



# گزارش زلزله سنگان خراسان رضوی

## رخداد ۹-۱۰-۱۳۹۸، بزرگی ۵٫۸

کد گزارش: ۵-۱۳۹۸۱۰۱۲



تاریخ انتشار: ۱۲-۱۰-۱۳۹۸

### تالیف:

دکتر علی بیت اللهی و همکاران

## فهرست مطالب

۲	پیشگفتار
۳	۱- کلیاتی از زلزله ۵٫۸ سنگان خراسان رضوی
۱-۱- ۳	خسارت‌ها و تلفات ..... ۳
۴	۲- رومرکز زلزله
۴	۳- سازوکار کانونی زلزله
۵	۴- پس‌لرزه‌های زلزله سنگان
۵	۵- گسل مسبب زلزله ۵٫۸ سنگان
۶	۶- شرایط آب و هوایی محدوده رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی در زمان رخداد زلزله ..... ۶
۷	۷- دسترسی به منطقه رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی ..... ۷
۷	۸- حمل و نقل و زیرساخت‌ها
۸	۹- شرایط مورفولوژیکی محدوده رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی ..... ۸
۹	۱۰- ایالت لرزه زمین‌ساختی محدوده رومرکز زلزله سنگان ..... ۹
۱۰	۱۱- لرزه خیزی گستره اطراف رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان ..... ۱۰
۱۱	۱- ۱۱- زلزله‌های تاریخی اطراف رومرکز ..... ۱۱
۱۱	۲- ۱۱- زلزله‌های با بزرگی ۵ و بالاتر اطراف رومرکز ..... ۱۱
۱۲	۳- ۱۱- زلزله‌های با بزرگی ۲٫۵ و بزرگتر از آن در ۱۰۰ کیلومتری اطراف رومرکز زلزله سنگان ..... ۱۲
۱۳	۴- ۱۱- ایستگاه‌های شتابنگاری و لرزه‌نگاری اطراف رومرکز ..... ۱۳
۱۴	۱۲- شدت و خسارت زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی ..... ۱۴
۱۴	۱- ۱۲- شدت زلزله ..... ۱۴
۱۶	۲- ۱۲- برآورد خسارت زلزله ..... ۱۶
۱۶	۳- ۱۲- وضعیت ساخت و ساز در منطقه اطراف رومرکز زلزله سنگان ..... ۱۶
۱۶	۱- ۳- ۱۲- وضعیت ساخت و ساز شهری واقع در محدوده اطراف زلزله ۵٫۸ سنگان ..... ۱۶
۱۷	۲- ۳- ۱۲- وضعیت ساخت و ساز روستائی واقع در محدوده اطراف زلزله ۵٫۸ سنگان ..... ۱۷
۱۸	۳- ۳- ۱۲- شدت و خسارت زلزله ۵٫۸ سنگان ..... ۱۸
۲۰	۱۳- پوستر زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی ..... ۲۰
۲۱	۱۴- پایش لرزه‌ای نقطه رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی ..... ۲۱
۱۴- ۱- ۲۲	نمودار تعداد کل رخداد ماهیانه زلزله‌های ۴ و بزرگتر و زلزله‌های کوچکتر از ۴ در شعاع ۱ درجه اطراف رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی ..... ۲۲
۲۲	۱۵- پیشنهادات

## 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 فراموشکار است. معمولاً با وقوع مخاطرات دامنه توجهات عمومی، مدیریتی و رسانه‌ای به آن مخاطره قابل ملاحظه و بسیار بالاتر از سطح توجهات در کشورهای پیشرفته، ولی مدت دوام توجه و تمرکز عمومی و مدیریتی و رسانه‌ای بر روی همان مخاطره، بسیار زودگذر و کوتاه‌تر از سطح جهانی است. این خصوصیت الزام می‌کند که رخداد حوادث تا حد امکان مستند و بصورت گزارش‌های مکتوب در آید تا در ادامه قابل استفاده باشد.

از طرفی باید اذعان نمود که تدوین گزارش کار زمان‌بر و وقت‌گیری است و از آنجا که مکانیسم واضحی برای حمایت و پشتیبانی و یا امتیاز ویژه‌ای برای تدوین آن در نظام مدیریتی کشور لحاظ نمی‌شود، عمدتاً این کار و نیاز ضروری بی‌پاسخ مانده و تنها به وقوع مخاطرات سترگ و بحران‌زا در سطح ملی محدود می‌شود. براین اساس ضرورت احساس می‌شد تا سازوکار تسهیل‌کننده‌ای برای تدوین گزارش مخاطرات تعیین شود.

پس از مدت‌ها ایده‌پردازی و مشورت با گروه‌های برنامه‌نویس و کارشناسان، با هدف ارائه سریع گزارش زلزله‌ها (از میان چندین مخاطره اولویت‌دار) از یک طرف و پایش روند رخداد زلزله‌ها در اطراف مراکز جمعیتی عمده و یا هر نقطه دلخواه دیگر، سامانه پایش لرزه‌ای ایران، سیلا، راه‌اندازی گردید. در ابتدای امر، تصحیحات، تغییرات و تکمیل موارد انجام یافت و اکنون به سامانه‌ای مطلوب در امر گزارش دهی، گزارش‌گیری و پایش زلزله‌های ایران تبدیل شده است که نمونه آن در سطح جهانی نیز نادر است. راه‌اندازی سامانه در قالب سایت اینترنتی [www.sapla.ir](http://www.sapla.ir) افتخار بزرگی برای اینجانب بوده که پس از سال‌ها برنامه‌نویسی و کار با سامانه‌های اطلاعات مکانی و ملاحظه سایت‌های معروف مرتبط در جهان، موفق به تحقق ایده‌های خود شده و البته که با گذشت زمان در حال تکمیل آن می‌باشیم. 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، برآورد خسارت همراه با نقشه‌های معتبر و به روز استفاده نمایند.

بر اساس خروجی سامانه سیلا گزارش حاضر برای زلزله سنگان خراسان رضوی تهیه شده است که امید می‌رود برای مدیران و کارشناسان، علاقمندان و عموم مردم مفید واقع گردد. از خوانندگان گزارش درخواست می‌نماید نظرات خود را از طریق آیدی @alibeitollahi (تلگرام و اینستاگرام) و یا ایمیل [ali.beitollahi@gmail.com](mailto:ali.beitollahi@gmail.com) به اینجانب ارسال نمایند. فایل گزارش در کانال تلگرامی اینجانب [t.me/Dr\\_AliBeitollahi](https://t.me/Dr_AliBeitollahi) و نیز در سایت سیلا (آیکون داندو‌ها) قابل برگرفتن می‌باشد.

## ۱- کلیاتی از زلزله ۵٫۸ سنگان خراسان رضوی

به گزارش مرکز لرزه نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران زلزله ای با بزرگی ۵٫۸ در ۴۱ کیلومتری جنوب سنگان خراسان رضوی و ۱۷ کیلومتری مرز ایران - افغانستان رخ داد که مشخصات کلی آن رخداد در جدول ۱ نشان داده شده است. فاصله رومرکز این زلزله تا تهران بطور مستقیم ۸۳۶ کیلومتر می باشد.

جدول ۱- اطلاعات کلی زلزله ۵٫۸ سنگان خراسان رضوی

اطلاعات کلی زلزله	
5.8	بزرگا
8.0 کیلومتر	عمق
مختصات	
عرض : 34.030	طول : 60.330
زمان و تاریخ وقوع	
تاریخ :	ساعت :
1398/10/12	07:59:04.0
1/2/2020	04:29:04.0
فاصله مستقیم از شهرها	
از تهران : 836 کیلومتر	
41	سنگان (خراسان رضوی)
47	نشتیفان (خراسان رضوی)
57	قاسم آباد (خراسان رضوی)

شهر سنگان از توابع شهرستان خواف استان خراسان رضوی می باشد. این شهر دارای ۱۲۴۴۳ نفر جمعیت (آمار ۱۳۹۵) و ۳۱۱۷ خانوار می باشد که در ۲۶۳۶ واحد مسکونی سکنی گزیده اند. حدود ۱۷۴۱ واحد بنائی و ۸۹۵ واحد اسکلت دار در این شهر وجود دارد (آمار ۱۳۹۵)

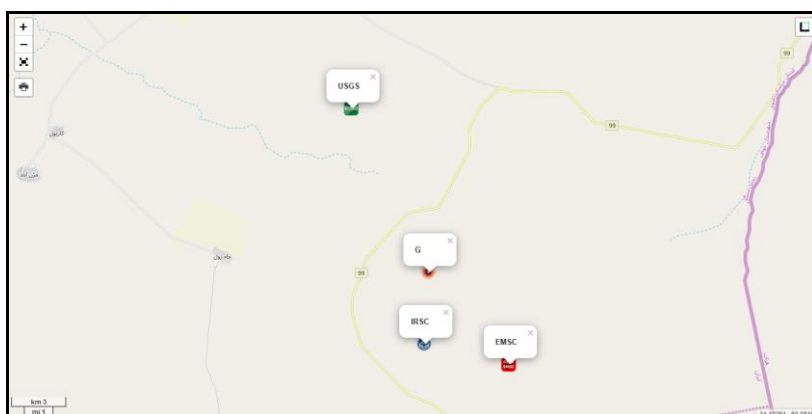
### ۱-۱- خسارت ها و تلفات

بر اساس گزارش گزارش شماره ۳ مرکز اورژانس کشور با توجه مدت زمان کوتاه دوام زمین لرزه که چند ثانیه بیشتر نبوده خسارت قابل ملاحظه ای به مراکز جمعیتی وارد نشده است. طبق ارزیابی انجام گرفته فقط چند دیوار خشتی در روستاها ترک برداشتند. ارزیابی های میدانی تا زمان تدوین این گزارش و برآوردهای دقیقتر خسارت ادامه داشته است. برآوردهای محاسباتی نشان می دهد که دو روستای چاه زول و نهور که در فاصله ۱۲ و ۱۷ کیلومتری رومرکز قرار گرفته اند درصد پائینی از خسارت را متحمل شده باشند. بر طبق این برآوردهای غیرقابل اتکا، حدود ۹ واحد آسیب دیده در این دو روستا تخمین زده می شود.

## ۲- رومرکز زلزله

بر اساس گزارش‌های مرکز لرزه‌نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران IRSC، USGS و EMSC رومرکزهای جانمایی شده زلزله در شکل ۱ نشان داده است. در گزارش حاضر، رومرکز اعلامی توسط IRSC (مرکز لرزه‌نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران) مبنای کار و ارائه نقشه‌ها قرار گرفته است (مختصات رومرکز در جدول ۱ نشان داده شده است). لازم بذکر است که در تمامی مختصات نقطه رومرکز در جدول ۱ نشان داده شده است. ارتفاع این نقطه از سطح دریا حدود ۶۰۵ متر می‌باشد. عمق کانونی زلزله نیز ۲۰ کیلومتر گزارش شده است.

رومرکز تعیین شده توسط EMSC در فاصله ۵ کیلومتری جنوب شرق از رومرکز مرکز لرزه‌نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران جانمایی شده است و بزرگی اعلام شده برای این زلزله توسط EMSC معادل ۵٫۵ می‌باشد. فاصله رومرکز تعیین شده توسط USGS با رومرکز IRSC حدود ۱۳٫۵ کیلومتر بوده و در سوی شمالی آن واقع می‌شود، بزرگی اعلام شده این زلزله توسط USGS معادل ۵٫۲ می‌باشد. در شکل ۱ نقطه G دایروی شکل بعنوان میانگین مختصاتی این سه رومرکز نشان داده شده است.

