

## گسل مسبب

مجموع زمین لرزه های محدوده کوه کمر - بجنورد

(۴ خرداد الی ۲۶ تیر ماه ۱۳۹۵)

تهیه کننده:

دکتر سید کیوان حسینی

دانشگاه فردوسی مشهد

مرکز تحقیقات زمین لرزه شناسی

۲۹ تیر ۱۳۹۵

استان خراسان شمالی واقع در شمال شرق ایران را به لحاظ ساختاری می توان به دو پهنه مجزا تقسیم کرد (شکل ۱):

#### الف - پهنه ساختاری کپه داغ

بخشهای شمالی و شمال غربی خراسان شمالی را می توان بخشی از پهنه فشارشی ایران در منطقه کپه داغ دانست. از نگاه جغرافیایی و کوه نگاری، کپه داغ بخشی از ادامه خاوری کوه های البرز است ولی ویژگی های زمین شناختی و ساختاری آن نسبت به آن متفاوت می باشد. دشت شیروان - بجنورد در این استان جزء نواحی فرو افتاده کپه داغ می باشد. حوضه کپه داغ به صورت یک ناوه رسوبی در تریاس بالایی به وجود آمده و رسوبات ممتد دریایی در این حوضه از ژوراسیک تا الیگوسن با ضخامتی حدود ۶۰۰۰ متر به طور هم شیب روی یکدیگر قرار گرفته اند.

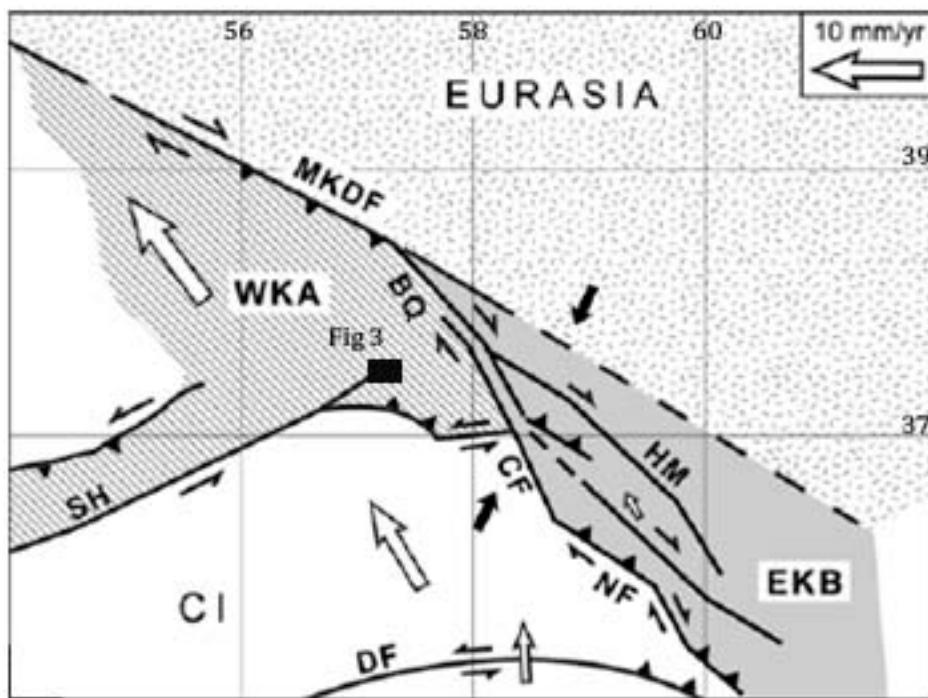
#### ب - پهنه ساختاری بینالود

این پهنه بین صفحه مستحکم توران و خرده قاره ایران مرکزی محاط شده است. مرز جنوبی آن گسل میامی یا گسل شاهرود و حد شمال غربی آن را گسل سمنان می دانند. پهنه ساختاری بینالود در شمال - شمال شرق خود توسط پهنه ساختاری کپه داغ محدود می گردد. این زون بخشی از البرز را شامل است که از نظر زمین شناسی، اختصاصات ویژه ای دارد. واحد زمین شناسی بینالود را زون تدریجی بین ایران مرکزی و البرز در نظر می گیرند زیرا رسوبات و رخساره های پالئوزوئیک این زون شبیه به البرز است.

