۶۸ ۴ دارد

دانشگاه تهران

دانشکده علوم

پایان‌نامه

برای دریافت درجه فوق لیسانس ریاضی ـ هواشناسی

موضوع:

میزان انتقال انرژی در تهران

در ماه فوریه سال ۱۹۶۴

راهنمائی:

جناب آقای ـ گودن

مستشار سازمان ملل متحد

نگارش:

غلامرضا ـ سامانیان

خرداد ماه ۱۳۴۸

۱۰۶۷۷

تقدیم به:

هیأت محترم داوری

۱۰۶۷

"فهرست مطالب"

موضوع	صفحه
مقدمه	۱
عامل نگهدارنده گرد ثر عمومی جو	٤
نحوه استفاده از گرانولات جو پالا	۱٤
جداول تنظیمی برای ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ	۱۵
جداول تنظیمی برای ساعت ۱۲۰۰ گرینویچ	۲۷
انتقال چندی حرکت	۳۸
دیاگرامها	٤۱
محاسبه انتقال گشتاور جنبشی	۵٤
کاربردی برای مناطق استوائی	٦۲
منابع مورد استفاده	—

****

مکانیسم بـــاد :

گردش عمومی جو متوسط حرکت بادهای جهانی است ، اما این مکانیسم بوسیله ذخیره انتقال دهنده سازی گرمای دریافت شده ازخورشید فراهم میشود .

بطورکلی واضح است که مناطق عرض جغرافیائی کم واقع بین استوا ومعتدله پیوسته گرم ومناطق قطبی همیشه سرد هستند ، درمناطق عرض جغرافیائی متوسط هوای گرم استوا با هوای سرد قطبی برخورد میکند وبه تبادل گرما بوجود میآید . اگرچنین تبادلی وجود نداشت ، مناطق استوائی بطور فزونی گرم تر ومناطق قطبی سرد تر میشدند . بنابراین تبادل افزایش ونقصان گرما ، یک جریان کامل شمالی ـ جنوبی بوجود میآورد که آنرا انتقال نصف النهاری می نامند *

این نخستین عامل در مکانیسم گردش جو است ، وبطور این جریان کاملا" بوجود میآید وباد بطیفیت به راهی گردش عمومی جو را درست فراهم میسازد ، درحال حاضر تماما" فهمیده نشده وند میتوان آنرا بطور رضایت بخشی توضیح داد ، هرچند ممکن است ما از نارسی نقشه بادهای متداول ومناطق پرفشار وکم فشار عمده که دیده بانی وثبت ورسم شده اند ، گردش عمومی جو را درک نمائیم .

یک روش قدیمی ** ازارائه دادن بادهای جهانی وطرح فشار ها ازمناطق عرض شرقی غربی وباکوبندحرکت باد واندازه فشار صحبت کرده است . این نقشه برای نشان دادن

* Meridianal Transfer
** Tradional Method

چگونگیها وکیفیتهای متوسط جوی برای مناطق هم عرض جغرافیائی اغلب بصورت شکل

(۱) رسم شده است •

کمربندهای بادهای متداول :

مقدار انرژی دریافت شده ازانتشارات خورشید یکی ازعوامل موثر درگوناگونی هوا است • واین مقدار برای هرمنطقه وسطوح بالای آن متفاوت است • بنابراین گرم شدن بیشتر یا کمتر توده هوا بستگی به منطقه تمرکز آن توده هوا دارد • وعلت متفاوت بودن چگالی توده هوای گرم وسرد • توده هوای سرد درزیرهوای گرم جریان پیدا میکند •

دراستوا افزایش گرما بسبب ازدیاد حجم ونقصان جرم توده ودرنتیجه هوا صعود میکند وبه کمربند آرام که بنام منطقه رکود * نامیده میشود بوجود میآورد •

