

نقش کانی اسمکتیت در زمین لغزش و فرسایش خندقی بر روی سازند آواری کشکان در حوضه مرک استان کرمانشاه

• مسیبه حشمتی

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه (نویسنده مسئول)

• محمد قیطوری

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

• یحیی پرویزی

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

• سارا حشمتی

دانشگاه رازی

تاریخ دریافت: دی ماه ۹۳ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۹۴

Email: heshmati46@gmail.com

چکیده

سازند کشکان در منطقه زاگرس عمدتاً شامل رس، سیلت و ماسه سنگ با توپوگرافی تپه ماهوری و کاربری جنگل و دیمزار می باشد. این تحقیق در سرشاخه حوضه آبخیز مرک در استان کرمانشاه انجام گرفت. اهداف این تحقیق بررسی فرسایش غالب سازند مارنی کشکان و نهشته های حاصل از آن (پادگانه های آبرفتی) و نیز شناسایی کانی های غالب سازند و خاک حاصل از آن می باشد. نمونه های خاک سطحی و سازند از نقاط با فرسایش خندقی و لغزش در صحرا برداشت و مورد آزمایش قرار گرفت. شدت فرسایش با مدل MPSIAC برآورد گردید و کانی های خاک و سازند به روش تفریق پرتو ایکس شناسایی شدند. نتایج این بررسی نشان داد که لغزش و فرسایش خندقی به ترتیب در اراضی تپه ماهوری و نهشته های کم شیب وجود دارد که با ایجاد ترک های سطحی شروع می شوند. در پهنه های لغزشی، اسمکتیت کانی غالب سنگ و خاک این سازند بوده و کوارتز، کلسیت، دولومیت و کائولینیت کانی های همراه بودند. در فرسایش خندقی میکا-اسمکتیت کانی غالب، ورمیکولیت کانی بعدی و سایر کانیها همراه شبیه منطقه لغزش می باشد. شدت فرسایش سالانه منطقه لغزش و فرسایش خندقی با استفاده از مدل MPSIAC به ترتیب ۱۶/۶۶ و ۱۲/۵۰ تن در هکتار در سال برآورد گردید. فاصله زیاد بین لایه ای اسمکتیت موجب فرسایش پذیری خاک و پدیده واگرایی و در نتیجه تشکیل فرسایش تونلی و بریدگی عمدی می شود.

کلمات کلیدی: پادگانه های آبرفتی، شدت فرسایش، کانی شناسی، حوضه مرک، منطقه جنگلی.

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 109 pp: 93-104

Smectite mineral affecting landslide and gully erosion occurrence at the Kashkan Formation in the Merek watershed, Kermanshah province

By: M. Heshmati: Department of Watershed Management, Agriculture and Natural Research Center, Kermanshah, Iran (AREEO). M. Gheytury: Department of Watershed Management, Agriculture and Natural Research Center, Kermanshah, Iran (AREEO). Y. Parvizi: Department of Watershed Management, Agriculture and Natural Research Center, Kermanshah, Iran (AREEO). S. Heshmati: Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

Kashkan Formation comprises marl and clay minerals and characterized by hilly lands with forest and rain-fed area as well as high soil degradation potential. This research was conducted at the Merek watershed located in the Zagros Mountains, Kermanshah, Iran. The objectives of this study were to determine the dominant erosion and soil and rock mineralogy at the Kashkan Formation and Older terraces. Soil and rock sampling and analysis carried out within study area where subjected to gully erosion and landslide occurrence. Land-use at these areas includes forest and rain-fed agriculture. Soil and rock minerals explored through XRD technique and erosion intensity was estimated using MPSIAC model. The results showed that landslide and gully were dominant erosion in the forest and agriculture area, respectively. Both gully and landslide are triggered via crust as the primary step in degradation process. Mineralogical results also explored that smectite is dominant mineral in the landslide area, whereas quartz, calcite and dolomite are the other respective common minerals. Mineralogical properties in the gully areas at the older terraces (originated from Kashkan Formation), dominated by mica/smectite and vermiculite and other minerals approximately were as same as landslide area. The respective soil erosion intensity in the forest and rain-fed were 16.66 and 12.50 t ha⁻¹yr⁻¹. However, high interlayer space of smectite contributes to soil erodibility and consequently dissolve phenomenon for piping process.

Keywords: Erosion Intensity, Forest Zone, Merek Watershed, Soil Mineralogy, Older Terraces.

مقدمه

اند. سازندهای امیران، کشکان، ایلام، بخشهایی از گورپی، گچساران و آغاچاری از این دسته هستند. این سازندها شامل مارن، چرت و شیل با درون لایه هایی از سنگهای آهکی و کنگلومرا می باشند (کریمی باوندپور و همکاران، ۱۹۹۹). این سازندها بیشترین قش را در فرسایش خاک و پیامدهای متعدداشی از آن از جمله تولید رسوب ایفا می نمایند. درصد بالای رس و ووع کانی رسی مهمترین عوامل فرسایش پذیری این ووع سازندهاست.

مطالعات مختلفشان داده است که اسمکتیت (smectite) یا همان مونتموریلونیت به عنوان یکی از کانیهای غالب خاک حاصل از چنین سازندهایی است. اسمکتیت و ورمیکولایت رسهای غالب مارن و شیل در زاگرس و جنوب غربی ایران هستند (اولیایی و همکاران، ۲۰۰۶). اسمکتیت با جذب آب تا ۳۰٪ افزایش حجم پیدا کرده و به همین دلیل قش کلیدی در خزش، لغزش ویز پدیده واگرایی به عنوان اولین مرحله فرسایش های تونلی و خندقی دارد (بورچاردت، ۱۹۸۹؛ کرنز و همکاران، ۲۰۰۰؛ لوتنگر و سرتو، ۲۰۰۸). در چنین حالتی پتانسیل لغزش و فرسایش خندقی در مارن و شیل افزایش می یابد (ابرهاردت

