



## مطالعه مورفولوژی و پذیرفتاری مغناطیسی دو مقطع دارای توالی‌های رسوبات لسی - خاک

### قدیمی جنوب غرب ساری

حامد نجفی کرسامی<sup>۱\*</sup>، علیرضا کریمی<sup>۱</sup>، فرهاد خرمالی<sup>۲</sup>، شمس الله ایوبی<sup>۳</sup> و غلامحسین حق‌نیا<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۲</sup> استاد گروه علوم خاک دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۳</sup> استاد گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

### چکیده

پذیرفتاری مغناطیسی دو مقطع با توالی رسوبات لسی - خاک قدیمی در منطقه جنوب غرب ساری مورد مطالعه قرار گرفت. پذیرفتاری مغناطیسی مقاطع در فواصل ۱۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که پذیرفتاری مغناطیسی تابعی از فرآیندهای خاک سازی و شدت آن‌ها می‌باشد. بیشترین مقدار پذیرفتاری مغناطیسی در افق Btk و رسوبات لسی‌خاک‌های قدیمی  $1.172/1$  و  $44/1 \times 10^{-8} m^3 kg^{-1}$  بود. پذیرفتاری مغناطیسی افق Bsskg به دلیل شرایط احیایی کمتر از رسوبات لسی بود. در مقطع دوم پذیرفتاری مغناطیسی مینروژنیک به‌خوبی شدت فرآیندهای خاک سازی را در افق‌ها آشکار کرد.

**واژه‌های کلیدی:** رسوبات لسی، خاک قدیمی، پذیرفتاری مغناطیسی، کربنات‌های ثانویه

### مقدمه

وجود خاک‌های لسی با توالی لس-خاک قدیمی بیانگر بروز تغییرات اقلیمی در طول ادوار گذشته می‌باشند (Sun, 2002). یکی از روش‌هایی که در زمینه چینه‌شناسی لس و ارتباط آن با تغییرات اقلیمی، امکان بازسازی اقلیم گذشته را فراهم کرده است، استفاده از تکنیک پذیرفتاری مغناطیسی می‌باشد. تکنیک پذیرفتاری مغناطیسی نقش برجسته‌ای در ثبت و شبیه‌سازی اقلیم گذشته مخصوصاً جهت بازسازی اقلیم دوران کواترن دارد (Hao et al, 2012). مطالعات نشان می‌دهد که با بهبود شرایط خاک سازی و تکامل خاک، پذیرفتاری مغناطیسی نیز افزایش می‌یابد (Liu et al, 2005; Wang et al, 2010). از آنجایی که پذیرفتاری مغناطیسی افق‌های تجمعی (Illuvial) بیشتر از افق‌های تهی شده (Eluvial) می‌باشد، بنابراین میزان افزایش پذیرفتاری مغناطیسی می‌تواند به‌عنوان شاخصی از میزان فرآیندهای خاک‌سازی مطرح گردد (Owliaie et al, 2006 a).

در اکثر مطالعات صورت گرفته بر روی رسوبات لسی چین و اروپا مشخص شده است که مقادیر بالای پذیرفتاری مغناطیسی مربوط به خاک‌های قدیمی بوده که از تکامل بیشتری برخوردار بودند ولی مقادیر پایین آن، مربوط به لایه‌هایی است که فرآیندهای خاک‌سازی و هوازدگی، در آن‌ها متوقف شده و یا از شدت آن‌ها کاسته شده است (Liu et al, 2005).

تاکنون مطالعات خوبی روی رسوبات لسی شمال کشور در استان گلستان صورت گرفته است، ولی مطالعه‌ای بر روی رسوبات لسی شهرستان ساری انجام نشده است، مطالعه حاضر اولین مطالعه صورت گرفته بر روی رسوبات این منطقه می‌باشد. اساس اهداف این تحقیق (۱) شناسایی توالی‌های لس و خاک‌سازی و (۲) بررسی روند تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی و عوامل مؤثر بر آن در دو مقطع لسی در جنوب غربی شهر ساری بود.

