

## بررسی آماری وابستگی میان موقعیت ماه و خورشید و رویداد زمین‌لرزه

میثم داودآبادی فراهانی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۴

تاریخ چاپ: ۲۲ اسفند ماه

چکیده

بزرگ‌ترین اجرام آسمانی نزدیک به ما یعنی همان خورشید و ماه، در پی نیروی گرانشی که بر زمین وارد می‌کنند باعث تاثیراتی بر آن می‌شوند. در این مقاله تاثیر نیروهای جزر و مدی اجرام آسمانی نزدیک بر افزایش شمار زمین‌لرزه‌ها بررسی شده است. نیروهای جزر و مدی علاوه بر تاثیر روی آب‌ها بر روی پوسته جامد زمین نیز تاثیر دارند. این مقاله تنها یک بررسی آماری بر روی شمار زمین‌لرزه‌ها و زمان نزدیکی این اجرام آسمانی به زمین است. برای این منظور زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۵/۰ سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۱۱ از سایت مرکز لرزه‌نگاری بین‌المللی (ISC) استفاده شده است. ماه و خورشید به‌ویژه تاثیر بیش‌تری نسبت به سیارات بر زمین دارند، از آن رو که ماه نزدیک‌ترین جرم به زمین و خورشید نیز بزرگ‌ترین جرم منظومه شمسی می‌باشند. این پژوهش نشان داد که در زمان‌های ماه نو، ماه کامل و ابرماه هم‌بستگی زیادی با فزونی زمین‌لرزه‌ها مشاهده می‌شود. فاز ماه نو، به‌گمان تاثیر بیش‌تری بر افزایش شمار زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۵/۰ دارد. فاز ماه کامل نیز در افزایش زمین‌لرزه‌ها موثر است، به‌گونه‌ای که بیشینه، یک هفته پس از ماه کامل زمین‌لرزه‌ها افزایش می‌یابند. هم‌چنین، نیروی جزرومدی خورشید بر زمین و بیشینه فعالیت خورشید در دوره ۱۱ ساله فعالیت خورشیدی نیز تاثیر زیادی بر شمار زمین‌لرزه‌های بزرگ نشان می‌دهد.

**کلمات کلیدی:** ماه نو، ماه کامل، ابرماه، فعالیت خورشیدی، زمین‌لرزه

## مقدمه

خورشید و ماه در پی نیروی گرانشی که بر زمین وارد می‌کنند باعث تاثیراتی بر آن می‌شوند که نمونه آن جزرومد اقیانوس‌ها است. مشابه همین پدیده جزرومد در لایه‌های زیر پوسته زمین نیز روی داده که به گمان، منجر به آزادسازی حرکت گسل‌ها و افزایش شمار زمین‌لرزه‌ها و فعالیت‌های آتشفشانی می‌شود. همان‌گونه که می‌دانیم، زمین‌لرزه‌ها خسارات جانی و مالی زیادی به جامعه بشری وارد می‌کنند (ایران‌نژادی و هم‌کاران، ۱۳۹۶). از آنجایی که کشور ما روی کمر بند لرزه‌خیزی آلپ-همیالیا جای دارد، بنابراین، از ویرانی زمین‌لرزه در امان نیست (نعمتی، ۱۳۹۷). زمین‌لرزه‌ها در دنیا خاستگاه‌های متفاوتی داشته که بیش‌تر آن‌ها زمین‌ساختی هستند (میلان و نعمتی، ۱۳۹۷). اما، باور تاثیر سیارات بر زمین کمی مشکل به نظر می‌رسد. لزدینش و هم‌کاران (Lezdinsh, et al., 2008) بیان کردند که هر جرم آسمانی بر فعالیت زمین‌لرزه‌های زمین تاثیر دارد. تاثیر اجرام آسمانی مختلف مسلماً با یک‌دیگر متفاوت بوده و به موقعیت قرارگیری آن جرم آسمانی بر روی دایره‌البروج بستگی دارد. به بیان دیگر، فعالیت هر جرم آسمانی بر فعالیت زمین‌لرزه‌های زمین وابسته به طول دایره‌البروجی (فاصله زاویه‌ای جرم آسمانی بر روی دایره البروج از نقطه اعتدال بهاری) آن است. به عنوان مثال برپایه داده‌های کاربردی لزدینش، تاثیر سیاره مریخ بر فعالیت زمین‌لرزه‌های زمین بیش‌تر از خورشید است (Sergey, et al., 2013).

