تعیین شکل‌های شیمیایی آهن و روابط آن‌ها با ویژگی‌های خاک در برخی خاک‌های استان آذربایجان شرقی

ندا پاشاپور ۱ ، عادل ریحانی‌تبار ۲، شاهین اوستان ۲
۱-دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده
مقدار و توزیع آهن در شکل‌های مختلف در ۲۱ نمونه مرکب خاک استان آذربایجان شرقی به روش عصاره‌گیری دنباله‌ای تغییر یافته سینگ و همکاران (۱۹۸۸) تعیین و رابطه این شکل‌ها با یکدیگر و با ویژگی‌های خاک مطالعه گردید. در این تحقیق بین شکل‌های مختلف آهن همبستگی‌های معنی‌داری بدست آمد که احتمالاً بیانگر یک رابطه پویا بین آن‌ها می‌باشد. همبستگی معنی‌داری بین ویژگی‌های خاک با شکل‌های شیمیایی مختلف آهن و آهن قابل جذب (قابل استخراج با DTPA) به دست آمد. آهن قابل جذب خاک به روش DTPA با pH، درصد کربن آلی، درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک رابطه مثبت و معنی‌داری داشت.

واژه های کلیدی: آهن قابل جذب، شکل‌های شیمیایی آهن، عصاره‌گیری دنباله‌ای، ویژگی‌های خاک

مقدمه
از میان عناصر مورد نیاز گیاهان کمبود آهن به عنوان عنصر کم مصرف، بیش‌ترین محدودیت را برای محصولات کشاورزی سرتاسر جهان دارد. فراهمی آهن برای گیاهان به توزیع نسبی شکل‌های مختلف شیمیایی آن در خاک بستگی دارد که البته خود تابعی از ویژگی‌های خاک است. همانند سایر عناصر، آهن می‌تواند با اجزای مختلف خاک پیوند یابد که این اجزاء توانایی متفاوتی در نگهداشت و رهاسازی آهن دارند. این عنصر می‌تواند با مواد آلی خاک تشکیل کمپلکس دهد، جذب سطحی سطوح رس‌ها و اکسیدهای آهن و منگنز شود، در شبکه ساختمانی کانی‌های سیلیکاتی اولیه یا کانی‌های ثانویه مانند کربنات‌ها، فسفات‌ها، سولفیدها یافت شود و یا در مواد بی‌شکل مانند اکسیدهای آهن و منگنز محبوس گردد (تسیر و همکاران، ۱۹۷۹). توزیع آهن در بین این اجزاء مختلف به عنوان جزءبندی [۱۴۳] آهن خاک تعریف می‌شود. با تعیین شکل‌های شیمیایی آهن در خاک می‌توان منبع، نحوه واکنش، زیست فراهمی آهن در خاک‌های کشاورزی و پویایی و حرکت آن به سمت پایین در خاک‌های آلوده را پیش‌بینی کرد. با مشخص کردن روابط بین شکل‌های مختلف آهن و ویژگی‌های خاک، تمهیدات لازم برای تغییر برخی پارامترهای خاکی با هدف افزایش قابلیت استفاده آهن را می‌توان تدارک دید.

مواد و روش‌ها
بر اساس نقشه‌های تهیه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی نمونه‌برداری از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر به صورت تصادفی صورت گرفت. تعداد ۴۰ نمونه مرکب از مزارع برداشته شد که هر یک از این نمونه‌ها حداقل از ترکیب ۳۰ نمونه خاک حاصل گردید. نمونه‌های هوا خشک شده به آرامی کوبیده شده و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری، برخی خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها به صورت زیر تعیین شد: بافت خاک به روش هیدرومتری ۴ زمانه، pH و EC در عصاره اشباع خاک، کربن آلی به روش اکسایش تر، کربنات کلسیم معادل با روش خنثی کردن با اسید و تیتر نمودن اسید باقی‌مانده با محلول سود، کربنات کلسیم معادل فعال با روش اگزالات آمونیم، ظرفیت تبادل کاتیونی نمونه خاک‌ها با استفاده از روش باور و مقدار آهن قابل جذب گیاه در خاک با روش DTPA اندازه‌گیری شد. دامنه تغییرات pH در خاک‌های مورد استفاده زیاد نبود (۸/۷ تا ۳/۸) و این مقادیر در خاک‌های آهکی قابل انتظار بود. کمترین CEC در خاکی با کم‌ترین درصد رس و کربن آلی مشاهده شد. میزان کربنات کلسیم معادل یا آهک خاک‌های مورد مطالعه از ۷/۱ درصد تا ۵/۲۶ درصد با میانگین ۵/۱۳ درصد متغیر بود. در بین ۲۱ خاک منتخب حداقل مقدار آهن قابل استخراج با DTPA، ۷۷/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و حداکثر آن ۸۶/۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین گردید. خاک‌های مورد مطالعه از نظر کلاس بافت متنوع بودند. ویژگی‌های خاک از ضریب تغییرات قابل توجهی برخوردار بودند که نشان‌دهنده دامنه مناسب و وسیع صفات مورد بررسی است. با توجه به این ویژگی‌ها تعداد ۲۱ نمونه خاک که بیشترین ضریب تغییرات را از نظر ویژگی‌های فوق داشتند انتخاب و برای آزمایش عصاره‌گیری دنباله‌ای مورد استفاده قرار گرفتند.

