

## تهیه ی طیف ویژه ی ساختگاه برای شهر گرمی

بهزاد نیک فال<sup>۱</sup>، سید عباس حسینی<sup>۲</sup>، پرویز احدی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد عمران دانشگاه آزاد واحد گرمی (نویسنده مسئول)

<sup>۲</sup> استاد یار گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمی

<sup>۳</sup> استاد یار گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمی

### چکیده

هدف این تحقیق تهیه ی طیف ویژه ی ساختگاه شهر گرمی است. شهر گرمی در شمال غرب ایران بر روی مدار ۳۹،۰۱ شمالی و ۴۸،۰۴ شرقی واقع شده است. با توجه به مجاورت گسل تالش (۲۵ کیلومتری شرق) و گسل مغان (۲۸ کیلومتری شمال) و آسیب هایی که از زمین لرزه های شدید در آن مشاهده شده است (مغان ۱۸۶۲ با بزرگای ۶،۱، گرمی ۱۹۲۴ با بزرگای ۶،۸ و یاردیملی ۱۹۹۸ با بزرگای ۶،۰) لازم است تا طیف ویژه ساختگاه این منطقه به منظور به روز کردن آیین نامه ها تهیه گردد. در این مطالعه با توجه به اینکه گسل تالش (فاصله ۲۵ کیلومتری شرق گرمی و پتانسیل ایجاد زمینلرزه با بزرگای ۶،۷۳) توان ایجاد بیشینه شتاب زمین ۰،۳۶۹g در دوره بازگشت ۴۷۵ سال را دارد، بعنوان گسل طرح برای تهیه شتابنگاشت انتخاب شد.

**واژه های کلیدی:** طیف ویژه ساختگاه، شتابنگاشت، روابط کاهندگی، گرمی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

## ۱. مقدمه

زمین ساخت صفحه ای، یک چارچوب کلی برای درک نحوه ی توزیع لرزه خیزی، ایجاد آتشفشان و کوه زایی در سطح جهانی ارائه می کند. این پدیده عمدتاً در ارتباط با اندرکنش لبه ی صفحات است.

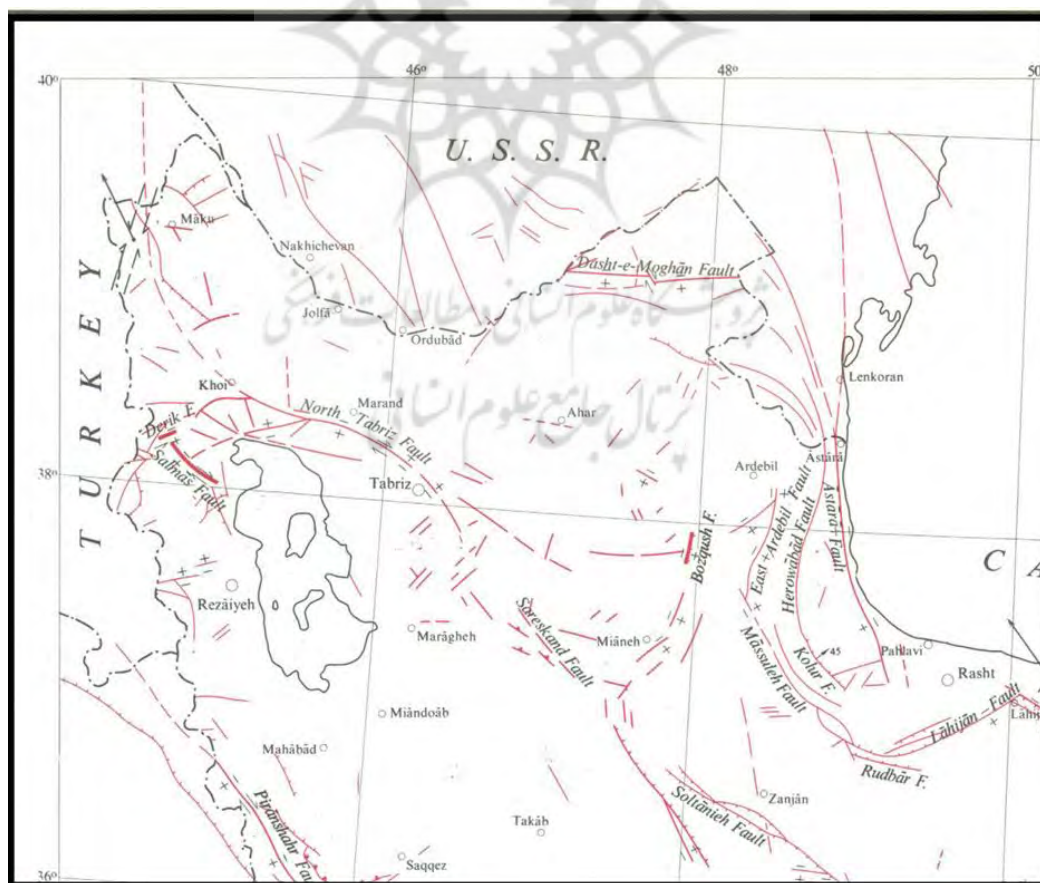
مکانیسم مبنای زمین ساخته صفحه ای باید نحوه تولید انرژی برای تولید زلزله، آتشفشان و کوهزایی را ارائه کند. تنها منبع انرژی حرارت درون زمین است که ناشی از فروپاشی ایزوتوپهای رادیواکتیو  $^{238}\text{U}$ ،  $^{235}\text{U}$ ،  $^{40}\text{K}$  و  $^{232}\text{Th}$  است. یک تخمین دقیق از میزان حرارت درونی زمین اندازه گیری حرارت تابشی سطحی زمین است. انرژی که در ارتباط با لرزه خیزی، ایجاد آتشفشان و کوهزایی است، ۱٪ گرمای تابشی سطح زمین است.

