

# تغییر طول سال شمسی و عوامل موثر بر آن

مصطفی حسن پناه<sup>۱</sup>، امیر حسن زاده<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف

<sup>۲</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد نجوم و اخترفیزیک

<sup>۳</sup> انجمن علمی پژوهشی نجم شمال

## مقدمه

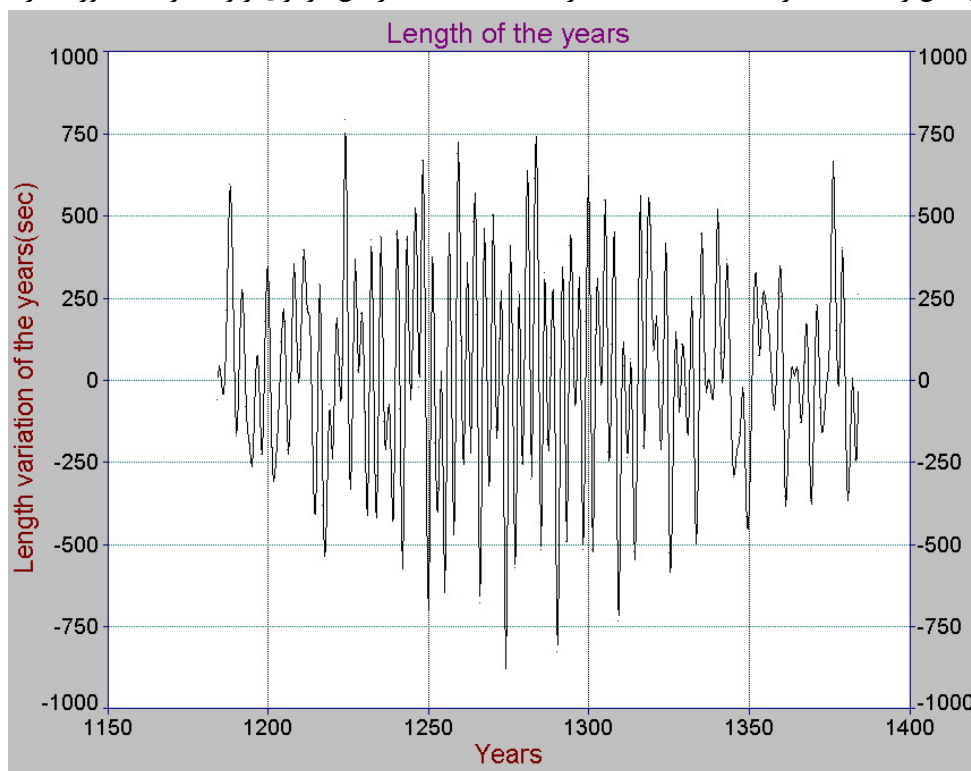
لحظه ای که مرکز قرص خورشید به نقطه ی اعتدال بهاری برسد لحظه ی تحویل سال نامیده می شود. در این هنگام طول دایره البروجی خورشید صفر می شود. مدت زمان بین دو لحظه ی تحویل سال متوالی یک سال خورشیدی یا شمسی نامیده می شود.

طول سال شمسی به طور واضحی ثابت نیست و میانگین آن در حال حاضر ۳۶۵ روز و ۵ ساعت و ۴۸ دقیقه و ۴۵/۲ ثانیه است. در نجوم یونان و دوره ی اسلامی اشخاصی مقدار طول سال را اندازه گیری کرده اند که از آن جمله می توان به بطلمیوس، ابرخس و خیام اشاره کرد. منجمان دوره های پیشین که طول سال را ثابت می دانسته اند همواره می کوشیدند مقدار دقیق تری را برای آن به دست آورند که خطاهای موجود در رصد ها و محاسبات آن ها همواره آن ها را این حقیقت که طول سال متغیر است دور می داشته است.

