

بررسی فرسایش تونلی (پای پینگ) در اراضی لسی مناطق شمالی استان گلستان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۰

کد مقاله: ۹۶۰۵۸۱

محمد رضا زند مقدم^۱

چکیده

لس‌ها یکی از مهمترین واحدهای رسوبی کواترنر ایران قلمداد می‌شود. که به لحاظ ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی از رسوب زایی و فرسایش پذیری زیادی برخوردار می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از روشهای آزمایشگاهی خاکها به این اصل پی بردیم که میزان وقوع و پراکندگی فرسایش تونلی در مناطق شمالی استان گلستان حد فاصل ۳ منطقه مورد اشاره (دو حوضه آبخیز اترک و گرگان رود در حوضه های مورد بررسی ما که در این پژوهش قرار گرفته اند) از شدت بیشتری نسبت به مناطق جنوبی که شاهد فرسایش خندقی هستیم می‌باشد. بنابراین می‌توان اینگونه بیان داشت که: میزان عمق حفره‌ها با میزان سدیم، شوری و کلسیم دارای رابطه مستقیم و با میزان ماده آلی، اسیدیتته و درصد اشباع رابطه معکوس دارند. همچنین طول ترک با میزان نسبت جذب سدیم، کلسیم، گچ، اسیدیتته و شوری خاک دارای رابطه ای مستقیم و با میزان ماسه و ماده آلی رابطه عکس دارد. سطح حفره در این فرسایش های رخ داده شده با میزان ماسه و سیلت دارای رابطه مستقیم و با میزان رس معکوس می‌باشد.

واژگان کلیدی: لس، فرسایش، فرسایش تونلی، شمال گلستان

۱- مقدمه

لس به عنوان یک سازند مهم زمین ساختمانی است و به واسطه ویژگی های خاصی که دارد مورد توجه بسیاری از متخصصین علوم طبیعی همچون: زمین شناسان، جغرافیادانان، ژئومورفولوگها، خاکشناسان، هیدرولوژیستها، و همچنین سایر متخصصین رشته های وابسته و مربوطه قرار گرفته است. در مورد اینکه منشا لس ها چیست؟ خاستگاه آن از کجاست؟ و در کدام عصر و دوران بیشترین فعالیت و یا شرایط تشکیل را داشته؟ چه گسترده و یا پراکندگی را سطح زمین به خود اختصاص داده است؟ و سؤالات بیشمار دیگری همچون ارتباط زندگی انسانی با این سازند و تاثیرات متقابل آنها بر یکدیگر وجود دارد. لذا می توان این گونه بیان داشت که لس ها رسوبات دانه ریز بادی هستند که قسمت اعظم آنها از لای، رس و ماسه های دانه ریز تشکیل شده است. این رسوبات، از ته نشست موادی که به صورت شناور در باد حمل می شوند بوجود می آیند. (درویش زاده، ۱۳۸۰) نهشته های قابل ملاحظه از مواد لسی در دوران چهارم و در دوره های سرد و خشک بر اثر فعالیت فرسایش بادی در قسمت های مختلف کره زمین بوجود آمده است. به این صورت که باد مواد را از رسوبات حاصله از عملیات یخچالها و اراضی کویری و رسوبات آبی برداشته و به مناطق دورتری انتقال داده است. (نبوی، ۱۳۷۹). بنابراین امروزه بدون هیچگونه شکی همه پژوهشگران به بادی بودن خاستگاه رسوب های لس اعتقاد دارند. لسه با توجه به همین ویژگی ها توان بسیار بالائی در تولید و افزایش رسوب دارند. بنابراین مهمترین خصوصیات لس را می توان این چنین برشمرد.

۲- مواد و روش ها

۱-۲- خصوصیات لس ها

- علی رغم ساختمان منفصل و جدا از هم و اینکه ذرات آنها به هم پیوسته نمی باشند و فاقد سیمان بوده اما با توجه به وجود کانی های رس و آهکی چسبندگی خاصی داشته و بهم پیوسته می گردند.
 - پایداری لس ها حتی تا زاویه ۹۰ درجه برش.
 - لس زهکش بسیار خوبی داشته که در صورت تهدید حرکات دامنه ای و استفاده های کشاورزی میتوان با زهکش نمودن مانع فروریزش آن شد.
 - لس ها جزء خاکهای فروریزنده اند که با اشباع خاک توسط آب حرکات ناگهانی و تراکمی را در آن شاهد هستیم. (احمدی، ۱۳۷۴ ص ۶۱۴)
- همچنین با توجه به توالی ذرات آهکی داخل لس ها و در نتیجه عمل انحلال باعث میگردد تا :
- الف- نتیجه این عمل در سطح منجر به ایجاد خاک لیمونی limon می گردد.
 - ب- با نفوذ به قشرهای پایین تر عمل انحلال و تراکم آهک منجر به ایجاد گرهکها یا عروسکهای ی لس در آن میشود که در کار تعیین سن مطلق لس بسیار مفید واقع می شود.
- ضخامت لس ها در مناطق حاشیه یخچالی قدیمی زیادتیر از سایر مناطق می باشد (همچون کشور چین و در کنار رودخانه زرد با ضخامت بیش از ۲۰۰ متر)
- با توجه به مطالب ذکر شده مشخص می شود که لس سازند بسیار حساسی است که در مقابل عوامل مختلف و یا فرآیندهای متفاوت بیرونی واکنش نشان داده و دستخوش تغییر و تحولات مورفولوژیکی می گردد. (اعتراف، ۱۳۷۹، ۵)

۳- اهداف تحقیق

بواسطه قرارگیری منطقه مورد مطالعه (جنوب و شرق آق بند) در شمال استان گلستان و بهره مندی منطقه از اقلیم گرم و خشک و همچنین ویژگیها و خصوصیات حساس سازند لس، شرایط ویژه و خاص خود را در این منطقه به همراه داشته است. بنابراین با نگاهی دقیق پی خواهیم برد که فرم ها و فرآیندهای این منطقه تفاوت های آشکار را با سایر لسه های که در اقلیم های مرطوب تر و یا نواحی جنگلی قرار گرفته اند، دارا می باشد.