سازندهای کرتاسه و دوران سوم به ویژه آئوسن و میوسن به دلیل مارنی بودن و درصد بالای رس سبت به فرسایش حساس اند. در سلسله کوههای زاگرس، چهره غالب فرسایش و شدت آن (توان بالقوه فرسایش پذیری خاک) بطور محسوس تری به کانی شناسی سازندها و ژئومورفولوژیکی محلی آنها مرتبط می گردد. در این منطقه سازندهای کربناته به دلیل فرآیندهای متفاوت هوازگی با فرسایش های سطحی، تولید رسوب کم، ژئومورفولوژی کوهستانی و شیب تند مشخص میشوند. سازند سروک مونه بارز این آهکها درواحي کرمانشاه و است که به دو واحد زمین ساختی سنندج-سیرجان رسوبی دگرگون شده) و زاگرس چین خورده تعلق دارند. مواد تشکیل دهنده آنها شامل آهکهای ریز تا درشت دانه، متوسط تا ضخیم لایه و رادیولایتی هستند (کریمی باوندپور و همکاران، ۱۹۹۹) که توپوگرافی آنها با توده و برونزدگی سنگی، واریزه، خاک کم عمق، پوشش گیاهی تنک و فرسایش کم مشخص میگردد. در مقابل، سازندهای آواری و شیلی اراضی تپه ای وهشته های پایین دست را تشکیل میدهند که عمدتا به دلیل مارنی بودن به تخریب حساس

مورد مطالعه برای آزمایشات کانی شناسی و خاکشناسی برداشت گردید. آزمایش‌های کانی شناسی مواد مادری و خاک به روش تفریق پرتو ایکس (X-Ray Diffractometer) شناسایی شدند (ویتون و چرچمن، ۱۹۸۷). نمونه‌ها با پتاسیم و منیزیم تیمار شد و به منظور تعیین دقیقتر کانی‌ها از هم با گلیکول مورد قرائت مجدد قرار گرفتند.

نمونه برداری و کانی شناسی

شدت فرسایش هریک از رخساره‌های ژئومورفولوژی به روش پسیاک اصلاح شده (MPSIAC)، ارائه شده توسط جانسون و جمبهارت (۱۹۸۲)، برآورد گردید. این مدل به دلیل در بر داشتن عوامل فرساینده‌ی باران و فرسایش‌پذیری معادله جهانی فرسایش، مناسب حوضه‌های آبخیز با کاربری‌ها مختلف و اشکال فرسایشی متنوع از جمله خندقی و رودخانه‌ای است (گروه مهندسی ارتش آمریکا، ۱۹۹۶). همچنین برای برآورد شدت فرسایش آبی حوضه‌های آبخیز مناطق کوهستانی ایران مناسبتر از سایر مدل‌هاست و کار با آن سبب ساده و با دقت بیشتری انجام شده و به دلیل لحاظ‌موندن عوامل پوشش سطح زمین و کاربری اراضی نتیجه مطلوبتری به دست می‌دهد (احمدی، ۲۰۰۲؛ ونت و همکاران، ۲۰۰۴؛ مختاری و همکاران، ۲۰۰۵). قشه شدت (حاصل از MPSIAC) و اشکال فرسایش با GIS (نسخه ۷ از Map-Info) ترسیم گردید.

نتایج

زمین شناسی سازند کشکان در حوضه مورد مطالعه

این سازند به پالئوسن تعلق دارد وام آن از رودخانه کشکان گرفته شده و برش الگوی آن در شمال خاوری پل دختر در کنار راه اندیمشک - خرم آباد قرار دارد (قریب و فراهانی، ۲۰۰۶). ضخامت این سازند ۳۷۰ متر است (مطیعی، ۱۹۹۳). این سازند شامل رس، سیلت، ماسه سنگ و کنگلومرا است که به سمت بالا درشت دانه میشود. چرت عمده ترین ذرات کنگلومرا و قلوه سنگهای آن است که حاصل تخریب رادیولاریت و افیولیت است. رس آن با رنگ قرمز تیره یکی از شاخص های تعقیب آن است. حد پایینی (همبری پائینی) آن به سازند تله زنگ و در بود آن در سایر مناطق به سازند امیران میرسد و سازند کربناته شهبازان سازند زیرین آن است.

در مناطقی که سازند کشکان مستقیماً بر روی سازند امیران قرار دارد (مانند منطقه مورد مطالعه) سن آن احتمالاً به پالئوسن بالایی - ائوسن میانی سبت داده می شود (قریب و فراهانی، ۱۳۸۶). این سازند حاصل حرکات کوهزایی زاگرس است که ضخامت آن از شمال خاوری به جنوب باختری کاهش یافته و به صورت بین انگشتی با سازند پابده جانشین می شود (مطیعی، ۱۹۹۳).

بطور کلی این سازند بخش وسیعی از اراضی تپه ماهوری (عمدتاً جنگلی و یا تبدیل شده به اراضی دیم) واقع در جنوب شرقی استان کرمانشاه، بخشی از استانهای لرستان، چهارمحل بختیاری و فارس را

و لوگینبوهل، ۲۰۰۵). خسارات‌اشی از تخریب چنین سازندهایی به مراتب بیش از آنچه است که تصور میشود.

در این راستا تنها خسارات مالی آن در ایران (بجز موارد زیست محیطی و پیامدهای آن) به ۶۰۰ میلیون دلار می رسد (جعاده، ۲۰۰۹). در چنین مکانهایی، چهره توپوگرافی و الگوی هیدرولیکی بر اثر فرایند لغزش دچار تغییرات‌مطلوب و منجر به تشدید تخریب میگردد (بلانکو و لال، ۲۰۰۸). توان بالای جذب آب کانی اسمکتیت در اراضی کم شیب‌یز منجر به تغییر رفتار مکانیکی خاک از طریق آماس و ترک به عنوان مرحله اولیه واگرایی و دره‌ایت فرسایش خندقی خواهد شد. این خطر زمانی جدی است که مقدار این رسها به ۳۰ برسد (افریدمن و همکاران، ۲۰۰۷). مطالعات کریمی و همکاران (۲۰۱۵)، در زاگرس مرکزی‌شان می‌دهد که سازندهای مارنی حاوی مقدار زیادی رس هستند که کانی اسمکتیت در آنهاست به عمق به دلیل آب زیرزمینی افزایش می‌یابد و تکتونیک و بارش مناسب سالانه زمینه وقوع زمین لغزش را فراهم آورده که با فعالیتهای انسانی تشدید میشود. علاوه بر این، افزایش رس و سیلت خاک زمین‌های کشاورزی بر روی هشته‌های این سازندها زمینه ساز وقوع و گسترش فرسایش خندقی است (نوحه‌گر و احمدزاده، ۱۳۹۰). اهداف این تحقیق عبارت از بررسی فرسایش غالب سازند مارنی کشکان وهشته‌های حاصل از آن (پادگان‌های آبرفتی) و شناسایی کانی‌های غالب خاک و مواد مادری آن بود که در سرشاخه حوضه مرک در استان کرمانشاه به عمل آمد.