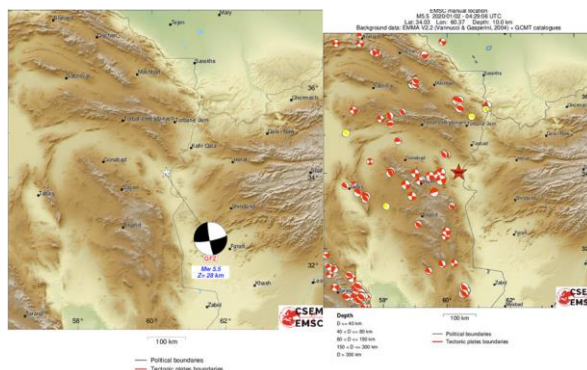


شکل ۱- رومرکزهای تعیین شده برای زلزله سنگان استان خراسان رضوی

## ۳- سازوکار کانونی زلزله

سایت EMSC برای زلزله ۵٫۸ سنگان سازوکار غالب امتداد لغز را ارائه کرده است. سازوکارهای کانونی زمین لرزه‌های اطراف این زلزله نیز بر اساس نقشه EMSC اغلب از نوع راندگی می‌باشند (شکل ۲).

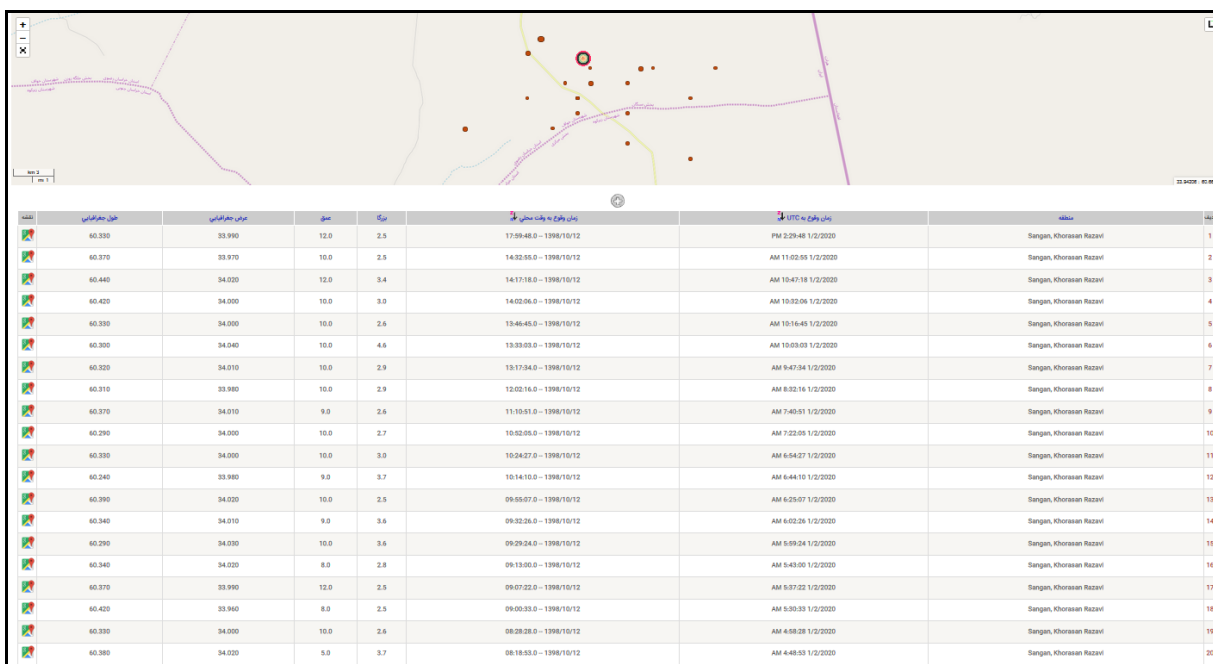
سازوکارهای زلزله‌های پیشین نیز در شکل ۲ نشان داده شده است. مکانیسم غالب از نوع امتداد لغز و راندگی است (شکل ۲- راست).



شکل ۲- سازوکار کانونی زمین لرزه سنگان بزرگی ۵٫۸ (بزرگی ۵٫۵ EMSC (چپ) و سازوکارهای غالب امتداد لغز و راندگی زلزله‌های پیشین ( راست)

#### ۴- پس‌لرزه‌های زلزله سنگان

در شکل ۳ نشان داده می‌شود که تا زمان تدوین گزارش حاضر (۱۰ ساعت بعد از رخداد زلزله)، تعداد ۲۰ پس‌لرزه با بزرگی ۲٫۵ و بالاتر از آن برای زلزله سنگان ثبت شده است (مسلماً تعداد پس‌لرزه‌های کوچکتر از ۲٫۵ بمراتب بیشتر خواهد بود که دسترسی بر خط به این داده‌ها وجود ندارد). مشخصات این پس‌لرزه‌ها در زیر شکل ۳ آورده شده است. نکته قابل توجه در امتداد یافتگی شرقی - غربی پس‌لرزه‌هاست که با امتداد گسله دشت بیاض واقع در شمال آن همخوانی دارد. گسل دشت بیاض با راستای شرقی غربی در جنوب گسل درونه واقع گردیده است و ساز و کار به دست آمده برای آن گسلی امتداد لغز و چپگرد در شمال شرق ایران می‌باشد که حرکت چپگرد این گسل توسط گسیختگی سطحی ۸۰ کیلومتری ناشی از زمین لرزه ۱۹۶۸ (آمبرسیزو چالانکو، ۱۹۶۹) و ۶۰ کیلومتری ناشی از زمین لرزه ۱۹۷۹/۱۱/۲۷ (حاجی پور و عبادی، ۱۹۸۰) مشخص شده است. سازوکار ذکر شده برای گسله دشت بیاض که بیشتر زمین لرزه‌های ویرانگری در محدوده جنوبی خراسان موجب شده با سازوکار ارائه شده برای زلزله سنگان همخوانی دارد.

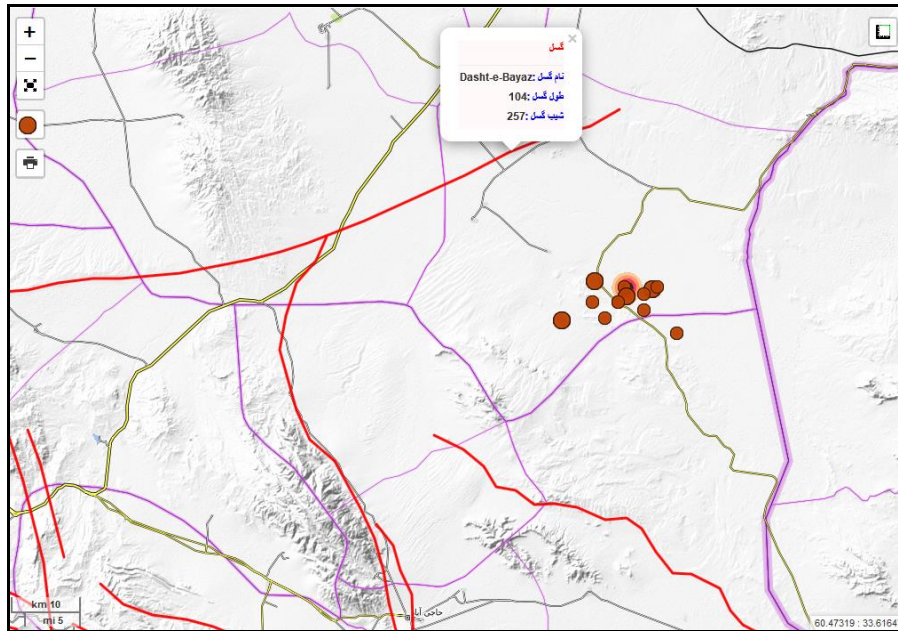


شکل ۳- پس‌لرزه‌های زلزله سنگان در امتداد شرقی - غربی جهت یافتگی پیدا کرده‌اند.

#### ۵- گسل مسبب زلزله ۵٫۸ سنگان

براساس نقشه‌های در مقیاس کشوری ارائه شده توسط پژوهشگاه زلزله (دکتر خالد حسامی)، رومرکز زلزله در فاصله حدود ۲۰ کیلومتری جنوب امتداد گسل دشت بیاض قرار می‌گیرد، با توجه به سازوکار برآورد شده برای زلزله سنگان، گسل مسبب بایستی از نوع امتداد لغز باشد که با سازوکار گسل دشت بیاض همخوانی دارد. فاصله ۲۰ کیلومتری رومرکز از امتداد گسله با توجه به خطای موجود در تعیین محل گسله‌ها و رومرکز زلزله‌ها شاید قابل توجیه باشد. از طرفی دیگر وجود گسله‌های کوچکتر دیگر در جنوب گسله دشت بیاض و جنوب شرقی آن در نقشه‌های زمین‌شناسی

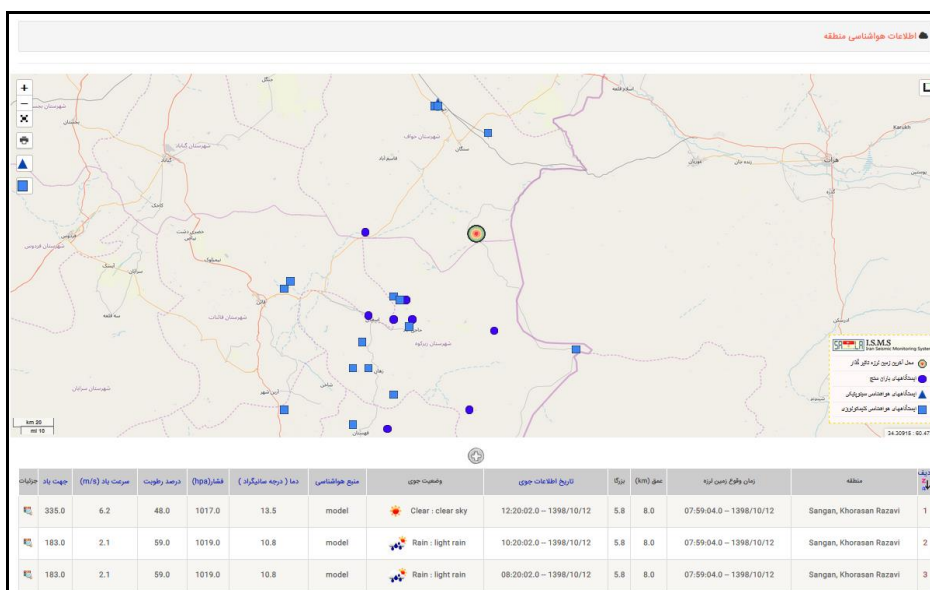
منطقه نیز قابل توجه است و احتمال عملکرد این گسله ها نیز در بروز زلزله سنگان می رود. بنظر می رسد که عملکرد گسله دشت بیاض یا سگمنت های آن در امتداد شرقی احتمال زیاد موجب رخداد این زمین لرزه باشد (شکل ۴).



