



گزارش مقدماتی زلزله ۴٫۷ ونک استان اصفهان

رخداد ۱۳۹۹/۰۷/۰۸

کد گزارش: ۱۳۹۹۰۷-۲



تاریخ انتشار: ۱۳۹۹/۰۷/۰۸

تالیف:

دکتر علی بیت اللهی

فهرست مطالب

۳	پیشگفتار
۴	۱- کلیاتی از زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان
۵	۲- شدت و خسارت احتمالی زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان
۵	۱-۲- شدت احتمالی زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان
۵	۲-۲- خسارت احتمالی زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان
۷	۳- شرایط آب و هوایی محدوده در زمان وقوع زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان
۴	۴- توپوگرافی محدوده رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان و برآورد اولیه احتمال وقوع زمین لغزش و ریزش
۸	سنگ
۹	۵- دسترسی به محدوده رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان و مراکز جمعیتی اطراف
۱۱	۶- مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان
۱۱	۱-۶- مراکز جمعیتی شهری
۱۲	۲-۶- آبادی‌های اطراف رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان
۱۴	۷- گسل مسبب زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان
۱۴	۸- لرزه‌خیزی محدوده رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان
۱۵	۹- نتایج پایش لرزه‌ای گستره رومرکز تا زمان رخداد زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان
۱۷	۱۰- پیوستر زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان
۱۹	۱۱- پیشنهادات
۲۰	پیوست ۱- برآورد شدت و خسارت زلزله
۲۰	شدت زلزله
۲۱	برآورد خسارت زلزله

فهرست اشکال

- شکل ۲-۱ - نقشه شدت و مراکز جمعیتی تحت تاثیر زلزله _____ ۶
- شکل ۳-۱ - شرایط آب و هوایی محدوده رومرکز زلزله _____ ۷
- شکل ۴-۱ - الف: نقشه ناهمواری و مسیرهای دسترسی گستره رومرکز زلزله _____ ۸
- شکل ۴-۱ - ب: نقشه ناهمواری و مسیرهای دسترسی گستره رومرکز زلزله _____ ۹
- شکل ۵-۱ - نقشه مسیر دسترسی (خودرو) به رومرکز زلزله _____ ۱۰
- شکل ۵-۲ - نقشه نزدیکترین فرودگاه و راه‌آهن به رومرکز زلزله _____ ۱۰
- شکل ۶-۱ - نقشه موقعیت مراکز جمعیتی شهری اطراف رومرکز زلزله _____ ۱۲
- شکل ۶-۲ - نقشه موقعیت و جدول اطلاعاتی تعدادی از آبادی‌های اطراف رومرکز زلزله _____ ۱۳
- شکل ۷-۱ - نقشه گسل‌های اطراف رومرکز زلزله _____ ۱۴
- شکل ۸-۱ - نقشه لرزه‌خیزی گستره اطراف زلزله _____ ۱۵
- شکل ۹-۱ - تغییرات تعداد رخداد زلزله‌های با بزرگی ۴ و بزرگتر و کوچکتر از آن در بازه زمانی ۵ ساله تا زمان رخداد زلزله ۴٫۷ ونک استان اصفهان _____ ۱۶
- شکل ۹-۲ - نمودار هیتمپ زلزله _____ ۱۷
- شکل ۱۰-۱ - پوستر 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 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 درآید 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 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) و پایش روند رخداد زلزله‌ها، سامانه پایش لرزه‌ای ایران، سپلا، راه اندازی گردید که هم‌اکنون به سامانه‌ای نسبتاً 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.

براساس قابلیت‌ها و خروجی‌های برخط سامانه سپلا و با استفاده از چند خروجی اولویت‌دار آن در لحظات اولیه رخداد زلزله، گزارش مقدماتی حاضر برای زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان تهیه شده است که امید می‌رود برای مدیران و کارشناسان، علاقمندان و عموم مردم مفید واقع گردد.

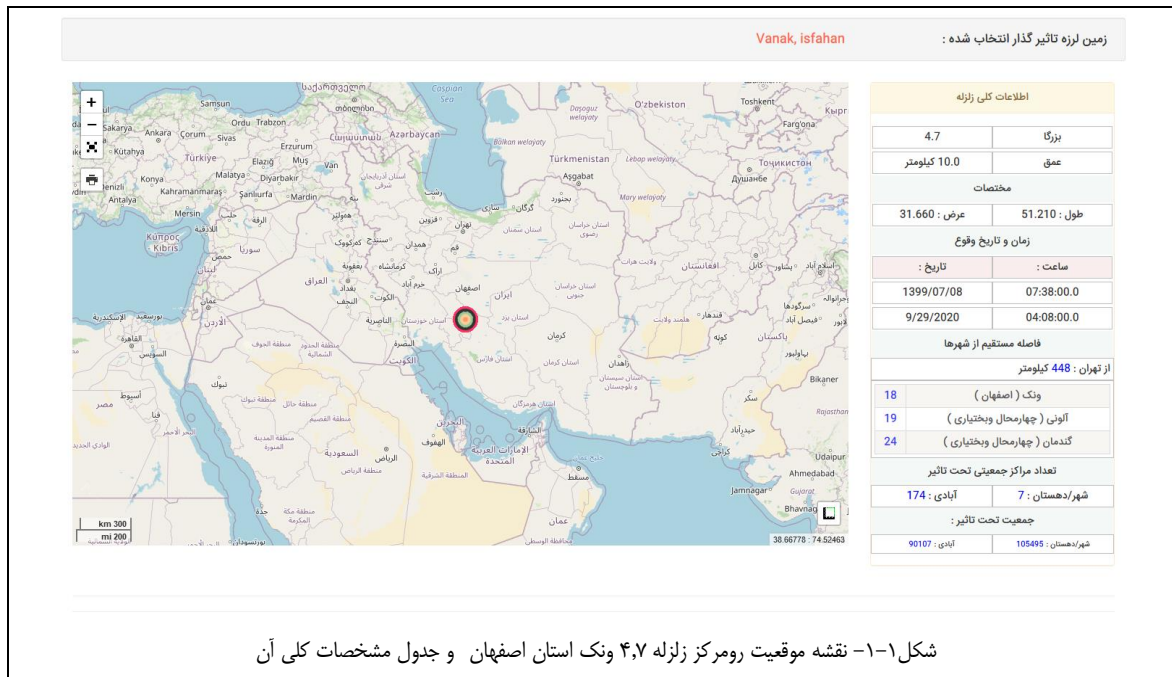
دکتر علی بیت‌اللهی

۱- کلیاتی از زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

به گزارش مرکز لرزه‌نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران (IRSC) زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان، مورخ ۱۳۹۹/۰۷/۰۸ ساعت ۰۷:۳۸:۰۰ در عمق ۱۰,۰ کیلومتری و فاصله ۱۸ کیلومتری ونک (اصفهان)، ۱۹ کیلومتری آلونی (چهارمحال وبختیاری) و ۲۴ کیلومتری گندمان (چهارمحال وبختیاری) و در فاصله مستقیم ۴۴۸ کیلومتری تهران رخ داد. محل و موقعیت رومرکز این زلزله در شکل ۱-۱ بر روی نقشه جغرافیائی (همراه با مراکز جمعیتی و مسیرهای مواصلاتی اطراف) نشان داده شده است.

با توجه به بزرگی زلزله و فاصله مراکز جمعیتی اطراف از آن، تعداد ۷ شهر با جمعیتی معادل ۱۰۵۴۹۵ نفر و ۱۷۴ آبادی با جمعیتی در حدود ۹۰۱۰۷ نفر (آمار ۱۳۹۵) "تحت تاثیر" این زمین‌لرزه قرار گرفته‌اند.

"منظور از واژه تحت تاثیر، مراکز جمعیتی هستند که در آنها خسارت با درصدهای مختلف تخمین زده شده است، در این حالت جمعیت کل مراکز شهری و روستائی به تفکیک در جدول سمت راست شکل ۱-۱ درج خواهد شد. همانطور که در این جدول قابل مشاهده است، علاوه بر تعداد کل جمعیت شهری و روستائی، تعداد مراکز جمعیتی شهری و روستائی نیز در صورت برآورد خسارت احتمالی، به تفکیک درج می‌گردد. در پیوست ۱ این گزارش، علاوه بر تعریف درجات مختلف شدت بر مبنای مقیاس مرکالی اصلاح شده، کلیاتی در خصوص نحوه برآورد خسارت اتوماتیک در سامانه سیلا آورده شده است. تاکید می‌شود که برآورد شدت و خسارت از روی روابط تجربی و تخمینی بوده و با هدف ارائه سیمائی از گستره اثر و شدت زلزله و برآورد کلی و تخمینی از خسارت در مراکز تحت تاثیر زلزله و کمک به تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در لحظات اولیه زمان وقوع زلزله ارائه گردید است. واضح است که پیمایش‌های میدانی و بازدید مناطق خسارت دیده، دقیق‌ترین برآورد خسارت را بدست خواهد داد."



