



فعالیت‌های شبکه شتابنگاری در ۳۱ سال گذشته

مهندس حسین میرزائی علویجه، کارشناس مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

۱- چکیده

اولین دستگاه‌های شتابنگار در دهه ۳۰ میلادی طراحی شد و اولین شتابنگاشت دنیا در زمین‌لرزه ۱۹۳۳ لانگ بیچ کالیفرنیا ثبت گردید. حدود ۴۰ سال بعد با تاسیس شبکه شتابنگاری ایران اولین شتابنگاشت در تاریخ ۱۳۵۲/۱۲/۵ خورشیدی (زمین‌لرزه ۱۹۷۳/۲/۲۴، ساعت ۰۰:۲۴) با بیشینه شتابی برابر با 0.17 g در ایستگاه چهلم به ثبت رسید. تا سال ۱۳۷۲ شبکه شتابنگاری ایران دارای ۲۷۶ دستگاه شتابنگار آنالوگ بود و در مرحله دوم توسعه شبکه، با در نظر گرفتن معیارهای لرزه زمینساخت، زمین‌شناسی ناحیه‌ای، لرزه خیزی، توپوگرافی، زمین‌شناسی ساختگاهی، خطرپذیری و امکانات محلی نصب دستگاه‌ها در دیجیتال آغاز گردید، و در حال حاضر (مرداد ۱۳۸۳) تعداد ۱۰۱۳ دستگاه دیجیتال و ۸۲ دستگاه آنالوگ در کشور آماده به کار می‌باشد. این دستگاه‌ها تا کنون ۴۸۶۵ شتابنگاشت را به ثبت رسانده‌اند.

کلید واژه‌ها

۱-شتابنگار-۲-شتابنگاشت-۳-بیشینه شتاب-۴-توپوگرافی-۵-لرزه زمینساخت-۶-زمین‌شناسی ساختگاهی

زمین لرزه، این پدیده طبیعی همیشه مشکلات زیادی را برای بشریت بوجود آورده است. از این رو از اوایل سده بیستم شناخت علمی این پدیده و کاهش اثرات جانی و مالی آن در دستور کار محققین و دانشمندان قرار گرفت. این تلاش منجر به بوجود آمدن علمی به نام مهندسی زلزله گردید. هدف مهندسی زلزله کاهش خطرات ناشی از زمین لرزه‌ها می‌باشد. بی‌گمان شناخت کمی و کیفی پدیده زمین لرزه مستلزم بکارگیری دستگاههای پیشرفته به منظور مکان یابی و اندازه گیری پارامترهای مربوط به آن است. بدین منظور دستگاههای لرزه نگار و شتابنگار طراحی و ساخته شدند و بخصوص در اواخر سده بیستم از پیشرفت تکنولوژی قابل ملاحظه‌ای برخوردار گردید.

۲- تاریخچه شتابنگاری در جهان

بحث شتابنگاری در جهان در واقع با کوشش‌های دکتر کیوجی سایه هیرو^۱ رئیس اسستیتو تحقیقات زمین لرزه دانشگاه توکیو آغاز گردید. او به دعوت اندیشمندان علم زمین لرزه به آمریکا رفت و سخنرانی هایی در مورد لرزه شناسی مهندسی بر اساس تحقیقات خویش در ژاپن ارائه داد. این سخنرانی‌های مفید باعث ایجاد شور و هیجان زیادی در فراغیری زلزله شناسی مهندسی در دانشگاههای معروف آمریکا گردید. دکتر سایه هیرو در این سخنرانی‌ها به اهمیت اندازه گیری‌های جنبش‌های زمین به صورت مستقیم تاکید فراوان داشت. برای انجام این مهم وی پیشنهاد تغییر لرزه سنج وود-آندرسون را نمود که در آنزمان در آمریکا طراحی شده بود.

تلاش‌های فراوانی در جهت ساخت دستگاههای شتابنگار در ارگانهای مختلف آغاز و نهایتاً منجر به ساخت اولین دستگاه شتابنگار گردید. اولین شتابنگاشت دنیا در زمین لرزه ۱۹۳۳ لانگ بیج^۲ کالیفرنیا ثبت گردید. در همان زمان کارشناسان سازمان زمین شناسی آمریکا مشغول طراحی نسل جدیدی از دستگاههای شتابنگار بودند. این کوششها منجر به ساخت شتابنگار Mark II گردید. از این پس در کشورهایی چون ژاپن، زلاندنو و آمریکا ساخت دستگاههای شتابنگار بسرعت ادامه پیدا کرد و دستگاههای پیشرفته جایگزین دستگاههای قدیمی گردیدند. دستگاههایی، نظیر شتابنگار معروف SMA1 در اوایل دهه هفتاد میلادی وارد مجموعه شتابنگاری دنیا گردید. در اواسط دهه هفتاد میلادی اولین دستگاههای دیجیتالی تولید، و از این زمان با ورود تکنولوژی دیجیتال در ساخت دستگاههای شتابنگار وارد عصر نوینی گردید. این روند در دهه های هشتاد و نود میلادی نیز ادامه داشته و دستگاههایی بسیار پیشرفته وارد شبکه‌های شتابنگاری کشورهای جهان شد.