در ادامه این پژوهش‌ها، وازیلیو و هم‌کاران (Vasiliev, 2013) بیان کردند که در بحث تاثیر سیارات بر روی فعالیت لرزه‌ای زمین، یک پارادوکس وجود دارد. این موضوع را که سیارات بر فعالیت زمین‌لرزه‌های زمین از طریق میدان‌های گرانشی و الکترومغناطیسی تاثیر داشته باشند، نمی‌توان کاملاً توجیه کرد. زیرا اگر فاصله محل مورد نظر را از منبع نقطه‌ای  $r$  در نظر بگیریم، با توجه به این که این میدان‌ها با ضریب  $\frac{1}{r^2}$  کاهش می‌یابند و فاصله سیارات از زمین زیاد است، در نتیجه اثر میدان‌های گرانشی و الکترومغناطیسی تا رسیدن به زمین ناچیز می‌شود. از سوی دیگر، با توجه به اینکه تاثیر کشندی سیارات با توان سوم فاصله کاهش می‌یابد، تاثیر سیارات بر روی فعالیت لرزه‌ای زمین صفر نبوده و عملاً مشاهده می‌شود.

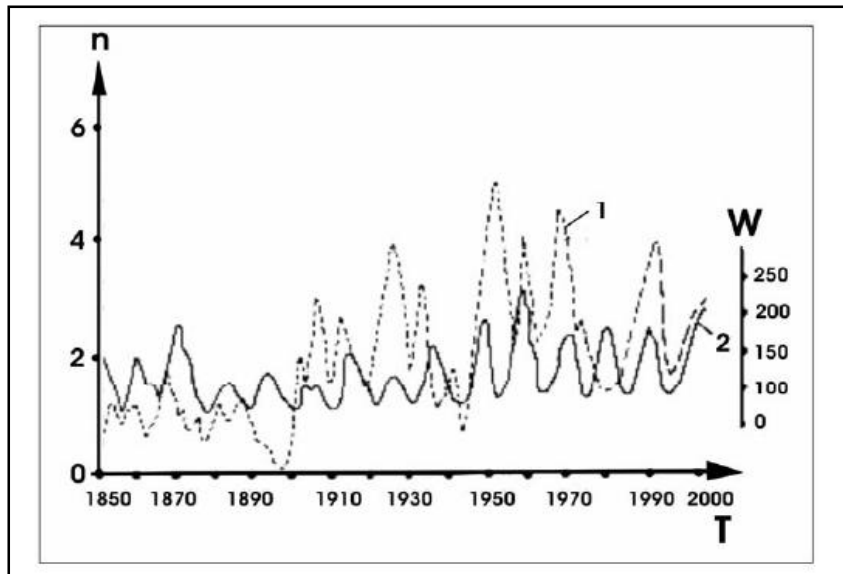
فعالیت برخی سیارات و جزرومدهایی که توسط سیارات اتفاق می‌افتند آشکار شده است، اما برای آن در حال حاضر توضیح کاملی وجود ندارد (Sergey, et al., 2013). این مسئله در قالب کار تئوری به صورت کلاسیک بررسی شده است. بر طبق نظریه میدان فیزیکی، تصور می‌شود اجرام آسمانی می‌توانند بر روی فعالیت لرزه‌ای با میدان فیزیکی‌شان عمل کنند، ولی دست‌کم میدان گرانشی سیارات می‌توانند بر فعالیت لرزه‌ای زمین تاثیر بگذارند. با این وجود که با توجه به فاصله زیاد، شدت این میدان‌ها بر روی زمین ناچیز می‌شوند، ولی سیارات بر فعالیت لرزه‌ای تاثیر دارند. احتمالاً سیارات و ستاره‌ها از طریق انرژی میدان‌های آزاد  $F$  (کشند) بر فعالیت لرزه‌ای اثر می‌گذارند (Vasiliev, 2013). این میدان‌های مفروض  $F$  که در عمل بر سیارات و دیگر اجرام آسمانی اثر می‌گذارند به نام میدان‌های LRA (میدان‌های با گستره بالای اثر) نام‌گذاری شده‌اند. تاثیر این میدان‌های سیاره‌ها و ستاره‌ها باید در فضای میان سیاره‌ای و میان ستاره‌ای قابل مشاهده باشد. پس وجود تاثیر سیارات بر فعالیت‌های لرزه‌ای زمین شاید گواه وجود این چنین میدان‌هایی باشد (Vasiliev, 2012).

خاین و خالیلو در مقاله‌ای بیان کرده‌اند که زمانی که دوره‌های ۱۱ ساله فعالیت خورشیدی در بیشینه فعالیت هستند، فعالیت‌های آتشفشانی و زمین‌لرزه‌ای افزایش می‌یابند (Khain and Khalilov, 2008).

## اهداف و روش تحقیق

### بررسی داده‌ها

در آغاز، برای کشف رابطه ممکن میان فعالیت خورشیدی و آتش‌فشان‌ها در جهان، در این پژوهش، داده‌هایی در مورد فوران آتش‌فشان‌های بزرگ جهان استفاده شده و نمودار داده‌ها و تغییرات فعالیت آتش‌فشان‌ها در زمان مشخص رسم شده است (شکل ۱). در رسم نمودار بیش از ۳۰۰ فوران آتش‌فشانی در جهان به کار رفته است. به‌ویژه، همه فعالیت آتش‌فشان‌هایی از جهان گذاشته شده‌اند که در مرز تقسیمات صفحات زمینی قرار دارند (Nemati, 2018a; Mekhtiyev, Khalilov, 1985).



