19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025

نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴

مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

بررسی ویژگی‌های میکرومورفولوژیکی و فیزیکوشیمیایی خاک انتقال یافته انتیسول بر روی یک لایه مدفون

علیرضا صیامی[1*]، سپیده مفیدی[2]، زهرا عبداله‌پور[3] و محسن شکل ابادی[4]

۱- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران، *نویسنده مسئول مکاتبات: alireza.siami1989@hotmail.com
۲- دکتری فیزیک و حفاظت خاک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
۳-دانشجو دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری دانشگاه تهران، البرز، ایران.
۴- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

چکیده

انتی‌سول‌ها خاک‌هایی با حداقل توسعه خاک‌زایی و با منشأ جدید هستند. خاک‌های انتقال یافته رابطه نزدیکی با وجود انقطاع سنگی و افق‌های دفن شده دارند. این مطالعه بر روی یک خاک رده انتی‌سول در منطقه فیروزکوه، با اقلیم نیمه‌خشک و سابقه رسوب‌گذاری کوه‌رفتی و آبرفتی تمرکز دارد. بررسی بر روی مقطع نازک در زیر میکروسکوپ بیانگر پوشش‌ها و گرهک‌های اکسید آهن و منگنز در اطراف حفرات تاحدودی با منشا پدوژنیک در افق ژنتیکی CB می‌باشد و همچنین حضور نسبتاً زیاد کربنات کلسیم و سیمان‌های آهکی و کانی‌های حاوی آهن و مسکوایت (میکا) مشاهده گردید. مطالعات صحرایی و میکرومورلوژی این خاک بیانگر تفاوت لایه‌ها از مواد مادری متفاوت و انقطاع سنگی به سبب عدم شباهت در رنگ و کلاس توزیع ذرات دارد.

واژگان کلیدی: میکرومورفولوژی، انتیسول، انقطاع سنگی، افق مدفون.

مقدمه

خاک‌ها بر اساس منشأ مواد مادری به دو گروه درجا و انتقال یافته تقسیم می‌شوند. خاک‌های انتقال یافته عمدتاً در شرایط ناپایدار زمین نما تشکیل می‌شوند و همچنین رابطه نزدیکی با وجود انقطاع سنگی و افق‌های دفن شده و خاک‌های پارینه دارند. خاک‌های پارینه نخستین بار توسط Ruhe (۱۹۶۵) به ۳ دسته خاک‌های مدفون، باقیمانده و ظاهر شده تقسیم شدند.
انتی‌سول‌ها، که خاک‌هایی با حداقل توسعه خاک‌زایی تعریف می‌شوند، خاک‌هایی با منشأ جدید هستند که اغلب در زمین منظرهای پویا مانند دشت‌های سیلابی، تپه‌های شنی یا سطوح فرسایشی تشکیل می‌شوند. (Soil Survey Staff, 2014) سادگی آنها، پتانسیل آنها برای حفظ تاریخچه‌های پیچیده هنگام توسعه بر روی پالئوسول‌های مدفون را که خاک‌های باقیمانده‌ای هستند که تحت شرایط محیطی مختلف تشکیل شده‌اند، نادیده می‌گیرد (Fedoroff *et al.*, 2018).
میکرومورفولوژی، مطالعه خاک در مقیاس میکروسکوپی، ابزاری قدرتمند برای رمزگشایی این تاریخچه‌ها با آشکار کردن ویژگی‌ها و فرایندهای پدوژنیک مانند پوشش‌های رسی، ویژگی‌های ردوکس‌مورفیک و توزیع مواد آلی است که با چشم غیرمسلح قابل مشاهده نیستند (Stoops, 2003). در مناطق نیمه‌خشک، که انتی‌سول‌ها به دلیل محدودیت دسترسی به آب و نرخ بالای فرسایش، رایج هستند، لایه‌های مدفون می‌توانند تحت تأثیر شرایط اقلیمی گذشته عمل کنند (Courty *et al.*, 2018).
این مطالعه بر روی یک خاک رده انتی‌سول در منطقه فیروزکوه، منطقه‌ای با شرایط نیمه‌خشک و سابقه رسوب‌گذاری کوه‌رفتی و آبرفتی تمرکز دارد. این مکان که در استان تهران واقع شده است، بر روی یک لایه مدفون قرار دارد و فرصتی بی‌نظیر برای بررسی ویژگی‌های میکرومورفولوژیکی که منعکس‌کننده فرآیندهای اخیر تشکیل خاک و شرایط محیطی گذشته هستند، ارائه می‌دهد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