در حال حاضر تمایل روز افزونی در استفاده از دستگاههای شتابنگار در سراسر جهان بوجود آمده است. پیشرفت علم مهندسی زلزله و زلزله شناسی مهندسی راه را برای ایجاد شبکه‌های محلی شتابنگاری در کشورهای لرزه خیز هموار کرده است. هم اکنون کشورهای زیادی در مناطق لرزه خیز دنیا با بهره گیری از دانش بدست آمده از اطلاعات دستگاههای شتابنگار راهکارهای مناسبی جهت مقاوم سازی ساختمانها دربرابر زمین لرزه ارائه داده اند. در طول سالیان اخیر کنفرانس‌ها و کارگاههای آموزشی فراوانی در باره مهندسی زلزله و رفتار نگاری جنبش‌های قوی زمین تشکیل شده است.

۳- شبکه شتابنگاری و اهداف آن

تئوریهای زیادی در مهندسی زمین لرزه ارائه شده است، اما بدون کمک گرفتن از نتایج حاصل از نگاشتهای مختلف که در هنگام وقوع زمین لرزه ثبت می شوند به نتیجه مطلوب نمی رسد. در حال حاضر ثبت زمین لرزه ها غالباً توسط دستگاههای لرزه نگار و شتابنگار انجام می شود.

لرزه نگارها دستگاههای بسیار حساسی هستند که قادرند حرکات فوق العاده ضعیف زمین ناشی از رویداد زمین لرزه های بسیار کوچک را نیز ثبت کنند. بیشترین استفاده از داده های مربوط به لرزه نگارها مربوط به شناخت ساختار درونی زمین و بدست آوردن مشخصات کمی زمین لرزه ها نظیر بزرگی، مختصات رومرکز و عمق کانونی زمین لرزه ها است. این داده ها بیشتر مورد توجه زمین شناسان و زلزله شناسان می باشد. بطورکلی از داده های لرزه نگاری نمی توان به طور مستقیم در مهندسی زلزله استفاده کرد، چون در فاصله های کم از چشمۀ زمین لرزه معمولاً لرزه نگارها کلیپ می کنند و قادر به ثبت حرکات قوی زمین در نزدیکی مرکز زمین لرزه ها نمی باشند.

دستگاههای شتابنگار دارای فرکانس طبیعی بسیار بالاتری نسبت به فرکانس حرکات زمین هستند و می توانند شتاب حاصل از حرکات قوی زمین را ثبت کنند. دستگاههای شتابنگار برای نصب در نزدیکی مرکز زمین لرزه ها و گسله های فعال و همچنین در سازه های مهم (سدها، نیروگاهها) بسیار مناسب می باشند و می توانند نگاشتهائی را ثبت کنند که در مهندسی زلزله از اهمیت خاصی برخوردار می باشند. شتابنگاشتهای حاصل از حرکات قوی زمین دارای شکلهای بسیار متفاوتی هستند که به مدت دوام، دامنه های جنبش و محتوى فرکانسی آنها بستگی دارد. کاربرد شتابنگاشتها در زلزله شناسی مهندسی برای تحلیل طبیعت جنبش قوی زمین (فاصله، محل رومرکز، عمق، شتاب و سازو کار کسل مسیب) استفاده می شود و در مهندسی زلزله برای مطالعه نیروهای زمین لرزه، تأثیر اثرهای زمین لرزه بر سازه ها، تدوین آئین نامه های زمین لرزه و طراحی سازه های مقاوم در برابر زمین لرزه و خطر پذیری آنها استفاده می شود.

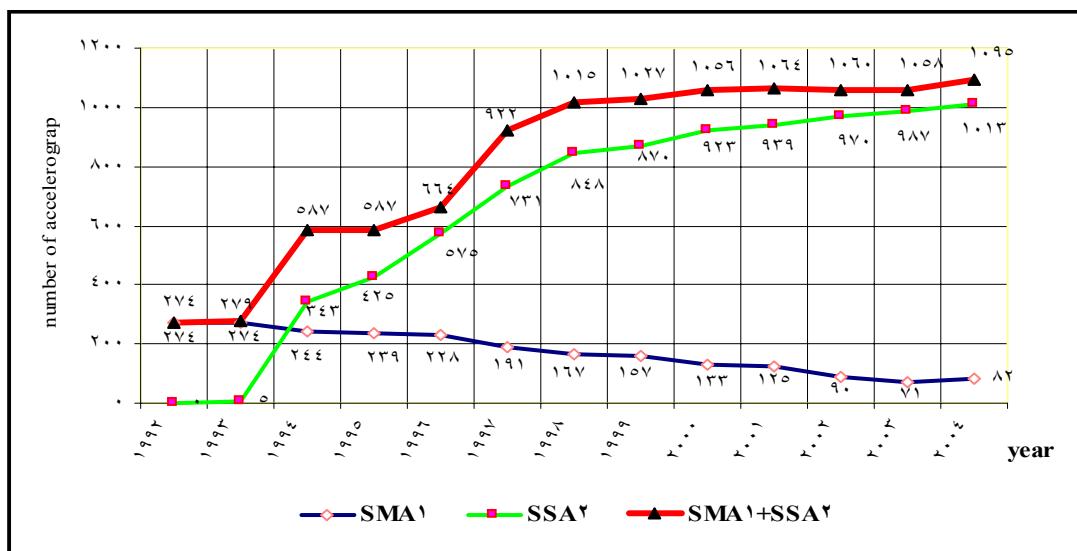
در مهندسی زلزله از آنجا که استفاده از شتابنگاشتها به طور مستقیم برای طراحی مشکل است، داده های شتابنگاری به صورت مجموعه ای از پارامترهای شاخص و قابل استفاده در آورده می شوند، که می توان به اوج شتاب (P.G.A) و یا پارامترهای طیفی اشاره کرد. ساده ترین و راحت ترین شکل استفاده از شتابنگاشتها، استفاده از اوج شتاب می باشد. اندازه گیری اوج شتاب (P.G.A) ثبت شده در دنیا مربوط به زمین لرزه های مخرب ، از ۰/۱ g تا حدود ۲ g بوده است. در ایران مقدار شتابی که موجب آسیب رساندن و یا تخریب شده باشد از ۰/۰۱ g (شتاب اوج زمین لرزه گلبا ف ۱۹۸۱) تا حدود ۱ g (زمین لرزه زنجیران ۱۹۹۴) می باشد. از این روش البته نمی توان مدت دوام و محتوای فرکانس زمین لرزه را به دست آورد. در صورتی که برای مهندسین ساختمان پارامترهایی نظیر دوام و محتوای فرکانسی مهم می باشد. بنابراین استفاده از آنها در قالب طیفهای پاسخ، طیف طرح، طیف فوریه در کارهای مهندسی اجتناب ناپذیر می باشد. توسعه و انتخاب مناسب ایستگاههای شتابنگاری که طبق معیارهای از پیش تدوین شده انجام گرفته، کمک زیادی به ثبت حرکات قوی خواهد کرد و این امر می تواند خدمات بسیار ارزنده ای را به جامعه زمین لرزه شناسی مهندسی و مهندسی زمین لرزه ارائه دهد.

