



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

گزارش مقدماتی زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان

رخداد ۱۳۹۹/۰۷/۰۵

تالیف:

بخش زلزله شناسی مهندسی و خطرپذیری

۱۳۹۹/۰۷/۰۶

فهرست مطالب

۳	پیشگفتار
۴	۱- کلیاتی از زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان
۵	۲- شدت و خسارت احتمالی زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان
۵	۲-۱- شدت احتمالی زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان
۵	۲-۲- خسارت احتمالی زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان
۹	۳- شرایط آب و هوایی محدوده در زمان وقوع زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان
۹	۴- توپوگرافی محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان و برآورد اولیه احتمال وقوع زمین لغزش و ریزش سنگ
۱۰	۵- دسترسی به محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان و مراکز جمعیتی اطراف
۱۱	۶- مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان
۱۱	۶-۱- مراکز جمعیتی شهری
۱۲	۶-۲- آبادی‌های اطراف رومرکز زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان
۱۳	۷- گسل مسبب زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان
۱۶	۸- لرزه‌خیزی محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان
۱۷	۹- نتایج پایش لرزه‌ای گستره رومرکز تا زمان رخداد زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان
۱۸	۱۰- پیوستر زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان
۱۹	۱۱- پیشنهادات
۱۹	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 _____ ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
- شکل ۳-۱ - شرایط آب و هوایی محدوده رومرکز زلزله _____ ۹
- شکل ۴-۱ - نقشه ناهمواری و مسیرهای دسترسی گستره رومرکز زلزله _____ ۱۰
- شکل ۵-۱ - نقشه مسیر دسترسی (خودرو) به رومرکز زلزله _____ ۱۱
- 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 _____ ۱۵
- شکل ۸-۱ - نقشه لرزه‌خیزی گستره اطراف زلزله _____ ۱۷
- 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 ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان _____ ۱۸
- شکل ۹-۲ - نمودار هیتمپ _____ ۱۸
- شکل ۱۰-۱ - پوستر زلزله _____ ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

پیشگفتار

گزارش مخاطرات بویژه مخاطرات تاثیرگذار با این هدف توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی 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.

براساس ضرورت مستند سازی رخدادهای لرزه‌ای تاثیرگذار، در لحظات اولیه رخداد زلزله، گزارش مقدماتی حاضر برای زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان تهیه شده است که امید می‌رود برای مدیران و کارشناسان، علاقمندان و عموم مردم مفید واقع گردد.

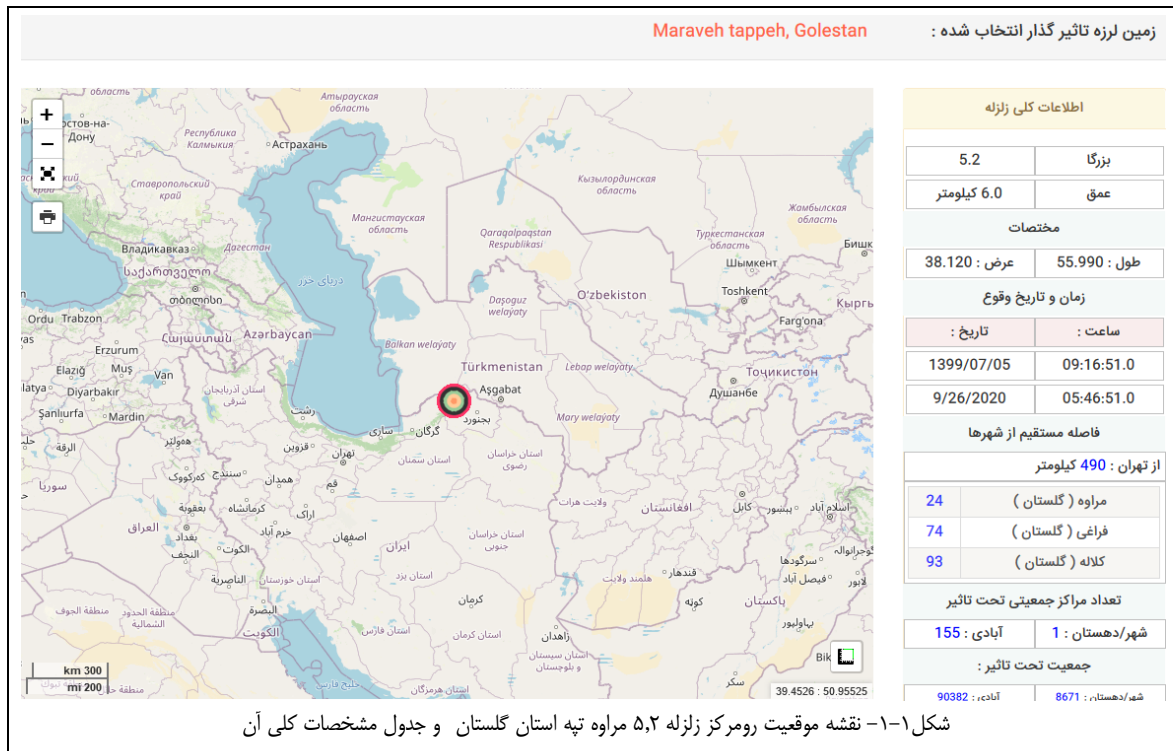
دکتر محمد شکرچی زاده

۱- کلیاتی از زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان

به گزارش مرکز لرزه‌نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران (IRSC) زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان، مورخ ۱۳۹۹/۰۷/۰۵ ساعت ۰۹:۱۶:۵۱ در عمق ۶٫۰ کیلومتری و بفاصله ۲۴ کیلومتری مراوه (گلستان)، ۷۴ کیلومتری فراغی (گلستان) و ۹۳ کیلومتری کلالة (گلستان) و در فاصله مستقیم ۴۹۰ 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 ۱ شهر با جمعیتی معادل ۸۶۷۱ نفر و ۱۵۵ آبادی با جمعیتی در حدود ۹۰۳۸۲ نفر (آمار ۱۳۹۵) "تحت تاثیر" این زمین‌لرزه قرار گرفته‌اند.

"منظور از واژه تحت تاثیر، مراکز جمعیتی هستند که در آنها زلزله با درجه شدت های محسوس ۴ و بالاتر احساس شده باشد، 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 شدت موثر، 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 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 ۵,۲ مراوه تپه استان گلستان

شدت و خسارت برآورد شده و احتمالی زلزله ۵,۲ مراوه تپه استان گلستان 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 ۵,۲ مراوه تپه استان گلستان در محدوده رومرکزی به آن مراجعه شود.

۲-۱- شدت احتمالی زلزله ۵,۲ مراوه تپه استان گلستان

برای زلزله ۵,۲ مراوه تپه استان گلستان، براساس روابط تجربی، شدت محسوس ۶ در حوالی رومرکز و بشعاع ۶ کیلومتری اطراف آن محاسبه شده است.

تعداد کل جمعیت ساکن (شهری و روستائی) در محدوده شدت محسوس زلزله ۵,۲ مراوه تپه استان گلستان ۹۹۰۵۳ 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 ۱-۲ آورده شده است.

