

ارزیابی خطر روی در خاک‌های آهکی زیر کشت دیم و آبی استان زنجان

علی افشاری

دانشجوی دکتری، رشته خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان a.afshari88@gmail.com

چکیده

مطالعه حاضر با هدف ارزیابی غلظت روی و توزیع شکل‌های شیمیایی آن در خاک‌های کشاورزی زیر کشت دیم و آبی استان زنجان انجام شد. برای این منظور ابتدا تعداد ۱۲۰ نمونه از خاک سطحی (عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر) برداشت گردید که به ترتیب شامل ۲۴ و ۹۶ نمونه اراضی کشاورزی آبی و دیم بود. پس از تعیین غلظت روی کل در این نمونه‌ها، تعداد ۳۶ نمونه خاک برای تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی و عصاره‌گیری متوالی انتخاب گردید. با توجه به نتایج، غلظت روی کل و قابل استخراج با DTPA برای خاک‌های زیر کشت دیم و آبی به ترتیب ۱/۶۶ و ۲۳۰/۱، ۱۵/۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد. ترتیب شکل‌های شیمیایی روی در دو خاک (کشاورزی آبی و دیم) تفاوتی نشان نداد و به ترتیب نزولی عبارت بودند از: محلول+تبادلی > متصل به کربنات‌ها > متصل به مواد آلی > متصل به اکسیدهای آهن و منگنز > باقیمانده. هر چند سهم هر یک از جزءها در دو خاک متفاوت بود. از بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، بیشترین تأثیرگذاری بر توزیع شکل‌های شیمیایی روی را ماده آلی نشان داد. روی قابل استخراج با DTPA بیشتر متأثر از درصد ماده آلی و pH بود. چون بین فازهای مختلف روی تعادل دینامیکی برقرار است، بنابراین بین شکل‌های مختلف روی، همبستگی‌هایی دیده می‌شود. برای تعیین میزان خطر روی در دو خاک (کشاورزی آبی و دیم) از عدد ارزیابی خطر (RAC) استفاده گردید که برای کشت دیم و آبی به ترتیب ۴/۱ و ۵/۵ درصد به دست آمد که در محدود خطر پایین قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: روی، عصاره‌گیری متوالی، کشت دیم، کشت آبی، ویژگی‌های خاک.

مقدمه

میکروگرم در لیتر و در آب‌های زیرزمینی ۴۰-۱۰ میکروگرم در لیتر می‌باشد (Pais, 1997 and Mukherjee, 2007). روی در خاک‌ها به‌طور عمده با اکسیدهای آبدار Fe و Al پیوند دارد، قسمتی هم توسط کانی‌های رسی جذب سطحی شده که به-راحتی قابل تبادل است. بنابراین کانی‌های رسی، اکسیدهای آهن و آلومینیم و pH، مهم‌ترین فاکتورهای کنترل‌کننده روی در خاک‌ها می‌باشند (Iskandar and Khirkham, 2001). آلودگی خاک با فلزات سنگین به‌خاطر سمیت آنها و توانایی‌شان در انباشته شدن در جانداران مسئله جدی است (Morillo et al, 2002). مطالعات متعددی نشان داده است که به‌طور معنی-داری غلظت فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی افزایش یافته است. فلزات سنگین در خاک برای گیاهان و حیوانات می‌تواند سمی باشد و به‌طور مستقیم یا از طریق چرخه غذایی برای انسان مضر خواهد بود (Wong et al, 2002 and

روی یکی از عناصر ضروری برای موجودات زنده و انسان می‌باشد و بسیاری از آنزیم‌ها توسط این عنصر فعال می‌شوند. کم اشتها، کاهش رشد، کاهش بینایی و عدم بلوغ جنسی از جمله عوارض کمبود روی در انسان است. کمبود توأم روی و آهن می‌تواند منجر به کم‌خونی گردد (Kabata, 2007). هر چه غلظت روی در بدن انسان بالا رود مقاومت سیستم ایمنی بدن افزایش یافته و بدن در برابر انواع بیماری‌ها مقاوم می‌شود. روی فعال‌کننده بیش از ۳۰۰ نوع آنزیم در انسان، دام و گیاهان می‌باشد (Alloway, 1990). کمبود روی باعث کوچک ماندن برگ‌های گیاه و کوتاه شدن فاصله میان‌گره‌ها می‌شود (Sridhar et al, 2007). میزان طبیعی روی در خاک ۱-۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک تخمین زده می‌شود (Kabata-Pendias and Mukherjee, 2007). مقدار آن در آب‌های طبیعی سطحی معمولاً کمتر از ۱۰

(Achiba et al, 2009). آسیبا و همکاران (۲۰۰۹) اشاره کردند که استفاده از لجن جامد و کمپوست فاضلاب شهری در خاک‌های آهنکی زراعتی تانزانیا، باعث افزایش معنی‌دار غلظت فلزات سنگین شده است که می‌تواند با کشت و کار طولانی مدت مشکل‌ساز شود (Achiba et al, 2009). غلظت کل فلزات سنگین در خاک می‌تواند پارامتر مفیدی برای تعیین شدت آلودگی باشد. اما جزءبندی شیمیایی فلزات سنگین با انتخاب عصاره‌گیرهای مختلف اطلاعات اضافی در مورد واکنش‌های بنیادی که رفتار فلزات در خاک را کنترل می‌کنند، ارائه می‌دهد (Olajire et al, 2003). فراهمی (Bioavailability) فلزات سنگین و امکان تأثیر مضر آنها بر اکوسیستم‌ها و انسان‌ها وابسته به شکل‌های شیمیایی آنها می‌باشد (Navas and Lindhorfer, 2005). تغییرات وسیع توزیع فلزات در شکل‌های مختلف، بر پایه ویژگی‌های شیمیایی خود فلز و ویژگی‌های خاک می‌باشد (Soon and Bates, 1981 and Olajire et al, 2003). بنابراین تعیین و آگاهی یافتن از هر یک از این عوامل مؤثر، برای ارزیابی پتانسیل خطرآفرینی فلز (Potential toxic hazards) و فهمیدن رفتار شیمیایی و سرنوشت آن در خاک‌ها مهم است (Olajire et al, 2003).