نقشی که هر یک از فرم های شکل گرفته در منطقه: خندق ها - بدلندها - لغزش ها، پای پینگها، در میزان تولید رسوب دارند، نیز می تواند یکی از مهمترین اهداف این پژوهش قرارگیرد. بنابراین این اشکال سهم بسزایی در تولید رسوبات منطقه شمالی استان به همراه دارند پس با بررسی این اشکال و فرآیندهای شکل دهنده آنها می توان در راه مبارزه با این نوع فرسایش حرکت نمود و با ارائه راهکارهای مثبت علمی و عملی به سازمانها و ارگانهای مرتبط با این موضوع به اهداف اصل تحقیق رسید و در آن راستا قدم برداشت، با نگاهی گذرا به مجموعه مقالات همایش های علمی فرسایش و رسوب که همه ساله با همکاری مرکز مطالعات آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی برگزار می گردد می توان به ماهیت تولید رسوب در کشور و منطقه مورد مطالعه پی برد و سعی و توان بیشتری را در این رابطه معطوف داشت.

۴- روش تحقیق

در این مقاله در ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه ای به منظور جمع آوری اطلاعات اولیه و طبقه بندی آنها پرداخته شده سپس با بهره گیری از پژوهشهای میدانی جهت بررسی و انطباق، جمع آوری داده های آزمایشگاهی، بهره گیری از تصاویر ماهواره ای لندست ETM و عکس های هوایی سیاه و سفید با مقیاس ۱:۲۰/۰۰۰ متعلق به سالهای ۱۳۳۵، نقشه زمین شناسی شیت گنبد کاووس با مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ جهت بررسی اولیه سازندها و نهشته های منطقه و نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵/۰۰۰ جهت بررسی اشکال و فرم های اولیه و اصلی سطح زمین و آشنایی با روند منحنی های میزان اصلی و فرعی منطقه استفاده گردیده. در مطالعات میدانی نیز سعی شده در مدت زمانی لازم که در منطقه حضور داشتیم تمامی پدیده های ژئومورفولوژیک را به دقت مورد بررسی قرار دهیم و با تهیه عکس و فیلم و با نمونه برداری های لازم به نتایج بسیار مثبت و ارزنده ای نیز دست یافتیم. در جهت ارائه این پژوهش از روشهای ذیل جهت گردآوری اطلاعات بهره برده ایم:

۱- روش مطالعات کتابخانه ای.

۲- روش میدانی و مطالعات صحرایی (مشاهده).

۳- استفاده از نتایج و نمونه برداری هایی آزمایشگاهی صورت پذیرفته شده

۵- پیشینه تحقیق

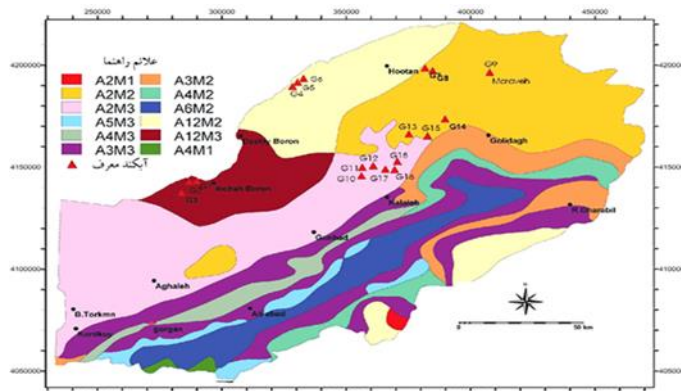
واژه لس اولین بار در سال ۱۸۲۵ میلادی توسط لئونهارد از دانشگاه هایدلبرگ آلمان، به نمونه ای از لوم لای زرد رنگ که در محلی نزدیک به هایدلبرگ آن را یافته بود اطلاق شده است. موضوع لس بعدها با مطالعات ریشتهوفن (Richthofen, 1905) و مسافرت او به چین فراگیر شد. از این به بعد اطلاعات متعدد و متنوع راجع به ماهیت و منشأ لسها در مناطق مختلف ارائه شد بطوریکه امروزه بسیاری از آنها فقط ارزش تاریخی دارد. کارل لایل (Karl lail 1834) بعد از بازدید دره راین آلمان توجه بین الملل را به خصوصیات و نحوه تشکیل لسهای آن منطقه معطوف داشت. اولین اشاره مشخص در این ارتباط و در کشور ما در نقشه زمین شناسی ایران به مقیاس ۱:۱/۰۰۰/۰۰۰ که به وسیله هوپر (Huber، ۱۳۵۶)، در شرکت ملی نفت ایران تهیه شده است به رسوبات لسی در استان گلستان صورت پذیرفته است.

قبل از آن نیز بوبک (Bobek, 1316) و باربیر (Barbier, 1339) به لسهای دره سفید رود در مازندران اشاره نموده اند. همین طور اهلرز (Ehlers, ۱۳۵۰) بر پایه مطالعات شخصی و استفاده از منابع و مأخذ، رسوبات لسی در حاشیه جنوبی دریای خزر را مورد مطالعه قرار داده است. در سال ۱۳۶۹، اونق در رساله دکتری خود لس های این منطقه را بررسی نموده است. همان طور که در نقشه ژئومورفولوژی ایران (ثروتی، بوشه Busche، گرونر Grunet، دانشگاه Tubingen؛ ۱۳۷۰) آورده شده، پهنه های لسی و لندفرم های مربوط یکی از واحدهای ژئومورفولوژی ایران است. ولیکن به نظر می رسد تا مطالعه سیستماتیک این واحد ژئومورفولوژی هنوز در آغاز قرار دارد. (جداری عیوضی، ۱۳۸۳، ۴۸)

۶- منطقه مورد مطالعه (استان گلستان)

۶-۱- موقعیت جغرافیایی

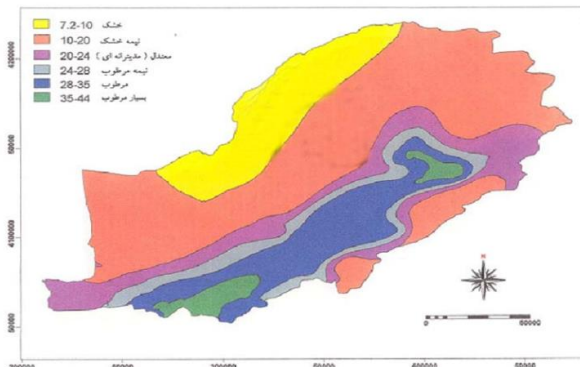
استان گلستان با مساحت ۲۲۵۱۵ کیلومتر مربع در طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی واقع گردیده است.



