



بررسی توزیع شکل‌های شیمیایی عناصر روی و آهن در خاک‌های آهنی استان یزد

امیر ضرابی¹، جعفر یثربی²، عبدالمجید رونقی³

1- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه شیراز

2- استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

3- استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

amirsoil2003@yahoo.com

چکیده

برای تعیین شکل‌های شیمیایی عناصر کم مصرف مانند روی و آهن در خاک از روش عصاره‌گیری دنباله‌ای استفاده می‌شود. روش به کار گرفته شده در این پژوهش روش سینگ و همکاران است. در نتایج این آزمایش مشاهده می‌شود که شکل تنمه در هر دو عنصر بیشترین مقدار را دارد. شکل‌های شیمیایی آهن تنها در دو شکل تنمه و متصل به اکسیدهای آهن بلورین توزیع شده‌اند و سایر شکل‌ها مقادیر ناچیزی دارند. کمترین مقادیر روی در خاک‌ها مربوط به شکل‌های آلی و تبادل می‌باشد. عواملی مانند بافت خاک، pH، درصد کربنات کلسیم معادل کنترل کننده این شکل‌ها می‌باشند.

کلمات کلیدی: شکل‌های شیمیایی، روی، آهن

مقدمه

متوسط مقدار روی در پوسته زمین 80 میلی گرم در کیلو گرم بوده، و میانگین غلظت روی در خاک نیز در همین حدود است. روی به صورت ترکیبات غیر محلول و کم محلول کربنات روی ($ZnCO_3$) و سولفید روی (ZnS) در خاک‌ها یافت می‌شود (لیندزی، 2001). آهن 5 درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهد و از نظر فراوانی چهارمین عنصر در پوسته زمین می‌باشد. غلظت آهن در خاک در ترکیب با کانیهای اولیه، رسها، اکسیدها و هیدروکسیدها می‌باشد که حلالیت این کانیها بسیار کم است. روش‌های جداسازی شکل‌های شیمیایی عناصر کم مصرف از طریق روش عصاره‌گیری دنباله‌ای (Sequential extraction) امکان پذیر است. به طور کلی در روش عصاره‌گیری دنباله‌ای، عنصر روی به صورت شکل‌های شیمیایی متفاوت جدا سازی می‌شود. بعضی از این شکل‌ها عبارتند از: محلول، تبادل، متصل به اکسیدهای آهن و منگنز و تنمه (Residual) (ما و اورن، 1995). از جنبه قابل دسترس بودن، شکل‌های محلول و قابل تبادل فلزات بیشترین سهم را در تغذیه گیاه دارند (شومن، 1991). هدف از این آزمایش تعیین شکل‌های شیمیایی عناصر آهن و روی به روش سینگو و همکاران (1988) و بررسی روابط رگرسیونی بین این شکل‌ها و خصوصیات خاک می‌باشد.