شکل ۱-۱- نقشه موقعیت رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان و جدول مشخصات کلی آن

۲- شدت و خسارت احتمالی زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

شدت و خسارت برآورد شده و احتمالی زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان در ادامه و بترتیب توضیح داده می‌شود. لازم بذکر است که جدول تعاریف درجات مختلف شدت مرکالی اصلاح شده در انتهای این گزارش بصورت پیوست آورده شده است که پیشنهاد می‌شود جهت تطبیق مقادیر شدت با اثرات محسوس زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان در محدوده رومرکزی به آن مراجعه شود.

۲-۱- شدت احتمالی زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

برای زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان، براساس روابط تجربی، شدت محسوس ۵ در حوالی رومرکز و شعاع ۱۲,۴ کیلومتری اطراف آن، شدت ۴ تا شعاع ۴۰,۶ کیلومتری و شدت ۰ تا شعاع ۰ کیلومتری از زلزله محاسبه شده است. در محدوده شدت ۵ زلزله، تعداد ۰ نفر جمعیت شهری، در محدوده شدت ۴، تعداد ۱۰۵۴۹۵ نفر جمعیت شهری ساکن هستند.

در محدوده شدت ۵ زلزله، تعداد ۱۸۱۰ نفر، در محدوده شدت ۴، تعداد ۸۸۲۹۷ نفر جمعیت روستائی ساکن هستند. تعداد کل جمعیت ساکن (شهری و روستائی)، در محدوده شدت ۵ برابر ۱۸۱۰ نفر، در محدوده شدت ۴ برابر ۱۹۳۷۹۲ نفر و در محدوده شدت ۰ برابر ۰ نفر برآورد شده است.

تعداد کل جمعیت ساکن (شهری و روستائی) در محدوده شدت محسوس زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان ۱۹۵۶۰۲ نفر (طبق آمار سال ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران) می‌باشد.

اسامی و اطلاعات پایه تعدادی از مراکز جمعیتی شهری و روستائی واقع در دوایر شدت زلزله و بترتیب نزدیکی به رومرکز زلزله، در جداول زیر شکل ۲-۱ آورده شده است. اسامی و اطلاعات تمامی مراکز جمعیتی واقع در محدوده‌های شدت متفاوت زلزله در سامانه سپلا بصورت فایل اکسل قابل برگرفتن می‌باشد.

۲-۲- خسارت احتمالی زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

تعداد کل واحدهای مسکونی شهری خسارت دیده احتمالی ۰ برآورد شده و تعداد شهرهای آسیب دیده احتمالی ۰ می‌باشد. تعداد جمعیت ساکن در واحدهای شهری خسارت دیده احتمالی با توجه به نسبت جمعیت به واحد مسکونی شهری، ۰ نفر برآورد شده است.

در صورت برآورد خسارت، اسامی تعدادی از شهرهای نزدیک به رومرکز، اطلاعات جمعیتی، تعداد واحدهای مسکونی و نوع آنها و نیز درصد احتمالی و تخمینی خسارت در آنها (غیرقابل استناد) در جدول زیر شکل ۲-۱ آورده می‌شود. اطلاعات کامل مراکز جمعیتی شهری خسارت دیده احتمالی در سامانه سپلا بصورت فایل اکسل قابل دریافت است.

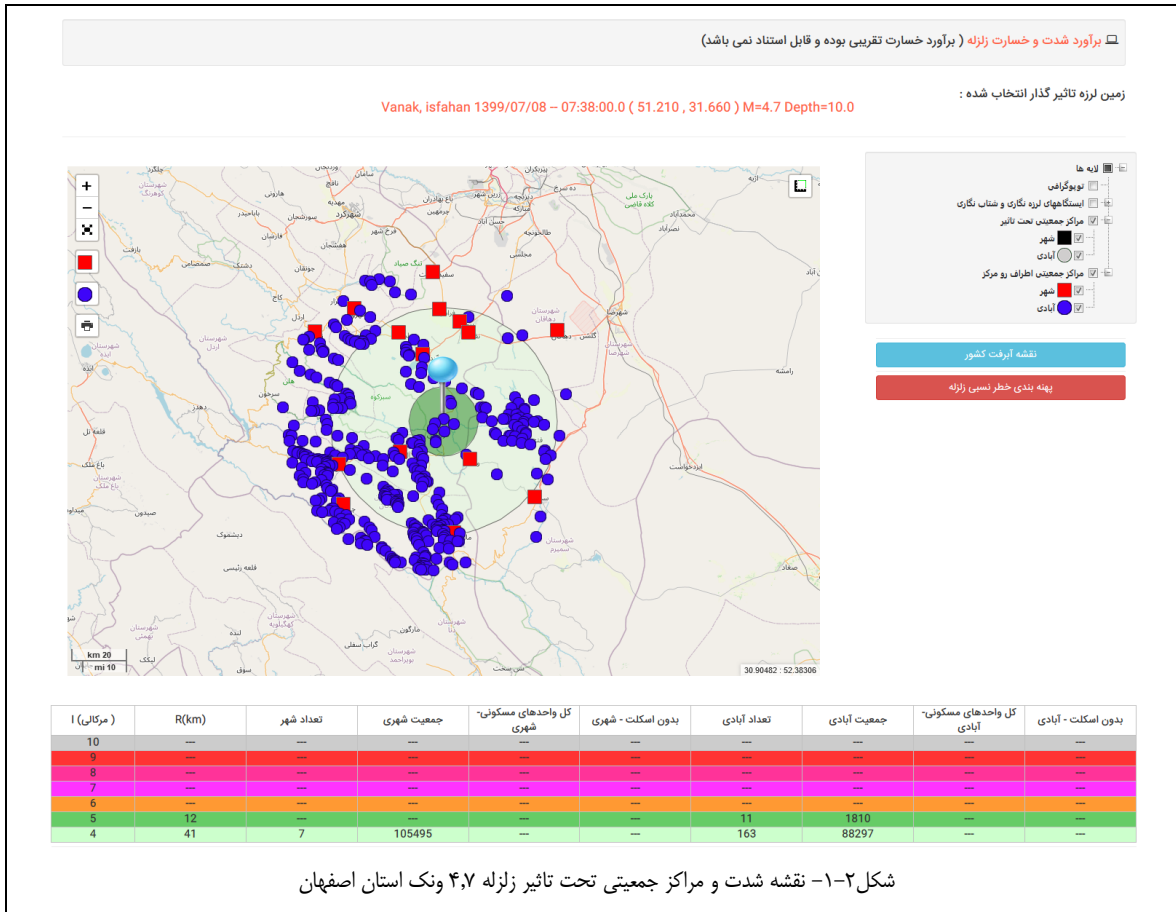
لازم بذکر است که براساس آمار سال ۱۳۹۵، نسبت جمعیت به واحد مسکونی برای مراکز شهری در کل ایران بطور متوسط ۳,۴ برآورد شده است که با توجه به تعداد واحدهای آسیب دیده می‌توان جمعیت شهری نیازمند و اولویت‌دار اسکان پس از زلزله را تخمین زد.

تعداد کل واحدهای مسکونی روستائی خسارت دیده احتمالی ۰ واحد برآورد شده و تعداد آبادی‌های خسارت دیده احتمالی در زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان ۰ آبادی است. تعداد جمعیت ساکن در واحدهای روستائی خسارت دیده احتمالی با توجه به نسبت جمعیت به واحد مسکونی روستائی، ۰ نفر برآورد شده است.

در صورت برآورد خسارت، اسامی تعدادی از روستاهای نزدیک به رومرکز، اطلاعات جمعیتی، تعداد واحدهای مسکونی و نوع آنها و نیز درصد احتمالی و تخمینی خسارت در آنها (غیرقابل استناد) در جدول زیر شکل ۲-۱ آورده می‌شود. اطلاعات کامل آبادی‌های خسارت دیده احتمالی در سامانه سپلا بصورت فایل اکسل قابل دریافت است.

لازم بذکر است که براساس آمار سال ۱۳۹۵، نسبت جمعیت به واحد مسکونی برای آبادی‌های کل ایران بطور متوسط ۳,۶ برآورد شده است که با توجه به تعداد واحدهای آسیب دیده می‌توان جمعیت روستائی نیازمند و اولویت‌دار اسکان پس از زلزله را تخمین زد.

