

# تجمع و مکانیزم زلزله‌های محلی در ناحیه تهران

## خرداد - مرداد ۱۳۵۹

احمد کبیری

ارسلان مهاجر اشجعی

علی اصغر ظهوریان ایزدپناه

محسن حسینیان قمصری

امور ویژه زلزله‌شناسی - سازمان انرژی اتمی ایران

### چکیده

شهر تهران در قرن حاضر از نظر وقوع زلزله‌های مخرب ظاهراً "آرام" بوده است، در حالی که سوابقی از زلزله‌های نسبتاً "شدید" در نواحی اطراف این شهر در قرون گذشته در دست است. وقوع تعداد زیادی زمین لرزه‌های خفیف و محلی در محدوده وسیعی از شرق تهران در سالهای ۱۳۵۶ تا ۱۳۵۸ توسط شبکه لرزه‌نگاری سازمان انرژی اتمی ایران ثبت و گزارش شده است. به منظور بررسی دقیقتر مکانیزم کانونی این زمین لرزه‌ها در رابطه با عوامل فعال تکتونیکی در محل، در سال ۱۳۵۹ اقدام به نصب شبکه لرزه‌نگاری موقت دو ماهه در شرق تهران و محل‌های خاص تجمع لرزه‌ها گردید. طی دو ماهه مورد نظر مجموعاً "۶۸ زمین لرزه ثبت و با دقت زیاد تعیین محل شد که موید وجود نیروهای فعال تکتونیکی در منطقه است و پتانسیل زلزله‌خیزی شدیدتری را برای گسل‌های مشاع - فشم خصوصاً "در محل برخورد آن با گسل شمال تهران" پیش‌بینی می‌کند. عمق کانونی اغلب زمین لرزه‌ها در حدود ۹ تا ۱۶ کیلومتر و شدت مطلق آنها بین ۱/۵ تا ۳ درجه ریشتر متغیر بوده است.

مکانیزم ترکیبی تعدادی از زمین لرزه‌ها در حوالی مارک آباد، نمایشگر جهت محور بزرگترین نیروی فشار در منطقه بوده که با آزمون ۴۵ و شیب ۳۶ درجه از خصوصیات عمومی نشوتکتونیک ناحیه البرز و در مقیاس بزرگتر از جهت کلی حرکت عربستان سعودی به طرف ایران تبعیت می‌کند.

بررسی لرزه‌خیزی و روندهای فعال زمین ساختی منطقه تهران از سال ۱۳۵۵ در امور تحقیقات زلزله‌شناسی سازمان انرژی اتمی ایران با نصب شبکه لرزه‌نگاری در اطراف تهران آغاز شده و زمین لرزه‌های ثبت شده طی دو سال از دیماه ۱۳۵۶ تا دیماه ۱۳۵۸ به صورت بولتن‌های ۶ ماهه (۱) منتشر گردیده است.

با تعبیر و تفسیر اطلاعات دو ساله فوق توسط کارشناسان سازمان انرژی اتمی ایران (۲) این نتیجه بدست آمد که تمرکز زلزله‌ها در نواحی شرق و شمال شرقی تهران بیشتر از مناطق دیگر بوده است. به همین جهت به منظور بررسی دقیقتر، خصوصیات نواحی یاد شده، ۶ دستگاه لرزه‌نگاری صحرایی (Springnether M.E.Q 800) از تاریخ ۵۹/۳/۱۷ تا ۵۹/۵/۱۶ در منطقه شرق و شمال شرق تهران نصب شد. ناحیه مورد مطالعه بین ۳۵ الی ۳۶ درجه عرض جغرافیایی و ۵۱ الی ۵۲/۵۰ درجه طول جغرافیایی قرار دارد. مشخصات ایستگاهها و محل آنها به ترتیب در جدول ۱ و شکل ۱ ارائه شده است. بعضی از ایستگاهها بعلت نامساعد بودن محل، به نقاط دیگر انتقال یافتند. مدت زمان کارکرد هر یک از ایستگاههای لرزه‌نگاری مذکور در شکل ۲ نشان داده شده است.

طی ۲ ماه عملیات صحرایی تعداد زیادی انفجار در معادن سنگ گچ و آهک و تعداد قابل ملاحظه‌ای زمین لرزه روی لرزه‌نگاشتها ثبت شده است. وجود این انفجارها اختلالاتی در مطالعه زلزله‌خیزی ناحیه ایجاد کرد که برای رفع این اشکال با مراجعه به معادن سنگ گچ و آهک توجال و معادن مختلف کارخانه سیمان تهران واقع در کوه بی‌بی شهربانو و مسگرآباد، سیمان سفید تهران واقع در بومهن و معدن گچ تهران در حاده نیکنام ده، جدول زمانی انفجارهای روزانه در دو ماهه فعالیت شبکه دریافت گردید. با مقایسه زمان وقوع لرزه‌ها با زمان انفجارها، کانون لرزه‌هایی که زمان آنها کاملاً " با زمان انفجارها مغایرت داشته است انتخاب شد. بنابراین از تعداد ۱۱۸ کانون لرزه ۴۸ کانون آن مربوط به انفجار و بقیه زمین لرزه‌های طبیعی محسوب شده که مشخصات کانونی و شدت مطلق و عمق آنها در جدول ۲ خلاصه شده است. ضمناً فراوانی تجمع زلزله‌ها طی دو ماهه کارکرد شبکه نیز در شکل ۳ نشان داده شده است.

منطقه مورد مطالعه از جنوب به بیرون زدگیهای تشکیلات آهکی کرتاسه (کوه بی‌بی شهربانو) و از شمال به تشکیلات توف سبز کرج در دامنه جنوبی البرز محدود می‌شود. بین کوههای فوق را تشکیلات آبرفتی هزار دره پوشانده که آثار چین خوردگی و شکستگیهای نسبتاً جوانی را که طی دوران چهارم و عهد حاضر به وقوع پیوسته است دربردارد. مهمترین گسل شناخته شده در این محدوده، گسل مشاع - فشم در شمال منطقه است و سایر گسلها و شکستگیهای برداشت شده نیز قبلاً توسط Riben (۳) Engalen (۴) و مهاجر اشجعی، نوروزی، کبیری (۲) منوچهر قریشی و بهرام ارژنگ روش (۵) گزارش گردیده که به منظور تشریح روابط سیموتکتونیک ناحیه‌ای در شکل ۴ گردآوری شده است.

## شرح دستگاه لرزه نگاری

در شبکه تهران از لرزه نگار (Springnether M.E.Q 800) که دارای تناوب کم و حساسیت زیاد می باشد استفاده شده است. برای تنظیم ساعت این دستگاهها علایم زمانی ساعت گرینویچ (G.M.T) از طریق ایستگاههای فرستنده رادیویی بریتانیا و یا هندوستان مورد استفاده قرار گرفته است.

به منظور دقت بیشتر، علایم رادیویی زمان، مستقیماً "بر روی لرزه نگاشت دستگاه ثبات منتقل گردیدمانند. لرزه سنجهای استفاده شده از نوع L-4C با زمان تناوب یک ثانیه است. به استثنای لرزه سنج ایستگاههای گلدره و دماوند که از نوع افقی بوده، برای بقیه ایستگاهها از لرزه سنج عمودی استفاده شده است. در این دستگاهها می توان مقدار حساسیت (بزرگنمایی) و میزان انحراف سوزن و میدان فیلترها را کنترل کرد. حساسیت دستگاه از حداقل ۶۰ تا ۱۲۰ دسی بل در ۱۰ مرحله ۶ واحدی از  $10^3$  تا  $10^6$  انجام می شود. برای تعیین مختصات کانون لرزهها از برنامه کامپیوتری Hypoellipse (6) استفاده شده است. این برنامه قادر به کنترل بیش از ۴۰ پارامتر می باشد و بدین ترتیب میزان اثرات پارامترهای مختلفی چون مدل پوسته جامد زمین، کیفیت قرائت امواج ثبت شده، تعداد دفعات تکرار محاسبات برای یافتن بهترین محل وقوع زمین لرزه و تعیین شدت مطلق برحسب طول دامنه و یا مدت زمان ارتعاشها را می توان مورد بررسی قرار داد.

