

۴۴۴ و اولاد

دانشگاه تهران

دانشکده علم

بایان نامه

برای دریافت درجه فوق لیسانس ریاضی (هواشناسی)

موضوع

نحوه انتقال انرژی از ترمز در راه روشن

براهنمائی :

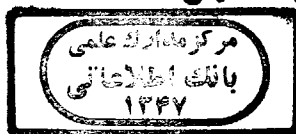
استاد ارجمند جناب آقای دکتر گوردن

مستشار سازمان ملل متحد

نگارش :

مصطفی - محبیبی

سال تحصیلی ۴۷ - ۱۳۴۸



فہرست مطالبہ

صفحہ	موضوع
۴	تاریخچہ
۱۲-۵	کلیات
۱۴-۱۲	تحقیقات
۲۱-۱۴	جداول
۴۰-۳۱	دیاگرامہا
-	منابع و مآخذ

تاریخچه

از آنجایی که مهم‌ترین عامل در زندگی بشر از ابتدای خلقت هواست باید انتظار داشت که علم هواشناسی خیلی زود تر از علوم دیگر مورد توجه و تعمق قرار گیرد. بنابراین از قدیم الایام عوامل و پدیده‌های جوی که هم موج برکت و هم باعث خرابی‌های می‌شد بشر را بخود مشغول داشته ولی در ابتدا با معتقدات مذهبی و بعضی خرافات آمیخته شده بود. زمانی هواشناسی از صحرای خرافات بصورت علم و فن درآمد که واسطه اندازه گیری عوامل جوی (فشار حرارت) اختراع شد. بنا بر این میتوان دودانشمند عالیقدر کالیله و گلیلی را که مخترعین ترمومتر و بارومتر هستند بنیان گذاران علم هواشناسی دانست. رفته رفته با پیشرفت علم فیزیک بسیاری از پدیده‌های جوی و تغییرات آنها بر یکدیگر روشن شد و پس از اختراع تلگراف در سال ۱۸۴۰ که منجر به اطلاعات جوی را برای امر هواشناسی امکان پذیر ساخت در سال ۱۸۸۵ اولین دفعه در فرانسه یک شبکه ارتباطات منظم بین یک مجموعه ایستگاههای هواشناسی زیر نظر لویی بوجود آمد و فاصله در انگلستان و هلند نیز این کار انجام گرفت و چند سال گذشت که در بسیاری از ممالک اروپائی مؤسسات رسمی هواشناسی دایر گردید. • روز بروز بر تعداد ایستگاهها در سراسر دنیا افزوده شد و دیگری نگذشت که معلوم شد که پدیده‌های جوی ریشه عمیق وسیعی در جو دارد که بدون اطلاع از اوضاع جوی نمیتوان بد و علم

هواشناسی بررسی نمود در سال ۱۹۲۰ دانشمند روسی مولتجانوف رادیو
 سوند را اختراع نمود که توسط يك پالن گاز هیدروژن بهضا فرستاده میشود
 سه المان (فشار، حرارت و رطوبت) را در طبقات مختلف جو اطلاع گیری
 نموده و توسط امواج رادیویی بهسیاه يك فرستنده كوچك مرتباً به زمین
 مخابره میکند و دستگاه گیرنده امواج رادیویی را در زمین ثبت مینماید
 انواعیهای نیز در فرانسه و ایتالیا و هلند ساختند که نوع رادیوسوندی
 که در ایران مورد استفاده قرار میگیرد رادیوسوند فنلاندی است .
 سال بسیار بر تعداد ایستگاههای جو بالا افزوده شد تا اخیراً " موشکها
 واقعات مصنوعی در تحقیقات جوی را مهیای میدهد گرفته و علم هواشناسی را
 بسیار جلو برده .
 بنابراین علم هواشناسی را میتوان يك علم بسیار جوان دانست که پیش از يك
 قرن و نیم از عصر آن نمی گذرد و بزرگترین امتیاز این علم جوانی بودن آن است
 و تنها عاقلی است که حدود مرزی نمیشناسد واد پالن بدون کوچکترین اعتناسی
 به مقررات کشورهای تشکیل دهنده کره خاکی اراده خود را به بشر تحمیل کرده و
 يك نوع فعالیت و همکاری های بین المللی را بوجود آورده و همین علت سازمان

