

پراکندگی، منشأ، سن و آثار دیرینه اقلیم لُس‌ها در شمال مرکزی ایران

نویسنده: مهندس لطیف

مترجمان: دکتر محمدرضا ثروتی
رضا اسماعیلی
کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی

چکیده

نقشه‌برداری کواترنر در شمال مرکزی ایران اولین مدرک را از نهشته‌های منطقه فراهم نمود. این لُس‌ها از دشت‌های سیلابی مجاور، ناشی شده به وسیله باد از فاصله نسبتاً کوتاهی از مناطق کم‌ارتفاع حمل شده‌اند. میزان تجمع لُس در حدود 12cm برای هر ۱۰۰۰ سال فرض شده است که به طور غیر مستقیم تشکیل مقطع لُس‌های نوده (استان گلستان) را طی ۲۰۸۰۰۰ سال نشان می‌دهد. مدارک دیرینه اقلیم نشان می‌دهد که لُس‌های شمال مرکزی ایران تحت شرایط سرد، خشک و بادی که به وسیله تشکیلات خاک‌های فسیل در دوره‌های گرم و کوتاه قطع شده‌اند نهشته شده‌اند توالی لُس و خاک‌های فسیل در مقطع نوده با دوره‌های یخچالی ریس - وورم و دوره‌های بین یخچالی ریس - وورم و عصر بین یخچالی حاضر مطابقت دارد. بازتاب تغییرات وسیع جهانی دیرینه اقلیم شاهد لُس، در یک مقایسه نسبتاً خوب با داده‌های مغزه‌ی دریای عمیق نشان داده می‌شود. هم‌چنین‌نگاری لُس و خاک‌های فسیل و هم‌منحنی بازسازی شده $kd.CL$ (نسبت سیلت درشت به رس) بازتابی از دوره‌های ۲۰۰۰۰ ساله و ۱۰۰۰۰۰ ساله را نشان می‌دهد که احتمال آغاز یک دوره بادی، سرد و خشک دیگر را می‌توان پیش‌بینی کرد که تقریباً در ۶۰۰۰ سال آینده رخ خواهد داد و حداکثر آن در ۵۶۰۰۰ سال خواهد بود.

واژگان کلیدی: پراکندگی فضایی، لُس‌ها، چینه، کرونولوژی

مقدمه

در نقشه زمین‌شناسی ایران به مقیاس ۱:۱۰۰۰/۰۰۰ که به وسیله هوبر^۱ در سال ۱۳۵۶ در شرکت ملی نفت ایران تهیه شده است، رسوبات لُسی در استان گلستان، در

¹ Huber

منطقه سرخس (شمال شرق ایران) و در بخش جنوبی رودخانه ارس و نیز در حاشیه سفیدرود نشان داده شده‌اند. قبل از آن بوبک^۱ در سال ۱۳۱۶ و باربیر^۲ در سال ۱۳۳۹ به لس‌های دره سفیدرود و مازندران اشاره کرده‌اند. همین‌طور ا. اهلرز^۳ در سال ۱۳۵۰ بر پایه مطالعات شخصی و استفاده از منابع و مآخذ موجود، رسوبات لسی در حاشیه جنوبی دریای خزر، استان گلستان و سفیدرود را مورد مطالعه قرار داده است.

در سال ۱۳۶۹م. اونق برای رساله دکتری خود با عنوان بررسی « تحول ژئومورفولوژی حوضه آبریز قره‌سو» در استان گلستان لس‌های این حوضه را نیز بررسی نموده است، که تاکنون نتایج آن به چاپ نرسیده است. همان‌طور که در اولین نقشه ژئومورفولوژی ایران (تألیف ثروتی، بوشه^۴ و گرونت^۵، سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۷۴). آورده شده، پهنه‌های لسی و لندفرمهای مربوط یکی از واحدهای ژئومورفولوژی ایران است با وجود این مطالعه سیستماتیک این واحد ژئومورفولوژیکی هنوز در آغاز راه است. به این دلیل بر آن شدیم که با همکاری مهندس رضا اسماعیلی مقاله حاضر را به ویژه برای استفاده دانشجویان رشته جغرافیای طبیعی ترجمه نماییم. این مقاله را مهندس لطیف در سال ۱۳۶۷ در سمپوزیوم بین‌المللی لس در نیوزلند ارائه نموده که در مجموعه مقالات مربوط به آن سمپوزیوم به زبان انگلیسی به چاپ رسیده است و آن را پروفسور اسکورونک^۶ استاد انستیتوی خاکشناسی دانشگاه بن که تحقیقات بسیاری درباره لس‌های آلمان و برخی کشورهای دیگر انجام داده، در اختیار اینجانب قرار داد. ایشان به عنوان استاد جغرافیای خاک‌ها، مرا در سال ۱۳۵۶ در حین انجام یک سفر علمی به منطقه باواریا^۷ با لس‌های این منطقه آشنا نمود.