در این گزارش از مدل پوسته ای شش لایه استفاده شده است (جدول شماره ۳). این مدل تقریبی است ولی تجربیات حاصله از کاربرد آن نشان داده که مدل مذکور، محاسبات را با کمترین خطا بدست می دهد.

در جدول ۲ نتایج بدست آمده از قرائت لرزه نگاشتها پس از انجام محاسبات نشان داده شده است. این جدول شامل تاریخ وقوع، زمان وقوع به گرینویچ، طول و عرض جغرافیایی، شدت مطلق، عمق و میزان خطای محاسبات (ریشه دوم مربع های باقی مانده زمانی در ایستگاههای ثبات، R.M.S.) است. در این مطالعات R.M.S. کمتر از  $\frac{1}{4}$  مورد قبول قرار گرفته، که موید دقت بیشتر محلهای کنونی محاسبه شده است.

## پراکندگی زمین لرزهها و ارتباط آن با روندهای زمین ساختی

چگونگی توزیع ۶۸ کانون زمین لرزه پس از تعیین موقعیت کانونی آنها و ارتباطشان با روندهای زمین ساختی ناحیه در شکل ۴ نشان داده شده است. با دقت بیشتر در نقشه سیموتکتونیک یاد شده، دو مرکز تجمع از کانون زمین لرزهها در نواحی زیر مشاهده می شوند:

## ۱- ناحیه جنوب شرق تهران

این ناحیه به علت نزدیکی به معادن، دارای لرزه‌های متعددی بوده که پس از حذف انفجارها (با توجه به زمان وقوع و شکل ارتعاشهای ثبت شده) تعداد ۱۱ کانون زمین‌لرزه در روی گسلهای کوچک این ناحیه با روند شمال غرب، جنوب شرق، متمرکز گردیده است. در روی نقشه تکتونیکی منطقه اثری از ادامه این گسلها به طرف جنوب شرق نیست، ولی روند کلی کانونهای زمین‌لرزه امکان ادامه این روند را در زیر پوشش سطحی زمین پیشنهاد می‌کند. شاید بتوان علت وقوع این زمین‌لرزه‌ها را بطور غیرمستقیم در ارتباط با آزاد شدن انرژی ذخیره شده در زمین، تحت اثر انفجارهای محلی، که موجب تسریع در ایجاد ترکها و شکستگیهای کوچک زیر زمین شده است دانست.

## ۲- ناحیه شاخه فرعی از گسل مشاع - فشم (مبارک آباد)

در مدت ۲ ماه تعداد ۱۶ کانون زمین‌لرزه در امتداد یک شاخه فرعی از گسل مشاع - فشم که به طرف شمال غرب منشعب گشته رح داده‌اند (شکل ۵). از آنجا که این روند زلزله به طرف جنوب شرقی گسل مشاع - فشم نیز ادامه می‌یابد، احتمال دارد گسل فرعی هم در این راستا ادامه داشته باشد که در نقشه تکتونیکی محل، مشخص نگردیده است. این منطقه در زمانهای گذشته واجد لرزه‌هایی با شدت زیاد بوده است که بزرگترین آن در تاریخ ششماکتبر ۱۹۳۰ با شدت ۵ تا ۵/۵ ریشتر به نام لرزه آه - مبارک آباد و لرزه دیگری با شدت ۴/۵ ریشتر و در تاریخ دهم ژانویه ۱۹۷۴ (سال ۱۳۵۱) لرزه‌ای با شدت ۴/۳ ریشتر در این منطقه روی داده که محل آنها در شکل ۵ ارائه شده است.

باید متذکر شد که گسترش خسارات در زمین لرزه ۱۹۳۰ (آه - مبارک آباد) که متوسط Tchalenko (7) گزارش شده با روند لرزه‌خیزی بدست آمده در این مطالعه گسترش نسبتاً مشابهی دارد که می‌تواند موید تجدید فعالیت در همان ناحیه باشد و یا فعالیت دائمی این شاخه از گسل مشاع - فشم را نشان دهد. نمودار توزیع زمین‌لرزه‌های ثبت شده در عمقهای مختلف در شکل ۶ نشان داده شده که موید تمرکز تعداد بیشتری از آنها در عمق بین ۹ تا ۱۴ کیلومتر است.

## مکانیزم اشتراکی زمین‌لرزه‌های گسل مشاع - فشم (مبارک آباد)

پولاریزاسیون اولین موج رسیده از لرزه‌ها به منظور تعیین مکانیزم، مورد استفاده قرار گرفته است. از ۱۹ پولاریزاسیون تعیین شده سه حالت A.B.C. مشخص شده که دو حالت A و B به علت عدم انطباق با جهت تکتونیکی محل حذف گردیده و حالت C مورد قبول قرار گرفته

است ( شکل ۷) . مکانیزم اشتراکی حالت C مویید یک، گسل روئانده چپ بر با شیب زیاد حدود ۸۰ درجه با راستای شمال غرب ، جنوب شرق (AZ ۱۳۵) می باشد . این امتداد با راستای گسل مذکور و همچنین با امتداد کلی پراکندگی کانون زمین لرزه های ثبت شده در این ناحیه منطبق است . جهت محورهای نیروی فشاری و کششی به ترتیب دارای آزیموت ۴۵ و ۲۱۰ درجه بوده که با خصوصیات حرکت گسل مشاع - فشم و تفسیرهای نئوتکتونیک در ناحیه تهران (۸۷) و همچنین جهت چین خوردگیهای رسوبات آبرفتی جوان در تشکیلات هزاردره منطبق است (شکلای ۷۵) .

## بررسی دوره تکرار احتمالی زمین لرزه های بزرگ

معمولا " در نواحی زلزله خیز جهان رابطه ای بین شدت مطلق زلزله و تعداد وقوع آنها در واحد زمان مشاهده شده که از فرم کلی  $\log N = a - bM$  تبعیت می کند (۸) . در این رابطه M شدت زلزله محاسبه شده بر اساس دامنه امواج سطحی، N تعداد زلزله با شدت M و بیشتر، a و b ضرایبی ثابت و تابع خصوصیات زلزله خیزی منطقه ای هستند . تعیین این ضرایب نه تنها مقایسه سطح عمومی زلزله خیزی مناطق مختلف و شناخت محیط تکتونیک آنها را میسر می سازد، بلکه مدت زمان تکرار زلزله ها را در آینده بر اساس آمار و احتمالات مشخص می کند . برای این منظور کلیه سوابق زلزله های ناحیه تهران بین سالهای ۱۹۳۰ تا ۱۹۸۰ که در دسترس و قابل استناد بوده اند، گردآوری و بصورت نمودار خطی در شکل ۸ پیاده شده اند و در نتیجه تعدیل آن به واحد یکسال، رابطه ای با ضرایب  $a = 3.07$  و  $b = 0.78$  بدست آمده است . بر مبنای این ضرایب وقوع زمین لرزه های با شدت ۵ و ۶ و ۷ در هر ۷، ۴۰، ۴۵، ۲۴۵ سال مورد انتظار خواهد بود . این برآورد با نتایج حاصل از مجموعه زلزله های استان سیسوتکتونیک البرز که شامل تمامی ناحیه البرز تا مشهد و تربت حام است و توسط احمدی و نوروزی (۹) به صورت  $\log N = 3.69 - 0.77M$  پیشنهاد شده، مطابقت ندارد . زیرا در رابطه اخیر احتمال وقوع زمین لرزه ۵ و ۶ و ۷ بیشتر در هر ۲ و ۹ و ۵۶ سال ارائه شده است که بنظر می رسد رابطه اخیر لااقل در قرن حاضر در ناحیه تهران مصداق پیدا نمی کند .

