

## سونامی در دریای عمان

فردوس عظیمی<sup>۱</sup>

### چکیده:

وجود زلزله در منطقه مکران و دریای عمان و بروز سونامی ۲۷ نوامبر ۱۹۴۵ در ساحل مکران دلالت بر ناامن بودن منطقه در ارتباط با سونامی دارد. تفسیر ژئوفیزیکی منطقه نیز صحت این گفته را تأیید می کند. در این تحقیق به دلیل رفتار لرزه خیزی متفاوت، منطقه دریای عمان به دو ناحیه تقسیم شده است. از زمین لرزه های قرن جاری و همچنین زلزله های تاریخی برای محاسبه ضرایب گوتنبرگ - ریشتر و دوره بازگشت زلزله ها استفاده شده است. نمودارهای توزیع انرژی رسم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند. به کمک داده های عمقی، شیب دیواره حوضه رسوبی و همچنین سرعت امواج سونامی در نقاط مختلف این دریا مورد بررسی قرار گرفته و احتمال لغزش سواحل و ارتفاع امواج سونامی در سواحل مختلف این دریا با هم مقایسه شده است.

واژه های کلیدی: توزیع انرژی، توپوگرافی، سرعت سونامی، دریای عمان، مکران.

## Tsunami in Oman sea

Ferdos Azimi

### Abstract:

The earthquakes in Makran and Oman sea and the historical Tsunamies such as one that happened on 27 November 1945 in Makran coast are main reasons for insecurity because of Tsunami's wave affected in the mentioned area. Also the geophysical interpretation supports this fact. Because of various seismic in this region; it is divided into two areas in this research. The data of earthquakes were used in the current century and historical earthquakes to estimate the Gutenberg-Richter parameters and the earthquake cycle (recurrence intervals). The distribution of seismic energy released have been drawn and analysed. By depth information, slope state of deposit has been analysed and the speed of Tsunami in different places in comparison with different depths of Oman sea has been evaluated. Landslide possibility and height of Tsunami's wave have been compared in different coast of the Oman sea.

**key words:** distribution of seismic energy, topography, speed of Tsunami, Oman sea, Makran.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زلزله شناسی و مدرس دانشگاه علمی کاربردی آتش نشانی [Fazimi1962@yahoo.com](mailto:Fazimi1962@yahoo.com)

## مقدمه:

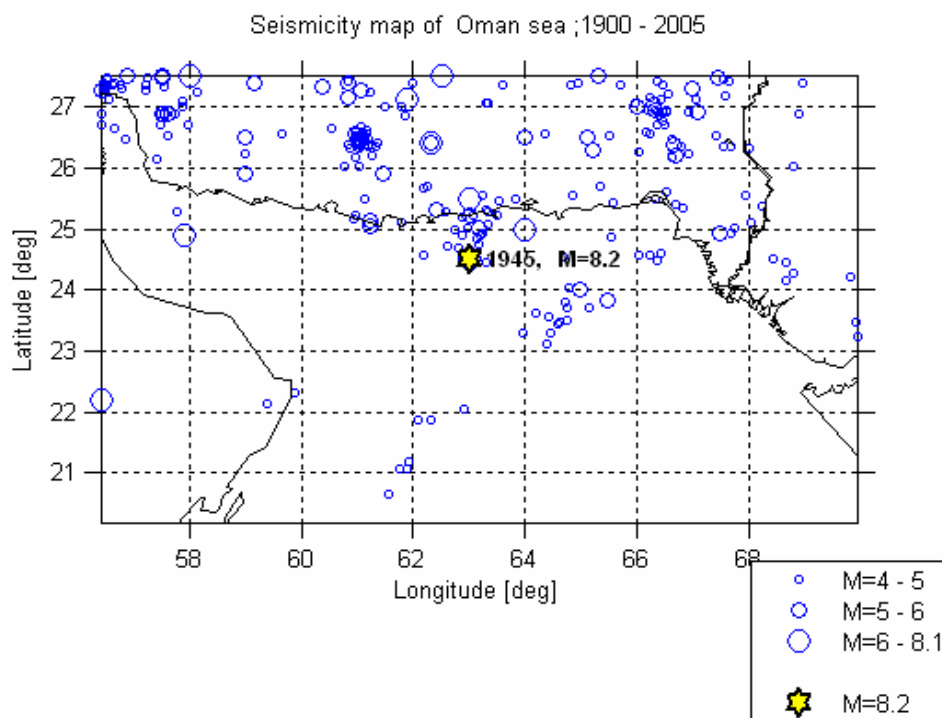
جغرافیایی ۲۰ الی ۲۷/۵ و طول جغرافیایی ۵۶/۴ الی ۶۰ ، که عمدتاً متأثر از همگرایی صفحه اوراسیا و صفحه عربستان است و از نظر رفتار لرزه خیزی جزئی از زاگرس به حساب می آید . ناحیه دوم با عرض جغرافیایی ۲۰ الی ۲۶ و طول جغرافیایی ۶۰ الی ۷۰ که عمدتاً متأثر از همگرایی صفحات اقیانوس هند و اوراسیا در زون فرورانش مکران بوده و حرکت امتدادلغز بین صفحات اوراسیا و صفحه هند در امتداد زون شکستی آون است. در این مطالعه برای هر منطقه رابطه  $M_s$  بر حسب mb و ضرائب گوتنبرگ - ریشتر و دوره بازگشت زلزله ها محاسبه شده است. سرعت سونامی با توجه به عمق آب در نقاط مختلف دریای عمان محاسبه و نمودارهای سرعت و عمق رسم شده اند . به کمک این نمودارها امکان وقوع لغزش سواحل و ارتفاع امواج سونامی در سواحل مختلف این دریا با هم مقایسه شده است.

