شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

**محور مقاله: خاک و تغییر اقلیم**

# تغییر اندازه ذرات توالی لس-خاک‌های قدیمی متاثر از تغییرات اقلیمی اواخر پلیستوسن در منطقه سعدآباد گرگان، ایران

فائزه شهپوری[۱*]، فرهاد خرمالی[۲]، مانفرد فرشن[۳]، مارتین کهل[۴]، حسین تازیکه[۵]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۳] استاد موسسه ژئوفیزیک لیاگ هانوفر آلمان

[۴] استاد گروه جغرافیا ، دانشگاه کلن آلمان

[۵] دکتری گروه علوم خاک دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

## چکیده

اگرچه در سالیان گذشته اطلاعات زیادی در خصوص جنبه‌های مختلف رسوبات لسی مربوط به پلیستوسن که در شمال کشور واقع شده‌اند، بدست آمده‌است اما همه این مطالعات لزوم بررسی دقیق‌تر و جزئی‌تر رسوبات لسی و توالی‌های خاک‌های دیرین مدفون در آن‌ها را آشکارتر می‌نماید. ضمن اینکه جای خالی نگرش تاثیر تغییر اقلیم بر تحول و تکامل زمین‌نما در مطالعات گذشته احساس می‌شود. در این تحقیق با استفاده از آنالیز توزیع اندازه ذرات که خصوصیات آن‌ها متاثر از اقلیم گذشته است سعی شده‌است تا ضمن پیش بینی و بازسازی اقلیم گذشته تاثیر تغییرات اقلیمی بر تحول و تکامل زمین نماهای لسی مطالعه گردد. لس در سعدآباد به دلیل مقدار زیاد رس به طور متوسط ۳۵٪ به عنوان لس رسی طبقه بندی شده‌است. در بسیاری از نمونه‌های جمع‌آوری شده ذرات بزرگتر از ۲۰۰ میکرومتر وجود ندارد حال آن که ذرات کوچک‌تر درصد بسیار زیادی را به خود اختصاص می‌دهند. اندازه ذرات لسی که در دامنه‌های کوه‌های البرز رسوب کرده‌است به طور قابل توجهی ریزتر است. روند الگوهای توزیع اندازه ذرات منطقه مورد مطالعه با بخش فوقانی توالی توشن که دارای سن مشخص هستند شباهت دارد، بنابراین می‌توان احتمال داد که خاک‌های منطقه سعدآباد نیز در اواخر پلیستوسن تشکیل شده باشد.

**کلمات کلیدی**: اندازه ذرات خاک، اواخر پلیستوسن، خاک قدیمی، تغییرات اقلیمی

## مقدمه

یکی از فرآیندهای دوره کواترنر وجود دوره‌های یخچالی و بین یخچالی است. تحقیقات اقلیمی گذشته در توالی‌های لس-خاک قدیمی شمال ایران نقش مهمی در همبستگی یافته‌های اروپا و آسیای مرکزی ایفا می‌کند و به این ترتیب باعث کاهش شکاف فضایی-زمانی موجود می‌شود. در اواخر پلیستوسن تغییرات اقلیمی از شرایط سرد و خشک به گرم و مرطوب باعث گسترش رسوبات لسی و خاک‌های قدیمی در شمال ایران شده‌است (ولامینک و همکاران، ۲۰۱۶). توزیع اندازه ذرات یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های خاک است که حاصل چندین فرآیند پیچیده از جمله فرآیندهای زمین شناسی، فیزیکی، شیمیایی و زیستی می‌باشد. اندازه گیری‌های اندازه ذرات به طور گسترده‌ای در تحقیقات لس کواترنری به منظور بازسازی تغییرات محیطی گذشته مورد استفاده قرار می‌گیرد. براساس برآوردهای IRSL- age [1] توسط فرشن و همکاران (۲۰۰۹)، این خاک‌ها توسط رسوبات ضخیم لس آخرین دوره یخبندان پوشانده شده و احتمالا در طول آخرین دوره بین یخچالی تشکیل شده‌اند. کهل و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند درجات تکامل خاک‌ها در طول آخرین دوره بین یخچالی از آق بند به نکا افزایش یافته است، در حالی که سرعت تجمع گرد و غبار در یخبندان اخیر منجر به روند متفاوتی شده‌است. توزیع اندازه ذرات گرد و غبار شاخص مناسبی در رابطه با ارزیابی منشا و فاصله‌ی انتقال این ذرات است (مک تینش، ۱۹۹۷). توزیع اندازه ذرات به خصوص اندازه میانه رسوبات لسی به طور معمول به عنوان یک شاخص برای قدرت باد در گذشته و یا منابع گرد و غبار مورد استفاده قرار گرفته است (وندنبرگ، ۲۰۱۳). در کمربند لس اوراسیا، مطالعات متعددی روی توالی‌های لس-خاک قدیمی جنوب شرق اروپا انجام شده‌است (زیدن و همکاران، ۲۰۱۷) در حالی که اطلاعات نسبتا کمی در مورد چینه شناسی لس‌های ایران در دسترس است. این مطالعه به بررسی الگوهای توزیع اندازه ذرات توالی‌های لس-خاک قدیمی متعلق به اواخر پلیستوسن در شمال شرق ایران به عنوان یک شاخص برای بازسازی اقلیم گذشته و افزایش درک ما از پویایی حمل و نقل گرد و غبار به بخشی از فلات لسی شمال شرق ایران می‌پردازد.