## تحولات فیزیکی زمین قبل از وقوع زلزله های بزرگتر

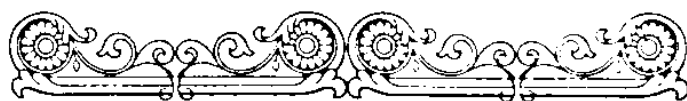
با توجه به اینکه بزرگترین زلزله ها در مجموعه ثبت شده در ۲ ماهه فوق با شدت های ۳/۱۵ و ۳/۰۹ ریشتر رخ داده و سایر لرزه های خفیف با شدت های به مراتب کمتر حادث شده اند، بررسی تغییرات نسبت سرعت حرکت امواج طولی به امواج عرضی  $v_p/v_s$  قبل از وقوع لرزه های بزرگتر نمایشگر تحولات فیزیکی در زمین در طول زمان و تغییر در نسبت " پواسن " سنگی می باشد . نمودار شکل ۹ تغییرات نسبت سرعت امواج P به S را در یکماه قبل از وقوع زلزله های شدیدتر

نشان می‌دهد که از مقادیر مطلق  $1/6$  تا  $1/8$  به تدریج افزایش یافته و با وقوع لرزه‌های با شدت  $3/15$  ریشتر در ۲۴ ژوئیه دچار نوسانات شدید شده است.

تغییرات مشابهی قبل از وقوع زلزله‌های بزرگتر توسط محققین در شوروی و آمریکا نیز بررسی شده و نمونه‌های بارزی از آن توسط احمدزاده و مهاجر اشجعی (۱۵) برای زلزله‌های محلی در اطراف بوشهر ارائه گردیده است. ضمناً "آمار روزانه تعداد وقوع لرزه‌های محلی آنطور که در شکل ۳ منعکس است، نمایشگر روندی ثابت بوده تا اینکه از تاریخ ۱۲ ژوئیه تعداد وقوع لرزه‌های روزانه افزایش چشمگیر یافته و پس از چند روز در زلزله با شدت‌های نسبی بیشتر به وقوع پیوسته‌اند.

## نتیجه‌گیری

با نصب و بهره‌برداری از شبکه موقت لرزه‌نگاری به مدت دو ماه در ناحیه تهران جمعاً ۶۸ لرزه محلی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. براساس نحوه توزیع کانونی و مکانیزم این زمین‌لرزه‌ها، وجود نیروهای تکتونیکی فعال در شرق تهران مورد تأیید قرار گرفته و خصوصاً تجمع قابل توجهی در نواحی انبیا و مبارک آباد مشاهده شده است. به نظر می‌رسد تجمع لرزه‌ها با محل تلاقی گسل مشاع - فشم با گسل شمال تهران در لتیان و شاخه فرعی از گسل مشاع - فشم در مبارک آباد در ارتباط باشد. عمق کانون اغلب لرزه‌ها در حدود ۹ تا ۱۴ کیلومتر و شدت نسبی مطلق آن‌ها بین  $1/5$  تا ۳ درجه ریشتر بوده است. در این مدت فقط دو زلزله با شدت کمی بیشتر از ۳ حادث شده که تغییرات فیزیکی خاصی قبل از وقوع آن‌ها در زمین برداشت شده است. نتیجه‌گیری از مطالعه دو ماهه مورد بحث با نتایج حاصل از برداشت زلزله‌های محلی ناحیه تهران طی سالهای ۱۳۵۶ و ۱۳۵۷ که توسط مهاجر اشجعی و همکاران (۲) ارائه گردیده منطبق است. براساس شواهد بدست آمده عمده‌ترین عامل زلزله‌خیزی که شیر تهران و نواحی اطراف را تهدید می‌کند، از جانب گسل مشاع - فشم و محل تلاقی آن با گسل شمال تهران معسرفی می‌گردد و لازم است در کلیه طرح‌های مهندسی عمرانی و صنعتی در این ناحیه مورد توجه قرار گیرد. مکانیزم گروهی از این لرزه‌ها که در ناحیه مبارک آباد متمرکزند از نوع معکوس بزرگ زاویه و جهت محور نیروهای فشاری بوجود آورنده آن‌ها متمایل به شمال شرق است که از خصوصیات عمومی نئوتکتونیک ناحیه البرز و در مقیاس بزرگتر از جهت کلی حرکت عربستان سعودی به طرف ایران تبعیت می‌کند.



بدینوسیله از سایر همکاران امور تحقیقات زلزله‌شناسی از جمله خانمها فاطمه رحیمی ،  
منیژه دببائی ، فاطمه هاشم‌زاده و آقایان محمود مقدسی موسوی ، بیژن منوچهری ، محمدرضا  
قاسم خان ، علی اصغر دلیلی ، بهروز قبادی ، محمد عباسی سیر ، فریدون دستجردی و  
نصرت اله رنجیریان که در انجام محاسبات و تهیه و ترسیم نقشه‌ها و تعمیر دستگاه‌های زلزله  
نگاری همکاری موثر داشته‌اند تشکر می‌شود .



Table 1. Station in the Tehran Seismographic network

Station	Symbols	Latitude		Longitude		Elevation m	Foundation	Date Established
		Deg.	Min.	Deg.	Min.			
LATIAN DAM	LD <sub>1</sub>	35°	47.30	51°	40.75	1520	Breccia	31, Aug. 1977
DERAZ TANG	D.T.	35°	36.75	51°	39.60	1600	Limestone	7, Jun. 1980
NIKNAM DEH	N.D.	35°	50.25	51°	44.35	20.80	Siltstone	9, Jun. 1980
LATIAN DAM	LD <sub>2</sub>	35°	47.45	51°	40.75	1560	Breccia	16, Jun. 1980
GOL DARREH	G.D.	35°	46.00	51°	51.00	2160	Limestone	17, Jun. 1980
MOSHA	M.H.	35°	45.60	52°	02.72	2328	Andesite	22, Jun. 1980
MAZRAEH	M.Z.	35°	37.80	51°	38.00	1800	Limestone	30, Jun. 1980
BIBI SHAHR- BANOO	B.B.	35°	36.60	51°	32.50	1320	Andesite	2, July 1980
SABOO - BOZORG	S.B.	35°	48.77	51°	40.95	1830	Clystone	19, July 1980
DAMAVAND	DM.	35°	42.05	52°	01.25	2000	Siltstone	23, July 1980

