ارتباط کمبود عنصر روی با برخی خصوصیات خاک و لندفرم در اراضی آهکی استان اصفهان

مجتبی فتحی[۱*]، مهدی طهرانی[۲]
[۱] بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران، [۲] موسسه تحقیقات خاک و آب،
پست الکترونیک: mjtb.fathi@gmail.com

چکیده
کمبود عنصر روی از مناطق مختلف جهان گزارش شده و چالشی اساسی در تغذیه گیاه به شمار می‌رود. به رغم عمومیت کمبود این عنصر، تنوع شرایط خاک و لندفرم در گسترش جغرافیایی و شدت کمبود تاثیرگذار است. در این مطالعه نمونه-برداری خاک در استان اصفهان از ۲۵۰۰ نقطه به صورت شبکه‌ای به فاصله دو کیلومتر و تا عمق ۶۰ سانتیمتر انجام و میزان عنصر روی قابل جذب و ویژگیهای خاک اندازه‌گیری شد. سپس وضعیت لندفرمها در محدوده مطالعاتی برررسی گردید. نتایج نشان داد فراهمی روی خاک در این مناطق تحت تاثیر عوامل خاک و توپوگرافی قرار گرفته است. در غالب خاک‌ها فقر عنصر روی مشاهده و ۷۲ درصد اراضی مورد بررسی روی قابل جذب کمتر از حد بحرانی داشت. دامنه تغییرات عنصر روی بین ۰/۰۱ تا ۳/۸۸ و میانگین آن ۰/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. همچنین بسته به نوع لندفرم برآورد میزان عنصر روی قابل جذب به کمک ویژگی‌های خاک به روش رگرسیون گام به گام ممکن می‌باشد.
واژه‌های کلیدی: کمبود روی، توزیع جغرافیایی، خاکهای اصفهان

مقدمه

جهت تامین غذای کافی برای جمعیت رو به رشد جهان، شناسایی و جبران فقر عناصر ریزمغذی در اراضی تحت کشت اجتناب ناپذیر است. به رغم عمومیت کمبود این عناصر، تنوع شرایط خاک و اقلیم در گسترش جغرافیایی و شدت کمبود و سمیت بسیار تاثیرگذار است. در بین این عناصر کمبود روی چالش اساسی تغذیه گیاه در اراضی تحت کشت جهان به شمار می‌رود و از خاک‌های مناطق مختلف جهان کمبود آن گزارش شده است. حدود ۵۰ درصد از اراضی تحت کشت غلات در جهان با مشکل کمبود روی مواجه می‌باشند که باعث کاهش قابل توجه عملکرد و ارزش غذایی محصول می‌گردد (گراهام و ولچ، ۱۹۹۶). به طور معمول میزان عنصر روی در عمق خاک کمتر از لایه سطحی می‌باشد (برنان و همکاران، ۱۹۹۳). بنابر این به نظر می‌رسد بروز کمبود روی در اراضی در معرض فرسایش با این امر در ارتباط باشد(فاگریا، ۲۰۰۲). کاتایال و شارما (۱۹۷۹) نشان دادند خاک‌های درشت بافت و آهکی با کربن آلی کمتر از ۰/۴ درصد بیشتر در معرض ابتلا به کمبود روی می-باشند. ارتباط قابل توجه قابلیت جذب روی و میزان مواد آلی در مطالعات دیگر نیز گزارش گردیده است(شارما، ۲۰۰۰). هادسون(۱۹۶۳) معتقد است تشکیل عوامل کمپلکس کننده در طی روند تجزیه مواد آلی باعث بهبود قابلیت جذب روی در خاک می‌شود. مطالعات دیگر نشان داده است که در خاک‌های با پهاش بالا، خاک‌های آهکی، خاک‌های شنی، خاک‌های سدیک (به علت فراهمی کم روی)، خاک‌های با مواد آلی زیاد و کم، خاک‌های غرقاب بدون تهویه و همچنین خاک‌های شدیدا آبشویی یافته احتمال کمبود روی بیشتر است (ولچ و همکاران، ۱۹۹۱). در ایران نیز از مناطق مختلف اثرات مثبت مصرف روی بر رشد و عملکرد نباتات مختلف گزارش شده است. با توجه به تحقیقات مختلف به نظر می‌رسد در اکثر خاک‌های قابل کشت ایران کمبود روی با شدت و ضعف متفاوت وجود دارد به طوری که در بیشتر مناطق گیاهان و نباتات زراعی و باغی به مصرف روی عکس‌العمل مثبت نشان می‌دهند (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۸۴). در این پژوهش ارتباط ویژگیهای خاک و لندفرم با توزیع جغرافیایی کمبود عنصرروی در برخی خاکهای استان اصفهان بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