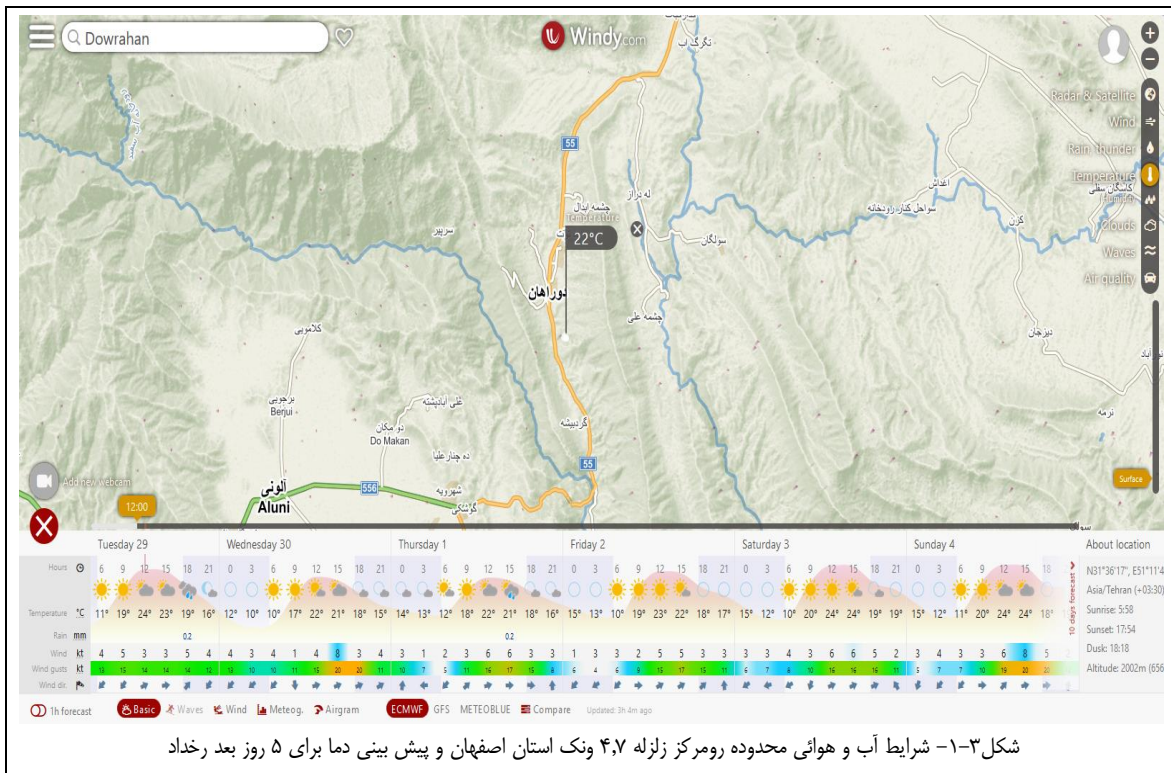
"براساس روابط تجربی، شدت زلزله و خسارت احتمالی آن قابل تخمین است (در انتهای این گزارش، بطور اجمالی مبانی تخمین شدت و خسارت براساس بزرگی زلزله آورده شده است). شدت زلزله به بزرگی زلزله، فاصله از رومرکز، نوع ساختگاه، جهت‌یافتگی و مواردی مانند این وابسته است که با توجه به فقدان اطلاعات دقیق‌تر و با رویکرد تخمین تقریبی و اولیه خسارت در سامانه سپلا، براساس 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. خسارت ناشی از زمین‌لرزه نیز علاوه بر خصوصیات سازه‌ای ساختمان‌ها، به نوع ساختگاه، ارتفاع ساختمان، دوری و نزدیکی به چشمه لرزه‌ای، جهت‌یافتگی در زلزله و مواردی از این قبیل وابسته است که مسلماً برآوردهای دقیق خسارت را امری پیچیده و نیازمند زمان می‌نماید. در صورت کوچک بودن بزرگی زلزله، شدت نامحسوس بوده و خسارتی محاسبه نخواهد شد، در آن صورت جداول مراکز جمعیتی در شکل ۲-۱ خالی خواهد بود."



۳- شرایط آب و هوایی محدوده در زمان وقوع زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

دمای هوای محدوده رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان در بازه زمانی رخداد زمین‌لرزه، ۱۰ درجه بالای صفر بوده و تغییرات آن در طی ۵ شبانه روز بعد رخداد بین ۱۰ تا ۲۴ درجه سانتیگراد پیش‌بینی می‌شود. سرعت وزش باد در محدوده رومرکز یک نات و در طی پنج روز آتی بین ۰ تا ۸ نات پیش‌بینی شده است. براساس اطلاعات برخط، بارندگی در زمان رخداد معادل ۰,۲ میلیمتر و در ۵ روز آتی بین ۰,۲ تا ۰,۳ میلیمتر خواهد بود (اطلاعات سایت www.windy.com). اطلاعات هواشناسی محدوده رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان برای زمان وقوع و طی ۵ روز آتی در شکل ۳-۱ نشان داده شده است.

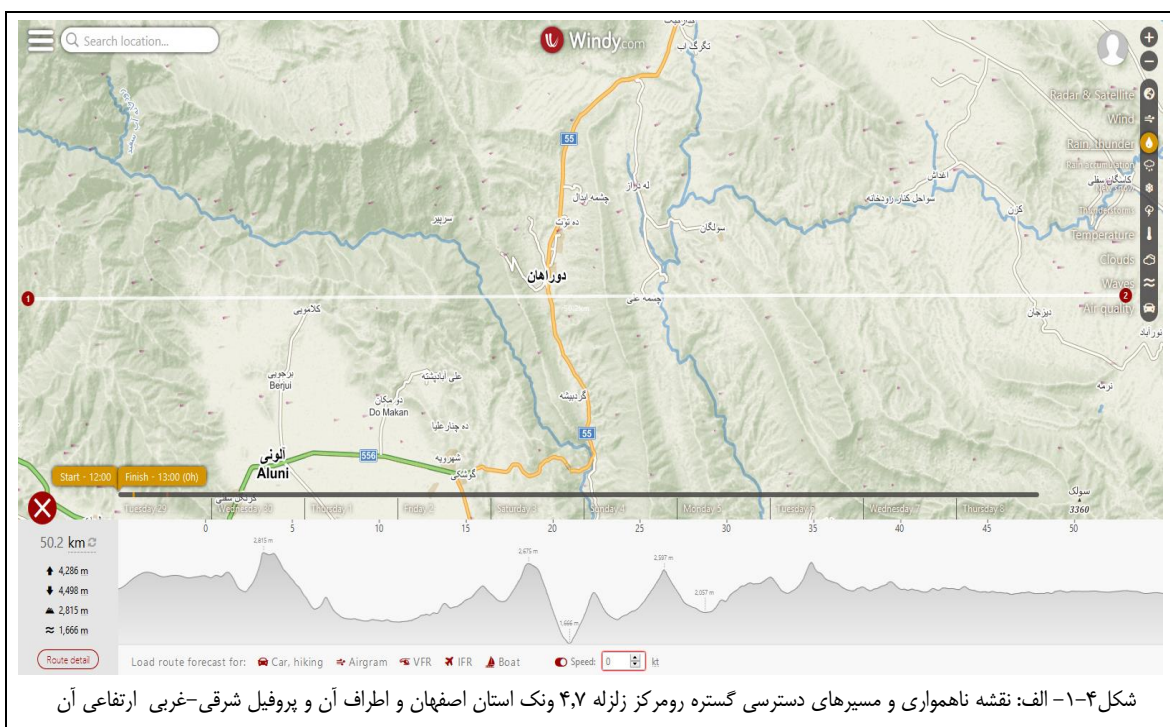
"اطلاعات هواشناسی برخط از زمان مراجعه به سایت www.windy.com (متناسب با زمان رخداد زلزله) و تا ۵ روز بعد از آن (بعنوان پیش‌بینی وضعیت آب و هوای منطقه برای چند روز آتی بعد از رخداد با هدف اتخاذ تمهیدات لازم در مدیریت بحران زلزله رخ داده) مد نظر قرار گرفته و بصورت پیش‌فرض است. در زمان رخداد زلزله، اطلاع 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 پیش‌بینی وضعیت هوا بدست آورد."