خوشبختانه معاونت پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی با پیشنهاد دانشکده علوم زمین در راه همکاری‌های بین‌المللی دعوتی از آقای پروفسور اسکورونک از تاریخ ۸۰/۱۲/۲۸ تا ۸۱/۱/۲۲ برای سفر به ایران به عمل آوردند و اینجانب این فرصت را یافتم که به همراه ایشان یک سفر مختصر به استان‌های گیلان و مازندران و گلستان انجام دهم. در این سفر تأکید بر مطالعه پهنه‌های لسی استان گلستان بود. امید است که با همکاری ایشان و دیگر همکاران ایرانی بتوان لس‌های ایران را از نظر رسوبشناسی، خاکشناسی، استراتیگرافی و ژئومورفولوژیکی مورد مطالعه دقیق و سیستماتیک قرار داد

1 Bobek
2 Barbier
3 E. Ehlers
4 Busche
5 Grunert
6 Prof. Skowronek
7 Bavaria

تا بدین‌وسیله قدمی در راه روشن کردن و توضیح تغییرات اقلیمی و محیطی شمال ایران برداشته شود.

در مورد لس‌های شمال ایران و خصوصاً شمال مرکزی ایران تاکنون تحقیقی انجام نشده ولی این نهشته‌ها در نقشه‌های زمین‌شناسی کشور که به‌وسیله زمین‌شناسان نفت نقشه‌برداری شده، نشان داده شده‌اند. در اینجا هیچ اطلاعاتی نه درباره ویژگی‌های اساسی که نشان‌دهنده این مواد به عنوان لس باشد و نه درباره جنبه‌های استراتیگرافی و دیرینه اقلیمی آن‌ها ارائه نشده است. مطالعات وسیعی را که محققان رشته‌های مختلف در مورد لس‌های کشور همسایه، اتحاد جماهیر شوروی (سابق)، انجام دادند، خلأ بزرگ علمی‌مان را از کواترنر آشکار ساخت. به همین دلیل نویسنده در تابستان ۱۹۸۵ یک پروژه نقشه‌برداری از نهشته‌های کواترنر گنبد قابوس را در شمال مرکزی ایران آغاز کرد. این مقاله بر مبنای بخشی از نتایج این پروژه تهیه شده است.

موقعیت کلی و پراکندگی فضایی

در محدوده چهارگوش گنبد قابوس نهشته‌های لسی ضخیمی وجود دارد که منطقه مشخصی را از رودخانه اترک در شمال، کوه‌های البرز در جنوب، کپه داغ در شرق و حاشیه دشت‌های سیلابی دریای خزر در غرب پوشش می‌دهد (شکل ۱) در نقشه‌برداری جدید از نهشته‌های کواترنر منطقه، یک تقسیم‌بندی فرعی و مقدماتی از رخساره‌های سنگی لس‌ها پیشنهاد شد. این تقسیم‌بندی فرعی مبنایی برای معیارهای لیتولوژی و جغرافیایی است و بخش‌های زیر را شامل می‌شود:

الف- واحد داشلی برون: این واحد به رودخانه اترک و حاشیه مناطق هموار شمال، شمال غرب و غرب متصل است که رخساره‌های لس‌های آن درشت‌ترین دانه‌ها را دارد. این واحد یک‌واحد اراضی کم‌شیب است که به‌وسیله زهکش دره‌های نسبتاً عمیق رودخانه اترک بریده شده است.

ب- واحد آق‌بند: این بخش قسمت فرورفته غربی ساختمان کپه‌داغ را در برمی‌گیرد. این واحد ناهموارترین بخش منطقه نقشه‌برداری شده را پوشش می‌دهد و شامل فلاتی است که از نظر فرسایشی در دوره بلوغ و دارای تپه‌های مخروطی شکل و خط‌الرأس‌های تند است.

ج- واحد حاج قوشن: این بخش، آمیخته‌ای لسی - رودخانه‌ای را شامل می‌شود که حوضه رودخانه گرگان را اشغال کرده است. در این واحد حوضه‌های فرعی متعددی

وجود دارند که کوه‌های البرز و کپه داغ را زهکشی نموده بعد از حمل رسوبات، دشت حاصلخیز گنبد قابوس را شکل داده‌اند.

د- واحد نوده: این بخش پوشش ضخیمی از لس‌ها را تشکیل می‌دهد که قسمت‌های پایینی دامنه‌های شمالی البرز را در برمی‌گیرد. در این مقاله بر این واحد که بهترین رخساره را دارد، تأکید شده است.

تعیین مرزهای بین این واحدها به دلیل غیریکنواخت بودن فرسایش پهنه‌ای و تفاوت در بافت مواد، مشکل است.

به سمت غرب منطقه پوشیده از لس، یک دشت سیلابی دلتایی وسیع و یکنواخت و حوضه‌های سیلابی گرگان و اترک تا دریای خزر کشیده شده‌اند. این منطقه مسطح به وسیله تپه‌ها و رشته‌های پراکنده که در اینجا به عنوان تپه‌های ثابت رسی - سیلنتی تفسیر می‌شوند، قطعه‌قطعه شده است. این تفسیر با پیشنهاد زمین‌شناسان نفت متفاوت است. آن‌ها تپه‌ها را به طور ساختمانی به وسیله پشته‌های لسی کنترل شده به حساب می‌آورند. شکل تپه‌های لسی به دو صورت عمده فرض می‌شود:

الف- تپه‌های طولی با جهت تقریباً شرقی - غربی با طول ۳/۵km و عرض حدود ۰/۵km این تپه‌ها ممکن است شبیه به نوع پاهای آمریکایی باشند (فلینت، ۱۹۷۱: ۱۱۳۱-۱۱۳۲) و بنابراین احتمال دارد منشأشان با دوره‌های بادهای قوی در ارتباط باشد.

