

ضرائب زلزله خیزی و حوزه های شدت نسبی زلزله های ایران

نوشته:

علی اصغر نوروزی معاون سازمان انرژی اتمی، حجت الله عادلی استادیار دانشکده فنی

و ارسلان مهاجر اشجعی سرپرست امور ویژه زلزله شناسی سازمان انرژی اتمی

چکیده

است، در حوزه ۱ احتمال خطرات کمی وجود دارد، درحوزه ۲ احتمال خطرات متوسطی موجود است، و در حوزه ۳ احتمال خطرات بالا است. این تقسیم بندی توسط تعداد زیادی از زلزله شناسان آمریکا در سال ۱۹۴۹ مورد تأیید قرار گرفت^(۱) و ضرایب زلزله خیزی این حوزه ها، برای حوزه ۱ برابر با $\frac{1}{4}$ ، برای حوزه ۲ برابر $\frac{1}{4}$ و برای حوزه ۳ برابر ۱ میباشد. با وجود اینکه اطلاعات جدید منجر به بعضی تغییرات در سرحدات این حوزه ها گردیده است، هنوز تقسیم بندی اولیه مورد استفاده قرار میگیرد^(۲). حداکثر شتاب برای حوزه های مزبور به ترتیب ۰.۴، ۱.۶ و ۳.۳ درصد شتاب ثقل زمین برآورد گردیده است ولی درحوزه ۳ برای ساختمانهایی نزدیک به گسل فعال قرار دارند مقدار شتاب تا ۵۰ درصد شتاب ثقل نیز میرسد. در اتحاد جماهیر شوروی نیز سطح کشور را به پنج حوزه زلزله خیز که به ترتیب احتمال وقوع زلزله هائی با شدت نسبی ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و بزرگتر از ۹ مرکالی در هر حوزه میرود تقسیم نموده اند. اساس این تقسیم بندی، اطلاعات زمین شناسی، زلزله شناسی و ژئوفیزیکی بوده است.

در کشور ما با وجود اینکه اطلاعات دقیقت تاریخی در مورد زلزله ها موجود است و نقشه های متعدد زلزله خیزی و زمین شناسی نیز در دسترس میباشد، هنوز ضرایب زلزله خیزی و حدود حوزه های شدت نسبی مشخص نگردیده است، در صورتیکه این تقسیم بندی و ضرایب زلزله خیزی برای استفاده در ضوابط تعیین نیروهای حاصل از زلزله و

با توجه به محل زلزله های تاریخی و قرن اخیر، محل گسلها، ارتباط زلزله خیزی با گسلها و وضع تکتونیکی و زمین شناسی، مطالعات آماری، نتایج حاصل از مطالعات نظری در مورد توزیع شتاب، و اطلاعات شدت نسبی و بمنظور سادگی، سطح کشور به دو حوزه شدت نسبی تقسیم گردیده است. در حوزه اول احتمال وقوع زلزله هائی با شدت نسبی ۸ مرکالی و بیشتر میرود و ضریب زلزله خیزی یک در این حوزه پیشنهاد میگردد. اغلب شهرهای پر جمعیت کشور در حوزه اول قرار دارند. در حوزه دوم احتمال وقوع زلزله هائی با شدت نسبی تا ۷ مرکالی میرود و ضریب زلزله خیزی ۰/۷۵ در این حوزه پیشنهاد میگردد. این حوزه شامل شهرهای اصفهان، آبادان، خونین شهر (خرمشهر سابق)، زابل، بیجار، میاندوآب و تک آب میباشد.

۱-مقدمه

برای تعیین ضریب زلزله خیزی در کشورهای زلزله خیز جهان مانند ژاپن، آمریکا، اتحاد جماهیر شوروی و سایر کشورها، متخصصین، سطح مملکت خود را بر اساس اطلاعات زمین شناسی، زلزله خیزی و مدارک تاریخی به حوزه های مختلف که احتمال یا پتانسیل وقوع زلزله هائی با شدت نسبی معین در آن میروند تقسیم نموده اند. مثلاً "در آمریکا سطح کشور به ۴ حوزه تقسیم شده است. در حوزه ۵، احتمال خطر زلزله نمیرود و تاکنون خطرات زلزله مشاهده نگردیده

ب - زلزله های ۱۹۰۰ تا ۱۹۷۵

زلزله های قرن جاری توسط مراکز بین المللی منتشر گردیده است. یک صورت از این زلزله ها تا سال ۱۹۶۹ توسط بنی صدر (۴) جمع آوری گردیده و بصورت تزفوق لیسانس ارائه شده است. نوروزی (۵) زلزله های موجود از ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۵ را در ایران و نواحی مجاور خاور میانه مورد بررسی قرار داده و دو مرتبه محل وقوع و سایر پارامترهای کانونی آنها را مشخص نموده است.

نوروزی (۶) زلزله هایی را که بر روی تعداد بیش از ۶ زلزله نگار در سطح جهان ثبت شده بودند از ۱۹۰۰ تا ۱۹۷۵ مورد بررسی قرار داده و مختصات کانونی و زمان وقوع آنها را بدست آورده است. شکل شماره ۲ زلزله های ایران از سال ۱۹۰۰ تا ۱۹۷۵ را مشخص مینماید. توضیح در مورد محل زلزله ها و ارتباط آن با زمین شناسی و گسلها بعداً داده میشود.

۳ - گسلهای ایران

اشتاکلین (۷) در نقشه تکتونیک و تاریخ زمین شناسی ایران گسلهای مهم و حوزه های زمین ساختی ایران را مشخص نموده است. بربریان (۹۰۸) مجموعه نسبتاً کاملی از گسلها، توصیف آنها و جهت حرکت و تا حدودی سن بعضی از گسلها را ارائه داده است. گسلهایی که در شرق ایران قرار دارند قبلاً "توسط مهاجر اشجعی، بهزادی و بربریان (۱۰) بررسی و تا حدود امکان سن و جهت حرکت آنان مشخص شده بودند. محل گسل های ایران که در شکل ۲ مشخص شده قبلاً "توسط بربریان ارائه گردیده است. بربریان همچنین بعضی از زلزله های تاریخی قرن اخیر را مورد بررسی صحرائی قرار داده و گزارش کرده است.