ملل متحد تشکلات بین‌المللی مخصوص این کار را ایجاد نمودند که عبارت

است از سازمان هواشناسی جهانی • W.M.O

هواشناسی در ایران

در سال ۱۳۰۸ اولین ایستگاه هواشناسی در مدرسه عالی فلاح تبریز تأسیس شد و از سال ۱۳۲۰ به بعد وزارت کشاورزی و جنگ مستقل آبیاری تعدادی ایستگاههای هواشناسی و باران سنجی برای امر کشاورزی دائر نمودند در سال ۱۳۳۱ سازمان هواشناسی کشور زیر نظر سازمان برنامه تشکیل شد که در سال ۱۳۴۴ تبدیل به (اداره کل هواشناسی) و ایستگاه هواشناسی وزارت راه گردید •

اداره هواشناسی که در حدود ۸۴ ایستگاه باران سنجی و کلیتولوی از ایستگاه مستقل آبیاری وزارت کشاورزی و جنگ گرفت اکنون مجهز به ۷ ایستگاه رادار و رادار پیوسته که در ۲۴ ساعت دو مرتبه عوامل طوفانی فوقانی جوی را اندازه گیری و مرکز پیش بینی مطبوعه می نماید • و چهار ایستگاه سینوپتیک است (ایستگاههایی که هر سه ساعت یک مرتبه گزارشات جوی و بار بارطوح زمین اندازه گیری میکند یا بی سیم به تهران مخابره می نماید •) و پیش از ششصد و پنجاه ...

ایستگاه باران سنجی می باشد ضمناً دستگاههای S.S.B در ایستگاههای شمالی دائر شده و در نظر است که این امر برای تمام ایستگاهها انجام گردد تا هر چه زودتر گزارشات جوی به مرکز برسد •

کلیات

کره زمین با گرمای فوق العاده استوا و سرمای بد قطبین (که نتیجتاً
طرز خاص تابش آفتاب در اثر تعادل محور زمین نسبت به سطح مدار آن میباشد)
مظهر يك اختلاف درجه حرارت در تمام وجه اختلاف فشار و ایجاد پادهای -
دامنه دار منظم (جنرال سیرکولیشن) میباشد که این پادها پخش کننده و
تعديل دهنده حرارت های روی زمین هستند لکن روشن پادها نبود زندگي
در قسمت اعظم زمین و شاید تمام آن غیر ممکن میشد .

گشتاور جنبشی عامل نگهداری سبزه گرد در موسن چور

با توجه به جهلان پادهای مدالی در سطح کره زمین ملاحظه میگردد که
کمربند پادهای غربی ایجاد يك گشتاور اصطکاکی بطرف مشرق و همچنین کمربند
پادهای شرقی باعث ایجاد يك گشتاور اصطکاکی بطرف مغرب در امتداد محور -
گردش زمین میگردد که در يك زمان طولانی مقدار این گشتاور نسبت به (استرس)
باد مداری باید صفر باشد و علت تاثیر شتاب زاویه ای قطبی روی کره زمین
این موضوع برای يك پهنود کوتاه مدت نیز صادق است
همانطور که اوسفر باعث ایجاد يك گشتاور اصطکاکی روی زمین میگردد طبق

قانون سوم نیوتن زمین نیز ایجاد یک گشتاور اصطکاکی بر روی اتمسفر مینماید .
 که مساوی و در خلاف جهت گشتاور ایست که اتمسفر روی زمین ایجاد کرده
 بنابراین در اتمسفر استوائی جاییکه پادهای شرقی وجود دارند ~~پادهای گشتاور~~ -
 بطرف مشرق ایجاد میشود و در این ناحیه از زمین یک گشتاور جنبشی بوجود میآید
 و همچنین برای کمربند پادهای شرقی در قطب نیز زمین گشتاور جنبشی ایجاد
 میشود ولی مقدار گشتاور جنبشی ای وارده بواسطه کوچکی شعاع مداری ناچیز
 است اما بمرکز کمربند پادهای غربی دائما * بزمین گشتاور جنبشی میدهند
 زیرا تمام کمربندهای مداری در یک ^{پادهای} پهنه طولانی باقی میمانند .