جدول 1-2- شهرها و آبادی‌های نزدیک (بترتیب فاصله) واقع در دایره‌های شدت زلزله Maraveh tappeh, Golestan

مراکز جمعیتی با احتمال خسارت یا در مجاورت رومرکز زلزله

شهرهای با احتمال آسیب دیدگی یا در مجاورت رومرکز

ردیف	استان	شهر	جمعیت کل	تعداد واحدهای مسکونی	بدون اسکلت	فاصله از رو مرکز	شدت	خسارت احتمالی %
1	گلستان	مراوه	8671	1911	---	24	5	---
2	---	مجموع	8671	1911	---	---	---	---

آبادی‌های با احتمال آسیب دیدگی یا در مجاورت رومرکز

ردیف	استان	شهر	آبادی	جمعیت کل	تعداد واحدهای مسکونی	بدون اسکلت	فاصله از رو مرکز	شدت	خسارت احتمالی %
1	گلستان	پالیزان	دادلی قزین	400	99	75	11	5	---
2	گلستان	پالیزان	عطا جان قزبانی	91	22	22	15	5	---
3	گلستان	پالیزان	مردم دره	172	44	43	16	5	---
4	گلستان	مراوه تپه	نازلی آچی سو پالین	1079	245	172	17	5	---
5	گلستان	پالیزان	بسطام دره	380	93	67	18	5	---
6	گلستان	پالیزان	دولت اورلان	243	63	49	19	5	---
7	گلستان	پالیزان	شاخلی	116	25	18	20	5	---
8	گلستان	مراوه تپه	قزل دالق	135	32	31	23	5	---
9	گلستان	پالیزان	شیخ لرسفلی	642	162	134	23	5	---
10	گلستان	پالیزان	اق لر	310	66	66	24	5	---
11	---	---	مجموع	103495	23612	19074	---	---	---

۲-۲- خسارت زلزله ۵,۲ مراوه تپه استان گلستان

ساختمان‌ها و منازل مسکونی:

با توجه به رخداد زلزله در منطقه مراوه تپه استان گلستان، تیم‌های ارزیاب جهت بررسی خسارات محتمل به مناطق تحت تاثیر اعزام گردیده و نکات مختلف در زمینه آسیب‌های رخ داده جمع‌بندی گردید. بر اساس گزارش مسئولین محلی و بازدیدهای صورت گرفته از مناطق پیرامون کانون زلزله، شهرهای اطراف تاثیر بسیار کمی از زلزله گرفته‌اند و آسیب مشهودی در این شهرها گزارش نشده است. اما با توجه به کاهش کیفیت ساخت و سازها در مناطق روستایی، تعداد ۲۰ روستا در مناطق مرزی تحت تاثیر زلزله مذکور قرار گرفته و آسیب دیده‌اند، که در این میان ۵ روستا بیشترین خسارات را به خود اختصاص داده‌اند و مناطق زلزله زده در شهرهای مراوتپه، گنبد و شهرستان راز و جرگلان و روستای حصارچه و گز، خسارات مشهودی وجود نداشته است.



شکل ... بروز ترک خوردگی در دیوار منزل روستایی

جمع بندی ارزیابی‌های انجام شده از ۲۰ روستایی که تحت تاثیر زلزله بوده‌اند و ارزیابی ۲ هزار واحد مسکونی روستایی توسط کارشناسان مربوطه، بیانگر این موضوع است که ۲۵۰ واحد مسکن روستایی دچار خسارت‌های تعمیراتی و تخریبی شده‌اند که از این میان ۱۳۵ واحد مسکونی به طور کامل آسیب دیده‌اند و باید مورد نوسازی قرار گیرند و همچنین تعداد ۱۱۵ واحد مسکونی دارای آسیب‌های جزئی بوده‌اند و با انجام تعمیرات و مقاومسازی، به مود کاری بر خواهند گشت.

نکته قابل توجه در بحث منازل آسیب دیده، آنست که همه این ساختمان‌ها بدون رعایت اصول مهندسی ساخته شده‌اند و خشتی و گلی بوده‌اند. در این زلزله، آسیب مشهودی در منازل ساخته شده با قواعد مهندسی گزارش نشده است. با بررسی آسیب‌های رخ داده اینگونه به نظر می‌رسد که در غالب منازل که به شکل کامل آسیب دیده‌اند، شاهد ریزش

سقف هستیم. در مابقی موارد که آسیب دیدگی خفیفی داشته اند، شاهد بروز ترک‌های برشی و ریزش مصالح دیوار به شکل ناچیز بوده ایم.



شکل ۲-۱- بروز ترک خوردگی در نقطه تلاقی دو دیوار برابر خشتی

همانطور که از شکل فوق قابل برداشت است، عدم انسجام حرکتی ساختمان‌های خشت و گلی در برابر زلزله، و همچنین نبود اتصال مناسب بین المان‌های مختلف مانند دیوارهای متعامد، موجب شده است تا در زمان زلزله به دلیل تفاوت در میزان و جهت حرکت دیوارها شاهد ترک‌های گسیختگی در محل تلاقی دیوارها باشیم. این نوع از آسیب‌ها به همراه آسیب‌های ناشی از ریزش ناحیه ای مصالح دیوار و سقف به دلیل ضعف در برابر حرکات جانبی در ساختمان‌های غیر مهندسی، بسیار رایج بوده و معمولاً آسیب‌های غیر قابل تعمیری را در حد نهایت به جای می‌گذارند. در شکل ... نمونه ای از این نوع از تخریب‌ها قابل مشاهده است.



شکل ۲-۲- بروز ترک، گسیختگی و ریزش مصالح در دیوار ساختمان خشت و گلی

لازم به ذکر است که به گفته مسئولان استانی، نزدیک به ۶۷ درصد منازل مسکونی در مناطق تحت تاثیر زلزله فاقد سیستم مهندسی و کاملاً غیر مقاوم است و منطقه مراوه تپه حدوداً ۱۲۰۰۰ منزل مسکونی غیر مقاوم دارد، که این موضوع لزوم توجه به طرح‌های بهسازی و نوسازی را بسیار حیاتی می‌نماید. باید به این نکته مهم اشاره نمود که از سال ۹۰ طرح‌هایی از این دست در این مناطق در حال اجراست که نتیجه آن عدم آسیب دیدن منازل بهسازی شده در این زلزله است.

زیر ساخت‌ها:

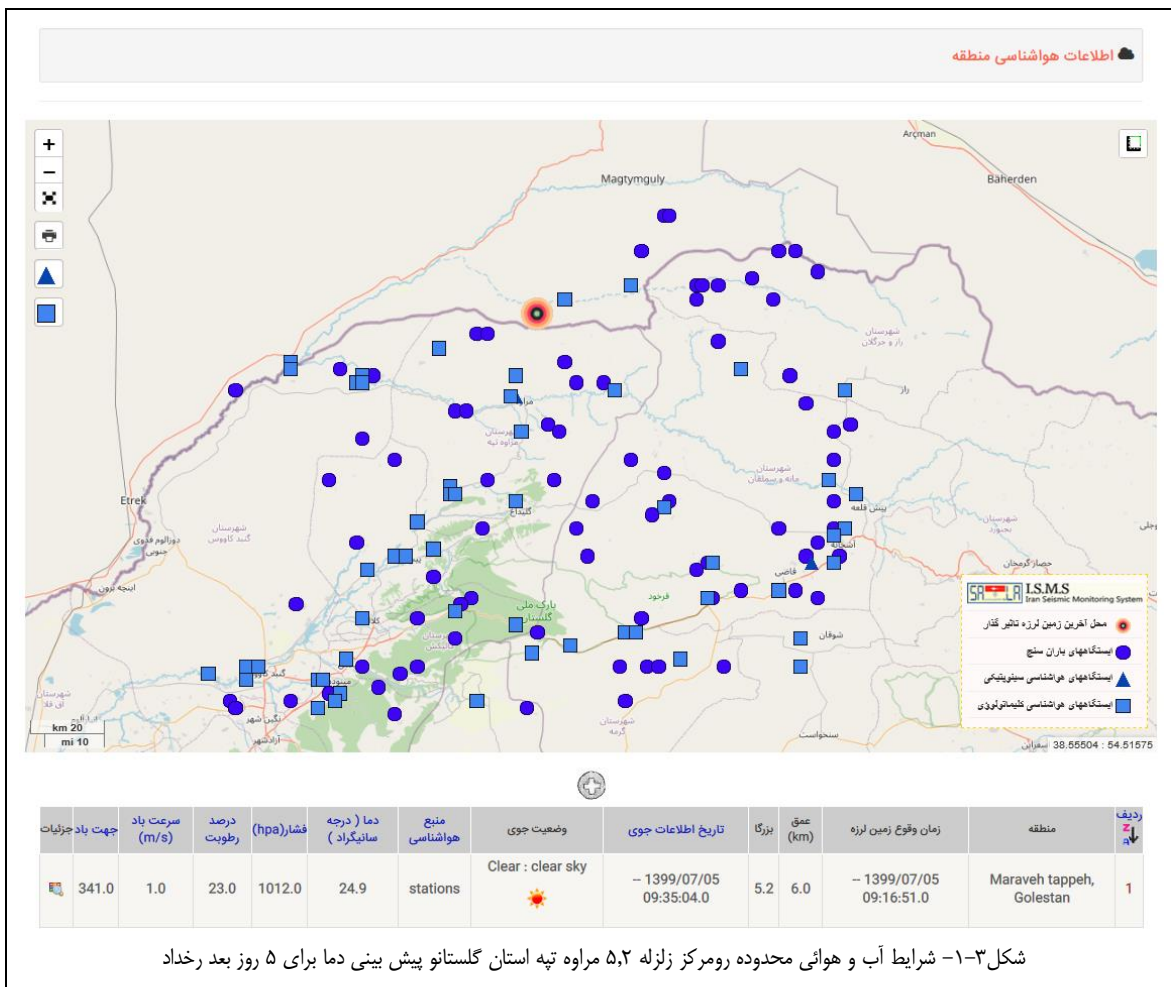
از موارد دیگر آسیب دیدگی در روستاهای اطراف کانون زلزله، باید به قطع برق و اختلال در مخابرات روستاهای دادلی و قازان قایه اشاره نمود که این مشکل به دلیل اتصال سیم‌های برق بوده است که البته در ساعات اولیه با رسیدگی مسئولین ذیربط رفع گردیده است.