ب- تپه‌های معکوس موجی شکل با جهت تقریباً شمالی - جنوبی با طول ۱۳km و عرض ۳km این تپه‌ها به چندین «دریاچه تلماسه‌ای» موقتی و دائمی احاطه دارند. تپه‌های مناطق تنگلی و آلام گل از این قبیل‌اند. این تپه‌های تثبیت شده آخرین رسوبات لسی ظاهر شده در نزدیکی دریای خزر هستند.

منشأ اصلی

در بحث ما راجع به منشأ اصلی رخساره‌های لسی شمال مرکزی ایران مشاهدات زیر قابل توجه خواهد بود.

الف- تجمع لس‌ها با سیستم‌های رودخانه محلی

موضوع مذکور با پراکندگی نهشته‌های لسی در شمال ایران تشریح می‌شود (شکل ۱) این نهشته‌های سیلنتی، محلی هستند در سه منطقه وسیع و مجزا قرار گرفته‌اند:

- منطقه اصلاندوز جایی که نهشته‌های لسی در مجاور حوضه‌های رودخانه‌های ارس و کورا هستند.

- منطقه سرخس در شمال شرق که در مجاورت رودخانه تجن است، اما احتمالاً یک پراکندگی دیگر هم در بیابان قره‌قوم به سمت شمال وجود دارد.

- لس‌های شمال مرکزی ایران که در منطقه بین رودخانه‌های گرگان و اترک تجمع وسیعی را به وجود آورده‌اند. در اینجا ارتباط بین نهشته‌های لسی با نهشته‌های دشت‌های سیلابی محلی، به وسیله وجود تپه‌های تثبیت شده لسی در بخش غربی دشت‌های دلتایی رودخانه‌ای و نیز به وسیله شباهت منحنی‌های توزیع اندازه ذرات - هم در لس نوده و هم در رسوبات دوره‌ای رودخانه‌ای مجاور دشت سیلابی رودخانه گرگان نشان داده می‌شود (شکل ۲).

ب - فقدان لس در کرانه‌های جنوبی دریای خزر (شکل ۱)

در کرانه‌های جنوبی دریای خزر یعنی در شیب‌های شمالی رو به دریای رشته‌کوه البرز از شهر گرگان در شرق تا آستارا در غرب در فاصله‌ای حدود 550 km هیچ نوع نهشته‌های لسی وجود ندارد.

ج - تنوع اندازه ذرات با فاصله

تجزیه اندازه ذرات از سه واحد نمونه که قبلاً تشریح شد (داشلی برون، آق بند و نوده) نشان می‌دهند که اندازه ذرات با طی مسافت تغییر می‌یابند. با حرکت در امتداد جهت‌های $N-S$ ، $NW-SE$ و $W-E$ ، کاهشی تدریجی در اندازه ذرات مشاهده می‌شود (شکل ۳). رخساره‌های لسی به صورت متوالی از ماسه لسی به لس ماسه‌ای و لس‌های رسی تغییر می‌کند.

د - پراکندگی ارتفاعی

در چهارگوش گنبد قابوس و در بخش کوهستانی رشته‌کوه البرز بین آزادشهر در غرب و کلالة در شرق در ارتفاع بیش از ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر لسی وجود ندارد. اگر تأثیر بالآمدگی و فرسایش بعدی نادیده انگاشته شده توجه به زمان نهشته‌های لس که در بخش بعدی خواهیم دید، منطقی است، پس حدود ارتفاعی به نتایج زیر منتهی می‌شود:

- لس‌های شمال ایران از فاصله نسبتاً کوتاهی حمل شده‌اند.

- لس‌ها بیشتر از دشت‌های سیلابی محلی منشأ می‌گیرند. وقتی هیچ دشت سیلابی وجود ندارد، هیچ لسی هم وجود نخواهد داشت، مثل کرانه‌های جنوبی دریای خزر.
- باد (عامل حمل) بر ارتفاعات تأثیر قابل ملاحظه‌ای ندارد.