۴ - سیمونتکتونیک ایران

نوروزی (۵) با استفاده از مطالعات زمین شناسی و محل زلزله ها حدود شمالی صفحه عربستان را مشخص نمود و متذکر گردید که این محدوده بطور پیوسته توسط محل زلزله ها در امتداد کوههای زاگروس و تاروس و گسل بزرگ لوانت تعیین میشوند. تمام سری چین خورده زاگروس که در اثر حرکت شمالی صفحه عربستان و برخورد آن با صفحه ایران و با باز شدن دریای سرخ در امتداد محورش ایجاد گردیده زلزله خیز میباشد. تمام محدوده چین خورده زاگروس - حوزه های

سایر مقررات مشابه در طراحی سازه های مقاوم در برابر زلزله لازم میباشد. زیرا ضریب زلزله خیزی یکی از ضرایبی است که برای برآورد حداقل نیروهای افقی وارد بر یک سازه در یک منطقه بکار میرود. این ضرایب باید براساس اطلاعات تاریخی زلزله شناسی، محل زمین لرزه ها و گسلهای فعال و سایر پارامترهای زمین شناسی و خاکشناسی تعیین گردد. قبلاً "بعلت عدم وجود این حوزه ها و مقدار ضرایب، معمولا" ضرایب مزبور در نظر گرفته نمی شد یا برحسب سلیقه متخصصین در هر طرحی عددی بکار میرفت. در این مقاله توضیح داده خواهد شد که میتوان برای سادگی سطح کشور را لاقط به دو حوزه زلزله خیزی تقسیم نمود که در یکی از آنها احتمال وقوع زلزله ای با شدت نسبی ۸ مرکالی یا بیشتر میرود و دیگری حوزه ایست که در آن احتمال وقوع زلزله ای با شدت نسبی تا ۷ مرکالی میرود. برای برآورد حداقل نیروهای حاصل از زلزله برای سازهایی که در حوزه اول قرار دارند ضریب زلزله خیزی ۱ و برای سازهایی که در حوزه دوم قرار دارند ضریب زلزله خیزی ۰/۷۵ پیشنهاد گردیده است.

۲- زلزله خیزی

الف - زلزله های تاریخی ۴ قرن قبل از میلاد تا

۱۹۰۰

نبوی (۳) اطلاعات مربوط به زلزله های تاریخی ایران از ۴ قرن قبل از میلاد حضرت مسیح تا ۱۹۰۰ را جمع آوری و مورد بررسی قرار داده و نواحی ای را که از زلزله متاثر گردیده اند مشخص نموده و همراه با زلزله هایی که شدت مطلق بیش از $\frac{3}{4}$ دارند و تا سال ۱۹۷۶ وقوع یافته اند انتشار داده است (شکل ۱). براساس این اطلاعات اغلب شهرهای بزرگ و حوالی اطراف آنها از خرابی ناشی از زلزله متاثر گردیده اند ولی حداکثر خرابی ها در جنوب گسل زاگروس و در سواحل جنوبی دریای مازندران و شمال خراسان میباشد. در نواری از حوالی تهران تا جنوب کاشان نیز ویرانی روی داده است. همچنین خرابی از حوالی همدان شروع و حدود ۲۰۰ کیلومتر بطرف شرق ادامه پیدا میکند، در سایر نقاط ایران مرکزی نیز در حوالی شهرهای بزرگ که دارای سکنه بوده اند خرابی گزارش گردیده ولی جالب توجه است که هیچ گزارش تاریخی در مورد خرابی در ناحیه طبرس که در سال ۱۹۷۸ با خاک یکسان شد موجود نیست.

زلزله خیزی منطقه را ناشی از حرکت های نسبی این صفحه ها دانست. مکانیزم کانونی زلزله های سری چین خوردگی زاگروس فعالیت گسل های رورانده با شیب کم را نشان میدهد. مقاطع توزیع زلزله در عمق نیز نشان میدهد که عمق زلزله ها تا حدود ۶۰ کیلومتر میرسد و اغلب آن ها در عمق حدود ۳۰ کیلومتر متمرکز میباشند. مجموعه آنها تقریباً "در درون منشوری بطول حدود ۱۵۰۰ کیلومتر و عرض حدود ۱۵۰ کیلومتر و عمق ۶۰ کیلومتر قرار دارند و در امتداد شمال غربی - جنوب شرقی ادامه دارند. شیب صفحه زیرین منشور حدود ۱۰ تا ۲۰ درجه بطرف شمال شرق است. مکانیزم کانونی زلزله های گسل دشت بیاض حرکت چپ گرد را نشان داده و سایر مکانیزم های کانونی نیز با مشاهدات زمین شناسی مطابقت داشته است.

۵- مطالعات آماری و احتمالی

عادل و نعمت ناصر (۱۲) یکبار دیگر صورت کاملی از کلیه منابع زلزله های ایران از سال ۱۹۰۰ تا سال ۱۹۷۵ را جمع آوری نموده و با روش های آماری و حساب احتمالات وقوع زلزله ای با شدت مطلق ۵ تا ۸ ریشتر را برای مدت ۵ سال، ۱۰ سال، ۲۰ سال، ۵۰ سال و ۷۰ سال محاسبه نمودند. نوروزی (۶) بر اساس اطلاعات زلزله شناسی، محل گسلها، حوزه های تکتونیکی و سایر عوامل زمین شناسی سطح کشور را به ۲۳ حوزه سیموتکتونیکی تقسیم نمود (شکل ۳). این حوزه ها که برای بررسی آماری ایجاد گردیده توسط احمدی، نوروزی و مستقل (۱۳ تا ۱۷) مورد استفاده قرار گرفته و زمان بازگشت زلزله هائی با شدت مطلق ۵ تا ۷/۵ را در هر یک از حوزه های سیموتکتونیک محاسبه کرده اند.

۶- خطوط هم شتاب

روشندل، نعمت ناصر و عادل (۱۸) با استفاده از اطلاعات موجود در مورد محل زلزله ها مطالعات مقدماتی در مورد خطرات ناشی از زلزله را در ایران نمودند. در این مطالعات منشاء یک گروه از زلزله را یک پاره خط یا یک صفحه فرض نموده و خطرات حاصل از این مدل های خطی یا صفحه ای را در نقاط مختلف ایران بر حسب مقدار شتاب محاسبه کرده اند. تقریب خطی برای گسل های قائم مناسب است زیرا گسل های

است که در آن پوسته رسوبی در اثر چین خوردگی و گسل های معکوس یا شیب کم یا مجموعه ای از این حالت ها تحت فشار با جهت شمال شرقی - جنوب غربی بوده و متراکم میگردد. این مشاهدات را میتوان بصورت ساده با حرکت شمالی صفحه عربستان نسبت به اوراسیا تفسیر نمود. صفحه عربستان در جنوب صفحه ایران قرار گرفته و با شیب خیلی کم در زیر این صفحه بطرف شمال شرقی در حرکت است. هر هنگام که تنش موجود در پوسته در اثر فشارهای حاصل از این حرکت از حد بحرانی میگردد زلزله ای در چین خوردگی های زاگروس رخ میدهد. گسل رورانده^۱ زاگروس با امتداد تقریبی شمال غربی - جنوب شرقی اثر چشمگیری در وضع زلزله خیزی ایران دارد.