۴- شبکه شتابنگاری ایران

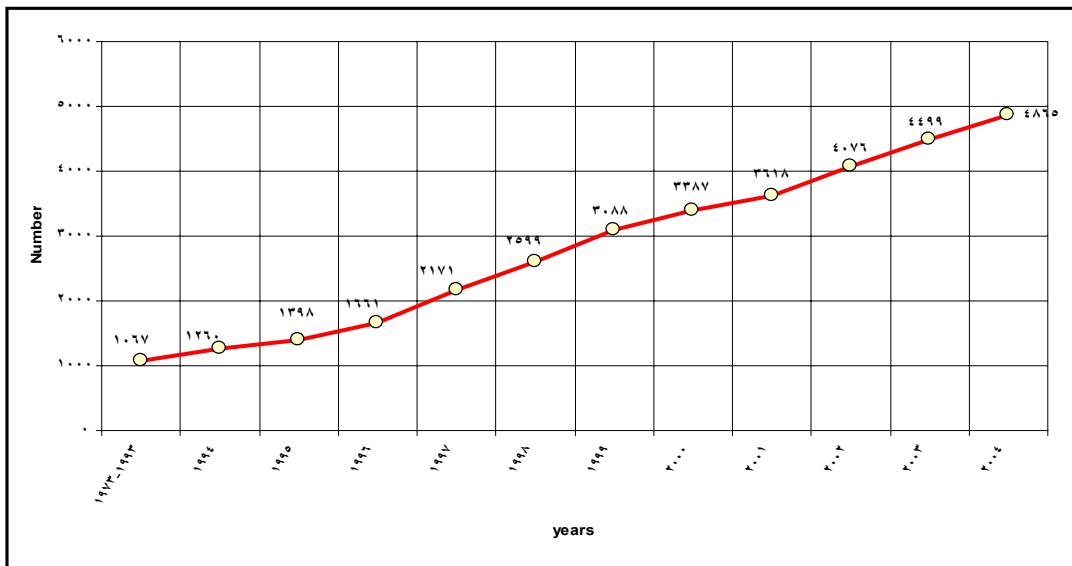
شبکه شتابنگاری ایران در سال ۱۳۵۲ تأسیس گردید و تا سال ۱۳۷۱ حدود ۲۷۶ دستگاه شتابنگار آنالوگ (SMA۱) در سراسر کشور آماده بکار بود . این دستگاهها توانسته اند زمین لرزه های مهمی مانند زمین لرزه های ناغان (۱۳۵۶)، طبس (۱۳۵۷)، گلبا ف (۱۳۶۰) و رودبار- منجیل {۱} را ثبت کنند. ایستگاه چهرم در استان فارس اولین شتابنگار شد را در ایران در تاریخ ۱۳۵۲/۱۲/۵ خورشیدی (زمین لرزه ۱۹۷۲/۲/۲۴، ساعت ۰۰:۰۲:۴۱) با بیشینه شتابی برابر با $g/0.17$ به ثبت رسانده است. بعد از زمین لرزه رودبار - منجیل، طرح توسعه شبکه شتابنگاری در دستور کار مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن قرار گرفت و از سال ۱۳۷۲ با در نظر گرفتن معیارهای لرزه زمینساختی، زمین شناسی ناحیه ای، لرزه خیزی، توپوگرافی، زمین شناسی ساختگاهی، خط پذیری و امکانات محلی نصب {۲}، نصب دستگاههای شتابنگار دیجیتال (SSA۲) شروع شد. اولین دستگاههای شتابنگار در روستاهای سفید آبه (بعد از زمین لرزه چهارم اسفند ۱۳۷۲)، زنجیران و زرات (بعد از زمین لرزه دهم اسفند موک) نصب گردیدند. دستگاههای نصب شده توانستند پسلرزه های این دو زمین لرزه را به ثبت برسانند. دستگاه نصب شده در ایستگاه زنجیران (استان فارس) توانست درسی ام خرداد ۱۳۷۳، زمین لرزه زنجیران را با بیشینه شتابی حدود $g/1$ به ثبت برساند. از سال ۱۳۷۲ تا کنون این دستگاهها توانسته اند زمین لرزه های مهمی مانند زنجیران، گرمخان بجنورد {۳}، زیر کوه قاثنات {۴}، سرعین {۵}، گلبا ف {۶}، کره بس شیراز {۷}، پل آبگینه کازرون {۸}، صالح آباد خراسان {۹}، چنگوره - آوج {۱۰}، بم {۱۱}، کجور {۱۲} و صدها زمین لرزه دیگر را به ثبت برسانند.