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در حوضه آبخیز مرک، واقع در ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی کرمانشاه انجام شد که بخشی از سرشاخه بالادست رودخانه کرخه است (شکل ۱). این حوضه با مساحت حدود ۲۳،۰۰۰ هکتار با مختصات جغرافیایی ۳۸' ۰۰" تا ۳۴' ۰۹" عرض شمالی و ۳۸' ۰۳" تا ۴۷' ۱۸" طول شرقی قرار دارد. حداقل و حداکثر ارتفاع از سطح دریا به ترتیب ۱۴۴۰ و ۲۸۲۰ مترمشتکل از اراضی دشت تپه و کوهستان با کاربری‌های جنگل، مرتع و کشاورزی است. بارش متوسط سالانه و درجه حرارت این حوضه به ترتیب ۴۸۱ میلی متر و ۱۷/۷ درجه سانتی‌گراد معرف منطقه‌ی خشک است. همچنین تنوع زمین شناسی سازندهای تشکیل دهنده آن از جمله سازندهای مارنی به دلیل مشخصات کانی شناسی خود، لغزش و فرسایش خندقی را در پی دارند که کاربری‌مناسب از جمله جنگل زدایی، چرای دام و فعالیت‌های کشاورزی موجب تشدید آن شده است.

مواد و روش‌ها

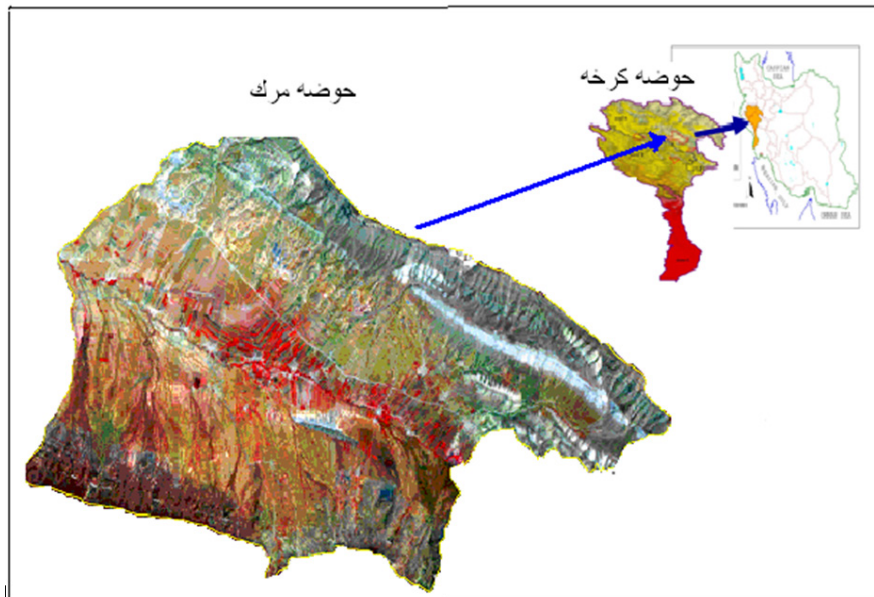
نمونه برداری و کانی شناسی

به منظور مطالعه کانی شناسی و خاکشناسی در راستای این پژوهش، ۳۵ نمونه خاک سطحی (۰ تا ۲۰ سانتی متر) و ۲۵ نمونه از سازند منطقه

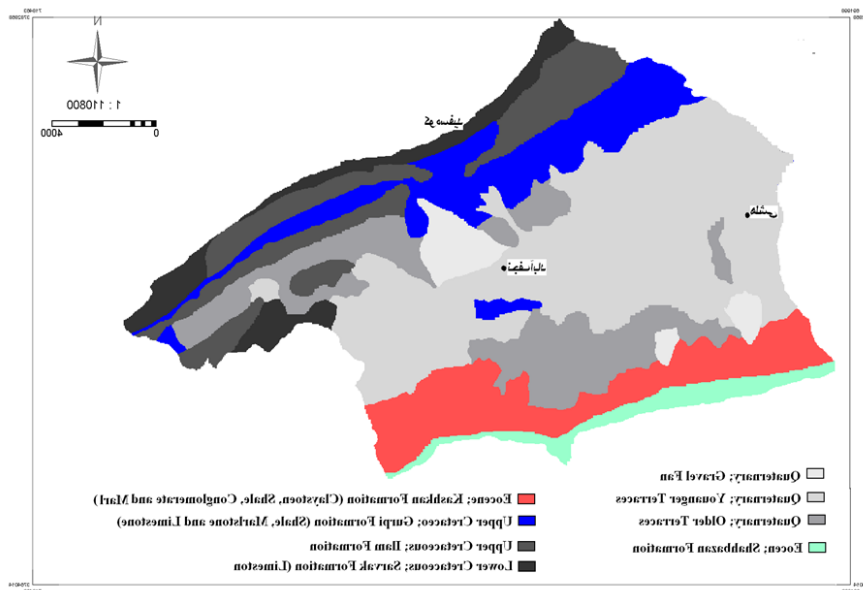
فرایند فرسایش در سازند کشکان

بررسی های میدانی شان داد که لغزش و فرسایش خندقی به ترتیب در اراضی تپه ماهوری وهشته های کم شیب، شکل غالب فرسایش می باشند. رخنمون محدوده های لغزش یافته در صحرا اندازه گیری شد. با توجه به شکل ۳، رخنمون سطح لغزش از سه لایه آهکی، رسی و کنگلومرا به ترتیب با ضخامت تقریبی ۳۰، ۱۰۰ و ۴۰ سانتی متر قابل مشاهده بود. سطح و عمق لغزش منطبق بر لایه بندی زمین شناسی (هم شیب) است.

دربر دارد که به دلیل مارنی بودن و داشتن مقدار زیاد رس اسمکتیت سهم بسزایی در تشدید فرسایش و تولید رسوب دارد. این سازند در حوضه مرک به شکل هم شیب با جهت جنوبی و کاربری جنگل و دیمزار رخنمون دارد. بررسی های صحرایی شان داد که هشته های این سازند به شکل پادگانه های آبرفتی (با شیب ملایم و کاربری کشاورزی) با مشخصات کانی شناسی تقریبا مشابه مستعد فرسایش خندقی هستند (شکل ۲، جدول ۱).



