



هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران  
دانشگاه صنعتی شاهرود، شهریور ۱۳۹۰



## بررسی رابطه بین خصوصیات زمین ریخت شناسی و تشکیل فروچاله ها در حوزه آبریز قرناوه در استان گلستان

ملایی

گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

ناصر حافظی مقدس

دانشیار دانشگاه صنعتی شاهرود

معصومه جعفری

گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

فاطمه اخلاقی

شرکت زمین فیزیک پویا

### چکیده:

در این تحقیق ارتباط بین موقعیت فروچاله با خصوصیات زمین ریخت شناسی منطقه در محدوده حوزه آبریز قرناوه مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور بر اساس تصاویر ماهواره‌ای و بازدید صحرایی بیش از ۲۰۰۰ فروچاله در نهشته‌های لسی حوزه آبریز قرناوه شناسایی و بر روی نقشه پیاده شد. سپس موقعیت فروچاله‌ها نسبت به عوارض طبیعی نظیر شبکه آبراهه‌ها، گسل‌ها، شیب دامنه، جهت شیب دامنه، ارتفاع مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل حاکی از آنست که فروچاله‌ها عمدتاً در سرشاخه‌های فرعی آبراهه‌ها تشکیل شده‌اند. همچنین محل‌های تجمع زیاد فروچاله‌ها با گسل‌های کواترنری منطقه مرتبط است. بعلاوه در دامنه‌های جنوبی و در دامنه‌های پر شیب فراوانی فروچاله‌ها بیشتر است. همچنین فراوانی فروچاله‌ها با پوشش گیاهی، نسبت عکس منطقه دارد.

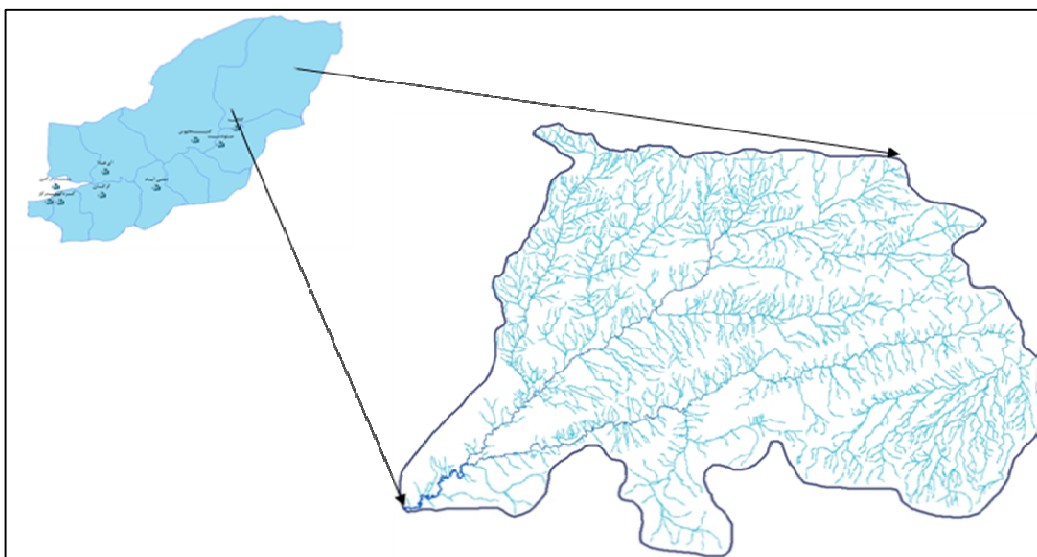
### مقدمه:

واژه لس از ریشه آلمانی LOSS به معنای شل می‌باشد که برای اولین بار توسط فون لئونهارد (۱۸۲۳) برای توصیف نهشته‌های سیلنتی ترد در طول راین و در نزدیکی هایدلبرگ بکار رفته است. (کرشهایمر ۱۹۶۹) به نقل از (Gibbs & Bara 1962). از جمله خصوصیات بارز لس‌ها ساختمان لانه زنبوری آنها می‌باشد. در این ساختمان ذرات رس بین دانه‌های سیلت و ماسه بصورت عامل چسبندگی ضعیف عمل نموده و ساختمان لس‌ها ناپایدار و تخلخل بالایی را تشکیل می‌دهد. این ساختمان در اثر مرطوب شدن و یا تحت بارهای استاتیکی و دینامیکی فرو ریخته و بدین ترتیب نشست قابل توجهی در خاک رخ می‌دهد. حدود ۵٪ از سطح زمین توسط لس پوشیده شده است. این رسوبات در بخشهای وسیعی از جهان یافت می‌شود. به ویژه در آسیا، بسیاری از شهرها بر روی لس ساخته شده‌اند. در بین استان‌های کشور، استان گلستان بیشترین وسعت لس‌ها را در سطحی معادل ۴۲۰ هزار

