



گزارش فوری-مقدماتی زلزله ۴ دماوند استان تهران

رخداد ۱۳۹۹-۰۳-۰۷

کد گزارش: ۱-۱۳۹۹۰۷



تاریخ انتشار: ۱۳۹۹-۰۳-۰۷

تالیف:

دکتر علی بیت اللهی - نگار سودمند

فهرست مطالب

- ۲ پیشگفتار
- ۳ ۱- کلیاتی از زلزله ۴ دماوند استان تهران
- ۳ ۲- شرایط آب و هوایی محدوده رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران
- ۴ ۳- شرایط توپوگرافیکی و مسیرهای دسترسی محدوده رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران
- ۵ ۴- دسترسی به نقطه رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران
- ۶ ۵- مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران
- ۶ ۵-۱- مراکز جمعیتی شهری
- ۷ ۵-۲- آبادی های اطراف رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران
- ۷ ۶- برآورد شدت و خسارت زلزله ۴ دماوند استان تهران
- ۹ ۷- گسل مسبب زلزله ۴ دماوند استان تهران
- ۱۰ ۸- لرزه خیزی محدوده رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران
- ۱۱ ۹- نتایج پایش لرزه ای گستره رومرکز تا زمان رخداد زلزله ۴ دماوند استان تهران
- ۱۲ ۱۰- پوسترزلزله ۴ دماوند استان تهران
- ۱۲ ۱۱- پیشنهادات
- ۱۵ پیوست ۱- برآورد شدت و خسارت زلزله
- ۱۵ شدت زلزله
- ۱۶ برآورد خسارت زلزله

پیشگفتار

گزارش مخاطرات بویژه مخاطرات تاثیرگذار با این هدف توسط مولف و همکاران تهیه و منتشر می‌شود که مستندی قابل اتکا از آنها پس از گذشت زمانی چند که معمولاً غبار فراموشی، ابعاد حوادث و سوانح را می‌پوشاند، موجود بوده تا درس‌ها و تجربیات آن قابل مرور و ارزیابی مجدد باشد. نقاط ضعف و قوت‌ها ثبت گردد تا در ادامه بتوان نکات مثبت مدیریتی، آموزشی، عملکردی و ... را تقویت و کاستی‌ها را برطرف نمود. همچنین پژوهشگران، کارشناسان، دانشجویان و علاقمندان بتوانند در صورت نیاز و علاقمندی به این اسناد ارزشمند رجوع کرده و استفاده‌های لازم را بنمایند.

تجربیات ما در زمینه وقوع مخاطرات نشان می‌دهد که معمولاً عمر توجه به حوادث بوقوع پیوسته کوتاه و حافظه عمومی ما از درس‌های آموخته شده از حوادث ضعیف و فراموش کار است. معمولاً با وقوع مخاطرات دامنه توجهات عمومی، مدیریتی و رسانه‌ای به آن مخاطره قابل ملاحظه و بسیار بالاتر از سطح توجهات در کشورهای پیشرفته، ولی مدت دوام توجه و تمرکز عمومی و مدیریتی و رسانه‌ای بر روی همان مخاطره، بسیار زودگذر و کوتاه‌تر از سطح جهانی است. این خصوصیت الزام می‌کند که رخداد حوادث تا حد امکان مستند و بصورت گزارش‌های مکتوب در آید تا در ادامه قابل استفاده باشد.

از طرفی باید اذعان نمود که تدوین گزارش کار زمان‌بر و وقت‌گیری است و بدلیل مشکلات بر سر راه تهیه آن، گاه این کار و نیاز ضروری بی‌پاسخ مانده و تهیه و تدوین آن تنها به وقوع مخاطرات سترگ و بحران‌زا در سطح ملی محدود می‌شود. براین اساس ضرورت احساس می‌شد تا سازوکار تسهیل‌کننده‌ای برای تدوین گزارش فوری - مقدماتی مخاطرات و بویژه زلزله و در ادامه گزارش‌های کارشناسی و تفصیلی تعیین شود.

پس از ایده‌پردازی و مشورت با گروه‌های کارشناسی، با هدف ارائه سریع گزارش زلزله‌ها (از میان چندین مخاطره اولویت‌دار) از یک طرف و پایش روند رخداد زلزله‌ها، سامانه پایش لرزه‌ای ایران، سپلا، راه‌اندازی گردید که هم‌اکنون به سامانه‌ای نسبتاً مناسب در امر گزارش دهی، گزارش‌گیری و پایش زلزله‌های ایران تبدیل شده است. این سامانه قابلیت‌های متعددی دارد که علاقمندان می‌توانند با مراجعه به آن از امکانات و اطلاعات برخط و اتوماتیک متعدد آن نظیر هواشناسی محل وقوع زلزله، مورفولوژی، زمین‌شناسی، لرزه‌شناسی، حمل و نقل و راه‌های دسترسی، ساخت و ساز و مراکز جمعیتی اطراف، نتایج برآورد شدت و خسارت همراه با نقشه‌های مرتبط آنها استفاده نمایند.

بر اساس قابلیت‌ها و خروجی‌های برخط سامانه سپلا و با استفاده از چند خروجی اولویت‌دار آن در لحظات اولیه رخداد زلزله، گزارش فوری - مقدماتی حاضر برای زلزله ۴ دماوند استان تهران تهیه شده است که امید می‌رود برای مدیران و کارشناسان، علاقمندان و عموم مردم مفید واقع گردد.

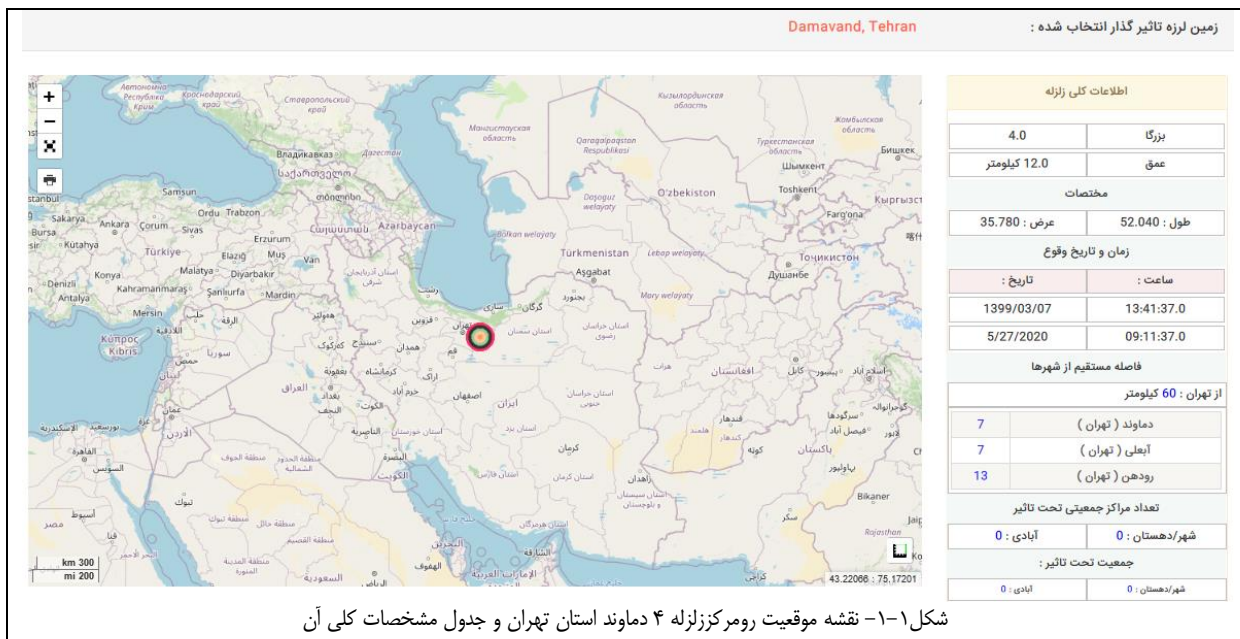
بیت‌اللهی و همکاران

۱- کلیاتی از زلزله ۴ دماوند استان تهران

به گزارش مرکز لرزه‌نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران زلزله ۴ دماوند استان تهران در محدوده ای که در شکل ۱-۱-۱-۱-۱ نشان شده است، رخ داد، موقعیت و مشخصات رومرکز و اطراف آن، در شکل نشان داده شده است. فاصله رومرکز این زلزله از چند مرکز جمعیتی مهم اطراف و تا تهران (بطور مستقیم) نیز در جدول کنار شکل نشان داده شده است.

همچنین در انتهای جدول سمت راست شکل ۱-۱-۱-۱-۱، مراکز جمعیتی و جمعیت تحت تاثیر زلزله نیز نشان داده شده است. منظور از واژه تحت تاثیر، مراکز جمعیتی هستند که احتمالاً شدت محسوس زلزله (شدت ۴ و به بالا) بر اساس بزرگی زلزله و فاصله از رومرکز زلزله را تجربه کرده باشند. در پیوست ۱ این گزارش، تعریف درجات مختلف شدت بر مبنای مقیاس مرکالی اصلاح شده آمده است.

زلزله ۴ دماوند استان تهران، روز یکشنبه ۱۳۹۹-۳-۷ ساعت ۱۳:۴۱:۳۷ در عمق ۱۲ کیلومتری و با فاصله ۷ کیلومتری دماوند (تهران)، ۷ کیلومتری ابعلی (تهران) و ۱۳ کیلومتری رودهن (تهران) رخ داد. با توجه به بزرگی زلزله و فاصله مراکز جمعیتی اطراف از آن، تعداد ۳ شهر با جمعیتی در حدود ۷۹۶۷۱ نفر و تعداد ۱۰ آبادی و جمعیتی در حدود ۷۸۵۷ نفر (آمار ۱۳۹۵) تحت تاثیر "قابل ملاحظه" این زمین لرزه قرار گرفته اند.

