

مطالعه و بررسی تکامل خاک با استفاده از پذیرفتاری مغناطیسی در حاشیه رودخانه سفیدرود در گیلان

حسین ترابی گل سفیدی و مصطفی کریمیان اقبال^{۱*}

چکیده

پذیرفتاری مغناطیسی (MS)^۲ بعنوان یکی از شاخصهای سنجش تکامل پروفیلی خاک، متأثر از فاکتورهای خاکسازی است که در فهم بسیاری از فرایندهای خاکسازی مفید و موثر می باشد. پذیرفتاری مغناطیسی خاک در یک ردیف زمانی در منطقه سراوان، ۲۰ کیلومتری جنوب رشت و مقایسه آن با منطقه رستم آباد حدود ۵۰ کیلومتری جنوب رشت در حاشیه رودخانه سفید رود روی ۶ پروفیل مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. برای اندازه گیری پذیرفتاری مغناطیسی از دستگاه مغناطیس سنج با جریان متناوب در یک میدان مغناطیسی ۵۰ آمپر بر متر و فرکانس ۵۰۰ هرتز استفاده گردید. پذیرفتاری مغناطیسی قبل و بعد از حذف اکسیدهای آهن بوسیله سترات بی کربنات دی تیونیت (CBD) اندازه گیری شد. نتایج نشان می دهد که پذیرفتاری مغناطیسی در دو منطقه مورد مطالعه متأثر از مواد مادری، اقلیم و زمان می باشد. برخلاف نتایج اکثر محققین، با افزایش تکامل خاک از دشت سیلابی بطرف پادگانه میانی و بالایی، افزایش در مقدار پذیرفتاری مغناطیسی مشاهده نشده است. علت این امر احتمالاً غنی بودن مواد مادری خاکهای منطقه از اکسیدهای آهن اولیه فرومغناطیس می باشد. مطالعه میکرومورفولوژی مقاطع نازک و صیقلی نشان دهنده وجود مقادیر زیادی مگنتیت در مواد مادری این خاکهاست. بعد از حذف اکسیدهای آهن آزاد (پدوژنیک) بوسیله تیمار (CBD) پذیرفتاری مغناطیسی از حداقل ۸ تا حداکثر ۴۱ درصد کاهش می یابد این مقدار کاهش کمتر از نتایج بدست آمده توسط برخی محققین است. علت کاهش کمتر MS بعد از تیمار CBD وجود کانیهای اولیه اکسید آهن فرومغناطیس در این خاکها است که CBD قادر به استخراج و حذف این کانیها نیست. مشابهت میزان پذیرفتاری مغناطیسی افقهای C خاک پادگانه پایینی در منطقه سراوان ($282 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$) و اراضی دیم توتکابن ($300 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$) نشان می دهد که مواد مادری خاکها در این دو منطقه احتمالاً منشأ یکسان دارند و با توجه به اثبات آبرفتی - دلتایی بودن مواد مادری در منطقه سراوان، مواد مادری منطقه توتکابن نیز آبرفتی هستند.

واژه های کلیدی: پذیرفتاری مغناطیسی، اکسیدهای آهن فرومغناطیس، ردیف زمانی، پادگانه (تراس)، گیلان، سفیدرود

^۱ به ترتیب استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد رامسر و استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

* وصول: ۷۹/۱۰/۱۳ و تصویب: ۸۱/۳/۲۳

همکاران، ۱۹۸۹؛ Singer و Fine، ۱۹۸۹). Fine و Singer (۱۹۸۹) معتقدند که فاکتورهای خاکسازي يني^۳ (اقلیم، پستی و بلندی، موجودات زنده، مواد مادری و زمان) روی توزیع و میزان پذیرفتاری مغناطیسی در پروفیل خاک موثر بوده و اندازه گیری آنرا در فهم فرایندهای خاکسازي مفید می دانند (Janes و Beavers، ۱۹۶۴؛ Singer و Fine، ۱۹۸۹). به اعتقاد Mullins و همکاران (۱۹۷۷) فاکتورهای خاکسازي روی پذیرفتاری مغناطیسی موثر هستند، اما پذیرفتاری مغناطیسی یک شناساگر عمومی برای فرایندهای خاکسازي نیست. برخی محققین اشاره کرده اند که با استفاده از پذیرفتاری مغناطیسی و دیگر روشهای مغناطیس سنجی می توان منابع رسوبگذاری و فرسایش را تشخیص داد (Singer و Fine، ۱۹۸۹). اندازه گیری پذیرفتاری مغناطیسی برای ارزیابی پروفیل های خاک در مطالعه ردیف زمانی مناسب و مفید می باشد. با استفاده از این تکنیک تفاوت در مواد مادری و انقطاع موجود در خاکهای غیریکنواخت قابل شناسایی است (Singer و Fine، ۱۹۸۹؛ Fine و همکاران، ۱۹۹۲). Fine و همکاران (۱۹۸۹) افزایش پذیرفتاری مغناطیسی در خاک را مربوط به آزاد شدن Fe^{2+} بوسیله هوایدگی و بدنبال آن اکسید شدن به ماگمیت نسبت می دهند. البته آهن ممکن است به داخل افقهای زیرین شسته شده و در آنجا تشکیل مگنتیت جدید بدهد و یا اینکه بدون تشکیل چنین ترکیبی از پروفیل خاک خارج گردد (Fine و همکاران، ۱۹۸۹ و ۱۹۹۲). با توجه به مطالعات اندک انجام گرفته در این زمینه هنوز بدرستی مشخص نیست که چگونه فاکتورهای خاکسازي روی پذیرفتاری مغناطیسی تاثیر می گذارند. ضمن اینکه برخی محققین اندازه گیری پذیرفتاری مغناطیسی را برای فهم فرایند خاکسازي غیرمفید می دانند (Singer و Fine، ۱۹۸۹). هدف از این مطالعه بررسی تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی قبل و بعد از حذف اکسیدهای آهن آزاد (CBD) در یک ردیف زمانی^۴ و استفاده از این تکنیک در بررسی میزان تکامل خاک و مقایسه مواد مادری خاک دو منطقه مورد مطالعه می باشد.

