نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۱، ص. ۸۲۵-۸۱۸

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.4, Sept.-Oct. 2012, p. 818-825

تاثیر آهک، ماده آلی و فسفر بر قابلیت جذب آهن در گیاه ذرت

لیلی سادات قرشی[۱*]- غلامحسین حق نیا[۲]- امیر لکزیان[۳]- رضا خراسانی[۴]

تاریخ دریافت:۸۹/۹/۲۷
تاریخ پذیرش:۹۱/۱/۲۷

چکیده

آهن عنصری ضروری برای رشد گیاهان است. وجود آهک، کمبود مواد آلی خاک وکاربرد بیش از اندازه فسفر در خاک‌ها از عوامل موثر بر فراهمی آهن است. ازاین‌رو در یک آزمایش گلخانه‌ای تاثیرآهک، فسفر و ماده آلی بر رشد و جذب آهن در گیاه ذرت بررسی شد. تیمارها شامل دو سطح آهک (صفر و دو درصد کربنات کلسیم)، ماده آلی (صفر و یک درصدکود گاوی)، و سه سطح فسفر (صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تکرار بود. نتایج آزمایش نشان داد که کود گاوی سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک شاخساره، غلظت و جذب آهن در گیاه ذرت شد. کاربرد آهک بر وزن خشک شاخساره تاثیر معنی‌داری نداشت لیکن غلظت و جذب کل آهن در گیاه را کاهش داد. کاربرد فسفر سبب افزایش وزن خشک شاخساره گردید لیکن. غلظت و جذب کل آهن با کاربرد فسفر کاهش یافت. بررسی برهمکنش کود گاوی و هر یک از تیمارهای آزمایشی نشان می‌دهد که کاربرد کود آلی می‌تواند اثر منفی ناشی از آهک و زیادی فسفر بر فراهمی آهن را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه گیاه، عناصر کم مصرف، کربنات کلسیم، کود گاوی

مقدمه

بهبود وضعیت خاک و ایجاد تعادل در میان عناصر غذایی گیاه، از نظر حاصلخیزی خاک و تولید گیاه با بهترین کیفیت و عملکرد بالا، دارای اهمیت می‌باشد. آهن یکی از عناصرکم مصرف ضروری برای رشد گیاه است این عنصر برای بسیاری از فرایندهای فیزیولوژی و زیست‌شیمیایی از جمله ساخت کلروفیل، واکنشهای اکسایش و کاهش، فتوسنتز، تنفس و سیستم‌های آنزیمی ضروری است و فقدان آن می تواند یک محدود کننده جدی عملکرد دربسیاری از مناطق کشاورزی باشد (۱ و ۳). با اینکه به طور معمول، مقدار کل این عنصر در خاک بالاست اما تنها مقدار کمی از آن به شکل قابل دسترس برای گیاهان است لیکن برخی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها از جمله pH قلیایی، وجود آهک، کمبود مواد آلی، عدم تعادل با عناصر غذایی دیگر از جمله فسفر، تغذیه آهن گیاهان را زیر تاثیر قرار داده و فراهمی آن را کاهش می‌دهد (۱ و ۵). آهک به دلیل حلالیت نسبی و قلیایی بودن موجب بروز مشکل می شود (۲۷). بیشتر خاک‌های ایران مقدار چشمگیری آهک دارد اگرچه ممکن است غلظت کل آهن در این خاک‌ها به اندازه کافی باشد لیکن به طور معمول آهن در این خاک‌ها به شکل نامحلول تبدیل می‌شود (۵). در یک مطالعه سینگ و داهایا (۳۰) کاهش غلظت آهن را در گیاه نخود، همراه با کاربرد کربنات کلسیم، گزارش کردند. مارتین و بنگت (۲۰) در پژوهش خود بیان کردند که کاربرد آهک غلظت آهن را در برگهای گیاه کاهش داد. در زمین‌های خشک و نیمه خشک مقدار مواد آلی خاک بسیار کم است. درکشور ما درصد مواد آلی در بیش از۶۰ درصد از زمین‌های کشاورزی کمتر از۱ درصد است. امروزه با توسعه دانش درباره پایداری بوم نظام های کشاورزی، حفظ و مدیریت مواد آلی مورد توجه است (۲ و ۴). ماده آلی نه تنها منبع زیادی از عناصر غذایی است بلکه با تشدید فعالیت زیستی در خاک به چرخش بهتر مواد غذایی کمک می‌کند (۷ ، ۱۷ و ۳۵). افزودن کودهای آلی به خاک، افزون بر بهبود وضعیت فیزیکی خاک، دارای عناصر غذایی پر مصرف مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و گوگرد و همچنین عناصر کم مصرف مانند آهن، روی و مس می باشد (۱ و ۱۸). چن و بارنر (۹) گزارش کردند که با کاربرد کود آلی، غلظت آهن در بخش شاخساره گیاه افزایش یافت. مکویاک و همکاران (۱۹) افزایش جذب آهن به وسیله فراورده-های هومیکی را نشان دادند. مقادیر زیاد فسفات یا کاربرد بیش از اندازه فسفر در خاک از جمله عوامل موثر بر تغذیه آهن است (۳۲). مصرف بی رویه کود های فسفر، موجب کاهش در جذب، انتقال و متابولیسم بعضی از عناصر کم مصرف و از جمله آهن می شود و در نهایت تاثیر نامطلوبی بر رشد گیاه دارد (۱ و ۲۷). متن وآمبرگر (۲۱)

