



# گزارش مقدماتی زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین

رخداد ۱۳۹۹/۰۸/۰۳



کد گزارش: ۱-۱۳۹۹۰۸

تاریخ انتشار: ۱۳۹۹/۰۸/۰۴

**تالیف:**

دکتر علی بیت اللهی

## فهرست مطالب

۳	پیشگفتار
۴	۱- کلیاتی از زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین
۵	۲- شدت و خسارت احتمالی زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین
۷	۳- شرایط آب و هوایی محدوده در زمان وقوع زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین
۸	۴- توپوگرافی محدوده رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین و برآورد اولیه احتمال وقوع زمین لغزش و ریزش سنگ
۹	۵- دسترسی به محدوده رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین و مراکز جمعیتی اطراف
۱۱	۶- مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین
۱۱	۶-۱- مراکز جمعیتی شهری
۱۲	۶-۲- آبادی‌های اطراف رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین
۱۴	۷- گسل مسبب زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین
۱۴	۸- لرزه‌خیزی محدوده رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین
۱۵	۹- نتایج پایش لرزه‌ای گستره رومرکز تا زمان رخداد زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین
۱۷	۱۰- پوستر زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین
۱۹	۱۱- پیشنهادات
۲۰	پیوست ۱- برآورد شدت و خسارت زلزله
۲۰	شدت زلزله
۲۱	برآورد خسارت زلزله

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- نقشه موقعیت رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین و جدول مشخصات کلی آن \_\_\_\_\_ ۴
- شکل ۱-۲- نقشه شدت و مراکز جمعیتی تحت تاثیر زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین \_\_\_\_\_ ۷
- شکل ۱-۳- شرایط آب و هوایی محدوده رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین و پیش بینی دما برای ۵ روز بعد رخداد \_\_\_\_\_ ۸
- شکل ۱-۴- الف: نقشه ناهمواری و مسیرهای دسترسی گستره رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین و اطراف آن و پروفیل شرقی-غربی ارتفاعی آن \_\_\_\_\_ ۹
- شکل ۱-۴- ب: نقشه ناهمواری و مسیرهای دسترسی گستره رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین و اطراف آن و پروفیل شمالی-جنوبی ارتفاعی آن \_\_\_\_\_ ۹
- شکل ۱-۵- نقشه مسیر دسترسی (خودرو) به رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین از تهران \_\_\_\_\_ ۱۰
- شکل ۱-۵- ۲- نقشه نزدیکترین فرودگاه و راه‌آهن به رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین \_\_\_\_\_ ۱۰
- شکل ۱-۶- نقشه موقعیت مراکز جمعیتی شهری اطراف رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین \_\_\_\_\_ ۱۲
- شکل ۱-۶- ۲- نقشه موقعیت و جدول اطلاعاتی تعدادی از آبادی‌های اطراف رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین \_\_\_\_\_ ۱۳
- شکل ۱-۷- نقشه گسل‌های اطراف رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین \_\_\_\_\_ ۱۴
- شکل ۱-۸- نقشه لرزه‌خیزی گستره اطراف زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین \_\_\_\_\_ ۱۵
- شکل ۱-۹- تغییرات تعداد رخداد زلزله‌های با بزرگی ۴ و بزرگتر و کوچکتر از آن در بازه زمانی ۵ ساله تا زمان رخداد زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین \_\_\_\_\_ ۱۶
- شکل ۱-۱۰- پوستر زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین \_\_\_\_\_ 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 هم اکنون 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. گزارش پیش رو علاوه بر اطلاعات تخصصی زلزله رخ داده، بخشی از توانمندی‌ها و امکانات مفید این سامانه را نیز به تصویر کشیده است.

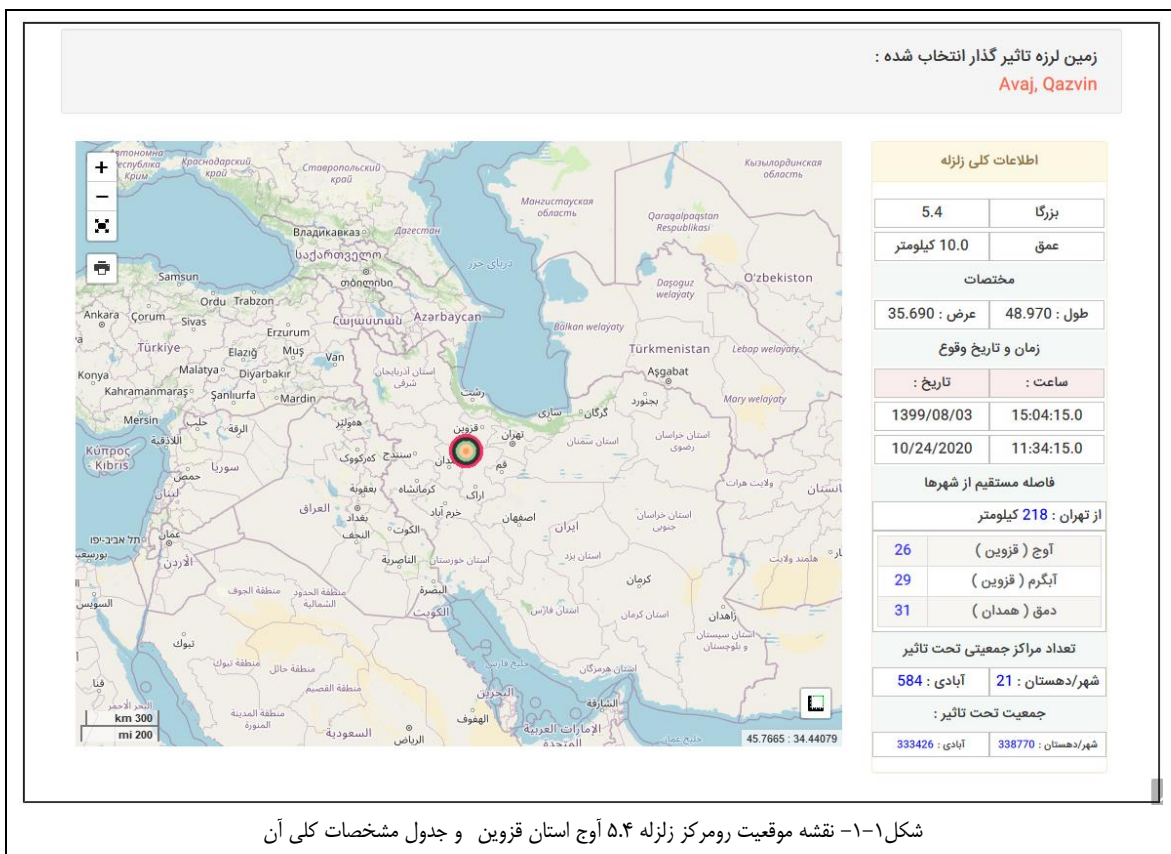
براساس قابلیت‌ها و خروجی‌های برخط سامانه سپلا و با استفاده از چند خروجی اولویت‌دار آن در لحظات اولیه رخداد زلزله، گزارش مقدماتی حاضر برای زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین تهیه شده است که امید می‌رود برای مدیران و کارشناسان، علاقمندان و عموم مردم مفید واقع گردد.

