



گزارش زلزله ۵.۹ ترکمانچای آذربایجان شرقی



به کوشش:

بخش زلزله شناسی مهندسی و خطرپذیری

با همکاری:

- مرکز تدوین مقررات ایمنی حمل و نقل، پدافند غیرعامل و مدیریت بحران وزارت راه و شهرسازی
- اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی
- اداره راه و شهرسازی شهرستان سراب
- اداره راه و شهرسازی شهرستان میانه
- و
- دفتر شمال غرب مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از حمایت و مساعدت آقای مهندس سلطانی، مدیر کل راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی کمال قدردانی را به عمل می‌آوریم. همچنین از مهندس خاکسار، مدیر بحران راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی تشکر می‌کنیم.

از آقای دکتر محمدزاده، رئیس دفتر منطقه ای شمال غرب مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی که در هماهنگی بازدیدهای میدانی و در جمع آوری داده ها کمک موثری کردند، نهایت قدردانی را داریم.

از روسای ادارات راه و شهرسازی شهرستان های میانه و سراب، جناب آقای مهندس موسوی و جناب آقای مهندس هاشم زاده و همکاران محترمشان، صمیمانه سپاسگزاری می‌نمائیم که بدون همکاری این عزیزان تدوین گزارش حاضر، مقدور نبود.

وظیفه خود می‌دانیم که از جناب آقای مهندس نفیسی و همکاران محترم ایشان در مرکز تدوین مقررات ایمنی حمل و نقل، پدافند غیرعامل و مدیریت بحران وزارت راه و شهرسازی به خاطر هماهنگی خوب به عمل آمده جهت انجام ماموریت حاضر کمال تشکر خود را ابراز می‌داریم. مسلماً چنین فضائی از همکاری و همراهی، هم افزائی مجموعه تیم های کارشناسی را ارتقاء خواهد بخشید که امید می‌رود روز به روز بر میزان همکاری های صمیمانه فیما بین، مراکز و ادارات کل و ادارات شهرستان های وزارت راه و شهرسازی افزوده گردد.

گزارش حاضر در سه بخش کلیات زلزله، آسیب ها و خسارت و مدیریت بحران حادثه تدوین شده است که امید می‌رود مورد استفاده قرار گیرد. مسلماً با گذشت زمان بر میزان دقت اطلاعات افزوده می‌شود که در صورت نیاز، گزارش حاضر مورد ویرایش قرار خواهد گرفت.

فهرست

پیشگفتار.....	۳
بخش اول: کلیاتی از زلزله.....	۴
بخش دوم: آسیب‌ها و خسارت‌ها به زیرساخت‌ها و واحدهای مسکونی.....	۲۷
بخش سوم: مدیریت بحران.....	۹۵
بخش چهارم: خسارت و تلفات.....	۱۰۴
بخش پنجم: پیشنهادات.....	۱۰۸
منابع.....	۱۰۹

پیشگفتار

هفت سال پیش، در ۲۱ مرداد ماه ۱۳۹۱، جفت زمین لرزه هائی با بزرگی ۶.۴ و ۶.۳ منطقه اهر - ورزقان را در استان آذربایجان شرقی تحت تاثیر قرار داد. در آن زمین لرزه بیش از ۳۰۰ نفر کشته و ۵۰۰۰ نفر زخمی شدند. بیش از ۵۰۰۰ واحد مسکونی به طور کامل تخریب و بیش از ۴۰۰ روستا آسیب جدی دیدند.

با گذشت هفت سال و دو ماه، در ۸۵ کیلومتری جنوب شرق محل رخداد زلزله اهر - ورزقان، زمین لرزه ای با بزرگی ۵.۹ در مورخه ۱۷-۸-۱۳۹۸ ساعت ۰۲:۱۷ بامداد بین دو شهر میانه و سراب رخ داد که نوشتار حاضر با هدف مستند کردن حادثه و تشریح برخی از موارد محوری آن تهیه و منتشر می شود.

با هماهنگی مدیریت بحران وزارت راه و شهرسازی و با همکاری شایان تقدیر مدیر کل محترم راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی و روسای محترم ادارات راه و شهرسازی شهرستان های میانه و سراب، اکپ مطالعاتی بخش زلزله شناسی مهندسی و خطرپذیری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی پس از عزمیت به مناطق زلزله زده و جمع آوری مستندات و آمارها، گزارش حاضر را تهیه نموده است که امید می رود مورد توجه مسئولان و مدیران و کارشناسان حوزه زلزله، مدیریت بحران و سایر ذیربطان این حوزه قرار گیرد.

شمال غرب ایران گستره ای لرزه خیز و فعال از نظر تکتونیکی است. وجود گسله کاری و فعال شمال تبریز و گسله های متعدد شاخه های شمال غربی و جنوب شرقی آن و نیز گسله های به موازات آن در شمال و جنوب، به خودی خود معرف اهمیت منطقه از نظر رخداد زمین لرزه های بزرگ است.

در چند ماهه اخیر، رخداد خرد لرزه های باسمنج و زمین لرزه های تسوج و نیز زلزله اخیر ترکمانچای با بزرگی ۵.۹ و پیش تر از آن زلزله های اهر - ورزقان، همه تاکید بر احتمال خطر وقوع زلزله و لرزه خیزی فعال و بالای شمال غرب کشور است. ضرورت ویژه دارد تا با حرکتی شتابان با بهسازی واحدهای مسکونی روستائی، میزان ریسک لرزه ای را در این منطقه به طور قابل ملاحظه ای پائین آورد.

در منطقه تبریز، علاوه بر تعیین حریم گسل های کلانشهر تبریز که توسط این مرکز و با همکاری معاونت شهرسازی و معماری وزارت راه و شهرسازی انجام یافته، ضرورت راه اندازی سامانه پاسخ سریع زلزله نیز به طور جد وجود دارد. آموزش های عمومی، توجه به تغییر شاخص بهبود سازه ای در بافت فرسوده و اقدامات مستمر و بی وقفه در جهت ارتقاء تاب آوری کلیه مولفه های شهری، در پهنه به شدت لرزه خیز شهر تبریز و اطراف آن از الزامات مهم کاری در خصوص کاهش ریسک لرزه ای محدوده آذربایجان ایران می باشد.

بخش اول: کلیاتی از زلزله

۱- بیان حادثه

به گزارش مرکز لرزه نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، زلزله ای با بزرگی ۵.۹ در ساعت ۰۲:۱۷:۰۵ مورخه ۱۷-۸-۱۳۹۸ در محدوده بین شمال میانه و جنوب سراب واقع در ارتفاعات بزقوش در استان آذربایجان شرقی رخ داد. در گزارش اولیه مرکز لرزه نگاری نام این زمین لرزه، با عنوان زلزله ترک منتشر گردید، با تصحیح رومرکز و انتقال ۷ کیلومتری آن به سوی غرب، نقطه رومرکز به شهر ترکمانچای نزدیکتر از شهر ترک می شود و بنابراین ما در این گزارش از این رخداد با نام زلزله ترکمانچای نام می بریم.

زلزله در شهرستان های میانه، سراب و هشترود (از استان آذربایجان شرقی) و پیرانشهر (استان آذربایجان غربی)، شهرهای مشگین شهر، اردبیل و کوثر (استان اردبیل)، شهر ماه نشان (استان زنجان)، تالش (استان گیلان) مصدومیت و در حوزه شهرستان میانه تعداد ۵ نفر تلفات جانی بر جای گذاشت که در جدول ۱-۱ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که پس از وقوع زلزله نیز دو نفر در شهرستان سراب بر اثر گازگرفتگی در چادر اسکان اضطراری و یک نفر بر اثر ایست قلبی ناشی از شوک زلزله درگذشتند.

جدول ۱-۱ تلفات جانی و مصدومین زلزله ترکمانچای (گزارش سازمان اورژانس کشور، آبان ماه ۱۳۹۸)

ردیف	نام استان	نام شهرستان	کل مصدومین	فوتی	مصدوم مستقیم	مصدوم ناشی از ترس	بستری	ترخیص
۱	آذربایجان شرقی	میانه	۲۳۳	۵	۶۶	۱۶۷	۱۱	۲۲۲
		سراب	۲۶۱	۰	۰	۲۶۱	۹	۲۵۲
		هشترود	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۳۰
۲	آذربایجان غربی	پیرانشهر	۰	۰	۰	۰	۰	
۳	اردبیل	مشگین شهر	۳۴	۰	۰	۳۴	۰	۳۴
		اردبیل	۲۳	۰	۰	۲۳	۰	۲۳
		کوثر	۱	۰	۰	۱	۰	۱
۴	زنجان	ماه نشان	۰	۰	۰	۰	۰	
۵	گیلان	تالش	۲	۰	۰	۲	۰	۲
	جمع کل		۵۸۴	۵	۶۶	۵۱۸	۲۰	۵۶۴

بر اساس گزارش سازمان اورژانس کشور، از مجموع ۵۸۴ مصدوم زلزله، ۲۰ نفر بستری و بقیه پس از مداوا ترخیص شدند. بر اساس همین گزارش ۸۹٪ مصدومیت ها ناشی از ترس و فرار بوده است، ۶۰٪ مصدومان را زنان و ۴۰٪ را مردان تشکیل می داده اند، بالاترین حدود سنی آسیب دیده بین ۲۱ تا ۳۰ ساله بوده که ۲۷٪ کل مصدومان را تشکیل داده است.

براساس اعلام ستاد بحران شهرستان های استان آذربایجان شرقی، تعداد ۶۱ روستا در شهرستان میانه و ۲۵ روستا در شهرستان سراب آسیب دیده اند که ۲۳۹۰ واحد مسکونی در روستاهای میانه و ۷۷۹ واحد در روستاهای شهرستان سراب

بر طبق ارزیابی بنیاد مسکن انقلاب اسلامی به طور ۱۰۰٪ تخریبی (غیرقابل مقاوم سازی)، اعلام شده اند (گزارش مدیر کل راه و شهرسازی به وزیر محترم راه و شهرسازی ۲۱-۸-۱۳۹۸).
نگاهی بر آمار مذکور نشان می دهد که گستره زلزله زده حتی در مقابل زمین لرزه نه چندان بزرگ ۵.۹ نیز ریسک بالائی داشته است.

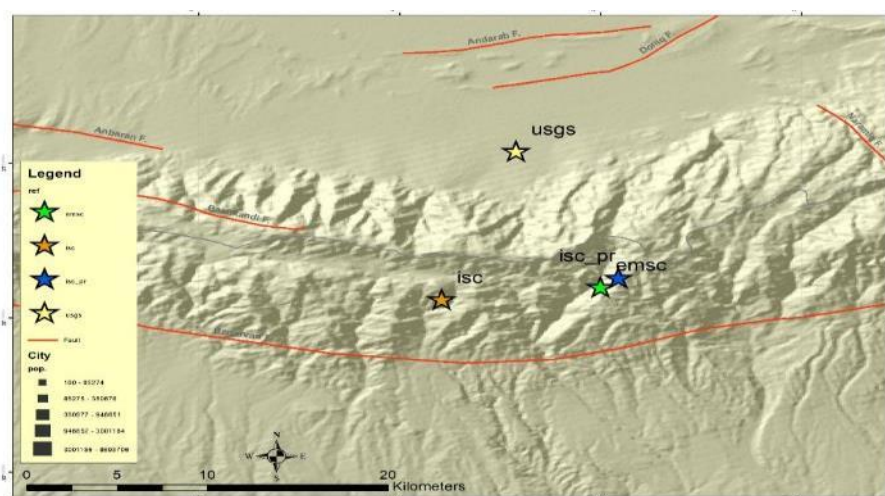
۲- رومرکز زلزله

مختصات رومرکز زلزله ۵.۹ ترکمانچای بر اساس گزارش سایت های EMSC و USGS و ISC (مرکز لرزه نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران) در جدول ۱-۲ نشان داده شده است.

جدول ۱-۲ رومرکز زلزله ترکمانچای آذربایجان شرقی

lat	long	mag	depth	ref
37.72	47.6	5.9	10	emsc
37.808	47.558	5.9	10	usgs
37.712	47.521	5.9	8.6	isc
37.726	47.609	5.9	8	isc_pr

در جدول ۲-۲ همانطور که مشاهده می شود، مرکز لرزه نگاری مختصات رومرکز را پس از تصحیح مجدداً گزارش کرده است که مبنای تهیه گزارش حاضر نیز مختصات اعلام شده این مرکز می باشد. لازم به ذکر است که عمق زلزله حدود ۱۰ و بزرگی آن ۵.۹ طبق جدول ۲-۲، مقادیر کمابیش یکسان مراجع گزارش زلزله است اما در موقعیت رومرکز بین رومرکز USGS و ISC ۱۱ کیلومتر و بین EMSC و ISC نیز ۸ کیلومتر فاصله وجود دارد. بر اساس مشاهدات خرابی زلزله، به نظر می رسد که رومرکز اعلام شده توسط مرکز لرزه نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، به واقعیت نزدیکتر باشد، هرچند در تعیین رومرکز و عمق زمین لرزه ها با توجه به موقعیت قرارگیری، تعداد ایستگاه های اطراف و دقت در برآورد، همواره خطای محاسباتی پذیرفته شده است. در شکل ۱-۱ رومرکزهای اعلام شده برای زلزله ترکمانچای نشان داده شده است. ارتفاع تقریبی نقطه رومرکز از سطح آب دریاهاى آزاد نیز حدود ۲۸۰۰ متر می باشد.



شکل ۱-۱ رومرکز های اعلام شده برای زلزله ۵.۹ ترکمانچای آذربایجان شرقی

رومرکز اعلام شده توسط USGS شمالی تر و به سمت شهر سراب نزدیکتر می شود (۱۴ کیلومتری جنوب سراب) که با

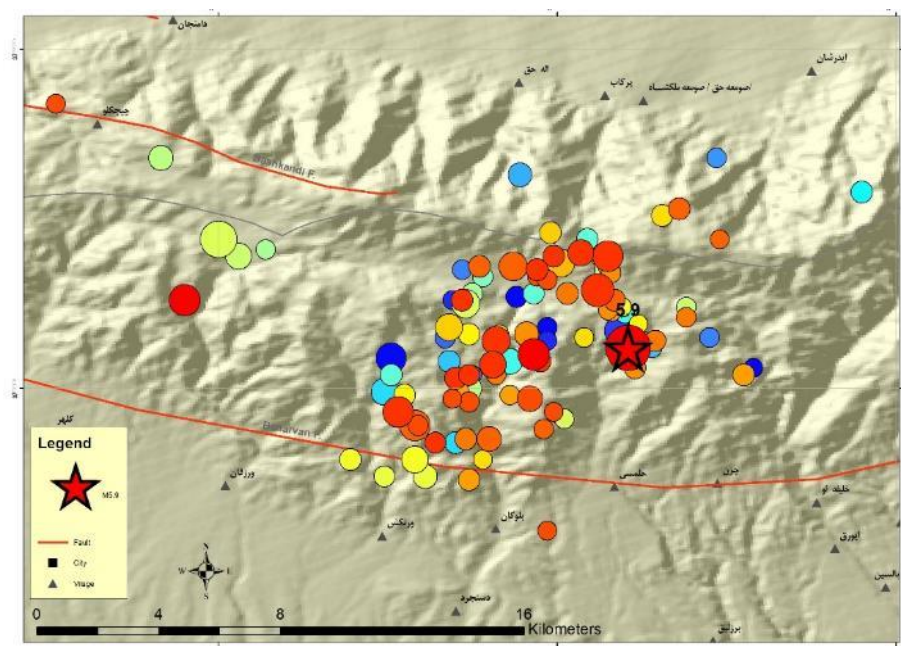
میزان خرابی های مشاهده شده سازگاری نشان نمی دهد. در شکل ۱-۲ نمائی از نقاط رومرکز اعلام شده توسط سایت های مختلف بر روی تصویر ماهواره ای برگرفته از گوگل ارث^۱ نشان داده شده است. مورفولوژی گستره رومرکز و پراکنش مراکز جمعیتی در این تصویر نمایان است.



شکل ۱-۲ نمائی از موقعیت نقاط رومرکز اعلام شده توسط مراجع رسمی

۳- پس لرزه های زلزله ترکمانچای

تا زمان ویرایش نهائی گزارش حاضر (جمعه ۲۴ آبان ماه، ساعت ۱۲ ظهر)، تعداد پس لرزه های زلزله ترکمانچای به ۱۳۲ پس لرزه بالای ۲.۵ رسیده است. بزرگترین پس لرزه ۴.۸ و ۷ پس لرزه با بزرگی ۴ و بالاتر از آن در منطقه رخ داده است. ۴۸ پس لرزه با بزرگی ۳ تا ۴ و مابقی کوچکتر از ۳ بوده است. در شکل ۱-۳ چگونگی توزیع پس لرزه ها نشان داده شده است.

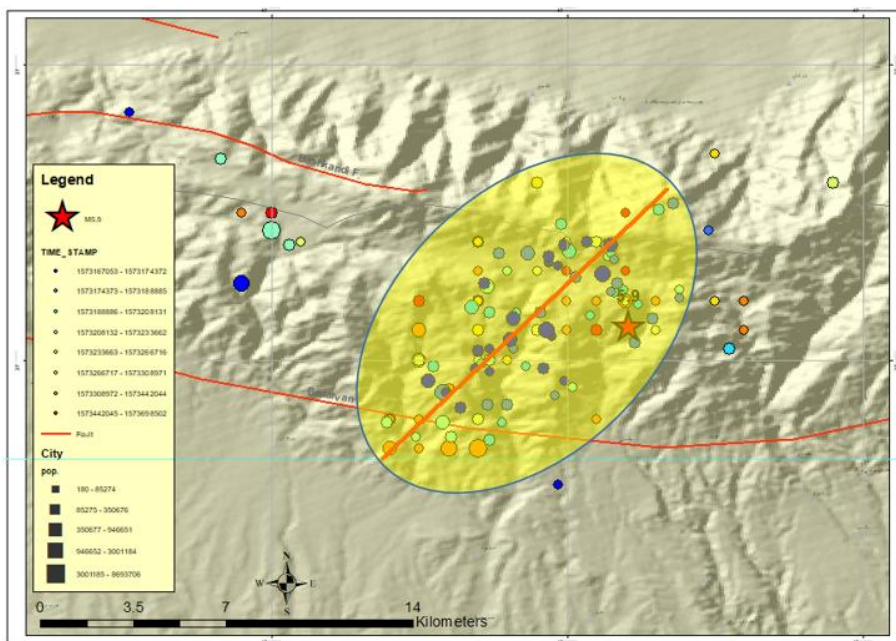


شکل ۱-۳ پس لرزه های ۵.۹ ترکمانچای

^۱ google earth

جانمائی پس لرزه ها نشان می دهد که عمده خوشه لرزه ای در غرب رومرکز و نقطه رخداد زلزله اصلی جای می گیرند. در شکل ۳-۱ پس لرزه ها بر اساس زمان از طیف آبی به قرمز (پس لرزه های جدید) رنگ بندی شده اند. لازم به ذکر است که زلزله های پراکنده ای که بر اساس الگوریتم گاردنر-نویوف جزء پس لرزه های این زمین لرزه محسوب می شوند نیز به صورت مجزا در حاشیه غربی تر رومرکز مشاهده می شود که به نظر می رسد نشان دهنده چکانش گسله های محدود با راستای غرب به شرق است.