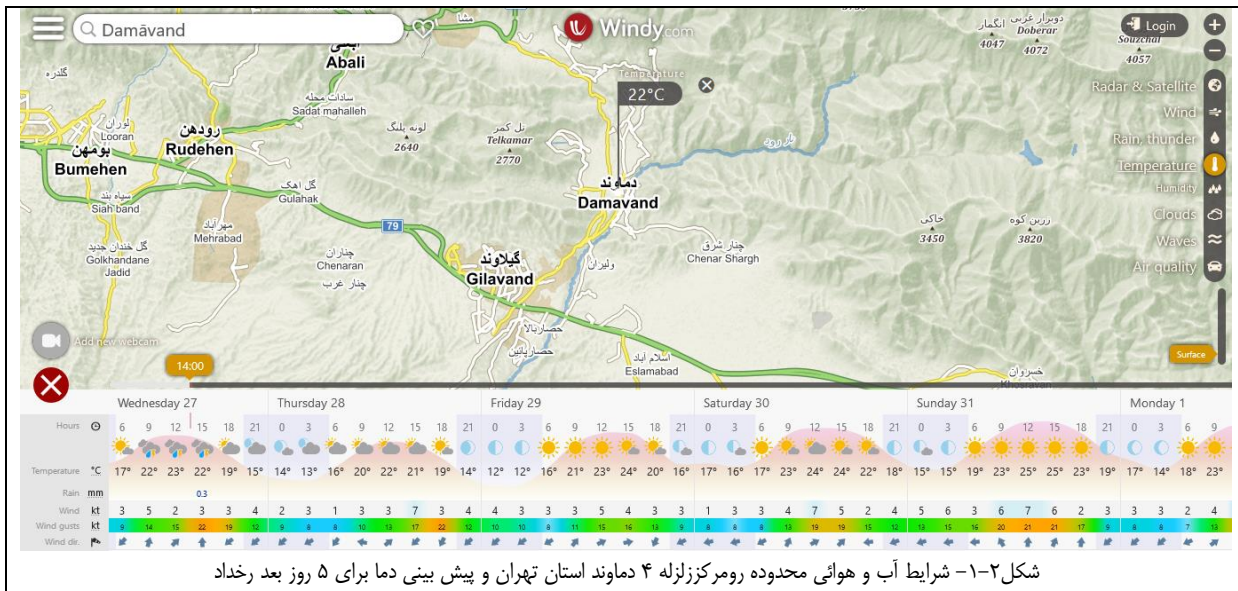


۲- شرایط آب و هوایی محدوده رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران

براساس داده‌های مندرج در سایت windy، اطلاعات هواشناسی برخط محدوده رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران برگرفته شده و در شکل ۱-۲-۱-۲ نشان داده شده است، این اطلاعات از زمان مراجعه به سایت ویندی (متناسب با زمان رخداد زلزله) و تا ۵ روز بعد از آن (بعنوان پیش بینی وضعیت آب و هوای منطقه برای چند روز آتی بعد از رخداد با هدف اتخاذ تمهیدات لازم در مدیریت بحران زلزله رخ داده) مد نظر قرار گرفته و بصورت پیش فرض است. در زمان رخداد زلزله، اطلاع از وضعیت هوا، سرما و یخبندان، هوای بسیار گرم، بارندگی، بارش برف و مواردی نظیر آن در امر مدیریت بحران و امداد و نجات مهم و موثر می‌باشد، برای این منظور از سامانه سیلا می‌توان به سایت ویندی متصل شد و

اطلاعات هواشناسی گستره رومرکز را علاوه بر زمان رخداد زلزله برای روزهای آتی نیز بصورت پیش بینی وضعیت هوا بدست آورد. شکل ۲-۱ بعنوان نمونه و شامل خروجی دمای هوا در زمان اخذ اطلاعات از سایت مذکور و نمودار زیر آن پیش بینی وضعیت دما و بارندگی برای یک هفته آتی بعد زمان مراجعه به سایت است.

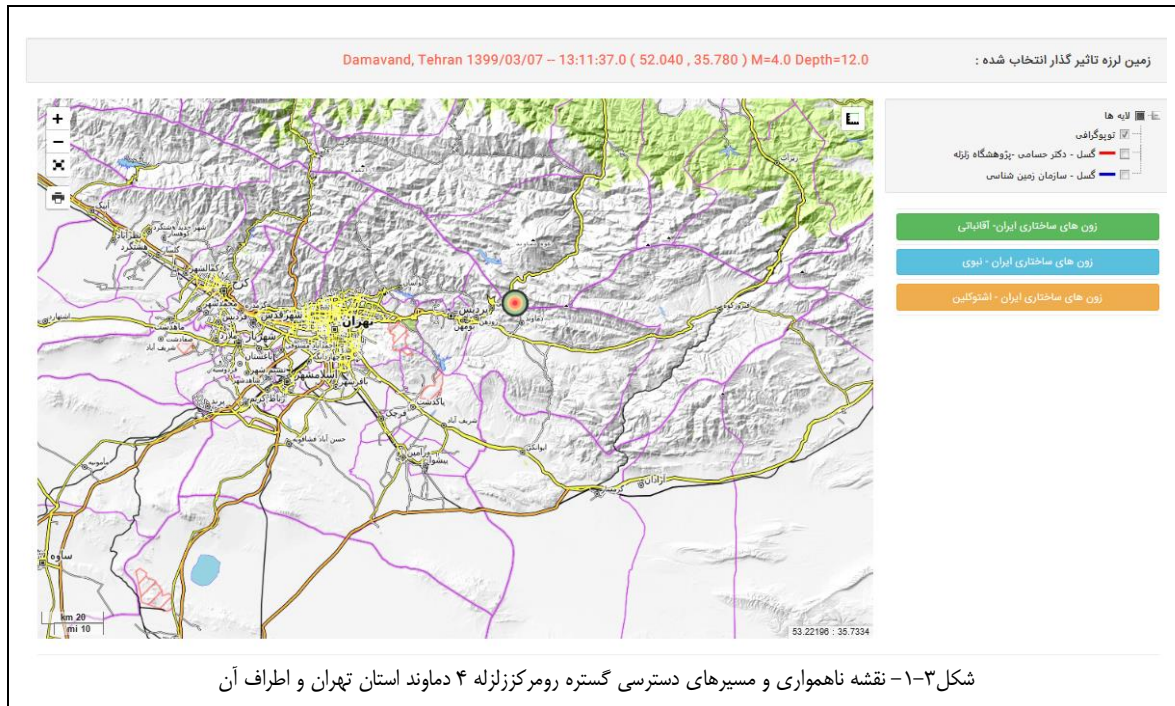
دمای هوای محدوده رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران در زمان رخداد، ۲۲ درجه بالای صفر بوده و تغییرات آن در طی ۵ شبانه روز بعد رخداد بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتیگراد خواهد بود.



۳- شرایط توپوگرافیکی و مسیرهای دسترسی محدوده رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران

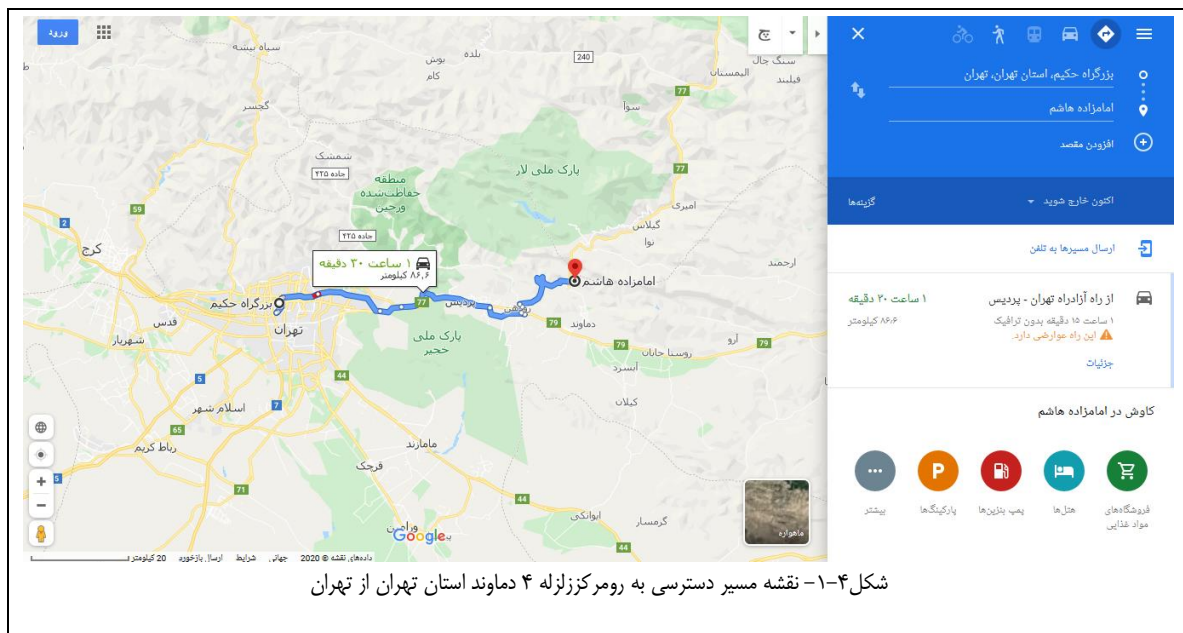
در شکل ۳-۱ ناهمواری‌های محدوده وقوع زلزله و اطراف آن و نیز مسیرهای مواصلاتی گستره رومرکز زلزله نشان داده شده است. با توجه به مورفولوژی گستره و پستی و بلندی آن از یک طرف و نیز با توجه به موقعیت رومرکز زلزله و موقعیت مراکز جمعیتی و مسیرهای دسترسی از طرف دیگر، می توان برآوردی اولیه از احتمال ریزش سنگ، لغزش زمین، نحوه دسترسی در شرایط آب و هوایی مختلف را بدست آورد. با نگاهی به شکل ۳-۱ و شرایط مورفولوژیکی پهنه اطراف زلزله ۴ دماوند استان تهران می توان مراکز جمعیتی در معرض خطر نسبی بالاتر از نظر شرایط مورفولوژیکی و آب و هوایی را بصورت تخمینی و کلی تعیین کرد. این ارزیابی‌ها بویژه در زمان اولیه وقوع زلزله مهم و مورد نیاز است و توصیه می‌شود با تلفیق نقشه شکل ۲-۱ که شرایط آب و هوایی را نشان می‌دهد و نقشه شکل ۳-۱، در خصوص نوع نیاز مردم تحت اثر زلزله، شرایط بارندگی و لغزندگی مسیرها و مشکلات تردد در امداد و نجات از نظر انسداد مسیر، حتما پیش بینی‌های لازم بعمل آید.

