

بررسی و مطالعه نهشته های لسی اراضی ژئومورفیک محدوده شهرستان

ارومیه

سید اسدالله حجازی*؛ استادیار دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

عبدالحمید سرتیپی؛ دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی دانشگاه تبریز،

تبریز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۰

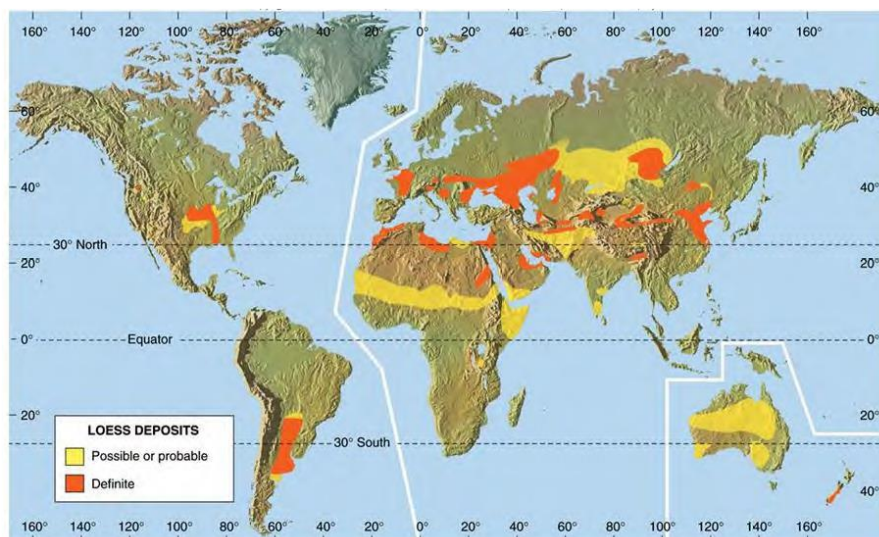
چکیده

رسوبات لسی در ناحیه نسبتاً پهناوری از نواحی جنوب و غرب شهرستان ارومیه تشکیل شده‌اند. این نهشته‌ها در تصاویر ماهواره‌ای پردازش شده به صورت واحدهای عدسی شکل قابل تفکیک و شناسایی هستند. هدف از این مطالعه شناسایی و تعیین وسعت رسوبات لس در محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش دورسنجی، نمونه‌برداری و مطالعات دانه‌بندی برای تعیین خصوصیات آن مورد استفاده قرار گرفت. همچنین با تطبیق لایه‌های تیره و روشن و نیز منحنی تغییرات آب‌وهوای جهانی سعی در تخمین سن لایه‌های لس نمودیم. بدین منظور تعداد هفت نمونه لس مورد آنالیز دانه‌بندی قرار گرفت و نمودارهای تجمعی و هیستوگرام و نسبت جور شدگی به میانگین اندازه ذرات ترسیم شد. بررسی هیستوگرام نمونه‌های مورد مطالعه نشان داد که دو مرکز تجمع مشترک در هر هفت نمونه، محدوده اندازه رس و سیلت می‌باشد. در این بررسی همچنین جنس و گونه صدف‌ها مورد بررسی و شناسایی قرار گرفت و سن برخی از آن‌ها به دوره‌های یخچالی وورم و میندل نسبت داده شد. رسوب‌گذاری لس در شیب شمال تا شمال شرقی یا جهت بادپناه دامنه ارتفاعات و در مواردی داخل فرورفتگی‌های ساختاری سنگ‌بستر انجام گرفته است. با تطبیق لایه‌های تیره و روشن مربوط به ضخیم‌ترین ترانشه مورد مطالعه، با منحنی تغییرات آب و هوایی، سن تخمینی ۵۵۰ هزار سال برای قدیمی‌ترین لایه لس به دست آمد. انجام آنالیز دانه‌بندی نمونه‌های لس و ترسیم دیاگرام‌های رسوبی، پیک‌هایی را آشکار می‌کند که نشان‌دهنده منشأ دو تا سه‌گانه ذرات تشکیل‌دهنده این لس‌ها می‌باشد. به علت وجود رس در مقادیر بالا لس ارومیه را می‌توان به‌عنوان یک لس لومی در نظر گرفت و تناوب لایه‌های خاک فسیل و لس باعث می‌شود این واحدهای رسوبی را تحت عنوان "کمپلکس‌های لسی" نام ببریم.

کلیدواژه‌ها: لس، رسوبات بادی، هیستوگرام، دانه‌بندی، تغییرات آب و هوایی.

مقدمه

رسوبات لسی یکی از شناخته شده ترین رسوبات بادرفتی در جهان می باشند (سودمند، ۱۳۹۲) که بیشتر در کمربند لسی یعنی عرض های جغرافیایی ۳۰ تا ۶۰ درجه نیمکره شمالی پراکنده هستند (شکل ۱). با توجه به قرارگیری ایران در عرض جغرافیایی ۴۰ - ۲۵ شمالی امکان وجود رسوبات لسی در ایران وجود دارد و شمال ایران هم از نظر موقعیت جغرافیایی که هم عرض آسیای میانه و چین است هم به لحاظ شرایط ژئومورفولوژی دارای رسوبات لسی شناخته شده تری نسبت به سایر نقاط ایران می باشد (کریمی و همکاران، ۱۳۸۷). مطالعه نهشته های لسی می تواند اطلاعات ما را در زمینه تغییرات اقلیمی و محیطی گذشته افزایش دهد و از آنجایی که لس های پلیستوسن به صورت گسترده در قاره های مختلف زمین پراکنده شده اند می تواند زمینه مناسبی را برای انجام مطالعه بر روی اقلیم گذشته کره زمین فراهم سازد (کریمی و همکاران، ۲۰۱۱). در انجام مطالعات رسوبات لسی اولین قدم شناسایی ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی آن ها است. تعیین این ویژگی ها برای تعیین منشأ، مکانیسم انتقال، چگونگی تجمع و رژیم های باد برای حمل و نقل ذرات لازم است (سان، ۲۰۰۲). در این میان دو ویژگی توزیع اندازه ذرات و مورفوسکوپی ذرات کوارتز، به فراوانی برای تعیین مکانیسم منشأ و فرایند انتقال به فراوانی استفاده شده است، تغییر الگوی توزیع اندازه ذرات در رسوبات لسی را می توان ناشی از تغییرات اقلیمی و زیست محیطی، تغییر دینامیک باد، تغییر منابع تامین لس و شرایط متفاوت شکل گیری سیلت ها در دوران رسوب گذاری دانست (کروهلینک، ۲۰۰۷).



شکل ۱: نقشه پراکندگی مناطق لسی جهان (کروی و همکاران، ۲۰۱۰)

1. Sun
2. Crohlink
3. Crowley et al

مطالعات گسترده‌ای در مورد ویژگی‌ها، خصوصیات، پراکندگی و کاربرد رسوبات لسی در جهان و همچنین در ایران صورت گرفته است که در اینجا به صورت خلاصه به برخی از آن‌ها اشاره خواهد شد؛ در زمینه تعریف سازندهای لسی می‌توان به مطالعات (تسور و پی^۴، ۱۹۸۷)، (کروی و همکاران، ۲۰۱۰)، (مز^۵، ۲۰۰۷)، کریمی و همکاران (۲۰۰۹)، (ژاکوب و همکاران^۶، ۲۰۱۱) و (کریمی و همکاران، ۲۰۱۱) اشاره کرد که تعریفی از لس ارائه داده اند با تاکید بر توزیع اندازه ذرات حمل شده توسط باد، که از رس، سیلت و شن خیلی ریز تشکیل شده است که بخش سیلت آن نسبت به دیگر ذرات از فراوانی بیشتری برخوردار است. همچنین (پیچی^۷، ۱۹۹۰) تلاش گسترده‌ایی در جهت ارائه تعریف تئوریک برای لس انجام داد که منتج به پیشنهاد ده خصوصیت مختلف برای سازندهای لسی شد، همچنین (ایریندو و کروهلینک^۸، ۲۰۰۷) چندین ویژگی فرعی برای سازندهای لسی مانند شکنندگی، دامنه‌های شیبدار و شکاف‌های عمودی هر چند که در تعاریف لس کاربرد ندارند، اما به طور گسترده‌ای در مطالعات میدانی مورد استفاده قرار می‌گیرند ارائه دادند. مهمترین ویژگی رسوبات لسی توزیع اندازه ذرات آن‌ها می‌باشد و مطالعات فراوانی در این زمینه توسط (پی^۹، ۱۹۸۷)، (کروی و همکاران، ۲۰۱۰)، (مز، ۲۰۰۷)، کریمی و همکاران (۲۰۰۹)، (کروی و همکاران، ۲۰۱۰)، (ژاکوب و همکاران، ۲۰۱۱) و کریمی و همکاران (۲۰۱۱) انجام گرفته و تمامی آنها تاکید بر این مطلب دارند که لسه‌ها، رسوبات بادرقتی هستند که از رس، سیلت و شن خیلی ریز تشکیل شده است. در زمینه پراکندگی رسوبات لسی در جهان و ایران می‌توان به مطالعه (سان، ۲۰۰۲) اشاره کرد که بیان می‌کند ۱۰ درصد سطح کره زمین (عرض ۳۰ تا ۶۰ نیمکره شمالی) توسط لس پوشانده شده است، یا می‌توان به مطالعات (گودی و همکاران^{۱۰}، ۱۹۸۴)، کریمی و همکاران (۲۰۰۹) و (کروی و همکاران، ۲۰۱۰) اشاره کرد که به اثبات وجود رسوبات لسی در مناطق خشک پرداخته اند و در نهایت وجود لس در شمال ایران توسط خرمالی و کهل (۲۰۱۱)، خرمالی و عجمی (۲۰۱۱)، خرمالی و همکاران (۲۰۱۲) و در شمال شرق ایران توسط اخروی و امینی (۲۰۰۱) و کریمی و همکاران (۲۰۰۹) و در جنوب غرب ایران توسط کهل و همکاران (۲۰۰۵) به اثبات رسیده است. سازندهای لسی به دلیل تخلخل مناسب و سیلت فراوان، شرایط مناسبی برای نفوذ ریشه و حفظ رطوبت دارد که این ویژگی باعث شده حاصلخیزترین خاکهای جهان در این سازندها تشکیل شوند، مطالعات فراوانی برای اثبات این مطلب توسط (منگال و همکاران^{۱۱}، ۱۹۹۸)، (کاته^{۱۲}، ۲۰۰۱)، (واسیلیویچ و همکاران^{۱۳}، ۲۰۱۳) و فیض‌نیا (۱۳۸۴) صورت گرفته است.

