

تعیین پارامترهای لرزه خیزی جهت طراحی مقاوم تونل ذاکر

نازنین سادات هاشمی نسب^{۱*}، مهدی تلخابلو^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، ایران

۲- عضو هیات علمی گروه زمین شناسی دانشگاه خوارزمی تهران، ایران

NHASHEMINASAB@YMAIL.COM

چکیده

در این مقاله به بررسی لرزه خیزی-لرزه زمین ساخت و تحلیل خطر زمینلرزه و پارامترهای لرزه ای مورد نیاز طراحی تونل محور ذاکر- سرخه دیزج واقع در استان زنجان پرداخته شده است. مختصات جغرافیایی تونل N ۳۶/۶۹ و E ۴۸/۷۳ می باشد. در این نوشتار گسلهای موجود تا شعاع ۲۰۰ کیلومتری ساختگاه تونل و توان لرزه ای آنها و نیز ویژگیهای لرزه خیزی و برآورد پارامترهای لرزه مورد بحث و بررسی واقع شده است. در نهایت تحلیل خطر زلزله با استفاده از روش احتمالی و نیز استفاده از نرم افزار کیکو ۲۰۰۰ برای شبکه ای از نقاط با فاصله ۰/۲ درجه صورت گرفته است. بیشینه شتاب افقی با توجه به نقشه پهنه بندی لرزه ای گستره مورد مطالعه برای ۵۰ سال و با احتمال ۶۴٪ و ۵۰٪ و ۱۰٪ و ۵٪ با استفاده از رابطه کاهندگی آمبرسیز و داگلاس (۲۰۰۳) و نیز رابطه اتکینسون (۱۹۹۷) به ترتیب معادل ۰/۱۵ و ۰/۱۸ و ۰/۳۵ و ۰/۴۵ گال برآورد شده است.

کلمات کلیدی: لرزه خیزی، تحلیل خطر، بیشینه شتاب افقی، تونل ذاکر- سرخه دیزج.

۱- مقدمه

پروژه تونل راه گردنه قراول، بخشی از طرح اتصال جاده های استان های آذربایجان غربی، کردستان، کرمانشاه و زنجان به استان گیلان (بناب-گیلوان-منجیل) می باشد که در کیلومتر ۱۰۷+۱۴ آن تونل با مقطع نعل اسبی به طول حدود ۵۲۰ متر با شیب طولی حدود ۱/۷ درصد احداث خواهد شد. مسیر فعلی دارای شیب و فراز و قوس های افقی برگشتی غیرمتعارف (غیر استاندارد) بسیار می باشد؛ بهمین سبب وسایط نقلیه ای که از مبادی غربی کشور، قصد عزیمت به استان گیلان (و بالعکس) را دارند، مسیر زنجان به قزوین و قزوین به منجیل را انتخاب می کنند که مسیری است با طولی نزدیک به ۲۶۰ کیلومتر؛ در صورتیکه فاصله بناب تا منجیل از طریق مسیر مورد مطالعه، حداکثر برابر با ۱۰۰ کیلومتر خواهد شد. مختصات جغرافیایی این تونل N ۳۶/۶۹ و E ۴۸/۷۳ می باشد با توجه به اهمیت احداث این تونل در مسیر مذکور، جهت طراحی و نگهداری بهینه آن نیاز به بررسی پارامترهای لرزه خیزی، تعیین بیشینه بزرگا و شتاب زمین ناشی از زلزله های محتمل در محدوده ساختگاه تونل می باشد.

۲- زمین ساخت منطقه

محدوده مورد مطالعه بر اساس بررسی تقسیم بندیهای موجود، استان های لرزه زمینساخت اصلی مورد توجه، البرز شرقی و ایران مرکزی می باشد که استان لرزه زمین ساخت البرز به دلیل دارا بودن لرزه خیزی بالا، بر تونل ذاکر - سرخه دیزج تاثیر گذار خواهد بود.