سپاهانه گسلی شاهرود با طول حدود ۴۰۰ کیلومتر از مجموعه ای از گسل های با امتداد شمال شرق - جنوب غرب تشکیل شده است که بموازات بخش جنوبی پهنه البرز شرقی ادامه یافته است (هالینگورث و همکاران ۲۰۰۷، جاویدفخر و همکاران ۲۰۱۱). از گسل های مهم دیگر منطقه می توان به گسل مورب لغز آشخانه با امتداد WNW و طول حدود ۸۰ کیلومتر که در بخش غربی شهر آشخانه قرار گرفته است، اشاره نمود. این گسل با سازوکار اصلی امتداد لغزی چپ گرد رسوبات با سن کواترنری را قطع نموده است. گسل امتداد لغز شوقان نیز یک گسل فعال قوسی شکل می باشد که رسوبات کواترنری را در غرب کپه داغ بصورت چپ رو جابجا نموده است.

با مقایسه بردارهای سرعت افقی GPS در ناحیه مورد مطالعه، نرخ حرکتی ۳ تا ۵ میلیمتر در سال برای شرق البرز و غرب کپه داغ در مقایسه با ایران مرکزی تخمین زده می شود (شعبانیان و همکاران، ۲۰۰۹).

این حرکت نسبی در طول گسل های امتداد لغز با امتداد شرق - شمال شرقی و سوی لغزشی چپ رو در مرز جنوبی البرز شرقی و غرب کپه داغ اتفاق می افتد (شکل های ۱ و ۳).



شکل ۱) مدل زمین ساختی ساده شده شمال شرقی ایران. MKDF: گسل اصلی کپه داغ، SH: سیستم گسلی شاهرود، CF: سیستم گسلی چکنه، NF: سیستم گسلی نیشابور، BQ: سیستم گسلی باخاردان-قوچان، HM: سیستم گسلی هزارمسجد، DF: سیستم گسلی درونه، WKA: حوضه تکتونیکی غرب کپه داغ-البرز، EKB: حوضه تکتونیکی شرق کپه داغ-بینالود. پیکان های سفید رنگ نشان دهنده بردار سرعت حرکت افقی منطقه بر اساس داده های GPS و پیکان های سیاه رنگ نشان دهنده راستای تنش اصلی در ناحیه می باشند. مستطیل سیاه رنگ موقعیت منطقه مورد مطالعه (شکل ۳) را نشان می دهد. (برگرفته از شعبانیان و همکاران، ۲۰۰۹).

### راستای تنش اصلی:

راستای تنش اصلی در ناحیه که با راستای برافراستگی های البرز شرقی همخوانی داشته و باعث ایجاد گسلش با سازو کار اصلی امتداد لغزی چپ گرد گردیده است، در راستای شمال - شمال شرق آرایش یافته است. رحیمی (۱۳۸۱) نیز در مطالعات خود در البرز شرقی، تغییرات ساختاری در این پهنه را حاصل از حاکمیت یک سیستم برشی همگرای چپ رو با راستای N60E بیان نموده است.

## لرزه خیزی:

زمین لرزه های مخرب متعددی در طول تاریخ استان خراسان شمالی بوقوع پیوسته است (جدول ۱). قدیمی ترین و بزرگترین زمین لرزه تاریخی رویداده در این استان در سال ۹۴۳ میلادی و به بزرگی ۷.۶ در شمال بجنورد گزارش شده است.

جدول ۱) زمین لرزه های تاریخی منطقه خراسان شمالی (قبل از ۱۹۰۰ میلادی)