مواد و روشها

منطقه سراوان و منطقه توتکابن از توابع رستم آباد به ترتیب در فاصله حدود ۲۰ و ۵۰ کیلومتری جنوب شهر رشت در حاشیه رودخانه سفیدرود قرار گرفته اند. طبق نقشه زمین شناسی تهیه شده توسط شرکت ملی نفت ایران (۱۹۶۰) مواد مادری مناطق فوق تحت عنوان رسوبات

پذیرفتاری مغناطیسی (χ)، کل مغناطیسه شدن یک جسم در یک میدان مغناطیسی است (Nafeh و Brusled، ۱۹۸۵)

$$M = \chi H$$

در معادله بالا M میزان مغناطیس پذیری جسم و H شدت میدان مغناطیسی و χ (خی) پذیرفتاری مغناطیسی و بدون واحد است. پذیرفتاری مغناطیسی هم می تواند برحسب واحد جرمی وهم واحد حجمی بیان گردد که برحسب

$$\chi \text{ (mass)} = \frac{\chi}{d}$$

d دانسیته جرمی (kg/m^3) است. بنابراین واحد پذیرفتاری مغناطیسی جرمی برحسب مترمکعب بر کیلوگرم (m^3/kg) گزارش می گردد (Nafeh و Brusled، ۱۹۸۵؛ Fine و همکاران، ۱۹۸۹ و ۱۹۹۲). Le Borgne (۱۹۵۵، ۱۹۶۰) اولین کسی بود که افزایش پذیرفتاری مغناطیسی خاکها را مربوط به تبدیل اکسیدهای آهن غیرمغناطیس مثل هماتیت (Hematite) ($\alpha-Fe_2O_3$) و یا گنوتیت (Goethite) ($\alpha-FeOOH$) به شکل فرومغناطیس مثل ماگمیت (Maghemite) ($\gamma-Fe_2O_3$) می دانست. او دو مکانیسم زیر را در این فرایند دخیل می داند:

- ۱- فرایند احیاء کانیهای مثل هماتیت در محیطهای غیرهوازی و متعاقب آن اکسیداسیون مجدد به ماگمیت در شرایط هوازی .
 - ۲- احیاء هماتیت به مگنتیت (Fe_3O_4) (Magnetite) طی اکسیداسیون مواد آلی و تبدیل آن به ماگمیت در طول دوره سرد و نفوذ هوا به داخل خاک (به تقل از Singer و Fine، ۱۹۸۹؛ Tite و Linington، ۱۹۷۵).
- Mullins (۱۹۷۷) دهیدراسیون^۱ لپیدوکروسایت^۲ ($\gamma-FeOOH$) در خاکهای با وضعیت زهکشی ضعیف را به فرایند بالا اضافه نمود.

