توزیع شکل‌های شیمیایی روی در خاک‌های آهکی استان‌های کرمانشاه و ایلام

علی چراغی تبار [۱]، ابراهیم ادهمی [۲]، حمیدرضا اولیایی [۳]، رویا مولایی [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج ۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج ۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج ۴-گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

چکیده
پژوهش حاضر برای بررسی وضعیت توزیع شکل‌های روی در تعدادی نمونه خاک‌های آهکی استان‌های کرمانشاه و ایلام انجام شد. عصاره‌گیری متوالی با نیترات منیزیم (محلول + تبادلی)، استات سدیم ۵ pH (شکل کربناتی)، هیپوکلرید سدیم ۸.۵ pH (شکل آلی)، هیدروکسیل آمین هیدروکلرید ۲ pH (متصل به اکسیدهای منگنز)، هیدروکسیل آمین هیدروکلرید (متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل)، اگزالات آمونیوم (متصل به اکسیدهای آهن متبلور)، اسید نیتریک (شکل تتمه) در دو تکرار با نسبت ۲ به ۲۰ خاک: عصاره‌گیر انجام شد. مقادیر روی محلول + تبادلی، متصل به اکسیدهای منگنز و روی متصل به اکسیدهای آهن متبلور در بازه‌ی اندازه‌گیری دستگاه جذب اتمی نبودند. ترتیب فراوانی شکل‌های شیمیایی روی صرفنظر از شکل‌های غیرقابل اندازه‌گیری به صورت شکل آلی< کربناتی < متصل با اکسیدهای آهن بی‌شکل < باقی‌مانده بود. چنین به نظر میرسد که مقدار روی قابل جذب و روی کل خاک‌های مورد مطالعه کمتر از حد مورد نیاز گیاهان می‌باشد.

واژه های کلیدی: خاک‌های آهکی، روی، شکل‌های شیمیایی

مقدمه
روی از عناصر کم‌مصرف است که برای رشد بهینه گیاهان و جانوران و انسان‌ها در غلظت کم ضروری است (Kabata-Pendias, ۲۰۰۰). مقدار کل روی در خاک‌ها بین ۳۰۰-۱۰ و به‌طور متوسط ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است (Kichens, ۱۹۹۵). بیشتر از ۶۰ درصد از خاک‌های زیر کشت ایران دارای مشکل کمبود روی با متوسط کاهش محصولی در حدود ۵۰ درصد میباشند (ضیائیان و همکاران، ۲۰۰۱).

در سال‌های اخیر روش‌های عصاره گیری دنباله‌ای یکی از راه‌های تخمین شکل‌های شیمیایی عناصر می‌باشد که به‌عنوان کامل‌ترین روش توصیفی رفتار کلی فلزات در خاک نام برده می‌شود و می‌تواند تخمین خوبی از وضعیت عناصر در خاک به دست دهد. تعیین شکل‌های شیمیایی یک عنصر در خاک، برای ارزیابی وضعیت تحرک و قابلیت دسترسی آن عنصر مهم است (Keller et al, ۱۹۹۴).