اما در دوره های اخیر منجمان به تغییرات طول سال پی بردند و تلاش کردند تا آن را مورد بررسی قرار دهند (صیاد ۱۳۷۳ و حیدری ملایری ۲۰۰۴ م.) حتی میانگین طول سال شمسی نیز به صورت جزئی در حال تغییر است. مطالعات نشان می دهد که میانگین طول سال در حال کاهش است. لویه<sup>۱</sup> نرخ این تغییرات را ۰/۰۰۰۰۰۶۲۴ شبانه روز در سال به دست آورده است. (میوس، ساوا ۱۹۹۲ م.)

## بررسی تغییر طول سال

نگارندگان با استفاده از نرم افزار MICA 2 (مرجع ۵) لحظات تحویل سال را طی دو قرن گذشته به دست آورده اند و به کمک آنها طول سال را محاسبه کرده اند. محاسبات ما در دستگاه مختصات زمین مرکزی (ژئو سنتریک) صورت گرفته است.



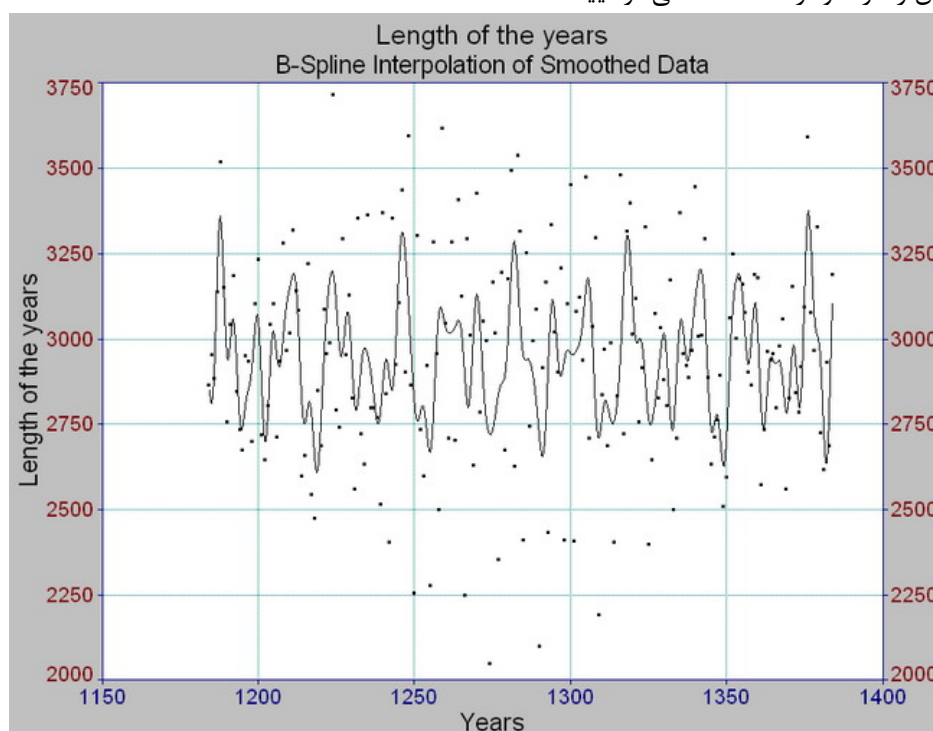
شکل ۱. طول سال شمسی بر حسب زمان

در نمودار ۱ محور افقی نمایانگر سال های شمسی و محور عمودی نمایانگر طول این سالها بر حسب ثانیه منهای مقدار میانگین سال شمسی (۳۶۵ روز و ۵ ساعت و ۴۸ دقیقه و ۴۵/۲ ثانیه) است. نکته ی بارزی که به چشم می خورد و با نگاه کلی مشهود است تغییرات شدید طول سال است؛ برای مثال طول سال ۱۲۲۴ هجری شمسی ۳۶۵ روز و ۶ ساعت و ۲ دقیقه است در حالیکه طول سال ۱۲۷۴ هجری شمسی ۳۶۵ روز و ۵ ساعت و ۳۴ دقیقه است. مشخص است که دامنه ی تغییرات طول سال در بازه ی مورد بررسی حدود ۲۸ دقیقه است. ضمناً میانگین طول سال در صد سال اول و دوم بررسی شد که مقادیر آن در جدول ۱ مرتب شده است. مشاهده می شود که میانگین طول سال در سده ی دوم کاهش یافته است.