-
4. Tazor and Pie
 5. Mose
 6. Jacob et al
 7. Pichi
 8. Irindo and Krohlink
 9. Piee
 10. Godie et al
 11. Mangal et al
 12. Kate
 13. Vasilyevich et al

لسها به دلیل داشتن سیلت فراوان حساسیت بسیار زیادی در زمینه فرسایش دارند و در صورت مدیریت ضعیف می‌تواند فرسایش بالایی را ایجاد کند (۱۰۰ تن در هکتار)، که در زمینه جهت برآورد میزان فرسایش و نحوه مدیریت این نوع اراضی مطالعات گسترده‌ای انجام شده است که می‌توان به مطالعات (چن و همکاران^{۱۴}، ۲۰۰۳)، (واسیلیویچ و همکاران، ۲۰۱۳)، (دربی شیر^{۱۵}، ۱۹۸۳) و عجمی و همکاران (۱۳۹۱) اشاره کرد. تناوب رسوبگذاری لس و تشکیل خاک در این رسوبات که در پاسخ به تغییرات اقلیمی است، سبب شده است که این رسوبات، مهمترین بایگانی‌های تغییرات اقلیمی در خشکی‌ها باشند، که این مطلب در مطالعات سان (۲۰۰۲)، کریمی و همکاران (۲۰۱۱)، (واسیلیویچ و همکاران، ۲۰۱۳)، (استنلی و شاتزل^{۱۶}، ۲۰۱۱)، (دینگ و همکاران^{۱۷}، ۱۹۹۹)، (پرسلی و همکاران^{۱۸}، ۲۰۱۰)، (شاتزل و اندرسون^{۱۹}، ۲۰۰۵)، کریمی و همکاران (۲۰۱۳)، (گلیووا و اندریک^{۲۰}، ۲۰۱۳) و (کروالد و همکاران^{۲۱}، ۲۰۱۰) به اثبات رسیده است. عامل اصلی تعیین کننده توزیع اندازه ذرات در رسوبات لسی، فاصله از منبع برداشت است. با توجه به مطالعات انجام شده، ذرات با نمای ۵۰ تا ۶۰ میکرون از فواصل کمتر از ۳۰۰ کیلومتر و ذرات با نمای ۳ تا ۸ میکرون از مسافت‌های دورتر ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلومتر حمل می‌شوند و کسانی که در این زمینه مطالعات گسترده‌ای انجام داده‌اند و مطالب فوق را به اثبات رسانده‌اند، (تسور و پی، ۱۹۸۷)، (دیان و همکاران^{۲۲}، ۲۰۰۸)، (کراوی و همکاران^{۲۳}، ۲۰۱۰) و (فریچن و همکاران^{۲۴}، ۱۹۸۸) می‌باشند.

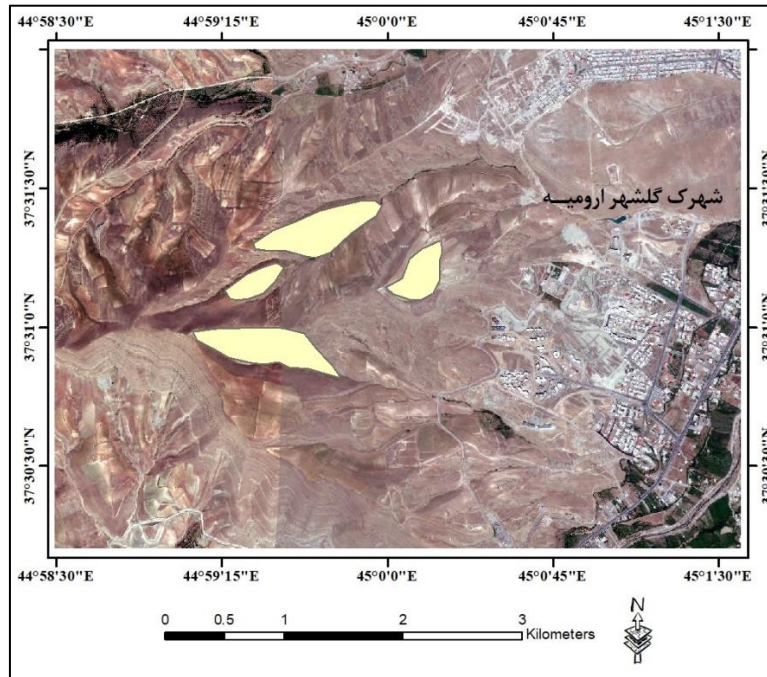
لس‌ها رسوبات بادی با منشا آواری هستند که حدود ده درصد سطح زمین را پوشش می‌دهند. رنگ آنها زرد روشن تا قهوه‌ای روشن و ۵۰-۶۰ درصد مواد تشکیل دهنده آنها را ذرات با اندازه ۲۰-۵۰ میکرون (سیلت) تشکیل می‌دهند. دارای درصد متغیری از ماسه و رس و سیمان آنها کربناته می‌باشد. ذرات تشکیل دهنده لس اکثراً زاویه دار هستند. رسوب لس معمولاً همگن بوده، سخت شدگی نداشته و تخلخل و نفوذپذیری بالایی دارند.

محدوده مورد مطالعه

در مطالعه حاضر شهرستان ارومیه با مختصات ۴۴ درجه و ۳۵ دقیقه و ۵۴ ثانیه تا ۴۵ درجه و ۱۵ دقیقه و ۲۸ ثانیه شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه و ۲۹ ثانیه تا ۳۸ درجه و ۳ دقیقه و ۱۴ ثانیه شمالی به عنوان منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان غربی مورد مطالعه قرار گرفت. در این محدوده ژئومورفولوژی واحدهای لس و گسترش آنها در نواحی غربی، جنوب غربی و جنوب شهرستان ارومیه دیده می‌شوند. این واحدهای رسوبی اکثراً به صورت عدسی‌های جدا از هم رخمون دارند. این واحدها در نقشه‌های زمین‌شناسی

14. Chen et al
15. Derby Shire
16. Stanley and Shutzel
17. Ding et al
18. Presley et al
19. Shutzel and Anderson
20. Gliova and Andrik
21. Crowald et al
22. Diane et al
23. Crawy et al
24. Fritchen et al

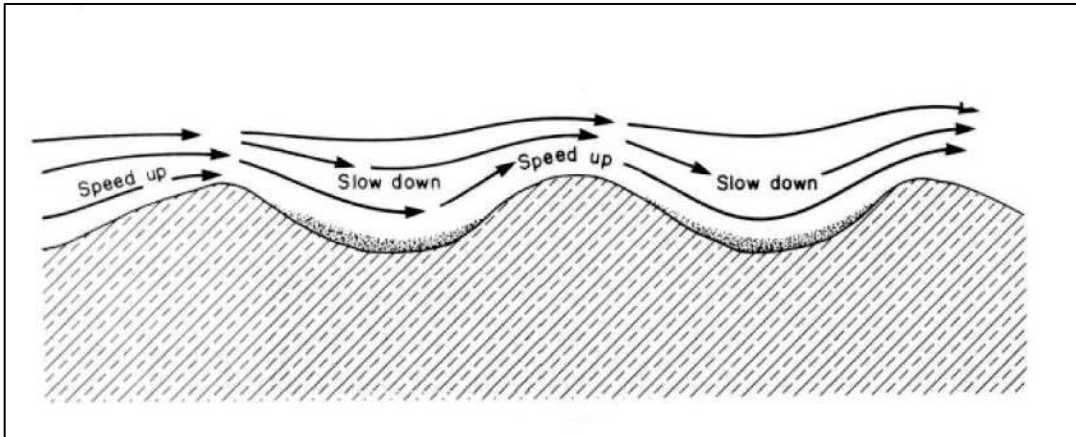
مقیاس یک صد هزار ناحیه شناسایی نشده‌اند. طبق اندازه‌گیری‌ای که از روی تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث انجام شد، گسترش این رسوبات در پهنه‌ای بالغ بر ۴۵۰ کیلومترمربع در این ناحیه می‌باشد. این نهشته‌ها در دید از بالا در تصاویر ماهواره‌ای دارای شکل‌های نواری کشیده تا عدسی شکل می‌باشند (شکل ۲).