گسترده و کشیدگی پهنه پراکنش پس لرزه ها به ابعاد تقریبی ۱۳ کیلومتری در راستای شمال شرق - جنوب غرب و ۶ کیلومتر در راستای شمال غرب - جنوب شرق است. این شکل توزیع احتمالا روند و امتداد گسله مسبب را نیز می تواند نشان دهد. در این محدوده (محدوده عمده پراکنش پس لرزه ها) آبادی های حلمسی با ۵۸۲ نفر جمعیت (آمار ۱۳۹۵)، بلوکان با ۳۷۲ نفر، ورزقان با ۱۰۱۵ نفر، و ورنکش ۹۱۶ نفر جمعیت قرار گرفته اند (شکل ۴-۱) که اغلب در سوی جنوبی شکل بیضوی نشان داده شده قرار می گیرند.

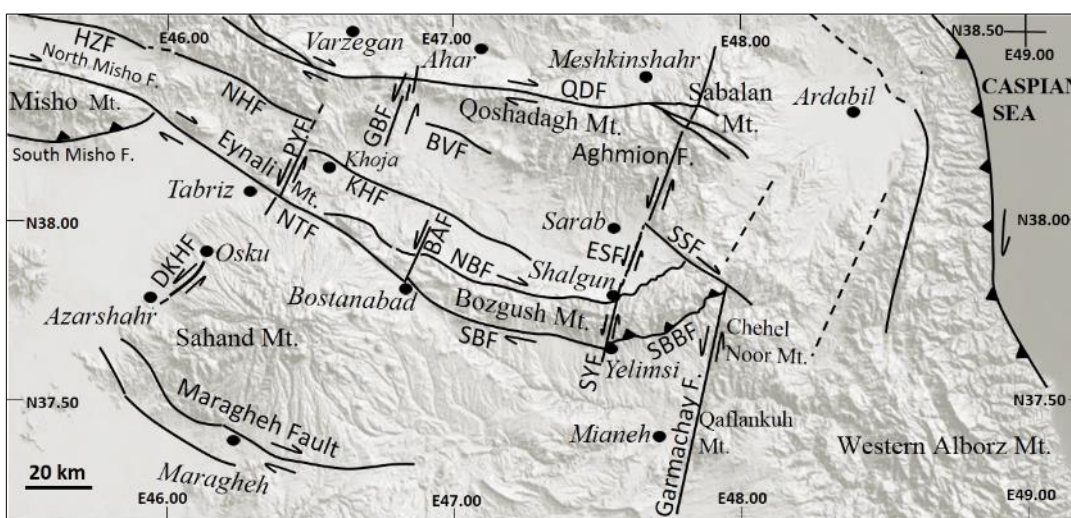


شکل ۴-۱ محدوده پس لرزه های زلزله ۵.۹ ترکمانچای

۴- گسل مسبب زلزله ترکمانچای

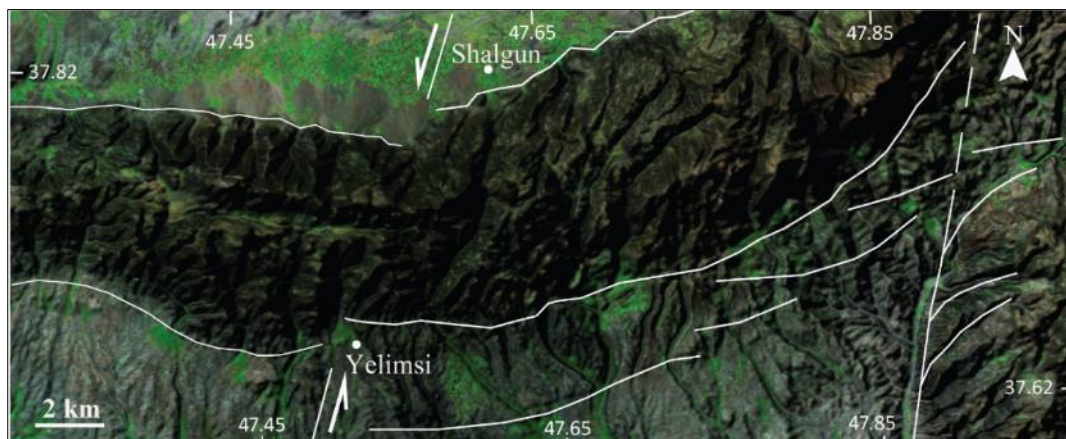
اصلی ترین گسل های فعال در شمال غرب ایران دارای راستای کلی NW-SE بوده و دارای مکانیسم راستالغز راستگرد بوده که مهم ترین آن گسل شمال تبریز می باشد. امتداد این دسته از گسل ها در برخی مناطق نزدیک به W-E می شود که از این میان می توان به گسل شمال بزقوش و گسل جنوب بزقوش (گسل بناوران) اشاره نمود. گروه دیگری از گسل ها عمود بر گسل های سری قبلی بوده و راستای کلی NNE-SSW و مکانیسم راستالغز چپگرد دارند. از این دسته گسل ها می توان به گسل بستان آباد، گسل شرق سراب (در ادامه آن گسل شالقون - حلمسی) اشاره کرد (شکل ۵-۱). گسل شمال بزقوش، گسل جنوب بزقوش و گسل شالقون - حلمسی از جمله مهم ترین گسل های پهنه رومرکز زلزله

اخیر بوده و هر کدام از آن‌ها توانایی ایجاد چنین زمین‌لرزه‌ای را دارند. رشته کوه بزقوش از شرق بستان‌آباد تا شمال شرق میانه با راستای تقریبی شرقی-غربی و طول حدود ۱۰۰ کیلومتر امتداد یافته است. پهنای این رشته کوه از ۸ کیلومتر در نزدیکی بستان‌آباد تا ۱۶ کیلومتر در بخش میانی متغیر بوده، ارتفاع بیشینه آن ۳۳۰۶ متر از سطح دریا و بلندی این رشته کوه نسبت به دشت‌های شمالی و جنوبی آن حدود ۱۶۰۰ متر است. این رشته کوه به گسل‌های شمال و جنوب بزقوش محدود می‌شود که مکانیسم اصلی آن‌ها امتدادلغز راستگرد می‌باشد. گسل جنوب بزقوش به سمت غرب به گسل شمال تبریز و به سمت شرق به گسل بناوران می‌پیوندد (شکل ۵-۱). گسل دیگری که کوهستان بزقوش را به صورت عرضی جابجا کرده گسل شالقون-حلمسی می‌باشد. این گسل دارای مکانیسم امتدادلغز چپگرد بوده و در واقع همان امتداد جنوبی امتداد گسل شرق سراب می‌باشد. همانطور که در شکل ۶-۱ دیده می‌شود، برش چپگرد این گسل به وضوح بر روی تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌های ارتفاعی رقومی قابل تشخیص است (فریدی، ۲۰۱۷).



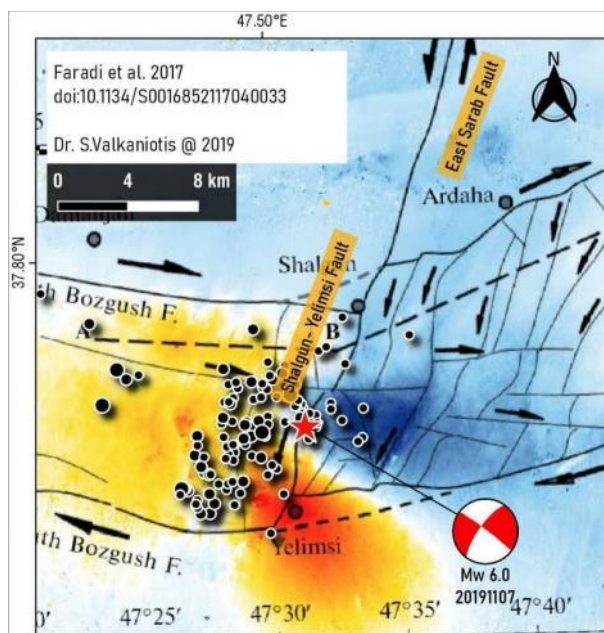
شکل ۵-۱ نقشه گسل‌های فعال اصلی در قسمت‌هایی از شمال غرب ایران (Faridi et al., ۲۰۱۷).

HZF: گسل هرزندات، NHF: گسل نهند، PYF: گسل پایان، GBF: گسل گویجه بل، KHF: گسل خوجا، BVF: گسل بیلوردی، NTF: گسل شمال تبریز، QDF: گسل قوشاداغ، DKHF: گسل دهخوارگان، BAF: گسل بستان‌آباد، NBF: گسل شمالی بزقوش، SBF: گسل جنوبی، ESF: گسل خاور سراب، SYF: گسل شالقون-حلمسی، SBBF: گسل بناوران (ادامه گسل جنوبی بزقوش)، SSF: گسل سندان-سیدلر.



شکل ۶-۱ جابجایی چپگرد گسل شالقون-حلمسی (گسل شرق سراب).
مقدار این جابجایی حدود ۱/۳ کیلومتر اندازه‌گیری شده است (فریدی، ۲۰۱۷).

با رخداد زلزله ۵.۹ ترکمانچای و با ثبت تعدادی از پس لرزه های آن بر اساس محاسبه تنش کولمب، والکانیوتیس (۲۰۱۹) اظهار نظر کرده است که این زمین لرزه احتمال کمی دارد که گسیختگی سطحی ایجاد کند و بر اساس سازوکار امتدادلغزی که برای این زمین لرزه توسط سایت هایی مانند EMSC و GFZ و USGS اعلام شده است، استنتاج شده است که گسل شالگون - حلمسی احتمالاً گسل مسبب زمین لرزه است. سازوکار کانونی امتدادلغز ارائه شده برای زلزله ۵.۹ ترکمانچای، هم با حرکت راستالغز راستگرد امتداد گسل جنوب بزرگوش (گسل بناواران) قابل توجیه است و هم با حرکت راستالغز چپگرد گسل شالگون - حلمسی که امتداد کمابیش عمود بر هم را دارند (شکل ۱-۷).



شکل ۱-۷ بررسی داده های سنتینل و همچنین بررسی تغییرات تنش کولومب نشان می دهد که گسل چپگرد شالقون - حلمسی مسبب رویداد زلزله ۱۷ آبان ۱۳۹۸ بوده است. همین مطالعه اشاره کرده که در این رویداد، گسیختگی به سطح زمین نرسیده است (Valkaniotis, ۲۰۱۹).

با توجه به اینکه در بررسی های میدانی اکیپ مطالعاتی، هم در سوی جنوبی و هم سوی شمالی ارتفاعات بزرگوش، گسیختگی سطحی در اثر جابجائی راستالغز مشاهده نشد، لذا تعیین محل گسل مسبب نیز با احتمال همراه خواهد بود.

۴-۱- میدان جابجائی ناشی از زلزله ۵.۹ ریشتری استان آذربایجان شرقی به روش Pass_۲

به منظور تدقیق محل رخداد زلزله و نیز آشکارسازی احتمالی گسل مسبب با روش تداخل سنجی راداری تعیین میدان جابه جائی انجام پذیرفت. مطالعه حاضر به منظور تعیین میدان جابجائی حاصل از زلزله با روش تداخل سنجی راداری تفاضلی^۲ و با استفاده از دو تصویر توپس^۳ قبل و بعد از رخداد زلزله انجام پذیرفته است.

در این مطالعه از تصاویر سنتینل وان^۴ استفاده شده است که مشخصات آن در در شکل های ۸-۱ و ۹-۱ آورده شده است. تصویر اول به عنوان تصویر مستر^۵ و تصویر دوم که به فاصله یک روز پس از رخداد زلزله می باشد به عنوان

^۲ D_Inсар

^۳ Pass_۲

^۴ Sentinel-۱

^۵ Master

تصویر اسلیو^۶ مورد استفاده قرار گرفته است.

پس از جداسازی منطقه مورد مطالعه از جفت تصاویر بردارهای مداری هر تصویر به صورت مجزا فراخوانی گردید. در مرحله بعدی دو تصویر با یکدیگر کورجیستر^۷ شدند به طوری که تصویر با تاریخ مربوط به قبل از زلزله مستر و تصویر با تاریخ بعد از زلزله اسلیو در نظر گرفته شد. در این مطالعه یک دامنه ثابت از انحراف برای تمامی دی برست^۸ با استفاده از همبستگی متقاطع غیر مستقیم در نظر گرفته شد. سپس تداخل نمای اولیه تشکیل یافت. در مرحله بعدی فاز توپوگرافی از فاز مرجع کسر گردید. برای حذف اثر توپوگرافی از اینترفروگرام^۹ اولیه از مدل رقومی اس آر تی ام^{۱۰} با حد تفکیک ۱۲.۵ متر استفاده گردید. دی برستهای تصویر کورجیستر شده یکپارچه سازی شد. در نهایت فیلتر گلداشتاین به منظور افزایش کیفیت و همچنین کاهش نویز مورد استفاده قرار گرفت. ماسک فیلتر گلداشتاین با کوهرنسی ۰.۳ انجام پذیرفت.

S1A_IW_SLC__ISDV_20191028T025310_20191028T025338_029653_03608A_CEB7	
adsHeader	
missionId	S1A
productType	SLC
polarisation	VV
mode	IW
swath	IW2
startTime	2019-10-28T02:53:10.816820
stopTime	2019-10-28T02:53:38.741552
absoluteOrbitNumber	29653
missionDataTakeId	221322
imageNumber	005

شکل ۸-۱ مشخصات تصویر Master

S1A_IW_SLC__ISDV_20191109T025310_20191109T025338_029828_0366BC_3A7B	
adsHeader	
missionId	S1A
productType	SLC
polarisation	VV
mode	IW
swath	IW2
startTime	2019-11-09T02:53:10.884298
stopTime	2019-11-09T02:53:38.813141
absoluteOrbitNumber	29828
missionDataTakeId	222908
imageNumber	005

شکل ۹-۱ مشخصات تصویر Slave

در محدوده مورد مطالعه با توجه به مورفولوژی کوهستانی آن این انتظار می‌رود که در نتیجه نهائی و تشکیل فرینچها تاثیر بگذارد. اما در نهایت نتیجه به دست آمده میزان جابجائی را در سطح رو مرکز زلزله نشان داد. با توجه به اینکه هر فرینچ بیانگر جابجائی نصف مقدار طول موج می‌باشد، لذا این مقدار در حدود ۲.۸ سانتی متر می‌باشد و

^۶ Slave

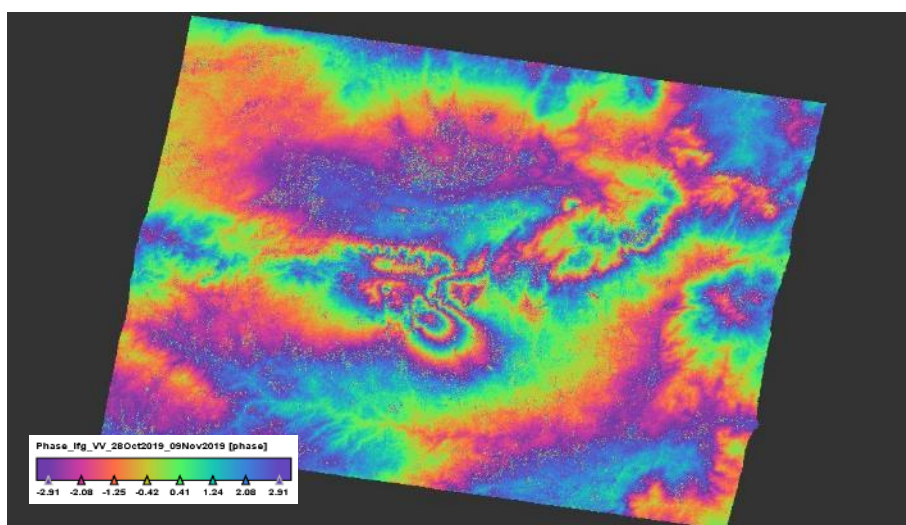
^۷ Coregister

^۸Dburste

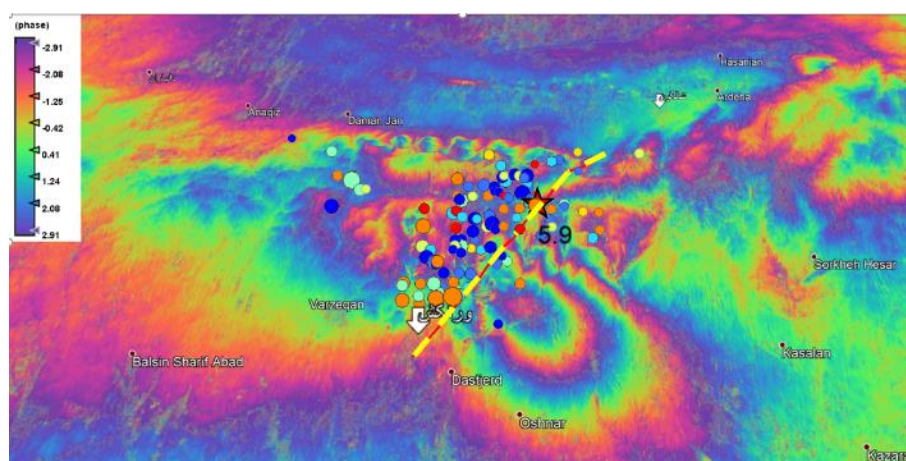
^۹ interfrogam

^{۱۰} SRTM

میزان تغییرات سطحی در این منطقه بین منفی ۲.۸ تا مثبت ۲.۸ سانتی متر قابل مشاهده است. در شکل ۱۰-۱ اینترفروگرام بدست آمده به منظور اثر زلزله در تعیین میدان جابجائی نشان داده شده است. در مرحله بعدی اینترفروگرام بدست آمده در محیط گوگل ارث به منظور جانمایی و تدقیق گسل مسبب احتمالی آورده شد که در شکل ۱۱-۱ نشان داده شده است. با توجه به نقشه گسل های منطقه و همچنین کانون سطحی زلزله ۵.۹ و نیز با در نظر گرفتن توزیع پس لرزه ها به نظر میرسد گسل شالگون-حلمسی با جهت تقریبی شمال-شرق - جنوب غرب، به عنوان گسل مسبب این زمین لرزه بوده باشد که در شکل ۱۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱۰-۱ اینترفروگرام بدست آمده به منظور نشان دادن تعیین جابجائی سطحی متاثر از زلزله ترکمانچای



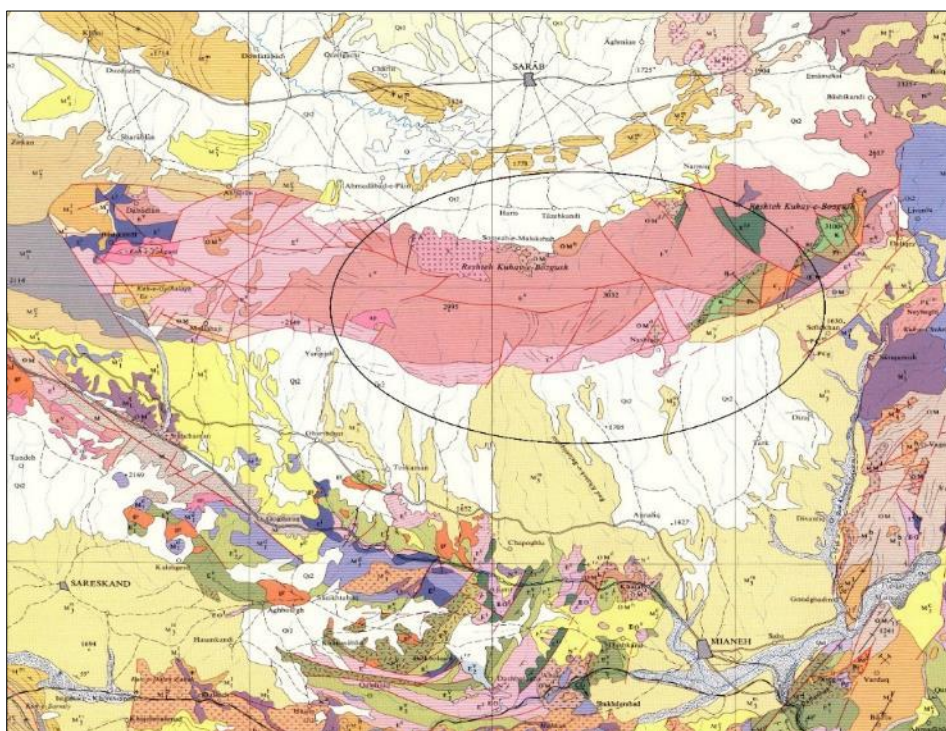
شکل ۱۱-۱ اینترفروگرام بدست آمده به همراه رومکز زلزله و همچنین امتداد تقریبی گسل مسبب احتمالی (با ماتداد گسل شالگون حلمسی همخوانی مناسبی دارد)

بنابر کلیه مطالب فوق الذکر، چنین گمان می رود که امتداد جنوبی گسل شرق سراب (گسل شالگون - حلمسی) گسل مسبب زلزله ۵.۹ ترکمانچای می باشد. طول گسل با روابط تجربه ولز-کوپراسمیت هم توجیه توان ایجاد زلزله ۵.۹ را داراست.