## مواد و روش‌ها

توالی لس-خاک قدیمی سعدآباد در دامنه‌های شمالی رشته کوه البرز در استان گلستان، در نزدیکی شهر گرگان با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۹ دقیقه و ۲۳ ثانیه شمالی واقع شده‌است. با توجه به رخنمون خاک‌های قدیمی در

[1] Infrared stimulated luminescence age

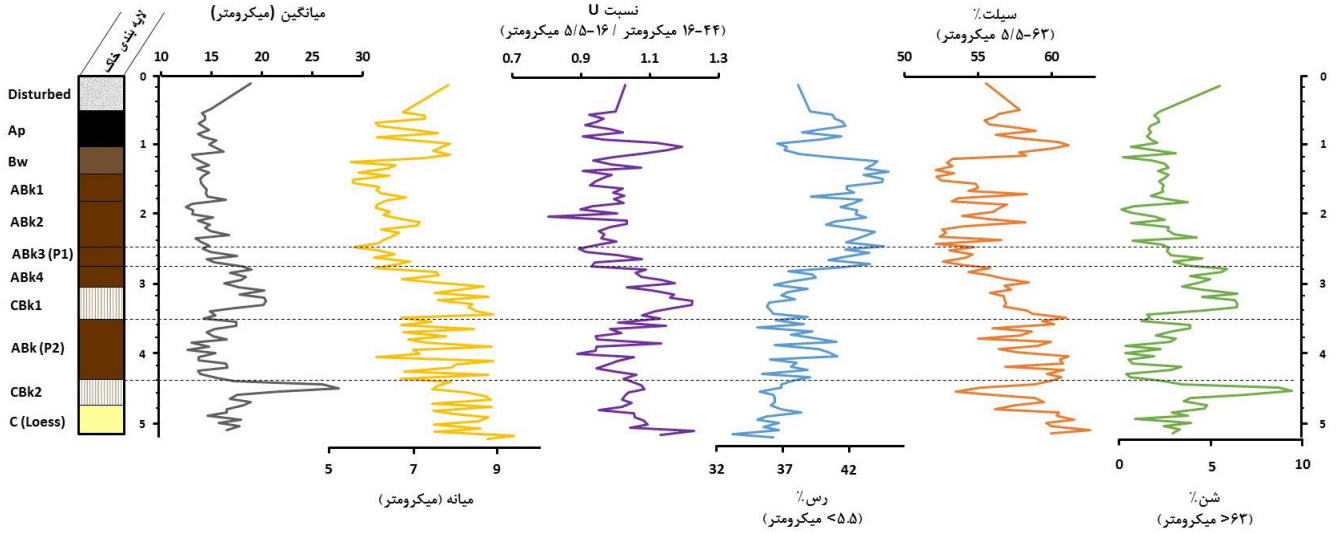
* ایمیل نویسنده مسئول: Shahpoori.Faeze@yahoo.com