در حال حاضر شبکه شتابنگاری کشور دارای ۱۰۱۳ دستگاه شتابنگار دیجیتال (SSA۲) و تعداد ۸۲ دستگاه شتابنگار آنالوگ (SMA۱) در سراسر کشور می باشد (شکل ۱۰). از این تعداد ۹۰ دستگاه در ۶۵ سد کشور نصب می باشند، و ساختمان وزارت مسکن و شهرسازی به آرایه درون سازه ای مجهز شده است. این دستگاه ها تا کنون ۴۸۶۵ شتابنگار شد را به ثبت رسانده اند (شکل ۲).

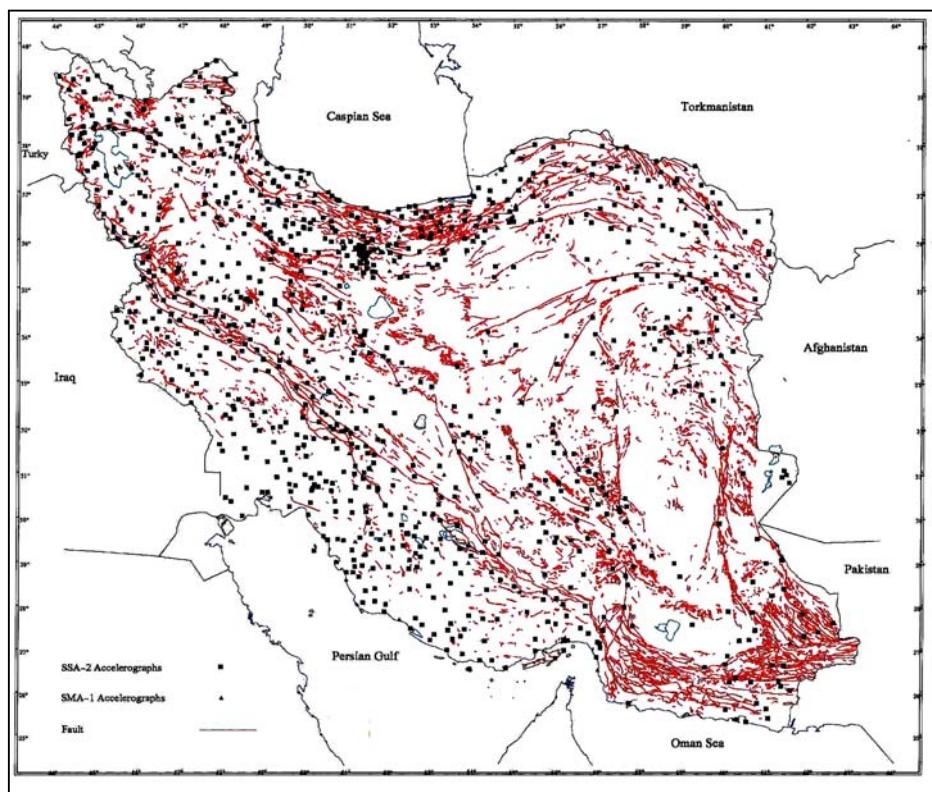
تا کنون ویژگیهای زمین شناسی ساختگاهی ۹۰ ایستگاه شتابنگاری توسط مطالعات ژئو فیزیکی و ۱۳ ایستگاه توسط مطالعات ژئو تکنیکی مشخص شده است.



شکل ۱: تعداد دستگاه های فعال در ایران در سالهای مختلف



شکل ۲: تعداد شتابنگاشت های ثبت شده در ایران در سالهای مختلف



شکل ۳: شبکه شتابنگاری ایران

۵- دستگاههای مورد استفاده در شبکه شتابنگاری

در حال حاضر دو نوع دستگاه شتابنگار SMA۱ و SSA۲ در شبکه شتابنگاری کشور مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۵- دستگاه شتابنگار آنالوگ SMA۱

دستگاه شتابنگار SMA۱ در سال ۱۹۶۹ میلادی طراحی و در سال ۱۹۷۰ وارد مجموعه شتابنگاری کشور آمریکا گردید. این دستگاه در زمان خود از پیشرفت ترین و کار آمدترین دستگاههای شتابنگار آنالوگ محسوب می شد و هنوز هم مورد استفاده قرار می گیرد. این دستگاه نیز از سال ۱۳۵۲ تا کنون در شبکه شتابنگاری ایران مورد استفاده قرار گرفته است. این دستگاه دارای دو مؤلفه افقی و یک مؤلفه قائم است. جنبش زمین توسط پرتوهای نور بر روی فیلم ۷۰ میلیمتری ثبت می شود. عنصر نوسان کننده در این دستگاه که به مبدل^۲ موسوم است، سیستم یک درجه آزادی است که جرم آن یک آونگ صفحه ای است که به وسیله یک فنر پیچشی به یک محور متصل است. این محور از دو طرف به صورت لولایی بر روی دو تکیه گاه قرار دارد. فنر پیچشی در یک میدان مغناطیسی که یک میرایی لزجی تولید می کند قرار دارد. میرایی اسمی این فنر در حدود ۰/۶ مقدار بحرانی است. دستگاه تا قبل از رسیدن امواج در حالت آماده به کار قرار دارد و متعاقب رسیدن امواج زمین لرزه، دستگاه روشن شده و شروع به ثبت نگاشت می نماید. راه انداز قائم، حرکت اولین جنبش زمین را در صورتی که شتاب این حرکت از آستانه ای که برای دستگاه تنظیم گردیده است فراتر رود دریافت کرده و در زمانی کمتر از ۰/۰۵ ثانیه دستگاه را به طور کامل به راه می اندازد. دستگاه پس از روشن شدن تا ۱۰ ثانیه پس از آخرین اوج شتابی که بر اساس آن تنظیم شده است، به کار خود ادامه می دهد. پس از ثبت زمین لرزه، دستگاه در موقعیت آماده به کار باقی می ماند تا اینکه زمین لرزه دیگری روی روی دهد.

