



توزیع شکل‌های شیمیایی آهن (Fe) تحت تاثیر لئوناردیت در برخی از خاک‌های ارومیه

بهنام دولتی^{۱*} و نوشین سلطانعلی نژاد^۲

۱- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ارومیه، ۲- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه ارومیه

* b.dovlati@urmia.ac.ir

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تاثیر مواد هومیکی بر تغییر شکل‌های شیمیایی آهن در برخی از خاک‌های ارومیه انجام شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های زراعی اندازه گیری شده و سپس با غلظت ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم آهن تیمار و به مدت دو ماه در دمای ظرفیت مزرعه ای نگهداری شدند. بعد از انکوباسیون سطوح مختلفی از لئوناردیت (۰، ۲ و ۴ درصد) اضافه شد. شکل‌های شیمیایی آهن پس از گذشت ۹۰ روز با استفاده از روش تیسر (Tessier) اندازه گیری شد. بررسی های آزمایشگاهی بصورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که بخش بسیار اندکی از آهن در خاک به شکل قابل استفاده است. لئوناردیت باعث افزایش معنی دار مقادیر شکل‌های تبدلی (۰.۴۲٪)، کربناته (۵۱/۳٪) و آلی (۶۰/۶٪) آهن گردید. همچنین کاهش معنی داری در بخش آهن وابسته به اکسیدهای Fe-Mn (۱۳/۸٪) مشاهده شد. بنابراین رفتار خاک‌ها نسبت به کاربرد لئوناردیت در افزایش آهن قابل استخراج متفاوت بود. نتیجتاً لئوناردیت برای افزایش آهن قابل استفاده برای گیاهان مناسب بوده و می‌توان بعنوان ماده تحریک کننده آهن در خاک استفاده کرد.

واژه های کلیدی: شکل‌های شیمیایی آهن، مواد هومیکی، لئوناردیت

مقدمه

تأمین عناصر غذایی گیاه در خاک جهت حصول عملکرد و کیفیت مطلوب گیاهان ضروری می‌باشد. محدودیتهای شدید تحرک پذیری و قابل استفاده بودن این عناصر برای گیاه، تحت تاثیر آهنی بودن خاک‌ها، کاهش مواد آلی، وجود یون های کربنات و بی کربنات در آبهای آبیاری و مصرف بالای فسفر، کمبود عناصر غذایی کم مصرف در اغلب مزارع و باغها را سبب می شود. تغییر شکل‌های شیمیایی عناصر سنگین می‌تواند تحرک پذیری فلزات جذب شده به ذرات خاک و مواد آلی را افزایش و یا کاهش داده و یا مقادیر فلزات قابل جذب در محلول خاک را تغییر دهند. از طرف دیگر زیست فراهمی عناصر در خاک علاوه بر مقدار کل، به تغییر شکل‌های شیمیایی آنها نیز بستگی دارد. چرا که اندازه‌گیری غلظت کل عناصر غذایی اطلاعات مفیدی در رابطه با زیست فراهمی عناصر در فاز جامد خاک را نمی‌دهد (Azeez, et al., 2006). لذا شکل‌های شیمیایی عناصر جذب شده در فازهای مختلف خاک، تحرک و قابلیت استفاده زیستی عناصر را کنترل کرده و رابطه مستقیم با تغذیه گیاه و همینطور با شدت آلودگی خاک و آب دارند. از این رو، عصاره‌گیری دنباله‌ای علاوه بر تعیین غلظت فلزات جذب شده در فازهای مختلف خاک، قابلیت استفاده نسبت به گیاه و حرکت آنها در پروفیل خاک را بیان می کند (Chlopecka, A & Adriano, DC. 1996). روشهای مختلف کنترل جذب و واجذب عناصر غذایی در محیط های متفاوت توسط محققان بررسی شده است (Lao et al., 2005., Zalidis G & Barbauiarinis Matsi T, 1999).

گونه‌ای از لینیته هوا دیده شده به نام لئوناردیت (leonardite) حاوی مقادیر زیادی از کربن و گروه‌های عاملی (کربوکسیل، هیدروکسیل، فنلی و کربونیل) بوده و بعنوان حاصلخیز کننده خاک و جذب فلزات در محیط‌های آبی بسیار موثر می‌باشند (Machovic et al., 2000). دولتی (۱۳۹۴) نشان داد که کارایی مواد هومیکی در تغییر شکل‌های شیمیایی کادمیم (Cd) و سرب (Pb) در خاک‌هایی با مواد مادری مختلف، متفاوت است. همچنین گزارش داد که لئوناردیت باعث کاهش مقادیر Cd و Pb در بخش باقی‌مانده و وابسته به اکسیدهای Fe و Mn و افزایش آنها در بخش کربن آلی شده است. لذا این تحقیق بمنظور بررسی وضعیت تغذیه ای آهن و تاثیر لئوناردیت در تغییر مقادیر شکل‌های آهن در خاک‌های منطقه ارومیه انجام شد.