## مروری بر خصوصیات لرزه زمین ساخت

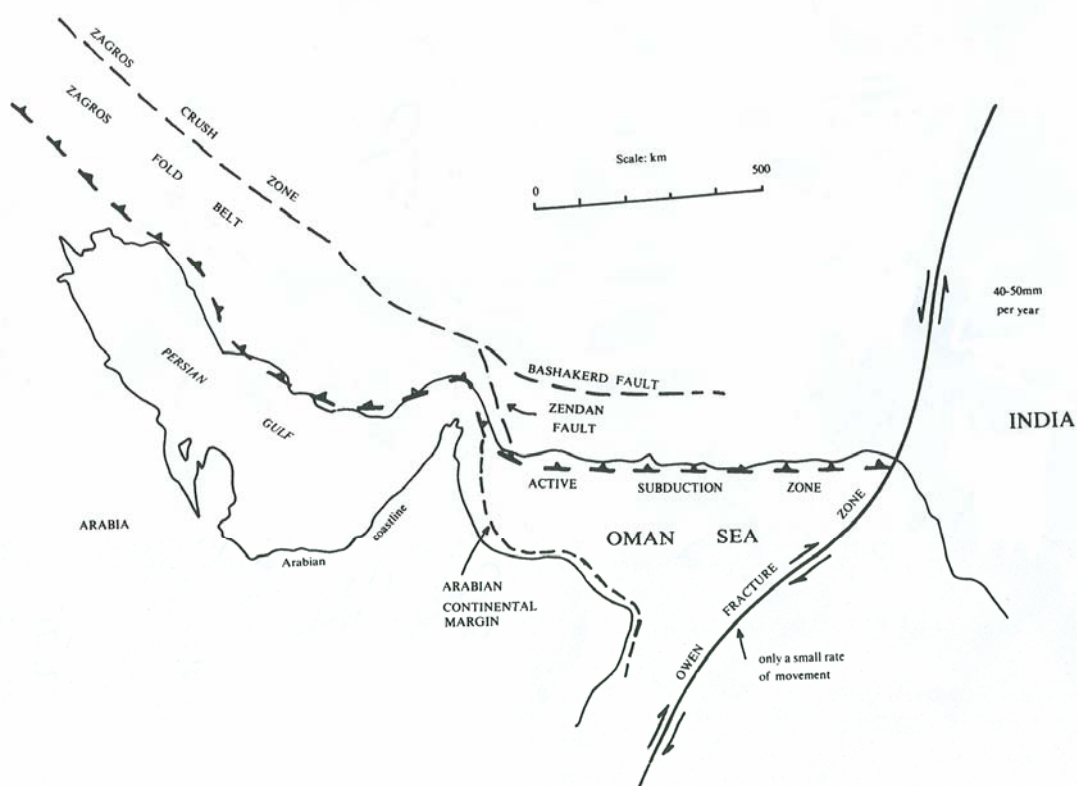
## منطقه

توزیع کانونی زمین لرزه های گزارش شده در قرن جاری در منطقه مورد مطالعه که در شکل ۱ آمده است، نشان می دهد که بیشتر فعالیت لرزه خیزی در جنوب منطقه فرورانش مرکزی ، مکران و در امتداد گسل چمن می باشد . فقط زلزله با گسلهای شیب لغز و فرورانش که ساز و کاری از نوع روراندگی دارند، می توانند سونامی ایجاد کنند. بنا براین زون فرورانش مکران را می توان عامل عمده برای بروز سونامی به حساب آورد . زون شکستی آون که در امتداد گسل چمن قرار دارد ، عامل دیگری برای ایجاد سونامی به دنبال وقوع زمین لرزه می باشد. این زون در امتداد گسل چمن در پاکستان قرار دارد و از دریای عمان عبور نموده و سپس منتهی به پشته میان اقیانوسی کارلسبرگ می شود . وضعیت گسلهای عمده در منطقه مورد مطالعه در شکل ۲ آمده است.

سونامی می تواند در اثر زمین لرزه های زیر دریایی از نوع شیب لغز و فرورانش ، فوران آتشفشانهای زیردریایی ، لغزش سواحل در مقیاس بزرگ ، برخورد شهاب سنگها و انفجارهای هسته ای در درون پوسته اقیانوسی بوجود آید(چگینی، ۱۳۷۷). موج حاصل از پدیده سونامی با سرعتی معادل سرعت هواپیمای جت طول اقیانوس را در می نوردد و از سویی به سوی دیگر اقیانوس منتقل می شود بدون آنکه انرژی قابل ملاحظه ای از دست بدهد. به عنوان مثال زلزله بزرگی در شیلی در ۱۹۶۰ ، سونامی مصیبت باری یک روز بعد ( بعد از ۲۲ ساعت ) در ژاپن ایجاد کرد (والاس ، ۱۳۸۱). سونامی ۲۷ نوامبر ۱۹۴۵ در ساحل مکران ناشی از زلزله با بزرگای ۸/۲ منجر به کشته شدن ۴۰۰۰ تن گردید . لغزش سواحل عامل مهم دیگری است که در دریای عمان از نظر تولید سونامی حائز اهمیت است. در همان زلزله و سونامی ۲۷ نوامبر ۱۹۴۵ قسمتی از شهرپاسنی در اثر لغزش در آب فرو رفت و بدین ترتیب مرز ساحل در این منطقه در حدود ۱۰۰ متر تغییر کرد ( آمبرسز و ملویل، ۱۹۸۲). بنا بر گزارش خبرگزاری ایسنا سونامی سوماترا در جنوب شرقی آسیا در ۲۶ دسامبر ۲۰۰۴ ، علیرغم فاصله زیاد مرکز وقوع زمین لرزه خسارات اندکی نیز در سواحل شرقی ایران و چابهار داشت . حتی ثابت شده است که افت و خیز سطح خلیج فارس در آن هنگام بدلیل همین سونامی بوده است و نه جزر و مد (مشیری، ۱۳۸۴). در نتیجه دریای عمان نه تنها از سونامی های حاصل از زلزله های محلی مصون نمی باشد ، بلکه به دلیل ارتباط با اقیانوس هند احتمال بروز این پدیده در آن افزایش می یابد . هدف از این تحقیق بررسی امکان وقوع سونامی در دریای عمان است . برای بررسی لرزه خیزی منطقه ابتدا داده های دستگاهی و تاریخی از USGS ، ISC و کتاب تاریخ زمین لرزه های ایران استخراج شده اند. به دلیل رفتار لرزه خیزی متفاوت منطقه دریای عمان، محدوده مورد مطالعه به دو قسمت تقسیم شده است. ناحیه اول با عرض



شکل ۱- توزیع کانونی زمین لرزه های گزارش شده در قرن جاری در محدوده دریای عمان گسلهای این منطقه در شکل ۲ آورده شده اند