واحد زمین شناسی البرز به صورت یک تاقدیس مرکب در حاشیه شمالی ایران مرکزی با امتداد کلی خاوری- باختری از آذربایجان تا خراسان ادامه دارد. وضعیت ساختاری البرز به گونه ای است که در قسمت جنوب توسط گسل مشا (بربریان ۱۹۸۳)،

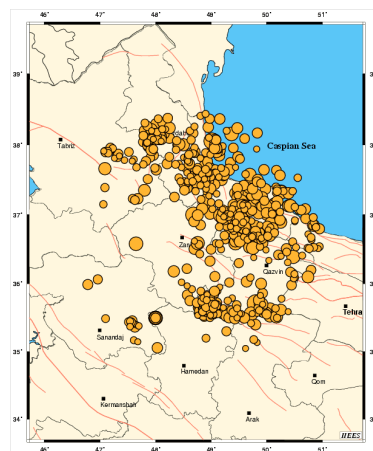
گسل شمال تهران (چالنگو و همکاران ۱۹۸۴)، و گسل سمنان از ایران مرکزی جدا میشود. مرز شمالی این ایالت ساختاری گسل معکوس خزر است. مرز باختری آن در طول گسل لاهیجان از کوههای طالش جدا میشود و مرز خاوری آن هم به صورت نامشخص در ارتباط با کپه داغ و بینالود می باشد. در زمین ساخت جنبای فلات ایران، دگرشکلی رشته کوه البرز محصول یک تفکیک کرنشی است که بواسطه کوتاه شدگی مایل این پهنه رخ می دهد (بربریان و یتس ۱۹۹۹). این کرنش سبب حاکم شدن سازوکار امتداد لغز و معکوس در گسل های این منطقه شده است. محدوده تونل ذاکر - سرخه دیزج در جنوب باختری بخش البرز باختری - آذربایجان قرار میگیرد. (شکل ۱)



شکل (۱): موقعیت واحد های زمینساختی البرز (لیبریس و منبی، ۱۹۹۹)

۳- لرزه خیزی منطقه

قبل از آنکه به تحلیل خطر زلزله پردازیم، بزرگترین زمین لرزه های پیش آمده در اطراف محل تونل را بررسی می کنیم تا بیشینه لرزه خیزی تا حدودی مشخص گردد. مراکز سطحی زمینلرزه های مهم اطراف گزینه و گسلهای تاثیر گذار تا شعاع ۲۰۰ کیلومتری سایت در نقشه (۱) مشخص شده اند.



نقشه (۱): رومرکز زمینلرزه های قرن بیستم گستره تونل ذاکر - سرخه دیزج تا شعاع ۲۰۰ کیلومتری (استخراج شده از کاتالوگ IIEES)

بر اساس اطلاعات زمین لرزه های ایران، نوروزی (۱۹۸۵) رابطه ای را بین طول گسیختگی و بزرگای ارائه داده است و نیز بر پایه تمامی داده های جهان و از جمله ایران ولز و کاپر اسمیت (۱۹۹۴) رابطه های تجربی بین تمامی درازای گسل ها و بزرگی زمین لرزه ها برقرار کردند. بر اساس همبستگی نمائی مابین طول گسیختگی مربوط به ۲۲ گسل لرزه زای ایران زارع (۱۹۹۹) نیز رابطه ای را برای محاسبه طول گسیختگی گسلی (در سطح زمین) ارایه کرده است. در جدول (۱) بزرگای تجربی محاسبه شده برای گسل های موجود در گستره طرح آورده شده است. برای هر کدام از این گسل ها، حداکثر توان لرزه زایی با استفاده از روابط تجربی فوق محاسبه گردیده است. هر کدام از این مقادیر که خطر لرزه ای بیشتری را برای سازه مشخص نمایند از اهمیت بالاتری برخوردار است.

