

۴۷۳  
۱۳۶۲

۱۲۷

دانشگاه تهران

دانشکده علوم

برای دریافت درجه فوق لیسانس لیسانس (مهندسی هواشناسی)

موضوع

انرژی - انتقال انرژی - مان سینتیک - انتقال مان سینتیک

در ماه اکتبر ۱۹۶۴ تهران

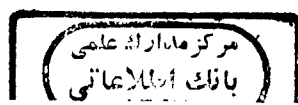
نگارش

جهیب قلین زاده

به راهنمایی آقای گردون A. H. Gardon (کارشناس سازمان هواشناسی جهانی) (W.M.O.)

خردادماه ۱۳۴۸

۱۲۷



A. H. Gordon

تقدیم به استاد ارجمند

کارشناس عالیقدر سازمان هواشناسی جهانی W. W. N که در این مدت

بارها منمائی خود مفتخرمان فرمودند

تقدیم

به

استادان و هیئت محترم داوران

### فهرست مطالب

۵	صفحه	تاریخچه هواشناسی
۶	"	مقدمه
۷	"	روس کار
۸	"	ممان سینتیک
۱۰	"	انتقال ممان
۱۱	"	بحث درباره انتقال چونی
۱۱	"	روس محاسبه $\rho$
۲۱	"	موارد استدمال سینتیک در هواشناسی
۲۶	"	انسوزی
۲۶	"	دریغه بدست آوردن
۳۵	"	انتقال انسوزی
۳۸	"	تخییر فشار ارتفاعات مختلف
۳۸	"	تخییر دما با ارتفاع
۴۲	"	معادله ابعادی
۴۲	"	دستگاه واحدها
۵۲	"	فهرست منابع خذ منابع مطالعه

هواشناسی علمی است در خدمت کشاورزی آبیاری صنعت هواپیمائی بهداشت و همچنین عامل مهم

حیات انسان زمین و برای نهالتهای اجتماعی اقتصادی اوست .

در طول تاریخ بازرگانه و زوفاالمناد خود را در برابر عوامل هوا احساس میکرد و همیشه تسلیسم

و مقهور طبیعت بود بازرگانه در یونان قدیم برای بزرگ از عوامل و از قبیل باد باران و رعد و برق رب النوعی

و بود داشت و این عقاید آداب و رسوم علل دیگر سوخ پیدا کرد تا زمان حال نیز ادامه دارد باور داینکه بشیر

متغول باده برداری کامل از نتیجه مسامحه قرن اخیر در رشته های مختلف علوم و فنون است هنوز در صهار کردن

و اتریشی یافته و ابرویاد راز بر فرمان خود نیآورده است زیرا و اتمسفر پرتین پدیده طبیعت است باور بود

این آفلز تلاش بشیر برای دست یافتن با اسرار تخیرات هرابه دو هزار سال قبل میرسد .

اولین قسم :

یونانیان اولین قومی بودند که اطلاعات خوبی از جهت باد در این ابر دادند در آن در کشتیرانی در

دریای اژه - سیاه - مدیترانه استفاده میکردند .

اولین دانشمند هواشناسی نیمه علمی به سال ۱۶۴۳ توسط یک ایتالیائی ساخته شد و سپس (( آرشیدوک فردیناند ))

به ترویج (( هواشناسی )) بر اساس احتیاج علمی پرداخت و با پیاس آنرا از او نام و غیرات نهاد داد .

پاراندی آلمانی بدولت تغییرات حرارا بر اساس فشار و درجه حرارت تهیه کرد و ملاک عمل اوتامپیر و توان دریاناسا

قرار گرفت . از قرن نوزدهم پس از اختراع تلگراف دولتهای تغییرات را کامل تر شد با وجود این علم هواشناسی

جوانی است که بیش از یکصد سال از عمر آنس آن نیکگرد و به سرعت در راه تکامل است . بازرگانه در حساب

حاضر از ماه منوعی نیز در آن استفاده میگرد و نصد سال قبل اولین ایستگاه هواشناسی اتمی آغاز بنا کرد .

