



گزارش فوری-مقدماتی زلزله ۲.۵ دوگنبدان

استان کهگیلویه و بویر احمد

رخداد ۱۳۹۹-۰۳-۰۴



کد گزارش: ۱۳۹۹۰۳-۶

تاریخ انتشار: ۱۳۹۹-۰۳-۰۴

تالیف:

دکتر علی بیت الهی

با همکاری :

نگار سودمند، المیرا مصدق زاده، زهرا بهرامیان، مرتضی مهدوی، معصومه سلیمانی

فهرست مطالب

- پیشگفتار _____ ۲
- ۱- کلیاتی از زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد _____ ۳
- ۲- شرایط آب و هوایی محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد _____ ۳
- ۳- شرایط توپوگرافیکی و مسیرهای دسترسی محدوده رومرکز زلزله _____ ۴
- ۴- دسترسی به نقطه رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد _____ ۵
- ۵- مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد _____ ۶
- ۱-۵- مراکز جمعیتی شهری _____ ۶
- ۲-۵- آبادی های اطراف رومرکز _____ ۷
- ۶- شدت زلزله و برآورد خسارت _____ ۸
- ۷- گسل مسبب زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد _____ ۱۰
- ۸- لرزه خیزی محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد _____ ۱۱
- ۹- نتایج پایش لرزه ای گستره رومرکز تا زمان رخداد زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد _____ ۱۲
- ۱۰- پوستر زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد _____ ۱۴
- ۱۱- پیشنهادات _____ ۱۵
- ۱۲- عکس های از زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد _____ ۱۶
- پیوست ۱- برآورد شدت و خسارت زلزله _____ ۱۷
- شدت زلزله _____ ۱۷
- برآورد خسارت زلزله _____ ۱۸

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 معمولا 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 معمولا عمر توجه به حوادث بوقوع پیوسته کوتاه و حافظه عمومی ما از درس‌های آموخته شده از حوادث ضعیف و فراموش‌کار است. معمولا 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 می‌شود 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 نسبتا مناسب در امر گزارش‌دهی، 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 ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد تهیه شده است که امید می‌رود برای مدیران و کارشناسان، علاقمندان و عموم مردم مفید واقع گردد.

۱- کلیاتی از زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

به گزارش مرکز لرزه نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد در محدوده ای که در شکل ۱-۱ جانمایی 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، مراکز جمعیتی و جمعیت تحت تاثیر زلزله نیز نشان داده شده است. منظور از واژه تحت تاثیر، مراکزی 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.

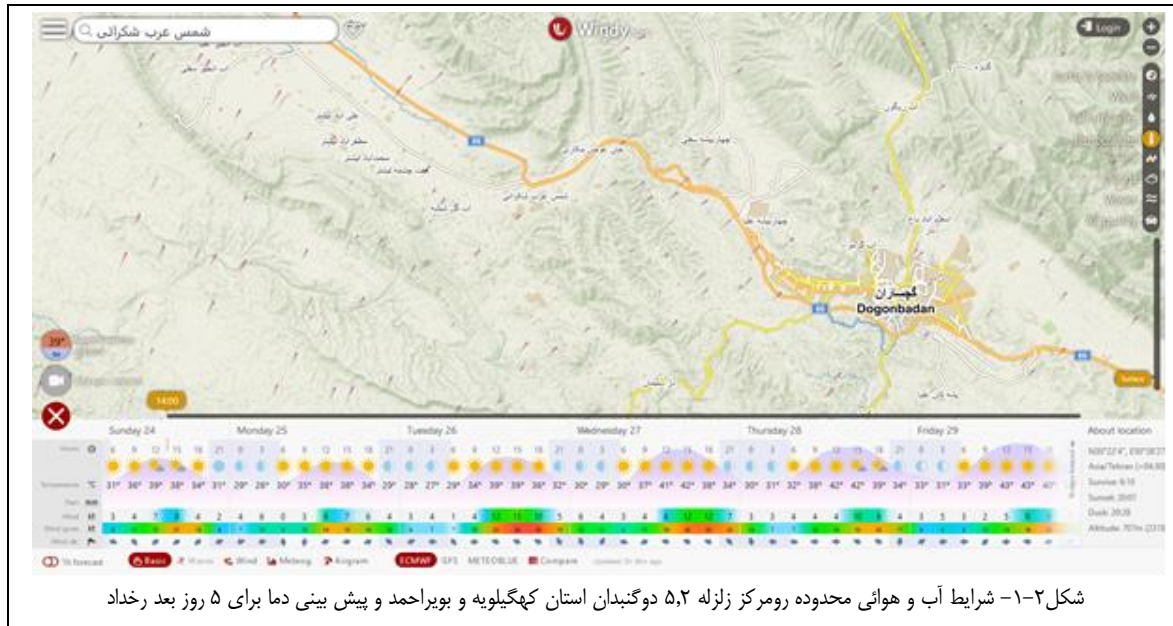
زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد، روز یکشنبه ۳-۴-۱۳۹۹ ساعت ۱۳:۱۱:۲۷ در عمق ۱۰ کیلومتری و بفاصله ۱۴ کیلومتری دوگنبدان (کهگیلویه و بویر احمد)، ۴۲ کیلومتری سردشت (خوزستان) و ۴۴ کیلومتری چرام (کهگیلویه و بویر احمد) رخ داد. با توجه به بزرگی زلزله و فاصله مراکز جمعیتی اطراف از آن، تعداد ۶ آبادی و جمعیتی در حدود ۱۰۶۱ نفر (آمار ۱۳۹۵) تحت تاثیر "قابل ملاحظه" این زمین لرزه قرار گرفته اند.



۲- شرایط آب و هوایی محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

براساس داده های مندرج در سایت windy، اطلاعات هواشناسی برخط محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد برگرفته شده و در شکل 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

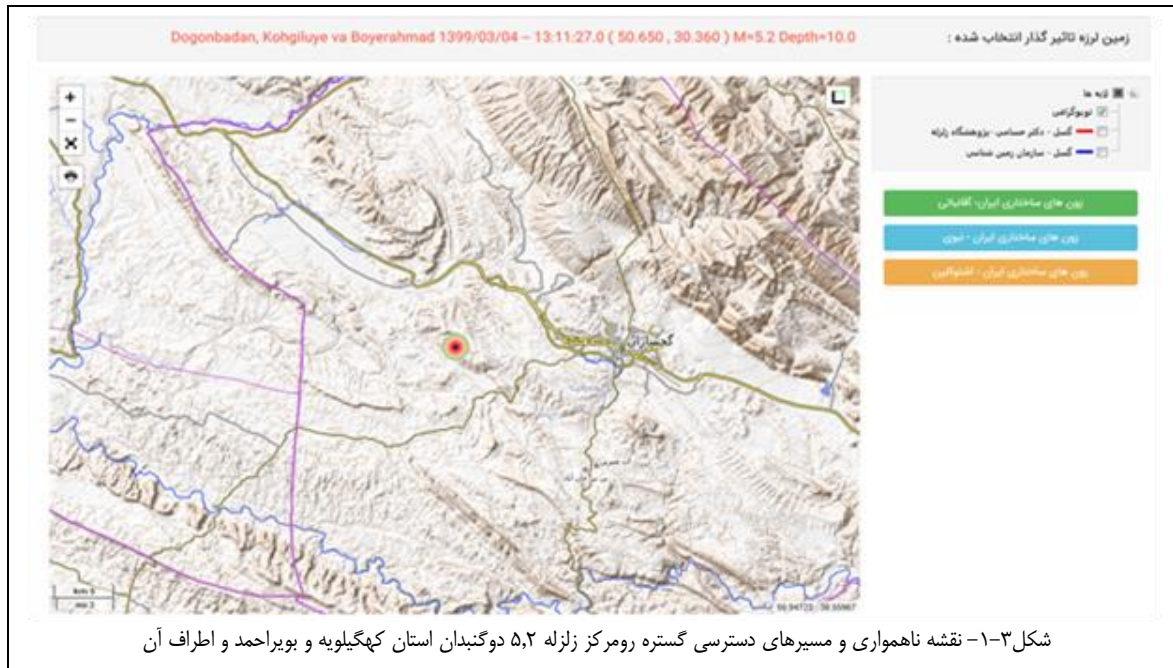
فرض است. در زمان رخداد زلزله، اطلاع از وضعیت هوا، سرما و یخبندان، هوای بسیار گرم، بارندگی، بارش برف و مواردی نظیر آن در امر مدیریت بحران و امداد و نجات مهم و موثر می باشد، برای این منظور از سامانه سپلا می توان به سایت ویندی متصل شد و اطلاعات هواشناسی گستره رومرکز را علاوه بر زمان رخداد زلزله برای روزهای آتی نیز بصورت پیش بینی وضعیت هوا بدست آورد. شکل ۱-۲ بعنوان نمونه و شامل خروجی دمایی 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. دمایی هوای محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد در زمان رخداد، ۳۹ درجه بالای صفر بوده و تغییرات آن در طی ۵ شبانه روز بعد رخداد بین ۲۷ تا ۴۳ درجه سانتیگراد خواهد بود.