هکتار (۱۹٪ وسعت استان) دارا می‌باشد و در مناطق شرق و شمال شرق استان در ارتفاعات بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر از سطح دریا گسترش دارند.

### موقعیت جغرافیایی و معرفی منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز قرناوه از زیر حوضه‌های گرگانرود می‌باشد که در محدوده جغرافیایی  $24^{\circ}30'55''$  تا  $56^{\circ}$  طول شرقی و  $30^{\circ}37'$  تا  $42^{\circ}37'$  عرض شمالی در شمال شرقی استان گلستان قرار دارد. طول رودخانه قرناوه حدود ۶۰ کیلومتر است و دارای روند شمال شرق-جنوب غرب می‌باشد (حسینی و عبدلی، ۱۳۸۶). این رودخانه از ارتفاعات لسی باباشملک، گلیداغ و پالچقلی در شمال شرق کلالة سرچشمه گرفته و سرشاخه اصلی گرگانرود در این منطقه را تشکیل می‌دهد (گیاهی ۱۳۸۹). رودخانه قرناوه سالانه ۵۱ میلیون متر مکعب آورد آب دارد و سیل‌های سال ۱۳۸۴ عمده‌تاً در این زیر حوضه تولید گردیده است. سد گلستان-۲ بر روی این رودخانه احداث گردیده است (سازمان تأمین منابع آب ایران، ۱۳۸۵). سطح حوزه غالباً پوشیده از لس است. و از نظر زمین‌شناسی بخشی از پهنه ساختاری کپه داغ و فلات لسی ایران می‌باشد.