با استفاده از تکنیک پذیرفتاری مغناطیسی می توان انقطاع لایه های مختلف در خاک را بررسی و مشخص نمود. بعبارت دیگر پذیرفتاری مغناطیسی یکی از پارامترهایی است که برای تعیین یکنواختی پروفیل خاک مورد استفاده قرار می گیرد (Fine و همکاران، ۱۹۸۹ و ۱۹۹۲). میزان هوایدگی و تکامل افقهای مختلف را نیز می توان با این روش مطالعه نمود و به کمک شواهد دیگری اطلاعاتی از وضعیت آب و هوا در گذشته بدست آورد (Fine و

^۳ Jenney

^۴ Chronosequence

^۱ Dehydration

^۲ Lepidocrocite

غیرمغناطیس به افقهای زیرین انتقال و باعث رقیق شدن و کاهش پذیرفتاری مغناطیسی افق زیرین می‌گردد (Singer و Fine، ۱۹۸۹؛ Fine و همکاران، ۱۹۸۹ و ۱۹۹۲). در افق Bk خاک توتکابن احتمالاً تجمع آهک باعث رقیق شدن و کاهش پذیرفتاری مغناطیسی این عمق قرار گردیده است. افزایش پذیرفتاری مغناطیسی در افقهای سطحی را می‌توان به انتقال مواد غیرمغناطیسی از آنها نسبت داد.

بادآورده شناسایی شده است (شکل a1). در حالیکه در نقشه زمین‌شناسی تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی ایران (۱۹۷۵) تشکیلات مناطق مذکور بعنوان رسوبات آبرفتی دلتایی شناسایی گردیده است (شکل b1) (Annells و همکاران، ۱۹۷۵). مناطق مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. رژیم رطوبتی منطقه توتکابن براساس آمار ایستگاه هواشناسی رودبار از نوع زیریک^۱ و رژیم رطوبتی منطقه سراوان در ۲۰ کیلومتری جنوب رشت از نوع یودیک^۲ می‌باشد. برای انجام این تحقیق پس از حفر ۱۲ پروفیل، ۶ پروفیل شاهد به ترتیب در اراضی دیم توتکابن، دشت سیلابی سفیدرود، پادگانه پایینی (T1)، میانی (T2) و بالایی (T3) و حاشیه رودخانه سیاه رود انتخاب و مطالعه گردید (ترابی گل‌سفیدی و کریمیان اقبال، ۱۳۷۹). برای اندازه‌گیری پذیرفتاری مغناطیسی مقدار مشخصی از نمونه‌های خاک خشک عبور داده شده از الک دو میلی‌متر را بطور کامل پودر کرده تا همه آن از الک ۶۰ مش عبور نماید. سه نمونه ۱۲۰ میلی‌گرمی از خاک هر افق در داخل لوله‌های پلاستیکی به قطر ۴ و ارتفاع ۱۲ میلی‌متر ریخته شد. پذیرفتاری مغناطیسی توسط دستگاه مغناطیس سنج مدل ۷۰۰۰ لیک شور^۳ در یک میدان مغناطیسی ۵۰ آمپر بر متر و فرکانس ۵۰۰ هرتز اندازه‌گیری شد. سه قرائت از هر نمونه بعمل آمد (در منابع قرائت وسطی بعنوان پذیرفتاری مغناطیسی آن نمونه گزارش می‌گردد)، بعلت نزدیک بودن اعداد پذیرفتاری مغناطیسی سه نمونه (تکرار) از هر خاک، میانگین آنها بعنوان نتیجه نهایی هر خاک گزارش گردید. حذف اکسیدهای آهن آزاد بوسیله سیترات بی‌کربنات دی‌تیونیت (CBD) روی ۲ گرم نمونه خاک عبور داده شده از الک ۶۰ مش صورت گرفت (Soil Survey Laboratory Methods، ۱۹۸۴). پس از هوا خشک کردن نمونه‌های تیمار شده با (CBD) مجدداً پذیرفتاری مغناطیسی آن به روش شرح داده شده اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج حاصل از پذیرفتاری مغناطیسی را نشان می‌دهد. در خاک منطقه توتکابن پذیرفتاری مغناطیسی از افقهای سطحی بطرف افقهای زیرین کاهش می‌یابد (شکل ۱). برخی محققین زیاد بودن پذیرفتاری مغناطیسی در افقهای سطحی را مربوط به تاثیر هوادیدگی و سایر فرایندهای خاکساز می‌دانند که طی آن مواد