\* مسئول مکاتبات، najafihamed67@yahoo.com



## مواد و روش‌ها

پهنه لسی موردنظر در یک کیلومتری جنوب غربی شهرستان ساری واقع شده است و به صورت باریکه‌ای از روستای بالادزا تا روستای افراخت امتداد دارد. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۷۳۴/۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۱۷/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و اقلیم آن نیز بر اساس اطلاعات آماری ایستگاه سینوپتیک مهدشت ساری مرطوب با تابستان گرم و زمستان کمی سرد می‌باشد.

برای انجام این تحقیق دو مقطع لسی با ضخامت حدود ۵ و ۷ متر شناسایی و تشریح گردید. نمونه‌برداری با فاصله ۱۰ سانتی‌متری انجام شد. نمونه‌های هوا خشک‌شده پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری، جهت آنالیزهای موردنیاز، به آزمایشگاه منتقل شدند.

توزیع اندازه ذرات توسط روش پیپت (Soil Survey Laboratory Methods Manual, 1996) و کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی اسیدکلریدریک با عصاره جمع‌آوری‌شده، اندازه‌گیری شد (Richards, 1954). پارامترهای مغناطیسی شامل پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس پایین ( $\chi_{lf}$ )، پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس بالا ( $\chi_{hf}$ ) و پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به فرکانس ( $\chi_{fd}$ ) به منظور بررسی فرآیندهای خاک‌سازی و شدت آن‌ها با حسگر MS2B و با استفاده از دستگاه Bartington MS2 Dual Frequency Sensor در دو فرکانس ۰/۴۶ و ۴۶ کیلوهرتز قرائت شد. برای حذف اثر مواد دبا مغناطیسی (مواد آلی و کربنات کلسیم معادل) و مقایسه واقعی تغییرات صورت گرفته، پذیرفتاری مغناطیسی مینروژنیک (Minerogenic) بر اساس معادله ۱ محاسبه شد.

$$X_{\text{minero}} = X_{\text{bulk}} \times (100 / (100 - \% \text{ water} - \% \text{ Organic matter} - \% \text{ Carbonates})) \quad (1)$$

که  $X_{\text{bulk}}$  پذیرفتاری مغناطیسی نمونه خاک هوا خشک و  $X_{\text{minero}}$  پذیرفتاری مغناطیسی مینروژنیک است.

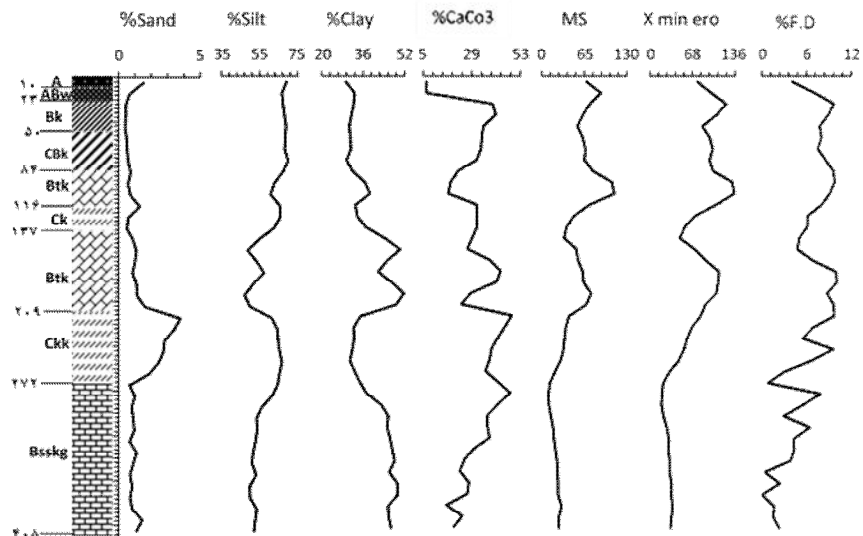
## نتایج و بحث

شکل ۱ و شکل ۲، نتایج حاصل از آنالیزهای توزیع اندازه ذرات، کربنات کلسیم و نتایج حاصل از پذیرفتاری مغناطیسی مقاطع مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در مقطع ۱ (شکل ۱)، مقادیر شن از ۰/۴ تا ۳/۸، سیلت از ۴۷/۱ تا ۶۹/۹، رس از ۲۹/۳ تا ۵۰/۳ درصد و پذیرفتاری مغناطیسی آن از ۱۰/۱ تا ۱۱۰/۹ متغیر می‌باشد، و برای مقطع ۲ (شکل ۲) مقادیر شن از ۰/۳ تا ۲/۷، سیلت از ۵۱/۶ تا ۸۱/۵، رس از ۱۷/۶ تا ۴۷/۴ درصد و پذیرفتاری مغناطیسی آن از ۱۶/۶ تا ۱۷۲/۱ متغیر می‌باشد.