۵- زمین شناسی گستره رومرکز زلزله ۵.۹ ترکمانچای

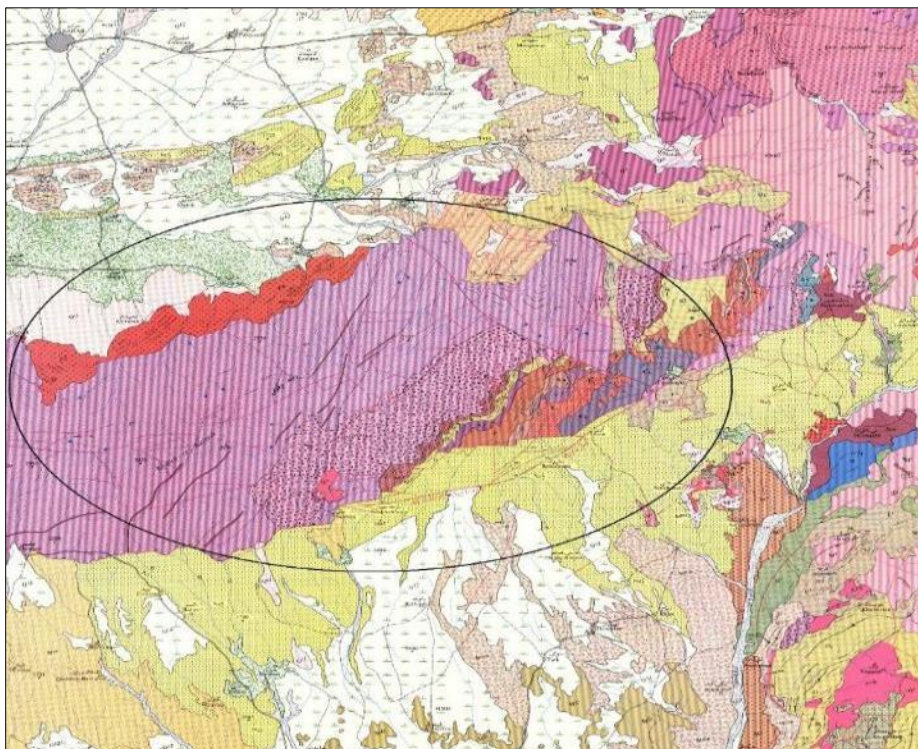
بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ میانه و ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب (سازمان زمین‌شناسی کشور) نشان می‌دهد که پهنه رومرکز زمین‌لرزه ۱۷ آبان ۱۳۹۸ و پس‌لرزه‌های آن در نهشته‌های آتشفشانی ائوسن واقع شده است. این نهشته‌ها بیشتر شامل ریولیت، آندزیت و توف بوده و ارتفاعات بزقوش را تشکیل می‌دهند. در دامنه‌های شمالی بزقوش، توده‌های آذرین جدیدتر میوسن نیز دیده می‌شود.

به لحاظ تکتونیکی هرچند که در این نقشه‌ها یک سری گسل که در راستای گروه‌های اصلی گسل در این منطقه هستند ترسیم شده، ولی به طور خاص به گسل‌های اصلی اشاره‌ای نشده و تنها در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب از گسل بناوران^{۱۱} نام برده شده است. این گسل در واقع همان امتداد شرقی گسل جنوب بزقوش می‌باشد (شکل‌های ۱-۱۲ و ۱-۱۳).



شکل ۱-۱۲- گستره رومرکز زمین‌لرزه ۱۷ آبان ۱۳۹۸ ترکمانچای بر روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ میانه (سازمان زمین‌شناسی کشور).

^{۱۱} Benavaran



شکل ۱۳-۱ گستره رومرکز زمین لرزه ۱۷ آبان ۱۳۹۸ ترکمانچای بر روی نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب (سازمان زمین شناسی کشور).

۵-۱- تکتونیک فعال در منطقه

مناطق البرز غربی و آذربایجان تکتونیزه بوده و در برگرنده گسل‌های اصلی فراوانی هستند که در نقاط زیادی با یکدیگر تقاطع داشته و تشکیل گره تکتونیکی داده‌اند. این وضعیت به این خاطر است که البرز غربی و آذربایجان از دو سو مورد تنش قرار می‌گیرد. یکی همگرایی بین صفحات عربی و ایران بوده و تنش دیگر در نتیجه همگرایی بین صفحات ایران و اوراسیا می‌باشد. همگرایی اخیر موجب شده تا بخش غربی پوسته خزر جنوبی به زیر کوه‌های طالش رانده شده و نیروی تکتونیکی مضاعفی را به مناطق البرز غربی و آذربایجان وارد نماید. بر اساس داده های ژئودتیک، نرخ همگرایی بین صفحات عربی و ایران در حدود ۱۸ میلی‌متر در سال و نرخ همگرایی بین صفحات ایران و اوراسیا ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر در سال می‌باشد (Agard et al., ۲۰۱۱ and Vernant, ۲۰۱۵ and Jackson et al., ۲۰۰۲). مناطق البرز غربی و آذربایجان سهم زیادی در مستهلک کردن این مقادیر حرکتی و همگرایی داشته و از آنجا که بیشتر این مناطق از سازندهای سنگی سخت و شکننده تشکیل شده است، تغییر شکل‌ها و آزاد شدن انرژی به ناچار در صفحات گسل‌ها و به شکل زمین لرزه صورت می‌گیرد. از جمله جدیدترین این زمین لرزه‌ها می‌توان به رویدادهای ۶/۴ و ۶/۳ مورخ ۲۱ مرداد ۱۳۹۱ ورزقان- اهر و زلزله ۵/۹ مورخ ۱۷ آبان ۱۳۹۸ ترکمانچای اشاره نمود.

۵-۲- اهمیت بررسی الگوی فعالیت گسل‌ها

بررسی کاتالوگ زمین لرزه‌های تاریخی در شمال غرب ایران نشان می‌دهد که تعداد پنج زمین لرزه مخرب به ترتیب از شرق به غرب اتفاق افتاده است (سلیمانی آزاد و همکاران، ۱۳۸۸). ابتدا در سال ۱۵۹۳ میلادی شهر سراب در شمال رشته کوه بزقوش و سپس مناطق بستان‌آباد و تبریز در سال ۱۷۲۱ میلادی ویران شدند. حدود ۶۰ سال بعد و در سال

۱۷۸۰ شهر تبریز و پیرامون آن زلزله بزرگی را تجربه کرد. شش سال بعد در سال ۱۷۸۶ شهرهای مرند و تسوج واقع در رشته کوه میشو آسیب دیدند و همین مناطق حدود ۲۰ سال بعد و در سال ۱۸۰۷ رویداد زلزله بزرگ دیگری را تجربه کردند (شکل ۱۴-۱).



شکل ۱-۱۴ موقعیت بپهنه‌های رومرکز زمین لرزه‌های تاریخی ۱۵۳۹ تا ۱۸۰۷ در گستره تبریز و پیرامون آن (Berberian, ۱۹۹۷). گسل‌های جنوبی در این شکل شامل گسل تسوج (۱)، گسل شمال میشو (۲)، گسل جنوب میشو (۳)، گسل صوفیان (۴)، گسل شبستر (۵)، قطعه NW گسل شمال تبریز (۶)، قطعه SE گسل شمال تبریز (۷)، گسل دوزدوزان (۸)، گسل جنوب سراب (۹)، گسل شمال بزقوش (۱۰) و گسل جنوب بزقوش (۱۱). (برگرفته از سلیمانی آزاد و همکاران، ۱۳۸۸).

رویداد این پنج زمین لرزه مخرب متوالی از سمت مناطق شرق (سراب) به سمت مناطق غرب (تسوج)، دو نکته بسیار مهم را نشان می‌دهد:

۱- الگوی عملکرد گسل‌ها در این منطقه به صورت خوشه‌ای^{۱۲} است. این نکته از آن جهت اهمیت دارد که این تفکر که پس از رویداد یک زمین لرزه بزرگ احتمال رویداد زلزله بزرگ بعدی کاهش یافته یا برطرف شده است، می‌تواند تبدیل به یک گمانه‌زنی غلط گردد.

۲- اندرکنش^{۱۳} بین قطعات گسلی در سامانه گسلی تبریز به وضوح دیده می‌شود. به عبارت دیگر فعال شدن یک قطعه می‌تواند با ایجاد مکانیسم چکانش^{۱۴} منجر به وقوع زلزله بر روی قطعه گسلی مجاور خود گردد. مشابه این الگو بر روی گسل شمال آناتولی در کشور ترکیه نیز اتفاق افتاده است (Stein et al., ۱۹۹۷ and Pondard et al., ۲۰۰۷). بدیهی است که احتمال وجود چنین الگوی در مورد زلزله اخیر ترکمانچای و پس‌لرزه‌های آن باید مورد بررسی دقیق قرار گیرد.

۳-۵- بررسی‌های میدانی زمین شناسی سطحی

ذکر گردید که در این رویداد به نظر می‌رسد که گسیختگی به سطح زمین نرسیده باشد. با توجه به اینکه رومرکز زلزله در سازندهای سنگی ائوسن و منطقه‌ای کوهستانی قرار گرفته و نظر به بزرگی زلزله (زمین لرزه سترگ تلقی نمی‌شود)، عدم تشکیل گسیختگی سطحی قابل انتظار می‌باشد. در بررسی‌های میدانی که صورت گرفت در نزدیکی پل راه‌آهن در دست ساخت میانه- تبریز، آثار شکاف در سطح جاده مشاهده شد که به نظر می‌رسد ناشی از ارتعاشات زلزله و حرکت

^{۱۲} Clustering Pattern

^{۱۳} Interaction

^{۱۴} Trigger

کششی در دامنه باشد (شکل ۱۵-۱).



شکل ۱۵-۱ در سطح جاده خاکی مجاور پل راه آهن در دست ساخت میانه- تبریز، شکافهای دیده می شود که ممکن است در اثر

ارتعاشات ناشی از زمین لرزه ایجاد شده باشد. موقعیت: ۴۷.۵۱۰۵۴۴ , ۳۷.۵۴۶۳۲۸

بازدیدهای میدانی برای مشاهده آثار گسلش سطحی و نیز بررسی میدانی زمین شناسی سطحی در روستاهای شمال و جنوب رشته کوه بزقوش در محدوده شهرستان های میانه و سراب انجام گرفت.

در گستره جنوب ارتفاعات بزقوش، از شهر میانه که به سمت شمال حرکت می کنیم، از محدوده روستاهای خواجه ده و چنار آثار خسارات زلزله به تدریج نمایان می شود. در این بخش، روستاهای بالسین، صومعه علیا و ورنکش مورد بازدید قرار گرفت. گستره این روستاها از نهشته های میوسن نظیر کنگلومرا، ماسه سنگ، سیلت و مارن تا نهشته های پادگانه های جوان و مخروط افکنه های کوآترنری تشکیل شده است.

نهشته های گستره روستای بالسین بیشتر شامل کنگلومرا تا ماسه سنگ بوده ولی به سمت روستای ورنکش نهشته ها ریزدانه تر می شود. شاید یکی از دلایل بیشتر بودن خرابی ها در روستای ورنکش، علاوه بر نزدیک تر بودن آن به پهنه گسل و رومرکز، ریزدانه تر بودن نهشته ها و بروز پدیده بزرگنمایی^{۱۵} باشد (شکل های ۱۶-۱ تا ۱۹-۱).

^{۱۵} Amplification



شکل ۱-۱۶ رسوبات تقریباً درشت دانه شامل کنگلومرا و ماسه‌سنگ در محدوده روستای بالسین.
موقعیت: ۴۷.۵۹۶۲۰۸, ۳۷.۶۳۹۰۵۶



شکل ۱-۱۷ رسوبات تقریباً درشت دانه شامل کنگلومرا و ماسه‌سنگ در محدوده روستای بالسین.
موقعیت: ۴۷.۵۹۶۲۰۸, ۳۷.۶۳۹۰۵۶



شکل ۱۸-۱ در گستره روستای ورنکش نهشته‌ها ریزدانه‌تر بوده و شاید این موضوع یکی از عوامل افزایش خرابی‌ها باشد.
موقعیت: ۳۷.۶۵۷۵۴۲, ۴۷.۴۵۱۵۹۴



شکل ۱۹-۱ در مجاورت روستای ورنکش دره‌های گسلی دیده می‌شود که احتمالاً در ارتباط با گسل جنوب بزقوش هستند.
موقعیت: ۳۷.۶۵۷۵۹۶, ۴۷.۴۵۲۰۱۲

در این زلزله ریزش کوه در نقاطی از جاده میانه - ترکمانچای رخ داده که به دلیل پرشیب بودن دیواره‌های سنگی مشرف به جاده، این ریزش‌ها قابل انتظار است. یک نمونه از این نقاط در شکل ۱-۲۰ نمایش داده شده است.



شکل ۱-۲۰ یکی از نقاط ریزش کوه در جاده میانه - ترکمانچای که توسط نیروهای راهداری میانه پاکسازی شده است.

موقعیت: ۴۷.۳۶۸۱۶۲, ۳۷.۵۱۳۰۰۶

در گستره شمال رشته کوه بزقوش که در محدوده شهرستان سراب واقع شده است، روستاهای تیرشاب، دونیق، هروان و اسفروشان مورد بازدید میدانی قرار گرفت. شرایط این روستاها با روستاهای جنوب رشته کوه بزقوش کاملاً متفاوت می‌باشد. در گستره شمال بزقوش مقدار آب زیرسطحی و کم‌عمق در زمین‌ها زیاد بوده و عملاً روستاهایی مثل تیرشاب، دونیق و هروان در مجاورت زمین‌های باتلاقی قرار گرفته‌اند. این امر باعث می‌شود تا در زمان وقوع زلزله پدیده بزرگنمایی رخ داده و خسارات افزایش یابد (شکل ۱-۲۱ تا ۱-۲۵).



شکل ۱-۲۱ زمین‌های باتلاقی و گاه باتلاقی‌های نمکی در گستره شمالی رشته کوه بزقوش. روستاهایی مثل تیرشاب، دونیق و هروان در نزدیکی چنین زمین‌هایی قرار گرفته‌اند.



شکل ۱-۲۲ زمین‌های باتلاقی در گستره شمالی رشته کوه بزقوش. روستاهایی مثل تیرشاب، دونیق و هروان در نزدیکی چنین زمین‌هایی قرار گرفته‌اند.



شکل ۱-۲۳ زمین‌های باتلاقی در گستره شمالی رشته کوه بزقوش. روستاهایی مثل تیرشاب، دونیق و هروان در نزدیکی چنین زمین‌هایی قرار گرفته‌اند.



شکل ۱-۲۴ فرو رفتن چرخ‌های خودرو تیم بازدید کننده در زمین‌های باتلاقی روستای تیرشاب



شکل ۱-۲۵ زمین‌های کشاورزی و خاک نرم در محدوده روستاهای تیرشاب تا دونیق

روستای اسفروشان نزدیک به دامنه شمالی رشته کوه بزقوش و گسل شمال بزقوش بوده و در محدوده آن می‌توان دره‌های گسلی مرتبط با گسل شمال بزقوش را مشاهده نمود. در این روستا نهشته‌های درشت دانه و قلوه سنگی و همچنین رخنمون توده‌های آذرین دیده می‌شود. وجود چشمه آبگرم در این منطقه خود نشان دهنده فعالیت‌های زمین‌شناختی در این گستره می‌باشد (شکل ۱-۲۶ تا ۱-۲۹).



شکل ۱-۲۶ دره‌های گسلی در محدوده روستای اسفروشان



شکل ۱-۲۷ دره‌های گسلی در محدوده روستای اسبفروشان



شکل ۱-۲۸ رخنمون‌های درشت دانه و قلوه سنگی در محدوده آبگرم روستای اسبفروشان



شکل ۱-۲۹ رخنمون‌های درشت دانه و قلوه سنگی در محدوده آبگرم روستای اسبفروشان

بر اساس مشاهدات میدانی زمین شناسی سطحی، در مناطق با تخریب بیشتر، اثر ساختگاه و خاک نرم محرز گردیده است. این امر در مورد روستاهای سمت شهرستان سراب قابل ملاحظه تر می باشد. در این سمت، روستاهای واقع در اراضی با خاک نرم و مرطوب بیشتر از روستاهای نزدیک به رومرکز زلزله تخریب شده بودند. بررسی میدانی منطقه رومرکز این زلزله نشانگر وجود برخی ریزش‌های سنگی و همچنین گسیختگی‌هایی در سطح زمین می‌باشد. اثرات جابجایی در سطح دیده نشده و به همین خاطر ممکن است برخی از این گسیختگی‌ها مربوط به ساختارهای ثانویه پس از زلزله و لغزش لایه‌ها باشد (شکل‌های ۱-۳۰ تا ۱-۳۳).