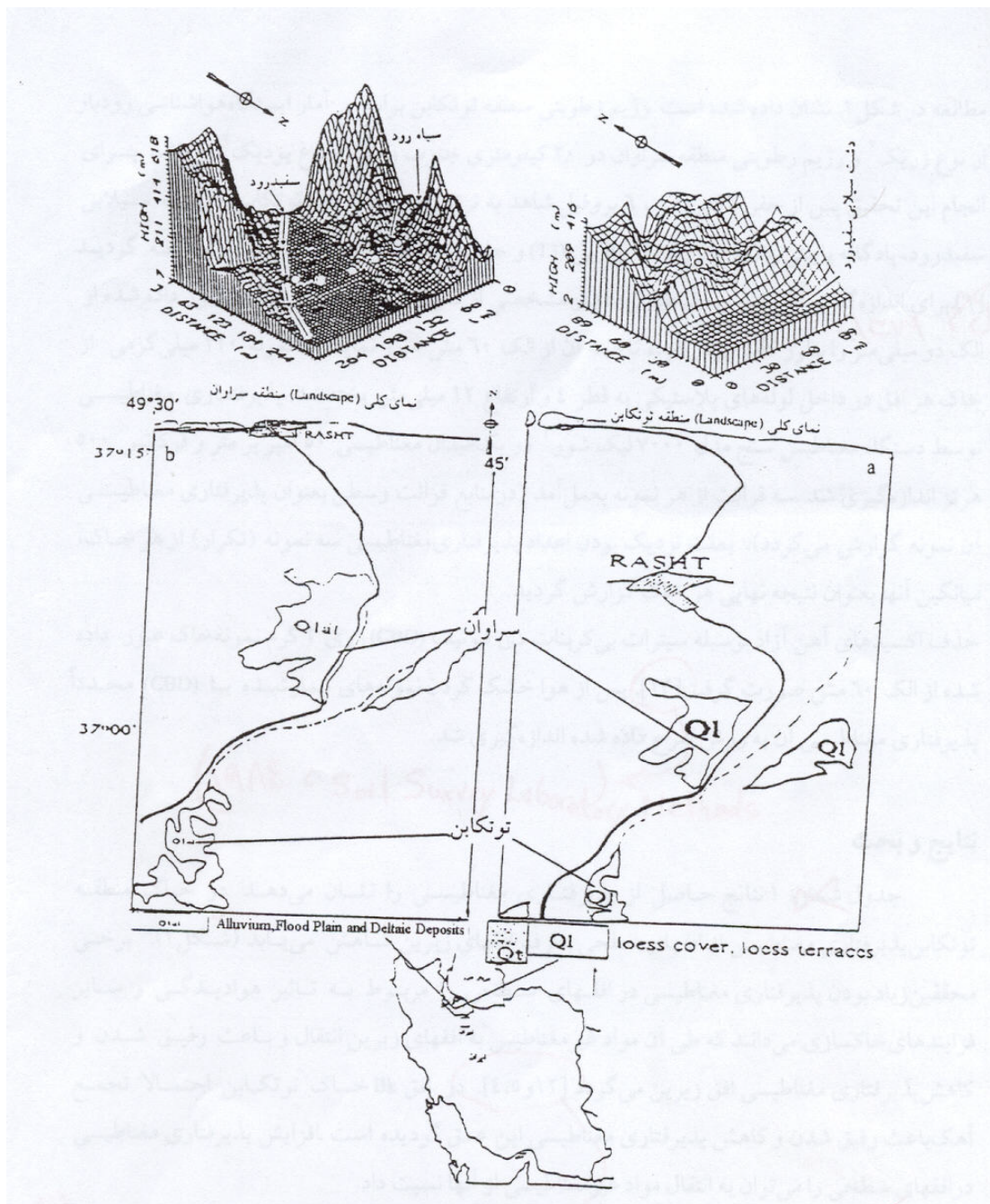
^۱Xeric

^۲Udic

^۳AC Susceptometer model 7000, Lake Shore

جدول ۱- نتایج تجزیه پذیرفتاری مغناطیسی قبل و بعد از تیمار CBD

افق	عمق (سانتیمتر)	پذیرفتاری مغناطیسی $\times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$		
		بعد از تیمار CDB		قبل از تیمار CDB
		درصد کاهش	مقدار	
خاک اراضی دیم تونکابن Typic Eutrudept, fine silty, mixed, thermic				
Ap	۰-۱۵	۲۲	۵۸۵	۷۵۰
Bw1	۱۵-۳۰	۱۶	۶۳۷	۷۵۸
Bw2	۳۰-۵۰	۱۹	۵۳۹	۶۴۲
Bw3	۵۰-۱۱۵	۲۱	۵۴۰	۶۵۲
Bk	۱۱۵-۲۰۰	۲۶	۲۲۰	۳۰۰
خاک دشت سیلابی سفیدرود Mollic Epiaquent, lomay skeletal, mixed, thermic				
Ag	۰-۱۰	۱۴	۴۸۴	۵۶۳
خاک پادگانه پایینی Typic Hapludoll, fine silty, mixed, thermic (T1)				
Ap	۰-۲۵	۳۵	۲۱۵	۳۳۳
Bw1	۲۵-۶۰	۳۷	۲۰۰	۳۱۷
Bw2	۶۰-۹۰	۲۱	۲۰۲	۲۴۵
Bk	۹۰-۱۸۰	۲۳	۲۱۶	۲۸۲
خاک پادگانه میانی Calcic Argiudoll, fine, mixed, thermic (T2)				
A	۰-۳۰	۱۶	۶۶	۷۹
AB	۳۰-۶۵	۱۸	۵۹	۷۲
Bt	۶۵-۱۰۰	۸	۴۵	۴۹
Btk	۱۰۰-۳۰۰	۱۲	۵۲	۵۹
2C	> ۳۰۰	۳۱	۴۹۴	۷۲۰
خاک پادگانه بالایی Typic Argiudoll, fine, mixed, thermic (T3)				
A	۰-۳۰	۳۵	۱۷۴	۲۶۹
2Bt	۳۰-۵۵	۲۷	۸۶	۱۱۹
3BC	۵۵-۷۵	۴۱	۱۵۷	۲۶۸
3C1	۷۵-۱۱۰	۳۳	۲۶۲	۳۹۳
3C2	۱۱۰-۲۰۰	۳۲	۲۹۹	۴۳۹
خاک حاشیه سیاه رود Glossic Hapludalf, fine, montmorillonitic, thermic				
A	۰-۱۰	۷۱	۵۰	۱۷۲
EB	۱۰-۲۵	۱۵	۳۳	۳۹
Bt1	۲۵-۵۰	۱۳	۳۲	۳۷
Bt2	۵۰-۱۰۰	۱۷	۳۵	۴۲
Bt3	۱۰۰-۱۸۰	۲۳	۳۰	۳۹