شکل ۱ موقیت منطقه مورد مطالعه (حوضه مرک) در حوضه آبریز کرخه و ایران



شکل ۲ نقشه پراکنش سازندهای زمین شناسی حوضه مرک استان کرمانشاه

جدول ۱ پراکنش سازندهای زمین‌شناسی و مهمترین مشخصات آنها در حوضه مرک استان کرمانشاه*

مهمترین مشخصات سنگ شناسی	مساحت		سازند	سن	دوره	دوران
	%	هکتار				
رسوبات آبرفتی	۳/۵۵	۸۱۴/۷۵	گراول	هولوسن		
نهشته های مارن، رس، ماسه و سیلت	۳۶/۱۸	۸۳۳۰/۱۰	تراسه‌های جوان			کواترنری
نهشته های مارن، رس، ماسه و سیلت به همراه میان لایه های قلوه سنگ، کنگلومرا و سنگ آهک	۱۴/۹۰	۳۴۳۰/۴۵	پادگانه‌های آبرفتی	پلیستوسن		سنوزوئیک
سنگ آهک متخلخل و بدون آثار فسیل	۳/۵۵	۸۱۲/۴۰	شهبازان			
سنگ رس به همراه میان لایه ماسه سنگ، سنگ آهک و کنگلومرا	۱۲/۱۵	۲۸۰۷/۱۳	کشکان	اؤوسن	ترشیری	
شیل، مارن، به همراه میان لایه رس و سنگ آهک ریز بافت	۱۲/۳۰	۲۸۳۵/۴۰	گورپی	کرتاسه بالایی		
سنگ آهک با میان لایه رس، شیل و کنگلومرا	۱۱/۵۲	۲۶۵۶/۵۰	ایلام		کرتاسه	مزوزوئیک
سنگ آهک و دولومیت به همراه میان لایه نازکی از رس در برخی نقاط	۵/۸۷	۱۳۵۱/۴۰	سروک	کرتاسه زیرین		
-	۱۰۰	۲۳۰۳۸/۱۳	-	-	-	جمع

* بر اساس نقشه زمین‌شناسی جدید کرمانشاه (منبع: کیومرث باوندپور، ۱۹۹۹).

منشاء گرفته از این سازند به شکل پادگانه های آبرفتی با مساحت تقریبی ۵۸۰۰ (۲۵٪ مساحت حوضه) به دلیل شرایط تقریباً یکسان کانی‌شناسی مستعد فرسایش خندقی است. شدت فرسایش و تولید رسوب سالانه محدود لغزش و فرسایش خندقی بر اساس مدل MPSIAC و اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک سطحی به ترتیب ۱۶/۶۶ و ۱۲/۵۰ تن در هکتار در سال بدست آمد. مشاهدات صحرائی‌شان داد که فرایندهای لغزشی و فرسایش خندقی بر روی این سازند وهشته های حاصل از آن تقریباً مشابه‌اند که با ایجاد ترکهای سطحی به ابعاد حدود ۲ تا ۱۰ سانتی متر (قابل مشاهده قبل از تردد دام و شخم) همراه است. این امر به دلیل ساختار کانی

بر این اساس لایه های رسی و ماسه سنگ بطور عمقی دچار لغزش شده، اما در لایه های کنگلومرا و سنگ آهک (به دلیل پایداری) محدود شده است (شکل ۳). لایه رسی به لغزش حساس بوده و در بیشتر موارد از سطح لغزش جدا شده است. بررسی های دقیق تر میدانی‌شان داد که هرکجا لایه های مقاوم آهک و کنگلومرا بر روی لایه رسی بوده اند، بعد از لغزش واریزه های موضعی در پای دامنه برجای گذاشته‌اند، اما در مواردی که لایه رسی رخنمون داشته، لغزش با سطح بیشتر و تا عمق لایه‌های کنگلومرا و آهک ادامه داشته و واریزه‌ای‌یز بر جامانده است. بطور کلی محدوده رخنمون این سازند در حوضه مرک حدود ۲۸۱۰ هکتار (۱۲/۲٪) و هشته های پایین دست

به ترتیب معرف کانی های اسمکتیت، کائولینیت، کوارتز، کلسیت و دولومیت است. بافت خاک این سازند از نوع رسی (حاوی ۴۵٪ رس) می باشد. منحنی های پیک پرتو ایکس ذرات رس این سازندیز در پایین شکل ۵ (b) نشان داده شده است که منحنی های رس پتاسیم، منیزیم و تیمار شده با گلیکول و حرارت زیاد با پیکهای متفاوت دیده می شود. نمونه رس منیزیم با پیک ۱۴/۸۸ آنگستروم معرف اسمکتیت یا ورمیکولیت است که برای تشخیص دقیق تر در معرض گلیکول و حرارت قرار گرفت و قرائت مجدد گردید. در این مرحله پیک منحنی آن به ۱۶/۱۸ آنگستروم افزایش یافت و به این ترتیب وجود اسمکتیت به اثبات رسید.

افزایش پیک کانی رسی منگنز دار از حدود ۱۵ آنگستروم پس از تیمار با گلیکول به حدود ۱۷ آنگستروم وجود اسمکتیت را به اثبات می رساند (دکیمپ، ۱۹۹۳). همچنین پیک رس پتاسیم دار ۱۲/۷۵ آنگستروم بود و بعد از حرارت تغییری داشت که نشان داد در این رس کانی کلریدیز وجود دارد. همچنین پیکهای بعدی پرتو ایکس با درجات ۷/۱۹، ۴/۳۰ و ۳۰/۴۳ آنگستروم به ترتیب حضور معمولی تا کم کائولینیت، کوارتز و کلسیت در ذرات رس را نشان داد. در حالی که کوارتز و کلسیت کانی های غالب، کائولینیت، دولومیت و ورمیکولیت کانی های همراه ذرات سیلت و ماسه خاک این سازند می باشد (جدول ۲). بطور کلی اسمکتیت کانی اصلی سنگ مادر و خاک سازند کشکان در حوضه مورد مطالعه است

شناسی و درصد بالای رس است که در ادامه اشاره می گردد. شکافها و ترکها بیشتر در قاطی که معمولاً مواد آلی خاک سطحی اراضی کشاورزی و جنگلی به ترتیب کمتر از ۱/۵ و ۲/۵ درصد بود، در عمق توسعه یافته بودند. بررسی های میدانی شان داد که توسعه این ترکها منجر به ایجاد بریدگی های عمودی و تونل به ترتیب در فرسایش خندقی و دامنه های لغزشی می گردد (شکل ۳). مرحله هایی بریدگی های عمودی (Head-cut) فرسایش خندقی (پادگانه های قدیمی با کاربری کشاورزی) و تونلها تشدید زمین لغزش (سازند کشکان با کاربری جنگلی و در مواردی مرتعی) است (شکل ۴). بطوریکه بررسی های میدانی شان داد که بریدگی های عمودی و تونل ها با قطر تقریبی ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر قش کلیدی در توسعه خندق و تشدید پدیده لغزش به دلیل جذب جریانات سطحی دارند. قش شخم را با گاوآهن برگردان در تشدید فرسایش خندقی در مشاهدات میدانی مشخص بود. این نوع شخم موجب فرسایش پذیری خاک از طریق کاهش ماده آلی و پایداری خاکدانه ها می گردد (کاسپر و همکاران، ۲۰۰۹).

