

۳۵۹

دانشگاه تهران

دانشکده علوم

پایان نامه

جهت دریافت درجه فوق لیسانس در فیزیک (هواشناسی)

موضوع :

تولدش عمومی جو و انتقال معان سینتیک

نگارش :

ولسی اله رضا شمس

خرداد ماه ۱۳۴۸

۳۵۹

۳۵۹

” بنام خدا “

بشرایع و پیدایش همیشه چشمه آسمان داشته بود ارد و البته حق هم همین است
 زیرا چه شراولیه که حوادث عواقبات روزمره و تناقض محیط اطرافش از قبیل توالی شب
 و روز سرد شدن هوا در فصلی و گرمی آن در فصلی دیگر و رشدن زمین در زمان نسبی
 و پژمرده شدن آن در زمانی دیگر یا طایف سوانح اتفاقی پیرامونش از قبیل سیل و طوفان —
 و خشکسالی و زلزله آتش فشان راملول اماده خدایان و اهریمنان یا سعاد و نحس
 بودن ستارگان و غیر صورتها را از علت و معلولهای زمین میدانست و چه شرا امروز که بیشتر
 در کفلاقه خود علت و معلولهای این حوادث شرا در خور زمین و جوآن بسته و تا اندازه ای تا بسته
 در توضیح و تفسیر و حتی پیدایش آنها و بروز عکس العملهای مناسب توفیر یا بید
 همیشه و همه جا محتاج به آسمان یعنی فضای محیط خود درش بود و خواستهاست حوادثش
 را در اداره زندگیش تأثیر بسزایی دارند بشناسد و چنانچه بتواند آنها را بنحو
 مطلوب تفسیر و هد و یا لا اقل برای جلوگیری از عواقب آنها را پدید بیند
 نماید این است که اکنون ما هم میتوانیم دست گاههائی معطم باتش در شرا پیدایش
 بین و احتمالاً پیشگیری حوادث مذکور کار میکنند که مهمترین و مؤثرترین آنها دستگاه
 های هواشناسی است که در طول شبانه روز و تمام نقاط سطح زمین هوای اطراف زمین
 و حتی اعماق جو را جستجو و نکاش میکنند و سپس چهره پدیدایش بین اوضاع جو را آینده آنهم

برای مدتی نسبتاً کوتاه بررسی و تحقیق در تئاریج بدست آمده میسر دادند .
 این مجموعه نیز زود به پتهای کوچکتری است برای شناسختن تقسیمات از اوضاع جوی یک
 نقطه کوچک زمین و در مورد انتقال انرژی در ماه مارچ ۱۹۶۵ از فرودگاه مهرآباد است
 که در تنظیم و تدوین آن همواره از اشراف و راهنمایی اساتید گرامی برخوردار بودیم و بدین
 سبب از زحمات و راهنمایی های مفید آنان سپاسگزار میباشیم .

ولی اله رضائی خردا دیماه ۱۳۴۸

فهرست و نام کتابی که در تنظیم این مجموعه مورد استفاده قرار گرفته

۱- پدید آمدن جوی اثر مهندس مهدی بازرگان

2- Element of dynamic meteorolog by A.H. Gordon

3- Meteorology by Georg J. Haltiner and Frankl.

Martin

4- Dynamic and Physical meteorology by hauwitz

Barnard

وای اراف کره زمین که جوها اتمسفر نامید می‌شود دلاوه‌ها اینک بهترین
 عامل حیات موجودات زندگی هستند از نظر آسایش خاطر و تامین محیطی سالم
 و مناسب جهت برای زندگی موجودات حیات اهمیت فوق العاده می‌باشد
 زیرا جو زمین مانند یک سپرد فاعی از زمین و موجوداتش در مقابل هجوم عوامل مخرب
 حیات دفاع می‌نماید .