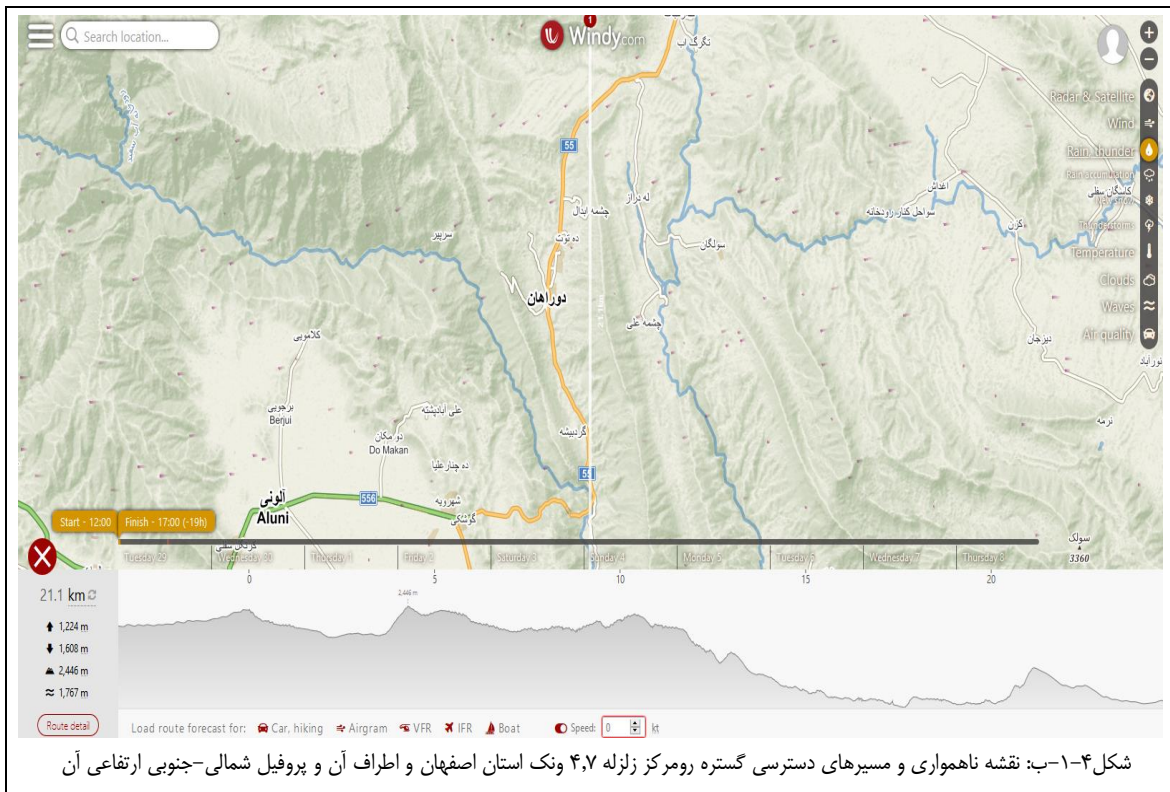


۴- توپوگرافی محدوده رومرکز زلزله ۴٫۷ ونک استان اصفهان و برآورد اولیه احتمال وقوع زمین لغزش و ریزش سنگ

ناهمواری محدوده رومرکز زلزله ۴٫۷ ونک استان اصفهان و شرایط توپوگرافی آن در شکل‌های ۴-۱ الف و ب نشان داده شده است. ارتفاع نقطه رومرکز زلزله ۲۰۰۲ متر است. پروفیل ارتفاعی شرقی- غربی و شمالی- جنوبی عبوری از نقطه رومرکز (در وسط پروفیل) در شکل‌های ۴-۱ الف و ب نشان می‌دهد که در طول ۵۰ کیلومتری پروفیل شرقی- غربی ارتفاع سطح زمین از ۱۶۶۶ متر تا ۲۷۸۴ متر و در راستای پروفیل شمالی- جنوبی، ارتفاع سطح زمین از ۱۷۶۷ تا ۲۴۴۶ متر تغییر می‌کند. براساس این اطلاعات می‌توان گفت که محدوده ناهموار و در برخی نقاط شیب دامنه‌ای تند است و لذا احتمال داده می‌شود در امتداد جاده‌های دسترسی با توجه به تغییرات ارتفاعی ریزش سنگ و لغزش زمین رخ بدهد که لازم است مورد توجه قرار گیرد.

"در شکل‌های ۴-۱ الف و ب، ناهمواری‌های محدوده وقوع زلزله و اطراف آن و نیز موقعیت مسیرهای مواصلاتی گستره رومرکز زلزله نشان داده شده است. با توجه به مورفولوژی گستره، 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، می‌توان برآوردی اولیه از احتمال ریزش سنگ، لغزش زمین، نحوه دسترسی در شرایط آب و هوایی مختلف را بدست آورد. همچنین با نگاهی به شکل‌های ۴-۱ الف و ب و شرایط مورفولوژیکی پهنه اطراف زلزله ۴٫۷ ونک استان اصفهان می‌توان 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 ۳-۱ که شرایط آب و هوایی را نشان می‌دهد و نقشه شکل‌های ۴-۱، در خصوص نوع نیاز مردم تحت اثر زلزله، شرایط بارندگی و لغزندگی مسیرها و مشکلات تردد در امداد و نجات از نظر انسداد مسیر، حتماً پیش‌بینی‌های لازم بعمل آید."

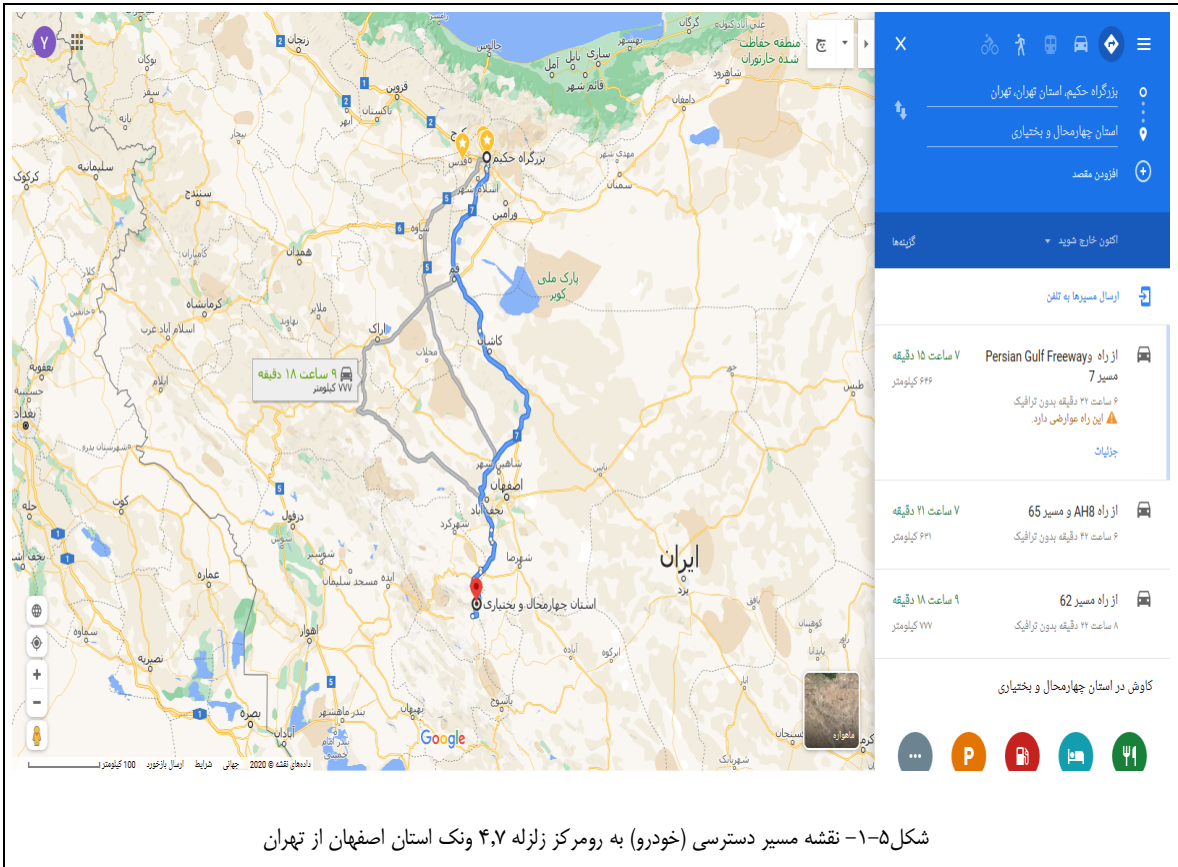




۵- دسترسی به محدوده رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان و مراکز جمعیتی اطراف

از مرکز شهر تهران تا نقطه رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان، در زمان مراجعه به سایت (براساس ترافیک موجود که متغیر است) ۱۰ ساعت و ۲۰ دقیقه با خودرو، طول زمان حرکت خواهد بود (شکل ۵-۱). نزدیکترین فرودگاه به نقطه رومرکز زلزله فرودگاه زرین شهر بوده و همچنین نزدیکترین خط راه آهن به نقطه رومرکز زلزله حدود ۱۸۰ کیلومتر آن فاصله دارد (شکل ۵-۲).

"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 سامانه سپلا موقعیت سدهای منطقه و مسیر بزرگراهها و آزادراهها نیز قابل بارگذاری و مشاهده است که در صورت نیاز می توان به سامانه سپلا www.sapla.ir مراجعه نمود."



۶- مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

با هدف اطلاع از جمعیت تحت تاثیر زلزله، برآورد کلی از کیفیت ساخت و سازه‌های مسکونی شهری و روستائی اطراف رومرکز زلزله و اتخاذ تمهیدات امداد و نجات و مدیریت بحران، اطلاعات کلی مراکز جمعیتی شهری و روستائی اطراف رومرکز زلزله تا شعاع نیم درجه (حدود ۵۵ کیلومتری) همراه با نقشه و جداول مربوطه 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.