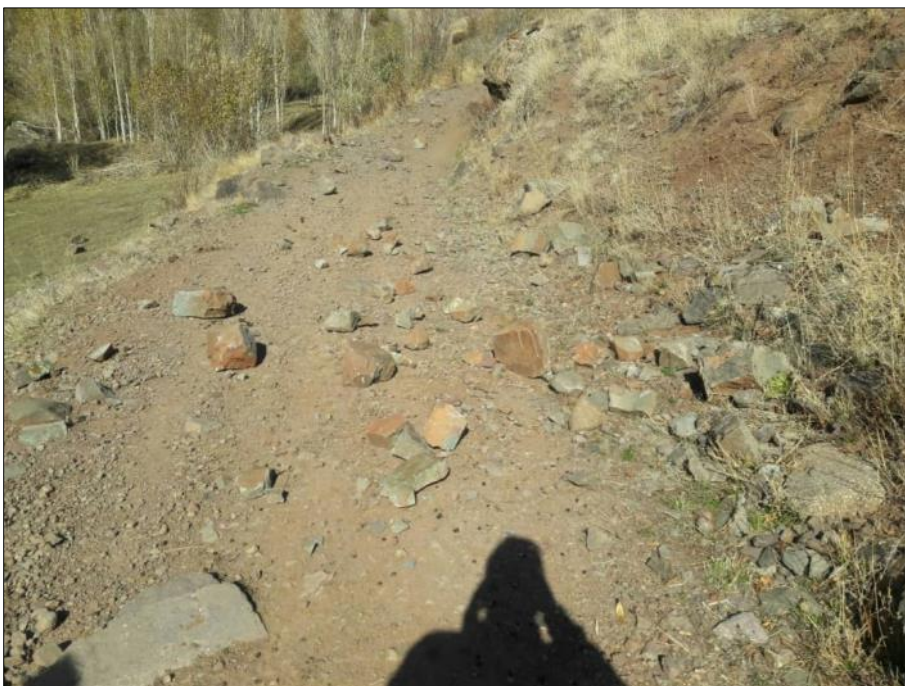
شکل ۱-۳۰ رخنمون گسلش در منطقه رومرکز زلزله



شکل ۱-۳۱ گسیختگی در سطح زمین در منطقه رومرکز زلزله



شکل ۱-۳۲ ریزش سنگ در منطقه رومرکز زلزله

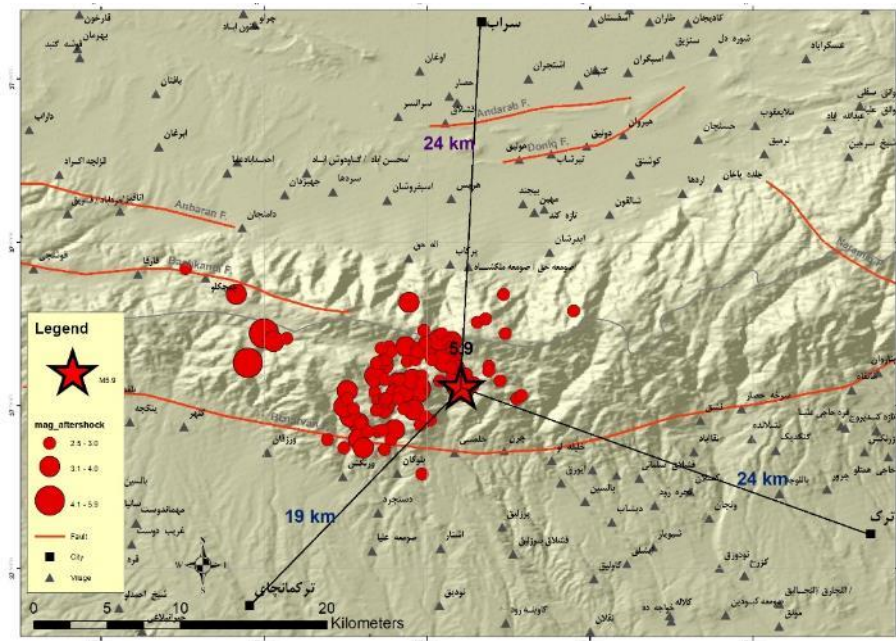


شکل ۱-۳۳ ریزش سنگ در منطقه رومرکز زلزله

۶- مراکز جمعیتی اطراف رومرکز زلزله ۵.۹ ترکمانچای و روستاهای آسیب دیده

بر اساس اطلاعات برگرفته شده از آمار ۱۳۹۵ (مرکز آمار ایران) در اطراف رومرکز زلزله ۵.۹ ترکمانچای، سه شهر از حوزه های شهرستانی میانه و سراب شامل: ترکمانچای، ترک و سراب واقع شده اند. در شکل ۱-۳۴ موقعیت این سه شهر نسبت به رومرکز زلزله نشان داده شده است. شهر ترکمانچای ۱۹ کیلومتر، ترک ۲۴ کیلومتر و سراب هم ۲۴ کیلومتر از محل رومرکز زلزله ۵.۹ فاصله دارند. شتابنگار موجود در شهر ترکمانچای شتاب $0.4g$ را ثبت کرد که

بالاترین شتاب ثبت شده این زلزله در منطقه است.



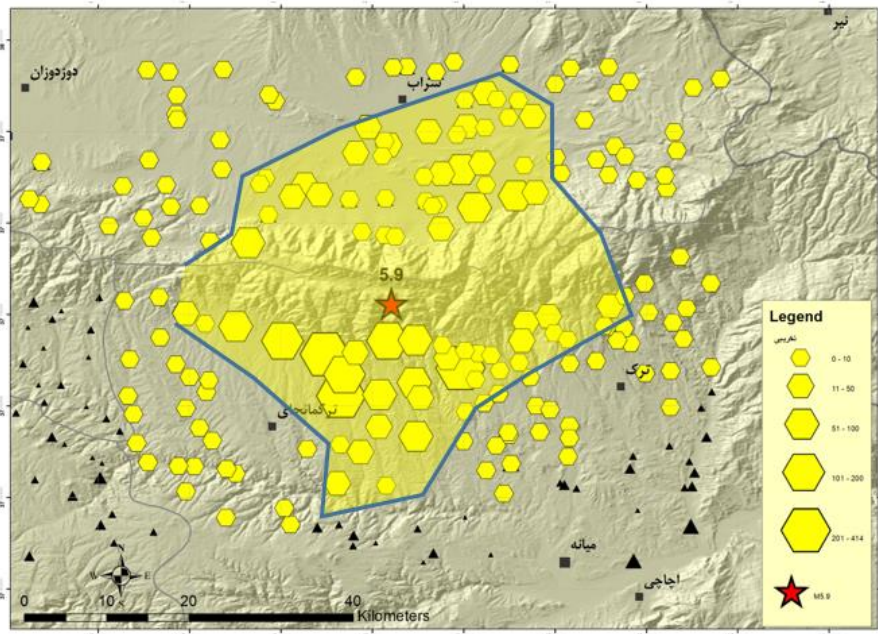
شکل ۱-۳۴ موقعیت رومرکز زلزله و سه شهر اطراف آن

استعلام از مراجع رسمی و عزیمت به شهرهای سراب، ترکمانچای نشان داد که هرچند مردم این شهرها ارتعاش‌های شدیدی را حس کرده‌اند اما دامنه خسارت وارده در این سه شهر نامحسوس بوده و عمدتاً مراکز روستائی آسیب دیده‌اند. این امر با شتاب ثبت شده در شهر ترکمانچای اندکی همخوانی ندارد که شاید توجیه آن مدت دوام کم شتاب موثر زلزله در شهر ترکمانچای بوده باشد.

۶-۱- مراکز جمعیتی روستائی (آبادی‌ها) تحت تاثیر زلزله ۵.۹ ترکمانچای

در شعاع ۳۰ کیلومتری اطراف رومرکز زلزله ۵.۹ ترکمانچای، حدود ۲۱۵ آبادی قرار دارد که جمعیتی در حدود ۷۸ هزار نفر (۲۲ هزار خانوار) را بر طبق آمار سال ۱۳۹۵، در خود جای داده‌اند. ۱۲۵۰۰ واحد فاقد اسکلت و بنائی و ۹۵۰۰ واحد اسکلت دار واحدهای مسکونی این تعداد از آبادی‌ها را تشکیل می‌دهند.

در زلزله ۵.۹ ترکمانچای آذربایجان شرقی، بر اساس آمار منتشر شده در حوزه شهرستان میانه حدود ۴۵ آبادی و در حوزه شهرستان سراب حدود ۳۰ آبادی دارای درصدهای متفاوتی از تخریب واحدهای مسکونی شده‌اند. در شهرستان میانه روستاهای صومعه‌علیا، بالسین، ورنکش، ورزقان، حلمسی، دستجرد به ترتیب بین ۴۱۴ تا ۱۱۳ واحد تخریبی (غیرقابل تعمیر) داشته‌اند که آسیب‌دیده‌ترین مراکز روستائی حوزه میانه را تشکیل می‌دهند. در شهرستان سراب آسیب وارده کمتر از میانه بوده و روستاهای شالقون، دونیق، چیچکلو، اردها، گادوش آباد و هروان به ترتیب بین ۸۶ تا ۵۰ واحد مسکونی تخریبی داشته‌اند. در شکل ۳۵-۱ موقعیت روستاهای تخریبی و میزان تخریب هرکدام از روستاها نشان داده شده است.

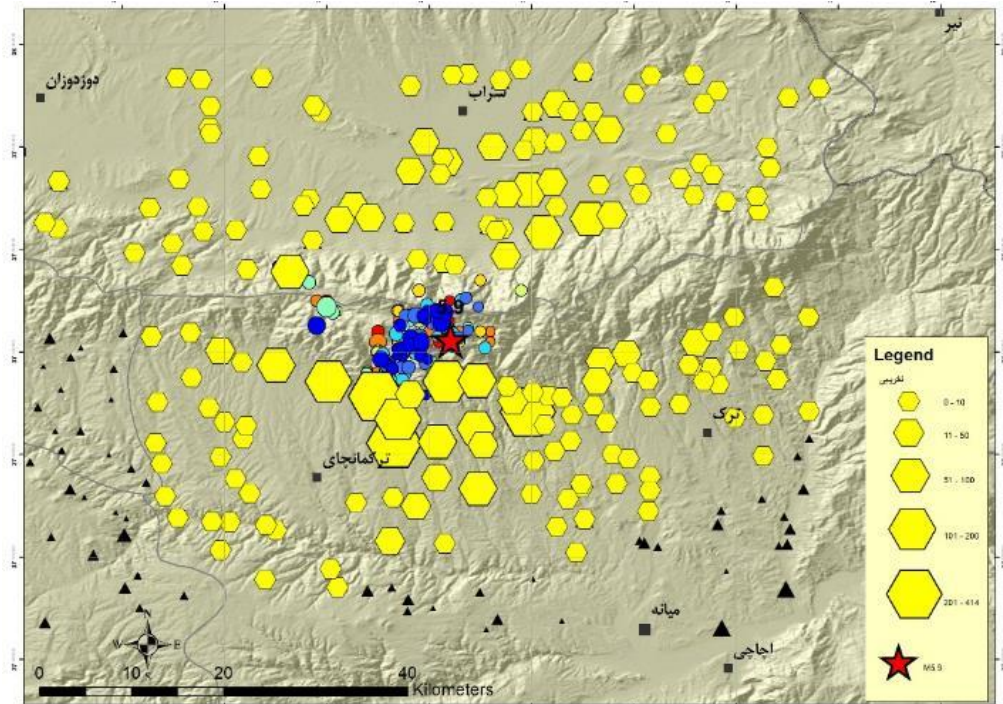


شکل ۳۵-۱ موقعیت روستاها براساس تعداد واحدهای تخریبی (موقعیت روستاهای با بیشترین تعداد تخریب در شکل تفکیک شده است) در شکل ۳۶-۱ نیز همان تعداد از آبادی های دارای واحدهای تخریبی همراه با پس لرزه های زلزله ۵.۹ به صورت یکجا نشان داده شده است.

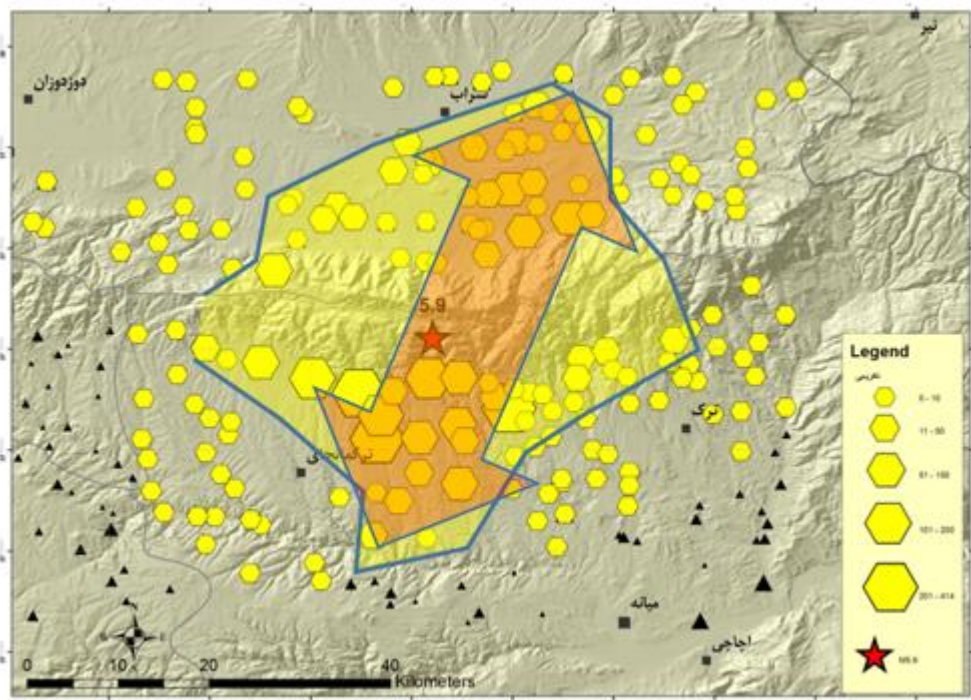
در شکل ۳۶-۱ مشاهده می شود که روستاهای با واحدهای بیشتر تخریب شده در سمت جنوبی منطقه و جنوب رومرکز زلزله واقع شده اند (روستاهای سمت حوزه شهرستان میانه بیشتر تخریبی داشته است). با دور شدن از موقعیت رومرکز زلزله، تعداد واحدهای تخریبی هم کمتر شده است. شکل های ۳۵-۱ و ۳۶-۱ نشان می دهد که موقعیت اصلاح شده رومرکز زلزله تطابق مناسبی با میزان تخریب دارد.

همچنین در شکل ۳۷-۱ جهت یافتگی تخریب های نسبتا بالا به صورت شمال شرق - جنوب غرب نشان داده شده است. این جهت یافتگی مشابهت با امتداد گسل احتمالی مسبب لرزه دارد که دارای راستائی کمابیش مشابه همین جهت است.

براساس نقشه های تهیه شده و دیدی کلی آسیب دیدگی پهنه رومرکز، به دلیل مشابهت بالای نوع خرابی ها، تعدادی روستا در حوزه های میانه و سراب مورد بازدید قرار گرفت و موارد مرتبط با نوع آسیب پذیری ها و نقاط ضعف آنها، به طور جداگانه ذکر گردید. در بخش بعدی گزارش به ارزیابی خسارت ها به زیرساخت ها و ساختمان های واحدهای مسکونی پرداخته می شود.



شکل ۳۷-۱ موقعیت روستاها براساس تعداد واحدهای تخریبی همراه با موقعیت پس لرزه‌ها



شکل ۳۸-۱ جهت یافتگی خرابی‌ها (بیکان دوسویه) با امتداد گسل مسبب احتمالی (گسل شرق سراب، شالقون - حلمسی)

بخش دوم: آسیب‌ها و خسارت‌ها به زیرساخت‌ها و واحدهای مسکونی

۱- راه و ابنیه فنی

۱۲۰ میلیارد ریال خسارت مالی به شبکه حمل و نقل استان آذربایجان شرقی در زلزله ترکمانچای وارد شده است. ۶ دهانه پل ۲ تا ۲۰ متری و یک پل باستانی در این زمین لرزه آسیب دیدند. در مسیر میانه به بستان آباد در چندین نقطه بلافاصله ریزش سنگ رخ داده که در برخی از این نقاط موجب انسداد مسیر نیز شده است. بنا به گفته رئیس اداره راه و شهرسازی میانه، در دو ساعت اول پس از وقوع زمین لرزه، تمام مسیرها باز و واریزه‌ها از سطوح جاده برداشته شد.



شکل ۱-۲ پل باستانی واقع در شهرستان سراب که در اثر زلزله آسیب دیده است.

۲- آسیب و خسارت به شبکه گاز

در زلزله ۵.۹ ترکمانچای آذربایجان شرقی، آسیب وارده به اجزاء مختلف شبکه گاز قابل ملاحظه بود. علمک‌ها با توجه به اینکه یکی از مهمترین تاسیسات تقلیل فشار در شبکه گاز بوده و از لحاظ کمیت نیز یکی از پرتعدادترین المان‌های کاربردی شبکه توزیع گاز می‌باشند، از اهمیت ویژه‌ای در عملکرد این شبکه خواهند داشت.

این تاسیسات که بر خطوط 60 psi گاز قرار گرفته‌اند، وظیفه تقلیل فشار جریان گاز از 60 psi به فشار 0.25 psi برای مناسب سازی مصرف خانگی را انجام می‌دهند. در علمک‌ها به دلیل نوع فیزیک آنها به عنوان المانی ایستاده و همچنین محل قرارگیری آنها که معمولاً در مجاورت دیوارها قرار گرفته‌اند و احتمال ریزش دیوارهای محوطه‌ها و حیاط منازل در زلزله‌ها بسیار بالاست، خطر بالایی از حیث وارد شدن ضربه به آنها وجود خواهد داشت. وارد شدن ضربه

به قسمت‌های مختلف علمک و یا له شدگی جداره آن تحت بار آواری دیوارها، موجب نشست گاز با فشار ۶۰ psi خواهد بود که علاوه بر صدای بسیار وحشتناک، احتمال انفجار و آتش سوزی را به دنبال خواهد داشت.

همانطور که در اخبار اولیه پس از زلزله انتشار یافته بود، یک مورد انفجار در روستای بالسین در اثر نشست گاز گزارش شده بود، که پس از بررسی تیم ارزیاب مرکز، مشخص گردید که در این مورد هیچگونه انفجاری رخ نداده است و علمک یکی از منازل تحت اثر ضربه مصالح تخریبی دیوار جنبی دچار نشست شدید و آزاد شدن جریان گاز شده است که به دلیل صدای زیاد این خروج جریان، مردم محلی آن را به انفجار تشبیه کرده اند (شکل ۲-۲).

این سانحه و موارد مشابه در ساعات اولیه رخ داد که توسط امداد مسئولین گاز محلی شناسایی و رفع گردیده است. همچنین در روستاهای دیگر آسیب دیده در زلزله، آمار بالایی از شکست علمک‌ها تحت بار آواری ساختمان و دیوار محوطه‌ها بوده ایم (آمار دقیق آسیب‌ها در گزارش موجود می باشد).

قابل ذکر است که علمک‌های آسیب دیده پس از شناسایی، نشست یابی، ترمیم و یا تعویض شده اند. همچنین تعدادی از کنتورهای گاز در این زلزله آسیب دیده بودند که پس از شناسایی تعویض گردیدند. در شکل ۳-۲ نمونه ای از شکست علمک در روستای هروان قابل مشاهده می باشد.