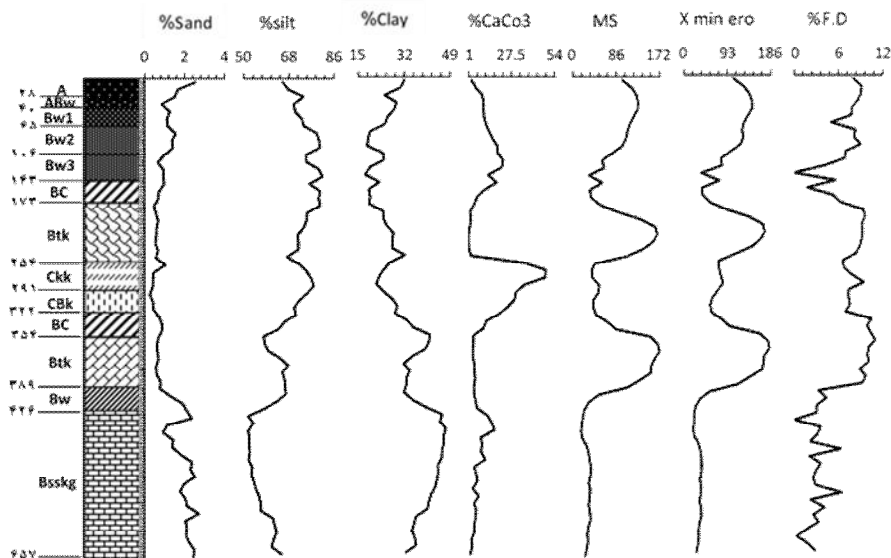
همان‌گونه که در شکل‌ها مشاهده می‌شود پذیرفتاری مغناطیسی افق‌های سطحی نسبتاً زیاد است ولی مقدار آن نسبت به افق‌های Btk کمتر است درحالی‌که انتظار بر این است که پذیرفتاری مغناطیسی آن بیشتر باشد. که احتمالاً زیاد بودن آن به دلیل وجود مقادیر زیاد مواد آلی و زهکشی مناسب خاک‌های سطحی می‌باشد که طی آن مواد دبا مغناطیس به افق‌های زیرین انتقال یافته و موجب کاهش پذیرفتاری مغناطیسی افق‌های زیرین گردیده است که با نتایج حاصل از تحقیقات Fine et al (1992) مطابقت دارد، و کمتر بودن مقادیر پذیرفتاری مغناطیسی افق‌های سطحی نسبت به افق‌های Btk احتمالاً به دلیل بیشتر بودن درصد شن در لایه‌های سطحی می‌باشد. ثابت شده است که وجود ذرات شن مانند کوارتز موجب کاهش پذیرفتاری مغناطیسی می‌گردد.

حداکثر مقادیر پذیرفتاری مغناطیسی در افق‌های Btk می‌باشد، اما مقادیر آن در Btk دوم مقطع اول علی‌رغم تکامل بیشتر، کم است، این امر می‌تواند به دلیل وجود شرایط اکسید و احیا در این افق باشد. وجود اکسیدهای منگنز بر شرایط اکسید و احیا دلالت دارد. (Terhorst et al, 2001) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما



شکل ۱- نتایج حاصل از آنالیزهای توزیع اندازه ذرات، کربنات کلسیم و پذیرفتاری مغناطیسی ( $10^{-8} m^3 kg^{-1}$ ) مقطع اول



شکل ۲- نتایج حاصل از آنالیزهای توزیع اندازه ذرات، کربنات کلسیم و پذیرفتاری مغناطیسی ( $10^{-8} m^3 kg^{-1}$ ) مقطع دوم

افق‌های C در هر دو مقطع از پذیرفتاری مغناطیسی کمی برخوردار هستند که به دلیل تکامل اندک آن‌ها می‌باشد ولی در افق‌های Bsskg مقادیر آن به علت وجود شرایط احیایی به شدت کاهش پیدا کرده است. همچنین مشاهده شده است که در تمامی افق‌ها رابطه مستقیمی بین افزایش رس و پذیرفتاری مغناطیسی وجود دارد، ولی این رابطه برای افق‌های Bsskg



## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما

معکوس بوده که می‌تواند بیان‌گر این موضوع باشد که پذیرفتاری مغناطیسی در این افق‌ها رابطه بیشتری با فرآیندهای خاک‌سازی نظیر شرایط احیایی و تجمع اکسیدهای منگنز داشته است.