مواد و روشها

تعداد 28 نمونه خاک سطحی (عمق صفر تا 30 سانتیمتری) از نقاط مختلف استان یزد جمع آوری و پس از انتقال به آزمایشگاه برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها به روشهای معمول در آزمایشگاه به این شرح اندازه-گیری شد: اندازه‌گیری ماده آلی (OM) بوسیله روش اکسیداسیون مرطوب، (نلسون و سامرز، 1996) pH خاک به روش الکتروود شیشه‌ای، کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش خنثی کردن با اسید کلریدریک (لوپرت و سوارز، 1996)، بافت خاک به روش هیدرومتر (جی و بودر، 1986)، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) با روش جایگزینی با استات سدیم (سامر و میلر، 1996). اندازه‌گیری شکل های شیمیایی عناصر در خاک به روش سینگ و همکاران (1988) که مراحل این روش به این شرح می‌باشد: 1) مقدار 2/5 گرم خاک (بر اساس وزن خشک شده در آن) توزین و در ظرف پلی‌اتیلنی ریخته و با 10 میلی لیتر محلول 1 مولار $Mg(NO_3)_2$ به مدت 2 ساعت تکان داده شده و بعد از سانتریفیوژ کردن، با کاغذ صافی صاف شد. این بخش، شکل تبدالی عنصر (EX) نامیده می‌شود. 2) خاک باقی مانده از مرحله 1 با 10 میلی لیتر 1 NaOAc مولار با پ.هاش برابر 5 به مدت 5 ساعت تکان داده و بعد از سانتریفیوژ کردن صاف شد. این بخش، شکل کربناتی عنصر (Car) نامیده می‌شود. 3) خاک باقی مانده از مرحله 2 با 5 میلی لیتر محلول 0/7 مولار NaOCl با پ.هاش برابر 8/5 به مدت 30 دقیقه در حمام آب جوش تکان داده و بعد از سانتریفیوژ کردن صاف شد. این عمل عصاره‌گیری یک مرتبه دیگر تکرار شد. این بخش، شکل آلی عنصر (Om) نامیده می‌شود. 4) خاک باقی مانده از مرحله 3 با 25 میلی لیتر محلول 0/1 مولار $NH_2OH HCl$ که بوسیله نیتریک اسید پ.هاش آن در 2 تنظیم شده است به مدت 30 دقیقه تکان داده و بعد از آن سانتریفیوژ و صاف شد این بخش، شکل متصل به اکسیدهای منگنز نامیده می‌شود (5). (MnOX). 5) خاک باقی مانده از مرحله 4 با 25 میلی لیتر محلول 0/25 مولار $NH_2OH HCl$ در محلول 0/25 مولار HCl به مدت 30 دقیقه در حمام آب با دمای 50 درجه سلسیوس تکان داده و سپس سانتریفیوژ و صاف شد. این بخش، شکل متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل نامیده می‌شود (6). (FeAOX). 6) خاک باقی مانده از مرحله 5 با 25 میلی لیتر محلول اگزالات آمونیوم 0/2 مولار در اسید اگزالیک 0/2 مولار همراه با اسید آسکوربیک 0/1 مولار به مدت 30 دقیقه در حمام آب جوشانده و سپس سانتریفیوژ و صاف شد. این بخش، شکل متصل به اکسیدهای آهن متبلور نامیده می‌شود (7). (FeCOX). 7) مقدار 0/5 گرم از خاک باقی مانده از مرحله 6 با HF و $HClO_4$ هضم شد. این بخش، شکل تتمه نامیده می‌شود (Res). در هر مرحله لوله‌های سانتریفیوژ همراه با خاک آن توزین شد تا مقدار روی باقیمانده از هر مرحله مشخص شود. عصاره های جمع آوری شده در هر مرحله بوسیله دستگاه جذب اتمی قرائت شدند.

نتایج و بحث

دامنه تغییرات خصوصیات 28 خاک مورد مطالعه در جدول 1 نشان داده شده است.

جدول 1- دامنه تغییرات خصوصیات خاکهای مورد آزمایش

	pH	EC (dS m ⁻¹)	%OM	%CCE	%Sand	%Clay	CEC (cmolc kg ⁻¹)
Max	۸/۵۳	۱۳/۴۳	۳/۸۹	۶۳/۵۹	۸۴/۴	۳۵/۶	۲۴/۵۷
Min	۷/۳۱	۰/۴۴	۰/۰۵	۱۲/۷۴	۲۶/۴	۲/۶	۴/۹۱
Mean	۷/۷۸	۴/۸۴	۱/۵۷	۳۶/۲۶	۵۷/۳۷	۱۴/۷۶	۱۱/۲۸

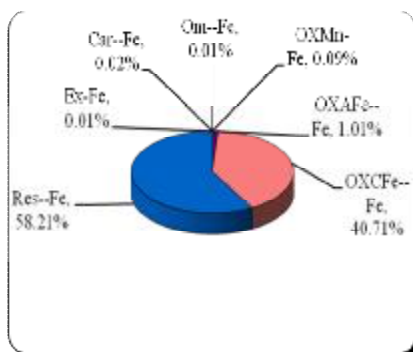


در جدول 2 دامنه تغییرات غلظت شکل‌های شیمیایی مربوط به عناصر آهن و روی به صورت مطلق نشان داده شده است. شکل‌های 1 و 2 نیز بیان کننده مقدار نسبی هر شکل برای عناصر آهن و روی می‌باشند.

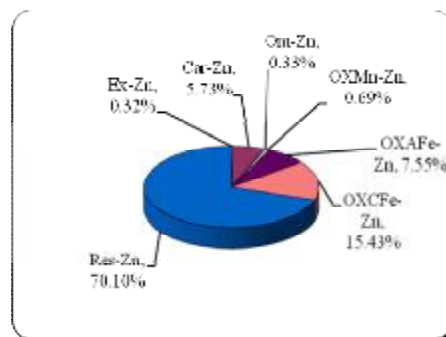
جدول 2- دامنه تغییرات مقدار مطلق شکل‌های شیمیایی عناصر روی و آهن (میلیگرم در کیلوگرم)

عنصر	دامنه تغییرات	Ex	Car	Om	OXMn	OXAFe	OXCFe	Res	Total
روی	Max	0/43	4/37	0/28	1/62	9/88	71.18	45/13	61/63
	Min	ND*	ND	ND	ND	0/18	3/29	10	23/71
	Mean	0/16	2/54	0/15	0/28	3/32	6/6	31/41	44/16
آهن	Max	4/25	4/6	3/01	74/66	155/71	5804	9610/83	13950
	Min	ND	ND	ND	ND	6/64	1530/7	480/22	4090
	Mean	0/28	1/42	0/34	3/12	80/61	2998/48	4857/7	8013/66