شکل ۱- خصوصیات زمین شناس منطقه مورد مطالعه (سراوان)

(a) نقشه تهیه شده توسط شرکت ملی نفت ایران (۱۹۶۰)

(b) نقشه تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی ایران (Annells و همکاران، ۱۹۷۵)

و تصویر سه بعدی از لنداسکیپ منطقه مورد مطالعه

منطقه توتکابن است (شکل ۳). اما اختلاف در مقدار پذیرفتاری مغناطیسی در خاک این دو منطقه را می توان به اقلیم نسبت داد (شکل ۲ و جدول ۱). وجود آب و هوای مرطوب با بارندگی متوسط سالانه ۱۳۸۵ میلی متر در منطقه سراوان باعث هوادیدگی بیشتر در این خاکها می گردد. با

پذیرفتاری مغناطیسی در خاک دشت سیلابی که تنها ۱۰ سانتیمتر ضخامت دارد $5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ است که پس از تیمار CBD این مقدار به $484 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ کاهش می یابد (جدول ۱). روند تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی در خاک پادگانه پایینی (T1) منطقه سراوان مشابه خاکهای

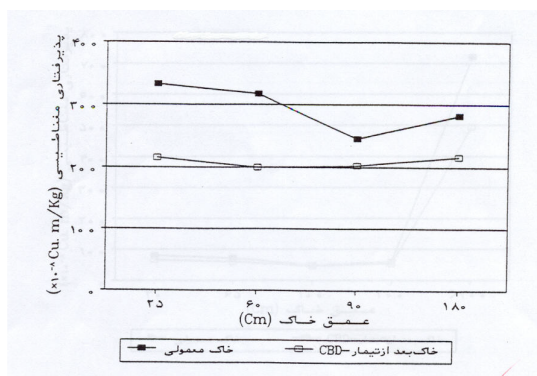
پذیرفتاری مغناطیسی کاسته می‌شود. Walker (۱۹۸۳) نیز به هوادیده شدن کانیهای اولیه نظیر مگنتیت و غیره در مواد مادری غنی از آهن اشاره کرده است. پذیرفتاری مغناطیسی در افق Bt این خاک کاهش بیشتری را نشان می‌دهد. علت کاهش بیشتر تجمع رس بیشتر و رقیق شدن آن توسط مواد غیرمغناطیس می‌باشد. در خاک پادگانه میانی (T2) وجود یک انقطاع سنگی توسط اندازه‌گیری پذیرفتاری مغناطیسی تایید می‌گردد. تغییر شدید پذیرفتاری مغناطیسی در افق Btk از $1 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ به $720 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ در افق C که در عمق حدود ۳/۵ متری قرار دارد نشان‌دهنده وجود انقطاع سنگی است (شکل ۵). نتایج اندکس تشابه نیز وجود انقطاع را تایید نموده است (ترابی گل سفیدی، ۱۳۷۳؛ ترابی گل سفیدی و کریمیان اقبال، ۱۳۷۹).

در خاک پادگانه بالایی (T3) که از درصد شن بالایی برخوردار است، مقدار پذیرفتاری مغناطیسی با عمق افزایش می‌یابد (شکل ۶). کمی پذیرفتاری مغناطیسی در افقهای سطحی و زیاد شدن آن در افقهای C1 و C2، با هوادیدگی اکسیدهای آهن فرومغناطیس اولیه نظیر مگنتیت در افقهای سطحی مربوط است. در افقهای زیرین که حاوی ۷۰ الی ۸۰ درصد شن درشت است بعلت تاثیر کمتر هوادیدگی، اکسیدهای آهن اولیه فرومغناطیس تقریباً بدون تغییر باقی مانده‌اند.