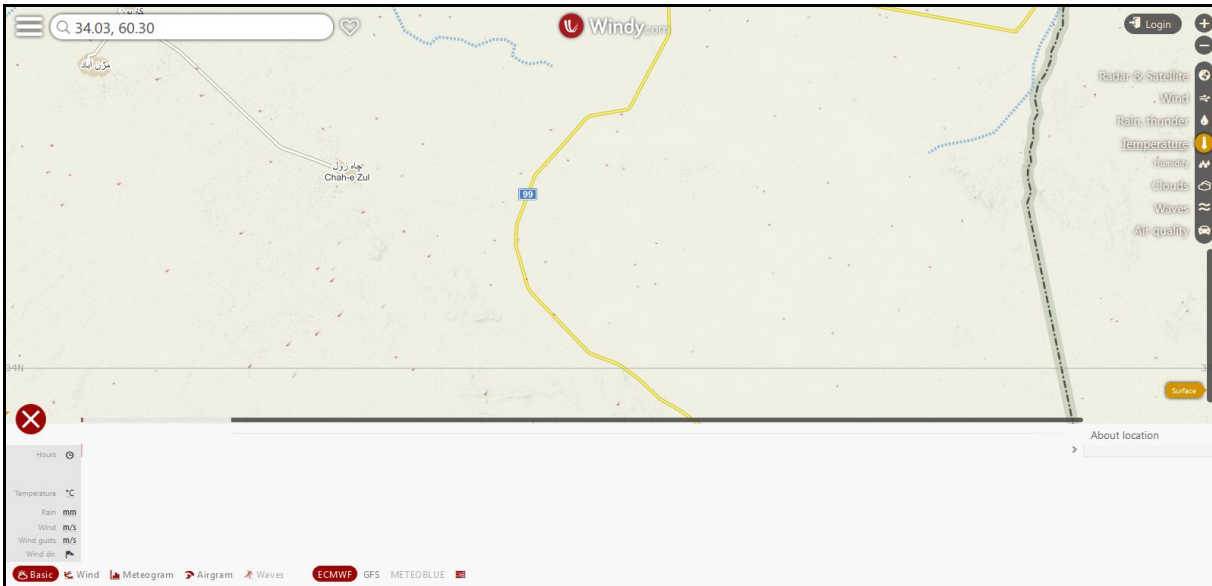
شکل ۴- گسل مسبب احتمالی زلزله ۵٫۸ سنگان گسل دشت بیاض یا سگمنت هایی از گسل های فرعی آن در جنوب شرقی امتداد این گسله می باشد.

## ۶- شرایط آب و هوایی محدوده رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی در زمان رخداد زلزله

در شکل ۵ پراکنش ایستگاه های هواشناسی اطراف رومرکز نشان داده شده است. براساس اطلاعات سایت windy حدود ۲۰ دقیقه بعد زلزله (ساعت ۸:۲۰) دمای هوا در محدوده رومرکز ۱۱ درجه بالای صفر بوده است (جدول زیر شکل ۵). از سامانه سپلا می توان به سایت ویندی متصل شد و اطلاعات هواشناسی نقطه رومرکز را برای روزهای آتی نیز بدست آورد. این اطلاعات در شکل ۶ برای رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان خراسان رضوی نشان داده شده است.



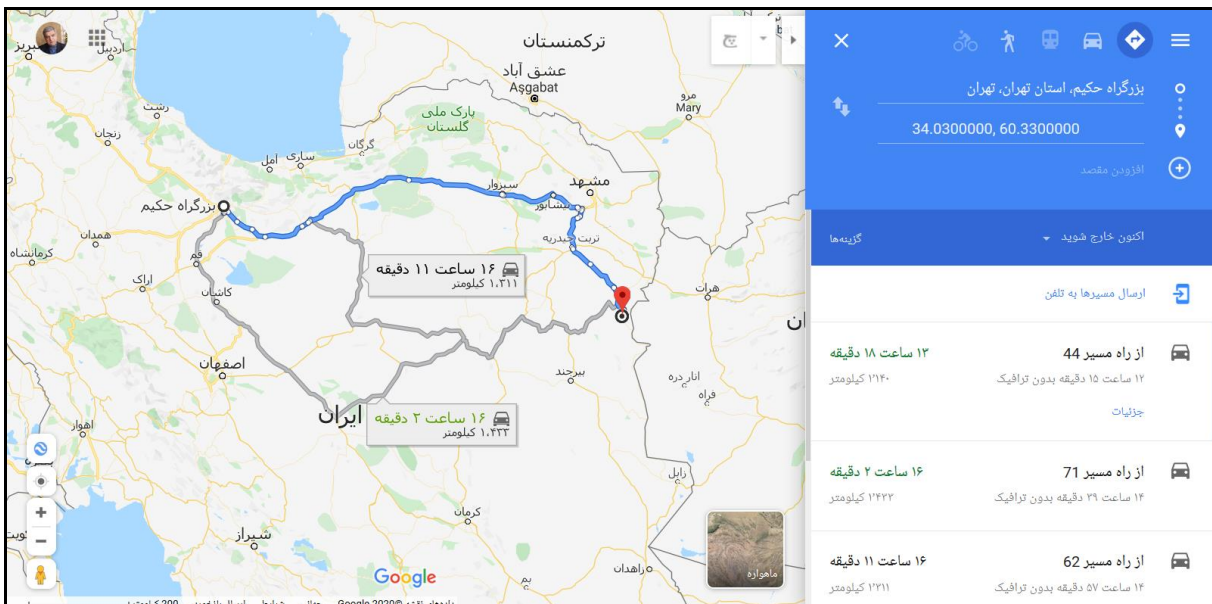
شکل ۵- پراکنش ایستگاه های هواشناسی اطراف نقطه رومرکز و جدول اطلاعات هواشناسی نقطه رومرکز



شکل ۶- تغییرات دمای هوا در نقطه رومرکز برای ۵چند روز آتی بعد از زمان رخداد زلزله سنگان با بزرگی ۵٫۸

### ۷- دسترسی به منطقه رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی

در سامانه سپلا، [www.sapla.ir](http://www.sapla.ir)، امکان لینک به گوگل مپ و یافتن مسیر دسترسی به رومرکز وجود دارد. بصورت پیش فرض مبدا شهر تهران و مقصد نقطه رومرکز زلزله است. در روی نقشه می توان از هر نقطه دلخواه بعنوان مبدا حرکت به نقطه رومرکز مسیریابی نمود. برای این کار فقط کافیست که نقطه مبدا از روی تهران به روی نقطه مورد نظر با موس جابجا شود. در شکل ۷ مسیر دسترسی از تهران به رومرکز زلزله سنگان نشان داده شده است. حدود ۱۳ ساعت و هجده دقیقه با خودرو از مسیر جاده تهران - مشهد به سمت رومرکز زلزله راه جاده ای می باشد.



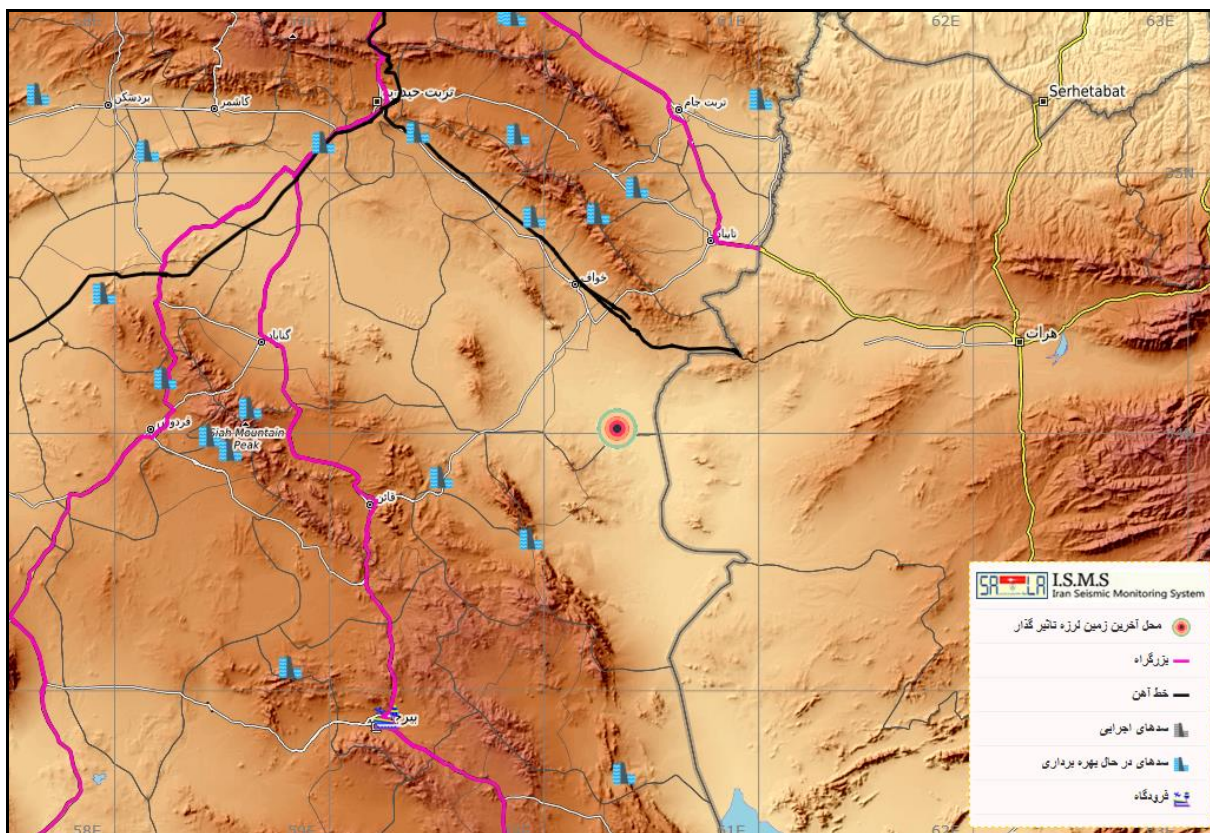
شکل ۷- مسیر دسترسی به نقطه رومرکز از سمت تهران و نشان دادن جزئیات مسیر

### ۸- حمل و نقل و زیرساخت ها

در محدوده اطراف رومرکز، آزادراه وجود ندارد(شکل ۸) خط آهن خواف به سمت مرز افغانستان در ۳۷ کیلومتری شمال آن واقع شده است. بزرگراه مشهد به تایباد در ۹۰ کیلومتری شمال آن واقع است. نزدیکترین فرودگاه، فرودگاه بیرجند



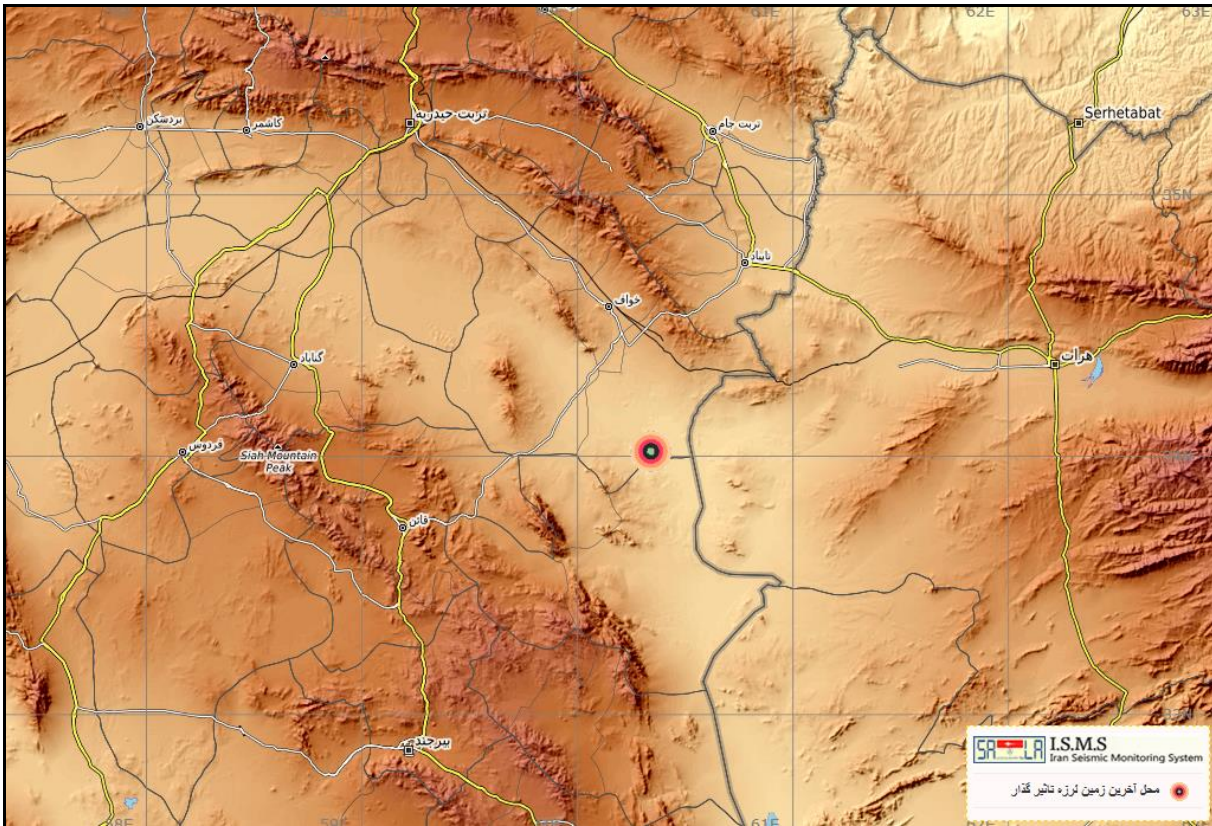
در ۱۶۰ کیلومتری (خط مستقیم) جنوب غربی رومرکز می‌باشد. در جنوب غربی رومرکز و در فاصله ۶۰ کیلومتری سد حاجی آباد قائن و دورتر از آن سد فرخی قائن واقع شده است. مورفولوژی همواری در ناحیه پهناوری از اطراف رومرکز را فرا گرفته است.