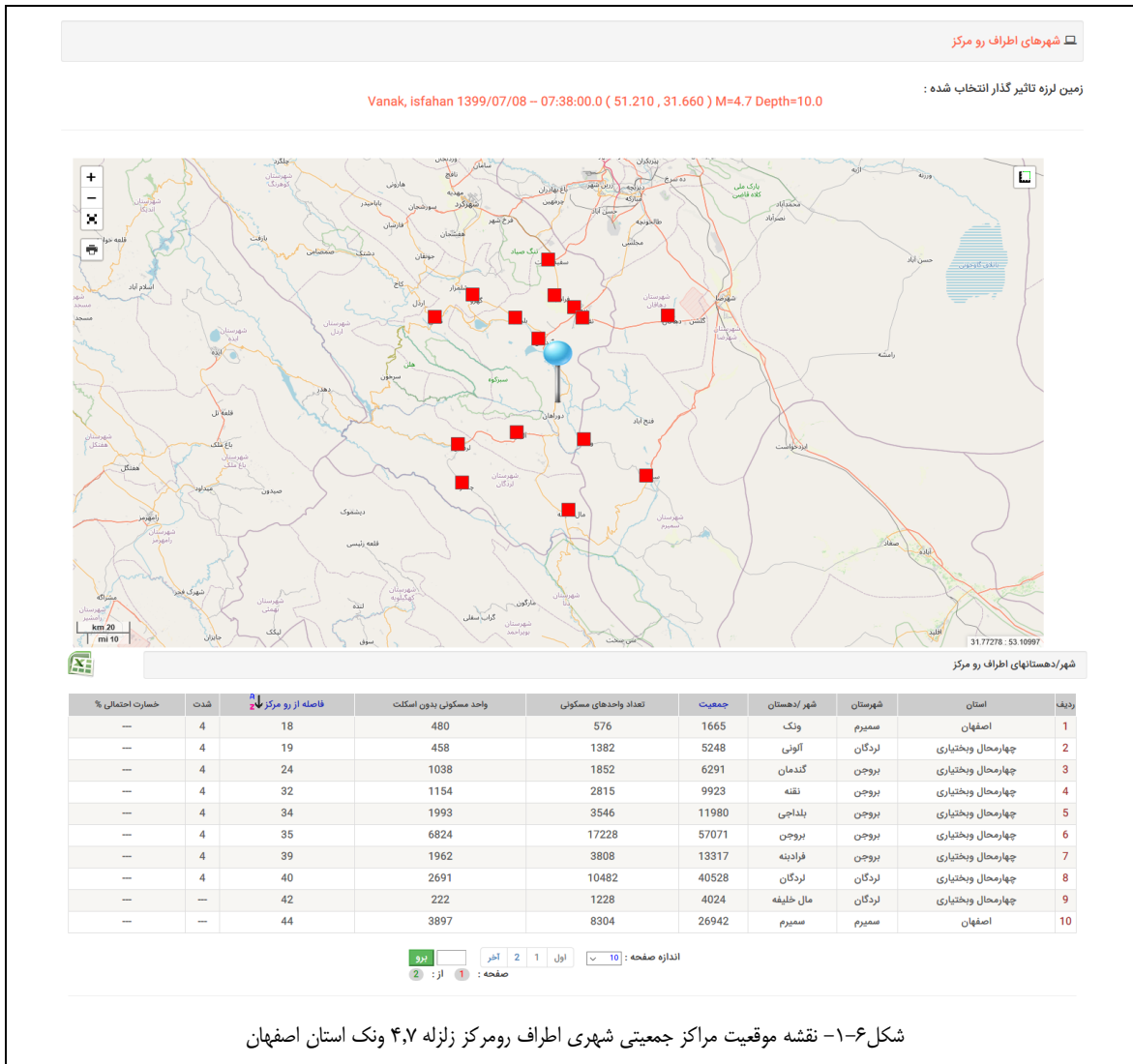
۶-۱- مراکز جمعیتی شهری

تعداد ۱۵ شهر تا شعاع حدود ۵۵ کیلومتری اطراف رومرکز زلزله قرار گرفته‌اند (شکل ۶-۱) که نزدیکترین شهرها عبارت است از:

- ونک با جمعیت ۱۶۶۵ نفر و با تعداد ۵۶۳ واحد مسکونی (۴۸۰ واحد مسکونی فاقد اسکلت) در فاصله ۱۸ کیلومتری از رومرکز زلزله.
- آلونی با جمعیت ۵۲۴۸ نفر و با تعداد ۱۲۸۱ واحد مسکونی (۴۵۸ واحد مسکونی فاقد اسکلت) در فاصله ۱۹ کیلومتری از رومرکز زلزله.
- گندمان با جمعیت ۶۲۹۱ نفر و با تعداد ۱۷۷۶ واحد مسکونی (۱۰۳۸ واحد فاقد اسکلت) در فاصله ۲۴ کیلومتری از رومرکز زلزله.

تعداد کل جمعیت مراکز جمعیتی شهری واقع در شعاع نیم درجه (حدود ۵۵ کیلومتری)، ۲۱۸۴۸۴ نفر، تعداد کل واحدهای مسکونی ۵۹۹۶۴ واحد، تعداد کل واحدهای مسکونی فاقد اسکلت ۲۶۴۱۹ واحد می‌باشد. پرجمعیت‌ترین شهر در این محدوده بروجن با جمعیت ۵۷۰۷۱ نفر است.

"در شکل ۶-۱ 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 سپلا (www.sapla.ir)، تعداد جمعیت شهری و اطلاعات واحدهای مسکونی از نظر تیپ ساختمانی نیز درج شده است، در این جداول براساس 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."



۶-۲- آبادی‌های اطراف رو مرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

تعداد آبادی تا شعاع نیم درجه (حدود ۵۵ کیلومتری) اطراف رو مرکز زلزله قرار گرفته‌اند که نزدیکترین آبادی‌ها عبارت است از:

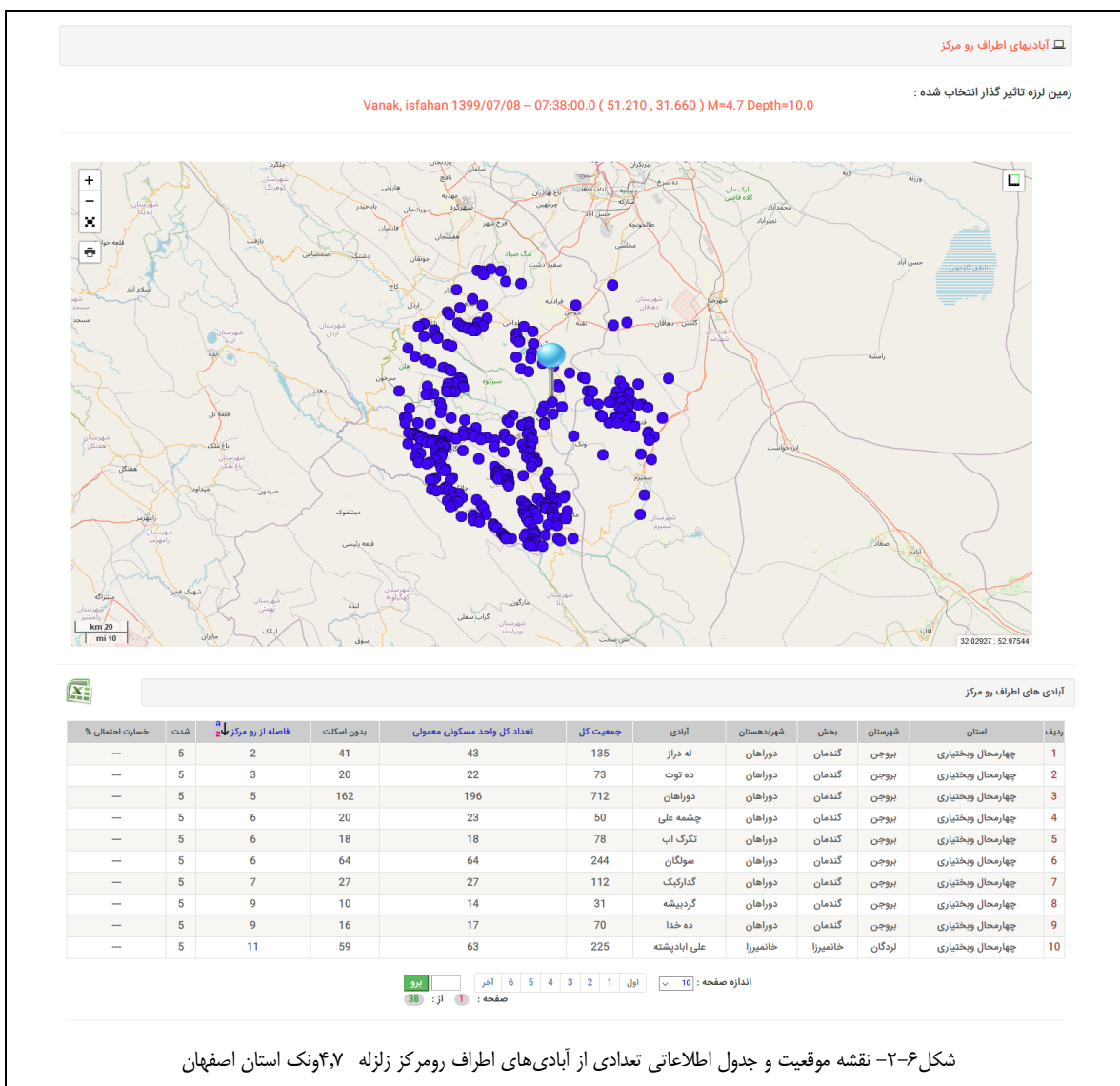
- له دراز با جمعیت ۱۳۵ نفر و با تعداد ۴۳ واحد مسکونی (۴۱ واحد مسکونی فاقد اسکلت) در فاصله ۲ کیلومتری از رو مرکز زلزله.
- ده توت با جمعیت ۷۳ نفر و با تعداد ۲۲ واحد مسکونی (۲۰ واحد مسکونی فاقد اسکلت) در فاصله ۳ کیلومتری از رو مرکز زلزله.
- دوراهان با جمعیت ۷۱۲ نفر و با تعداد ۱۹۶ واحد مسکونی (۱۶۲ واحد فاقد اسکلت) در فاصله ۵ کیلومتری از رو مرکز زلزله.