مواد و روش‌ها

چهار نوع خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری از مزارع شهرستان ارومیه برداشت شد. خواص فیزیکی شیمیایی با استفاده از روشهای استاندارد اندازه گیری شد. غلظت کل و قابل استفاده آهن در خاکهای مورد مطالعه اندازه گیری شد (Soon YK and Abboud S, 1993). آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با دو فاکتور لئوناردیت (۰، ۲ و ۴ درصد وزنی) و چهار نوع خاک در سه تکرار انجام گردید. خاکها با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم با استفاده از $FeSO_4$ تیمار شدند. به منظور ایجاد تعادل، خاکها به مدت دو ماه به صورت خشک و مرطوب در محیط آزمایشگاه نگهداری و پس از اتمام دوره، سطوح مختلفی از لئوناردیت اضافه گردید. نمونه‌ها در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای نگهداری و پس از گذشت ۶۰ روز نمونه برداری شد. شکل‌های شیمیایی فلزات بر اساس روش تیسیر^۱ (1979) انجام شد. غلظت شکل‌های تبادل و محلول، جذب شده توسط کربناتها، جذب شده توسط اکسیدهای آهن و آلومینیم، جذب شده توسط مواد آلی و مقادیر باقی‌مانده توسط دستگاه جذب اتمی تعیین گردید. داده‌های حاصله با استفاده از نرم افزار GenStat, v12 انجام شد.

نتایج و بحث

برخی از ویژگیهای فیزیکی شیمیایی خاکهای مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی ویژگیهای فیزیکی شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

خاکها				پارامترها
اردشاهی (۴)	ترکمان (۳)	دولاما (۲)	بالانج (۱)	
۳۹/۶	۳۹/۶	۴۷/۱	۴۴/۶	رس (Clay%)
رسی	رسی	رسی	رسی سیلتی	بافت خاک
۱۷/۵	۱۸/۰	۲۰	۲۳/۵	کربنات کلسیم معادل (CCE%)
۸/۰۱	۷/۸۰	۷/۸۵	۷/۶۵	اسیدیته (pH)
۱/۰۴	۱/۸۴	۱/۹۰	۰/۵۴	کربن آلی (OC%)
۰/۸۰	۱/۱۰	۰/۹۰	۰/۵۰	هدایت الکتریکی $EC (dSm^{-1})$
۲۴/۵	۲۹/۵	۳۳/۷	۳۰	ظرفیت تبادل کاتیونی $CEC (cmolckg^{-1})$
۴/۲	۶/۴	۴/۵	۳/۴	آهن قابل استفاده $Fe_{ava} (mg kg^{-1})$

مقادیر شکل‌های شیمیایی آهن جذب شده در خاکهای مورد مطالعه متفاوت بود و رفتار جذبی خاکها نسبت به توزیع آهن تحت تاثیر لئوناردیت یکسان نبود. تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی خاک و لئوناردیت و همچنین اثرات متقابل آنها در توزیع شکل‌های شیمیایی آهن معنی دار بودند ($p < 0.001$) (جدول ۲).

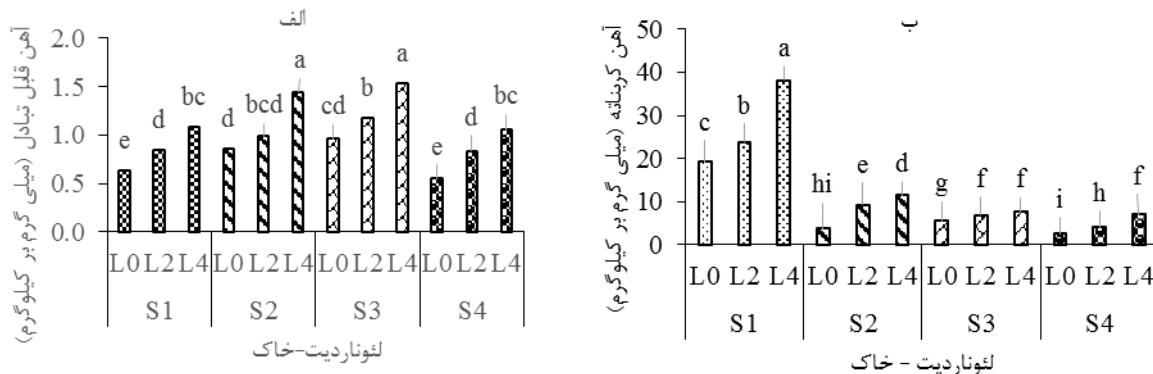
جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر لئوناردیت و خاک در شکل‌های شیمیایی آهن