دستگاه SMA۱ با یک حلقه فیلم، یک یا چند زمین لرزه و پسلرزه های آن را حداکثر تا ۲۵ دقیقه ثبت می نماید. مشخصه های فیزیکی این دستگاه عبارت است از جنس بدنه آلومینیم با ابعاد ۳۵۵ × ۲۰۰ × ۲۰۰ میلیمتر و وزن تقریبی ۱۱ کیلوگرم. دمای محدوده عملکرد دستگاه از -۲۰ تا +۵۵ درجه سانتیگراد است. نیروی تغذیه دستگاه، دو باطری ۶ ولت قابل شارژ بوده که توسط جریان برق ۲۲۰ ولت یا ۱۱۰ ولت شارژ می گردد. زمان سنجی دستگاه SMA۱ توسط ژنراتور کدهای زمانی یا TCG صورت می گیرد.

۲-۵- دستگاه شتابنگار SSA۲

دستگاه شتابنگار SSA۲ از جدیدترین دستگاههای شتابنگار دیجیتالی است که در حال حاضر مورد استفاده شبکه شتابنگاری ایران می باشد. دستگاه شتابنگار SSA۲ به دلیل باند بسامد وسیعتر، دامنه دینامیکی بیشتر نسبت به SMA۱، داده های کامپلری در حافظه ثبت می کند لذا پردازش داده ها از طریق نرم افزارهای خاص پردازش به مراتب سریع تر و مطمئن تر از SMA۱ می باشد. قابلیت ارتباط با آن از طریق مدم کارآیی آنرا بالا برده است. حافظه دستگاه ۲۵۶ kbyte است که می توان آن را به ۲۰۴۸ افزایش داد. زمان ثبت استاندارد دستگاه حدود ۱۰ دقیقه است که با حافظه بیشتر تا ۸۰ دقیقه نیز می رسد. نرخ ثبت داده ۲۰۰ نمونه در ثانیه برای هر کanal است.

دستگاههای SSA۲ زمین لرزه ها را از طریق مانیتور کردن علائم شتاب حاصل از هر یک از سنسورهای سه گانه آن ثبت می کنند. وقتی شتاب از حدی که توسط کاربر تعیین شده است فراتر می رود داده ها مستقیماً در حافظه ثبت می شوند. پاسخ دستگاه از صفر تا پنجاه هر تز بوده و بدین لحاظ زمینه های کاربردی وسیعی دارد.

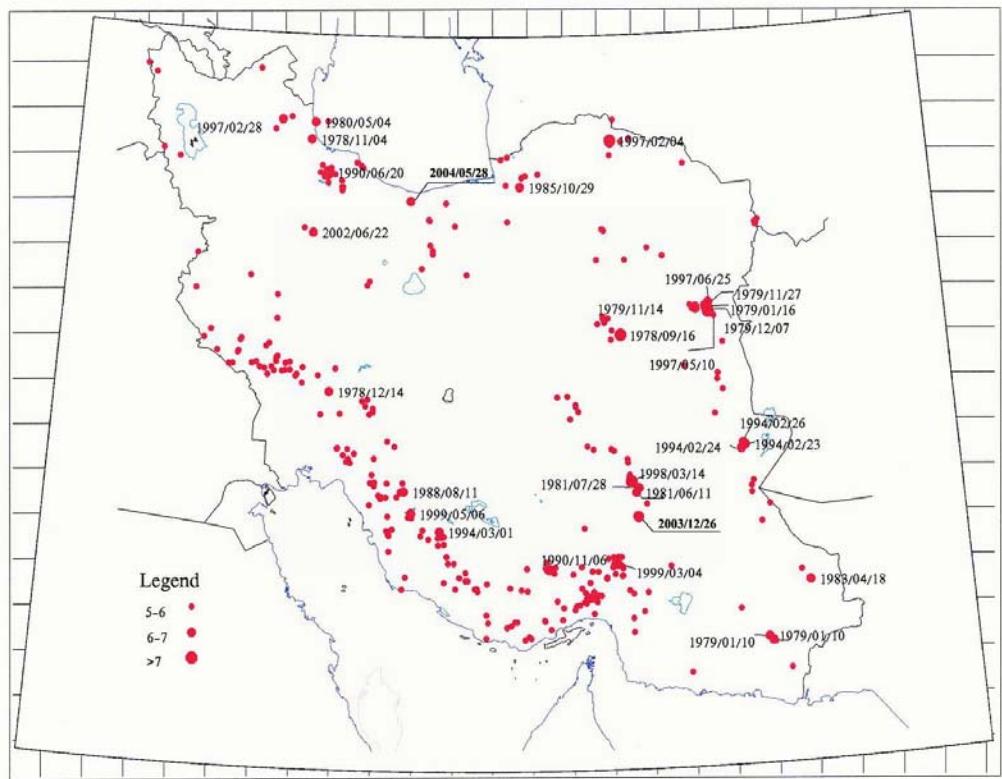
ارتباط با دستگاه از طریق رایانه و به وسیله خط تلفن برقرار می شود. ابعاد دستگاه $375 \times 222 \times 281$ میلیمتر بوده و وزن آن ۱۰ کیلوگرم است. ولتاژ کار با دستگاه ۱۱ تا ۱۴ ولت DC و جریان مصرفی آن ۷۵ تا ۲۰۰ میلی آمپر است. دستگاه SSA۲ دارای یک ساعت داخلی استاندارد است که زمان رویداد زمین لرزه را در header فایل مربوطه ثبت می کند.

