پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های سطحی با مواد مادری متفاوت در شمال غرب استان آذربایجان غربی

ولی آدمن[۱]، شمس‌اله ایوبی[۱] و مریم یوسفی فرد[۲]

۱- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد خاکشناسی، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان و
۲- استادیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

این مطالعه جهت بررسی اثر مواد مادری در مقدار پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های سطحی حاصل از مواد مادری متفاوت در شمال استان آذربایجان غربی انجام شد. مواد مادری شامل سنگ‌های آذرین گرانیت، آندزیت، بازالت و اولترابازیک و سنگ-های رسوبی مارن، سازند قم، آهک و شیل می‌باشد. ۱۰۵ نمونه از ۸ واحد سنگی از موقعیت یکسان شیب جمع‌آوری شد. همچنین ۵ نمونه سنگ از هر ماده مادری برداشت گردید. پذیرفتاری مغناطیسی نمونه‌ها توسط دستگاه MS2B Bartington اندازه‌گیری شد. پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های حاصل از مواد مادری رسوبی به علت تشکیل خاکساز کانی‌های فرومغناطیس بیشتر از سنگ است. پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های حاصل از مواد مادری آذرین به استثنای اولترابازیک نسبت به مواد مادریشان کاهش یافته‌اند. کمترین مقدار پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به فرکانس در خاک‌های حاصل از سنگ‌های گرانیت و اولترابازیک و بیشترین مقدار در خاک‌های حاصل از شیل مشاهده شد.

واژه های کلیدی: پذیرفتاری مغناطیسی، سنگ آذرین، سنگ رسوبی.

مقدمه

آهن چهارمین عنصر فراوان پوسته زمین با میزان ۵/۶ درصد می‌باشد. مقدار آن در خاک ۳/۸ درصد تخمین زده شده است و تقریباً در هر نوع خاکی یافت می‌شود. در خاک، اکسیدهای آهن در اثر واکنش‌های فیزیکوشیمیایی تشکیل می‌گردند و در طبقه بندی جزء کانی‌های فرعی خاک قرار می‌گیرند (تامسون و الدفیلد، ۱۹۸۶). آهن کمتر از آلومینیوم در رس‌های فیلوسیلیکات ثانویه ادغام شده است و بنابراین آهن معمولاً به شکل‌های اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن وجود دارد. پذیرفتاری مغناطیسی کانی‌های فری‌مغناطیس ۱۰۰۰ برابر بزرگتر از اکسیدهای آهن دیگر است (فاین و همکاران، ۱۹۹۲). در حالی که کانی‌های آهن‌دار دیگر غیرمغناطیس بوده و حتی برخی ترکیبات نظیر کربنات‌ها دارای پذیرفتاری مغناطیسی منفی هستند (دی جانگ و همکاران، ۲۰۰۰).

فاکتورهای خاک‌سازی روی پذیرفتاری مغناطیسی موثر هستند، اما پذیرفتاری مغناطیسی یک شناساگر عمومی برای فرآیندهای خاکسازی نیست (مولینز، ۱۹۷۷). افزایش پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌ها می‌تواند به دلیل تشکیل پدوژنیک کانی-های فری‌مگنتیت می‌باشد که به میزان زیادی به عوامل خاک‌سازی بستگی دارد (سینگر و همکاران، ۱۹۹۶). فاین و سینگر (۱۹۸۹) معتقدند که فاکتورهای خاکسازی روی توزیع و میزان پذیرفتاری مغناطیسی در خاکرخ موثر بوده و اندازه‌گیری آن را در فهم فرآیندهای خاکساز مفید می‌دانند (فاین و همکاران، ۱۹۸۹). پذیرفتاری مغناطیسی خاک می‌تواند با فرآیندهایی نظیر فرآیندهای بیوشیمیایی و جابجایی فیزیکی، افزایش یا کاهش یابد (کریمی و خادمی، ۱۳۹۱). در این تحقیق تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های سطحی توسعه یافته روی مواد مادری متفاوت در شمال استان آذربایجان غربی مورد بررسی قرار گرفت.