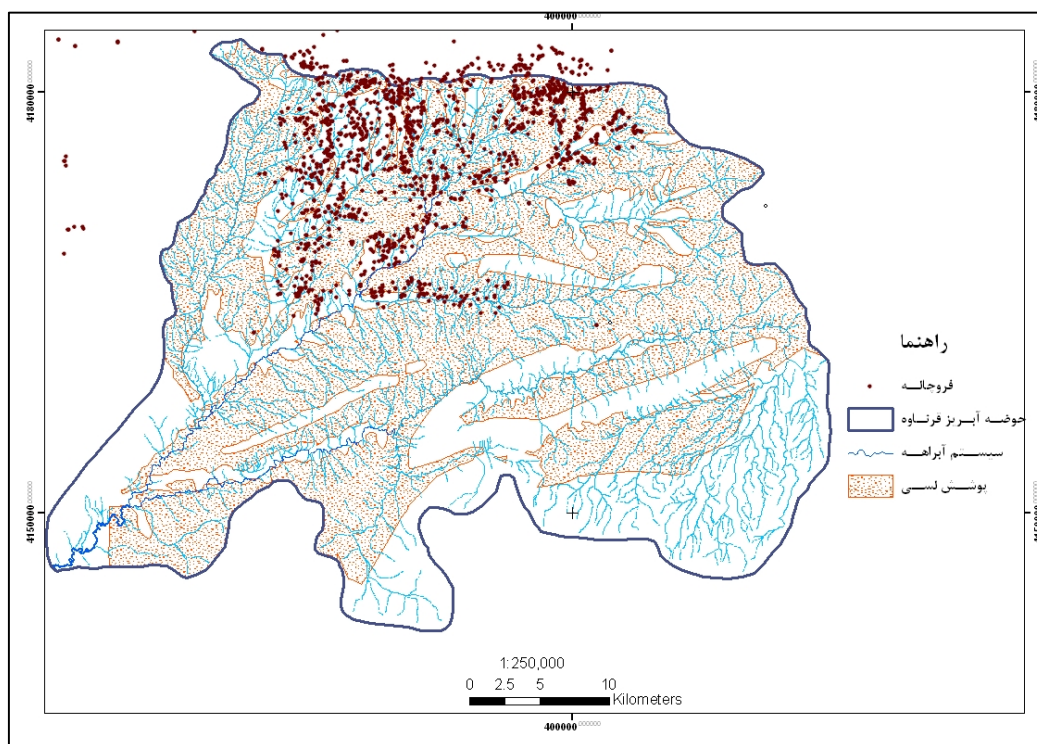
شکل ۱: حوضه مطالعاتی قرناوه

### زمین‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی محدوده مطالعاتی

بخش عمده‌ی حوضه مورد مطالعه پوشیده از نهشته‌های لسی و آبرفتی است. رخنمون‌های سنگی در حوزه آبریز قرناوه شامل آهک، دولومیت، ماسه سنگ و شیل و مارن‌های سازند می‌باشد. ماسه‌سنگها؛ توپوگرافی میانه و آهکهای ضخیم تا توده‌ای و دولومیت‌ها؛ بلندی‌ها و ارتفاعات را ساخته‌اند. نهشته‌های آبرفتی و لس‌ها نواحی پست و تپه ماهوری تشکیل داده‌اند. در زمین‌های لسی زمین‌ریخت‌های مختلف ناشی از فرایندهای رسوبگذاری و فرسایشی لسی از جمله زمین‌های لسی نخلی و شاخه‌ای شکل، تراس‌های لسی، گالری‌ها، دیواره‌های قائم و فروچاله ایجاد می‌شود. شبکه زهکشی حوضه‌های آبریز به صورت شاخه درختی

(دندریتی) می‌باشد و مسیر آبراهه‌ها معمولاً نامنظم بوده و آبراهه‌های فرعی با زوایای مختلفی به جریان اصلی وارد می‌شوند (شکل ۲).

در این حوضه علیرغم گسترش وسیع دشت، به دلیل شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک، ضخامت کم و ریز دانه بودن رسوبات، آبخوان آبرفتی مهمی تشکیل نگردیده است. آبخوانهای کوچک واجد آب شیرین در بسترهای رودخانه‌ها و مسیل‌ها تشکیل شده است.



شکل ۲: سیستم آبراهه‌های منطقه و توزیع فروچاله‌ها

### بررسی رابطه فروچاله‌ها با خصوصیات زمین ریخت شناسی منطقه

به منظور بررسی توزیع فروچاله‌ها در منطقه مطالعاتی ابتدا با استفاده از نرم افزار گوگل ارث موقعیت فروچاله در محدوده حوزه آبریز مورد مطالعه تعیین و بر روی نقشه پیاده شد. در این راستا بیش از ۲۰۰۰ فروچاله با ابعاد مختلف شناسایی گردید. در مرحله بعد جهت کنترل و برداشت مشخصات فروچاله‌ها بازید میدانی از منطقه صورت پذیرفت. عمق فروچاله‌ها در محدوده مطالعاتی از کمتر از ۱ متر تا بیش از چند ده متر و گاه به ۲۰ متر نیز می‌رسد. دیواره فروچاله‌های جدیدتر بصورت قائم است که نشان می‌دهد مکانیسم اصلی تشکیل آنها فروریزش است و نقش فرسایش یا انحلال در تشکیل شفت‌های قائم اولیه اهمیت کمتری داشته است. به مرور زمان با ادامه فرسایش و فروریزی دیواره‌های قائم، شیب دیواره فروچاله‌ها کاهش می‌یابد (شکل ۲).

عمق فروچاله‌ها در صورتی که میان لایه سخت نظیر لایه با تجمعات آهکی وجود داشته باشد محدود به این لایه خواهد بود، در غیر اینصورت تا تراز کف آبراهه ادامه می‌یابد. یک تونل با شیب کم و تقریباً افقی فروچاله‌ها را بهم مرتبط نموده و نهایتاً آبهای سطحی را به آبراهه اصلی می‌رساند. در شکل ۲ موقعیت فروچاله‌ها بر روی نقشه شبکه زهکشی نشان داده شده است. ملاحظه می-

گردد که فروچاله ها عموماً در راستای آبراهه‌های فرعی و بصورت خطی در بخش‌های بالاتر دامنه تشکیل شده‌اند. در مراحل اولیه تشکیل فروچاله‌ها زهکش سطحی دیده نمی‌شود و تونل‌های افقی که فروچاله‌ها را بهم مرتبط می‌کند وظیفه زهکشی را بعهده دارد. بتدریج با فروریزی سقف تونل‌ها گالری‌ها و دره‌های عمیق تشکیل می‌گردد. (شکل ۳)