۳- شرایط توپوگرافیکی و مسیرهای دسترسی محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

در شکل ۱-۳ ناهمواری های محدوده وقوع زلزله و اطراف آن و نیز مسیرهای مواصلاتی گستره رومرکزی 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 ۱-۳ و شرایط مورفولوژیکی پهنه اطراف زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد 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 ارزیابی ها بویژه در زمان اولیه وقوع زلزله مهم و مورد نیاز است و توصیه می شود با تلفیق نقشه شکل ۱-۲ که شرایط آب و هوایی را نشان می دهد و نقشه شکل ۱-۳، 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 بینی های لازم بعمل آید.

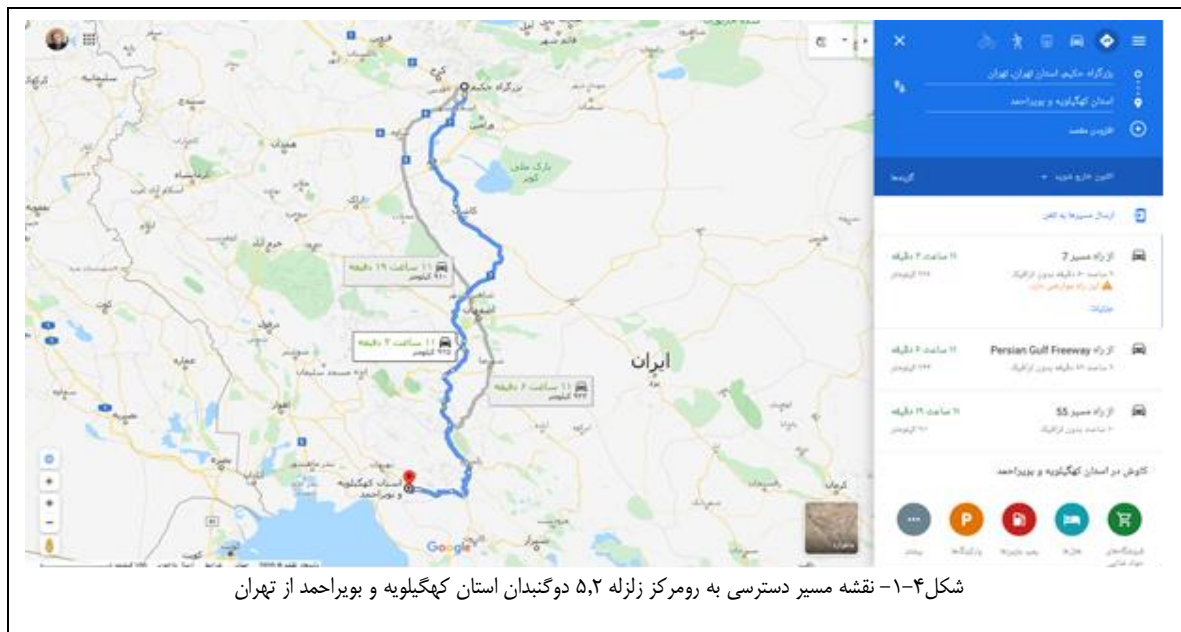
از شکل ۱-۳ می توان استنباط نمود که محدوده رومرکزی زلزله و مراکز جمعیتی اطراف آن در گستره ای ناهموار با شیب دامنه ای متغیر قرار گرفته اند. احتمال داده می شود در اثر ارتعاش ناشی از زلزله، در بعضی از نقاط ریزش سنگ یا لغزش زمین رخ داده و انسداد موضعی مسیرهای مواصلاتی صورت گرفته باشد.



۴- دسترسی به نقطه رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

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 می توان 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 ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد، در زمان مراجعه به سایت (براساس ترافیک موجود که متغیر است) ۱۱ ساعت و ۳ دقیقه با خودرو طول زمان حرکت خواهد بود.



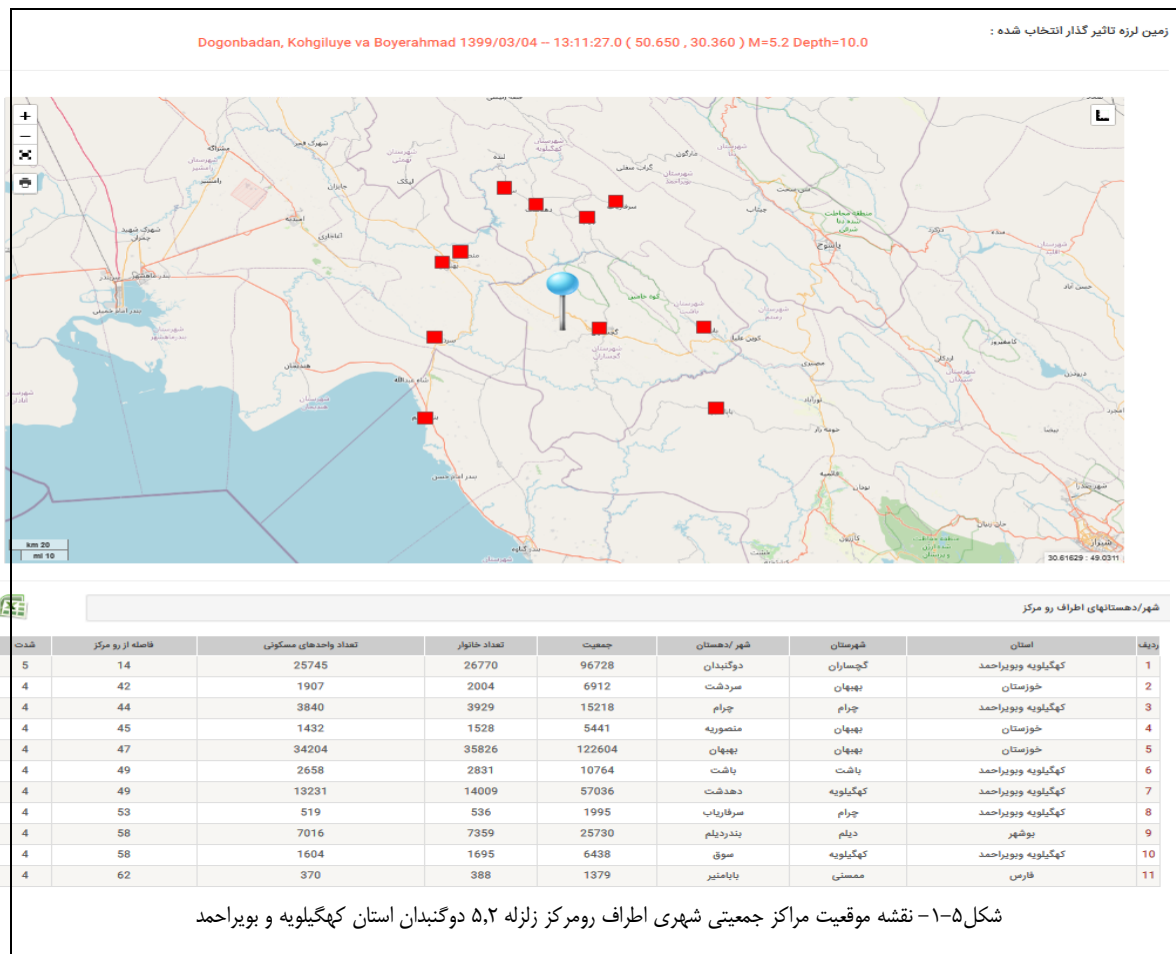
۵- مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