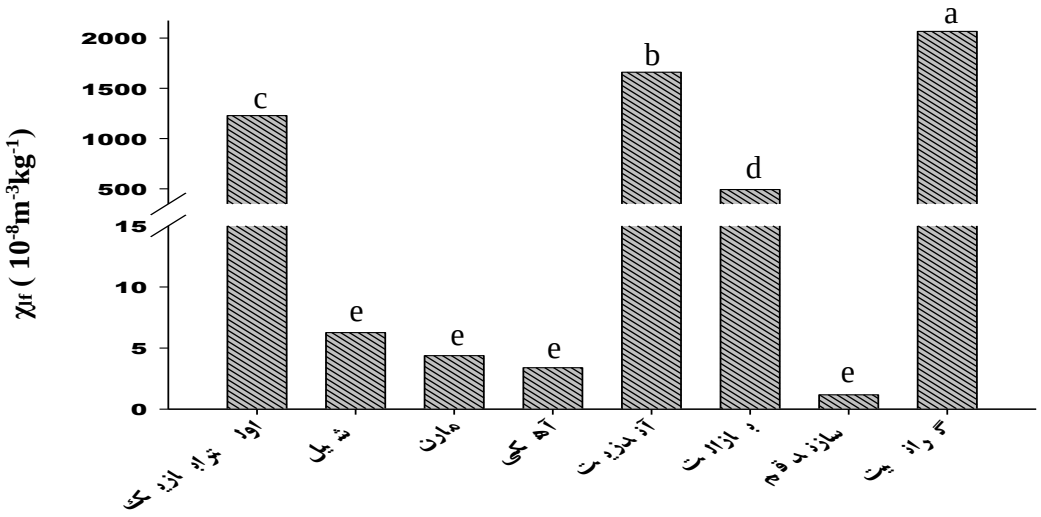
مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی در مراتع مرتفع کوهستانی شمال غرب استان آذربایجان غربی واقع شده است. ارتفاع متوسط ۱۶۳۴ متر از سطح آب‌های آزاد دارد و دارای آب و هوای معتدل ونیمه مرطوب با متوسط بارندگی و میانگین دمای سالانه به ترتیب ۲۷۰mm و ۱۰°C است.با توجه به تشکیلات زمین‌شناسی ، بخش بزرگی از منطقه را سنگ آهک‌های پرمین و شیل‌ها و ماسه سنگ‌های دگرگون شده اردویسین و سنگ‌های رسوبی کرتاسه پایینی، افیولیت‌ها، کنگلومرا و سنگ آهک‌های ریفی و مارن-های گچ‌دار هم ارز سازند قم و گدازه‌های بازالتی به سن کواترنری تشکیل می‌دهند. ۸ توده سنگی مختلف از سنگ‌های آذرین کاملاً اسیدی (گرانیت)، متوسط (آندزیت) و کاملاً بازیک (بازالت و اولترابازیک) و سنگ‌های رسوبی شامل مارن، ماسه سنگ، سازند قم، آهک و شیل در منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. تعداد ۱۰۵ نقطه از ۸ واحد سنگ‌شناسی از موقعیت شیب پشتی(Back slope) با شیب یکسان و مشخص، از عمق صفر تا ۱۰ cm نمونه برداری صورت گرفت. جهت کاهش تغییرات مکانی از اطراف هر نقطه، ۳ نمونه جمع‌آوری و مخلوط شد. از هر نقطه نمونه برداری، نمونه سنگ برداشت و جهت انجام آنالیزهای مربوطه به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه‌های خاک هوا خشک شده و پودر سنگ‌ها در ظروف پلاستیکی مخصوصی ریخته شدند و توسط دستگاه MS2B Bartington ، پارامترهای مغناطیسی شامل پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس پایین (χ_{lf}) و در فرکانس بالا (χ_{hf}) ندازه‌گیری گردیدند. مقادیر پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به فرکانس بر حسب $\chi_{fd}\%$ با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد [۹۱].