عوامل مخرب که بدان انا رهشده عبارتند از:

۱- اشعه نامرئی با طول موج کوتاه از قبیل اشعه ماوراء بنفش و اشعه کیهانی
 که مرتباً جو زمین را بمباران می‌نمایند و چنانچه سطح زمین می‌رسد اداام حیات را
 غیر ممکن می‌ساختند اما ترکیبات طبقات تعلیای جو مخصوصاً اوزن از نفوذ این اشعه
 بشدت جلوگیری می‌نمایند . ولی گدگفت اینجاست که قسمی از این اشعه که از نظر
 سالم سازی محیط زندگی موجودات عالی مفید هستند از قسمت‌های مختلف جو عبور کرده
 سطح زمین را از وجود موجودات مضرهاک می‌سازند .

۲- بمب بارانهای مداوم زمین بوسیله اجرام سماوی و شهاب‌ها و شهابهای -
 ثاقب که در اینجا نیز جو اشراف العاده‌ای در دفاع از زمین و ساکنینش بجهتده دارد زیرا این
 اجرام و شهابها که با سرعت‌های بسیار زیاد وارد جو میشوند در برخورد با ذرات هوا بر اثر
 اصطکاک در ارتفاع ۱۵۰ تا ۱۲۰ کیلومتری گرم و گداخته‌شد هوا غلب شهابها را ثاقب

دره را تا ۰ کیلومتری زمین مبدل به خاکستر میشوند و شهابها کمانه‌اند از شان بزرگتر است تا ارتفاعات کمتری به زمین نزدیک میشوند و گاهی هم سنگهای آسمانی کمانه‌اند از شان خیلی بزرگ است بصورت گلوله آتشی هرگز بر زمین سقوط کرده و در اثر تصادم با آن گوداسی بزرگ ایجاد میکنند و حتی حریق عظیمی نیز پدید می‌آورد. آنچه در رسوم زوش به ۱۸۰۰ کیلومتری از این اجرام برخورد سرزمینهای متروکه سمیری سقوط کرد و سبب آمدن دام منطقه یعنی از جنگلهای دست نخورده این نواحی گردید اینها جنبه‌های تدافعی هم از زمین و ساکنانش بود ولی عملی جز قطع منحصر بفایده نیست بلکه مواهب بی‌شماری را نیز بر زمین و ساکنانش عرضه می‌دارند. از آن طلاست :

۱- آب نهاد ماعلی حیاست و وسیله هوا بصورت تبره‌ها را بر زمین فرو میریزد و با گردن خود در لایه‌های از لایه‌های سبب تعدیل حرارت و از طرف دیگر سبب سرسبزی و باران‌ترین میشود.

۲- بادها کمانرزی حیات بخش خورشید را از مناطق گرم استوایش به نواحی سرد می‌راند و سرما را به نواحی گرم منتقل میکند و باین ترتیب از شدت سرما در نواحی گرم و از سوز سرما در نواحی سرد میکاهند تا در نتیجه محیطی مناسب برای زیست ایجاد گردد.

۳- در صورت عدم جو زمین مانند آنچه در ماهی گذرد در مقابل تابش خورشید شدت گرم و سوزان و در غیاب آن شدت سرد و منجمد می‌گردید ولی جو مانند هر پوشی

از این وضعیت جلوگیری میکند .

۴- بخشیدن چشم اندازی زیبا در اثر پخش و تفرق نور خورشید بفضای اطراف زمین در روز که در نتیجه آن آسمان بارنگ آبی روشن ظاهر میشود و در شب نورستارگان در اثر عبور از هوا ملاحظه گشته و هر روز ساعتان زمین را شمس میزند در صورتیکه اگر جو زمین وجود نداشت فضای اطراف آن حتی در روز صافه و تاریک بود و فقط در صورت نور خورشید اجسام دیده میشوند و در شب نیز ستارگان را با فرورتابتی میدیدیم که در جوی خود میخکوب شده اند .