روش عصاره‌گیری جزء به جزء شامل استفاده متوالی از عصاره‌گیرهای شیمیایی می‌باشد که بر روی یک نمونه انجام شده و برای حل کردن انتخابی شکل‌های شیمیایی مختلف یک عنصر در نظر گرفته شده‌اند (Filgueiras et al, ۲۰۰۲). با استفاده از این روش‌ها می‌توان سرعت تبدیل یک عنصر از یک شکل شیمیایی به شکل دیگر بر اثر تغییر شرایط خاک را ارزیابی کرد (Shuman, ۱۹۷۹). انتخاب روش عصاره‌گیری متوالی به همبستگی به پاسخ‌های گیاهی، در دسترس بودن ابزارها و مواد و راحتی روش تجزیه وابسته است (غفاری نژاد و همکاران، ۲۰۰۷). استور و همکاران (۱۹۷۶) شکل‌های مختلف عناصر کم‌مصرف در رسوبات را به‌صورت تبادلی، متصل به مواد آلی، متصل به کربنات‌ها و متصل به سولفیدها نام‌گذاری کردند. تسیر و همکاران (۱۹۷۹) شکل‌های عناصر کم‌مصرف خاک را به محلول در آب، تبادلی، متصل به مواد آلی، متصل به کربنات‌ها، متصل به اکسیدهای آهن و یا منگنز و تتمه تقسیم‌بندی نمودند و به ترتیب آب مقطر، کلرید منیزیم، استات سدیم، هیدروکسیل آمین هیدروکلرید، آب اکسیژنه و مخلوط سه اسید (کلریدریک، نیتریک-فلوریدریک) را برای استخراج آن‌ها پیشنهاد نمودند. سینگ و همکاران (۱۹۸۸) شکل‌های عناصر کم‌مصرف خاک را شکل محلول + تبادلی، کربناتی، آلی، متصل به اکسیدهای منگنز، متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل، متصل به اکسیدهای آهن متبلور و تتمه فرض کردند.

قانع و همکاران (۱۳۸۲) با بررسی شکل‌های مختلف روی به روش سینگ و همکاران (۱۹۸۸) در خاک‌های آهکی استان فارس گزارش نمودند که ترتیب فراوانی شکل‌های مختلف به‌صورت روی تبادلی< شکل آلی روی< روی متصل به اکسیدهای منگنز< روی متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل < روی متصل به آهن متبلور< روی کربناته << باقی‌مانده بود. اینگار و همکاران (۱۹۸۱) مشاهده نمودند که قسمت اعظم روی کل (۲۵ درصد) به صورت پیوند یافته با اکسیدهای آهن و آلومینیوم و ۷۰ درصد آن به صورت جزء باقی‌مانده بود. سینگ و همکاران (۱۹۸۸) بیان نمودند که ۸۲ درصد روی کل به صورت باقی‌مانده، ۷ درصد به صورت پیوند یافته با اکسیدهای آهن متبلور، ۵ درصد به صورت پیوند یافته با اکسیدهای آهن بی‌شکل، یک درصد به شکل آلی، ۲ درصد به صورت پیوند یافته با اکسیدهای منگنز و ۲ درصد به صورت کربناتی و میانگین روی قابل‌تبادل نیز ۲ درصد بود.

دشت ماهیدشت یکی از حاصل‌خیزترین نقاط استان کرمانشاه می‌باشد. میانگین بارش سالانه در این دشت ۵۰۰-۴۰۰ میلی‌متر است. مساحت حوضه آبریز آن ۱۴۲۰ کیلومتر مربع و وسعت دشت آن ۴۶۶ کیلومتر مربع میباشد. در نواحی جنوبی استان کرمانشاه و شمال و شمال شرقی استان ایلام در بین کوه‌های بزرگ زاگرس دشت‌های محدود و کم وسعتی وجود دارند که مهم‌ترین آن‌ها دشت حاصلخیز هلیلان است. هلیلان دشتی است کم وسعت ولی حاصلخیز که در بین سه استان کرمانشاه (بخش ماهیدشت)، لرستان و ایلام قرار گرفته است میانگین بارش سالانه در هلیلان ۵۰۰ میلی‌متر است. دشت هلیلان تقریباً ۲۵ کیلومتر طول و ۱۴ کیلومتر عرض دارد و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۹۵۰ متر است. مطابق گفته کشاورزان مربوط در این خاک‌ها هیچ‌گاه از کود روی استفاده نشده است. این پژوهش به‌منظور بررسی توزیع شکل‌های شیمیایی روی در نمونه خاک‌های آهکی دشت‌های ماهیدشت و هلیلان در استان‌های کرمانشاه و ایلام و نیز بررسی ارتباط بین این شکل‌ها با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر ۳۰ نمونه‌ی خاک آهکی از افق سطحی از دشت‌های ماهیدشت و هلیلان در استان‌های کرمانشاه و ایلام انجام شد. مقدار کافی از خاک‌های مورد مطالعه به‌صورت تصادفی جمع‌آوری شده و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل شد. pHخاک در گل اشباع بافت خاک به روش هیدرومتری اندازه‌گیری شد. ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از جانشینی کاتیون‌ها با استات آمونیوم، ماده آلی به روش اکسیداسیون مرطوب و کربنات کلسیم معادل با استفاده از تیتراسیون برگشتی تعیین شد (جدول ۱).

.جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

	استخراج با DTPA (mg/kg)	(cmol,/kg)	(%)	(%)	(dS/m)			شن(%)	سیلت(%)
محدوده	۳۶/۲-۳۴/۰	۲/۳۷-۴/۱۲	۸/۴۳-۹/۰	۳/۳-۶/۰	۲/۰-۱/۰	۶/۸-۷	۵۲-۴/۹	۳/۶۱-۶	۵۲-۳/۲۹
میانگین ≓ انحراف معیار	۷۶/۰ ≓ ۴۲/۰	۶۷/۷ ≓ ۱/۲ ۵	۲۴ ≓ ۱/۱ ۳	۱ ≓ ۵۴/۰	۰۲/۰ ≓ ۱ /۰	۳۶/۰ ≓ ۲ /۸	۸/۲۶ ≓ ۲۴/۸	۹/۱۰ ≓ ۴/۳ ۴	۸/۳۸ ≓ ۵۴/۵

OC، CEC ، CCE و EC به ترتیب کربنات کلسیم معادل، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربن الی و قابلیت هدایت الکتریکی محلول خاک هستند.

عصاره‌گیری جزء به جزء: عصاره‌گیری جزء به جزء به روش سینگ و همکاران (۱۹۸۸) در دو تکرار انجام شد. خلاصه مراحل عصاره‌گیری به روشی که در پژوهش حاضر به کار رفته در جدول ۲ نشان داده شده است.

.جدول ۲- خلاصه روش عصاره‌گیری دنباله‌ای و شکل روی استخراج شده

شکل‌های شیمیایی روی	علامت	مدت تکان دادن (ساعت)	عصاره‌گیر	میلی‌لیتر عصاره‌گیر برای ۵/۲ گرم خاک
محلول + تبادلی	ZnEx	۲	۱M $Mg(NO_3)_2$	۱۰
کربناتی	ZnCar	۵	۱M NaOAc+ CH_3COOH (pH=۵)	۱۰
آلی	ZnOM	۵/۰	۰.۷M NaOCl (pH=۸.۵)	۵*
متصل به اکسیدهای منگنز	ZnMnox	۵/۰	۱M $NH_2OH.HCl$ +HNO_3 (pH=۲)	۲۵
متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل	ZnAFeox	۵/۰	۰.۲۵M $NH_2OH.HCl$ +۰.۲۵M HCl	۲۵
متصل به اکسیدهای آهن متبلور	ZnCFeox	۵/۰	۰.۲M$(NH_4)_2C_2O_4$ +۰.۲M $H_2C_2O_4$+۰.۱M $C_6H_8O_6$ (pH=۳)	۲۵
باقی‌مانده	ZnRes	گاه‌گاهی	M HNO_3 ۷	۲۰

دو بار عصاره گیری * :

در تمام عصاره‌ها غلظت روی با روش جذب اتمی با دستگاه ۲۳۰۰ ZCAST HITACH تعیین گردید. مطالعات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات خاک‌ها از دامنه تغییرات وسیعی برخوردار بودند (جدول ۱). مقدار روی عصاره‌گیری شده خاک‌ها با استفاده از DTPA، که معیاری از روی قابل‌استفاده خاک می‌باشد در محدوده ۳۴/۰ تا ۳۶/۲ با میانگین ۷۶/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود (جدول ۱). که به‌جز خاک شماره ۹ همه خاک‌ها دارای میزان روی قابل جذب کمتر از حد بحرانی (لو، ۱۹۸۸) میباشند. ضیائیان و همکاران (۲۰۰۱) حد بحرانی روی قابل استخراج با DTPA را در خاک‌های زیر کشت ایران در دامنه ۰/۷ تا ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیان کردند. بر این اساس ۵۰ درصد خاک‌ها در محدوده خاک‌های دارای کمبود روی محسوب میشوند.