شکل ۸- حمل و نقل و زیرساخت‌ها

## ۹- شرایط مورفولوژیکی محدوده رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی

در شکل ۹ نقشه توپوگرافی محدوده رومرکز واقع در جنوب شهر سنگان و شرق قائن از توابع استان خراسان رضوی نشان داده شده است. از نظر مورفولوژیکی رومرکز در منطقه‌ای نسبتاً هموار (ارتفاع نقطه رومرکز ۶۰۵ متر از سطح دریا می‌باشد) واقع شده است. شمال و غرب رومرکز را رشته‌ارتفاعات اطراف خواف، تربت حیدریه، کاشمر و بردسکن در شمال غرب و رشته‌ارتفاعات اطراف قائن، فردوس و گناباد در غرب در بر می‌گیرد. در شکل ۹-۱ نیز موقعیت رومرکز در نقشه ماهواره‌ای نشان داده شده است که تجسم بهتری از درک ناهمواری و مورفولوژی ناحیه ارائه می‌دهد. محدوده‌های ارتفاعی بوضوح در اطراف رومرکز گسترده‌گی دارند و اغلب آنها با تکتونیسیم منطقه در ارتباطند. نقطه رومرکز و اطراف آن در مقایسه با حواشی ناحیه پست‌تر و هموارتر می‌باشد.



شکل ۹- ناهمواری محدوده رومرکز زلزله سنگان با بزرگی ۵٫۸

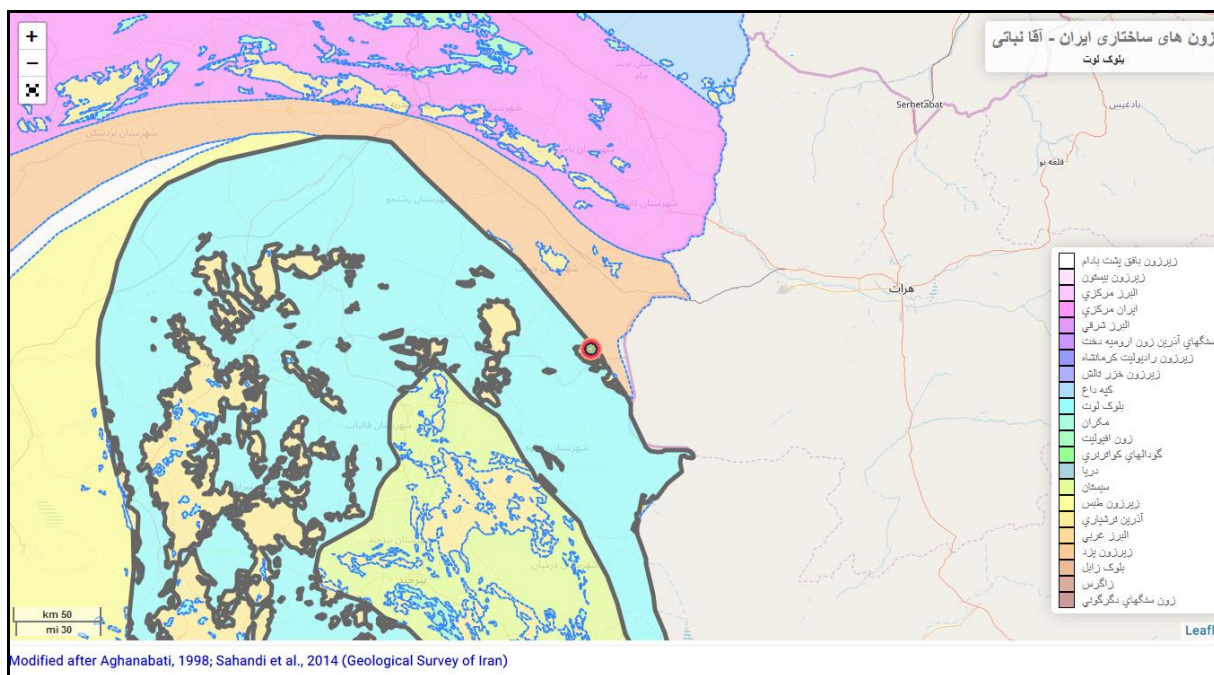


شکل ۹-۱- عکس ماهواره ای از محدوده رومرکز زلزله سنگان و ناهمواری منطقه در آن

### ۱۰- ایالت لرزه زمین ساختی محدوده رومرکز زلزله سنگان

در شکل ۱۰ موقعیت رومرکز زلزله بر روی نقشه ایالت های لرزه زمین ساختی ایران (تقسیم بندی آقنابتی) نشان داده شده است. از روی نقشه مشخص است که محدوده رومرکز در مرز بین زیر زون یزد در شمال و بلوک لوت در جنوب واقع شده است (براساس ایالت های لرزه زمین ساختی آقنابتی). در سامانه سپلا در قسمت زمین شناسی زلزله های تاثیرگذار می توان با کلیک بر روی آیکن های مربوطه تقسیم بندی ایالت های لرزه ساختی مختلف (در حال حاضر

تقسیم بندی آقا نباتی، نبوی و اشتوکلین) را همراه با رومرکز زلزله مشاهده نمود.



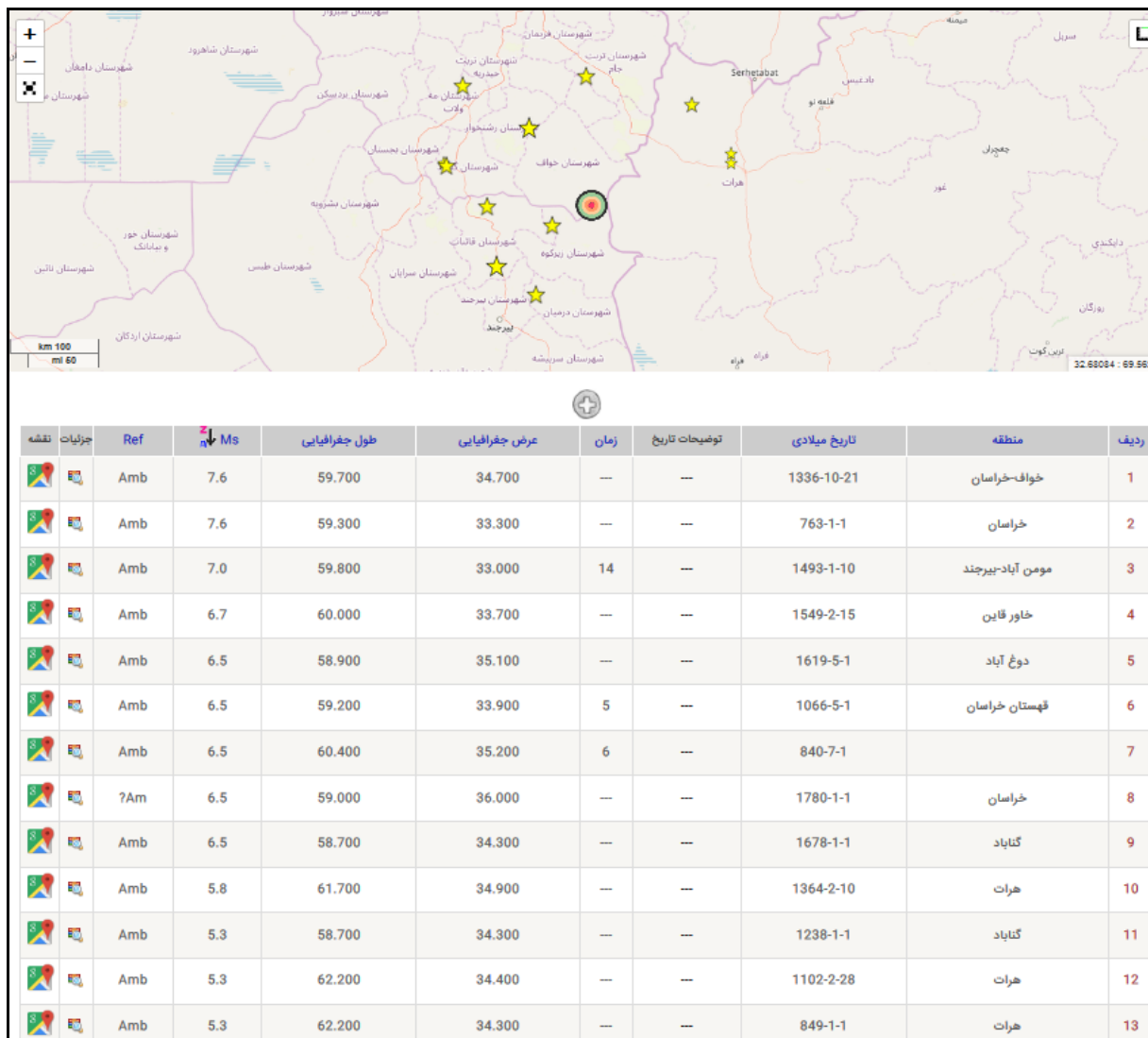
شکل ۱۰- رومرکز زلزله و ایالت‌های لرزه‌خیز زمین‌ساختی ایران

## ۱۱- لرزه‌خیزی گسترده اطراف رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان

در این قسمت به معرفی مختصری از چند لایه اطلاعاتی مرتبط با لرزه‌خیزی اطراف رومرکز زلزله پرداخته می‌شود.

