دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(میکرومورفولوژی و مینرالوژی خاک)

مطالعه میکرومورفولوژیکی اکسیدهای آهن و منگنز در برخی خاک‌های استان کهگیلویه و بویراحمد

حمیدرضا اولیایی

استادیار گروه علوم خاک, دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

پست الکترونیکی: h_owliaie@yahoo.

چکیده

اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز از ترکیبات بسیار فعال در خاک به شمار می‌روند. در خاک‌ها فرایندهای اکسایش و کاهش در نتیجه تغییرات فصلی رطوبت منجر به تشکیل کوتان، پوشش (کوتینگ) و سخت‌دانه‌های حاوی این اکسیدها می‌شوند. این تحقیق به منظور بررسی اشکال مختلف میکرومورفولوژیکی اکسیدهای آهن و منگنز در ارتباط با تکامل و شرایط زهکشی خاک در برخی نیمرخ‌های انتخابی در استان کهگیلویه و بویراحمد صورت گرفت. مقاطع نازک تهیه شده از افق‌های 10 نیمرخ خاک و همچنین نمونه‌های دست نخورده خاک مورد بررسی و تفسیر قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده حضور پدوفیچرهای اکسید آهن و منگنز عمدتاً مرتبط با میزان بارندگی، شرایط زهکشی، مواد مادری، فیزیوگرافی و ریزساختمان خاک بوده است. در حالی که اکسیدهای آهن به طور عمده به صورت کوتینگ، هیپوکوتینگ و در مواردی کوازی‌کوتینگ و همچنین به صورت تصادفی مشاهده گردیدند، اکسیدهای منگنز عمدتاً به صورت نودول‌های شاخه‌ای و یا تیپیک مشاهده گردیدند. اکسید آهن در افق B نیمرخ 4 با رژیم اکوییک به صورت هایپوکوتینگ نارنجی متمایل به قرمز مشاهده گردید. تصاویر گرفته شده توسط میکروسکوپ دیجیتال، توزیع اکسیدهای منگنز را در سنگ مادر، مواد مادری و نمونه‌های دست نخورده خاک نشان داد. این اکسیدها دارای رنگ سیاه با جلای فلزی بوده و در برخی نمونه‌ها ساختار شاخه‌ای (دندریتی) آن مشخص بود.

کلمات کلیدی: اقلیم، اکسید آهن، اکسید منگنز، خاک، میکرومورفولوژی

مقدمه

ترکیب شیمیایی خاک‌ها به عوامل پنجگانه تشکیل‌دهنده خاک مرتبط می‌باشد. اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز از ترکیبات بسیار فعال در خاک به شمار می‌روند، چرا که این ترکیبات نسبت به تغییر شرایط محیطی بسیار حساس بوده و اغلب در طول شکاف‌ها یا حفرات حرکت نموده و بر روی خاکدانه‌ها رسوب می‌نمایند (مکنزی، 1989 و دیکسون و اسکینر، 1992). اکسیدهای آهن متداول در خاک‌ها عمدتاً به اشکال مگنتیت (Fe_3O_4)، مگهمیت (γFe_2O_3) ، هماتیت ($\alpha\ Fe_2O_3$) و یا گوئتیت (α FeOOH) و اکسیدهای منگنز در اشکال شیمیایی پیرولوزیت (MnO_2) با ساختار شعاعی و رشته‌ای، پسیلوملان (اکسید هیدراته منگنز به رنگ سیاه آهنی تا خاکستری تیره)، رودوکروزیت ($MnCO_3$)، منگنایت ($Mn_2O_3.H_2O$) و رودونیت ($MnSiO_3$) می‌باشند. با تغییر شرایط از کاهشی به اکسایشی، آهن و منگنز ممکن است به شکل غیر فابل جذب تغییر یابند (تان و همکاران، 2005). در خاک‌ها فرایندهای اکسایش و کاهش در نتیجه تغییرات فصلی رطوبت منجر به تشکیل کوتان، پوشش (کوتینگ) و سخت‌دانه‌ها می‌گردد (لیو و همکاران، 2002). منگنز دو ظرفیتی به دلیل پتانسیل اکسایش بالاتر نسبت به آهن دو ظرفیتی دارای تحرک بیشتری در خاک است. این تفاوت منجر به تشکیل لایه‌های متناوب از آهن و منگنز به صورت کوتان گردیده که می‌تواند شاهدی بر تغییرات ریزاقلیم خاک باشد. تغییر ترکیب شیمیایی این پدیده‌ها متاثر از تغییر در اقلیم، شکل