دکتر علی بیت‌اللهی

## ۱- کلیاتی از زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین

به گزارش مرکز لرزه‌نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران (IRSC) زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین، مورخ ۱۳۹۹/۰۸/۰۳ ساعت ۱۵:۰۴:۱۵ در عمق ۱۰.۰ کیلومتری و فاصله ۲۶ کیلومتری آوج (قزوین)، ۲۹ کیلومتری آبگرم (قزوین) و ۳۱ کیلومتری دمق (همدان) و در فاصله مستقیم ۲۱۸ 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 ۲۱ شهر با جمعیتی معادل ۳۳۸۷۷۰ نفر و ۵۸۴ آبادی با جمعیتی در حدود ۳۳۳۴۲۶ 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 سپلا 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."



## ۲- شدت و خسارت احتمالی زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین

شدت و خسارت برآورد شده و احتمالی زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین 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 ۵.۴ آوج استان قزوین در محدوده رومرکزی به آن مراجعه شود.

### ۲-۱- شدت احتمالی زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین

برای زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین، براساس روابط تجربی، شدت محسوس ۶ در حوالی رومرکز و بشعاع ۱۲.۱ کیلومتری اطراف آن، شدت ۵ تا شعاع ۳۸ کیلومتری و شدت ۴ تا شعاع ۷۳.۱ کیلومتری از زلزله محاسبه شده است. در محدوده شدت ۶ زلزله، تعداد ۰ نفر جمعیت شهری، در محدوده شدت ۵، تعداد ۳۲۶۲۸ نفر جمعیت شهری ساکن هستند.

در محدوده شدت ۶ زلزله، تعداد ۲۶۱۷ نفر، در محدوده شدت ۵، تعداد ۷۳۶۳۱ نفر جمعیت روستائی ساکن هستند. تعداد کل جمعیت ساکن (شهری و روستائی)، در محدوده شدت ۶ برابر ۲۶۱۷ نفر، در محدوده شدت ۵ برابر ۱۰۶۲۵۹ نفر و در محدوده شدت ۴ برابر ۵۶۳۳۲۰ نفر برآورد شده است.

تعداد کل جمعیت ساکن (شهری و روستائی) در محدوده شدت محسوس زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین ۶۷۲۱۹۶ 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 ۵.۴ آوج استان قزوین

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.

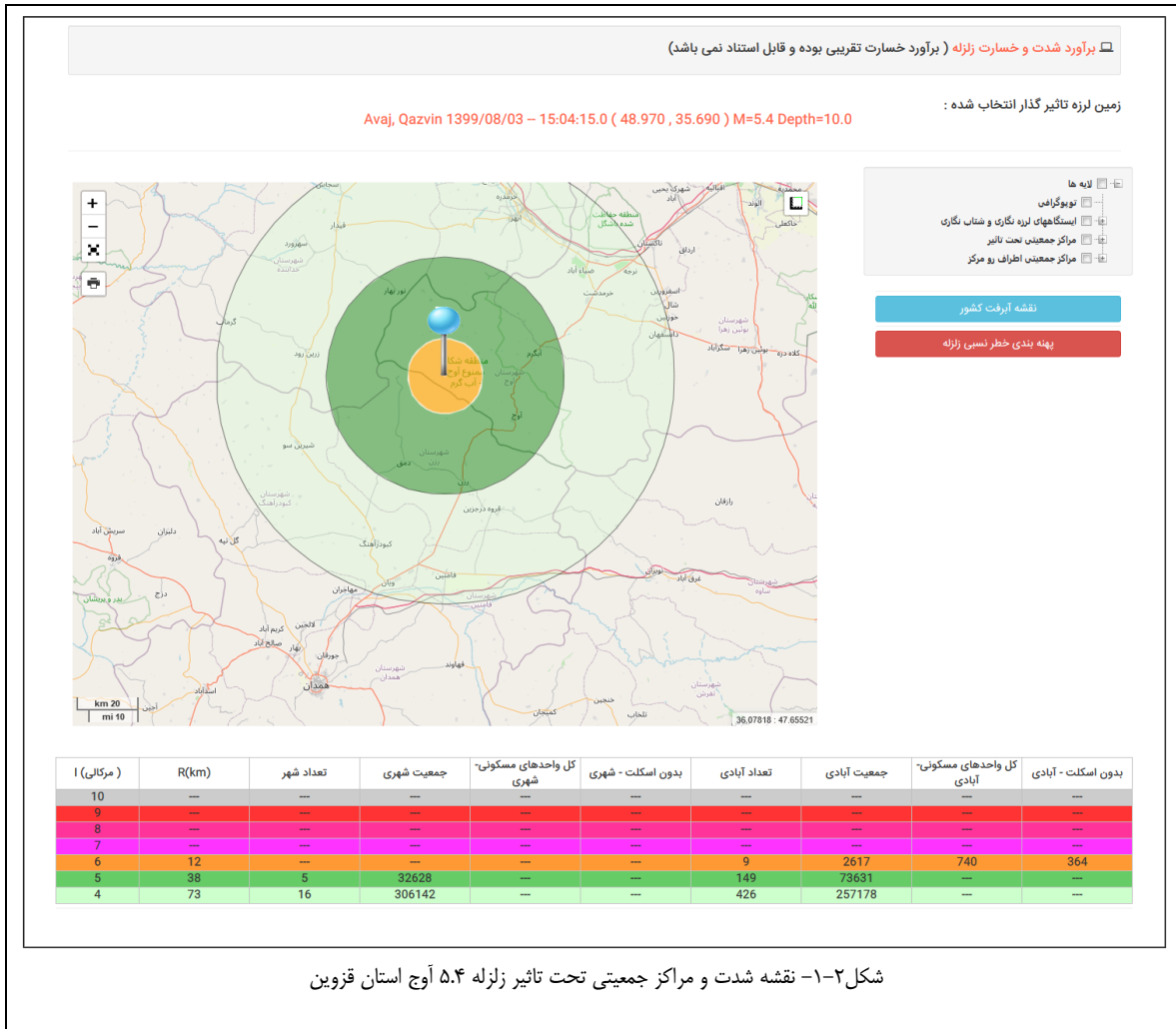
در صورت برآورد خسارت، اسامی تعدادی از شهرهای نزدیک به رومرکز، اطلاعات جمعیتی، تعداد واحدهای مسکونی و نوع آنها و نیز درصد احتمالی و تخمینی خسارت در آنها (غیرقابل استناد) در جدول زیر شکل ۲-۱ آورده می‌شود. اطلاعات کامل مراکز جمعیتی شهری خسارت دیده احتمالی در سامانه سپلا بصورت فایل اکسل قابل دریافت است.

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 ۸ واحد برآورد شده و تعداد آبادی‌های خسارت دیده احتمالی در زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین ۲۳ آبادی است. تعداد جمعیت ساکن در واحدهای روستائی خسارت دیده احتمالی با توجه به نسبت جمعیت به واحد مسکونی روستائی، ۲۹ 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."