جدول ۱. اختلاف طول سال از مقدار میانگین بر حسب ثانیه

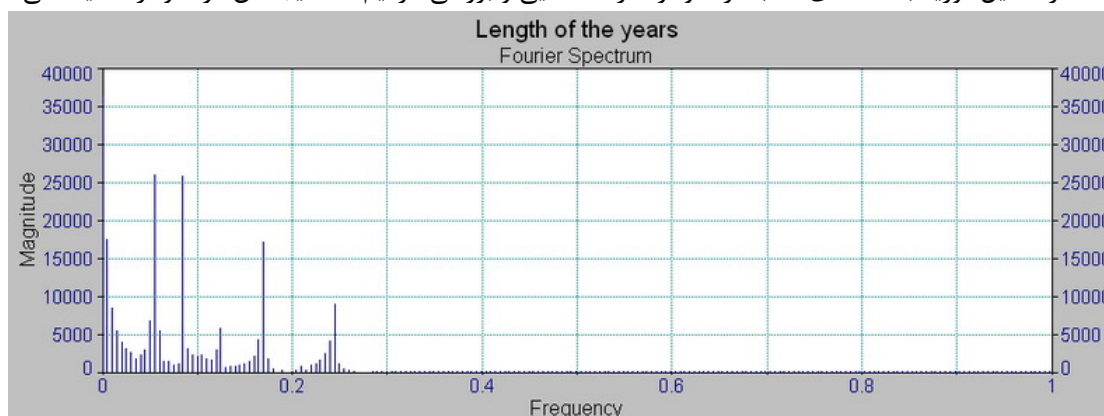
صد سال اول (۱۱۸۴ تا ۱۲۸۴)	صد سال دوم (۱۲۸۵ تا ۱۳۸۴)
۲۶/۲۷	۱۱/۵۶

از آنجا که تغییرات طول سال بسیار شدید و پردازش اطلاعات خام بسیار مشکل است نمودار تغییرات طول سال را تا حدودی نرم کرده ایم که آن را در نمودار ۲ ملاحظه می فرمایید.



شکل ۲. نمودار نرم شده ی تغییر طول سال بر حسب زمان

با استفاده از تحلیل فوریه بسامد های غالب در نمودار ۲ را شناسایی و بررسی کردیم که نتیجه آن در نمودار ۳ دیده می شود.



شکل ۳. نتیجه ی تحلیل فوریه ی تغییرات طول سال

در نمودار ۳ چهار بسامد غالب ظاهر شدند که مقادیر آنها در جدول ۲ فهرست شده است.