همچنین تنها در محورهای محلی روستاهای الهادی و ویرو، شاهد ریزش سنگ بوده‌ایم که در ساعات اولیه تنها با خودروهای کمک‌دار، امکان تردد از این محورها فراهم بوده است و در ادامه با تلاش مسئولین محلی، این مشکل رفع گردیده است. در دیگر محورهای استان گلستان موردی از آسیب دیدگی و یا ریزش و رانش مشاهده نشده است. همچنین به گفته مسئولین فرودگاه گرگان، مواردی مبنی بر آسیب دیدگی در این فرودگاه گزارش نشده است.

۳- شرایط آب و هوایی محدوده در زمان وقوع زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان

ایستگاه های هواشناسی و باران سنجی اطراف رومرکز زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان در شکل ۱-۳ نشان داده شده است. در جدول زیر شکل ۱-۳ اطلاعات هواشناسی نقطه رومرکز هر دوساعت بعد از زلزله نشان داده شده است (تا زمان تدوین گزارش).

"اطلاعات هواشناسی برخط از زمان مراجعه به سایت www.windy.com (متناسب با زمان رخداد زلزله) و تا ۵ روز بعد از آن (بعنوان پیش بینی وضعیت آب و هوای منطقه برای چند روز آتی بعد از رخداد با هدف اتخاذ تمهیدات لازم در مدیریت بحران زلزله رخ داده) مد نظر قرار گرفته و بصورت پیش فرض است. در زمان رخداد زلزله، اطلاع از وضعیت هوا، سرما و یخبندان، هوای بسیار گرم، بارندگی، بارش برف و مواردی نظیر آن در امر مدیریت بحران و امداد و نجات مهم و موثر می باشد."



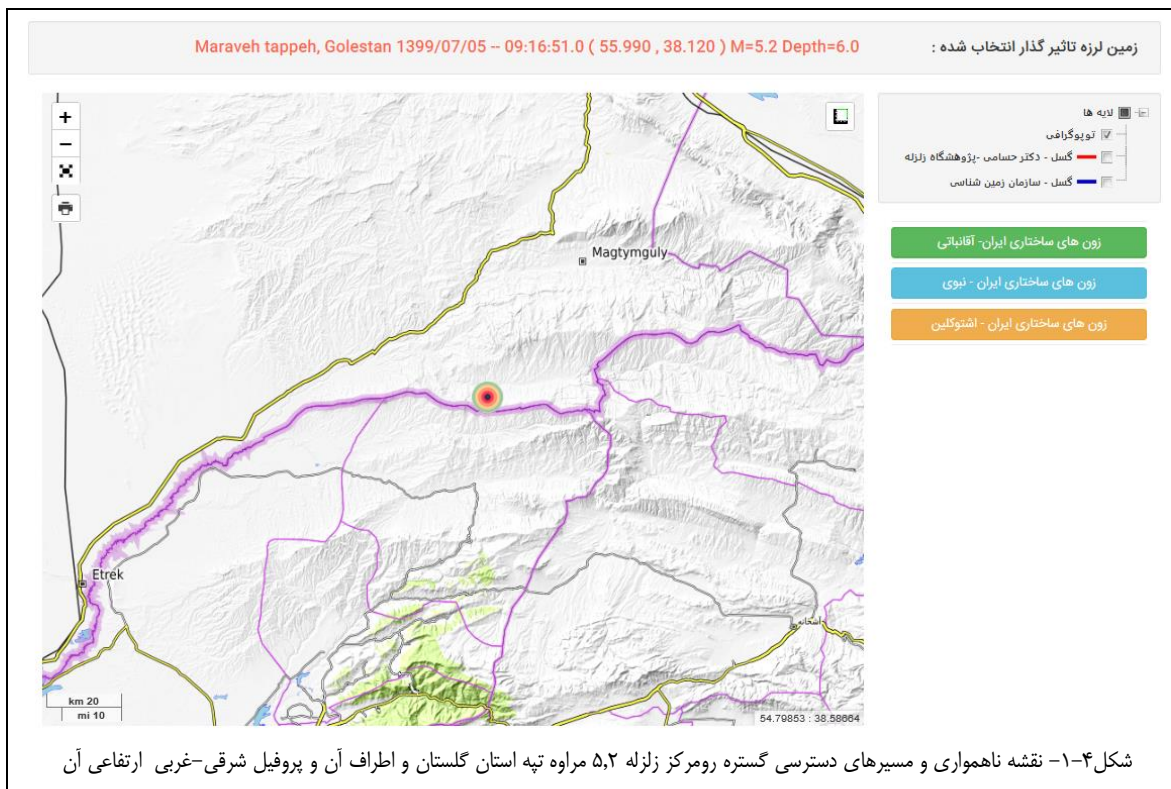
۴- توپوگرافی محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان و برآورد اولیه

احتمال وقوع زمین لغزش و ریزش سنگ

ناهمواری محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان و شرایط توپوگرافیکی آن را می توان از شکل ۱-۴ برآورد نمود.

"در شکل ۴-۱ ناهمواری‌های محدوده وقوع زلزله و اطراف آن و نیز موقعیت مسیرهای مواصلاتی گستره رومرکزی 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 شکل ۱-۴ و شرایط مورفولوژیکی پهنه اطراف زلزله ۵٫۲، مراوه تپه استان گلستان می‌توان مراکز جمعیتی در معرض خطر نسبی بالاتر از نظر شرایط مورفولوژیکی بصورت کلی تعیین کرد. این ارزیابی‌ها بویژه در زمان اولیه وقوع زلزله مهم و مورد نیاز است و توصیه می‌شود با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی، در خصوص نوع نیاز مردم تحت تاثیر زلزله، شرایط بارندگی و لغزندگی مسیرها و مشکلات تردد در امداد و نجات از نظر انسداد مسیر، حتما پیش‌بینی‌های لازم بعمل آید."

بر اساس اطلاعات دریافتی از محدوده رومرکزی زلزله، در یکی از جاده‌های روستائی ریزش سنگ در ابعاد محدودی رخ داده که بلافاصله مسیر رفع انسداد گردید.