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 تصمیم گیری در خصوص اقدامات مدیریتی و امداد و نجات منطقی تر و بر مبنای اطلاعات خواهد بود

۵-۱- مراکز جمعیتی شهری

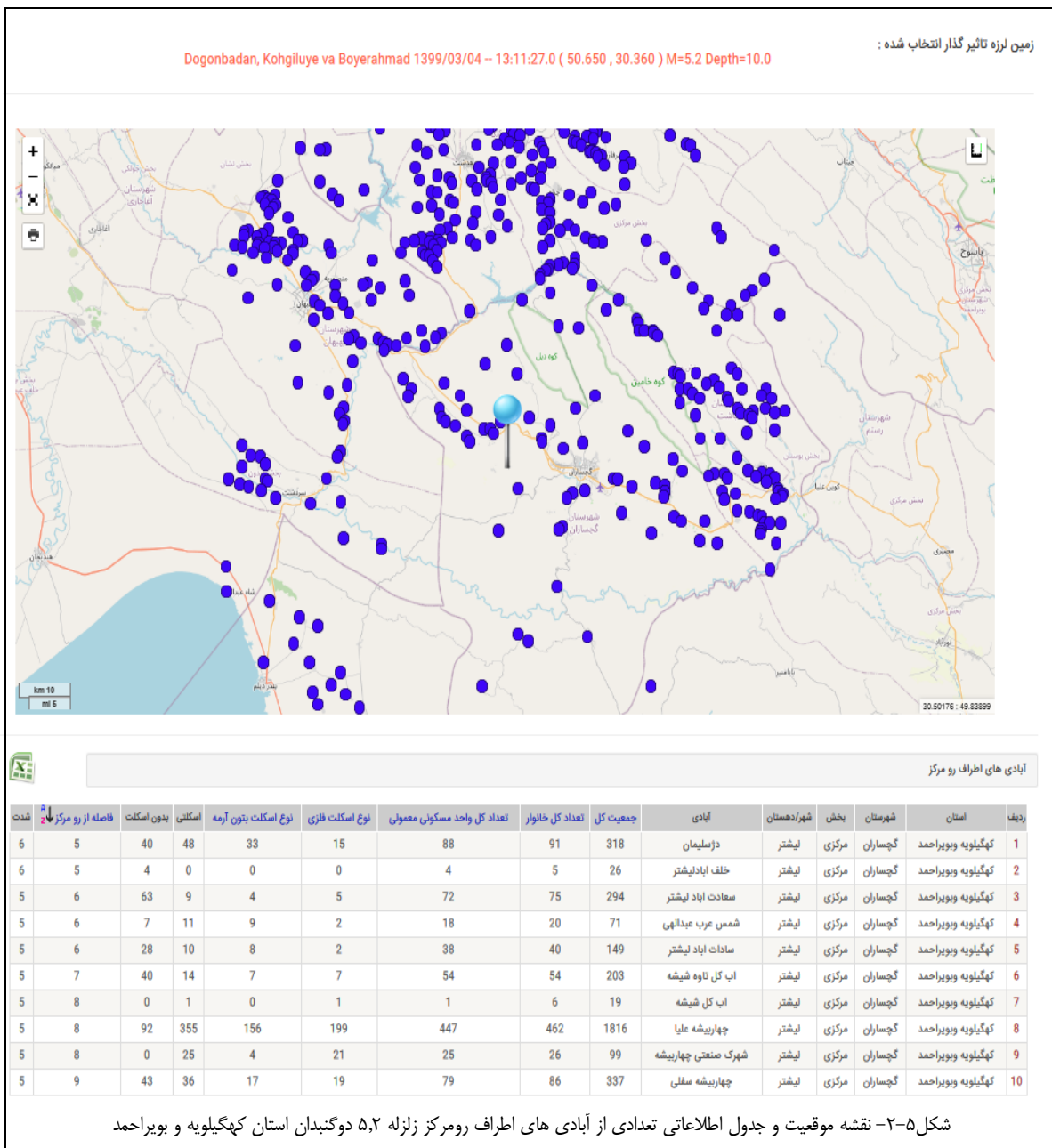
در شکل ۵-۱ نقشه موقعیت و جداول اطلاعاتی تعدادی از مراکز شهری اطراف رومرکز زلزله نشان داده شده است. در جدول زیر نقشه موقعیت مراکز شهری، فاصله تا رومرکز زلزله نیز بترتیب آمده است. همچنین در جدول اکسل سامانه سیپلا (www.sapla.ir)، تعداد جمعیت شهری و اطلاعات واحدهای مسکونی از نظر تیپ ساختمانی نیز درج شده است، در این جدول بر اساس آمار مرکز آمار ایران، تعداد واحدهای اسکلت دار (شامل اسکلت فولادی و بتنی) و فاقد اسکلت (ساختمان های با مصالح خشت، بلوک، آجر، گل و سنگ، چوب و ...)، که اصطلاحاً واحدهای بنائی نیز نامیده می شود 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 دوگنبدان با جمعیت ۹۶۷۲۸ نفر در ۱۴ کیلومتری، سردشت با جمعیت ۶۹۱۲ نفر در ۴۲ کیلومتری و چرام با جمعیت ۱۵۲۱۸ نفر در فاصله ۴۴ کیلومتری از رومرکز زلزله، نزدیکترین شهرهای منطقه به رومرکز زلزله هستند.



۵-۲-آبادی های اطراف رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

در شکل ۲-۵ نقشه موقعیت و جداول اطلاعاتی تعدادی از نزدیکترین آبادی ها به رومرکز زلزله نشان داده شده است. لیست کامل آبادی ها در سامانه سپلا(www.sapla.ir) قابل مشاهده می باشد. در جدول زیر نقشه، فاصله آبادی ها، 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 ۲-۵ ، مربوط به سال آماری ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران است. آبادی های دژسلیمان با جمعیت ۳۱۸ نفر در ۵ کیلومتری، خلف آباد لیشر با جمعیت ۲۶ نفری، سعادت آباد لیشر با جمعیت ۲۹۴ نفری در ۶ کیلومتری رومرکز از نزدیکترین آبادی های گستره به رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد هستند.