دیواره این منطقه به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. ضخامت رسوبات لس در شمال ایران در برخی نقاط به بیش از ۳۰ متر می رسد (ولامینک و همکاران، ۲۰۱۶)، در حالی که بخش سعدآباد دارای ضخامت حدودی ۲۵ متر است. به طور کلی محدوده مورد مطالعه دارای آب و هوایی معتدل و نیمه مرطوب است و میانگین بارندگی سالانه ۶۲۰ میلی‌متر دارد. رژیم رطوبتی منطقه زریک و رژیم حرارتی آن ترمیک می‌باشد. کاربری اراضی اطراف شامل زمین‌های زراعی می‌باشد. در مجموع ۹۴ نمونه برای اندازه‌گیری‌های اندازه ذرات توالی لس-خاک قدیمی سعدآباد گرگان گرفته شد. برای تعیین الگوی توزیع اندازه ذرات نمونه‌های جمع‌آوری شده خاک را هوا خشک کرده و پس از کوبیدن از الک ۲ میلی‌متر گذرانده شد. نمونه‌ها ابتدا در محلول ۱ مولار هیدروکسید سدیم و ۱۰٪ هگزا متافسفات سدیم به مدت ۲ ساعت دیسپرس شده و سپس با کمک دستگاه پراش لیزری Beckmane Coulter Ls 13320 PIDS بررسی شدند (کونرت و وندنبرگ، ۱۹۹۷). به منظور بررسی و مقایسه توزیع اندازه ذرات رسوبات لس و با توجه به نتایج پژوهش‌های پیشین تفکیک قطر اندازه ذرات به سه دسته ذرات رس (کوچکتر از ۵/۵ میکرومتر)، سیلت (۶۳- ۵/۵ میکرومتر) و شن (بزرگتر از ۶۳ میکرومتر) انجام گرفت (استون و والینگ، ۱۹۹۷). رسم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ انجام گردید.

شکل ۱. زمین‌نما منطقه سعدآباد

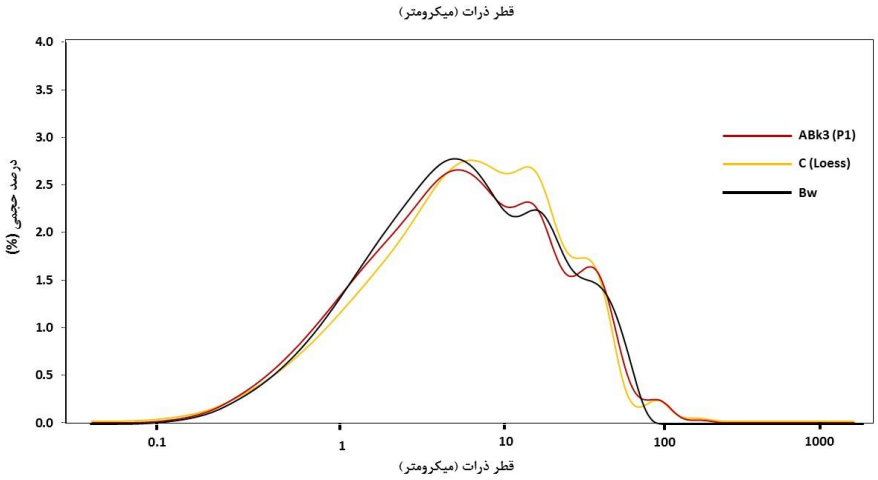
## نتایج و بحث

ترکیب دانه‌بندی لس اساسا وابسته به شدت باد و فاصله از منبع یا منابع رسوب است (نووثنی و همکاران، ۲۰۱۱). علاوه بر این، توزیع اندازه ذرات رسوبات مناطق منبع گرد و غبار، اندازه دانه گرد و غبار تجمع‌یافته را تعیین می‌کند. لس در سعدآباد توسط مقدار زیاد سیلت و رس مشخص شده‌است. به دلیل مقدار زیاد رس به طور متوسط ۳۵٪ به عنوان لس رسی طبقه بندی شده‌است (ولامینک و همکاران، ۲۰۱۶). همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده‌است افق‌های Ap، Bw، ABk1، ABk2 و ABk3 دارای درصد بیشتری از ذرات ریز هستند در حالیکه افق‌های ABk4، CBk1، ABk، CBk2، و C شامل رسوبات و افق‌های خاکی هستند که ویژگی‌های بافتی درشت‌تر را نشان می‌دهند. در بسیاری از نمونه‌های جمع‌آوری شده ذرات بزرگتر از ۲۰۰ میکرومتر وجود ندارد حال آن که ذرات کوچکتر درصد بسیار زیادی را به خود اختصاص می‌دهند. خاک‌های قدیمی مقادیر کمتری از ذرات درشت مانند ذرات سیلت متوسط تا شن را نسبت به میانگین لس دارند. برعکس، خاک‌های قدیمی افزایش قابل توجهی در ذرات سیلت ریز و ذرات رس نشان می‌دهد. متوسط میانه اندازه ذرات لس سعد آباد در حدود ۲۰ میکرومتر است. افق های CBk حداکثر و افق های ABk حداقل مقدار میانه را دارند(شکل ۲). در مقایسه با مطالعه انجام گرفته پیرامون توزیع اندازه ذرات لس در شمال ایران که توسط کهل (۲۰۱۰) انجام گرفته‌است، میانه اندازه ذرات را ۲۹ میکرومتر در آق‌بند در فلات لسی ایران و ۹ میکرومتر در نکا و ۱۱ میکرومتر در نوده تعیین کرد. در بخش مورد مطالعه بیشترین مقدار ذرات رس در افق Bw با مقدار ۴۶٪ تشخیص داده شد.