$$\chi_{fd}\% = [(\chi_{lf} - \chi_{hf}) / \chi_{lf}] \times 100 \qquad (۱)$$

نتایج و بحث

مقدار پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس پایین (χ_{lf}) در سنگ مادری گرانیت با ۲۰۶۶/۹۰ و سنگ مادری سازند قم با ۱/۱۷ ($10^{-8}m^{-3}kg^{-1}$) به ترتیب بیش‌ترین و کمترین مقدار را نشان دادند. آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد که سنگ مادری گرانیت تفاوت معنی‌داری با سایر سنگ‌های منطقه دارد. همچنین تفاوت معنی‌داری بین سنگ‌های رسوبی شیل، آهک، مارن و سازند قم در منطقه مشاهده نشد. سنگ‌های آذرین به دلیل داشتن کانی‌های مغناطیسی، پذیرفتاری مغناطیسی بالاتری نسبت به سنگ‌های دگرگونی و رسوبی دارند.

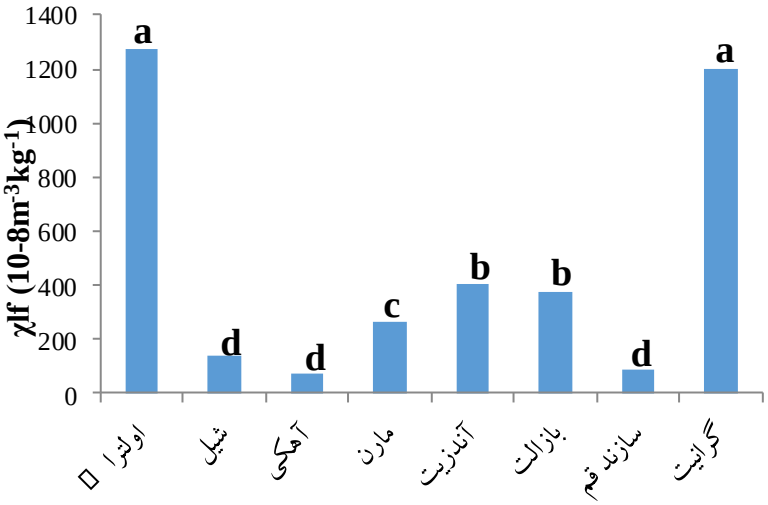


شکل ۱- مقایسه میانگین پذیرفتاری مغناطیسی سنگ مادری ($10^{-8}m^{-3}kg^{-1}$) در فرکانس پایین (χlf) در منطقه مورد مطالعه (میانگین-های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند).

پذیرفتاری مغناطیسی سنگ‌ها منعکس کننده تفکیک آهن به دو بخش اکسیدهای مغناطیسی قوی و فازهای مغناطیسی ضعیف مانند سیلیکات‌ها می‌باشد (آیدین و همکاران، ۲۰۰۷). مقادیر پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به اندازه، وجود شبکه

کریستالی دقیق، فضای خالی شبکه، ناخالصی‌ها و وجود کانی‌های آهن‌دار در نمونه است (انیکا و همکاران، ۲۰۰۸). کرمی (۱۳۹۳) در منطقه مورد مطالعه خود در جنوب شرق استان کردستان نشان داد که سنگ مادری گرانیت پورفیری بیشترین مقدار پذیرفتاری مغناطیسی را دارد. یوسفی فرد (۱۳۹۱) گزارش نمود که مقدار پذیرفتاری مغناطیسی در سنگ ها به صورت: سنگ های آذرین بازی > سنگ های اسیدی و خنثی > سنگ های متامورف > سنگ رسوبی می‌باشد. نتایج مطالعات انیکا و همکاران (۲۰۰۸) در گرانیت‌های باتولیت نیجریه، نشان داد که پذیرفتاری مغناطیسی سنگ‌های منطقه مورد مطالعه عمدتاً به وسیله کانی‌های پارامغناطیس کنترل می‌شود.

آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد که خاک‌های تشکیل شده بر روی مواد مادری اولترابازیک و گرانیت تفاوت معنی داری با هم ندارند ولی با سایر خاک‌های تشکیل شده در منطقه اختلاف معنی‌داری دارند (شکل ۲). لو (۲۰۰۰) مشاهده کرد که مقدار پذیرفتاری مغناطیسی در سنگ‌های رسوبی کم است و اغلب در خاک به علت تشکیل خاکساز کانی‌های فرومغناطیس بیشتر از سنگ است و معمولاً مقدار متوسطی بین ۱۵۰-۵۰ نشان می‌دهد .



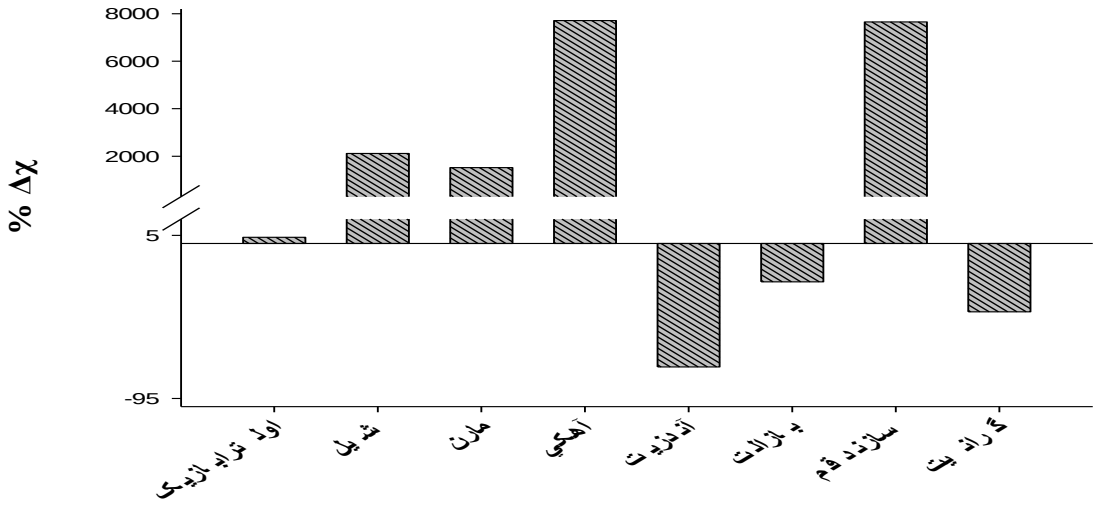
شکل ۲- مقایسه میانگین پذیرفتاری مغناطیسی خاک منطقه مورد مطالعه ($10^{-8}m^{-3}kg^{-1}$) در فرکانس پایین (χ_{lf}) (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند).

در سنگ‌های رسوبی مانند سنگ گچ، ذرات مغناطیسی به صورت تداخلی در کوارتزهای بیوژنیک حضور دارند (هانسلو و ماهر، ۱۹۹۶). در مطالعه لو و همکاران (۲۰۰۸)، مقدار پذیرفتاری مغناطیسی در خاکرخ های تشکیل شده روی بازالت متفاوت ($10^{-8}m^{-3}kg^{-1}$) ۸۸۳-۹۱ بود. این تفاوت می‌تواند به علت اثر فرآیندهای خاک‌ساز باشد. این در حالی است که مقدار پذیرفتاری مغناطیسی در خاک‌های حاصل از مواد مادری رسوبی با پذیرفتاری مغناطیسی کم، روند مشخص و افزایشی در مقدار پذیرفتاری مغناطیسی با توسعه خاک‌سازی نشان می‌دهند و پذیرفتاری مغناطیسی ارتباط خطی با سن خاک دارد. پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های تشکیل شده روی بازالت با توسعه خاک‌سازی کاهش می‌یابد.