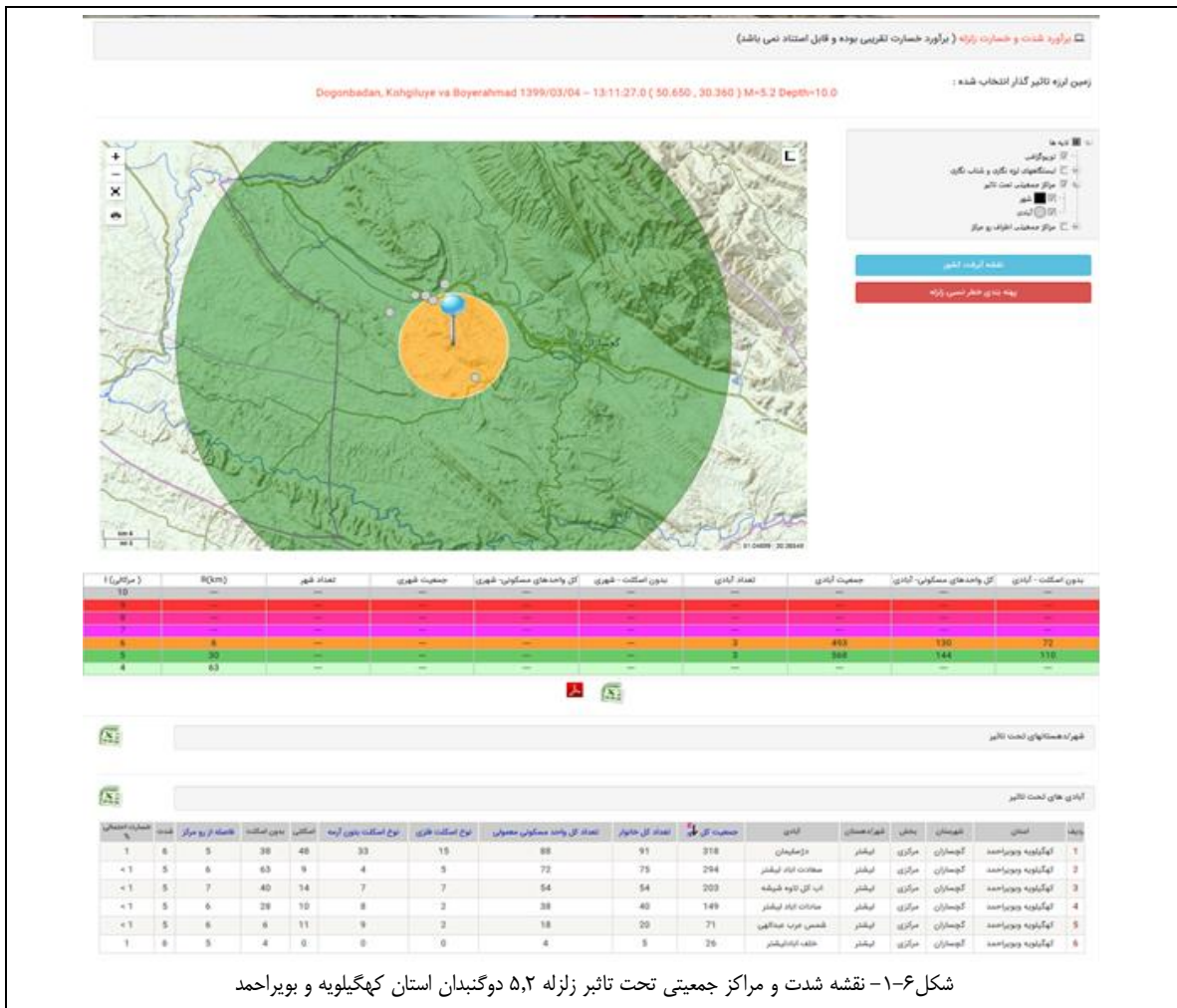


۶-برآورد شدت و خسارت زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

بر اساس روابط تجربی، شدت زلزله و خسارت احتمالی آن قابل تخمین است(در انتهای این گزارش، بطور اجمالی مبانی 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 سپلا، 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 ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد 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.

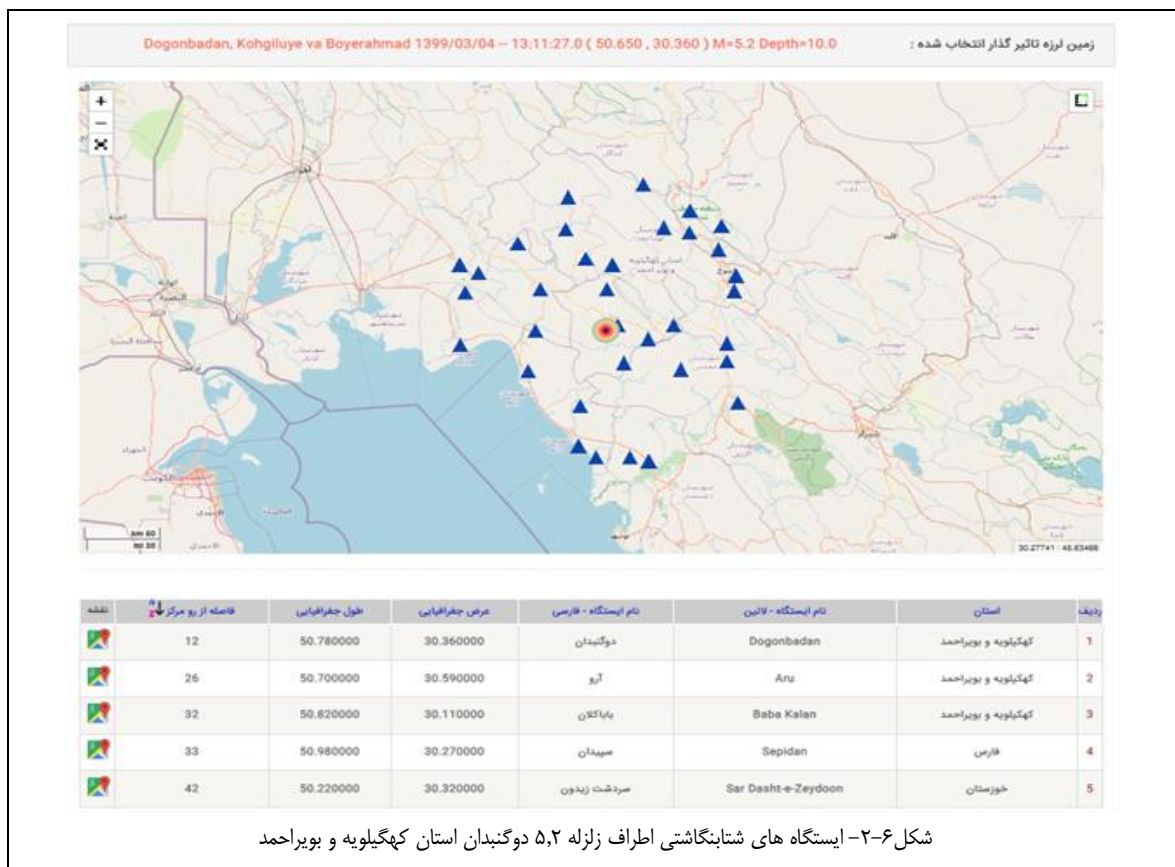
برای زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد، شدت محسوس ۶ در حوالی رومرکز و شدت ۵ تا شعاع ۳۰ کیلومتری از زلزله محاسبه شده و خسارت برای آبادی های دژسلیمان، سعادت آباد لیشتر، آب کل تاوه شیشه، سادات آباد لیشتر، شمس عرب عبدالهی، خلف آبادلیشتر خسارت پائین برآورد می شود. در عکس های انتهای این گزارش خسارت ها شامل ترک خوردگی دیوارها، ریزش نما و سنگ ریزش بر روی جاده ها می باشد (شکل ۶-۱).



شکل ۶-۱- نقشه شدت و مراکز جمعیتی تحت تاثیر زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

یکی از داده های مهم و مفید، استفاده از مقادیر شتاب ثبت شده توسط ایستگاه های 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 ایستگاه های این شبکه برخط شده اند و تلاش بر اینست که بتدریج تمامی ایستگاه ها بصورت برخط باشند. در شکل ۶-۲ نقشه توزیع ایستگاه های شبکه شتابنگاری در اطراف رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد و در جدول زیر نقشه، اطلاعات تعدادی از ایستگاه های نزدیکتر و فاصله آنها بترتیب تا رومرکز زلزله نشان داده شده است.