با توجه به تاثیر بسیار بالای شکست علمک‌ها در افزایش احتمال مخاطرات و آسیب‌های ثانویه در زلزله، در غالب افزایش احتمال انفجار و آتش‌سوزی، لزوم بررسی طرح‌هایی جهت ارتقای ایمنی و کاهش ریسک این المان‌ها در زلزله‌ها ضروری می نماید. قابل ذکر است با بررسی‌های میدانی و ارزیابی آمار شرکت گاز استان آذربایجان شرقی، مشخص گردید که دیگر المان‌های مهم شبکه گاز مانند خطوط انتقال و توزیع و ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز در این زلزله آسیبی نداشته اند. البته با توجه به ساختار زمین شناسی و همچنین متناسب با شتاب زلزله، در صورت وقوع این المان‌ها در حوزه تاثیر زلزله، احتمال آسیب دیدگی خطوط لوله در تقاطع مناطق گسله بسیار بالا خواهد بود.

همچنین ایستگاه‌های تقلیل فشار که برخی از آنها هنوز تحت عملیات مقاوم‌سازی قرار نگرفته اند، احتمال بالایی از آسیب پذیری لرزه ای در حوزه سازه و تاسیسات را دارا می‌باشند که باید جهت ارزیابی لرزه‌ای و اجرای سیستم‌های مقاوم‌سازی و کاهش ریسک در آنها اقدام عاجل صورت پذیرد.

به طور کلی در زلزله ۵.۹ ترکمانچای براساس آمار بدست آمده از مراجع رسمی، خسارت‌های وارده به شبکه گاز شهرستان‌های میانه و سراب به صورت زیر می باشد:

در شهرستان میانه، ۱۹۶ علمک، ۲۱۴ کنتور و ۲۹۰ رگلاتور آسیب دید. در شهرستان سراب ۱۰۴ علمک گاز آسیب دیدند.



شکل ۲-۲ علمک آسیب دیده و تعویض شده در روستای بالسین شهرستان میانه



شکل ۲-۳ شکست علمک گاز در اثر تخریب دیوار مجاور در زلزله و ایراد ضربه به بدنه علمک

۳- تلفات احشام

تعداد زیاد احشام تلف شده در این زلزله، لزوم توجه به بهسازی مکان های نگهداری دام را در روستاها نشان می دهد. دام و احشام برای مردمان روستا، سرمایه اصلی و عامل کار و اشتغال آنها می باشد و برای این مردم، حفظ و نگهداری دام، نقش حیاتی را دارد. بر اساس آمار مراجع رسمی تا زمان تدوین این گزارش در شهرستان سراب تعداد ۳۳۵ راس دام سبک و ۵۰ دام سنگین و در شهرستان میانه نیز ۶۰۰ راس دام سبک و ۳۰۰ راس دام سنگین تلف شدند و به بیش از ۲۷۰ واحد دامی آسیب وارد آمد.



شکل ۴-۲ تلفات دامی قابل ملاحظه در زلزله ۵.۹ ترکمانچای

۴- گزارش بازدیدهای میدانی و خسارت های رخ داده در مناطق زلزله زده آذربایجان شرقی

با توجه به رخداد زلزله شدید در منطقه ترکمانچای آذربایجان شرقی و همچنین بروز پس لرزه های متعدد در نواحی پیرامونی، گروه فنی بخش زلزله شناسی مهندسی و خطرپذیری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی طی هماهنگی های صورت گرفته با اداره کل راه و شهرسازی در شهرستان های میانه و سراب به عنوان اصلی ترین مناطق تحت تاثیر زلزله مذکور، بازدیدهای گسترده ای را از آسیب های رخ داده در روستاهای مناطق فوق الذکر به عمل آورده که طی این بازدیدها، علاوه بر ارزیابی وضعیت خسارت های رخ داده در ساختمان ها و زیرساخت های موجود در این مناطق، نوعی طبقه بندی بر الگوهای آسیب پذیری در این مناطق صورت پذیرفت.

با توجه به ارزیابی های اولیه گروه اعزامی، روند آسیب های رخ داده در مناطق واقع بر روی یال های شمالی و جنوبی رشته کوه بزقوش در آذربایجان شرقی، دارای تعدد و تنوع بیشتری بوده که بر همین مبنا با همراهی و هماهنگی مسئولین محترم اداره کل راه و شهرسازی و سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای در این استان و شهرستان های مورد نظر، از روستاهای بالسین، صوعه علیا و ورنکش، در شهرستان میانه و همچنین روستاهای تیرشا، دونیق، هروان و اسب فروشان در شهرستان سراب که سطوح خرابی بالایی از آنها گزارش گردیده بود، بازدید تخصصی به عمل آمد.

• بازدید از روستاهای شهرستان میانه
✓ روستای بالسین

این روستا جزو بزرگترین و نوسازترین مناطق حومه شهرستان میانه بوده که جمعیت زیادی را در دل خود جای داده است. پس از رخداد زلزله ۵/۹ در ترکمانچای، گزارشاتی مبنی بر خرابی گسترده ساختمان ها و همچنین شایعه ای مبنی بر انفجار گاز در این منطقه انتشار یافت.

بافت این روستا دارای الگوی قالب منازل نوساز روستایی و همچنین در بخش هایی نیز بافت قدیمی از منازل ساخته شده از مصالح سنتی و بنایی با قدمت زیاد می باشد. با توجه به بازدیدهای صورت گرفته بیشترین آسیب های رخ داده در این روستا مربوط به منازل قدیمی مصالح بنایی ساخته شده از خشت، گل، سنگ و چوب که به دلیل فراوانی و ارزانی مصالح و عدم نیاز به تکنیک خاص برای ساخت در این مناطق از گذشته بسیار رواج داشته اند، می باشد. تخریب های رخ داده در ساختمان های بنایی این منطقه گاهی تا تخریب کامل بنا نیز توسعه یافته بودند. البته در ساختمان های جدید ساز این روستا نیز مواردی از آسیب دیدگی شناسایی گردید که بدان اشاره خواهد شد.

عوامل تاثیرگذار بر بروز خسارات در ساختمان های قدیمی با مصالح بنایی در این منطقه را می توان عدم استفاده از مصالح با کیفیت (استفاده از مصالح بدون مقاومت و ترد)، عدم چیدمان صحیح مصالح، عدم وجود کلاف بندی در ساختمان، عدم اتصال مناسب دیوارها به کلاف بندی افقی و قائم، عدم اتصال مناسب دیوارها متعامد به هم و به سقفها، استفاده از سقفهای بدون مقاومت و غیرصلب، سنگین سازی سقفها، استفاده از تیرهای چوبی بدون مقاومت در سقفها، استفاده از مصالح سنگین و غیرهمگن در دیوارها (سنگین شدن سازه در اثر وجود دیوارهای باربر سنگین) و وجود بازشوههای متعدد در دیوارها اعلام نمود. در شکل های زیر نمونه های شاخصی از آسیب های به وجود آمده ناشی از عوامل فوق قابل مشاهده می باشد.

همانطور که از شکل قابل مشاهده است، عدم مقاومت برشی و کششی در دیوارهای ساخته شده از مصالح آجری و بلوکی و همچنین عدم استفاده از ملات با کیفیت در این دیوارها، موجب بروز ترک های قطری برشی در اغلب دیوارهای ساختمان های با مصالح بنایی گردیده و همچنین موجب جدایی پلکانی ردیف ها و گسیختگی موضعی در این دیوارها گردیده است. در شکل ۶-۲ نمونه ای از این گسیختگی قابل مشاهده می باشد.



شکل ۵-۲ بروز ترک برشی در دیوار ساختمان مصالح بنایی



شکل ۶-۲ بروز گسیختگی پلکانی در دیوار ساختمان مصالح بنایی

همچنین به دلیل عدم اتصال مناسب دیوارهای متعامد در این سازه‌ها، در برخی از موارد شاهد بروز گسیختگی و تخریب در گوشه در محل اتصال دو دیوار بوده ایم که این گونه تخریب‌ها به شکل بروز خط جدایی قائم (در محل ملات ضعیف) و انحراف خارج صفحه ای یکی از دیوارها و بروز تخریب پیرامون خط جدایش بوده است. در شکل ۲-۷ نمونه‌ای از این تخریب قابل مشاهده می باشد.

قابل ذکر است که در برخی از خانه های این روستا، دیوارهای موازی با تیرریزی که به دلیل عدم نشست تیرها (عدم نگهداشت دیوار توسط المان‌های سقف)، بار ثقیلی و متعاقب آن ایستایی کمی در حالت زلزله دارند، دچار واژگونی و خروج از صفحه و به دنبال آن تخریب کلی شده اند. عدم مهار مناسب این دیوارها با سقف چوبی نیز دلیل دیگر این موضوع است. در شکل ۲-۸ نمونه هایی از این نوع تخریب قابل مشاهده می باشد.



شکل ۷-۲ بروز گسیختگی بین دیوارهای متعامد



شکل ۸-۲ واژگونی و تخریب کامل دیوار در اثر عدم وجود اتصال کافی

همانطور که از اشکال فوق مشخص است، تخریب و واژگونی دیوار امکان آسیب رساندن به تیر برق را داشته است. قابل ذکر است که تعداد زیادی از دیوارهای حیاط منازل و یا دیوار پیرامونی املاک به علت طول زیاد و آزاد بودن سر دیوار، عدم استفاده از کلاف افقی به شکل مناسب و عدم وجود درز انقطاع، دچار حرکت بیرون صفحه‌ای و ریزش یکپارچه یا موضعی گردیده بودند. در برخی از این دیوارها، بروز جدایی و آسیب در خط ملات بین طبقات ساخته شده از مصالح مختلف (مانند آجر و بلوک) در اثر حرکت جانبی دیوار موجب خردشدگی ملات واسط و واژگونی بخش فوقانی گردیده بود. در شکل ۱۰-۲ و ۱۱-۲ نمونه هایی از این تخریب قابل مشاهده می باشد.



شکل ۹-۲ واژگونی و تخریب کامل دیوارهای موازی تیرریزی در اثر عدم وجود اتصال کافی با سقف و عدم وجود بار ثقلی سقف روی آنها



شکل ۱۰-۲ آسیب دیدگی و تخریب دیوار حیاط منازل



شکل ۱۱-۲ ریزش دیوار حیاط منازل در اثر حرکت جانبی و عدم وجود عناصر نگهدارنده جانبی

در چند مورد از ساختمان های قدیمی روستای بالسین، یکی از موده های معروف خرابی در ساختمان های خشتی و گلی که مربوط به خرابی گوشه می باشد و به دلیل رفتار غیرهمسان دو دیوار متعامد در زمان زلزله، تردی مصالح دیوار و عدم اتصال مناسب در محل تعامد دو دیوار بروز میکند، بسیار رخ داده بود. در این موارد محل اتصال دو دیوار خشتی به دلیل تمرکز تنش و عدم انسجام مصالح دچار تخریب خواهند گردید. در شکل ۱۲-۲ نمونه ای از این نوع آسیب قابل مشاهده می باشد.



شکل ۱۲-۲ بروز تخریب گوشه در ساختمان های خشتی و سنگی

در چند مورد، ساختمان قدیمی خشتی به دلیل سنگین بودن بیش از حد سقف در اثر انباشت سالیانه کاهگل روی سقف جهت تعمیر و آب بند کردن، فاصله زیاد بین تیرک‌های چوبی زیر سقف و عدم اتصال کافی دیوارها به سقف، شاهد سقوط سقف و تخریب بنا بوده ایم. در شکل‌های ۱۳-۲ این نمونه قابل مشاهده می باشد.



شکل ۱۳-۲ بروز تخریب (سقوط سقف) در اثر سنگینی سقف و فاصله زیاد تیرهای چوبی

در ساختمان‌های مصالح بنایی دارای کلاف بندی در روستای بالسین رفتار لرزه‌ای مناسبی مشاهده گردید (با وجود اینکه نحوه اجرا و مصالح کلاف‌ها مناسب نبودند و یا موارد چون عبور تاسیسات و لوله‌ها داخل کلاف‌ها مشاهده گردید) و سطوح آسیب‌پذیری‌ها بسیار محدود بودند. به طوری‌که تنها ترک‌های برشی در کنار بازشوها و یا بروز گسیختگی در پنجره‌ها از این ساختمان‌ها رویت گردید.



شکل ۱۴-۲ رفتار لرزه ای خوب و آسیب اندک ساختمان های کلاف دار در روستای بالسین

همچنین ساختمان‌های جدیدساز دارای اسکلت که غالباً با سیستم اسکلت بتنی (قاب خمشی) ساخته شده بودند، از حیث سازه‌ای (اسکلت) آسیبی ندیده بودند. فقط در برخی از این ساختمان‌ها که ضوابط مربوط به اتصال دیوارها به اسکلت و روش‌هایی مانند استفاده از وادار، وال پست و نبشی‌کشی ساده رعایت نشده بود، شاهد بروز آسیب‌های جدی به دیوارهای پیرامونی و ریزش آنها بوده ایم. در شکل ۱۵-۲ نمونه‌ای از این آسیب قابل مشاهده می‌باشد. همچنین در برخی از منازل اسکلت دار شاهد بیرون زدگی دیوار از قاب پیرامونی در اثر نیروی خارج صفحه ای زلزله بر آنها و عدم وجود اتصالات کافی نگهدارنده دیوار بوده ایم.



شکل ۱۵-۲ ریزش مصالح دیوار ساختمان اسکلت بتونی در روستای بالسین



شکل ۱۶-۲ ریزش دیوارها در برخی از ساختمان های اسکلت دار روستای بالسین

ذکر این نکته ضروری است که در اغلب ساختمان‌هایی که نکات حتی ساده اتصال دیوار به اسکلت در آنها رعایت شده بود، از رخداد ریزش دیوارها جلوگیری شده و شاهد هیچگونه سقوط مصالح نبوده ایم. در شکل ۱۷-۲ نمونه‌هایی از این موضوع قابل مشاهده می‌باشد. (قابل ذکر است در بیشتر وادارهای اجرا شده در این ساختمان‌ها ضوابط فنی لازم رعایت نشده بود و غالباً از روش جوش کردن وادارها به آرماتورهای سازه استفاده نموده بودند که روش بسیار غلطی است)



شکل ۱۸-۲ عدم ریزش مصالح دیوار در اثر استفاده از اتصالات و المان‌های نگهدارنده

در چند مورد دیگر آسیب مشاهده شده در ساختمان‌های اسکلت دار باید به بروز ترک‌های برشی قطری درون صفحه‌ای در دیوار چند ساختمان در اثر نبود المان نگهدارنده در کنج (به علت پیشامدگی دیوار بیرونی نسبت به ردیف ستون و اجرای دیوار خارج از قاب) و بروز گسیختگی پلکانی در دیوار در مجاورت بازشو و تضعیف شدید دیوار اشاره نمود که موجب ناپایداری مصالح در دیوار گردیده بودند. قابل ذکر است عدم توجه به نکات آیین نامه ای در زمینه ابعاد بازشوها و نحوه غلط اجرای نعل درگاه نیز در بروز خسارت‌ها تاثیرگذار بودند. در شکل ۱۹-۲ این رخداد قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۱۹-۲ بروز تخریب و تضعیف شدید دیوار پیرامونی



شکل ۲۰-۲ بروز تخریب در گوشه و محل تقاطع دیوارهای متعامد در محل اجرای دیوار خارج از قاب

همچنین در یک مورد، به دلیل احداث سازه سبک فلزی به روش نادرست در طبقه فوقانی اسکلت بتنی و عدم رعایت ضوابط اتصال و همچنین عدم وجود نظارت در اجرا، شاهد بروز ترک و همچنین ریزش مصالح در طبقه فوقانی به دلیل تغییر مکان زیاد طبقه و همچنین ریزش مصالح دیوار به دلیل عدم اتصال مناسب به اسکلت طبقه بوده ایم (شکل ۲۱-۲)



شکل ۲۱-۲ بروز ترک و ریزش مصالح دیوار در طبقه فوقانی ساختمان

در مابقی ساختمانهای اسکلت‌دار روستا، آسیب جدی در اسکلت مشاهده نگردید، تنها در برخی از ساختمان‌ها (که هیچگونه نظارتی در اجرای آنها وجود نداشته است) شاهد بروز ترک در سطوح گچکاری، بروز ترک برشی در کنار پنجره‌ها، وجود خط گسیختگی قائم در محل تقاطع دیوارها (بیرون زدگی دیوار) و همچنین محل اتصال دیوارها به اسکلت در اثر جابجایی خارج صفحه برخی دیوارها و همچنین ریزش سطحی مصالح اندود سقف بوده ایم. در شکل ۲۲-۲ نمونه هایی از این آسیب ها قابل مشاهده است.



شکل ۲۲-۲ آسیب‌های اندک در ساختمان های اسکلت دار در منطقه بالسین



شکل ۲۳-۲ آسیب های اندک در ساختمان های اسکلت دار در منطقه بالسین

همچنین قابل ذکر است که در پس از رخداد زلزله، خبر انفجار گاز در روستای بالسین منتشر گردید. پس از بررسی های میدانی صحت این خبر تکذیب شده و مشخص گردید این مورد مربوط به شکست یه مورد علمک گاز در اثر ریزش دیوار مجاور و خروج گاز از خط ۶۰ PSI بوده است. این علمک بلافاصله توسط مسئولین فنی شرکت گاز تعمیر گردیده است. در شکل ۲۴-۲ این علمک قابل مشاهده می باشد.



شکل ۲۴-۲ علمک آسیب دیده در منطقه بالسین بر اثر ریزش دیوار مجاور

✓ بازدید از روستای ورنکش

این روستا در ارتفاعات یال جنوبی رشته کوه بزقوش واقع شده و طبق آمار، بیشترین سطح آسیب و تلفات در زلزله ۵/۹ ترکمانچای، مربوط به این روستا بوده است. تیم تخصصی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، بازدید جامعی از تخریب‌ها و صدمات رخ داده در این روستا انجام داده و موارد شناسایی شده مورد ارزیابی و طبقه بندی دقیق قرار گرفتند.

روستای ورنکش نیز همچون روستاهای مجاور دارای تعدد ساختمان‌های بنایی بوده که همین امر میزان آسیب پذیری بالایی را برای این روستا رقم زده است. بیشتر تخریب‌های رخ داده در این روستا برای همین ساختمان‌های خشتی و گلی بوده و دیگر سازه‌ها دچار آسیب پذیری‌های متنوعی گردیده‌اند که به تفصیل بدان اشاره خواهد گردید. یکی از پر تعدادترین آسیب‌های رخ داده در روستای ورنکش، مربوط به واژگونی و یا تخریب موضعی دیوارهای محوطه‌ها و منازل بوده است. در این حالت به دلیل طول زیاد این دیوارها و عدم اجرای پشت بند به شکل مناسب، عدم حمایت دیوارهای متعامد (به دلیل طول زیاد دیوار)، عدم اتصال مناسب بین دیوارهای متعامد پیرامونی، همچنین به دلیل استفاده از مصالح و ملات به شکل نامناسب، شاهد ریزش بخش زیادی از دیوارهای این چنین تحت اثر ارتعاش زلزله و رفتار خروج از صفحه دیوار (عدم مقاومت خمشی) و بروز خط جدایی خمشی در آنها که موجب ریزش گردیده است در محدوده روستا بوده‌ایم. در شکل ۲۵-۲ نمونه‌هایی از این آسیب قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۲۵-۲ واژگونی و ریزش مصالح دیوار در روستای ورنکش

قابل ذکر است که ریزش این دیوارها، علاوه بر آسیب به خود دیوار و احتمال خطرات فردی برای افراد، در برخی موارد موجب بروز خطر برای تاسیسات جانبی مانند علمک ها، تیرهای برق، خودروها و دیگر تجهیزات خواهد بود. در روستای ورنکش چندین مورد از این حالت شناسایی گردید که در آنها تخریب و واژگونی دیوار موجب ضربه زدن به تیرهای برق و مخابرات گردیده بود (شکل ۲۶-۲).