تعیین شکل‌های شیمیایی آهن:
برای جداسازی و تعیین شکل‌های شیمیایی آهن در خاک‌ها از روش تغییر یافته سینگ و همکاران (۱۹۸۸) استفاده شد. به این منظور، ۵/۲ گرم از هر نمونه خاک هوا خشک عبور کرده از الک ۲ میلی‌متری در دو تکرار توزین و به درون لوله‌های سانتریفوژ ریخته شد. ۱۰ میلی‌لیتر از محلول ۱M $Mg(NO_3)_2$ به آن‌ها افزوده شد. لوله‌های سانتریفوژ به همراه محتویات آن توزین و به مدت ۲ ساعت تکان داده شدند. سپس سانتریفوژ نموده و سوسپانسیون با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف گردید. میزان آهن تبادلی در محلول صاف شده با دستگاه جذب اتمی شیمادزو مدل ۶۳۰۰ تعیین شد. با توزین حجم مشخصی از محلول نیترات منیزیم در

[۱۴۳] Fractionation

دمای مشخص چگالی محلول تعیین شد (در تمامی مراحل عصاره‌گیری دنباله‌ای آهن چگالی عصاره‌گیرها اندازه گیری شدند تا با استفاده از چگالی عصاره‌گیرها و توزین لوله‌های سانتریفوژ مقدار آهن باقیمانده در خلل و فرج هر مرحله برای مرحله بعد مشخص شود). سایر مراحل عصاره‌گیری دنباله‌ای و ترکیب هر عصاره‌گیر به روشی که در پژوهش حاضر به کار رفته به طور خلاصه در جدول ۱ نشان داده شده است. مقدار آهن کل خاک‌ها نیز به دو روش آهن کل قابل استخراج با مخلوط اسید کلریدریک و اسید نیتریک به روش Aqua Regia چن و ما (۲۰۰۱) و هضم نمونه جداگانه در اسید نیتریک ۴ مولار به روش اسپوزیتو و همکاران (۱۹۸۲) اندازه‌گیری گردید.

جدول ۱- خلاصه روش عصاره‌گیری دنباله‌ای و مشخصات شکل آهن استخراج شده در روش تغییر یافته سینگ و همکاران (۱۹۸۸).

شکل شیمیایی آهن	علامت	مدت تکان دادن (ساعت)	عصاره‌گیر	میلی‌لیتر عصاره‌گیر برای ۵/۲ گرم خاک
محلول + تبادلی	FeEx	۲	۱M $Mg(NO_3)_2$	۱۰
کربناتی	FeCar	۵	۱M NaOAc + CH_3COOH (pH=۵)	۱۰
آلی	FeOM	۵/۰(حمام آب جوش)	۰.۷M NaOCl (pH=۸.۵)	۵*
پیوسته به اکسیدهای منگنز	FeMnox	۵/۰	۰.۱M $NH_2OH.HCl$ + HNO_3(pH=۲)	۲۵
پیوسته به اکسیدهای آهن بی‌شکل	FeAFeox	۵/۰ (دمای C ۵۰°)	۰.۲۵M $NH_2OH.HCl$ + ۰.۲۵M HCl	۲۵
پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری	FeCFeox	۵/۰ (حمام آب جوش)	۰.۲M $(NH_4)_2C_2O_4$+۰.۲M $H_2C_2O_4$	۲۵
باقی‌مانده	FeRes	۱۶ (حمام آب جوش)	۰.۱M $C_6H_8O_6$(pH =۳)+ ۴M HNO_3	۲۵/۳۱

*: دو مرتبه عصاره‌گیری می‌شود.