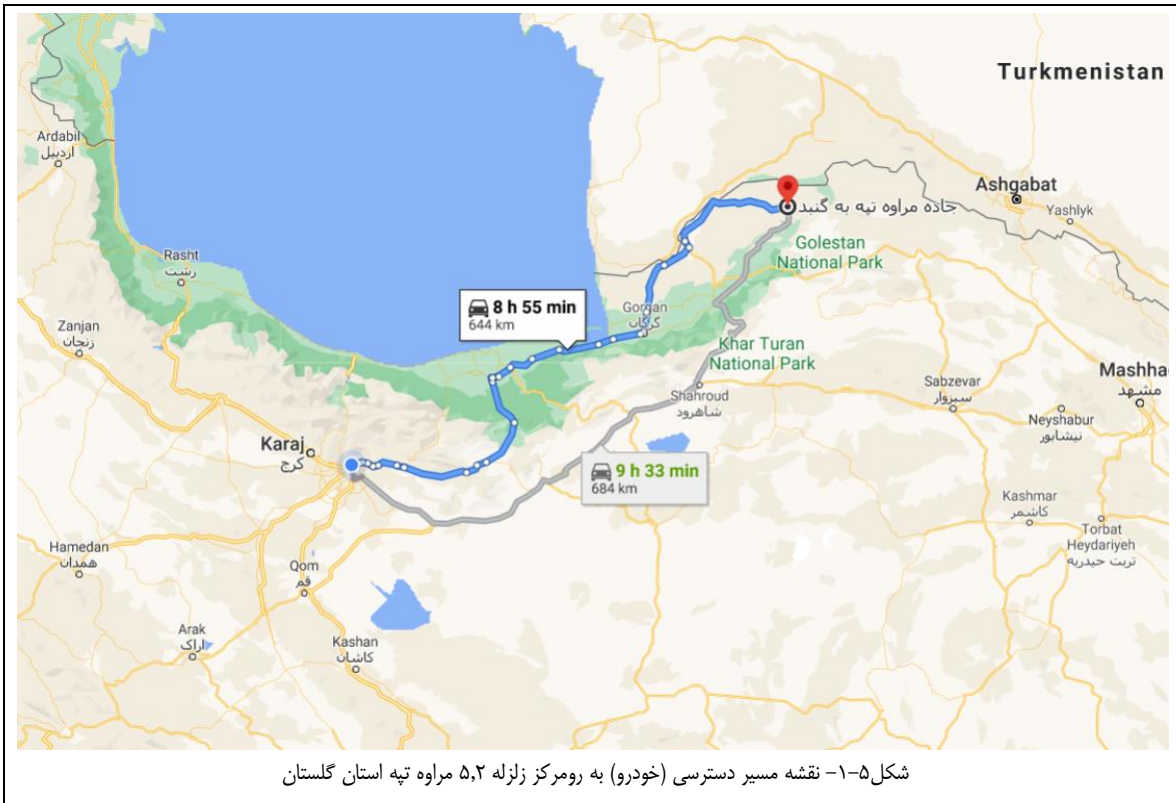


۵- دسترسی به محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲، مراوه تپه استان گلستان و مراکز جمعیتی اطراف

در شکل ۵-۱ مسیرهای دسترسی به محدوده رومرکز زلزله ۵٫۲، مراوه تپه استان گلستان نشان داده شده است. فرودگاه نزدیک به گستره رومرکز زلزله (فرودگاه گرگان) و نیز نزدیکترین خط راه‌آهن به نقطه رومرکز زلزله راه آهن اینچه برون می‌باشد. گستره رومرکزی در محدوده تنک جمعیتی واقع گردیده و در مجاورت آن مسیرهای دسترسی اصلی مشاهده نمی‌شود.

"در شکل ۵-۱ مسیر دسترسی به محدوده رومرکز و مراکز جمعیتی تحت تاثیر زلزله نشان داده شده است. بصورت پیش

فرض مبدا شهر تهران و مقصد نقطه رومرکز زلزله است.



۶- مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان

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

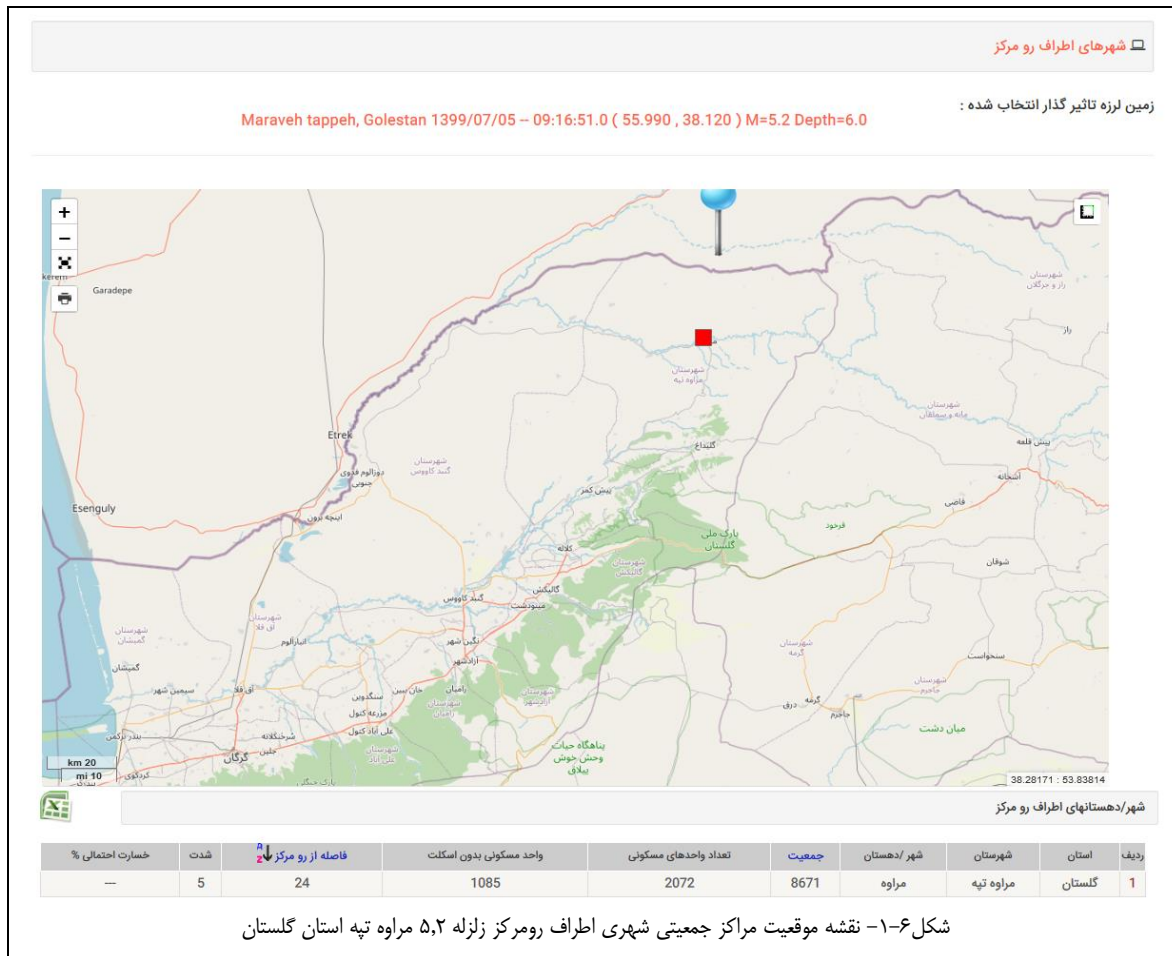
- مراوه با جمعیت ۸۶۷۱ نفر و با تعداد ۱۹۱۱ واحد مسکونی (۱۰۸۵ واحد مسکونی فاقد اسکلت) در فاصله ۲۴ کیلومتری از رومرکز زلزله.

تعداد کل جمعیت مراکز جمعیتی شهری واقع در شعاع نیم درجه (حدود ۵۵ کیلومتری)، ۸۶۷۱ نفر، تعداد کل واحدهای مسکونی ۱۹۱۱ واحد، تعداد کل واحدهای مسکونی فاقد اسکلت ۱۰۸۵ واحد می‌باشد.

پرجمعیت‌ترین شهر در این محدوده مراوه تپه با جمعیت ۸۶۷۱ 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.