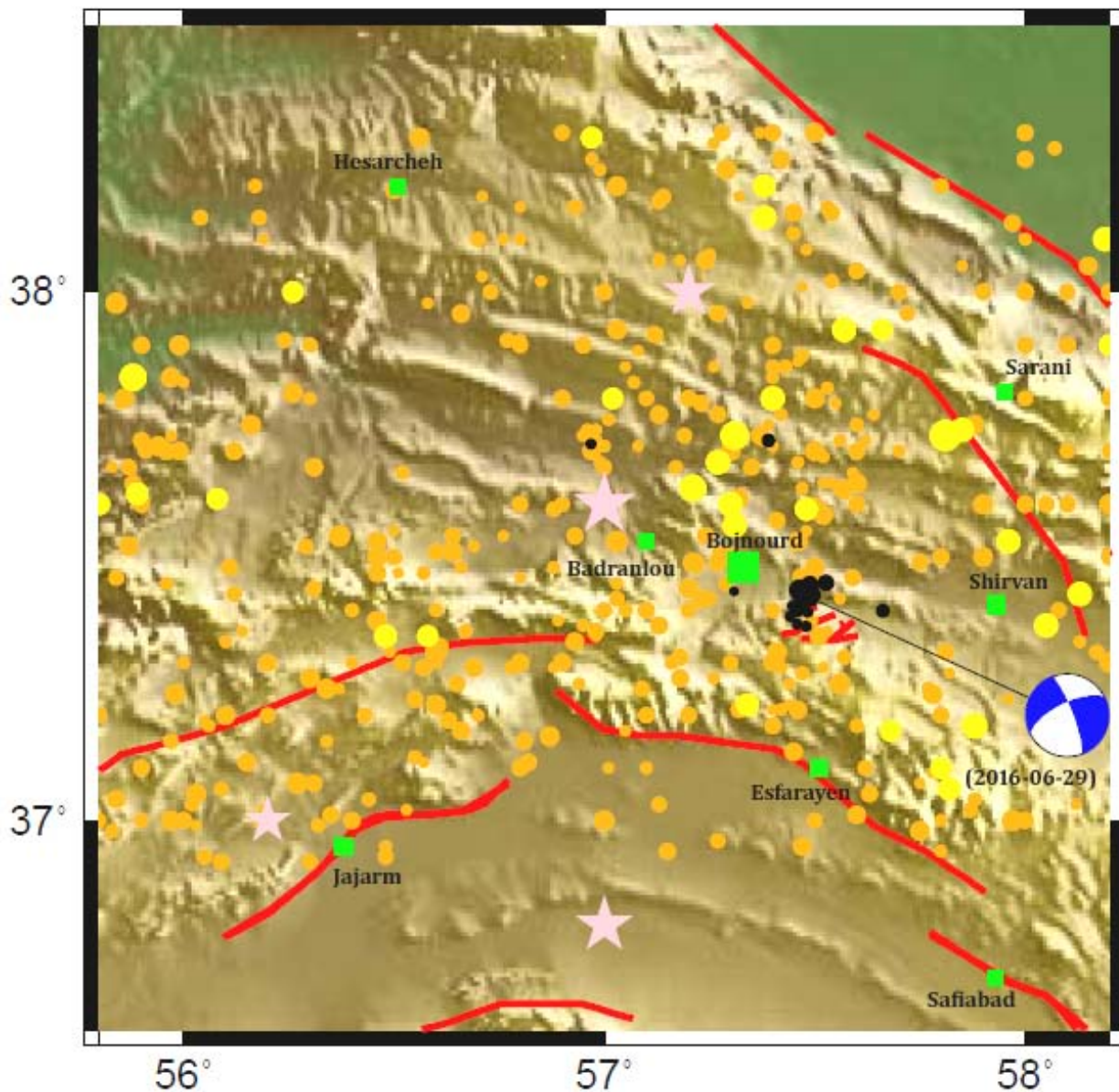
Year	Month	Lon.	Lat.	Magnitude
943	8	57.00	37.60	7.6
1695	5	57.00	36.80	7.0
1810		57.20	38.00	6.5
1883	4	56.20	37.00	5.8

بزرگترین زمین لرزه دستگاهی به ثبت رسیده در استان خراسان شمالی در تاریخ ۱۹۲۹/۰۵/۰۱ در ۵۰ کیلومتری شمال شرق بجنورد و به بزرگی ۷.۳ در مقیاس امواج سطحی می باشد.

بزرگترین زمین لرزه بعدی در تاریخ ۱۳۷۵/۱۱/۱۶ (۱۹۹۷/۲/۴) در ۳۰ کیلومتری شمال بجنورد به بزرگی ۶.۹ اتفاق افتاده است که علاوه بر تخریب بسیاری از خانه های روستایی و آسیب شدید به برخی خانه های شهری موجب تلفات جانی نیز گردید (حسینی و همکاران، ۱۹۹۷). موقعیت کانون سطحی زمینلرزه های تاریخی و دستگاهی در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود منطقه ای که زلزله های اخیر به ترتیب با بزرگی های ۴.۹، ۴.۱، ۴.۹ و ۴.۲ (جدول ۲) در آن حادث شده و با دوایر سیاه مشخص شده اند، قبلا نیز شاهد چنین لرزش هایی بوده است.