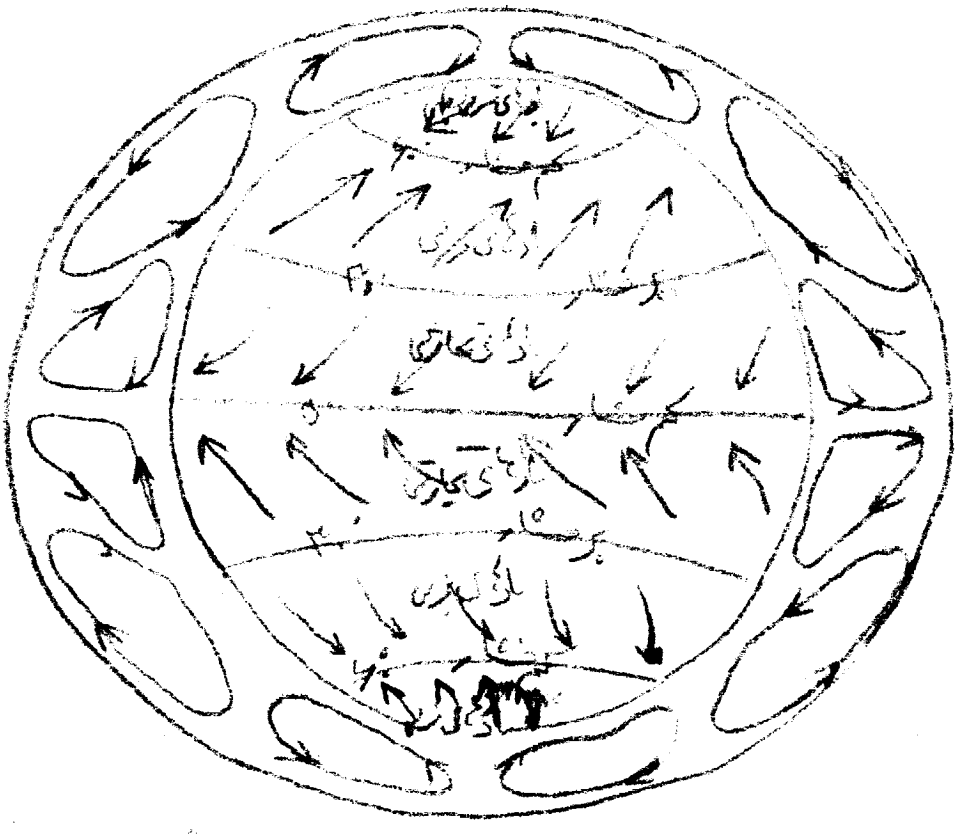
واین هوای گرم صعود کرده روی منطقه رکود بطرف قطب شمال وجنوب حرکت میکند ودرعرض • آدرجه بعلت سرد شدن ازدیاد وزن یافته ونزول میکند وهنگام برخورد به زمین به اطراف پراکنده شده ومقداری ازآن بسمت استوا حرکت میکند که بنام بادهای تجارتی ** موسوم است • باقی مانده بطرف قطب حرکت میکند • این بادها بنام بادهای متداول غربی *** نامیده میشوند • این هوا وقتی بعرض های ۶۰ درجه رسید توسط هوای سردی

* Duldrums
** Trade winds
*** Prevailing Westerlies

که از قطب سرازیرشده بطرف بالا صعود می کند ، پس از صعود باز پراکنده شده قسمتی بطرف استوا وقسمت دیگر بسوی قطب حرکت میکند • وپس از رسیدن — بقطب بعلت سرد شدن زیاد دراین ناحیه نزول میکند • ودرموقع برخورد به زمین بسمت مدار ۶۰ درجه حرکت میکند وموسوم به بادهای شرقی قطبی* است .

بطور کلی بادهای متداول جهانی عبارتند از :

بادهای تجارتی (شرقی) —بادهای غربی — بادهای شرقی قطبی •



شکل ۱

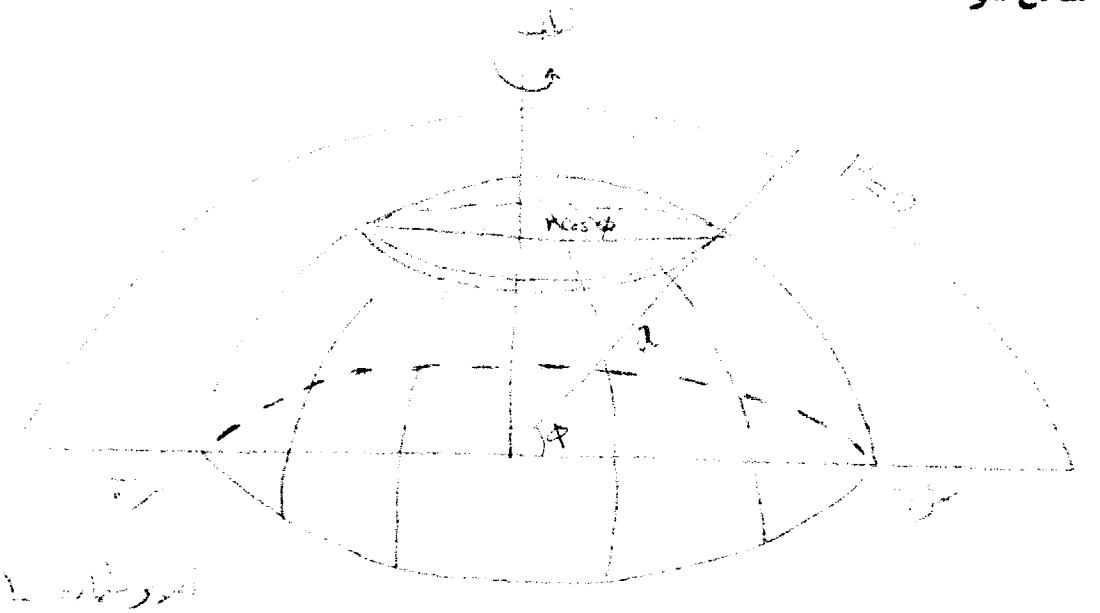
گردش عمومی ... پهنه های عمومی فشار و بادهای