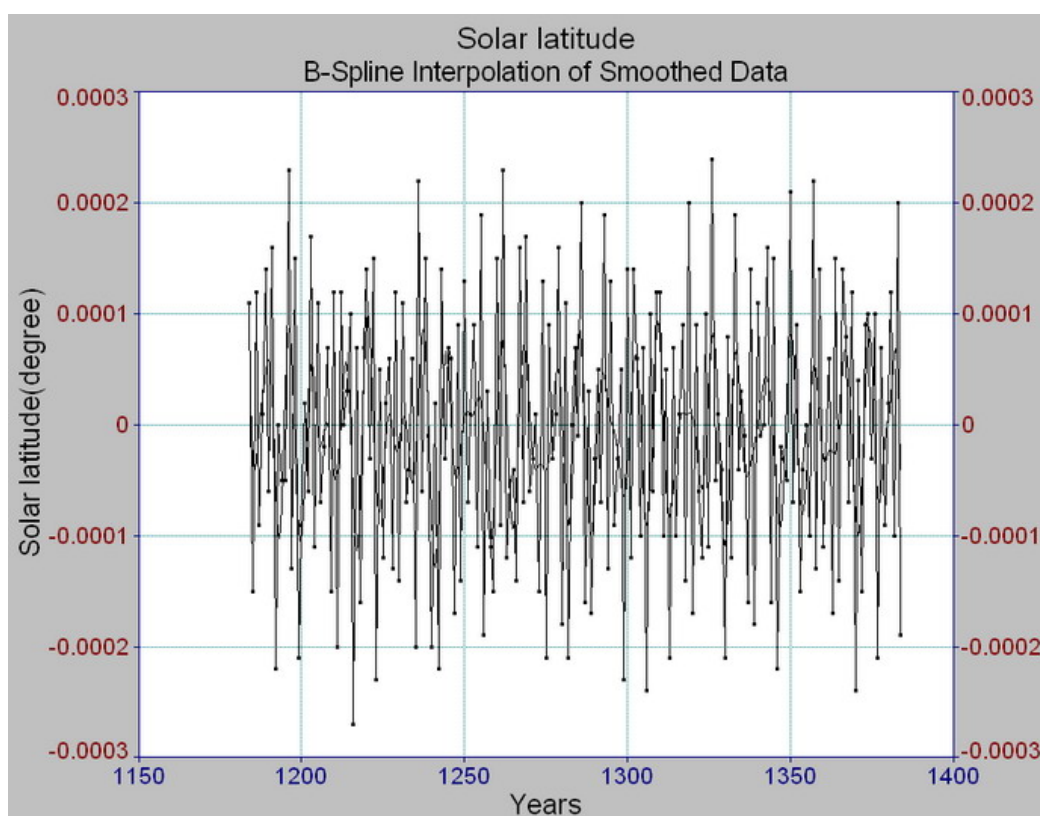
جدول ۲. بسامد های غالب در تحلیل فوریه

اهمیت	۱	۲	۳	۴
بسامد	0.055	0.085	0.005	0.170
دوره ی تناوب(سال)	18.18	11.8	200	5.88

از جدول ۲ دریافته می شود که بسامد اصلی در تغییرات طول سال ناشی از دوره ی ساروس (18.03 سال) است که نشانی از تاثیر ماه بر حرکت مداری زمین می باشد. بسامد دوم یعنی ۱۱/۸ سال به مقدار دوره ی تناوب گردش مشتری به دور خورشید اشاره دارد.

### بررسی عرض دایره البروجی خورشید

به دلیل اثرات گرانشی سیارات، عرض دایره البروجی خورشید لزوماً در لحظه ی تحویل سال صفر نمی شود. ممکن است خورشید به مقدار ناچیزی بالا یا پایین دایره البروج قرار بگیرد. برای بررسی این موضوع عرض دایره البروجی خورشید را در دو سده ی گذشته با استفاده از نرم افزار MICA 2 بررسی کردیم. عرض دایره البروجی خورشید در لحظات تحویل سال برای ۲۰۰ سال گذشته در نمودار ۴ پیاده سازی شده است. همانطور که انتظار می رود عرض دایره البروجی خورشید بسیار نزدیک به صفر است.



شکل ۴. تغییرات عرض دایره البروجی خورشید

### بررسی اثر گرانشی در تغییرات طول سال

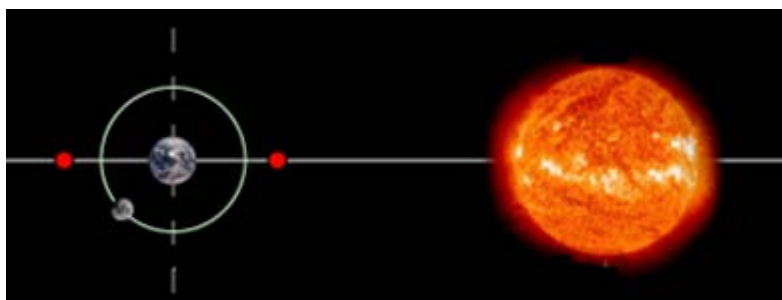
انتظار می رود که سیاره ی مشتری و ماه به ترتیب به خاطر جرم زیاد و فاصله ی کم تاثیر بیشتری بر روی تغییر طول سال های شمسی داشته باشند. برای سادگی از تاثیر بقیه عوامل صرف نظر می کنیم. تاثیر این دو عامل را برای چند سال که طول خیلی زیاد یا خیلی کمی داشتند به طور خاص بررسی کردیم. این اثر فقط در لحظات تحویل سال مورد بررسی قرار گرفت در جدول ۳ برخی سال ها که طول آن ها خیلی زیاد یا خیلی کم است را می بینید.