مطالعات مختلفی در رابطه با تعیین شکل‌های شیمیایی فلزات سنگین از جمله روی (Zn) در جهان و ایران انجام گرفته است. وانگ و همکاران (۲۰۰۲) در خاک‌های کشاورزی چین، غلظت روی کل را بین ۱۱/۱ تا ۲۸۴ و میانگین ۸۴/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند که بیشتر سهم آن، در جزء باقیمانده در مرحله بعد در جزء متصل به اکسیدهای آهن و منگنز مشاهده شد. این پژوهشگران غلظت بالای فلزات سنگین در خاک‌های زیر کشت محصولات کشاورزی نسبت به خاک‌های طبیعی و شالیزاری را کاربرد بیشتر مواد شیمیایی کشاورزی (از قبیل کود و آفت‌کش‌ها) و روش‌های متفاوت زراعت، نسبت دادند (Wong et al, 2002). سپهوند و همکاران (۲۰۱۱) با تعداد ۲۰ نمونه از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک‌های آهنکی استان لرستان، غلظت روی کل را بین ۴۵/۲۵ تا ۱۱۵/۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند. نتایج مربوط به عصاره‌گیری متوالی با روش BCR (Community Bureau of Reference) به‌طور

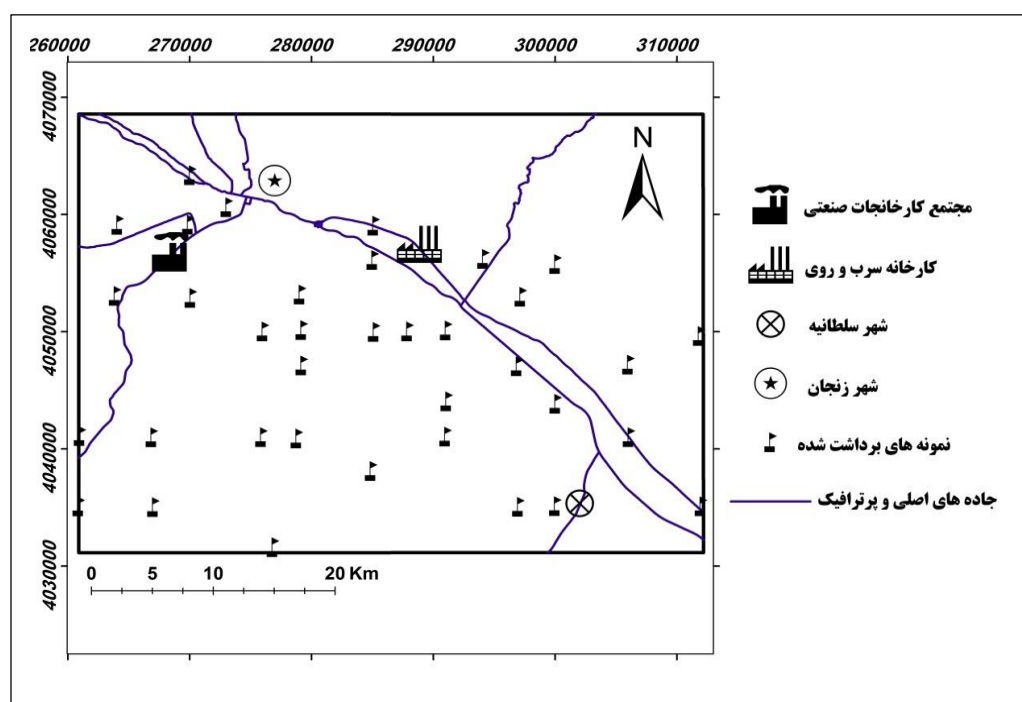
متوسط روی متصل به کربنات‌ها (۰/۳۵٪)، محلول+تبادلی (۰/۴۱٪)، متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل (۰/۷۹٪)، متصل به مواد آلی (۰/۳۰۳٪)، متصل به اکسیدهای آهن متبلور (۳/۹۷) و تتمه (۹۱/۴۳) را نشان داد (Sepahvand and Forгани, 2011). غلامی و بارانی‌مطلق (۲۰۱۲) با بررسی شکل‌های مختلف روی در خاک‌های زیر کشت گندم در استان گلستان (۱۵ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۲۵ سانتی‌متری)، میزان روی کل را بین ۱۰۷/۶۰ تا ۱۶۷/۳۰ و میانگین ۱۲۶/۲۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم، روی قابل استخراج با DTPA را بین ۰/۳۴ تا ۲/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم و با استفاده از روش عصاره‌گیری متوالی سینگ و همکاران (۱۹۸۸)، به‌طور میانگین روی محلول+تبادلی (۰/۵۱٪)، متصل به کربنات‌ها (۰/۴۱٪)، متصل به ماده آلی (۰/۱٪)، متصل به اکسیدهای منگنز (۰/۴۴٪) متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل (۰/۸۲۴٪)، متصل به اکسیدهای آهن متبلور (۰/۱۵/۲۲) و باقیمانده (۰/۶۷/۲۳) گزارش کردند (Gholami and BaraniMotlagh, 2012). ریحانی‌تبار و همکاران (۲۰۰۶) در خاک‌های آهنکی استان تهران با تعداد ۲۰ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری به مطالعه توزیع شکل‌های روی پرداختند. غلظت روی کل بین ۷۰ تا ۱۶۹/۹ و میانگین ۱۰۹/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و به‌طور متوسط روی متصل به مواد آلی کمتر از ۰/۱، محلول+تبادلی ۰/۱ درصد، متصل به اکسیدهای آهن و منگنز ۰/۹ درصد، متصل به کربنات‌ها ۱/۶ درصد، متصل به اکسیدهای آهن متبلور ۳/۸ درصد، متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل ۴/۲ درصد و روی تتمه ۸۹/۳ درصد مجموع شکل‌های اندازه‌گیری شده را تشکیل می‌داد (Reyhanitabar et al, 2006). این مطالعه با هدف (۱) ارزیابی وضعیت روی و توزیع شکل‌های شیمیایی آن در خاک‌های زیر کشت دیم و آبی، (۲) تعیین ارتباط بین شکل‌های مختلف روی و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و (۳) برآورد خطر زیست محیطی روی (Zn) بر اساس عدد ارزیابی خطر (Risk assessment code; RAC) در خاک‌های کشاورزی استان زنجان انجام گرفت.

