قابلیت استفاده عناصر غذایی کم‌مصرف فلزی تحت تاثیر کاربرد مواد بهساز آلی و معدنی در خاک

مهدی نجفی قیری [۱] ، حمیدرضا اولیایی [۲]
۱- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، ۲- استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

چکیده
کمبود عناصر کم مصرف یکی از مشکلات اساسی خاک‌های آهکی بوده که می‌تواند با افزودن مواد بهساز به خاک رفع و یا تشدید شود. بدین منظور، ۱۰ نمونه خاک سطحی از مناطق مختلف اقلیمی استان فارس جمع آوری گردید. سپس تیمارهای شاهد، ۲ درصد زئولیت، ۲ درصد ورمی‌کمپوست و ۲ درصد ورمی‌کمپوست مخلوط با زئولیت اعمال شده و نمونه‌ها به مدت ۹۰ روز در رطوبت ظرفیت زراعی نگهداری شد. پس از آن مقادیر آهن، منگنز، مس و روی قابل استفاده در نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید. افزودن ورمی‌کمپوست و زئولیت سبب کاهش معنی‌دار مقدار آهن و مس قابل استفاده در نمونه‌ها شد. مقدار روی و منگنز قابل استفاده با کاربرد ورمی‌کمپوست افزایش نشان داد در حالیکه زئولیت تاثیر معنی‌داری روی آن نداشت. تأثیر ورمی‌کمپوست و زئولیت در کاهش قابلیت استفاده آهن باید در مدیریت مصرف آنها در خاک‌های دارای کمبود درنظر گرفته شود.

واژه های کلیدی: استان فارس، خاک آهکی، زئولیت، عناصر کم مصرف، ورمی‌کمپوست

مقدمه
تولیدات گیاهی در خاک‌های آهکی همواره با مشکلات عدیده‌ای روبرو بوده است. کمبود بعضی از عناصر کم‌مصرف (آهن، منگنز، مس و روی) یکی از مهمترین عوامل محدود کننده در این خاک‌ها می‌باشد. این کمبود در نتیجه پ‌هاش بالا و غلظت بالای یون‌های کلسیم و بیکربنات بوجود می‌آید. قابلیت استفاده عناصر کم مصرف در خاک‌های آهکی جنوب ایران مرتبط با بعضی از خصوصیات خاک مانند ماده آلی، رس و پ‌هاش خاک می‌باشد (نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۳). بعضی از ترکیباتی که جهت بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده می‌شوند ممکن است سبب تغییر در توزیع و قابلیت استفاده این عناصر در خاک شوند. ورمی‌کمپوست تولید شده از زباله‌های شهری یکی از ترکیبات آلی است که به خاک‌های آهکی افزوده می‌شود. پژوهشگران بیان می‌کنند که کاربرد ورمی‌کمپوست می‌تواند سبب افزایش رشد گیاه و بهبود وضعیت فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک شود. زئولیت نیز نوعی کانی آلومینوسیلیکات بوده که در دهه‌های اخیر به صورت گسترده جهت پالایش خاک‌ها (هرویجنین و همکاران، ۲۰۰۷)، کنترل فرسایش‌پذیری اراضی (اندری و همکاران، ۲۰۰۹)، بهبود ویژگی‌های خاک (فیلچوا و تسادیلاس، ۲۰۰۲) و کارایی مصرف نیتروژن (آقاعلیخانی و همکاران، ۲۰۱۲؛ تارکالسون و ایپولیتو، ۲۰۱۱) مورد استفاده قرار گرفته است.
معمولا کاربرد این ترکیبات آلی و معدنی جهت رفع کمبود عناصر غذایی نمی‌باشد؛ اما تاثیرات ثانویه این ترکیبات بر تغییر قابلیت استفاده عناصر کم مصرف محتمل است. خاک‌های جنوب ایران دارای کمبود شدید آهن، منگنز، روی و مس می‌باشند (نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۳). هدف از این پژوهش بررسی احتمال افزایش قابلیت استفاده آهن، منگنز، مس و روی در ۱۰ خاک آهکی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف اقلیمی استان فارس در نتیجه کاربرد دو درصد ورمی‌کمپوست، دو درصد زئولیت و دو درصد ورمی‌کمپوست+زئولیت می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند در مدیریت مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف و پیش‌بینی نتایج حاصل از مصرف ترکیبات بهساز آلی و معدنی در خاک‌های آهکی جنوب ایران کاربرد داشته باشد.