* polar Easterlies

عامل نگهدارنده گردش عمومی جـــو:

نظریه پراکندگی بادهای مداری درسطح زمین به آسانی مشاهده میگردد که کمربند بادهای شرقی دراثرنیروی اصطکاک غربی وکمربند بادهای غربی دراثرنیروی اصطکاک شرقی سریک گشتاوری درامتداد محورزمین ایجاد میکند ، که دریک زمـــان طولانی مقدار این گشتاورنسبت به نشارافقی بادهای باید صفر باشـــــد چون زمین تحت تاثیرشتاب زاویه ای ثابت است ، ممکن است که موضوع فوق بـــرای مدت کوتاه نیزصادق باشد . همانطوریکه جود راثراصطکاک یک گشتاوربروی زمیـــن ایجاد مینماید ، نظریه قانون سوم نیوتون ، زمین نیزدراثراصطکاک یک گشتاوردربرابر ودرخلاف جهت روی جو ایجاد مینماید ، بنابراین درجواستوائی جائیکه بادهای شرقی وجود دارند یک گشتاوردراثرنیروی اصطکاک ایجادمیشود ، لذادرایـــــن ناحیه اززمین یک گشتاورجنبشی بوجود میآید ، بهمین شکل کمربند شرقی درناحیـــه قطبی نیزچنین گشتاورجنبشی ایجاد مینماید ، امابواسطه کوچکی شعاع دایره عرض جغرافیائی (بازوی اهرم) مقداراین گشتاورجنبشی ناچیزاست . بطورکلی کمربنـــد بادهای شرقی دائما " اززمین گشتاورجنبشی دریافت میکنند وبالعکس کمربنـــــد

بادهای غربی دائما " بزمین گشتاورجنبشی میدهند ، چون تمام کمربندهای مداری در یک مدت طولانی باقی می‌مانند ، ازدیادگشتاورجنبشی جواستوائی وقطبی باید به کمربندبادهای غربی منتقل شوند ، که این گشتاورجنبشی نیزه نوبت خود باید بسطح زمین که درطول سال گشتاورجنبشی دراثراصطکاک به جوداد، است منتقل شود .



باید تاکیدکرد که گشتاورجنبشی درانتقال نخستین نگهدارنده گردش عمومی جواست بنابراین اثرمهم ومربوط به بسط وتوسعه سیرکولاسیون راازبرای این موضوع نتیجه میشود

M گشتاورجنبشی مطلق برای یکگرم هوادرعرض جغرافیائی φ بصورت زیرنوشته

میشـــــود •

$$M = (u + \Omega a \cos\phi) a \cos\phi = a u \cos\phi + \Omega a^2 \cos^2\phi \quad (1)$$

u سرعت نسبی درامتداد مدار و a شعاع کره زمین است• جمله اول سمت راســت رابطه (۱) گشتاورنسبی نامیده میشود ، این جمله مثبت یامنفی است برحسب آنکـــه جریان نسبی شرقی یاغربی باشد ، جمله دوم که شامل Ω میباشد گشتاور Ω نامیده میشـــــود •

اگربخواهیم رابطه (۱) رابادقت بیشتری مورد مطالعه قراردهیم ، باید بجای a شعاع کره زمین مقدار $a + z$ راقرارمیدهیم ، هرچند برای پائین‌تر از استراتوسفـــــــــــر Stratosphere این عمل چندان لزومی ندارد •