روی استخراج شده با نیترات منیزیم یک مولار که به شکل محلول+ تبادلی روی نسبت داده شده است کم‌تر از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی بود و ناچیز گزارش شد (جدول ۳). زیان (۱۹۸۹) بیان کرد که در عصاره‌گیری دنباله‌ای، قابلیت دسترسی عناصر با هر مرحله از عصاره‌گیری دنباله‌ای کاهش می‌یابد. بنابراین، عناصر به‌صورت جزءهای محلول در آب و قابل تبادل، خیلی سریع برای محیط قابل‌دسترس می‌شوند در حالی که عناصر به‌صورت جزء باقی‌مانده، پیوندهای قوی محکمی دارند و انتظار نمی‌رود که در شرایط طبیعی رها شوند.

جدول ۳- توزیع شکل‌های شیمیایی روی (میلی‌گرم در کیلوگرم) در خاک‌های مورد مطالعه

	عصاره‌گیر						
	نیترات منیزیم	استات سدیم pH۵	هیپوکلرید سدیم pH۸.۵	هیدروکسیل آمین هیدروکلرید pH۲	هیدروکسیل آمین هیدروکلرید	اگزالات آمونیوم	اسید نیتریک
محدوده	ن چ	۹۲/۳-۶۴/۰	۱/۱-۰	ن چ	۴۵/۵-۱۵/۰	ن چ	۱/۲۲ ⩵ ۳/۴ ۰
میانگین ⩵ انحراف معیار	ن چ	۶۴/۰ ⩵ ۳۹/۱	۱/۰- ۲۳/۰	ن چ	۰۱/۱ ⩵ ۹۱/۱	ن چ	۴۴/ ۰ ⩵ ۲/۳۰ ۵

.ن چ (ناچیز): غلظت مشاهده شده کم‌تر از حد اندازه‌گیری با دستگاه جذب اتمی می‌باشد

روی عصاره‌گیری شده با استات سدیم یك مولار pH ۵ که به‌عنوان شکل کربناتی فلزات شناخته می‌شود در محدوده ۶۴/۰ تا ۹۲/۳ با میانگین ۳۹/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود که حدود ۱۳/۴ درصد از مجموع شکل‌های روی را شامل شد. شکل کربناتی به‌عنوان فلزهایی که همراه با کربنات رسوب کرده‌اند معرفی شده است.

شکل آلی روی، که در تحقیق حاضر با هیپوکلرید سدیم ۷/۰ مولار pH ۸.۵، از خاك عصاره‌گیری شد، در محدوده ناچیز تا ۱۰/۱ با میانگین ۱۰۵/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که حدود ۳۱/۰ درصد مجموع شکل‌های روی را شامل می‌شود.

مقدار روی متصل به اکسیدهای منگنز (استخراج شده با هیدروکسیل آمین یک مولار pH۲) و روی متصل به اکسیدهای آهن متبلور (استخراج شده با اگزالات آمونیوم ۲/۰ مولار) بسیار کم و غیرقابل اندازه‌گیری با دستگاه جذب اتمی بود. همچنین در مطالعه حاضر شکل متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل (استخراج شده با هیدروکسیل آمین هیدروکلرید ۲۵/۰ مولار) در محدوده ۱۵/۰ تا ۴۵/۵ با میانگین ۹۱/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک تغییر کرد.

شکل باقی‌مانده در این پژوهش از ۱/۲۲ تا ۳/۴۰ با میانگین ۲/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر بوده که حدود ۹/۸۹ درصد مجموع شکل‌های روی در مطالعه حاضر را شامل می‌شود. این یافته که بیشترین میزان شکل روی در خاك‌های مورد مطالعه به صورت روی تتمه وجود دارد با گزارش سپهوند و همکاران (۱۳۹۰)، ریحانی تبار و همکاران (۱۳۸۵) از خاک‌های آهکی استان تهران، قانع و همکاران (۱۳۸۲) و رسولی و همکاران (۱۳۸۶) از استان گیلان مطابقت می‌کند.