بیان این نکته ضروری است که مقادیر این روابط بادر نظر گرفتن تنها فعالیت گسل که یک عامل از چندین عامل ایجاد زلزله است، تعیین می شود. اما در جایی که مقادیر اصلی را بر آورد می کنیم (مبحث تحلیل ریسک زلزله) با در نظر گرفتن میزان احتمال وقوع زلزله بر طبق سوابق زمین لرزه های ثبت شده شتاب افقی محاسبه می شود. در این مقاله جهت محاسبه پارامترهای لرزه خیزی علاوه بر روش گوتنبرگ-ریشتر از روش پیشرفته کیکو-سالیوال که بر پایه تابع توزیع دو کراندار گوتنبرگ-ریشتر می باشد، استفاده شده تا با مقایسه نتایج حاصل، اهمیت بکارگیری روشهای نوین هر چه بیشتر مشخص شده و مناسبترین پارامترهای لرزه خیزی در رابطه با فعالیت چشمه های لرزه زا اختیار گردد.

جدول(۱) چشمه های لرزه زای گستره طرح و برآورد بیشینه توان لرزه زائی آنها

ردیف	نام گسل	فاصله از تونل (km)	طول گسل (km)	طول گسیختگی (km)	بزرگای متوسط	رابطه زارع (۱۹۹۹)	رابطه نوروزی و مهاجری (۱۹۸۵)	رابطه ولز و کاپر اسمیت (۱۹۰۴)	بیشینه شتاب افقی (g)	بیشینه سرعت افقی
۱	رودبار	۵۰	۳۱/۵	۱۱/۶۵	۶/۳۲	۵/۸۹	۶/۶۰	۶/۴۷	۰/۱۱	۲۱/۱۷
۲	ماسوله	۵۱	۸۵	۳۱/۴۵	۶/۹۳	۶/۸۰	۷/۰۳	۶/۹۷	۰/۱۸	۳۷/۷۹
۳	منطقه گسلی هزویل	۴۵	۱۳۰	۴۸/۱۰	۷/۱۹	۷/۱۸	۷/۲۱	۷/۱۸	۰/۲۵	۶۰/۱۰
۴	شمال قزوین	۱۵۱	۸۰	۲۹/۶۰	۶/۸۹	۶/۷۴	۷	۶/۹۴	۰/۰۴	۶/۰۷
۵	خطواره سلطانیه	۱۵	۱۵۰	۵۵/۵۰	۷/۲۸	۷/۳۱	۷/۲۸	۷/۲۶	۰/۶۴	۳۵۸/۴۱
۶	ایپک	۱۴۰	۱۰۰	۳۷	۷/۰۳	۶/۹۵	۷/۱۰	۷/۰۵	۰/۰۵	۷/۹۰
۷	چقلو	۲۲	۱۵۰	۷۵	۷/۲۸	۷/۳۱	۷/۲۸	۷/۲۶	۰/۵۰	۲۰۲/۲۸
۸	تخت سلیمان	۹۵	۶۵	۲۴/۰۵	۶/۷۷	۶/۵۵	۶/۹۱	۶/۸۳	۰/۰۷	۱۱/۵۵
۹	شمال زنجان	۱۲	۶۰	۳۰	۶/۷۲	۶/۴۸	۶/۸۸	۶/۷۹	۰/۴۶	۲۸۰/۵۹
۱۰	طارم	۳۴	۱۲۰	۶۰	۷/۱۴	۷/۱۱	۷/۱۸	۷/۱۴	۰/۳۲	۸۹/۵۳
۱۱	گله رود	۱۰	۱۲	۶	۵/۷۳	۵/۰۲	۶/۱۸	۵/۹۸	۰/۲۲	۱۳۳/۹۹
۱۲	منجیل	۶۷	۶۵	۳۲/۵	۶/۷۷	۶/۵۵	۶/۹۱	۶/۸۳	۰/۱۱	۲۰/۵۳
۱۳	لاهیجان	۵۷	۱۰۰	۵۰	۷/۰۳	۶/۹۵	۷/۱۰	۷/۰۵	۰/۱۷	۳۴/۸۶
۱۴	جنوب آوج	۸۰	۶۰	۲۲/۲۰	۶/۷۲	۶/۴۸	۶/۸۸	۶/۷۹	۰/۰۹	۱۴/۶۰