خاکرخ مورد مطالعه در استان تهران، منطقه فیروزکوه در البرز مرکزی واقع شده است. این منطقه دارای آب و هوای نیمه‌خشک با میانگین بارندگی سالانه ۳۷۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۹ درجه سانتیگراد و قرار گیری در رژیم رطوبتی زریک خشک و رژیم حرارتی مزیک است. مواد اولیه شامل تناوب ماسه سنگ شیل با میان لایه‌های از آهک نازک و سنگ آهک مارنی آمونیت دار است. فیزیوگرافی منطقه تپه ماهور با دامنه منظم و پوشش تخریبی بیش از ۷۵ درصد است.

نمونه‌برداری و تهیه مقاطع نازک

نمونه‌های دستخورده به منظور مطالعات خصوصیات فیزیکو شیمیایی از تمامی افق و لایه‌ها به آزمایشگاه انتقال پیدا کرده و پارامترهای معمول اندازه‌گیری شدند و همچنین نمونه خاک دست‌نخورده با استفاده از قوطی‌های کوبینا از افق ژنتیکی انتقالی CB جمع‌آوری شدند و سپس هوا خشک شده و پس از تلقیح توسط رزین پس از سخت شدن توسط دستگاه برش برده و پس از سایش و صیقلی نمودن بر روی شیشه به ضخامت ۲۵ تا ۳۰ میکرون رسانده شدند. مقطع نازک تهیه شده توسط میکروسکوپ پلاریزان (مدل المپوس) در دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی در نور پلاریزه صفحه‌ای (PPL) و نور پلاریزه متقاطع (XPL) بر اساس تعاریف استوپس مورد بررسی قرار گرفت.

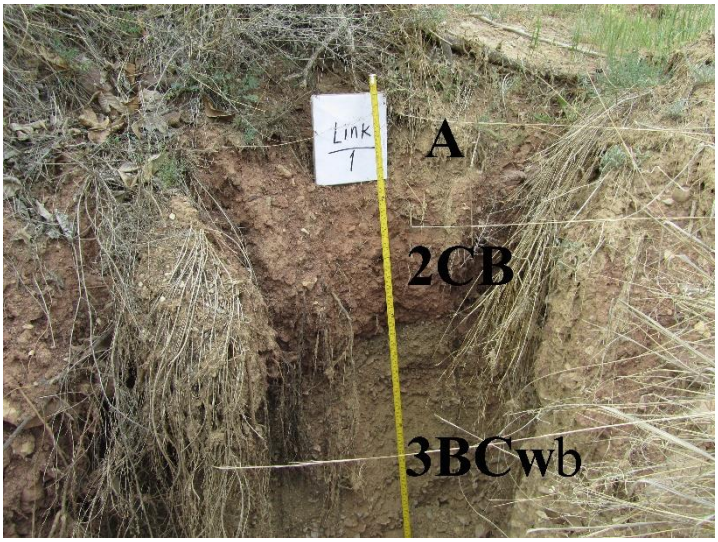
نتایج و بحث

رده بندی و تشریح خصوصیات خاکرخ مود مطالعه

خاکرخ مورد مطالعه شامل یک لایه خاک رویی اخیر با حضور افق‌های ژنتیکی A و 2CB و دارای شرایط نسبی انقطاع به سبب تفاوت رنگ با منشا غیر پدوژنیک و یک لایه دفن شده (تحت ضخامت افق رویی بیش از ۵۰ سانتیمتر) 3BCwb با خصوصیات مشترک در دو افق ژنتیکی C و B می‌باشد. کلاس بافتی افق سطحی و میانی به ترتیب لومی شنی و لوم می‌باشد