گرما بوسیله همرفت حرارتی می تواند مستقیماً به حرکت تبدیل شود. یک لایه سیال افقی در یک میدان گرانشی را در نظر بگیرید که از زیر گرم شده و از بالا خنک می شود. سیال خنک نزدیک مرز بالا سنگینتر از لایه سیال گرم است. نیروهای شناوری باعث پایین آمدن سیال خنک و جایگزین شدن با لایه سیال گرم می شود. این اتفاق در لایه لیتوسفر اتفاق می افتد و باعث حرکات زمین ساخت صفحه ای می شود. [۱]

## ۲. نقشه گسلهای ایران-بربریان [۲]:

شهر گرمی روی مدار  $39^{\circ}01'$  شمالی و  $48^{\circ}04'$  شرقی واقع شده است و گسلهای فعالی مانند گسل تالش (آستارا) همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است پهنه بندی لرزه ای خطرناکی بوجود آورده است:

شکل ۱-نقشه گسلهای منطقه آذربایجان



## ۳. تعیین بزرگای ماکسیمم به روش تعینی (DSHA)

مهمترین مشخصه ی توان لرزه زایی هر گسل طول آن است. روابط تجربی زیادی برای ارتباط دادن بزرگا با پارامتر های مختلف گسل توسعه داده شده است  
بمنظور تعیین بزرگای حداکثر گسلها، از روابطی که حداکثر بزرگا را از روی طول گسل نتیجه می دهد استفاده می شود. مقدار بزرگای ماکسیمم با استفاده از رابطه Wells&Coppersmith (۱۹۹۴) که به تفکیک نوع گسل می باشد، محاسبه شده است که به قرار زیر ارائه می شود [۳]:

جدول ۱- پارامترهای تعیین بزرگای ماکسیمم گسلها از رابطه ی Wells&Coppersmith

Equation*	Slip Type†	Number of Events	Coefficients and Standard Errors	
			a(sa)	b(sb)
$M = a + b * \log (SRL)$	SS	43	5.16(0.13)	1.12(0.08)
	R	19	5.00(0.22)	1.22(0.16)
	N	15	4.86(0.34)	1.32(0.26)
	All	77	5.08(0.10)	1.16(0.07)

رابطه کاهندگی برای منطقه آذربایجان - اکبرزاده [۴]:

جدول ۲- ضرائب رابطه کاهندگی اکبرزاده ۲۰۱۵

$\text{Log(PSA)} = C_1 + C_2(M - 6) + C_3(M - 6)^2 + (-0.88 + 0.088M)\text{LogR} + C_4R + \delta$ $R = (R_{jb}^2 + \Delta^2)^{0.5}$ $\Delta = 3.82 - 0.42M,$					
<b>Period</b>	<b>C<sub>1</sub></b>	<b>C<sub>2</sub></b>	<b>C<sub>3</sub></b>	<b>C<sub>4</sub></b>	<b>σ</b>
<b>PGA</b>	2.62	0.35	-0.1	-0.0078	0.35

با استفاده از روابط بالا بیشینه شتاب زمین در مرکز سطح شهر گرمی را نسبت به گسلهای منطقه محاسبه می کنیم. با توجه به جدول زیر گسل طرح برای محاسبه طیف ویژه ساختگاه، گسل تالش خواهد بود:

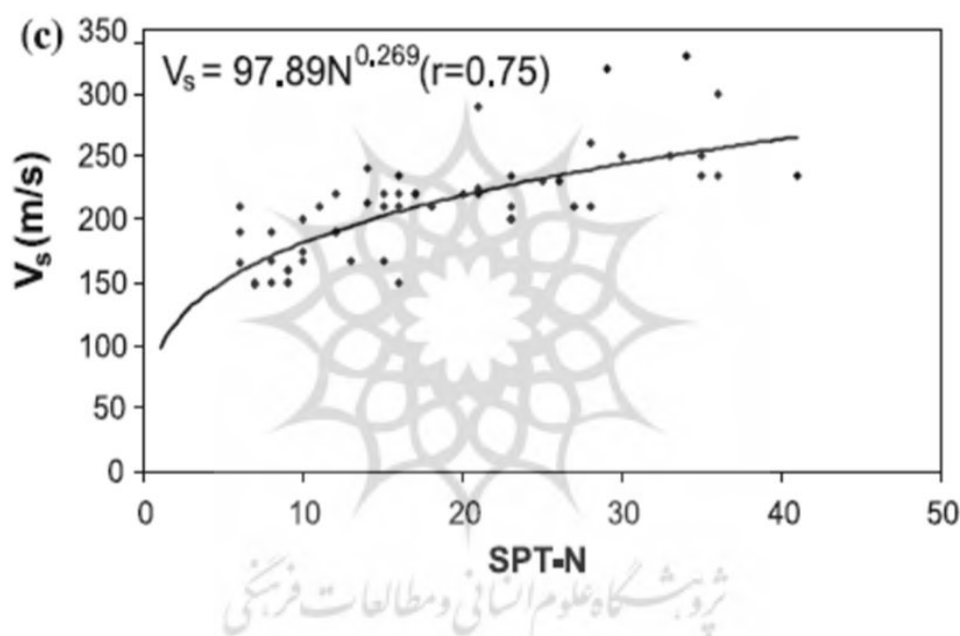
جدول ۳- PGA گسلهای منطقه با استفاده از روش تعینی

Fault Name	Tal.	Boz.	Moq.	Qosh.	Casp.	Kur.	Cau.
Magnitude	6.73	6.59	6.33	7.01	6.93	6.81	6.81
Distance	25.5	92	25	123	93	83	143
Max PGA	0.369	0.049	0.276	0.075	0.074	0.166	0.056

## ۴. تعیین نوع خاک ساختگاه شهر گرمی

اثرات جنبش زمین بر روی ساختگاه وابستگی زیادی به بافت زمین در اعماق ساختگاه دارد. در تهیه روابط کاهندگی از فاکتور سرعت موج برشی استفاده می شود. با توجه به عدم وجود داده مستقیم مربوط به سرعت موج برشی در شهر گرمی، در این تحقیق تلاش کردیم از روابط تجربی تبدیل نتایج آزمایش نفوذ استاندارد به سرعت موج برشی استفاده کنیم. دلیل وابستگی هر دو پارامتر SPT و  $V_s$  به چگالی، درصد رطوبت، میزان تراکم خاک و عمق، همبستگی زیادی بین این دو پارامتر وجود دارد. علاوه بر این با توجه به مزیت های (SPT) نیاز به تجهیزات ساده، ارزان بودن، وابستگی روابط و محاسبات مهندسی به نتایج (SPT)، محققین زیادی ارتباط این دو پارامتر را برای خاک های ریزدانه و درشت دانه و یا برای تمام خاک ها بررسی کرده اند. روابط حاصله معمولاً از فرم توانی و نمایی تبعیت می کنند. روابط ارائه شده دلیل سن و تاریخچه زمین شناسی و نوع خاک مورد مطالعه، متغیر هستند. از این رو بایستی برای هر منطقه رابطه خاص آن منطقه را برای پیش بینی سرعت موج برشی استفاده می شود. [۵]