افزایش گشتاور جنبشی اتمسفر قطب و استوا باید به کمربندهای غربی منتقل شوند
 که این گشتاور جنبشی نیز بنوع خود باید بسطح زمین که در طول سال در اثر
 اصطکاک ~~بناگاه~~ ^{ناحیه} جنبشی گشتاور اتمسفر داده است منتقل شود ، نکته قابل
 توجه و تاکید آنستکه گشتاور جنبشی در انتقال ، نخستین نکتهدارنده گردش -
 عمومی جو است و از اینجاست اثر مهم مرتب به بسط و توسعه سیرکولاسیون نتیجه
 میشود هرگاه گشتاور جنبشی متعلق برای بلگرم از هوا در ~~مناطق~~ ^{مناطق} جغرافیائی ~~مناطق~~ ^{مناطق} ϕ

به M نمایش داده شود ، M از فرمول زیر بدست میآید .

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

که u سرعت نسبی در امتداد مدار و α شعاع کوه زمین است در سمت راست رابطه (۱) جمله‌ای که شامل Ω است کشتار Ω' و جمله دیگر را کشتار نسبی نامند بر حسب اینکه جهت چرخش نسبی شرقی یا غربی باشد کشتار نسبت مثبت یا منفی است.

برای دقت عمل بیشتر در قسمت‌های بالاتر استراتوسفر (کنک) به جای a در رابطه (۱) $\alpha + \zeta$ باید قرار داد بر طبق قانون دوم نیوتون کشتار جنبشی مطلق M در حقل محور زمین فقط در نتیجه نیروهای فشار و اصطکاک تغییر میکند

برای هر گرم هوا چند بهای حرارت به ترتیب عبارتند از: $\zeta \left(\frac{\partial P}{\partial x} \right) - \alpha$ و $F_x \zeta$

که ζ شعاع دایره مدار جغرافیائی و برابر است با $\rho \cos \varphi$ و از اینرو معادلات حرکت مطلق در جهت مدار به شکل زیر نوشته میشود

$$\frac{dM}{dt} = \left(-\alpha \frac{\partial P}{\partial x} + F_x \right) \zeta \quad (2)$$

و اگر طرفین رابطه (۲) را در ρ ضرب کنیم رابطه زیر نتیجه میشود *

$$\rho \frac{dM}{dt} = \left(-\frac{\partial P}{\partial x} + \rho F_x \right) \zeta \quad (3)$$

که $\rho \frac{dM}{dt}$ را میتوان به تریق زیر حساب کرد *

$$\rho \frac{dM}{dt} = \frac{\partial(\rho M)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho M \mathbf{v}) - M \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \rho \mathbf{v} \right) \quad (4)$$

از ترکیب معادلات (۲) و (۴) را با استفاده از رابطه

$$\frac{\partial(\rho M)}{\partial t}$$

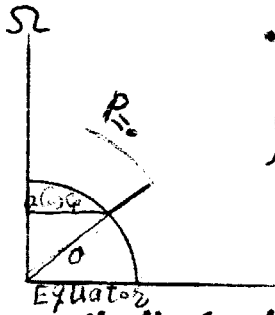
بوسیله بدست میآوریم.

$$\frac{\partial(\rho M)}{\partial t} = -\nabla \cdot \rho M \mathbf{v} - \frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial x} + \rho \frac{F}{x} \quad (5)$$

حاصل ضرب ρM نمایش دهنده گشتاور جنبشی در واحد حجم

بوده و جملات سمت راست رابطه (۵) از دیاد گشتاور را در واحد حجم

بدست میدهد اگر از رابطه (۵) بر انتظام حجم V در عرض جغرافیایی



ϕ بطرف قطب مطابق شکل انتگرال بگیریم خواهیم داشت.

$$\int \frac{\partial(\rho M)}{\partial t} dV = - \int \nabla \rho M \mathbf{v} dV - \int \frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial x} dV + \int \rho \frac{F}{x} dV \quad (6)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int \rho M \delta \sigma = M_b + P + F \quad (7)$$

در رابطه (۷) M_b کنورژانس انتقال گشتاور جنبشی است که با استفاده

از تئوری استکس میتوان به انتگرال سطح زمین

$$M_b = \int \rho M \mathbf{v}_n \delta \sigma$$

تبدیل کرد در این انتگرال \mathbf{v}_n مولفه سرعت در جهت سطح متوسط

است هر چند برای حجم نشان داده شده در شکل در سطوح فوقانی چون $\beta = 0$

و در سطوح پایینی (سطح زمین) به علت اینکه \mathbf{v}_n صفر فرض شده چنان

حذف میشود.