لو (۲۰۰۰) مشاهده کرد که مقدار پذیرفتاری مغناطیسی در افق سطحی خاک‌های تشکیل شده روی سنگ‌های آذرین اغلب کمتر از افق مواد مادری است. این نشان می‌دهد که کانی‌های فرومغناطیس که به عنوان کانی‌های اولیه در سنگ‌های آذرین هستند، در سطح، تخریب و طی هوادیدگی از سیستم حذف می‌شوند. خاک‌های حاصل از مواد مادری آذرین مقدار پذیرفتاری مغناطیسی کمتری را نسبت به سنگ مادری نشان می‌دهند (شکل ۲). در این مطالعه مشاهده شد که مقدار

پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌ها با افزایش پذیرفتاری مغناطیسی مواد مادری افزایش می‌یابد که این نشان‌دهنده اهمیت مقدار پذیرفتاری مغناطیسی مواد مادری در ارتباط با مقدار آن در خاک است.

شکل ۳ درصد تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های توسعه‌یافته روی مواد مادری مختلف در منطقه را نشان می‌دهد. پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های توسعه‌یافته روی مواد مادری آذرین به استثنای اولترابازیک نسبت به مواد مادریشان کاهش یافته‌اند. در این خاک‌ها، کانی‌های فری‌مغناطیس احتمالاً به دلیل رقیق شدن توسط کربنات کلسیم و ماده آلی و به تبع آن پذیرفتاری مغناطیسی، در خاک نسبت به ماده مادری کاهش پیدا کرده است. پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های توسعه‌یافته روی مواد مادری رسوبی منطقه نسبت به مواد مادری آنها افزایش یافته است. سانگ و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند با تجمع یافتن کربنات کلسیم، محیطی با خاصیت قلیایی قوی شکل می‌گیرد که می‌تواند ساختار کانی‌های مغناطیسی قوی را متلاشی کند و شدت مغناطیس شوندگی را در ذرات سازنده خاک کاهش دهد. علت کاهش پذیرفتاری مغناطیسی در خاک نسبت به سنگ مادری آن در خاک‌های توسعه‌یافته روی مواد مادری آذرین تخریب کانی‌های فرومغناطیس اولیه طی هوادیدگی و تبدیل آنها به کانی‌های غیرمغناطیس در سیستم می‌باشد.

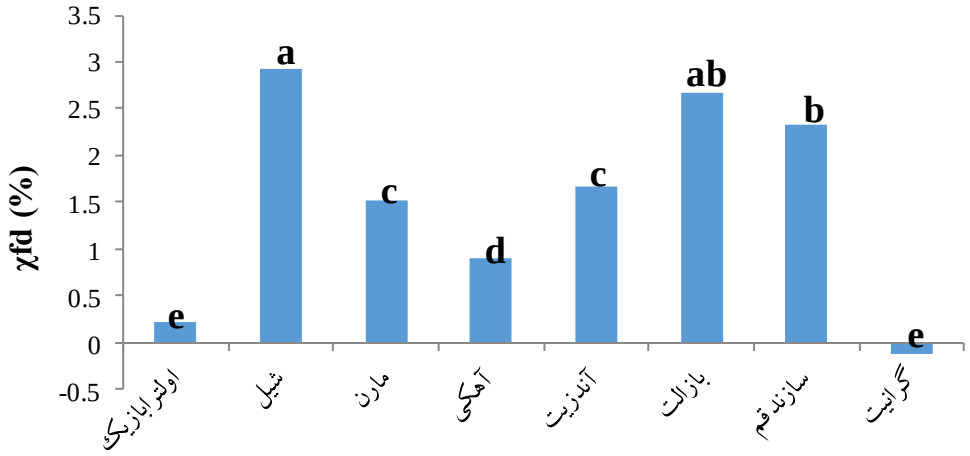


شکل ۳- درصد تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های منطقه نسبت به مواد مادری