بنا الك هواشناسها نوزدهم منگور بود احساس و مکمل عمل با ش از حیوانات در برابر تغییرات جوی هستند

ولگنه های خور پذیر در آن بی تاثیر نمیدانند .

مقدود از نوشتن این جزوه تحقیق درباره انرژی - و انتقال اندازه حرکت و بررسی بعضی از فرمولهای

راشناسی که بطرز تریس ویا با استفاده از قوانین مکانیکی و ترمودینامیکی بدست آمده است .

این دستگاه های را شناسی که مجهز به رادیوسوند هستند زمانه و مرتبه علاوه بر اندازه گیری پارامترهای  
 و شناسی در سطح زمین در ساعات ۲۴ (نیمه شب بوقت گرینویچ) و ۱۲ (ظهر بوقت گرینویچ) با استفاده از  
 بالنهایی که محتوی گاز یدرژن است اسبابی برای اندازه گیری و شناسی راه طبقات بالای جو میفرستند  
 با استفاده از دستگاههای گیرنده و رادار کمیت های زیر را بدقت اندازه میگیرند .

۱- سمت سرعت باد ۲- درجه حرارت ۳- رطوبت نسبی ۴- فشار ۵- ارتفاع بالن

طبق یک قرارداد بین المللی اتسفر را به طبقات مختلف از حیث فشارشان تقسیم بندی نموده اند که بترتیب  
 عبارتند از سطوح ۸۵۰ و ۷۰۰ و ۶۰۰ و ۵۰۰ و ۴۰۰ و ۳۰۰ و ۲۵۰ و ۲۰۰ و ۱۵۰ و ۱۰۰  
 و ۷۰ و ۵۰ و ۳۰ و ۲۰ و ۱۰ (میلیون بار) ولی عملاً تا ارتفاع ۷۰ میلیون باری اندازه گیری ادامه  
 دارد .

در قسمت اعظم محاسبات این جزوه به سرعت باد و مولفه های آن توجه شده بدانجهت روابطی را که مولفه های  
 سرعت باد را بتوان بدست آورد آنرا میکنیم

$$U = -V \sin \alpha$$

$$V^2 = -V \cos \alpha$$

که در آن  $U$  عبارتست مولفه غربی شرقی باد و  $V$  عبارتست مولفه جنوبی و شمالی باد میباشد و  $V$  عبارتست  
 سرعت باد و  $\alpha$  عبارتست جهت باد نسبت به محور جنوبی شمالی است .

در **نرم افزار** اطلاعاتی را که ایستگاه رادیوسوند مهرآباد در اکتبر سال ۱۹۶۴ بدست آورده است ترسخته شده  
 را ایندانب با استفاده از این سلولومات محاسبات مورد نظر را انجام دادیم . محاسبات اساسی ابتدا توسط  
 ماشین حساب مکانیکی حساب شد سپس همین محاسبات یکبار دیگر توسط ماشین حساب الکترونیک  
 (آی . بی . ام) دانشگاه کنترل شد .

مانند رتبه در مانده گفته شد  $U$  مولفه ای سرعت باد را برای  $U$  را به ازاتسفر حساب کرده  
 سپس  $U$  ای  $U$  را به رابا یکدیگر جمع نموده و از آن مثل میگیریم عینا  $U$  را برای  $U$  عمل میکنیم  
 معدل  $U$  را به  $U$  و معدل  $V$  را به  $V$  نمایش میدیم اصولا در تمام محاسبات در راه خطی بالای یک کمیست  
 وجود داشته باشد عنذاور میانگین آن کمیست میباشد •