سن

هنوز هیچ چینه‌شناسی زمان مطلق یا نسبی برای مطالعه لس‌های عصر حاضر شمال ایران صورت نگرفته است. از این رو نسبت دادن سن و ورم پسین در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی کشور پایه مشخصی ندارد. در نتیجه مؤلف، اطلاعات چینه‌نگاری و چینه‌شناسی زمانی مناطق آسیای میانه شوروی (سابق) را به کار برد تا میزان تجمع لس‌ها را برای نیمه بالایی پلیستوسن (یعنی حد حاصل بین ۸۰۰۰۰۰ سال تا ۱۰۰۰۰ سال پیش) محاسبه نماید (لازارنکو، ۱۹۸۲: ۱۹۰). میزان انباشتگی لس‌ها بر اساس رسوبات شوروی (سابق) پایه‌گذاری شده‌اند، زیرا لس‌های شمال مرکزی ایران تا نزدیکی جمهوری ترکمنستان شوروی (سابق) ادامه می‌یابد. از این رو محاسبات، میزان تجمع لس را 12cm در هر ۱۰۰۰ سال تعیین کرده است. بر این مبنا مقطع تیپ نوده که تقریباً ۲۵ متر ضخامت دارد (شکل ۴) تقریباً سنی معادل ۲۰۸۰۰۰ سال را دارا است و بدین ترتیب $\frac{1}{8}$ دوران چهارم را نشان می‌دهد. پایین‌ترین لایه لس L_3 تقریباً در ۲۰۸۰۰۰ سال پیش تا ۱۳۳۰۰۰ سال پیش تشکیل شده است، و بنابراین اواخر پلیستوسن میانی را شامل می‌شود. گروه خاک لس‌های فسیل S_3 ، L_2 ، S_2 محدوده زمانی تقریباً ۱۳۳۰۰۰ سال تا حدود ۱۱۳۰۰۰ سال پیش را در بر گرفته است و لس‌های L_1 هم ۱۱۳۰۰۰ سال تا حدود ۱۳۰۰۰ سال قبل یعنی پلیستوسن بالایی را در برمی‌گیرد. بالاترین لایه لس L_0 با میان لایه خاک فسیل S_1 و خاک‌های کنونی S_0 بیانگر عصر هولوسن است. در محاسبه میزان تجمع لس، زمان وقفه رسوبی یا فرسایش در فواصل خاک فسیل و همچنین زمان فرسایش بین خاک‌های فسیل و لس‌های سطحی در نظر گرفته نشده است.

آثار دیرینه اقلیم

حجم $CaCO_3$ ، نسبت FeO/Fe_2O_3 و نسبت Kd/Cl (نسبت سیلت درشت به رس) در اینجا به‌عنوان شاخص‌های دیرینه اقلیم به کار رفته‌اند. بنابراین حجم کربنات بیشتر، نسبت کمتر FeO/Fe_2O_3 و نسبت بیشتر Kd/Cl شرایط خشک، سرد و بادی را نشان می‌دهند که عکس آن بر شرایط اقلیمی: رطوبت، گرما و وزش اندک باد اشاره

دارد (لیو و همکاران، ۱۹۸۵: ۲۱-۲۱). شکل ۵ تنوع زمانی این پارامترها را برای مقطع نوده نشان می‌دهد. شاخص‌های مهم: سرما، خشکی و وزش باد هم در لس‌های پایینی (L_3) و هم در لس‌های بالایی (L_1) مشاهده می‌شوند. این لایه‌ها به وسیله یک دوره گرم و مرطوب مجزا شده و با علائم (S_2 ، L_2 ، S_3) نشان داده شده‌اند. این بهبود شرایط اقلیمی در کانی‌شناسی رسوبات هم منعکس شده است (شکل ۶). در خاک‌های فسیل S_2 و S_3 در نتیجه افزایش تراوش آب مقادیر کمی کلسیت وجود دارد ولی مقادیر کانی‌های رسی و هماتیت به واسطه خاکزایی و اکسایش بیشتر است که با همدیگر بهبود اقلیم یعنی شرایط گرم و مرطوب را نشان می‌دهند. شرایط مشابه دوره‌های گرم، در بالای مقطع (S_0 ، L_0 ، S_1) خاتمه می‌یابد (البته در محدوده بالاترین لایه به علت مشکلات تکنیکی، نمونه‌برداری انجام نشده است). مقایسه آثار نوده با مغزه‌ی دریای عمیق ۳۰-۱۹۹ (شکل‌تون و همکاران، ۱۹۸۳: ۳۲۲-۳۱۹) مشخص می‌کند که فاصله نشان‌داده شده لس‌های L_3 با استفاده از ایزوتوپ O_{18} با اشکوب ۶ [شرایط سرد، خشک و بادی دوره وورم] مطابقت دارد و گروه S_2 ، L_2 ، L_1 با استفاده از ایزوتوپ O_{18} با اشکوب ۵ [شرایط گرم و خشک ریس - وورم] تطبیق دارند (شکل ۵). در دومین محدوده عمده لس‌ی، L_1 ، حداکثر نسبت Kd/CL در ۷۰۰۰۰ سال پیش با استفاده از ایزوتوپ O_{18} با اشکوب ۴ [شرایط سرد وورم] تطبیق می‌کند. به هر جهت، اگرچه ۳۰۰۰۰ سال اخیر در منحنی‌هایمان نشان داده نشده است ولی اشکوب ۱ باید با بالاترین گروه‌های خاک لس‌های فسیل S_0 ، L_0 و S_1 تطبیق داشته باشد.