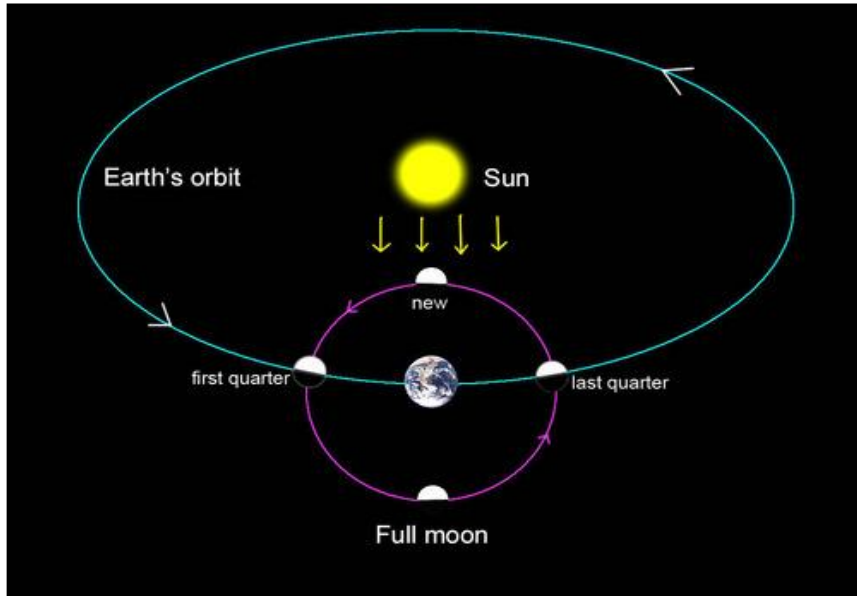
شکل ۱- نمودار مقایسه رابطه‌ی میان فعالیت خورشیدی و فعالیت آتشفشانی، در نمودار منحنی ۱ (نقطه چین) فعالیت آتشفشانی و منحنی ۲ (خط پر) فعالیت خورشیدی را نشان می‌دهد (خاین و خلیلف، ۲۰۰۸).

در شکل ۱ شمار نسبی لک‌ها و گروه‌های لک‌های خورشیدی با (W) نشان داده شده است. شمار نسبی لک‌های خورشیدی با دوره ۱۱ ساله فعالیت خورشیدی در ارتباط می‌باشد. به عبارتی با افزایش شمار لک‌های خورشیدی فعالیت خورشیدی بیش‌تر می‌شود.  $n$  میانگین شمار فعالیت آتشفشانی است که در دوره زمانی T برای سال ۱۸۵۰ تا ۲۰۰۰ یعنی برای ۱۵۰ سال که شامل بیش از ۱۳ سیکل ۱۱ ساله خورشیدی بوده رسم شده است. منحنی ۱ (نقطه چین) فعالیت آتشفشانی و منحنی ۲ (خط پر) فعالیت خورشیدی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در نمودار دیده می‌شود، در سال‌هایی که شمار نسبی لک‌های خورشیدی و فعالیت خورشیدی بیش‌تر است فعالیت آتشفشانی نیز بیش‌تر می‌باشد. در نتیجه، هم‌بستگی میان آتشفشان‌ها و فعالیت‌های خورشیدی به‌روشنی مشاهده می‌شود.

برای درک تاثیر اجرام نجومی بر زمین‌لرزه‌ها، زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۵/۰ و بیش‌تر از ۷/۰ از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ برای هر ماه میلادی با توجه به کامل بودن نسبی، از سایت مرکز لرزه‌نگاری بین‌المللی (ISC) استخراج شده است (Nemati, 2015). هم‌چنین، در این بررسی افزایش زمین‌لرزه‌ها در زمان‌های ماه نو، ماه کامل، ابرماه و بیشینه فعالیت دوره خورشیدی در دوره کنونی نشان داده شده است.