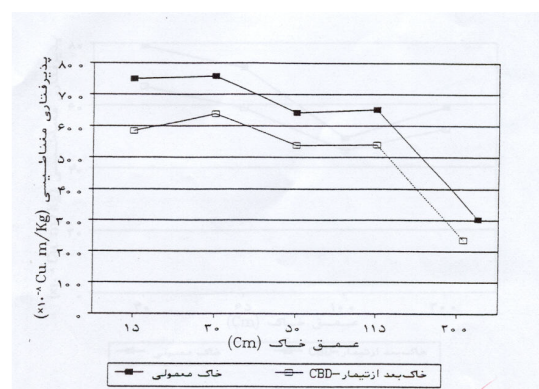
پذیرفتاری مغناطیسی در خاک حاشیه رودخانه سیاه رود مشابه خاک پادگانه میانی (T2) است (شکل ۷). زیاد بودن پذیرفتاری مغناطیسی در افق سطحی این خاک احتمالاً با آتش سوزی جنگل در این منطقه در ارتباط است که برخی شواهد آن هنوز باقیست. Linington و Tite (۱۹۷۵) نشان دادند که حرارت باعث افزایش پذیرفتاری مغناطیسی می‌گردد.

توجه به غنی بودن مواد مادری از کانیهای اولیه اکسید آهن، هوادیدگی شدید باعث تخریب و از بین رفتن فرومغناطیسهای اولیه و کاهش پذیرفتاری مغناطیسی می‌گردد. اختلاف پذیرفتاری مغناطیسی در افقهای سطحی خاک دو منطقه توتکابن و پادگانه پایینی سراوان زیاد است. در حالی که این اختلاف با عمق و به طرف افقهای زیرین کاهش می‌یابد. اگر پایین‌ترین افق هر دو خاک را نزدیک به مواد مادری شان در نظر بگیریم، نتایج نشان می‌دهد که پذیرفتاری مغناطیسی این دو افق پس از انتقال کل آهن پدوژنیک بوسیله CBD تقریباً مشابه می‌باشند (مقایسه شکلهای ۲ و ۳ پس از حذف اکسیدهای آهن). با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیایی و مینرالوژیکی مشابهی که این دو خاک دارند (ترابی گل سفیدی، ۱۳۷۳؛ ترابی گل سفیدی و کریمیان اقبال، ۱۳۷۹). می‌توان گفت که مواد مادری این دو خاک در پادگانه پایینی منطقه سراوان و خاک منطقه توتکابن مشابه هستند. در نتیجه اختلاف پذیرفتاری مغناطیسی مخصوصاً در افقهای سطحی دو خاک عمدتاً متأثر از اقلیم می‌باشد.

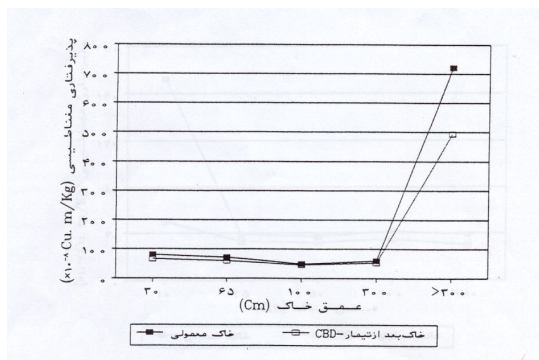
پذیرفتاری مغناطیسی در خاک پادگانه میانی (T2) علیرغم دارا بودن تکامل پروفیلی بیشتر نسبت به خاک پادگانه پایینی (T1) و دشت سیلابی، بسیار کمتر است (شکل ۵). فرایند هوادیدگی شدید در محیطهای گرم و مرطوب نه تنها باعث هوادیده شدن مواد غیرمغناطیسی و انتقال آنها به افقهای زیرین می‌گردد، بلکه باعث هوادیده شدن مواد مغناطیسی می‌شود که به صورت اکسیدهای آهن اولیه در مواد مادری وجود دارند. بنابراین در منطقه مورد مطالعه، بعلت غنی بودن مواد مادری از کانیهای فرومغناطیس اولیه مخصوصاً مگنتیت که در مطالعات مینرالوژی نمونه‌های پودری و مقاطع صیقلی تایید شده است، با افزایش تکامل خاک و هوادیدگی کانیهای فوق از مقدار