پس برای کلاهک قطبی β جزء سطح در دیوار عرض جغرافیایی

و \mathbf{v}_n مولفه نصف النهاری سرعت V است بنابراین M_b گشتاور جنبشی

نصف النهاری انتقال بطرف ϕ نامیده میشود و در انتگرال رابطه (۷) قسمت دوم

سمت راست که با P نمایش داده شده میتوان بصورت زیر نوشت:

$$P = - \iiint \left(\frac{\partial p}{\partial x} \right) \delta x \delta y \delta z \quad (8)$$

که در این رابطه $\delta x, \delta y, \delta z$ به ترتیب فلا سطحی جزئی فورور -

امتداد زاویه عرض جغرافیایی و نصف النهاری و عمودی هستند هرگاه Z و y را ثابت نگه داشته و انتگرال را نسبت به x حول دایره عرض جغرافیایی

$$P = \iint \Delta P \delta y \delta z \quad (9)$$

انجام دهیم خواهیم داشت

که در این رابطه ΔP اختلاف فشار در شرف و ضرب کوه واقع در کمرند عرض -

جغرافیایی است و δ شعاع دایره عرض جغرافیایی میباشد هرگاه فشار

در روی دایره عرض جغرافیایی ثابت باشد P صفر خواهد شد اما فشار

افقی در امتداد دامنه کوههای واقع در کمرند عرض جغرافیایی متغیر نبوده

و کششاری به آن صفر میدهد و از اینجا نتیجه میشود که P گشتاور فشار میباشد.

$$\frac{d\bar{u}}{dt} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x} + f\bar{v} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial T_{zx}}{\partial z}$$

مؤلفه x نیروی استاکاک در معادلات

$$\frac{d\bar{v}}{dt} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial y} - f\bar{u} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial T_{zy}}{\partial z} \quad (10)$$

بصورت $F_x = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau}{\partial z}$ نمایش داده میشود که در آن τ فشار

افقی ادی (eddy stress) است بنابراین با تبدیل جمله سوم طرف راست رابطه

(6) به انتگرال سطح خواهیم داشت

$$F = \int T_x \delta x \delta y \quad (11)$$

که T_2 عبارتست از حاصل ضرب گشتاور در نیروی اصطکاکی که از کشیده شدن لایه زیرین جو بر یکسانی متر مربع زمین حاصل میشود از آنجائیکه T_2 در جهت مخالف مؤلفه مدار T_1 سطح زمین میباشد گشتاور اصطکاک (F) در کمربند شرقی مثبت و در کمربند غربی منفی است به علاوه دو دانشمند هواشناسی، Widgey & White به تجربه دریافتند که در کمربندهای قطب جغرافیائی که گشتاور فشار قابل ملاحظه است این گشتاور سعی دارد علامت خود را حفظ کند و ضمناً از نظر مقدار مساوی با گشتاور اصطکاکی همان مدار است. بدین خلاصه مجموع تغییرات گشتاور جنبشی در کلاسیک قطبی در اثر عوامل زیر است.

- ۱- انتقال نصف‌النهاری درون دیوار عرض جغرافیائی (M)
 - ۲- گشتاور که در اثر اختلاف فشار در دامنه کوهستانها ایجاد میشود P
 - ۳- گشتاور که در اثر اصطکاک بین زمین و اتمسفر در درون نوزاد ایجاد میشود F
- از ترکیب گشتاور فشار و گشتاور اصطکاک در یادهای غربی که بوسیله زمین ایجاد میشود مانعی مانند یک پله در مقابل گشتاور جنبشی ایجاد میشود لذا تعادل فقط میتواند در مورد انتقال متوسط بطرف قطب را $M > 0$ داخل دیوار عرضی جغرافیائی برقرار گردد. راه مناسبتری برای تشریح M میتوان انتخاب کرد بطریق زیر است.