جدول ۱: موقعیت ایستگاههای شبکه لرزه نگاری ناحیه تهران



جدول ۲: صورت مشحصات گانوی ریزندهای ثبت شده در مدت دو ماه کارکرد شبکه تهران

Table (2): List of Earthquakes Recorded in Tehran Region

No.	Date	Origin Time (G. M. T.)			Latitude N		Longitude E		Mag.	Depth km.	Q.	R.M.S
	1980	H.	M.	S.	Sec.	Min.	Deg.	Min.				
1	16.6	14	41	10.62	35	46.62	52	06.04	2.3	10.5	D	0.04
2	17.6	13	34	29.86	35	51.04	51	59.45	2.5	05.0	D	0.02
3	17.6	23	28	39.40	35	53.02	51	59.62	1.9	06.2	C	0.01
4	20.6	07	32	52.62	35	45.93	51	57.29	1.9	04.3	D	0.26
5	24.6	10	35	19.12	35	44.50	52	02.38	2.1	09.2	C	0.02
6	24.6	13	15	51.74	35	52.06	51	56.97	2.1	07.7	C	0.00
7	26.6	09	32	52.19	35	42.88	51	45.01	1.7	12.0	D	0.02
8	26.6	11	02	36.75	35	48.71	51	44.21	1.2	01.7	D	0.15
9	29.6	09	56	01.15	35	39.38	51	29.73	2.2	03.3	D	0.11
10	30.6	00	17	04.63	35	50.25	51	57.90	2.5	09.2	F	0.09
11	30.6	13	25	50.56	35	39.99	51	32.80	2.1	09.6	D	0.10
12	04.7	01	49	03.55	35	51.63	51	59.21	2.2	06.7	D	0.01
13	04.7	22	34	52.80	35	31.47	51	16.12	2.0	19.3	A	0.02
14	04.7	23	11	06.03	35	49.94	51	58.87	2.5	13.5	B	0.03
15	08.7	11	25	20.43	35	42.18	52	00.96	1.9	01.8	D	0.20
16	12.7	09	52	57.29	35	29.86	51	54.08	1.6	07.1	D	0.93
17	13.7	00	59	11.02	35	44.12	51	58.53	1.3	04.4	D	0.08
18	13.7	20	11	20.28	35	12.69	51	08.08	2.8	17.4	C	0.08
19	13.7	20	48	43.83	35	42.78	52	00.62	1.6	02.1	D	0.13
20	14.7	16	26	57.17	35	33.94	51	44.28	2.1	34.4	A	0.02
21	14.7	23	51	44.23	35	15.45	51	02.24	2.6	20.6	D	0.04
22	14.7	23	52	31.97	35	17.92	51	00.41	2.7	11.6	D	0.05
23	16.7	11	30	32.22	35	03.34	51	07.78	2.3	05.5	D	0.35
24	16.7	19	17	28.00	35	31.60	51	31.47	2.7	24.1	B	0.05
25	17.7	00	29	33.47	35	49.54	51	45.04	1.7	03.1	D	0.07
26	18.7	05	44	27.95	35	37.78	51	30.29	1.3	03.0	C	0.01
27	18.7	07	20	04.32	35	55.07	51	26.95	1.9	07.2	D	0.02
28	19.7	08	51	37.95	35	38.29	51	32.60	1.3	02.8	D	0.01
29	19.7	10	08	39.10	35	47.19	51	47.76	2.7	04.0	D	0.14
30	19.7	12	47	04.13	35	47.79	51	50.10	2.5	05.6	A	0.00
31	20.7	13	11	10.42	35	42.12	51	52.96	2.9	31.6	D	0.03
32	20.7	17	54	11.27	35	40.50	51	53.04	1.8	12.3	B	0.06
33	21.7	00	31	33.86	35	28.05	51	42.99	2.0	14.3	D	0.02
34	21.7	08	40	36.49	35	47.31	51	31.77	1.8	03.2	D	0.06
35	21.7	15	15	47.31	35	43.35	51	47.97	2.6	04.2	D	0.11
36	22.7	12	34	31.03	35	21.36	51	28.61	2.2	09.9	D	0.19
37	22.7	16	06	39.53	35	32.70	51	05.29	2.3	34.0	B	0.02
38	23.7	03	21	33.13	35	23.89	54	43.23	1.6	08.2	C	0.01
39	23.7	19	31	44.47	35	45.25	52	00.06	2.2	21.4	D	0.17
40	24.7	00	00	22.81	35	33.49	51	52.28	3.1	12.3	D	0.01
41	26.7	06	31	44.92	35	33.65	51	38.22	1.8	00.3	D	0.43
42	26.7	07	00	38.18	35	36.55	51	32.37	1.7	04.3	C	0.02
43	26.7	13	09	31.43	35	49.21	51	33.63	2.3	08.5	D	0.19
44	27.7	17	48	43.17	35	31.23	51	37.89	2.1	25.8	D	0.02
45	28.7	07	05	33.83	35	49.07	51	31.85	3.1	10.3	A	0.04
46	28.7	07	18	14.98	35	50.29	51	32.31	2.9	09.1	D	0.03
47	28.7	07	31	33.32	35	46.79	51	36.16	2.1	11.3	C	0.07

No.	Date	Origin Time (G. M. T.)			Latitude N		Longitude E		Mag.	Depth Km.	C.	R.M.S
	1980	H.	M.	S.	Deg.	Min.	Deg.	Min.				
48	28.7	08	58	50.75	55	46.23	51	56.95	1.9	09.6	B	0.06
49	28.7	15	00	21.76	55	12.47	51	29.35	2.2	12.0	D	0.05
50	28.7	22	12	48.94	55	50.79	51	41.66	2.4	16.0	B	0.04
51	18.7	22	15	22.31	55	46.56	51	56.81	1.7	11.5	D	0.02
52	29.7	15	55	48.85	55	37.81	51	51.04	2.5	09.8	D	0.05
53	30.7	05	30	02.15	55	44.30	51	56.04	1.7	05.2	D	0.25
54	30.7	07	21	05.95	55	35.63	51	55.85	1.7	05.5	D	0.45
55	30.7	08	16	22.91	55	48.04	51	54.54	2.2	09.5	D	0.15
56	30.7	09	14	22.95	55	47.51	51	54.42	1.6	09.7	D	0.28
57	30.7	21	12	58.44	55	12.76	52	09.85	2.8	44.7	C	0.17
58	31.7	05	46	15.55	55	11.16	51	05.14	2.8	42.8	D	0.01
59	31.7	06	33	53.15	55	28.98	51	42.77	2.5	09.5	C	0.02
60	1.8	09	40	59.14	55	46.51	51	47.96	1.6	02.4	D	0.14
61	1.8	15	48	56.72	55	46.66	51	58.59	2.0	09.7	C	0.24
62	1.8	19	34	19.22	55	21.96	52	18.27	2.8	20.1	C	0.14
63	2.8	22	42	23.24	55	39.26	51	47.80	2.1	10.4	C	0.25
64	2.8	25	12	10.41	55	39.59	51	49.00	1.5	10.6	D	0.32
65	5.8	04	42	52.54	55	18.28	51	55.57	2.5	11.4	D	0.51
66	4.8	11	46	22.24	55	38.00	51	50.95	2.1	02.4	D	0.02
67	4.8	16	37	33.86	55	42.57	52	26.82	2.6	35.1	D	0.18
68	5.8	15	16	51.63	55	45.50	51	57.64	1.8	11.5	B	0.59

جدول ۳ : مدل سرعت‌های پوسته زمین در ناحیه تهران

لایه‌ها	سرعت لایه‌ها	عمق	ضخامت
Layer	Crustal Velocity Model	Depth	Thickness
	K.m/Sec.	K.m	K.m
1	4.000	0.000	1.000
2	4.500	1.000	2.000
3	5.000	3.000	7.000
4	6.000	10.000	12.000
5	6.700	22.000	23.000
6	8.000	45.000	1000.000