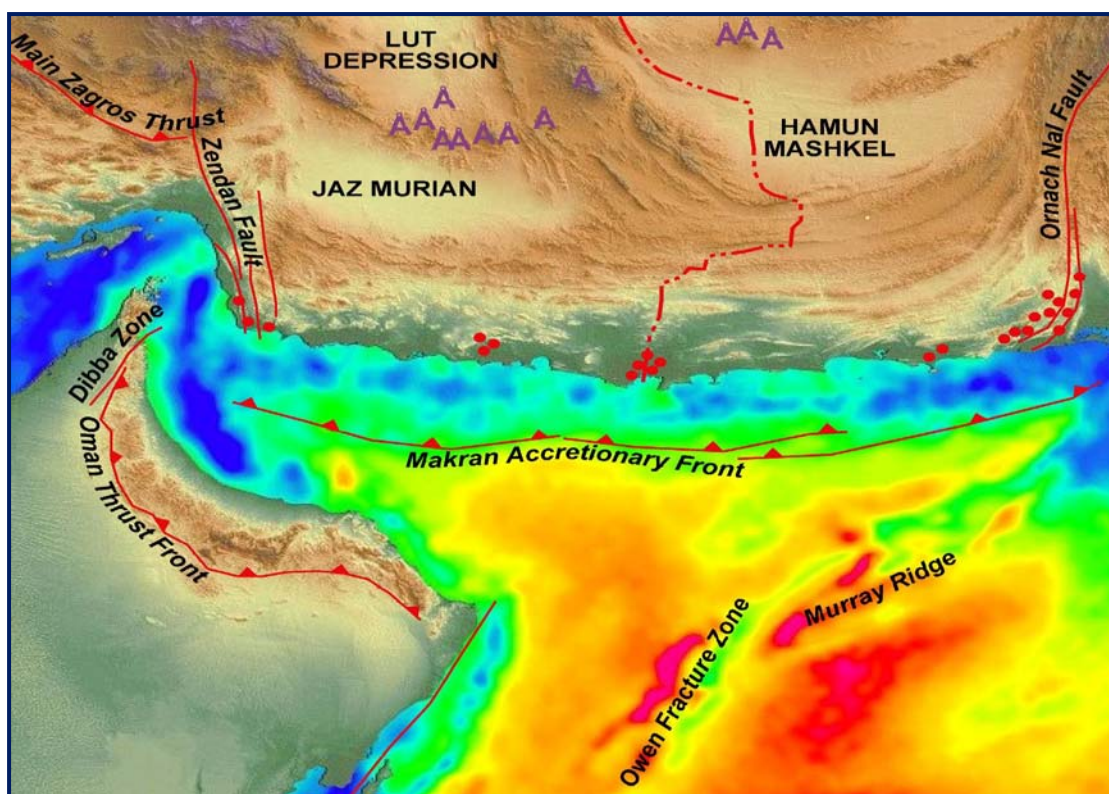


شکل ۲- سیمای امروزی رشته ها و فرورانش ها - گزارش زمین شناسی ناحیه شماره یک

## - مشخصات زون فرورانش مکران

بر اساس نظریه تکتونیک صفحه ای، پوسته اقیانوسی در دریای عمان به زیر ایران فرو می رود و مکران در قسمت روی فرورانش قرار دارد. این فرآیند، زلزله هایی با عمق متوسط (کمتر از ۸۰ کیلومتر) و با بزرگی بالای ۸ تولید می کند. در مقایسه با لرزه خیزی بسیار بالای مناطق فرورانش سواحل اقیانوسی، لرزه خیزی منطقه به طور ضعیف و پراکنده است. زون مکران از رسوبات به هم پیوسته از شرق به غرب بیش از ۹۰۰ کیلومتر طول دارد و از شرق و غرب بوسیله گسلهای بزرگ تغییر شکل داده شده و به مرزهای صفحات محدود می شود. محدوده مکران و گسلهای موجود در شکل ۳ نشان داده شده است. همانطور که در شکل آمده است، این زون از

کوههای آتشفشانی ۶۰۰-۵۰۰ کیلومتر فاصله دارد. مطالعات نشان می دهند که نرخ همگرایی (مقدار فرورانش) بین صفحات عربی و اوراسیا در حدود ۵۰-۳۰ میلیمتر در سال تخمین زده شده است. همانطور که در شکل ۳ آمده است، امتداد گسلهای تراستی تقریباً عمود بر محل فرورانش (همگرایی) قرار دارد. این زون بوسیله گسلهای امتداد لغز از شمال - جنوب، شمال غربی - جنوب شرقی و شمال شرقی - جنوب شرقی قسمت بندی شده است. بررسی ها نشان می دهند که دو سوم منطقه فرورانش در ساحل و بقیه در آب قرار دارد و هیچ گودال آشکاری ندارد. یعنی گودی معمول مناطق فرورانش که در دیگر نقاط جهان است، در این منطقه وجود ندارد.



شکل ۳ - مکران و محدوده مستعد سونامی در جنوب شرق ایران (بر گرفته از اینترنت)

پوسته اقیانوسی در دوران آرام کرتاسه شکل گرفته است و هیچ آثاری از فعالیت آتشفشانی یا نفوذ در این زون فرورانش وجود ندارد. بین صفحات اوراسیا و صفحه هند

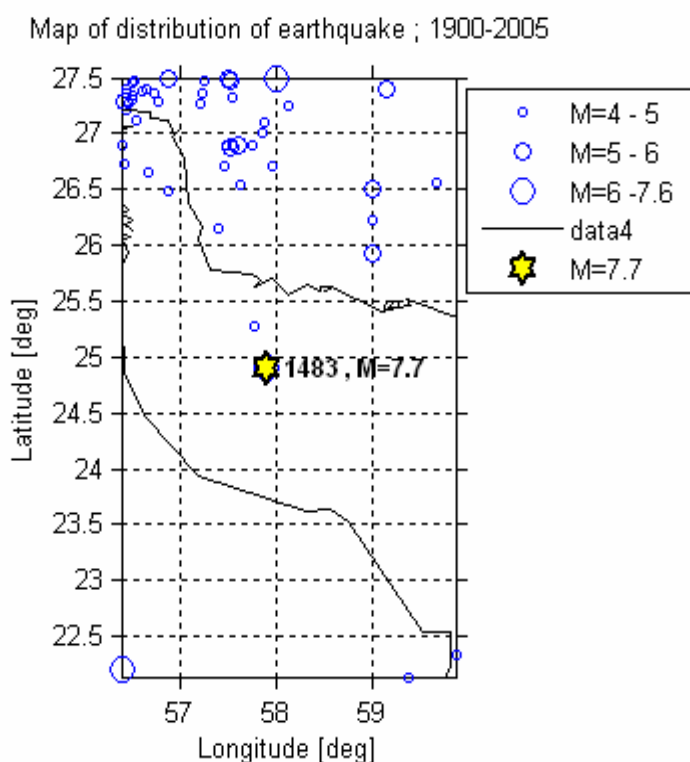
یک پوشش ضخیم از رسوبات روی پوسته اقیانوسی قرار دارد و هیچ آنومالی مغناطیسی روشنی در ارتباط با کف دریای عمان وجود ندارد. مطالعات نشان می دهند که

مورد مطالعه قرار می گیرد. محدوده اول با عرض جغرافیایی ۲۰ الی ۲۷/۵ و طول جغرافیایی ۵۶/۴ الی ۶۰ دارای توزیع مکانی زمین لرزه ها در بازه زمانی ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۵ نسبتاً کمتر می باشد و بیشتر در محدوده عرض جغرافیایی ۲۷/۵ الی ۲۶/۵ و طول جغرافیایی ۵۶/۵ الی ۵۸ قرار دارند. شکل ۴ توزیع مکانی زمینلرزه های رخ داده در محدوده اول را نشان می دهد.

در امتداد زون شکستی آون حرکت امتدادلغز وجود دارد. در امتداد این زون، گسل چمن که گسلی لرزه زا می باشد، قرار دارد.