نمودار ۱- رابطه آزمایش نفوذ استاندارد و سرعت موج برشی



جدول ۴- نتایج SPT و Vs نقاط مختلف شهر گرمی

نام محل	پزشکی قانونی	مصلی	هلال احمر	ساختمان ورزشی	ثبت اسناد	زندان	شهرک صنعتی	دانشگاه آزاد
UTM e	۲۴۳۰۹۶	۲۴۵۳۶۸	۲۴۶۸۶۶	۲۴۲۷۴۱	۲۴۷۲۵۶	۲۴۲۴۸۱	۲۴۵۰۱۰	۲۴۲۷۱۵
UTM n	۴۳۲۸۶۱۹	۴۳۲۶۴۴۲	۴۳۲۵۴۰۰	۴۳۲۹۱۱۳	۴۳۲۴۸۰۳	۴۳۲۸۹۴۷	۴۳۲۷۵۴۸	۴۳۲۸۸۴۱
Av. N	۴۱	۳۹	۴۴	۴۹	۴۴	۱۵	۳۵	۳۹
Vs ۳۰	۲۹۲	۲۱۰	۲۵۱	۲۹۲	۲۹۷	۲۰۳	۲۵۵	۲۶۲

با توجه به اینکه مقدار سرعت موج برشی بر اساس گمانه های آزمایش SPT ما بین ۲۰۰-۳۰۰ متر بر ثانیه بوده است بنابراین این مورد باید در تعیین ضرایب رابطه کاهندگی مد نظر قرار گیرد.

## ۵. تهیه ی طیف ویژه ی ساختگاه با تحلیل های آماری رکورد زلزله های مختلف:

این روش توسط kimball و USNRC ارائه شده است که شامل انجام تحلیل های آماری روی یک دسته از رکوردهای حرکت زمین که بزرگی ها و فاصله ی مشابه با زلزله ی طرح دارند، می باشد. برای بدست آوردن طیف از این روش، سه مرحله دنبال می شود:

## انتخاب رکوردها

برای انتخاب رکوردها، پارامترهای فاصله و بزرگی زلزله ی طرح و نزدیکی این پارامترها در رکوردهای انتخابی با مشخصات زلزله ی طرح در نظر گرفته شده است. با توجه به بند ۲-۵-۳ و ۲-۴-۳، استاندارد ۲۸۰۰، هفت شتابنگاشت که از سایت ، PEER بر اساس نوع خاک ساختگاه و فاصله گسل انتخاب شده است، در جدول ۴ ارائه شده است.

## اصلاح رکوردها

M و R رکوردهای انتخاب شده، بخاطر تفاوتی که با مشخصات زلزله ی طرح دارند، بایستی اصلاح شوند. بدین منظور از رابطه کاهندگی اکبرزاده استفاده خواهیم کرد.

$$\text{PGA scaling factor} = \frac{\text{PGA design earthquake}}{\text{PGA typical earthquake}} \quad (1)$$