همان‌گونه که در شکل‌ها مشاهده می‌شود، محاسبه پذیرفتاری مینروژنیک ( $X_{\min \text{ ero}}$ ) و حذف اثر کربن آلی و آهن ثانویه (کربنات کلسیم معادل)، در روند پذیرفتاری مغناطیسی رسوبات لسی این منطقه تأثیری نداشته و تنها موجب افزایش مقادیر آن‌ها گردیده است.

نتایج حاصل از پذیرفتاری مغناطیسی مینروژنیک در مقطع دوم تغییرات فرآیندهای خاک‌سازی و شدت آن‌ها را بهتر و با پیک‌های واضح‌تری نشان می‌دهد.

### منابع

- Fine P., Singer M.J. and Verosub K.L. 1992. The use of magnetic susceptibility measurements in assessing soil uniformity in Chronosequence studies. *Soil Science Society of America Journal*, 56: 1195-1199.
- Hao Q.Z., Wang L., Oldfield F., Peng S.Z., Qin L., Song Y., Xu B., Qiao Y.S., Bloemendal J. and Guo Z.T. 2012. Delayed build-up of Arctic ice sheets during 400,000-year minima in insolation variability. *Nature*, 490, 393-396.
- Liu Q.S., Torrent J., Maher B.A., Yu Y., Deng C.L., Zhu R.X. and Zhao X.X. 2005. Quantifying grain size distribution of pedogenic magnetic particles in Chinese loess and its significance for pedogenesis. *Journal of Geophysical Research*, 110, B11102.
- Owliaie H.R., Heck R.J., and Abtahi A. 2006a. The magnetic susceptibility of soils in Kohgiluyeh, Iran. *Canadian Soil Science J*, 86: 97-107.
- Richards L.A. (ed.). 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. USDA Handbook. No. 60. U.S. Gov. Print. Office, Washington, D.C.
- Sun J. 2002. Provenance of loess material and formation of loess deposits on the Chinese Loess Plateau. *Earth and Planetary Science Letters*, 203: 845-859.
- Terhorst, B., Appel E. and Werner A. 2001. Palaeopedology and magnetic susceptibility of a loess-palaeosol sequence in southwest Germany. *Quaternary International*, 76/77: 231-240
- USDA-NRCS. 1996. *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigations Report, No. 42. Version 3. Nebraska.
- Wang X.S., Løvlie R., Zhao X.Y., Yang Z.Y., Jiang F.C. and Wang S.B. 2010. Quantifying ultrafine pedogenic magnetic grains in Chinese loess by monitoring viscous decay of superparamagnetism. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 11: Q10008.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران – پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما

## Morphology and magnetic susceptibility of two sections of loess-palaeosols sequences of southwestern Sari

Hamed Najafi<sup>1</sup>, Alireza Karimi<sup>1</sup>, Farhad Khormali<sup>2</sup>, Shamsollah Ayoubi<sup>3</sup>, Gholamhosain Haghnia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> MSc Student, Associate Professor and Professor of Soil Science Department, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

<sup>2</sup> Professor of Soil Science Department, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan

<sup>3</sup> Professor of Soil Science Department, Isfahan University of Technology

### Abstract

Morphology and magnetic susceptibility of two loess-paleosol sequences in southwestern Sari was studied. Magnetic susceptibility of the two sections were measured in 10 cm intervals. The results showed that magnetic susceptibility is a function of soil formation processes and degree of soil development. Maximum magnetic susceptibility values in Btk horizons and loess were  $172.1$  and  $44.1 \times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ , respectively. Due to reduction conditions, magnetic susceptibility in Bsskg horizons was less than loess sediments. In second section, degree of soil development well indicated by minerogenic magnetic susceptibility.

**Keywords:** Loeses, Paleosols Magnetic susceptibility, Secondary carbonates