شکل ۱- نقشه موقعیت قرارگیری فرسایشهای آبکندی در لسها منطقه مورد مطالعه (اونق، ۱۳۷۰)

این استان از شمال به جمهوری ترکمنستان، از جنوب به استان سمنان، از غرب به دریای خزر و استان مازندران و از شرق به استان خراسان محدود می گردد. این استان دارای ۱۱ شهرستان شامل گرگان، گنبد، علی آباد، آزادشهر، رامیان، کلاله، مینودشت، کردکوی، بندگز، آق قلا و بندرگز با جمعیتی معادل ۱/۵۹۱/۸۴۹ نفر که از این تعداد، ۴۳/۳ درصد در نقاط شهری و ۵۶/۷ درصد در نقاط روستایی ساکن هستند.

۶-۲- آب و هوا

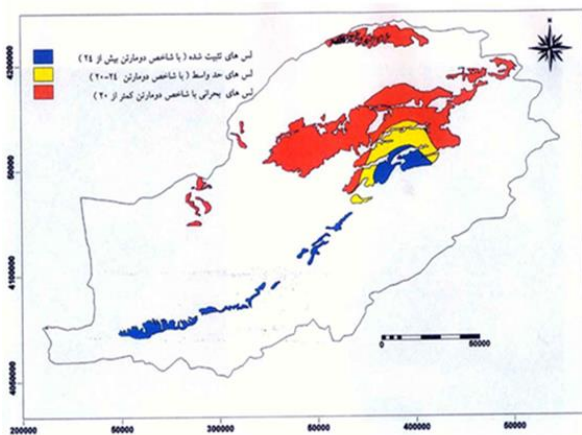


شکل ۲- نقشه اقلیمی منطقه مورد مطالعه (پاشایی، ۱۳۷۶)

آب و هوای استان گلستان براساس تقسیمات اقلیمی دوماترن از خشک تا بسیار مرطوب تغییر می کند. (شکل ۲ که با استفاده از اطلاعات ۳ ایستگاه سینوپتیک گرگان، گنبد کاووس و مراوه تپه و طی یک دوره آماری ۲۵ ساله صورت گرفته است). بنابراین با در اختیار داشتن و اطلاعات لازم از خصوصیات اقلیمی منطقه مورد مطالعه و همچنین ویژگیهای نهشته های لسی می توان به نتایج مثبت و ارزشمندی دست یافت.

۶-۳- زمین شناسی

قرار گرفتن منطقه آق بند در شمال استان گلستان ویژگی های خاصی را از جنبه های مختلف زمین شناسی به این منطقه بخشیده، قرار گرفتن این منطقه در حد فاصل بین حوضه رسوبگذاری بزرگ و مهم کپه داغ و بخش شرقی البرز شمالی کار مطالعه زمین شناسی این منطقه را از لحاظ بررسی دیرینه جغرافیا و گذشته آن مشکل می سازد، همچنین وجود دریای خزر در غرب این



شکل ۳- نقشه موقعیت تثبیتی لسه ها در منطقه مورد مطالعه (پاشایی، ۱۳۷۶)

منطقه و نوسانات سطح آب آن در طی اعصار دوران های گذشته که تحت عنوان دریای بزرگ تیتس از آن یاد می شده است نیز در این مطالعه نباید از حد نظر دور نگه داشته شود، چرا که به سادگی نمی توان فقط با نگاه بر یکی از این عوامل سه گانه فوق درباره زمین شناسی گذشته ارائه نظر نمود و بعد از کمی مطالعه و تحقیق پی به این حقیقت خواهیم برد که هر سه عامل بزرگ و مهم فوق در این منطقه تاثیر گذار بود و هر یک به نوبه خود توانسته اند تاثیرات مهم و غیر قابل انکاری را بر جای گذارند که تمامی این اثرات در منطقه قابل لمس و بررسی است. (پاشایی، ۱۳۷۱، ۱۵)

۷- تعریف فرسایش

کلمه فرسایش در زبان انگلیسی Erosion و در زبان فرانسه بنام Erosion که از ریشه لاتین ارودری به معنای ساییدگی میباشد، شامل ساییده شدن سطح زمین میباشد. زاخار (۱۹۸۲) اظهار می دارد که این اصطلاح برای اولین بار توسط پنک در سال ۱۸۹۴، در زمین شناسی و برای توضیح فرآیند شکل گیری دره ها، بکار رفته است (رفاهی، ۱۳۷۵). در همان زمان فرآیندها ناشی از آب شستگی سطحی را ablation (از دسترس خارج شدن) می نامیدند. اما بتدریج در اوایل قرن بیستم اصطلاح فرسایش خاک توسط دانشمندانی نظیر بنت (امریکا)، کورمنکو (روسیه)، شولتر (آلمان)، بولیک (فرانسه) بکار رفت. بطور کلی فرسایش به فرآیندی گفته می شود که طی آن ذرات خاک از بستر اصلی جدا شده و به کمک یک عامل انتقال دهنده به مکانی دیگر حمل می شود. در صورتیکه عامل جدا کننده ذرات از بستر و انتقال دهنده آنها آب باشد به آن فرسایش آبی گفته می شود (رفاهی، ۱۳۷۵، ۱۵).