نتایج و بحث

دامنه تغییرات آهن معادل کل به روش اسپوزیتو (۱۹۸۲) از ۲۵/۱۵ تا ۸۴/۵۰ گرم بر کیلوگرم خاک با میانگین ۸۴/۲۹ گرم بر کیلوگرم بود. در روش Aqua-Regiaمقادیر آهن معادل کل از ۵۴/۱۹ تا ۷۵/۴۷ گرم بر کیلوگرم با میانگین ۳۸/۳۰ گرم بر کیلوگرم خاک متغیر بود. محبی صادق و همکاران (۱۳۹۱) میزان آهن کل قابل استخراج با اسید نیتریک از خاک‌های منطقه جنگلی خیرود کنار نوشهر را در دامنه ۳۵/۲ تا ۰۷/۵ درصد گزارش کردند. سینگ و همکاران (۱۹۸۸) مقدار میانگین آهن معادل کل را ۵/۳۲ گرم بر کیلوگرم گزارش نمودند.

توزیع شکل‌های مختلف آهن در جدول ۲ نشان داده شده است. به طور میانگین آهن محلول به اضافه تبادلی حدود ۰۰۷۷/۰ درصد، آهن کربناتی ۰۰۷۳/۰ درصد، پیوسته به مواد آلی ۰۱۷/۰ درصد، پیوسته به اکسیدهای منگنز ۰۲/۰ درصد، پیوسته به اکسیدهای آهن بی‌شکل ۸۸/۲ درصد، پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری ۴۸/۳۹ درصد و آهن باقی‌مانده ۵۹/۵۷ درصد مجموع شکل‌های اندازه‌گیری شده را تشکیل می‌دهند (شکل ۱). بنابراین می‌توان گفت در خاک‌های مورد مطالعه ترتیب فراوانی شکل‌های شیمیایی آهن به صورت زیر است:

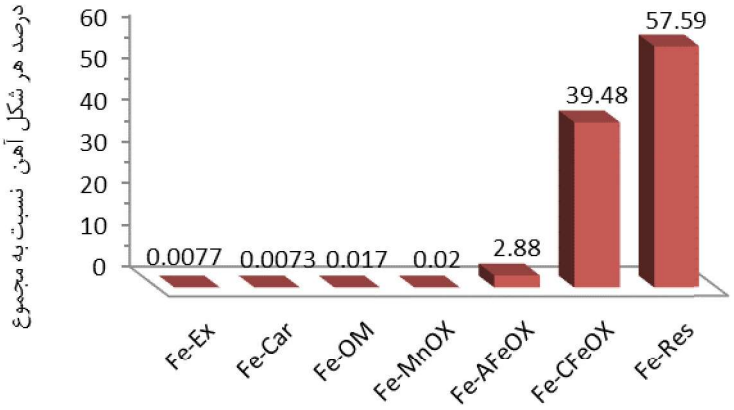
آهن باقی‌مانده > آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری > آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بی شکل> آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز> آهن پیوسته به مواد آلی> آهن تبادلی آهن کربناتی.

سینگ و همکاران (۱۹۸۸) نیز با بررسی توزیع شکل‌های آهن در ۱۱ خاک آهکی هند گزارش کردند که شکل‌های تبادلی، کربناتی، آلی و بخش متصل به اکسیدهای منگنز، کم‌ترین مقدار آهن را به خود اختصاص دادند. آنان همچنین دریافتند که آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بی‌شکل، ۸/۲ تا ۳/۱۵ درصد آهن کل خاک را تشکیل می‌دهد. این در حالی است که قسمت عمده آهن خاک را آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری و آهن باقی‌مانده تشکیل می‌دهد که به ترتیب ۳۰ تا ۲/۵۷ و ۸/۳۸ تا ۴/۵۸ درصد از آهن کل خاک را به خود اختصاص دادند. تابنده و کریمیان (۱۳۹۳) با تعیین شکل‌های آهن به روش سینگ و همکاران (۱۹۸۸) در برخی خاک‌های استان فارس گزارش کردند که پس از شکل باقی‌مانده، شکل اکسیدهای آهن بلوری بیشترین استخراج را نشان داده است؛ در حالی که با استفاده از روش اسپوزیتو و همکاران (۱۹۸۲) در همان خاک‌ها پس از شکل باقی‌مانده، شکل کربناتی حداکثر مقدار را داشته است.