و در افق زیرین همچنین لومی شنی است. درصد سدیم تبادلی در محدوده کم مجاز در هر سه افق می‌باشد. مرز مشترک هر دو لایه با لایه زیرین مشخص و صاف بوده است و ساختمان خاک در افق سطحی دانه‌ای با اندازه متوسط و درجه وضوح نسبتاً قوی و در لایه‌های زیرین بدون ساختمان دارای بافت شنی و سبک و در افق انتهایی مکعبی بدون گوشه ریز با درجه وضوح ضعیف می‌باشد. مقادیر ریشه در لایه‌های سطحی و میانی با اندازه متوسط تا ریز و فراوانی نسبتاً زیاد حضور دارند.

افق سطحی یک اکریک اپی پدون بوده و لایه 2C میانی بیش از ۵۰ درصد ساختمان سنگی و مادری خود را دارا می‌باشد و افق مدفون زیرین به علت تفاوت بارز بافتی دارای خصوصیات انقطاع سنگی می‌باشد. درصد سنگریزه بین ۳۵ تا ۶۸ درصد متغیر و مقدار کربنات کلسیم معادل کمتر از ۱۵ درصد بوده و آهک و گچ پدوژنیک مشاهده نشد. طبقه‌بندی این خاکرخ در سامانه طبقه‌بندی خاک آمریکایی براساس تنها بیان حاک رویی Typic Xerorthents می‌باشد و بر اساس طبقه بندی خاک‌های قدیمی (۲۰۰۰) Paleo-Inceptisol می‌باشد.



شکل ۱- نمایی از خاکرخ مود مطالعه

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخ مورد مطالعه

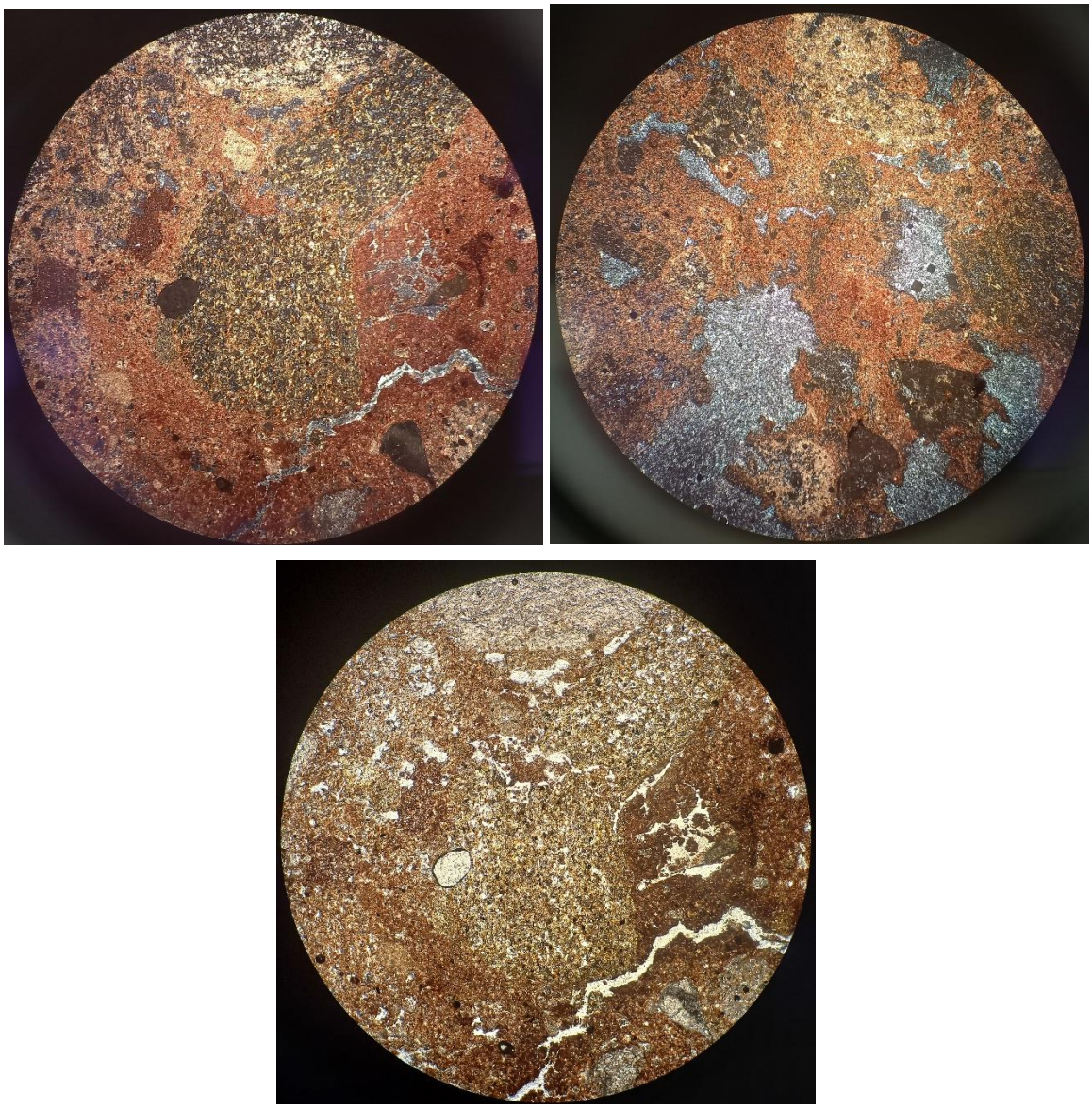
افق	درصد سنگریزه	pH	EC (dS/m)	درصد آهک	درصد ماده آلی	درصد رس	درصد شن	درصد سیلت	بافت
A	۳۵/۴۹	۷/۴۹	۰/۷۸	۱۱/۵	۰/۶۴	۱۴/۷۵	۵۵	۳۰/۲۵	لومی شنی
2CB	۵۳/۶۴	۷/۴۷	۱/۳۶	۱۰/۵	۰/۵۷	۱۹/۷۵	۵۰	۳۰/۲۵	لومی
3BCwb	۶۸/۵۴	۷/۲۹	۳/۹۱	۱۳/۵	۰/۴۷	۹/۷۵	۷۲/۵	۱۷/۷۵	لومی شنی