روش تحقیق

منطقه مطالعاتی، نمونه‌برداری و آنالیزهای آزمایشگاهی منطقه مورد مطالعه شامل اراضی مرکزی استان

در این مطالعه هدایت الکتریکی خاک (EC) و pH در عصاره دو به یک آب به خاک، بافت خاک به روش پیبت، مواد آلی به روش والکی-بلاک، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون اسید و باز، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش عصاره‌گیری با استات سدیم یک نرمال (Burt, 2004)، روی قابل جذب با DTPA به روش لیندزی و نورول (1978) Lindsay and Norvell انجام گردید. عصاره‌گیری متوالی با روش تسیر و همکاران (1979) به شرح زیر انجام شد: جزء محلول+تبادلی با کلرید منیزیم یک مولار در pH=7، جزء متصل به کربنات‌ها با استات سدیم یک مولار با pH=8، جزء پیوند شده با اکسیدهای آهن و منگنز با هیدروکسیل آمین هیدروکلرید 0/04 مولار در اسید استیک 25 درصد حجمی، جزء متصل به مواد آلی با اسید استیک 0/02 مولار و آب اکسیژنه 30 درصد در

زنجان (دشت سلطانیه و زنجان) می‌باشد که دارای کاربری کشاورزی آبی و دیم بوده‌اند که بین مدارهای 20' 36° تا 41' 36° عرض شمالی و 19' 48° تا 53' 48° طول شرقی واقع شده‌اند. تمام نقاط نمونه‌برداری شده دارای مواد مادری آبرفتی می‌باشند. به صورت کلی 120 نمونه (عمق 0 تا 10 سانتی‌متر) از تمام مناطق کشاورزی برداشت گردید که شامل 24 نمونه اراضی کشاورزی آبی و 96 نمونه اراضی کشاورزی دیم بوده است. مهمترین محصولات کشاورزی زراعی دیم منطقه، گندم و کشت غالب آبی شامل گندم آبی، یونجه، لویا و سیب‌زمینی می‌باشد. پس از تعیین غلظت روی کل (Sposito et al, 1982) در این نمونه‌ها، تعداد 36 نمونه خاک که دارای بیشترین تنوع در غلظت روی کل بود برای تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی و عصاره‌گیری متوالی انتخاب گردید (شکل ۱).



شکل ۱- منطقه مطالعاتی و نمونه‌های برداشت شده

شده به روش تسیر و همکاران (1979) با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Perkin-Elmer: AA 200 قرائت گردید. کلیه محاسبات آماری شامل تعیین ارتباط بین پارامترهای مختلف (روش پیرسون) و رگرسیون چندمتغیره

pH=2 و استات سدیم 3/2 مولار اسید نیتریک 20 درصد حجمی و جزء باقیمانده با مخلوط 3 به 1 اسید کلریدریک و اسید نیتریک اندازه‌گیری شد (Tessier et al, 1979). غلظت روی کل، قابل استخراج با DTPA و عصاره‌گیری

بحث و نتایج

در جدول ۲ برخی ویژگی‌های آماری و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک آمده است. میانگین هدایت الکتریکی خاک (EC) در خاک‌های زیر کشت آبی ۰/۵۷ و در زیر کشت دیم ۰/۲۵ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمده است. آشیبا و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد بیش از اندازه کودهای حیوانی و شیمیایی در خاک‌های کشاورزی می‌تواند باعث تجمع نمک‌ها و افزایش هدایت الکتریکی (EC) در خاک شود (Achiba et al, 2009). نتایج مشابهی را روانبخش و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند (Ravanbakhsh et al, 2011). میانگین ماده آلی در کشت آبی ۲/۵ درصد و در کشت دیم ۱/۰ درصد محاسبه شد. میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) در کشت آبی ۲۰/۸ و در کشت دیم ۲۰/۶ سانتی‌مول بر بار بدست آمد. pH فاکتور اساسی تأثیرگذار بر تحرک کاتیون و تنظیم محلولیت فلزات سنگین در خاک می‌باشد (Rodriguez Martin et al, 2006). در مطالعه کنترل شده‌ای که توسط محمد و آتامنه (۲۰۰۴) انجام گرفته بود، کاهش pH از ۸/۵ به ۷/۲۲ بعد از افزایش کمپوست لجن‌فاضلاب اتفاق افتاده بود. با تجزیه و معدنی شدن مواد آلی، مقدار CO₂ افزایش یافته که باعث کاهش pH خاک‌ها می‌شود (Mohammad and Athamneh, 2004). هم‌چنین نتایج مشابهی کاهش معنی‌دار pH خاک‌های آهکی ۱۹ ماه بعد از اولین کاربرد افزودنی‌های آلی (Organic amendments) توسط آشیبا و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است (Achiba et al, 2009). میانگین pH در این مطالعه در کشت آبی ۷/۳ و در کشت دیم ۷/۵ بدست آمد که کمی پایین‌تر می‌باشد. روی بعد از آهن وابستگی شدیدی به pH دارد و تغییر یک واحد pH می‌تواند تا ۱۰۰ برابر قابلیت زیست‌فراهمی آن را تغییر دهد (Iskandar and Khirkham, 2001). بافت خاک در هر دو خاک به صورت کلی، Loam تشخیص داده شد، البته سهم هر یک از شکل (شن، سیلت و رس) در هر دو خاک متفاوت بود.

گام به گام با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0 صورت گرفت.

در این مطالعه Zn-Exch: روی محلول+تبادلی، Zn-Car: روی متصل به کربنات‌ها، Zn-Oxid: روی متصل به اکسیدهای آهن و منگنز، Zn-Om: روی متصل به مواد آلی، Zn-Re: روی مربوط به جزء باقیمانده، Zn-DTPA: روی قابل استخراج با DTPA و Zn-Total: روی عصاره‌گیری شده با اسید نیتریک ۵ نرمال می‌باشد. هم‌چنین، CCE: کربنات کلسیم معادل، EC: هدایت الکتریکی خاک، pH: اسیدیته خاک، CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی، OM: درصد ماده آلی، Sand، Silt و Clay به ترتیب درصد سیلت، شن و رس می‌باشد.

ارزیابی میزان خطر روی (Zn) در خاک

برای برآورد میزان خطر روی (Zn) در خاک‌های زیر کشت دیم و آبی، از عدد ارزیابی خطر (RAC) استفاده شد. عدد ارزیابی خطر (RAC) بر اساس مجموع جزءهای تبادلی و متصل به کربنات‌ها محاسبه می‌شود (معادله ۱) و دارای ۵ کلاس می‌باشد (جدول ۱).

$$RAC = \sum (F1 + F2) * 100 \quad \text{معادله ۱}$$

که در آن F1، جزء محلول+تبادلی و F2، جزء متصل به کربنات‌ها می‌باشد (Sundaray et al, 2011, Yu et al, 2010, Favas et al, 2011, Tang et al, 2010).