حال میآئیم مقدار  $U$  و  $V$  را بر حسب مقدار میانگین ازشمینوسیم

$$U = \bar{U} + U'$$

$$V = \bar{V} + V'$$

که در این رابطه  $U'$  و  $V'$  عبارتست از انحراف از مقدار میانگین مولفه ای باد است • از طرفین دو رابطه فوق  
 را در یکدیگر ضرب کنیم نتیجه خواهد شد •

$$U V = \bar{U} \bar{V} + \bar{V} U' + \bar{U} V' + U' V'$$

حال اگر مین عمل را برای هر روز در  $N$  روزه عمل کنیم و سپس آنها را با یکدیگر جمع کرده و بر تعداد روزها تقسیم  
 نمائیم نتیجه میشود

$$\frac{\sum U V}{N} = \frac{\sum \bar{U} \bar{V}}{N} + \frac{\sum U' V'}{N} + \bar{U} \frac{\sum V'}{N} + \bar{V} \frac{\sum U'}{N}$$

در جمله آخر مفراست زیرا مجموع انحرافات مفراست بنابراین میتوان رابطه مزبور را بدورت زیر نوشت •

$$\overline{U V} = \bar{U} \bar{V} + \overline{U' V'}$$

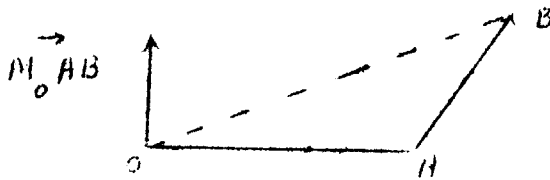
در این رابطه  $U$  عامل انتقال در روی مدارات میباشد که مجموع انتقال حول یک مدار است مفراست  
 و  $V$  عامل انتقال در امتداد نصف النهار میباشد • در نتیجه همسالی عامل انتقال از انسوا بطرف قطب  
 و بالعکس میباشد و ما میتوانیم برای انتقال انرژی مسان و غیره از المان  $V$  استفاده کنیم • و با عبارت دیگر  
 در رابطه (۱) بیاری المان  $U$  میتوانیم هر کمیت دیگری را قرار دهیم مثلا اثر منقور محاسبه انتقال در بیه حرارت  
 باشد رابطه بنین خواهد شد •

$$\overline{V T} = \bar{V} \bar{T} + \overline{V' T'}$$

ابتدا از رابطه (۱) در مورد انتقال مسان زاویه ای استفاده میکنیم

### ممان زاویه ای (ممان سینتیک) Angular Momentum

تعریف - ممان بردار  $AB$  نسبت به نقطه  $O$  عبارتست برداری است که عمود بر سطح  $OAB$  و اندازه آن برابر است با  $M_o AB = \vec{OA} \wedge \vec{OB}$  و آنرا به  $M$  نمایش میدهند



ممان يك بردار نسبت بیک نقطه نیز برداری میباشد و اندازه آن همان که برابر مساحت مثلث  $OAB$  است  
تعریف سرعت زاویه ای

مقدار زاویه ای را که شکر در حرکت در زمانی متعادل در واحد زمان يك ثانیه طی میکند روت زاویه ای نامند و آنرا به  $\omega$  نمایش میدهند. واحد آن رادیان بر ثانیه است.  
تعریف سرعت خطی

مقدار کمائی از دایره را که شکر در حرکت دورانی متعادل در مدت يك ثانیه طی میکند سرعت خطی نامند. رابطه آن با سرعت زاویه ای به صورت  $v = R\omega$  که در آن  $v$  سرعت خطی و  $R$  شعاع دوران و  $\omega$  سرعت زاویه ای میباشد.

### تعریف ممان خطی Linear momentum

ممان خطی یا اندازه حرکت يك نقطه ماده مانند  $A$  - حاصل ضرب هم نقطه ماده  $A$  در سرعتش را اندازه حرکت نامند که آنرا به  $p$  نمایش میدهند.  
تعریف گشتاور

گشتاور يك نقطه ماده  $A$  نسبت بیک نقطه  $O$  عبارتست از حاصل ضرب هم آن نقطه در بردار فاصله  $OA$  که آنرا به  $I$  نمایش میدهند