جنوب غربی این گسل که سری چین خورده زاگروس میباشد در حال حاضر از نظر زلزله خیزی فعال بوده و تاکنون زلزله سال ۱۹۷۲ قیرکار زمین با شدت مطلق ۷/۱ ریشتر - بزرگترین زلزله این ناحیه بوده است. خود گسل زاگروس در حوالی همدان و بندرعباس فعالیت دارد. زلزله ها در شمال شرق این گسل بصورت پراکنده تر وقوع می یابند و اغلب با گسل های فعال مانند آپیک، دشت بیاض، کوهنان، نای بند، کوک، نصرت آباد، جیرفت، نه، قسمت جنوبی کلمرد، قسمت های ازدورونه، شمال تهران، موشافشم، و قسمت های از سیستم گسل های شاهرود در ارتباط میباشند. همچنین گسل های شمال البرز، آستارا و شمال تبریز نیز فعالیت های چشمگیری داشته اند. گسل های بی نام دیگری نیز در این منطقه فعالیت دارند.

بنظر نویسندگان لازم است که گسل های مهم موجود در ایران فعال فرض شوند مگر آنکه مطالعات اضافی صورت گیرد و اثبات شود که این گسل ها لااقل در طی ۷۰۰ هزار سال گذشته حرکت نکرده اند. بسیاری از گسل های بی نام دیگر نیز منشاء زلزله بوده اند. بزرگترین زلزله درون ایران با شدت مطلق ۷/۷ در ۱۶ سپتامبر ۱۹۷۸ در شهر طیس بر روی یک گسل بی نام روی داد که قبلاً "روی هیچیک از نقشه های زمین شناسی نبود.

نوروزی (۱۱) با استفاده از مکانیزم کانونی ۲۶ زلزله، اطلاعات زمین شناسی موجود و محل زلزله ها، خاور میانه را به ۸ صفحه که نسبت به یکدیگر در حرکت میباشند تقسیم کرده و

می‌گردد.

۸- حوزه های شدت نسبی

پس از ترکیب اطلاعات زلزله خیزی تاریخی، زلزله خیزی قرن حاضر، محل گسلهای ایران، نقشه نقاط هم شتاب، و مشاهدات و محاسبات شدت نسبی و بمنظور سادگی، سطح کشور حداقل به دو حوزه تقسیم میگردد. در حوزه ۱ که قسمت اعظم ایران را می‌پوشاند احتمال وقوع زلزله ای با شدت نسبی ۸ مرکالی یا زیادتر میرود و اغلب شهرهای بزرگ و پرجمعیت کشور بجز اصفهان در این منطقه قرار دارند. در حوزه ۲ که ناحیه سرخس استان خراسان، قسمتی از بلوک لوت و دشت هامون و دریاچه سیستان، قسمتی از ایران مرکزی شامل اصفهان، قسمتی از کردستان (سنندج) و آذربایجان و جنوب خوزستان، شامل خرمشهر و آبادان را می‌پوشاند احتمال وقوع زلزله ای با شدت نسبی ۷ مرکالی میرود (شکل ۷).

در ایران زلزله هائی با شدت مطلق حدود ۶ بطور متوسط هر شش ماه تا یکسال یکی روی داده است. زلزله هائی با شدت مطلق حدود ۵ تقریباً "هر ۲ تا ۴ هفته یکبار" وقوع پیوسته و زلزله هائی با شدت مطلق حدود ۴ تقریباً "روزانه" روی داده اند. زلزله های با شدت مطلق بیش از ۶ ریشتر نیز به کرات در ایران رخ داده اند. به طور متوسط در عرض هر دو سال یک زمین لرزه با شدت مطلق حدود $\frac{1}{4}$ و هر ۵ تا ۱۰ سال یک مرتبه زمین لرزه ای با شدت مطلق ۷ و بیشتر حادث گردیده است. اگر این اطلاعات را با اطلاعات سایر مناطق جهان مثلاً "کالیفرنیا مقایسه نمایم متوجه میشویم که اگرچه در کالیفرنیا زلزله هائی با شدت مطلق $\frac{1}{4}$ نیز اتفاق افتاده ولی زمان بازگشت این شدت مطلق حدود ۱۰۰ سال است و زمان بازگشت زلزله هائی با شدت مطلق حدود ۶ و ۷ در آنجا از ۱۰ سال بیشتر میباشد.

لذا ضرب زلزله خیزی حوزه اول ایران را مانند مناطق پرخطر آمریکا و دیگر کشورهای زلزله خیز برابر با ضرب زلزله خیزی حوزه دوم که احتمال وقوع زلزله هائی با قدرت کمتر موجود است برابر ۵/۷۵ پیشنهاد گردیده است.

با توجه به اینکه حوزه های شدت نسبی زلزله ها در افغانستان توسط کریم (۲۱) و در روسیه توسط کرنوس (۲۲) ارائه گردیده است، اکنون در مناطق همجوار حوزه های شدت نسبی زلزله های ایران، افغانستان و شوروی را مقایسه نمایم.

قائم رامیتوان بصورت تقریبی یک خط زلزله خیز در عمق فرض نمود. ولی اگر زلزله ها پراکندگی داشته باشند بهتر است یک صفحه زلزله خیز در نظر گرفت. نمونه ائی از نتایج محاسبات برای زمان ۵۰ سال و احتمال وقوع ۵٪ و ۳۰٪ در اشکال ۴ و ۵ ارائه شده است. ملاحظه میشود که زلزله خیزی و در نتیجه شتاب حاصل در نواحی لاروبندرعباس، در جنوب و سواحل جنوبی دریای خزر، و شمال شرق استان خراسان زیاد بوده و کمترین مقادیر در نزدیکی اصفهان، آبادان و خرمشهر میباشد. در انجام این محاسبات خواص عمومی ایران از نظر افت شتاب یا شدت نسبی با فاصله و دیگر پارامترها منظور گردیده است ولی برای محاسبات دقیق تر احتیاج به اطلاعات ویژه ناحیه ای زمین شناسی، زلزله شناسی و پارامترهای خاک و سنگ پوسته زمین میباشد.