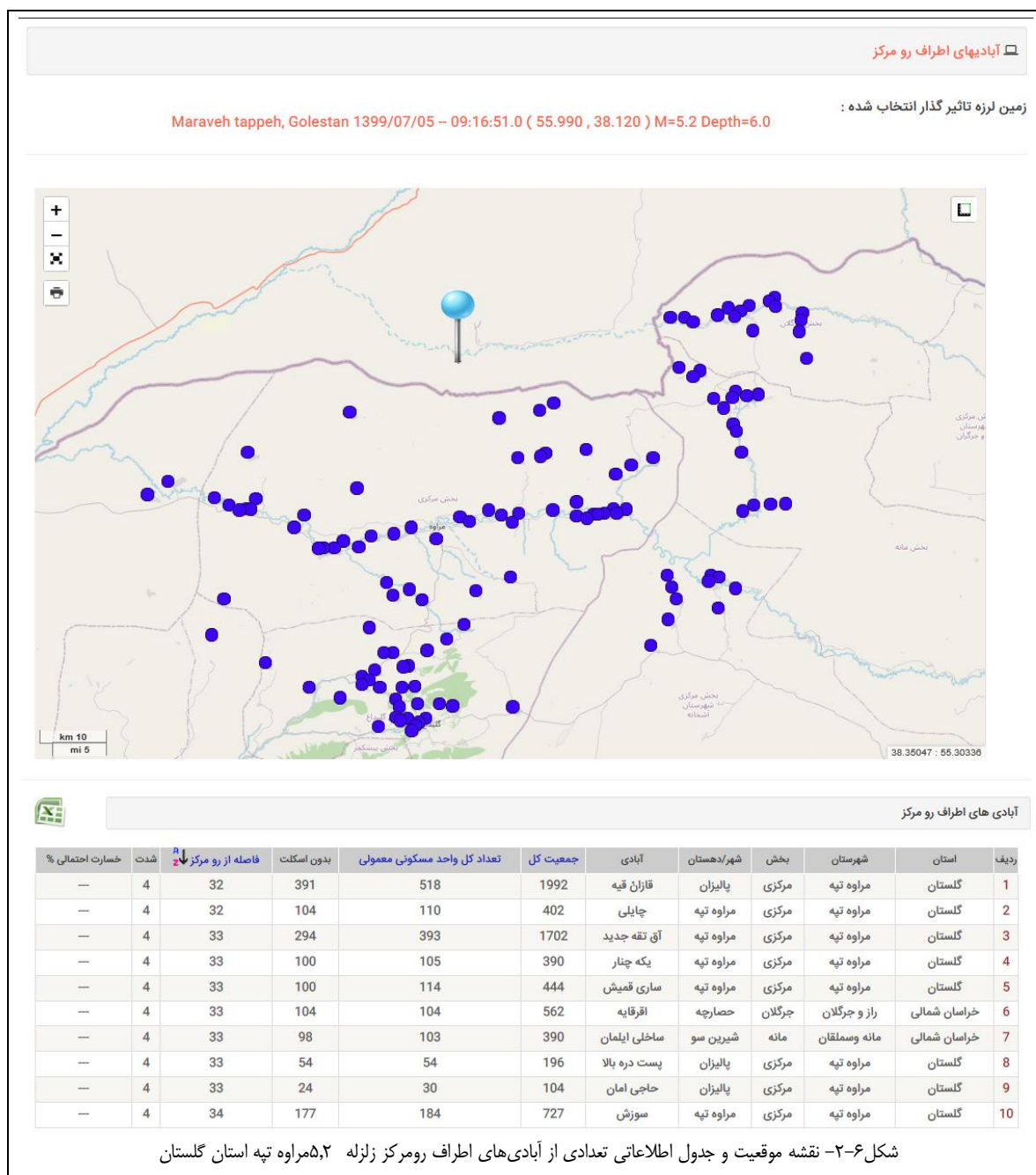
۶-۲- آبادی‌های اطراف رومرکز زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان

تعداد ۱۱۶ آبادی تا شعاع نیم درجه (حدود ۵۵ کیلومتری) اطراف رومرکز زلزله قرار گرفته‌اند که نزدیکترین آبادی‌ها عبارت است از:

- دادلی قزنین با جمعیت ۴۰۰ نفر و با تعداد ۹۹ واحد مسکونی (۷۵ واحد مسکونی فاقد اسکلت) در فاصله ۱۱ کیلومتری از رومرکز زلزله.
- عطا جان قُربانی با جمعیت ۹۱ نفر و با تعداد ۲۲ واحد مسکونی (۲۲ واحد مسکونی فاقد اسکلت) در فاصله ۱۵ کیلومتری از رومرکز زلزله.
- مردم دره با جمعیت ۱۷۲ نفر و با تعداد ۴۴ واحد مسکونی (۴۳ واحد فاقد اسکلت) در فاصله ۱۶ کیلومتری از رومرکز زلزله.

تعداد کل جمعیت مراکز جمعیتی روستائی واقع در شعاع نیم درجه (شعاع ۵۰ تا ۶۰ کیلومتری)، ۶۵۸۸۹ نفر، تعداد کل واحدهای مسکونی ۱۵۲۶۹ واحد، تعداد کل واحدهای مسکونی فاقد اسکلت ۱۲۲۳۱ واحد می‌باشد. پرجمعیت‌ترین آبادی در این محدوده کنند با جمعیت ۵۶۱۶ نفر است (شکل ۶-۲).

جمع کل جمعیت شهری و آبادی‌های در شعاع نیم درجه (حدود ۵۵ کیلومتری) ۷۴۵۶۰ نفر و تعداد کل واحدهای مسکونی ۱۷۱۸۰ واحد بوده که از میان این تعداد از واحدهای مسکونی تعداد ۱۳۳۱۶ واحد فاقد اسکلت می‌باشد (شکل ۶-۲).



۷- زمین شناسی محدوده و گسل مسبب زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان

منطقه مراوه تپه از نظر زمین شناسی در غرب حوضه کپه داغ قرار گرفته است. این حوضه پس از کوهزایی سیمیرین پیشین و بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس در زمان تریاس پسین در شمال شرق ایران تشکیل شده است و یک حوضه درون قاره ای پشت کمانی است. این حوضه در زمان ژوراسیک میانی مجددا کافتی شده است. حوضه کپه داغ از لحاظ ساختاری به سه بخش شرقی، مرکزی و غربی قابل تقسیم است ناحیه کپه داغ غربی از حوالی شهر بجنورد تا ابتدای دشت گرگان، یعنی شهر گنبد کاووس گسترش دارد. روند این ناحیه بیشتر شرقی- غربی است و حوضه کپه داغ در این بخش عریض تر است. این بخش تحت تاثیر تحولات پالئوتتیس، نئوتتیس و بازشدگی دریای خزر جنوبی است

در اواخر ژوراسیک یک فروافتادگی با روند تقریبی شرقی-غربی در حوضه کپه داغ به وجود آمده و در تمام طول کرتاسه فعال بوده است در همین دوره سازندهای مختلفی در این حوضه نهشته شده که از جمله آنها سازند آب تلخ است که در بخش غربی کپه داغ غربی یک برش چینه‌شناسی در غرب-جنوب غرب مراوه تپه رخنمون دارد. بررسی تغییرات رخساره ای و ضخامت واحدهای سنگی مختلف، نشان می‌دهد که گسل‌های پی سنگی با روند تقریباً شرقی- غربی و گاه شمال شرقی- جنوب غربی نقش اساسی در کنترل رسوبگذاری حوضه داشته است. گسل‌های پی سنگی در زمان رسوبگذاری فعال بوده و با ایجاد هورست و گرابن موجب تغییرات رخساره‌ای و نبوده‌های رسوبی قابل توجهی شده و گاه حوضه‌های دریایی نسبتاً عمیقی در برخی بلوک‌های این حوضه به وجود آورده‌اند. یکی از گسل‌های پی سنگی مهم در شمال این حوضه، گسل مراوه تپه است عملکرد این گسل پی سنگی موجب تشکیل گرابن مراوه تپه شده است. مطالعات انجام شده بیانگر آن است که ضخامت و نوع رخساره‌ها در شمال این گسل تغییرات زیادی نسبت به نواحی دیگر حوضه دارد، به طوری که نهشته‌های کرتاسه بالایی (سازندهای آیتامیر، آبدراز، آب تلخ و کلات) تا پالئوسن در این گرابن به صورت پیوسته رسوبگذاری کرده است. در اغلب نقاط کپه داغ غربی، سازندهای آب تلخ و نیزار رسوبگذاری نکرده و سازند کلات با ناپیوستگی فرسایشی بر روی سازند آبدراز قرار گرفته است. این مسئله در بلوک‌های نایب-جاجرم و کورخود (برش‌های چینه‌شناسی آرمادلو و جاجرم) مشاهده میشود. در بلوک تکل کوه (برش چینه‌شناسی تکل کوه) که در جنوب بلوک مراوه تپه قرار گرفته است، سازند کلات به صورت ناپیوستگی فرسایشی بر روی سازند کلات جنوبی تر یعنی سقا (برش چینه‌شناسی سقا) سازند کلات نیز گزارش نشده و سازند خانگیان به صورت ناپیوستگی فرسایشی بر روی توالی سازند آبدراز قرار میگیرد. بر خلاف قسمت شرقی حوضه کپه داغ که سازند آبتلخ از گسترش و ضخامت وسیعی برخوردار است، در قسمت غرب کپه داغ، این سازند تنها در ناودیس‌های آیتامیر و شیخ رخنمون دارد. توالی رسوبی نهشته شده در گرابن مراوه تپه از رخمون‌های منحصر به فرد کرتاسه بالایی در بخش غربی کپه داغ است. در برش چینه‌شناسی مراوه تپه سازند آبتلخ با ۶۴۹ متر از سنگ آهک‌های رسی، مارن و سنگ آهک‌های سیلتی مربوط به نواحی ژرف دریایی تشکیل شده است. مرز زیرین این سازند در برش مذکور با سازند آبدراز به صورت همشیب و پیوسته است. مرز بالایی سازند آبتلخ با سنگ آهک‌های زیست‌آواری- ماسه‌ای سازند کلات به صورت همشیب و با تغییرات سنگ‌شناسی واضح همراه است.