تعداد کل جمعیت مراکز جمعیتی روستائی واقع در شعاع نیم درجه (شعاع ۵۰ تا ۶۰ کیلومتری)، ۱۸۷۱۰۹ نفر، تعداد کل واحدهای مسکونی ۴۵۳۸۲ واحد، تعداد کل واحدهای مسکونی فاقد اسکلت ۲۶۸۵۴ واحد می‌باشد. پرجمعیت‌ترین آبادی

در این محدوده فجر بر آفتاب با جمعیت ۶۸۹۵ نفر است (شکل ۶-۲).

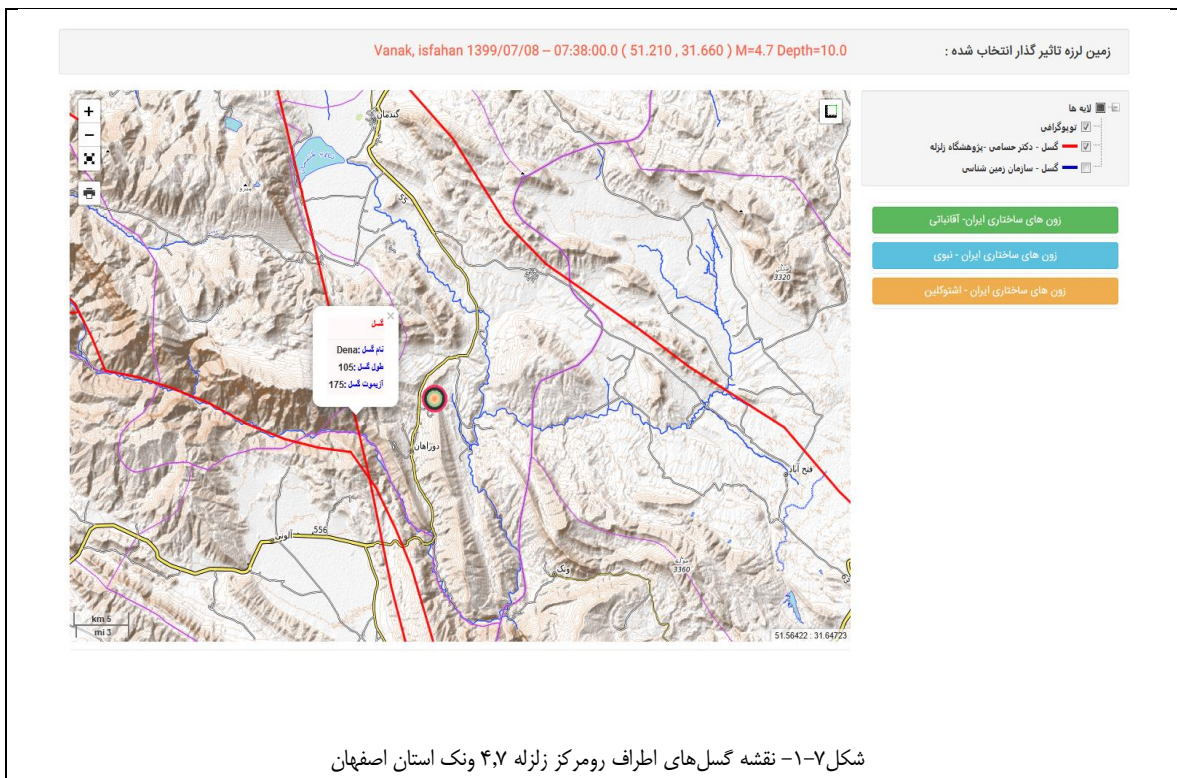
جمع کل جمعیت شهری و آبادی‌های در شعاع نیم درجه (حدود ۵۵ کیلومتری) ۴۰۵۵۹۳ نفر و تعداد کل واحدهای مسکونی ۱۰۵۳۴۶ واحد بوده که از میان این تعداد از واحدهای مسکونی تعداد ۵۳۲۷۳ واحد فاقد اسکلت می‌باشد (شکل ۶-۲).

"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 جداول این گزارش، براساس آمار سال ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران است."



۷- گسل مسبب زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

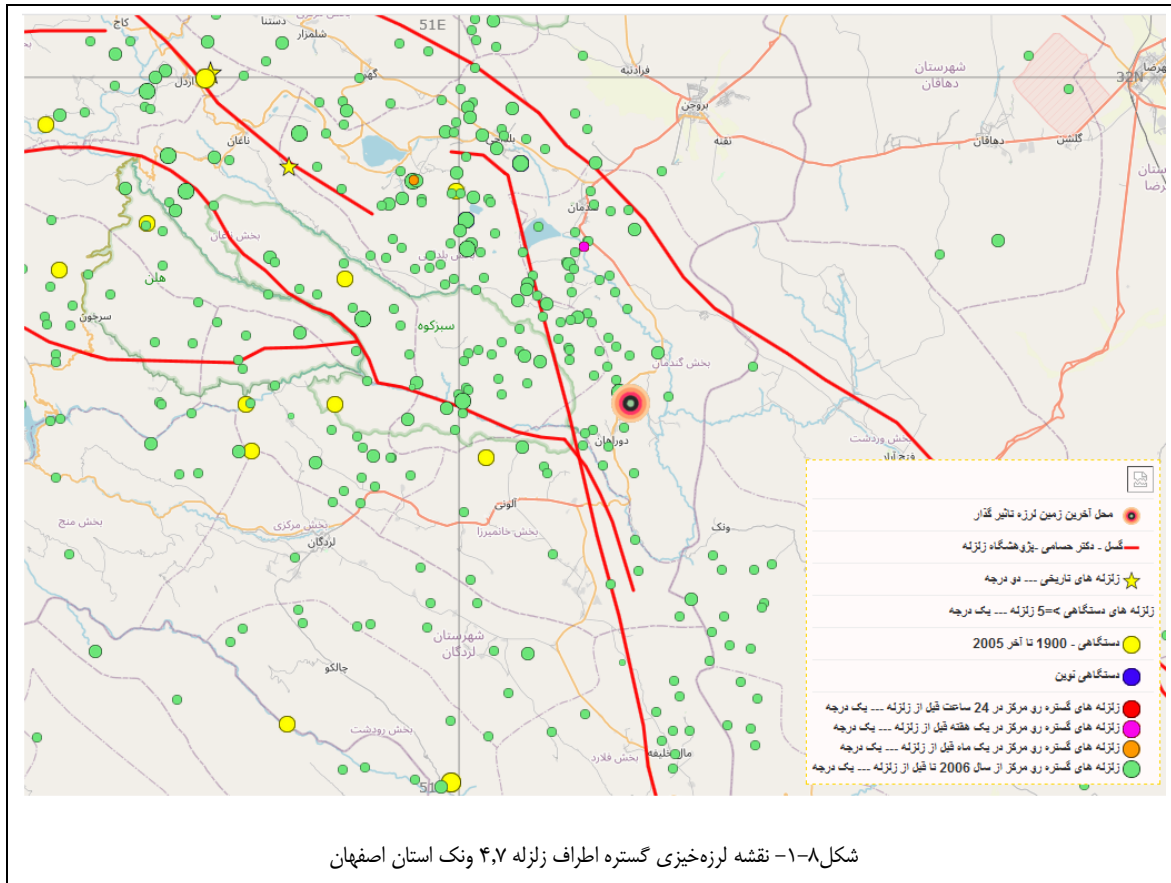
در شکل ۷-۱ نشان داده شده است که سگمنت‌هایی از گسل دنا در مجاورت غربی رومرکز زلزله امتداد دارند و احتمالاً جنبائی آن قطعه گسلی با توجه به جهت شیب صفحه گسل، موجب رخداد زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان شده است. رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان در شکل ۷-۱ بر روی نقشه گسله‌های ایران برهم‌نهی گردید و بر این اساس گسل احتمالی مسبب زلزله حدس زده شده است. 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. گزارش پیش رو، گزارش مقدماتی زلزله بوده و در صورت ضرورت در ویرایش‌های بعدی، داده‌های بیشتری برای تعیین گسل مسبب زلزله مورد استفاده قرار می‌گیرد.