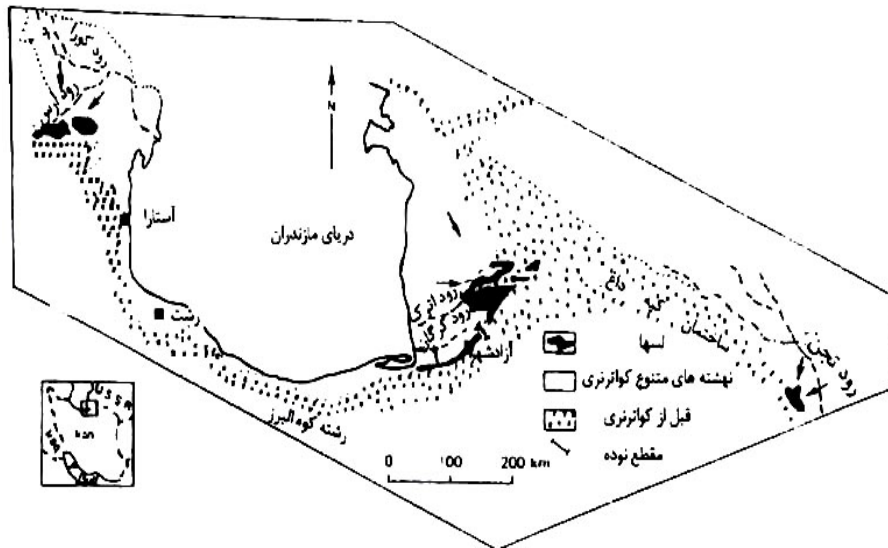
مقایسه با سیستم چینه‌شناسی آلپ اروپا نشان می‌دهد که فاصله لایه پایینی L_3 با اشکوب یخچالی ریس تطبیق دارد. ادامه شرایط گرم در S_2 ، L_2 ، S_3 که در فاصله زمانی حدود ۲۰۰۰۰ سال است، با آخرین دوره بین یخچالی یعنی دوره یخچالی ریس - وورم تطبیق می‌کند. لس‌های بالایی L_1 با دوره یخچالی وورم همزمان است. یک حداکثر عمده در حدود ۷۰۰۰۰ سال پیش وجود دارد که از هر اشکوب یخچالی پیشین بالاتر و نشان‌دهنده اقلیمی با وزش باد بیشتر است. مسأله غیرعادی این است که این حداکثر، با اصول پذیرفته شده قبلی اشکوب یخچالی وورم تطبیق دارد و تمام شرایط یخچالی، یخچال‌های نیمکره شمالی را منعکس می‌نماید.

اصطلاح دوره وورم برای بیان حوادث یخچالی به کار می‌رود که از ۱۱۰۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰۰ سال قبل رخ داده‌اند. شروع دوره‌های سرد، خشک و بادی در حدود

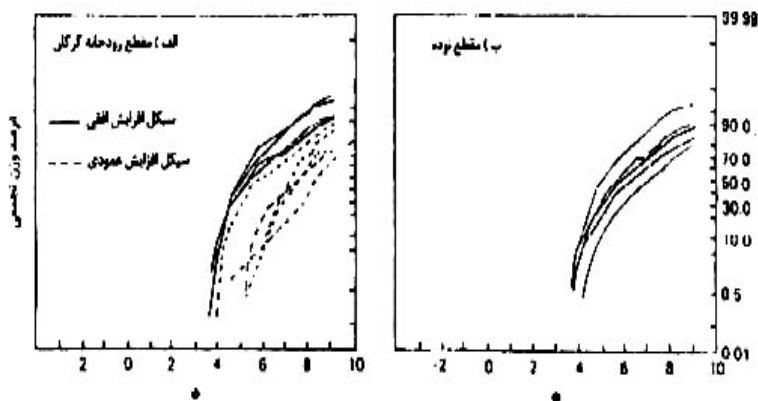
۱۱۲۰۰۰ سال پیش با آغاز دوره یخچالی ویسکانسین در آمریکای شمالی (آندرو و فلتون، ۱۹۸۷: ۱۵-۱۳) یا با اواخر دوره بین یخچالی ایمین^۱ در شمال غربی اروپا همزمان است (دانس گارد، ۱۹۸۱: ۳۶۱-۳۶۰). دوره‌های بین یخچالی عصر حاضر بوسیله گروه‌های S_0 ، L_0 ، S_1 نشان داده می‌شوند. عدم تطبیق حداکثرهای منحنی‌های Kd/Cl با Fe_2O_3 ، $3/FeO$ به زمان واکنش سریع تر Kd/Cl به تغییرات اقلیمی دیرینه نسبت داده می‌شود. در شکل ۵، منحنی Kd/Cl زمان حد فاصل نقاط اوج وزش باد را در ۱۸۸۰۰۰ سال و ۷۰۰۰۰ سال پیش نشان می‌دهد. بنابراین با فرض انطباق مرز هولوسن در پایه خاک فسیل S_1 ، مدت زمان تشکیل لایه لسی قبلی (L_1) در حدود ۱۰۰۰۰۰ سال است که این فاصله یک دوره بادی کامل را نشان می‌دهد. با استفاده از برون‌یابی (اکستراپولاسیون)، پایین‌ترین لایه لسی (L_3) هم نشان‌دهنده یک دوره بادی است. زمان حد فاصل بین دو دوره، با استفاده از نسبت Kd/Cl حداقل ۱۷۰۰۰ سال را نشان می‌دهد. بنابراین، با در نظر گرفتن بازسازی چینه‌شناسی اقلیمی و تطبیق آن با داده‌های مغزه‌ی دریای عمیق، تأثیر سیکل‌های ستاره‌شناسی، هم از طریق حرکت تقدیمی و هم از طریق ناهنجاری‌های مداری با دلیل اثبات می‌شود (بروکر، ۱۹۶۶: ۳۰۴-۲۹۹). همچنین می‌توان انطباق روند عمومی صفحه‌های یخی را با ایزوتوپ O_{18} تشریح کرد (شکلتون و اپدیک، ۱۹۷۶: ۴۶۴-۴۴۹). بدین طریق ملاحظه می‌شود که منحنی Kd/Cl (و انطباق چینه‌شناسی سنگی) ظاهراً سیکل‌های ۱۰۰۰۰۰ ساله و ۲۰۰۰۰ ساله را منعکس می‌کند. بنابراین، اگر مرز هولوسن را ۱۱۰۰۰ سال قبل در نظر بگیریم و فرض کنیم که این سیکل تا آینده ادامه دارد می‌توان گفت یک فاز عمدتاً سرد و بادی بعد از ۶۰۰۰ سال دیگر رخ می‌دهد، که حداکثر آن در حدود ۵۶۰۰۰ سال خواهد بود. این دو عدد پیش‌بینی شده با نظرات کوکلا و همکاران تقریباً موافق است (پی‌سیاس و مورا: ۱۹۸۱: ۴۵۸-۴۵۰).