۵- هوا همچنین با ایجاد مقاومت در مقابل جسی که حرکت میکند یکی از ^{راقل آن}

آزوهای دیرین بشر یعنی هر و از بر فراز زمین جام عمل پوشانده و با استغناء از این خاصیت و وسایل نظیر سریع و راحتی در اختیار بشر قرار گرفته و از آنجا که این وسیله را به مستقیم با هوا و اوضاع جوی دارد و عنان و اختیارش بدست عوامل جوی میپرد شده تا ختن عوامل جوی و به پینی آنها را به این از این محسوس سلطنت و این پدیده جدید انگیزهای موثر در بنیان گذاری علم هوا شناسی و به پینی گردیده است . البته در مقابل این مواضع صائب نیز از طرف جو ساکنان زمین را تمهید میکند که اهم آنها آنست که مربوط به جو است سیل ، طوفان و خشکسالی است بنابراین - همانطور که در مقدمه نیز اشاره شد بشر همیشه چشمه آسمان داشته و امروز نیز که -

احتیاجات بیشتر و درگیری های تازهتری با آن دارد با نظری ژرفتر با آن میگرد
تا جهت دل‌اصحیح تغییرات و پدیده‌های جوی و پیش‌بینی آنها - تن اطار جواز
نظارت مکتوم نماید .

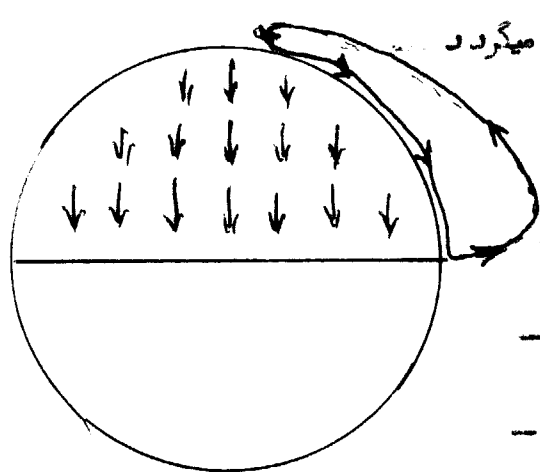
یکی از عوامل عمدتاً بی‌ات‌جون که تاثیر بسزایی در مواهب و صاحب ذکر
شده دارد گردش عمومی جوی (*general circulation*)
است که اکنون شرح و بررسی آن میپردازیم .

گردش عمومی جوی

من دانیکها استواء زمین نسبت به سطح مدار انتقالی آن زایناد برابر ۲۳°۲۷' دارد
و محور زمین بر سطح مدار انتقالی عمود نیست باین جهت سبب خورشید نسبت به زمین
متغیر بوده سبب پیدایش فصول مختلف و تغییرات طول روز و شب در عرض سال می‌شود
در اثر این تمایل امتداد عمودی اشعه خورشید بر سطح زمین بین دو عرض جغرافیائی
۲۳°۲۷' شمالی و ۲۳°۲۷' جنوبی نوسان می‌کند ولی در عرضهای بالاتر
شبه‌قطب اشعه خورشید عمود بر سطح زمین نیست بنابراین چون مقدار انرژی که زمین
از خورشید دریافت می‌دارد با سینوس (*ca*) زاویه بین امتداد اشعه
خورشید و عمود بر سطح زمین بستگی دارد پس انرژی دریافتی زمین در مناطق عرض کم
جغرافیائی مخصوصاً استوا زیاد بوده ولی در عرضهای بالا مخصوصاً قطبین کم خواهد

بود در نتیجه هوا در امتوا سبک شده فشار آن کم میشود و طرف بالا حرکت
 مینماید ولی در قطب برعکس خواهد بود و نشست هوا و سرد شدن آن سبب
 ازدیاد فشار در قطب می شود و این اختلاف فشار سبب خواهد شد که هوای قطب
 از این د اثر نیروی گزاد بیان فشار (نیروی وزش) به طرف استوا سرازیر شود در -
 نتیجه در قسمت های فوقانی قطب چون مرتب هوا نشست میکند و تخلیه می شود

فشار کم ولی در بالای استوا کم مرتب هوا بالا می آید فشار زیاد خواهند بود و این اختلا
 فشار سبب جریان هوا از استوا به طرف قطب در سطح بالا می شود این امر سبب ایجاد



با استوا بسته بین قطب و استوا مطابق شکل میگردد
 همان را جریان نصف النهار میگویند .
 این در صورتی است که نیروی وارد بر ذره هوا -
 منحصر به نیروی گزاد بیان فشار (نیروی وزش) -
 باشد ولی می دانیم که زمین با سرعت زیاد میچرخد -