از شکل ۳-۱ می توان استنباط نمود که محدوده رومرکز زلزله و مراکز جمعیتی اطراف آن در گستره ای ناهموار با شیب دامنه ای متغیر قرار گرفته اند. احتمال داده می‌شود در اثر ارتعاش ناشی از زلزله، در بعضی از نقاط ریزش سنگ یا لغزش زمین رخ داده و انسداد موضعی مسیرهای مواصلاتی صورت گرفته باشد.



۴- دسترسی به نقطه رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران

در سامانه سپلا، www.sapla.ir ، امکان لینک به گوگل مپ و یافتن مسیر دسترسی به محدوده رومرکز و مراکز جمعیتی تحت تاثیر زلزله وجود دارد. بصورت پیش فرض مبدا شهر تهران و مقصد نقطه رومرکز زلزله است. البته بصورت برخط و در سامانه، از روی نقشه می‌توان از هر نقطه دلخواه بعنوان مبدا حرکت به نقطه رومرکز یا مراکز جمعیتی تحت تاثیر زلزله مسیریابی نمود. برای این کار فقط کافیست که نقطه مبدا از روی تهران به روی نقطه مورد نظر با موس جابجا شود. در شکل ۴-۱ مسیر دسترسی از تهران به رومرکز زلزله و مدت زمان طی مسیر نشان داده شده است. از غرب تهران تا نقطه رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران، در زمان مراجعه به سایت (براساس ترافیک موجود که متغیر است) ۱ ساعت و ۲۰ دقیقه با خودرو طول زمان حرکت خواهد بود.



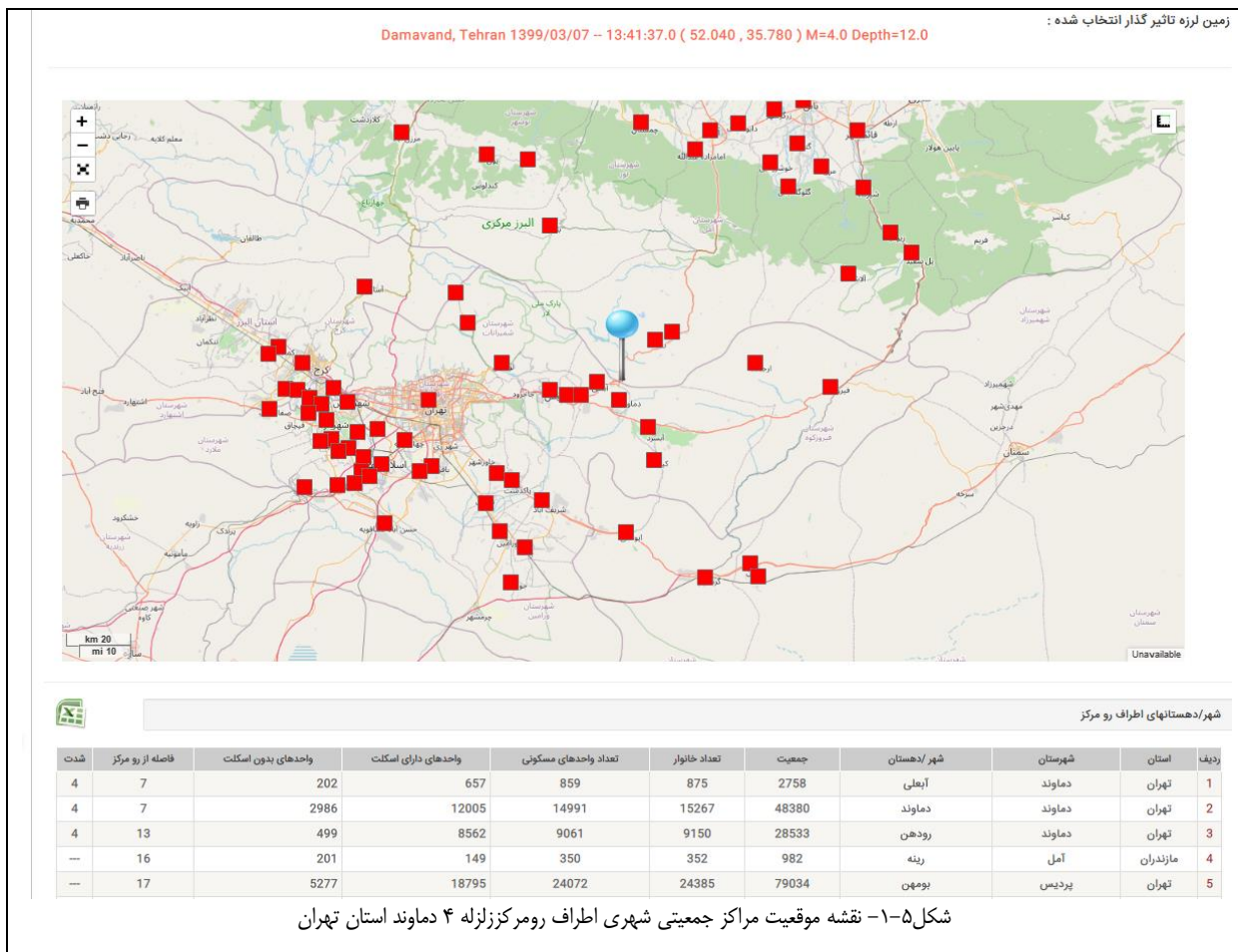
۵- مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران

با هدف اطلاع از جمعیت تحت تاثیر و اتخاذ تمهیدات امداد و نجات و مدیریت بحران مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله در دو بخش شهری و روستائی همراه با نقشه و جداول اطلاعاتی آنها در این قسمت آورده شده است. واضح است که با اطلاع اولیه از تعداد جمعیت و ابعاد مراکز جمعیتی اعم از شهری و روستائی تصمیم‌گیری در خصوص اقدامات مدیریتی و امداد و نجات منطقی‌تر و بر مبنای اطلاعات خواهد بود.

۵-۱- مراکز جمعیتی شهری

در شکل ۵-۱ نقشه موقعیت و جداول اطلاعاتی تعدادی از مراکز شهری اطراف نزدیک رومرکز زلزله نشان داده شده است. در جدول زیر نقشه موقعیت مراکز شهری، فاصله تا رومرکز زلزله نیز بترتیب آمده است. همچنین در جداول اکسل سامانه سیپلا (www.sapla.ir)، تعداد جمعیت شهری و اطلاعات واحدهای مسکونی از نظر تیپ ساختمانی نیز درج شده است، در این جداول بر اساس آمار مرکز آمار ایران، تعداد واحدهای اسکلت‌دار (شامل اسکلت فولادی و بتنی) و فاقد اسکلت (ساختمان‌های با مصالح خشت، بلوک، آجر، گل و سنگ، چوب و ...)، که اصطلاحاً واحدهای بنائی نیز نامیده می‌شود آورده شده است. اطلاع از تعداد واحدهای مسکونی، تیپ و فاصله آنها از رومرکز زلزله مسلماً، برآورد اولیه ای از خسارت محتمل وارده را خواهد داد.