۳-۱- زمینلرزه های تاریخی

اصولا به زمین لرزه های قبل از ۱۹۰۰ میلادی اطلاق می گردد ، بزرگی این زمین لرزه ها براساس حدس و گمان و خرابی ناشی از آن که توسط مورخین و اهالی محلی توصیف شده برآورد گردیده، لذا تقریبی بوده و صرفا جهت ارائه یک تصویر کلی از وضعیت لرزه خیزی منطقه می تواند مفید باشد . تعدادی از این زمین لرزه ها را آمبرسیز و ملویل گزارش نموده اند که در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲) زمین لرزه های تاریخی تا شعاع ۲۰۰ کیلومتری نونل

منطقه	منبع	بزرگی	فاصله رومرکز تا نونل km	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	تاریخ
-----	Amb	-	۱۶۰	۴۹/۹	۳۵/۶	3rd Mil.BC
قزوین	Amb	۶/۵	۱۵۱	۴۹/۹	۳۵/۷	۱۱۱۹/۱۲/۱۰
ديلم	Amb	۷/۲	۱۵۷	۵۰/۵	۳۶/۷	۱۴۸۵/۰۸/۱۵
سراب	Amb	۶/۱	۱۶۵	۴۷/۵	۳۷/۸	۱۵۹۳
طالقان	Amb	۷/۶	۱۶۰	۵۰/۵	۳۶/۴	۱۶۰۸/۰۴/۲۰
----	Amb	-	۱۲۱	۴۷/۷	۳۷/۴	۱۶۲۱/۰۵/۲۰
لاهیجان	Amb	۶/۵	۱۲۶	۵۰	۳۷/۲	۱۶۷۸/۰۲/۰۳
----	Amb	-	۱۰۲	۴۹/۶	۳۷/۳	۱۷۰۹
----	Amb	-	۱۰۲	۴۹/۶	۳۷/۳	۱۷۱۳
سلطان آباد	Amb	-	۳۳	۴۸/۸	۳۶/۴	۱۸۰۳
طالقان	Amb	۵/۹	۱۴۳	۵۰/۳	۳۶/۴	۱۸۰۸/۱۲/۱۶
میانه	Amb	۶/۹	۱۰۲	۴۸	۳۷/۴	۱۸۴۴/۰۵/۱۳
خزر	Amb	۵/۹	۱۸۴	۵۰	۳۸	۱۸۵۴/۱۰/۰۱
هیرا	Amb	۶/۱	۱۶۸	۴۸/۶	۳۸/۲	۱۸۶۵/۱۲/۳۰
----	Amb	۵/۷	۱۳۷	۴۹/۸	۳۵/۸	۱۸۷۶/۱۰/۲۰
بزگوش	Amb	۶/۷	۱۴۴	۴۷/۹	۳۷/۸	۱۸۷۹/۰۳/۲۲
گروس	Amb	۵/۶	۱۱۲	۴۷/۵	۳۶/۵	۱۸۸۰/۰۷/۰۴
----	Amb	۶/۲	۱۹۲	۴۷/۲	۳۷/۹	۱۸۸۳/۰۵/۰۳
خلخال	Amb	۶/۷	۱۲۷	۴۸/۴	۳۷/۸	۱۸۸۶/۰۱/۰۴