شکل ۴ مقایسه میانگین پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به فرکانس خاک (χ_{fd}) در خاک‌های منطقه مورد بررسی را به تفکیک سنگ مادری نشان می‌دهد. آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد که خاک‌های توسعه‌یافته روی مواد مادری شیل، به استثنای خاک‌های توسعه‌یافته روی مواد مادری بازالت، با سایر واحدهای سنگی منطقه اختلاف معنی‌داری دارد. پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به فرکانس (χ_{fd}) بازتابی از اندازه ذره فرومغناطیس است که نسبت به حضور ذرات با اندازه کمتر از یک میکرون به خصوص سوپرمغناطیس‌ها و تک‌دمین‌هایی با اندازه ۰/۰۳-۰/۰۱ میکرون حساس است. اندازه و شکل ذره که موقعیت دمین را نشان می‌دهند خیلی مهم می‌باشد. پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به فرکانس می‌تواند به عنوان شاخصی از منشأ ذره باشد و همچنین می‌توان به وسیله آن منشأهای متفاوت را تشخیص داد (یانگ، ۲۰۰۹).

یوسفی‌فرد (۱۳۹۱) در منطقه مطالعاتی خود نشان داد مقادیر کم پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به فرکانس خاکرخ‌های توسعه‌یافته روی مواد مادری آذرین درونی (۰/۲۷-۰/۰۲) نشان از عدم تشکیل مگنتیک و یا مگهمیت پدوژنز می‌باشد که خود دلیلی بر تکامل کم و جوان بودن خاکرخ‌های مورد مطالعه می‌باشد. کرمی (۱۳۹۱) مقادیر کم پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به فرکانس (۱/۶-۰/۸۶) در خاک‌های توسعه‌یافته روی سنگ‌های آذرین، گرانیت پورفیری، گرانیت، گابرودیوریت، مونزودیوریت و دیوریت گابرویی را نشان از تشکیل خیلی کم مگنتیت و مگهمیت خاکساز در این خاک‌ها دانست و دلیلی بر تکامل کم و

جوان بودن خاک‌های منطقه مورد مطالعه عنوان کرد. مقادیر زیاد این پارامتر در سنگ‌های آذرین اسپیلیت-بازالت و گابرو-بازالت (۲/۴-۳) که نشان‌دهنده تشکیل ذرات خیلی ریز فرومغناطیس در خاک‌ها است را دلیلی بر تکامل متوسط خاک بیان کرد. مقدار زیاد پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به فرکانس در خاک‌های توسعه‌یافته بر روی مواد مادری شیل، بازالت و سازند قم نشان‌دهنده تشکیل ذرات خیلی ریز فرومغناطیس در خاک‌ها می‌باشد. و مقدار کم این پارامتر در خاک‌های توسعه‌یافته روی سنگ‌های اولترابازیک، گرانیت، آهکی، مارن و آندزیت نشان‌دهنده تشکیل کم مگنتیت و مگهمیت خاکساز در این خاک-ها می‌باشد.



شکل ۴- مقایسه میانگین پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به فرکانس خاک (χ_{fd}) در خاک‌های توسعه‌یافته روی مواد مادری منطقه مورد مطالعه (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند).

منابع

کرمی، م. ۱۳۹۳. ارتباط پذیرفتاری مغناطیسی با ویژگی‌های ژئوشیمیایی برخی از سنگ‌های آذرین و خاک‌های توسعه‌یافته روی آن‌ها در منطقه جنوب شرق استان کردستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

کریمی، ع. و خادمی، ح. ۱۳۹۱. تاثیر مواد مادری،گچ و کربنات‌ها بر پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های جنوب مشهد. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، شماره ۳۰، صفحه‌های ۴۱-۶۱.