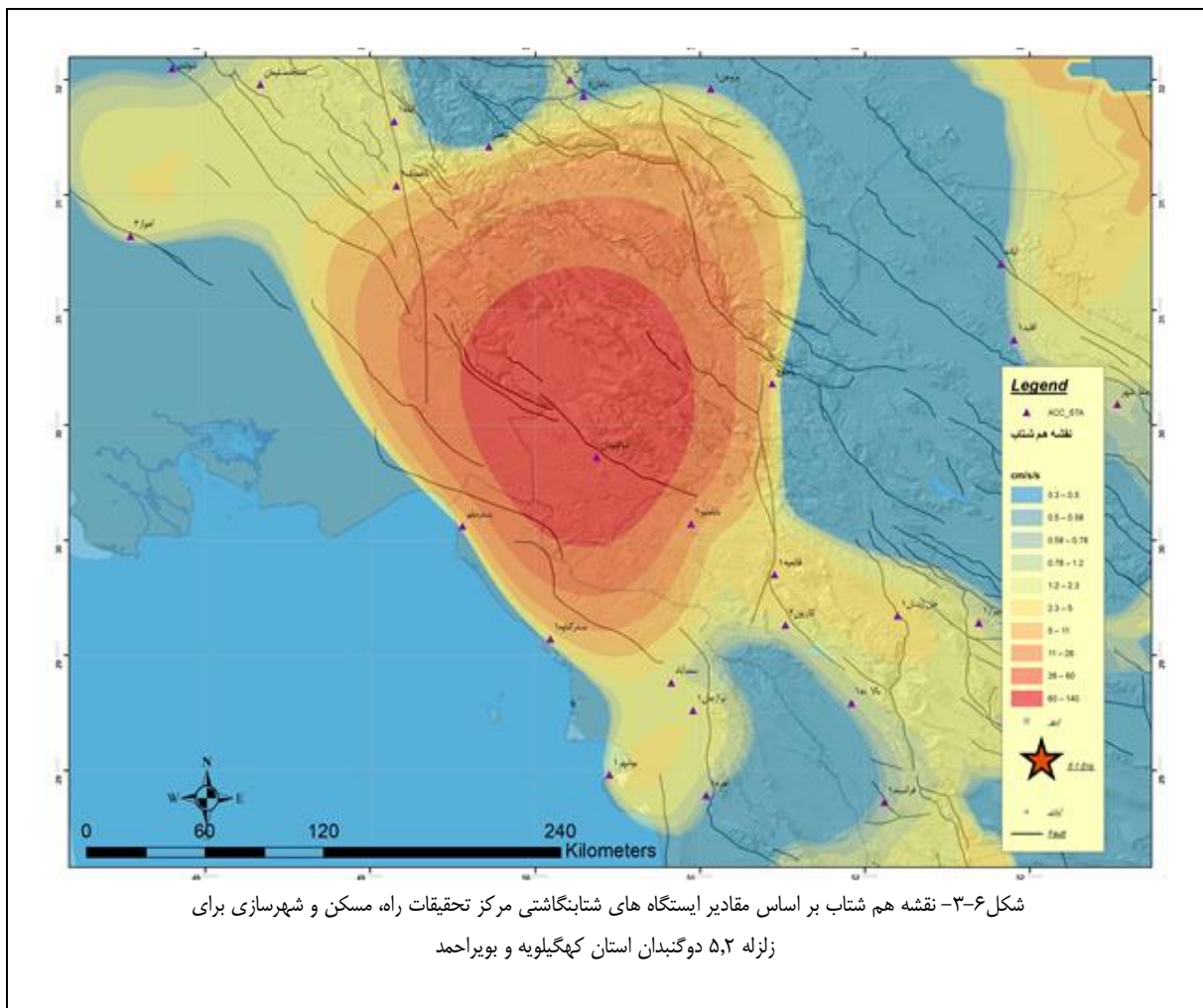
نزدیکترین ایستگاه های شتابنگاشتی به رومرکز زلزله، ایستگاه های دوگنبدان، آرو، باباکلان می باشد و با توجه به بزرگی زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد، مقادیر شتاب برای این زمین لرزه تا لحظه تدوین این گزارش بقرار جدول ۶-۱ می باشد.



جدول ۶-۱- بیشینه شتاب های ایستگاه های شتابنگاشتی اطراف زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

Code	Station_F	Station_E	Province	lat	log	V1(sta.)	Acc.
DGB	دوگنبدان	Dogonbadan	کهگیلویه و بویراحمد	30.36	50.78	141	
BBN1	بابانورا	Baba Monir1	فارس	30.07	51.21	832	15.9
QAM1	قاندویا	Ghaemiyeh1	فارس	29.85	51.59	617	5.5
YSJ	یاسوج	Yasooj	کهگیلویه و بویراحمد	30.68	51.58		3.6
BGM1	بامقلک	BaghMalek1	خوزستان	31.54	49.87	267	3.2
KHN1	خان زینا	Khan zeynoon1	فارس	29.67	52.15	535	3.1
BDR	بندر	Bandar-e-Deylam	بوشهر	30.06	50.17		2.8
GHW1	بندرگنوه	Bandar-e-Genaveh1	بوشهر	29.57	50.57		2
IZH1	یزد	Izeh1	خوزستان	31.82	49.86	712	1.8
BKZ1	بوشهر	Borazjan1	بوشهر	29.28	51.22		2.2
MSN	مسقطسلیمان	Masjed Soleyman	خوزستان	31.58	49.25	708	1.5
KZR2	کازرون	Kazeroun2	فارس	29.63	51.64		1.5
SAB	سعدآباد	Saad Abad	بوشهر	29.38	51.12	921	1.3
BSH1	بوشهر	Bowshahr1	بوشهر	28.58	50.84		1.4
AHV3	اهواز	Ahvaz3	خوزستان	31.32	48.66		1.1
SHI1	شیراز	Shiraz 1	فارس	29.64	52.52		1.2
DDS	دهدز	Deh-dez	خوزستان	31.71	50.29		0.9
ARE	ارژن	Ardej	چهارمحال و بختیاری	32	50.66		1
SFH	سفا شهر	Safa Shahr	فارس	30.59	53.15		0.9
DBL1	بالا دها	Balaadeh1	فارس	29.29	51.04	1380	0.7
EGL1	اقلید	Eghlid1	فارس	30.87	52.68		0.7
BKJ1	بوشهر	Bowshahr1	چهارمحال و بختیاری	31.56	51.5		0.5
FAR	فارس	Farsan	چهارمحال و بختیاری	32.25	50.56	630	0.5
FRS1	فرشید	Farrashband1	فارس	28.86	52.09	630	0.6
AHM1	اهرام	Ahram1	بوشهر	28.89	51.28		0.6
ABK	ابک	Abkam	خوزستان	31.88	48.34	245	0.6
SUT	شوشتر	Shooshtar	خوزستان	32.05	48.85	595	0.4
ASJ	ارسنجان	Arsanjan	فارس	29.91	53.31		0.4
BDK1	بدرکوه	Bardkooon1	بوشهر	28.06	51.47	401	0.3
ABD	ابده	Abadeh	فارس	31.2	52.62		0.3
NGN1	نغانا	Naqen1	چهارمحال و بختیاری	31.93	50.72	700	0.3

بر مبنای رکوردهای ایستگاه های شبکه شتابنگاری، نقشه هم شتاب برای زلزله ۵,۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد تهیه گردید که در شکل ۳-۶ نشان داده شده است. علاوه بر نزدیکی ایستگاه ها به رومرکز زلزله، نوع ساختگاه و امتداد آن نسبت به گسیختگی گسل مسبب نیز در مقادیر شتاب ثبت شده موثر خواهد بود. در شکل ۳-۶ نشان داده شده است که دو ایستگاه دوگنبدان و بابا منیر بیشترین مقادیر شتاب را ثبت کرده اند. ایستگاه دو گنبدان در استان کهگیلویه و بویر احمد و در فاصله ۱۲ کیلومتری از رومرکز زلزله عدد ۱۴۱ سانتیمتر بر مجذور ثانیه و ایستگاه بابا منیر در استان فارس و در فاصله ۶۳ کیلومتری از رومرکز عدد ۱۶ سانتیمتر بر مجذور ثانیه را ثبت کرده است. نوع پراکنش شتاب معرف میرائی بالای شتاب در گستره است.