۳-۲- زمین لرزه های دستگاهی

آمار زمین لرزه های دستگاهی از سال ۱۹۰۰ تا ۲۰۱۱ جمع آوری شده است که حدود ۴۰۰ رکورد با بزرگی بیشتر از ۲/۵ ریشتر می باشد. در این مطالعه روش مورد استفاده در حذف رویدادهای وابسته از رویدادهای اصلی، روش پنجره های متغیر در حوزه زمان و مکان است که به روش گاردنر نوپوف معروف است که البته این مهم با استفاده از نرم افزار z map به انجام رسیده است. مشخصات زمینلرزه های ثبت شده در اوایل قرن بیستم به علت عدم وجود دستگاه های دقیق ، کمبود پایگاه لرزه نگاری و غیره دارای خطا بوده اند که توسط نبوی همچنین امبرسیز و ملویل مجددا تصحیح شده اند. بزرگترین زلزله ها از میان این رکوردها، زلزله ۷/۱ ریشتری بوئین زهرا در تاریخ اول سپتامبر ۱۹۶۲ میلادی که باعث ویرانی ۹۱ روستا به طور کامل و کشته شدن بیش از ۱۲۰۰۰ تن و مجروح شدن در حدود ۲۸۰۰ تن گردید و نیز زمین لرزه ی ۲۷ مه ۲۰۰۸ میلادی استان زنجان با قدرت ۵/۴ ریشتر

که مرکز آن ۳۶ کیلومتری شمال شهر "آب بر" مرکز شهرستان طارم بود همچنین زلزله ۱۹۹۰ منجیل با بزرگی ۷/۷ ریشتر که گسل مسبب آن رودبار بود.

۴- تحلیل خطر زمینلرزه

بررسی زمین لرزه های رویداده در یک گستره، الگوی پراکندگی نقاط لرزه خیز و سیمای لرزه خیزی آن گستره را تا حدی نمایان می سازد. ارزیابی بزرگترین زمینلرزه محتمل وقوع (MCE) و زمین لرزه مبنای طرح (ODE) و برآورد شتاب افقی زمین در دو حد ۱۰٪ و ۶۴٪ انجام میگردد. حد اول زمین لرزه محتمل یا بزرگترین زمین لرزه ای است که احتمال رویداد آن در ساختگاه و سازه، قابل انتظار است و در اثر رویداد آن، سازه به سختی آسیب می بیند ولی نباید فرو بریزد. حد دوم را زمین لرزه مبنای طرح می نامند و بنا به تعریف زمین لرزه ای است که احتمال رویداد آن لااقل یک بار در طول عمر مفید سازه وجود دارد و در هر صورت رویداد آن قابل انتظار است و طراحی باید بگونه ای باشد که سازه نیروی ناشی از آن را تحمل نماید و همچنان پایدار بماند به عبارتی رفتار سازه در این سطح باید الاستیک باشد و به مرحله پلاستیک نرسد. طراحی سازه برای بزرگترین زمینلرزه محتمل وقوع پرهزینه است.

۴-۱- رابطه بزرگی و فراوانی زمینلرزه ها در منطقه

فراوانی زمین لرزه های رویداده قرن حاضر در گستره ۲۰۰ کیلومتری محل طرح در جدول (۳) آمده است. از لحاظ فراوانی (N) زلزله های ۴-۵ ریشتری بیشترین تعداد را به خود اختصاص داده اند. پس احتمال وقوع این زلزله ها در آینده بیشتر است. اگر بزرگی زمین لرزه ها را در محور افقی (X) و فراوانی تجمعی آنها را به صورت لگاریتمی در محور قائم (Y) نمایش دهیم، نموداری با روند خطی بدست می آید. خط حاصل از برآزش نقاط، دارای نقطه تلاقی با محور Y و طول از مبدا خواهد بود که به ترتیب معرف ضرائب a و b، ضرائب ثابت هستند. ضرائب مذکور در مورد منطقه مورد مطالعه $a = 3/885$ و $b = -0/522$ بدست آمدند.

در نتیجه

$$\log(N) = -0/522 M + 3/885 \quad (1)$$

می شود که N تعداد زلزله هایی است که به M نسبت داده میشود. ضریب همبستگی $r = 0/98$ برآورد گردیده است.