#### – لرزه خیزی منطقه

داده ها شامل داده های دستگاهی در بازه زمانی ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۵ و همچنین اطلاعات تاریخی از کتاب آمبرسیز و ملویل (سال ۱۹۸۲) تهیه شده اند. منطقه در دو محدوده

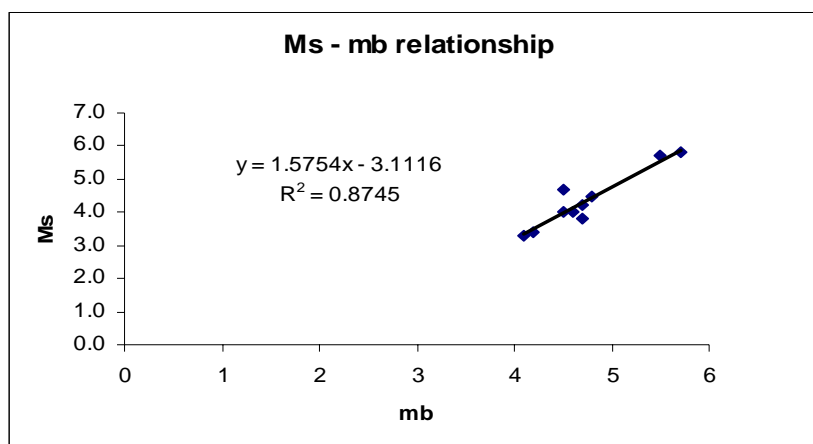


شکل ۴- توزیع مکانی زمینلرزه های رخ داده در محدوده اول

آمده است و چگونگی برازش در شکل ۵ نشان داده شده است

$$M_s = 1.57m_b - 3.11$$

با داشتن مقادیر بزرگی  $M_S$  و  $m_b$  زمین لرزه های ثبت شده در قرن جاری و با برازش خط به روش کمترین مربعات ، رابطه بین  $M_S$  و  $m_b$  به صورت زیر بدست



شکل ۵ - نمودار Ms بر حسب mb برای محدوده اول

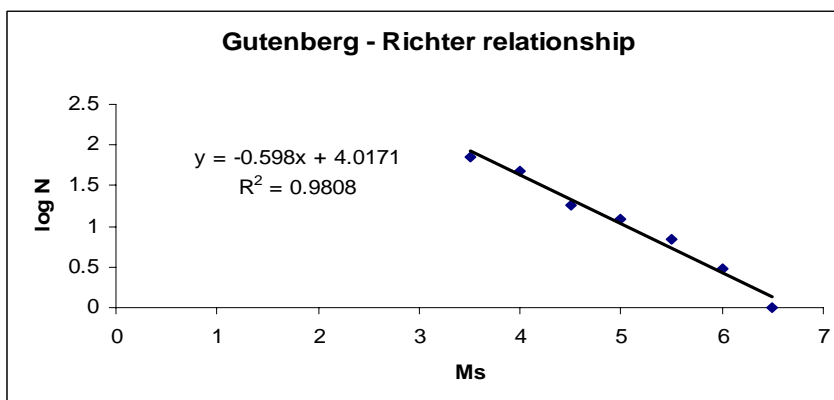
روش کمترین مربعات بدست آمده نشان می دهد. بدین ترتیب رابطه گوتنبرگ- ریشتر برای محدوده اول به صورت زیر به دست می آید.

$$\log N = 4.02 - 0.6M$$

برای بدست آوردن ضرائب گوتنبرگ - ریشتر با استفاده از رابطه فوق مقیاس تمام بزرگی های کاتالوگ را یکسان کرده و سپس مطابق جدول زیر رابطه بین این ضرائب برای ناحیه اول بدست می آید. شکل ۶ نمودار خطی رابطه گوتنبرگ - ریشتر را برای محدوده اول که به

جدول مورد استفاده برای محاسبه ضرائب گوتنبرگ - ریشتر ، محدوده اول

3.5	71	1.8512583
4	48	1.6812412
4.5	18	1.2552725
5	12	1.0791812
5.5	7	0.845098
6	3	0.4771213
6.5	1	0



شکل ۶- نمودار خطی ضرائب گوتنبرگ - ریشتر برای محدوده اول

بدست می آید  $\log N' = 2.12 - 0.6M$  در جدول زیر دوره بازگشت زلزله ها با بزرگی های مختلف محاسبه شده است .

$N$  فراوانی تجمعی زلزله ها با بزرگی مساوی یا بیشتر از  $M$  می باشد. مقدار کم  $b$  نشاندهنده این است که در این منطقه زلزله با بزرگی زیاد به ندرت اتفاق می افتد. با توجه به بازه زمانی ۷۹ سال،  $N'$  فراوانی تجمعی نرمالیزه شده زلزله ها برای یک سال طبق رابطه زیر

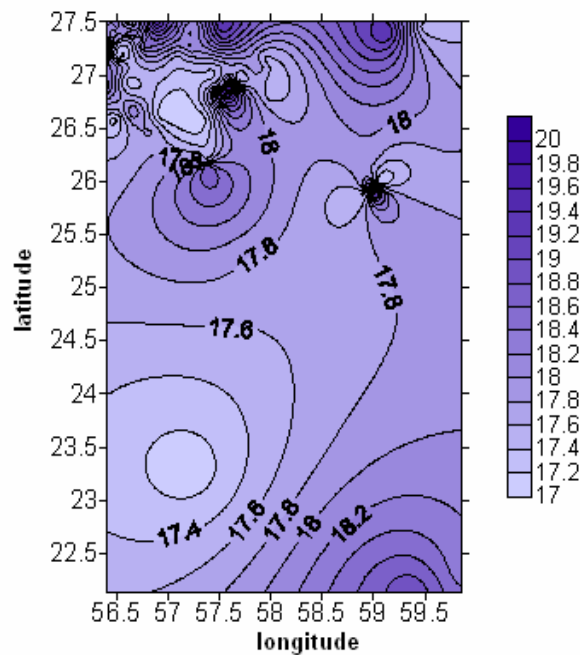
جدول دوره بازگشت زلزله ها با بزرگی های مختلف

بزرگی	LOG(N')	N'	دوره بازگشت
4	-0.27253	0.533916	1.9
4.5	-0.57153	0.268209	3.7
5	-0.87053	0.134733	7.4
5.5	-1.16953	0.067682	14.8
6	-1.46853	0.034	29.4
6.5	-1.76753	0.017079	58.6