استان اصفهان با مساحت ۱۰۵۹۳۷کیلومتر مربع در محدوده ۳۰ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی در مرکز فلات ایران قرار دارد. میانگین بارش استان برابر با ۱۳۰ میلیمتر در سال و به طور عمده در پاییز و زمستان (از آبان تا فروردین) می‌باشد. از نظر دما استان اصفهان دارای تابستان‌های گرم با میانگین ۳۰ درجه سانتیگراد در مردادماه تا ۳ درجه سانتیگراد در دی ماه و میانگین سالیانه تبخیر ۱۵۰۰ میلیمتر است(محمدی، ۱۳۷۳). جدول ۱ برخی ویژگی‌های خاک مناطق مورد مطالعه رادر ارتباط با فیزیوگرافی اراضی نشان می-دهد(موسسه پژوهش‌های برنامه‌یزی و اقتصاد کشاورزی، ۱۳۷۸). انواع فیزیوگرافی در منطقه مورد مطالعه شامل اراضی کوهستانی (۱)، تپه‌ها (۲)، فلات‌ها و تراس‌ها قدیمی (۳)، دشت‌های دامنه‌ای (۴)، دشت آبرفتی(۵)، دشت سیلابی (۷) و اراضی واریزه‌ای (۸) می‌باشد که از نظر ویژگیهای خاک تفاوت قابل توجه دارند.

جدول ۱- ویژگی‌های کلی منابع اراضی در منطقه مطالعه

فیزیوگرافی	واحد	مساحت*	بافت خاک	عمق خاک**	رده‌بندی خاک
اراضی کوهستانی	1.1	726	-	بسیار کم عمق	Lithosols
	1.3	842	متوسط	بسیار کم عمق-کم عمق	Lithosols
	2.2	510	متوسط -سبک	بسیار کم عمق-کم عمق	Lithosols
فلات‌ها یا تراس‌ها ی بالایی	3.1	455	متوسط - سنگین	کم عمق	Haplic calcisols
	3.2	1182	سبک - متوسط	-	Haplic Calcisols
	3.3	138	-	بسیار کم عمق-کم عمق	Haplic Gypsisols
	3.4	767	-	کم عمق	Haplic Gypsisols
	3.8	89	سنگین	-	Haplic Calcisols
دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای	4.1	168	سنگین	عمیق	Haplic Calcisols
	4.2	115	سنگین-بسیار سنگین	عمیق	Haplic Calcisols
دشت‌های سیلابی	7.1	258	متوسط - سنگین	عمیق	Solonchalks
	7.2	366	سنگین	عمیق	Solonchalks
واریزه‌های بادبزنی	8.1	488	سبک - متوسط	-	Calcaric Regosols
شکل سنگریزه‌دار	8.2	658	متوسط - سنگین	-	Haplic Calcisols

*مساحت بر حسب هزار هکتار

در اراضی مورد مطالعه نمونه‌برداری تا عمق ۶۰ سانتیمتر به صورت مرکب انجام و در مجموع ۲۵۰۰ نمونه خاک به صورت شبکه با فواصل دو کیلومتری برداشت گردید و توزیع اندازه ذرات خاک، کربن آلی، و درصد کربنات کلسیم معادل ($CaCO_3$) به روش استاندارد موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شد(اسپارکز و همکاران، ۱۹۹۶). میزان روی قابل جذب در خاک با عصاره گیر DTPA استخراج و با دستگاه جذب اتمی (پرکین – المر ۳۰۳۰) اندازه‌گیری شد. (لیندزی و نورول۱۹۸۷) می-باشد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزارهای مانند Arc-GIS، Excel, SPSS انجام گرفت.