جدول (۳) زمین لرزه های تاریخی تا شعاع ۲۰۰ کیلومتری تونل

فراوانی	بزرگی				
	M < 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	M > 7
زمینلرزه ها فراوانی	۷۰	۹۵	۱۱	۴	۲
تجمعی فراوانی	۷۰	۱۶۵	۱۷۶	۱۸۰	۱۸۲
فراوانی درصد	۳۸	۵۳	۶	۲	۱

۳-۲- محاسبه دوره بازگشت زلزله به روش گوتنبرگ-ریشتر

پس از محاسبه مقادیر a, b از دستور تجربی گوتنبرگ-ریشتر می توان با رابطه دیگری از آنها دوره بازگشت زلزله را تعیین نمود. در

$$RP(M \geq m) \equiv t_0 \exp[-(a - bM)LN10] \quad (2)$$

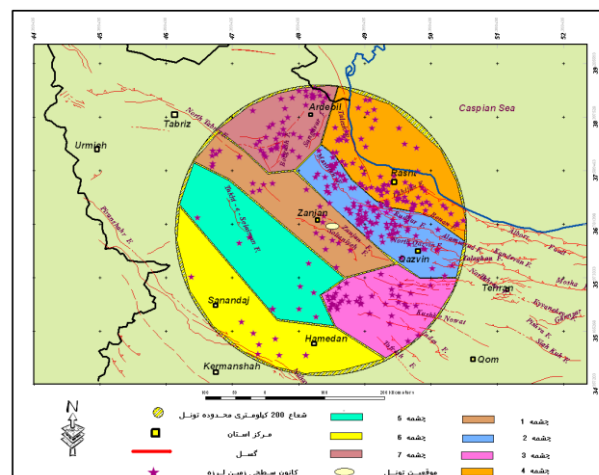
که در آن RP دوره بازگشت زمینلرزه بر اساس بزرگا، t_0 دوره زمان مورد مشاهده، a, b ضرائب رابطه گوتنبرگ-ریشتر و M بزرگای زمینلرزه می باشند. این روش تخمین بدون در نظر گرفتن درصد ریسک و عمر مفید سازه است. جدول (۴)

جدول (۴) ارتباط بزرگی زمینلرزه ها با دوره بازگشت

دوره بازگشت (سال)	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
بزرگای زمینلرزه (ریشتر)	۶/۲	۶/۸	۷/۱	۷/۴

۳-۴- روش کیکو - سالیوال

روش ارائه شده توسط کیکو دارای قابلیت های سودمندی در بکارگیری فهرست زمینلرزه های آمیخته و ناهمگون می باشد که مناسب با خصوصیات داده های لرزه ای ایران است. توابع استفاده شده در برنامه کیکو شامل تابع توزیع برازش مقادیر نهایی برای زمینلرزه های پیش ازسده بیستم (اغلب بزرگ ولی کم دقت هستند) میباشد. بیان این نکته ضروری است که دوره بازگشت و بزرگای زمینلرزه، بر پایه زمینلرزه های رویداده درگستره مورد مطالعه و روشهای آماری مختلف به تنهایی نمی توانند معیار صحیحی برای گزینش زمینلرزه های طراحی باشند و می بایست همراه با چشمه های لرزه زای منطقه و شناسایی مهمترین سناریوی لرزه زا بطور توأم مد نظر قرار گیرند. نقشه (۲)



نقشه (۲): چشمه های لرزه زای منطقه در شعاع ۲۰۰ کیلومتری تونل ذاکر - سرخه دیج (تهیه شده در Arc Gis از روی نقشه پژوهشگاه زلزله شناسی)

در این روش همچنین می توان بکارگیری توأم زمینلرزه های تاریخی و دستگاهی سده بیستم با انجام دسته بندیهای مناسب و با در نظر گرفتن خطای بزرگا، بزرگای آستانه و بزرگای حداکثر بصورت متفاوت برای هر دسته وجود دارد. همچنین می توان

اثر نبود های لرزه ای و یا کمبود اطلاعات را به نحوی در محاسبات وارد نمود. نتایج حاصل از بکارگیری این روش شامل تعیین پارامترهای لرزه خیزی یعنی ضرایب γ و β (آهنگ لرزه خیزی)، تعیین حداکثر بزرگای پذیرفتنی M_{max} می باشد. در جدول (۵) نتایج حاصل از روش کیکو - سالیوال آورده شده است.