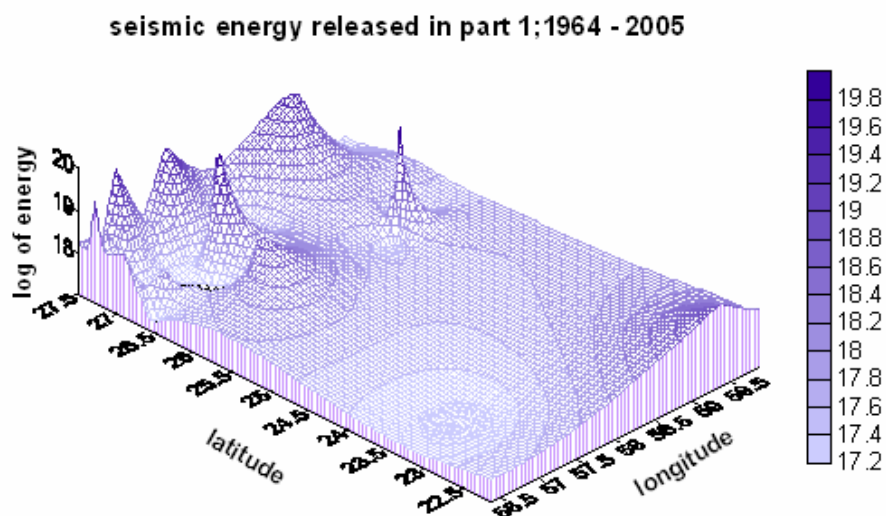
۸ انرژی آزاد شده بیشینه در امتداد عرض جغرافیایی ۲۷/۵ و همچنین نقاط با مختصات عرض ۲۵/۷۵ و طول ۵۹، عرض ۲۲ و طول ۵۹/۲۵ و عرض ۲۶/۷۵ و طول ۵۷/۵ می باشد.

از رابطه بین بزرگی و انرژی، مقادیر انرژی آزاد شده در فاصله زمانی ۱۹۶۴ الی ۲۰۰۵ برای محدوده اول محاسبه و منحنی های هم مقدار دو بعدی و سه بعدی در شکل های ۷ و ۸ نشان داده شده اند. با توجه به شکل های ۷،

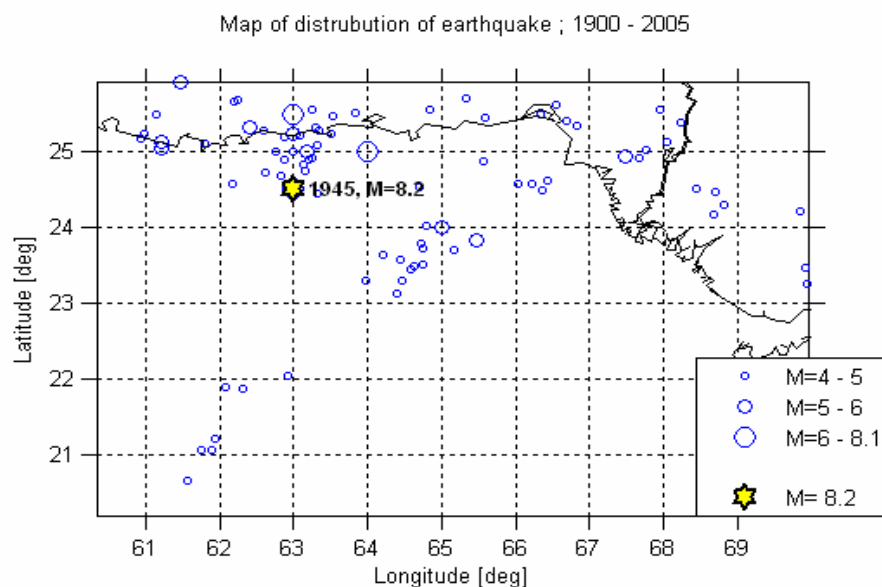
Seismic energy released in part 1; 1964 -2005



شکل ۷- منحنی های انرژی آزاد شده در محدوده اول از سال ۱۹۶۴ تا سال ۲۰۰۵



شکل ۸- نمایش کلی تغییرات سه بعدی انرژی آزاد شده زمین لرزه های منطقه مورد مطالعه در محدوده اول از سال ۱۹۶۴ تا سال ۲۰۰۵ میلادی



شکل ۹- نقشه توزیع جغرافیایی زمینلرزه های رخ داده در محدوده ۲

جاری رابطه بین  $mb$  و  $MS$  به صورت زیر بدست آمده

$$Ms = 1.18mb - 1.32 \quad \text{است:}$$

چگونگی برآزش خط در شکل ۶ نشان داده شده

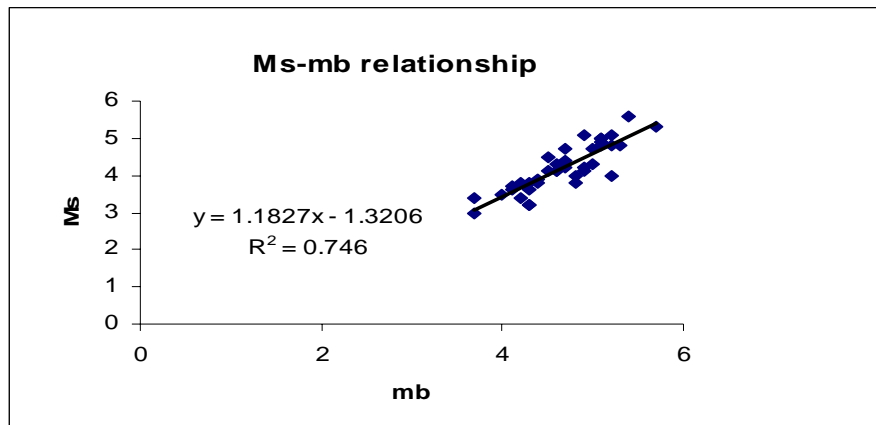
است:

توزیع مکانی زمین لرزه های رخ داده محدوده دوم

به عرض جغرافیایی ۲۰ الی ۲۶ و طول با داشتن مقادیر

بزرگی  $mb$  و  $MS$  زمین لرزه های ثبت شده در قرن

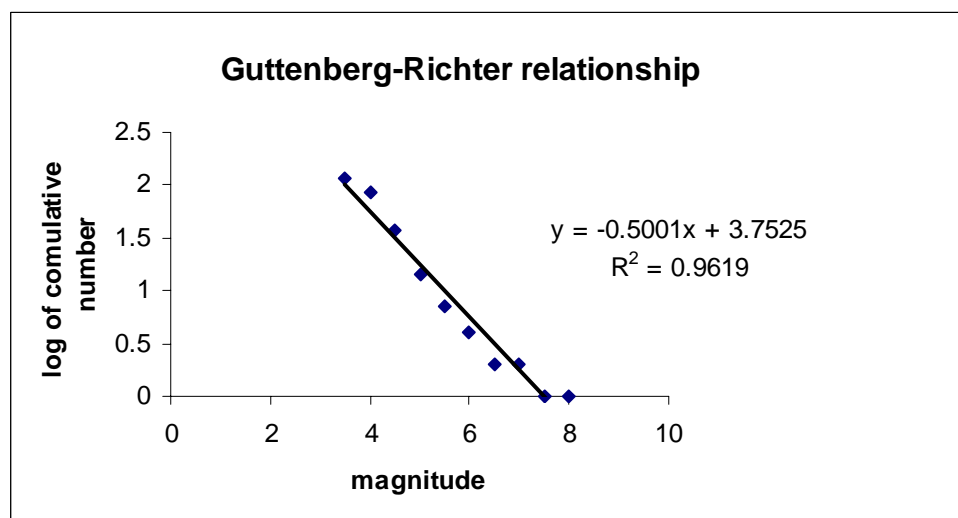


شکل ۱۰- نمودار خطی  $M_S$  بر حسب  $mb$  برای محدوده ۲

پس از بدست آوردن رابطه تبدیل مقیاس به روش مشابه قبلی تمام بزرگی های کاتالوگ یکسان شد و سپس رابطه گوتنبرگ ریشتر مطابق جدول و نمودار زیر برای محدوده دوم بدست آمد.