جدول ۲- توزیع شکل‌های آهن در خاک‌های مورد مطالعه

	Fe-Res	Fe-CFeox	Fe-AFeox	Fe-Mnox	Fe-OM	Fe-Car	Fe-Ex	مجموع
	----------	----------	((g kg^{-1}))			mg kg^{-1}		
حداقل	۲۹/۰	۵۹/۱	ناچیز	۵۵۳/۰	۵۸۷/۶	۶۱۱/۷	۳۹۸/۱۵	
حداکثر	۵۴/۳	۳۲/۸	۷۷/۴۰	۹۱۵/۱	۶۰۰/۲۳	۱۴۲/۲۷	۵۳۰/۵۱	
میانگین	۱۷/۲	۹۲/۱	۳۰/۶	۷۹۸/۰	۶۹۲/۱۱	۲۰۳/۱۷	۰۳۵/۳۰	
انحراف‌معیار	۷۵/۰	۶۳/۱	۱۰	۲۸۲/۰	۵۱۶/۴	۷۴۷/۵	۵۱۲/۹	
میانه	۲/۲	۶۱/۱	۱۶/۲	۷۵/۰	۵۶/۱۰	۷۲/۱۷	۰۶/۲۹	

برای شرح علامت‌های اختصاری به جدول ۱ مراجعه شود.



شکل ۱- مقادیر نسبی شکل‌های شیمیایی آهن در خاک‌های مورد مطالعه (درصد)

همبستگی ویژگی‌های خاک با شکل‌های آهن و آهن قابل جذب گیاه در خاک

طبق نتایج مندرج در جدول ۳ شکل‌های مختلف آهن با برخی از ویژگی‌های خاک همبستگی معنی‌داری داشتند. آهن کل با درصد کربن آلی، درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی همبستگی مثبت معنی‌دار نشان دادند. یلویکار و همکاران (۱۹۹۶) نیز گزارش کردند رابطه مثبت معنی‌داری بین مقدار آهن معادل کل با درصد ماده آلی و رس وجود دارد. بین آهن کل و درصد رس ضریب همبستگی نسبتاً کم بود (r^2 = ۰.۲۱). عباسی‌کلو و همکاران (۱۳۹۳) نیز از دشت تبریز منطقه مرند گزارش کردند که رابطه آهن کل با درصد رس در برخی افق‌ها ضعیف است. آنان چنین تفسیر کردند که برخی از کانی‌های آهن‌دار از قبیل بیوتیت و ایلمنیت در بخش سیلت و شن حضور دارند که باعث می‌شوند میزان آهن کل، علاوه بر میزان رس تحت کنترل این ذرات نیز باشد. در این تحقیق همبستگی بین آهن باقی‌مانده با درصد رس، درصد کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی مثبت و معنی‌دار بود. سینگ و همکاران (۱۹۸۸) دلیل همبستگی مثبت بین آهن باقی‌مانده با درصد رس را وجود آهن باقی‌مانده در کانی‌های هم اندازه ذرات رس اعلام کردند. آهن پیوسته به مواد آلی با درصد کربن آلی رابطه مثبت معنی‌دار نشان داده است (شکل ۲). همچنین طبق نتایج بدست آمده بین آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری با pH همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت. این موضوع بیانگر تأثیر مستقیم pH بر آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری بوده و نشانگر آن است که با تغییر pH بخشی از این شکل احتمالاً تحت تأثیر قرار می‌گیرد. همبستگی منفی معنی‌دار بین آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز با درصد کربنات کلسیم معادل فعال وجود دارد (شکل ۳). با افزایش آهک فعال مقدار آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز کاهش می‌یابد، که احتمالاً آهک فعال می‌تواند پوششی روی اکسیدهای منگنز ایجاد کند که مانع جذب آهن توسط اکسیدهای منگنز می‌شود. در شرایط وجود رطوبت کافی در خاک و شرایط غرقاب، pH خاک کاهش یافته و کربنات کلسیم معادل فعال انحلال می‌یابد در این صورت مقدار آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز افزایش می‌یابد.

در معادلات رگرسیون چند متغیره به روش گام به گام بین ویژگی‌های خاک و آهن قابل استخراج با DTPA (احتمالاً آهن قابل جذب گیاه در خاک) ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد کربن آلی وارد مدل شدند.