مواد و روش‌ها
بر اساس پژوهش‌های قبلی انجام شده روی خاک‌های استان فارس (نجفی قیری، ۲۰۱۰) ۱۰ نمونه خاک سطحی (عمق ۲۰-۰ سانتیمتر) از مناطق مختلف استان فارس با توجه به شرایط اقلیمی، مواد مادری و شدت تکامل خاک و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها پس از هواخشک شدن، آسیاب و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند. آزمایش‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی شامل توزیع اندازه ذرات خاک (روول، ۱۹۹۴)، پ‌هاش (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، کربنات کلسیم معادل (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، قابلیت هدایت الکتریکی (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، ظرفیت تبادل کاتیونی (چاپمن، ۱۹۶۵) و مقدار کربن آلی (نلسون و سومرز، ۱۹۹۶) روی نمونه‌ها صورت گرفت.
آزمایش‌های مربوط به تاثیر زئولیت و ورمی‌کمپوست به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی ۳×۴×۱۰ روی ۱۰ خاک با چهار تیمار شاهد، ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم ورمی‌کمپوست، ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم زئولیت و ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم ورمی‌کمپوست مخلوط با زئولیت (به نسبت ۱ به ۱) و سه تکرار انجام شد. نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی به مدت ۹۰ روز در دمای ۲± ۲۲ درجه سلسیوس و رطوبت ظرفیت زراعی نگهداری شدند تا واکنش‌ها صورت گرفته و نمونه‌ها به حالت متعادل‌تری برسند. سپس نمونه‌ها هواخشک گردیده و مقدار آهن، منگنز، مس و روی قابل استفاده در آنها اندازه‌گیری گردید. جهت این اندازه‌گیری از روش

عصاره‌گیری با محلول DTPA (لیندسی و نرول، ۱۹۷۸) استفاده شد. در این روش به ۱۰ گرم خاک مقدار ۲۰ میلی لیتر محلول DTPA افزوده شد. محلول‌ها به مدت دو ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس تکان داده شده، سپس سانتریفوژ و صاف گردید. غلظت آهن، منگنز، مس و روی در عصاره‌های حاصل با دستگاه جذب اتمی (AAS; PG ۹۹۰, PG Instruments Ltd. UK) اندازه‌گیری شد.

جهت آنالیز آماری نمونه‌ها از نرم افزارهای SPSS ۱۵.۰ و Microsoft Office Excel ۲۰۰۷ و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌داری استفاده شد.

نتایج و بحث

خاک‌های مورد مطالعه به راسته‌های ورتی‌سولز، اریدی سولز، اینسپتی‌سولز، آلفی‌سولز و انتی‌سولز تعلق دارند. مقدار رس در خاک‌های مورد مطالعه از ۱۰ درصد در خاک ۷ تا ۵۱ درصد در خاک ۱ متغیر بود. بیشترین و کمترین مقدار کربنات کلسیم به ترتیب در خاک‌های ۵ و ۱ اندازه‌گیری گردید. ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک‌های مورد مطالعه کمتر از ۲۰ سانتی مول بر کیلوگرم بود. خاک ۱ استثنائاً دارای ظرفیت تبادل کاتیونی ۳۵ سانتی مول بر کیلوگرم بود. مقدار قابلیت هدایت الکتریکی در بعضی از خاکهای مورد مطالعه (خاک ۸) به بیش از ۲۰ دسی زیمنس بر متر می‌رسید. به توجه به تنوع اقلیمی و مواد مادری خاکهای استان فارس گسترده بودن دامنه تغییرات ویژگی‌های خاک دور از انتظار نیست.