جدول ۱- کلاس‌بندی عدد ارزیابی خطر (RAC)

معیارها (%)	درجه ارزیابی آلودگی (RAC)
< ۱	بدون خطر
۱ - ۱۰	خطر پایین
۱۱ - ۳۰	خطر متوسط
۳۱ - ۵۰	خطر بالا
> ۵۰	خطر خیلی بالا

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های زیر کشت دیم و آبی در منطقه مطالعاتی (N=۳۶)

Clay	Sand	Silt	OM	CEC	pH	EC	CCE	
%	%	%	%	Cmol(+)/kg	-	dS/m	%	
								دیم
۳/۴	۹/۳	۲۶/۵	۰/۶	۱۰/۳	۷/۱	۰/۲	۴/۲	حداقل
۳۷/۰	۵۴/۷	۷۳/۷	۱/۷	۲۶/۵	۷/۷	۰/۸	۴۱/۶	حداکثر
۲۲/۹	۲۹/۹	۴۷/۲	۱/۰	۲۰/۶	۷/۵	۰/۳	۲۰/۸	میانگین
۸/۰	۱۱/۸	۱۰/۳	۰/۳	۴/۲	۰/۱	۰/۱	۱۰/۰	انحراف معیار
								آبی
۷/۱	۱۱/۲	۲۹/۴	۰/۸	۱۶/۲	۷/۱	۰/۲	۱۵/۵	حداقل
۳۱/۷	۵۰/۲	۷۴/۰	۴/۶	۲۴/۳	۷/۵	۱/۰	۲۷/۱	حداکثر
۱۹/۷	۳۱/۳	۴۹/۰	۲/۵	۲۰/۸	۷/۳	۰/۶	۲۲/۱	میانگین
۷/۹	۱۴/۲	۱۶/۸	۱/۵	۳/۴	۰/۱	۰/۳	۴/۴	انحراف معیار

را به کاربرد ناهمگن (Uneven) و کنترل نشده کودها و آفت‌کش‌ها نسبت دادند (Acosta et al, 2011). جزء استخراج شده با DTPA بیشتر وابسته به غلظت کل فلز می‌باشد (Bretzel and Calderisi, 2006) و مقدار متوسط آن در کشت دیم ۱/۶۶ و در کشت آبی ۱۵/۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد.

غلظت کل، قابل استخراج با DTPA و شکل‌های مختلف روی (Zn) در خاک

جدول ۳ غلظت کل، قابل استخراج با DTPA و شکل شیمیایی روی را در خاک‌های زیر کشت دیم و آبی نشان می‌دهد. میانگین روی کل در کشت دیم و آبی به ترتیب ۱۴۲/۸ و ۲۳۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد. آکوستا و همکاران (۲۰۱۱) غلظت بالای روی در مناطق کشاورزی

جدول ۳- توزیع ژئوشیمیایی روی (Zn) در خاک‌های زیر کشت دیم و آبی در منطقه مطالعاتی

Zn-Total	Zn-DTPA	Zn-Re	Zn-Om	Zn-Oxid	Zn-Car	Zn-Exch	
mg/kg	mg/kg	%	%	%	%	%	
							دیم
۹۱/۳	۰/۵	۶۱/۰	۱/۵	۵/۲	۰/۱	۰/۲	حداقل
۵۰۵/۶	۱۲/۸	۸۸/۱	۶/۲	۲۸/۲	۱۱/۰	۲/۵	حداکثر
۱۴۲/۸	۱/۷	۸۰/۱	۴/۷	۱۱/۱	۳/۱	۱/۱	میانگین
							آبی
۱۳۶/۳	۰/۸	۳۶/۳	۱/۰	۴/۴	۱/۰	۰/۲	حداقل
۱۳۵۳/۸	۵۶/۸	۹۳/۴	۹/۶	۴۱/۴	۱۴/۱	۱/۲	حداکثر
۲۳۰/۱	۱۵/۳	۷۰/۳	۵/۲	۱۹/۰	۴/۸	۰/۷	میانگین

و منگنز در هر دو خاک بالا بود (Stalikas et al, 1999). وانگ و همکاران (۲۰۰۲) در خاک‌های کشاورزی چین، بیشترین سهم روی را در جزء باقیمانده و در مرحله بعد در جزء متصل به اکسیدهای آهن و منگنز گزارش کردند (Wong et al, 2002).

در حالی که اولاجیر و همکاران (۲۰۰۲) ترکیب شیمیایی روی را در خاک‌های جنوب نیجریه به ترتیب در جزء متصل به مواد آلی < باقیمانده > تبدلی < اکسیدی > کربنات < محلول در آب گزارش کردند (Olajire et al, 2003).

درصد بالای روی در جزء آلی می‌تواند مربوط به گرایش آسان به جذب سطحی شدن روی توسط مولکول‌های آلی باشد. جلالی و خانلری (۲۰۰۸) مقدار فاز تبدلی عنصر روی را در خاک‌های آهکی بسیار اندک پیش‌بینی کردند. آنان pH قلیایی، کربنات کلسیم بالا و میزان سیلت و رس بالا را از عوامل مؤثر بر این امر گزارش کردند. هم‌چنین این محققان اشاره داشتند که با گذشت زمان، غلظت فلز از شکل محلول در جزء تبدلی به جزء‌های پایدارتر (متصل به کربنات، اکسیدهای آهن و منگنز و باقیمانده) تبدیل می‌شود (Jalali and Khanlari, 2008).

سهم جزء باقیمانده در کشت آبی نسبت به کشت دیم کمتر بود و از طرف دیگر در جزء متصل به اکسیدهای آهن و منگنز سهم خاک‌های زیر کشت آبی بیشتر از کشت دیم می‌باشد. آشیبا و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایش گلخانه‌ای با کاربرد لجن جامد فاضلاب شهری در خاک‌های آهکی تانزانیا گزارش کردند که روی (Zn) به طور معنی‌داری در جزء متصل به اکسیدهای آهن و منگنز افزایش یافته است در حالی که این افزایش برای جزء متصل به ماده آلی کمتر بوده است (Achiba et al, 2009).

روان‌بخش و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که کاربرد لجن‌فاضلاب باعث افزایش معنی‌دار شکل‌های در دسترس‌تر فلزات می‌شود (Ravanbakhsh et al, 2011).

ضیائی‌ان و ملکوتی (۲۰۰۱) در خاک‌های زیر کشت ایران، حد بحرانی روی قابل استخراج با DTPA را بین ۰/۷ تا ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند (Ziaeiان and Malakouti, 2001). با توجه به آن ۴۴ درصد نمونه‌ها (دیم و آبی) در دامنه‌ای فراتر از این محدوده قرار می‌گیرند. در حالی که سپهوند و همکاران (۲۰۱۱) در تمام نمونه خاک‌های آهکی مطالعه شده در استان لرستان، میزان روی قابل استخراج با DTPA را کمتر از این دامنه گزارش کردند (Sepahvand and Forgani, 2011).