فرسایش خاک بطور کلی مشتمل بر دو مرحله جدا شدن ذرات از توده خاک و انتقال (حمل) آنها توسط یکی از عوامل اصلی فرسایش یعنی آب یا باد است. بطور کلی وقتی نیروی عامل پدید آورنده فرسایش آب یا باد به هر دلیل کاهش یافته و برای حمل مواد جدا شده از توده خاک کفایت نکند، مرحله ته نشینی شروع می شود به این ترتیب چرخه سیکل فرسایش خاک شامل کنش یا جدا شدن ذرات از توده خاک توسط آب یا باد، حمل و ته نشینی آنها می باشد بطور کلی فرسایش خاک توسط آب (فرسایش آبی) بهنگامی که انرژی باران (rainfall energy) و رواناب سطحی (overland) بیش از نیروی مقاومت خاک (Resis) باشد پدید می آید. رابطه مفهومی این موضوع را می توان شرح ذیل ارائه نمود (قدوسی ۱۳۸۲، ۲۷)

۷-۱- فرسایش تونلی

به این فرسایش آبراهه های زیر زمینی (piping) نیز گفته می شود. فرسایش تونلی فرسایشی است که در آن خاک تحت الارض فرسوده شده و از محیط خارج می شود، در حالیکه خاک سطح الارض در جای خود باقی می ماند. این نوع فرسایش هنگامی رخ می دهد که در زیر یک خاک نفوذپذیر، یک لایه غیر قابل نفوذ یا با قابلیت نفوذ کم وجود داشته باشد و در بالای این لایه یک لایه حساس به فرسایش قرار گرفته باشد. در این شرایط آب نفوذ یافته یا آب وارده در لایه شکافها در بالای لایه غیر قابل نفوذ جمع می شود. حال اگر این آب جمع شده تحت یک شیب هیدرولیکی یا شیب آبی (Hydraulic gradien) باشد و بتواند در روی لایه غیر قابل نفوذ حرکت کرده و از جای مناسبی مانند دیواره های یک خندق خارج شود، ممکن است در مسیر خود ذرات سست لایه بالایی را حمل کند. به دنبال این امر آب بتدریج سرعت گرفته و مواد بیشتری را حمل می کند و آبراهه بزرگتر می شود که به این ترتیب تونلی در زیر خاک به وجود می آید. داونز (Dowenz) اظهار می دارد که چرای بیش از حد و از بین رفتن پوشش گیاهی باعث سله بستن سطح خاک و در نتیجه افزایش رواناب می شود. این امر موجب می شود آب از لایه شکافها و فرورفتگیهای کوچک وارد خاک شود. حال اگر خاک تحت الارضی غیر قابل نفوذ باشد، ممکن است فرسایش تونلی بوجود آید. فرسایش تونلی در بسیاری از اراضی تپه ماهوری استرالیا نیز که خاک آنها از دولایه A و B تشکیل شده هم گزارش شده است. در این خاکها بین افق A و B از نظر مقدار رس تفاوت فاحشی وجود دارد. بافت لایه A لوم شنی تا لوم رسی و بافت لایه B از رس تشکیل یافته است. شروع فرسایش تونلی گاهی ممکن است از طرف دیواره گودالها باشد به این صورت که در اثر برخورد آب به خاک سست قسمت تحت الارض دیواره ممکن است در آنجا یک شیار عمیق ایجاد می شود. این شیارها بتدریج در عمق دیواره گسترش یافته و در نتیجه یک تونل بوجود آورد. گاهی ممکن است این تونل گسترش بیشتری یافته و از دیواره گودال دیگر خارج شود. به فرسایش تونلی برخی از متخصصین فرسایش حفرروابهای (pipe erosion) و برخی دیگر نیز فرسایش زیرزمینی (subsurface erosion) اطلاق کرده اند که از جمله انواع مهم فرسایش در بسیاری از نقاط جهان می باشد. این نوع فرسایش که از معمولی ترین و اختصاصی ترین اشکال فرسایش در رسوبات لسی بشمار می آید و در نقاطی شکل می گیرد که زهکشی تحت الارض در میان منافذ و شکافها صورت علل اصلی پیدایش و تکوین فرسایش تونل گیرد. شکل گیری و تکوین این نوع فرسایش دارای پیچیدگیهای خاصی است که در خاکهای با املاح معین بویژه در دشتهای رسوبی، رسوبات تبخیری و در کنار تراسهای رودخانه نیز اغلب مشاهده می باشد (جونز، ۱۹۸۱).

۷-۲- علل اصلی پیدایش و تکوین فرسایش تونلی

- ۱- تخلخل ذاتی : خلل و فرج زیاد و بصورت ریز.
- ۲- ضعف اتصال بین ذرات : خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نیروی اتصال بین ذرات را کنترل کرده و موجب فرسایش و یا جدایش ذرات می گردد.
- ۳- نیروی جابجا کننده و شیب هیدرولیک بحرانی : یعنی تمرکز جریان به میزان کافی تا حدی که ذرات خاک را جابجا کرده و از نقطه اصلی دور سازد. از سوی دیگر فرونشست داخلی خاک ، قابلیت هدایت الکتریکی را افزایش داده و سرعت فرسایش را زیاد می کند. به عبارت دیگر هر فرآیند در اثر فرونشست داخلی موجب تمرکز آب نفوذی شده و نهایتاً به گسترش تونلی کمک می کند. ساختمانهای لسهای منطقه ، بافت و وضعیت زهکشی از عوامل موثر دیگر در پیدایش و رخداد فرسایش تونلی می باشند معمولاً پوشش گیاهی در مهار کوتاه مدت این نوع فرسایش نقش چندانی ندارد . (زندمقدم، ۱۳۸۶، ۵۱)

۸- بحث

به منظور دستیابی به نتایج لازم و بررسی چگونگی شکل گیری فرسایش تونلی در اراضی لسی شمال استان گلستان اقدام به برداشت نمونه خاک در عمقهای مناسب و به روش استاندارد و ارسال آن به آزمایشگاه خاک نمودیم تا هرچه دقیق تر و بهتر بتوانیم به علل چگونگی این نوع از فرسایش بپردازیم، چرا که با اینگونه بررسی ها می توان راه حل و راه کارها بهتر و عملی تر و همچنین دقیق تری را نیز به منظور جلوگیری از فرسایش و از دست رفتن خاک به عمل آورد. همانگونه که در ابتدای این پژوهش

نیز بیان گردید اشکال فرسایش حاصل از فرآیندهای مختلف در اراضی لسی استان گلستان رفتارهای بسیار متفاوتی را از خود بروز می دهند ولیکن بر طبق بررسی های بعمل آمده در مناطق شمالی استان گلستان بیشتر شاهد فرسایش تونلی و درنوا حی جنوبی نیز شاهد : بدلند ها ،آبکنده هاو ... می باشیم.