شکل ۲. لایه‌بندی و الگوهای توزیع اندازه ذرات توالی لس-خاک قدیمی در منطقه سعدآباد

خاک‌های قدیمی مقدار رس بین ۳۴ و ۴۴٪ را با میانه اندازه ذرات ۵/۵ تا ۹ میکرومتر را نشان می‌دهند. نسبت U (۱۶- ۵/۵ میکرومتر/ ۴۴- ۱۶ میکرومتر) که نسبت سیلت متوسط به سیلت ریز را بررسی می‌کند (وندنبرگ و همکاران، ۱۹۸۵)، در خاک‌های قدیمی مقدار ۰/۹ تا ۱/۱ میکرومتر را نشان داد. افق‌های Bw، ABk1، ABk2 و ABk3 که بالای افق ABk4 قرار دارند نشان‌دهنده‌ی کاهش تدریجی در مقدار رس هستند در حالیکه میانه اندازه ذرات و نسبت U آن‌ها روندی مخالف دارد. افق‌های CBk و C موقعیت متوسطی بین سایر افق‌ها دارند و از نظر میانه توزیع اندازه ذرات بین ۷ و ۹ میکرومتر است. علاوه بر این افق‌های CBk و C نسبت U ۰/۹ تا ۱/۲ میکرومتر و مقدار رس بین ۳۲ و ۳۸٪ را نشان می‌دهند. در رسوبات لسی که احتمالا در دوران یخچالی تجمع یافته اند نسبت U مقادیر بزرگتر از ۱ را نشان می‌دهد در حالی که رس به حدود ۳۴٪ کاهش می‌یابد.




شکل ۳- الگوی توزیع اندازه ذرات لایه‌های Bw، ABk3، C

شکل ۳ مقایسه‌ای از ویژگی‌های بافتی لایه‌های انتخاب شده لس (C)، خاک قدیمی (ABk3) و افق مدرن (Bw) است که با استفاده از میانگین اندازه ذرات مربوط به لایه‌های انتخابی تعیین شده‌است. لس سعدآباد یک توزیع چندنمایی و به طور قابل ملاحظه‌ای ریز را نشان می‌دهد (نمودار ۲). وجود الگوهای توزیعی چندقله‌ای نشان دهنده‌ی ذرات گرد و غبار با منشاهای متفاوت و یا تاثیرگذاری فرآیندهای متفاوت در انتقال این ذرات می‌باشند (سینگر، ۲۰۰۳). افزایش قابل توجهی در بخش سیلت وجود دارد که توسط شانه قله در محدوده سیلت ریز (۵/۵- ۱۶ میکرومتر) مشخص شده‌است در حالی که مقدار رس به تدریج به مقدار کمی بیش از ۲۰٪ افزایش یافته‌است و نشان‌دهنده‌ی انتقال از سیلت درشت به شن ریز است. روند ریزشدگی و الگوهای اندازه ذرات می‌تواند نشان دهنده‌ی انتقال بین لس و خاک‌های قدیمی باشد.