در این مطالعه، ترتیب شکل شیمیایی روی در خاک‌های زیر کشت دیم و آبی تفاوتی نشان نداد و به ترتیب عبارت بود از: جزء محلول+تبدلی > متصل به کربنات‌ها > متصل به مواد آلی > متصل به اکسیدهای آهن و منگنز > باقیمانده. البته در سهم هر یک از شکل شیمیایی روی (Zn) در خاک-ها تفاوت مشاهده شد و هر یک از اجزاء ذکر شده به ترتیب در خاک‌های زیر کشت دیم ۱/۱، ۳/۱، ۴/۷، ۱۱/۱ و ۸۰/۱ درصد و در خاک‌های زیر کشت آبی ۰/۷، ۴/۸، ۵/۲، ۱۹/۰ و ۷۰/۳ درصد را شامل می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که کمترین سهم روی، مربوط به جزء محلول+تبدلی و بیشترین آن در جزء باقیمانده دیده می‌شود.

سپهوند و همکاران (۲۰۱۱) و غلامی و بارانی‌مطلق (۲۰۱۲) نتایج مشابهی گزارش کردند (Sepahvand and Forgani, 2011 and Gholami and BaraniMotlagh, 2012). ریحانی‌تبار و همکاران (۲۰۰۶) کمترین سهم روی را در جزء متصل به مواد آلی (کمتر از ۰/۱٪) و در مرحله بعد در جزء محلول+تبدلی (۰/۱٪) گزارش کردند (Reyhanitabar et al, 2006).

استالییکاس و همکاران (۱۹۹۹) در خاک‌های سطحی کشاورزی آبیاری شده با آب دریاچه، توزیع شیمیایی فلزات مختلف از جمله روی (Zn) را در جزء‌های تبدلی و متصل به کربنات‌ها کمتر گزارش کردند. در حالی که بیشترین سهم استخراج شده فلزات، در جزء‌های اکسیدی (Oxidizable) (جزء متصل به مواد آلی و سولفیدها) و ساده شدنی (اکسی هیدروکسیدهای آهن و منگنز) مشاهده شد. در این مطالعه، بعد از جزء باقیمانده، سهم جزء متصل به اکسیدهای آهن

ارتباط بین شکل‌های شیمیایی فلز روی (Zn) و

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

رفتار فلزات متأثر از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک است (Bretzel and Calderisi, 2006). ارتباط بین آنها می‌تواند اطلاعات مفیدی در رابطه با منابع مشترک آنها و میزان تأثیرپذیری هر کدام نسبت به هم ارائه دهد (Rodriguez Martin et al, 2006 and Tang et al, 2010). با توجه به اینکه در شکل شیمیایی روی در دو خاک زیر کشت دیم و آبی تفاوت قابل توجهی مشاهده نشد بنابراین ارتباط بین شکل شیمیایی روی با ویژگی‌های خاک در کل نمونه‌ها (بدون لحاظ کردن نوع کشت آبی و دیم) محاسبه و گزارش گردید. ضریب همبستگی بین ویژگی‌های خاک و اجزاء شیمیایی فلز روی (Zn) در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بین شکل شیمیایی مختلف و درصد ماده آلی بیشترین ارتباط وجود دارد که برای جزء متصل به اکسیدهای آهن و منگنز ($r=0/758$)، متصل به کربنات‌ها ($r=0/553$) و متصل به مواد آلی ($r=0/540$) در سطح احتمال یک درصد دیده می‌شود. این ارتباط با جزء باقیمانده روی، منفی و معنی‌دار است ($p \leq 0.01$, $r=0/771$). مواد آلی با در اختیار داشتن بار منفی قابل توجه در جذب فلزات سنگین به شکل کاتیونی نقش قابل توجهی دارند (Ravanbakhsh et al, 2011). مواد آلی با جذب عناصر به روی سطوح خود مانع تثبیت

این فلزات توسط رس‌ها و حرکت آن به فاز باقیمانده می‌شود. البته کاهش فاز باقیمانده و افزایش فاز آلی می‌تواند ناشی از تمایل گزینشی ماده آلی در پیوند با فلزاتی مثل روی (Zn) باشد (Antoniadis and Alloway, 2002). غلامی و بارانی‌مطلق (۲۰۱۲) بین کربن آلی و شکل‌های روی (Zn)، متصل به اکسیدهای منگنز، آهن متبلور و روی کل همبستگی مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. در حالی که کربن آلی با روی متصل به مواد آلی ارتباطی نشان نداد (Gholami and BaraniMotlagh, 2012). سپهوند و همکاران (۲۰۱۱) نیز بین درصد مواد آلی (OM%) با شکل روی متصل به مواد آلی ارتباط منفی و معنی‌دار گزارش کردند (Sepahvand and Forгани, 2011). در این مطالعه، روی قابل استخراج با DTPA، بیشتر متأثر از ماده آلی و pH بود و ارتباط معنی‌داری با این دو جزء خاک نشان داد، که برای درصد ماده آلی ($r=0/780$, $p \leq 0.01$) و pH ($r=0/353$, $p \leq 0.01$) مشاهده شد. خاک یکی از فاکتورهای اصلی تأثیرگذار بر جذب، تحرک و زیست-فراهمی عناصر فلزی در محلول خاک است. مقدار بالای آن محلولیت فلزات سنگین را با تشکیل سریع، افزایش تعداد مکان‌های جذب سطحی، کاهش رقابت H^+ برای جذب سطحی و افزایش پایداری فلز با ترکیبات هوموسی کاهش می‌دهد (Achiba et al, 2009).