توالی سنگ‌شناسی سازند آبتلخ در برش مراوه تپه از قاعده به راس به طور خلاصه به شرح زیر است:

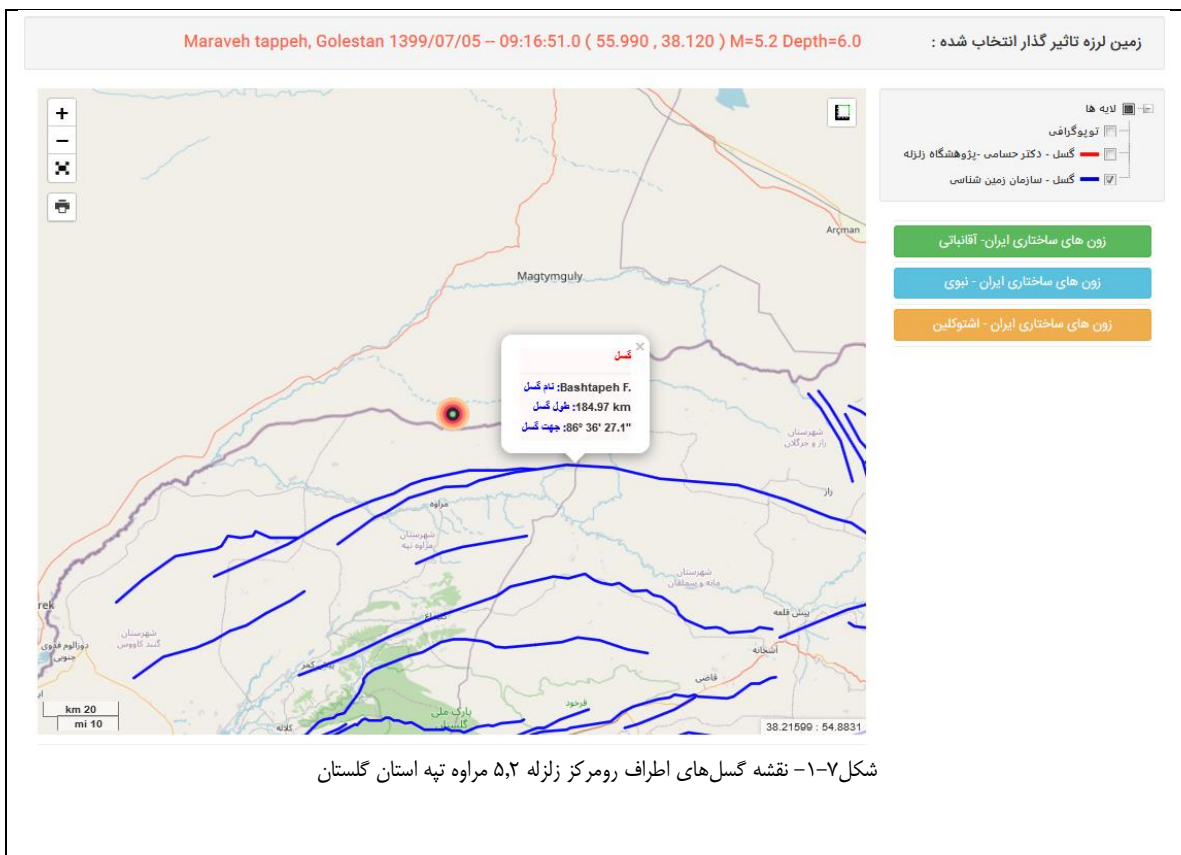
- تناوب سنگ آهک رسی و سنگ آهک
- مارن خاکستری
- تناوب سنگ آهک رسی و سیلتستون
- تناوب سنگ آهک مارنی و سنگ آهک رسی
- تناوب مارن و سنگ آهک رسی
- تناوب سنگ آهک با سنگ آهک رسی
- تناوب سنگ آهک رسی و سنگ آهک

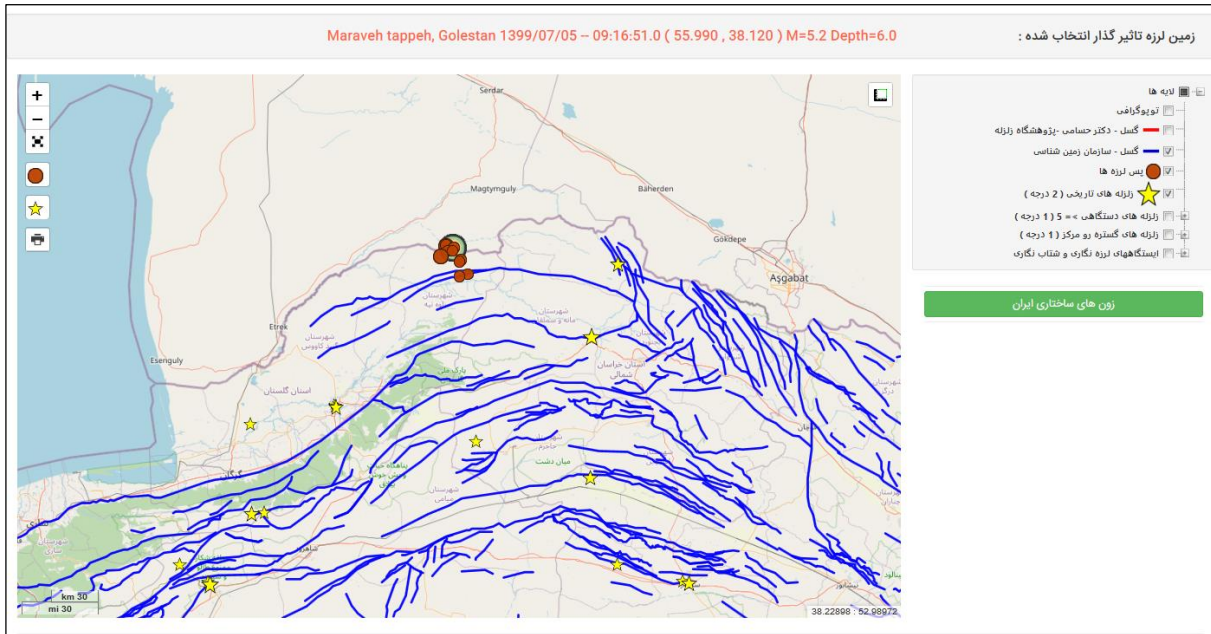
- سنگ آهک رسی سیلتی

نهشته های سازند آبتلخ در برش چینه شناسی مراوه تپه برخلاف دیگر نواحی کپه داغ غربی به دلیل شرایط محیط رسوبی حاکم که به طور عمده مربوط به نواحی عمیق بوده است، از نظر فسیلی غنی است.

گسل های مجاور نقطه رومرکز زلزله در شکل ۷-۱ نشان داده شده است. رومرکز زلزله ۵,۲ مراوه تپه استان گلستان در شکل ۷-۱ بر روی نقشه گسله های ایران برهم نهی گردیده است. در اطراف رومرکز زلزله ۵,۲ مراوه تپه استان گلستان نزدیکترین گسل؛ گسل باش تپه می باشد.

یکی از داده های مهم برای تعیین گسل مسبب زلزله سازوکار تعیین شده برای زلزله رخ داده می باشد، همچنین نحوه پراکنش پس لرزه ها نیز کمک موثری در برآورد گسل مسبب زلزله است.