شکل ۲۶-۲ واژگونی چندین دیوار در روستای ورنکش و ضربه زدن به تاسیسات مجاور دیوار



شکل ۲۷-۲ واژگونی چندین دیوار در روستای ورنکش و ضربه زدن به تاسیسات مجاور دیوار

با توجه به ارزیابی های صورت گرفته در سطح روستای ورنکش، تعداد زیادی از منازل مسکونی سازه بنایی خشتی و سنگی دچار تخریب جدی شده بودند و در بسیاری از موارد شاهد تخریب کامل این ساختمان ها به دلیل شتاب تاثیرگذار زلزله برای این تیپ از سازه و عدم انسجام و مقاومت لرزه ای در آنها بودیم. همچنین این نوع ساختمان ها که وزن زیادی به دلیل نوع دیوارهای باربر و سقف دارند (اکثرا سقف آنها هر سال به دلیل تعمیرات سنگین تر می شود) و در آنها دیوارها هم نقش تحمل بار ثقلی سقف سنگین سازه ای را بر عهده دارند و هم باید در مقابل بار جانبی ایفای نقش کنند، دارای احتمال و درصد تخریب بسیار بالایی می باشند. طبق آمار تعداد ۳۰ منزل مسکونی از همین نوع در روستای ورنکش به طور کامل تخریب شده اند. در شکل ۲۸-۲ و ۲۹-۲ نمونه هایی از این تخریب ها قابل مشاهده می باشد.



شکل ۲۸-۲ تخریب کامل ۳۰ سازه بنایی بدون کلاف در ورنکشن



شکل ۲۹-۲ تخریب کامل سازه بنایی بدون کلاف (خشتی و سنگی) در ورنکش

یکی دیگر از آسیب های رخ داده در کل سطح روستا، مربوط به بروز پدیده گسیختگی بین دیوارهای متعامد خشتی و گلی به دلیل نبود اتصال کافی بین این دیوارها و آسیب پذیری بالای آنها آنها از حیث لرزه ای بود که موارد متعددی از آن در ورنکش شناسای گردید. (شکل ۳۰-۲)



شکل ۳۰-۲ بروز گسیختگی بین دیوارهای متعامد در اثر حرکت جانبی دیوار و عدم اتصال کافی



شکل ۳۱-۲ بروز تخریب بین دیوارهای متعامد در اثر حرکت جانبی دیوار و عدم اتصال کافی (ضربه زدن به ساختمان مجاور) در این نوع آسیب پذیری در ساختمان‌های قدیمی به دلیل عدم اتصال کافی دیوارها و مقاومت خمشی پایین دیوار، به هنگام مواجهه با نیروی جانبی، یکی از دیوارها به سمت خارج صفحه متمایل شده که اثر آن، به دلیل رفتار غیرهمسان دو دیوار، آسیب به شکل تخریب در کنج و در محل تقاطع دیوارهای متعامد به شکل بروز خط جدایش و انحراف یک دیوار به سمت خارج صفحه بروز پیدا کرده است. چندین مورد از این آسیب در روستای ورنکش مشاهده گردید.



شکل ۳۲-۲ تخریب گوشه در سازه بنایی قدیمی

در ساختمان‌های بنایی خشتی و گلی که آسیب کمتری به دلیل وجود کلاف‌های چوبی داشته‌اند، موارد متعددی از بروز ترک‌های برشی قطری در دیوارها شاهد بوده‌ایم که به دلیل وجود مصالح و ملات بسیار ضعیف و وجود دیوارهای ترد واقع شده‌اند. در شکل ۳۳-۲ نمونه‌هایی از این موارد قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۲-۳۳ شکست برشی در دیوار سازه مصالح بنایی و ناپایداری کل ساختمان

این نوع از ترکها در ساختمانهای بنایی آجری و سنگی نیز به شکل گسیختگیهای پلکانی و قطری در محل ملات ضعیف بسیار مشهود بوده که در بسیاری از موارد موجب ناپایداری موضعی و یا کلی سازه گردیده بود. در شکل ۲-۳۴ نمونه هایی از این موارد قابل مشاهده می باشد.



شکل ۳۴-۲ شکست برشی در دیوار سازه مصالح بنایی و ناپایداری کل ساختمان



شکل ۳۵-۲ بروز ترک در دیوار سازه مصالح بنایی، بیرون زدگی دیوار و ناپایداری کل ساختمان در موارد متعدد در ورنکش مورد دیگر آسیب ها مربوط به واژگونی دیوارهای برخی منازل مصالح بنایی (دیوارهای موازی با تیرریزی سقف) با توجه به کم بودن بار ثقلی نگهدارنده در آنها و عدم انسجام آنها با المان های سقف، همچنین ضعف خمشی دیوار در برابر بار جانبی می باشد. موارد متعددی از این مورد در روستای ورنکش مشاهده گردید که در شکل ۳۶-۲ نمونه هایی از آنها ارائه گردیده است.



شکل ۳۶-۲ تخریب دیوار موازی تیرریزی سقف به دلیل عدم اتصال مناسب با سقف



شکل ۳۷-۲ تخریب دیوار به دلیل عدم اتصال مناسب با سقف

در دو مورد از ساختمان هایی که دارای سقف طاق ضربی بوده اند، شاهد سقوط سقف طاق ضربی به دلیل تخریب دیوار نشیمن تکیه گاهی آنها و یا عدم اتصال مناسب با دیوار تکیه گاهی بوده ایم. در اولین مورد که مربوط به ساختمان مسجد روستا می باشد، در بخش شرقی بنا، پس از تخریب دیوار تکیه گاهی سنگی، نشیمن تیرهای طاق ضربی از بین رفته، طاق ضربی از یک سمت سقوط کرده و حول محل اتصال میانی به تیرهای واسط دوران کرده است. در شکل ۳۸-۲ این مورد قابل مشاهده می باشد. لازم به ذکر است در مورد طاق های ضربی ضوابط آیین نامه ۲۸۰۰ جهت مرتفع کردن مشکلات این چنین بسیار لازم الاجرا و اثربخش می باشد.



شکل ۲-۳۸ سقوط سقف طاق ضربی به دلیل تخریب دیوار تکیه گاهی و طول نشیمن اندک

با توجه به همه بررسی‌های صورت گرفته در این روستا، عملکرد ساختمان‌های بنایی کلاف دار (با وجود نقایص اجرایی در کلاف‌ها و بعضا مصالح نامرغوب در آنها)، مطلوب بوده و حتی با وجود عدم رعایت برخی از ضوابط اتصال دیوار و کلاف در آنها، باز به دلیل انسجام بخشی لرزه‌ای کلاف‌ها به ساختمان‌ها و عملکرد باکسی سازه، شاهد کمترین میزان آسیب در این ساختمان‌ها بوده ایم. در شکل ۲-۳۹ نمونه‌هایی از این موارد قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۳۹-۲ عملکرد مناسب لرزه ای سازه بنایی کلافدار در منطقه ورنکش



شکل ۴۰-۲ عملکرد مناسب لرزه ای سازه بنایی کلافدار در منطقه ورنکش



شکل ۴۱-۲ عملکرد مناسب لرزه ای سازه بنایی کلافدار در منطقه ورنکش



شکل ۴۲-۲ مقایسه رفتار لرزه ای سازه بنایی کلافدار (سازه کلافدار ترکیبی مغایر با ضوابط ۲۸۰۰+) و بدون کلاف (تخریب کامل سازه بدون کلاف)



شکل ۴۳-۲ مقایسه رفتار لرزه ای سازه بنایی کلافدار و بدون کلاف در ورنکش (تخریب کامل سازه بدون کلاف)

همچنین با بررسی ساختمان‌های اسکلت دار روستای ورنکش که غالباً با اسکلت بتنی (سیستم قاب خمشی) اجرا گردیده‌اند، شاهد عملکرد لرزه‌ای مناسب این سازه‌ها و سطح کمی از آسیب دیدگی بوده‌ایم. در کلیه این سازه‌ها، پایداری کامل بنا حفظ گردیده و غیر از یک مورد در روستا که نوعی آسیب ناشی از ضعف اجرایی در اتصال ستون به تیرها و عدم بتن ریزی یکپارچه این المان‌ها را شاهد بوده‌ایم، در هیچ مورد دیگری اسکلت ساختمان آسیبی ندیده است. در شکل ۴۴-۲ و ۴۵-۲ و ۴۶-۲ این مورد قابل مشاهده می‌باشد.

همچنین در برخی از ساختمان‌های اسکلت‌دار روستا، به دلیل عدم رعایت ضوابط اتصال دیوارها و عدم وجود ابزار مهارکننده مصالح دیوار به اسکلت‌ها (با روش مناسب)، شاهد خروج دیوار از محور قاب‌ها و همچنین ریزش مصالح آنها بوده ایم. لازم به ذکر است در ساختمان‌هایی که ضوابط دیوارها به اسکلت را رعایت نموده و یا از حداقل تکنیک‌های موجود برای مهار عناصر موجود در دیوارها استفاده کرده اند، هیچگونه ریزش مصالحی مشاهده نگردید. به طور کلی باید گسترده‌ترین نوع آسیب در این نوع سازه‌ها در ورنکش را بیرون زدگی دیوارها و ریزش مصالح آنها معرفی نمود.



شکل ۴۴-۲ بروز ترک برشی در دیوار و تخریب کاور بتن در ستون‌های مجاور



شکل ۴۵-۲ بروز تخریب در کاور بتن ستون در ساختمان اسکلت بتنی دو طبقه



شکل ۴۶-۲ آسیب در کاور ستون در ساختمان اسکلت بتنی به دلیل ضعف اجرایی و اتصال نامناسب تیر و ستون



شکل ۴۷-۲ عملکرد لرزه ای مناسب سازه های دارای اسکلت و آسیب دیدگی بسیار جزئی



شکل ۴۸-۲ مقایسه رفتار لرزه ای سازه بنایی بدون کلاف و سازه اسکلت دار در ورنکش



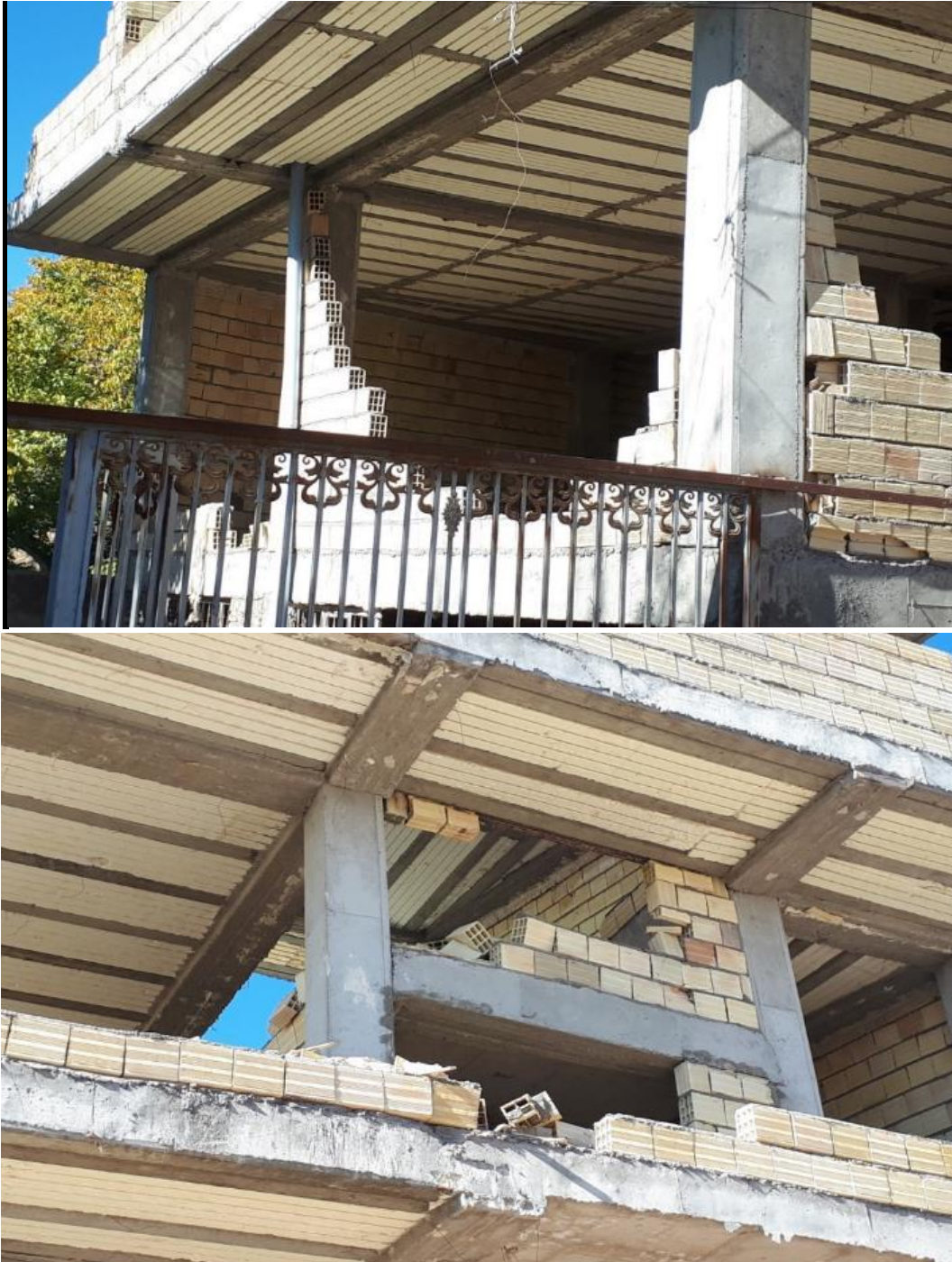
شکل ۴۹-۲ مقایسه رفتار لرزه ای سازه اسکلت دار و سازه بنایی بدون کلاف در ورنکش



شکل ۲-۵۰ حفظ پنجره و دیوارها با تکنیک های ساده مهار (البته ضوابط اجرایی به شکل کامل رعایت نشده است)



شکل ۵۱-۲ ریزش مصالح دیوارهای سازه اسکلت دار در ورنکش (عدم وجود مهار و اتصال مناسب)



شکل ۵۲-۲. ریزش مصالح دیوارها در زلزله در ساختمان اسکلت بتنی (عدم وجود مهار و اتصال مناسب)

یکی دیگر از آسیب های رخ داده در ساختمان های اسکلت دار ورنکش، مربوط به آسیب به نمای ساختمان ها و ریزش آنها در برخی از منازل بود. همانطور که از شکل ۵۳-۲ مشخص است، عدم اتصال صحیح قطعات نما و همچنین حرکت بیرون صفحه ای دیوار، نقش اصلی را در بروز آسیب به قطعات نما داشته است.



شکل ۵۳-۲ آسیب و ریزش مصالح نما در ساختمان اسکلت بتنی در ورنکش

در یک مورد در روستای ورنکش، تیر برق در اثر نیروی زلزله دچار شکست و تخریب شده است. در شکل ۵۴-۲ این مورد قابل مشاهده است.



شکل ۵۴-۲ تخریب تیر برق در اثر زلزله در ورنکش

✓ بازدید از روستای تیرشاب سراب

روستای تیرشاب در یال شمالی ارتفاعات بزقوش آذربایجان شرقی و در نزدیکی شهر سراب واقع شده است. با توجه به نرخ بالای آسیب در این روستا، تیم تخصصی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی از این روستا بازدید فنی به عمل آورده و موارد خسارات را طبقه بندی نمود.

تقریباً غالب بافت روستای مذکور از منازل بنایی خشتی و گلی تشکیل شده، که همین امر با توجه به شتاب قابل توجه زلزله برای این رده از ساختمان ها و همچنین نزدیک بودن به رومرکز زلزله، دارای خسارات بسیار زیادی بوده است. ضمن بازدید از این روستا مشخص گردید که عمده آسیب های رخ داده به دلیل عدم مقاومت لرزه ای بناهای خشتی و گلی موجود در روستا بوده و مودهای خرابی کاملاً منطبق با الگوهای رایج خرابی در این گونه ساختمان ها می باشد. ساختمان های آجری این روستا عملکرد بهتری داشته و آسیب های کمتری دیده اند. در شکل های ۲-۵۵ و ۲-۵۶ نمونه هایی از این موارد قابل مشاهده می باشد.