تاثیر کاربرد زئولیت و ورمی کمپوست روی قابلیت استفاده آهن

افزودن ورمی‌کمپوست سبب کاهش قابل ملاحظه در قابلیت استفاده آهن شد (جدول ۳). این مقدار کاهش در خاک‌های مختلف متفاوت بوده و از ۳ درصد در خاک ۳ تا ۶۴ درصد در خاک ۱۰ (میانگین ۳۳ درصد) تغییر کرد. کاربرد زئولیت نیز سبب کاهش قابلیت استفاده آهن گردید (میانگین ۹ درصد) اما این کاهش به طور معنی‌داری کمتر از تاثیر کاربرد ورمی‌کمپوست بود. کاربرد توام ورمی‌کمپوست و زئولیت سبب کاهش ۱۳ درصدی قابلیت استفاده آهن گردید. اگرچه تاثیر زئولیت در کاهش قابلیت استفاده آهن کمتر از ورمی‌کمپوست می‌باشد اما با توجه به پایداری زئولیت برای مدت طولانی این تاثیر با اهمیت‌تر از تاثیر کاربرد ورمی‌کمپوست است؛ چرا که ترکیبات آلی تشکیل دهنده ورمی‌کمپوست با گذشت زمان تجزیه شده و عناصر جذب شده را آزاد می کنند. تاثیر مثبت زئولیت بر قابلیت استفاده آهن و جذب آن توسط گیاه توسط محمودآبادی (۲۰۱۰) نیز گزارش شده است. تاثیر متفاوت زئولیت می‌تواند مربوط به تفاوت در ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مینرالوژیکی خاک‌ها و همچنین مقدار و نوع زئولیت استفاده شده و نوع گیاهان کشت شده باشد.

جدول ۳- تاثیر افزودن زئولیت و ورمی‌کمپوست روی مقدار آهن قابل استفاده (mg kg-۱).

شماره خاک	شاهد	ورمی کمپوست (۲ درصد)	زئولیت (۲ درصد)	زئولیت+ورمی کمپوست (۱ درصد + ۱ درصد)
۱	۴/۴۴	۰/۳۳	۸/۴۲	۰/۳۹
۲	۰/۲۵	۰/۱۷	۶/۲۲	۲/۱۸
۳	۰/۱۲	۶/۱۱	۰/۱۲	۸/۱۰
۴	۶/۱۴	۸/۱۱	۲/۱۴	۴/۱۳
۵	۶/۱۴	۶/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۳
۶	۶/۲۵	۶/۱۴	۴/۲۴	۶/۱۹
۷	۶/۱۰	۸/۵	۹/۸	۲/۷
۸	۰/۱۱	۲/۷	۰/۱۰	۰/۸
۹	۸/۲۹	۶/۱۶	۶/۲۴	۰/۱۷
۱۰	۰/۳۵	۶/۱۲	۰/۳۱	۰/۲۱
میانگین	۳/۲۲ (d)	۲/۱۴(a)	۴/۲۰(c)	۷/۱۶(b)

حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین ها در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد: a، b، c و d.

با توجه به تاثیر مثبت کاربرد ورمی‌کمپوست بر غیرمتحرک کردن آهن می‌توان از آن در شرایطی که سمیت آهن برای گیاه مطرح است مانند شرایط احیایی شدید استفاده کرد. ولی به طور کلی باید این نکته را در نظر داشت که کمبود آهن در سطح بالایی از خاک‌های آهکی استان فارس مشهود می‌باشد (نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۳).

تاثیر کاربرد زئولیت و ورمی کمپوست روی قابلیت استفاده روی

کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزیش بیش از ۵ برابری مقدار روی قابل استفاده در خاک‌های ۶، ۸ و ۱۰ گردید. این افزایش در همه خاک‌ها مشاهده شد (جدول ۴). برخلاف آهن، مقدار روی قابل استفاده خاک تحت تاثیر کاربرد زئولیت قرار نگرفت. اما کاربرد توام ورمی‌کمپوست و زئولیت سبب افزایش قابل ملاحظه روی قابل استفاده گردید. گرچه این تاثیر کمتر از کاربرد ورمی‌کمپوست بود. به هر حال کاربرد توام ورمی‌کمپوست و زئولیت سبب افزایش ۵۰ تا ۲۴۰ درصدی روی قابل استفاده در این خاک‌ها شد.