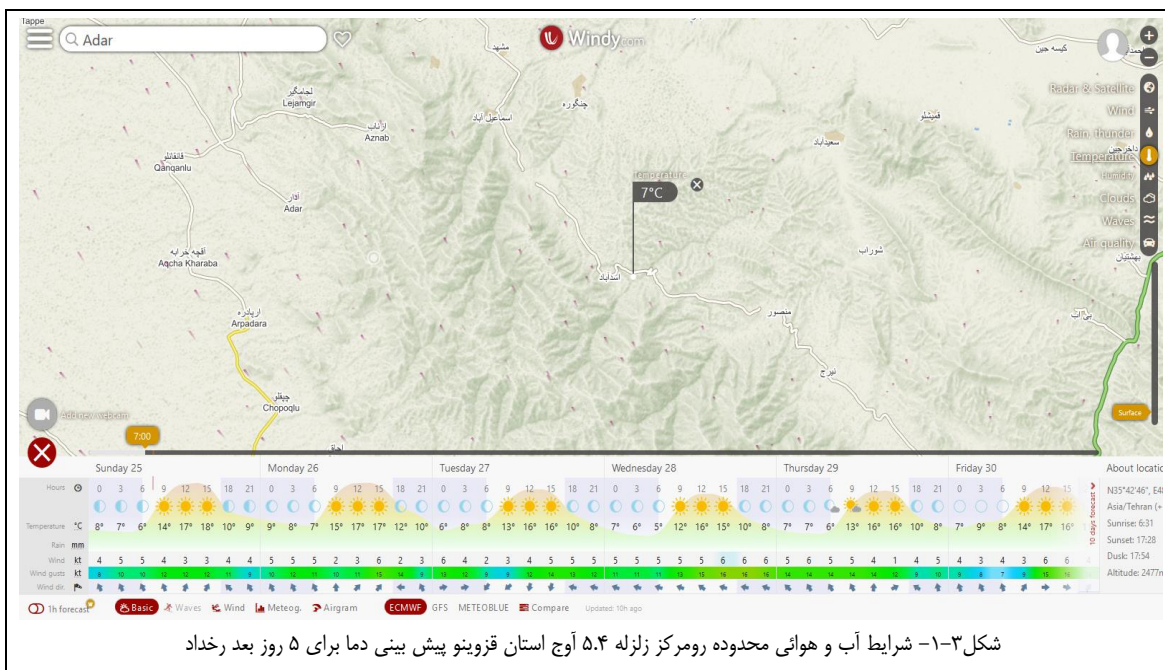
### ۳- شرایط آب و هوایی محدوده در زمان وقوع زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین

دمای هوای محدوده رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین در بازه زمانی رخداد زمین‌لرزه، ۱۷ درجه بالای صفر بوده و تغییرات آن در طی ۵ شبانه روز بعد رخداد بین ۵ تا ۱۸ درجه سانتیگراد پیش‌بینی می‌شود. سرعت وزش باد در محدوده رومرکز ۱ متر بر ثانیه و در طی پنج روز آتی بین ۱ تا ۳ متر بر ثانیه پیش‌بینی شده است. براساس اطلاعات برخط، بارندگی در زمان رخداد معادل ۰ میلیمتر و در ۵ روز آتی نیز ۰ میلیمتر خواهد بود (اطلاعات سایت [www.windy.com](http://www.windy.com)). اطلاعات هواشناسی محدوده رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین 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](http://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 سپلا 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."

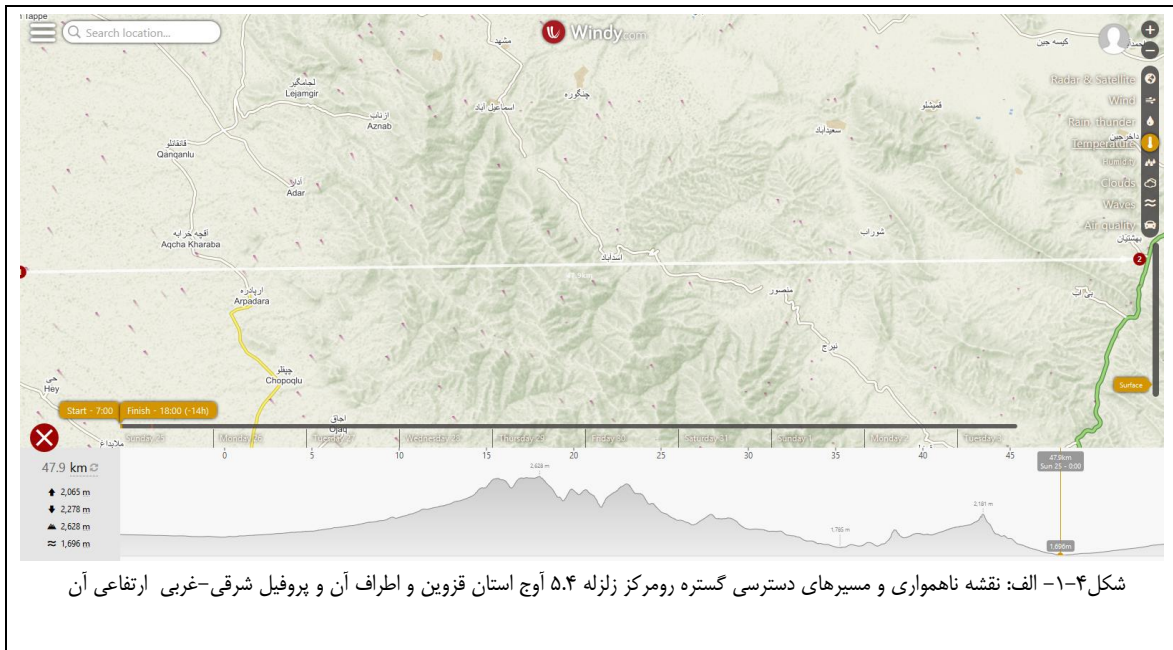


#### ۴- توپوگرافی محدوده رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین و برآورد اولیه احتمال وقوع زمین لغزش و ریزش سنگ

ناهمواری محدوده رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین و شرایط توپوگرافیکی آن در شکل‌های ۴-۱ الف و ب نشان داده شده است. ارتفاع نقطه رومرکز زلزله ۲۱۰۰ 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 ۱۶۰۰ متر تا ۲۶۵۰ متر و در راستای پروفیل شمالی- جنوبی، ارتفاع سطح زمین از ۱۸۰۰ تا ۲۷۰۰ متر تغییر می‌کند. براساس این اطلاعات می‌توان گفت که محدوده ناهموار و در برخی نقاط شیب دامنه‌ای تند است و لذا احتمال ضعیفی وجود دارد که 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 ۵.۴ آوج استان قزوین 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