### ۱۱-۱- زلزله‌های تاریخی اطراف رومرکز

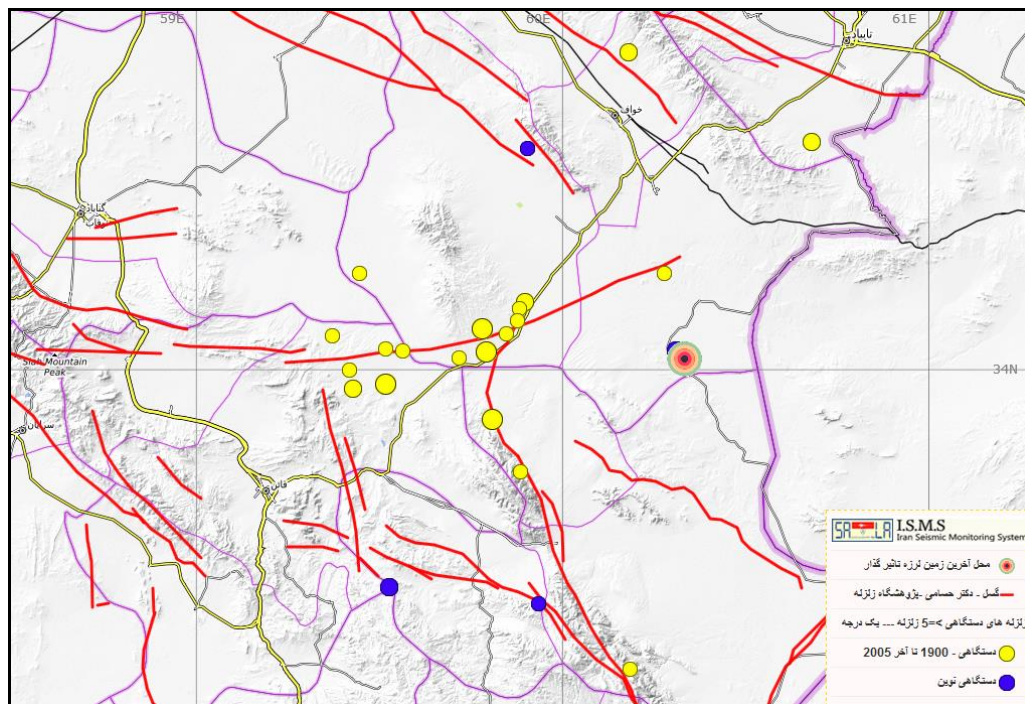
در شکل ۱۰ توزیع زمین‌لرزه‌های تاریخی تا شعاع ۱۵۰ کیلومتری اطراف رومرکز نشان داده شده است. تعداد ۱۳ زلزله تاریخی در اطراف رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان واقع شده‌اند که گسترش آنها اغلب در غرب رومرکز است. در جدول زیر شکل مشخصات زلزله‌های تاریخی اطراف رومرکز آورده شده است.



شکل ۱۰ - موقعیت زلزله های تاریخی اطراف رومرکز و جدول اطلاعات آنها

## ۱۱- ۲- زلزله های با بزرگی ۵ و بالاتر اطراف رومرکز

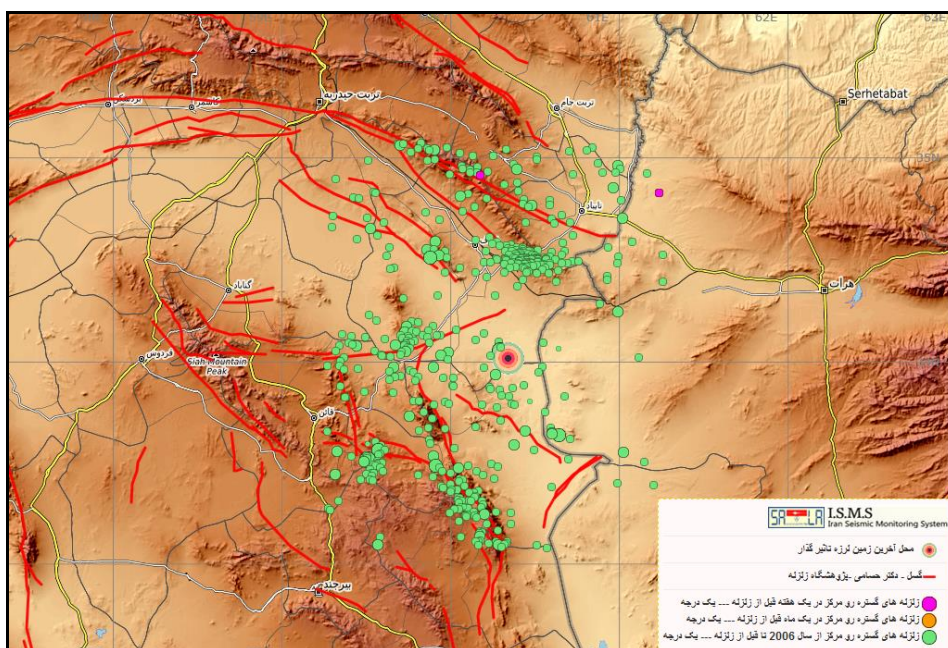
زلزله های با بزرگی ۵ و بالاتر از آن در دوره زمانی تا آخر ۲۰۰۵ و از ۲۰۰۶ تا حال حاضر (آذرماه ۱۳۹۸) در دو رنگ متفاوت در شکل ۱۱ نشان داده شده است. تجمع تعداد قابل توجهی از زلزله های دستگاهی نسبتاً بزرگ و بزرگ در مناطقی مانند شمال شرق قائن که محل تقاطع دو گسل کاری و لرزه زای آبیض و دشت بیاض است، شایان توجه بوده و اهمیت توجه به گره های تکتونیکی و فعال بودن نقاط تقاطع گسل ها را یادآور می شود.



شکل ۱۱- توزیع زمین لرزه های با بزرگی ۵٫۸ و بالاتر از آن در اطراف رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان

### ۱۱-۳- زلزله های با بزرگی ۲٫۵ و بزرگتر از آن در ۱۰۰ کیلومتری اطراف رومرکز زلزله سنگان

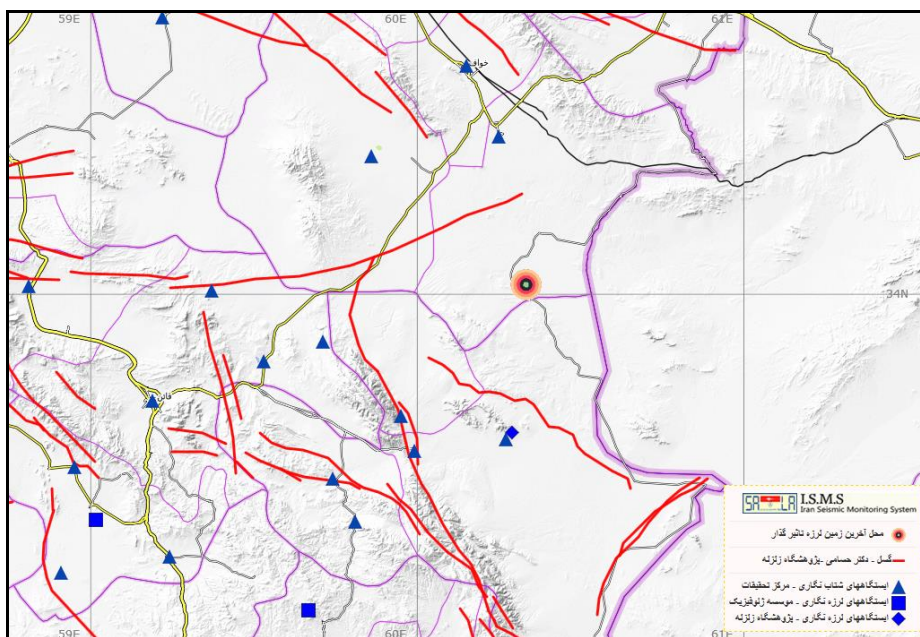
بر اساس داده های مرکز لرزه نگاری، در شعاع ۱ درجه از نقطه رومرکزی، زلزله های رخ داده از سال ۲۰۰۶ تا زمان رخداد زلزله ۵٫۸ سنگان گردآوری و در شکل ۱۲ به نقشه در آورده شده اند. از شکل ۱۲ می توان استنباط نمود که کل محدوده اطراف سنگان، لرزه خیزی بالائی را دارا هستند. از شمال بیرجند تا جنوب تربت جام در یک پروفیل ۳۰۰ کیلومتری خوشه های لرزه ای بارزی در شرق خواف، راستای گسل آبیز در شرق و گسل درونه در شمال سیمای لرزه خیزی متمایزی را به منطقه بخشیده است. در طول ۱۳ سال لرزه نگاری نوین کشور، در شعاع ۱۰۰ کیلومتری اطراف رومرکز، ۴۴۴ زلزله بالای ۲٫۵ در مدت ۱۳ سال اخیر در شعاع ۱۰۰ کیلومتری اطراف رومرکز زلزله سنگان رخ داده است که از آن میان ۱۲ زلزله ۴ بالای آن، ۳ زلزله با بزرگی ۵ و بالاتر از آن بوده است.



شکل ۱۲- زلزله های با بزرگی ۲٫۵ و بالاتر از آن از سال ۲۰۰۶ تا زمان رخداد زلزله سنگان در شعاع ۱۰۰ کیلومتری اطراف رومرکز

### ۱۱- ۴- ایستگاه های شتابنگاری و لرزه نگاری اطراف رومرکز

در شکل ۱۳ جانمایی ایستگاه های موجود لرزه نگاری (ایستگاه های موسسه ژئوفیزیک و پژوهشگاه زلزله) و ایستگاه های شتابنگاری (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی) نشان داده شده است. ایستگاه لرزه نگاری منند واقع در جنوب رومرکز نزدیکترین مرکز لرزه نگاری ژئوفیزیک و ایستگاه سنگان و ایستگاه میناب نزدیکترین ایستگاه های لرزه نگاری به رومرکز هستند. ایستگاه شاهرخت خراسان جنوبی پژوهشگاه زلزله در فاصله ۴۲ کیلومتری جنوب رومرکز از ایستگاه های لرزه نگاری نزدیکتر به نقطه رومرکز می باشند. فاصله ایستگاه های شتابنگاری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی از رومرکز زلزله نیز در شکل ۱۳-۱ و جدول ۳ نشان داده شده است. ایستگاه سنگان، شاهرخت و آبیز از جمله نزدیکترین ایستگاه های شتابنگاشتی به رومرکز زلزله سنگان می باشند. مشخصات ایستگاه های شتابنگاشتی نزدیک به نقطه رومرکز در جدول ۳ آورده شده است



شکل ۱۳- ایستگاه های لرزه نگاری و شتابنگاری اطراف رومرکز زلزله سنگان، ۵ ایستگاه نزدیکتر در جدول زیر شکل نشان داده شده است

ردیف	استان	نام ایستگاه - لاتین	نام ایستگاه - فارسی	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	فاصله از رومرکز (کیلومتر)
۱	خراسان رضوی	Sangan	سنگان	34.400000	60.250000	42
۲	خراسان جنوبی	Shah Rakht	شاهرخت	33.630000	60.270000	45
۳	خراسان جنوبی	Abiz	آبیز	33.690000	59.950000	52
۴	خراسان رضوی	Qasem Abad	قاسم آباد	34.350000	59.860000	56
۵	خراسان جنوبی	Haji Abad	حاجی آباد	33.600000	59.990000	57

جدول ۳- مشخصات ایستگاه های شتابنگاشتی اطراف رومرکز

## ۱۲- شدت و خسارت زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی

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

### ۱-۱۲ - 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 دقیقتر برآورد می‌شود، اما از دیدگاه مدیریت بحران زلزله که بتوان در ساعات و دقائق اولیه رخداد زلزله‌ها و بویژه زمین لرزه‌های بزرگ، برآوردی ولو تقریبی از شدت و خسارت‌های محتمل بدست آورد، بسیار مهم است. مقادیر شدت زلزله در همان لحظات نخست رخداد برآورد گردد. بر این اساس در سطح جهانی روابط مختلفی بین بزرگی - شدت کار شده و طی مقالات متعددی منتشر شده است. مقیاس شدت و درجات آن نیز در تعدادی از کشورها متفاوت است.

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

مرادی (۱۳۸۱) و ایمانی (۱۳۸۱) با استفاده از تعداد مشخصی از زمین لرزه‌های 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 زمین لرزه‌ها دارد. هر چند که دقیقترین برآورد شدت بازدیدهای میدانی پس از رخداد است ولی داشتن الگوئی اولیه از گستره تحت تاثیر زلزله ابزاری بسیار نیرومند در مدیریت بحران زمین لرزه خواهد بود (متن کامل نوشتار ما در خصوص بزرگی - شدت در سامانه سپلا قرار دارد WWW.SAPLA.IR).