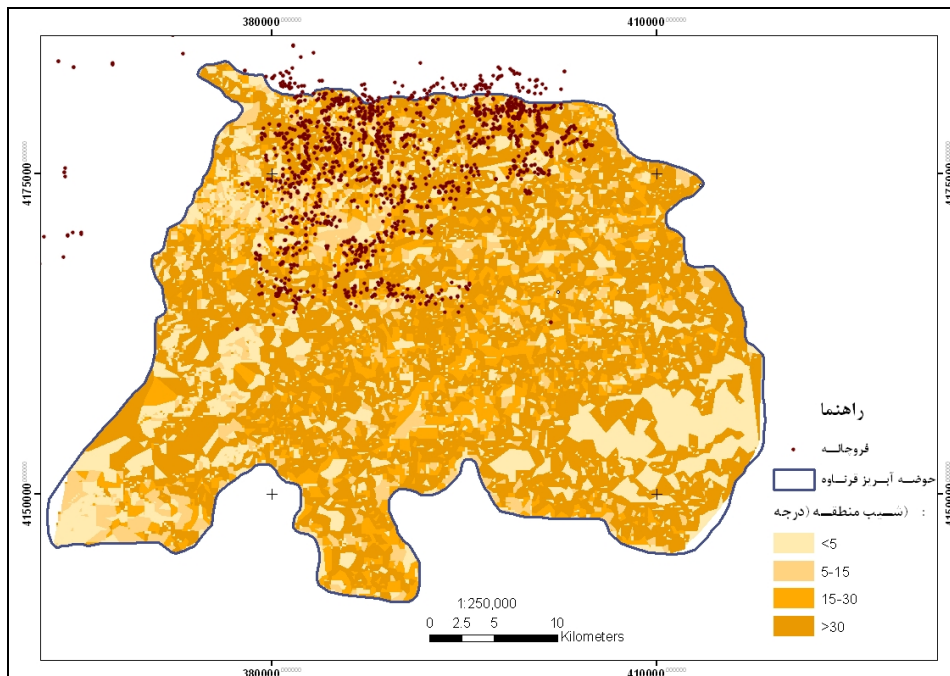
شکل ۳: روند خطی فروچاله ها در مراحل اولیه تشکیل (تصویر سمت راست) و تشکیل دره عمیق در اثر فروریزی سقف تونل ها افقی (تصویر سمت چپ)

یکی از عوامل مهم در تشکیل و پراکندگی فروچاله‌ها در منطقه مطالعاتی، شیب دامنه‌ها و جهت شیب دامنه‌ها می‌باشد هر چه شیب زمین بیشتر باشد فرسایش آب بیشتر و سریع‌تر است. در شکل ۴ پراکندگی فروچاله‌ها در نقشه شیبی منطقه نشان داده شده است. مشاهده می‌گردد که فروچاله‌ها عموماً در رده‌های شیب بیش از ۳۰ درجه قرار دارند. علاوه بر میزان شیب، جهت شیب دامنه نیز یکی دیگر از عوامل موثر در میزان رطوبت و بالتبع آن میزان فرسایش می‌باشد. دامنه‌های غربی و جنوبی به علت اینکه از حضور خورشید بهره کمتری دارند رطوبت بیشتری در خاکهای سطحی این دامنه‌ها می‌باشد و میزان فرسایش در این اراضی بیشتر می‌باشد.