از آنجا که آثار بسیار کوتاهی از تشریح سیکلی منحنی Kd/Cl وجود دارد، باید درباره‌ی مباحث بالا توجه بیشتری اعمال شود. در نتیجه واضح است که صرف‌نظر از چینه‌شناسی زمانی و دیرینه اقلیم لس‌های شمال مرکزی ایران (مقطع نوده)، مطالعه کنونی، آثار قاره‌ای نوسانات دیرینه اقلیم جهانی و نتایج بالقوه این همبستگی‌ها را در درازمدت نشان می‌دهد. به منظور گسترش زمان‌سنجی (کرونولوژی)، تحقیقات بعدی باید بر تعیین سن نهشته‌ها در محل اصلی متمرکز شود.

شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی عمومی شمال ایران و بخش‌های مجاور شوروی سابق. سه منطقه لسی و ارتباطشان با سیستم‌های رودخانه محلی نشان داده شده است.

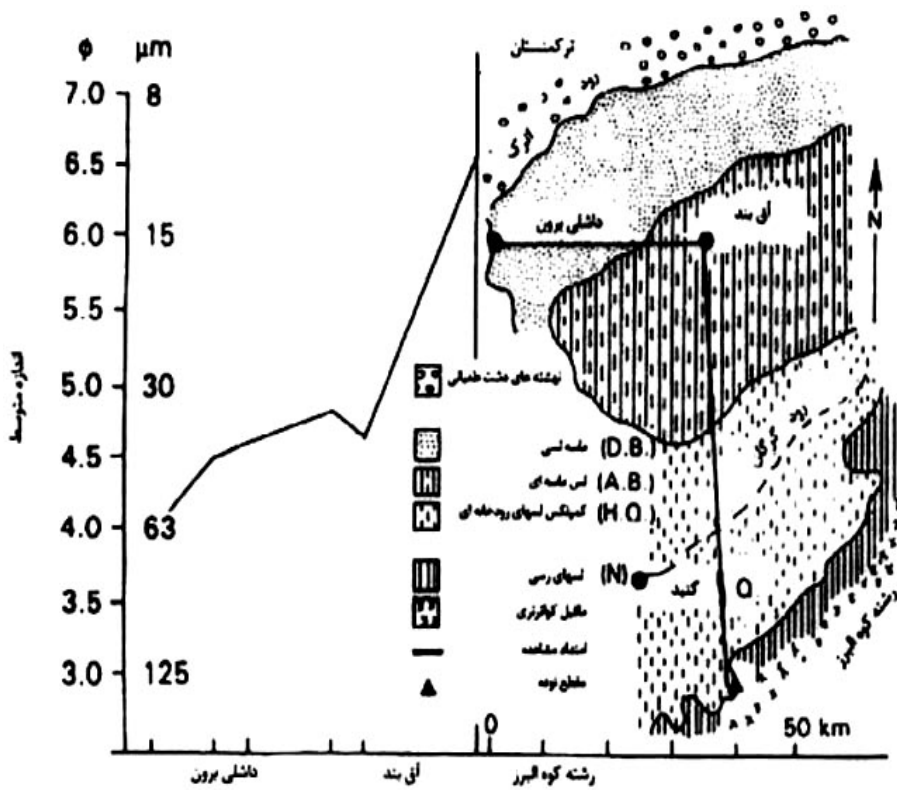


شکل ۲: مقایسه بین منحنی‌های توزیع اندازه ذرت، نهبشته‌های حوضه رود گرگان (الف) و لسهای مقطع نوده (ب)