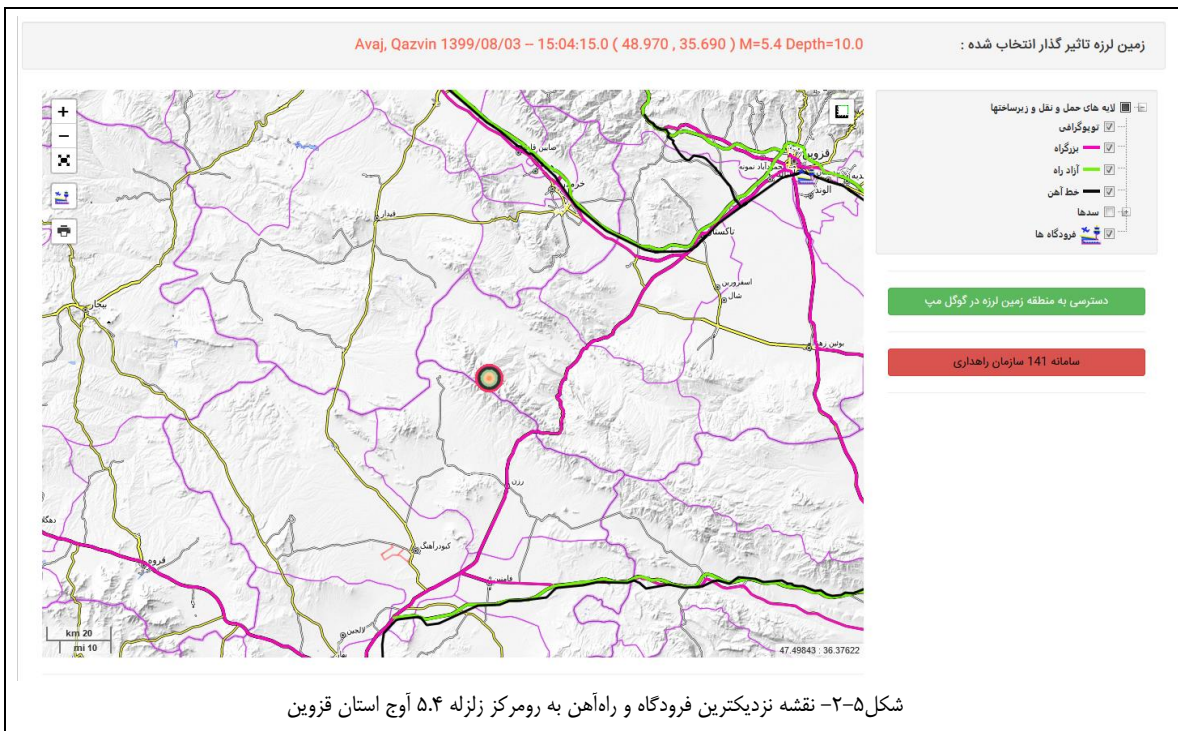
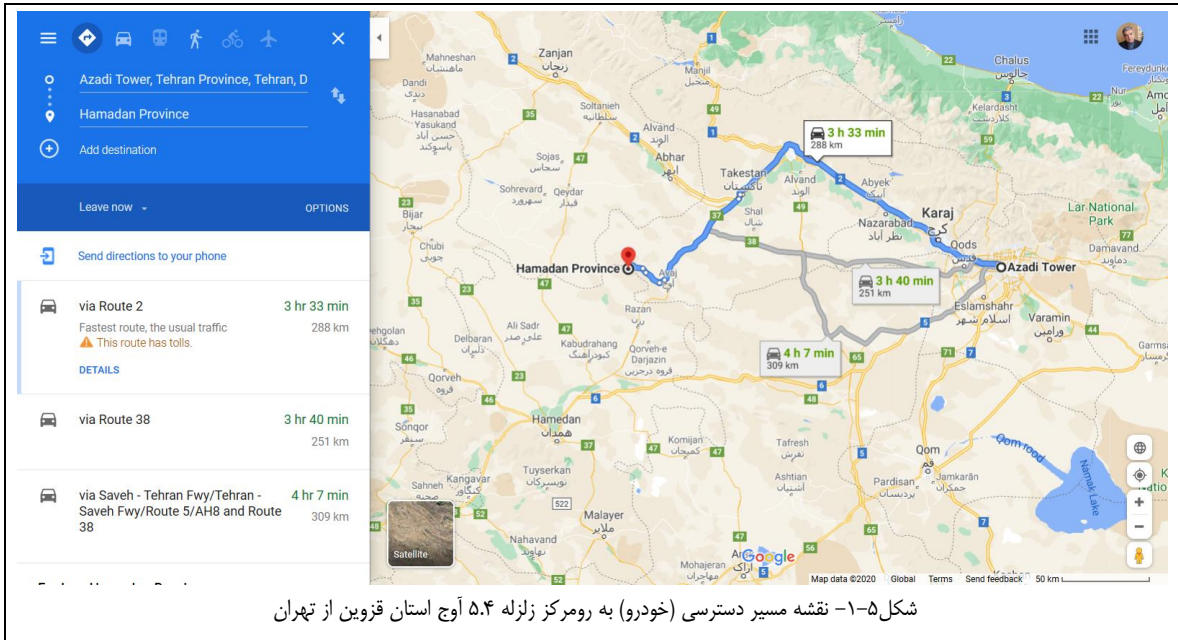
و نقشه شکل‌های ۴-۱، در خصوص نوع نیاز مردم تحت اثر زلزله، شرایط بارندگی و لغزندگی مسیرها و مشکلات تردد در امداد و نجات از نظر انسداد مسیر، حتما پیش‌بینی‌های لازم بعمل آید."



### ۵- دسترسی به محدوده رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین و مراکز جمعیتی اطراف

از مرکز شهر تهران تا نقطه رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین، در زمان مراجعه به سایت (براساس ترافیک موجود که متغیر است) ۳ ساعت و ۳۳ دقیقه با خودرو، طول زمان حرکت خواهد بود (شکل ۵-۱). نزدیکترین فرودگاه به نقطه رومرکز زلزله فرودگاه همدان بوده و همچنین نزدیکترین خط راه‌آهن به نقطه رومرکز زلزله حدود ۷۰ کیلومتر آن فاصله دارد (شکل ۵-۲).

"در سامانه سپلا، [www.sapla.ir](http://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](http://www.sapla.ir) مراجعه نمود."



## ۶- مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین

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.