نتایج و بحث

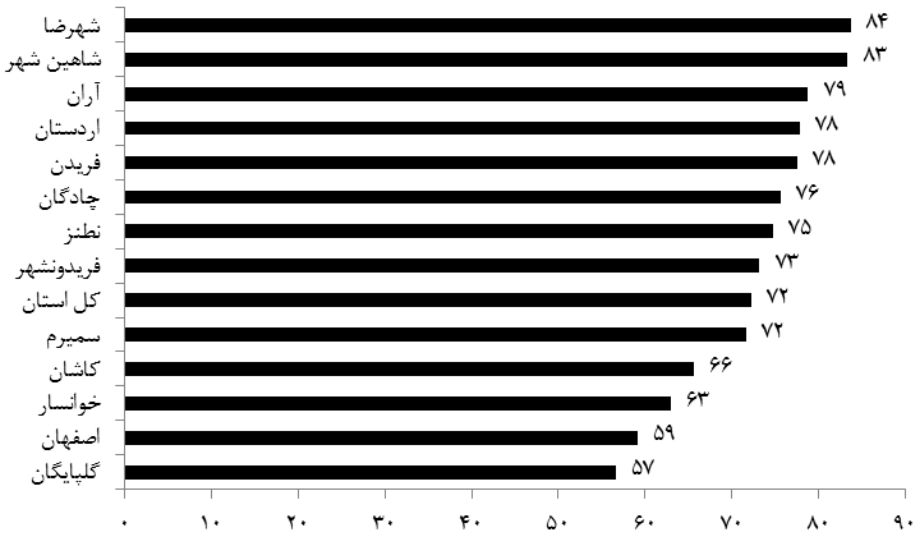
توصیف آماری ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در جدول۲ خلاصه شده است. در ابتدا نرمال بودن توزیع داده ها توسط آزمون کولموگروف اسمیرنوف مورد آزمون قرار گرفت. به طور کلی خاک‌ها بر روی مواد مادری آهکی تکامل پیدا کرده و بیش از ۷۰ درصد نمونه‌ها آهک بالاتر از ۱۵ درصد دارد. مقدار ماده آلی در نمونه‌ها ناچیز و در ۹۳ درصد خاک‌ها کمتر از دو درصد بود. از نظر بافت خاک بیشتر مناطق دارای رس زیاد و ۵۰ درصد نمونه‌ها دارای بافت لوم رسی و سنگین‌تر بود. در غالب خاک‌ها فقر

عنصر روی مشاهده و ۷۲ درصد اراضی مورد بررسی روی قابل جذب کمتر از حد بحرانی داشت. دامنه تغییرات عنصر روی بین ۰/۰۱ تا ۳/۸۸ و میانگین آن ۰/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود.

جدول۲- آمار توصیفی متغیرهای مورد مطالعه

	میانگین	حـــداک	حداقل	میانه	انحراف معیار	ضریب تغییرات	کشیدگی	چولگی
کربن آلی (درصد)	۰/۸۹	۲/۹۰	۰/۰۱	۰/۷۶	۰/۶۲	۶۸/۹۸	۰/۷۳	۱/۰۳
مواد خنثی شونده (درصد)	۲۰/۲۹	۶۰/۸۷	۰/۲۴	۱۹	۱۲/۹۵	۶۳/۸۰	۰/۰۳	۰/۶۱
رس (درصد)	۲۵/۰	۵۲	۰	۲۶	۱۱/۷۰	۴۵/۱۲	۰/۸۷	۰
سیلت (درصد)	۳۲/۰	۶۶	۰	۳۴	۱۱/۶۴	۳۵/۶۹	۰/۳۸	۰
شن (درصد)	۳۹	۹۰	۰	۳۷	۱۹/۷۵	۵۰/۰۹	۰/۵۵	۰/۴۰
روی (mg/kg)	۰/۷۵	۳/۸۸	۰/۰۱	۰/۵۴	۰/۹۹	۱۰۱/۴۳	۱۰	۴/۰۵