جدول (۵) نتایج حاصل از روش کیکو - سالیوال

چشمه لرزه زا	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
β	۱	۱	۱/۰۷	۱	۱/۰۱	۱/۰۱	۱
λ	۰/۳۴	۰/۲۸	۰/۰۹	۰/۵۶	۰/۸۲	۰/۲۴	۱/۹۴
M max	۶/۳	۷/۶	۶/۵	۶/۴	۵/۶	۵/۹	۶/۷

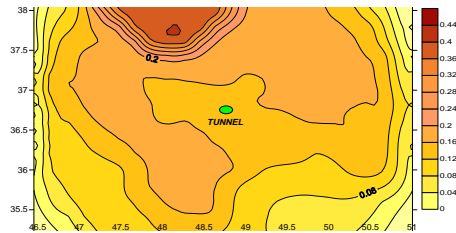
۴-۴ - برآورد بیشینه شتاب افقی زمین ناشی از زلزله در محل طرح

روابط کاهندگی ارتباط بین پارامترهای جنبش زمین (شتاب، سرعت، تغییر مکان و غیره) را با بزرگای و فاصله و یا سایر پارامترهای مورد نظر دیگر بیان می کنند. انتخاب روابط کاهندگی مناسب از اهمیت بسزایی در چگونگی و قابلیت اعتماد نتایج نهایی تحلیل خطر برخوردار می باشد، بدین منظور در مطالعه حاضر از دو رابطه کاهندگی مختلف برای انجام محاسبات استفاده شده است. با بررسی روابط کاهندگی داخلی و خارجی که تا سال ۲۰۰۳ برای تمامی جهان اعلام شده، از روابط آمبرسیز (۱۹۹۶) و اتکینسون (۱۹۹۷) در تحلیل خطر زمینلرزه استفاده شده است. جدول (۶) نتایج دوره بازگشت بیشینه شتاب حرکت زمین ناشی از زلزله برای ۵۰ سال عمر مفید سازه با در نظر گرفتن احتمالات ۰/۶۴ و ۰/۵۰ و ۰/۱۰ و ۰/۵ را نشان می دهد.

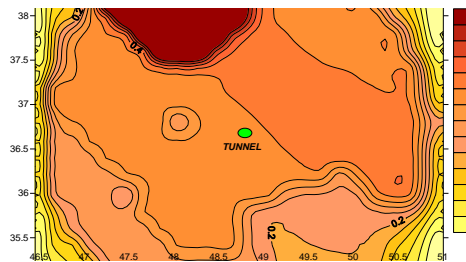
جدول (۶) نتایج دوره بازگشت بیشینه شتاب افقی ناشی از زلزله برای ۵۰ سال عمر مفید سازه

میانگین	بیشینه شتاب مولفه افقی (اتکینسون)	بیشینه شتاب مولفه افقی (آمبرسیز)	احتمال خطر در ۵۰ سال عمر مفید سازه	دوره بازگشت (سال)
۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۶۴	۵۰ سال
۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۵۰	۷۵ سال
۰/۳۵	۰/۳۶	۰/۳۳	۰/۱۰	۴۷۵ سال
۰/۴۵	۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۵	۹۷۵ سال

با توجه به نتایج حاصله، نقشه های بیشینه شتاب بر اساس مدل های کاهندگی معرفی شده برای دوره بازگشت های فوق الذکر بصورت خطوط هم لریز در نقشه های (۳) و (۴) نشان داده شده است.