۶- بررسی مهمترین زمین لرزه های ثبت شده در ایستگاه های شتابنگاری ایران

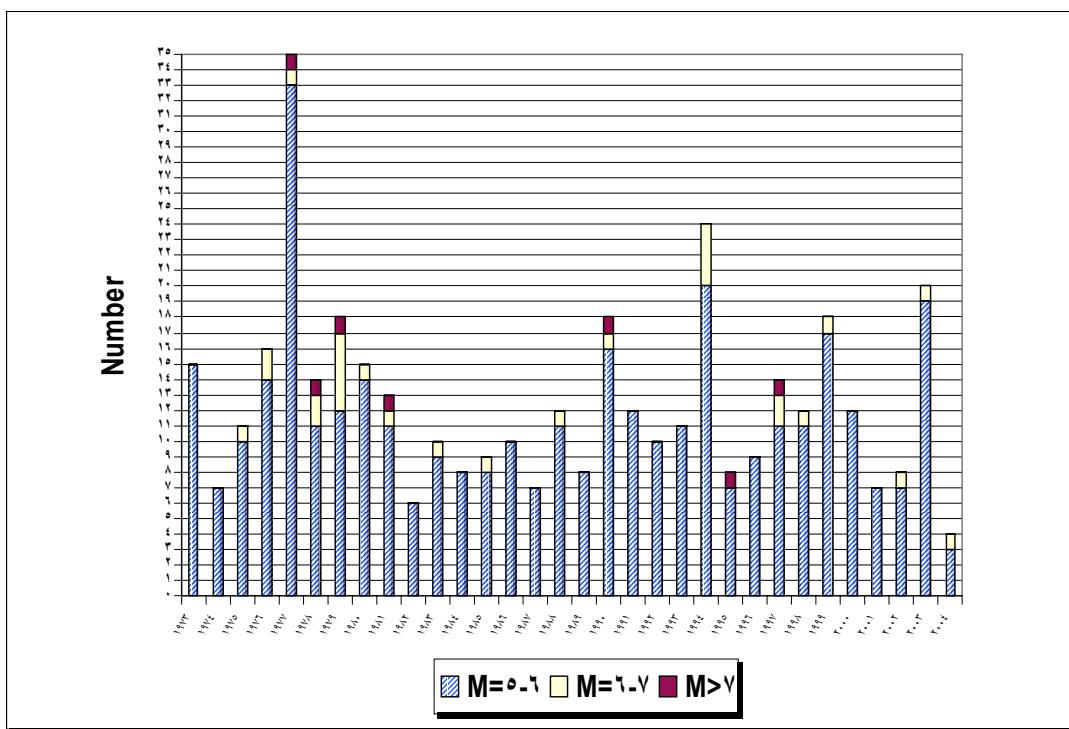
هنگام رویداد زمین لرزه ۱۳۵۱ قیر- کارزین (استان فارس) [۱۳]، هیچ دستگاه شتابنگاری در کشور نصب نبود. با تاسیس شبکه شتابنگاری در سال ۱۳۵۲ اولین شتابنگاشت در ایستگاه چهرم در تاریخ ۱۳۵۲/۱۲/۵ خورشیدی (زمین لرزه ۱۹۷۳/۲/۲۴، ساعت ۰۰:۰۲:۴۱) با بیشینه شتابی برابر با $g/0.17$ به ثبت رسید. آمار ۳۱ سال گذشته نشان می دهد سال ۱۳۵۶ با ۳۹ زمین لرزه (با بزرگی بیش از ۵) فعال ترین و سال ۱۳۶۶ با ۶ زمین لرزه (با بزرگی بیش از ۵) آرام ترین سال ها بوده اند (شکل ۳). در جدول شماره ۱ و شکل ۴ مهمترین زمین لرزه های روی داده در ۳۱ سال گذشته آورده شده است. در این جدول مشخصات کامل آنها همراه با ایستگاه های ثبت کننده و بیشینه شتاب ثبت شده آمده است. در این مدت ۷ زمین لرزه با بزرگی بیش از ۷ و ۲۷ زمین لرزه با بزرگی بین ۶ تا ۷ در کشور روی داده است،