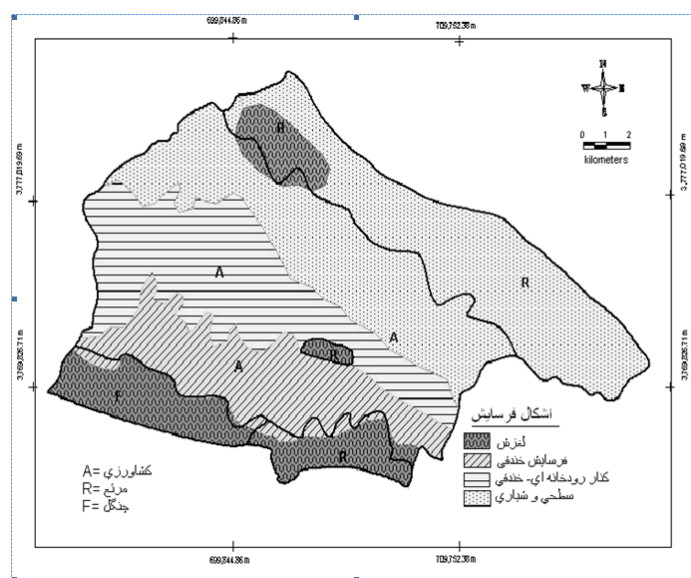
۳-۳-۳- کانی شناسی مواد مادری و خاک سازند کشکان

۳-۳-۱- در محدوده لغزش

کانی های موجود در ذرات خاک و مواد مادری سازند کشکان در شکل ۵ و جدول ۲ نشان داده شده است. منحنی های پیک پرتو ایکس مواد مادری (a) بر روی ۱۴/۵۰، ۷/۲۴، ۴/۵۶، ۲/۰۳، ۲/۸۷ آنگستروم



شکل ۳: توالی تشکیل و توسعه فرسایش خندقی (سمت راست) و زمین لغزش بر اثر ایجاد شکاف، بریدگی های عمودی (هدکت) و فرسایش تونلی (سمت چپ) بر روی سازند کشکان و پادگانه های قدیمی حاوی کانی اسمکتیت در استان کرمانشاه



شکل ۴: نقشه اشکال فرسایش در حوضه مرک استان کرمانشاه

و میکا-اسمکتیت به دلیل فاصله زیاد بین لایه ای (تا ۱۷ آنگسترم) پتانسیل پدیده واگرایی در خاک تحت فرسایش خندقی را افزایش داده اند (شکل ۶). کانی اسمکتیت روابط معنی داری با افزایش رطوبت دارد و مقدارسیبی آن با کانی میکا دارای روند معکوس است، به طوریکه با کاهش سیبی کانی میکا مقدارسیبی کانی اسمکتیت افزایش می‌یابد که این امر احتمالاً بیان کننده فرآیند تبدیل میکا به اسمکتیت می باشد (زراعت‌پیشه و همکاران، ۱۳۹۱).

بحث و نتیجه‌گیری

ترکیب ساختمانی اسمکتیت از همه کانی های رسی متنوع تر است و علاوه بر سیلیس و آلومینیوم، آب، منیزیم، آهن و کلسیم ساختمانی آن یز بیشتر است (گری و مورفی، ۱۹۹۹). همچنین فاصله زیاد بین لایه ای آن (تا ۱۷ آنگستروم) موجب پایداری خاک به دلیل قابلیت جذب زیاد آب است که به‌ویژه خود پدیده های واگرایی، لغزش، ترک (موقع از دست دادن آب) را موجب می شود. ذرات رس با جذب آب منبسط شده و مقدار زیادی آب در فضای خالی خود جای میدهند که منجر به کاهش اسطکاک داخلی خاک و در نتیجه رانش می‌گردد (چن و همکاران، ۲۰۱۳). این حالت در شرایط کاربری مناسب و پایین بودن مقدار کربن آلی خاک به مراتب شدیدتر است. خاکهای حاوی اسمکتیت در صورت داشتن کربن آلی کم به پدیده جداشدگی ذرات خاک توسط باران بسیار حساس بوده و خاکدانه ها به راحتی شکسته شده و منجر به تشکیل سله و کاهش فوذ پذیری خاک میشود (لادو و بنهیور، ۲۰۰۴). درصد زیاد رس بویژه ازوع اسمکتیت در محدوده لغزشی و کاهش تدریجی مواد آلی خاک پدیده واگرایی و تمرکز جریانات سطحی منطقه مورد مطالعه را تشدیدموده که در نهایت به لغزش ختم میگردد و فعالیتهای غیر اصولی از جمله چرای دام در جنگل و قطع درختان جنگلی منجر به فرسایش زیاد با تولید

۳-۲-۳- در محدوده فرسایش خندقی

بطوریکه اشاره شد، مواد مادری محدوده فرسایش خندقی غالباً از سازند کشکان منشاء گرفته است (پادگانه-های آبرفتی جنوب حوضه مورد مطالعه) و به همین دلیل کانی شناسی مواد مادری و خاک این محدوده شبیه سازند مورد اشاره می باشد. تاج کانی شناسی خاک و سنگ مادر فرسایش خندقی در جدول ۲ و شکل ۵ درج شده است. بر این اساس، اسمکتیت، کوارتز و کلسیت کانی متداول، دولومیت کانی همراه و کائولینیت و میکا کانی جزئی مواد مادری در محدوده فرسایش خندقی بودند که پیکهای پرتو ایکس آنها به ترتیب با $10/71$ ، $4/30$ ، $2/3$ ، $90/03$ و $3/88$ آنگستروم در شکل ۶ (a) مایش داده شده است. همچنین کانی های شناسایی شده ذرات ماسه، سیلت و رس خاک این سازند که منحنی پیک آنها به ترتیب بر روی منحنی های c ، b و d (شکل ۶) مایش داده شده است به شرح زیر می باشد:

- کلسیت، کائولینیت، دولومیت و میکا به ترتیب اهمیت کانی های ذرات ماسه خاک؛
- کوارتز، کلسیت، کائولینیت و ورمیکولیت به ترتیب اهمیت کانی های ذرات سیلت خاک؛ و
- ورمیکولیت، اسمکتیت، میکا، کلسیت، کوارتز و کائولینیت به ترتیب اهمیت کانی های ذرات رس خاک.