شکل ۲: تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث از غرب شهرستان ارومیه (رسوبات لس به رنگ زرد مشخص شده اند)

برخی از این واحدها پوشش گسترده‌تری داشته، بطوریکه تمامی سطح شیب دامنه‌ای را پوشانده و از نزدیک خط الراس کوه‌ها تا سطح زمین ادامه یافته‌اند، چنانچه در نواحی پایین دامنه‌ها به صورت آمیخته با رسوبات آبرفتی و واریزه‌ای مشاهده می‌شوند. تعداد معدودی از رخنمون‌های لسی در شهرستان ارومیه نیز دیده می‌شوند که بیشتر در اثر پی‌کنی ساختمان‌ها و یا ترانشه زنی جهت احداث راه‌ها برون‌زد یافته‌اند. رسوبات لس واحدهای سنگی قدیمی‌تر ناحیه که عمدتاً شامل رسوبات ماسه‌سنگ و شیل میوسن زیرین می‌باشند را پوشانده و گاه به صورت بین لایه‌های مجزا در توالی رسوبات کواترنری ناحیه مشاهده می‌شوند. این نهشته‌ها عمدتاً در دامنه‌های رو به شمال شرق و شمال دامنه ارتفاعات تشکیل شده‌اند. همچنین گاه در داخل فرورفتگی‌ها و ناهمواری‌های ساختاری نهشته شده‌اند که قبل از رسوب‌گذاری لس در توپوگرافی ناحیه وجود داشته‌اند. این گودال‌ها و فرورفتگی‌ها حاصل عمل فرسایش، گسلش و یا چین‌خوردگی طبقات سنگی قدیمی هستند. گاه نیز دامنه‌های رو به شمال یا شمال شرقی به عنوان تله‌های رسوبی برای تجمع لس عمل می‌کنند (شکل ۳). این پدیده ناشی از حفظ برف زمستانی، رطوبت بیشتر به علت وجود سایه بیشتر در این دامنه‌ها، تشکیل پوشش گیاهی بیشتر و در پناه بودن از بادهایی

است که از ناحیه غرب یا جنوب غربی می‌وزند که منجر به تجمع و حفظ رسوبات بادآورده سیلت و ماسه در این شیب‌ها می‌گردند (پدرامی، ۱۳۶۴).



شکل ۳: نواحی فرورفته به‌عنوان تله‌ای برای نهشته شدن ذرات حمل شده توسط باد عمل می‌کند.

به هر طریق ذرات در حال حمل توسط باد به علت کاهش انرژی در برخورد با ناهمواری‌ها و ارتفاعات ذرات معلق خود را در محل گودال‌ها نهشته می‌کنند و تشکیل دامنه‌های لسی را می‌دهد که در شکل‌های ۴ تا ۹ در ناحیه مورد مطالعه نشان داده شده‌اند.

روش تحقیق

جهت شنا سایی و تعیین وسعت رسوبات لس در محدوده مورد مطالعه از روش دور سنجی و نمونه‌برداری و مطالعات مربوط به دانه‌بندی برای تعیین خصوصیات آن مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا تصاویر ماهواره‌ای ETM مورد پردازش قرار گرفت. در تصویر ماهواره‌ای ETM پردازش نشده واحدهای لسی به رنگ قهوه‌ای و با انجام پردازش و اعمال ترکیب بانندی (RGB: ۵۴۳) این واحدها به همراه پوشش گیاهی به رنگ سبز دیده می‌شوند. جهت تفکیک بهتر این واحدها و جدا سازی از پوشش گیاهی از ترکیب بانندی (RGB: ۲۳۱) استفاده گردید که در این حالت رنگ پوشش گیاهی به تیره تغییر می‌یابد و واحدهای لس به رنگ سبز خودنمایی می‌کنند (شکل ۱۰).



شکل ۵: مقطع واحد لسی در ناحیه جنوب غرب شهرستان ارومیه



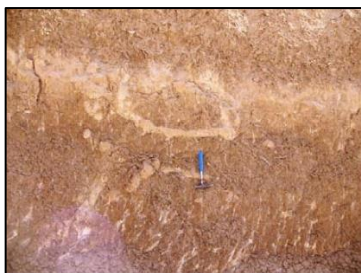
شکل ۴: واحد لسی در ناحیه جنوب غرب شهرستان ارومیه



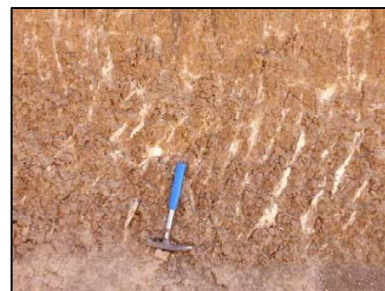
شکل ۷: ساخت توده‌ای کرم تا خاکستری رنگ ناشی از شرایط دمایی تشکیل در واحد لسی



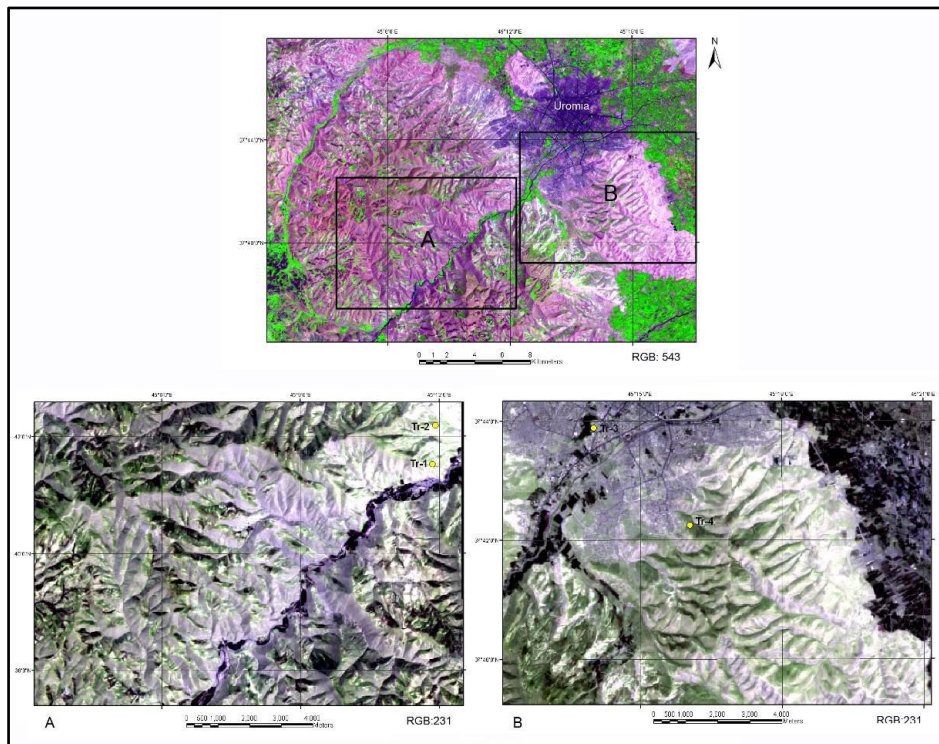
شکل ۶: تجمع نهشته‌های لسی در محل فرورفتگی



شکل ۹: آثار حفاری موجودات دیرینه



شکل ۸: ندول‌های آهکی با جهت‌یابی مایل تا قائم



شکل ۱۰: تصاویر ماهواره‌ای ETM غرب شهرستان ارومیه با دو نوع ترکیب باندی مذکور

همچنین برای مطالعه و تعیین سن صدف‌ها روش آمینو اسیدها بکار برده شد. در این روش بعد از تمیز کردن فسیل‌ها از رسوبات دیگر، با آب مقطر شستشو داده شده و خشک می‌شوند و در ادامه با محاسبه نسبت آمینو اسیدهای D (راست گرد) به آمینو اسیدهای نوع L (چپگرد) در صدف‌ها میتوان تعیین سن نمود.

یافته ها و بحث

رسوبات لس مورد مطالعه به رنگ زرد تا قهوه‌ای روشن تا تیره و با ضخامت کلی متغیر (۱ الی ۵۰ متر) مشاهده می‌شوند. لایه‌های تیره و روشن به صورت طبقات صفحه‌ای^{۲۵} تا عدسی شکل و نسبت به هم نیمه موازی تا غیر موازی^{۲۶} بوده، مرز بین آنها تدریجی تا نیمه واضح می‌باشد. (شکل ۵). قطعات آواری درشت (۳-۵ سانتیمتر) مربوط به واریزه‌های سنگ‌های قدیمی تر ناحیه که گاه درصد این قطعات بیشتر بوده و به صورت لایه‌های گراولی مجزا دیده می‌شوند. ساخت توده ای غالب می‌باشد که گاه با تفاوت در تناژ رنگی از هم متمایز می‌شوند (شکل ۷). این عامل می‌تواند ناشی از تفاوت دمایی و رطوبتی زمان نهشته گذاری باشد از مشخصات دیگر این لس‌ها می‌توان به حضور ندول‌های کشیده از جنس کربنات کلسیم اشاره نمود که جهت‌یابی قائم تا مایل دارند. این مواد آهکی در محل درزه‌های قائم و کشیده ته‌نشین شده‌اند که در طی فرایند خشک شدن و تراکم در طول لسی شدن توسعه می‌یابند. گاه ندول‌های آهکی اشکال متفاوتی از خود به نمایش می‌گذارند که به این آثار آهکی اصطلاحاً عروسک‌های لسی^{۲۷} گفته می‌شود. این آثار گاه می‌تواند مربوط به آثار حفاری جوندگان دیرینه باشد که بعداً توسط مواد آهکی یا رسوبی پر شده‌اند. به این نوع آثار