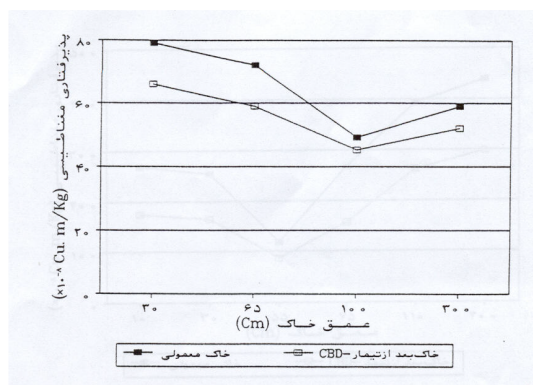
شکل ۳- پذیرفتاری مغناطیسی در پروفیل خاک پادگانه پایینی (T1) - سراوان



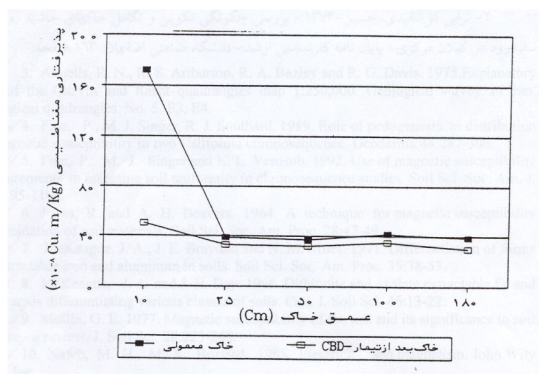
شکل ۲- پذیرفتاری مغناطیسی در پروفیل خاک اراضی دیم توتکابن



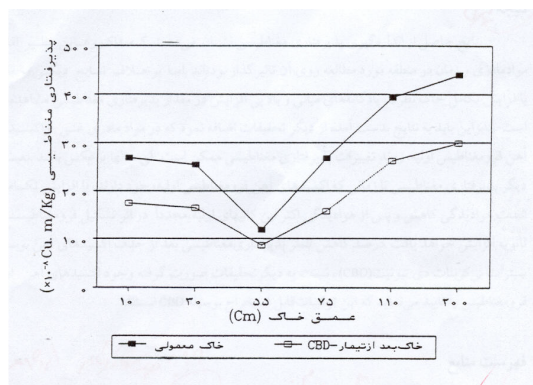
شکل ۵- پذیرفتاری مغناطیسی در پروفیل خاک پادگانه میانی به همراه انقطاع سنگی (افق C) - سراوان



شکل ۴- پذیرفتاری مغناطیسی در پروفیل خاک پادگانه میانی تا افق C - سراوان



شکل ۷- پذیرفتاری مغناطیسی در پروفیل خاک حاشیه رودخانه سیاه رود



شکل ۶- پذیرفتاری مغناطیسی در پروفیل خاک پادگانه بالایی (T3) - سراوان

در منطقه مورد مطالعه روی آن تاثیرگذار بوده‌اند. اما برخلاف نتایج دیگر محققین با افزایش تکامل خاک بطرف پادگانه‌های میانی و بالایی افزایش در مقدار پذیرفتاری مغناطیسی مشاهده نشده است. بنابراین باید به نتایج بدست آمده از دیگر تحقیقات اضافه نمود که در مواد مادری غنی از اکسیدهای آهن فرومغناطیس اولیه، روند تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی ممکن است طی سالها برعکس باشد. عبارت دیگر پذیرفتاری مغناطیسی تا زمانی که اکسیدهای آهن فرومغناطیس اولیه وجود دارند، با افزایش تکامل و شدت هوازدگی کاهش و پس از هوازدگی اکثر این کانیهای اولیه، مجدداً در اثر تشکیل فرومغناطیسهای ثانویه افزایش خواهد یافت. درصد کاهش کمتر پذیرفتاری مغناطیسی بعد از حذف اکسیدهای آهن بوسیله سیترات بی کربنات دی تیونیت (CBD)، نسبت به دیگر تحقیقات صورت گرفته وجود اکسیدهای آهن اولیه فرومغناطیس را تایید می‌نماید که این ترکیبات قابل استخراج بوسیله CBD نیستند.

پذیرفتاری مغناطیسی در همه خاکها پس از حذف اکسیدهای آهن توسط سیترات بی کربنات دی تیونیت (CBD) کاهش یافته است (جدول ۱). درصد کاهش پذیرفتاری مغناطیسی در خاکهای مورد مطالعه، نسبت به نتایج بدست آمده توسط Fine و همکاران (۱۹۸۹ و ۱۹۹۲) کمتر است. علت کمی درصد کاهش پذیرفتاری مغناطیسی بعد از حذف اکسیدهای آهن پدوژنیک احتمالاً مربوط به غنی بودن مواد مادری از کانیهای اولیه اکسید آهن فرومغناطیس است که تیمار (CBD) قادر به استخراج آهن آن نیست. بسیاری از محققین معتقدند که (CBD) قادر است آهن موجود در اکسیدهای آهن آزادپدوژنیک را استخراج نماید و قادر به استخراج آهن از کانیهای اکسید آهن با درجه کریستالینیتی بالا و کانیهای اولیه آن نیست (Mc Keage و Day، ۱۹۶۶؛ Mc Keage و همکاران، ۱۹۷۱؛ Walker، ۱۹۸۳؛ Wang و همکاران، ۱۹۸۹).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از اندازه گیری پذیرفتاری مغناطیسی نشان می‌دهد که فاکتورهایی نظیر اقلیم، مواد مادری و زمان