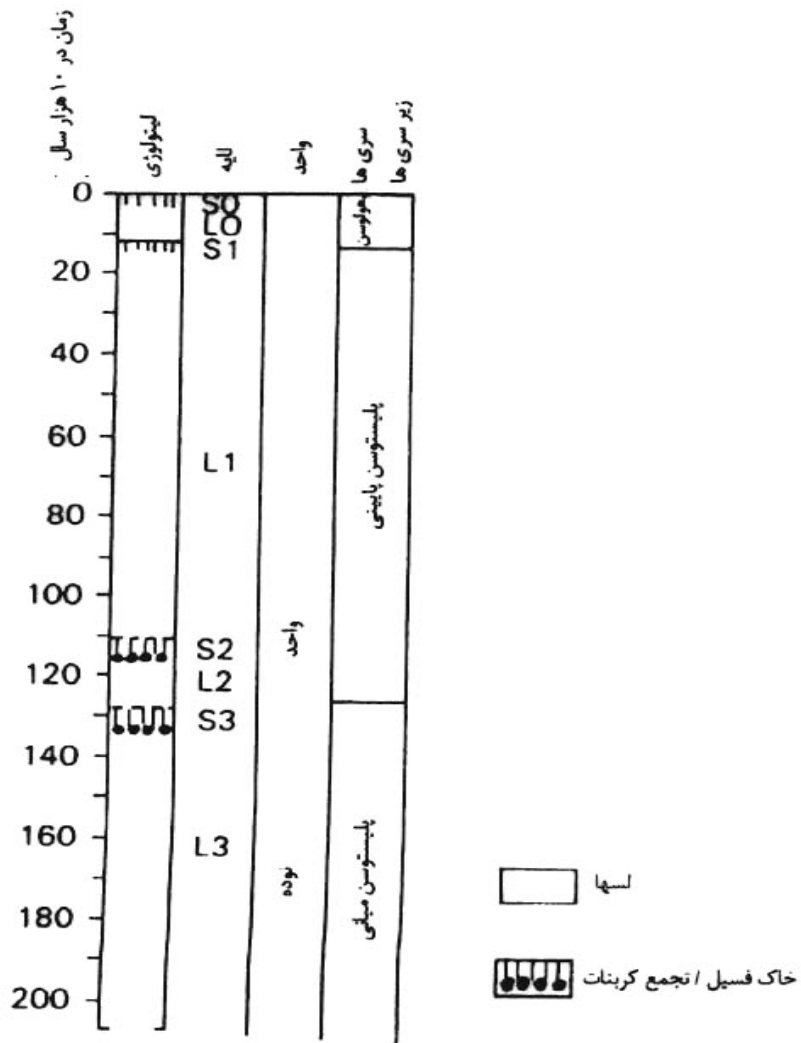


شکل ۳: تنوع اندازه ذرات: داشلی برون، آق بند، رشته کوه البرز (چپ)

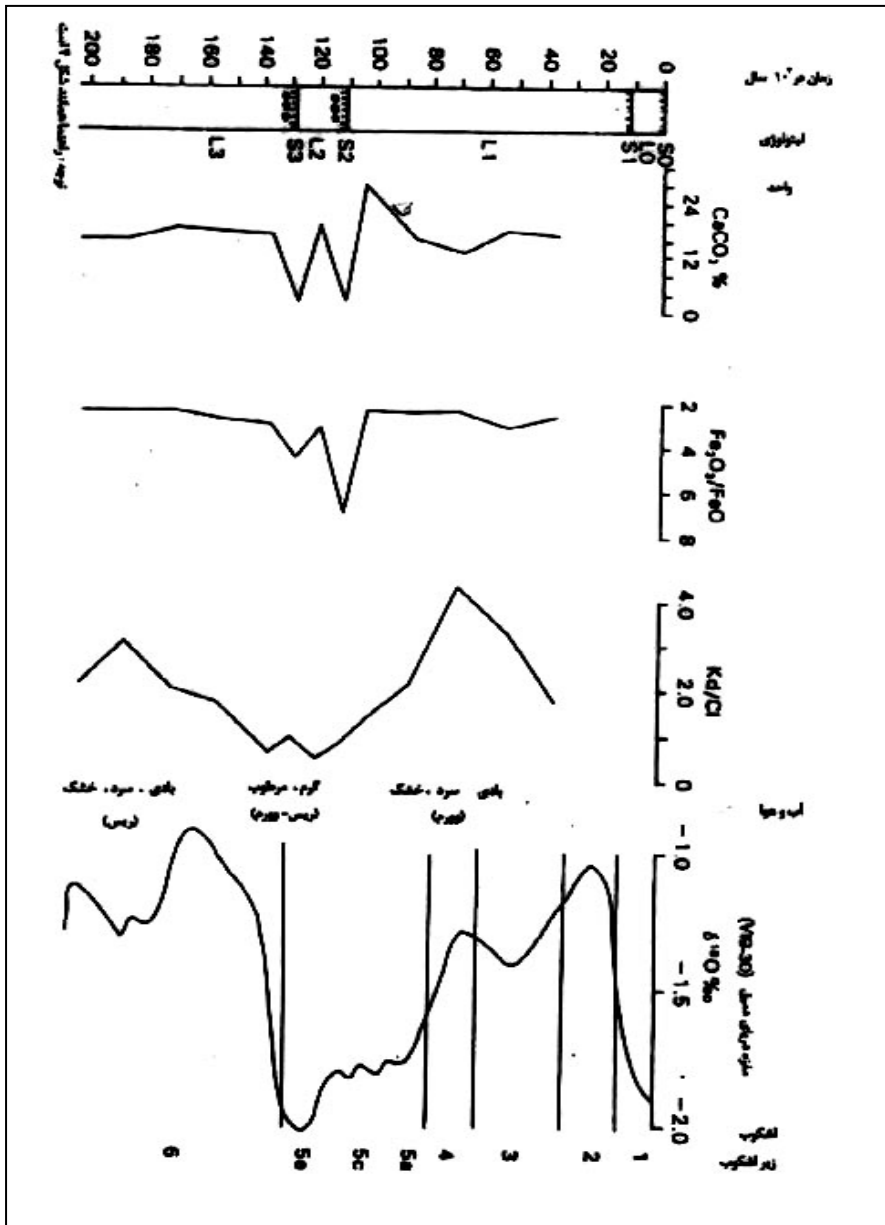
تشریح قسمتی از رخساره‌های لسی متنوع از منطقه گنبد کابوس، DB واحد داشلی برون، AB واحد آق بند HQ حاجی قوشن، N واحد نوده (راست)