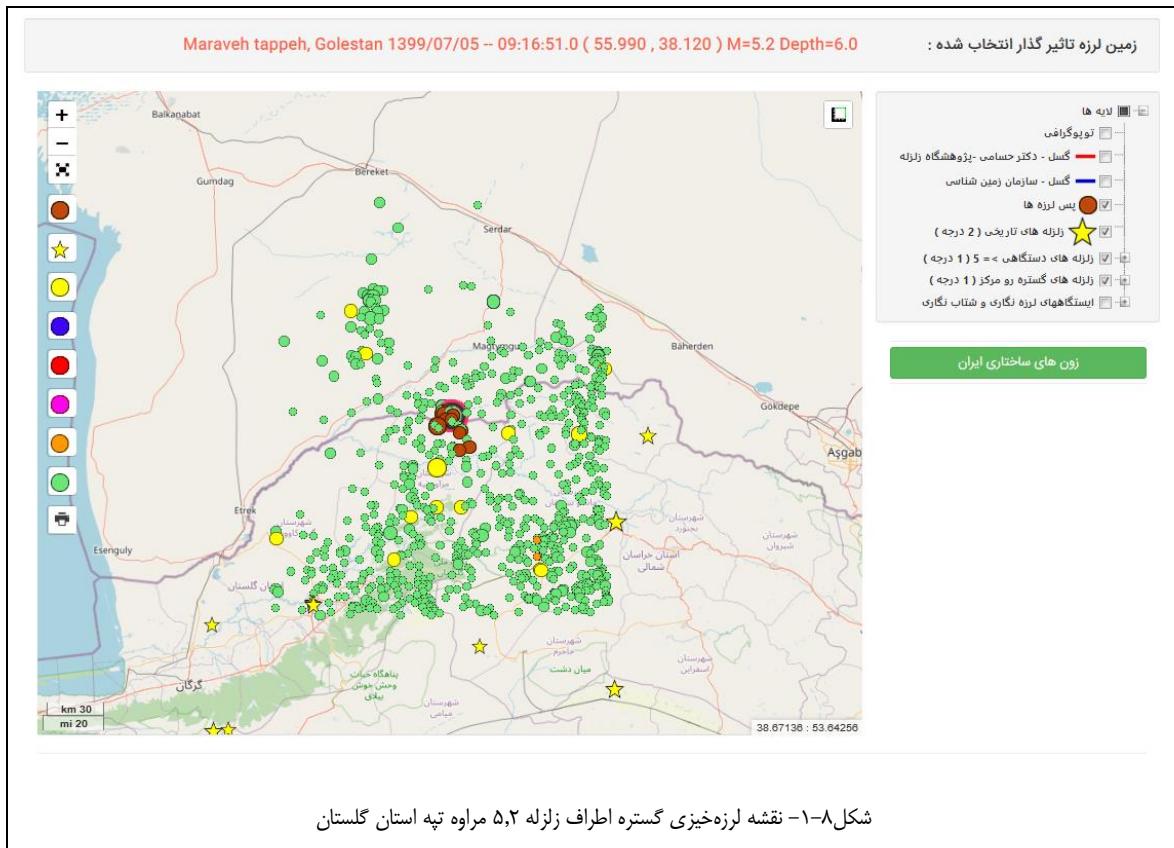


شکل ۷-۲- تعداد ۱۹ پس لرزه برای زلزله ۵,۲ مراوه تپه تا زمان تدوین این گزارش به ثبت رسیده است.

۸- لرزه خیزی محدوده رومرکز زلزله ۵,۲ مراوه تپه استان گلستان

در شکل ۸-۱ لرزه خیزی گستره اطراف رومرکز و زلزله های تاریخی و دستگاهی در نقشه نشان داده شده است. زلزله های تاریخی تا شعاع ۲ درجه و زلزله های دستگاهی تا شعاع ۱ درجه در اطراف رومرکز زلزله ۵,۲ مراوه تپه استان گلستان نشان داده شده است. کاتالوگ زلزله های دستگاهی از سال ۱۹۰۰ میلادی تا زمان تدوین گزارش حاضر تهیه شده که در شکل ۸-۱ زلزله های تاریخی و دستگاهی در بافر ۱۰۰ کیلومتری اطراف زلزله نشان داده شده است. همچنین براساس داده های نوین لرزه خیزی ایران که با توسعه شبکه لرزه نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران و بهم پیوستن ایستگاه های استانی از اوایل سال ۲۰۰۶ فراهم آمده، در شعاع ۱ درجه از رومرکز زلزله، زمین لرزه های ۱۴ سال اخیر ارائه شده است که با توجه به تعداد ایستگاه های لرزه نگاری ثبت کننده، معرف میزان لرزه خیزی منطقه اند.

تعداد ۵۹۷ زلزله با بزرگی ۲,۵ و بالاتر در گستره اطراف رومرکز از سال ۲۰۰۶ میلادی تا زمان وقوع زلزله ۵,۲ مراوه تپه استان گلستان (مدت ۱۴ ساله) ثبت شده است. از این تعداد ۴ زمین لرزه با بزرگی ۵ و بالاتر و ۳۴ زلزله با بزرگی ۴ تا ۵ و بقیه زمین لرزه ها کوچکتر از بزرگی ۴ در اطراف رومرکز گسترده شده اند. از شکل ۸-۱ می توان مشاهده نمود که محدوده رخدادهای زلزله، لرزه خیزی نسبتاً بالایی را دارد.



۹- نتایج پایش لرزه‌ای گستره رومرکز تا زمان رخداد زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان

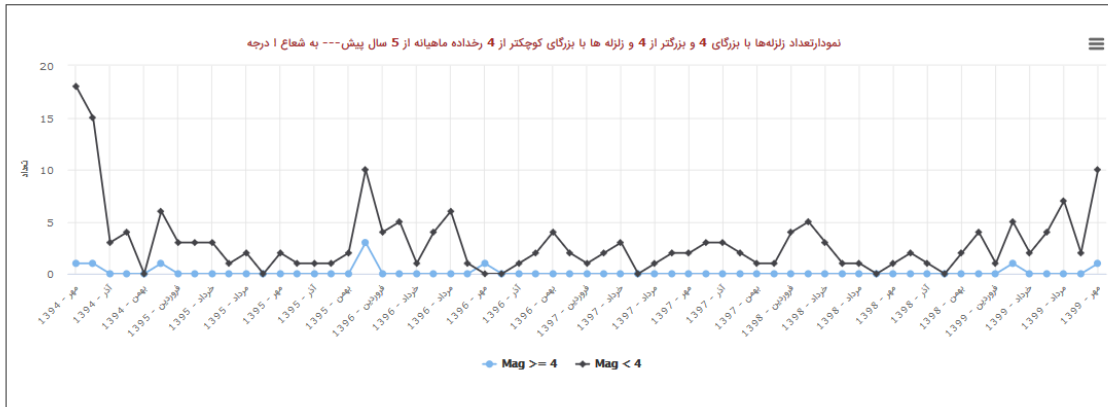
پیش از وقوع زمین‌لرزه‌های تاثیرگذار، احتمال بروز بی‌هنجاری در رفتار لرزه‌ای و رژیم لرزه‌خیزی گستره رومرکز و اطراف آن وجود دارد. تجمع تنش در نهایت منجر به رخداد زلزله‌های بزرگ می‌شود اما پیش از وقوع، انتظار تغییر رفتار در نرم رخداد زلزله‌ها در ناحیه وجود دارد (البته ممکن است در بعضی موارد هم تغییرات خاصی از نظر رویداد لرزه‌خیزی ناحیه مشاهده نگردد). بر این اساس با وارد نمودن مختصات رومرکز زلزله نمودارهایی در دو حالت ۱- کل زلزله‌ها ۲- با حذف پس‌لرزه‌ها تهیه می‌شود.

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 ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان بوده که تا شعاع یک درجه (حدود ۱۰۰ کیلومتری) اطراف آن را در برمی‌گیرد.

علاوه بر نمودارهای خطی، هیت‌مپ رخدادهای لرزه‌ای نیز برای نقطه رومرکز زلزله ۵٫۲ مراوه تپه استان گلستان نیز تهیه شده است که معرف تغییرات زمانی ماهانه تعداد رخدادهای لرزه‌ای می‌باشد.

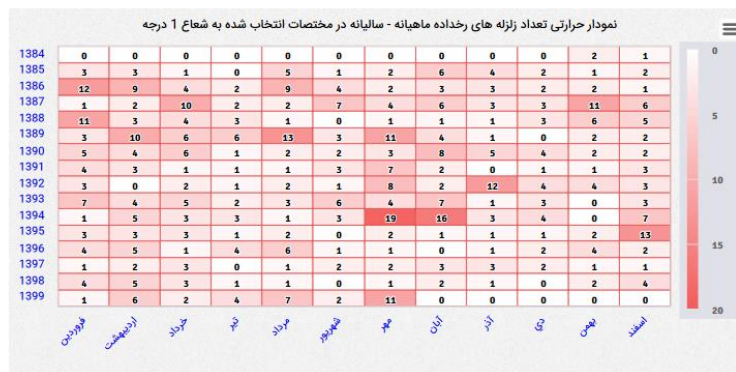
در نمودار شکل ۹-۱ تغییرات تعداد رخداد زلزله‌های بزرگتر و کوچکتر از ۴ تا قبل از این زلزله به‌ازای بازه زمانی ۵ ساله گذشته قابل مشاهده است. شکل ۹-۲ نیز نمودار هیت‌مپ رخدادهای ماهیانه زلزله‌ها در مدت ۱۴ سال اخیر را بصورت رنگی نشان می‌دهد. از این نمودارها، ماه‌های با رخداد بالای زلزله‌ها از سال ۱۳۸۴ تا زمان رخداد را می‌توان بوضوح تعیین نمود و به بی‌هنجاری‌های لرزه‌ای قبل از وقوع زلزله‌ها و بویژه زمین‌لرزه‌های بزرگ پی برد.