27. Planar

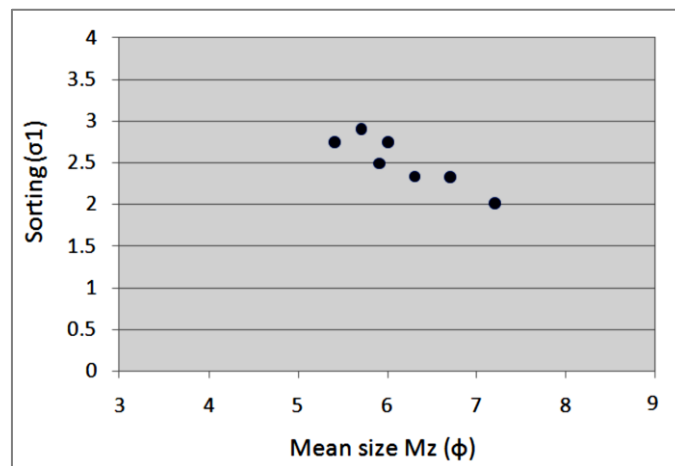
28. non-parallel

29. Loess dolls

زیستی کروتویناس^{۲۸} گفته می شود (روزیکووا، ۲۰۰۱) (شکل های ۷ تا ۹). تشکیل طبقات لسی عمدتاً در ارتباط با چرخه های یخچالی - بین یخچالی زمان پلیستوسن می باشد، بنابراین تناوب لایه های تیره و روشن ناشی از تغییرات آب و هوایی زمان تشکیل می باشند. لایه های به رنگ روشن در دوره های یخچالی^{۲۹} و یا دوره های سرد^{۳۰} در یک دوره بین یخچالی^{۳۱} که آب و هوای سرد و خشک حاکم بوده است تشکیل شده اند و لایه های به رنگ قهوه ای تیره به زمان های بین یخچالی مربوط می شود که به علت آب و هوای گرم و مرطوب فرایندهای خاکزایی صورت گرفته است.

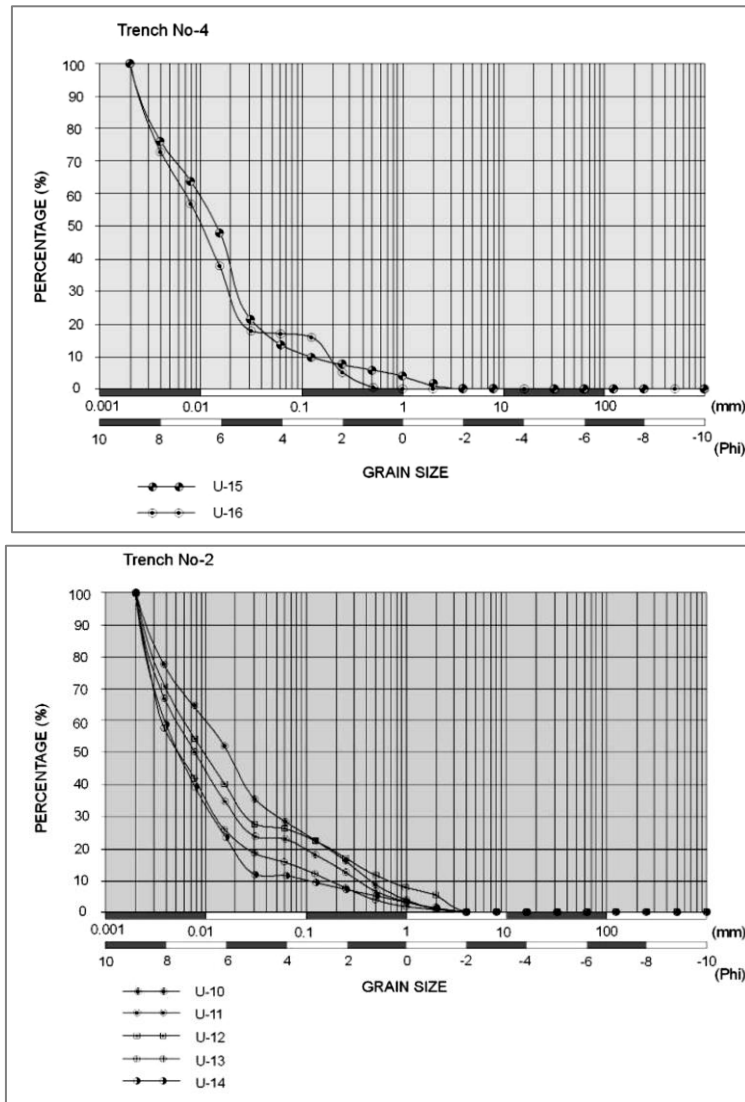
مطالعه دانه بندی لس های ارومیه

جهت بررسی لس های محدوده مورد پژوهش از نظر نوع دانه بندی، تعداد ۷ نمونه از دو رخنمون لس برداشت شد و مورد مطالعه دانه بندی^{۳۲} قرار گرفت. بر اساس نتایج آنالیزهای انجام گرفته، دیاگرام نسبت میانگین اندازه ذرات به جور شدگی رسوب ترسیم گردید (شکل ۱۱). همچنین منحنی های تجمعی برای دو ترانزیه به طور جداگانه ترسیم گردیدند (شکل ۱۲). در رسم این منحنی ها در محور عرض ها از مقیاس احتمالی استفاده شد، لذا منحنی های ترسیمی از نوع تجمعی احتمالی در محورها می باشند. محاسبات آماری در این نوع منحنی ها دقیق تر از مقیاس نوع حسابی می باشد و شیب خط در این منحنی ها تابعی از انحراف معیار یا جور شدگی می باشد. شیب بیشتر منحنی، میزان کمتر انحراف معیار و جور شدگی بیشتر رسوب را نشان می دهد. همچنین تغییر ناگهانی در روند منحنی انعکاسی از مکانیسم های مختلف رسوب گذاری می باشد (موسوی حریمی، ۱۳۸۳).



شکل ۱۱: دیاگرام نسبت میانگین اندازه ذرات به جور شدگی

30. Krotovinas
31. glacial periods
32. Stadial
33. interglacial periods
36. Granulometric



شکل ۱۲: منحنی‌های تجمعی احتمالی ترسیم شده بر اساس نتایج آنالیز دانه‌بندی نمونه‌های لس

همچنین دیاگرام هیستوگرام بر اساس نتایج توزیع اندازه دانه‌ها در نمونه‌های مورد مطالعه، جهت استفاده در تفسیر منشا و رسوب‌گذاری این نهشته‌ها انجام گردید (شکل ۱۳) و محاسبات جهت تعیین مقادیر میانه^{۳۳}، مد یا نما^{۳۴}، میانگین^{۳۵}، انحراف معیار ترسیمی جامع^{۳۶} یا میزان جور شدگی رسوب انجام گردید که نتایج حاصله به صورت جدولی ارائه گردیده است (شکل ۱۳). بنا به تعریف، میانه قسمت وسط منحنی است که در نقطه ۵۰ درصد منحنی واقع می‌شود و بر اساس ϕ نمایش داده می‌شود. به پر شیب‌ترین بخش منحنی مد

-
- 37. median
 - 38. Mode
 - 39. Mean
 - 40. I.G.S.D

اطلاق می‌گردد. این متغیر در تفسیر ژنز رسوب و نحوه حمل و نقل آن بکار می‌رود میانگین به حد متوسط اندازه ذرات در رسوب گفته می‌شود.

جهت محاسبه این پارامتر از فرمول مختص آن استفاده شده است. انحراف معیار رسوب نمایانگر میزان جور شدگی یا یکنواختی اندازه ذرات می‌باشد. جهت محاسبه این پارامتر، فرمول‌های مختلفی ارائه شده است ولی مبنای محاسبه ما در این مطالعه، فرمول انحراف معیار ترسیمی جامع (σ_1) بوده است (شکل ۱۳).

تحلیل و تفسیر نتایج مطالعه دانه بندی رسوب

از مطالعه دانه‌بندی نمونه‌های لس و دیاگرام‌های ترسیم شده هیستوگرام و تجمعی، می‌توان به نتایجی رسید که بدین شرح می‌باشند: بررسی مقادیر به دست آمده از پارامتر مد (M_o) نشان‌دهنده محدوده $\phi(8-)$ و در یک نمونه $\phi(5-6)$ برای این پارامتر می‌باشد. البته برای هر نمونه بیش از یک مد یا پیک وجود دارد، لذا این پارامتر استفاده چندانی به دست نمی‌دهد. پارامتر میانگین ($\bar{\phi}$) یا حد متوسط اندازه رسوب در محدوده اندازه "سیلت متوسط تا سیلت بسیار ریز" قرار می‌گیرد. جور شدگی یا انحراف معیار (σ_1) در همه نمونه‌ها در محدوده بین 2ϕ تا 3ϕ می‌باشد که بر اساس طبقه‌بندی فولک در طیف "جور شدگی بسیار بد" می‌باشد.