مطابق قانون دوم نیوتون گشتاورجنبشی مطلق M دراطراف زمین فقط درنتیجـــــه نیروهای فشارواصطکاک تغییرمیکند ، برای هرگرم هواگشتاورمابه ترتیب زیراند :

$$-\alpha \left(\frac{\partial P}{\partial x}\right) r^2 \quad (2)$$

$$F_x r \quad (3)$$

که در این دو رابطه $r = a\cos\phi$ شعاع دایره مدار جغرافیائی است ، ازاین رو معادله حرکت مطلق در جهت مدار بشکل زیر نوشته میشود •

$$\frac{dM}{dt} = \left(-\alpha \frac{\partial P}{\partial x} + F_x\right) r \qquad (٤)$$

ازضرب طرفین رابطه فوق درچگالی نتیجه میشود •

$$\rho \frac{dM}{dt} = \left(-\frac{\partial P}{\partial x} + \rho F_x\right) r \qquad (٥)$$

سمت چپ رابطه اخیررا ازرابطه زیر بدست میآوریم•

$$\rho \frac{dM}{dt} = \frac{\partial(\rho M)}{\partial t} + \nabla\cdot(\rho M V) - M\left(\frac{\partial P}{\partial t} + \nabla\cdot\rho V\right) \qquad (٦)$$

ازترکیب معادلات (٥) و(٦) $\frac{\partial(\rho M)}{\partial t}$ رابااستفاده ازرابطه پیوستگی بدست میآوریم •

$$\frac{\partial(\rho M)}{\partial t} = -\nabla\cdot\rho M V - \frac{\partial(P r)}{\partial x} + \rho F_x r \qquad (٧)$$

حاصلضرب ρM نمایش دهنده گشتاورجنبشی درواحدحجم بوده وجمله سمت راست ازدیادگشتاورراد رواحد حجم بدست میدهند ، اگرازمعادله (٧) برای تمام حجم V درعرض جغرافیائی ϕ بطرف قطب انتگرال بگیریم ، خواهیم داشت

$$\int \frac{\partial(\rho M)}{\partial t} dV = -\int \nabla\cdot\rho M V dV - \int \frac{\partial(P r)}{\partial x} dV + \int \rho F_x r\, dV \qquad (٨)$$

رابطه فوق بطورقراردادی Symbolic چنین است •

$$\frac{\partial}{\partial t}\int \rho M \, d\tau = \mathcal{M} + \mathcal{P} + \mathcal{F} \qquad (۹)$$

$\mathcal{M}$ نمایش‌دهنده کنوژانس انتقال گشتاورجنبشی است که بااستفاده ازتئوری

استکس‌میتوان به انتگرال سطح $\mathcal{M} = \int \rho M V_n \, d\sigma$ تبدیل کرد •

V_n مؤلفه سرعت V درجهت سطح متوسط است • هرچند برای حجم نشان

داده شده درشکل درسطوح بالایعلت $\rho = 0$ ودرسطوح پائین تر(سطح زمین)

چون V_n صفرفرض‌شده ، جریان حذف‌میشود ، لذابرای کلاهک قطبی $d\sigma$

یا جزء سطحی درد یوارعرض‌جغرافیائی و V_n مؤلفه نصف‌النهاری سرعت V

است ، بنابراین $\mathcal{M}$ گشتاورجنبشی نصف‌النهاری یاانتقال بطرف‌قطب نامیده میشود

درانتگرال دوم سمت راست رابطه (۹) که باعلامت قراردادی $\mathcal{P}$ نمایش‌داده شده

است ، میتوان چنین نوشت •

$$\mathcal{P} = -\iiint \frac{\partial(\rho\pi)}{\partial x} \, \delta x \, \delta y \, \delta z \qquad (۱۰)$$

δx و δy و δz به ترتیب فاصله های جزئی قوس‌درامتدادعرض‌جغرافیائی

ونصف النهاری وعمودی هستند • y و z راثابت گرفته وانتگرال نسبت به x

روی دایره عرض جغرافیائی انجام داده وسپس خواهیم داشت•

$$P = \iint \Delta P \, r \, dy \, dz \qquad (11)$$

ΔP اختلاف فشاردرشرق وغرب کوه و r شعاع دایره عرض جغرافیائی است ،

چنانچه فشاردرروی دایره عرض جغرافیائی پیوسته باشد P صفرخواهد شـــد ،

ولی چون فشارافقی درامتدادکوههای واقع درکمربند عرض جغرافیائی قرنیه نبـــوده ،

درنتیجه گشتاوری به اتمسفرمیدهد ، که این گشتاورا P گشتاورفشارنامیده میشود •

درمعادلات زیر

$$\frac{dU}{dt} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x} + f\bar{v} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z}$$

$$\frac{d\bar{v}}{dt} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial y} - f\bar{u} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} \qquad (12)$$