۷- گسل مسبب زلزله ۵,۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

رومرکز زلزله ۵,۲ دوگنبدان در شکل ۷-۱ بر روی نقشه گسله های ایران (فایل های رقومی گسله های سازمان زمین شناسی و حساسی، خ، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله) برهم نهی گردید. بر این اساس گسل احتمالی مسبب زلزله قابل برآورد شد. یکی از داده های مهم دیگر برای تعیین گسل مسبب زلزله استفاده از سازوکار تعیین شده برای زلزله رخ داده و نیز استفاده از پس لرزه ها می باشد. این داده ها معمولاً بتدریج منتشر می شوند که در ویرایش های بعدی گزارش های فوری مورد استفاده قرار می گیرد.

در شکل ۷-۱ نشان داده شده است که سگمنت هائی از گسل پیشانی کوهستان در مجاورت رومرکز زلزله امتداد دارند و احتمالاً جنبائی آن قطعه گسلی از سامانه گسلی MMF موجب رخداد زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد شده است.

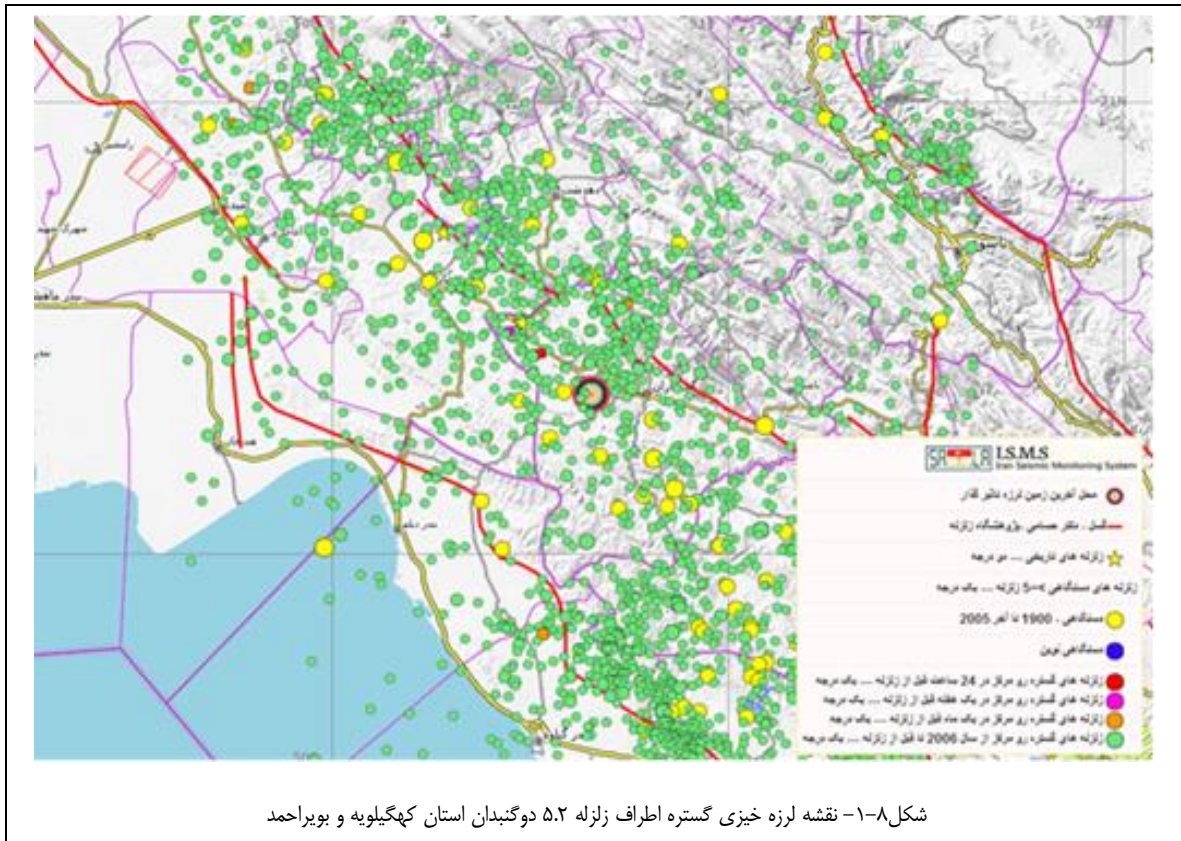


۸- لرزه خیزی محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

در شکل ۸-۱ لرزه خیزی گسترده 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 ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد 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 لرزه خیزی ایران که با توسعه شبکه لرزه نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران از اوایل سال ۲۰۰۶ فراهم آمده، در شعاع ۱ درجه از رومرکز زلزله، زمین لرزه‌های ۱۴ سال اخیر ارائه شده است که با توجه به تعداد ایستگاه‌های لرزه نگاری ثبت کننده، معرف میزان لرزه خیزی منطقه‌اند.

تعداد ۲۱۹۰ زلزله با بزرگی ۲٫۵ و بالاتر در گستره اطراف رومرکز از سال ۲۰۰۶ میلادی تا زمان وقوع زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد (مدت ۱۴ ساله) ثبت شده است. از این تعداد ۱۰ زمین لرزه با بزرگی ۵ و بالاتر و ۹۲ زلزله با بزرگی ۴ تا ۵ و بقیه زمین لرزه‌ها کوچکتر از بزرگی ۴ در اطراف رومرکز گسترده شده‌اند. از شکل ۸-۱ می‌توان مشاهده نمود که محدوده رخداد زلزله، لرزه خیزی بسیار بالائی را دارد.