تغییر روند شیب (یا شکستگی) منحنی در منحنی‌های تجمعی ترسیم شده، نشان‌دهنده مکانیسم‌های مختلف رسوب‌گذاری در ارتباط با اندازه دانه‌ها و نوع حرکت آن‌ها می‌باشد. چنانچه در این منحنی‌ها ملاحظه می‌گردد تغییر شیب منحنی از سمت ذرات درشت به سمت ذرات ریزتر، در دو یا سه مرحله در هر منحنی اتفاق افتاده است. همچنین بررسی هیستوگرام ترسیم شده نشان‌دهنده وجود دو یا سه نما یا مد و در نتیجه بایمدال یا تری مدال بودن این رسوبات می‌باشد. وجود مراکز تجمع در هیستوگرام نمونه‌ها، نشان‌دهنده ناجوری ذرات رسوب و انعکاسی از منشا متفاوت آن‌ها می‌باشد. چراکه هر یک از این مراکز در رابطه با اندازه ذرات مختلفی است که از منشا به حوضه آورده شده‌اند. اگر هیستوگرامی بایمدال باشد، می‌توان گفت که رسوب از دو منشا سرچشمه گرفته است (موسوی حرمی - ۱۳۸۳). بررسی هیستوگرام ترسیمی نمونه‌های مورد مطالعه (شکل ۱۳) نشان می‌دهد که دو مرکز تجمع مشترک در هر هفت نمونه، محدوده اندازه رس و سیلت می‌باشد که به‌غیر از نمونه U-15، در بقیه نمونه‌ها ذرات اندازه رس در اکثریت می‌باشند. علاوه بر ذرات سیلت که انتقال آن‌ها توسط باد انجام گرفته است، حضور رس فراوان می‌تواند ناشی از فرسایش شدید و انتقال این مواد از ارتفاعات محدوده مورد تحقیق باشد چراکه ضخیم‌ترین رسوبات سنگ‌بستر ناحیه از نوع شیل می‌باشد. علاوه بر آن وجود مرکز تجمع سوم در اندازه ماسه در اکثر نمونه‌ها مشهود است که حضور این مواد رسوبی می‌تواند نشان‌دهنده نزدیکی سرچشمه انتشار مواد رسوبی به محل رسوب‌گذاری باشد، چراکه دانه‌های ماسه می‌توانند همراه باد تا مسافت‌های کوتاهی حمل شوند و در همان تله‌های رسوبی نهشته شوند که اندازه سیلت رسوب‌گذاری می‌کند (کوندیک^{۳۷}، ۲۰۰۵). مواد درشت‌تر رسوبی در صد کمی از وزن کل

برخی از نمونه‌ها را تشکیل می‌دهند و طبیعتاً به‌صورت واریزه‌ای - ثقلی انتقال و جزو مواد رسوبی لس گردیده است.

رسوب لس مورد مطالعه را به علت دارا بودن رس بیش از ۲۰ درصد، به‌عنوان یک لس رسی^{۳۸} می‌توان در نظر گرفت. همچنین به علت حضور مواد رسی در حجم زیاد، لس ارومیه به‌عنوان یک لس لومی^{۳۹} و نیز یک رسوب بادی - واریزه‌ای^{۴۰} می‌باشد (روزیکووا، ۲۰۰۱).

جدول ۱: محاسبات آنالیز دانه‌بندی نمونه‌های لس

No-sample	Md(ϕ)		Mo(ϕ)		Mz(ϕ)		I.G.S.D (σ_1)	
U-10	5.9	M.Silt	8-9	Clay	5.4	M.Silt	2.75 ϕ	P.sorted
U-11	7	F.Silt	8-9	Clay	6.0	F.Silt	2.75 ϕ	P.sorted
U-12	6.8	F.Silt	8-9	Clay	5.7	M.Silt	2.91 ϕ	P.sorted
U-13	7.7	V. F.Silt	8-9	Clay	6.7	F.Silt	2.33 ϕ	P.sorted
U-14	7.7	V. F.Silt	8-9	Clay	7.2	V. F.Silt	2.02 ϕ	P.sorted
U-15	6.2	F.Silt	5-6	M.Silt	6.3	F.Silt	2.34 ϕ	P.sorted
U-16	6.7	F.Silt	8-9	Clay	5.9	M.Silt	2.50 ϕ	P.sorted

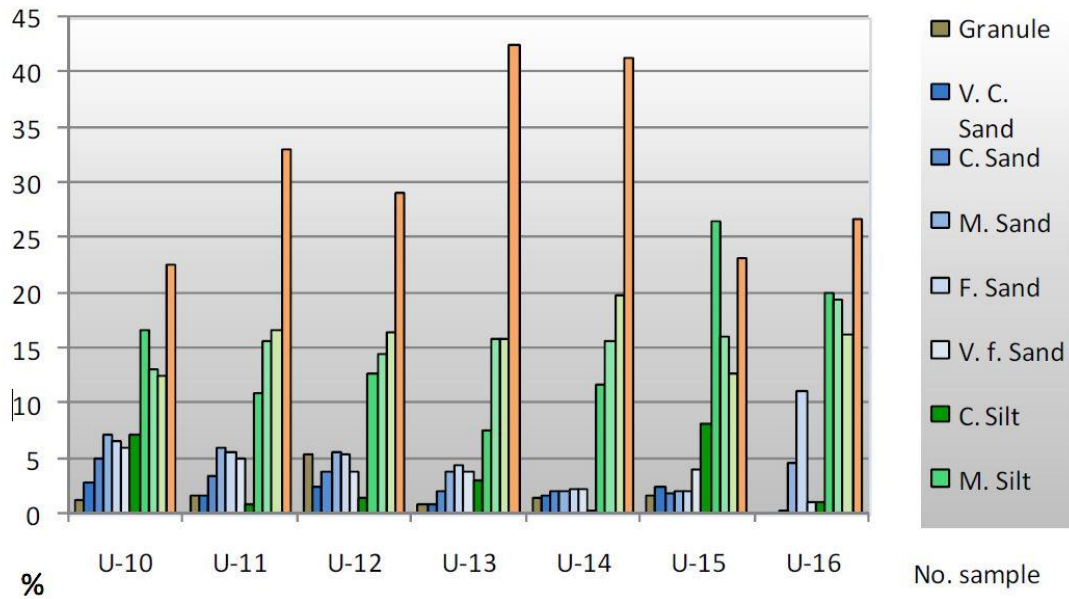
Md=Median, Mo=Mode, Mz=Mean, I.G.S.D=Inclusive Graphic Standard Deviation

$$Mz = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \quad \sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$$

42. Clay loess

43. Loess loam

44. Aeolian-colluvial



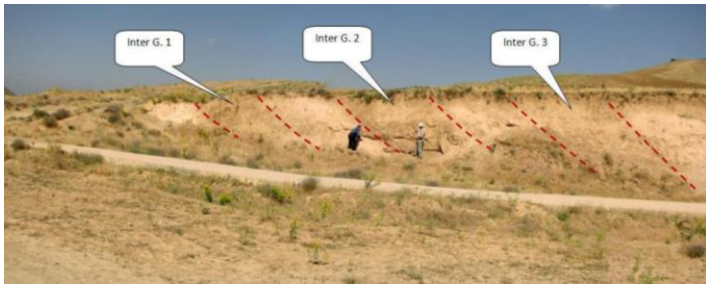
شکل ۱۳: نمودار هیستوگرام ترسیم شده بر اساس نتیجه آنالیزهای نمونه های لسی مورد مطالعه

بررسی سنی لسی های محدوده مورد تحقیق:

در طی عملیات صحرایی انجام گرفته، ضخیم ترین واحد لسی قابل مطالعه که یافته شد، ترازش ای بود که جهت احداث خط کانال آب ایجاد شده بود (ترازشه شماره Tr-1). در این ترازش رسوب لسی به ضخامت واقعی ۴۴ متر اندازه گیری گردید. طبقات لسی در این رخنمون شیب دار بوده و با برر سی انجام شده شیب دار بودن این لایه ها منشا اولیه داشته و ناشی از شیب توپوگرافی محل انباشت می باشد (شکل ۱۴).

برای بررسی سن لسی ها در منطقه، به علت نبود امکان سن سنجی کربن، از دو روش استفاده گردید:

روش ۱: در این روش جهت تخمین سن تشکیل لسی از پارامترهای زیر استفاده شد. الف) حداکثر ضخامت واحد لسی اندازه گیری شده ب) سرعت رسوب گذاری لسی در ناحیه نظر به گزارش مربوط به لسی های ناحیه شمال ایران (لطیف، ۱۳۸۲)، سرعت رسوب گذاری که به نهشته های لسی در ناحیه شمال ایران نسبت داده شده است، ۱۲ سانتیمتر در ۱۰۰۰ سال می باشد. همچنین در گزارش مربوط به ارومیه (پدارمی، ۱۳۷۰)، سرعت رسوب گذاری نهشته های لسی در این گزارش ۸ سانتیمتر در ۱۰۰۰ سال برآورد شده است. با توجه به ضخامت ۴۴ متر رسوب لسی که در مقطع زمین شناسی مورد مطالعه، اندازه گیری شده بود، عدد ۵۵۰۰۰۰ سال را به عنوان حداکثر زمان تشکیل برای ضخامت واحد لسی در این مقطع تعیین می کنیم. بنابراین حداکثر سن لسی های ناحیه ارومیه، بر اساس بیشترین مقدار ضخامت لسی مشاهده شده در ناحیه، به پلیستو سن میانی (ابتدای دوره یخچالی میندل^{۴۱}) می رسد. سن فوقانی برای واحد لسی را انتهای آخرین دوره یخچالی (ورم) معادل با اواخر پلیستو سن فوقانی (۱۸۰۰۰ الی ۱۲۰۰۰ سال پیش) می توان در نظر گرفت (شکل های ۱۴ و ۱۵).

