

بحثی در جزر و مد

از: محسن الیاسی

در کتاب زمین‌شناسی سال چهارم علوم تجربی (بخش زمین در فضا) بحثی تحت عنوان جزر و مد آمده که قابل تفحص بیشتر و حتی انتقاد است. در کتاب مزبور با صراحت تمام علل پیدایش جزر و مد را تأثیر نیروی جاذبه ماه در درجه اول و نیروی گریز از مرکز زمین عنوان نموده است. برای نقد و بررسی پدیده جزر و مد ابتدا در قسمت الف ثابت میکنیم اگر نیروی جاذبه مسؤوول جزر و مد باشد، خورشید عامل این پدیده خواهد بود و نه کره ماه. در ادامه بحث در قسمت ب با ارائه دلیل اثبات خواهیم کرد که کره ماه عامل مؤثر در ایجاد جزر و مد است و نه خورشید. در خاتمه، تناقض مزبور را با استدلال مورد رسیدگی قرارداد و جواب مقبولی ارائه خواهیم کرد.

الف - اگر نیروی جاذبه را مستقیماً عامل بوجود آوردن جزر و مد بدانیم، با محاسبات زیر اثبات میکنیم که نیروی جاذبه خورشید بایستی باشد که موجب جزر و مد میشود و نه نیروی جاذبه ماه:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \quad \text{طبق فرمول جاذبه جهانی نیوتن}$$

رابطه مزبور را یکبار برای خورشید و زمین و بار دیگر برای زمین و ماه بکار میبریم:

در رابطه روبرو: F_s نیروی جاذبه‌ای است که خورشید به زمین وارد میکند.

$$I) F_s = G \frac{m_s \cdot m_e}{d_s^2}$$

m_e و m_s بترتیب جرم خورشید و زمین

$$II) F_m = G \frac{m_e \cdot m_m}{d_m^2}$$

d_s : فاصله زمین از خورشید.

F_m : نیروی جاذبه‌ای است که ماه روی زمین اعمال میکند.

m_m : جرم ماه - d_m فاصله ماه تا زمین G ثابت جاذبه جهانی

رابطه I را به رابطه II تقسیم میکنیم:

$$\frac{F_s}{F_m} = \frac{G \cdot m_s \cdot m_e}{d_s^2} \times \frac{d_m^2}{G \cdot m_e \cdot m_m}$$

$$\Rightarrow \frac{F_s}{F_m} = \frac{m_s \cdot d_m^2}{m_m \cdot d_s^2}$$

با توجه باینکه:

$$m_m = 7/35 \times 10^{22} \text{ ton}$$

$$m_s = 2 \times 10^{27} \text{ ton}$$

$$d_s = 149/5 \times 10^6 \text{ km}$$

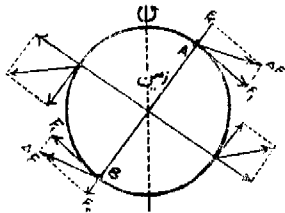
$$d_m = 3844/4 \text{ km}$$

$$\frac{F_s}{F_m} = \frac{2 \times 10^{27} (3844/4)^2}{7/35 \times 10^{22} (149/5 \times 10^6)^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{F_s \ 179 F_m}$$

محاسبات فوق ثابت میکنند که اگر نیروی جاذبه صرفاً در ایجاد جزر و مد دخالت داشته باشد، با توجه باینکه نیروی جاذبه خورشید ۱۷۹ برابر نیروی جاذبه ماه است پس، نیروی جاذبه خورشید بایستی مسؤوول اصلی جزر و مد باشد نه جاذبه کره ماه

در دو نقطه متقابل در روی زمین تحت تأثیر اختلاف نیروی جاذبه‌ای ماه و خورشید قرار میگیرند، ولی از آنجا که فاصله خورشید از زمین بسیار زیاد است قطر زمین نسبت به این فاصله ناچیز خواهد بود، بطوریکه اختلاف نیروی جاذبه کمی حاصل میشود و حال آنکه قطر زمین نسبت به فاصله کم کره ماه تا زمین بسیار محسوس بوده و طبیعتاً اختلاف نیروی جاذبه ماه روی زمین زیاده از اختلاف نیروی جاذبه خورشید روی زمین خواهد بود. حال بینیم این اختلاف نیروی جاذبه چگونه باعث جزر و مد میشود:



با توجه به شکل، اختلاف نیروی جاذبه ماه را برای نقطه A قرینه آن یعنی نقطه B رسم کرده ایم. نیروی مزبور را بدو نیرو تجزیه میکنیم: F_1 مماس بر زمین و F_2 عمود بر زمین، یعنی در امتداد شعاع زمین. نیروی F_1 نقطه A را بطور مماسی بطرف کره ماه می راند، در حالیکه نیروی F_2 چون درست در خلاف جهت جاذبه زمین است وزن نقطه A را کم میکند. حال اگر در نقطه A یک قطره آب در نظر بگیریم قطره آب در حالی که کمی از وزنش کاسته شده بطرف جلو پیش خواهد رفت. طبیعتاً برای نقطه B وضع از نظر کمی دقیقاً بهمان صورت ولی رو به سمت خارج خواهد بود.

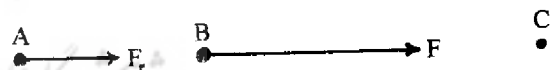
کره زمین را میتوان مجموعه‌ای از بینهایت نقطه در نظر گرفت که همگی تحت تأثیر اختلاف نیروی جاذبه واقع میشوند. نتیجه آن میشود که آبهایی که در امتداد کره ماه و مرکز زمین قرار دارند بطرف خارج رفته، مد بوقوع می‌پیوندد و با زاویه ۹۰ درجه نسبت به آن، ضرورتاً جزر اتفاق خواهد افتاد. باید توجه داشت که گرچه نیروی جاذبه خورشید روی زمین کمتر از جاذبه ماه به زمین است، زمانیکه ماه و خورشید در یکطرف زمین (اول ماه) و یا ماه در یکطرف و خورشید در طرف دیگر زمین باشد (وسط ماه) اختلاف نیروی جاذبه ماه و خورشید همراستا شده، در نتیجه شدت جزر و مد حداکثر میشود و حال آنکه در تربیع اول و ثانی که اختلاف نیروی جاذبه خورشید و ماه با هم زاویه قائمه میسازند شدت جزر و مد به حداقل مقدار میرسد.

ب - در این قسمت درست به خلاف نتیجه‌ای که در قسمت قبل بدست آمد به دو دلیل می‌گوییم که این کره ماه است که در جزر و مد دخالت مستقیم دارد و نه خورشید.

۱ - جزر و مد همیشه در اول و وسط ماه شدیدترین حالت و در تربیع اول و ثانی ضعیفترین حالت را نشان میدهد.
۲ - جزر و مد هر روز ۵۰ دقیقه نسبت به روز قبل تأخیر فاز زمانی دارد. این تأخیر فاز دقیقاً در قرار گرفتن کره ماه در موضع روز قبل خود نیز همواره و همیشه مشاهده میشود.
از دلایل فوق نتیجه میگیریم که:

بین جزر و مد و کره ماه ارتباط مستقیمی وجود دارد از نتایج بدست آمده در بحث قسمت الف و ب تناقض آشکاری به چشم می‌خورد. اگر نیروی جاذبه خورشید مسئول اصلی جزر و مد باشد، چگونه کره ماه میتواند با جزر و مد ارتباط مستقیم و اساسی داشته باشد.

برای ارائه راه مناسب اصطلاح جدیدی را تحت عنوان اختلاف نیروی جاذبه (differential gravitational force) تعریف می‌کنیم و آن تفاوت دو نیروی جاذبه بر دو نقطه است که در فاصله معینی از یکدیگر قرار داشته و توسط جسمی معین که بر آن دو نقطه اعمال میشود، جذب میشوند مانند، شکل زیر:



طبق قانون جاذبه جهانی نیوتن چون فاصله BC کمتر از فاصله AC است، نیروی جاذبه‌ای که C روی B اعمال می‌کند بیشتر از نیروی جاذبه‌ای خواهد بود که C روی A اعمال می‌کند. $F_1 > F$ ، و اختلاف نیروی جاذبه‌ای C

$\Delta F = F_1 - F$ بطرف C خواهد بود. نکته بسیار جالب این است که اگر نقطه دیگری مشابه A و B درست در وسط A و B طوری قرار داشته باشد که وجود C را مشاهده نکند، متوجه میشود که A و B در دو سوی مخالف بتدریج از آن دور میشوند.

در واقع همین اختلاف نیروی جاذبه مسئول جزر و مد است و میتواند تناقض قبلی را توضیح دهد بدون آنکه به صحت هر یک خدشه‌ای وارد کند.