جدول ۱: لیست مهمترین زمین لرزه های روی داده در ۳۱ سال گذشته

نام زمین لرزه	تاریخ (میلادی)	زمان (گرینویج)	بزرگی	عرض	طول	کشتهها	تعداد زخمیها	تعداد شتابنکاشت	بیشینه شتاب
سرخون	۱۹۷۵/۵/۷	۰۷:۰۴:۰۰	۶/۱	۲۷/۵	۵۶/۲۶			۲	۲۶/۴۸۷
وندیک	۱۹۷۶/۱۱/۷	۰۴:۰۰:۵۰	۶/۴	۳۳/۸۶	۵۹/۲۳			۴	۲۱۸/۷۶۳
چالدران	۱۹۷۶/۱۱/۲۴	۱۲:۲۲:۱۶	۷/۳	۳۹/۰۵	۴۴/۰۴			۱	۹۳/۱۹۵
خورگو	۱۹۷۷/۳/۲۱	۲۱:۱۸:۰۰	۷	۲۷/۵۹	۵۶/۳۸			۴	۱۵۷/۹۴۱
ناغان	۱۹۷۷/۴/۶	۱۳:۳۶:۰۰	۶/۱	۳۱/۹	۵۰/۷۶			۲	۸۵۴/۴۵۱
طبس	۱۹۷۸/۹/۱۶	۱۵:۳۵:۵۶	۷/۸	۳۳/۳۹	۵۷/۴۳	۱۸۲۲۰	زیاد	۹	۸۹۷/۶۱۵
اردبیل	۱۹۷۸/۱۱/۴	۱۵:۲۲:۱۹	۶/۱	۳۷/۶۷	۴۸/۹			۱	۷۷۵/۶۶۱
خوزستان	۱۹۷۸/۱۲/۱۴	۰۷:۰۵:۲۰	۶/۲	۳۲/۱۴	۴۹/۶۵			-	
سریاز	۱۹۷۹/۱/۱۰	۰۱:۲۶:۰۹	۶	۲۶/۶۱	۶۰/۹۲			۱	۴۰/۲۲۱
سریاز	۱۹۷۹/۱/۱۰	۱۵:۰۵:۴۸	۶/۱	۲۶/۵۲	۶۱/۰۱			۱	۶۷/۶۸۹
کریزان	۱۹۷۹/۱/۱۶	۰۹:۰۰:۱۰	۶/۹	۳۳/۹	۵۹/۴۷			۱۲	۷۷/۵۱۸
کریزان	۱۹۷۹/۱۱/۱۴	۰۲:۲۱:۲۲	۶/۸	۳۳/۹۲	۵۹/۷۴	۴۲۰	زیاد	۱۰	۸۴/۳۶۶
کولی-بنیاباد	۱۹۷۹/۱۱/۲۷	۱۷:۱۰:۳۲	۷/۵	۳۳/۹۶	۵۹/۷۳	۱۳۰	زیاد	۱۴	۱۳۴/۳۹۷
کولی-بنیاباد	۱۹۷۹/۱۲/۷	۰۹:۲۴:۰۰	۶/۳	۳۴/۱۳	۵۹/۸۲			۲	۵۹/۴۱
کیلوان	۱۹۸۰/۵/۴	۱۸:۳۵:۲۰	۶/۳	۳۸/۰۵	۴۸/۹۹			۱	۳۸/۲۵۹
کلیاف	۱۹۸۱/۶/۱۱	۰۷:۲۲:۲۵	۶/۹	۲۹/۹۱	۵۷/۷۲	۴۰۰۰		۲	۳۸/۲۵۹
سیرچ	۱۹۸۱/۷/۲۸	۱۷:۲۲:۲۲	۷/۱	۳۰/۱۹	۵۷/۵۶	۱۰۰۰		۷	۲۹۸/۲۲۴
خاش	۱۹۸۳/۴/۱۸	۱۰:۵۸:۵۱	۶/۵	۲۷/۷۹	۶۲/۰۵			۱	۲۹/۴۳
گتاباد	۱۹۸۵/۱۰/۲۹	۱۳:۱۳:۴۴	۶	۳۶/۶۹	۵۴/۷۵			۵	۵۴/۹۳۶
رودبار	۱۹۹۰/۶/۲۰	۲۱:۰۰:۰۹	۷/۷	۳۶/۹۶	۴۹/۴۱	۴۰۰۰	زیاد	۲۳	۶۲۲/۹۳۵
هرمزگان	۱۹۹۰/۱۱/۶	۱۸:۴۵:۵۲	۶/۷	۲۸/۲۵	۵۵/۴۶			-	
بهبهان	۱۹۹۱/۱۱/۴	۰۱:۵۰:۳۱	۵/۴	۳۰/۶۷	۵۰/۲۲	۵۰		۱	۴۲/۵۶۳
دادنجان	۱۹۹۲/۹/۸	۰۰:۳۸:۱۵	۵/۲	۲۹/۱۳	۵۲/۱۹	۱۱		۲	۵۱/۰۱۲
سفیدآبه	۱۹۹۴/۲/۲۴	۰۰:۱۱:۱۲	۶/۳	۳۰/۷۷	۶۰/۴۹	۲۰		-	
سفیدآبه	۱۹۹۴/۲/۲۶	۰۲:۳۱:۱۱	۶/۱	۳۰/۹	۶۰/۵۵			-	
موک	۱۹۹۴/۳/۱	۰۳:۴۹:۰۰	۶/۱	۲۹/۱	۵۲/۶۲	۵۰		۱	۱۱۶/۷۳۹
زنگیران	۱۹۹۴/۶/۲۰	۰۹:۰۹:۰۲	۶/۱	۲۸/۹۷	۵۲/۶۱	۱۰۰		۱۳	۹۸۶/۸۸۶
گرمان	۱۹۹۵/۲/۴	۱۰:۳۷:۴۷	۷/۱	۳۷/۶۶	۵۷/۲۹	۱۰۰۰		۱۵	۱۰۷/۹۱
سرعین	۱۹۹۷/۲/۲۸	۱۲:۵۷:۱۸	۶/۱	۳۸/۰۷	۴۸/۰۵	۲۶۰۰		۲۱	۶۰۳/۳۱۵
ارکوول	۱۹۹۷/۵/۱۰	۰۷:۵۷:۲۹	۷/۳	۳۳/۸۲	۲۹/۷	۴۰۰۰		۲۸	۱۹۱/۲۹۵
کلیاف	۱۹۹۸/۳/۱۴	۱۹:۴۰:۲۷	۶/۹	۳۰/۱۵	۵۷/۶	۵۰		۵	۴۰/۲۲۱
قلعه‌گنجی	۱۹۹۹/۳/۴	۲۳:۰۰:۵۳	۶/۳	۲۹/۵	۵۱/۸۸			۱۲	۵۲/۹۷۴
کره بس	۱۹۹۹/۵/۶	۷۳:۰۰:۵۳	۵/۹	۲۹/۵	۵۱/۸۸	۲۶		۱۷	۴۱۴/۹۶۳
پل آبکننه	۱۹۹۹/۱/۳۱	۱۵:۰۹:۳۹	۵/۲	۲۹/۴۱	۵۱/۸۱	۰		۶	۹۸/۱
صالح آباد	۱۹۹۹/۱۱/۸	۲۱:۳۷:۲۴	۵/۵	۳۵/۷۳	۶۱/۲۱	۵۰		۳	۳۲۶/۶۷۳
علی آباد	۱۹۹۹/۱۱/۲۶	۰۴:۲۷:۲۴	۵/۲	۳۶/۹۲	۵۴/۹	۰		۵	۲۹۴/۳
دینور	۲۰۰۲/۰۴/۲۲	۱۹:۴۸:۰۵	۵/۲	۳۴/۶۴	۴۷/۴	۰		۷	۱۹۶/۲
چنگوره	۲۰۰۲/۰۶/۲۲	۰۲:۵۸:۲۱	۶/۵	۳۵/۶۳	۴۴/۰۵	۲۳۰		۷۴	۴۸۸/۵۳۸
بم	۲۰۰۳/۱۲/۲۶	۰۱:۵۶:۵۶	۶/۵	۲۹/۰۹	۵۸/۳۵	۲۴۰۰	زیاد	۲۷	۹۶۹/۲۲۸
کجور	۲۰۰۴/۰۵/۲۸	۱۲:۳۸:۴۶	۶/۳	۳۶/۳	۵۱/۵۶	۱۰۰	بیش از	۱۴۷	۲۹۰/۳۷۶