جدول ۳. لحظه ی تحویل سال و مدت سال شمسی

شماره ی سال شمسی	روز تحویل سال (تاریخ میلادی)	سال میلادی	لحظه ی تحویل سال (GMT)	طول سال: ۳۶۵ روز به اضافه		
				ساعت	دقیقه	ثانیه
۱۱۸۸	۲۱ مارس	۱۸۰۹	۰:۲۱:۵۹	۵	۵۸	۴۱
۱۲۲۴	۲۰ مارس	۱۸۴۵	۱۷:۴۳:۳۵	۶	۱	۵۸
۱۲۴۸	۲۰ مارس	۱۸۶۹	۱۳:۳۲:۰۸	۵	۵۹	۵۵
۱۲۵۰	۲۱ مارس	۱۸۷۱	۱:۱۹:۴۸	۵	۳۷	۳۷
۱۲۵۵	۲۰ مارس	۱۸۷۶	۶:۱۰:۰۲	۵	۳۷	۵۸
۱۲۵۹	۲۰ مارس	۱۸۸۰	۵:۱۳:۴۳	۶	۰	۱۷
۱۲۶۶	۲۰ مارس	۱۸۸۷	۲۲:۱۸:۳۸	۵	۳۷	۲۸
۱۲۷۴	۲۰ مارس	۱۸۹۵	۲۰:۴۹:۲۵	۵	۳۴	۸
۱۲۷۷	۲۰ مارس	۱۸۹۸	۱۴:۰۶:۳۸	۵	۳۹	۱۴
۱۲۸۱	۲۱ مارس	۱۹۰۲	۱۳:۱۶:۴۰	۵	۵۸	۱۳
۱۲۸۳	۲۱ مارس	۱۹۰۴	۰:۵۸:۳۹	۵	۵۸	۵۹
۱۲۹۰	۲۱ مارس	۱۹۱۱	۱۷:۵۴:۲۷	۵	۳۴	۵۹
۱۳۰۹	۲۱ مارس	۱۹۳۰	۰۸:۲۹:۴۷	۵	۳۶	۳۲
۱۳۱۶	۲۱ مارس	۱۹۳۷	۰۰:۴۵:۰۶	۵	۵۸	۱
۱۳۷۶	۲۰ مارس	۱۹۹۷	۱۳:۵۴:۳۹	۵	۵۹	۵۲

جرم سیاره ی مشتری ۲۵۸۰۰ برابر جرم ماه است ولی میانگین فاصله ی آن از زمین ۱۶۵۰ برابر فاصله ی ماه از زمین است. بنابراین نیروی وارده از طرف ماه حدود ۱۰۰ برابر نیروی وارده از طرف مشتری است. به همین دلیل از اثرات گرانشی سیاره ی مشتری صرف نظر می کنیم.

هر سال شمسی کمی بیش از ۱۲ دور گردش ماه به دور زمین را در خود جای می دهد. چون زمان مورد نیاز برای ۱۲ بار گردش ماه به دور زمین کمی از یک سال شمسی کمتر است می توانیم ادعا کنیم که اثرات گرانشی در گردش ماه دور زمین در ۱۲ دور کامل قابل صرف نظر است. بنابر این توجه خود را به لحظات ابتدایی و انتهایی سال معطوف می کنیم. برای بررسی اثر گرانشی ماه بر زمین می بایست موقعیت نسبی ماه و خورشید را در لحظات تحویل سال مورد توجه قرار دهیم. بهترین مشخصه برای این منظور جدایی زاویه ای ماه از خورشید در لحظات تحویل سال است.