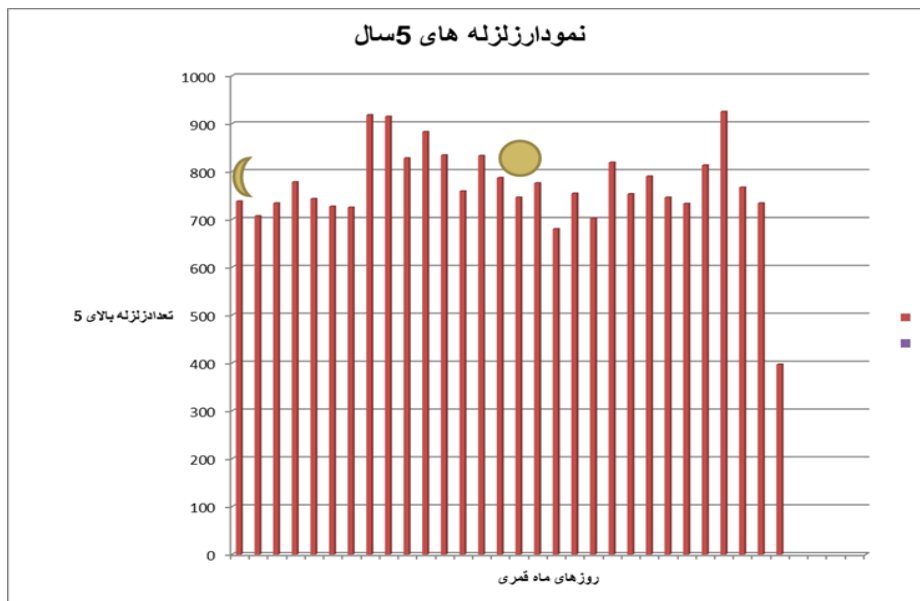
#### تاثیر ماه نو و ماه کامل بر افزایش شمار زمین‌لرزه‌ها

در زمان ماه کامل (مقابله) و ماه نو (مقارنه) چون زمین، ماه و خورشید در یک راستا قرار دارند، نیروی گرانشی که ماه و خورشید بر زمین وارد می‌کنند، بیشینه شده و موجب می‌شود جزر و مدهای کامل رخ دهند. ولی چون خشکی‌ها نسبت به آب‌ها نرمش‌پذیری کم‌تری دارند به‌گمان، زمان بیش‌تری طول می‌کشد تا این نیرو برگسل‌ها تاثیر گذاشته و موجب حرکت آن‌ها شده و زمین‌لرزه رخ دهد. هم‌چنین، بستگی به وضعیت گسل‌ها، اگر آن‌ها در آستانه لغزش (Nemati, 2018b) باشند در فاصله زمانی کوتاه‌تری زمین‌لرزه‌ها افزایش می‌یابند. بنابراین زمین‌لرزه‌ها در فاصله زمانی یک تا چند روز پس از ماه نو و ماه کامل می‌توانند افزایش یابند (شکل ۲).



شکل ۲- زمان‌های مقارنه ماه (ماه نو) و مقابله ماه (ماه کامل) را نشان می‌دهد که ماه و خورشید و زمین در یک راستا قرار دارند.

برای این منظور، نمودار مجموع زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۵/۰ برحسب شروع از ماه نو برای ۵ سال از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ رسم شده و در شکل ۴ نمودار آن نشان داده شده است. باتوجه به شکل ۳ روند افزایشی شمار زمین‌لرزه‌ها پس از ماه نو و ماه کامل به‌روشنی مشاهده می‌شود. در این نمودار، افزایش شمار زمین‌لرزه‌ها پس از ماه نو بیش‌تر از ماه کامل است. اگرچه، این موضوع از لحاظ فیزیکی نیز بررسی شده و دلیل اینکه تاثیر ماه نو بیش‌تر از ماه کامل مشاهده می‌شود این است که مطابق شکل ۳، در ماه نو (مقارنه)، ماه و خورشید هر دو در یک طرف زمین قرار دارند. در نتیجه نیروی گرانش ماه و خورشید هر دو در یک جهت بر زمین وارد می‌شوند. چون نیروها به‌گونه برداری با هم جمع می‌شوند در نتیجه نیرو بیش‌تر از زمان ماه کامل (مقابله) است، که ماه و خورشید در دو طرف زمین قرار دارند. این حالت باعث کاهش اثر گرانشی می‌شود.



شکل ۴- نمودار مجموع زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۵/۰ تا سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ برحسب شروع از ماه نو، در اینجا ماه نو و ماه کامل بانماد دایره و هلال ماه مشخص شده است. هم‌بستگی بیش‌تری پس از ماه نو در مقایسه با ماه کامل دیده می‌شود.

## نتایج

### تاثیر ماه نو و ماه کامل بر زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۶/۰ ایران:

در این بخش، تاثیر ماه نو و ماه کامل بر روی زمین‌لرزه‌های بزرگ جهانی بررسی شده و نمودار آن رسم شد. در این قسمت بر روی زمین‌لرزه‌های ایران نیز بررسی انجام شده و زمین‌لرزه‌های بزرگ و مخرب با بزرگای بیش‌تر از ۶/۰ در جدول 1 آورده شده است. زمین لرزه سیرج-گلباف با بزرگای ۵/۹ نیز به دلیل مخرب بودن در این‌جا آورده شده است.

جدول ۱- زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۶/۰ و مخرب در ایران برحسب تاریخ خورشیدی و قمری.