هرگاه V مؤلفه سرعت بطرف قطب باشد مجموع انتقال گشتاور جنبشی

بطرف قطب در عرض جغرافیایی φ از رابطه زیر بدست می آید •

$$M_b = \int_{z_0}^{2\pi\infty} \int_{\lambda} p M V (\alpha \cos \varphi \delta \lambda) \delta z = \alpha^2 \cos^2 \varphi \int_{\lambda} \int_{z_0}^{2\pi\infty} (u + \Omega z \alpha \cos \varphi) p v \delta \lambda \delta z \quad (12)$$

که $\delta \lambda$ و δz به ترتیب افزایش زاویه طول جغرافیایی و ارتفاع می باشد بر این رابطه

رابطه (۱۲) را برای آنالیز فشارهای ثابت بدست آوریم مقدار $p \delta z$ را -

از فرمول $\delta P = -\rho g \delta z$ بدست آورده و در فرمول قرار می دهیم و از آنجا

فرمول فوق بر حسب متوسط جغرافیایی بدست می آید •

$$M_b = \frac{2\pi \alpha^2 \cos^2 \varphi}{g} \int_0^P (\overline{u'v'} + \Omega \bar{v} \alpha \cos \varphi) \delta P \quad (13)$$

و بدین داریم (۱۴)

$$\overline{u \cdot v} = (\bar{u} + u')(\bar{v} + v') = \bar{u}\bar{v} + \overline{u'v'}$$

که \bar{u}' و \bar{v}' مؤلفه های متوسط انحرافات سرعت باد از مؤلفه های متوسط باد

برای عرض جغرافیایی و ارتفاع مورد نظر طولی صفاست

از ترکیب روابط (۱۱) و (۱۲) رابطه زیر نتیجه می شود •

$$M_b = \frac{2\pi \alpha^2 \cos^2 \varphi}{g} \int_0^P (\Omega \bar{v} \alpha \cos \varphi + \overline{u'v'} + \bar{u}\bar{v}) \delta P \quad (15)$$

که در این رابطه $\Omega \bar{v} \alpha \cos \varphi$ عبارتست از انتقال $\bar{u}\bar{v}$ و $\bar{u}\bar{v}$ مربوط به انتقال

$\overline{u'v'}$ مربوط به جریان eddy می باشد و δP شبیه فشار افقی می باشد در

شوری می باشد و برای هر دایره عرض جغرافیایی $\bar{v} = 0$ صفاست هرگاه

بین \bar{u} و \bar{v} بی همبستگی آماری برقرار باشد هرگاه $\bar{v} = 0$

باشد جلات انتقال $\int \rho \vec{v} dV$ در تمام ارتفاعات سردایره عرض جغرافیائی

صفر میباشد زیرا اگر $\bar{v} \neq 0$ باشد پس اسیر کولامین توسط نصف النهاری

در هر دایره عرض جغرافیائی بوجود میآید و در چنین حالتی $\int \bar{v} dP = 0$

است زیرا توزیع نوده هوا در یک پهنود طولی از زمان ثابت مینماند و در یک چنین

ضربودی جبهه انتقال $\int \rho \vec{v} dV$ انحراف گشتاور جنبشی را برای هر ستون -

عودی نمیتواند تغییر دهد طی چنانکه یک انتقال نصف النهاری را در یک

لابد ایجاد کند بشریکه این انتقال در اثر وجود سطوح عودی کاملاً "جیران شود"

از طرف دیگر $\int \bar{v} \bar{u} dP$ منبسط بشرطیکه \bar{u} و \bar{v} با ارتفاع همبستگی

مثبت داشته باشند یعنی افزایش در \bar{u} همراه با افزایش \bar{v} باشد.