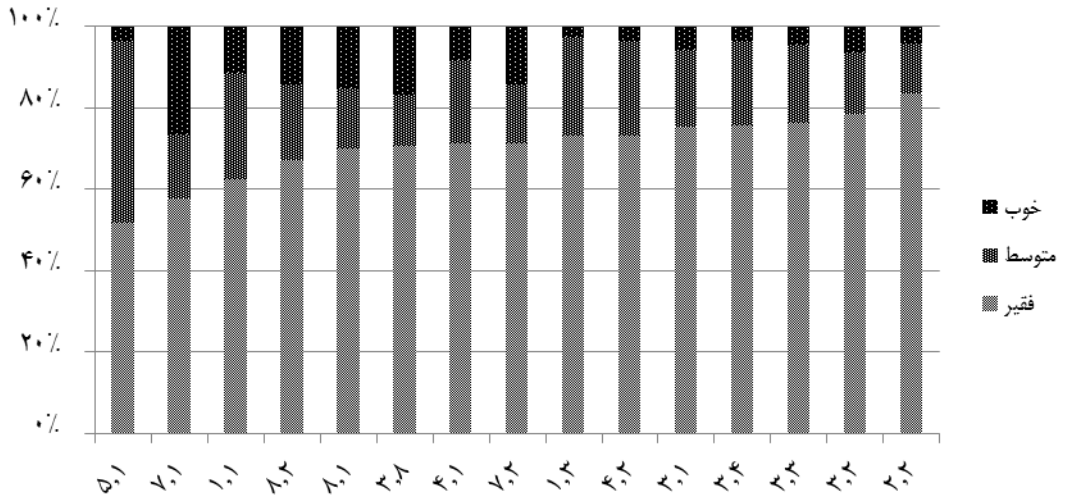
ضریب تغییرات می تواند نشان دهنده تغییرپذیری پارامتر مورد مطالعه باشد. ضریب تغییرات کوچکتر از ۰/۱نشان دهنده تغییرپذیری کم، ضریب تغییرات بین ۰/۹ تا ۰/۱بیان کننده تغییرپذیری متوسط و ضریب تغییرات بزرگتر از ۰/۹زیاد است حداقل ضریب تغییرات در منطقه ۳۶ درصد در مورد سیلت و حداکثر تغییرات ۱۰۱/۴ درصد در مورد روی می‌باشد. تغییرپذیری زیاد روی قابل تأمل بوده و به صورت محتمل توسط عوامل متفاوت با دیگر ویژگیهای خاک تغییرپذیری زیاد از خود نشان می‌دهد. شکل ۱ درصد اراضی دچار کمبود روی در شهرستان‌های استان اصفهان را نشان می‌دهد. بیشترین درصد اراضی مواجه با کمبود روی بر اساس حدود لیندزی و نورول (۱۹۷۸) در شهرستان شهرضا در ناحیه مرکزی محدوده مطالعاتی و کمترین میان در گلپایگان در شمال‌غرب و شهرستان اصفهان مشاهده گردید. لیندزی و نورول (۱۹۷۸) حد بحرانی عنصر روی را در خاک‌های نزدیک به خنثی و آهکی بر اساس عصاره‌گیری با DTPA ۰/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند. کمبود روی با توجه به آهکی بودن خاک‌ها در محدوده مطالعاتی دور از انتظار نبوده و به ویژه برای کشت گیاهان حساس باید مورد توجه قرار گیرد. کمبود روی بر اساس مطالعات به همراه عنصر آهن بیشترین اهمیت را در خاک‌های آهکی ایران به خود اختصاص داده است.



شکل ۱- درصد اراضی دچار کمبود روی در شهرستان‌های استان اصفهان

شکل ۲ توزیع اراضی فقیر، متوسط و خوب از نظر روی قابل جذب در نواحی دارای فیزیوگرافی متفاوت را نشان می‌دهد. اراضی مناطق مواجه با کمبود عنصر روی در واحد اراضی تپه (۲,۲) به صورت نسبی بیشترین و در واحد اراضی ۵,۱(دشت آبرفتی) و ۷,۱ (دشت سیلابی) کمترین گسترش را داشته است. به طور معمول میزان عنصر روی در عمق خاک کمتر از لایه سطحی می‌باشد (برنان و همکاران، ۱۹۹۳). بنابر این به نظر می‌رسد بروز کمبود روی در اراضی در معرض فرسایش با ین امر

در ارتباط باشد(فاگریا، ۲۰۰۲). همچنین ارتباط ویژگی‌های خاک و میزان قابل جذب روی نیز در منطقه مطالعه شده قابل توجه بوده است. همبستگی روی قابل جذب و ویژگی‌های خاک در مناطق مطالعه شده با فیزیوگرافی متفاوت قابل توجه می-باشد. ارتباط میزان فسفر قابل جذب(R^2=۰/۴۴)، کربن آلی(R^2=۰/۳۷) و به میزان کمتر پتاسیم (R^2=۰/۱۲) و آهک(R^2=۰/۱۱) با میزان قابل جذب روی در محدوده مطالعاتی معنی‌دار می‌باشد.