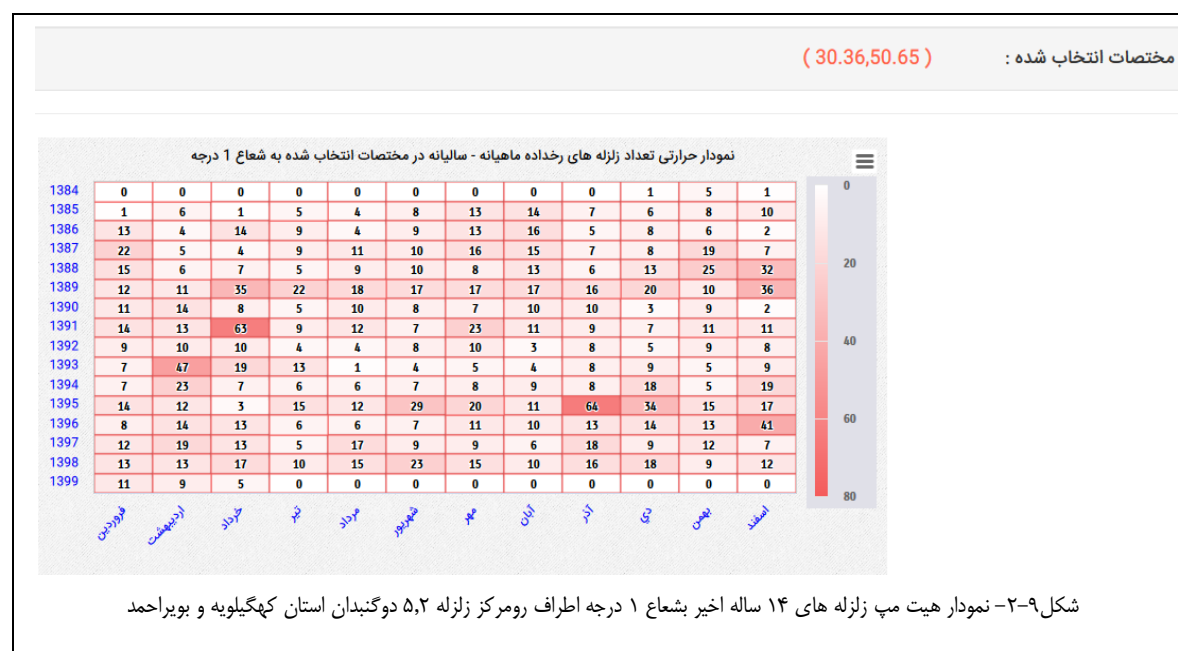
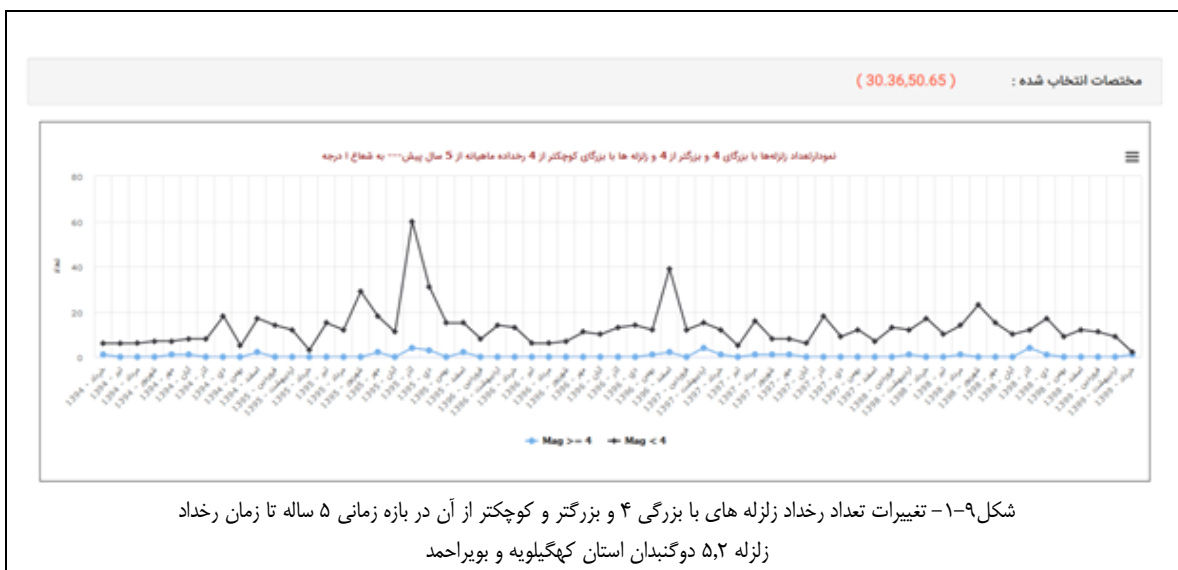


۹- نتایج پایش لرزه ای گستره رومرکز تا زمان رخداد زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

پیش از وقوع زمین لرزه های تاثیرگذار، 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 تاثیرگذار 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 ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد 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 مختلف تعداد و انرژی زلزله ها رسم شده است. در سامانه سپلا و در قسمت پایش لرزه ای علاوه بر نمودارهای خطی هیت مپ رخدادهای لرزه ای نیز برای هر نقطه دلخواه و از جمله نقطه رومرکز زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویر احمد نیز تهیه می شود که معرف تغییرات زمانی ماهانه تعداد رخدادهای لرزه ای می باشد.

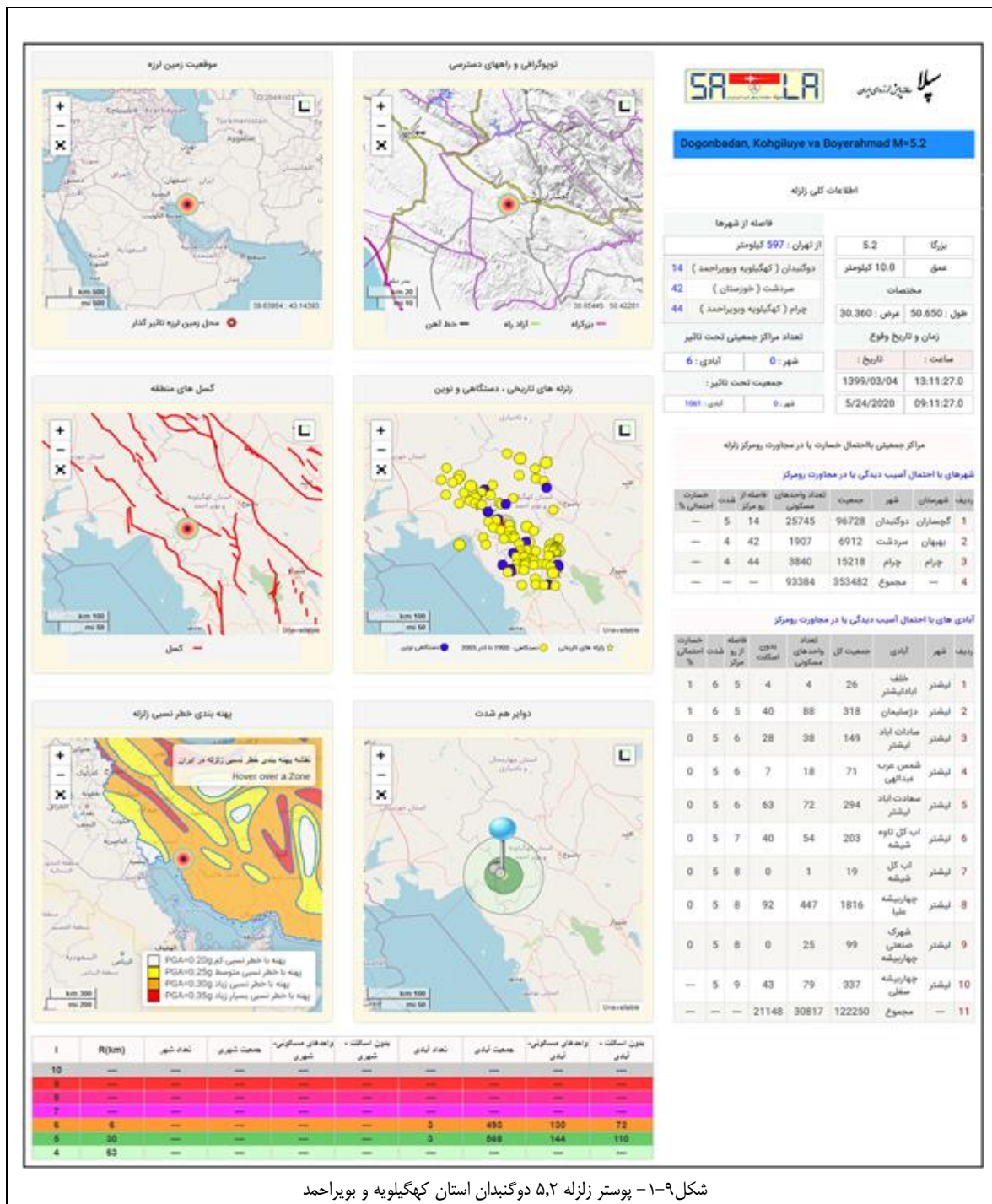
در نمودار شکل ۹-۱ مشاهده می شود که در تعداد زلزله های بزرگتر از ۴ تا قبل از این زلزله بازای بازه زمانی ۵ ساله گذشته بی هنجاری قابل ملاحظه ای بروز نکرده است، اما رخداد زلزله های کوچکتر از ۴ دارای نوساناتی بوده که بیشترین تعداد رخداد نیز در آذر ماه ۱۳۹۵ و اسفندماه ۱۳۹۶ بوده است. البته در بازه های زمانی 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.