تعلیق و تفسیر

پرسی درباره کشتار جنبشی در تهران

طبق رابطه ۱۰ کشتار جنبشی در یک مدار فرضی برای است با

$$M = \frac{2\pi a^2 \omega^2 \epsilon}{g} \int_0^P (\omega \bar{v} a \cos \epsilon + \bar{u} \bar{v} + \bar{u}' \bar{v}') \sigma P \quad (15)$$

که برای محاسبه کشتار جنبشی یک نقطه فرضی مدار فرضی فوق بصورت

$$M = \frac{1}{g} \int_0^P (\bar{u} \bar{v} + \bar{u}' \bar{v}') \sigma P \quad \text{نیز در می آید}$$

برای محاسبه این انتگرال ابتدا \bar{u} و \bar{v} را حساب نموده انتگرال را بصورت

حاصل جمع نوشته و از آنجا مقدار M را بدست می آوریم

این بررسی برای ماه ژوئن سال ۱۹۶۴ انجام شده و برای محاسبه \bar{u} و \bar{v} متوسط

مؤلفه های مداری و عمودالنهاری سرعت باد از گزارشات جوی اداره جسو

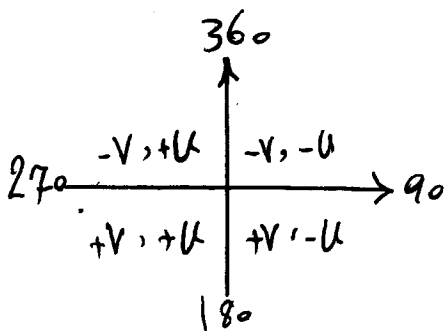
پالا استفاده شده. بدین طریق که جهت و سرعت باد در سطوح مختلف استاندارد

شماره از دفتر گزارشات روزانه برای مدت یکماه استخراج و مقدار جوی و سلامت

مؤلفه های باد (u و v) بر طبق فرمول (۱۷) و با گرام زیر محاسبه و در جدول

(۱-۱۶) تنظیم و میانگین آن ها (\bar{u} و \bar{v}) و همچنین لحمل ضرب $\bar{u} \cdot \bar{v}$

محاسبه و در جدول شماره (۱۷) مرتب گردیده.



$$\begin{cases} u = \bar{v} \cos \alpha \\ v = \bar{v} \sin \alpha \end{cases} \quad (17)$$

در فرمول ۱۷ زاویه انحراف جهت باد از شمال جغرافیایی است.
 مقدار انحراف (۱۶) از سطح ۸۵۰ میلی باری تا سطح ۲۰۰ میلی باری
 برای مساحت ۰۰۰ و ۱۲۰۰ پوند گریجوی جداگانه حساب شده.

چون u و v بر حسب نای (مایل در ساعت) و هر مایل 0.1515 متر بر ثانیه
 و ∂P فشار بر حسب میلیبار است برانند پس انحراف به دستگاه MKS

پس انحراف را در $\frac{0.1515 \times 10^2}{2.71}$ بنا بر این

$$M = 2.71 \left[\int_{200}^{850} \bar{u}\bar{v}\partial P + \int_{200}^{860} \bar{u}'\bar{v}'\partial P \right] \quad (118)$$

حسابه M برای مساحت گریجوی

$$2.71 \int_{200}^{850} \bar{u}\bar{v}\partial P = \sum_{200}^{850} \bar{u}\bar{v}\partial P = 2.71 \left[\left(\frac{\bar{u}\bar{v}_{850} + \bar{u}\bar{v}_{200}}{2} \right) 150 + \left(\frac{\bar{u}\bar{v}_{200} + \bar{u}\bar{v}_{300} + \bar{u}\bar{v}_{400} + \bar{u}\bar{v}_{500} + \bar{u}\bar{v}_{600} + \bar{u}\bar{v}_{700} + \bar{u}\bar{v}_{800}}{2} \right) 100 \right] =$$

$$2.71 \left(\frac{-370 + 1/11}{2} \right) 150 + \left(\frac{1/11}{2} + 127/18 + 187/18 \right)$$

$$+ 209/18 + 102/18 + \left(\frac{10/11}{2} \right) 100 = 182226/180$$

$$2.71 \int_{200}^{860} \bar{u}'\bar{v}'\partial P = 2.71 \left(\frac{2/58 - 21/22}{2} \right) 150$$

$$+ \left(\frac{19/22}{2} - 2/11 + 20/18 + 22/18 \right)$$

$$- 39/18 + \left(\frac{27/18}{2} \right) 100 = -1817/22$$

$$M = 182226/180 - 1817/22 = 1819.9/100 \quad \text{پوند}$$