جدول مورد استفاده برای محاسبه ضرائب گوتنبرگ - ریشتر در محدوده دوم

بزرگی	فراوانی تجمعی	لگاریتم تعداد
3.5	116	2.064458
4	85	1.929419
4.5	38	1.579784
5	14	1.146128
5.5	7	0.845098
6	4	0.60206
6.5	2	0.30103
7	2	0.30103
7.5	1	0
8	1	0



شکل ۱۱- نمودار خطی ضرائب گوتنبرگ - ریشتر برای محدوده دوم

جدول دوره بازگشت زلزله با بزرگی های مختلف  
برای محدوده دوم در زیر آمده است.

که  $N$  معرف فراوانی بزرگی های مساوی و بزرگتر از  
 $M$  می باشد.

$$\log N = 3.75 - 0.50 M$$

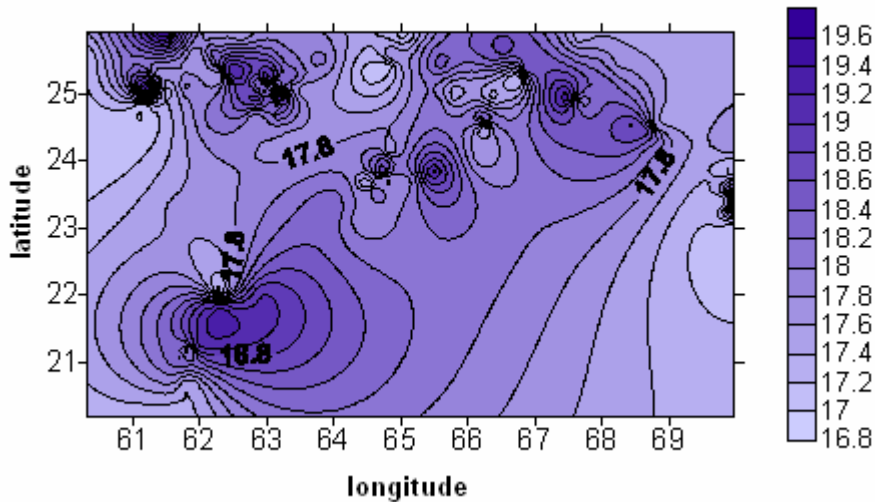
دوره بازگشت زلزله ها با بزرگی های مختلف برای محدوده دوم

بزرگی	$\log(N')$	$N'$	دوره بازگشت بر حسب سال
4	-0.11122	0.774064	1.3
4.5	-0.36127	0.435238	2.3
5	-0.61132	0.244724	4.1
5.5	-0.86137	0.137603	7.3
6	-1.11142	0.077371	12.9
6.5	-1.36147	0.043504	23.0
7	-1.61152	0.024461	40.9
7.5	-1.86157	0.013754	72.7
8	-2.11162	0.007734	129.3

مقادیر بیشینه انرژی در محدوده زون فرورانش مکران و  
زون شکستی آون مشاهده می شود.

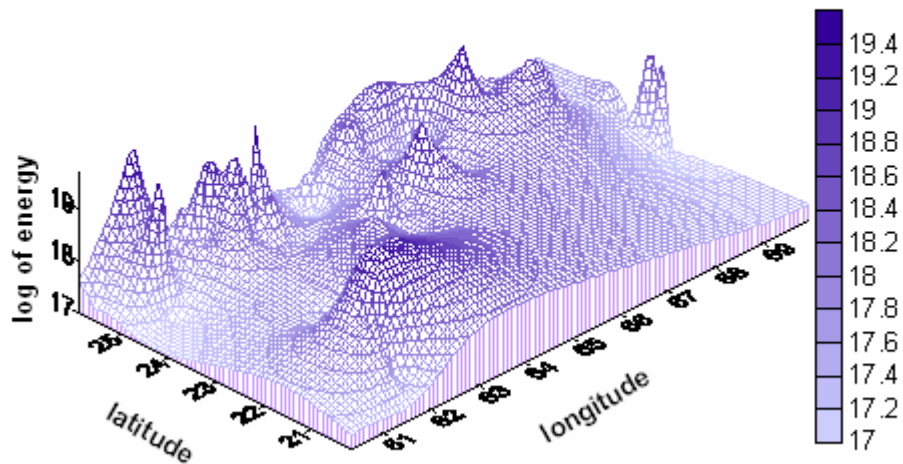
که  $N$  معرف فراوانی نرمال شده زلزله با بزرگی های  
مختلف است و بازه زمانی ۷۳ سال می باشد  
در ارتباط با انرژی لرزه ای آزاد شده در محدوده دوم  
، نمودارهای ۱۲ و ۱۳ مانند حالت قبلی رسم شده اند.

seismic energy released in part 2; 1964 - 2005



شکل ۱۲ منحنی های انرژی آزاد شده در محدوده دوم از سال ۱۹۶۴ تا ۲۰۰۵ میلادی

## seismic energy released in part 2; 1964 - 2005



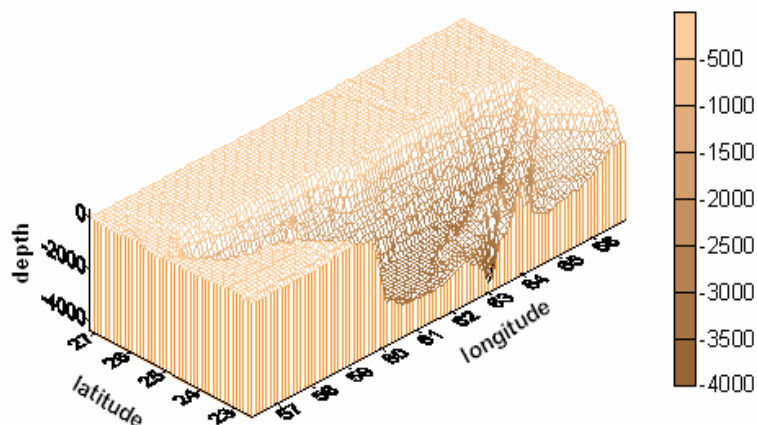
شکل ۱۳ نمایش کلی تغییرات انرژی آزاد شده زمین لرزه های محدوده دوم از سال ۱۹۳۲ تا سال ۲۰۰۵ میلادی

مرکز ملی اقیانوس شناسی دو نقشه زیر در ارتباط با توپوگرافی کف و شیب حوضه رسوبگذاری تهیه شده اند. در شکل های ۱۴ و ۱۵ وضعیت نقاط مختلف دریای عمان از نظر عمق از سطح آب به کمک داده های گرفته شده از سازمان اقیانوس شناسی مشخص شده است.