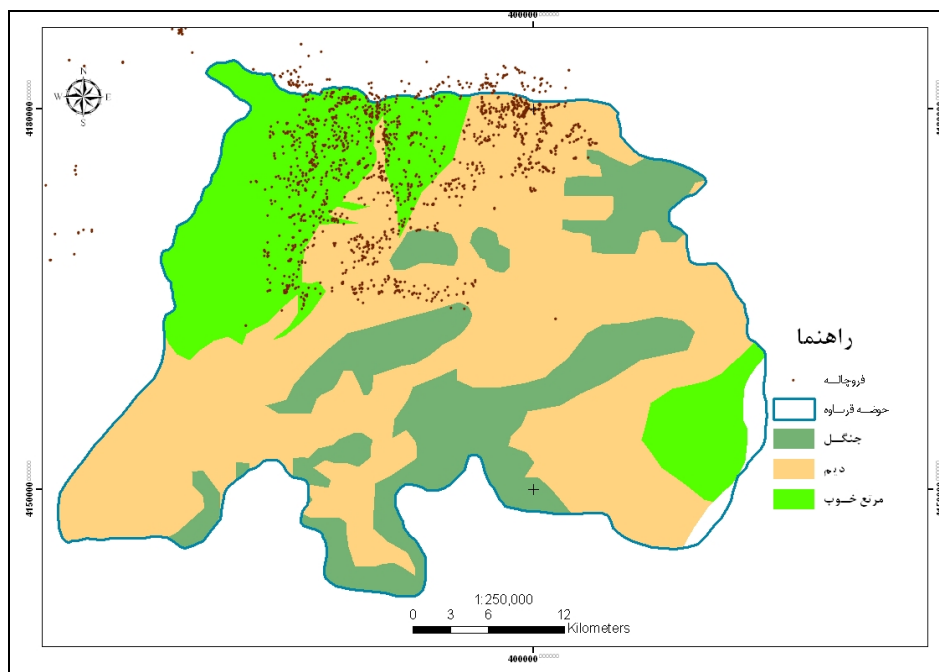
فرسایش خاک به تغییرات بارش و پوشش زمین حساسیت بیشتری نسبت به رواناب نشان می‌دهد (Nearing, et. Al., 2005) پوشش گیاهی عاملی است که به صورت معکوس با فرسایش عمل می‌کند. مقایسه موقعیت فروچاله‌ها با نقشه پوشش گیاهی و کاربری اراضی نیز نشان می‌دهد که فروچاله‌ها در زمین‌های با پوشش گیاهی فقیرتر بیشتر مشاهده می‌گردد. (شکل ۵) به صورت متقابل نیز فرسایش با عث از بین رفتن زمینهای مستعد کشاورزی می‌شود. در شکل ۶ کاهش سطح اراضی کشاورزی با توسعه فرسایش در منطقه ارائه شده است.

مطالعات موردی متعدد در سطح دنیا انجام شده که نشان دهنده تاثیر تکنیک بر تشکیل فروچاله‌ها می‌باشد از جمله می‌توان به (Milanovic(1981، رضایی و زمانیان (۱۹۸۸)، Celik and Onsal, 1993; Edgell, 1993; Kenz, 1988; Fazeli, 1988)

(1999) اشاره نمود (Khorsandi & Miyata, 2007). در شکل ۷، گسل‌های کواترنری و خطواره‌های گسلی و رخداد‌های لرزه‌ای منطقه و موقعیت فروچاله‌ها نشان داده شده است. تجمع فروچاله‌ها در نزدیکی روندهای گسلی و زلزله‌های منطقه، حاکی از تاثیر تنش در سست شدن ساختمان لس و افزایش فروچاله در منطقه می‌باشد.