۷- اطلاعات شدت نسبی

در ایران حدود ۱۵ زلزله مخرب رخ داده است که مورد بررسی صحرائی قرار گرفته و خطوط هم شدت نسبی آنها دقیقاً گزارش گردیده است. شدت نسبی ۱۲ زلزله که از سال ۱۹۵۷ تا سال ۱۹۷۷ روی داده بودند توسط چاندر، مک-ورترونوروزی (۱۹) برای تعیین افت شدت نسبی با فاصله در ایران مورد مطالعه قرار گرفت و معادلاتی برای افت شدت نسبی پیشنهاد گردید. همچنین گزارش شد که بطور متوسط افت شدت نسبی در ایران از حوزه کالیفرنیا کمی زیادتر میباشد. مهاجر اشجعی و نوروزی (۲۰) مشاهدات نسبی و محاسبات شدت را بر اساس فعالیت گسلها و افت شدت نسبی از محل وقوع مورد بررسی قراردادده و نتایج را بصورت دو نقشه منتشر ساخته اند. در شکل ۶ مشاهدات و محاسبات شدت نسبی تلفیق گردیده و سطح کشور به ۵ حوزه تقسیم شده است. حوزه ۵ با شدت نسبی ۳ مرکالی یا کمتر، حوزه ۱ با شدت های نسبی ۴ و ۵ مرکالی، حوزه ۲ با شدت های نسبی ۶ و ۷ مرکالی، حوزه ۳ با شدت های ۸ و ۹ مرکالی و بالاتر و حوزه ۴ مناطقی میباشد که اطلاعات کافی درباره آنها موجود نیست. بربریان (۹) نیز مطالعات مشابهی انجام داده است.

با توجه به اینکه محدوده حوزه ها نسبتاً پیچیده و امکان استفاده از این اشکال برای تعیین ضرایب زلزله خیزی مشکل میباشد تصمیم گرفته شد کلبه اطلاعات عرضه شده را ترکیب نموده نقشه ساده تری تهیه شود که در زیر ارائه

ناحیه ای که میان دو آب، تک آب و بیجار را دربر میگیرد نیز خرابی چشمگیر تاریخی نداشته و زلزله‌های قرن اخیر آن نیز کوچک بوده اند لذا این محدوده نیز جزئی از حوزه دوم پیشنهاد گردیده است. شهرهای سقز و ارومیه در روی سرحد این ناحیه میباشند و پیشنهاد میگردد در هنگام طراحی ضریب زلزله‌خیزی واحد برای آنها در نظر گرفته شود. این قسمت از حوزه دوم از نظر زمین شناسی نیز فعالیت تکتونیکی کمتری را دارا بوده است. قسمتی از بلوک لوت نیز براساس وضع زمین شناسی و اطلاعات زلزله خیزی قرن اخیر جزئی از حوزه دوم محسوب گشته است. در این ناحیه شهر بزرگی موجود نبوده و اطلاعات تاریخی در دست نیست. آخرین قسمت از حوزه دوم ناحیه ایست که شهرهای آبادان و خونین شهر (خرمشهر سابق) را در بر میگیرد. براساس اطلاعات زمین شناسی، این قسمت مانند بلوک عربستان می ماند و دارای تکتونیک فعالی نبوده است. اطلاعات تاریخی قرن اخیر در مورد زلزله‌های این ناحیه فعالیت چشمگیری را نشان نمی دهد، لذا برای این ناحیه نیز ضریب زلزله‌خیزی ۵/۷۵ پیشنهاد گردیده است. تمام جزایر جنوب کشور شامل قشم، کیش، لاوان، تنب بزرگ، تنب کوچک، ابوموسی و خارک نیز در منطقه اول قرار دارند و ضریب زلزله خیزی ۱ را دارا هستند.

ضرایب زلزله خیزی و تقسیم بندی فوق برای استفاده از ضوابط تعیین نیروهای حاصل از زلزله یا مقررات مشابه نوشته شده است و برای ساختمانهای معمولی مناسب است که به روش استاتیکی تحلیل میشوند. برای طراحی ساختمانهای ویژه و با اهمیت از قبیل سدها، نیروگاهها و پالایشگاهها احتیاج به مطالعات زمین شناسی و خاک شناسی دقیقتر محل ساختمان بوده و اغلب نیاز است که اینگونه سازه ها پس از تعیین میزان احتمالی شتاب در محل سازه، به روش های طیفی یا دینامیکی تحلیل گردند.

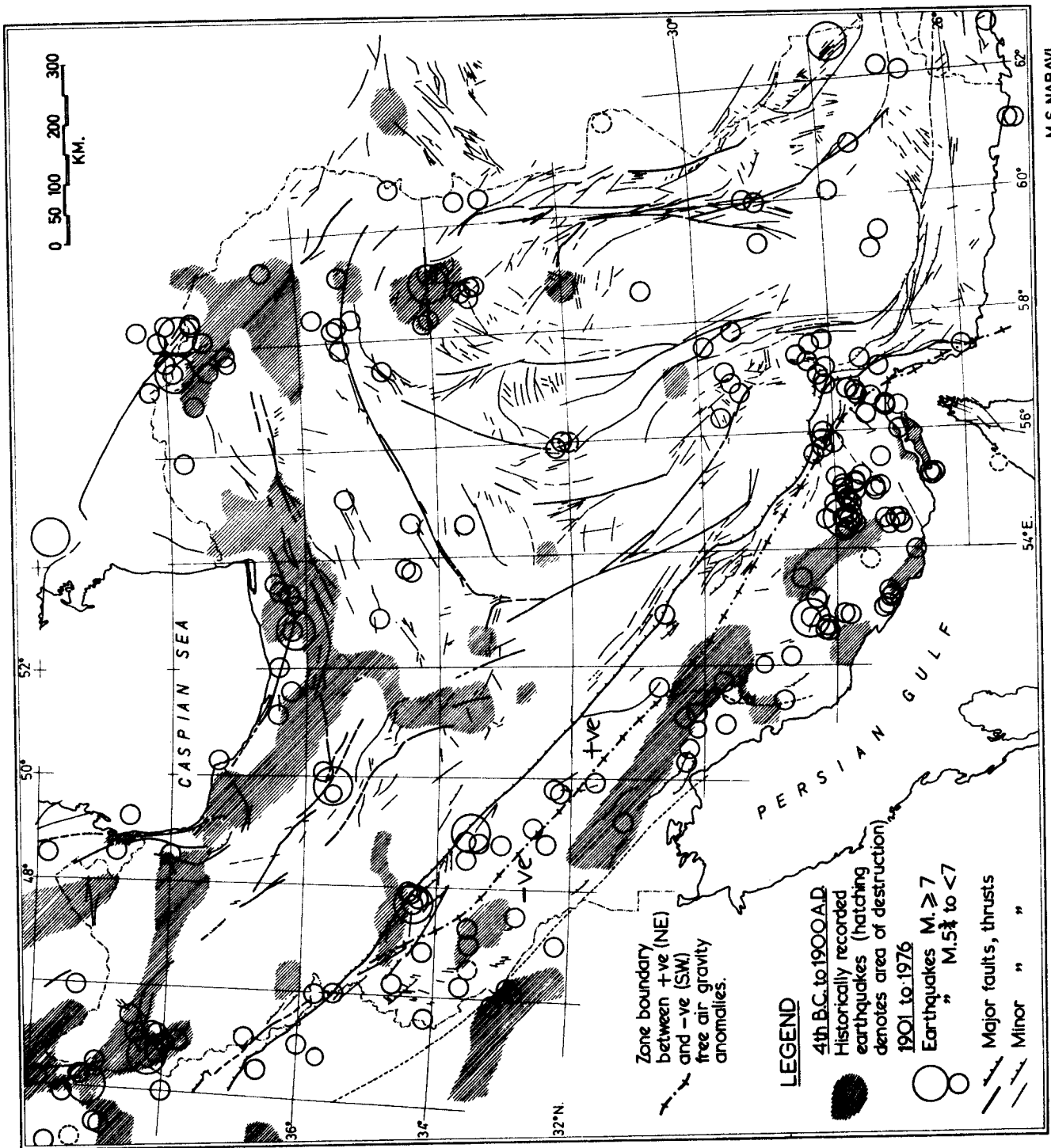
مانند آمریکا در افغانستان سطح کشور به چهار حوزه شدت نسبی ۱، ۲، ۳ و ۴ تقسیم گردیده است که به ترتیب احتمال وقوع خسارات در حوزه ۵ نمیرود، در حوزه ۱ کم است، در حوزه ۲ متوسط و در حوزه ۳ زیاد است. ناحیه جنوبی سرخس که مرز میان ایران و افغانستان مشهوری است جزئی از حوزه دوم میباشد. در منطقه مجاور افغانستان این ناحیه را جزئی از حوزه های ۱ و ۲ قلمداد کرده اند، بنابراین توافق موجود است. دشت زابل در ایران جزئی از حوزه ۲ پیشنهاد گردیده ولی منطقه مجاور در افغانستان جزئی از حوزه ۵ میباشد، بدین ترتیب پیشنهاد ارائه شده محتاطانه تر است.