بدور محورش می چرخد در نتیجه این چرخش هر جسمی که در سطح زمین حرکت میکند

نیروی وارد میشود تا این نیرو برای واحد جرم متناسب با $\Omega \sin \varphi$ و V

یعنی سرعت جسم خواهد بود در اینجا φ عرض جغرافیائی محل است

بنابراین مقدار این نیرو در عرض φ و برای واحد جرم $F = 2 \Omega V \sin \varphi$

می شود در اینجا مقدار $2 \Omega \sin \varphi$ را پارامتر نولین نامند و معمولاً با f

نمایش می دهند این نیرو همیشه بر امتداد حرکت جسم متجرب عمود است و جهت آن برای -

جسم متحرک در نیمه کره شمالی به سمت راست و برای جسم متحرک در نیمه کره جنوبی
 بطرف چپ است. در نتیجه این نیرو هوایی که در لیتو بالا برفته و سطح قطب
 شمال حرکت میکند و فترفته بطرف مشرق یعنی سمت راست حرکت کند و میشود -
 تا آنکه در حدود عرض 30° شمالی تقریباً جهت حرکتش غربی شرقی شده و نیروی
 کوریولین که مورد برجست حرکت و سمت راست باشد هوای را مجبور به فرود آمدن
 و حرکت مجدد به سوی استوا می کند در این صورت به سلول باد از استوا تا حدود عرض
 30° پستی می شود بنابراین در آن رانشیت هوا در عرض 30° یک کمربند فشار زیاد بوجود
 می آید که چون نشیب هوا در سطح زمین سرچاس و هوایی تواند مجتمع گردد پس
 بناطراف پراکنده میشود و آن را انورژانس (CONVERGENCE) گویند -
 در نتیجه از قسمتی از آن با سمت راست و اوقسمتی بطرف قطب حرکت میکنند
 هوایی که از حدود عرض 30° شمالی در سطح زمین بطرف قطب می رود و باد های دائمی
 غربی نامیده میشود مرتباً بطرف شرق منحرف شده و مطابق استدلال قبلی
 در عرض 60° شمالی که جهت غربی شرقی پیدا کرده و سمت بالا می رود مجدداً بطرف
 جنوب یعنی استوا بر می گردد و در حدود عرض 30° جهت شرق غربی یافته نزول
 مینماید ~~و در این منطقه بارش زیاد است~~ و بعداً ترتیب در همین سلول گردش
 عموماً جو بسته میشود ^{و در این منطقه بارش زیاد است} و ریانات مختلف الدمای جنوب
 غربی و شمال شرقی -

و همچنین صعود هوا که خود سبب سرد شدن هوا به اثر آدیاباتیک و در نتیجه

انبساط و پیشبرد انقلابات جوی شدیدی ایجاد شده و سبب پدید آمدن

ابزارندگی های تراوانی می شود ^{ضمناً} که در فشار کم نیز در این عرض جغرافیایی

وجود می آید. هوا سرد قطب نیز که به سمت استوا سرازیر شده و با کاهش سرد قلبی

تأخیر شده می آید. در ارتفاع مرتب به طرف جنوب منحرف گشته و در حدود عرض ۳۰° شمالی که به سمت