(مرحله اول) r = ۰.۶۳ **DTPA-Fe (mg kg^{-1}) = ۰.۲۷CEC - ۲.۶۰۷

(مرحله دوم) r = ۰.۷۴** DTPA-Fe (mg kg^{-1}) = ۰.۲۲CEC + ۳.۱۰۷ OC - ۴.۳۱

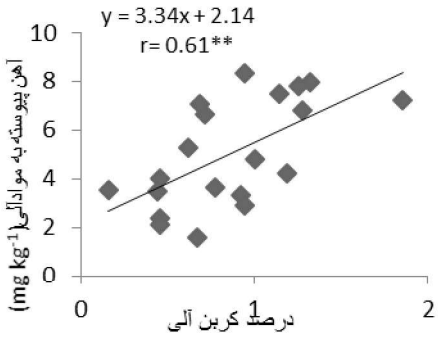
به عبارتی دیگر ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد کربن آلی مؤثرترین ویژگی‌های خاک استان آذربایجان‌شرقی هستند که فراهمی آهن را تحت تأثیر قرار می‌دهند و چون ظرفیت تبادل کاتیونی خود تابع مقدار و ماهیت رس‌های خاک می‌باشد لذا، بدیهی است که آهن قابل جذب متأثر از درصد رس باشد. به نظر می‌رسد درصد رس بیشتر در خاک معمولاً از نفوذ آب جلوگیری نموده و موجب

ایجاد شرایط کاهشی می‌شود و در نتیجه این شرایط باعث افزایش تحرک بیشتر آهن و افزایش آهن قابل استخراج با DTPA می‌شود. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود بین شکل‌های مختلف آهن در خاک همبستگی معنی‌داری مشاهده گردید. وجود چنین همبستگی معنی‌داری احتمالاً بیانگر وجود یک رابطه پویا بین شکل‌های مختلف آهن در خاک می‌باشد. وجود چنین رابطه پویا و دینامیک اهمیت زیادی در فرآیندهای مربوط به واکنش‌های کود آهن و جذب آهن به وسیله گیاه دارد. با استفاده از این روابط شاید بتوان توضیح داد که چرا با گذشت زمان پس از افزودن کود آهن به خاک، مقدار شکل محلول‌تر و قابل تبادل آهن کاهش می‌یابد و شکل‌های با حلالیت کمتر افزایش می‌یابد.

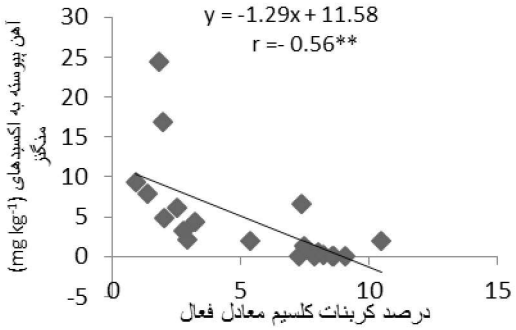
بین شکل‌های مختلف آهن با ویژگی‌های خاک (r) جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده

ویژگی‌ها	Fe-Res	Fe-CFeox	Fe-AFeox	Fe-MnOx	Fe-OM	Fe-Car	Fe-Ex
			Fe-t				
pH	-۰۹/۰	۲۷/۰	۱۷/۰	-۰۲/۰	-۴۷/۰*	۲۹/۰	-۳۰/۰
EC	-۱۱/۰	۰۴/۰	۰۲/۰	-۱۹/۰	-۳۵/۰	-۰۴/۰	-
OC	۲۸/۰	-۴۴/۰*	۶۱/۰**	-۲۵/۰	۰۳/۰	۲۸/۰	۰۴/۰
CCE	۰۲/۰	-۰۹/۰	۴۰۴/۰	-۳۸/۰	-۳۳/۰	-۳۸/۰	-
ACCE	۰۸/۰	-۲۸/۰	۳۱/۰	-۵۶/۰**	-۳۳/۰	-۳۳/۰	۵۰/۰*
Clay	۴۹/۰*	-۳۲/۰	۱۶/۰	-۴۸/۰*	۱۸/۰	-۲۵/۰	۰۵/۰
Silt	۳۴/۰	-۳۷/۰	۵۹/۰**	-۵۳/۰*	-۰۴/۰	-۲۵/۰	-
CEC	۶۰۶/۰**	-۳۸/۰	۱۸/۰	-۲۵/۰	۴۲/۰	۲۵/۰	۰۴/۰
Sand	-۴۸/۰*	۴۰۳/۰	-۴۲/۰	۵۸/۰**	۰۸/۰	۰/۲۹	-۰/۳۶
						۵۹/۰	
						۳۷/۰**	
						۵۸/۰**	
						۵۶/۰	