به‌طور میانگین روی متصل به کربنات‌ها ۱۳/۴ درصد، متصل به ماده آلی حدود ۳۱/۰ درصد، روی متصل با اکسیدهای آهن بی‌شکل ۷/۵ و باقی‌مانده ۹/۸۹ درصد مجموع شکل‌های اندازه‌گیری شده را تشکیل می‌دهند. بنابراین می‌توان گفت در خاک‌های مورد مطالعه ترتیب فراوانی شکل‌های شیمیایی روی با صرفنظر کردن از شکل‌های محلول + تبادلی، روی متصل به اکسیدهای منگنز و روی متصل به اکسیدهای آهن متبلور به‌صورت آلی< کربناتی < متصل با اکسیدهای آهن بی‌شکل < باقی‌مانده می‌باشد.

نتیجه‌گیری

شکل کربناتی با شکل قابل جذب گیاهی در خاك (عصاره‌گیری با DTPA) همبستگی مثبت معنی‌دار نشان داد و با توجه به این که، درصد کمی از روی کل خاك به شکل کربناتی (۱۳/۴) به دست آمد، می‌توان چنین استنباط کرد که قسمت عمده روی خاك در شکل‌های غیرقابل استفاده گیاهی می‌باشند. با اعمال روش عصاره‌گیری دنباله‌ای سینگ و همکاران (۱۹۸۸) مشخص شد که ۹/۸۹ درصد مجموع شکل‌های روی اندازه‌گیری شده را تنها شکل تتمه به خود اختصاص داده است. این موضوع می‌تواند توجیه مناسبی برای اندک بودن روی قابل عصاره‌گیری با DTPA و قابلیت استفاده اندک عنصر روی برای گیاهان در این خاک‌ها باشد. همچنین نتایج نشان داد که بعد از شکل تتمه، قسمت عمده روی خاك، به شکل متصل به اکسیدهای آهن متبلور (۷/۵ درصد کل مس خاك) است که می‌توان علت آن را به پیوند قوی این عنصر با اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن در خاك نسبت داد که به‌عنوان شکل غیرقابل دسترس گیاهی نام‌برده می‌شود (Gunkel et.al, ۲۰۰۴). نتایج نشان داد که خاک‌های مورد مطالعه نه‌تنها از لحاظ مقدار روی قابل جذب بلکه از نظر مقدار کل روی نیز دچار مشکل هستند و ضرورت اقدامات مناسب برای تقویت این خاک‌ها و جلوگیری از کمبود روی در گیاهان، حیوانات و جامعه انسانی را نشان می‌دهد.

منابع

رسولی، س، ا. فرقانی، و ح. روضانپور. ۱۳۸۶. بررسی توزیع شکل‌های روی در خاک‌های اسیدی استان گیلان و رابطه آن‌ها با برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک. دهمین کنگره علوم خاک. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. البرز.

ریحانی تبار، ع.، ن. کریمیان، م. اردلان، غ. ثواقبی، و م. قنادها. ۱۳۸۵. توزیع شکل‌های مختلف روی و ارتباط آن با ویژگی‌های خاک در برخی خاک‌های آهکی استان تهران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۰. شماره ۳. صفحات ۱۲۵ تا ۱۳۵.

سپهوند، ه. و ا. فرقانی. ۱۳۹۰. بررسی توزیع شکل‌های مختلف روی و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های خاک در شماری از خاک‌های استان لرستان. نشریه آب و خاک)علوم و صنایع کشاورزی(. جلد ۲۵. شماره ۵. صفحات ۱۱۲۸ تا ۱۱۳۸.

قانع ه.، و ن. کریمیان. ۱۳۸۲ .توزیع شکل‌های مختلف روی در خاك‌های آهکی استان فارس و رابطه آن‌ها با ویژگی‌های خاک.هشتمین کنگره علوم خاک ایران. رشت.