دوره های کوتاه مدت و شدید تجمع گرد و غبار و نوسانات سرعت باد باعث تغییرات نسبت توزیع اندازه ذرات بزرگتر و ریزتر می‌شود. استفاده از نسبت U به عنوان یک شاخص برای سرعت نسبی باد در مورد مراحل اصلی تشکیل خاک در طول دوران بین یخچالی با محدودیت مواجه است. این بدان معناست که خاک های مرتبط با آن دوران اساسا در شرایط محیطی یکسان تشکیل می‌شوند. با توجه به تعریف نسبت U که به بررسی نسبت سیلت متوسط به سیلت ریز می‌پردازد، در دوران یخچالی که قدرت و سرعت باد بیشتری نسبت به دوران بین یخچالی وجود دارد توانایی حمل و انتقال ذرات درشت‌تر مانند سیلت متوسط نسبت به سیلت ریز بیشتر است بنابراین نسبت U بالاتر افق‌های CBk احتمالا نشان‌دهنده‌ی دوران یخچالی است و نسبت U پایین ABk2 و خاک‌های قدیمی با شرایط اقلیمی بین یخچالی متناسب است.

رس در خاک‌های لسی عمدتا در طول هوازدگی و رسوب‌گذاری ثانویه و تشکیل خاک به وجود آمده است و به تغییرات آب و هوایی منطقه حساس است (برونگر و هینکل، ۱۹۹۰). بررسی توزیع ذرات در اولین خاک قدیمی ABk3 نشان دهنده کاهش شن و سیلت همراه با افزایش رس می‌باشد که نشان-دهنده وجود فرایندهای خاکسازی به دلیل شرایط اقلیمی گرم‌تر و مرطوب‌تر میباشد. با این حال مقدار رس کمتر افق‌های CBk2 و C ممکن است نشان‌دهنده‌ی شرایط اقلیمی سرد و خشک‌تر و احتمالا سرعت باد قوی‌تری باشد.

تغییرات مقدار شن ممکن است نشان‌دهنده‌ی نوسانات سرعت باد در طول تشکیل واحدهای لسی در منطقه باشد. مقدار شن در سعدآباد دو روند درشت شدگی ذرات را نشان می‌دهد (شکل ۲) که احتمالا اشاره به افزایش سرعت باد در طول تجمع گرد وغبار دارد زیرا ذرات شن عمدتا توسط بادهای نزدیک به سطح قوی به صورت کششی حمل می‌شوند با وجود این واقعیت که ممکن است تحت تاثیر فاصله از مناطق منبع قرار گرفته باشد (سان و همکاران، ۲۰۰۸).

## نتیجه‌گیری

خاک‌های سعدآباد از رسوب گرد و غبار در طول دوران یخچالی تشکیل شده‌است. بنابراین تغییرات نسبت U تنها نشان‌دهنده کاهش سرعت باد در طی مراحل تشکیل خاک نبوده، بلکه می تواند نشان دهنده‌ی تغییرات بافتی مواد مادری باشد که موجب هوازدگی سیلت متوسط به ذرات ریزتر و غنی سازی سیلت ریز شده‌است. اندازه ذرات در دوران یخچالی درشت‌تر از دوره‌های بین یخچالی است. میانگین اندازه ذرات از شمال استان گلستان (آق بند) که توسط لایر و همکاران (۲۰۱۷) مورد مطالعه قرار گرفته است به جنوب (سعد آباد) کاهش می‌یابد. اندازه ذرات لسی که در دامنه‌های کوه-های البرز رسوب کرده است به طور قابل توجهی ریزتر است. روندهای مشابه میانه اندازه ذرات، نسبت U و مقدار رس در سعدآباد با بخش فوقانی توالی توشن (واحد های ۱ تا ۳) که توسط ولامینک و همکاران (۲۰۱۶) مورد مطالعه قرار گرفته است نشان‌دهنده‌ی فرآیندهای مشابه تجمع گرد و غبار و تشکیل خاک در منطقه است. بنابراین می‌توان احتمال داد که خاک‌های منطقه سعدآباد نیز در اواخر پلیستوسن تشکیل شده‌باشند.

## منابع

Bronger, A., Heinkele, T., 1990. Mineralogical and clay mineralogical aspects of loess research. Quaternary International 7, 37-51.

Frechen, M., Kehl, M., Rolf, C., Sarvati, R., Skowronek, A., 2009. Loess chronology of the Caspian Lowland in Northern Iran. Quaternary International 128, 220-233.

Kehl, M., 2010. Quaternary Loesses, Loess-like Sediments, Soils and Climate Change in Iran. Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung.