TEHRAN REGION

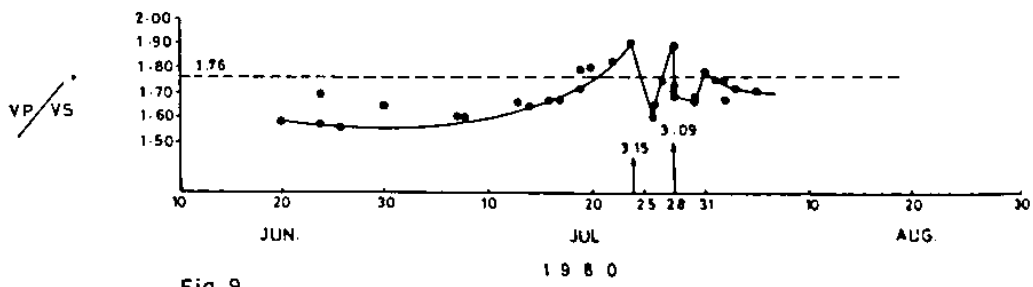


Fig. 9

شکل ۹: نمودار تغییرات نسبی سرعت امواج طولی (P) به امواج عرضی (S) در ناحیه تهران

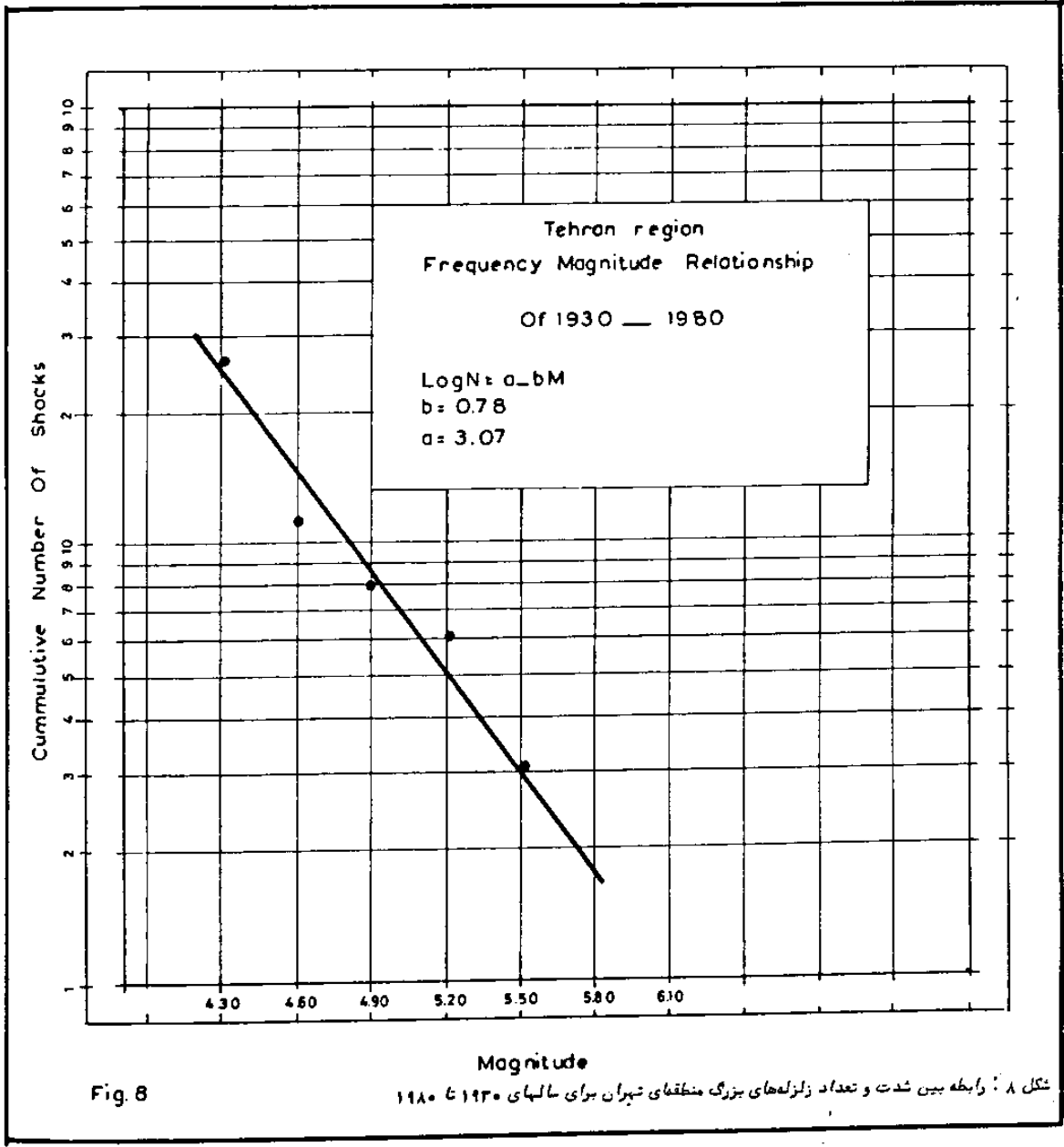
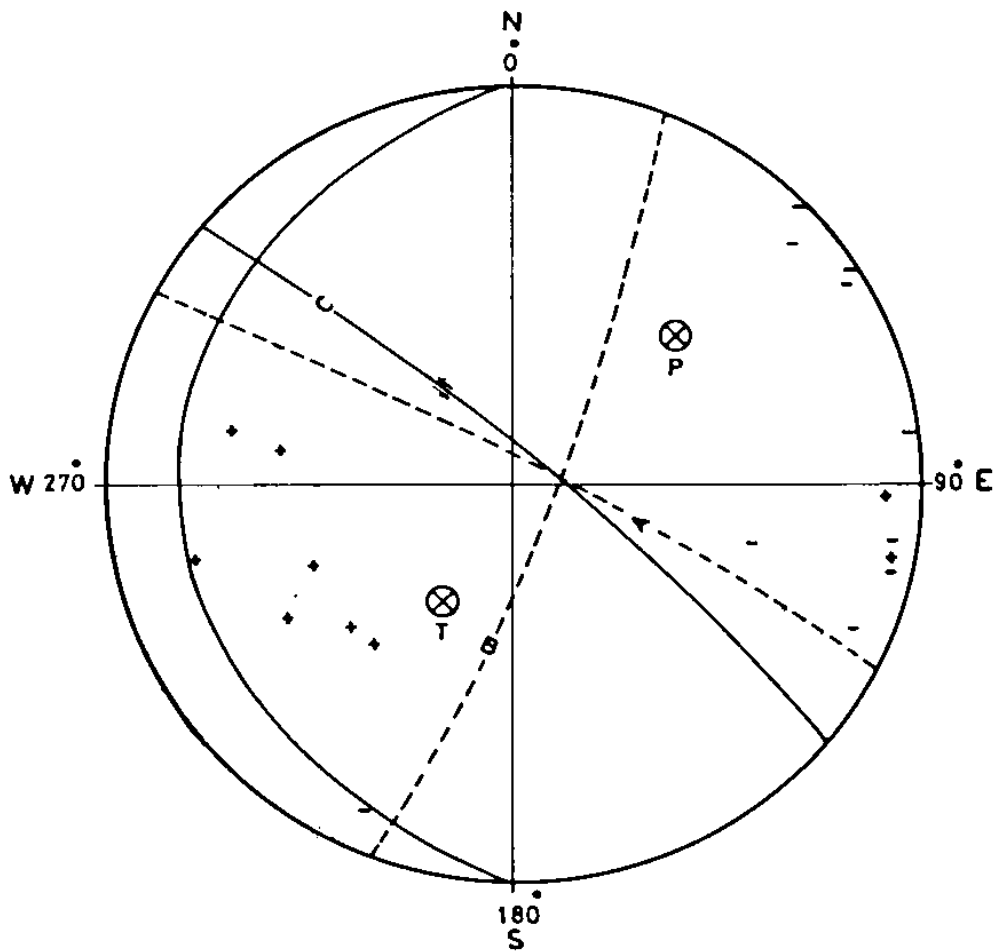


Fig. 8

شکل ۸: رابطه بین شدت و تعداد زلزله‌های بزرگ منطقه‌ای تهران برای سالهای ۱۳۳۰ تا ۱۳۸۰



COMPOSITE FAULT PLANE SOLUTION OF REGION 2  
(MOBARAKABAD) OF TEHRAN

◆ COMPRESSION (UP)

— DILATATION (DOWN)