شکل ۳: موقعیت مهمترین زمین‌لرزه‌ها رویداده در ۳۱ سال گذشته



شکل ۴: زمین‌لرزه‌ای رویداده در ایران با بزرگی بیش از ۵ در ۳۱ سال گذشته

مراجع

- ۱- معین فر، نادرزاده گزارش فوری-مقدماتی زمین لرزه ۳۱ خرداد ۱۳۶۹ روبار - منجیل، نشریه ۱۱۹، ۱۳۶۹، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۲- حسین میرزائی علیوجه، اسماعیل فرزانگان؛ تعیین مکانهای مناسب برای نصب دستگاه‌های شتابنگار (۴۰) ایستگاه) نشریه ۲۶۴، ۲۶۴، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۳- رمضانی، خادمی، نیری، فرزانگان، یثربی، بررسی فوری مقدماتی زمین لرزه گرمخان بجنورد ۱۳۷۵، نشریه ۲۴۰، ۱۳۷۵، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۴- حمید رضا رمضانی، حسین میرزائی علیوجه، اسماعیل فرزانگان، فرشاد یثربی؛ زمین لرزه ۲۰ اردیبهشت ۱۳۷۶ زیرکوه قائنات؛ نشریه ۲۵۵، ۲۵۵، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۵- علی نیری، نادر جوکار، محمد هادی خادمی، حسین میرزائی علیوجه، سعید هاشمی طباطبایی، گزارش مقدماتی زمین لرزه ۱۰ اسفند ۱۳۷۵ سرعین، نشریه ۲۴۵، ۱۳۷۶. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۶- حسین میرزائی علیوجه، اسماعیل فرزانگان، محمود رحیمیان؛ گزارش مقدماتی زمین لرزه، ۲۲ اسفند ۱۳۷۶ گلباش؛ نشریه ۲۸۴، ۱۳۷۷، ۲۸۴، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۷- اسماعیل فرزانگان، حسین میرزائی علیوجه؛ گزارش مقدماتی زمین لرزه کره بس؛ نشریه ۲۹۴، ۱۳۷۸، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۸- حسین میرزائی علیوجه، اسماعیل فرزانگان؛ گزارش مقدماتی زمین لرزه ۹ آبان پل آبگینه؛ نشریه ۳۱۵، ۱۳۷۸، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۹- اسماعیل فرزانگان، حسین میرزائی علیوجه؛ گزارش مقدماتی زمین لرزه ۱۸۵ آبان صالح آباد خراسان؛ نشریه ۳۴۱، ۱۳۸۰، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۱۰- گزارش فوری مقدماتی زمین لرزه ۵ دی ماه ۱۳۸۲ بم، شبکه شتابنگاری، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۱۱- گزارش فوری مقدماتی زمین لرزه ۸ خرداد ۱۳۸۳ کجور - فیروز آباد، شبکه شتابنگاری، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۱۲- ن.ن. امبرسز؛ چ. پ. ملویل (۱۳۸۲)، تاریخ زمین لرزه های ایران، ترجمه ابوالحسن ردھ.