فهرست منابع

۱. ترابی گل سفیدی، حسین و مصطفی کریمیان اقبال-۱۳۷۹- بررسی تکامل خاک در یک ردیف زمانی روی پادگانه‌های حاشیه رودخانه سفید رود. مجله علوم خاک و آب،
۲. ترابی گل سفیدی، حسین-۱۳۷۳- بررسی چگونگی تکوین و تکامل خاکهای حاشیه رودخانه سفیدرود در گیلان مرکزی- پایان نامه کارشناسی ارشد- دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۶۳ صفحه.
3. Annells, R. N., R. S. Arthurton, R. A. Bazley and R. G. Davis. 1975. Explanatory text of the Qazvin and Rasht quadrangles maps 1:250,000. Geological survey of Iran, geological quadrangles. No. 5. E3, E4.
4. Fine, P., M. J. Singer, R. J. Southward. 1989. Role of pedogenesis in distribution of magnetic susceptibility in two California chronosequence. *Geoderma*.44:287-306.
5. Fine, P., M. J. Singer and K. L. Verso. 1992. Use of magnetic susceptibility measurements in assessing soil uniformity in chronosequence studies. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:1195-1199.
6. Jones, R. and A. H. Beavers. 1964. A technique for magnetic susceptibility determination of soil materials. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 28:47-49.
7. McKeague, J. A., J. E. Braydon and N. M. Miles. 1971. Differentiation of forms of extractable iron and aluminum in soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35:38-53.
8. McKeague, J. A. and J. H. Day. 1966. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as acids differentiating various classes of soils. *Can. J. Soil Sci.* 46:13-22.
9. Mullin, G. E. 1977. Magnetic susceptibility of the soil and its significance in soil science - a review. *J. Soil Sci.* 28:223-246.
10. Nafeh, M. H., M. K. Brused. 1985. *Electricity and magnetism*. John Wily Sons, Inc.
11. National Iranian Oil Company. 1960. Generalized geological map of Iran. 1:1,000,000 and 1:250,000 1&2 sheets.
12. Singer, M. J. and P. Fine. 1989. Pedogenic factors affecting magnetic susceptibility of northern California soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:1119-1127.
13. Soil Survey Laboratory Methods. 1984. Procedure for collecting soil samples. S. Soil investigation Rep. No. 1. U. S. Government printing office, Washington DC, 68p.
14. Tite, M. S. and R. E. Linington. 1975. Effects of climate on the magnetic susceptibility of soil. *Nature.* 256:565-566.
15. Walker, A. L. 1983. The effects of magnetite on oxalate and dithionite extractable iron. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47:1022-1026.
16. Wang, C., G. J. Ross, and R. Protz. 1989. Effect of crystalline iron oxides in development and classification of podzol soils in western Labrador, New Foundland. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:870-875.

Study of Soil Development Using Magnetic Susceptibility in Soils Next to Sefidrud River in Gilan Province

H. Torabi and M. K. Eghbal¹

Abstract

Magnetic susceptibility (MS) is affected by soil forming processes and can be used as an indicator for the degree of soil development. Magnetic susceptibility and soil profile development in Saravan region, 20 km south of Rasht, and also soils of Tootkabon area, 50 km south of Rasht, were investigated in a chronosequence. Magnetic susceptibility was measured in an alternative magnetic field of 50 m/m and frequency of 500 Hz. Iron oxides were removed using citrate-bicarbonate-dithionite (CBD). The results show that parent material and climate in the study area affect magnetic susceptibility. Contrary to results from other studies, magnetic susceptibility did not increase with soil development from flood plain to middle and upper terrace soils. This is possibly due to high amount of primary ferro-magnetic minerals in the parent material of soils in this area. After the removal of pedogenic iron oxides with CBD, magnetic susceptibility decreased significantly from 8 to 41 percent. The decrease in MS after the CBD treatment is still less than the amount observed in other studies, probably due to high ferro-magnetic minerals in parent materials. Similarity of MS in C horizon of lower terrace in Saravan ($282 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ Kg}^{-1}$) with the soil of Tootkabon area ($300 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ Kg}^{-1}$) shows that the parent materials in soils of both areas have similar origin.

Keywords: Magnetic susceptibility, Ferro-magnetic minerals, Chronosequence, Gilan province, Sefidrud river

¹Assistant Prof. of Shahed University and Assistant Prof. of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, respectively.