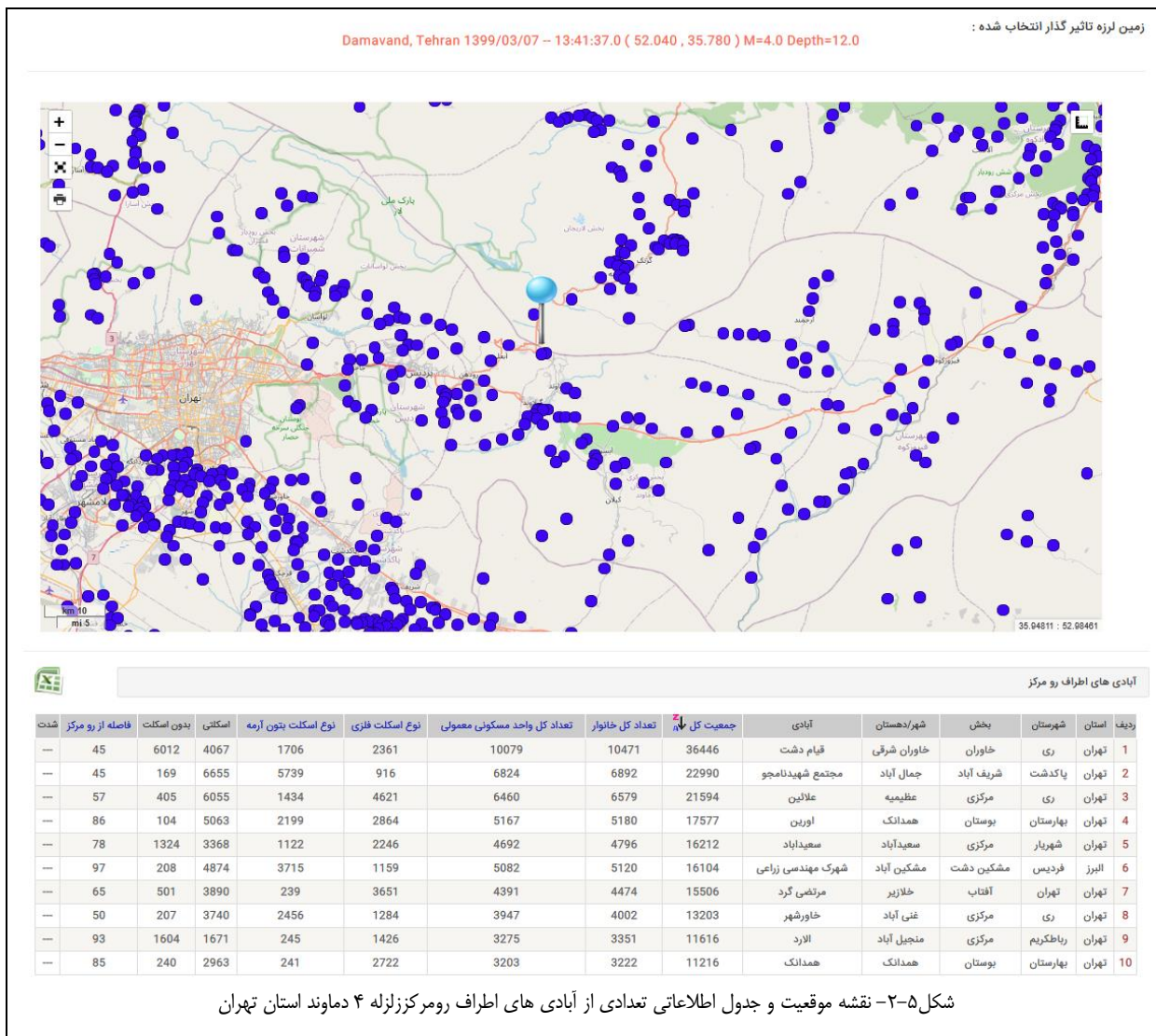
شهرهای دماوند با جمعیت ۴۸۳۸۰ نفر در ۷ کیلومتری، ابعالی با جمعیت ۲۷۵۸ نفر در ۷ کیلومتری و رودهن با جمعیت ۲۸۵۳۳ نفر در فاصله ۱۳ کیلومتری از رومرکز زلزله، نزدیکترین شهرهای منطقه به رومرکز زلزله هستند.



۵-۲-آبادی های اطراف رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران

در شکل ۵-۲ نقشه موقعیت و جداول اطلاعاتی تعدادی از نزدیکترین آبادی‌ها به رومرکز زلزله نشان داده شده است. لیست کامل آبادی‌ها در سامانه سپلا (www.sapla.ir) قابل مشاهده می‌باشد. در جدول زیر نقشه، فاصله آبادی‌ها، فاصله تا رومرکز بترتیب از نزدیکترین به دور آمده است. همچنین در جداول اکسل سامانه نظیر جداول شهرها، تعداد جمعیت روستائی و اطلاعات واحدهای مسکونی از نظر تیپ ساختمانی نیز نشان داده شده است. لازم بذکر است که اطلاعات آماری درج شده در جدول شکل ۵-۲، مربوط به سال آماری ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران است.

آبادی‌های قیام دشت خاوران شرقی با جمعیت ۳۶۴۴۶ نفر در ۴۵ کیلومتری، شهید نامجو جمال آباد با جمعیت ۲۲۹۹۰ نفری در ۴۵ کیلومتری، علایین عظیمیه با جمعیت ۲۱۵۹۴ نفری در ۵۷ کیلومتری رومرکز از نزدیکترین آبادی‌های گستره به رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران هستند.

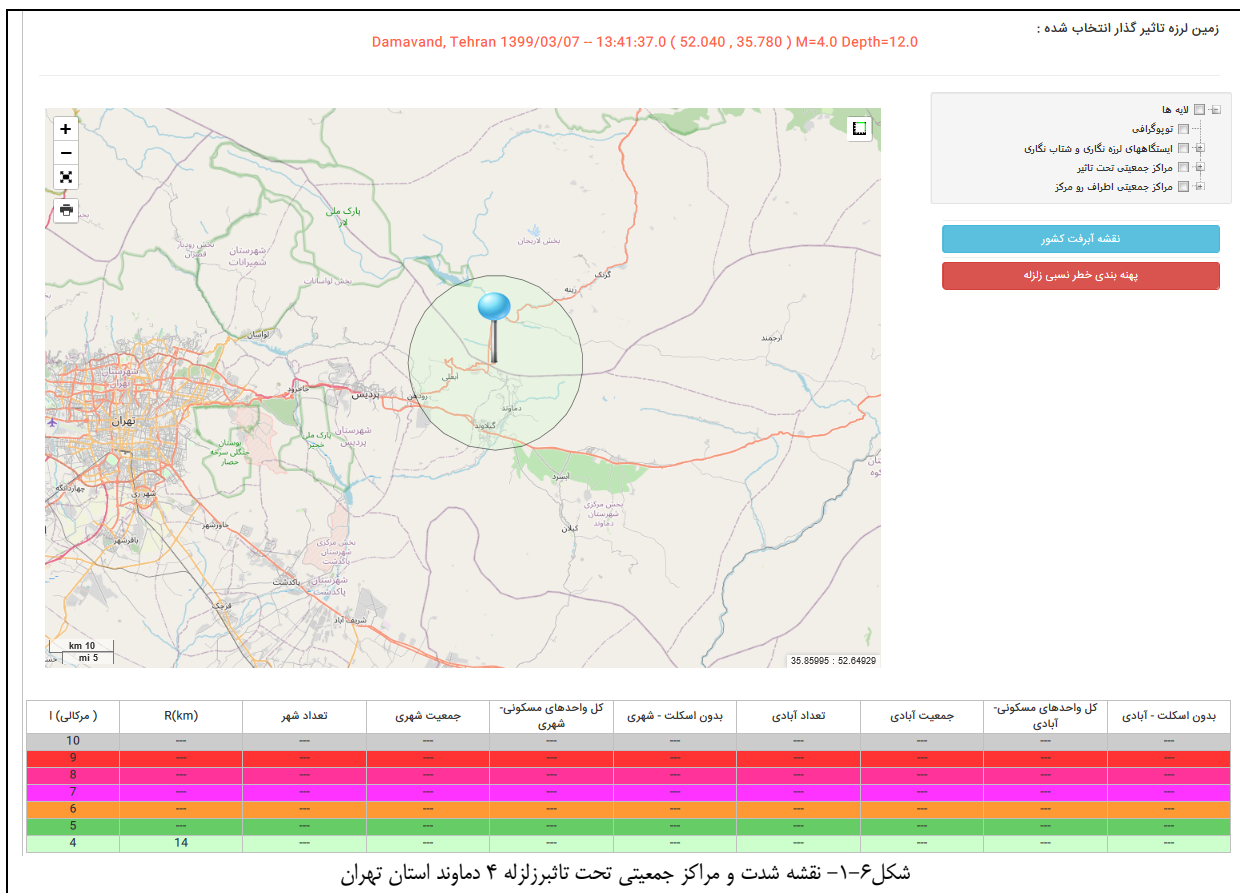


۶-برآورد شدت و خسارت زلزله ۴ دماوند استان تهران

بر اساس روابط تجربی، شدت زلزله و خسارت احتمالی آن قابل تخمین است (در انتهای این گزارش، بطور اجمالی میانی

تخمین شدت و خسارت بر اساس بزرگی زلزله آورده شده است). شدت زلزله به بزرگی زلزله، فاصله از رومرکز، نوع ساختگاه، جهت یافتگی و مواردی مانند این وابسته است که با توجه به فقدان اطلاعات دقیق تر و با رویکرد تخمین تقریبی و اولیه خسارت در سامانه سیلا، بر اساس مطالعات متعدد انجام یافته و با استفاده از روابط تجربی بزرگی - شدت و شتاب تخمینی زلزله - درصد خسارت، تخمین شدت و خسارت بعمل آمده که در لحظات اولیه رخداد مفید و مورد نیاز است.