مدل سازی ما براساس دستگاه مختصات خورشید مرکزی پایه ریزی شده است. بدین ترتیب که خورشید را در مبدا مختصات قرار می دهیم. جدایی زاویه ای مورد استفاده قرار گرفته، زاویه ی بین خورشید و ماه در جهت مثلثاتی است.

شکل ۵. وضعیت هندسی ماه و خورشید نسبت به زمین

جدول ۴. وضعیت نسبی ماه و خورشید در ابتدا و انتهای سال هایی که طولانی بوده اند

سال (هجری شمسی)	طول سال + ۳۶۵ روز	جدایی زاویه ای در لحظه ی شروع سال (درجه)	جدایی زاویه ای در لحظه ی پایان سال (درجه)
1224	06:01:58	۱۴۲	۲۷۶
1248	05:59:55	۸۲	۲۲۷
1259	06:00:17	۱۰۳	۲۳۶
1283	05:58:59	۴۳	۱۸۲
1376	05:59:52	۱۴۱	۲۶۵

جدول ۵. وضعیت نسبی ماه و خورشید در ابتدا و انتهای سال هایی که کوتاه بوده اند

جدایی زاویه ای در لحظه ی پایان سال (درجه)	جدایی زاویه ای در لحظه ی شروع سال (درجه)	طول سال + ۳۶۵ روز	سال (هجری شمسی)
۱۲۹	۶	05:37:37	1250
۸۲	۳۲۰	05:37:28	1266
۶۲	۳۰۰	05:34:08	1274
۲۵	۲۵۷	05:34:59	1290
۲۴	۲۶۱	05:36:32	1309

با توجه به شکل ۵ بیشترین تاثیر گرانشی ماه بر زمین در لحظه ی تحویل سال زمانی است که جدایی زاویه ای ۹۰ یا ۲۷۰ درجه باشد. در این حالت بردار نیروی وارد از طرف ماه بر زمین آن را به سمت نقطه ی اعتدال بهاری کشیده یا دور می کند. بررسی ها نشان می دهد که در سال هایی که طول آن ها بلند است، در لحظه ی شروع سال این زاویه نزدیک به ۹۰ و در لحظه ی پایان سال نزدیک به ۲۷۰ درجه است. از آنجایی که طول سال از اختلاف دو تحویل سال متوالی به دست می آید توجه به این زوایا در بررسی طول سال می تواند موثر باشد.

در سال هایی با طول زیاد در لحظه ی شروع سال تقریباً ماه در نزدیکی تربیع اول و در لحظه ی پایان سال ماه در حوالی تربیع دوم قرار دارد. این در حالی است که در سال هایی با طول کم در لحظه ی شروع سال ماه در نزدیکی تربیع دوم و در لحظه ی پایان سال تقریباً در نزدیکی تربیع اول قرار داشته است. البته این نتیجه گیری تقریبی است زیرا در این بررسی از اثرات دیگر اجرام منظومه ی شمسی صرف نظر شده است.

برای بررسی دقیق تر می بایست اثرات گرانشی از اجرام منظومه ی شمسی را در بازه ی زمانی در اطراف لحظات تحویل سال مورد توجه قرار داد که انجام این کار مستلزم شبیه سازی های رایانه ای می باشد.

#### مراجع

۱. صیاد، محمد رضا. «تقویم هجری شمسی»، ماهنامه نجوم، سال سوم، شماره ۱۱، مرداد ۱۳۷۳، صص ۲۹-۳۱
2. Heydari-Malayeri, M, 2004, *A concise review of the Iranian calendar*, eprint arXiv:astro-ph/0409620
3. Meeus, Jean, Savoie, Denis, 1992, *The history of the tropical year*, J. Br. Astron. Assoc. 102, 1
4. Nautical Almanac Office, *The Astronomical Almanac*, 2007, The Stationary Office, United Kingdom, P. C1
5. U.S. Naval Observatory, *MICA - Multiyear Interactive Computer Almanac*, 2006, ver 2.1