شکل ۲- توزیع اراضی فقیر، متوسط و خوب از نظر روی قابل جذب در نواحی دارای فیزیوگرافی متفاوت

شدت و ضعف همبستگی ویژگی‌های خاک و میزان قابل جذب روی در محدوده مورد مطالعه تحت تاثیر نوع فیزیوگرافی اراضی واقع گردیده است. در اراضی کوهستانی میزان مواد آلی خاک تاثیر قابل توجه در بروز کمبود روی داشته و همبستگی روی قابل جذب و کربن آلی زیاد می‌باشد(R^2=۰/۵۱) در اراضی تپه‌ای و دشت آبرفتی روی قابل جذب ارتباطی با میزان مواد آلی خاک نداشته و ضریب همبستگی معنی‌دار نشده است. در اراضی دشت دامنه‌ای، روی قابل جذب به صورت معنی‌دار تحت تاثیر بافت خاک بوده و با زیاد شدن میزان رس روند افزایشی و با زیاد شدن میزان شن کاهش نشان می‌دهد. همچنین میزان روی قابل جذب تنها در دشت آبرفتی و فلات‌ها و اراضی تپه‌ای با میزان آهک خاک همبستگی معنی‌دار نشان داده است. محققین دیگر نیز ارتباط میزان قابل جذب روی و ویژگی‌های خاک را گزارش نموده‌اند. کاتایال و شارما (۱۹۷۹) نشان دادند خاک‌های درشت بافت و آهکی با کربن آلی کمتر از ۰/۴ درصد بیشتر در معرض ابتلا به کمبود روی می‌باشند.

ارتباط قابل توجه قابلیت جذب روی و میزان مواد آلی در مطالعات دیگر نیز گزارش گردیده است (شارما، ۲۰۰۰). هادسون (۱۹۶۳) معتقد است تشکیل عوامل کمپلکس کننده در طی روند تجزیه مواد آلی باعث بهبود قابلیت جذب روی در خاک می-شود. مطالعات دیگر نشان داده است که در خاک‌های با پهاش بالا، خاک‌های آهکی، خاک‌های شنی، خاک‌های سدیک (به علت فراهمی کم روی)، خاک‌های با مواد آلی زیاد و کم، خاک‌های غرقاب بدون تهویه و همچنین خاک‌های آبشویی یافته احتمال کمبود روی بیشتر است (ولچ و همکاران، ۱۹۹۱)

نتایج رگرسیون گام به گام نشان می‌دهد در مناطق مورد بررسی بسته به نوع فیزیوگرافی برآورد میزان عنصر روی قابل جذب به کمک ویژگی‌های خاک ممکن می‌باشد (جدول ۳). روابط رگرسیون در واحدهای مختلف فیزیوگرافی قادر به توجیه ۶ تا ۷۰ درصد از تغییرات عنصر روی بوده است. روابط رگرسیون در اغلب مناطق مطالعه شده معنی‌دار بوده و قادر به توجیه بخش قابل توجهی از تغییرات شده است. بنا بر این به نظر می‌رسد در مناطق مورد بررسی فراهمی عنصر روی بر اساس فیزیوگرافی اراضی و ویژگیهای دیگر خاک بصورت کلی قابل برآورد می‌باشد. اما روابط به دست آمده قادر به توجیه کامل تغییرات عناصر کم‌مصرف خاک نمی‌باشد. این امر می‌تواند به دلیل مدیریت متفاوت خاک در مناطق مورد مطالعه باشد.

جدول ۳- روابط رگرسیون چند متغیره خطی روی قابل جذب و ویژگی‌های خاک فیزیوگرافی

فیزیوگرافی	واحد	رابطه رگرسیون	R^2	
کوهستانی	۱,۱	Zn=1.174+0.028P+0.499OC-0.032Clay-0.016Sand	۰/۴۱	***
	۱,۳	Zn=0.206+0.033P	۰/۴۴	***
تپه‌ای	۲,۲	Zn=-0.329+0.045P+0.015TNV	۰/۴۲	***
فلات‌ها	۳,۱	Zn=0.126+0.051P	۰/۵۳	***
	۳,۲	Zn=0.391+0.546OC	۰/۱	*
	۳,۳	Zn=0.419++0.014P	۰/۰۶	***
	۳,۴	Zn=-0.129+0.017P+0.012Sand	۰/۶۶	***
	۳,۸	Zn=-0.835+1092OC	۰/۴۰	***
دشت دامنه‌ای	۴,۱	Zn=0.07+0.02P+0.437OC	۰/۲۰	***
	۴,۲	Zn=0.164=0.031P	۰/۱۷	***
دشت آبرفتی	۵,۱	Zn=1.557-0.003K+0.03Sand	۰/۶۲	***
دشت سیلابی	۷,۱	Zn=-0.682+0.061P	۰/۷۰	***
واریزه‌ای	۸,۱	Zn=0.310+1.202OC	۰/۲۲	***
	۸,۲	Zn= -3+0.878OC+0.026TNV	۰/۱۶	*