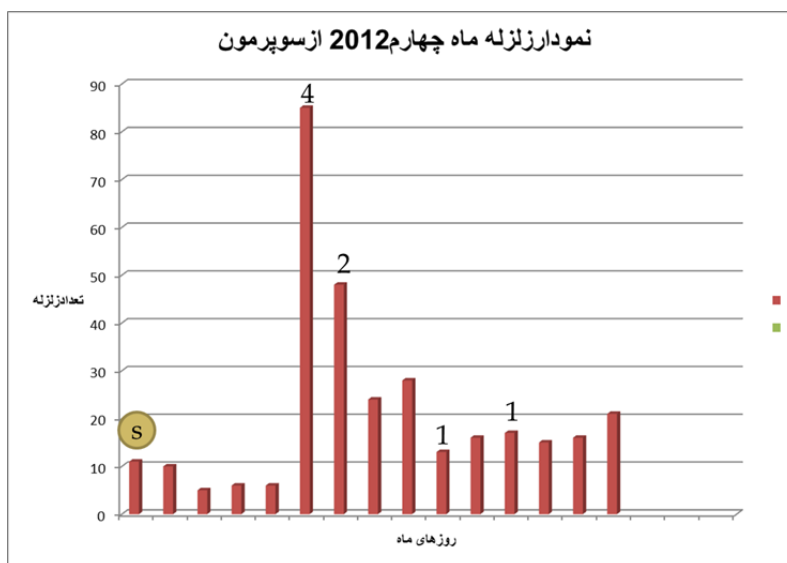
تاریخ قمری	تاریخ خورشیدی	بزرگای زمین‌لرزه	نام زمین‌لرزه	ردیف
۱۳۸۲/۴/۱	۱۳۴۱/۶/۱۰	۷/۲	بوئین زهرا	۱
۱۳۸۸/۶/۶	۱۳۴۷/۶/۹	۷/۲	بیاض	۲
۱۳۹۲/۲/۲۵	۱۳۵۱/۱/۲۱	۷/۱	قیر کرزین	۳
۱۳۹۷/۳/۳۰	۱۳۵۶/۱/۱	۷	خورگو-بندرعباس	۴
۱۳۹۸/۱۰/۱۳	۱۳۵۷/۶/۲۵	۷/۷	طبس-گلشن	۵
۱۴۰۱/۸/۸	۱۳۶۰/۳/۲۱	۶/۶	گلباف	۶
۱۴۰۱/۹/۲۶	۱۳۶۰/۵/۶	۷/۳	سیرج	۷
۱۴۱۰/۴/۲۰	۱۳۶۸/۸/۲۹	۵/۹	سیرج-گلباف	۸
۱۴۱۰/۱۱/۲۶	۱۳۶۹/۳/۳۰	۷/۷	رودبار-تارم	۹
۱۴۱۲/۴/۲۸	۱۳۷۰/۸/۱۵	۶/۹	داراب فارس	۱۰
۱۴۱۸/۱/۲	۱۳۷۶/۲/۲۰	۷/۳	زیرکوه-فائن	۱۱
۱۴۱۸/۱۱/۱۵	۱۳۷۶/۱۲/۲۳	۶/۶	فندقا	۱۲
۱۴۲۴/۱۱/۲	۱۳۸۲/۱۰/۵	۶/۶	بم	۱۳
۱۴۲۶/۱۱/۱۳	۱۳۸۳/۱۲/۴	۶/۳	زرنند-کرمان	۱۴
۱۴۲۵/۴/۸	۱۳۸۳/۳/۸	۶/۳	فیروز آباد	۱۵
۱۴۲۷/۳/۱	۱۳۸۵/۱/۱۱	۶/۱	لرستان	۱۶
۱۴۳۳/۹/۲۲	۱۳۹۱/۵/۲۱	۶/۲	اهر-آذربایجان	۱۷
۱۴۳۴/۵/۲۹	۱۳۹۲/۱/۲۱	۶/۱	بوشهر	۱۸
۱۴۳۴/۶/۵	۱۳۹۲/۱/۲۷	۷/۵	سراوان	۱۹
۱۴۳۵/۱۰/۲۱	۱۳۹۳/۵/۲۷	۶/۱	ایلام	۲۰
۱۴۳۹/۲/۲۳	۱۳۹۶/۸/۲۱	۷/۳	ازگله-کرمانشاه	۲۱
۱۴۳۹/۳/۱۲	۱۳۹۶/۹/۱۰	۶/۱	هجدک-کرمان	۲۲

بررسی زمین‌لرزه‌های بزرگ جدول ۱ نشان می‌دهد زمین‌لرزه‌های مخرب بم با بزرگای ۶/۶ و زیرکوه با بزرگای ۷/۳ یک روز پس از ماه نو رخ داده‌اند. همچنین، زمین‌لرزه‌های فندقا با بزرگای ۶/۶، طبس با بزرگای ۷/۷ و زرنند با بزرگای ۶/۳ به فاصله یک روز پس از ماه کامل رخ داده‌اند. در مجموع، نیمی از زمین‌لرزه‌های بزرگ ایران از سال ۱۳۵۷ به این‌سو به فاصله یک روز از ماه نو و ماه کامل رخ داده‌اند.