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

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

**ساختمان نوع B:** طراحی، ساخت و ملات 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

اشدت	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 اتومبیل های 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 لق 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 آبها 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. اشیای به هوا پرتاب می شوند و سنگهای بزرگ جابجا می گردند



## ۱۲-۲- 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.

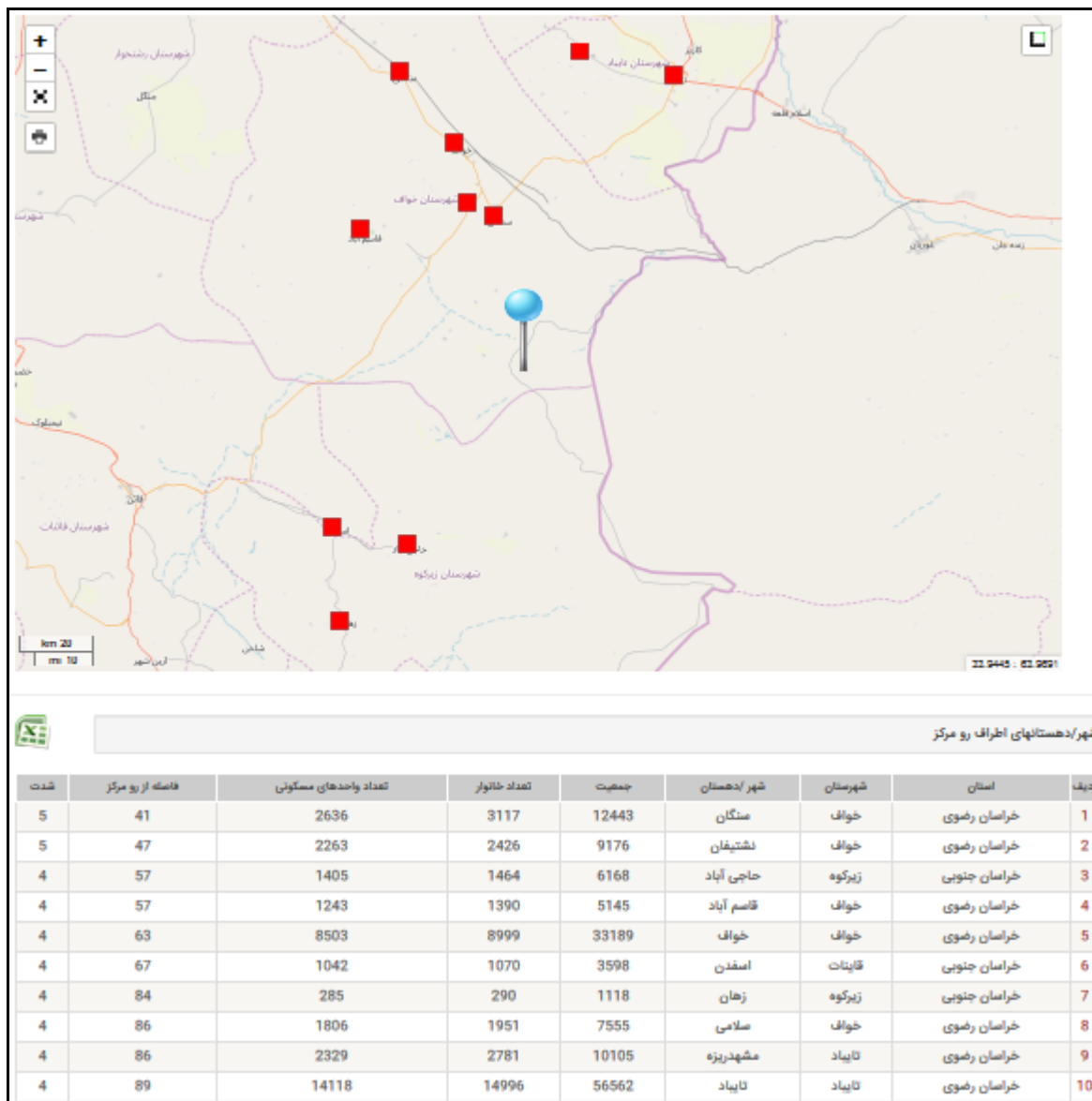
## ۱۲-۳- وضعیت ساخت و ساز در منطقه اطراف رومرکز زلزله سنگان

واضح است که برای برآورد خسارت علاوه بر برآورد شدت زمین لرزه، داشتن اطلاعات از کیفیت و کمیت ساخت و سازه های اطراف زلزله رخ داده ضرورت دارد. در این گزارش و در سامانه سپلا، [www.sapla.ir](http://www.sapla.ir) مناسب است که بر اساس رابطه شدت - بزرگی شعاع تا شدت ۵ را مد نظر قرار داده و بر اساس فاصله مراکز جمعیتی (شهری و روستائی) از نقطه وقوع زلزله اطلاعاتی از شرایط ساخت و ساز واحدهای مسکونی را ارائه دهیم. بنابر رابطه بکار گرفته شده در سپلا (ایمانی ۱۳۸۱)، برای بزرگی ۵٫۸ شعاع شدت ۵ حدود ۵۵ کیلومتر ارزیابی شده است که با احتساب این فاصله وضعیت ساخت و ساز واحدهای مسکونی شهری و روستائی بطور مختصر تشریح می شود.

## ۱۲-۳-۱- وضعیت ساخت و ساز شهری واقع در محدوده اطراف زلزله ۵٫۸ سنگان

۲ شهر سنگان و نشتیفان از توابع شهرستان خواف استان خراسان رضوی در محدوده شدت ۵ زلزله (شعاع دایروی شدت ۵۵ کیلومتر است) قرار گرفته اند (شکل ۱۴ و جدول زیر آن).

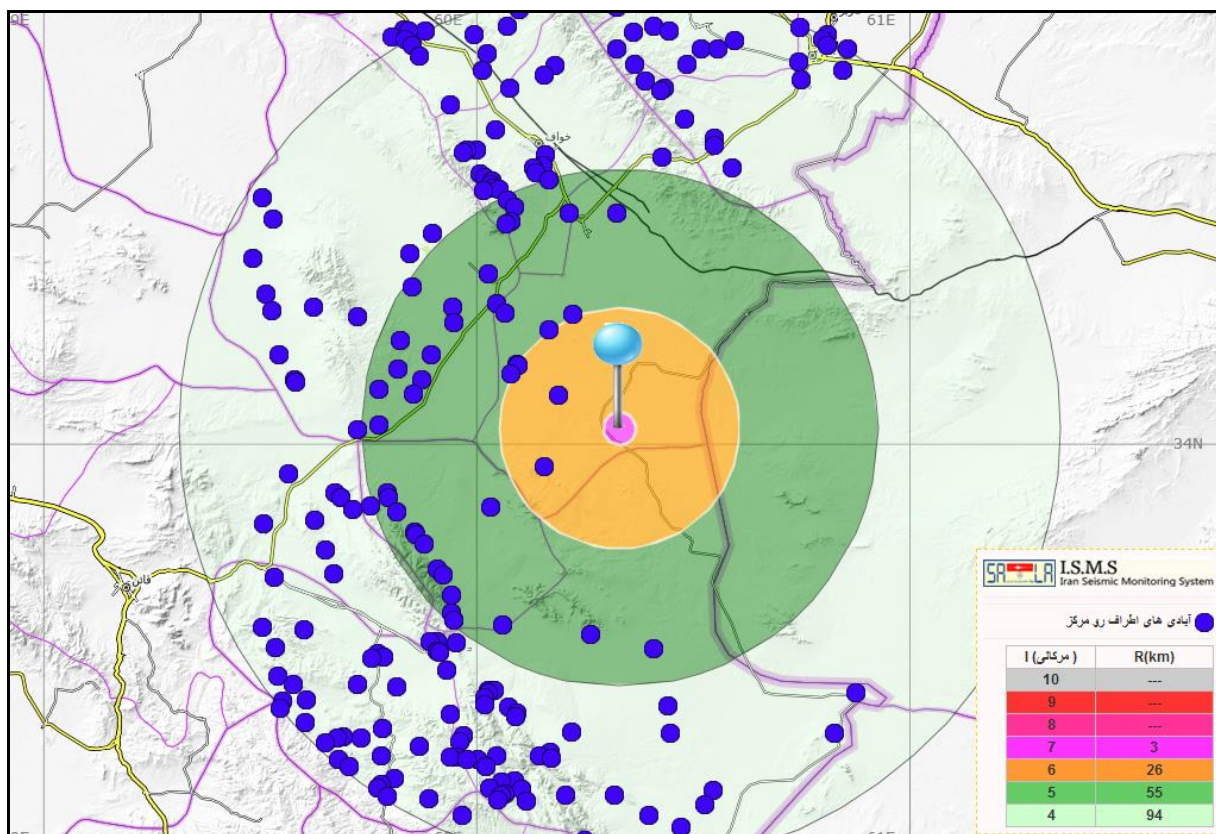
کل جمعیت شهری تحت تاثیر زلزله در محدوده اطراف زلزله ۵٫۸ سنگان، ۲۱۶۱۹ نفر می باشد که درصد بالائی از آن در شهر سنگان زندگی می کنند. تعداد خانوار ۵۵۴۳ و تعداد واحدهای مسکونی این دو شهر، ۴۸۹۹ واحد می باشد. ۳۷۶۹ واحد از آن فاقد اسکلت و ۱۱۳۰ واحد دارای اسکلت است (نسبت ۳۰ درصدی واحدهای اسکلتی به فاقد اسکلت که بیانگر کیفیت و شاخص کیفی پائین ساخت و ساز مسکونی در منطقه است).



شکل ۱۴- توزیع مراکز جمعیتی شهری اطراف رومرکز و جدول اطلاعاتی مراکز شهری تحت تاثیر زلزله ۵٫۸ سنگان