خصوصیات میکرومورفولوژی مورد مطالعه

تصاویر مقطع نازک تحت مطالعه در شکل ۲ شماره آمده است. در زمینه مقطع نازک حضور کربنات بالا می‌باشد و حضور آهک نسبتاً بالا است همچنین سیمان‌های کربنات کلسیم مشاهده گردید. رنگ آمیزی به سبب حضور اکسیدهای آهن بالا بوده و قطعات ریز دانه سرشار از آهن مشاهده شد. قطعات درشت شامل سنگ‌های کربنات (گل سنگ و شیل) و کانی‌های تبخیری همچون ژیپس وانیدریت حضور دارند. قطعات درشت دولومیت و تا حدودی میکای مسکوایت به مقدار زیاد مشاهده شد. قطعات آتشفشانی بسیار کم می‌باشد.

ریز ساختمان توده‌ای و تا حدودی مکعبی زاویه‌دار و بدون زاویه می‌باشد. ریز توده زرد تا قرمز رنگ می باشد. و حفره‌ها مقطع عرضی یک کاناله و واگی مشاهده گردید. بی فابریک مشاهده شده خرده بلوری بوده و پدوفیچر شامل گرهک‌های کربناته و آهن و منگنز می‌باشد.

وجود کانی‌های کوچک با خاصیت شکست مضاعف که باعث ایجاد رنگ‌های تداخلی در ریز توده سبب بی فابریک خرده بلوری می‌باشد. حضور گرهک‌های کربناته به همراه اکسیدهای آهن با منشأ تاحدودی خاکساخت و بیشتر غیر خاکساخت بیانگر تکامل پایین این افق (CB) است. هیو قرمز بالا هم در مشاهده صحرایی و هم مطالعه زیر میکروسکوپ به ارث رسیده از مواد مادری می‌باشد. اکسیدهای آهن و منگنز به تغییرات اقلیمی بسیار حساس هستند و در بین خاک و سنگ حرکت می‌کند و در خاکدانه‌ها رسوب می‌کند. تشکیل و رفتار اکسیدهای آهن و منگنز به صورت پوششی تحت تأثیر تغییرات اقلیمی شکل و نوع کاربری اراضی است. آغشتگی زمینه به اکسیدهای آهن به طور مشخص حاصل فرایندهای خاکزایی برجا در نمونه بوده است.