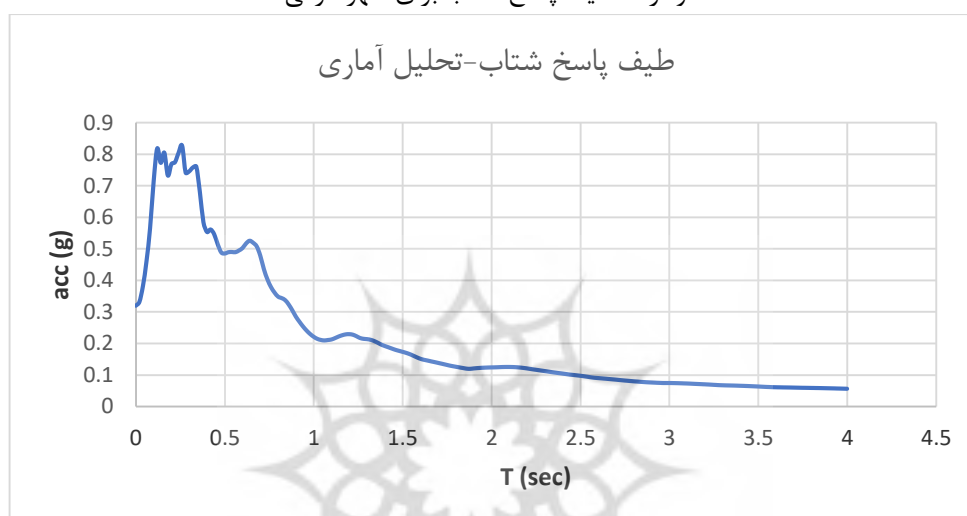
جدول ۵- زلزله های

Earthquake Name	Year	Magnitude	Duration	Mechanism	R (km)	Vs30	Scaled
"Imperial Valley- ۰۶□	۱۹۷۹	۶.۵۳	۵۱.۴	strike slip	۲۲.۰۳	۲۴۲.۰۵	۰.۸۳
"Superstition Hills- ۰۲□	۱۹۸۷	۶.۵۴	۱۳.۳	strike slip	۲۲.۲۵	۳۱۶.۶۴	۰.۶۶
"Northridge-01"	۱۹۹۴	۶.۶۹	۱۲	Reverse	۱۹.۷۳	۳۱۶.۴۶	۰.۶۹
"Kobe_ Japan"	۱۹۹۵	۶.۹	۱۳.۲	strike slip	۲۲.۵	۳۱۲	۰.۸۶
"Niigata_ Japan"	۲۰۰۴	۶.۶۳	۱۵.۷	Reverse	۱۷.۵۷	۱۹۳.۲	۰.۶۴
"Chuetsu-oki_ Japan"	۲۰۰۷	۶.۸	۳۲.۱	Reverse	۲۰.۴۴	۲۶۱.۵۵	۰.۷۵
"Iwate_ Japan"	۲۰۰۸	۶.۹	۳۰.۸	Reverse	۲۰.۴۷	۲۶۴.۴۸	۰.۷۴

## ترسیم نمودار طیف

پس از اصلاح شتابنگاشت ها و مقیاس نمودن آن، طیفهای الاستیک هر شتابنگاشت با نرم افزار Seismosignal محاسبه می شود. بدین ترتیب طیف پاسخ شتاب، بر اساس تحلیل های آماری روی طیف های پاسخ اصلاح شده بدست می آید.

## نمودار ۲- طیف پاسخ شتاب برای شهر گرمی



## ۶. نتیجه گیری:

بررسی طیف های خطر یکنواخت نشان می دهد، شتاب طیفی افقی در پریود ۰٫۱ الی ۰٫۲ برای DBL بیشترین مقدار را دارا است. البته می بایست ضوابط حداقلی آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ را برآورده سازد. طبق ضابطه ۲-۵-۲ آیین نامه زلزله ۲۸۰۰، مقادیر طیف ویژه ساختگاه نباید کمتر از ۰٫۸۰ مقادیر طیف طرح استاندارد اختیار شود.

۱. Donald L. Turcotte, (2014), Geodynamics THIRD EDITION, Pp.164
۲. Berberian, M., 1976, "Generalized Fault Map of Iran 1:5,000,000", Geological Survey of Iran, Report No. 39
۳. Donald L. Wells and Kevin J. Coppersmith, (1994), Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 84, No. 4, Pp.990

۴. اکبرزاده، ۱۳۹۴، رابطه کاهندگی بیشینه شتاب طیفی افقی ، ص ۸۴

۵. Hasancebi Nilsun, (2006), Empirical correlations between shear wave velocity and penetration resistance for ground shaking assessments, Pp.207