## توپوگرافی دریای عمان

این دریا نسبتاً عمیق بوده و عمق آن به ۳۵۰۰ متر می رسد و در حوالی غرب از ژرفای آن کاسته شده و در تنگه هرمز به ۷۳ متر می رسد. عمق این دریا در اطراف چابهار ۳۳۹۸ متر می باشد. به کمک داده های عمقی از

## Topography of Oman basine

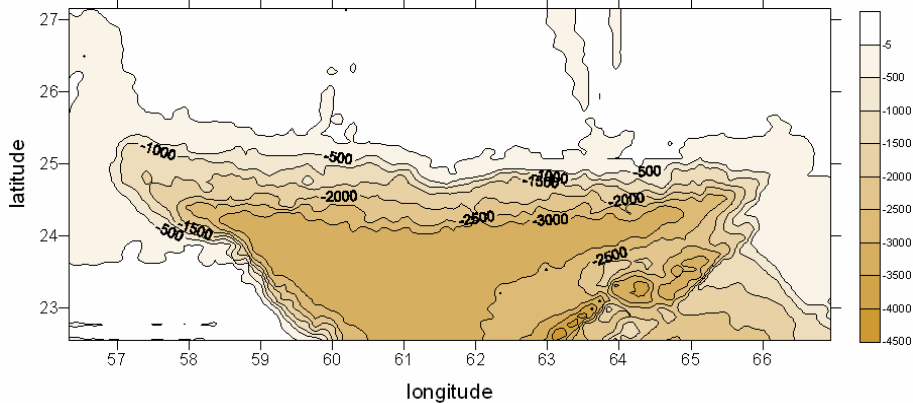


شکل ۱۴- نمایش توپوگرافی دریای عمان

لغزش لایه ها در حوضه های رسوبگذاری می تواند باعث ایجاد سونامی شود، از این نظر در مناطق ذکر شده امکان بروز سونامی وجود دارد ولی این مسئله نیاز به مطالعه بیشتر دارد.

شکل ۱۵ نشان می دهد که منحنی های هم عمق در سواحل شمال شرقی، غرب و جنوب غربی فشرده تر می باشند و دلالت بر این است که در این مناطق شیب دیواره حوضه رسوبگذاری زیاد است. با توجه به اینکه

Contour map of depth in Oman see



شکل ۱۵- منحنی های هم عمق در دریای عمان

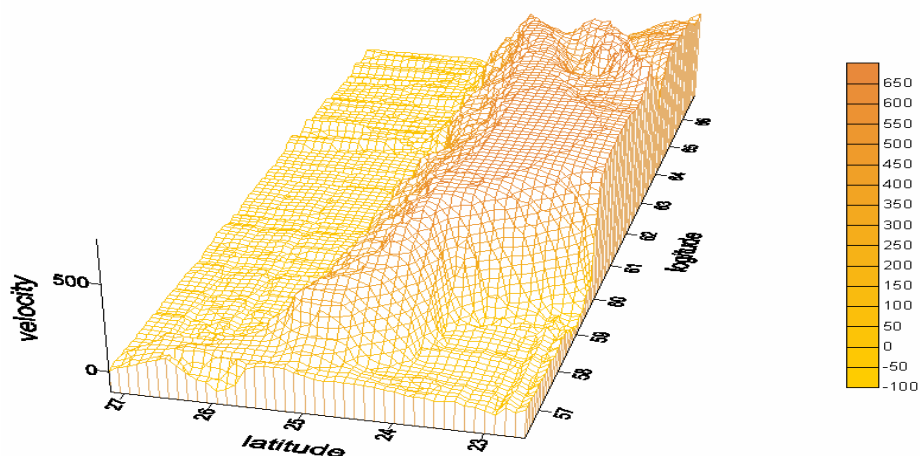
که  $d$  عمق و  $c$  سرعت سونامی و  $g$  شتاب گرانش می باشند. به کمک رابطه فوق سرعت سونامی در نقاط مختلف دریای عمان به طور تقریبی بر آورد گردیده است. شکل ۱۶ تغییرات سه بعدی سرعت در محدوده دریای عمان را نشان می دهد. همانطور که در شکل آمده است، سرعت امواج سونامی در محدوده عرض جغرافیایی بین ۲۳ الی ۲۵/۵ به حداکثر حدود ۵۰۰ کیلومتر در ساعت می رسد.

محاسبه سرعت سونامی در عمقهای مختلف دریای عمان:

رابطه زیر بستگی سرعت سونامی با جذر عمق، به شرط اینکه طول موج خیلی بزرگتر از عمق باشد (نقاط کم عمق) را نشان می دهد.

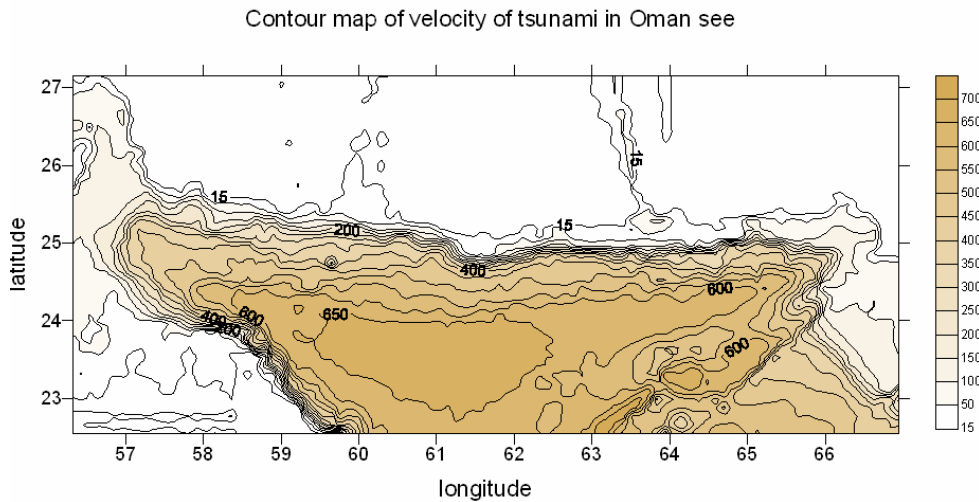
$$c = \sqrt{gd}$$

velocity map of Tsunami in Oman see



شکل ۱۶- تغییرات سه بعدی سرعت در محدوده دریای عمان. محورهای افقی طول و عرض جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و محور قائم سرعت را بر حسب کیلومتر بر ساعت نشان می دهد