جدول ۴- ضریب همبستگی (پیرسون) بین شکل‌های مختلف روی و برخی ویژگی‌های خاک

	CCE	EC	pH	CEC	OM	Silt	Sand	Clay
Zn-Exch	-0/111	-0/226	0/162	0/224	-0/146	0/091	-0/14	0/08
Zn-Car	0/027	0/324	-0/123	0/068	0/553**	-0/265	0/314	-0/091
Zn-Oxid	-0/124	0/523**	-0/264	0/017	0/758**	-0/138	0/261	-0/196
Zn-Om	0/116	0/251	-0/038	0/095	0/540**	-0/042	0/021	0/029
Zn-Re	0/072	-0/495**	0/225	-0/052	-0/771**	0/173	-0/271	0/161
Zn-DTPA	-0/014	0/521**	-0/353*	0/084	0/780**	-0/067	0/175	-0/169
Zn-Total	-0/159	0/752**	-0/447**	0/079	0/575**	0/085	0/194	-0/420*

** $p \leq 0.01$, * $p \leq 0.05$

منطقه مطالعاتی

جزء‌های شیمیایی ۱ و ۲ (جزء محلول+تبادلی و متصل به کربنات‌ها) می‌تواند برای تخمین بهتر زیست‌فراهمی فلز استفاده شود (Favas et al, 2011). عدد ارزیابی خطر (RAC)، پتانسیل آزاد شدن فلزات به محلول خاک، بر اساس درصد فازهای تبادلی و کربناتی است (Tang et al, 2010 and Yu et al, 2011 and Favas et al, 2011). باید توجه داشت که عدد ارزیابی خطر (RAC)، برآوردی از غلظت کل فلز است. بنابراین عدد ارزیابی خطر (RAC) می‌تواند برای برآورد خطرات محیطی مفید باشد، که این یکی از ویژگی‌های اختصاصی عصاره‌گیرهای مرحله‌ای است (Delgado et al, 2011). در مطالعه حاضر، میانگین عدد ارزیابی خطر (RAC) برای خاک‌های زیر کشت دیم و آبی به ترتیب ۴/۱ و ۵/۵ درصد بدست آمد. با توجه به جدول ۷، تمام نمونه‌ها در دامنه ۱ تا ۱۰ درصد هستند که در محدوده خطر پایین (Low risk) قرار می‌گیرند. مطالعه‌ای که یو و همکاران (۲۰۱۱) در خاک‌های شهری چین با توجه به عدد ارزیابی خطر (RAC) انجام دادند، فلز روی را در محدوده خطر خیلی بالا (Very high risk)، مس و کادمیم را در محدوده خطر بالا (High risk) (۳۰ درصد کل فلز در فاز تبادلی قرار دارد) و سرب و کروم را در محدوده خطر کم تا متوسط گزارش کردند.

بین جزء‌های شیمیایی فلزات در خاک، تعادل دینامیکی (Dynamic equilibrium) برقرار است (Favas et al, 2011). جدول ۵ ارتباط بین شکل‌های مختلف روی را نسبت به هم نشان می‌دهد. بین جزء متصل به کربنات با جزء متصل به اکسیدهای آهن و منگنز، روی قابل استخراج با DTPA و روی کل ارتباط مثبت و معنی‌داری مشاهده می‌شود. این ارتباط با جزء باقیمانده منفی و معنی‌دار بود که در معادله رگرسیون مربوط به روی کربناتی نیز چنین نتیجه‌ای حاصل شده است (جدول ۶). روی متصل به اکسیدهای آهن و منگنز و متصل به مواد آلی همانند روی کربناتی است و با جزء باقیمانده ارتباط منفی و معنی‌دار نشان می‌دهند و با سایر شکل شیمیایی روی ارتباط مثبت دارند. (جدول ۵ و ۶).

جزء فلز متصل به اکسیدهای آهن و منگنز و مواد آلی در اثر تغییرات متناوب حالت کاهش (Reducing) یا اکسایش (Oxidizing) می‌تواند متحرک شود و به جزء‌های زیست‌فراهم‌تر تبدیل شود (Sundaray et al, 2011). ریحانی‌تبار و همکاران (۲۰۰۶) و سپهوند و همکاران (۲۰۱۱) نیز به وجود همبستگی‌های معنی‌دار بین برخی شکل‌های روی اشاره داشتند که احتمالاً بیانگر وجود یک رابطه پویا بین آنها در خاک می‌باشد (Reyhanitabar et al, 2006 and Sepahvand and Forгани, 2011).

جدول ۵- ضریب همبستگی (پیرسون) بین شکل‌های مختلف روی در خاک‌های منطقه مطالعاتی

	Zn-Exch	Zn-Car	Zn-Oxid	Zn-Om	Zn-Re	Zn-DTPA	Zn-Total
Zn-Exch	۱	۰/۱۳	-۰/۱۴۳	-۰/۲۸۳	۰/۰۷۲	-۰/۲۱۱	-۰/۱۳۷
Zn-Car		۱	۰/۶۵۹**	۰/۲۰۹	-۰/۷۸۰**	۰/۷۱۱**	۰/۳۷۲*
Zn-Oxid			۱	۰/۵۴۱**	-۰/۹۷۷**	۰/۸۲۲**	۰/۶۵۲**
Zn-Om				۱	-۰/۵۸۱**	۰/۳۶۹*	۰/۲۲۵
Zn-Re					۱	-۰/۸۳۵**	-۰/۶۰۲**
Zn-DTPA						۱	۰/۶۰۹**
Zn-Total							۱

** p>0.01 , * p>0.05

جدول ۶- معادلات رگرسیونی ساده بین شکل شیمیایی مختلف روی

Zn-Re = ۱۲۸/۹۸ - ۲۶/۷۴ Zn-Oxid	R ² = ۰/۹۵۳**
Zn-Om = ۷/۲۴ - ۴/۱۶ Zn-Re	R ² = ۰/۳۱۸**
Zn-Oxid = ۳۲/۴۶ - ۲۶/۷۴ Zn-Re	R ² = ۰/۹۵۳**
Zn-Car = ۸/۷۴ - ۷/۲۷ Zn-Re	R ² = ۰/۵۹۷**
Zn-Total = ۷/۱۱ + ۵/۱۲ Zn-Oxid	R ² = ۰/۴۰۸**
Zn-DTPA = ۹/۳۷ - ۸/۸۳ Zn-Re	R ² = ۰/۶۹۰**
RAC = ۸/۴۲ + ۴۰/۶۱ Zn-Car	R ² = ۰/۹۷۹**

RAC با جزء باقیمانده ارتباط مفنی و معنی دار دارد. از بین ویژگی‌های خاک فقط درصد ماده آلی با RAC ارتباط معنی دار نشان داد ($r=۰/۵۱۶$, $p \leq 0.01$). هر چند سایر ویژگی‌ها نیز ارتباطاتی نشان می‌دادند ولی معنی دار نبودند. بریتزل و کالدیسی (۲۰۰۶) اشاره کردند که تحرک فلزات در خاک‌ها وابسته به فاز محلول است، اما فاکتورهای شیمیایی توزیع فلزات را بین فاز محلول و جامد کنترل می‌کنند. از جمله این فاکتورهای شیمیایی که مهم‌ترین نقش را دارند؛ pH، ماده آلی و رس می‌باشند (Bretzel and Calderisi, 2006). آشیا و همکاران (۲۰۰۹) نیز بافت خاک (غلظت رس)، pH، مواد آلی و اکسیدهای آهن و منگنز را مهم‌ترین ویژگی‌های خاک دانستند که بر زیست-فراهمی و جذب بیولوژیک فلزات سنگین در خاک تأثیر می‌گذارند (Achiba et al, 2009).