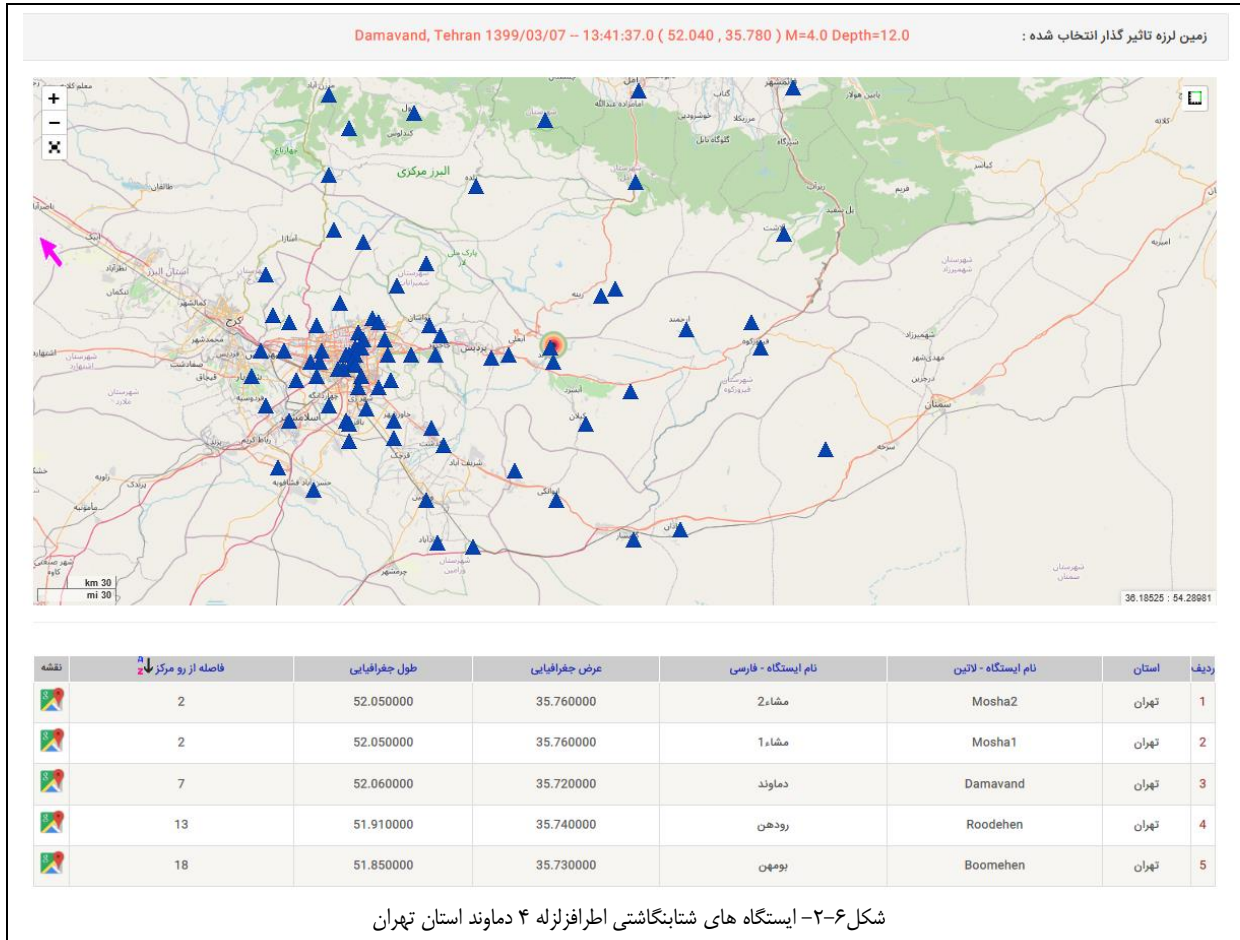
بر همین اساس برای زلزله ۴ دماوند استان تهران نیز شدت و خسارت محاسبه گردید. نقشه و جداول مرتبط با آن در شکل ۶-۱ برای مراکز شهری و روستائی نشان داده شده است. در صورت کوچک بودن بزرگی زلزله، شدت نامحسوس و خسارتی محاسبه نخواهد شد، در آنصورت جداول مراکز جمعیتی خالی خواهد بود. برای زلزله ۴ دماوند استان تهران، شدت محسوس ۴ در حوالی رومرکز از زلزله محاسبه شده و خسارتی برای آبادی‌های اطراف رومرکز برآورد نشده است. (شکل ۶-۱).



یکی از داده‌های مهم و مفید، استفاده از مقادیر شتاب ثبت شده توسط ایستگاه‌های شبکه شتابنگاری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی برای برآورد شدت و خسارت است که نتایج آن بمراتب دقیقتر از روابط تجربی خواهد بود. تعدادی از ایستگاه‌های این شبکه برخط شده اند و تلاش بر اینست که بتدریج تمامی ایستگاه‌ها بصورت برخط باشند. در شکل ۶-۲ نقشه توزیع ایستگاه‌های شبکه شتابنگاری در اطراف رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران و در جدول زیر نقشه،

اطلاعات تعدادی از ایستگاه‌های نزدیکتر و فاصله آنها بترتیب تا رومرکز زلزله نشان داده شده است. نزدیکترین ایستگاه‌های شتابنگاشتی به رومرکز زلزله، ایستگاه‌های دماوند، مشا ۱، مشا ۲ می‌باشد. و با توجه به بزرگی زلزله ۴ دماوند استان تهران، مقادیر شتاب برای این زمین لرزه تا لحظه تدوین این گزارش از ایستگاه‌های ثبت کننده شبکه ملی شتابنگاری تاکنون:

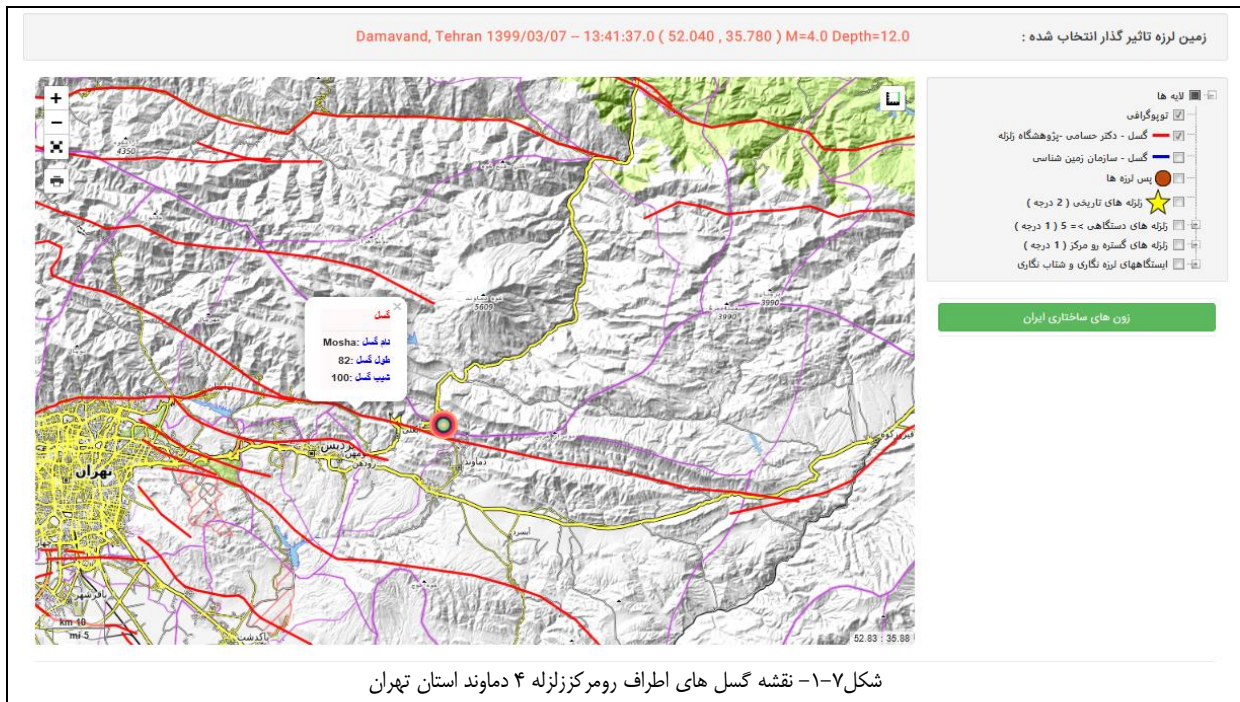
مشا ۴۱، دماوند ۴۰، بومهن ۴۰، رودهن ۳۰، گزنک ۲۲، تهران (پارک غزال) ۱۲ سانتی‌متر بر مجذور ثانیه می‌باشد.



۷- گسل مسبب زلزله ۴ دماوند استان تهران

رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران در شکل ۷-۱ بر روی نقشه گسله‌های ایران (فایل‌های رقومی گسله‌های سازمان زمین شناسی و حسامی، خ، پژوهشگاه بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله) برهم نهی گردید. بر این اساس گسل احتمالی مسبب زلزله قابل برآورد شد. یکی از داده‌های مهم دیگر برای تعیین گسل مسبب زلزله استفاده از سازوکار تعیین شده برای زلزله رخ داده و نیز استفاده از پس‌لرزه‌ها می‌باشد. این داده‌ها معمولاً بتدریج منتشر می‌شوند که در ویرایش‌های بعدی گزارش‌های فوری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در شکل ۷-۱ نشان داده شده است که سگمنت‌هایی از گسل پیشانی کوهستان در مجاورت رومرکز زلزله امتداد دارند و احتمالاً جنبائی آن قطعه گسلی از سامانه گسلی مشا موجب رخداد زلزله ۴ دماوند استان تهران شده است.