### تاثیر ابرماه بر افزایش شمار و بزرگای زمین‌لرزه‌ها:

ماه در حالت ابرماه (Super Moon) (ماه کامل یا ماه نو در نقطه حضیض مداریش به دور زمین) بر افزایش شمار زمین‌لرزه‌ها تاثیر می‌گذارد. در زمان ابرماه و یا حداکثر به فاصله یک هفته از زمان وقوع ابرماه، شمار زمین‌لرزه‌ها به‌ویژه زمین‌لرزه‌های بزرگ

افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. همان‌گونه که در نمودار شکل ۵ دیده می‌شود، شمار زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۵/۰، پنج روز پس از ابر ماه از ۱۱ به ۸۵ زمین‌لرزه افزایش یافته و شمار زمین‌لرزه‌های بیش‌تر از ۷/۰ نیز زیاد است.



شکل ۵- نمودار زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۵/۰ ماه آپریل ۲۰۱۲ شروع از روز وقوع ابرماه و زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش از ۷/۰ در بالای نمودارها، روز نوشته شده است. ابرماه با نماد S نشان داده شده است.

زمین‌لرزه‌های بزرگی در جهان پس از ابرماه رخ داده‌اند. برای نمونه دو زمین‌لرزه ۲۷ مارس ۱۹۶۴ با بزرگای ۹/۲ و زمین‌لرزه ۲۶ دسامبر ۲۰۰۴ با بزرگای ۹/۱ در جزیره سوماترای اندونزی پس از ابر ماه رخ داده‌اند. همچنین، زمین‌لرزه ۱۹ مارس ۲۰۱۱ در ژاپن نیز هم‌زمان با ابرماه رخ داد. روز پیش از ابرماه ۱۴ نوامبر ۲۰۱۶ چند زمین‌لرزه بالای ۷/۰ در چند منطقه روی زمین رخ داده است (ISC). بنابراین، با توجه به زمین‌لرزه‌های شدید و مخرب بالا پس از وقوع ابرماه، هم‌بستگی نسبی میان اثرات جزر و مدی ابرماه و زمین‌لرزه‌های مخرب مشاهده می‌شود.

### تأثیر فعالیت دوره ۱۱ ساله خورشیدی بر زمین‌لرزه:

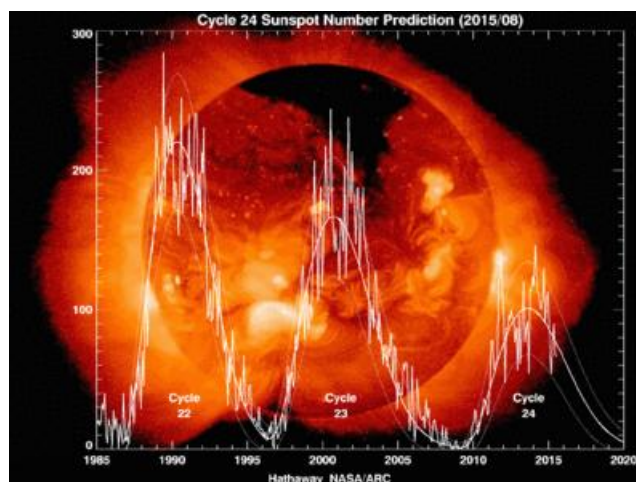
فعالیت خورشیدی با افزایش شمار لک‌های خورشیدی افزایش می‌یابد. چون میدان مغناطیسی در لک‌های خورشیدی قوی‌تر است، در دوره‌هایی که لک‌های خورشیدی افزایش می‌یابند، فعالیت خورشیدی نیز افزایش می‌یابد. فعالیت خورشیدی در دوره‌های ۱۱ ساله به‌گونه دوره‌ای فعالیتش بیشینه و کمینه می‌شود. خورشید علاوه بر تأثیری که از طریق میدان گرانشی بر زمین‌لرزه دارد، از طریق میدان مغناطیسی (لک‌های خورشیدی) نیز می‌تواند بر فعالیت زمین‌لرزه‌های زمین تأثیر داشته باشد. برای پیدا کردن پیوند میان فعالیت خورشیدی و زمین‌لرزه، داده‌های جدول ۲ برای زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۶/۰، ۷/۰، ۸/۰ و ۹/۰ از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ جمع‌آوری شده و در زیر ارائه شده است. نمودار دوره‌های یازده ساله فعالیت خورشیدی از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ برای سه دوره یازده ساله در شکل ۶ آورده شده است.