⊗ TENSIONAL AXES  
T

⊗ COMPRESSIONAL AXES  
P

P { AZ. = 45  
DIP = 36

T { AZ. = 210  
DIP = 54

DF. B. GHOBADI

Fig. 7

شکل ۷: خصوصیات و مکانیزم اشتراکی لرزه‌های شمال شرق تهران در ناحیه مبارک‌آباد

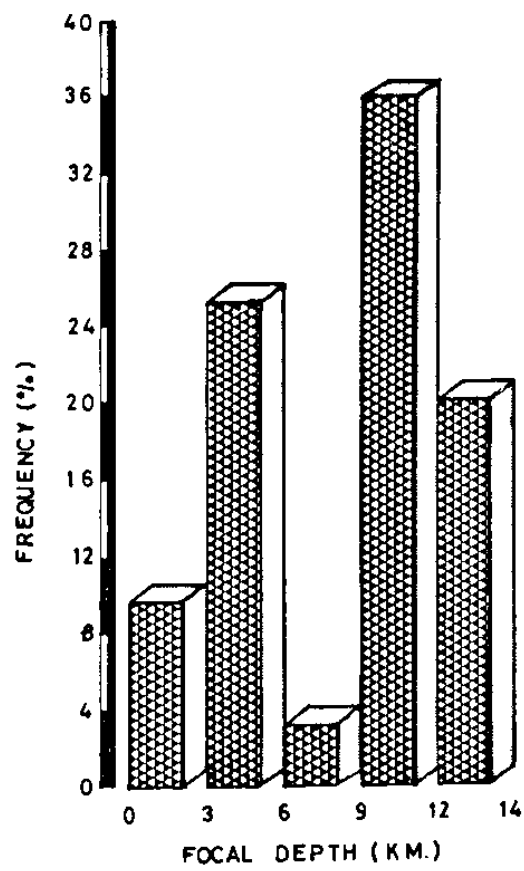


FIG-6 DEPTH FREQUENCY HISTOGRAM OF  
NORTH EAST TEHRAN EARTHQUAKES

شکل ۶: نمودار توزیع عمقی لرزه‌ها

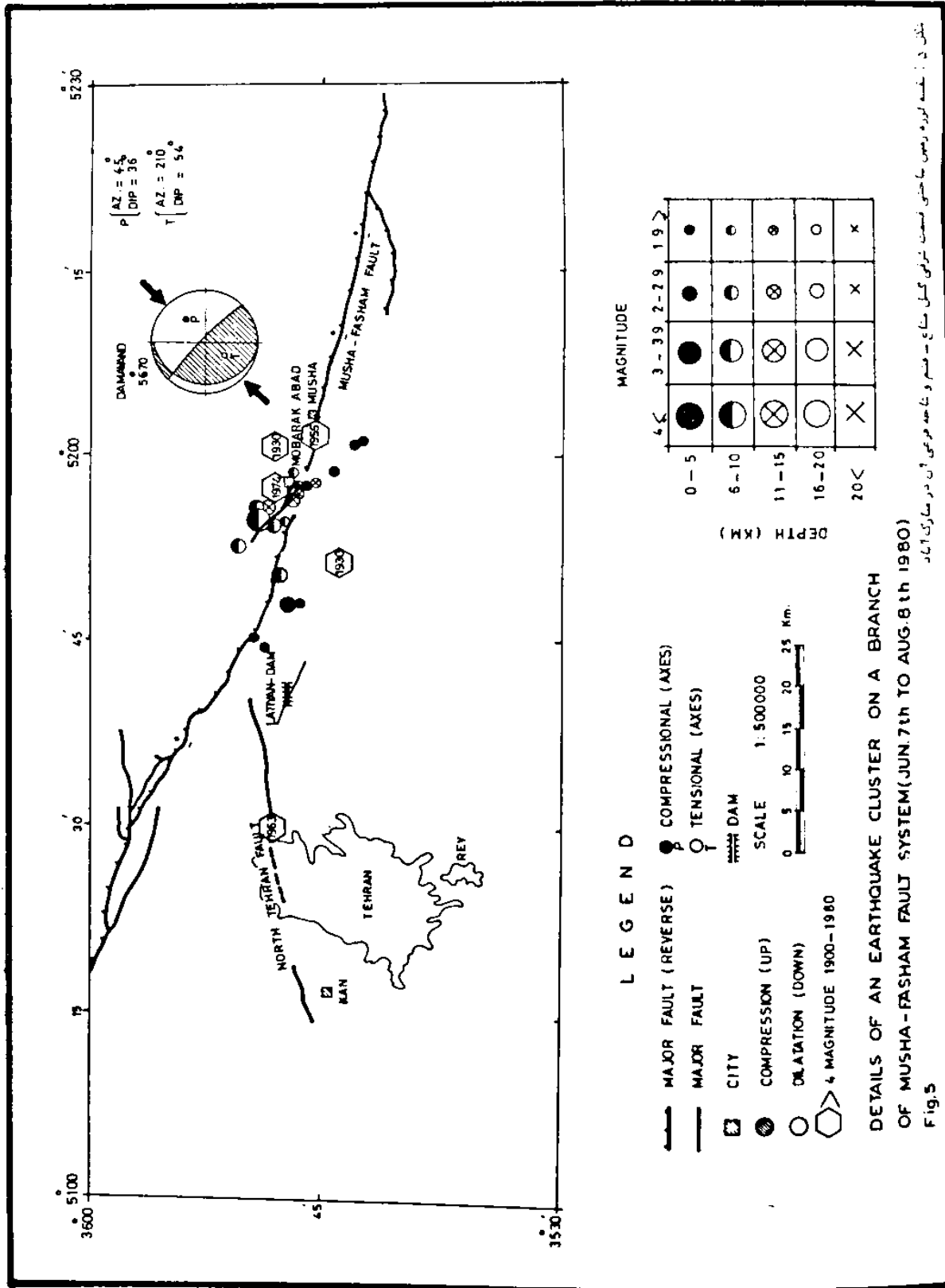
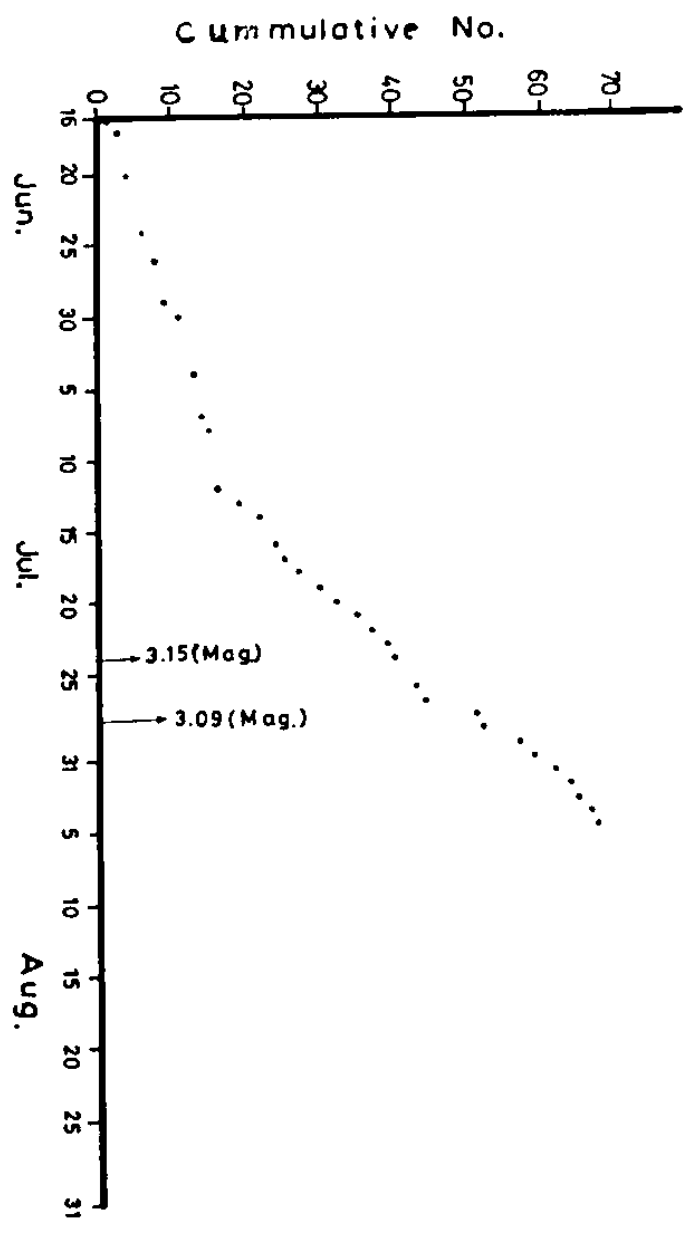
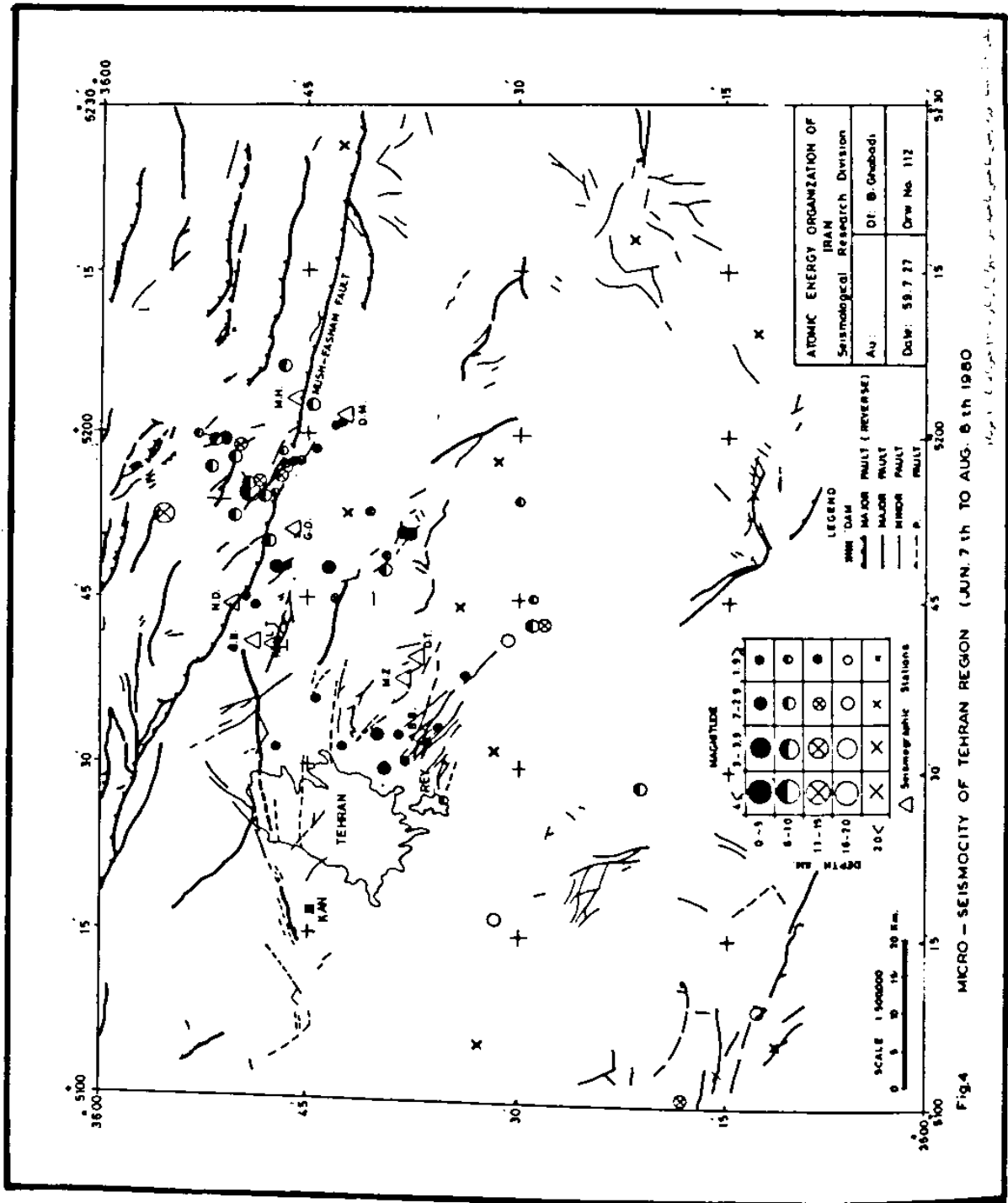