۱،۲،۳و۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، دانشیار و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: leili.ghorashi@gmail.com)

نشان دادند که در مقادیر زیاد فسفر قابل استفاده، جابه جایی آهن از ریشه به ساقه گیاه ذرت کاهش یافت و نشانگر حالت غیر فعال سازی درونی آهن به وسیله فسفر است. سیدیکو و همکاران (۲۹) اثر منفی فسفر بر غلظت آهن را در خاک‌های محتوی ۱۱ درصد آهک گزارش کردند. بررسی تاثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت نشان داد که غلظت و جذب کل آهن با کاربرد آهن افزایش اما با کاربرد فسفر کاهش یافت (۱). از آنجا که سالانه مقادیر زیادی کودهای فسفردار به خاکهای آهکی ایران افزوده می‌شود بنابراین بررسی برهمکنش فسفر و آهن در حضور آهک اهمیت ویژه‌ای دارد. بنابراین هدف اصلی از انجام این آزمایش بررسی اثر آهک، ماده آلی و فسفر و برهمکنش آنها بر فراهمی آهن در گیاه ذرت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

خاک مورد آزمایش (Typic Haplo Cambids) از منطقه‌ای واقع در ۴۰ کیلومتری شمال شهر مشهد و از عمق (۳۰-۰ سانتی-متری) سطح خاک انتخاب شد و پس از عبور از الک دو میلی‌متری برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن مانند بافت به روش هیدرومتر (۱۰)، کربنات‌کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید (۲۵)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع با هدایت سنج الکتریکی، فسفر فراهم به روش اولسن و همکاران (۲۳)، pH در خمیر اشباع، درصد کربن و ماده‌آلی به روش اکسایش با دی کرومات (۳۴)، نیتروژن کل با استفاده از هضم کجلدال (۱۴)، پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم، آهن فراهم خاک به روش(DTPA_TEA) (۱۶) تعیین گردید. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ آمده است. آزمایش در وضعیت گلخانه و به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و دو تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده دربرگیرنده آهک در دو سطح (صفر=L_0 و ۲=L_1 درصد) ماده‌آلی به شکل کود گاوی پوسیده در دو سطح (صفر= CM_0 و ۱=CM_1 درصد)، فسفر از منبع کود سوپر فسفات تریپل در سه سطح (صفر=P_0، ۲۰۰=P_1 و ۴۰۰=P_2 کیلوگرم در هکتار) تامین شد. در ابتدا دو تیمار آزمایشی کود و آهک به نمونه‌های خاک اعمال شد برخی از ویژگی‌های کود گاوی در جدول ۲ آمده است. برای این هدف، پنج کیلوگرم خاک روی ورقه‌های پلاستیکی با مقدار لازم از کود گاوی و آهک به خوبی مخلوط و یکنواخت شد. سپس گلدان‌ها از خاک پر شد و برای رسیدن به تعادل شیمیایی در گلخانه و در دمای c ۲۵° و رطوبت ۷۰ درصد زراعی به مدت دو ماه نگهداری شد. پس از این مدت و قبل از کاشت، خاک گلدان‌ها با مقدار لازم از کود سوپر فسفات به شکل جامد مخلوط شد. با توجه به آزمون خاک و نیاز گیاه ذرت عناصر پر مصرف نیتروژن، پتاسیم و محلولی از عناصر کم مصرف به مقدار لازم، به خاک مورد نظر افزوده شد و پس از یکنواخت شدن به گلدان‌هایی با گنجایش شش کیلوگرم، منتقل گردید. سپس پنج عدد بذر جوانه‌دار شده ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در فاصله‌های منظم و در عمق دو سانتی‌متری از سطح خاک کشت شد. رطوبت گلدانها در حد ظرفیت زراعی، به روش توزین تا پایان آزمایش حفظ شد. دو هفته پس از کاشت شمار بوته‌ها به دو عدد کاهش داده شد. پس از هشت هفته گیاهان از محل طوقه جدا شدند و پس از شستشو در آون با دمای c ۷۰° به مدت ۳۶ ساعت خشک شدند. سپس وزن خشک شاخساره تعیین و پس از آسیاب و عبور از الک نیم میلی‌متری در ظرف‌های در بسته نگهداری شدند. برای انجام آزمایش‌های شیمیایی نمونه‌های گیاهی با استفاده از روش تر (۳۳) هضم شدند. غلظت آهن نمونه‌های گیاهی با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. وزن خشک اندام هوایی گیاه، غلظت آهن، جذب کل آهن در هر گلدان (حاصل ضرب وزن ماده خشک در غلظت عنصر غذایی) به وسیله روش‌های آماری با استفاده از نرم افزار MSTATC و JMP7 مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌های مربوط به اثر اصلی هر یک از تیمارها و برهمکنش آنها استخراج و با آزمون توکی در سطح اطمینان پنج درصد مقایسه شد.