یوسفی‌فرد، م. ۱۳۹۱. تحول و تکامل خاک‌های توسعه‌یافته بر روی برخی از سنگ‌های آذرین شمال غرب ایران. رساله دکترای خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

Aydin A., Ferre E.C. and Aslan Z. 2007. The magnetic susceptibility of granitic rocks as proxy for geochemical composition: example from the saruhan granitoids, NE Turkey. Tectonophysics. 441: 85-95.

De jong E., Kozak L.M. and Rostad H.P.W. 2000. Effects of parent material and climate on the magnetic susceptibility of Saskatchewan soils. canadian journal of soil science. 80:135-142.

Fine P., M. J. Singer and Verso K.L. 1992. Use of magnetic susceptibility measurments in assessing soil unhiformity in choronosequences studies. Soil Science Society of America Journal. 56: 1195-1199.

Hounslow M.W. and Maher B. A. 1996. Quantitive extraction and analysis of carriers of magnetization in sediments. Geophysical Journal International. 124: 57-74.

Lu S.G., Xue Q.F., Zhu L. and Yu J.Y. 2008. Mineral Magnetic Properties of weathering sequence of soil derived from basalt in Eastern China. Catena, 73: 23-33.

Lu, S. 2000. Lithological factors affecting magnetic susceptibility of subtropical soils, Zhejiang province, China. Catena. 40: 359-373.

Mullins C.E. 1977. Magnetic susceptibility of the soil and its significance in soil science a review.J. Soil Sci. 28: 223-246.

Oniku S.A., Osazuwa I.B. and Meludum O.C. 2008 Peliminary report on magnetic susceptibility measurements on rocks with in zaria granite batholith, Nigeria. Geofizika. 25: 203-213.

Singer M.J., Verosub K.L., Fine P. and Tenpas J. 1996. A conceptual model for the enhancement of magnetic susceptibility in soils. Qual. Int. 34-36: 243-248.
Singer, M.J., and Fine P. 1989. Pedogenic factors affecting magnetic susceptibility of northern California soils. Soil Sci. 53:1119-1127.
Song Y., Shan D. and Han E. 2008. Electrodeposition of hydroxyapatite coating on AZ91D magnesium alloy for biomaterial application. Mater. Lett. 62: 3276-3279.
Thompson R. and Oldfield F. 1986. Enviromental magnetism. London.
Yang P., Mao R. and Shao H. 2009. An investigation on magnetic susceptibility of hazardous saline-alkaline soils from the contaminated Hai River Basin, China. J. Hazard. Master. 172: 494-497.

Magnetic susceptibility of surface soils on different parent materials, North West of Azarbaijan Gharbi province

V. Admen[1], S. Ayoubi[1] and M. Yousefifard[2*]
1-Departmnet of Soil Science, Isfahan University of Technology, 84156-83111, Isfahan, Iran
2- Department of Environment and Natural Resources, Payam-e-Noor University, PO BOX: 19395-3697, Tehran, Iran.

Abstract

This study was conducted to study effect of different parent materials on surface soil magnetic susceptibility in north of Azarbaijan Gharbi province. 105 soil samples were collected from the same slope. Also, 5 Rock samples picked up from each rock. Magnetic susceptibility measured with MS2B Bartington. Magnetic susceptibility in soils derived from sedimentary parent materials is more than their parent rocks because of pedogenesis Ferromagnetic mines. Magnetic susceptibility in soils derived from igneous parent materials decreased with respect to parent rocks except soils developed on Ultrabasic. The least frequency-dependent susceptibility was observed in soils derived from Granit and Ultrabasic and the most is in soils derived from Shale parent material.

Keywords: Magnetic susceptibility, Igneous rock, Sedimentary rock.