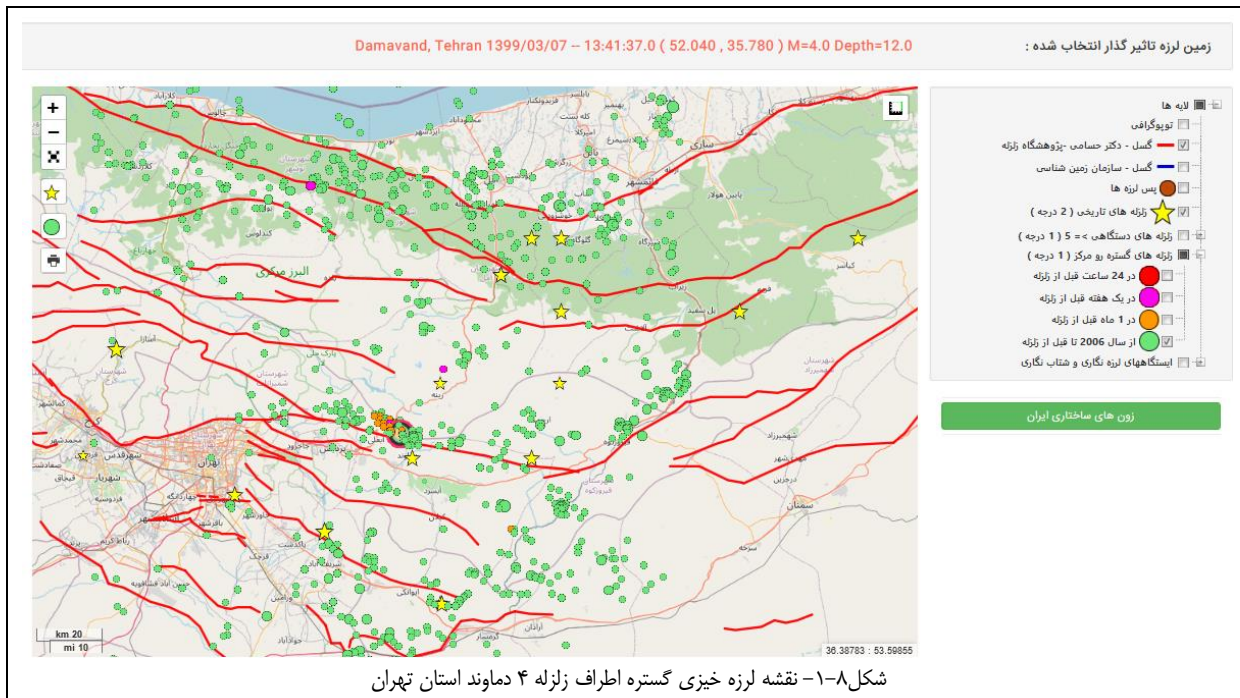


۸- لرزه خیزی محدوده رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران

در شکل ۸-۱ لرزه خیزی گستره اطراف رومرکز نشان داده شده است. زلزله‌های تاریخی و دستگاهی در نقشه نشان داده شده است. فایل اکسل این زلزله‌های از سامانه سپلا قابل برگرفتن می‌باشد.

زلزله‌های تاریخی تا شعاع ۲ درجه و زلزله‌های دستگاهی تا شعاع ۱ درجه در اطراف رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران نشان داده شده است. کاتالوگ زلزله‌های دستگاهی از سال ۱۹۰۰ میلادی تا حال حاضر تهیه شده که در شکل ۸-۱ زلزله‌های با بزرگی ۵ و بالاتر در بافر ۱۰۰ کیلومتری اطراف زلزله نشان داده می‌شود. همچنین براساس داده‌های نوین لرزه‌خیزی ایران که با توسعه شبکه لرزه‌نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران از اوایل سال ۲۰۰۶ فراهم آمده، در شعاع ۱ درجه از رومرکز زلزله، زمین‌لرزه‌های ۱۴ سال اخیر ارائه شده است که با توجه به تعداد ایستگاه‌های لرزه‌نگاری ثبت کننده، معرف میزان لرزه‌خیزی منطقه اند.

تعداد ۱۴۱۸ زلزله با بزرگی ۲,۵ و بالاتر در گستره اطراف رومرکز از سال ۲۰۰۶ میلادی تا زمان وقوع زلزله ۴ دماوند استان تهران (مدت ۱۴ ساله) ثبت شده است. از این تعداد ۱۲ زمین‌لرزه با بزرگی ۵ و بالاتر و ۹۵ زلزله با بزرگی ۴ تا ۵ و بقیه زمین‌لرزه‌ها کوچکتر از بزرگی ۴ در اطراف رومرکز گسترده شده اند. از شکل ۸-۱ می‌توان مشاهده نمود که محدوده رخداد زلزله، لرزه خیزی بسیار بالائی را دارد.

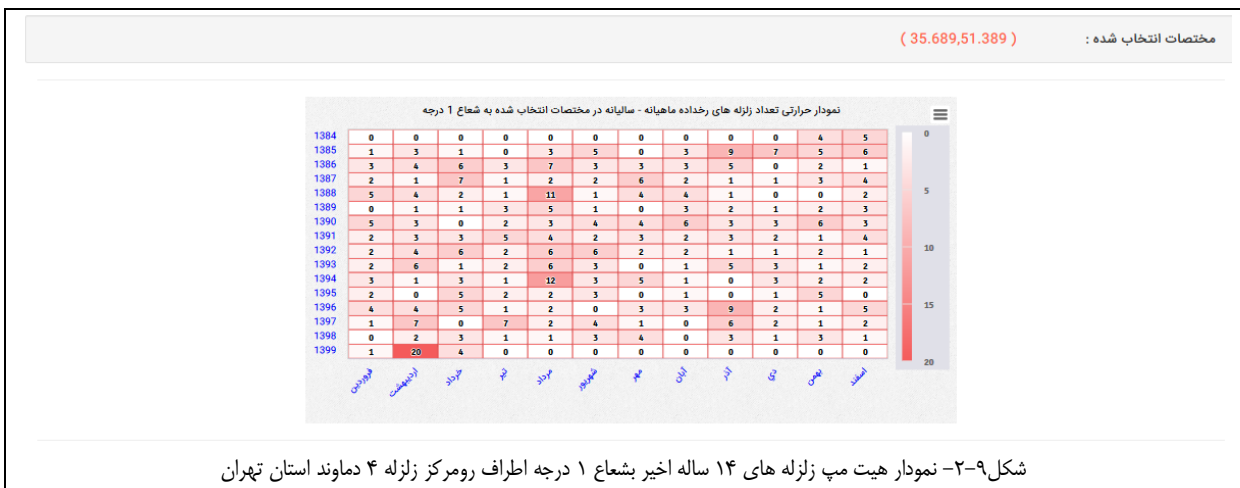
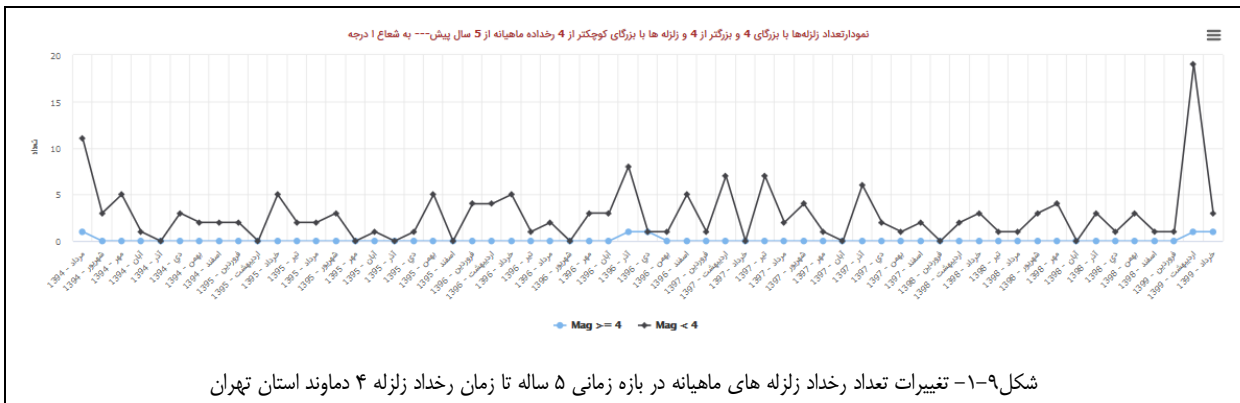


۹- نتایج پایش لرزه ای گستره رومرکز تا زمان رخداد زلزله ۴ دماوند استان تهران

پیش از وقوع زمین لرزه های تاثیر گذار، احتمال بروز بی هنجاری در رفتار لرزه ای و رژیم لرزه خیزی گستره رومرکز و اطراف آن وجود دارد. تجمع تنش در نهایت منجر به رخداد زلزله های بزرگ می شود اما پیش از وقوع، انتظار تغییر رفتار در نرم رخداد زلزله ها در ناحیه وجود دارد (البته ممکن است در بعضی موارد هم تغییرات خاصی از نظر رویداد لرزه خیزی ناحیه مشاهده نگردد). در سامانه سپلا، www.sapla.ir امکان پایش لرزه ای برای نقطه مورد نظر با وارد نمودن مختصات طول و عرض آن نقطه فراهم آمده است. بر این اساس با وارد نمودن مختصات رومرکز زلزله نمودارهایی در دو حالت ۱- کل زلزله ها ۲- با حذف پس لرزه ها تهیه می شود که در سامانه سپلا به تفکیک هر کدام از آنها برای بازه های زمانی مختلف قابل مشاهده است. هدف در واقع رفتار شناسی نواحی مختلف پیش از وقوع زلزله تاثیر گذار است.

در شکل ۹-۱ نمودار تعداد رخداد ماهیانه (در بازه ۵ ساله) در دو حالت زلزله های کوچکتر از ۴ و زلزله های ۴ و بزرگتر از آن بعنوان نمونه نشان داده شده است. نقطه مرکز ناحیه مورد نظر، مختصات رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران بوده که تا شعاع یک درجه (حدود ۱۰۰ کیلومتری) اطراف آن را در بر می گیرد. برای مشاهده نمودارهایی که معرف رژیم لرزه خیزی محدوده رومرکز زلزله می باشند، به سامانه سپلا مراجعه شود که در دو حالت با پس لرزه ها و با حذف پس لرزه ها برای دوره های زمانی ماهانه تا چند سال نمودارهای خطی هیت مپ رخدادهای لرزه ای نیز برای هر نقطه دلخواه و از جمله نقطه رومرکز زلزله ۴ دماوند استان تهران نیز تهیه می شود که معرف تغییرات زمانی ماهانه تعداد رخدادهای لرزه ای می باشد. در نمودار شکل ۹-۱ مشاهده می شود که در تعداد زلزله های بزرگتر از ۴ تا قبل از این زلزله بازای بازه زمانی ۵ ساله گذشته بی هنجاری قابل ملاحظه ای بروز نکرده است، اما رخداد زلزله های کوچکتر از ۴ دارای نوساناتی بوده که بیشترین تعداد رخداد نیز در اردیبهشت ماه ۱۳۹۹ و مرداد ماه ۱۳۹۴ بوده است. البته در بازه های زمانی دیگر نیز نوسان در تعداد رخداد زلزله های کوچکتر از ۴ دیده می شود. شکل ۹-۲ نیز نمودار هیت مپ رخدادهای ماهیانه زلزله ها در مدت ۱۴ سال اخیر را بصورت رنگی نشان می دهد. از این نمودارها، ماه های با رخداد بالای زلزله ها از

سال ۱۳۸۴ تا زمان رخداد را می توان بوضوح تعیین نمود و به بی هنجاری های لرزه ای قبل از وقوع زلزله ها و بویژه زمین لرزه های بزرگ پی برد.