بنابراین کلاس‌بندی سطح خطرناک بودن فلزات سنگین در خاک‌های شهری چین بر اساس RAC، به ترتیب افزایشی، عناصر $Zn > Cu \approx Cd > Pb \approx Cr$ قرار دارند. عدد ارزیابی خطر (RAC) مربوط به جزءهای است که متأثر از فعالیت‌های انسانی می‌باشند (جزء تبدالی و متصل به کربنات‌ها) که قابلیت زیست‌فراهمی بالایی دارند و سریعاً وارد فاز محلول می‌شوند (Sundaray et al, 2011). بنابراین ارتباط بین RAC و جزءهای ساده شدنی (غیرپایدار) دور از ذهن نیست. معادله رگرسیونی مربوط به عدد ارزیابی خطر (RAC) نیز مؤید همین مطلب است و ارتباط معنی‌داری با روی کربناتی نشان داده است. با توجه به جدول ۸، RAC ارتباط مثبت و معنی‌داری با تمام شکل شیمیایی روی روی قابل استخراج با DTPA و روی کل نشان می‌دهد.

جدول ۷- میزان عدد ارزیابی خطر (RAC) در خاک‌های زیر کشت دیم و آبی

عدد ارزیابی خطر (%)		
کشت آبی	کشت دیم	
۱/۱	۰/۹	حداقل
۱۴/۹	۱۱/۹	حداکثر
۵/۵	۴/۱	میانگین

جدول ۸- ضریب همبستگی (پیرسون) بین شکل‌های مختلف روی (Zn) و عدد ارزیابی خطر (RAC) در خاک‌های منطقه مطالعاتی

	Zn-Exch	Zn-Car	Zn-Oxid	Zn-Om	Zn-Re	Zn-DTPA	Zn-Total
RAC	۰/۲۷	۰/۹۹۰**	۰/۶۲۰**	۰/۱۶۳	-۰/۷۴۷**	۰/۶۶۰**	۰/۳۴۱*

نتیجه‌گیری

به صورت کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در خاک‌های زیر کشت آبی، ویژگی‌هایی که می‌تواند به طریقی متأثر از دخالت انسان باشد نسبت به کشت دیم متفاوت بود. این تفاوت بیشتر در مقدار ماده آلی، EC و CEC بود که در کشت آبی نسبتاً بالاتر بدست آمد. هم‌چنین مقدار روی کل و قابل استخراج با DTPA در کشت آبی بسیار بالاتر از کشت دیم بدست آمد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین روی قابل استخراج با DTPA با روی کل و pH، در کشت آبی می‌تواند توجیه کننده این امر باشد. نتایج حاصل از عصاره‌گیری متوالی با روش تسیر و همکاران (۱۹۷۹) در دو خاک، تفاوتی در توزیع روی بین شکل‌های مختلف نشان نداد، ولی در سهم هر یک از فازهای مختلف تفاوت آشکاری مشاهده می‌شود، که بیشتر جزءهای ساده شدنی و قابل دسترس‌تر برای گیاه، در خاک‌های زیر کشت آبی بود و درصد بالایی از روی در کشت دیم در جزء باقیمانده بود. هم‌چنین عدد ارزیابی خطر (RAC) در کشت آبی بالاتر از دیم بدست آمد. هر چند تفاوت‌هایی در غلظت کل، قابل استخراج با DTPA و شکل‌های شیمیایی روی در دو نوع خاک مشاهده شد، ولی به صورت کلی در خاک‌های ایران، روی (Zn) یک عنصر محدود کننده برای رشد گیاه و انسان به شمار می‌رود. با توجه به اینکه خاک‌های منطقه مطالعاتی دارای pH نسبتاً بالایی (pH=۷-۷/۵) هستند، عناصری که بیشتر در جزء باقیمانده هستند و درصد پائینی در جزءهای غیرپایدار قرار دارند، از جزء باقیمانده به راحتی به محلول خاک آزاد نمی‌شوند. بنابراین در زمان اندک آلاینده محسوب نمی‌شوند.

منابع

-علوی، س.ه، بارانی مطلق، م، دردی پور، ا، (۱۳۹۱)، " تعیین شکل‌های شیمیایی مس و ارتباط آنها با پاسخ‌های گیاهی و ویژگی‌های خاک در برخی خاک‌های استان گلستان، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد ۱۹، شماره ۳، ص ۴۳-۶۲.

-Achiba, W.b., Gabteni, N., Lakhdar, A., Laing, G.D., Verloo, M., Jedidi, N., and Gallali, T. (2009). Effects of 5-year application of municipal solid waste compost on the distribution and mobility of heavy metals in a Tunisian calcareous soil. *Agriculture.Ecosystems. Environ.* 130: 156-163.

-Acosta, J.A., Faz, A., Martinez-Martinez, S., and Arocena, J.M. (2011). Enrichment of metals in soils subjected to different land uses in a typical Mediterranean environment (Murcia City, southeast Spain). *Appl. Geochem.* 26: 405-414.

-Antoniadis, V., and Alloway, B.J. (2002). Leaching of cadmium, nickel and zinc down the profile of sewage sludge-treated soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* 33: 273-286.

-Bretzel, F., and Calderisi, M. (2006). Metal contamination in urban soils of coastal Tuscany (Italy). *Environ. Monit. Assess.* 118: 319-335.

-Burt, R. (Ed.). 2004. Soil Survey Laboratory Methods Manual, Soil Survey Investigations, Report No. 42, Version 4.0, USDA, Natural Resources Conservation Service, Lincoln, NE, USA. 735 Pages.

-Delgado, J., Barba-Brioso, C., Nieto, J.M., and Boski, T. (2011). Speciation and ecological risk of toxic element in estuarine sediments affected by multiple anthropogenic contributions (Guadiana saltmarshes, SW Iberin Peninsula): I. Surficial sediments. *Sci. Total Environ.* 409: 3666-3679.

-Favas, P.J.C., Pratas, J., Gomes, M.E.P., and Cala, V. (2011). Selective chemical extraction of heavy metals in tailings and soils contamination by mining activity: Environmental implications. *J. Geochem. Explor.* 111: 160-171.

-Gholami, M., and BaraniMotlagh, M. (2012). Distribution of zinc forms and the relationship of these fractions with soil properties in some soils of Golestan province. *J. Soil Manage. Sustainable.* 1: 2.1-20.