آب سرد فرود آمده و در اثر اصطکاک نیز نسبتاً گرم تر و پدید می آید و بالا می آید

میکنند و در همین مناطق هوای بسته را در ارتفاعات عموس می بینیم ^{میان} و در

نیم کره جنوبی نیز همین شرایط است منتها در آنجا چون نیروی انولین اجسام

را به سمت شرق منحرف می کند در سلول بین استوا و ۳۰° با عرض زمین

از جنوب شرقی به سمت شمال غرب در سلول بین ۳۰° تا ۶۰° با عرض استوا غرب

بسمت جنوب شرق است و در سلول قاعی باد از جنوب شرقی به سمت شمال غرب است

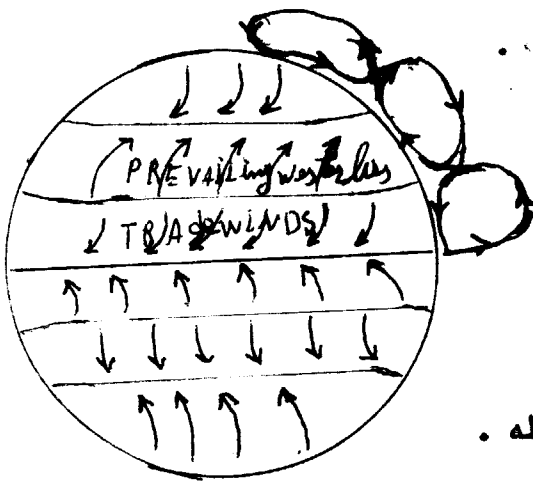
این مناطق در مقابل یکدیگر قرار داده شده است.

باد های راننده به مرکز عرض ۳۰° شمالی و جنوبی

بنا بر آن استوا جریا دارند باد های تجارتی

(Trade Winds) گیند این بادها

نسبتاً آرام دامن هستند و در ناحیه استوا بوسطه .



مناقصه آرام (Doldrum) از هم جدا می شوند البته غالباً چنین -

منطقه آرام وجود ندارد و در این صورت دوباره تبارش بوسیله ساحی گذران باد های قوی و متناوب و بارانهای شدید سیل آسا ایجاد میشود از هم جدا میگردد و منطقه باد های **گول** رتی شمالی و جنوبی و همچنین منطقه آرام (Daldrum) کاملاً نسبت به استوا تقسیم میشوند این موضوع در جدول زیر برای دو ماه مارچ و سپتامبر یعنی ماههای یکروز و شب اعتدال دارند در دو منطقه اقیانوس آرام نشان داده شده است .

مناطق		سپتامبر	
		اقیانوس کیپر	اقیانوس اقیانوس اقیانوس
شمالی ^{۳۰} - ^{۱۰}	شمالی ^{۳۵} - ^{۱۱}	شمالی ^{۲۵} - ^۵	شمالی ^{۲۶} - ^۳ باد تبارتی شمالی ^{شمالی}
شمالی ^{۱۰} - ^۷	شمالی ^{۱۱} - ^۳	شمالی ^۵ - ^۳	استوایی شمالی ^{شمالی} آرام (Daldrum)
جنوبی ^۲ - ^۰	جنوبی ^۲ - ^۰	جنوبی ^۲ - ^۰	جنوبی ^{جنوبی} آرام (Daldrum) جنوبی ^{جنوبی}

همانطور که جدول فوق نشان میدهد منطقه آرام (Daldrum) غالباً در شمال -

استوا است و با ^{جنوب} گرایش در عرض استوا گاهی تا داخل نیمکره شمالی تیر میزداید میکند .

تابحال اثر دینامیک یعنی گرایش فشار (نیروی وزشی) و نیروی کوریولیس را در

گردش عمومی جو مطالعه کردیم ولی نیروی سومی نیز در عمل وارد میشود آن عبارت است

نیروی اصطکاک است می دانیم که نیروی اصطکاک همیشه در خلاف جهت حرکت تاثیر میکند

ولی در مورد اصطکاک بین هوا و زمین نیروی اصطکاک متغایب با گراد یا آن کمیتری

بنام استرس (stress) است که استرس خود متناسبه تغییر را سرعت

باد با ارتفاع می باشد دوه به هوا با فاصله (dx) از یکدیگر و بطور میگیریم -

که در لایه پائین سرعت هوا U و در لایه بالا U + du باشد استرس متناسبه با

$\frac{du}{dx}$ است که چون این مقدار فقط تابع ρ می باشد آنرا به صورت مستقیم

جویش یعنی $\frac{\partial U}{\partial x}$ می نویسیم استرس ه چنین با کمیت دیگری (آنرا -

ضریب چسبناکی آردی (μ) متناسبه با ρ باشد بنابراین μ ^{نامند} ρ -

اصطکاک برای واحد حجم و در یک حجم محدودی از هوا در امتداد ρ محور را در یک

(مداد) برابر -
$$F_{in} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau}{\partial x}$$

است پس بیاندوه هوا مشعر کبابه نیروی فوق الذکر موازی است و مسیر حرکت آردی -

که در اثر نیروی گراد یا فشار باید امتداد نصف انهماری داشته باشد در آردی -

دو عامل دیگر از امتداد مذکور منحرف گشته مسیرهای مختلف ترقی فریب ρ حاصل

شوقی و جنوب فریب و امثال آنرا طی میکند .