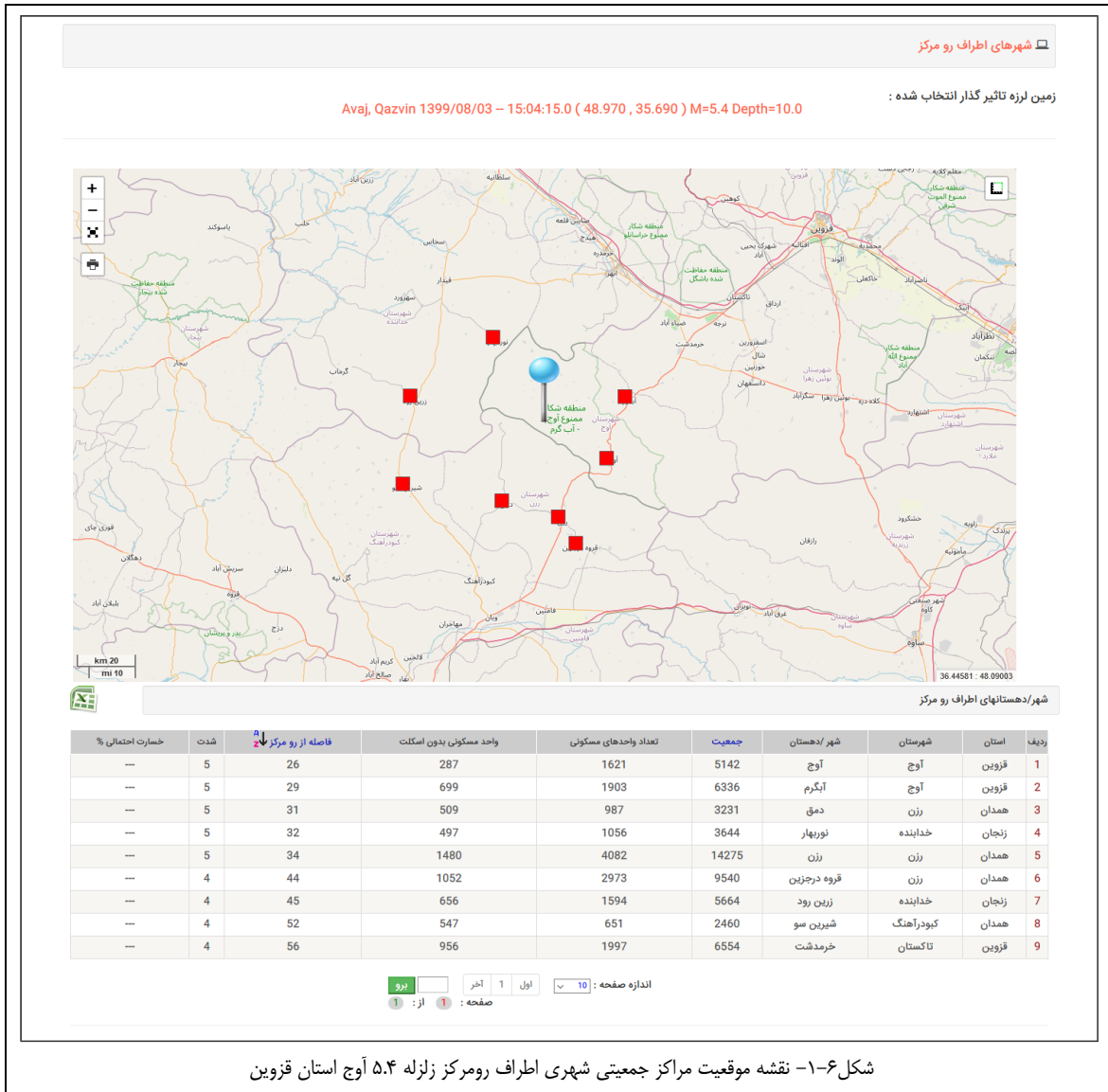
### ۶-۱- مراکز جمعیتی شهری

تعداد ۷ شهر تا شعاع حدود ۵۵ کیلومتری اطراف رومرکز زلزله قرار گرفته‌اند (شکل ۶-۱) که نزدیکترین شهرها عبارت است از:

- آوج با جمعیت ۵۱۴۲ نفر و با تعداد ۱۵۴۵ واحد مسکونی (۲۸۷ واحد مسکونی فاقد اسکلت) در فاصله ۲۶ کیلومتری از رومرکز زلزله.
- آبگرم با جمعیت ۶۳۳۶ نفر و با تعداد ۱۷۱۲ واحد مسکونی (۶۹۹ واحد مسکونی فاقد اسکلت) در فاصله ۲۹ کیلومتری از رومرکز زلزله.
- دمق با جمعیت ۳۲۳۱ نفر و با تعداد ۹۷۱ واحد مسکونی (۵۰۹ واحد فاقد اسکلت) در فاصله ۳۱ کیلومتری از رومرکز زلزله.

تعداد کل جمعیت مراکز جمعیتی شهری واقع در شعاع نیم درجه (حدود ۵۵ کیلومتری)، ۴۷۸۳۲ نفر، تعداد کل واحدهای مسکونی ۱۳۴۰۳ واحد، تعداد کل واحدهای مسکونی فاقد اسکلت ۵۱۸۰ واحد می‌باشد. پرجمعیت‌ترین شهر در این محدوده رزن با جمعیت ۱۴۲۷۵ 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](http://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 ۵.۴ آوج استان قزوین

تعداد ۳۵۴ آبادی تا شعاع نیم درجه (حدود ۵۵ کیلومتری) اطراف رو مرکز زلزله قرار گرفته‌اند که نزدیکترین آبادی‌ها عبارت است از:

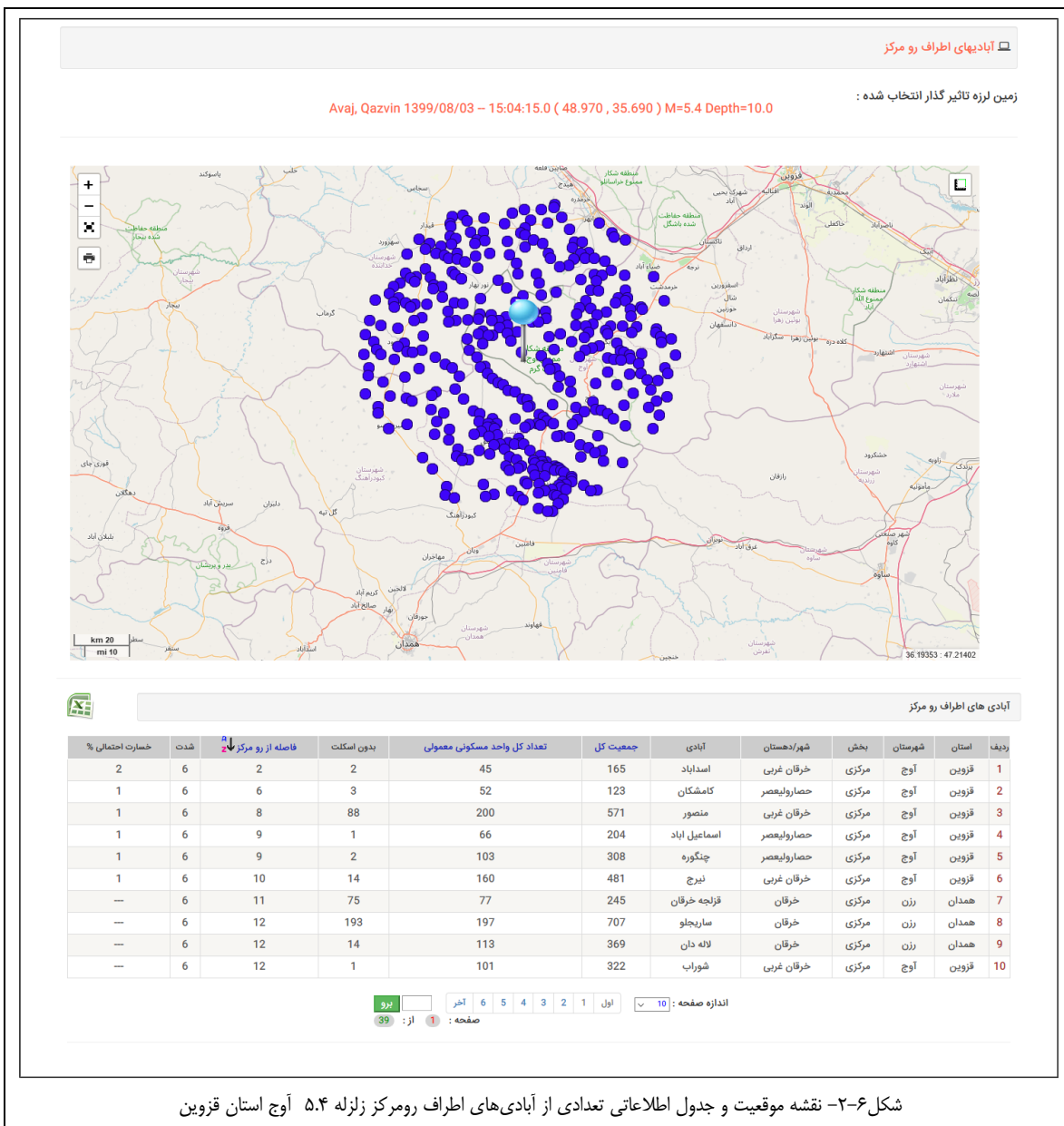
- اسداباد با جمعیت ۱۶۵ نفر و با تعداد ۴۵ واحد مسکونی (۲ واحد مسکونی فاقد اسکلت) در فاصله ۲ کیلومتری از رو مرکز زلزله.
- کامشکان با جمعیت ۱۲۳ نفر و با تعداد ۵۲ واحد مسکونی (۳ واحد مسکونی فاقد اسکلت) در فاصله ۶ کیلومتری از رو مرکز زلزله.
- منصور با جمعیت ۵۷۱ نفر و با تعداد ۲۰۰ واحد مسکونی (۸۸ واحد فاقد اسکلت) در فاصله ۸ کیلومتری از رو مرکز زلزله.