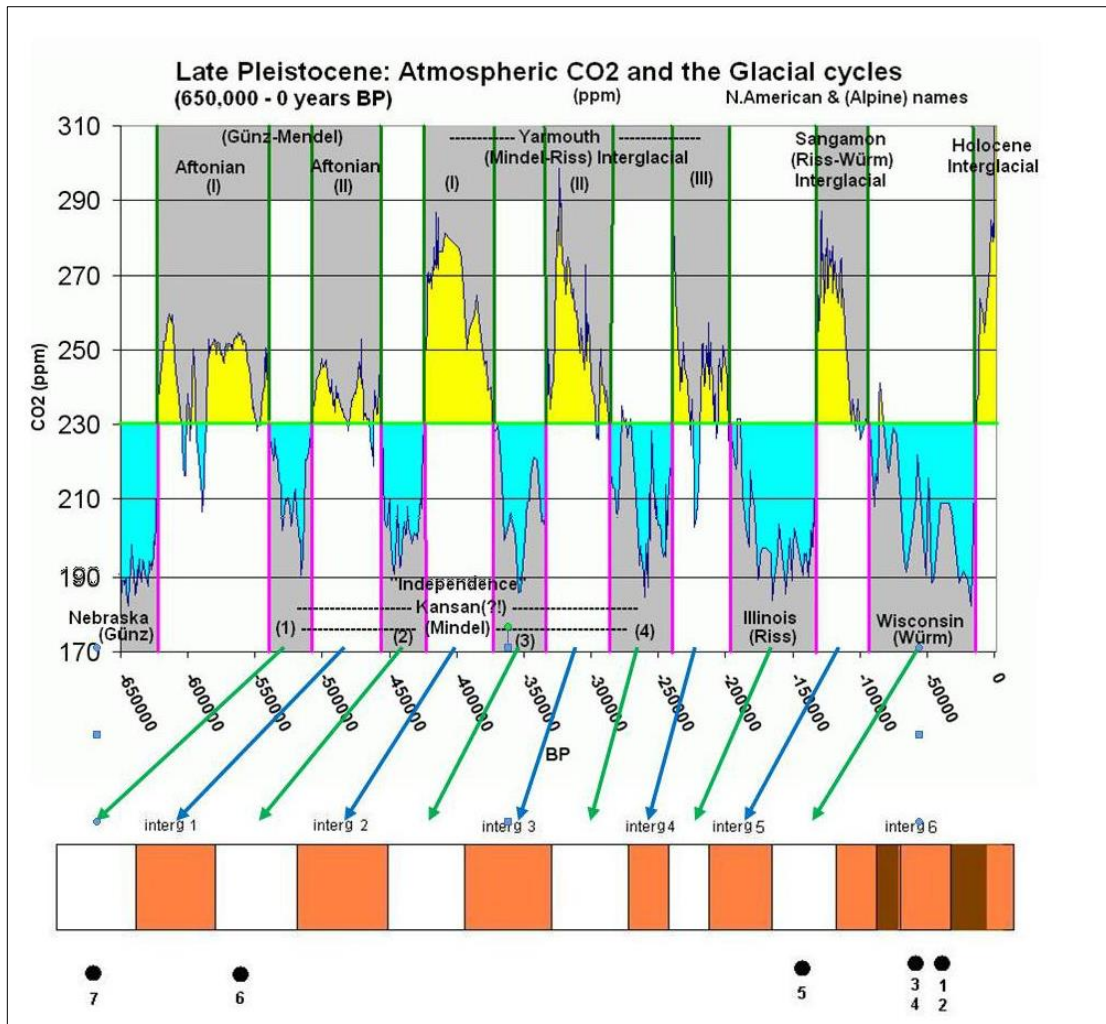


شکل ۱۵: بخشی از مقاطع واحد لسی مورد مطالعه (ترانسه شماره ۱)



شکل ۱۶: برش واحد لس در ناحیه جنوب غرب شهرستان ارومیه، (ترانسه شماره ۱) (خطوط قرمز رسم شده، شیب طبقات لس را نشان می‌دهند).

روش ۲: در این حالت از شیوه تفکیک طبقات تیره و روشن که بیانگر سیکل‌های آب و هوایی می‌باشند و تطابق آن با نمودار تغییرات آب و هوایی جهانی استفاده شده است. با دقت در مقطع مورد مطالعه، ۶ سیکل آب و هوایی (بخش‌های تیره و روشن) تشخیص داده شد. طبقات به رنگ قهوه‌ای تیره بیانگر آب‌وهوای گرم یا بین یخچالی و طبقات به رنگ شیری یا قهوه‌ای روشن نشان‌دهنده آب‌وهوای سرد یخچالی می‌باشد. آنگاه این سیکل‌های تفکیک شده را با منحنی تغییرات آب‌وهوایی مربوط به ۶۵۰ هزار سال پیش تا عهد حاضر (کواترنری فوقانی و هولوسن) تطبیق دادیم. شکل ۱۶، تغییرات رنگ طبقات لس در ترانسه مورد مطالعه را نشان می‌دهد که از راست به چپ به سمت لایه‌های قدیمی‌تر (لایه‌های تحتانی) پیش می‌رود. نتیجه حاصله در این روش نیز سن حدود ۵۵۰۰۰۰ را برای تحتانی‌ترین لایه لس مورد نظر به دست می‌دهد که تأییدکننده نتیجه به‌دست‌آمده از روش قبلی می‌باشد (شکل ۱۶).



شکل ۱۶: منحنی تغییرات آب و هوایی و انطباق آن با طرح ترسیم شده ترانسه (Tr-1)

ترانسه شماره ۲ (Tr-2) بر روی واحد دیگری از رسوب لس ایجاد شد، که ضخامت اندازه گیری شده رسوب لس در این ترانسه ۱۰ متر می باشد. طبق روش نخست با در نظر گرفتن سرعت رسوب گذاری (۸ سانتیمتر در ۱۰۰۰ سال) سن انباشتگی ضخامت این ترانسه (۱۰ متر) حدود ۱۲۵۰۰۰ سال محاسبه می شود (انتهای پلیستوسن میانی).

در روش دوم، با برر سی طبقات به رنگ های قهوه ای تیره و روشن، تعداد ۶ سیکل یا چرخه در این ترانسه تشخیص داده شد. سیکل ها در این ترانسه دارای ضخامت کمتری هستند و احتمالاً مربوط به چرخه های آب و هوایی ۲۳۰۰۰ ساله میلانکوویچ می باشند. (هر زوج طبقه تیره و روشن مربوط به یک چرخه آب و هوایی گرم و سرد) لذا بر این اساس سن قاعده این ترانسه معادل ۱۳۸۰۰۰ سال به دست می آید (شکل ۱۷).



شکل ۱۷: توالی در ترانشه مورد مطالعه.

ترانشه سوم (Tr-3) که در آن رسوب لسی مشاهده گردید و مورد مطالعه قرار گرفت، که در اثر پی کنی ایجاد شده بود. ترانشه ۸ متر و از پایین به بالا شامل رسوبات گراولی و ماسه‌ای ساحلی دریاچه‌ای، طبقات خاک دیرینه، رسوبات گراولی رودخانه‌ای، طبقه لس و رسوب گراولی فوقانی می‌باشند (شکل‌های ۱۸ و ۱۹). طبقه لس مورد نظر به ضخامت حدود ۱/۲ متر در بخش بالایی مقطع قرار دارد و از دو بخش قابل تفکیک از نظر رنگ تشکیل شده است (شکل ۱۸). بخش بالایی به رنگ قهوه‌ای (۴۰ سانتیمتر)، حاوی ندولهای آهکی با جهت‌یابی قائم می‌باشد و بخش پایینی رنگ سفید روشن (۸۰ سانتیمتر) دارد. سن رسوب دریاچه‌ای این ترانشه (طبقات ۴ الی ۹) را بر اساس ارتفاع قرارگیری آن (۱۳۷۴ متر از سطح دریا) که بالاترین ارتفاع رسوب دریاچه‌ای را در این ناحیه داشت، معادل "اوایل دوره یخچالی ورم^{۴۲}" (۵۰ الی ۷۰ هزار سال) در نظر می‌گیریم. حضور طبقه لس در بخش فوقانی این ترانشه، نشان‌دهنده سرد شدن آب‌وهوا در فاز بعدی ورم^{۴۳} می‌باشد. بنابراین سنی در حدود ۳۰ الی ۱۲ هزار سال را می‌توان به طبقه روشن‌تر واحد لس اختصاص داد. قسمت فوقانی طبقه لس که به رنگ قهوه‌ای تیره می‌باشد، نشان می‌دهد که آب‌وهوا به سمت گرم شدن پیش رفته و در نتیجه سنی که برای مرز این دو بخش می‌توان در نظر گرفت، معادل شروع دوره گرمگهان^{۴۴} (۱۰ الی ۱۲ هزار سال) می‌باشد که نشان‌دهنده مرز هولوسن و پلیستوسن است. در نهایت رسوب آبرفتی فوقانی این ترانشه سن هولوسن میانی تا فوقانی خواهد داشت. بر اساس روش اول (سرعت رسوب‌گذاری 8 cm/1000 Y) و در نظر گرفتن ضخامت ۱/۲ متری این طبقه لسی (بخش اول: ۸۰ سانتیمتر و بخش دوم: ۴۰ سانتیمتر) زمان رسوب‌گذاری ۱۵ هزار ساله می‌توان برای این طبقه لس در نظر گرفت که با اندازه‌گیری‌های انجام‌گرفته در روش بالا همخوانی دارد.

