\psi$$

وبتعويض (10) و (11) في هذه المعادلة نحصل على :

$$dC = V_1 R_1 d\psi - \left(V_1 + \frac{\partial v}{\partial n} \right) (R_1 - dn) d\psi$$

وبضرب الاقواس في الحد الثاني من الطرف الايمن وادخال $d\psi$ الى الحد الجديد ينتج :

$$dC = V_1 dn d\psi - \frac{\partial v_1}{\partial n} R_1 dn d\psi + \frac{\partial v_1}{\partial n} dn^2 d\psi$$

وبالقسمة على $dA = R_1 d\psi dn$

$$\frac{dC}{dA} = \frac{V_1}{R_1} - \frac{\partial v}{\partial n} + \frac{1}{R_1} \frac{\partial v}{\partial n} dn$$

وعند الطرف الايمن : الحد الاخير يقترب من الصفر لان $dn \rightarrow 0$.

وبذلك نحصل على *Vorticity* لوحدة المساحة عند *stream line* ذات السرعة V_1 :

$$\zeta = \frac{V_1}{R_1} - \frac{\partial v}{\partial n} \dots \dots \dots (12)$$

Balling Shearing

border border

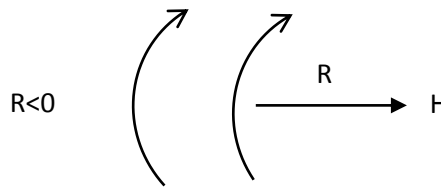
اذا Vorticity هي عبارة عن مجموع shearing and balling borders ، حيث توجد ثلاث حالات خاصة للـ

:balling border

:Case1

Vorticity سالبه

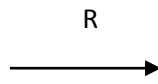
Anticyclone



:Case2

R كبيرة جدا (مستقيمة)

تقترب من الصفر ، اذن:

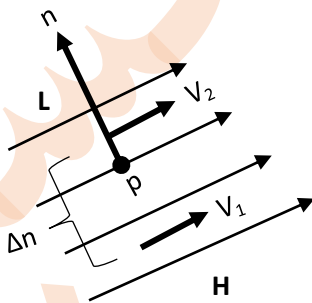
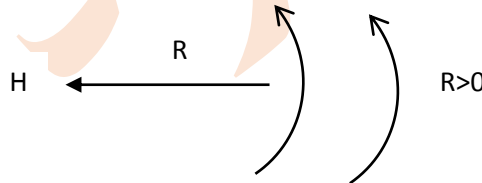


$$\zeta = -\frac{\partial v}{\partial n}$$

:Case3

Vorticity موجبه

Cyclone



$\therefore R \approx 0$

$$\therefore \zeta = -\frac{\partial v}{\partial n} = -\frac{\Delta V}{\Delta n} = -\frac{V_2 - V_1}{\Delta n}$$

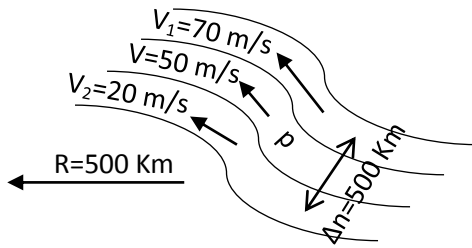
اما Vorticity الناتجة بسبب الـ shear فانها تحسب كما مبين بالشكل المقابل . مثلا عند نقطة P حيث تكون n عمودية على اتجاه الرياح مع اعتبار n موجبة من اليمين الى اليسار n سالبة من اليسار الى اليمين.

حيث ان $distance: \Delta n$ بين نقطتين مختارتين.

عند مركز نظام الدوران فأن $V = 0$ وان $R = \infty$ وبذلك لا توجد قيمة عددية للـ $vorticity$.

Example: a sample of synoptic map with shearing and balling effect, as in figure.

Calculate the Vorticity.



عند النظر الى الاتجاه الذي تهب منه الرياح فان Δn تقاس من المناطق الـ $contour$ الواطئة اي من اليمين الى اليسار اي باتجاه المناطق العالية .

$$\begin{aligned}\zeta &= \frac{V}{R} - \frac{V_2 - V_1}{\Delta n} \\ &= \frac{50}{500 \times 10^3} - \left(\frac{20 - 70}{500 \times 10^3} \right) \\ &= \frac{1}{10^4} + \frac{1}{10^4} = 2 \times 10^{-4} \text{ sec}^{-1}\end{aligned}$$

جامعة حمود حسين