همانطوریکه قبلاً ذکر گردید در حوالی مرز ایران در شوروی سطح کشور به ۵ حوزه شدت نسبی با شدتهای ۶، ۷، ۸، ۹ و بزرگتر از ۹ مرکالی تقسیم گردیده است. در ناحیه عشق آباد در یک نوار شمال غربی- جنوب شرقی زمین لرزه ای با شدت نسبی ۹ مرکالی احتمال داده شده است ولی بطرف شمال شرقی شدت هابسرعت کم و به حوزه شدت نسبی ۵ مرکالی کاهش می یابد. در قسمت قفقاز نیز در مرز ایران حوزه ای با شدت نسبی ۸ مرکالی احتمال داده شده است لذا توافق موجود است زیرا در ایران بجز نزدیک سرخس کلیه نواحی مرزی جزئی از حوزه اول محسوب گشته و شدت نسبی هشت مرکالی یا بیشتر پیشنهاد گردیده است.

در داخل ایران از شهرهای بزرگ فقط اصفهان در حوزه دوم قرار دارد، زیرا براساس مطالعات تاریخی نبوی (۳) در اصفهان در سالهای ۸۵۳، ۸۵۶، ۱۷۵۵ و ۱۸۵۳ زمین لرزه گزارش گردیده است. اغلب امکان برآورد شدت نسبی این لرزه ها نمیرود و نویسنده فقط از زلزله شدید در چند شهر منجمله اصفهان صحبت کرده ولی از میزان خرابی اطلاعاتی نداده است. مطابق نظریات نبوی در مورد زلزله ۱۸۵۳ باید اشاره شود که به احتمال زیاد این زلزله در اصفهان روی نداده بلکه در شیراز روی داده و حدود ۱۲۰۰۰ نفر را کشته ولی بازار وکیل و مسجد آن که از آجر ساخته شده اند خسارات زیادی ندیدند. اما خبر این زلزله به خارج از کشور از طریق اصفهان صورت گرفته است و اغلب اشتباهها در روزنامه های خارجی این زلزله را متعلق به اصفهان دانسته اند. لذا براساس اطلاعات تاریخی موجود در اصفهان خسارات زیاد در اثر زلزله موجود نیست. بنابراین پیشنهاد شدت نسبی ۷ مرکالی برای این ناحیه بنظر مناسب می آید.