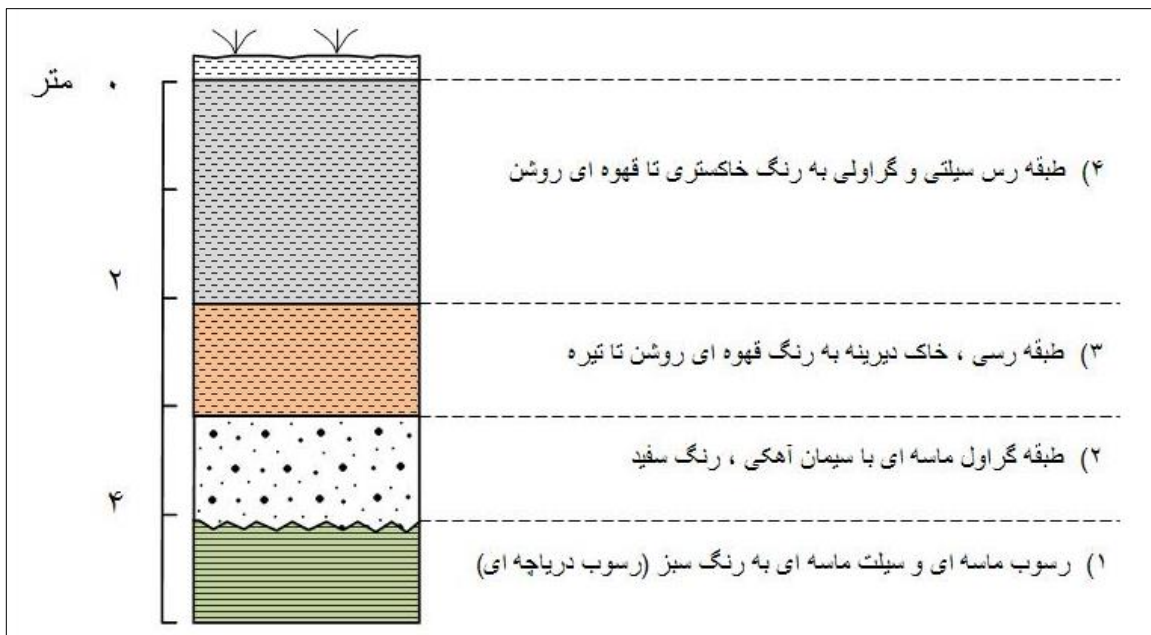
46. early wurm

47. late wurm

48. climatic optimum



شکل ۱۸: طبقه لسی در ترانشه شماره ۳



شکل ۱۹: ستون چینه شناسی ترانشه شماره ۳

مطالعه آثار زیستی:

در طبقه لسی مورد مطالعه (ترانشه شماره ۱)، انواعی از صدف های گاستروپدا مشاهده گردید. به آثار زیستی مزبور مالاکوفونا (Malacofauna) گفته می شود (روزیکووا، ۲۰۲۱). نمونه برداری از این صدف ها با مشخص نمودن محل دقیق برداشت نمونه و عکس برداری از محل انجام گردید. پس از شستشو به وسیله آب توسط میکروسکپ بیناکولار مورد مطالعه قرار گرفت و انواع آنها از نظر خانواده و جنس تعیین گردید (محل نمونه های صدف ها در ترانشه ۱ در شکل ۱۵ مشخص شده است). نکته ای که در مورد این صدف ها قابل ذکر است، وجود نوعی ارتباط بین تعداد یا نوع صدف ها با لایه های تیره و روشن ترانشه مورد مطالعه می باشند (تصویر ۱۶)

الف) افزایش تعداد جنس صدف‌ها (۴ جنس) و وجود گونه با چرخش چپ‌گرد در نمونه شماره ۵ (دوره یخچالی ورم)

ب) حضور صدف با اندازه بزرگ‌تر از سایر نمونه‌ها، در نمونه برداشت‌شده شماره ۶ (دوره یخچالی میندل)

ج) آغستگی صدف‌ها به مواد آلی سیاه‌رنگ در هر دو نمونه ۵ و ۶

همان‌گونه که در تصویر شماره ۱۶ مشاهده می‌شود، نمونه‌های ۵ و ۶ برداشت‌شده از بخش‌هایی می‌باشند که آب‌وهوای سرد (دوره‌های یخچالی ورم و میندل) در آن زمان حاکم بوده است.

تعیین جنس صدف‌های گاستروپید: (شکل شماره ۲۰)

1- Buliminidae pseudonapaeus sp.

صدف دارای طول ۹/۵ و عرض ۳/۵ میلی‌متر و ۶ دور چرخش می‌باشد. صدف چپ‌گرد^{۴۵} بوده و در نمونه شماره ۵ دیده شد. این صدف از نظر خانواده و جنس مورد شناسایی قرار گرفت.

2- Buliminidae pseudonapaeus cf. kuldshanus

طول و عرض صدف به ترتیب ۹/۵ و ۴/۵ میلی‌متر و دارای ۵ دور چرخش می‌باشد. صدف راست‌گرد بوده و در نمونه‌های شماره ۱ و ۲ دیده شد. این صدف از نظر خانواده، جنس و گونه (احتمالی) مورد شناسایی قرار گرفت.

3- Enidae Chondrula sp.

طول صدف ۶/۵ تا ۷/۲ میلی‌متر و عرض ۲/۲ تا ۳ میلی‌متر و ۶ دور چرخش می‌باشد. صدف راست‌گرد^{۴۶} بوده و دارای دندان‌های سه‌گانه در محل دهانه می‌باشد. در نمونه‌های شماره ۲ و ۳ و ۴ و ۵ دیده شد. این صدف از نظر خانواده و جنس مورد شناسایی قرار گرفت.

4- Helicodiscidae Helicodiscus cf. singleyanus

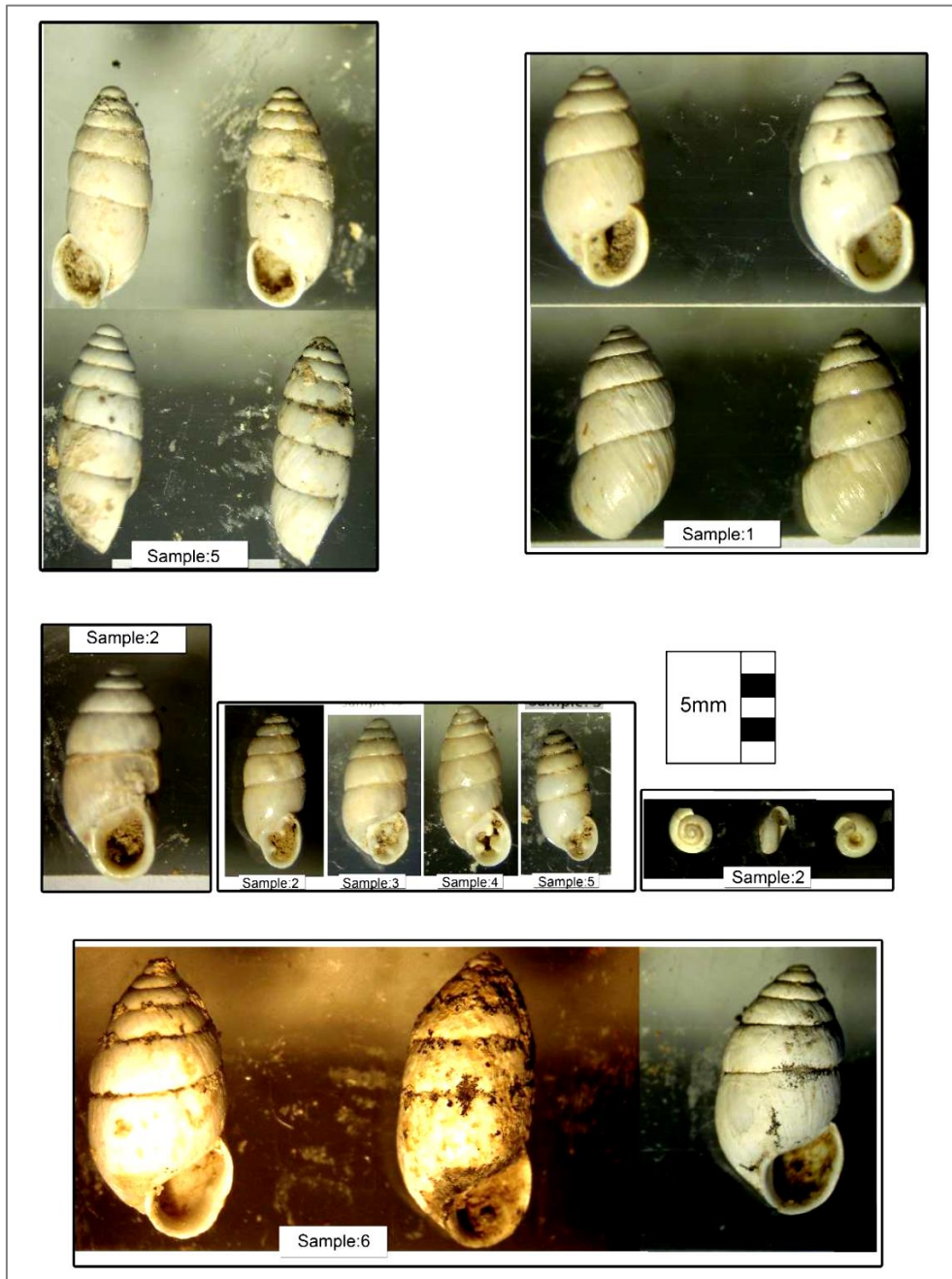
صدف دارای اندازه ۲ میلی‌متر بوده، ۳ دور چرخش دارد. صدف راست‌گرد می‌باشد و در نمونه شماره ۲ دیده شد. این صدف از نظر خانواده، جنس و گونه (احتمالی) مورد شناسایی قرار گرفت.