شکل ۲-۵۵ نمونه ای از تخریب های ساختمان های خشتی و گلی روستای تیرشاب



شکل ۲-۵۶ نمونه ای از تخریب های ساختمان های خشتی و گلی روستای تیرشاب (تخریب کامل)

الگوهای آسیب در این روستا کاملاً نمونه‌های رایج در ساختمان‌های بنایی خشتی و گلی بودند که از آنها می‌توان مواردی چون شکست گوشه، سقوط سقف سنگین، ریزش دیوارهای محوطه، سقوط سقف، بروز جدایی بین دیوارهای متعامد و واژگونی دیوارهای موازی تیرریزی را نام برد. در شکل های بعد نمونه‌ای از این تخریب ها قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۲-۵۷ نمونه‌ای از بروز جداسدگی در دیوارهای متعامد (در اثر عدم اتصال مناسب بین دو دیوار)



شکل ۲-۵۸ سقوط سقف سنگین در سازه خشتی و گلی



شکل ۲-۵۹ شکست گوشه در ساختمان گلی در روستای تیرشاب



شکل ۶۰-۲ واژگونی دیوار موازی تیرریزی سقف



شکل ۶۱-۲ حجم بالای تخریب در بافت منازل خستی و گلی روستای تیرشاب

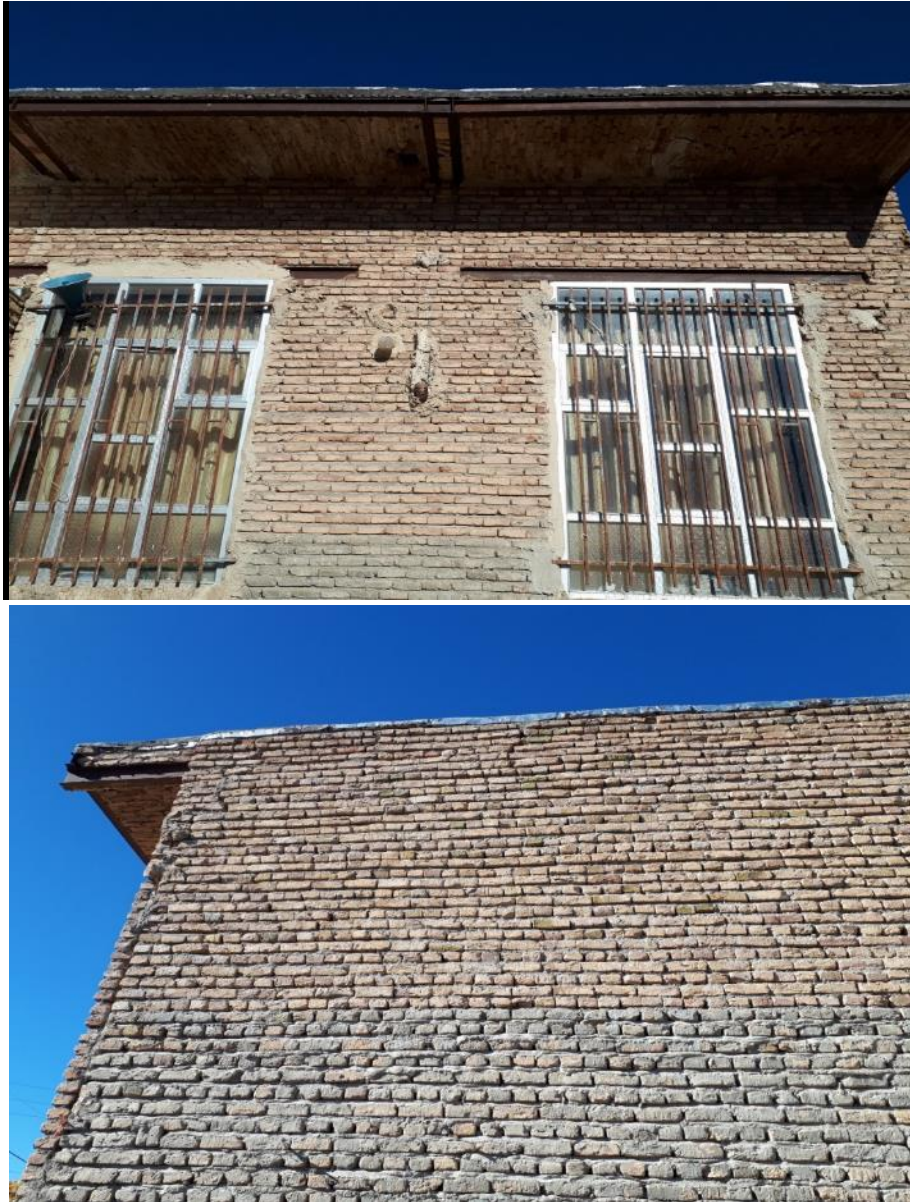


شکل ۶۲-۲ ریزش دیوارهای محوطه ها در اثر زلزله

در ساختمان‌های آجری این روستا عملکرد لرزه ای بهتری مشاهده گردید. در این ساختمان‌ها که هیچ‌گونه کلاف بندی در آنها مشاهده نمیشد، با وجود حفظ پایداری سازه، آسیب‌های سازه ای مشهودی شناسایی گردید که مهمترین آنها در ساختمان آجری بود که از سقف طاق ضربی به عنوان سقف بهره برده بود. در این ساختمان به دلیل نبود کلاف بندی، در زمان زلزله، سقف طاق ضربی دچار حرکت افقی شده که این امر موجب بروز ترک‌های افقی در سطح داخلی دیوارها و تخریب گچکاری در این نواحی گردیده است. در شکل زیر نمونه‌هایی از این آسیب قابل رویت است.



شکل ۶۳-۲ بروز ترک افقی در ساختمان بنایی آجری



شکل ۶۴-۲ پایداری سازه مصالح بنایی آجری در روستای تیرشاب

قابل ذکر است که در این زلزله، بخش زیادی از دام های موجود در این روستا به دلیل تخریب محل نگهداری آنها تلف شده اند. در دیگر اماکن نگهداری این دام ها نیز آسیب های بسیار جدی در دیوارها و سقف مشاهده گردید. در شکل ۶۵-۲ نمونه هایی از این آسیب ها قابل مشاهده می باشد.



شکل ۶۵-۲ آسیب های وارده به محل های نگهداری دام در روستای تیرشاب



شکل ۶۶-۲ تخریب محل نگهداری دام و بروز تلفات شدید

✓ بازدید از روستای دونیق

این روستا در نزدیکی روستای تیرشاب در حوالی شهر سراب است و تعداد اندکی منزل مسکونی را شامل میشود. تیپ اصلی خرابی ها در این روستا همانند روستای تیرشاب مربوط به ساختمان های مصالح بنایی بوده و غالباً به شکل واژگونی دیوارهای محوطه ها و واژگونی دیوارهای منازل خستی بوده است. در شکل های بعد نمونه های این خرابی ها قابل رویت است.



شکل ۶۷-۲ ریزش دیوار محوطه ها به دلیل عدم وجود کلاف و درز انقطاع در این دیوارها



شکل ۶۸-۲ واژگونی و تخریب دیوار سازه مصالح بنایی بدون کلاف در روستای دونیق



شکل ۶۹-۲ بروز ترک قائم در دیوار بنای آجری در روستای دونیق



شکل ۷۰-۲ عملکرد مطلوب سازه اسکلت بتنی در کنار تخریب سازه بنایی خشتی و گلی در روستای دونیق

✓ بازدید روستای هروان

روستای هروان جزو مراکز پرجمعیت حوالی سراب می‌باشد که در این زلزله بخش زیادی از ساختمان‌های قدیمی سازه بنایی در آن تخریب شده است. ساختمان‌های بنایی کلاف دار و ساختمان‌های دارای اسکلت در این روستا عملکرد مطلوب لرزه ای داشته و شاهد کمترین میزان آسیب در آنها بوده ایم. غالب خسارات رخ داده در این روستا مربوط به ساختمان‌های بنایی خشت و گلی بوده که مواردی از قبیل واژگونی دیوارها، بروز جدایی بین دیوارهای متعامد و شکست گوشه در آنها بسیار چشمگیر بوده است. در شکل‌های بعد نمونه ای از این آسیب‌ها قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۷۱-۲ ترک خوردگی دیوارهای ساختمان سازه بنایی با کلاف افقی



شکل ۷۲-۲ ریزش و واژگونی دیوار موازی تیرریزی سقف در سازه مصالح بنایی بدون کلاف



شکل ۷۳-۲ تخریب کامل سازه بنایی بدون کلاف



شکل ۲-۷۴ تخریب و واژگونی برخی دیوارهای محوطه ها در هروان



شکل ۲-۷۵ تخریب کامل سازه بنایی بدون کلاف



شکل ۷۶-۲ عملکرد مطلوب لرزه ای سازه های بنایی کلاف دار در هروان



شکل ۲-۷۷ عملکرد مطلوب لرزه ای ساختمان های اسکلت دار (اسکلت بتنی) در هروان

✓ بازدید از روستای اسب فروشان سراب

این روستا جزو مناطق با ساخت و ساز جدید در حوالی شهر سراب بوده و تعداد ساختمان های دارای اسکلت در آن نسبت به روستاهای مجاور بیشتر می باشد. به همین دلیل میزان خرابی ها در این روستا اندک بوده و غالب آسیب ها مربوط به الحاقات و اجزای غیرسازه ای در ساختمان ها می باشد. همچنین در این روستا یک محل نگهداری عمده دام وجود داشته که با توجه به بهره بردن از سازه بنایی بدون کلاف خشت و گلی در این محل، سازه در زمان زلزله دچار تخریب کامل شده و کلیه دام ها تلف شده اند (تعداد ۱۵۰ گوسفند). در شکل ۲-۷۸ این تخریب قابل مشاهده می باشد.



شکل ۲-۷۸ تخریب کامل محل نگهداری دام در روستای اسب فروشان

یکی دیگر از آسیب های شایع در این منطقه، تخریب دیوارهای محوطه ها به دلیل طول زیاد، عدم استفاده از کلاف و نبود درز انقطاع در این دیوارها بوده است. در شکل ۲-۷۹ و ۲-۸۰ نمونه ای از این نوع آسیب قابل مشاهده است.



شکل ۲-۷۹ تخریب کامل دیوارهای محوطه برخی اماکن



شکل ۲-۸۰ تخریب تعدادی از دیوارهای محوطه ها در روستای اسب فروشان

یکی از موارد دیگر آسیب در این زلزله در منطقه اسب فروشان، بروز ترک و تخریب در دیواره‌های پیرامونی ساختمان‌ها و ریزش این مصالح بوده است. قابل ذکر است که در بسیاری از این موارد عدم رعایت ضوابط اتصال دیوارها به اسکلت و یا ضوابط مربوط به ابعاد بازشوها موجب بروز این موارد گردیده است. نمونه‌هایی از این آسیب‌ها در شکل‌های بعد قابل مشاهده است.



شکل ۸۱-۲ تخریب در دیوار حد فاصل دو بازشو، به دلیل عدم رعایت ابعاد و هندسه بازشوها



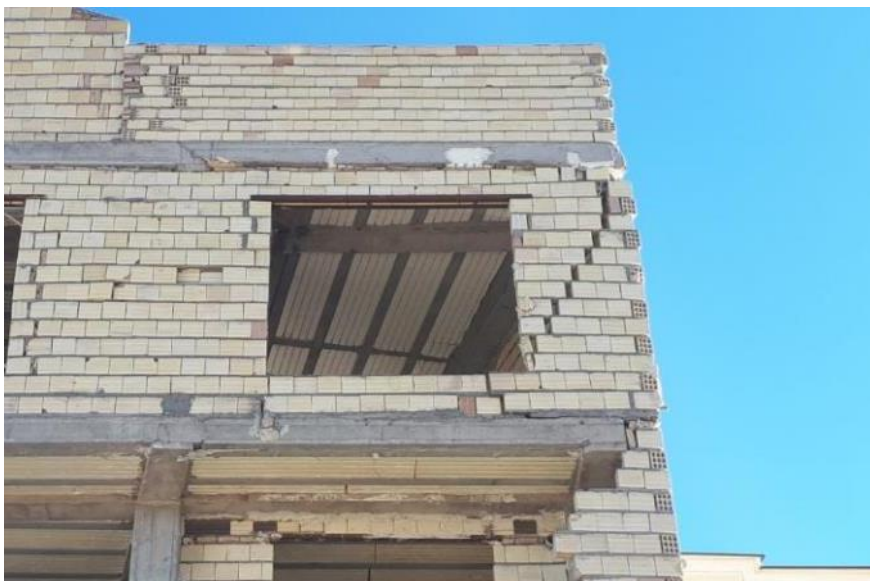
شکل ۸۲-۲ ریزش دیوار ساختمان در اسب فروشان در اثر عدم رعایت ضوابط اتصال



شکل ۸۳-۲ تخریب دیوارهای ساختمان اسکلت بتنی در اسب فروشان



شکل ۸۴-۲ آسیب دیدگی برخی از خودروها در اثر سقوط مصالح دیوارهای ساختمان ها



شکل ۸۵-۲ تخریب در گوشه، به دلیل عدم رعایت ابعاد بازشو و عدم اتصال صحیح دیوارها به اسکلت

قابل ذکر است که در حد فاصل روستای اسب فروشان و شهر سراب، یک پل تاریخی قدیمی وجود دارد که در این زلزله دچار آسیب دیدگی در عرشه و پایه ها شده و مصالح آجری آن دچار شکستگی شده اند. در شکل ۲-۸۶ و ۲-۸۷ نمونه ای از این آسیب‌ها قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۲-۸۶ آسیب به پل تاریخی در منطقه اسب فروشان سراب



شکل ۲-۸۷ آسیب به پل تاریخی در منطقه اسب فروشان سراب

بخش سوم: مدیریت بحران

طبق گزارش شبکه لرزه نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران زمین لرزه‌ای در تاریخ ۹۸/۰۸/۱۷ به بزرگی ۵.۹ در مقیاس ریشتر (در عمق ۸ کیلومتری از سطح زمین) در محدوده ترک شهرستان میانه استان آذربایجان شرقی به وقوع پیوست زمان وقوع این زمین لرزه ساعت ۲ و ۱۷ دقیقه بود. شدت این زمین لرزه به دلیل عمق کم در بسیاری از مناطق استان و همچنین استان های آذربایجان غربی، اردبیل، گیلان و زنجان احساس گردید و باعث ایجاد رعب و وحشت در میان مردم شد و مردم سراسیمه از منازل خود به کوچه و خیابان‌ها آمدند. و شب را تا صبح در خیابان سپری کردند. بیش از ۱۲۵ پس لرزه با بزرگی ۲.۵ و بزرگتر از آن تا لحظه تدوین گزارش ثبت گردیده است.

۳-۱- اقدامات اولیه مدیریت بحران

پس از وقوع این زلزله جلسه شورای هماهنگی مدیریت بحران استان با محوریت استاندار تشکیل گردید. جلسات هماهنگی مدیریت بحران در شهرستان های استان نیز تشکیل گردید.

پس از وقوع زلزله وزیر کشور از رئیس سازمان مدیریت بحران خواست تا سریعاً به وضعیت زلزله زدگان و مناطق زلزله زده رسیدگی کنند و تمامی واحدها و سازمان ها و ارگان های امداد رسان موظف به ارائه سریع و به موقع خدمات به زلزله زدگان شدند. رئیس محترم جمهور طی تماس تلفنی با استاندار آذربایجان شرقی در جریان ابعاد زلزله میزان خسارت و وضعیت امداد رسانی قرار گرفت و از مسئولین خواست اقدامات و ارزیابی خسارت سریع در مورد این زلزله انجام دهند.

پس از زلزله عوامل اجرایی، امدادی، خدماتی و انتظامی از هلال احمر، اورژانس، ستاد بحران، فرمانداری و... به مناطق زلزله زده اعزام شدند و تمامی دستگاه‌ها به حالت آماده باش درآمدند.

تیم های ارزیاب و واکنش سریع زمینی و هوایی از دستگاه های ذیربط شامل استانداری، فرمانداری، بخشداری، هلال احمر، اورژانس، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی و... به منطقه اعزام شدند.

جلسه ای ظهر روز حادثه با حضور وزیر محترم کشور و استاندار آذربایجان شرقی در روستای ترکمنچای تشکیل گردید.

۳-۲- عملیات نجات آسیب دیدگان و امداد رسانی

در ساعت های اولیه رخداد زلزله تمامی پایگاه های امدادی اورژانس و بیمارستان های استان در حالت آماده باش قرار گرفتند و علاوه بر آن مراکز بهداشتی و درمانی مناطق زلزله زده به خدمت رسانی به مصدومان پرداختند. اما در ساعات اولیه پس از وقوع زلزله بنا بر اظهارات مسئولین مراکز درمانی ترکمنچای و ترک، برق این دو مرکز قطع گردیده و با تلاش مسئولین اداره برق ساعاتی بعد مجدداً وصل گردید. متأسفانه این دو مرکز مهم امداد رسانی پس از وقوع زلزله فاقد برق اضطراری بودند.



شکل ۱-۳ اقدامات اورژانس در منطقه زلزله زده



شکل ۲-۳ ارزیابی وضعیت مصدومین توسط مسئولین اورژانس

سازمان امداد و نجات کشور جمعیت هلال احمر نیز پس از وقوع زلزله تا زمان تدوین گزارش ۵۷ تیم عملیاتی و ارزیاب شامل ۲۹۰ نیروی عملیاتی، در ساعات اولیه به مناطق زلزله زده اعزام شدند و عملیات نجات آسیب دیدگان و اسکان اضطراری را انجام دادند. ۱۳ هزار نفر از زلزله زدگان در اردوگاه اسکان اضطراری یا به صورت فردی با نصب ۳ هزار و ۲۵۰ چادر، به صورت اضطراری اسکان داده شدند.

سازمان امداد و نجات کشور تا زمان تدوین گزارش اقلام امدادی و بسته های غذایی به شرح ذیل میان متاثران از زلزله توزیع نمود.

دو هزار و ۶۵۸ بسته غذایی ۷۲ ساعته، ۴ هزار و ۵۹۵ بطری آب معدنی، ۳ هزار و ۵۲۱ تخته پتو، یک هزار و ۶۳۸ شعله

والور، ۴۴۰ ست ظروف، ۶۷۷ تخته موکت و ۳ هزار، ۷۰۰ کیلوگرم نایلون پوششی، ۳۸۰ بسته نان و ۴۱۶ بسته غذایی یک ماهه



شکل ۳-۳ برپایی چادرهای اسکان توسط نیروهای امداد و نجات در منطقه زلزله زده



شکل ۳-۴ توزیع اقلام اولیه و گرمایشی در چادرهای اسکان توسط نیروهای امداد و نجات در منطقه زلزله زده

از دیگر اقدامات مهم در این زلزله حضور تیم های مددکار اجتماعی بهزیستی برای امداد به مددجویان و معلولین تحت پوشش بهزیستی استان ساکن مناطق زلزله زده بود.



شکل ۳-۵ حضور نیروهای بهزیستی در منطقه زلزله زده

از اقدامات مهم تیم روانشناسی استان آذربایجان شرقی (تیم سحر) در مناطق زلزله زده، اجرای فعالیت‌های متنوع و شاد برای کودکان و توزیع بسته‌های کمک آموزشی، لوازم التحریر، بازی و جعبه کمک‌های اولیه و انجام تست PTSD از کودکان و سنجش میزان استرس وارد شده به آنان، برای کاهش عوارض ناشی از بحران زلزله بود.



شکل ۳-۶ ارزیابی وضعیت کودکان توسط تیم روان‌شناختی سحر



شکل ۷-۳ فعالیت اجتماعی تیم سحر در منطقه زلزله زده

اقدامات زیاد امدادی در منطقه توسط سازمان‌های مختلف انجام یافت که از مهمترین آنها اقدامات وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی و سازمان امداد و نجات کشور بود که اهم آنها به شرح ذیل تشریح می‌گردد:

• **اهم اقدامات وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی:**

- ✓ اعزام اتوبوس آمبولانس از دانشگاه‌های اردبیل، زنجان و ارومیه به میانه و سراب
- ✓ اعزام اورژانس هوایی تبریز در ساعت ۶:۳۰ صبح برای ارزیابی هوایی منطقه
- ✓ اعزام تیم‌های بهداشت و بیماری‌های واگیر به مناطق آسیب دیده برای بررسی آب آشامیدنی و نحوه دفع بهداشتی دام‌های تلف شده و بررسی وضعیت افراد مسن، مادران باردار و بیماران خاص
- ✓ اعزام کارشناسان سلامت روان به مناطق آسیب دیده
- ✓ اعزام اورژانس هوایی
- ✓ استقرار ۶ دستگاه آمبولانس و ۳ دستگاه اتوبوس آمبولانس در ورنکش، ورزقان، میانه و سراب
- ✓ توزیع کلر، شیرخشک، اقلام بهداشتی و پوشک، شیشه شیر، کیسه زباله و ... در مناطق آسیب دیده
- ✓ ارائه خدمت مراقبتی و بهداشتی به بیش از ۱۰۰ مادر باردار و ۳۰۰ بیمار خاص (دیالیزی و دیابتی و...)