*** معنی‌دار در سطح ۰/۱ درصد ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد و* معنی‌دار در سطح ۵ درصد

روابط رگرسیون به دست آمده در چنین تحقیقاتی را در شرایط مشابه می‌توان به کار گرفت. جهت به دست آوردن روابط رگرسیون معتبرتر که تغییرات بیشتری از فراهمی عناصر کم‌مصرف در این منطقه را پیش‌بینی نماید، از متغیرهای دیگر مؤثر اعم از خصوصیات خاک، اقلیم و فاکتورهای مدیریتی می‌توان استفاده نمود که این موضوع مستلزم انجام پژوهشهای آتی در منطقه می‌باشد.

منابع

محمدی، م.۱۳۷۳. مطالعات همبستگی خاک‌های ایران مرکزی. موسسه تحقیقات خاک و آب ایران، تهران

ملکوتی م. و طهرانی م.۱۳۸۴. نقش ریزمغذیها در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، عناصر خرد با تاثیر کلان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

موسسه پژوهش‌های برنامه‌یزی و اقتصاد کشاورزی. ۱۳۷۸. سنتز مطالعات جامع توسعه کشاورزی استان‌های اصفهان و یزد. ارزیابی منابع اراضی و خاک استان اصفهان. معاونت برنامه ریزی و بودجه ، وزارت کشاورزی .تهران. ایران.

Brennan, R.F., Armour, J.D. and Reuter, D.J. 1993. Diagnosis of zinc deficiency. P.167-181. In A.D. Robson (ed.), Zinc in Soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Fageria, N.K., Baligar, V.C. and Clark, R.B. 2002. Micronutrients in crop production. Advances in Agronomy 77: 185-268.

Graham, R. D., and Welch, R. M. 1996. Breeding for Staple Food Crops with High Micronutrient Density. Working Papers on Agricultural Strategies for Micronutrients No. 3. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.

Hodgson, J. F. 1963. Chemistry of micronutrient elements in soils. Advances in Agronomy 15: 119–150. Katyal, J.C. and Sharma, B.D. 1979 .Role of micronutrients in crop production (A review). Fertilizers Research, 24: 33–50.

Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of America Journal 42: 421-428.

Sharma, B. D., S. S. Mukhopadhyay, P. S. Sidhu, and J. C. Katyal. 2000. Pedospheric attributes in distribution of total and DTPA-extractable Zn, Cu, Mn and Fe in Indo-Gangetic plains. Geoderma 96: 131–151.

Sparks, D.L., Page, A., Helmke, P., Loeppert, R., Soltanpour, P., Tabatabai, M., Johnston, C. and Sumner, M. 1996. Methods of soil analysis. Part 3-Chemical methods, Soil Science Society of America Inc.

Welch, R. M., W. H. Allaway, W. A. House and J. Kubota. 1991. Geographic distribution of trace element problems. Pp. 31-57. In: J. J. Mortvedet et al. (ed.). Micronutrients in agriculture. 2nd ed. SSSA, WI.

Zinc Availability in Relation to Selected Soil Properties and landscape Position in Calcareous Soils of Esfahan Province

M. Fathi[1*], M. Tehrani[2]

[1] Soil and water research department, Isfahan agricultural and natural resources research and education center,AREEO,
Isfahan, Iran [2,] Soil and Water Research Institute
Email: mjtb.fathi@gmail.com

Abstract

Zinc deficiency is a serious problem in calcareous soils of Iran but information about availability and factors affecting Zn distribution in soils are limited. The present research was conducted to find relationships between Zn availability and some major soil and landform factors in Esfahan province and to predict the availability of Zn from auxiliary data. Soil samples (0–60 cm) were collected from 2500 grid points with 2000m distance of Esfahan province and examined for particle size distribution, calcium carbonate, organic carbon, DTPA extractable Zn measured by an atomic absorption spectrophotometer. The results indicate that Zn distribution, and availability in calcareous soils of Esfahan province is a serious problem and a critical concern for plant production. A highly significant coefficient of correlation was found between DTPA Zn and the organic matter and clay content of soils could be due to chelation and surface adsorption processes. The regression analysis shows that micronutrient availability can regress on climate and topographic factors with a significant correlation in major part of studied area. The availability of Zn may be predicted to some extent using these factors. It could be important to consider this for sustainable management of soils in Esfahan province and other similar areas.

Keywords: Calcareous Soils; Iron Availability; Climate; Topography; Esfahan province