جدول ۲) زمین لرزه های اخیر منطقه کوه کمر- خراسان شمالی ( $M > 4$ )

سال	ماه	روز	Lon.	Lat.	Magnitude	نماد در شکل 3
1395	4	24	57.49	37.45	4.2	M4
1395	4	10	57.46	37.44	4.9	M3
1395	3	19	57.53	37.45	4.1	M2
1395	3	4	57.47	37.43	4.9	M1



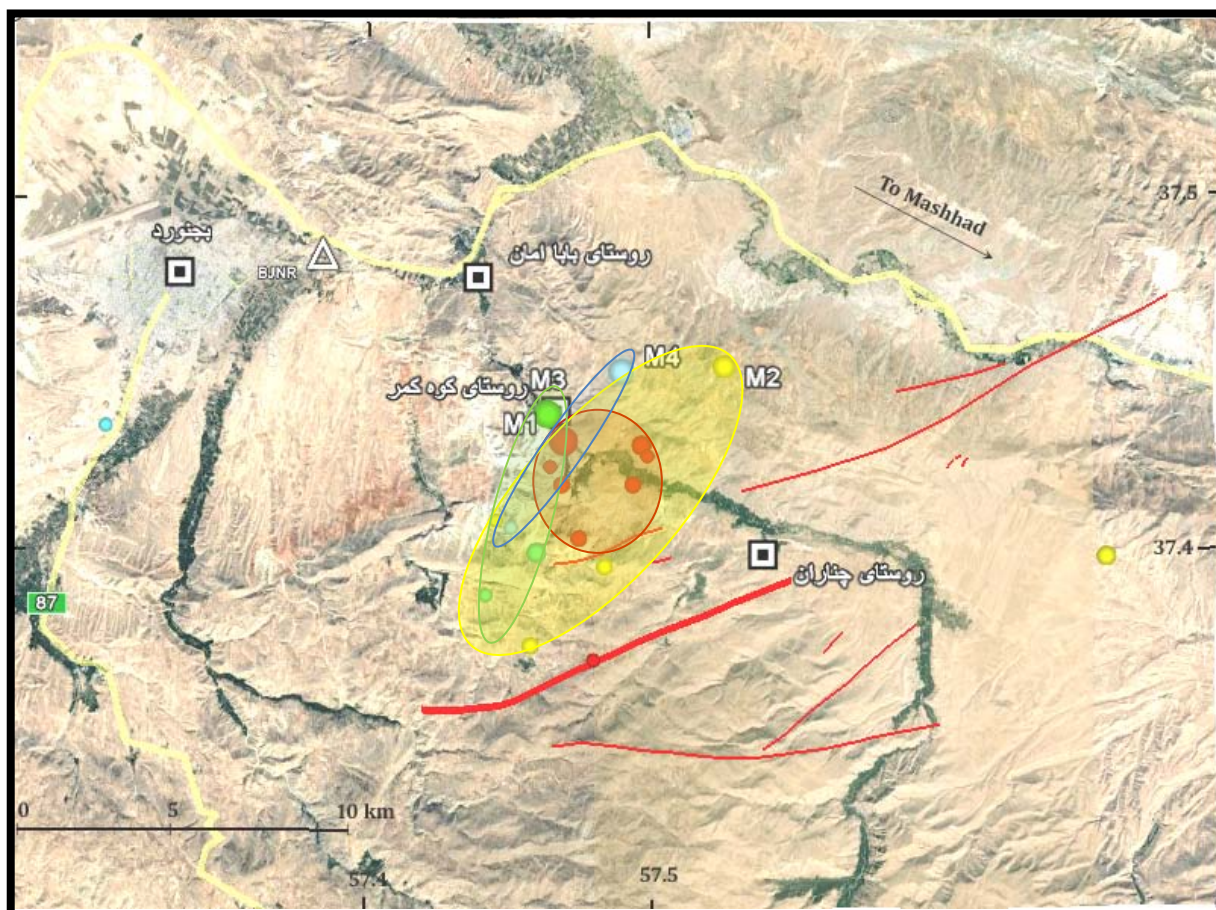
شکل ۲) نقشه لرزه خیزی استان خراسان شمالی از سال ۱۹۰۰ میلادی تا کنون. زمینلرزه های با بزرگی کمتر از ۵ با رنگ نارنجی و بزرگ تر از ۵ با رنگ زرد نمایش داده شده اند. ستاره های با رنگ صورتی نشان دهنده موقعیت زمینلرزه های تاریخی و مخرب می باشند. دایره سیاه رنگ موقعیت کانونی رخداد های اخیر در منطقه مورد مطالعه از زمان وقوع زمین لرزه ۴ خرداد ۱۳۹۵ (MN 4.9) را نشان می دهد. حل مکانیزم کانونی این زمین لرزه نشان دهنده حرکت امتداد لغزی می باشد.