بر این اساس پیکهای هر سه حالت K ، Mg و گلیکول) به ترتیب $14/04$ ، $13/90$ و $14/28$ آنگستروم در $6/05$ محور افقی (θ^{02}) به دلیل عدم تغییر قابل توجه وجود ورمیکولیت را به اثبات رسانید. زیرا افزایش و کاهش قابل توجه این پیک به ترتیب وجود اسمکتیت و ترکیب میکا- اسمکتیت را به اثبات میرساند. در مقابل، پیک بعدی در $8/08$ محور افقی (θ^{02}) برای هر سه حالت رس K ، Mg و گلیکول) به ترتیب $9/12$ ، $96/06$ و $10/15$ آنگستروم بدست آمد که وجود میکا-اسمکتیت را می رساند (شکل ۵d). هر دو ورمیکولیت

که سازند کشکان وهشته های منشاء گرفته از آن (پادگانه های آبرفتی) در منطقه زاگرس مرکزی خاکهای غنی به دلیل غالبیت کانی های اسمکتیت، میکا-اسمکتیت و ورمیکولیت اما حساس به فرسایش را بوجود آورده اند.

همچنین اندازه گیریهای آزمایشگاهی این تحقیق نشان داد که این خاکهای واجد این کانیها دارای ظرفیت تبادل کاتیونی زیادی (بین ۳۵ تا ۴۰ سانتی مول بر کیلوگرم) با اسیدیته مناسب (۷/۵ تا ۸) و بدون گچ و مکهای مضر هستند. معمولا اسمکتیت سبت به سایر کانی های رسی مواد آلی بیشتری برای گیاهان فراهم می سازد.

رسوب قابل توجه شده است. تایج برآورد فرسایش و رسوب با مدل MPSIAC یزشان داد که شدت فرسایش و تولید رسوب سالانه زیاد (نزدیک به ۱۷ تن رسوب در هکتار در سال) که در مقایسه با سایر قاط حوضه (حدود ۷ تن در هکتار در سال برای سایر قاط حوضه مورد مطالعه) قابل ملاحظه است.

اسمکتیت و میکای موجود در پادگانه های آبرفتی منجر به تشکیل مخلوطی از این دووع کانی تحت عنوان میکا-اسمکتیت در خاک شده است. معمولا در چنین مواردی سبت میکا و اسمکتیت خاک تقریباً برابر است (ساوهنی، ۱۹۸۹). تایج کانی شناسی این تحقیق نشان داد

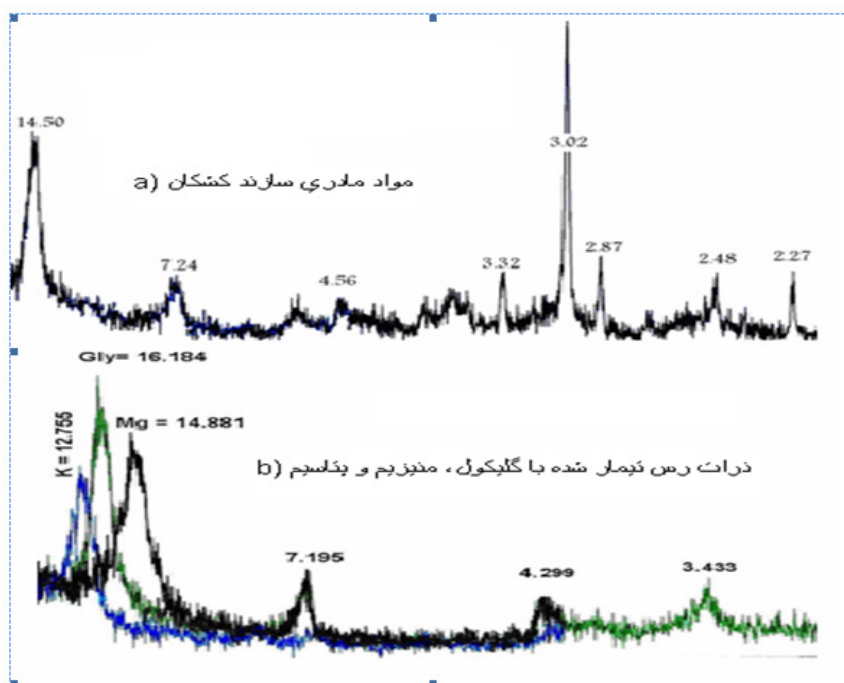
جدول ۲: کانی های شناسایی شده در سنگ مادر و ذرات خاک سازند کشکان و نهشته های پایین دست آن (تراس های قدیمی)

نام سازند	فرسایش و کاربری غالب	ذرات	حضور کانی ها					
			کائولینیت	ورمیکولیت	دولومیت	میکا	کلسیت	کوارتز
سازند آواری کشکان	جنگلی و بخشی مرتعی با پدیده واگرایی، زمین لغزش	سنگ مادر	+++	-	-	tr	++	+
		ماسه	-	-	+	-	++	+++
		سیلت	+	-	+	+	+++	++
		رس	+++	-	tr	-	-	+
پادگانه های آبرفتی (نهشته های پایین دست سازند کشکان)	اراضی کشاورزی عمدتاً دیم با فرسایش خندقی	سنگ مادر	-	-	+	+++	++	++
		ماسه	-	-	+	tr	+++	++
		سیلت	-	tr	+	tr	++	+++
		رس	++ (M/S)	+++	+	-	+	++

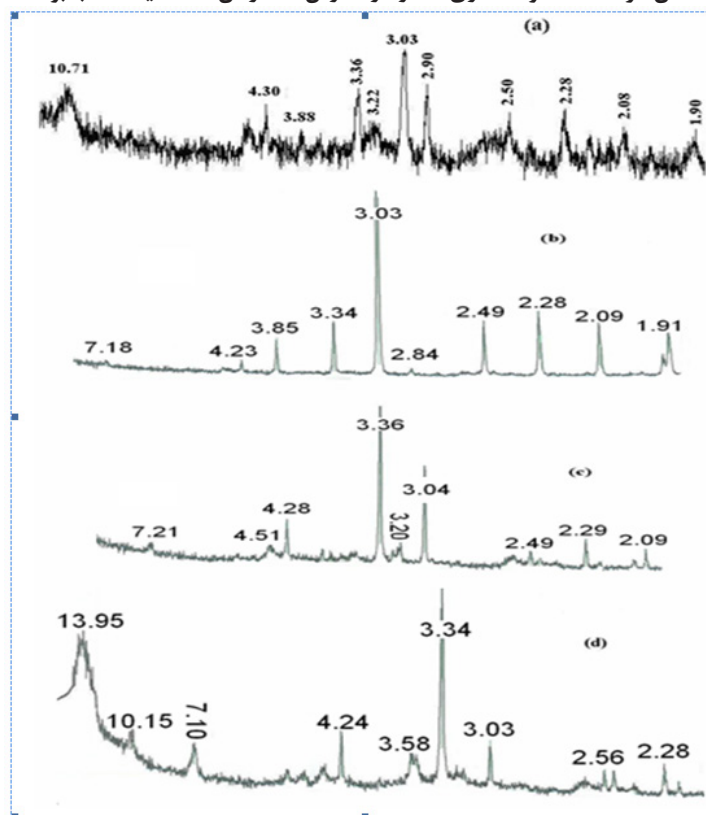
+++=کانی غالب، ++=کانی متداول، +=کانی با حضور کم، tr=حضور جزئی و M/S=اسمکتیت/میکا