جدول ۲ - شمار زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۶/۰، ۷/۰، ۸/۰ و ۹/۰ برای سال‌های ۲۰۱۵ - ۲۰۱۰

سال	شمار زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۶/۰	شمار زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۷/۰	شمار زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۸/۰	شمار زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۹/۰
۲۰۰۱	۳۱۴	۳۰	۵	
۲۰۰۲	۳۱۹	۲۶	۲	
۲۰۰۳	۳۳۷	۴۴	۲	

۲۰۰۴	۴۸۶	۵۰	۴	۱
۲۰۰۵	۴۱۶	۳۴	۴	
۲۰۰۶	۴۲۴	۴۳	۴	۱
۲۰۰۷	۴۹۹	۴۹	۶	
۲۰۰۸	۵۴۵	۵۲	۳	
۲۰۰۹	۵۱۸	۴۹	۹	
۲۰۱۰	۵۵۳	۵۷	۶	
۲۰۱۱	۵۸۲	۱۱۰	۵	
۲۰۱۲	۴۹۶	۶۰	۳	
۲۰۱۳	۸۵۰	۱۵۵	۴۸	۵
۲۰۱۴	۴۸۳	۴۹	۵	
۲۰۱۵	۴۶۴	۷۵	۱۲	۱
۲۰۱۶	۳۹۰	۴۷	۶	۱

در شکل ۶ دوره‌های ۱۱ ساله فعالیت خورشیدی دیده شده که در آن فعالیت خورشیدی با افزایش شمار لکه‌های خورشیدی زیاد می‌شود. آخرین دوره ۱۱ ساله خورشیدی (دوره کنونی) با پیش‌بینی ادامه دوره پس از سال ۲۰۱۵ رسم شده است. مطابق با این نمودار، فعالیت خورشیدی در سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۵ زیاد بوده و بیشینه آن در سال ۲۰۱۳ می‌باشد. بیشینه لکه‌های خورشیدی ۶۸ لکه در آگوست ۲۰۱۳ بوده است. نتایج بررسی که در جدول ۲ آمده نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۳ افزایش شدیدی در شمار زمین‌لرزه‌های مخرب مشاهده می‌شود، به‌گونه‌ای که در سال ۲۰۱۳ شمار ۸۵۰ زمین‌لرزه‌ی با بزرگای بیش‌تر از ۶/۰ رخ داده در صورتی میانگین زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۶/۰ برای ۵ سال دیگر جدول ۵۱۵ زمین‌لرزه‌است. همچنین، زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۷/۰ سال ۲۰۱۳ شمار ۱۵۵ زمین‌لرزه بوده و در مقایسه میانگین زمین‌لرزه‌های ۵ سال دیگر جدول (شمار ۴۸ زمین‌لرزه) بیش‌تر است. زمین‌لرزه‌های مخرب با بزرگای بیش‌تر از ۸/۰ سال ۲۰۱۳، شمار ۴۸ زمین‌لرزه‌است درحالی که میانگین زمین‌لرزه‌های ۵ سال دیگر جدول، ۶/۲ زمین‌لرزه می‌باشد. به بیان دیگر، محاسبات نشان می‌دهد که در بیشینه فعالیت خورشیدی شمار زمین‌لرزه‌ها افزایش یافته، به‌ویژه زمین‌لرزه‌های بزرگ بیش‌تر رخ می‌دهند. به‌گونه‌ای که شمار زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۷/۰ سال ۲۰۱۳ بیش‌تر از سه برابر (۳/۲ برابر) زمین‌لرزه‌های میانگین ۵ سال دیگر است. ولی برای زمین‌لرزه‌های با بزرگای بیش‌تر از ۸/۰ حدود ۸ برابر (۷/۷۴ برابر) است. این نشان می‌دهد، به‌گمان تاثیر فعالیت خورشیدی بر زمین‌لرزه‌های بزرگ بیش‌تر است. بنابراین هم‌بستگی روشنی میان فعالیت خورشیدی و افزایش زمین‌لرزه در مناطق مختلف سیاره ما دیده می‌شود.



شکل ۶ - نمودار دوره‌های فعالیت خورشیدی از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ که شامل سه دوره ۱۱ ساله فعالیت خورشیدی است.

## نتیجه گیری

در سال های ۲۰۱۵-۲۰۱۱ وابستگی موقعیت ماه و خورشید در آسمان بر رخداد زمین لرزه های بزرگ مورد بررسی قرار گرفته و همبستگی های زیر به دست آمده است:

۱- فاز ماه نو، به گمان تاثیر ویژه ای بر افزایش شمار زمین لرزه های با بزرگای بیش تر از ۵/۰ دارد. بررسی های انجام شده بر مجموع زمین لرزه های با بزرگای بیش از ۵/۰ برای پنج سال نشان می دهد که هشت روز پس از ماه نو، شمار زمین لرزه ها از ۷۳۰ به ۹۲۰ زمین لرزه افزایش نسبی یافته است.