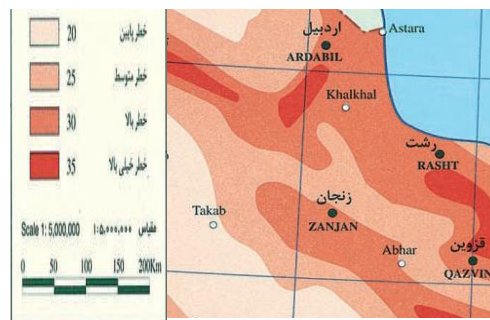
نقشه (۳) بیشینه شتاب افقی با ۶۴٪ احتمال در ۵۰ سال عمر مفید سازه



نقشه (۴) بیشینه شتاب افقی با ۱۰٪ احتمال در ۵۰ سال عمر مفید سازه

۴-۵- تحلیل خطر زمینلرزه با استفاده از نقشه

نتایج مطالعات خطر زمین لرزه در ایران براساس میزان شتاب حرکت افقی زمین با احتمالات رویداد متفاوت به صورت نقشه توسط سازمان مسکن و شهرسازی ارائه گردیده است. تحلیل انجام شده متکی بر سوابق زمین لرزه های ثبت شده و یا گزارش شده در طی قرن حاضر (۱۹۸۳-۱۹۰۰ میلادی) در ایران بوده است این نقشه در حال حاضر در غیاب شتابنگاشت ها مناسبترین و دقیق ترین برآورد عددی برای خطر زمین لرزه در سرتاسر ایران محسوب شده و در تعیین ضرائب نسبی مورد نیاز برای طراحی سازه های مقاوم در برابر زلزله دارای دقت قابل قبول است. در نقشه (۵) منحنی های همشتاب با فرض دوره بازگشت ۷۵ سال که معادل ۵۰٪ احتمال وقوع آن در ۵۰ سال آینده ترسیم شده است، دیده میشود. موقعیت گزینه مورد مطالعه در این نقشه نشان دهنده $g/25$ یعنی خطر متوسط می باشد.



نقشه (۵) منحنی های همشتاب با فرض دوره بازگشت ۷۵ سال

۵- نتیجه گیری و پیشنهادها

در منطقه مورد مطالعه مقادیر حاصل از ارزیابی بزرگترین زمینلرزه محتمل وقوع (MCE) با بزرگی ۶ ریشتر و زمین لرزه مبنای طرح (ODE) با بزرگی ۶/۷ ریشتر برآورد گردید و همچنین برآورد شتاب افقی زمین در دو حد ۱۰٪ و ۶۴٪ براساس روش کیکو- سالیوال (۲۰۰۰) و نرم افزار sisrisk که در شبکه ای از نقاط به فاصله ۰/۲ درجه طول و عرض جغرافیایی به دست آمده است به ترتیب ۰/۱۵ و ۰/۳۶ می باشد.

مطالعات قابلیت لرزه خیزی و خطر زمینلرزه به طور جدی پیش از طراحی سازه های بزرگ نظیر تونلها و سدها لازم و ضروری است. پیشنهاد می شود از نتایج ذکر شده در این تحقیق، با در نظر گرفتن اقتصادی بودن میزان ایمن سازی طرح، در مورد تونل ذاکر- سرخه دیزج مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- [۱] آقا نباتی، علی، «۱۳۸۳ زمین شناسی ایران»، چاپ اول، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [۲] اشتوکلین، ج. و افتخارنژاد، ج. (۱۹۶۹)، نقشه زمین شناسی چهارگوش زنجان، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [۳] حسامی، خالد، جمالی، فرشاد، طبسی، هادی، «۱۳۸۰ نقشه گسل های فعال ایران» پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، چاپ آزمایشی، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰

- [4] Ambraseys, N. N., 1974, "Historical Seismicity of North-Central Iran", Geol.Surv. Iran, Rep. No. 29, pp.47-95.
- [5] Ambraseys, N. N. and Melville, C. P., 1982, "A History of Persian Earthquakes", Cambridge University Press.
- [6] Nowroozi, A. A., 1976, "Seismotectonic Provinces of Iran", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 66, pp. 1249-1276.
- [7] Kijko, A. and Sellevoll, M. A., 1989, "Estimation of earthquake Hazard Parameters from Incomplete Data Files. Part I. Utilization of Extreme and Complete Catalogues with Different Threshold Magnitudes", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 79, pp. 645-654.
- [8] www.usgs.com
- [9] www.iiees.com