### زمین لرزه های ۴ خرداد الی ۲۶ تیرماه ، کوه کمر - بجنورد:

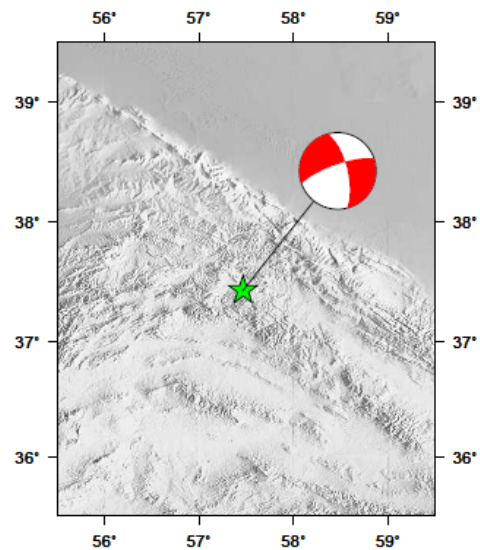
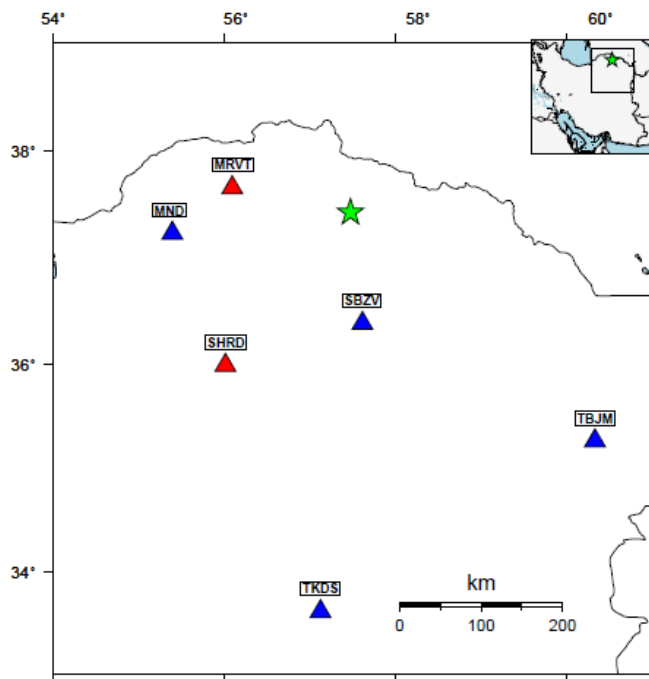
در ساعت ۲۲:۲۱:۹۵ سه شنبه مورخ ۴ خرداد ماه ۱۳۹۵ ( ۲۴ می ۲۰۱۶ و ۱۷ شعبان ۱۴۳۷، در ساعت ۱۷:۵۱:۹۵ UTC ) زمین لرزه ای به بزرگی ۴.۹ در مقیاس امواج حجمی، در ۱۳ کیلومتری جنوب شرق

بجنورد بوقوع پیوست. مرکز سطحی این زمین لرزه در محدوده روستای کوه کمر تعیین موقعیت گردید ( M1 دایره قرمز رنگ در شکل ۳). مرکز لرزه نگاری کشوری مکانیزم این زمین لرزه را امتداد لغز با اندکی مؤلفه شیب لغزی از نوع نرمال تعیین نمود ( شکل ۴). بدنبال آن پس لرزه های متعددی با بزرگی کمتر از ۴ اتفاق افتاد ولی در طول حدود ۵۰ روز و بفاصله تقریبی هر دو هفته، سه زمینلرزه دیگر با بزرگی بیشتر از ۴ در همان محل بوقوع پیوست (شکل ۳ و جدول ۲).

با توجه به موقعیت کانونی زمینلرزه ها و حل مکانیزم کانونی آنها، گسل چناران که با امتداد NNE از حاشیه جنوبی روستای چناران عبور می نماید را می توان مسبب این زمینلرزه ها معرفی نمود. گسل چناران را میتوان شاخه های انتهایی شرقی سیستم گسلی شاهرود در نظر گرفت. گسل مذکور با خط قرمز رنگ ضخیم نسبت به گسل های دیگر بر روی تصویر ماهواره ای شکل ۳ نشان داده شده است.