لذا در این بررسی ۳ فرسایش تونلی رخ داده شده در نواحی شمالی استان و از دو حوضه آبخیز مورد بررسی قرار دادیم. دو حوضه آبخیز اترک و گرگان رود حوضه های مورد بررسی ما در این پژوهش بودند ، بنابراین منطقه کردند در حوضه آبخیز اترک با دو نمونه خاک برداشت شده از ۲ تونل کردند (جدول شماره ۱) و منطقه هوتن (جدول شماره ۲).
در فرسایش تونلی کردند تعداد ۲ برداشت تحت عناوین (COR -T -1) و (COR -T -2) و در دو سری ۴ ردیفه مورد بررسی قرار دادیم و فرسایش تونلی هوتن را نیز با یک برداشت تحت عنوان (HOTAN -t) در ۶ ردیف بررسی نمودیم.
در حوضه آبخیز گرگان رود نیز فرسایش تونلی منطقه شور دره را با ۲ نمونه برداشت و تحت عنوان (sho- t - 1) و (sho-t- 3) دو سری یا ردیف ۴ و ۵ ردیفه به صورت مجزا در غالب جدول شماره ۳ مورد بررسی قرار دادیم که نتایج به بدست آمده و نتیجه بررسی های هر یک را از جداول آزمایشگاهی آن میتوان مشاهده نمود.

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک در فرسایش تونلی منطقه کردند در حوضه آبخیز اترک

SAR	Ca ⁺⁺	Na ⁺	بافت	ماسه Sand (%)	لای Silt (%)	رس Clay (%)	مجم m.e/100soil	OM (%)	موادخنی شونده %T.N.V	PH	شوری 10 ³ ×EC	S.P (%)	عمق (متر)	مشخصات نمونه
۱۳۷	۶۵	۷۸۰	Si L	۱۲	۶۶	۲۲	۵	۰/۶	۱۷/۵	۸/۵	۵۸	۳۶/۹	۰-۰/۳	Cor-T-1
۱۰۴	۷۰	۶۱۵	Si L	۱۰	۷۰	۲۰	۱۱/۳	۰/۴۱	۱۷	۸/۴	۴۶/۷	۴۰/۱	۰/۳-۰/۶	Cor-T-1
۷۸/۶	۴۸	۲۸۵	Si L	۶	۷۰	۲۴	۳/۲	۰/۳۱	۱۸/۵	۸/۲	۳۲/۵	۳۷	۱	Cor-T-1
۹۳/۲	۹۰	۶۲۵	Si C	۲	۴۴	۵۴	۸	۰/۵۷	۳۲	۸/۱	۵۰	۴۴/۸	۲	Cor-T-1
۴۴/۳	۱۱۸	۳۴۰	Si C L	۶	۵۶	۲۸	۸	۰/۴۸	۱۸/۵	۷/۷	۳۴/۴	۴۶	۰-۰/۳	Cor-T-2
۳۵/۹	۱۴۰	۳۰۰	Si C L To	۴	۵۶	۴۰	۱۰/۴	۰/۵۳	۱۸	۷/۸	۳۳/۱	۴۵/۸	۰/۳-۰/۶	Cor-T-2
۸/۷	۲۸	۲۸	Si L	۳۰	۶۰	۱۰	۰	۰/۲۲	۱۹/۵	۷/۷	۸/۷	۳۱/۶	۴	Cor-T-2
۵/۲	۱۸۸	۵۰	Si L To Si	۸	۸۰	۱۲	۲/۷	۰/۳۹	۱۵/۵	۷/۳	۱۸/۱	۳۶/۸	۵/۵	Cor-T-2

Cor-T-1 : فرسایش تونلی (T) در منطقه کردند (Cor) اولین تونل برداشت نمونه خاک از بالای شیب (1)

Cor-T-2 : فرسایش تونلی (T) در منطقه کردند (Cor) دومین تونل برداشت نمونه خاک از بالای شیب (1)

- بررسی جدول (۱) و نتایج آزمایش خاک در فرسایش تونلی منطقه کردند در حوضه آبخیز اترک

همانگونه که مشاهده میگردد این جدول خود شامل ۲ تونل برداشت خاک میباشد.

در بخش اول جدول (COR-T-1) و در ۴ ردیف ابتدای که حاصل از تونل شماره یک میباشد ، میزان S.P و شوری خاک در این تونل فرسایشی همراه با افزایش عمق خاک افزایش یافته ولیکن از میزان PH خاک کاسته می شود . اما نکته قابل توجه و تأمل در ارتباط با فرسایش تونلی افزایش میزان گچ و همچنین میزان رس از ۲۲٪ به ۵۴٪ همزمان با افزایش عمق خاک می باشد .در همین قسمت نیز به شدت از میزان لای و ماسه موجود در خاک همزمان با افزایش عمق خاک کاسته می گردد.
در بخش دوم (COR-T-2) که در قسمت پایینی همین جدول (جدول شماره ۱) نیز نتایج حاصل از آزمایش خاک در تونل شماره ۲ منطقه کردند از حوضه آبخیز اترک (COR-T-2)میزان S.P و میزان شوری و PH همانند تونل شماره یک کاهش نشان می دهد.