مؤلفه نیروی اصطکاک درامتدادمحور x بصورت $F_x = \rho^{-1}\frac{\partial \tau}{\partial z}$

داده شده که درآن τ فشارافقی شرقی وغربی eddy است (eddy stress)

بنابراین باتبدیل جمله سوم طرف راست رابطه (۸) به انتگرال سطح خواهیم داشت•

(۱۳)

π نمایش دهنده گشتاورنیروی اصطکاک که ازکشیده شدن لایه زیرین جسو

بریک سانتیمترمربع زمین حاصل میشود ، ازآنجائیکه π مخالف موٴلفه

مداری باد سطح زمین است ، گشتاور F دراثراصطکاک درکمربند شرقی مثبت

ودرکمربند غربی منفی است .

بعداً Wilson و White متوجه شدندکه درآن کمربندهای عرض

جغرافیائی گشتاورفشارقابل ملاحظه بوده ومقایسه به گشتاوراصطکاکی همان کمربند

ازنظرعلامت موافق وازلحاظ مقدارتقریباً یکسان میباشند .

بطورخلاصه مجموع تغییرات گشتاورجنبشی کلاهک قطبی درنتیجه عوامل زیراست.

الف ــ M انتقال نصف النهاری درون دیوارعرض جغرافیائی .

ب ــ p گشتاورکه بوسیله فشاردردامنه کوهستانها ایجاد شده .

ج ــ F گشتاورکه بوسیله اصطکاک بین زمین وتصفردرون کلاهک ایجاد شده

ترکیب گشتاورکه بوسیله فشارواصطکاک درپادهای غربی که بوسیله زمین ایجاد شده

مانند یك سوراخ $S_{in\phi}$ درمقابل گشتاورجنبشی عمل میکنند •

بنابراین تعادل فقط میتواند درمورد انتقال متوسط بطرف قطب درون د نوار عرض —

جغرافیائی بوجود آید ($\overline{M} > 0$) مناسبترین راه برای تشریح $\overline{M}$ این است،

اگر V مؤلفه سرعت بطرف قطب باشد ، انتقال کلی گشتاورجنبشی درعرض جغرافیائی

بطرف قطب بصورت زیراست•

$$\overline{M} = \int_0^{2\pi} \int_0^{z} \rho M V (u + \Omega a \cos\phi) \, a \, d\lambda \, dz$$

(۱٤)

$$= a^2 \cos\phi \int_0^{2\pi} \int_0^{z} (u + \Omega a \cos\phi) \rho V \, d\lambda \, dz$$

$d\lambda$ و dz به ترتیب افزایش زاویه طول جغرافیائی وارتفاع میباشند •

برای اینکه رابطه (۱٤) رابرای انالیزفشارهای ثابت بدست آوریم•

$$\rho \, dz = - dp/g$$

راد رابطه فوق قرارمیدهیم، باد رنظرگرفتن متوسط u و V نسبت بعرض

جغرافیائی خواهیم داشت•

$$\overline{M} = \frac{2\pi a^2 \cos\phi}{g} \int_0^{p} (\overline{uV} + \overline{\Omega a V \cos\phi}) \, dp \qquad (۱۵)$$

ازطرف دیگر داریم•

(۱۶)

که کم وزیاد شدن سرعتهای و مؤلفه انحرافات

و برای عرض جغرافیائی وارتفاع مورد نظرمیباشد ، ازترکیب روابط

(۱۵)و(۱۶) خواهیم داشت.

(۱۷)

جملات طرف راست رابطه (۱۷) ازچپ براست به ترتیب عبارتند از،

انتقال و و است .آخرین جمله شبیه فشارافقی

رینولد (Reynold) درتئوری تورپلانس برای هردایره عرض جغرافیائی

مخالف صفراست ،بشرطی که مقدارانحراف سرعت باد ازمقدارمتوسط یعنی u' و v'

بایکدیگرهم بستگی آماری داشته باشند .

اگر $\bar{v}=0$ باشد جملات انتقال و درتمام ارتفاعات هر

دایره عرض جغرافیائی صفرمیباشد ،ولی اگر $\bar{v}\neq 0$ باشد یك سیرکولاسیون متوسط

$\int \bar{v}\,dp=0$ نصف النهاری درهردایره عرض جغرافیائی بوجود میآید ، پس درچنین حالتی

است ، زیراتوزیع توده هوادریك پریود طولانی اززمان ثابت میماند ،درچنین