۱۰- پوستر زلزله ۴ دماوند استان تهران

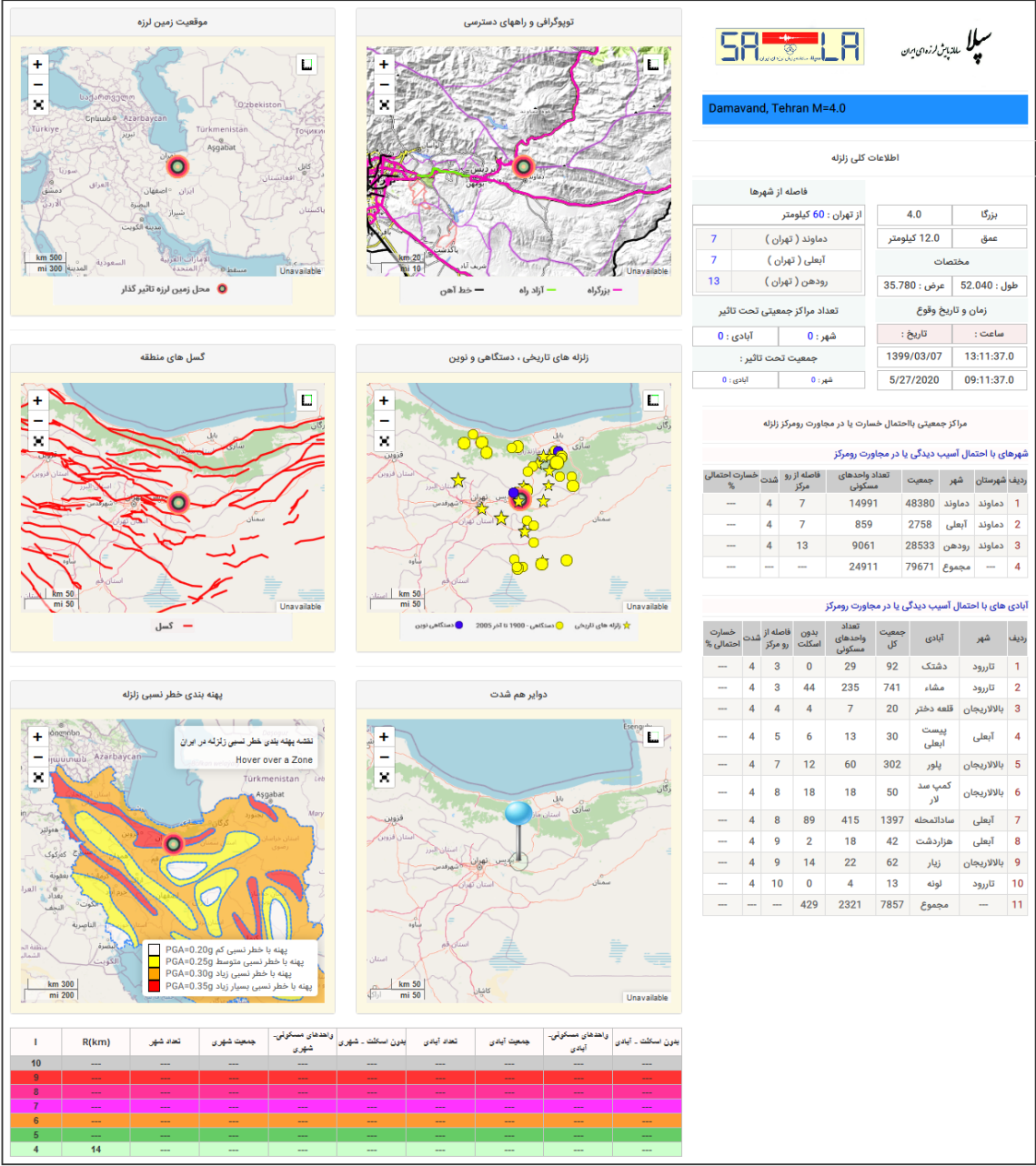
با هدف ارائه خلاصه ای از زلزله رخ داده، مرسوم است که در یک برگ، موضوعات کلی و مهم زمین لرزه بصورت پوستر ارائه گردد. در سامانه سپلا نیز پوستر زلزله بطور اتوماتیک تولید می شود. در پوستر زلزله سامانه سپلا، موقعیت رومرکز و موقعیت مراکز جمعیتی، توپوگرافی، لرزه خیزی، گسل های محدوده، دوایر شدت محاسباتی و میزان خسارت احتمالی و موقعیت رومرکز بر روی نقشه پهنه بندی خطر زلزله آئین نامه ۲۸۰۰، همراه با جدول اطلاعات کلی زلزله و جدول خسارت ها (در صورت برآورد خسارت برای این زلزله) بصورت یکجا برای زلزله ۴ دماوند استان تهران نشان داده می شود (شکل ۱۰-۱).

۱۱- پیشنهادات

- با توجه به لرزه خیزی بالای کشور در کل و همچنین پهنه رومرکزی و ریسک لرزه ای محدوده اطراف محل رخداد زلزله موارد زیر بعنوان پیشنهادات ارائه می گردد:
- ضرورت دارد در هنگام رخداد زلزله و بعد از آن خونسردی خود را حفظ و با رعایت ملاحظات آموزشی رفتار صحیح در برابر زلزله، مراقب پس لرزه ها بود.
- ارتقاء کیفی ساخت و ساز و بویژه کیفیت واحدهای مسکونی شهری و روستائی، یک ضرورت مستمر برای کشور

لرزه خیز ایران است. این امر با اولویت مناطق با خطر بالای زلزله باید بطور پیوسته دنبال شود. آموزش‌های عمومی رفتار صحیح در برابر زلزله برای عموم مردم امر ضروری است. از عموم خوانندگان این گزارش درخواست می‌شود که کلاکت‌های آموزشی رفتار صحیح در برابر زلزله که در سامانه سپلا، www.sapla.ir بارگذاری شده است را ملاحظه و بطور مقتضی بازنشر نمایند، با این امید که سطح آموزش همگانی رفتار صحیح در برابر زلزله در کل کشور ارتقاء یابد.

کلیه نقشه و اطلاعات این گزارش از سامانه سپلا قابل برگرفتن است. از همه پژوهشگران، کارشناسان، مهندسان، مدیران و کلیه علاقمندان و عموم مردم تقاضا دارد در جهت بهبود سطح کیفی سامانه پیشنهادات خود را به ایمیل اعلامی در سامانه ارسال نمایند.



شکل ۱۰-۱- پوستر زلزله ۴ دماوند استان تهران

پیوست ۱ - برآورد شدت و خسارت زلزله

ابتدا بطور مختصر، دو مفهوم شدت و خسارت در ارتباط با زلزله‌ها توضیح داده می‌شود.

شدت زلزله

واضح است که شدت زلزله در درجه اول به بزرگی زلزله و فاصله نقطه مورد نظر از رومرکز زلزله وابسته است. علاوه بر این، شرایط ساختگاهی و نوع زمین و ساختگاه یک سایت در میزان شدت زلزله در آن سایت موثر خواهد بود (در سامانه سپلا، نقشه پراکنندگی سنگ و آبرفت با هدف حدسی از نوع ساختگاه در مقیاس کشوری قرار داده شده است). شدت زلزله براساس بازدیدها و مشاهدات میدانی دقیقتر برآورد می‌شود، اما از دیدگاه مدیریت بحران زلزله که بتوان در ساعات و دقایق اولیه رخداد زلزله‌ها و بویژه زمین لرزه‌های بزرگ، برآوردی ولو تقریبی از شدت و خسارت‌های محتمل بدست آورد، بسیار مهم است مقادیر شدت زلزله در همان لحظات نخست رخداد برآورد گردد. بر این اساس در سطح جهانی روابط مختلفی بین بزرگی - شدت کار شده و طی مقالات متعددی منتشر شده است. مقیاس شدت و درجات آن نیز در تعدادی از کشورها متفاوت است.

در ایران، مقیاس مرکالی اصلاح شده اولین بار توسط وود و نیومن در سال ۱۹۳۱ از روی مقیاس مرکالی - کانسانی - سیبرگ (۱۹۲۳) به انگلیسی ترجمه شد و بعدها توسط ریشتر در سال ۱۹۵۶ مورد بازبینی قرار گرفت که به MMI56 نیز معروف است. در این مقیاس برای سازه‌ها، طبقه‌بندی ساده‌ای از لحاظ مقاومت صورت گرفته است، به صورت تجربی شدت زمینلرزه با انرژی آزاد شده توسط آن مرتبط می‌باشد. از آنجا که انرژی با توجه به اصول گسترش هندسی با فاصله از رومرکز تضعیف می‌شود می‌توان با استفاده از رابطه تجربی بین شدت زمینلرزه و انرژی آزاد شده روابط مشابهی را برای شدت زمینلرزه ارائه نمود.