تعداد کل جمعیت مراکز جمعیتی روستائی واقع در شعاع نیم درجه (شعاع ۵۰ تا ۶۰ کیلومتری)، ۱۹۶۵۰۲ نفر، تعداد کل

واحدهای مسکونی ۵۳۳۰۱ واحد، تعداد کل واحدهای مسکونی فاقد اسکلت ۳۱۴۰۵ واحد می‌باشد. پرجمعیت‌ترین آبادی در این محدوده کرفس با جمعیت ۴۱۵۵ نفر است (شکل ۶-۲).

جمع کل جمعیت شهری و آبادی‌های در شعاع نیم درجه (حدود ۵۵ کیلومتری) ۲۴۴۳۳۴ نفر و تعداد کل واحدهای مسکونی ۶۶۷۰۴ واحد بوده که از میان این تعداد از واحدهای مسکونی تعداد ۳۶۵۸۵ واحد فاقد اسکلت می‌باشد (شکل ۲-۶).

"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."

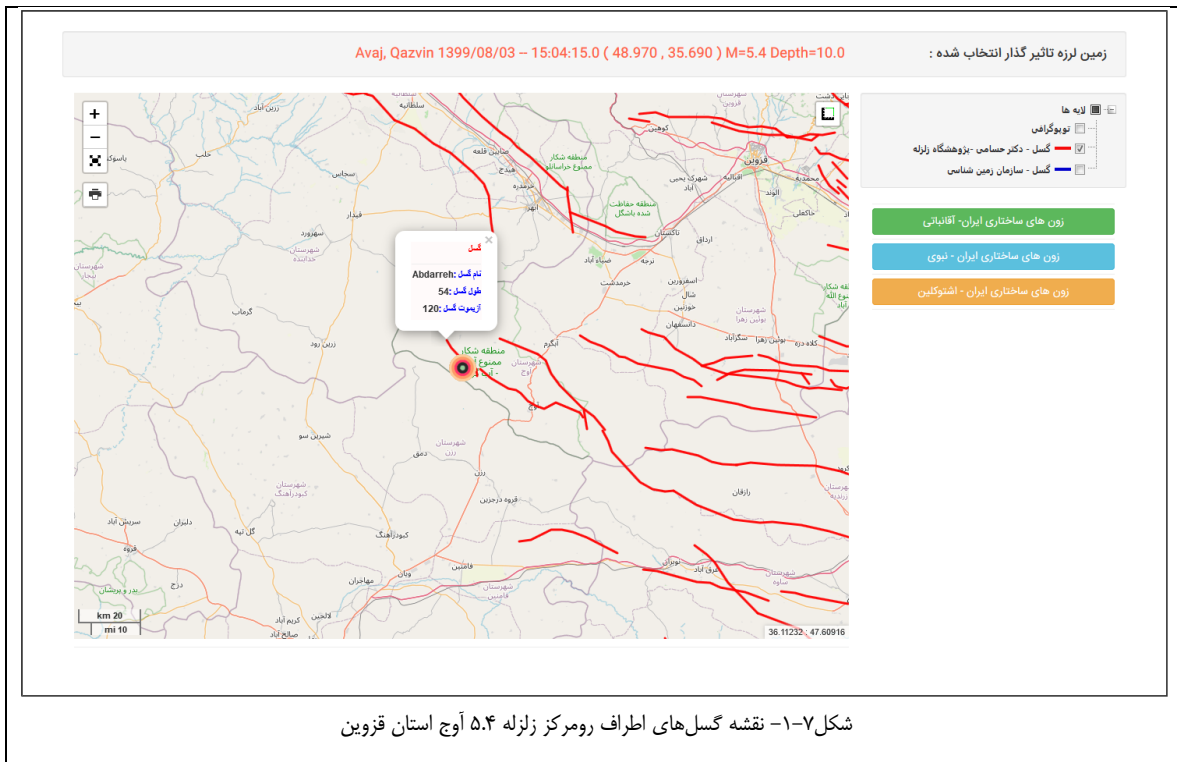


شکل ۶-۲- نقشه موقعیت و جدول اطلاعاتی تعدادی از آبادی‌های اطراف رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین

## ۷- گسل مسبب زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین

در شکل ۷-۱ نشان داده شده است که امتداد گسله‌های کوشک نصرت و آبدره (گسل آوج) در مجاورت رومرکز زلزله قرار دارند، احتمالاً جنبائی گسل آبدره (آوج) بدلیل نزدیکی به رومرکز اعلامی از سوی مرکز لرزه‌نگاری موجب رخداد زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین شده است. بایستی به خطاهای طبیعی موجود در جانمایی رومرکز زلزله و به تبع آن استنتاج در مورد گسل مسبب زلزله‌ها نیز توجه داشت.

رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین 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 ۵.۴ آوج استان قزوین

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 ۵.۴ آوج استان قزوین 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 ۳۶۷ زلزله با بزرگی ۲.۵ و بالاتر در گستره اطراف رومرکز از سال ۲۰۰۶ میلادی تا زمان وقوع زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین (مدت ۱۴ ساله) ثبت شده است. از این تعداد ۲ زمین‌لرزه با بزرگی ۵ و بزرگتر از آن و ۱۶ 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 ۵.۴ آوج استان قزوین

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](http://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 ۵.۴ آوج استان قزوین بوده که تا شعاع یک درجه (حدود ۱۰۰ کیلومتری) اطراف آن را در برمی‌گیرد. برای مشاهده نمودارهایی که معرف رژیم لرزه‌خیزی