### تعریف ممان سینتیک

ممان سینتیک يك نقطه ماده  $A$  نسبت به نقطه  $O$  عبارتست از حاصل ضرب گشتاور و سرعت زاویه ای  $\omega$  که



آترابه AM نمایش میدهند :

$$AM = \bar{I} \Omega$$

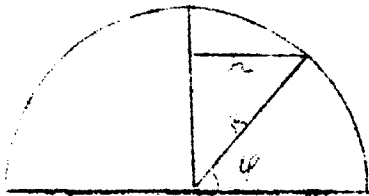
تعریف دیگر مسان سینتیک نقطه A نسبت به نقطه O - عبارتست از زمان اندازه حرکت نقطه A نسبت به نقطه O

حسابه مسان سینتیک يك ذره مساوی

يك ذره از عوارز در حال دوری میگیریم و مسان سینتیک آنرا به مرکز زمین حساب میکنیم میدانیم مسان سینتیک يك سیستم نسبت به يك نقطه مانند O برابر است با مجموع مسان سینتیک در حرکت نسبی دورگرائیگاه نسبت به آنرا نیگاه بسلاوه مسان اندازه حرکت سیستم که در آنرا نیگاه فرض شده نسبت به نقطه O بنابراین ابتدا مسان سینتیک ذره را حساب کرده و سپس با مسان اندازه حرکت ذره جمع میکنیم تا مسان سینتیک ذره بدست آید .

$$AM = m \Omega^2 R \cos^2 \varphi$$

که در این رابطه R عبارتست از فاصله مرکز نقطه از سطح زمین از محور دوران زمین که رابطه آن با شعاع زمین و عرض جغرافیائی محل زمین است .



$$r_2 = R \cos \varphi$$

بنابراین در مسان پیش را قرار میدیم

$$AM = m \Omega^2 R^2 \cos^2 \varphi \quad (1)$$

مسان اندازه حرکت ذره برابر است با

$$MP = m u r_2$$

ریا

$$MP = m u R \cos \varphi \quad (2)$$

حال دو رابطه ۱ و ۲ را با یکدیگر جمع میکنیم تا مسان سینتیک کل ذره بدست آید .

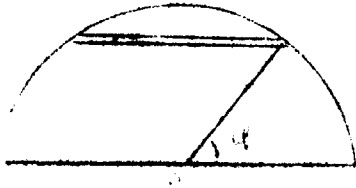
$$M = m \Omega^2 R^2 \cos^2 \varphi + m u R \cos \varphi$$

$$M = (\Omega^2 R \cos \varphi + u) R \cos \varphi$$

از برای یک گم قرار میدیم مسان برانواحد m بدست میآید

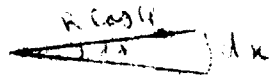
$$m = (\Omega R \cos \varphi + u) R \cos \varphi$$

از رفین این رابطه حول يك حلقه بسروريك سانتيمتر از سطح زمين تا بالا تا مسفر انتگرال ميگيريم تا مسانكل دريك سطح قائم حول يك مدار دست آيد .



$$M = \int_S \int_{z=0}^{z=\infty} (\Omega R \cos \varphi + u) R \cos \varphi \rho dz dx$$

dx مسانكلان مدار است رايحه آن با طول جغرافيايي معين است .



$$dx = R \cos \varphi d\lambda$$

بنابه معادله نيدررواستانيك داريم  $dp = -\rho g dz$  از در رابطه اخير بجاي  $\rho dz$  و  $dx$

معادله هاي ان را قرار ديم رابطه زير نتيجته ميشود .

$$M = \int_0^{2\pi} \int_0^P (\Omega R \cos \varphi + u) dp d\lambda \times \frac{R^2 \cos^2 \varphi}{g}$$

ويا

$$M = \frac{2\pi R^2 \cos^2 \varphi}{g} \int_0^P (\Omega R \cos \varphi + u) dp$$

انتقال مسان

از رفين رابطه فور رادر  $\bar{u}$  و  $\bar{v}$  كنيم و از رفين زيگسا ( $\bar{\Sigma}$ ) با هم پس از ميانگين گيري رابطه