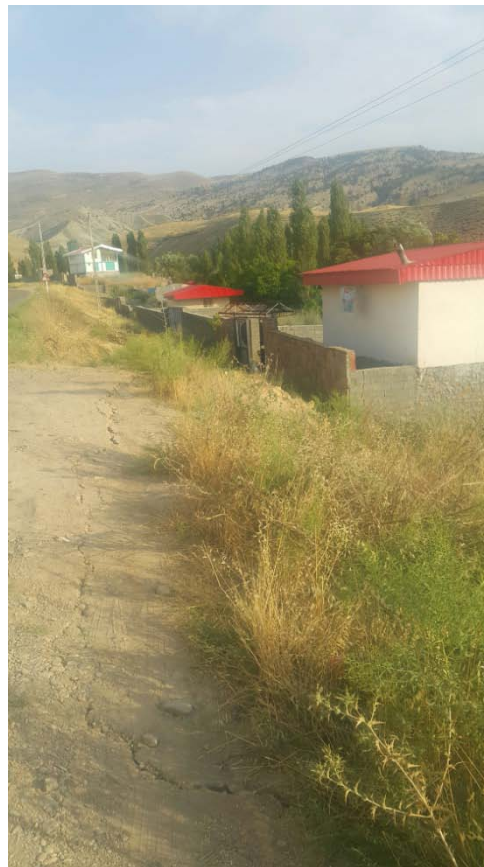
شکل ۳) تصویر ماهواره ای از منطقه مورد مطالعه به همراه برخی گسل هایی که با توجه به سازو کار امتداد لغزی چپ رو آنها بعنوان گسل های احتمالی مسبب زمینلرزه انتخاب گردیدند. ولی با توجه به موقعیت کانونی زمین لرزه ها گسل چناران ( خط قرمز ضخیم تر) بعنوان گسل اصلی و مسبب زمین لرزه در این تحقیق معرفی می گردد. دوایر رنگی موقعیت رومرکز زمین لرزه های حادث شده و پس لرزه های آنها را نشان می دهد (جدول ۲).



شکل ۴) مکانیزم کانونی زمین لرزه ۴ خرداد ۱۳۹۵ کوه کمر بجنورد (مرکز لرزه نگاری کشوری) و توزیع ایستگاه های لرزه نگاری منطقه که در محاسبات حل تانسور ممان شرکت کرده اند. همانطور که مشاهده می شود موقعیت ایستگاه ها، پوشش کاملی را در اطراف کانون زلزله ایجاد نکرده و لذا حل مکانیزم کانونی می تواند با خطا محاسباتی روبرو باشد.

### تغییرات ریخت شناسی و تاثیر پذیری سازه ها:

زمین لرزه های حادث شده باعث ایجاد دگربختی های خفیفی بصورت لغزش شیب های خاکی و ریزش قطعات سنگی در شیب های تند گردیده است ( شکل ۵). خوشبختانه بیشتر سازه های مسکونی روستایی بعد از زلزله سال ۱۳۷۵ توسط بنیاد مسکن انقلاب اسلامی با در نظر گرفتن اصول مهندسی بازسازی شده اند و لذا زلزله های مورد مطالعه تاثیر پذیری مخربی بر روی آنها نداشته است. تنها در سازه هایی که بصورت خشت و گلی و یا سنگ چین ساخته شده بودند، ترک ها و جدایش های اساسی به چشم می خورد. بعنوان مثال در بازدیدی که از یکی از خانه های روستای کوه کمر صورت پذیرفت، ترک های عمیقی در دیوارها و کف ساختمان مشاهده گردید که می تواند در نتیجه پس لرزه های بعدی بسیار خطرناک عمل نموده و باعث تخریب کل سازه گردند(شکل ۶).



شکل ۵) لغزش خاک و ریزش سنگ ها در شیب های نسبتا زیاد ( در مسیر روستای کوه کمر تا چناران)



شکل ۶) ایجاد ترک های نسبتا عمقی در سازه های غیر مهندسی (تصاویر سمت راست و چپ بالا) و نمونه ای از سازه مهندسی ساز در منطقه ( روستای کوه کمر).