5- Enidae Napaeus sp.

طول صدف ۱۲/۳ و عرض ۶ میلی‌متر و دارای ۶ دور چرخشی می‌باشد. صدف راست‌گرد بوده و در نمونه شماره ۶ دیده شد. این صدف از نظر خانواده و جنس مورد شناسایی قرار گرفت.

49. sinistral

50. Dextral



شکل ۲۰: انواعی از صدف های گاستروپدا

نتیجه گیری

لس‌ها، نهشته‌های بادی ریزدانه با منشأ آواری و همچنین محصول گرد و غبار هستند که به رنگ زرد مایل به خاکستری بوده و ۷۰ تا ۹۰ درصد مواد تشکیل دهنده آن را سیلت تشکیل داده است. این نهشته‌ها بیشتر کانی‌های سنگ‌ساز کوارتز و به میزان کمتری کانی‌های رسی می‌باشند. این نهشته‌ها عموماً یکنواخت، بدون چین‌بندی، متخلخل، شکننده، کمی چسبنده، شامل سیلت و با مقدار کمتری رس تا ماسه دانه ریز می‌باشد. ذرات موجود در نهشته‌های باد، ریزدانه و زاویه‌دار بوده و اغلب از تخریب مکانیکی در منشأ سایش یخچالی یا فرآیندهای سازنده خاک ناشی می‌گردند. نهشته‌های لسی بر اساس منشأ پیدایش می‌توانند دورنمایی از فرآیندهای ژئومورفولوژیکی که در گذشته فعال بوده‌اند را ارائه دهند و از طرف فرآیندهای غالب فرم‌دهنده اشکال ژئومورفیک را در گذشته نمایان کنند به همین دلیل به منظور مطالعه پالئوژئومورفولوژی بسیار حائز اهمیت می‌باشند. در این مطالعه با بهره‌گیری از تصویر ماهواره‌ای ETM، میزان گسترش نهشته‌های لس در محدوده شهرستان ارومیه تعیین گردید. در این بررسی مشخص شد که رسوب‌گذاری لس در شیب شمال تا شمال شرقی یا جهت بادپناه دامنه ارتفاعات و در مواردی داخل فرورفتگی‌های ساختاری سنگ‌بستر انجام گرفته است. با تطبیق لایه‌های تیره و روشن مربوط به ضخیم‌ترین ترانشه مورد مطالعه، با منحنی تغییرات آب و هوایی، سن تخمینی ۵۵۰ هزار سال برای قدیمی‌ترین لایه لس به دست آمد. انجام آنالیز دانه‌بندی نمونه‌های لس و ترسیم دیاگرام‌های رسوبی، پیک‌هایی را آشکار می‌کند که نشان‌دهنده منشأ دو تا سه‌گانه ذرات تشکیل دهنده این لس‌ها می‌باشد. حضور مرکز تجمع ماسه می‌تواند نشان‌دهنده نزدیکی سرچشمه انتشار ذرات به محل رسوب‌گذاری باشد. به علت وجود رس در مقادیر بالا لس ارومیه را می‌توان به‌عنوان یک لس لومی در نظر گرفت و تناوب لایه‌های خاک فسیل و لس باعث می‌شود این واحدهای رسوبی را تحت عنوان "کمپلکس‌های لسی" نام ببریم.

- پدرامی، منوچهر، عندلیبی، محمد جمیل، ۱۳۶۴، گزارش چینه‌شناسی زمانی حفاری باستان‌شناسی. رضایی، پیمان - جلیلیان، علی حسین، ۱۳۷۷، پترولوژی سنگ‌های رسوبی، انتشارات دانشگاه هرمزگان سرتیپی، عبدالحمید - حق فرشی، عنایت‌الله - گزارش زمین‌شناسی نقشه ۱:۲۵۰۰۰ ارومیه. سودمند، علی، ۱۳۹۲، پراکنش ویژگی‌های رسوب‌شناسی و پدولوژیک لس‌های منطقه سرخس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- شهرستان پیشوا، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- غلامی زاده، پریرسا، ۱۳۸۹، رسوبات تخریبی کواترنری، بافت و ساخت انواع اصلی - سازمان زمین‌شناسی کشور.
- کریمی، علی‌رضا کارویه، ۱۳۸۷، بررسی تکامل خاک‌ها و تعیین منشا و سن‌یابی رسوبات سیلتی در لند فرم‌ها اطراف مشهد، رساله دکتری، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- گیاهی، سمیه، امینی، عبدالحسین، ۱۳۹۰ - ارزیابی هوازدگی نهشته‌های لسی فلات لسی ایران (مطالعه موردی حوضه قرناوه)، سی‌امین گردهمایی علوم زمین، زنجان.
- لطیف، مهندس، ثروتی، محمدرضا، اسماعیلی، رضا، ۱۳۸۲ - پراکندگی، منشا، سن و آثار دیرینه اقلیم لسه‌ها در شمال مرکزی ایران - مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۷.
- معمد، احمد، ۱۳۷۹، رسوب‌شناسی (تجزیه مواد و محیط‌های رسوبی) - انتشارات دانشگاه تهران - چاپ هفتم موسوی حرمی، سید رضا، ۱۳۸۳، رسوب‌شناسی - موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی.
- موسوی حرمی، سید رضا - محبوبی، اسدالله، ۱۳۸۵ - سنگ‌شناسی رسوبی، مقدمه‌ای بر منشا سنگ‌های رسوبی - جهاد دانشگاهی مشهد.

- Associated Clay Minerals in Soils and Sediments of Southern Mashhad, Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy, No. 16, pp. 545-558.
- Goudie, A.S., Parker, A.G., Bull, P.A., White, K. and Farraj, A.A. 2000. Desert loess in Ras Al Khaimah, United Arab Emirates. Journal of Arid Environments, 46: 123-135.
- Iriondo, M.H. and Kröhling, D.M. 2007. Non-classical types of loess. Sedimentary Geology, 202: 352-368.
- Jacobs, P.M., Mason, J.A. and Hanson, P.R. 2011. Mississippi valley regional source of loess on the southern green bay lobe land surface, Wisconsin. Quaternary Research, 75: 574-583.
- Karimi, A., Frechen, M., Khademi, H., Kehl, M., and Jalaian, A. 2011. Chronostratigraphy of loess deposits in northeast Iran. Quaternary International, 234: 124-132.
- Karimi, A., Frechen, M., Khademi, H., Kehl, M., and Jalaian, A. 2011. Chronostratigraphy of loess deposits in northeast Iran. Quaternary International, 234: 124-132.
- Karimi, A., Jalalian, A., Kademi, H., 2009, Genesis and Distribution of Palygorskite and
- Kehrwald, N.M., McCoy, W.D., Thibeault, J., Bunt, S.J. and Oches, E.A. 2010. Paleoclimatic implications of the spatial patterns of modern and LGM European land-snail shell $\delta^{18}O$. Quaternary Research, 74: 166-176.
- Kehrwald, iNCMo, mMcCoy, ...W.D., Thibeault, J., Bunt, S.J. and Oches, E.A. 2010. Paleoclimatic implications of the spatial patterns of modern and LGM European land-snail shell $\delta^{18}O$. Quaternary Research, 74: 166-176.

- Khormali, F. and M. Ajami. 2011. Pedogenetic investigation of soil degradation on a deforested loess hillslope of Golestan Province, Northern Iran. *Geoderma*, 167-168: 274-283.
- Kundic vesna, 2005: Age and Provenance of Long Island Loess, Thesis Master of Science, Stony Brook University
- Muhs, D.R. 2007. Loess deposits, origins and properties. In: Elias, S.A. (Ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*, pp. 1405-1418.
- Pécsi, M. 1990. Loess is not just the accumulation of dust. *Quaternary International*, 7/8: 1-12.
- Pettijohn F.J., 1975: *Sedimentary Rocks*, Harper & Row publishers
- Ruzickova E., Ruzicka M., Zeman A., Kadlec J. 2001: Quaternary clastic sediments of the Czech Republic, Texture and structures of the main genetic types
- Sun, J. 2002. Provenance of loess material and formation of loess deposits on the Chinese loess plateau. *Earth and Planetary Science Letters*, 203:845-854.
- Sun, J. 2002. Provenance of loess material and formation of loess deposits on the Chinese loess plateau. *Earth and Planetary Science Letters*, 203:845-854.
- Tsoar, H. and Pye, K. 1987. Dust transport and the question of desert loess formation. *Sedimentology*, 34: 139-153.
- Tucker, M. E., 1981, third edition 2001: *Sedimentary Petrology, An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*, Blackwell Scientific Ltd