منابع تغییر	درجه آزادی	شکل تبدالی	شکل کربناته	متصل به مواد آلی	متصل به اکسیدهای آهن-منگنز	بخش باقیمانده
لئوناردیت	۲	۰/۹۶۱۴***	۱۲۱/۰***	۱۱۲۲۲/۳***	۴۶۶۸۵/۴***	۶۵۶۴۹۱ ^{ns}
خاک	۳	۰/۳۴۰۸***	۳۳۲/۲۶***	۹۰۱۵/۲۲***	۲۳۵۹۳۴/۳***	۶۸۸۸۱۶۵***
لئوناردیت*خاک	۶	۰/۰۵۶۸***	۲۶/۳۲***	۵۵۹/۳۷***	۸۴۳۱/۴***	۷۹۵۴۲۵*
استاندارد خطا	۱	۰/۰۶۵	۰/۵۸۹	۱/۹۰	۲۷/۱	۴۷۵/۱
ضریب تغییرات/(CV)		۵/۲	۵/۵	۲/۱	۲/۸	۱/۸

^۱ - Tessier

نتایج نشان داد که بخش بسیار کمتری از آهن کل مربوط به شکل قابل استفاده می باشد. لئوناردیت باعث افزایش مقادیر تبدیلی آهن در خاکها شد بطوریکه تیمار ۴ درصد تاثیر بیشتری نسبت به شاهد در مقایسه با ۲ درصد لئوناردیت داشت عبارتی تیمار ۲ و ۴ درصد لئوناردیت بترتیب باعث افزایش ۲۲ و ۴۱/۴٪ آهن تبدیلی خاکها نسبت به شاهد شدند. بیشترین مقدار Fe قابل استفاده در خاکهای ۳ و ۲ و کمترین مقدار در خاک های ۱ و ۴ بترتیب ۱/۲۳ و ۱/۰۹، ۰/۸۵ و ۰/۸۱ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شد (شکل ۱-الف).

آهن جذب شده در بخش کربناتی خاکهای مختلف به لحاظ تفاوت در مقدار کربنات کلسیم خاک اختلاف معنی داری داشتند. کاربرد لئوناردیت باعث افزایش مقادیر جذب آهن در بخش کربناتی خاکها شد (شکل ۱-ب). تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی و متقابل فاکتورها در جذب آهن معنی دار شدند ($P < 0.001$). همچنین خاک ۱ با بیشترین مقدار کربنات کلسیم اولیه بیشترین مقدار آهن جذب شده را در خاکهای مورد مطالعه داشت. لازم به ذکر است که کارایی لئوناردیت در افزایش جذب آهن در بخش کربناتی خاکها متفاوت بود و بیشترین تاثیر در خاک ۲ (۴۹/۳٪) و کمترین تاثیر در خاک ۱ (۳۳٪) مشاهده شد. محققان نشان دادند که پیوند بین فلزات و کربناتها سست بوده و می تواند تحت تاثیر تغییر شرایط محیطی به سایر شکلها تبدیل شوند (Yang, et al., 2010).