اراضی و کاربری می‌باشد (هوانگ و همکاران، 2008). این نودول‌ها از زهکشی ضعیف و فراهمی آب در برخی اوقات سال و در نتیجه شرائط غیرهوازی ناشی می شوند. این عوارض پدولوژیکی در دامنه وسیعی از خاک ها یافت می‌شوند (بیول و همکاران، 1989). بلوخویس و همکاران (1969) وجود سخت‌دانه‌های منگنز به اشکال منشعب و شاخه‌ای (دندریتی) را به شرائط هیدرومورفی نسبت داده‌اند. بر اساس عقیده نامبردگان احیاء اکسید منگنز (MnO_2) در خاک ها یک فرایند زیستی مناسب در پ هاش پائین‌تر از 5/5 می باشد. لی و همکاران (1990) نشان دادند که اکسیدهای آهن در خاک های اکسید شده و با زهکشی خوب حضور دارند. در حالی که اکسیدهای منگنز در نواحی از پروفیل که متحمل اکسیداسیون و شستشوی کمتری شده است به وجود آمده‌اند. تحت شرایط اسیدی (پ هاش 4 تا 6) و فقدان کمپلکس‌های ترکیبات آلی، اکسیداسیون و رسوب آهن آسان‌تر از منگنز صورت می گیرد. بنابراین در توده خاک ناحیه غنی شده با اکسیدهای منگنز پایین‌تر از ناحیه غنی شده با اکسیدهای آهن قرار می‌گیرد؛ نهایتاً این محققان نتیجه گرفتند که مهاجرت تفریقی و تجمع آهن و منگنز در خاک‌ها متداول بوده و به وسیله محیط‌های شیمیائی و هیدرولیکی محلی کنترل می‌شود. این تحقیق به منظور بررسی اشکال مختلف میکرومورفولوژیکی اکسیدهای آهن و منگنز در ارتباط با تکامل و شرایط زهکشی خاک در برخی نیمرخ‌های انتخابی در استان کهگیلویه و بویراحمد صورت گرفت.

مواد و روشها

استان کهگیلویه و بویراحمد با وسعت 1626400 هکتار در جنوب غربی ایران قرار دارد. ارتفاع این استان از 150 متر در قسمتهای جنوب غربی تا 4410 متر از سطح دریا در شمال شرق استان متفیر است. این استان از نظر اقلیمی دارای تنوع زیادی بوده و میانگین بارندگی سالانه از حدود 400 تا 960 میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه از 11/5 تا 23 درجه سانتیگراد نوسان دارد. خاک‌های استان دارای رژیم‌های رطوبتی زریک، یوستیک و اریدیک-یوستیک و رژیم‌های حرارتی مزیک، ترمیک و هایپرترمیک می‌باشند. بر این اساس تعداد 10 نیمرخ خاک در مناطق مختلف اقلیمی استان حفر و نمونه‌برداری خاک از افق‌های مورد نظر صورت گرفت (جدول 1). نمونه‌های دست نخورده توسط جعبه‌های فلزی برداشته شد. نمونه‌ها مطابق روش‌های متداول تلقیح و پس از سخت شدن، بریده و مورد سایش قرار گرفته تا به ضخامت 25 تا 30 میکرن رسیدند. مقاطع نازک با استفاده از میکروسکوپ پولاریزان مورد مطالعه و از قسمت‌های مورد نظر عکسبرداری صورت گرفت. نمونه‌های دست‌نخورده خاک و سنگ مادری توسط میکروسکوپ دیجیتال Dino Lite با بزرگنمایی 60 تا 230 برابر و قدرت تفکیک 1/3 مگاپیکسل به صورت رنگی و سه‌بعدی نیز مطالعه و عکسبرداری شدند.