زير نتيجته ميشود .

$$\overline{uM} = \frac{2\pi R^2 \cos^2 \varphi}{g} \int_0^P (\bar{u} \bar{v} + \bar{v} \bar{\Sigma} R \cos \varphi + \overline{u'v'}) dp$$

در رابطه بالا  $\bar{u} \bar{v}$  را به drift و جمله  $\overline{u'v'}$  را نلوي ادي  $ddy$  و جمله  $\bar{v} \bar{\Sigma} R \cos \varphi$

را انتقال داد نامند .

محاسبه دریاچه انتگرال  $\int \bar{v} dP$

۱- اگر  $\bar{v} > 0$  باشد یعنی انتقال دراز طرف استوا با طرف قطب است و بایستی در قطب فشار

زیاد شود در راستوا برخلاف این اد کرد در صورتیکه چنین نیست

۲- اگر  $\bar{v} < 0$  باشد انتقال فشار از قطب به استواست و عیناً عکس حالت قبل باید اتفاق بیفتد ولی

عملاً اینطور نیست

۳-  $\int \bar{v} dP$  باید منفی شود چونکه در استوا در قطب تراکم فشار یا خلا نداریم

در نتیجه جمله انتقال  $\Omega$  منفی است پس

$$\bar{v} M = \int_0^P (\bar{u} \bar{v} + \alpha' \bar{v}') dP \times \frac{2\pi R^2 \cos^2 \varphi}{g}$$

در این رابطه  $\frac{2\pi R^2 \cos^2 \varphi}{g}$  برای رایستگاه مقدار ثابت و در همان سیون آن  $L T^2$  میباشد

روس محاسبه

برای محاسبه انتگرال  $\int (\bar{u} \bar{v} + \alpha' \bar{v}') dP$  آنرا به دو جزء تقسیم میکنیم

$$\frac{1}{g} \int \bar{u} \bar{v} dP \quad \text{و} \quad \frac{1}{g} \int \alpha' \bar{v}' dP$$

برای محاسبه انتگرال اولی جدول  $\bar{u} \bar{v}$  در لایه معادل را پیدا کرده در آن اختلاف فشارشان را به یکدیگر  
 در این عمل را برای تمام لایه ها انجام میدیم

$$\frac{1}{g} \left\{ \left[ \frac{(\bar{u} \bar{v})_{10} + (\bar{u} \bar{v})_{100}}{2} \right] \times 10 + \left[ \frac{(\bar{u} \bar{v})_{100}}{2} + (\bar{u} \bar{v})_{100} + (\bar{u} \bar{v})_{100} + (\bar{u} \bar{v})_{100} \right] \times 100 + \left[ \frac{(\bar{u} \bar{v})_{100} + (\bar{u} \bar{v})_{100}}{2} \right] \times 1000 + \left[ \frac{(\bar{u} \bar{v})_{100} + (\bar{u} \bar{v})_{100}}{2} + (\bar{u} \bar{v})_{100} + (\bar{u} \bar{v})_{100} \right] \times 10000 + \left[ \frac{(\bar{u} \bar{v})_{100} + (\bar{u} \bar{v})_{100}}{2} \right] \times 100000 \right\}$$

عیناً همین عمل را برای  $\alpha' \bar{v}'$  انجام میدیم سپس به ای آنها اعداد مربوطه اشان را اثر میدیم و بدین ترتیب  
 جدول  $\bar{u} \bar{v}$  و  $\alpha' \bar{v}'$  برای رد ساعت و همین میزان کل نیز بدست میآید  
 ولی همانند روش قبلاً گفته شد  $\alpha$  و  $\bar{v}$  را در هر حسب نات و  $dP$  بر حسب میلی بار میباشند برای تبدیل آن