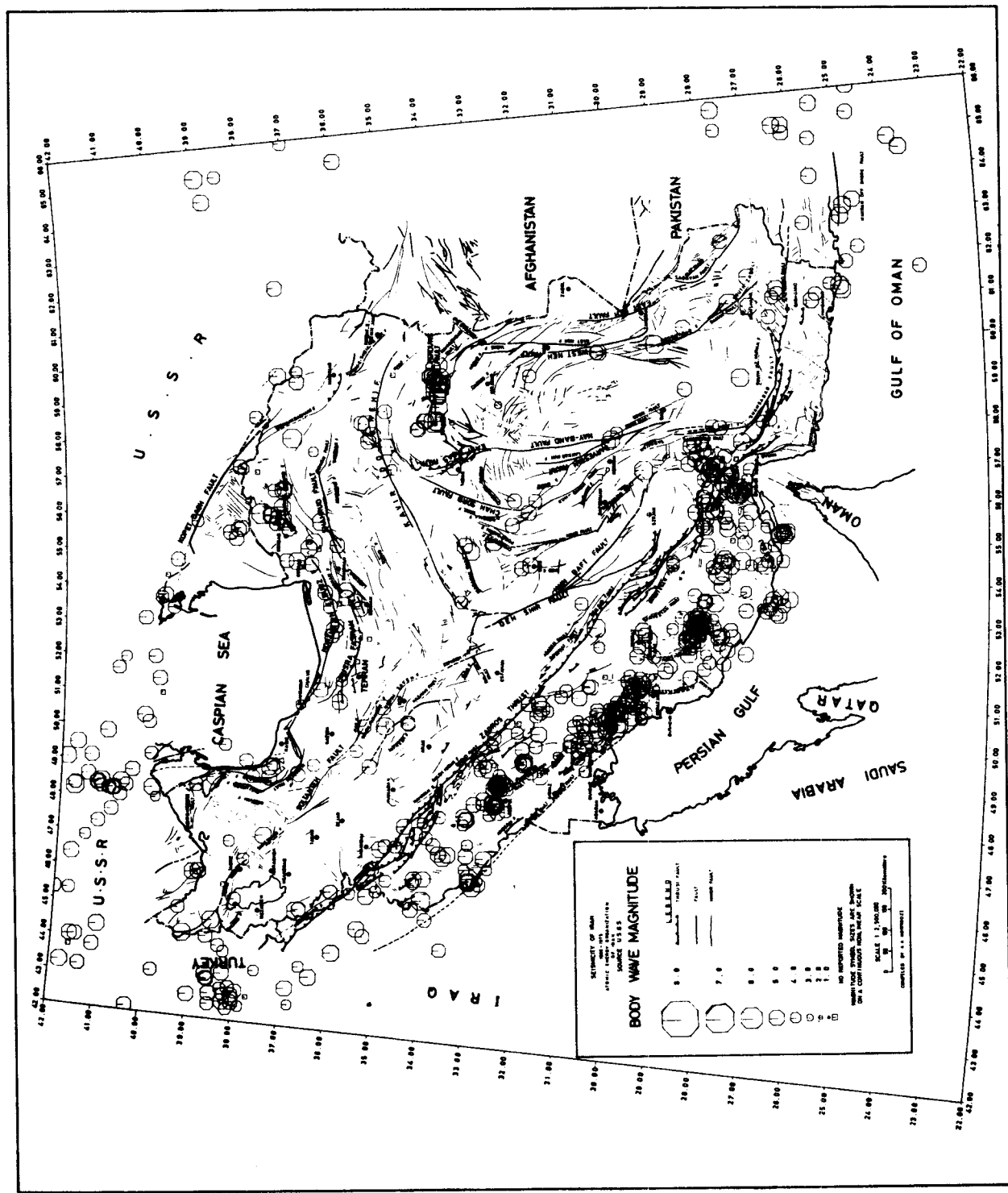
- 1- Roberts E,B., and F.P. Ulrich(1950)
"Seismological Activities of the U.S. Coast and Geodetic Survey in 1948" Bull. Seis. Soc.Am. 40, 195-216.
- 2- Richter D.F.(1959) "Seismic Regionalization" Bull. Seis. Soc. Am. 49, 123-162.
- 3- Nabavi, M.S. (1977) "Aspects of the Seismic behavior of Iran,especially the southern Zagros area".Ph.D.Thesis, University of London.
- 4- Banisadr, M.(1969)"The seismicity of Iran", M.S.Thesis,Imperial College of Science and Technology.Univ. London.
- 5- Mowroozi, A.A.(1971) "Seismo-Tectonics of the Persian Plateau,eastern Turkey, Caucausus and Hindu-Kush region",Bull. Seis. Soc. Am. 61, 317-341.
- 6- Nowroozi, A.A.(1976) "Seismotectonic Provinces of Iran" Bull. Seis. Soc. Am. 66, 1249-1276.
- 7- Stocklin, J.(1968), "Structural history and Tectonics of Iran: A review" Bull. Am. Asso.Pet. Geol. 52,1229-1258.
- 8- Berberian, M.(1976),"Contribution to the Seismotectonics of Iran" Geol. Surv. of Iran. Report No. 39 Part (II).
- 9- Berberian, M.(1977). "Contribution to the Seismotectonics of Iran"Geol. Surv. of Iran Report No. 40 Part (III).
- 10- Mohajer-Ashjai,A., Behzadi,H.and Berberian, M.(1979) "Reflection on the rigidity of the Lut block and recent crustal deformation in eastern Iran" Tectonophysics,28, 281-301.
- 11- Nowroozi, A.A.(1972). "Focal Mechanism of earthquakes in Persia, Turkey, West Pakistan, and Afghanistan and Plate Tectonics of the Middle East" Bull. Seis. Soc.Am. 62, 832-850.
- 12- Adeli, H. and S. Nemat-Nasser,(1977) "Aprobabilistic Seismic investigation for Iran, Data Analysis and Preliminary Results" Technical Report No. 77-8-1, Dept of Civil Eng. Northwestern Univ.
- 13- Ahmadi, G. and A.A. Nowroozi(1980) "Earthquake Risk Analysis of Iran, I Frequency-Magnitude Correlations for various seismotectonic Provinces" to appear in Journal of the Earth and Space Physics, Inst. of Geophysics,Tehran Univ.
- 14- Ahmadi, G. and A.A. Nowroozi(1980) "Earthquake Risk Analysis of Iran, II. Probabililistic Seismic Risks for Various Magnitudes" Journal of the Earth and Space Physics, Inst. of Geophysics, Tehran Univ.
- 15- Ahmadi,G.and A.A. Nowroozi,(1981) "Earthquake Risk Analysis of Iran, III Intensity estimate for various Return Periods and Epicentral Distances" to Appear in the Bull. Iranian Pet. Inst.