شایان ذکر است، پیش از رخداد زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد، پیشلرزه ای با بزرگی ۲٫۶ در ساعت ۳۹:۴۱:۲۳ روز ۰۳-۰۳-۱۳۹۹ در عمق ۱۲ کیلومتری در منطقه رخ داده است.



۱۰- پوستر زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

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 سیلا نیز پوستر زلزله بطور اتوماتیک تولید می شود. در پوستر زلزله سامانه سیلا، موقعیت رومرکز و موقعیت مراکز جمعیتی، توپوگرافی، لرزه خیزی، گسل های محدوده، دوائر 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 ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد نشان داده می شود(شکل ۱-۱۰).



شکل ۹-۱ - پوستر زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد

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 می‌گردد:
- 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 لرزه‌ها 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.

۱۲-عکس های از زلزله ۵٫۲ دوگنبدان استان کهگیلویه و بویراحمد



پیوست ۱ - برآورد شدت و خسارت زلزله

ابتدا بطور مختصر، دو مفهوم شدت و خسارت در ارتباط با زلزله ها توضیح داده می شود.

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 می شود، اما از دیدگاه مدیریت بحران زلزله که بتوان در ساعات و دقایق اولیه رخداد زلزله ها و بویژه زمین لرزه های بزرگ، برآوردی ولو تقریبی از شدت و خسارت های 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 می باشد. از آنجا که انرژی با توجه به اصول گسترش هندسی با فاصله از رومرکز تضعیف می شود می توان 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 زمین لرزه های 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 بیضوی های شدت و جداول مربوطه می پردازد که اهمیت بسیار بالائی در هنگام رخداد زمین لرزه ها 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 می کنیم که در آن درجه بندی شدت بر اساس جدول ۴ می باشد. در درجه بندی شدت، همانطور که از جدول ۴ مشخص است به تیپ های ساختمانی A، B و ... اشاره می شود. بر این تعاریف اولیه زیر نیز آورده شده است:

ساختمان نوع A: طراحی، ساخت و ملات ساختمانی مناسب؛ ساختمان تقویت شده در جزئیات و به گونه ای طراحی شده که در مقابل نیروهای جانبی مقاوم باشد و اجزا ساختمانی 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 نمی تواند 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، پنجره ها و دربها سر و صدا می کنند و دیوارها ترک می دهند. زلزله همانند برخورد یک کامیون سنگین با ساختمان است . در اتموسفرهای ایستاده ارتعاش قابل درک است.
۵	زلزله توسط هر فردی قابل احساس است . بسیاری از خواب بیدار می شوند . برخی از بشقابها ، پنجره ها و غیره شکسته می شوند . گچ کاری های ساختمان ترک می خورند . اشیای ناپایدار واژگون می گردند . سروصدای درختان و سایر اشیای مرتفع شنیده می شود و آونگ ساعتها متوقف می گردند . دربها باز و بسته می شوند و امتداد حرکت زمین لرزه قابل درک است.
۶	زلزله توسط بسیاری از افراد حس می شود و بسیاری از مردم وحشت زده به فضای باز پناه می آورند . اشیای سنگین جابجا می شوند . و قطعات از گچ کاری کنده می شود . دودکش ها فرو می ریزند و خسارات جزئی به بار می آید . افراد به حالت نامتعادل قدم می زنند و یا می ایستند . پنجره ها ، دربها و بشقابها شکسته می شوند. ساختمان های خشتی و ضعیف ترک برمی دارند و زنگ های کوچک به صدا در می آیند .
۷	مردم وحشت زده به فضای باز فرار می کنند . خسارت بسیار کمی در ساختمانهایی که خوب طراحی و ساخته شده اند وارد می شود . به ساختمان های متوسط و معمولی خسارات جزئی و متوسط وارد میگردد. خسارات قابل ملاحظه ای در ساختمان های ضعیف و بد طراحی شده وارد می شود . خسارت به ساختمان های نوع D شامل ترک و فروافتادن گچ کاریها است و آجرهای سست لقی می شوند. ترک هایی در ساختمان های نوع C به وجود می آید . ایستادن مشکل می شود و اثاثیه شکسته می شوند . زنگ های بزرگ به صدا در می آیند . زهکشهای سیمانی آبرسانی خسارت می بینند . لغزشهای کوچک اتفاق می افتد .
۸	خسارت در ساختمانهایی که طراحی ویژه شده اند بسیار جزئی است و در ساختمان های معمولی نوع C با فروریزش های جزئی همراه است و در ساختمان های ضعیف نوع D بسیار شدید است دیوار های جداکننده به خارج از قاب های ساختمان پرتاب می شوند . دودکش ها ، ستون ها ، دیوار ها و دودکش های کارخانه ها و سنگهای یادبود سقوط می کنند اشیای سنگین واژگون می گردند تغییراتی در سطح آنها ایجاد می شود. ماسه و گل به مقدار کم بیرون زده می شود رانندگی مشکل می گردد ترکهایی در زمین های مرطوب و شیب های ملایم ایجاد می شود تغییراتی در آب و درجه حرارت چشمه ها و چاهها ایجاد می شود . خانه های اسکلت دار بر روی سطح پی حرکت می کنند و شاخه های درختان شکسته می شوند.
۹	خسارت قابل ملاحظه ای در ساختمان هایی که طراحی ویژه شده اند ، ایجاد می شود ساختمان های اسکلتی خوب طراحی شده کج می شوند . ساختمان بر روی پی تغییر مکان می دهد ترک های آشکار در زمین ایجاد می گردد . خطوط لوله زیرزمینی شکسته شوند. وحشت عمومی بر مردم غالب می شود . ساختمان های نوع D ویران می گردند و بر ساختمان های نوع C خسارت سنگین وارد می گردد و گاهی کاملاً فرو می ریزند . ساختمان های نوع B خسارت جدی می بینند و خسارت اساسی به پی وارد می گردد . در مناطق آبرفتی ماسه و گل بیرون می آیند.
۱۰	سازه های چوبی خوب ساخته شده ویران می شوند ، بسیاری از سازه های اسکلت دار بنایی به همراه پی ویران می شوند . در زمین ترکهای بزرگی ایجاد می گردد. خطوط راه آهن کج می شوند . زمین لغزشهای قابل ملاحظه ای در کنار رودخانه و شیب های ملایم اتفاق می افتد. آب سروصداهای زیادی می کند خسارات جدی به سدها و مخازن وارد می گردد. در زمین ، لغزش های بزرگ اتفاق می افتد و آب از مخازن و کانالها و رودخانه ها دریاچه ها و غیره بیرون ریخته می شود.
۱۱	ساختمان ها کمی استوار باقی می مانند . پلها ویران می گردند . خطوط لوله زیرزمینی کاملاً غیر قابل استفاده می شوند. خطوط راه آهن به شدت کج می شوند . زمین باتلاقی می شود . لغزشهایی در زمین های نرم ایجاد می شود.
۱۲	خسارت کلی . امواج بر روی سطح زمین مشاهده می شوند . اشیا به هوا پرتاب می شوند و سنگهای بزرگ جابجا می گردند

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 مدل های کاهیدگی (مدل دکتر قدرتی و همکاران) و به مرکزیت نقطه رومرکز، ابتدا شتاب زلزله را حدس زده و سپس براساس منحنی های 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) می توان دست پیدا کرد. این مکانیسم در سامانه سپلا بدلیل اینکه محاسبات آن بطور

دستی وقت گیر است، بطور اتوماتیک انجام می شود. بدیهی است که این قبیل برآورد ها در کلیه کشورها، بطور تقریبی بوده و برداشت های میدانی نتایج کار را تدقیق می کند. بررسی های ما بر اساس میزان تخریب های رخ داده و مقادیر برآورد شده بر اساس سامانه سپلا نشان می دهد که نتایج برآوردهای سامانه قابل قبول می باشد. البته انتظار می رود که مراکز جمعیتی نزدیک به زمین لرزه و واقع بر خاک های آبرفتی شدت بیشتری را احساس کرده باشند.