در شکل ۱۷ منحنی های هم سرعت سونامی در محدوده دریای عمان آمده است



شکل ۱۷- نقشه منحنی های هم سرعت سونامی در محدوده دریای عمان

از ضریب تکتونیکی در محدوده دوم است ( $b1 > b2$ ). یعنی نسبت زلزله های کوچک به بزرگ در محدوده اول بیشتر از نسبت زلزله های کوچک به بزرگ در محدوده دوم است. در محدوده اول فعالیت لرزه خیزی زاگرس بیشتر بصورت رویداد زلزله های کوچک است و تعداد زلزله های بزرگ آن کم می باشد. به بیان دیگر در محدوده دوم رویداد زلزله های بزرگ نسبت به زلزله های کوچک آن بیشتر از همین نسبت در محدوده اول است. تقسیم منطقه مورد مطالعه به دو محدوده به دلیل همین تفاوت در لرزه خیزی بوده است. برای محاسبه دوره بازگشت هر زلزله در دریای عمان باید هر دو محدوده را با هم در نظر گرفت. به عنوان مثال دوره بازگشت زلزله با بزرگی ۸ درجه در مقیاس امواج سطحی در محدوده اول،  $476/2$  سال و در محدوده دوم،  $129/3$  سال می باشد که باید میانگین گرفت و حاصل را تقسیم بر دو کرد که تقریباً معادل  $302$  سال می شود. یعنی دوره بازگشت زلزله با بزرگی ۸ درجه در دریای عمان  $302$  سال می باشد. اما برای محاسبه دوره بازگشت سونامی باید به عوامل دیگری نظیر سونامی های بوجود آمده به دلیل زلزله های غیر محلی، برخورد شهاب سنگها، انفجارات هسته ای و لغزش سواحل نیز توجه داشت. نرخ کاهش سرعت در نواحی مجاور به ساحل زیاد است. همین مسئله باعث

با توجه به شکل ۱۷، نرخ کاهش سرعت در نواحی مجاور به ساحل زیاد است. همین مسئله باعث می شود که امواج سونامی به هم رسیده، اثر هم را تقویت کنند و ارتفاع آب هنگام رسیدن به ساحل افزایش یابد. این در حالی است که امواج سونامی در نقاط با عمق زیاد (سرعت زیاد) به دلیل ارتفاع کم احساس نمی شوند.

#### بحث و نتیجه گیری

وقوع سونامی در دریای عمان امکان پذیر است. زیرا اولاً دریای عمان یک دریای باز است و سونامی در اقیانوس شکل می گیرد. ثانیاً در محدوده این دریا زون فرورانش مکران و زون شکستی آن قرار دارد. با نگاهی به نمودارهای توزیع انرژی، می توان دریافت که بیشترین انرژی آزاد شده همانگونه که انتظار می رود در محل برخورد صفحات یعنی زون فرورانش مکران و در امتداد زون شکستی آن می باشد. کوچک بودن ضرائب گوتنبرگ- ریشتر در هر دو محدوده دلیل بر خطرناک بودن منطقه دریای عمان است. یعنی نسبت زلزله های کوچک به بزرگ در منطقه کم می باشد. این واقعیت باعث می شود که مردم از آگاهی و آمادگی کمتری برخوردار باشند. ضریب تکتونیکی در محدوده اول بزرگتر

## منابع:

- می شود که امواج سونامی به هم رسیده ، اثر هم تقویت کنند و ارتفاع آب هنگام رسیدن به ساحل افزایش یابد. این در حالی است که امواج سونامی در نقاط با عمق زیاد (سرعت زیاد) به دلیل ارتفاع کم احساس نمی شوند. بنابراین در صورت وقوع سونامی، در سواحل شمال شرقی، غرب و جنوب غربی به علت کاهش شدیدتر عمق، منحنی های هم سرعت به هم نزدیک ترند، لذا با ارتفاع بیشتر امواج سونامی مواجه خواهیم بود. از طرفی به علت عمق کم دریا در حوالی تنگه هرمز در محدوده اول ، زلزله های این محدوده نمی توانند سونامی قابل توجهی ایجاد کنند. زیرا موج سونامی یک موج گرانی (جاذبه ای) است و بزرگی آن به وزن و در نتیجه حجم آب جابجا شده در بالای کانون زلزله بستگی دارد. بر اساس محاسبات و نمودارهای سرعت و عمق می توان نتیجه گرفت که نرخ تغییرات عمق و سرعت در سواحل شمال شرقی، غرب و جنوب غربی بیشتر از مناطق دیگر می باشد. یعنی شیب دیواره رسوبگذاری و در نتیجه احتمال لغزش سواحل در این مناطق بیشتر است. در گذشته نیز در سونامی ۱۹۴۵ میلادی قسمتی از خشکی در ناحیه شمال شرقی به علت لغزش ساحل در آب فرو رفت. با توجه به سونامی های تاریخی مکران از جمله سونامی ۲۷ نوامبر ۱۹۴۵ که منجر به کشته شدن ۴۰۰۰ تن گردید و همچنین محاسبه دوره بازگشت، وقوع و تکرار این سونامی محتمل می باشد. در صورت بروز سونامی محلی در دریای عمان با توجه به رشد جمعیت احتمالاً رقم کشته شدگان بیشتر خواهد شد. لذا منطقه باید با دقت مورد بررسی قرار گیرد. نیاز مبرم منطقه دریای عمان به سیستم های هشدار سونامی و یک سازمان مستقل جهت آموزش عمومی در جهت مقابله با سونامی، هشدار به موقع و امداد و نجات حس می شود. جلوگیری از ساخت و ساز در سواحل با ارتفاع کمتر از ۲۰۰ متر و همچنین آشنایی مردم با چگونگی عملکرد سونامی از عوامل دیگری هستند که می تواند در کاهش تلفات و خسارات ناشی از سونامی مؤثر باشند.
- چگینی ، و. تابستان ۱۳۷۷. جلد ۱ از مجموعه کتابهای مهندسی دریا - نظریه های موج - شرکت جهاد تحقیقات آب و آبخیزداری .
  - مشیری، م.ح. فروردین ۱۳۸۴ - سونامی در خلیج فارس - ماهنامه علمی و فنی سازمان نقشه برداری کشور - سال شانزدهم .
  - والاس، ت.س. ۱۳۸۱- لرزه شناسی مدرن جهانی - انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۳۴۰.
  - گزارش زمین شناسی ناحیه شماره یک- پروژه شرق ایران- شمال مکران -جنوب بلوچستان ۱۳۶۹-۱۳۵۷
  - Ambraseys, N. N., and Melville C. P., A history of Persian earthquakes, Cambridge university press, 1982.