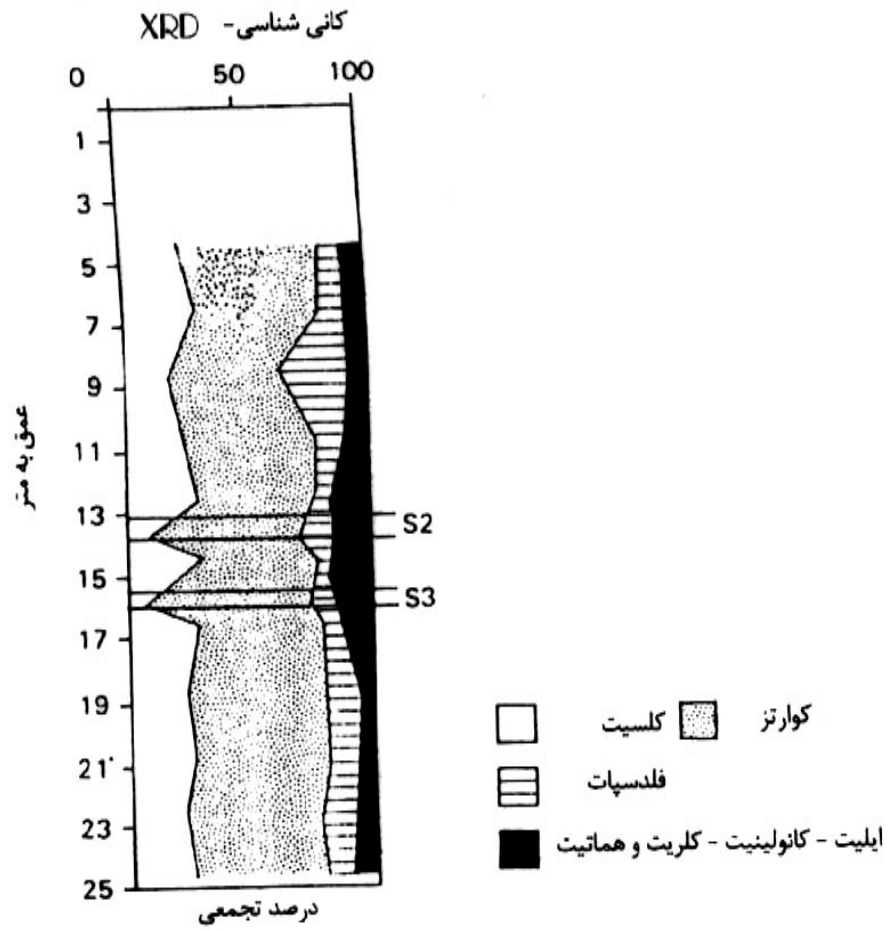
شکل ۴: چینه‌شناسی و کرونولوژی مقطع لسه‌های نوده، (ضخامت اندازه‌گیری شده مقطع ۲۵ متر است).



شکل ۵: آثار دیرینه اقلیم مقطع لسهای نوده در تطبیق با مغزه‌ی دریای عمیق (v19-30) و مقیاس چینه شناسی آلپی



شکل ۶: ترکیب کانی شناسی مقطع نوده



منابع و مأخذ:

- 1-Andrews, J.T & R.J. Fulton. *Inception, growth and decay of the Laurentide Ice Sheet. Episodes 10*, 1987.
- 2-Broecker, W.S. *Absolute dating and the astronomical theory of glaciation. Science 151*, 1966.
- 3-Dansgaard, w. *Ice core studies: dating the past to find the future. Nature 290*, 1981.
- 4-Flint, R. F. 1971. *Glacial and Quaternary geology. NewYork: wiley.*
- Hays, J.D., j. Imbrie & N.J. Shackleton 1976. *Variations in the earth's orbit: pacemaker of the Ice Ages. Science 194*.
- 5- Kukla, G., A Berger, R Lotti & J. Brown 1981. *orbital signature of Interglacials. Nature 290*.
- 6-Lazarenko, A.A. 1982. *Stratigraphy of loess formation of Soviet Middle Asia. XI INQUA Congress, Abs. Vol. 1*.
- 7- Liu Tungsheng, An Zhisheng, Yuan Baoyin & Han Jiamao. *The loess-paleosol sequence in china and climatic history. Episodes 8*, 1985.
- 8-Pisias, N. G. & T.C. Moore. *The evolution of pleistocene climate: a time series approach. Earth planet. Sei. Lett. 52*, 1981.
- 9-Shackleton, N.J. & N.D. opdyke. *oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of pacific core v28-239: Late pliocene to latest Pleistocene. Geol. Soc. Amer. Mem. 145*, 1976.
- 10-Shackleton, N, J., M.A. Hall, J.Line & C. Shuxi 1983. *Carbon isotope data in core v19-30 confirm reduced dioxide concentration in the ice age atmosphere. Nature 306*, 1976.