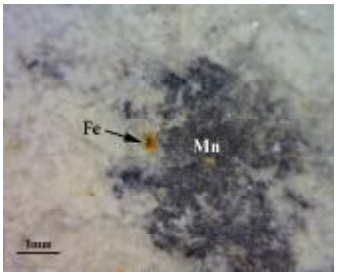
جدول 1- مشخصات عمومی نیمرخ‌های خاک مطالعه شده

شماره نیمرخ	منطقه	رژیم رطوبتی و حرارتی	میانگین بارندگی سالانه (میلی‌متر)	زهکشی	طبقه‌بندی (تاکسونومی)
1	کاکان	زریک - مزیک	950	نسبتا ضعیف	Typic Haploxeralfs
2	سروک	زریک - ترمیک	850	خوب	Calcic Haploxeralfs
3	سی‌سخت	زریک - مزیک	740	نسبتا خوب	Calcic Rhodxeralfs
4	دشت‌روم	زریک - مزیک	960	بسیار ضعیف	Typic Argiaquolls
5	آب‌گرمک	زریک - مزیک	800	خوب	Calcic Argixerolls
6	امامزاده	یوستیک - هایپرترمیک	480	خوب	Typic Calciustepts
7	باشت	یوستیک - هایپرترمیک	510	خوب	Typic Haplustalfs
8	لیشتر	اریدیک‌یوستیک - هایپرترمیک	420	خوب	Gypsic Calciustepts
9	دهدشت	زریک - ترمیک	530	خوب	Calcic Haploxeralfs
10	قلعه‌رییسی	زریک - ترمیک	710	خوب	Calcic Haploxeralfs

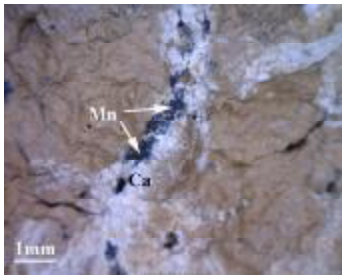
نتیجه‌گیری

خاک‌های مورد مطالعه در سه راسته آلفی‌سول، مالی‌سول و اینسپتی‌سول طبقه‌بندی گردیدند. از نظر شرایط زهکشی به جز نیمرخ‌های 4 و 1 که دارای زهکشی بسیار ضعیف و نسبتاً ضعیف بودند، سایر نیمرخ‌ها دارای شرایط زهکشی نسبتاً خوبی بودند. به جز نیمرخ شماره 8 که بر روی مواد مادری گچی-آهکی بود، سایر نیمرخ‌ها بر روی مواد مادری آهکی تشکیل گردیدند. بر اساس نتایج به دست آمده حضور پدوفیچرهای اکسید آهن و منگنز عمدتاً مرتبط با میزان بارندگی، شرایط زهکشی، مواد مادری، فیزیوگرافی و ریزساختمان خاک بوده است. بر این اساس با افزایش تکامل خاک به ویژه در خاک‌های الفی‌سول، ماتریکس خاک به دلیل خروج بیشتر کربنات کلسیم از رنگ زرد متمایل به قهوه‌ای به رنگ قهوه‌ای متمایل به قرمز تغییر یافت. این امر در اکثر موارد منجر به تشکیل speckled b-fabric گردیده است (شکل 1د). در حالی که اکسیدهای آهن به طور عمده به صورت کوتینگ، هیپوکوتینگ و در مواردی کوازی‌کوتینگ و همچنین به صورت تصادفی مشاهده گردیدند، اکسیدهای منگنز عمدتاً به صورت نودول‌های شاخه‌ای و یا تیپیک مشاهده گردیدند. در برخی موارد که ترکیب اکسید آهن و منگنز به صورت پوشش مشاهده گردید (به ویژه در نیمرخ-های 1، 2 و 5)، تراکم بیشتری از اکسید منگنز به سمت حفره و تراکم بیشتری از اکسید منگنز در سمت ماتریکس خاک مشاهده گردید که این امر احتمالاً به دلیل تحرک بیشتر اکسید منگنز نسبت به اکسید آهن می‌باشد. این مورد با نتایج هوانگ و همکاران (2008) همخوانی دارد. در مناطق با بارندگی متوسط (نیمرخ‌های 7 و 10) نودول‌های عمدتاً لیتوژنیک کربنات‌کلسیم به دلیل داشتن تخلخل ریزتر نسبت به ماتریکس خاک توسط اکسیدهای آهن و منگنز تلقیح و یا نودول‌های اکسید اهن یا منگنز آنها در اثر هوادیدگی فرایند پخشیدگی را نشان دادند (شکل 1د). گاهی نوارهای متناوب از اکسیدها در امتداد نوارهای نودول‌های متمرکز تشکیل گردیده‌اند (نیمرخ 3). نکته بسیار متداول در مورد نودول‌ها به ویژه نودول‌های اکسید آهن حالت پخشیدگی آنها از یک قسمت با تراکم زیاد به مناطقی با تراکم کمتر می‌باشد. اکسید آهن در افق Btg نیمرخ 4 با رژیم اکوییک به صورت هایپوکوتینگ نارنجی متمایل به قرمز مشاهده گردید (شکل 1ج). تصاویر گرفته شده توسط میکروسکوپ دیجیتال Dino Lite توزیع اکسیدهای منگنز را در سنگ مادر، مواد مادری و نمونه‌های دست‌نخورده خاک نشان داد. این اکسیدها دارای رنگ سیاه آهنی با جلای فلزی بوده و در برخی نمونه‌ها ساختار شاخه‌ای (دندریتی) آن مشخص بود. رسوب اکسیدهای منگنز بر روی کریستال‌های گچ در سازند گچساران بیانگر نوتشکیلی آنها بوده است (شکل 1ب). در مواردی کریستال‌های سوزنی کلسیت بر روی نودول‌های اکسید منگنز تشکیل گردیده بود.