Filgueiras, A.V., Lavilla, I., and Bendicho, C. ۲۰۰۲. Chemical sequential extraction for metal partitioning in environmental solid samples. J. Environ. Monit. ۴:۶.۸۲۳-۸۵۷.

Ghafarinejad, A. and Karimian, N. ۲۰۰۷. Determination of Chemical Forms of Manganese and Their Relations with Soybean Responses in Some Calcareous Soils of Fars Province. J. of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. ۱: ۱۲۵-۱۳۴. (In Persian).

Gunkel, P., Roth, E., and Faber, B. ۲۰۰۴. Sequential extraction of copper from soils and relationships with copper in maize. Environ Chem Lett. ۲: ۹۹-۱۰۳.

Iyengar, S.S., Martens, D.C. and Miller, W.P. ۱۹۸۱. Distribution and plant availability of soil zinc fractions. Soil Sci. Soc. Am. J. ۴۵:۷۳۵-۷۳۹.

Kabata-Pendias A, ۲۰۰۰. Trace elements in soils and plants." ۳rd ed. CRC Press, Boca Raton, FL.

Keller, C. and JC. Vedy. ۱۹۹۴. Distribution of copper and cadmium fractions in two forest soils. J. Environ. Qual ۲۳: ۹۸۷-۹۹۹.

Kichens, L., ۱۹۹۵. Zinc. In: Alloway, B.J. (ed.), Heavy metals in soils. Blackie Academic, London.

Loue A. ۱۹۸۸. Los Microelementos en Agricultura. *Mundi-Prensa*, Madrid Spain.

Shuman, L. M. ۱۹۷۹. Zinc, manganese and copper in soil fractions. Soil Sci. ۱۲۷: ۱۰- ۱۷.

Singh, J.P., S.P.S. Karwasra and M. Singh. ۱۹۸۸. Distribution and forms of copper, iron, manganese and zinc in calcareous soils of India. Soil Sci,۱۴۶: ۳۵۹-۳۶۷.

Stover, R. C., L. E. Sommers and D. J. Silviera. ۱۹۷۶. Evaluation of metals in waste-water sludge. J. Water Pollut. Control Fed. ۴۸:۲۱۶۵-۲۱۷۵.

Tessier, A., P. G. C. Campbell and M. Bisson. ۱۹۷۹. Squential extraction procedure for the speciation of particulate trace metal. Anal. Chem. ۵۱:۸۴۴-۸۵۱.

Xian, X. ۱۹۸۹. Effect of chemical forms of Cadmium, Zinc, and Lead in polluted soils on their uptake by cabbage plants. Plant Soil ۱۱۳: ۲۵۶-۲۶۴.

Ziaeian A.H., and Malakouti M.J. ۲۰۰۱. Effects of Fe, Mn, Zn and Cu fertilization of wheat in the calcareous soils of Iran. In W. J. Horst et al. (eds) Plant Nutrition - Food Security and sustainability of Agro-Ecosystems, ۸۴۰-۸۴۱.

Abstract

Current study conducted to evaluate the distribution of zinc (Zn) fractions in some calcareous soil of Kermanshah and Ilam. Sequential Extraction executed by $Mg(No_3)_2$ (soluble + exchangeable), NaOAc pH ۵ (carbonatic fraction), Na-hypochlorite pH ۸.۵ (organic fraction), hydroxylamine hydrochloride pH ۲ (associated with Mn oxides), hydroxylamine hydrochloride (associated with amorphous Fe oxides), ammonium oxalate (associated with crystalline Fe oxides) and HNO_3 (residual) with ۲:۲۰ soil:reagent in duplicate on each soil. soluble and exchangeable Zn, associated with Mn oxides and crystaline Fe oxides were not detectable in all of the sample. Zinc fractions distribution excluding the undetectable fraction was in the following order Organic-Zn < Car-Zn < amorphous Fe oxides-Zn < Res-Zn. It seems that available and total Zn is lower than the plant requirement in the studied soils.