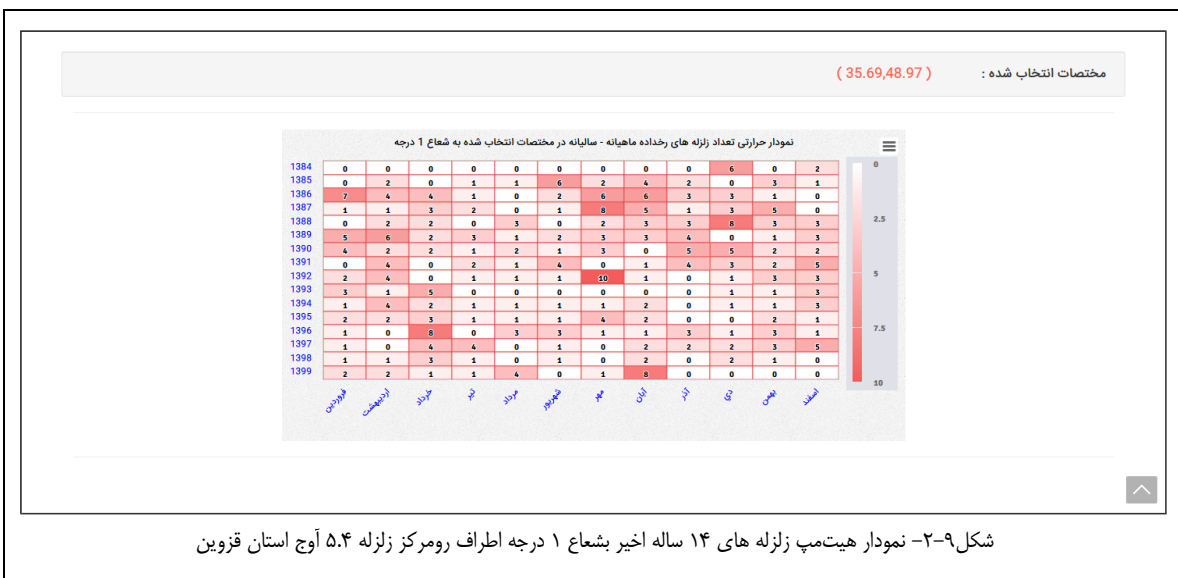
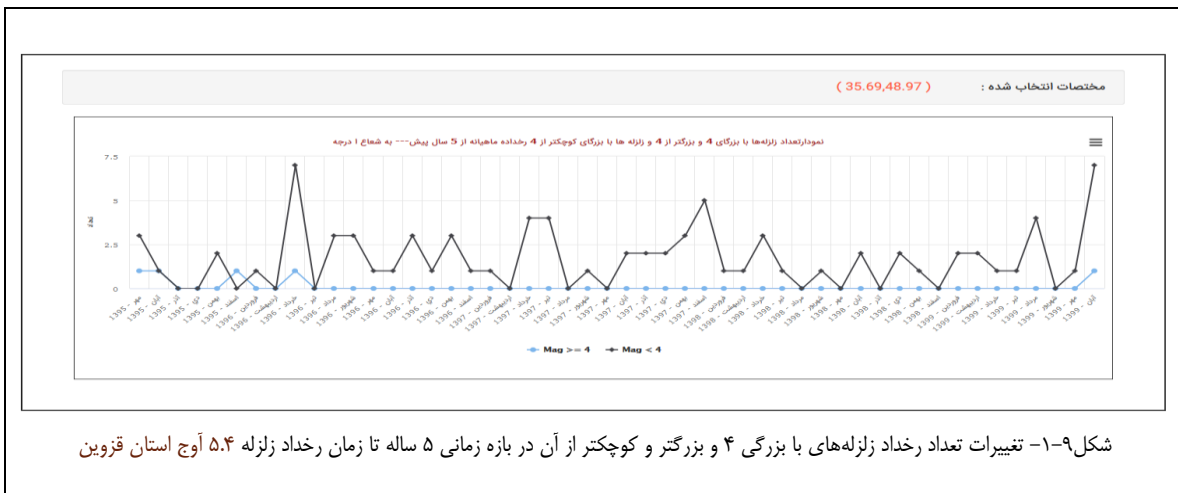


محدوده رومرکز زلزله می‌باشند، به سامانه سیلا مراجعه شود که در دو حالت با پس‌لرزه‌ها و با حذف پس‌لرزه‌ها برای دوره‌های زمانی ماهانه تا چند سال نمودارهای مختلف تعداد و انرژی زلزله‌ها رسم شده است.

در سامانه سیلا و در قسمت پایش لرزه‌ای علاوه بر نمودارهای خطی هیتمپ رخدادهای لرزه‌ای نیز برای هر نقطه دلخواه و از جمله نقطه رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین نیز تهیه می‌شود که معرف تغییرات زمانی ماهانه تعداد رخدادهای لرزه‌ای می‌باشد.

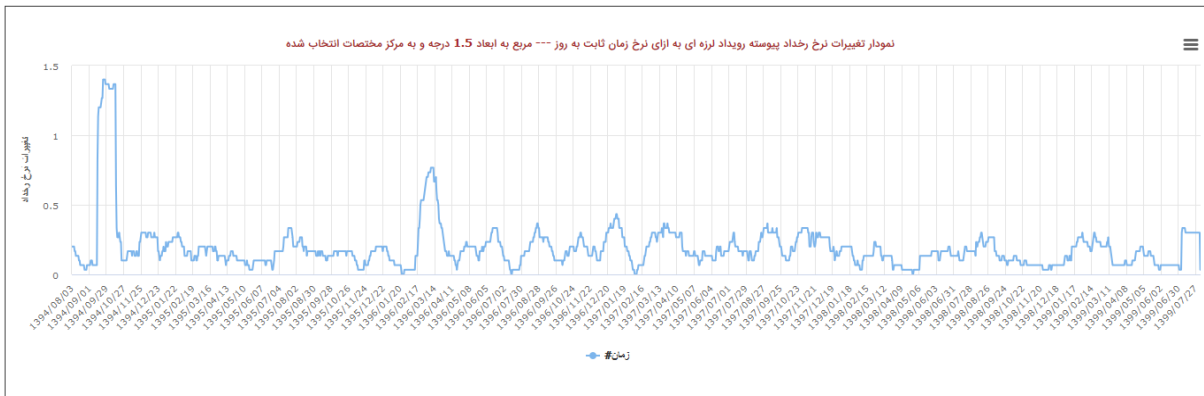
در نمودار شکل ۹-۱ مشاهده می‌شود که در تعداد زلزله‌های بزرگتر از ۴ تا قبل از این زلزله به‌ازای بازه زمانی ۵ ساله گذشته بی‌هنجاری‌هایی در اسفند ماه ۱۳۹۵ و خرداد ۱۳۹۶ قابل مشاهده است، اما رخداد زلزله‌های کوچکتر از ۴ دارای نوساناتی بوده که بیشترین تعداد رخداد نیز در خرداد ۱۳۹۶ بوده است. البته در بازه‌های زمانی دیگر نیز نوسان در تعداد رخداد زلزله‌های کوچکتر از ۴ دیده می‌شود. شکل ۹-۲ نیز نمودار هیتمپ رخدادهای ماهیانه 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 ۵.۴ آوج استان قزوین، پیش‌لرزه‌ای با بزرگی ۳.۹ در ساعت ۱۵:۰۲:۲۸ روز ۱۳۹۹-۰۳-۰۸ در عمق ۱۰.۰ کیلومتری در منطقه رخ داده است.

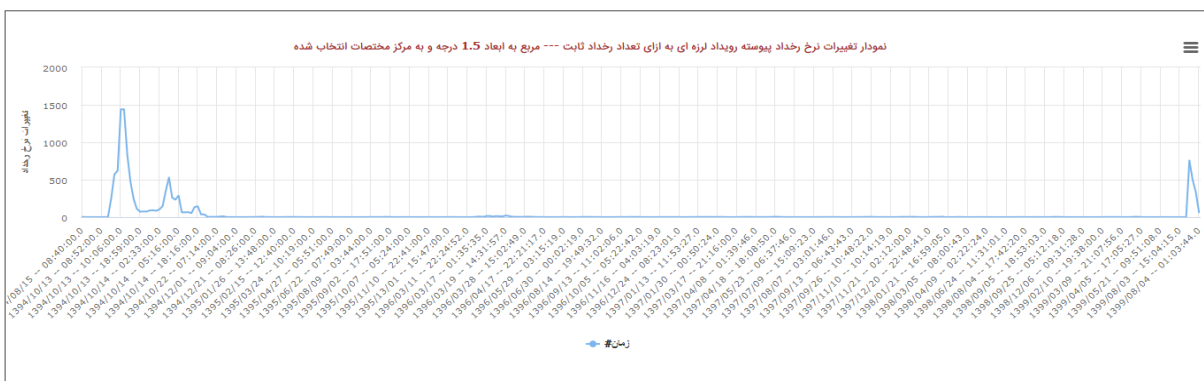


برای نشان دادن تغییرات پیوسته نرخ رخداد زمین لرزه ها در شعاع ۱.۵ درجه ای اطراف رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین دو متد زمان ثابت و تعداد ثابت در حالت بدون حذف پس لرزه ها در شکل های ۳-۹ و ۴-۹ نشان داده شده است.