شکل ۴: رابطه بین شیب دامنه و پراکندگی فروچاله‌ها

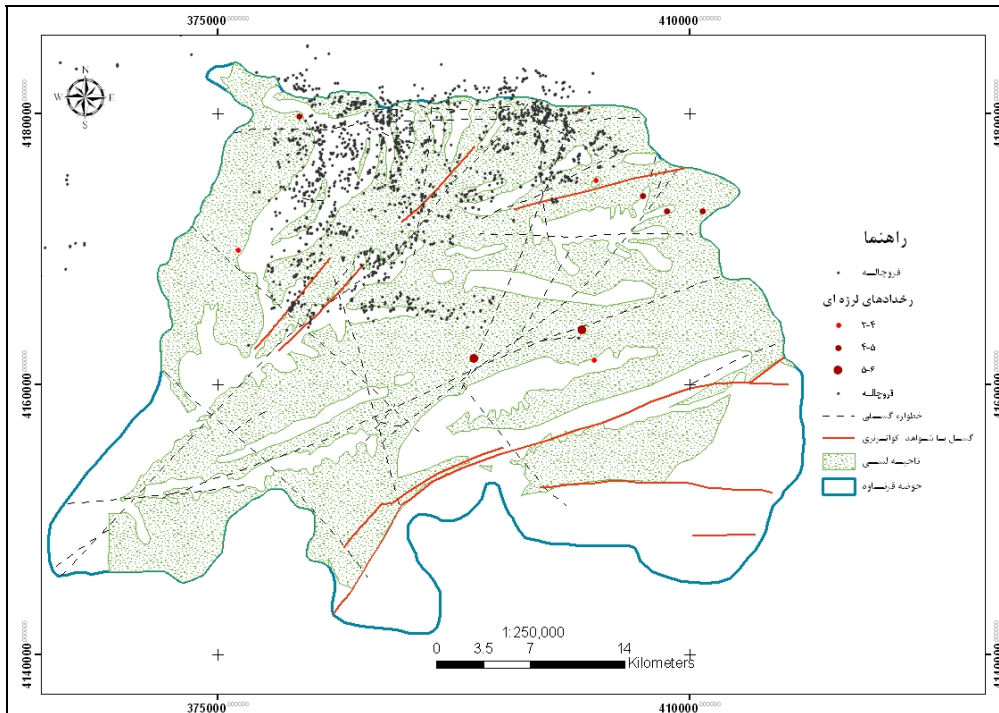


شکل ۵: بررسی توزیع فروچاله‌ها در نقشه کاربری اراضی





شکل ۶: توسعه سطح فرسایش اراضی لسی و کاهش سطح اراضی کشاورزی



شکل ۷: رابطه گسلش و رخدادهای لرزه ای با تراکم فروچاله ها در منطقه

## نتیجه گیری

تشکیل فروچاله‌ها در نهشته‌های لسی در حوزه آبریز قرناوه در درجه اول تابعی از خصوصیات خاک از جمله نسبت سیلت به رس، نوع کانی رسی و سیمان شدگی و غیره می‌باشد. با این وجود پراکندگی غیر یکنواخت فروچاله‌های فوق در سطح حوزه، اثر سایر پارامترها از جمله ریخت شناسی محدوده را نشان می‌دهد. مطالعات حاضر نشان می‌دهد که فروچاله‌ها در محدوده مطالعاتی عموماً دارای روند خطی می‌باشند و مشابه آبراهه‌ها از شیب زمین تبعیت نموده و با زاویه حاده به آبراهه اصلی می‌پیوندند. همچنین تراکم فروچاله‌ها در شیب‌های زیاد، در حاشیه گسلها، در دامنه‌های بدون پوشش گیاهی و در دامنه‌های جنوبی و جنوبغربی بیشتر است. گسترش فروچاله‌ها و توسعه آنها از پیامدهای مهم فرسایش پذیری در این محدوده است که تخریب سریع مراتع، وقوع لغزش‌های بزرگ و پر شدن زود هنگام مخازن سدها و افزایش خطر سیل خیزی از جمله تبعات منفی این پدیده می‌باشد. تا کنون راهکارهای گوناگونی جهت تثبیت لس‌ها ارائه شده است که از آنجمله می‌توان استفاده از مخلوطهای شیرابه ای سیمان، آهک و قیر را برای تثبیت لس‌ها بویژه در ارتباط با احداث جاده‌ها، دوغاب رس و تزریق آن به توده لس و استفاده از روشهای لرزه شناسی عمیق و انفجار عمقی می‌توان اشاره نمود با بررسی دقیق‌تر در خصوص استفاده از این راهکارها در حوزه مطالعاتی، می‌توان از ادامه فرسایش در منطقه و افزایش خسارات وارده در منطقه جلوگیری نمود.

## منابع:

- ۱- گیاهی، سمیه. ۱۳۸۹. بررسی خصوصیات رسوب شناسی و نقش زیست محیطی لسهای گرگان دشت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم زمین دانشگاه تهران
- ۲- حسینی، سید احمد. عبدلی، صادق. - قریشی راد، سیدحمیدرضا. تعیین اولویت های تحقیقاتی و اجرایی در رودخانه های حوزه آبخیز قرناوه استان گلستان. چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران مدیریت حوزه های آبخیز.. ۱۳۸۶
- 3-Gibbs, H. J. & Bara, J. P., 1962. Predicting surface subsidence from basic soil test. A.S.T.M. Spec. Tech. Pub., 322, pp: 231-246
- 4- Khorsand, A., Miyata, T., 2007. Fault determination due to sinkhole array on Lar valley, ACTA Carsologica 36/2 – 2007
- 5- Nouaouria., M.S., Guenfoud., M., . Lafifi., B., 2008, Engineering properties of loess in Algeria. Engineering Geology 99 (2008) 85–90
- 6- <http://www.wrm.ir/ircold/>