### ۱۲-۳-۲- وضعیت ساخت و ساز روستائی واقع در محدوده اطراف زلزله ۵٫۸ سنگان

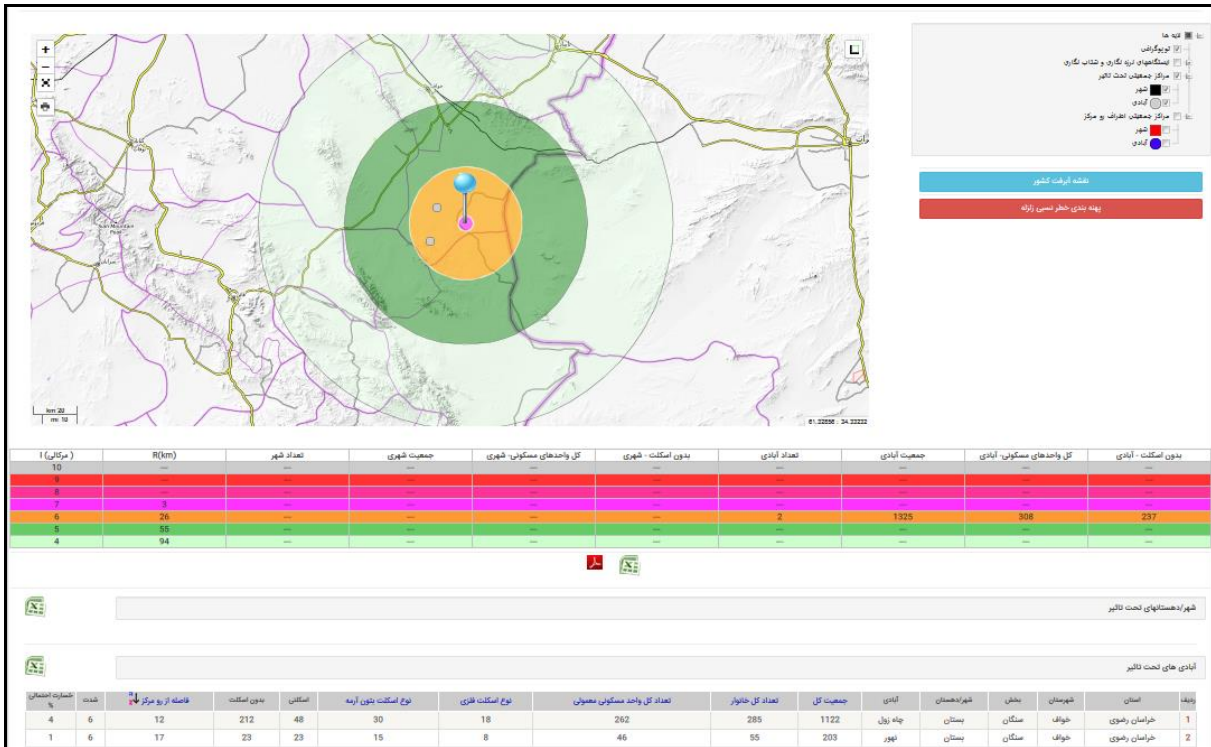
در محدوده شدت ۵ زمین لرزه کلمه، ۴۹ پارچه آبادی (شکل ۱۵) مستقر هستند که جمعیت کل آنها ۴۳۸۲۶ نفر می باشد (مرکز آمار سال ۱۳۹۵). تعداد کل واحدهای مسکونی این آبادی ها، ۱۱۴۳ واحد می باشد که از این میان ۴۴۱۱ واحد فاقد اسکلت و ۵۷۳۲ اسکلت دار هستند. نسبت واحدهای اسکلت دار به واحدهای فاقد اسکلت روستائی ۱٫۳ می باشد که معرف شاخص کیفی مناسب واحدهای مسکونی روستائی در مقایسه با واحدهای مسکونی شهری منطقه است و در نوع خود جالب توجه نیز می باشد.



شکل ۱۵- توزیع مراکز جمعیتی روستائی اطراف رومرکز

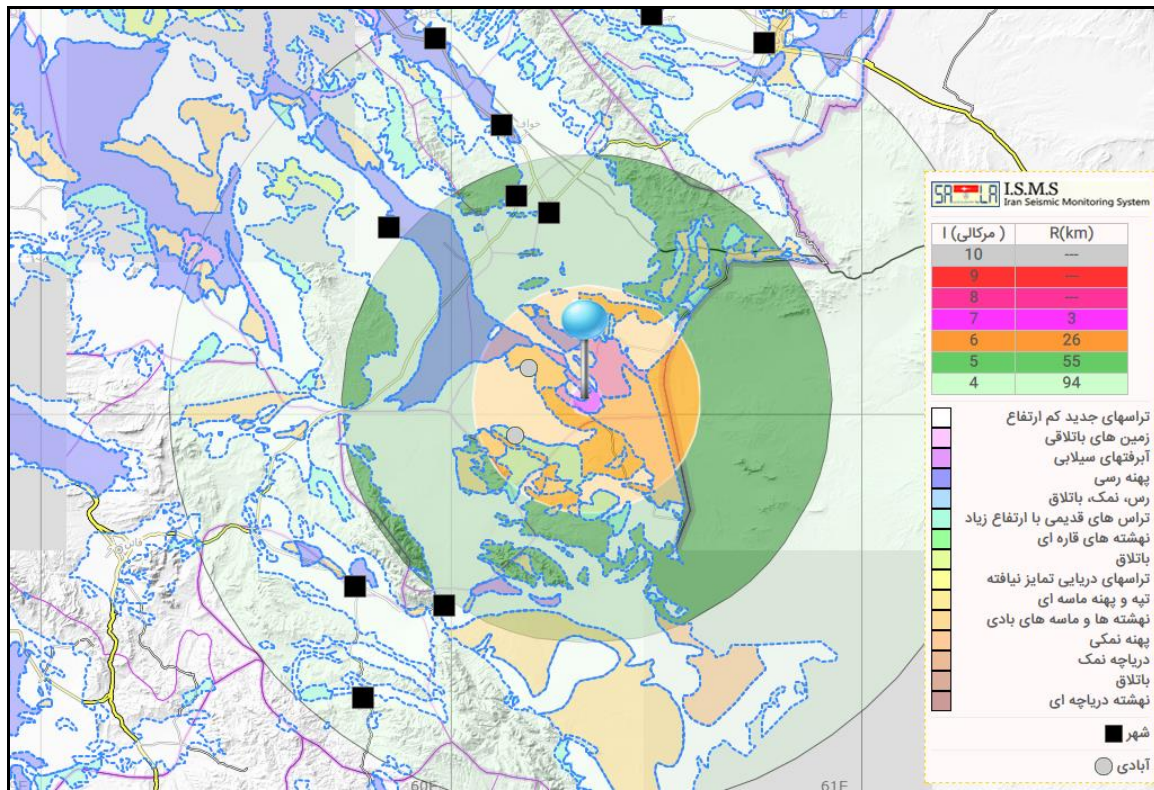
### ۱۲- ۳- ۳- شدت و خسارت زلزله ۵٫۸ سنگان

بزرگی ۵٫۸ زلزله بر اساس روابط موجود، شدت حداکثر ۷ (مقیاس مرکالی اصلاح شده) در مناطق نزدیکتر به رومرکز ایجاد خواهد کرد (بصورت نقطه ای و شعاع ۳ کیلومتری اطراف رومرکز). علاوه بر آن شدت در مناطق با ساختگاه نرم بطور نسبی بیشتر از ساختگاه سنگی خواهد بود. براساس روابط بزرگی و شدت، برای زلزله ۸٫۵ سنگان حداکثر شدت ۷ خواهد بود. نقشه دوایر هم شدت در شکل ۱۶ نشان داده شده است. برآورد شتاب و برآورد خسارت نشان می‌دهد که بر اساس محاسبات بعمل آمده، واحد مسکونی شهری خسارت دیده ای برای این زمین لرزه انتظار نمی‌رود. شعاع دایروی شدت ۶ معادل ۲۶ کیلومتر برآورد شده است. در جدول ۵ خسارت تخمینی و غیرقابل استناد برآورد شده برای مراکز روستائی آورده شده است. براساس این محاسبات انتظار می‌رود که در ۲ روستای محدوده اطراف رومرکز زلزله حدود ۹ واحد مسکونی در اثر این زمین لرزه آسیب دیده باشند. محاسبات نشان می‌دهد که دو روستای چاه زول و نهور که در فاصله ۱۲ و ۱۷ کیلومتری رومرکز قرار گرفته اند درصد پائینی از خسارت را متحمل شده باشند.



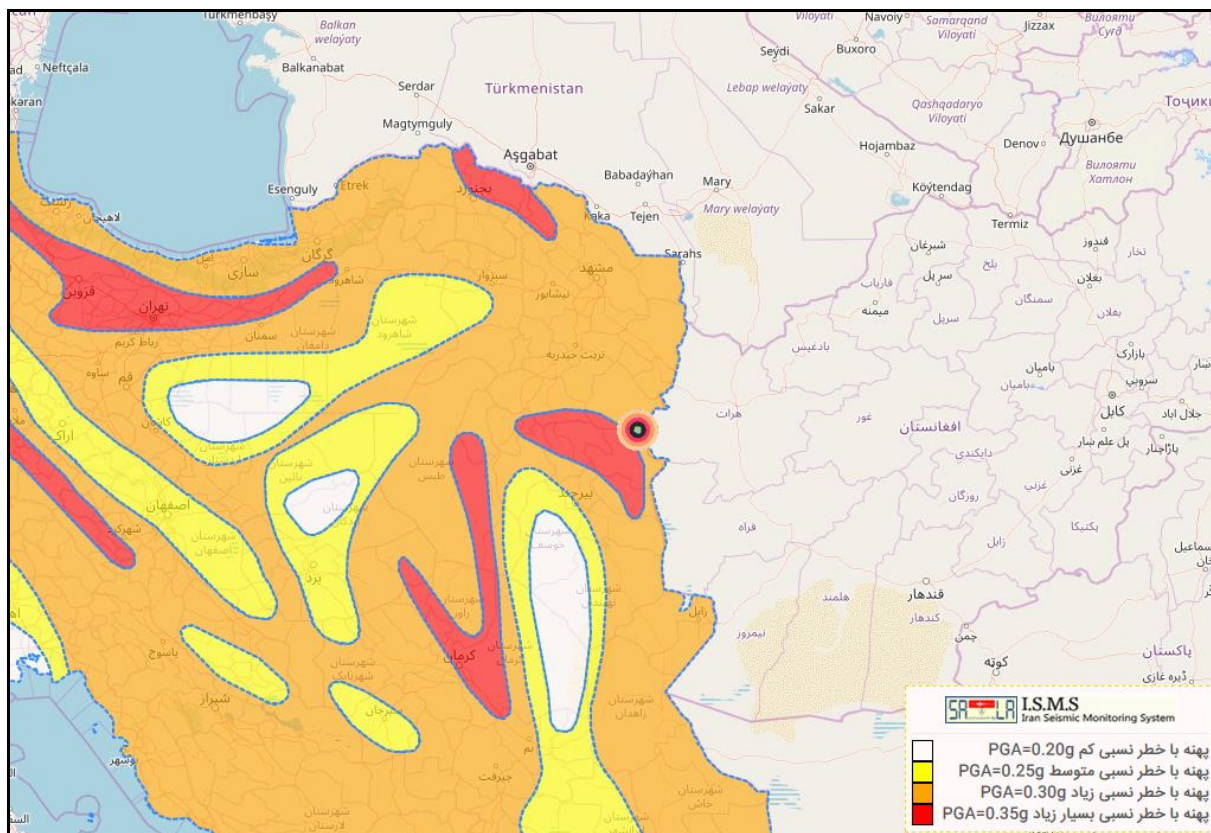
شکل ۱۶- توزیع مراکز جمعیتی روستائی اطراف رومرکز در دواير هم شدت (دو روستا در شدت ۶ واقع هستند)

البته انتظار می رود که مراکز جمعیتی نزدیک به زمین لرزه و واقع بر خاک های آبرفتی شدت بیشتری را احساس کرده باشند. در شکل ۱۷ موقعیت مراکز جمعیتی بر روی نقشه آبرفت - سنگ محدوده نشان داده شده است. انتظار می رود بر اساس این نقشه (مقیاس نقشه کشوری است)، دو روستای چاه زول و نهور بر اساس نقشه سنگ - آبرفت مقیاس کشوری، بر روی ساختگاه سنگی واقع اند که نقشی در بزرگنمایی شدت زلزله نخواهد داشت.