مرادی (۱۳۸۱) و ایمانی (۱۳۸۱) با استفاده از تعداد مشخصی از زمینلرزه‌های سترگ ایران زمین قوانین تضعیف شدت زمینلرزه در ایران را مورد مطالعه قرار داده و روابط بین شدت زمینلرزه I و فاصله از رومرکز R با استفاده از بزرگی مشخص برای دو راستای عمود بر گسل و در امتداد گسل ارائه کرده اند. نوشتار حاضر بیشتر با استناد به کار ایمانی (۱۳۸۱) بطور مختصر به شرح بیضوی‌های شدت و جداول مربوطه می‌پردازد که اهمیت بسیار بالایی در هنگام رخداد زمینلرزه‌ها دارد. هر چند که دقیقترین برآورد شدت بازدیدهای میدانی پس از رخداد است ولی داشتن الگوئی اولیه از گستره تحت تاثیر زلزله ابزاری بسیار نیرومند در مدیریت بحران زمین لرزه خواهد بود (متن کامل نوشتار ما در خصوص بزرگی - شدت در سامانه سپلا قرار دارد WWW.SAPLA.IR).

ما در اینجا از مقیاس شدت مرکالی اصلاح شده استفاده می‌کنیم که در آن درجه بندی شدت بر اساس جدول ۴ می‌باشد. در درجه بندی شدت، همانطور که از جدول ۴ مشخص است به تیپ‌های ساختمانی A، B و ... اشاره می‌شود. بر این تعاریف اولیه زیر نیز آورده شده است:

ساختمان نوع A: طراحی، ساخت و ملات ساختمان مناسب؛ ساختمان تقویت شده در جزئیات و به گونه ای طراحی شده که در مقابل نیروهای جانبی مقاوم باشد و اجزا ساختمان با استفاده از فولاد و بتن و ... به یکدیگر متصل شده اند.

ساختمان نوع B: طراحی، ساخت و ملات خوب؛ ساختمان تقویت شده؛ اما در جزئیات بگونه ای طراحی شده که در مقابل نیروهای جانبی نمی‌تواند مقاوم باشد.

ساختمان نوع C: طراحی و ساخت و ملات معمولی و ساختمان درمقابل نیروهای جانبی مقاوم نیست.

ساختمان نوع D: مصالح ضعیف از قبیل خشت، ملات نامرغوب و ضعیف، استانداردهای ساخت رعایت نشده و از نظر جانبی در مقابل نیروهای افقی مقاوم نیست.

جدول ۴- مقیاس شدت مرکالی اصلاح شده

شدت ۱	تشریح شدت درجات مرکالی اصلاح شده
۴	در طی روز در فضای بسته توسط عده زیادی حس و در فضای باز توسط عده معدودی قابل احساس است. در شب ممکن است عده ای از خواب بیدار شوند. بشقابها، پنجره‌ها و دربها سر و صدا می‌کنند و دیوارها ترک می‌دهند. زلزله همانند برخورد یک کامیون سنگین با ساختمان است. در اتومبیل‌های ایستاده ارتعاش قابل درک است.
۵	زلزله توسط هر فردی قابل احساس است. بسیاری از خواب بیدار می‌شوند. برخی از بشقابها، پنجره‌ها و غیره شکسته می‌شوند. گچ کاری‌های ساختمان ترک می‌خورند. اشیای ناپایدار واژگون می‌گردند. سروصدای درختان و سایر اشیای مرتفع شنیده می‌شود و آونگ ساعتها متوقف می‌گردند. دربها باز و بسته می‌شوند و امتداد حرکت زمین لرزه قابل درک است.
۶	زلزله توسط بسیاری از افراد حس می‌شود و بسیاری از مردم وحشت زده به فضای باز پناه می‌آورند. اشیای سنگین جابجا می‌شوند. و قطعات از گچ کاری کنده می‌شود. دودکش‌ها فرو می‌ریزند و خسارات جزئی به بار می‌آید. افراد به حالت نامتعادل قدم می‌زنند و یا می‌ایستند. پنجره‌ها، دربها و بشقابها شکسته می‌شوند. ساختمان‌های خشتی و ضعیف ترک برمی‌دارند و زنگ‌های کوچک به صدا در می‌آیند.
۷	مردم وحشت زده به فضای باز فرار می‌کنند. خسارت بسیار کمی در ساختمانهایی که خوب طراحی و ساخته شده اند وارد می‌شود. به ساختمان‌های متوسط و معمولی خسارات جزئی و متوسط وارد میگردد. خسارات قابل ملاحظه ای در ساختمان‌های ضعیف و بد طراحی شده وارد می‌شود. خسارت به ساختمان‌های نوع D شامل ترک و فروافتادن گچ کاریها است و آجرهای سست لق می‌شوند. ترک‌هایی در ساختمان‌های نوع C به وجود می‌آید. ایستادن مشکل می‌شود و اثاثیه شکسته می‌شوند. زنگ‌های بزرگ به صدا در می‌آیند. زهکشهای سیمانی آبرسانی خسارت می‌بینند. لغزشهای کوچک اتفاق می‌افتد.
۸	خسارت در ساختمانهایی که طراحی ویژه شده اند بسیار جزئی است و در ساختمان‌های معمولی نوع C با فروریزش‌های جزئی همراه است و در ساختمان‌های ضعیف نوع D بسیار شدید است دیوارهای جداکننده به خارج از قاب‌های ساختمان پرتاب می‌شوند. دودکش‌ها، ستون‌ها، دیوارها و دودکش‌های کارخانه‌ها و سنگهای یادبود سقوط می‌کنند اشیای سنگین واژگون می‌گردند تغییراتی در سطح آنها ایجاد می‌شود. ماسه و گل به مقدار کم بیرون زده می‌شود رانندگی مشکل می‌گردد ترک‌هایی در زمین‌های مرطوب و شیب‌های ملایم ایجاد می‌شود تغییراتی در آب و درجه حرارت چشمه‌ها و چاهها ایجاد می‌شود. خانه‌های اسکلت دار بر روی سطح پی حرکت می‌کنند و شاخه‌های درختان شکسته می‌شوند.
۹	خسارت قابل ملاحظه ای در ساختمان‌هایی که طراحی ویژه شده اند، ایجاد می‌شود ساختمان‌های اسکلتی خوب طراحی شده کج می‌شوند. ساختمان بر روی پی تغییر مکان می‌دهد ترک‌های آشکار در زمین ایجاد می‌گردد. خطوط لوله زیرزمینی شکسته شوند. وحشت عمومی بر مردم غالب می‌شود. ساختمان‌های نوع D ویران می‌گردند و بر ساختمان‌های نوع C خسارت سنگین وارد می‌گردد و گاهی کاملاً فرو می‌ریزند. ساختمان‌های نوع B خسارت جدی می‌بینند و خسارت اساسی به پی وارد می‌گردد. در مناطق آبرفتی ماسه و گل بیرون می‌آیند.
۱۰	سازه‌های چوبی خوب ساخته شده ویران می‌شوند، بسیاری از سازه‌های اسکلت دار بنایی به همراه پی ویران می‌شوند. در زمین ترک‌های بزرگی ایجاد می‌گردد. خطوط راه آهن کج می‌شوند. زمین لغزشهای قابل ملاحظه ای در کنار رودخانه و شیب‌های ملایم اتفاق می‌افتد. آب سروصداهای زیادی می‌کند خسارات جدی به سدها و مخازن وارد می‌گردد. در زمین، لغزش‌های بزرگ اتفاق می‌افتد و آب از مخازن و کانالها و رودخانه‌ها دریاچه‌ها و غیره بیرون ریخته می‌شود.
۱۱	ساختمان‌ها کمی استوار باقی می‌مانند. پلها ویران می‌گردند. خطوط لوله زیرزمینی کاملاً غیر قابل استفاده می‌شوند. خطوط راه آهن به شدت کج می‌شوند. زمین باتلاقی می‌شود. لغزشهایی در زمین‌های نرم ایجاد می‌شود.
۱۲	خسارت کلی. امواج بر روی سطح زمین مشاهده می‌شوند. اشیا به هوا پرتاب می‌شوند و سنگهای بزرگ جابجا می‌گردند

برآورد خسارت زلزله

برآورد خسارت نیز بطور عمده بر دورش برآوردهای میدانی (که دقیقتر می باشد) و محاسباتی استوار است. در گزارش و در سامانه سپلا، ما بر اساس مدل‌های کاهیدگی (مدل دکتر قدرتی و همکاران) و به مرکزیت نقطه رومرکز، ابتدا شتاب زلزله را حدس زده و سپس براساس منحنی‌های شکنندگی درصد خسارت را تخمین و در نهایت با داشتن آمار واحدهای مسکونی (آمار مرکز آمار ۱۳۹۵) به تعداد تخمینی واحدهای مسکونی تخریب شده در مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله (شهری و روستائی) می‌توان دست پیدا کرد. این مکانیسم در سامانه سپلا بدلیل اینکه محاسبات آن بطور دستی

وقت گیر است، بطور اتوماتیک انجام می‌شود. بدیهی است که این قبیل برآوردها در کلیه کشورها، بطور تقریبی بوده و برداشت‌های میدانی نتایج کار را تدقیق می‌کند. بررسی‌های ما بر اساس میزان تخریب‌های رخ داده و مقادیر برآورد شده بر اساس سامانه سپلا نشان می‌دهد که نتایج برآوردهای سامانه قابل قبول می‌باشد. البته انتظار می‌رود که مراکز جمعیتی نزدیک به زمین لرزه و واقع بر خاک‌های آبرفتی شدت بیشتری را احساس کرده باشند.