جدول ۴- تاثیر افزودن زئولیت و ورمی‌کمپوست روی مقدار روی قابل استفاده (mg kg-۱).

شماره خاک	شاهد	ورمی‌کمپوست (۲ درصد)	زئولیت (۲ درصد)	زئولیت+ورمی‌کمپوست (۱ درصد + ۱ درصد)
۱	۰/۱	۳/۴	۲/۱	۵/۲
۲	۵/۲	۵/۸	۰/۲	۹/۴
۳	۱/۴	۹/۷	۸/۲	۰/۷
۴	۹/۱	۲/۵	۶/۱	۶/۳
۵	۱/۱	۳/۴	۰/۱	۷/۲
۶	۱/۱	۳/۶	۱/۱	۹/۲
۷	۱/۱	۸/۱	۱/۱	۷/۱
۸	۱/۱	۸/۵	۹/۰	۶/۳
۹	۳/۱	۱/۴	۱/۱	۰/۲
۱۰	۲/۱	۱/۶	۱/۱	۶/۳
میانگین	(a) ۶/۱	۴/۵(c)	۴/۱(a)	۴/۳(b)

.حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین ها در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد :c و a، b

تاثیر کاربرد زئولیت و ورمی‌کمپوست روی قابلیت استفاده مس

قابلیت استفاده مس نیز مانند آهن بر اثر کاربرد ورمی‌کمپوست و زئولیت کاهش پیدا کرد؛ اما در مورد مس تفاوت معنی‌داری بین سه تیمار استفاده شده و نمونه شاهد در مقدار کاهش قابلیت استفاده مس مشاهده نگردید (جدول ۵). میانگین مقدار کاهش با کاربرد ورمی‌کمپوست ۳۴ درصد، با کاربرد زئولیت ۸ درصد و با کاربرد توام این دو ترکیب ۱۷ درصد بود. یافته‌های محمودآبادی (۲۰۱۰) حاکی از افزایش جذب مس به وسیله سویا با کاربرد زئولیت می‌باشد. کاهش قابلیت استفاده مس با کاربرد زئولیت به خاک نیز توسط جانوس و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده است.

جدول ۵- تاثیر افزودن زئولیت و ورمی‌کمپوست روی مقدار مس قابل استفاده (mg kg-۱).

شماره خاک	شاهد	ورمی‌کمپوست (۲ درصد)	زئولیت (۲ درصد)	زئولیت+ورمی‌کمپوست (۱ درصد + ۱ درصد)
۱	۰/۲۳	۸/۱۸	۴/۲۱	۰/۲۰
۲	۶/۹	۰/۴	۸/۸	۶/۵
۳	۸/۱	۰/۱	۷/۱	۵/۱
۴	۰/۲	۹/۱	۷/۱	۹/۱
۵	۲/۵	۲/۴	۲/۵	۸/۴
۶	۰/۲۱	۴/۱۲	۰/۱۹	۴/۱۷
۷	۶/۲	۲/۱	۲/۲	۰/۲
۸	۰/۳	۳/۲	۹/۲	۶/۲
۹	۰/۱۸	۶/۱۳	۴/۱۷	۴/۱۶
۱۰	۲/۶	۲/۳	۲/۵	۶/۴
میانگین	(b) ۲/۹	۳/۶(a)	۵/۸(a)	۷/۷(a)

.حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین ها در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد :b و a

افزایش جذب آهن، روی، منگنز و مس با کاربرد ورمی‌کمپوست به مقدار ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد به وسیله سیب‌زمینی نیز توسط هاشمی مجد و همکاران (۲۰۰۴) گزارش شده است. احمدآبادی و همکاران (۲۰۱۱)، ریدوان (۲۰۰۴) و ماتوس و آروندا (۲۰۰۳) نیز گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش قابلیت استفاده مس گردید که این مخالف یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر می‌باشد.