-Iskandar, I.K., and Khirkham, M.B. (2001). Trace element in soil, bioavailability, Flux and

- properties in some calcareous soils of Lorestan province. *J. Water Soil.* 25: 1128-137.
- Soon, Y.K., and Bates, T.E. (1981).** Chemical pools of cadmium, nickel and zinc in polluted soil and some preliminary indications of their availability to plants. *J. Soil Sci.* 33: 477-488.
- Sposito, G., Laud, L.J., and Chang, A.C. (1982).** Trace metal chemistry in arid-zone field soils amended with sewage sludge: I, Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in solid phases. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46, 260-264.
- Sridhar, M., Adogame, L., and Olawyi, J. (2000).** Lead exposure in urban centers: A case study from Ibandan, Negeria. *Epidemiology* 11: 862-868.
- Stalikas, C.D., Pilidis, G., and Tzouwara-Karayanni, S.M. (1999).** Use of a sequential extraction scheme with data normalization to assess the metal distribution in agricultural soils irrigated by lake water. *Sci. Total Environ.* 236: 7-18.
- Sundaray, S.K., Nayak, B.B., Lin, S., and Bhatta, D. (2011).** Geochemical speciation and risk assessment of heavy metals in the river estuarine sediments – A case study: Mahanadi basin, India. *J. Hazard. Mater.* 186: 1837-1846.
- Tang, W., Shan, B., Zhang, H., and Mao, Z. 2010.** Heavy metal sources and associated risk in response to agricultural intensification in the estuarine sediments of Chaohu Lake Valley, East China. *J. Hazard. Mater.* 176: 945-951.
- Tessier, A., Campbell, P.G.C., and Bisson, M. (1979).** Sequential extraction procedures for the speciation of particulate trace metals. *Analytical Chemistry*, 51: 844-851.
- Wong, S.C., Li, X.D., Zhang, G., Qi, S.H., and Min, Y.S. (2002).** Heavy metals in agricultural soils of the Pearl River Delta, south China. *Environ. Poll.* 119: 33-44.
- Yu, G.B., Liu, Y., Wu, S.C., Leung, A.O.W., Luo, X.S., Xu, B., Li, H.B., and Wong, M.H. (2011).** Inconsistency and comprehensiveness of risk assessments for heavy metals in urban surface sediments. *Chemosphere* 85: 1080-1087.
- Ziaecian, A.H., and Malakouti, M.J. (2001).** 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*, 840-841. Transfer. Lewis Pub. CRC Press, Florida. USA. 287 Pages.
- Jalali, M., and Khanlari, Z.V. (2008).** Effect of aging process on the fractionation of heavy metals in some calcareous soils of Iran. *Geoderma* 143: 26-40.
- Kabata-Pendias, A., and Mukherjee, A.B. (2007).** Trace elements from soil to human. Springer. 561 Pages.
- Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. (1978).** Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421-428.
- Mohammad, M.J., and Athamneh, B.M. (2004).** Changes in soil fertility and plant uptake of nutrients and heavy metals in response to sewage sludge application to calcareous soils. *J. Agron.* 3: 229-236.
- Morillo, J., Usero, J., and Gracia, I. (2002).** Partitioning of metals in sediments from the Odiel River (Spain). *Environ. Inter.* 28: 263-271.
- Naji, A., Ismail, A., and Ismail, A.R. (2010).** Chemical speciation and contamination assessment of Zn and Cd by sequential extraction in surface sediment of Klang River, Malaysia. *Microchem. J.* 95: 285-292.
- Navas, A., and Lindhorfer, H. (2005).** Chemical partitioning of Fe, Mn, Zn and Cr in mountain soils of the Iberian and Pyrenean. *Soil Sediment Contamin.* 14: 249-259.
- Olajire, A.A., Ayodele, E.T., Oyedirdan, G.O., and Oluyemi, E.A. (2003).** Levels and speciation of heavy metals in soils in of industrial southern Nigeria. *Environ. Monit. Assess.* 85: 135-155.
- Pais, I., and Jones, J.B. (1997).** The handbook of trace elements. St. Lucie Press. St. Lucie Press, Boca Raton, Florida. USA. 223 Pages.
- Ravanbakhsh, M.H., Fotovat, A., and Haghnia, Gh. (2011).** Effect of sewage sludge, clay content and time on fractionation of nickel and cadmium in selected calcareous soils. *J. Water Soil.* 25: 446-458.
- Reyhanitabar, A., Karimian, N., Ardalan, M., Savaghebi, Gh.R., and Ghanadha, M.R. (2006).** Zinc fractions of selected calcareous soils of Tehran province and their relationships with soil characteristics. *J. Sci. Technol. Agr. Natur. Res.* 3: 125-136.
- Rodriguez Martin, J.A., Arias, M.L., and Corbi, J.M.G. (2006).** Heavy metals contents in agricultural topsoils in the Ebro basin (Spain). Application of the multivariate geostatistical methods to study spatial variations. *Environ. Poll.* 144: 1001-1012.
- Sepahvand, H., and Forгани, A. (2011).** Evaluation the distribution of different zinc

Fractionation and Risk Assessment Zinc in Calcareous Soils under Dry Farm and Irrigated Cultivation in Province Zanzan

Ali Afshari

PhD. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, University of Zanzan, Iran

Abstract

The present research aims at evaluate the concentration and distribution chemicals (fractions) in dry farm and irrigated soil in Zanzan province. For this purpose, 120 samples of surface soil (0 to 10 cm depth) were taken at 24 and 96 dry farm and irrigated soils respectively. After determining the total concentration of the sample, 36 soil samples for chemical and physical analysis and sequential extraction were selected. According to the results, total Zn and DTPA-extractable for dry farm and irrigated soils were 142.8, 1.66 and 230.1, 15.30 mg/kg respectively. Not significantly different were found between the two soils and the chemical fractions in descending order were: soluble + exchangeable fraction < bound to carbonate > bound to organic matter > bound to iron and manganese oxides < residual. Although the contribution of each fraction in the two soils was different. The physical and chemical properties of soils, the greatest influence on the distribution of chemical organic matter fraction was found. The DTPA-extractable Zn was affected mostly by organic matter and pH. Because of the dynamic equilibrium is established between the different phases, so different fractions are correlated strongly. To determine risk assessment in Zn risk assessment code (RAC) was used for dry farm and irrigated soils with 4.1 and 5.5 percent respectively which fall into low risk limit.

Keywords: Zinc, Sequential extraction, Dry farming, Irrigated farming, Soil properties.