و فراوانی آن در مکانهای با پوشش جنگلی کمتر از ۵۰ درصد بیشتر بود. در اراضی کشاورزی یز هدکت ها در جهت شخم و زهکش طبیعی گسترش بیشتری داشتند و در قاط با ماده آلی کم، به مراتب عمیقتر بودند. به نظر می رسد که این روند بر روی غالب سازندهای آواری زاگرس مانند گچساران، ایلام، آغاچاری، پابده، تله زنگ، امیران و گورپی که عمدتاً با کاربری جنگل و کشاورزی دیم هستند به دلیل همین شرایط کانی شناسی وجود داشته باشد.

قش این کانی در معدنی مودن ماده آلی کمتر است (سیادی و همکاران، ۲۰۱۲). اما کمبود مواد آلی خاک در لایه سطحی (بطور متوسط ۱/۳ و ۲/۵٪ در فرسایش خندقی و لغزشی) به تشدید فرسایش این اراضی منجر شده است. معمولا فرسایش خندقی بوسیله فعالیت های کشاورزی، تخریب پوشش گیاهی و تمرکز رواناب تشدید میگردد (وانی و سودی، ۲۰۰۶؛ پارکنر و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین خاکهای این اراضی دارای دوقش متضاد بسته به نوع کاربری و شیوه مدیریت بهره برداری می باشند. بررسی های میدانی یزشان داد که سطح لغزش



شکل ۶: منحنی‌های پیک پرتو ایکس کانی‌های خاک و سنگ مادر سازند کشکان در محدوده لغزش در حوضه مرک استان کرمانشاه؛ مواد مادری (a) و ذرات رس که در آن اسمکتیت غالب بود (b).



شکل ۷: منحنی‌های پیک پرتو ایکس خاک و سنگ مادر محدوده پراکنش فرسایش خندقی در حوضه مرک استان کرمانشاه؛ تراس‌های قدیمی (a)، ذرات ماسه خاک (b)، ذرات سیلت (c) و رس (d)

by heavy rainfall. *J. Geomorphology (Turkey)*, ۳۴۱-۴۲:۳۲۹.

Chen, N.S., Zhou, W., Yang, C.L., Hu, G.S., Gao, Y.C. and Han, D. ۲۰۱۳. The processes and mechanism of failure and debris flow initiation for gravel soil with different clay content. *Journal of Mountain Science*, ۱۲۳-۱۰۲: (۲) ۱۰.

De Kimpe, C.R. ۱۹۹۳. *Clay and Silt Analysis. Soil Sampling and Methods of Analysis*. Carter, M.R (Eds.). Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers.

Desir, G. and Marin, C. ۲۰۰۷. Factors controlling the erosion rates in a semi-arid zone. *CATENA*, ۱۶۱-۱۴۷: (۱-۱) ۱۱۹.

Eberhardt, E.K. and Luginbuehl, M. ۲۰۰۵. Slope instability mechanisms in dipping inter-bedded conglomerates and weathered marls in the ۱۹۹۹ Ruffi landslide, Switzerland. *Engineering Geology*, ۵۶-۳۵: ۷۷.

Frydman, S.T., Alesnick, M., Geffen, S. and Shvarzman, A. ۲۰۰۷. Landslides and residual strength in marls profiles in Israel. *Engineering Geology*, ۴۶-۸۹: ۳۶.

Gharib, F. and Farahani, B. ۲۰۰۶. *Kaskan Formation in WS Kermanshah*. www.farzagharib.blogfa.com

Gray, J.M. and Murphy, B.W., ۱۹۹۹. *Parent Material and Soils; a Guide to the Influence of Parent Material on Soil Distribution in Eastern Australia*. NSW Department of Land and Water Conservation Sustainable Land and Coastal Management, Sydney.

Gomez, J.A., Guzman, M.G., Gira, J.V. and Fereres S, E. ۲۰۰۹. The influence of cover crops and tillage on water and sediment yield, and on nutrient, and organic matter losses in an olive orchard on a sandy loam soil. *soil & Tillage Research*, ۱۰۶: ۱۴۴-۱۳۷.

Jaada, M. ۲۰۰۹. *Landslides Hazard Analysis Using Frequency Ratio Model*, Universiti Putra Malaysia, Serdang, pp. ۱۸۱.

Jhonson, C.W. and A.C. Gembhart. ۱۹۸۲. Predicting sediment yield from Sagerbrush range lands. *USDA-SEAARM Western Series*, ۱۵۶-۱۴۵: ۲۶.

Karimi-bavandpoor, A., Hajihosaini, A. and

کانی اسمکتیت موجب تشکیل خاکی با فرسایش پذیری زیاد به دلیل ضعیف بودن پیوندهای بین لایه ای، ظرفیت بالای جذب آب، پتانسیل بالای آماس پذیری (تا ۳۰ درصد حجم)، زیاد بودن سطح ویژه (تا ۸۰۰ متر مربع در گرم) می شود (کرنز و همکاران، ۲۰۰۰). فرایندهای جذب و از دست دادن آب اسمکتیت منجر به پدیده واگرایی به عنوان مرحله آغازین پدیده های خزش، لغزش و فرسایش های تونلی و خندقی است که در آن درز و شکاف حاصله منجر به جذب جریانات سطحی و هدایت آن به لایه های زیرین می گردد (بورچارت، ۱۹۸۹؛ کاکوگلو و ارکانوگلو، ۲۰۰۲؛ لوتنگر و سراتو، ۲۰۰۷). این امر در شبیه های شمالی مناطق یم خشک که بارندگی حدود ۵۰۰ میلیمتر است به مراتب شدیدتر است (احمدی و اسفندرانی، ۲۰۰۲). پدیده واگرایی اسمکتیت با افزایش کاتیون سدیم افزایش می یابد. خطر فرسایش این کانی رسی در خاکهای شور و سدیمی به مراتب شدیدتر خواهد بود (دزیپر و مارین، ۲۰۰۷). بنابر این تخریب جنگل های زاگرس که عمدتاً بر روی سازندهای مارنی آواری قرار دارند منجر به تشدید فرسایش و رسوبزایی زیاداشی از آن خواهد بود که عمدتاً به دلیل ساختار کانی شناسی ویژه آنهاست.