مطالب قابل تأمل در همین منطقه و در تونل شماره ۲ این موضوع است که در این تونل میزان و درصد لای و ماسه بر عکس تونل شماره یک (که کاهش داشتیم) در تونل شماره ۲ افزایش چشمگیری داشته و به همان میزان نیز بر عکس تونل شماره ۱ در تونل شماره ۲ میزان گچ و رس تونل به شدت کاسته شده است.

جدول ۲- نتایج آزمایش خاک در فرسایش تونلی منطقه هوتن در حوضه آبخیز اترک

SAR	Ca ⁺⁺	Na ⁺	بافت	ماسه Sand (%)	لای Silt (%)	رس Clay (%)	گچ m.e/100soil	OM (%)	موادختنی شونده %T.N.V	pH	شوری 10 ³ ×EC	S.P (%)	عمق (متر)	مشخصات نمونه
۱۰۳/۶	۹۸	۷۲۵	Si C L	۸	۵۶	۳۶	۱۶/۴	۰/۴۸	۱۶	۸	۵۸/۶	۴۷/۱	۰-۰/۳	Hotan-t
۷۰	۱۸۰	۶۶۵	Si C	۲	۵۶	۴۲	۸/۸	۰/۷۱	۱۸/۵	۸	۵۹/۲	۵۴/۷	۰/۳-۰/۶	Hotan-t
۷۹	۱۴۶	۶۷۵	Si C	۴	۵۲	۴۴	۱۲/۴	۰/۷۹	۱۸	۸	۵۸/۴	۵۸/۳	۱	Hotan-t
۱۳۴/۴	۳۶۶	۱۵۵۰	Si L	۱۸	۵۶	۳۶	۳۲/۶	۰/۶	۱۸	۷/۷	۱۱۳	۴۲/۹	۳	Hotan-t
۱۳۱/۴	۳۶۶	۱۴۰۰	Si L	۳۶	۶۸	۶	۹/۲	۰/۴۸	۱۴	۸	۱۰۳/۳	۳۳/۷	۴	Hotan-t
۷۳/۸	۱۴۸	۶۳۵	Si L	۸	۷۰	۲۲	۹/۵	۰/۳۸	۱۸/۵	۸/۳	۵۳/۵	۳۸/۹	۷	Hotan-t

Hotan-t: در منطقه هوتن (Hotan) فرسایش تونلی (T)

بررسی جدول (۲) و نتایج حاصل از آزمایش خاک در فرسایش تونلی منطقه هوتن در حوضه آبخیز اترک - در این تونل تنها به برداشت نمونه خاک از یک تونل اکتفا گردیده و نتایج حاصل از آن را (HOTAN-T) مورد بررسی قرار خواهیم داد. در این تونل همزمان با افزایش عمق خاک میزان S.P و شوری خاک نیز کاهش داشته است ولیکن برعکس تونل شماره ۱ و ۲ کردند در این تونل بر میزان PH خاک افزوده گردیده است. نکته قابل توجه نیز کاهش میزان گچ و رس خاک همزمان با افزایش عمق خاک در این تونل می باشد. که با این افزایش عمق میزان لای موجود در خاک افزایش یافته و میزان ماسه خاک دارای یک سیر صعودی - نزولی و باز گشت به میزان ابتدای سطح خاک را نشان می دهد.

جدول ۳- نتایج آزمایش خاک در فرسایش تونلی منطقه شوردره (تکرار اول) در حوضه آبخیز گرگان رود

SAR	Ca ⁺⁺	Na ⁺	بافت	ماسه Sand (%)	لای Silt (%)	رس Clay (%)	گچ m.e/100soil	OM (%)	موادختنی شونده %T.N.V	pH	شوری 10 ³ ×EC	S.P (%)	عمق (متر)	مشخصات نمونه
۰/۵	۴	۰/۶۵	Si L	۱۴	۶۶	۲۰	۰	۱/۸۴	۱۱/۵	۷/۸	۰/۴	۴۴/۱	۰-۰/۳	Sho-T-1
۰/۴	۵	۰/۶۵	Si L	۱۴	۶۲	۲۴	۰	۰/۹۸	۱۸	۸	۰/۳	۴۱/۶	۰/۳-۰/۶	Sho-T-1
۲/۳	۷	۴/۳	Si L	۱۴	۶۶	۲۰	۰	۰/۵۷	۱۹	۸	۰/۶	۳۷/۶	۱	Sho-T-1
۷/۲	۸	۱۴/۳	Si L	۸	۷۰	۲۲	۰	۰/۳۶	۲۱	۷/۹	۲/۵	۳۹	۲/۵	Sho-T-1
۳/۸	۱۶۴	۳۴	Si L	۱۶	۶۸	۱۶	۰	۰/۵	۱۸	۷/۳	۱۵/۸	۳۶/۹	۷/۵	Sho-T-1
۱/۳	۵	۱/۲	Si L	۱۴	۶۲	۲۴	۰	۰/۹۱	۲۰/۵	۷/۷	۰/۶	۳۹/۴	۰-۰/۳	Sho-T-3
۰/۶	۷	۱/۳	Si L	۱۰	۷۰	۲۰	۰	۰/۶۹	۲۰/۵	۷/۹	۰/۷	۳۸/۱	۰/۳-۰/۶	Sho-T-3
۱	۳۰	۳/۸	Si L	۱۴	۶۸	۱۸	۰	۰/۶	۲۰	۷/۵	۲/۵	۴۱	۱	Sho-T-3
۱۱/۷	۸	۲۳/۳	Si L	۱۰	۷۲	۱۸	۰	۰/۳۱	۲۰	۸/۳	۲/۶	۳۹/۸	۲	Sho-T-3
۹/۳	۳۰	۳/۶	Si L	۱۰	۶۶	۲۴	۰	۰/۳۹	۲۰	۷/۹	۴/۷	۳۷/۸	۲/۵	Sho-T-3

Sho-T-1: در منطقه شوردره (Sho) فرسایش تونلی (T) تونل اول (1)

Sho-T-3: در منطقه شوردره (Sho) فرسایش تونلی (T) تونل سوم (3)