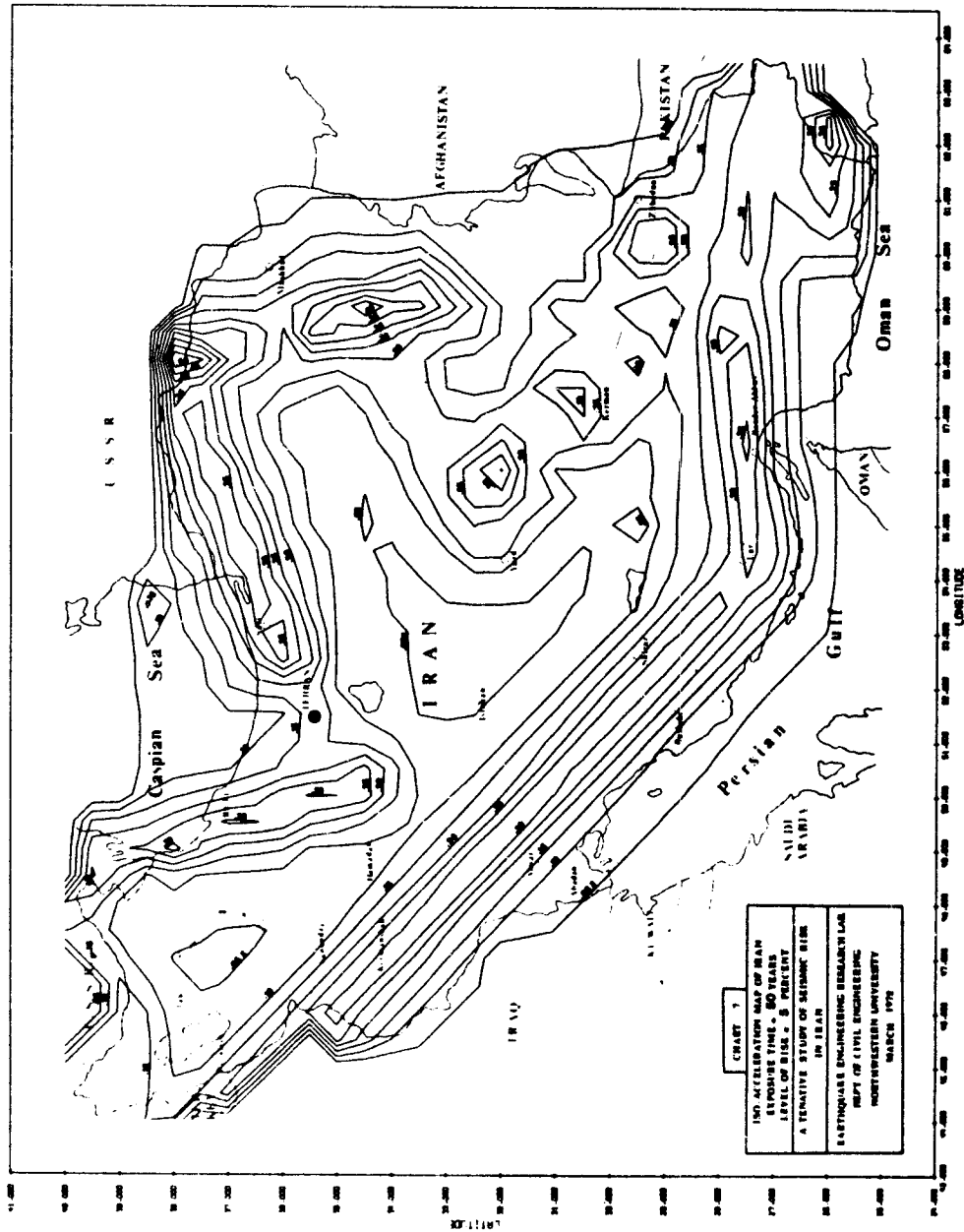
- 16- Ahmadi, G.N. Mostaghel, and A.A. Nowroozi (1981) "Earthquake Risk Analysis of Iran, IV: Peak Ground Acceleration Risk for Various Return Periods and Focal Distances" to appear in the Bull. Iranian pet. Inst.
- 17- Ahmadi, G.N., N. Mostaghel, and A.A. Nowroozi (1981). "Earthquake Risk Analysis of Iran, V: Probabilistic Seismic Risks for Various peak ground Accelerations".
- 18- Rowshandel, S. Nemat-Nasser, and H. Adeli (1978) "A tentative study of seismic Risk in Iran" Technical Report No. 78-3-9, Northwestern University.
- 19- Candra, U.J.G. Mc Whorter, and A. A. Nowroozi (1979) "Attenuation of Intensities in Iran" Bull. Seis. Soc. Am. 69, 237-250.
- 20- Mohajer-Ashjai, A, and A.A. Nowroozi, (1978) "Observed and probable Intensity Zoning of Iran. "Tectonophysics, 49, 149-160.
- 21- Karim, R, A, and L.E. Heuckroth (1970) "Earthquake history and tectonics of the regions of Afghanistan, Seis. Cent. Kabul Univeristy.
- 22- Kirnos, E, (1955) "In Defense of Seismotectonic method of seismic Regionalization" In Russia, Izvestia Akad Nauk SSSR, Ser. Geofiz 137-155.



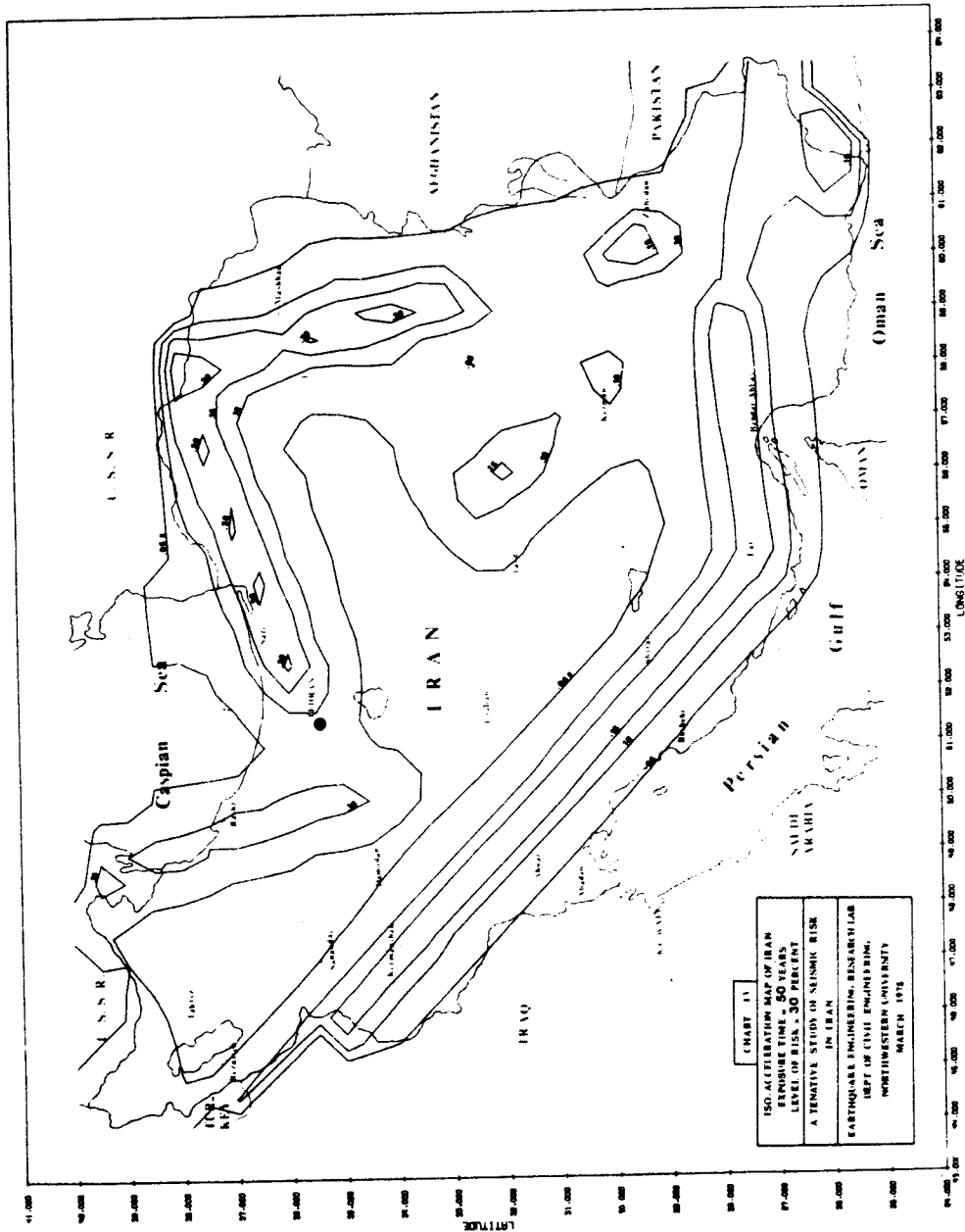
M.S. NABAVI
Ph.D. 1977

شکل ۱- خرابیها و محل زلزله های تاریخی و قرن اخیر ایران، نبوی (۱۹۷۷).