شکل 1 – الف) حضور توام اکسید آهن و منگنز در سنگ مادر سازند گچساران، (ب) تشکیل پدوژنیک اکسیدهای منگنز بر روی کربنات کلسیم، افق Bk نیمرخ 3 (ج) هیپوکوتینگ اکسید آهن در اطراف حفرات، افق Btg نیمرخ 4، (د) تلقیح نودول آهک لیتوژنیک توسط اکسید آهن و حضور نودول‌های اکسید منگنز در ماتریکس خاک، افق Btk نیمرخ 10.

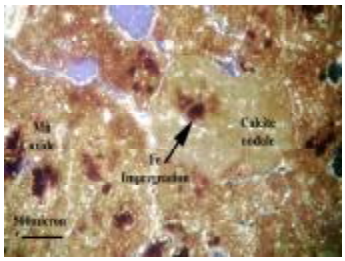


الف



ب

ج



د

منابع

Blokhuis WA, Pape T, Slager T, 1969. Morphology and distribution of pedogenic carbonate in some Vertisols of Sudan. Geoderma2: 173-200.

Buol SW, Hole FD, 1989. Some characteristics of clay skins on peds in the B Horizon of a gray –brown podzolic soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23: 239 –241.

Dixon JB, Skinner HCW, 1992. Manganese minerals in surface environments. In: Skinner HC, Itzpatrick R.W. (Eds.), Biomineralization Processes of Iron and Manganese Modern and Ancient Environments. Catena Verlag, Cremlingen, pp. 31– 50.

Huang L, Fan L, Ming Kuang W, Wenfeng T, 2011.Factors Influencing the Elemental Distribution in Iron-Manganese Cutans of Three Subtropical Soils. Soil Sci. 176: 48-56.

Huang L**,** Hong J, Tan WF, Hu HQ, Liu F and Wang MK, 2008. Characteristics of micromorphology and element distribution of iron-manganese cutans in typical soils of subtropical China. Geoderma, 146: 40-47.

Huang PM, 1991. Kinetics of redox reactions on manganese oxides and its impact on environmental quality. In: Sparks, DL, Suarez DL, (Eds.), Rate of Soil Chemical Processes. Publ. 27. Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, pp. 191– 230.

Lee SY, Philips DH, Amons JT, Lietzke DA, 1990. A microscopic study of iron and manganes oxide distribution in soils from East Tennessee (USA). In: Douglas L, (ed.) Soil micromorphology: A basic and applied science. Developments in soil science 19. Elsevier. Amsterdam.

Liu F, Colombo C, Adamo P, He, JZ, Violante A, 2002. Trace elements in manganese – iron nodules from a Chinese Alfisol. Soil Sci. Soc. Am. J. 66: 661–670.

McKenzie RM, 1989. Manganese oxides and hydroxides, In: Dixon, J.B., Weed, S.B. (Eds.), Minerals in Soil Environments, 2nd ed. Soil Science Society of America, Madison, WI,

USA, pp. 439–465.

Tan W, Liu F, Feng X, Huang Q, Li X, 2005. Adsorption and redox reaction of heavy metals on Fe–Mn nodules from Chinese soils. J. Colloid Interface Sci. 284: 600– 605.