Fig. 3 Cumulative Rate of Occurrence



شکل ۳: نمودار فراوانی تجمعی لرزه‌ها نسبت به زمان



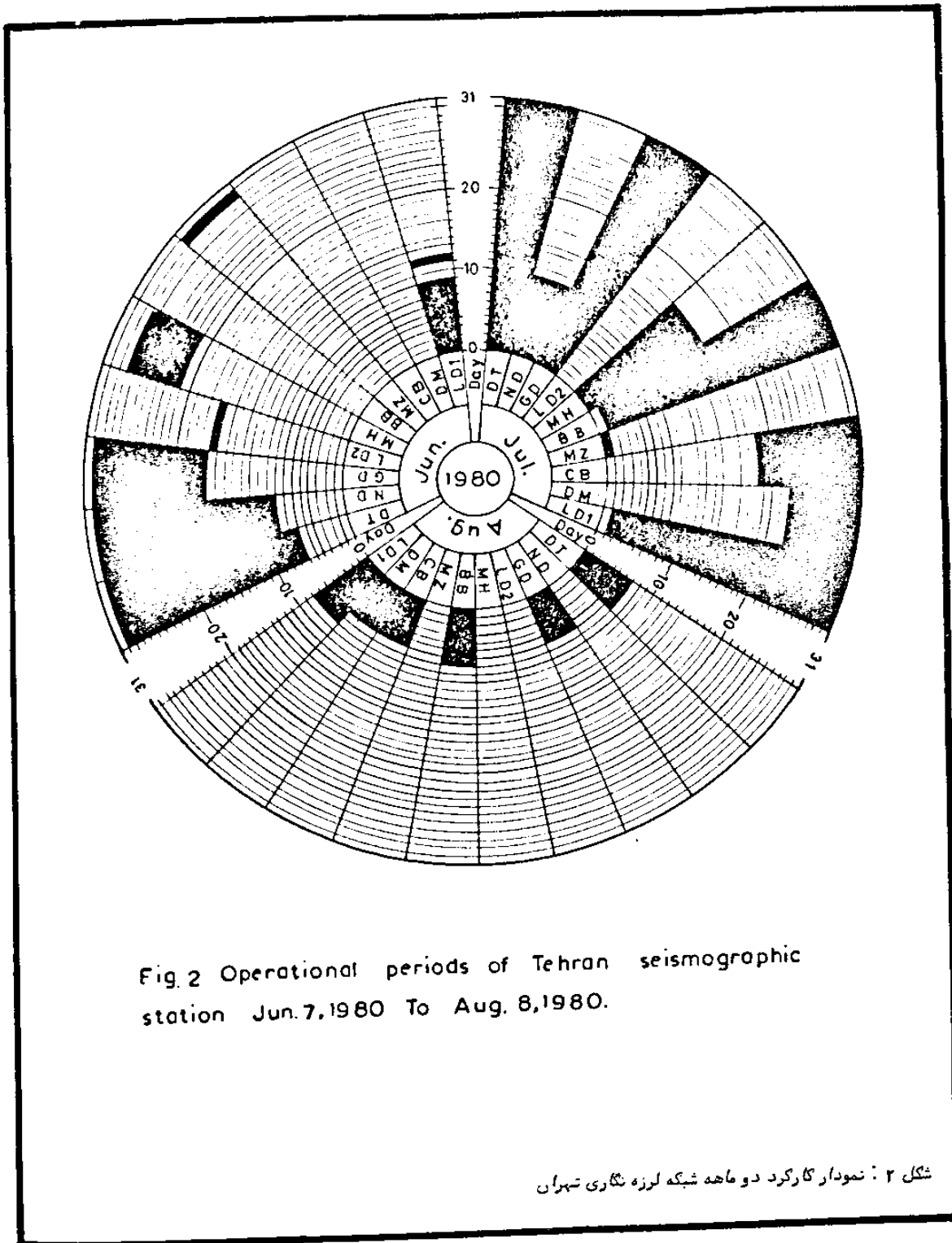


Fig.2 Operational periods of Tehran seismographic station Jun.7,1980 To Aug.8,1980.