• **اهم اقدامات سازمان امداد و نجات کشور:**

- ✓ فعال‌سازی مرکز کنترل و هماهنگی عملیاتی سازمان امداد و نجات،
- ✓ اعلام آماده باش کامل به استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان، اردبیل و زنجان، غربی، گیلان،
- ✓ اعزام تیم‌های عملیاتی ارزیاب به شهرستان‌های آذربایجان شرقی، اعزام تیم‌های ارزیاب از استان‌های زنجان و آذربایجان غربی به مناطق مختلف استان،
- ✓ برقراری ارتباط مستمر ویدئو کنفرانس با استان‌های معین و آذربایجان شرقی،
- ✓ اعزام ۲ فروند بالگرد برای ارزیابی هوایی پس از طلوع آفتاب،
- ✓ بارگیری و ارسال اقلام زیستی و مواد غذایی به شهرهای متاثر از حادثه،

✓ آغاز مرحله اسکان و تغذیه اضطراری همزمان در روستاهای شهرستانه میانه، ایجاد اردوگاه اسکان اضطراری در مدرسه روستای ورنکش،

۳-۳- اسکان اضطراری و اسکان موقت

طبق اظهارات مسئولین استانی ۱۳ هزار نفر از زلزله زدگان (۱۵۰۰ خانوار) در اردوگاه اسکان اضطراری یا به صورت فردی با نصب ۳ هزار و ۲۵۰ چادر، به صورت اضطراری اسکان داده شدند. برای اسکان موقت نیز ساخت و مونتاژ اتاقک های دوازده متری به تعداد ۵۰۰ واحد توسط بنیاد مسکن انقلاب اسلامی تا لحظه تدوین گزارش آغاز گردیده بود.

۳-۴- اقدامات واحدهای تابعه وزارت راه و شهرسازی در مدیریت بحران

مسئولین اداره کل راه و شهرسازی و سازمان راهداری شهرستان میانه در ساعات اولیه رخداد به مناطق زلزله زده رجوع کرده و طبق گزارش ایشان، محور میانه به بستان آباد تا کیلومتر ۳۰ دچار ریزش واریزه های سنگی در طول محور بوده که موجب انسداد موضعی در این محور گردیده بود. در شکل ۸-۳ نمونه ای از واریزه های سنگی در محور میانه - بستان آباد قابل مشاهده است.



شکل ۸-۳ ریزش سنگ و انسداد مسیر در محور میانه - بستان آباد

تعداد ۸۵ دستگاه ماشین آلات از سازمان راهداری و پیمانکاران این سازمان با هماهنگی اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی سریعاً به محل اعزام شده و واریزه های سنگی ظرف ۲ ساعت کاملاً پاکسازی شده اند. لازم به ذکر است که در محورهای روستایی، ریزش و زمین لغزش گزارش نگردیده است.

عملیات لکه گیری و رفع ایرادات رویه راه نیز در مسیرهای منتهی به منطقه رومرکز زلزله در مناطق ترکمانچای و ورنکش نیز طی دو روز اول پس از زلزله صورت گرفته است.

در شکل ۹-۳ نمونه هایی از محور پاکسازی شده در محل واریزه ها از ترانشه های کنار جاده روز بعد از زلزله قابل

مشاهده می باشد. بخشی از این ماشین آلات در آواربرداری مناطق زلزله زده مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۳-۱ خسارت به سامانه های حمل و نقل

شهرستان	خسارت وارده به زیرساخت- های حمل و نقل جاده ای	تعداد ماشین آلات سنگین و نیمه سنگین فعال در منطقه
میانه	۱۲۰	۴۵
سراب		۴۰



شکل ۹-۳ محور میانه - بستن آباد بعد از عملیات پاکسازی از واریزه های سنگی

یکی از اقدامات مسئولین وزارت راه و شهرسازی بررسی وضعیت پل های آسیب دیده مناطق زلزله زده به منظور جلوگیری از خرابی بیشتر و انسداد مسیر بود که در جدول شماره ۲ به تفکیک بیان شده است.

جدول شماره ۲ وضعیت پل های آسیب دیده منطقه زلزله زده

نام شهرستان	نام بخش	نام روستا محور	مشخصات پل	نوع خسارت
میانه	کندوان	نشق	یک دهانه ۶ متری	۱۰۰ متر مکعب بنایی و بتنی
میانه	کندوان	نشق	یک دهانه ۴ متری	۱۳۰ متر مکعب بنایی و بتنی
میانه	کندوان	فندقلو	یک دهانه ۸ متری	۱۵۰ متر مکعب بنایی و بتنی
میانه	کندوان	فندقلو	یک دهانه ۲ متری	۵۰ متر مکعب بنایی و بتنی
میانه	ترکمنچای	بعد از سه راه عجمی	دو دهانه ۲۰ متری	۲۰۰ متر مکعب بنایی و بتنی
سراب	مرکزی	سراب- عقان- دامنجان	باستانی سه دهانه ۸ متری با قدمت بیش از ۴۰۰ سال و سازه بنایی، سنگی و آجری	ایجاد ترک و ریزش طاق پل (لزوم قطع جریان ترافیک و نیاز به احداث پل جدید)

تیم های امدادی سپاه پاسداران و ارتش جمهوری اسلامی و نیروی انتظامی نیز به مناطق زلزله زده جهت امدادرسانی اعزام شدند. از اقدامات مهم این نیروها ایجاد امنیت در منطقه، همکاری در آواربرداری، توزیع اقلام امدادی و امدادرسانی آسیب دیدگان بود.



شکل ۱۰-۳ فعالیت نیروی انتظامی در منطقه زلزله زده

با توجه به تلفات نسبتاً زیاد احشام در روستاهای زلزله زده، کار جمع آوری و دفن آنها با همکاری سازمان جهاد کشاورزی و اداره حفاظت محیط زیست استان انجام شد.

با توجه به اظهارات مسئولین شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ایران، سوخت مناطق زلزله زده استان آذربایجان شرقی به طور کامل تامین و تعدادی نفتکش حامل نفت سفید نیز به صورت اضطراری در روستاهای زلزله زده مستقر شدند تا در صورت نیاز، سوخت گرمایشی مورد نیاز مردم را تامین کنند.



شکل ۱۱-۳ جمع‌آوری احشام توسط نیروهای سازمان جهاد کشاورزی

بخش چهارم: خسارت و تلفات

۴-۱- خسارات به شریان های حیاتی

آب برخی نقاط روستای زلزله زده ورنکش بنا بر اظهارات مسئولین اداره آب و فاضلاب شهرستان میانه قطع گردیده بود که در ساعات اولیه پس از وقوع زلزله وصل گردید. جریان گاز اصلی شهرستان میانه به منظور جلوگیری از خطرات احتمالی ناشی از نشت گاز و انفجار، توسط اکپ های امدادی و عملیاتی شرکت گاز استان پس از وقوع زلزله قطع و پس از بررسی های اولیه و نشت یابی تاسیسات گازرسانی، ظرف ۲۴ ساعت اولیه پس از زلزله، جریان گاز مناطق حادثه دیده مجدداً دایر گردید. لازم به ذکر است بیشترین خسارت زلزله به تاسیسات گاز مربوط به شهرستان های میانه و سراب بوده است.



شکل ۱۲-۳ قطع لوله بخاری و آبگرمکن یکی از منازل بعد وقوع زلزله

بر اساس اظهارات شرکت توزیع برق آذربایجان شرقی بخش اصلی آسیب های وارده به شبکه توزیع برق در روستای ورنکش بود که ۵ مورد واژگونی تیر برق ۱۵ مورد کجی تیر در این روستا که دارای ۴۵۰ مشترک بوده است، اتفاق افتاده بود. در این روستا حدود ۸۰ دستگاه کنتور نیز کاملاً تخریب و زیر آوار مانده بود. تلاش بی وقفه مسئولین برق و با رعایت کلیه ضوابط ایمنی، تیرهای واژگون شده این روستا را تامین و حدود ۹ ساعت پس از وقوع زلزله کار بازسازی موقت شبکه توزیع برق روستای ورنکش به اتمام رسید.

با توجه به بیان مسئولین این شرکت، برق ۱۳ روستای حادثه دیده در حوزه شهرستانهای میانه و سراب با حضور قریب به ۱۰ اکپ عملیاتی این شرکت انجام شد. برق رسانی به چادرهای اسکان موقت و روشنای معابر این جاده ها نیز در روزهای اول پس از وقوع زلزله انجام شد. از اقدامات مهم مسئولین برق ارائه هشدارهای ایمنی به ساکنین چادرهای اسکان موقت جهت جلوگیری از وقوع هرگونه حادثه برق گرفتگی و آتش سوزی در چادرها بود.



شکل ۱۳-۳ قطع تیر برق در منطقه زلزله زده

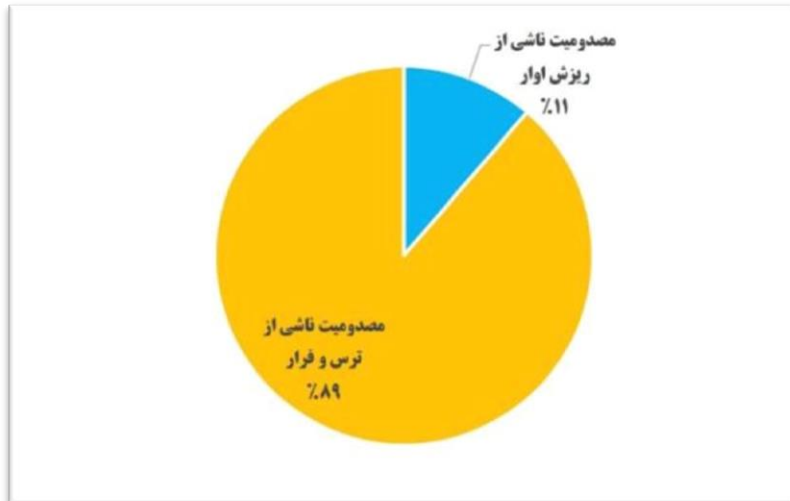
با توجه به اظهارات مسئولین شرکت مخابرات تلفن ثابت و تلفن همراه در مناطق زلزله زده قطع نگردیده بود.

۴-۲- تلفات و مصدومین

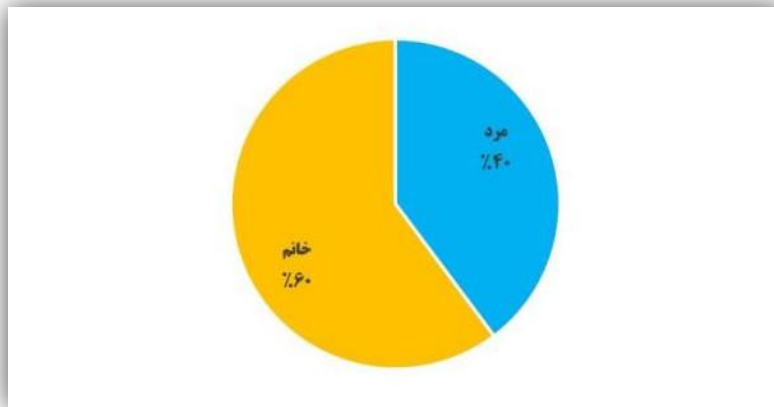
بر اساس اظهارات مسئولین اورژانس تعداد فوتی‌های این زلزله ۵ نفر و تعداد مصدومین ۵۸۴ نفر بوده است که از این تعداد ۶۶ نفر به علت ماندن زیر آوار و ۵۱۸ نفر به علت ترس و اضطراب بوده است که این میزان براساس نمودار شماره ۱-۴، ۸۹ درصد از کل مصدومین را شامل می‌شود و بر اساس نمودار شماره ۲-۴، ۶۰ درصد مصدومین زنان بوده اند. ۲ نفر نیز در بخش ترکمنچای در چادر شخصی که در حیاط خانه خود برپا کرده بودند، به علت گاز گرفتگی فوت شدند.

جدول ۴-۱- تعداد مصدومین و فوتی مناطق زلزله زده (براساس اطلاعات وزارت بهداشت و درمان)

ردیف	نام استان	نام شهرستان	کل مصدومین	فوتی	مصدوم مستقیم	مصدوم ناشی از ترس	تسری	توجهی
۱	آذربایجان شرقی	میانه	۲۳۳	۵	۶۶	۱۶۷	۱۱	۲۲۲
		سراب	۲۶۱	۰	۰	۲۶۱	۹	۲۵۲
		هشرویه	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۳۰
۲	آذربایجان غربی	پیرانشهر	۰	۰	۰	۰	۰	
۳	اردبیل	مشکین شهر	۳۴	۰	۰	۳۴	۰	۳۴
		اردبیل	۲۳	۰	۰	۲۳	۰	۲۳
		کوثر	۱	۰	۰	۱	۰	۱
۴	زنجان	ماه نشان	۰	۰	۰	۰	۰	
۵	گیلان	تالش	۲	۰	۰	۲	۰	۲
	جمع کل		۵۸۴	۵	۶۶	۵۱۸	۲۰	۵۶۴



نمودار ۱-۴ درصد مصدومین ناشی از ترس و درصد مصدومین ناشی از ریزش آوار



نمودار ۲-۴ درصد مصدومین براساس تفکیک جنسیت به مرد و زن

طبق گزارش جهاد کشاورزی استان تعداد ۱۱۵۰ راس دام تلف شده و ۲۷۰ جایگاه دامی نیز تخریب شده بود.



شکل ۱-۴ دام های تلف شده در منطقه زلزله زده

✓ نقاط ضعف

- عدم آموزش رفتار صحیح هنگام وقوع زلزله به عموم مردم، قبل از وقوع زلزله و رفتار ناصحیح آنها هنگام وقوع زلزله باعث افزایش تعداد مصدومین شد.
- قطع گاز، آب و برق در ساعات اولیه ایجاد اختلال در امداد رسانی نظیر قطع برق مراکز درمانی منطقه زلزله زده

✓ نقاط قوت

- حضور به موقع نیروهای امدادی در مناطق زلزله زده
- آموزش به موقع مردم توسط نیروهای امدادی در خصوص رعایت نکات ایمنی در چادرها و جلوگیری از آتش سوزی، برق گرفتگی، گاز گرفتگی و...
- حضور تیمهای مددکار و روانشناس در منطقه



شکل ۵-۴ نمونه ای از بوسترهای آموزشی ارائه شده در منطقه زلزله زده

بخش پنجم: پیشنهادات

با توجه به ارزیابی‌های صورت گرفته و بازدیدهای میدانی بعمل آمده و بررسی موارد مهم تاثیرگذار، پیشنهادات ذیل ارائه می‌گردد:

- نظر به فصل سرما در مناطق زلزله زده، ضرورت ویژه دارد تا نسبت به سامان بخشی صحیح اسکان اضطراری مردم روستاهای آسیب دیده اقدام جدی به عمل آید. برودت هوا در منطقه و وزش بادهای سرد و بارش برف از موارد مهم پیرامون تصمیم‌گیری در خصوص اسکان اضطراری می‌باشند (قابل ذکر است که چادر جوابگوی نیاز مردم از حیث ایمنی و دما نمی‌باشد).

- تجربه رخداد زلزله ترکمانچای در فصل سرما (که اجازه عملیات ساخت و ساز فوری را نمی‌دهد) نشان داد که کشور در هر حال نیازمند تولید انبوه مدل مناسبی از اسکان موقت پس از زلزله می‌باشد. پیشنهاد می‌نماید با توجه به مطالعات و اقدامات انجام یافته در کشور، در خصوص ساخت نمونه‌هایی از مدل مناسب اسکان موقت با توجه به مناسب نبودن الگوهای قدیمی اسکان موقت مانند کانکس اقدام جدی صورت پذیرد.

- نظر به تخریب ساختمان‌های خشتی، گلی و سنگی که انسجام لرزه‌ای مناسبی در آنها وجود ندارد، پیشنهاد می‌نماید تا با تعریف طرح‌های سریع و گسترده، نسبت به جایگزینی این‌گونه ساختمان‌ها با الگوهای مقاوم در برابر زلزله (الگوهای مصالح بنایی کلافدار و یا ساختمان‌های اسکلت دار) در یک بازه زمانی محدود و منطقی اقدام عاجل صورت پذیرد.

- با توجه به آسیب‌دیدگی تعداد زیادی از علمک‌های گاز در مناطق زلزله زده به دلیل بروز ضربه از دیوارهای غیرمقاوم و ناپایدار کناری و یا قرار گرفتن علمک‌ها زیر بار آوار این‌گونه دیوارها، پیشنهاد می‌گردد تا طراحی‌های لازم جهت استحکام بیشتر این المان‌های حساس در شبکه گاز صورت پذیرد.

- با توجه به تلف شدن تعداد قابل توجهی از دام در مناطق زلزله‌زده بر اثر تخریب محل نگهداری آنها، و همچنین با توجه به نبود الگوهای مناسب از حیث پایداری لرزه‌ای برای محل‌های نگهداری دام‌ها، پیشنهاد می‌گردد که نسبت به ساخت مناسب و یا مقاوم‌سازی این‌گونه بناها اقدام عاجل صورت پذیرد.

- ارزیابی‌های صورت گرفته در مناطق تحت تاثیر زلزله، نشان‌دهنده آسیب‌پذیری ساختمان‌های اسکلت‌دار از حوزه دیوارها و اجزای غیرسازه‌ای بوده است. پیشنهاد می‌گردد جهت کاهش ریسک لرزه‌ای ساختمان‌ها در مناطق لرزه خیز، معیارهای مطرح شده در "راهنمای طراحی سازه‌ای و جزئیات اجرایی دیوارهای غیرسازه‌ای" در اجرای ساختمان‌های آتی و همچنین بهسازی ساختمان‌های موجود مورد توجه ویژه قرار گیرند.

منابع

۱- سلیمانی آزاد، ش.، فلیپ، ه.، حسامی آزر، خ.، دومینگز، ا. ۱۳۸۸، چگونگی رویداد گسلش زمین‌لرزه‌ای در منتهی الیه جنوبشرقی شبکه گسلی گیلاتو- سیاه چشمه- خوی و نقش آن در بررسی‌های برآورد خطر زمینلرزه در شمالغرب ایران. بیست و هفتمین گردهمایی علوم زمین و سیزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، بهمن ۱۳۸۸، سازمان زمین‌شناسی کشور.

۲- نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ میانه - سازمان زمین‌شناسی کشور.

۴- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب - سازمان زمین‌شناسی کشور.

۵- آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴

۶- اطلاعات ادارات راه و شهرسازی شهرستان های میانه و سراب

۶- اطلاعات اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی

۷- اطلاعات بنیاد مسکن انقلاب اسلامی

۸- اطلاعات شرکت گاز استان آذربایجان شرقی

9- Agard, P., Omrani, j., Jolivet, L., Whitechurch, H., Vrielynck, B., Spakman, W., Monie P., Meyer, B., and Wortel, R. 2011."Zagros orogeny: A subduction-dominated process" *Geol. Mag.* 148, 692–725.

10- Faridi, M., Burg, J.-P., Nazari, H., Talebian, M., Ghorashi, M. 2017, Active Faults Pattern and Interplay in the Azerbaijan Region (NW Iran). *Geotectonics*, 2017, Vol. 51, No. 4, pp. 428–437.

11- J. Jackson, 1992 "Partitioning of strike-slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in eastern Turkey and the Caucasus," *J. Geophys. Res. B* 97, 12471-12479.

12- Pondard, N., Armijo, R., King, C.P. Geoffrey., Meyer, B., Flerit, F. 2017, Fault interactions in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian Fault): earthquake clustering and propagating earthquake sequences. *Geophys. J. Int.* (2007) 171, 1185–1197.

13- Stein, R.S., Barka, A.A. & Dieterich, J.H., 1997. Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake stress triggering, *Geophys. J. Int.*, 128, 594–604.

14- Vernant, P. 2015 "What can we learn from 20 years of inter-Seismic GPS measurements across strike-slip faults ". *Tectonophysics* 644–645, 22–35.