تاثیر کاربرد زئولیت و ورمی کمپوست روی قابلیت استفاده منگنز

تاثیر افزودن زئولیت و ورمی‌کمپوست بر قابلیت استفاده منگنز در جدول ۶ نشان داده شده است. آنالیز آماری نشان می‌دهد که افزودن زئولیت تاثیر معنی‌داری بر قابلیت استفاده منگنز ندارد. اما تاثیر ورمی‌کمپوست کاملا مشهود بوده و به صورت میانگین افزایش ۳۰ درصدی در قابلیت استفاده منگنز دیده می‌شود. به هر حال این افزایش در خاک‌های مورد استفاده بسیار متفاوت بوده و از ۷ درصد در خاک ۷ تا ۸۹ درصد در خاک ۴ تغییر می یابد. تاثیر کاربرد توام ورمی‌کمپوست و زئولیت نیز بر قابلیت استفاده منگنز معنی‌دار بوده و افزایش ۶ تا ۶۱ درصدی را نشان می‌دهد. تاثیر مثبت زئولیت بر جذب منگنز توسط گیاه به وسیله البوسعیدی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است.

.(mg kg-۱) جدول ۶- تاثیر افزودن زئولیت و ورمی‌کمپوست روی مقدار منگنز قابل استفاده

شماره خاک	شاهد	ورمی‌کمپوست (۲ درصد)	زئولیت (۲ درصد)	زئولیت+ورمی‌کمپوست (۱ درصد + ۱ درصد)
۱	۴/۸	۸/۱۰	۶/۸	۲/۱۰
۲	۴/۱۱	۰/۱۷	۶/۱۱	۸/۱۴
۳	۴/۱۶	۸/۱۷	۲/۱۷	۲/۱۸
۴	۶/۳	۸/۶	۶/۳	۸/۵
۵	۰/۸	۴/۱۰	۸/۷	۸/۸
۶	۶/۶	۰/۱۰	۰/۷	۰/۸
۷	۸/۶	۳/۷	۸/۶	۲/۷
۸	۴/۸	۲/۱۰	۰/۹	۴/۹
۹	۰/۷	۸/۷	۲/۶	۴/۸
۱۰	۲/۱۰	۸/۱۳	۲/۱۰	۲/۱۳
میانگین	۷/۸ (a)	۲/۱۱(c)	۸/۸(a)	۴/۱۰(b)

.حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین ها در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد :b و a

منابع

Aghaalikhani M, Gholamhoseini M, Dolatabadian A, Khodaei-Joghan A, and Asilan KS, ۲۰۱۲. Zeolite influences on nitrate leaching, nitrogen-use efficiency, yield and yield components of canola in sandy soil. Archives of Agronomy and Soil Science, ۵۸(۱۰): ۱۱۴۹-۱۱۶۹.

Ahmadabadi Z, Ghajar Sepanloo M, and Bahmanyar MA, ۲۰۱۱. Effect of vermicompost application on amount of micro elements in soil and the content in the medicinal plant of Borage (Borago officinalis). J. of Crops Improvements, ۱۳(۲): ۱-۱۲.

Al-Busaidi A, Yamamoto T, Inoue M, Eneji AE, Mori Y, and Irshad۱ M, ۲۰۰۸. Effects of zeolite on soil nutrients and growth of barley following irrigation with saline water. Journal of Plant Nutrition, ۳۱ : ۱۱۵۹-۱۱۷۳.

Andry H, Yamamoto T, Inoue M, ۲۰۰۹. Influence of artificial zeolite and hydrated lime amendments on the erodibility of an acidic soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۰ : ۱۰۵۳-۱۰۷۲.

Chapman HD, ۱۹۶۵. Cation exchange capacity. In: Black, C.A., (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۲. Madison (WI): America Society of Agronomy. pp. ۸۹۱-۹۰۱.