شکل ۱۷- آبادی های واقع در دواير شدت احتمالی زلزله ۵٫۸ سنگان و زون های آبرفتی

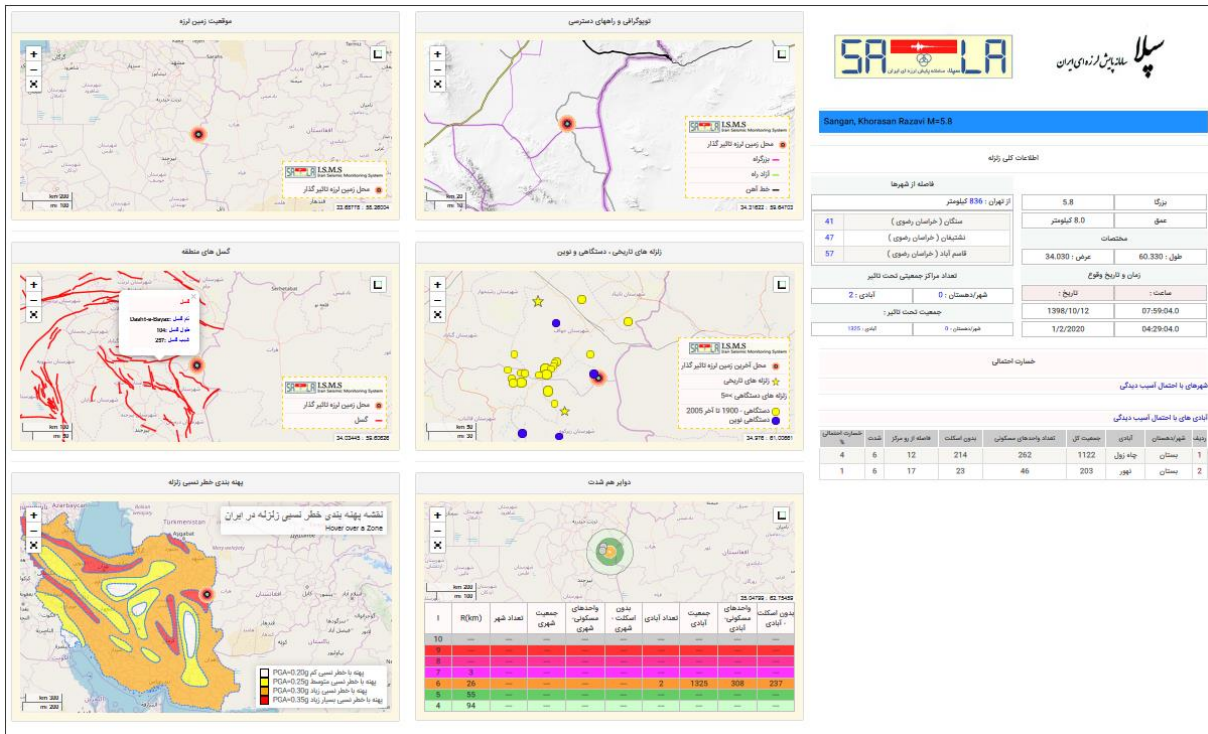
محدوده رومرکز زلزله در نقشه پهنه بندی خطر زلزله ضمیمه آئین نامه ۲۸۰۰ در زون با خطر بالا در مرز با زون خطر بسیار بالای منطقه قائن قرار می گیرد که در شکل ۱۸ نشان داده شده است.



شکل ۱۸- محدوده رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان و موقعیت آن در نقشه پهنه بندی خطر ضمیمه آئین نامه ۲۸۰۰

### ۱۳- پوستر زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی

اطلاعات توپوگرافی محدوده رومرکز، موقعیت زمین لرزه بر روی نقشه پایه جغرافیای جهانی، لرزه خیزی گستره رومرکز، گسل های اطراف محدوده وقوع زلزله، دواير 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 کادراهی مفیدی هستند که بصورت یکجا در پوستر زلزله توسط سامانه سپلا بطور اتوماتیک تولید می شود. در شکل ۱۹ پوستر زلزله ۵٫۸ سنگان نشان داده شده است.



شکل ۱۹- پوستر زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی

## ۱۴- پایش لرزه ای نقطه رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی

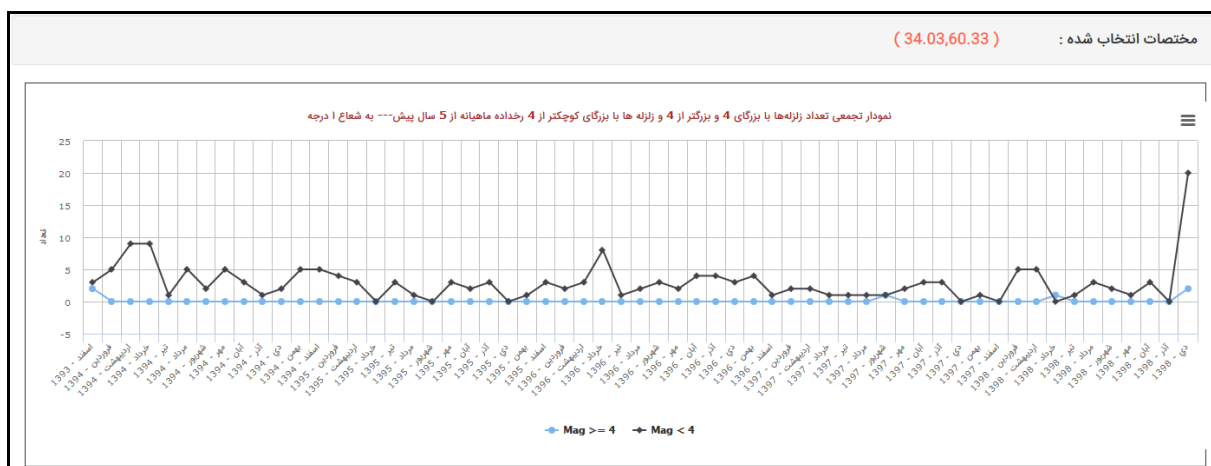
پیش از وقوع زمین لرزه های تاثیرگذار، احتمال بروز بی هنجاری در رفتار لرزه ای و رژیم لرزه خیزی گستره رومرکز و اطراف آن وجود دارد. تجمع تنش در نهایت منجر به رخداد زلزله های بزرگ می شود اما پیش از وقوع، انتظار تغییر رفتار در نرم رخداد زلزله ها در ناحیه وجود دارد(البته ممکن است در بعضی موارد هم تغییرات خاصی از نظر رونداد لرزه خیزی ناحیه مشاهده نگردد). در سامانه سپلا، [www.sapla.ir](http://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 ۵٫۸ سنگان (۳۰،۹۹۰ و ۵۰،۱۹۰)، نمودارهایی در دو حالت ۱- کل زلزله ها ۲- با حذف پس لرزه ها تهیه شده است که در ادامه به شرح مختصری از آنها پرداخته می شود. هدف در واقع رفتار شناسی نواحی مختلف پیش از وقوع زلزله تاثیرگذار است که امید می رود با تکمیل این فرآیند گامی علمی و مبتنی بر داده ها در تحلیل و تفسیر لرزه خیزی نقاط مختلف و بویژه محدوده های اطراف مراکز جمعیتی بزرگ برداشته شود. در سامانه سپلا، پیش فرض محاسبات پایش لرزه ای، مراکز استان ها است که اگر در نقشه مربوطه بر روی هر کدام از مراکز استان ها کلیک شود نمودارهای پایش لرزه ای آنها قابل مشاهده خواهد بود( این نمودارها در حال تکمیل بوده و سایر ضرائب لرزه خیزی مانند  $a$  و  $b$  value و rate و سایر ضرائب با اهمیت دیگر لرزه خیزی به سامانه افزوده خواهد شد).

موضوع مهم دیگر، رفتار لرزه ای پیش از رخداد زلزله های بزرگ است. برای ما مهم است بدانیم که در اطراف نقطه مورد نظر و مهم( از نظر کاربر)، تغییرات لرزه خیزی نسبت به زمان چگونه است؟، آیا رخداد زلزله ها بطور قابل ملاحظه در حال افزایش است یا بر عکس کاهش چشمگیر از خود نشان می دهد؟، نسبت به خط زمینه فعالیت لرزه ای در یک گستره، مقادیر ماکزیمم تعداد رخداد و مینیمم، چگونه تفسیر میس شوند؟، آیا نوسانات خارج از نرم و مقدار زمینه در ادامه به رخداد زلزله های بزرگتر ختم شده است؟ و ... مواردی از این قبیل برای همه محققان و کارشناسی که در امر مطالعات پیش نشانگرهای لرزه ای علاقمند هستند می تواند مفید و قابل استفاده باشد.

در سامانه سپلا، امکان انتخاب مراکز استان ها، امکان انتخاب هر نقطه دلخواه با کلیک بر روی نقشه، امکان انتخاب نقطه با دادن مختصات طول و عرض جغرافیائی آن قرار داده شده است که می توان نمودارهای مختلفی را از سامانه برگرفت و پایش و مونیتورینگ لرزه ای را برای محدوده های مورد نظر عملیاتی نمود. استنتاج و اعلام نظر بر اساس بی هنجارهای مشاهده شده نیازمند دانش، تجربه و رفتار شناسی گسترده لرزه ای نقاط مختلف ایران زمین است که باید اذعان نمود هنوز در شروع این راه طولانی هستیم.

#### ۱۴ - ۱- نمودار تعداد کل رخداد ماهیانه زلزله های ۴ و بزرگتر و زلزله های کوچکتر از ۴ در شعاع ۱ درجه اطراف رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی

در شکل ۲۰ نمودارهای تعداد رخداد ماهیانه در دو حالت زلزله های کوچکتر از ۴ و زلزله های ۴ و بزرگتر از آن نشان داده شده است. نقطه مرکز ناحیه مورد نظر، مختصات رومرکز زلزله سنگان بوده که تا شعاع یک درجه ( حدود ۱۰۰ کیلومتری) اطراف آن را در بر می گیرد. در نمودار شکل ۲۰ مشاهده می شود که تعداد زلزله های کوچکتر از ۴ و بزرگتر از آن تا قبل از این زلزله در بازه ۵ ساله گذشته بی هنجاری قابل ملاحظه ای را نشان نداده اند. افزایش قابل ملاحظه زلزله های کوچک در انتهای نمودار مربوط به پس لرزه های زلزله ۵٫۸ سنگان می باشد.



شکل ۲۰ - نمودار تعداد کل رخداد ماهیانه زلزله های ۴ و بزرگتر و زلزله های کوچکتر از ۴ در شعاع ۱ درجه اطراف رومرکز زلزله ۵٫۸ سنگان استان خراسان رضوی

### ۱۵-پیشنهادات

- با توجه به لرزه خیزی بالای منطقه و ریسک لرزه ای محدوده اطراف رومرکز زلزله موارد زیر بعنوان پیشنهادات ارائه می گردد:
- نسبت واحدهای مسکونی اسکلت دار به فاقد اسکلت بمراتب پائین و در مناطق شهری ۰٫۳ است. دو شهر سنگان و نشتیفان شاخص کیفی سازه ای نامناسبی دارند. این نسبت در مقایسه با نسبت کشوری واحدهای اسکلت دار به فاقد اسکلت که ۱٫۳ می باشد، شاخص کیفی سازه ای نامطلوبی را نشان می دهد. مهمترین و ساده ترین کار، بهسازی واحدهای مسکونی شهری در منطقه اطراف رومرکز زلزله است. شاخص کیفی واحدهای مسکونی روستائی اطراف رومرکز نسبتا مناسب است.
- آموزش های عمومی رفتار صحیح در برابر زلزله برای عموم مردم امر ضروری است. از عموم خوانندگان این گزارش درخواست می شود که کلاکت های آموزشی رفتار صحیح در برابر زلزله را که در سامانه سپلا، [www.sapla.ir](http://www.sapla.ir) و نیز در کانال تلگرامی [t.me/Dr\\_AliBeitollahi](https://t.me/Dr_AliBeitollahi) بازگذاری شده است را بطور مقتضی بازنشر نمایند تا سطح آموزش همگانی رفتار

صحیح در برابر زلزله در کل کشور ارتقاء یابد.

- کلیه نقشه و اطلاعات این گزارش از سامانه سیپلا قابل برگرفتن است. این سامانه، از جمله سامانه های منحصر بفرد و در سطح جهانی است که مشابه آن را در کمتر کشوری می توان مشاهده نمود. از همه پژوهشگران، کارشناسان، مهندسان، مدیران و کلیه علاقمندان و عموم مردم تقاضا دارد در جهت بهبود سطح کیفی سامانه پیشنهادات خود را به آیدی @alibeitollahi (در تلگرام و اینستاگرام) ارسال نمایند.