سیاسگزاری

بدینوسیله از دانشگاه پوترای مالزی به خاطر آزمایشات کانی شناسی سیاسگزاری به عمل می آید.

منابع مورد استفاده

۱- زراعت پیشه، م، خرمالی، ف. و پهلوانی، م. ۱۳۹۱. مطالعه کانی های رسی در خاکهای تشکیل شده بر روی مواد مادری لسی در یک توالی اقلیمی در استان گلستان. مجله پژوهشهای خاک (علوم آب و خاک)، الف (۲۶): ۳۱۶-۳۰۳.

۲ مطالعه خصوصیات فیزیکی- شیمیایی و مورفومتری مناطق خندقی (مطالعه موردی: گزیر استان هرمزگان)، پژوهشهای فرسایش محیطی، شماره ۱: ۱۲۰-۱۰۹
Ahmadi, H. ۲۰۰۲. *Applied Geomorphology (2nd ed)*. Tehran University Publisher. Tehran.

Ahmadi, H. and Esfandarani, A.T. ۲۰۰۲. *Study of effective factors on mass movements (landslide); case study: Ardal Region of Chaharmahale Bakhtiari province, Iran*. Natural Resources (Iran), ۳۲۹-۳۲۳: ۵۴.

Blanco, H. and Lal, R. ۲۰۰۸. *Principles of Soil Conservation and Management* Springer Publisher, New York.

Borchardt, G. ۱۹۸۹. Smectites, in: Bighman, J.M., Dixon, J.B., Milford, M.H., Roth, C.B., Weed, S.B. (Eds.), *Minerals in Soil Environments*. Soil Sci. Soc. Am., Madison, Washington, pp. ۷۶۷-۷۲۸.

Cakoglu, F.G., C. and Ercanoglu, M. ۲۰۰۲. *Dynamics of a complex mass movement triggered*

- M.H., Roth, C.B., Weed, S.B. (Eds.), *Minerals in Soil Environments*. Soil Sci. Soc. Am., Madison, Washington, pp. ۸۱۹-۷۸۹.
- Saidy, A.R., Smernik, R.J., Baldock, J.A., Kaiser, K., Sanderman, J. and Macdonald L.M. ۲۰۱۲. Effects of clay mineralogy and hydrous iron oxides on labile organic carbon stabilization. *Geoderma* (۱۷۴-۱۷۳): ۱۱۰-۱۰۴.
- Owliaie, H.R., Abtahi, A. and Heckr, R.J. ۲۰۰۶. Pedogenesis and clay mineralogical investigation of soils formed on gypsiferous and calcareous materials, on a transect, southwestern Iran. *Geoderma*, ۸۱-۶۲: (۲-۱) ۱۳۴.
- Parkner, T., M., M. Page, N. Marden. and Marutani, T. ۲۰۰۷. Gully systems under undisturbed indigenous forest, East Coast Region. *J. Geomorphology (New Zealand)*, ۲۵۳-۲۴۱: ۸۴.
- United States Army Corps of Engineers. ۱۹۹۶. *Use of Land Surface Erosion Technique with Stream Channel Sedimentation Models*. Hydrologic Engineering Center (USA): TP۱۵۲-.
- Vente, D.J., Poesen, J. and Verstraeten, G. ۲۰۰۴. The application of semi-quantitative methods and reservoir sedimentation rate for the prediction of basin sediment yield in Spain. *J. Hydrology*, ۳۰۵: ۸۶-۶۳.
- Wani, P.P. and Sudi, R. ۲۰۰۶. *Gully Control in SAT Watershed*. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. SAT, Vol.۲, issue ۱.
- Whitton, S., Churchman, G.J. ۱۹۸۷. *Standard Methods for Mineral Analyses of Soil Survey Samples for Characterization and Classification in New Zealand Soil Bureau*, NZ Soil Bureau, Scientific Report ۲۷, ۷۹.
- Shahandi, M. ۱۹۹۹. *Geological Map of Kermanshah*: ۱:۱۰۰,۰۰۰ Series: ۵۴۵۸. Geological Survey of Iran Publisher, Tehran.
- Karimi, R., Jalalian, A., Karimain, M., Shamsollah, E. and Toomanian, N. ۱۵. Landslide hazard in central Zagros region in Iran. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, ۳۰: (۱) ۶۵-۴۰.
- Kasper, M., Buchan, G.D., Mentler, A. and Blum, W.E.H. ۲۰۰۹. Influence of soil tillage systems on aggregate stability and the distribution of C and N in different aggregate fractions. *Soil & Tillage, Research* (۱۹۹-۱۹۲), (۱۰۵).
- Krenz, J., Lee, B. and Owens, P. ۲۰۰۰. *Swelling Clays and Septic Systems: High Water Tables and Septic System Perimeter Drains*. Department of Agriculture (USDA), USA www.ces.purdue.edu/extmedia.
- Lado, M., Ben-Hur M., ۲۰۰۴. Soil mineralogy effects on seal formation, runoff and soil loss. *Applied Clay Sci.* ۲۲۴-۲۰۹, ۲۴.
- Lutengger, A.J. and Cerato, A.J. ۲۰۰۸. *Surface Area and Engineering Properties of Fine-grained Soil*. University of Massachusetts Press, Amherst.
- Mokhtari, A., S. Feiznia, H. Ahmadi, S. Khajeddin, and Rahnama, J. ۲۰۰۵. A remote sensing application to produce landuse and land cover maps in the MPSIAC erosion model. *Research and Reconstruction (Iran)* ۸۷-۴۶: ۸۲.
- Mutiee, H. ۱۹۹۳. *Zaros Stratigraphy* (۱), in: Hoshmandzadeh, E (Eds.), *Geology of Iran*, Geological Survey of Iran.
- Sawhney, B.L. ۱۹۸۹. *Interstratification in layer Silicates*. in: Bighman, J.M., Dixon, J.B., Milford,