* غیر قابل تشخیص برای دستگاه (Not Detection)



شکل 2- مقدار نسبی شکل‌های شیمیایی آهن



شکل 1- مقدار نسبی شکل‌های شیمیایی روی

نکته قابل توجه مقدار کل عنصر آهن می‌باشد که به طور میانگین بیش از 8000 میلیگرم در کیلوگرم خاک است. شکل تتمه بیشترین مقدار آهن را تشکیل می‌دهد (58 درصد) و پس از آن بیشترین مقدار مربوط به شکل متصل به



اکسیدهای آهن بلورین می‌باشد و تقریباً می‌توان گفت که مقدار کل آهن تنها در همین دو شکل توزیع شده است و سایر شکلها مقادیر ناچیزی دارند. ترتیب فراوانی شکل‌های آهن به این صورت است: $FeAOX \ll FeCOX < Res$. میانگین مقدار کل روی در خاکها 44/16 میلی گرم در کیلوگرم است. شکل متمه شکل غالب روی در خاکها می‌باشد (70 درصد) و شکل‌های آلی و تبدالی کمترین مقادیر را دارا می‌باشند. به طور کلی ترتیب فراوانی شکل‌های روی به این صورت است: $Ex = Om < MnOX < Car < FeAOX < FeCOX < Res$. در مطابق با جدول 3 خصوصیات خاک مانند CEC و pH عوامل تأثیر گذار بر شکل تبدالی روی می‌باشند. CCE و درصد شن عوامل تأثیر گذار بر شکل کربناتی روی می‌باشند. شکل آلی روی تحت تأثیر عوامل pH، درصد رس و درصد ماده آلی می‌باشد. شکل متمه روی تحت تأثیر pH، CCE و CEC می‌باشد. آهن متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل و بلورین تحت کنترل عواملی مانند درصد رس، CCE و CEC می‌باشند و شکل کربناتی آهن تنها تحت تأثیر مقدار کربنات کلسیم خاک قرار گرفته است. کلیه روابط رگرسیونی در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشند. بنابراین خصوصیات خاک کنترل کننده شکل‌های شیمیایی روی و آهن می‌باشند.

جدول 3- روابط رگرسیونی بین برخی از شکل‌های شیمیایی روی و آهن و خصوصیات خاک

معادله	R ²	معادله	R ²
$Car-Fe = 0.17CCE-0.463$	0.47	$Ex-Zn = 0.017CEC-0.132 pH + 0.98$	0.58
$Fe-FeAOX = 2.76Clay-1.42CCE+92.04$	0.59	$Car-Zn = -0.05Sand-0.032CCE+6.607$	0.49
$Fe-FeCOX = 169.82CEC+1123.93$	0.45	$Zn-Om = -0.11pH+0.005Clay+0.18Om$	0.81
		$Zn-Res = 1.166CEC-0.216CCE-11.53pH+116.3$	0.8

منابع:

- Gee G W, and JW, Bauder, 1986. Particle-size analysis. P.386-411. In: a. Klute et al(eds). Methods of soil Analysis. 2 nd ed. Part 1. American Soc. Agron. Madison, WI.
- Lindsay W L, 2001. Chemical equilibria in soils. A wiley – inter science publication.
- Loeppert R H, and Suarez D L, 1996. Carbonate and gypsum. P: 437-474. In: D. L. Sparks.(eds). Methods of Soil Analysis. . Part III. 3 rd ed. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy. Madison, WI.
- Ma Y B, and Uren N C, 1995. Application of a new fractionation scheme for heavy metal in soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 26: 3291-3303.
- Nelson D W, and Sommers L E, 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. P.961-1010. In D. L. Sparks et al., (eds). Methods of Soil Analysis. Part III. 3 rd ed. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy. Madison, WI



دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران

تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390

(شیمی و آلودگی خاک و سلامت محیط زیست)

- Singh J P, Karwasra S P S, and Singh M. 1988. Distribution and forms of copper, iron, manganese, and zinc in calcareous soils of India. *Soil Sci.* 146: 359-366.
- Shuman L M, 1991. Chemical forms of micronutrients in soils. In: Mortvedt, J. J., Cox, F. R., Shuman, L. M., Welch, R. M. (Eds.), *Micronutrients in Agriculture*. Soil Science Society of America, Madison, WI, PP. 113-144.
- Summer M E, and Miller W P, 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. P: 1201-1229. In: D. L. Sparks et al. (eds). *Methods of Soil Analysis. Part III*. 3rd ed. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy. Madison, WI.