انتقال انرژی بوسیله باد

چنانچه سرعت باد در یک امتدادی V باشد آن را به دو مولفه غربی شرقی U و

۱- استرس نیروی وارد بر یک سطح یعنی در حقیقت همان فشار می باشد ولی فرق

آن با فشار اینست که فشار نیروی عمود بر وارد بر سطح و استرس نیروی افقی وارد

بر سطح است .

جنوب شمالی V میتوان تجزیه کرد و مولفه U و V هر یک دارای مقادیر

متوسطی هستند که با \bar{U} و \bar{V} نمایش داده میشوند مقادیر \bar{U} و \bar{V}

عبارت از مجموع مقادیر U و V در یک ماه تقسیم بر تعداد آنها در همین مدت

است یعنی $\bar{U} = \frac{\sum U}{N}$ و $\bar{V} = \frac{\sum V}{N}$ است که N تعداد

زارهای U و V در یک ماه $\sum U$ و $\sum V$ مجموع هر یک از زوارشات U و V

بنابراین اگر مولفه شرقی شمالی با U و مولفه جنوبی شمالی با V یعنی

$$U \approx \bar{U} + U' \quad (1)$$

$$V \approx \bar{V} + V' \quad (2)$$

که مقادیر U' و V' انحراف از مقدار متوسط استند چنانچه طرفین رابطه را U' و V'

در هم ضرب کنیم داریم .

$$UV \approx \bar{U}\bar{V} + \bar{U}V' + \bar{U}'\bar{V} + U'V' \quad (3)$$

و فایده ما در مرتبه اول رابطه را با هم حساب میکنیم خواهیم داشت

$$\sum \frac{UV}{N} \approx \frac{\sum \bar{U}\bar{V}}{N} + \frac{\sum \bar{V}\sum U'}{N} + \frac{\sum \bar{U}\sum V'}{N} + \frac{\sum U'V'}{N} \quad (4)$$

ولی $\sum U'$ و $\sum V'$ هر یک به تنهایی صفر است بنابراین رابطه ۴ بصورت زیر نوشته میشود .

$$\overline{UV} \approx \bar{U}\bar{V} + \overline{U'V'} \quad (5)$$

بهمین سمت چپ رابطه ۵ مجموع انتقال انرژی به وسیله باد برای واحد توده را نشان میدهد

و جملها اول سه متر است مقدار متوسط انتقال انرژی بوسیله باد متوسط برای واحد جرم است و جمله آخری انتقال انرژی بوسیله افتشاشات کوچک یا گردباد های کوچک برای واحد توده خواهد بود .

رابطه مقدار انرژی منتقل شده بوسیله باد را در یک محل نشان میدهد که ممکن است مثبت یا منفی باشد اگر رابطه مثبت باشد یعنی انرژی بنقطه منسوب وارد شده و چنانچه منفی بود انرژی از نقطه منسوب منتقل گردیده است اگر ما انتگرال مقدار منسوب را برای مقدار بگیریم یعنی مجموع مقدار برهوق را روی یک دایره مداری محاسبه کنیم نتیجه صفر میشود و نشان میدهد که تغییرات انرژی در نقطه از زمین صفر است یعنی انرژی در نقطه مقدار ثابتی است .

حرکت افتشاششی —

(Turbulence)

حرکات نامنظم جو را حرکات افتشاششی یا توربولانس (Turbulence) گویند که در این صورت مسیر زره هوا یک خط مستقیم نبوده بلکه بصورت تقریباً مارپیچی و درهم است . حرکات افتشاششی معمولاً حرکات تشابهار هستند و در اثر اختلاف فشار شدید در نقطه بوجود می آیند در صورتیکه اثر اختلاف فشار در نقطه کم باشد جریان هوا بیست در نقطه منسوب منظم بوده و مسیر هر ذره خط مستقیم خواهد بود .