مختصات انتخاب شده : (38.12,55.99)



شکل ۹-۱- تغییرات تعداد رخداد زلزله‌های با بزرگی 4 و بزرگتر و کوچکتر از آن در بازه زمانی 5 ساله تا زمان رخداد زلزله 5,2 مراوه تپه استان گلستان

مختصات انتخاب شده : (38.12,55.99)



شکل ۹-۲- نمودار هیتمپ زلزله‌های 14 ساله اخیر بشعاع 1 درجه اطراف رومرکز زلزله 5,2 مراوه تپه استان گلستان

۱۰- مدیریت بحران زلزله 5,2 مراوه تپه استان گلستان

این زمین لرزه مرز ترکمنستان و گلستان حوالی مراوه تپه (گلستان) را لرزاند و حدود ۲۰ روستای منطقه را تحت تاثیر قرار داد. این زلزله باعث ایجاد رعب و وحشت در میان تعدادی از مردم شد.

بلافاصله پس از وقوع زلزله، جلسه‌ای با حضور مسئولین مدیریت بحران به منظور انجام هماهنگی‌های لازم در خصوص مدیریت بحران و امدادسانی آسیب دیدگان احتمالی در شهر گنبد تشکیل گردید و تمامی دستگاه‌های ذیربط در حالت آماده باش قرار گرفتند. پس از آن دو تیم‌های واکنش سریع امدادی از هلال احمر یک تیم از مدیریت بحران استانداری و یک تیم از بنیاد مسکن انقلاب اسلامی جهت ارزیابی خسارت یا تلفات احتمالی به مناطق زلزله زده ارسال شدند.

براساس اظهارات مسئولین مدیریت بحران استان، پس از ارزیابی‌های اولیه تیم‌های امدادی مشخص گردید، به ۵ روستای مرزی این استان بیشترین خسارت وارد شده است. از نقاط مثبت در این زلزله همکاری دهیاران و شوراهای با تیم‌های ارزیاب منطقه جهت تسریع در روند ارزیابی بود.



شکل ۱۰-۱- ارزیابی خسارات وارده به مناطق زلزله زده توسط تیم های ارزیاب بنیاد مسکن انقلاب اسلامی

در این زلزله برق برخی مناطق قطع و در خطوط مخابراتی اختلال ایجاد شد که با کوشش تیم های امدادی این دو سازمان، برق مناطق زلزله زده وصل و اختلال در خطوط مخاطرات نیز برطرف گردید. این زلزله طبق اعلام مسئولین اورژانس، تلفات جانی به همراه نداشت.

۱۱- پیشنهادات

- با توجه به لرزه خیزی 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 لرزه خیز ایران است. این امر با اولویت مناطق با خطر بالای زلزله باید بطور پیوسته دنبال شود.
- آموزش‌های عمومی رفتار صحیح در برابر زلزله برای عموم مردم امر ضروری است.

پیوست ۱- برآورد شدت و خسارت زلزله

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

شدت زلزله

واضح است که شدت زلزله در درجه اول به بزرگی زلزله و فاصله نقطه مورد نظر از رومرکز زلزله وابسته است. علاوه بر این، شرایط ساختگاهی و نوع زمین و ساختگاه یک سایت در میزان شدت زلزله در آن سایت موثر خواهد بود. شدت زلزله براساس بازدهها و مشاهدات میدانی دقیق تر برآورد می شود، اما از دیدگاه مدیریت بحران زلزله که بتوان در ساعات و دقایق اولیه رخداد زلزله ها و بویژه زمین لرزه های بزرگ، برآوردی ولو تقریبی از شدت و خسارت های محتمل بدست آورد، بسیار مهم است مقادیر شدت زلزله در همان لحظات نخست رخداد برآورد گردد. بر این اساس در سطح جهانی روابط مختلفی بین بزرگی - شدت کار شده و طی مقالات متعددی منتشر شده است. مقیاس شدت و درجات آن نیز در تعدادی از کشورها متفاوت است.

در ایران، مقیاس مرکالی اصلاح شده اولین بار توسط وود و نیومن در سال ۱۹۳۱ از روی مقیاس مرکالی - کانسانی - سیبرگ (۱۹۲۳) به انگلیسی ترجمه شد و بعدها توسط ریشر در سال ۱۹۵۶ مورد بازبینی قرار گرفت که به MMI56 نیز معروف است. در این مقیاس برای سازه ها، طبقه بندی ساده ای از لحاظ مقاومت صورت گرفته است، به صورت تجربی شدت زمین لرزه با انرژی آزاد شده توسط آن مرتبط می باشد. از آنجا که انرژی با توجه به اصول گسترش هندسی با فاصله از رومرکز تضعیف می شود می توان با استفاده از رابطه تجربی بین شدت زمین لرزه و انرژی آزاد شده روابط مشابهی را برای شدت زمین لرزه ارائه نمود.

مرادی (۱۳۸۱) و ایمانی (۱۳۸۱) با استفاده از تعداد مشخصی از زمین لرزه های سترگ ایران زمین قوانین تضعیف شدت زمین لرزه در ایران را مورد مطالعه قرار داده و روابط بین شدت زمین لرزه I و فاصله از رومرکز R با استفاده از بزرگی مشخص برای دو راستای عمود بر گسل و در امتداد گسل ارائه کرده اند. نوشتار حاضر بیشتر با استناد به کار ایمانی (۱۳۸۱) بطور مختصر به شرح بیضوی های شدت و جداول مربوطه می پردازد که اهمیت بسیار بالائی در هنگام رخداد زمین لرزه ها دارد. هر چند که دقیق ترین برآورد شدت بازده های میدانی پس از رخداد است ولی داشتن الگوی اولیه از گستره تحت تاثیر زلزله ابزاری بسیار نیرومند در مدیریت بحران زمین لرزه خواهد بود.

ما در اینجا از مقیاس شدت مرکالی اصلاح شده استفاده می کنیم که در آن درجه بندی شدت براساس جدول ۴ می باشد. در درجه بندی شدت، همانطور که از جدول ۴ مشخص است به تیپ های ساختمانی A، B و ... اشاره می شود. بر این تعاریف اولیه زیر نیز آورده شده است:

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

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

ساختمان نوع C: طراحی و ساخت و ملاط معمولی و ساختمان در مقابل 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. گچ کاری‌های ساختمان ترک می‌خورند. اشیای ناپایدار واژگون می‌گردند. سروصدای درختان و سایر اشیای مرتفع شنیده می‌شود و آونگ ساعت‌ها متوقف می‌گردند. درب‌ها باز و بسته می‌شوند و امتداد حرکت 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 گچ کاری 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. خسارت قابل ملاحظه‌ای در ساختمان‌های ضعیف و بد طراحی شده وارد می‌شود. خسارت به ساختمان‌های نوع D شامل ترک و فروافتادن گچ کاری‌ها است و آجرهای سست لق می‌شوند. ترک‌هایی در ساختمان‌های نوع C به وجود می‌آید. ایستادن مشکل می‌شود و اثاثیه شکسته می‌شوند. زنگ‌های بزرگ به صدا در می‌آیند. زهکش‌های سیمانی آبرسانی خسارت می‌بینند لغزش‌های کوچک اتفاق می‌افتد.
۸	خسارت در ساختمان‌هایی که طراحی ویژه 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 می‌هد 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 خسارت 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، 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. بدیهی است که این قبیل برآوردها در کلیه کشورها، بطور تقریبی بوده و برداشت‌های میدانی نتایج کار را تدقیق می‌کند.

Preliminary Report
on the M 5.2 Maraveh tappeh, Golestan
DATE: 09/26/2020

Published in: 09/27/2020

Author:
Dr. Beitollahi, A.