شکل ۲ : نمودار کارکرد دو ماهه شبکه لرزه نگاری تهران

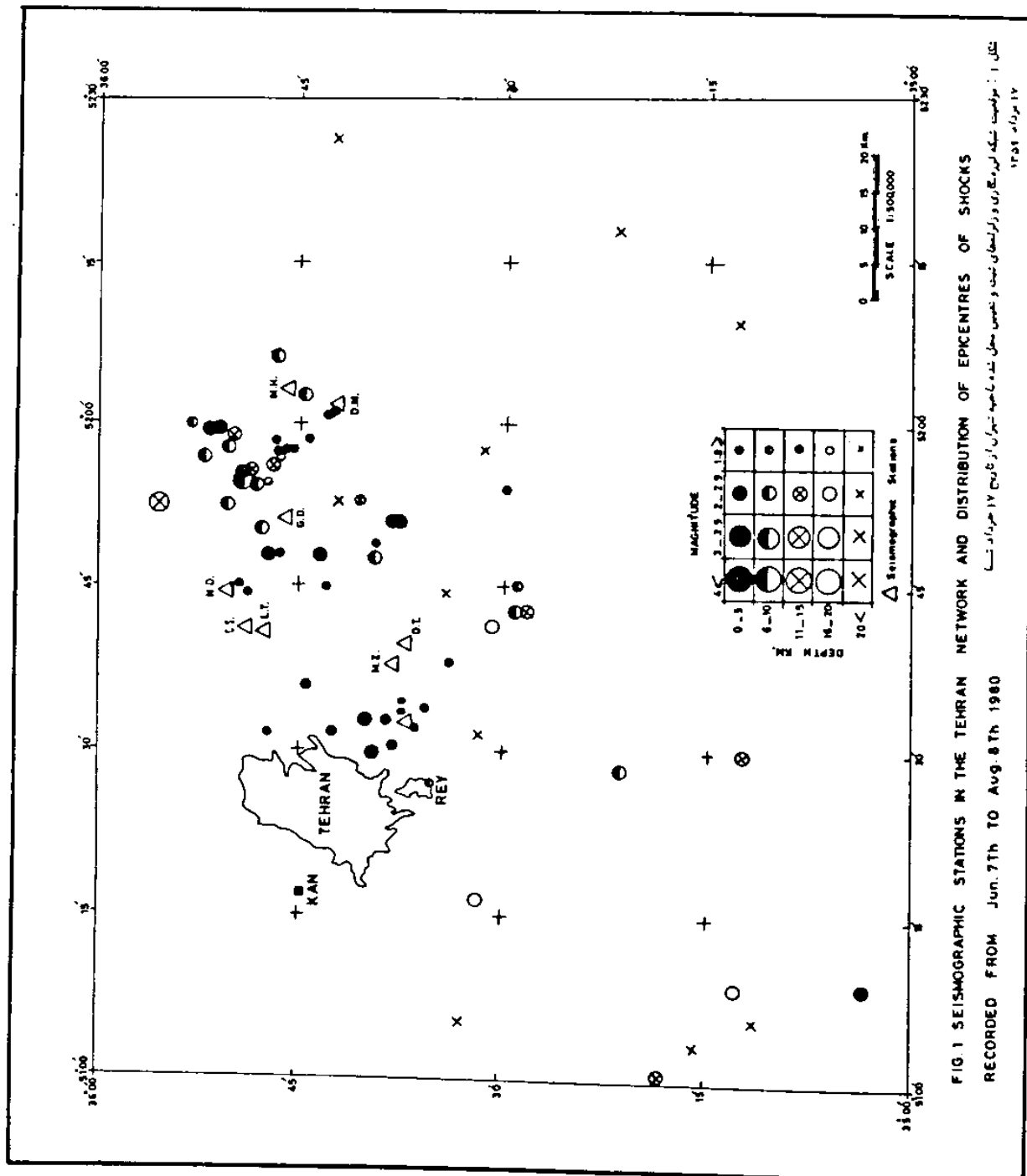


FIG. 1 SEISMOGRAPHIC STATIONS IN THE TEHRAN NETWORK AND DISTRIBUTION OF EPICENTRES OF SHOCKS

RECORDED FROM JUN. 7TH TO AUG. 8TH 1980

نقشه ۱: توزیع شبکه ایستگاه‌های لرزه‌نگاری و مرکزهای زمین‌لرزه‌ها در منطقه تهران از تاریخ ۱۷ مرداد تا ۱۷ مرداد ۱۳۵۹

- (1) Mohajer-Ashjai, A. Nowroozi, A.A. Kabiri, A. Bulletin of the seismographic network of Tehran Region, Atomic Energy Organization of Iran, Site and Enviromental Management Vol. 1: No. 1-4 and Vol. 2: No. 1-4, 1977-1979
- (۲) مهاجر اشجعی ، نوروزی ، کبیری : لرزه خیزی و روندهای زمین ساختی فعال در ناحیه تهران . نشریه انجمن نفت شماره ۷۷ ، ۱۳۵۸ .
- (3) Riben, E.H., the geological observation on alluvial deposits in northern Iran: Geol. Surv. Iran. Rep. 9, 1966
- (4) Engalen, M., Contribution a la Geollgie Geomorphologie Hydrogeologie de la region de Tehran: C.E.R.H. Montpellier France. 1968
- (۵) منوچهر قریشی و بهرام ارزنگاروش : بررسی گسلهای جوان ایران . سمینار زلزله شناسی و مهندسی زلزله ، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن . نشریه شماره ۳۶ آذرماه ۱۳۵۹ تهران .
- (6) Lahr G.C. and P. Ward, Hypoellips computer program. U.S. Geological survey, open file Rep. 1975
- (7) Tchalenko, J.S. Recent destructive earthquakes in central Elborz. In materials for the study of seismotectonic of Iran. North-center of Iran. Geol. Surv. Iran, Rep. 29,97-116. 1974
- (8) Richter, C.F. Elementary Seismology, Mc. Growhila, New-York N.Y. 350, pp., 1958
- (9) Ahmadi, G. and Nowroozi, Earthquake risk analysis of Iran. I. Frequency Magnitude Correlations for Various seismotectonic provinces. J.E.P. Physics, Tehran University, V.; 1980
- (۱۰) احمدزاده و مهاجر اشجعی : بررسی امکان پیش بینی زمین لرزه در ناحیه بوشهر ، سمینار زلزله شناسی و مهندسی زلزله . مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن . نشریه شماره ۳۶ آذرماه ۱۳۵۹ تهران .

# Distribution and Mechanism of Local Earthquaks in Tehran Region

A. Kabiri,  
A. Mohajer-Ashjai,  
A. Zohoorian,  
M. Ghamsari  
Seismological Division,  
A.E.O.I., Tehran, Iran.

## Abstract

The city of Ray and Tehran region were destroyed and damaged several times during historical times. Nevertheless, no major earthquake has been observed in this region in the 20th century. Causes for this apparent quiescence has been subject of extensive investigations by Seismological Division of Atomic Energy Organization of Iran since 1977. Several papers and bulletins has been published with this regard 1,2 on the basis of numerous micro-seismic events monitored by a portable network installed in the region for over 2 years.

As a result of these investigations several active features and cluster of events were recognized in eastern part of Tehran region; which are subject of a more detailed study of their mechanism and seismotectonic relationship as presented in this report. During a period of two months operation around the above active sources in 1980 a total of 68 microtremors were recorded which indicate presence of active tectonic forces in the region with concentration along Musha-Fasham fault near Mobarak-Abad and Latian. Magnitude of these events range between 1.5 to 3 and their depth varies between 9 to 14 Km.

Composite Focal mechanism of the recorded micro-earthquakes suggest a general direction for maximum compressive force in the area which is specified by Azimuth of 45 and inclination angle of 36 degrees. This Focal mechanism is compatible with that of larger events and neotectonic model of the Elborz range.