۸- لرزه‌خیزی محدوده رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

در شکل ۸-۱ لرزه‌خیزی گستره اطراف رومرکز و 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 ۴,۷ ونک استان اصفهان نشان داده شده است. کاتالوگ زلزله‌های دستگاهی از سال ۱۹۰۰ میلادی تا زمان تدوین گزارش حاضر تهیه شده که در شکل ۸-۱ زلزله‌های تاریخی و دستگاهی در بافر ۱۰۰ کیلومتری اطراف زلزله نشان داده شده است. همچنین براساس داده‌های نوین لرزه‌خیزی ایران که با توسعه شبکه لرزه‌نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران و بهم پیوستن ایستگاه‌های استانی 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 ثبت‌کننده، معرف میزان لرزه‌خیزی منطقه‌اند.

تعداد ۶۹۹ زلزله با بزرگی ۲,۵ و بالاتر در گستره اطراف رومرکز از سال ۲۰۰۶ میلادی تا زمان وقوع زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان (مدت ۱۴ ساله) ثبت شده است. از این تعداد ۳ زمین‌لرزه با بزرگی ۵ و بالاتر و ۳۹ زلزله با بزرگی ۴ تا ۵ و بقیه زمین‌لرزه‌ها کوچکتر از بزرگی ۴ در اطراف رومرکز گسترده شده‌اند. از شکل ۸-۱ می‌توان مشاهده نمود که محدوده رخداد زلزله، لرزه‌خیزی بسیار بالائی را دارد.



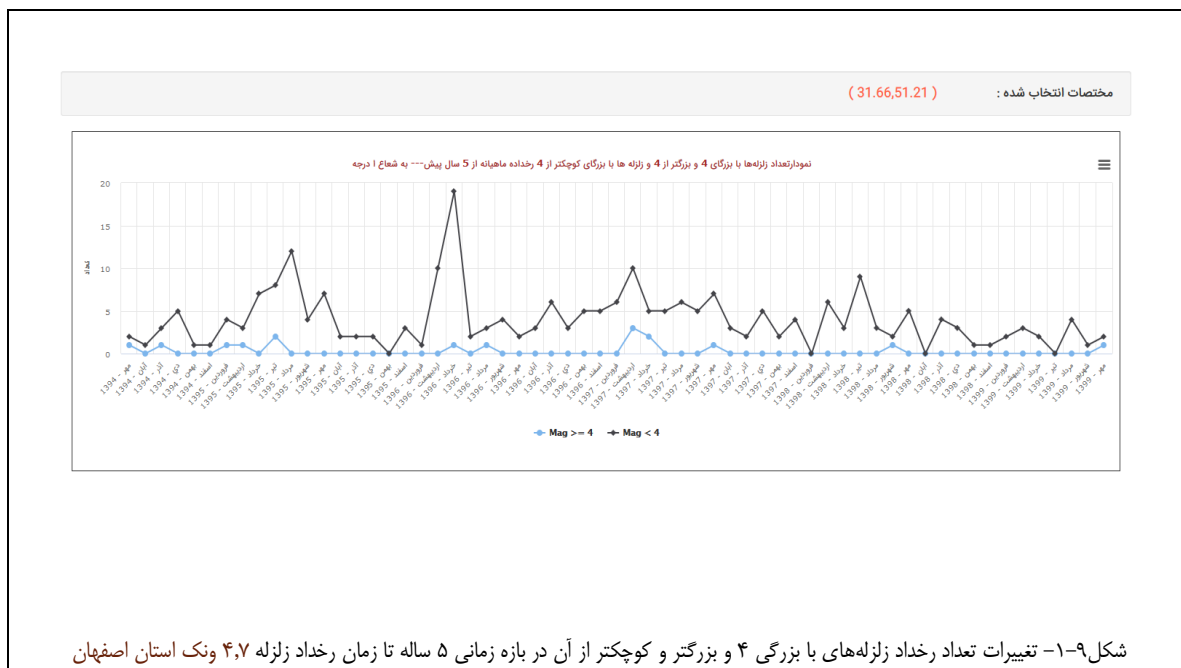
۹- نتایج پایش لرزه‌ای گستره رومرکز تا زمان رخداد زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

پیش از وقوع زمین‌لرزه‌های تاثیرگذار، احتمال بروز بی‌هنجاری در رفتار لرزه‌ای و رژیم لرزه‌خیزی گستره رومرکز و اطراف آن وجود دارد. تجمع تنش در نهایت منجر به رخداد زلزله‌های بزرگ می‌شود اما پیش از وقوع، انتظار تغییر رفتار در نرم رخداد زلزله‌ها در ناحیه وجود دارد (البته ممکن است در بعضی موارد هم تغییرات خاصی از نظر رویداد لرزه‌خیزی ناحیه مشاهده نگردد). در سامانه سپلا، www.sapla.ir امکان پایش لرزه‌ای 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 زلزله‌ها ۲- با حذف پس‌لرزه‌ها تهیه می‌شود که در سامانه سپلا به تفکیک هر کدام از آنها برای بازه‌های زمانی مختلف قابل مشاهده است. هدف در واقع رفتارشناسی نواحی مختلف پیش از وقوع زلزله تاثیرگذار است.

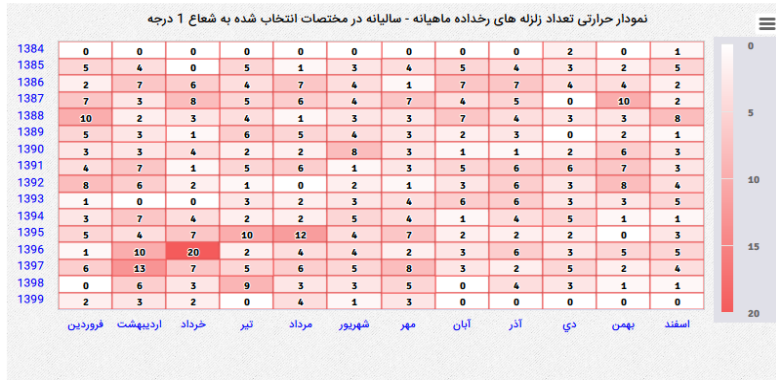
در شکل ۹-۱ نمودار تعداد رخداد ماهیانه (در بازه ۵ ساله) در دو حالت زلزله‌های کوچکتر از ۴ و زلزله‌های ۴ و بزرگتر از آن بعنوان نمونه نشان داده شده است. نقطه مرکز ناحیه مورد نظر، مختصات رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان بوده که تا شعاع یک درجه (حدود ۱۰۰ کیلومتری) اطراف آن را در برمی‌گیرد. برای مشاهده نمودارهایی که معرف رژیم لرزه‌خیزی محدوده رومرکز زلزله می‌باشند، به سامانه سپلا مراجعه شود که در دو حالت با پس‌لرزه‌ها و با حذف پس‌لرزه‌ها

برای دوره‌های زمانی ماهانه تا چند سال نمودارهای مختلف تعداد و انرژی زلزله‌ها رسم شده است. در سامانه سپلا و در قسمت پایش لرزه‌ای علاوه بر نمودارهای خطی هیتمپ رخدادهای لرزه‌ای نیز برای هر نقطه دلخواه و از جمله نقطه رومرکز زلزله ۴٫۷ ونگ استان اصفهان نیز تهیه می‌شود که معرف تغییرات زمانی ماهانه تعداد رخدادهای لرزه‌ای می‌باشد.

در نمودار شکل ۹-۱ مشاهده می‌شود که در تعداد زلزله‌های بزرگتر از ۴ تا قبل از این زلزله به‌ازای بازه زمانی ۵ ساله گذشته در اردیبهشت ۱۳۹۷ بی‌هنجاری با دامنه کوچکی بروز کرده است، اما رخداد زلزله‌های کوچکتر از ۴ دارای نوساناتی بوده که بیشترین تعداد رخداد نیز در خرداد ۱۳۹۶ بوده است. البته در بازه‌های زمانی دیگر نیز نوسان در تعداد رخداد زلزله‌های کوچکتر از ۴ دیده می‌شود. شکل ۹-۲ نیز نمودار هیتمپ رخدادهای ماهانه زلزله‌ها در مدت ۱۴ سال اخیر را بصورت رنگی نشان می‌دهد. از این نمودارها، ماه‌های با رخداد بالای زلزله‌ها از سال ۱۳۸۴ تا زمان رخداد را می‌توان بوضوح تعیین نمود و به بی‌هنجاری‌های لرزه‌ای قبل از وقوع زلزله‌ها و بویژه زمین‌لرزه‌های بزرگ پی برد. شایان ذکر است، پیش از رخداد زلزله ۴٫۷ ونگ استان اصفهان، پیش‌لرزه‌ای با بزرگی ۲٫۶ در ساعت ۱۰:۰۶:۲۶ روز ۵-۷-۱۳۹۹ در عمق ۶٫۰ کیلومتری در منطقه رخ داده است.