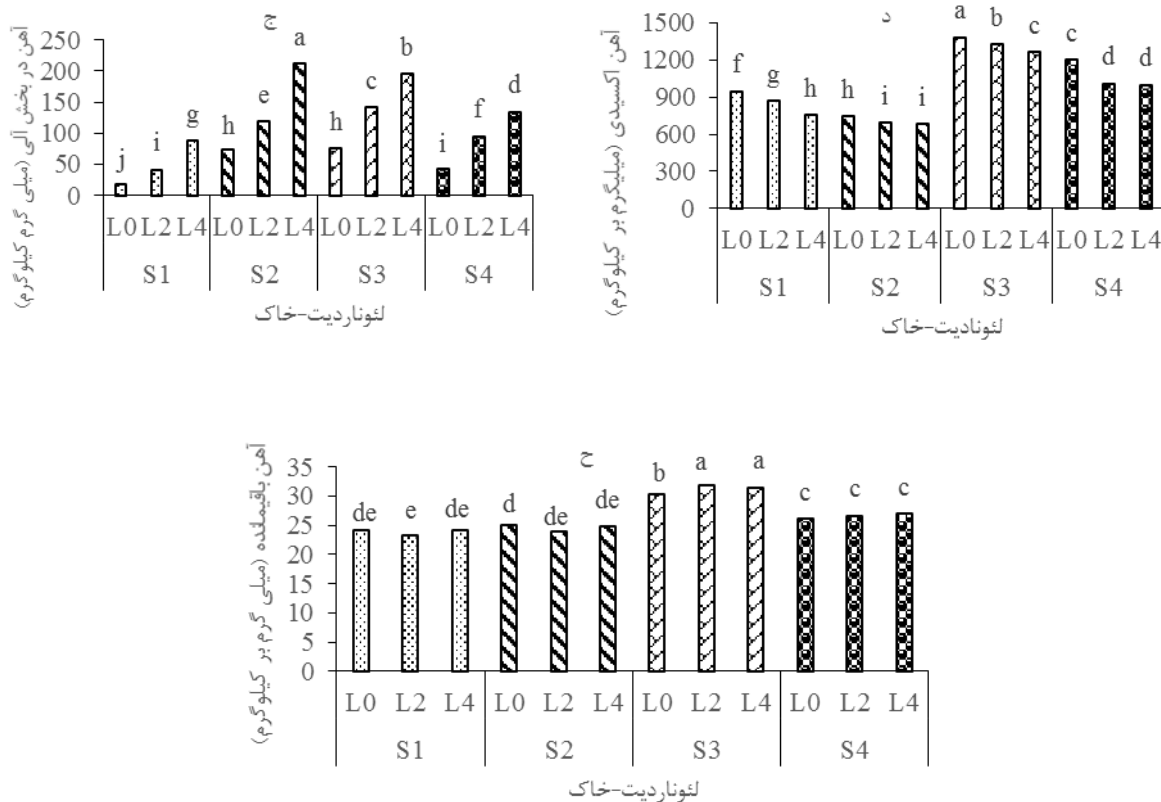
شکل ۱- تغییرات شکل های شیمیایی آهن تحت تاثیر لئوناردیت در خاکهای مورد مطالعه
L4, L2, L0: بترتیب لئوناردیت ۰، ۲ و ۴ درصد و S4, S3, S2, S1: بترتیب خاکهای ۱، ۲، ۳ و ۴

مقدار آهن کمپلکس شده در بخش آلی رابطه مستقیم با مقدار کربن آلی خاک دارد. بیشترین مقدار کربن آلی اولیه در خاک ۲ و ۳ و کمترین مقدار آن در خاک ۱ و ۴ بود لذا با افزایش لئوناردیت به عنوان منبع کربن مقدار آهن جذب شده نیز افزایش معنی داری را نشان داد ($P < 0.001$). بر این اساس بیشترین مقدار Fe جذب شده در بخش آلی خاک مربوط به خاکهای ۲ و ۳ و کمترین مقدار بترتیب مربوط به خاکهای ۱ و ۴ مشاهده شد (شکل ۲-ج).

نتایج نشان داد که خاک ۳ با بیشترین مقدار (۱۳۷۸ میلی گرم در کیلوگرم) و خاک ۲ با کمترین (۸۱۰ میلی گرم در کیلوگرم) مقدار آهن جذب شده در بخش اکسیدها تعیین شد. کاربرد لئوناردیت باعث کاهش معنی دار آهن وابسته به اکسیدهای Fe, Mn شد ($P < 0.001$). مقایسه میانگین داده ها نشان داد که تاثیر L4 نسبت به L2 در کاهش آهن بخش اکسیدی بیشتر بود (شکل ۲-د). محتملا منبع افزایش آهن جذب شده در بخش آلی و قابل استفاده از شکل اکسیدهای Fe, Mn تامین شده باشند. وی و همکاران (2010) گزارش کردند که آهن متصل شده در بخش اکسیدها بعنوان منبع غیرمستقیم آهن قابل استفاده می باشد.

مقادیر آهن کل خاکهای مورد مطالعه یکسان نبود بطوریکه خاک ۳ با بیشترین مقدار (۳۲۴۸۰ میلی گرم در کیلوگرم) و خاک ۱ با کمترین مقدار کل آهن (۲۴۸۷۶ میلی گرم در کیلوگرم) تعیین شدند. بر این اساس مجموع چهار شکل استخراج شده آهن شامل قابل تبادل، کربناتی، کربن آلی و اکسیدهای Fe-Mn سهم بسیار اندکی از مقدار کل آهن را به خود اختصاص

دادند و بخش عمده آهن (بیش از ۹۵ درصد) بصورت سخت قابل استخراج از ذرات خاک و به شکل باقیمانده جذب و نگهداری شدند. تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر خاک در مقدار آهن باقیمانده بدلیل تفاوت در آهن کل معنی دار ولی تاثیر لئوناردیت معنی دار نبود. همچنین اثرات متقابل آنها در سطح ۵ درصد معنی دار شد (شکل ۲-ح). نمونه برداری شد.