Filcheva EG, and Tsadilas CD, ۲۰۰۲. Influence of clinoptilolite and compost on soil properties. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۳(۳&۴): ۵۹۵-۶۰۷.

Hashemimajd K, Kalbasi M, Golchin A, and Shariatmadari H, ۲۰۰۴. Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. Journal of Plant Nutrition, ۲۷: ۱۱۰۷-۱۱۲۳.

Herwijnen R van, Hutchings TR, Al-Tabbaa A, Moffat AJ, Johns ML, Ouki SK, ۲۰۰۷. Remediation of metal contaminated soil with mineral-amended composts. Environmental Pollution, ۱۵۰: ۳۴۷-۳۵۴.

Jano P, Vavrova J, Herzogova L, and Pila ova V, ۲۰۱۰. Effects of inorganic and organic amendments on the mobility (leachability) of heavy metals in contaminated soil: A sequential extraction study. Geoderma, ۱۵۹: ۳۳۵-۳۴۱.

Lindsay WL, and Norvell WA, ۱۹۷۸. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of American Journal, ۴۲: ۹۶۹-۹۷۴.

Mahmoodabadi MR, ۲۰۱۰. Experimental study on the effects of natural zeolite on lead toxicity, growth, nodulation, and chemical composition of soybean. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۱(۱۶): ۱۸۹۶-۱۹۰۲.

Matos GD, and Arrunda M, ۲۰۰۳. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. Process Biochemistry, ۳۹: ۸۱-۸۸.

Najafi-Ghiri M, ۲۰۱۰. Study of morphological and mineralogical properties and potassium status of soils of Fars province. Ph.D. thesis. Department of Soil Science, Shiraz University, Iran. ۲۲۲ pp.

Najafi-Ghiri M, Ghasemi-Fasaei R, and Farrokhnejad E, ۲۰۱۳. Factors affecting micronutrients availability in calcareous soils of southern Iran. Arid Land Research and Management, ۲۷: ۲۰۳-۲۱۵.

Nelson DW, and Sommers L,E, ۱۹۹۶. Total carbon, organic carbon and organic matter. P. ۹۶۱-۱۰۱۰. In D. L. Sparks et al. (ed.) Methods of Soil Analysis, Part III, ۳rd Ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI.

Ridvan K, ۲۰۰۴. Cu and Zn accumulation in earth worm Lumbricus terrestrist in sewag sludge amended soil and fraction of Cu and Zn casts and surrounding. Soil Science, ۲۲: ۱۴۱-۱۴۵.

Rowell DL, ۱۹۹۴. Soil Science: Methods and applications. Longman Scientific and Technical, UK.

Salinity Laboratory Staff, ۱۹۵۴. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook No. ۶۰. Washington (DC): United States Department of Agriculture (USDA).

Stevenson FJ and Ardakani MS, ۱۹۷۲. Organic matter reactions involving micronutrients in soils. In Micronutrients in Agriculture; Mortvedt, J.J., Giordano, P.M., and Lindsay, W.L. (eds.); SSSA: Madison, Wisc., ۷۹-۱۱۴.

Tarkalson DD, and Ippolito JA, ۲۰۱۱. Clinoptilolite zeolite influence on nitrogen in a manure-amended sandy agricultural soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۲: ۲۳۷۰-۲۳۷۸.

Abstract

Micronutrients deficiency is a problem in calcareous soils that may be solved or aggravated by application of amendments to soils. For this purpose, ۱۰ surface soil samples from different climatic zones of Fars province were collected. Then treatments including control, ۲ % zeolite, ۲ % vermicompost, and ۲ % vermicompost and zeolite mixture were selected and samples were incubated at FC moisture condition for ۹۰ days. After that, contents of available iron, manganese, cupper, and zinc were determined. Vermicompost and zeolite application significantly decreased Fe and Cu availability. Zn and Mn availability was increased by vermicompost, but zeolite had no effect on Zn and Mn availability. Effect of vermicompost and zeolite on decreasing of Fe availability in Fe-deficient soils may be considered in its management.