مختصات انتخاب شده : (31.66,51.21)



شکل ۹-۲- نمودار هیتمپ زلزله های ۱۴ ساله اخیر بشعاع ۱ درجه اطراف رومرکز زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

۱۰- پوستر زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

با هدف ارائه خلاصه‌ای رخداد زلزله، مرسوم است که در یک برگ، موضوعات کلی و مهم زمین‌لرزه ارائه گردد. در سامانه سپلا پوستر زلزله در سایز A3 جهت استفاده کارشناسان و مدیران بطور اتوماتیک تولید می‌شود و علاوه بر آن گزارش تک صفحه‌ای زلزله نیز از سامانه قابل برگزیدن است.

در پوستر زلزله، موقعیت رومرکز و موقعیت مراکز جمعیتی بر روی نقشه پایه جغرافیای جهانی نشان داده می‌شود. اطلاعات توپوگرافی محدوده رومرکز، لرزه‌خیزی گسترده رومرکز، گسل‌های اطراف محدوده وقوع زلزله، دواير هم‌شدت محاسباتی و میزان خسارت احتمالی و موقعیت رومرکز بر روی نقشه پهنه‌بندی خطر زلزله آئین نامه ۲۸۰۰، همراه با جدول اطلاعات کلی زلزله و جدول خسارت‌ها (در صورت برآورد خسارت برای این زلزله) مجموعه کارهای مفیدی هستند که بصورت یکجا توسط سامانه سپلا بطور اتوماتیک تولید و نشان داده می‌شود. در شکل ۱۰-۱ پوستر زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان نشان داده شده است.



سپاس از تلاش‌های همکاران

Vanak, isfahan M=4.7

اطلاعات کلی زلزله

فاصله از شهرها	بزرگا	4.7
از تهران : 448 کیلومتر	عمق	10.0 کیلومتر
18 ونک (اصفهان)	مختصات	
19 آونی (چهارمحال وبختیاری)	طول : 51.210	عرض : 31.660
24 گندمان (چهارمحال وبختیاری)	زمان و تاریخ وقوع	
تعداد مراکز جمعیتی تحت تاثیر	شهر : 7	آبادی : 174
جمعیت تحت تاثیر :	1399/07/08	07:38:00.0
شهر : 105495	9/29/2020	04:08:00.0
آبادی : 90107		

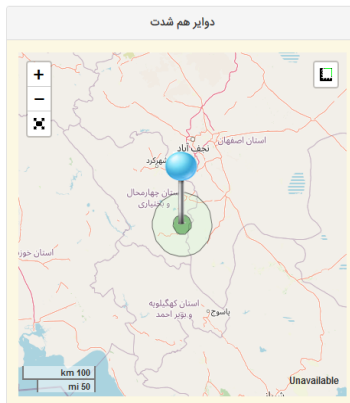
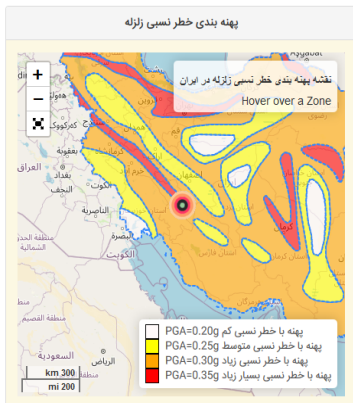
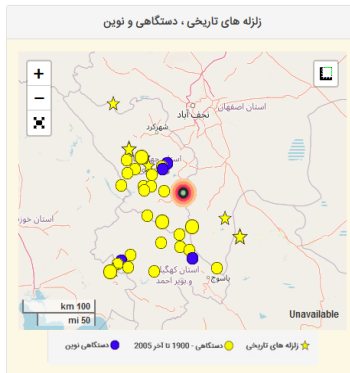
مراکز جمعیتی با احتمال خسارت یا در مجاورت رومرکز زلزله

شهرهای با احتمال آسیب دیدگی یا در مجاورت رومرکز

ردیف	شهرستان	شهر	جمعیت	تعداد واحدهای مسکونی	فاصله از مرکز	از رو شدت	خسارت احتمالی %
1	سمیرم	ونک	1665	563	18	4	---
2	لردگان	آونی	5248	1281	19	4	---
3	بروجن	گندمان	6291	1776	24	4	---
4	---	مجموع	146023	39348	---	---	---

آبادی های با احتمال آسیب دیدگی یا در مجاورت رومرکز

ردیف	شهر	آبادی	جمعیت کل	تعداد بدون اسکلت مسکونی	فاصله از مرکز	از رو شدت	خسارت احتمالی %
1	دوراهان	له دراز	135	43	41	2	5
2	دوراهان	ده توت	73	22	20	3	5
3	دوراهان	دوراهان	712	196	162	5	5
4	دوراهان	سولگان	244	64	64	6	5
5	دوراهان	تنگرک اب	78	18	18	6	5
6	دوراهان	چشمه علی	50	23	20	6	5
7	دوراهان	گلنارکیرک	112	27	27	7	5
8	دوراهان	ده خدا	70	17	16	9	5
9	دوراهان	گردیشمه	31	14	10	9	5
10	خانمیرزا	علی آبادپشته	225	63	59	11	5
11	---	مجموع	103482	25708	15875	---	---



I	R(km)	تعداد شهر	جمعیت شهری	واحدهای مسکونی- شهری	بدون اسکلت- شهری	تعداد آبادی	جمعیت آبادی	واحدهای مسکونی- آبادی	بدون اسکلت- آبادی
10	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5	12	---	---	---	---	11	1810	---	---
4	41	7	105495	---	---	163	88297	---	---

شکل ۱۰-۱- پوستر زلزله ۴,۷ ونک استان اصفهان

۱۱- پیشنهادات

- با توجه به لرزه‌خیزی بالای کشور در کل و همچنین پهنه رومرکزی و ریسک لرزه‌ای 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 پس‌لرزه‌ها بود.
 - ارتقاء کیفی ساخت و ساز و بویژه کیفیت واحدهای مسکونی شهری و روستائی، یک ضرورت مستمر برای کشور لرزه‌خیز 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 نقشه‌ها 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.

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 پراکندگی سنگ و آبرفت با هدف حدسی از نوع ساختگاه در مقیاس کشوری قرار داده شده است). شدت زلزله براساس بازدیدها و مشاهدات میدانی دقیق تر برآورد می‌شود، اما از دیدگاه مدیریت بحران زلزله که بتوان در ساعات و دقایق اولیه رخداد زلزله‌ها و بویژه زمین‌لرزه‌های 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 کرده‌اند. 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 زمین‌لرزه 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 درجه‌بندی شدت براساس جدول ۴ می‌باشد. در درجه‌بندی 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 ملاط ساختمان مناسب؛ ساختمان تقویت شده در جزئیات و به گونه‌ای طراحی شده که در مقابل نیروهای جانبی مقاوم باشد و اجزا ساختمان با استفاده از فولاد و بتن و ... به یکدیگر متصل شده‌اند.

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

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

ساختمان نوع D: مصالح ضعیف از قبیل خشت، ملاط 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 I	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 عده‌ای از خواب بیدار شوند. بشقاب‌ها، پنجره‌ها و درب‌ها سر و صدا می‌کنند و دیوارها ترک می‌خورند. 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. گچ‌کاری‌های 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 زمین‌لرزه قابل درک است.
۶	زلزله توسط بسیاری از افراد حس می‌شود و بسیاری از مردم وحشت‌زده به فضای باز پناه می‌آورند. اشیای سنگین جابجا می‌شوند. و قطعات از گچ‌کاری کنده می‌شود. دودکش‌ها فرو می‌ریزند و خسارت‌های 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 شده‌اند وارد می‌شود. به ساختمان‌های متوسط و معمولی خسارت جزئی و متوسط وارد می‌گردد. خسارات قابل ملاحظه‌ای در ساختمان‌های ضعیف و بد طراحی شده وارد می‌شود. خسارت به ساختمان‌های نوع D شامل ترک و فروافتادن گچ‌کاری‌ها 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 شده‌اند 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 آبها 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 ملاحظه‌ای در ساختمان‌هایی که طراحی ویژه شده‌اند، 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 می‌شوند. 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 ملاحظه‌ای 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. اشیای به هوا پرتاب می‌شوند و سنگ‌های بزرگ جابجا می‌گردند.

برآورد خسارت زلزله

برآورد خسارت نیز بطور عمده بر دورش برآوردهای میدانی (که دقیق‌تر می‌باشد) و محاسباتی استوار است. در گزارش و در سامانه سپلا، ما براساس مدل‌های کاهیدگی (مدل دکنتر 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 وقت‌گیر 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 براساس میزان تخریب‌های رخ داده و مقادیر برآورد شده براساس 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.



I. S. M. S.
IRAN SEISMIC MONITORING SYSTEM

SAPLA
سیسلا سامانه پایش لرزه ای ایران

سیسلا سامانه پایش لرزه ای ایران

Preliminary Report
on the M 4.7 Vanak, isfahan
DATE: 09/29/2020

Code: 139907-6



Published in: 09/29/2020

Author:
Dr. Beitollahi, A.

<http://sapla.ir>
t.me/Dr_AliBeitollahi