برای عدد ای متریک نین هل می کنیم

۱- جریان ۷۵۱۵ متر بر ثانیه است

۲- در میلی بار ۱۰۰ پانگال است

بنابراین ریپ تبدیل نین می شود

$$\frac{(7515)^2 \times 10}{9/81} = 2/71 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

یعنی نتیجه محاسبات بشرح فوق را در عدد ۲/۷۱ ریپ می کنیم تا نتیجه بر حسب نیوتن بر متر بدست آید

راثر ریپ  $2 \pi R^1 \cos \phi$  را در نتیجه ای که بر حسب نیوتن بر متر بدست آمده ضرب کنیم و آب بر حسب ژول

خرامد بود

نتایج محاسبات در جدول زیر خلاصه شده

درول ۱ میانگین  $u$  و  $v$  و  $w$  و  $u'$  و  $v'$  و  $w'$  و حاصل ریپ  $\bar{u}$  و  $\bar{v}$  و  $\bar{w}$  برای ساعت ۱۴ رینویچ میباشد

درول ۲ میانگین  $u$  و  $v$  و  $w$  و  $u'$  و  $v'$  و  $w'$  و حاصل ریپ  $\bar{u}$  و  $\bar{v}$  و  $\bar{w}$  برای ساعت ۱۲ کیرینویچ میباشد

درول ۳ حاصل های  $\bar{u}$  و  $\bar{v}$  و  $\bar{w}$  و  $u'$  و  $v'$  و  $w'$  یعنی همان کل را برای شانزده ماه از ژانویه ۱۹۶۴ تا مارس

۱۹۶۵ نوشته شده است





شکل ۱ مربوط است به تغییرات  $\bar{u}$  نسبت به لایه های مختلف جو برای هر دو ساعت ناهمه بلافاصله میگرد  
 رقد در سطوح بالا حرکت کنیم مقدار  $\bar{u}$  افزایش پیدا میکند و این بدین معنی است که در سطوح بالاتر تقریباً  
 باد خنجرین است .

شکل ۲ نمایش تغییرات  $\bar{u}$  برای ساعت ۲۴ آرنویچ برای سطوح مختلف است همانند ریکه دیده میشود در  
 باد در نزدیکی زمین مقدار  $\bar{u}$  منفی میزند در این نشان میدهد که باد شمال غربی است .

شکل ۳ نمایش تغییرات  $\bar{u}$  برای ساعت ۱۲ آرنویچ است برای سطوح مختلف .

شکل ۴ نمایش تغییرات  $\bar{u}$  برای هر دو ساعت می باشد در لایه های مختلف و این شکل نشان دهنده اینست  
 که مقدار  $\bar{u}$  منفی است و بدین معنی است که  $drift$  منفی میباشد و جهت انتقال آن از تهران بسمت  
 استوا میباشد .

شکل ۵ نمایش تغییرات  $\bar{u}$  در لایه های مختلف است همانند ریکه دیده میشود قسمت اعظم منحنی  
 مثبت یعنی انتقال آدی  $eddy$  از تهران به طرف قطب است .

نتیجه ای که از این بحث باید میگرد این است که در همان سینتیک ایستگاههای مختلف را حساب کنیم  
 نتیجه خراخیم شد که به همان اندازه که همان سینتیک از استوا به قطب انتقال یافته بهمان اندازه نیز از  
 قطب به استوا آمده است و در نتیجه انتقال کل همان سینتیک صفر است .

اندازه نیروهاییکه در رئاساسینامهای  $R_{eddy}$  و  $y_{eddy}$  درجه و انویه برای مرزهای خراخانی  
 ۲۰ تا ۳۰ درجه انجام داده نتیجه فوق را ثابت میکنند و آن آزمایشات در یک قرن و خرافاتی محدودی  
 انجام یافته است بدانجهت از جمله انتقال  $\Omega$  صرف رفته است .

$$\frac{2\pi R^2 \cos^2 \varphi}{g} \int_0^p (\bar{u} \bar{v}' + \bar{u}' \bar{v} + \bar{v} \Omega R \cos \varphi) dp$$