بررسی جدول (۳) و نتایج حاصل از آزمایش خاک در فرسایش تونل منطقه شوردره در حوضه آبخیز گرگان رود

در این تونل فرسایش چندین حفر تونل ایجاد شده بود اگر با برداشت نمونه خاک آزمایشگاهی از ۲ تونل آن یعنی تونل های شماره ۱ (SHO-T-1) و شماره ۳ (SHO-T-3) به بررسی نتایج حاصل از آن خواهیم پرداخت. در تونل شماره ۱ منطقه شوردره (SHO-T-1) از میزان S.P خاک کاسته شده و بر میزان شوری و نمک موجود در خاک افزوده شده است میزان PH موجود در این تونل نیز از سطح به عمق ۷/۵ متر تغییر محسوسی را نشان می دهد. میزان رس موجود در این تونل همزمان با افزایش عمق کاهش یافته ولیکن میزان کاهش رس با عمق ۷/۵ متری درصد خیلی زیادی را به خود اختصاص نمی دهد. با یک بررسی کلی و نگاه به جدول آزمایش خاک شماره ۳ به راحتی میتوان علت این موضوع را نیز در افزایش اندک میزان لای و ماسه همراه با افزایش عمق خاک در این تونل دانست.

در تونل شماره ۳ (SHO-T-3) نتایج حاصل از آزمایش خاک در این تونل (منطقه شور دره) در حوضه آبخیز گرگان رود و نیز نتایج حاصل نشان می‌دهد که همزمان با افزایش عمق خاک میزان S.P کاهش داشته ولیکن میزان شوری خاک به میزان قابل توجهی افزایش یافته است این افزایش در ستون PH خاک نیز مشاهده می‌گردد. در همین تونل شماره ۳ میزان رس موجود در خاک با عمق کمتر دارای نوسان کمی بوده و کاهش و یا افزایش قابل توجهی را نشان نمی‌دهد ولیکن همزمان با افزایش عمق خاک تا عمق ۳/۵ متری به میزان لای موجود در خاک افزوده شده و از میزان ماسه موجود در خاک در این تونل همزمان با افزایش عمق کاسته شده است.



تصویر ۵- تصویر بالایی از فرسایش تونلی در منطقه کرند (زندمقدم، ۱۳۸۶)



تصویر ۴- نمای بیرونی از فرسایش تونلی در منطقه هوتن (زندمقدم، ۱۳۸۶)



تصویر ۷- تصویر بالایی از فرسایش پای تونلی در منطقه شور دره (زندمقدم، ۱۳۸۶)



تصویر ۶- تصویر از نیمرخ جانبی فرسایش تونلی در منطقه شور دره (زندمقدم، ۱۳۸۶)

۹- نتیجه گیری

لس‌ها نهشته‌های سست و ریزدانه‌ای هستند که در برابر عوامل فرسایش طبیعی و انسانی حساسیت ویژه‌ای داشته و سریع واکنش نشان می‌دهند. ضخامت لایه‌های لسی از سمت شمال استان گلستان به سمت جنوب کاهش یافته و از ۱۶۰ متر ضخامت در بخش‌های جنوبی‌تر به ۵ متر نیز کاهش می‌یابد. سازند زیرین لسه‌ها عمدتاً در منطقه مورد مطالعه آهک است که در برابر عمل انحلال حساس می‌باشد.

مهمترین علل شکل‌گیری رخسارهای فرسایش و عوارضی که دارای مخاطرات محیطی و مورفولوژیک در منطقه می‌باشند در بخش عوامل طبیعی: زمین‌شناسی، میزان املاح و کانی‌های موجود در لس‌ها، شرایط اقلیمی و پوشش گیاهی است و در بخش عوامل غیر طبیعی یا انسانی نیز، قطع درختان جنگل، تغییر نوع پوشش درختان جنگل جهت احداث باغات، ورود دام به جنگل، ساختمان‌سازی، ویلا سازی، برداشت لس جهت صنایع آجر سازی، احداث جاده و ... می‌باشد.

بر طبق یک جمع‌بندی کلی در این سه منطقه از اراضی لسی مناطق شمالی استان گلستان اینگونه می‌توان بیان داشت که: میزان عمق حفره‌ها با میزان سدیم، شوری و کلسیم دارای رابطه مستقیم و با میزان ماده آلی، اسیدیته و درصد اشباع رابطه معکوس دارند. همچنین طول ترک با میزان نسبت جذب سدیم، کلسیم، گچ، اسیدیته و شوری خاک دارای رابطه‌ای مستقیم و با میزان ماسه و ماده آلی رابطه عکس دارد. سطح حفره در این فرسایش‌های رخ داده شده با میزان ماسه و سیلت دارای رابطه مستقیم و با میزان رس معکوس می‌باشد. در فرسایش خندقی نیز که موضوع تحقیق ما در این مقاله نمی‌باشد ارتفاع خندقی دارای رابطه‌ای مستقیم با میزان سیلت دارد و رابطه آن با میزان رس به صورت معکوس می‌باشد.

اقلیم منطقه مورد مطالعه نیز طبق نقشه اقلیمی ارائه شده دارای اقلیم گرم و خشک می‌باشد. بنابراین نهشته‌های لسی استان گلستان در یک دید کلی در بخش‌های شمالی و شرقی استان تحت حاکمیت اقلیم خشک تا نیمه خشک واقع شده‌اند، دارای در صد مواد آلی کمتر و سیلت بیشتری می‌باشند. در حالیکه لسه‌های موجود در مرکز و غرب استان که تحت شرایط آب و هوایی معتدل تا مرطوب قرار دارند دارای خاک توسعه یافته و درصد مواد آلی بیشتر و سیلت کمتر دارند. بر اساس مشاهدات میدانی در منطقه یاد شده

از استان و تنوع اشکال فرسایش آبی متفاوت بوده به طوری که بخش های شمال و شرق فراوانی و تنوع اشکال فرسایشی زیاد و در بخش های مرکزی و غرب از شدت و تنوع آنها کاسته می شود.