شکل ۲- تغییرات شکل های شیمیایی آهن تحت تاثیر لئوناردیت در خاک های مورد مطالعه
L4, L2, L0: بترتیب لئوناردیت ۰، ۲ و ۴ درصد و S4, S3, S2, S1: بترتیب خاکهای ۱، ۲، ۳ و ۴

منابع

- دولتی، ب. ۱۳۹۴. تاثیر لئوناردیت در تغییر شکل های شیمیایی کادمیم و سرب در خاک های حاصله از مواد مادری متفاوت. نشریه دانش آب و خاک، دانشگاه تبریز، جلد ۲۵، شماره ۱، صفحه های ۱۶۵ تا ۱۷۹.
- Azeez P.A., Prusty BAK and Jagadeesh E.P. 2006. Chemical speciation of metals in environment, its relevancy to Eco-toxicological studies and the need for biosensor development. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 4(3, 4): 235- 239.
- Chlopecka A and Adriano D.C. 1996. Mimicked in-situ stabilization of metals in a cropped soil: Bioavailability and chemical form of Zinc. *Environmental Science and Technology*. 30.11: 3294-3303.
- Lao C., Zeledon Z., Gamisans X and Sole M. 2005. Sorption of Cd (II) and Pb (II) from aqueous solutions by a low-rank coal (leonardite). *Separation and Purification Technology* 45: 79-85.
- Machovic V., Mizera J., Sykorova I, and Borecka L. 2000. Ion-exchange properties of Czech oxidized coals. *Acta Montana*.10 (117): 15-26.
- Soon YK, and Abboud S, 1993. Total Heavy Metals. In: Carter, MR, (Ed). *Soil Sampling and Method of Analysis*. Lewis Publishers, USA. Pp. 101-108.
- Tessier A., Campbell, P.G. and Bisson, M. 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Analytical chemistry*, 51(7), pp.844-851.
- Wei X, Mingan S, Jie Z, and Robert H. 2010. Soil iron fractionation and availability at selected landscape positions in a loessial gully region of northwestern China. *Soil Science and Plant Nutrition* 56: 4:pp 617-626.



- Yang, J, Zuoluo Ma, Zhihong Ye, Xueyan Guo, and Rongliang Qiu. 2010. Heavy metal (Pb, Zn) uptake and chemical changes in rhizosphere soils of four wetland plants with different radial oxygen loss." Journal of Environmental Sciences 22, 5:pp 696-702.
- Zalidis G and Barbauiarinis Matsi T. 1999. Forms and distribution of heavy metals in soils of the Axios Delta of Northern Greece. Communication in Soil Science and Plant Analysis 30: 817-827.

Distribution chemical forms of Iron (Fe) affected of Leonardite in some Ormia soils

B. Dovlati^{1*} and N. Soltanlinezhadme²

1- Assistant Professor, Department of Soil Science, Urmia University, Iran

2-Graduate Master, Department of Soil Science, Urmia University, Iran

* b.dovlati@urmia.ac.ir

Abstract

The aim of this study was to investigate the influence of humic substances on changes of chemical forms of Iron (Fe) in some soils of Urmia Province. Physico-chemical properties of cultivate soils were determined. Soil samples were treated with 50 mgkg⁻¹ of iron and were kept two months on field capacity. The different rate of Leonardite (0, 2 and 4%) were added to soils after incubation. Chemical forms of Fe determine in soils by using of Tessier method after 90 days. Laboratory evaluations were carried out as a factorial in a completely randomized design with three replications. The results showed that availability of iron form is very low in soil. The exchangeable (42%), carbonate (51.3%) and organic carbon (60.6%) forms of Fe increased significantly ($P<0.001$) as leonardite treatment. As well as a significant decrease (13.8%) in the section related to Fe-Mn oxides were observed. Therefore, Soils behavior are different on increase of iron extractable than leonardite application. As a result leonardite is suitable to increase of iron available for plants, and can be used as an iron stimulating substance in soil.

Keywords: Chemical forms of Fe, Humic substance, Leonardite.