۲- شاید فاز ماه کامل نیز همانند ماه نو در افزایش زمین لرزه ها موثر باشد، به گونه ای که حداکثر یک هفته پس از ماه کامل زمین لرزه ها افزایش می یابند. اما بررسی های انجام شده نشان می دهد تاثیر ماه نو بر افزایش زمین لرزه ها بیش تر از ماه کامل است.

۳- تاثیر ماه نو و ماه کامل بر افزایش زمین لرزه های با بزرگای بیش تر از ۶/۰ ایران نشان می دهد، نیمی از زمین لرزه های بزرگ ایران به فاصله یک روز از ماه نو و ماه کامل رخ داده اند.

۴- ماه در حالت ابر ماه نیز تاثیر بسزایی بر افزایش زمین لرزه های با بزرگای بیش تر از ۷/۰ نشان می دهد. همچنین، شماری از زمین لرزه های بزرگ جهان نیز پس از ابرماه رخ داده اند.

۵- علاوه بر تاثیر گرانشی خورشید تاثیر مغناطیسی آن را نیز شاهد هستیم. دوره ی ۱۱ ساله خورشیدی بر شمار زمین لرزه ها تاثیر ویژه ای نشان می دهد. با توجه به دوره کنونی ۱۱ ساله خورشیدی که بیشینه آن در سال ۲۰۱۳ روی داده، با بررسی انجام شده بر روی زمین لرزه های سال های ۲۰۱۵-۲۰۱۰ مشاهده می شود که زمین لرزه های بزرگ سال ۲۰۱۳ به گونه چشم گیری بیش تر از میانگین سال های دیگر دوره ها است.



## منابع و مراجع

- [۱] ایران‌نژاد پاریزی ا.، نعمتی م.، جعفری و. و سیفی، ن.، ۱۳۹۶. مقایسه روش‌های ارزیابی خطر زمین‌لرزه، مطالعه موردی گستره دشت‌بیاض. فصل‌نامه علمی پژوهشی زمین‌شناسی محیط‌زیست، سال دهم، شماره ۱۴: ۳۱-۴۵. زمستان ۱۳۹۶.
- [۲] نعمتی، م.، ۱۳۹۷. بررسی لرزه‌ای زمین‌لرزه ۲۰۱۰ بردسیر و زمین‌لرزه‌های ۲۰۱۱ سیرچ و کهنوج در استان کرمان. فصل‌نامه علمی-پژوهشی پژوهش‌های دانش زمین (سال دهم، شماره ۳۶)، ۱-۱۴.
- [۳] میلان، ف. و نعمتی م.، ۱۳۹۷. شاخص‌های زمین‌ریخت‌شناسی، زمین‌ساخت جنوب و لرزه‌خیزی حوزه‌های لوت و جازموریان (استان کرمان). فصل‌نامه علمی پژوهشی زمین‌شناسی محیط‌زیست، سال دوازدهم، شماره ۴۲: ۳۳-۴۵. بهار ۱۳۹۷.
- [4] Khain, V. E., & Khalilov, E. N., (2008). About possible influence of solar activity on seismic and volcanic activities. *Science Without Borders, Transactions of the International Academy of Science H & E, Vol. 3, 316- 334.*
- [5] Lezdinsh, A. Ya., (2008). *Astroseismology, The Earth Planet System, Proceedings of XVI-th Scientific Seminar (221-225). Moscow State University, Lenand, Moscow (in Russian).*
- [6] Mekhtiyev, Sh.F., Khalilov E.N., (1985). About possibility of detection of connection between volcanic eruptions and solar activity. *Volcanology and Seismology, M., Vol. 3, p.64-67.*
- [7] Nemati, M., (2018a). Probabilistic View of Occurrence of Large Earthquakes In Iran. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran, Vol. 29(3), 241-252.*
- [8] Nemati, M., (2018b). Seismotectonic and seismicity of Makran, a bimodal subduction zone, SE Iran. *Journal of Asian Earth Sciences, doi.org/10.1016/j.jseaes.2018.08.009, Vol. 196: 139-161.*
- [9] Nemati, M., (2015). Insights into the aftershocks and interseismicity of some large Persian earthquakes. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran (Iran, ISSN: 1016-1104), Vol. 26(1): 35-48.*
- [10] Sergey , A. Vasiliev & Virginia (Nina) T., (2013). The Factual Data on the celestial Bodies Influences on seismic Activity ,*Applied Physics Research; Vol. 5, No.1.*
- [11] Vasiliev, S. A., (2013). *Applied Physics Research Vol. 5, No. 1.*
- [12] Vasiliev, S. A., (2012). The classical concept of the existence of the long-range action fields. *Applied Physics Research, Vol. 4(2),167-177.*