برای متد زمان ثابت بازه زمانی ۳۰ روزه و برای تعداد ثابت زلزله، تعداد ۵ رخداد انتخاب شده اند. نشان داده می شود که پیش از زلزله ۵.۴ روز شنبه ۳-۸-۱۳۹۹ ساعت ۱۵:۰۴ تغییرات قابل ملاحظه ای در رژیم لرزه خیزی گستره نمایان نشده است. در آذرماه و دی ماه ۱۳۹۴ آنومالی در روند نرخ لرزه ای به مقادیر بیشینه خود می رسد، این تغییر نمایان رفتار هم در نمودار تغییرات پیوسته نرخ لرزه ای بروش زمان ثابت (شکل ۳-۹) و هم در نمودار تغییرات پیوسته نرخ لرزه ای بروش تعداد ثابت قابل مشاهده است.



شکل ۳-۹- نمودار تغییرات پیوسته نرخ لرزه ای بروش زمان ثابت در شعاع ۱۵۰ کیلومتری اطراف رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین



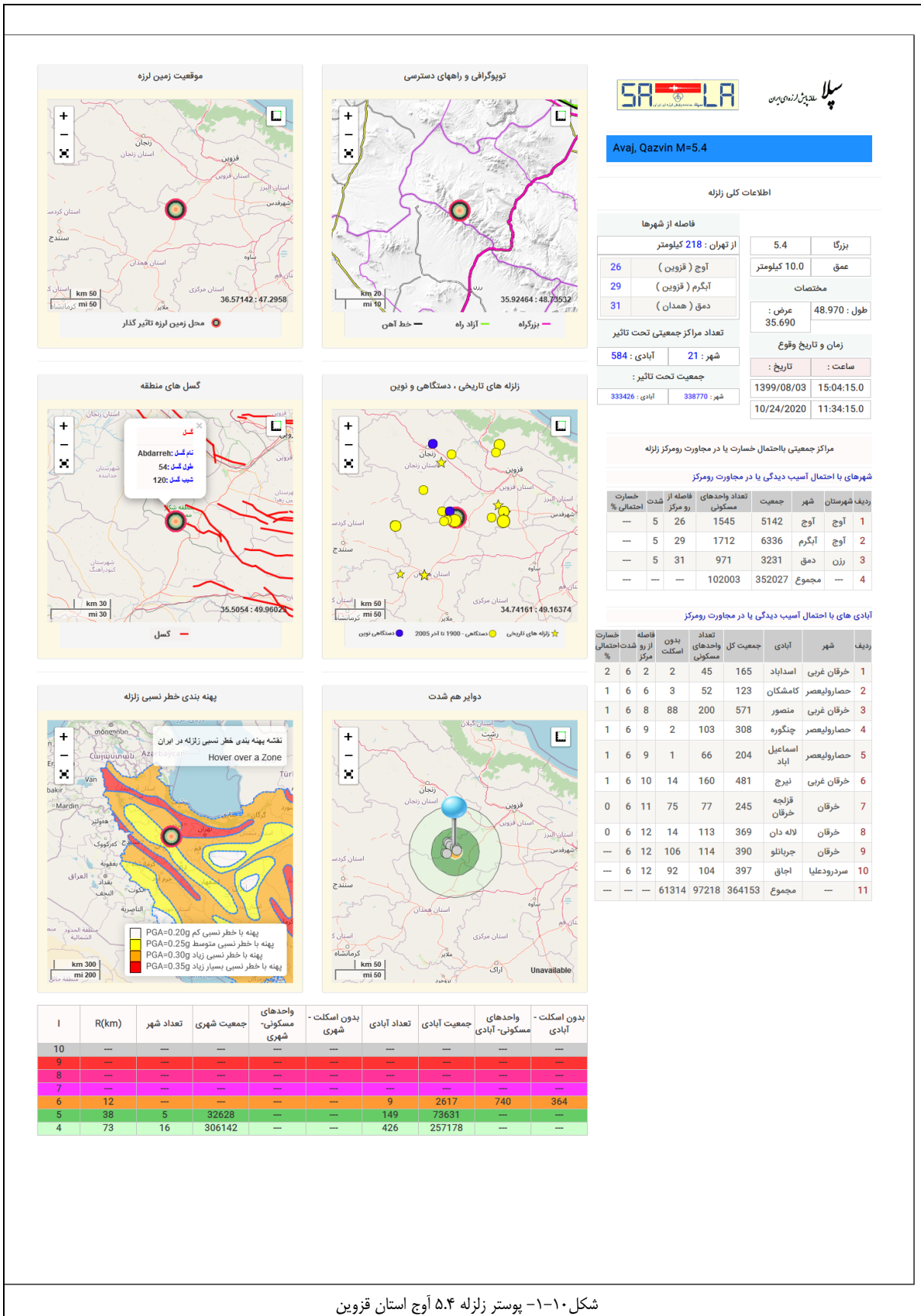
شکل ۴-۹- نمودار تغییرات پیوسته نرخ لرزه ای بروش تعداد ثابت در شعاع ۱۵۰ کیلومتری اطراف رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین

## ۱۰- پوستر زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین

با هدف ارائه خلاصه ای رخداد زلزله، مرسوم است که در یک برگ، موضوعات کلی و مهم زمین لرزه ارائه گردد. در سامانه سیلا پوستر زلزله در سایز A۳ جهت استفاده کارشناسان و مدیران بطور اتوماتیک تولید می شود و علاوه بر آن گزارش تک صفحه ای زلزله نیز از سامانه قابل برگرفتن است.

در پوستر زلزله، موقعیت رومرکز و موقعیت مراکز جمعیتی بر روی نقشه پایه جغرافیای جهانی نشان داده می شود. اطلاعات توپوگرافی محدوده رومرکز، لرزه خیزی گستره رومرکز، گسل های اطراف محدوده وقوع زلزله، دوائر هم 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) مجموعه کارهای مفیدی هستند که بصورت

یکجا توسط سامانه سپلا بطور اتوماتیک تولید و نشان داده می‌شود. در شکل ۱۰-۱ پوستر زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین نشان داده شده است.



شکل ۱۰-۱- پوستر زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین

## 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:
- شرایط آب و هوایی محدوده رومرکز زلزله ۵.۴ آوج استان قزوین سرد می‌باشد، ضرورت توجه به نیازهای مردم منطقه و بویژه مراکز جمعیتی در معرض خطر وجود دارد.
  - 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](http://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 دقائق اولیه رخداد زلزله‌ها و بویژه زمین‌لرزه‌های 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 ریشر در سال ۱۹۵۶ مورد بازبینی قرار گرفت که به  $MMI^{۵۶}$  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](http://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 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 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 زمین‌لرزه 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 5.4 Avaj, Qazvin**

DATE: 10/24/2020

**Code: 139908-1**



**Published in: 10/25/2020**

**Author:**  
Dr. Beitollahi, A.

<http://sapla.ir>  
[t.me/Dr\\_AliBeitollahi](t.me/Dr_AliBeitollahi)