.ظرفیت تبادل کاتیونی :CEC ،کربن آلی :OC ،کربنات کلسیم معادل فعال :ACCE ،کربنات کلسیم معادل :CCE و به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد*



شکل ۲- رابطه آهن پیوسته به مواد آلی با درصد کربن آلی



شکل ۳- رابطه آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز و %ACCE

شکل‌های شیمیایی آهن (r) جدول ۴- ماتریس ضرایب همبستگی خطی

Fe-Ex	Fe-Car	Fe-OM	Fe-Mnox	Fe-AFeox	Fe-CFeox	Fe-Res

Fe-Ex	۱					
Fe-Car	-۲۶/۰	۱				
Fe-OM	۳۴/۰	-۱۲/۰	۱			
Fe-Mnox	۲۲/۰	۸۷/۰**	-۰۸/۰	۱		
Fe-AFeox	-۵۸/۰**	۵۷/۰**	-۴۳/۰	۶۲/۰**	۱	
Fe-CFeox	۵۶/۰*	-۰۵/۰	۱۸/۰	۳۵/۰	۶۲/۰**	۱
Fe-Res	۳۵/۰	۰۹/۰	۴۴/۰*	۰۶/۰	۱۴/۰	۶۷/۰**

.برای شرح علامت‌های اختصاری به جدول ۱ مراجعه شود
و به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد***

منابع

تابنده، ل. و کریمیان، ن. ع. ۱۳۹۳. مقایسه دو روش آزمایشگاهی به منظور بررسی توزیع شکل‌های شیمیایی آهن در برخی خاک‌های استان فارس. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۱، صفحه‌های ۵۴ تا ۴۱.

عباسی کلو، آ.، جعفرزاده، ع. ا.، کریمیان‌اقبال، م. اوستان، ش. و جهانگیری، ا. ۱۳۹۳. تأثیر سطوح مختلف ژئومرفولوژیک بر تکامل خاک‌ها با استفاده از تغییرات پدوژنیک و شکل‌های مختلف آهن در منطقه مرند، آذربایجان شرقی. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۱، صفحه‌های ۸۵ تا ۱۰۱.

محبی صادق، م.، حیدری، ج. ا.، سرمدیان، ف.، ثواقبی، غ. و راهب، ع. ۱۳۹۱. شکل‌های مختلف آهن و منگنز و توزیع آنها در تجمعات و نیمرخ برخی آلفی‌سولهای تحت تأثیر شرایط اکسایش و کاهش. مجله پژوهش‌های خاک، الف، جلد ۲۶، شماره ۱، صفحه‌های ۵۳ تا ۴۳.

Chen M. and Ma L. ۲۰۰۱. Compareson of three aqua Regia digestion methods for twenty Florida soils. Soil Science Society of America Journal, ۶۵: ۴۹۹-۵۱۰.

Singh J. p., Karwasra S. P. S. and Singh M. ۱۹۸۸. Distribution and forms of copper, iron, manganese and zinc in calcareous soil of India. soil Science, ۱۴۶: ۳۵۹-۳۶۶.

Sposito G., Lund L. J. and Chang A. C. ۱۹۸۲. Trace metal chemistry in arid zone field soils amended with sewage sludge: I. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in soil phases. Society of Soil Science America Journal, ۴۶: ۲۶۰-۲۶۴.

Tessier A., Campbell P. G. C and Bission M. ۱۹۷۹. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metal. Analytical Chemistry, ۵۱: ۸۴۴-۸۵۱.

Yelvikar N. V., Seddiqui, S.I.M., Malewar G. U. and Tajuddin C. ۱۹۹۶. Distribution of different forms of iron in Vertic soils and their relation with soil properties. Journal of the Indian Society of Soil Science, ۴۴: ۷۸۱-۷۸۳.

Abstract

amounts and distribution of Fe in different fraction of ۲۱ soil composite sample of East Azerbaijan Province were determined by modified sequential extraction procedures introducted by Singh et al (۱۹۸۸), and the relationship of these types with each other and with soil properties was also investigated. In this study, a significant correlation was also observed between the Fe forms themselves, which is presumably a reflection of the existence of a dynamic relationship between the chemical forms of an element in soil. soil properties were significantly correlated with Chemical forms of Fe and DTPA extractable Fe. Simple correlation coefficients showed that DTPA-Fe with pH, organic carbon content, clay content and CEC had positive significant correlations.