فعالیت زراعی در دامنه های لسی که بیش از ۲۰٪ شیب دارند به ویژه شخم زمین در جهت تشیب باعث فرسایش شدید این نهشته ها می گردد.

با توجه به نتایج ارزشمند استفاده از روش کشاورزی بدون شخم (Zero-tillage) در اراضی لسی سایر کشورها، این تکنیک می تواند در اراضی لسی منطقه مورد مطالعه مورد ترویج قرار گیرد. پیشنهاد می شود در مناطق حساس و بحرانی نسبت به فرسایش رسهای بسیارریز به طور مصنوعی به اراضی سطحی (خصوصاً درلس ماسه ای) اضافه می شود تا تعداد و قدرت اتصال ذرات به یکدیگر افزایش یابد. البته حالت ایده آل با توسعه فعالیت های بیولوژیکی و ایجاد یک کمپلکس (رس - هوموس) امکان پذیر است.

منابع

۱. احمدی، حسن. ۱۳۷۴. ژئومورفولوژی کاربردی، ج ۱ (فرسایش آبی). انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم. ۶۱۴ صفحه.
۲. اعتراف؛ حسین ۱۳۷۹: اثرات بهره برداری از اراضی لسی بر حاصلخیزی و فرسایش خاک در منطقه مراوه تپه؛ پایانه نامه کارشناس ارشد مهندسی آبخیزداری - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی در گرگان
۳. امینی، آرش. ۱۳۷۴. مطالعه برخاستگاه و مکانیزم رسوب زایی لس ها در حوزه آبخیز قره تیکان، رساله کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران، دانشکده علوم.
۴. اونق؛ مجید؛ (۱۳۷۰): بررسی تحول ژئومورفولوژییک حوضه آبخیز قره سو (گرگان) رساله دوره دکتری جغرافیای طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
۵. پاشایی، علی. ۱۳۷۶. بررسی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی و چگونگی خاستگاه رسوب های لسی در منطقه گرگان ودشت. نشریه علوم زمین. شماره ۲۴-۲۳. صفحه ۶۷-۷۸.
۶. ثروتی، محمد رضا (۱۳۸۲)، پراکندگی، منشاء، سن و آثار دیرینه اقلیم لس ها در شمال مرکزی ایران، مجله جغرافیا و توسعه، صفحات ۱۰۵ و ۱۰۶ و ۱۰۷
۷. جداری عبوسی؛ جمشید، (۱۳۸۳) ژئومورفولوژی ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور
۸. درویش زاده، علی (۱۳۸۰)، زمین شناسی ایران، انتشارات موسسه امیر کبیر صفحه ۷۵۱
۹. ۷رفاهی، حسینقلی. ۱۳۷۵. فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران
۱۰. زند مقدم، محمد رضا (۱۳۸۶)، ژئومورفولوژی لسهای جنوب و شرق آق بند، رساله دوره دکتری جغرافیای طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
۱۱. عیسیایی؛ حسین و همکاران؛ (۱۳۸۴)، مطالعه خصوصیات مرفولوژییک، اقلیمی و خاکی مناطق آبکندی در استان گلستان، مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران جلد (۲)، تهران، صفحه ۶۸۵.
۱۲. قدوسی، جمال. ۱۳۸۲. مدل سازی مورفولوژی فرسایش خندقی و پهنه بندی خطر آن. رساله دکتری زمین شناسی. دانشکده منابع طبیعی کرج- دانشگاه تهران
۱۳. نبوی، حسن (۱۳۵۵)، دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی ایران
14. Catt, J.A., 2001. the agricultural importance of loess. Earth science reviews, Vol 54, p 213-229
15. Ehlers, E., 1971. Archeologische mitteilungen Aus Jrein Deutscher are heologischen Institut Abteilung Tehran Neue Folge Band 4, 1971.
16. Forno, M.G. 1990. Aeolian and reworked loess in the turine hills (Northwestern Italy), Quaternary International. vol 5, p 81-87.
17. Fu, B., Chen, L., Ma, K., Zhou, H. and Wang, J., 2000. The relationships between land use and soil condition in the hilly area of the loess plateau in northeern shaanxi, China, Catena 39, p 69-78
18. Pecs, M., (1990). loessin not just accumulation of air bond dust. Quaternary International, 7/8, 1-21.
19. 16- Pecs, M. (1993). Quaternary and loess vesearch Institute Hangarien 2p.
20. Py, h. (19950). The nature, origine and accmulation of loess Quaternary science
21. Py, h. (19950). The nature, origine and accmulation of loess Quaternary science Reciews, 14 653-667.
22. Pye, h. shevwin, D. (1999). Loess, in: Aeolian Environments and land forms, Edited by A.s goodie, I livingstone and s.stokes. 1999 john wiely . sons ltd, p 213-239.
23. Pye, K. and sherwin, D., 1999. Loess, in: Aeolian environments and land forms, Edited by A.S.Goodie, I.livingstone and S.stokes. 1999, John wielyand sons ltd, p.213-239.
24. Tungsheng, L. 1988. Loess in china. Springer. Verlag. p.124-129

Abstract

Evaluation of soil erosion land tuneli (ping's) in the northern regions of loess derived soils of Golestan province

losses is considered one of the most important Quaternary sedimentary units of Iran. Which due to physical and chemical characteristics of sedimentation and erodibility is great. In this research, using the soil laboratory methods, we have found that the occurrence and dispersion of tunnel erosion in the northern regions of the province between the three regions mentioned It is more intense than southern regions, which is witnessing gully erosion.

It can be stated that: The depth of the holes with the amount of sodium, salinity and calcium have a direct relation with the amount of organic matter, acidity and percentage of saturation. Also, the length of cracking with the ratio of sodium, calcium, gypsum, acidity and soil salinity ratio has a relation It is directly related to the amount of sand and gravel. The level of the cavity in this erosion with the amount of sand and silt is directly related to the clay content of the reverse.

Keywords: losses, erosion, tunnel erosion, north of Golestan