شکل ۱- مقاطع نازک ۵۰۰ میکرومتر دو تصویر بالا حالت XPL و تصویر پایین در حالت PPL
مشاهده پوشش‌های اکسید آهن و منگنز اطراف حفرات

نتیجه‌گیری

این بررسی نشان می‌دهد که انتی‌سول نابالغ در منطقه مورد مطالعه، ویژگی‌های میکرومورفولوژیکی و فیزیکوشیمیایی متمایزی را نشان می‌دهد که تحت تأثیر لایه مدفون آن قرار دارد. از آنجایی که انقطاع سنگی نشان دهنده تغییر ناگهانی در مواد مادری خاک است. این تغییر ناگهانی به دلیل فرایندهای زمین شناسی به ویژه در طی فرایندهای رسوب گذاری است. خاک مورد مطالعه باتوجه به خصوصیات میکرو و ماکرومورفولوژی خود بیانگر یک خاک غیر درجا و انتقال یافته به سبب

عوامل آبرفتی و یا ذرات و اراضی ثقلی با مواد مادری متفاوت می‌باشد. مطالعات میکرومورفولوژی و کانی شناسی رس در تشخیص و بررسی منشأ افق و لایه‌های مدفون خاک نقش به سزایی دارد.

فهرست منابع

Ruhe, R.V. 1965. Quaternary and paleopedology. In wright, H.E., and D.G. Fery (Eds.). The Quaternary of the United State. Princeton University Press. Princton, NJ, pp: 755- 764

Courty, M. A., Fedoroff, N., and Vallverdú, J. 1999. Soil and soil-forming processes under increasing aridity. In A. Singhvi & E. Derbyshire (Eds.), Palaeoenvironmental Reconstruction in Arid Lands (pp. 73–108). Oxford and IBH Publishing.

Fedoroff, N., Courty, M. A., & Guo, Z. 2018. Paleosols and their relevance to modern soil science. In G. Stoops, V. Marcelino, & F. Mees (Eds.), Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths (2nd ed., pp. 3–32). Elsevier.

Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy (12th ed.). USDA-NRCS.

Stoops, G. 2003. Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. Soil Science Society of America.

Investigating the Micromorphological and Physicochemical Properties of a Translocated Entisol Developed on a Buried Horizon

Alireza Siami[1*], Sepideh Mofidi[2], Zahra abdollahpour[3], Mohsen sheklabadi[4]

1- Ph.D. Student Department of Soil Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

2- Ph.D in Soil Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3- Ph.D student in watershed Managment,Tehran university, alborz, iran

4- Associate Professor, Department of Soil Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

E-mail: alireza.siami1989@hotmail.com

Abstract

Entisols, soils defined by minimal soil development, are young soils whose simplicity belies their potential for preserving complex histories when developed on buried paleosols, which are relict soils formed under various environmental conditions. Translocated soils are closely related to the existence of lithic discontinuities and buried horizons. This study focuses on an Entisol soil in the Firuzkuh region, characterized by a semi-arid climate and a history of colluvial and alluvial deposition. Thin section analysis under a microscope revealed coatings and nodules of iron and manganese oxides around pores, partially of pedogenic origin, in the CB genetic horizon. Additionally, a relatively high content of calcium carbonate, calcareous cements, iron-containing minerals, and muscovite (mica) was observed. Field and micromorphological studies of this soil indicate differences between layers attributed to varying parent materials and lithic discontinuities, evidenced by dissimilarities in color and particle size distribution classes.

Keywords: Micromorphology, Entisol, Lithic discontinuity, Buried horizon