Kehl, M., Frechen, M., Skowronek, A., 2005. Paleosols derived from loess and loesslike sediments in the Basin of Persepolis, Southern Iran. Quaternary international 140, 135-149.

Konert, M., Vandenberghe, J., 1997. Comparison of laser grain size analysis with pipette and sieve analysis: a solution for the underestimation of the clay fraction. Sedimentology 44, 523-535.

Lauer, T., Vlaminck, S., Frechen, M., Rolf, C., Kehl, M., Sharifi, J., Lehndorff, E., Khormali, F., 2017b. The Agh Band loess-palaeosol sequence e a terrestrial archive for climatic shifts during the lats and penultimate glacial-interglacial cycles in a semiarid region in northern Iran. Quat. Int. 429, 13-30. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.062.

McTainsh G.H., Nickling W.G., and Lynch A.W. 1997. Dust deposition and particle size in Mali West Africa, Catena, 29:307-322.

Novothny, A., Frechen, M., Horvath, E., Wacha, L., Rolf, C., 2011. Investigating the penultimate and last glacial cycles of the Sütteo loess section (Hungary) using luminescence dating, high-resolution grain size, and magnetic susceptibility data. Quaternary International 234, 75-85.

Singer A., Ganor E., Dultz S., and Fischer W. 2003. Dust deposition over the Dead Sea. Journal of Arid Environment, 53:41–59.

Stone, P.M., Walling, D.E., 1997. Particle size selectivity considerations in suspended sediment budget investigations. Water, Air and Soil Pollution, 99: 63-70.

Sun, D.H., Su, R.X., Bloemendal, J., Lu, H.Y., 2008. Grain-size and accumulation rate records from Late Cenozoic aeolian sequences in northern China: Implications for variations in the East Asian winter monsoon and westerly atmospheric circulation. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 264, 39-53.

Vandenberghe, J., 2013. Grain size of fine-grained windblown sediment: a powerful proxy for process identification. Earth-Science Reviews 121, 18-30.

Vandenberghe, J.F., Mücher, H.J., Roebroeks, W., Gemke, D., 1985. Lithostratigraphy and palaeoenvironment of the Pleistocene deposits at Maastricht-Belvedere, southern Limburg, the Netherlands. Mededelingen Rijks Geologische Dienst 39 (1), 7-29.

Vlaminck, S., Kehl, M., Lauer, T., Shahriari, A., Sharifi, J., Eckmeier, E., Lehndorff, E., Khormali, F., Frechen, M., 2016. Loess-soil sequence at Toshan (Northern Iran): Insights into late Pleistocene climate change. Quaternary International.

Zeeden, C., Hambach, U., Veres, D., Fitzsimmons, K., Obreht, I., Beosken, J., Lehmkuhl, F., 2017. Millennial scale climate oscillations recorded in the Lower Danube loess over the last glacial period. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.12.029 (in press).

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil and Climate Change

# Grain size of loess-paleosol sequence in Saad Abad as study late Pleistocene paleoenvironmental changes in northeastern Iran

Shahpoori, F[*1]., Khormali, F[2]., Frechen, M[3]., Kehl, M[4]., Tazikeh, H[5].

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Water and Soil Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

[2] Prof., Soil Science Department, Faculty of Water and Soil Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

[3] Prof., Leibniz Institute for Applied Geophysics, Germany

[4] Prof., Geography Department, University of Cologne, Germany

[5] P.H.D., Soil Science Department, Faculty of Water and Soil Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

## Abstract

Although in recent years a lot of information has been obtained on the various aspects of the Pleistocene loess sediments located in the north of the Iran, all of these studies require a more precise and detailed examination of the Loess sediments and paleosols sequences, while the vacancy of the perception of the impact of climate change on the land evolution and land in the past is felt in past studies. In this study, using grain size distribution analysis that has been traced to the climate, it will try to study the effects of climate change on the evolution and development of landscapes by predicting and rebuilding the past climate. Loess in Saad Abad has been classified as clayey Loess because of high clay content (An average of 35%). In many of the collected samples there are no particles larger than 200 micrometers, while smaller particles account for a large percentage. The size of the loess particles that has deposited on the slopes of the Alborz Mountains is considerably smaller. The trend of grain size distribution patterns in study area is similar to the upper part of Toshan sequence, which has a certain age, so it is possible that the soils of the Saad Abad region are also formed in late Pleistocene.

**Keywords**: Soil grain size, Late Pleistocene, Paleosol, Climate change