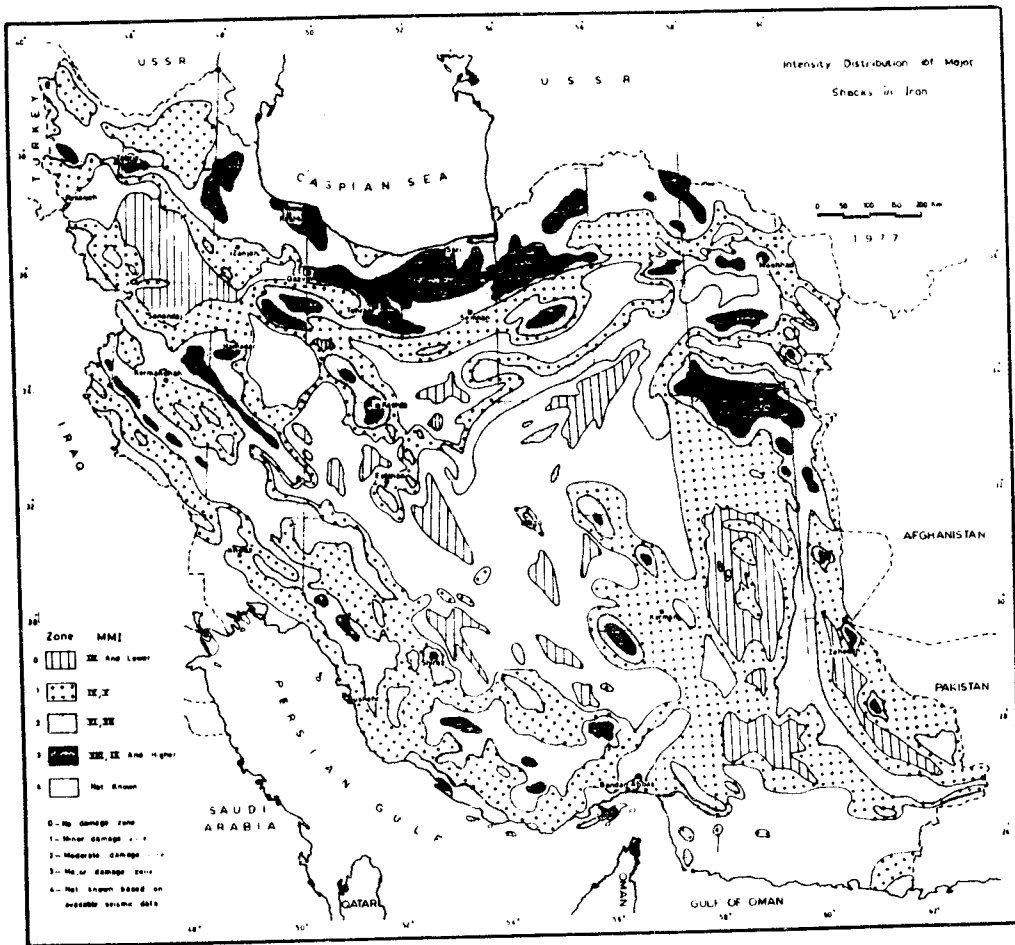




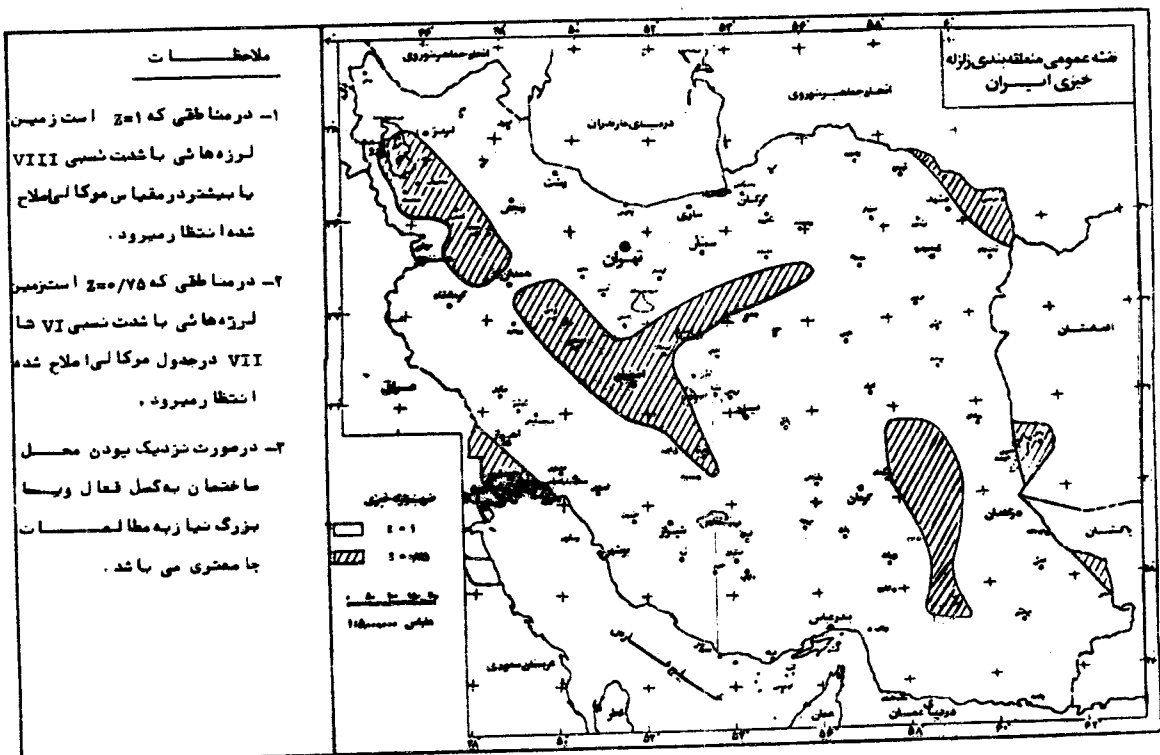
شکل ۴- خطوط هم‌شدت در ایران برای ۵۰ سال و احتمال وقوع ۵٪، روشندل - نعمت ناصر و عادل (۱۹۷۸).



شکل ۵ - خطوط هم شتاب در ایران برای ۵۰ سال و احتمال وقوع ۳۰٪، روشندل، نعمت ناصر و عادلی (۱۹۷۸).



شکل ۶ - حوزه های مشاهدات و محاسبات شدت نسبی زلزله ها در ایران ، مهاجر و نوروزی (۱۹۷۸) .



شکل ۷ - ضرایب زلزله خیزی و حوزه های شدت نسبی در ایران .