جدول۱- ویژگی‌های خاک قبل از آزمایش

بافت	pH	EC (dSm^{-1})	آهک	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	آهن
			(٪)			میلی‌گرم بر کیلوگرم		
لوم شنی	۷/۶	۱/۲	۳	۰/۴	۰/۰۳۵	۱۰	۱۰۰	۴

جدول ۲- ویژگی‌های کود گاوی

pH (۱:۵)	EC (dSm^{-1})	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	آهن
		(٪)				
۸/۶	۱۲/۸	۲۹	۴/۰۴	۰/۷۵	۳/۲	۱/۲

جدول۳- اثر سطوح فسفر، کود گاوی و برهمکنش آنها بر وزن خشک شاخساره، غلظت و جذب کل آهن در ذرت

سطح کود گاوی (٪)	سطح فسفر (کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل) صفر	۲۰۰	۴۰۰	میانگین
	وزن خشک شاخساره (گرم در گلدان)			
صفر	۲۸/۴۶ e	۴۳/۹۳ cd	۴۰/۷۱ d	۳۷/۷۰ B
۱	۴۴/۲۶ c	۵۷/۴۹ b	۶۱/۱۰ a	۵۴/۲۹ A
میانگین	۳۶/۳۶ B	۵۰/۷۱ A	۵۰/۹۱ A	
	غلظت آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)			
صفر	۱۱۹/۳۰ c	۱۱۶/۰۱ c	۸۴/۰۷ d	۱۰۶/۴۶ B
۱	۱۸۱/۳۴ a	۱۶۰/۲۵ ab	۱۴۳/۵۷ b	۱۶۱/۷۲ A
میانگین	۱۵۰/۳۲ A	۱۳۸/۱۳ B	۱۱۳/۸۲ C	
	جذب کل آهن (میلی‌گرم در گلدان)			
صفر	۳/۳۸ c	۵/۱۱ b	۳/۴۸ c	۳/۹۹ B
۱	۸/۰۳ a	۹/۲۳ a	۸/۷۸ a	۸/۶۸ A
میانگین	۵/۷۰ B	۷/۱۷ A	۶/۱۳ B	

میانگین‌های دارای حروف بزرگ ،اثرات اصلی و میانگین‌های دارای حروف کوچک مربوط به برهمکنش‌ها می‌باشد.
میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون توکی تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج و بحث

همان‌گونه که در جدول ۳ نشان داده شده است، افزودن کود گاوی سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک شاخساره گیاه ذرت شد به گونه‌ای که با کاربرد کود گاوی میانگین افزایش نسبت به شاهد، ۴۴ درصد می‌باشد. افزایش در عملکرد ماده خشک، ممکن است به دلیل مقادیر زیاد عناصر غذایی موجود در کود باشد. همچنین معدنی شدن تدریجی این عناصر از شکل آلی، فراهمی عناصر را در هنگام نیاز گیاه تامین می‌کند. از سوی دیگر افزایش مواد آلی خاک، سبب گسترش رشد ریشه و جذب بیشتر عناصر غذایی و سرانجام عملکرد بیشتر گیاه می‌شود (۲۲). افزایش عملکرد ماده خشک همزمان با کاربرد کود آلی در گیاه ذرت به وسیله دیگر پژوهشگران، نیز گزارش شده است (۶ و ۸).

با کاربرد کود فسفر، میانگین وزن خشک شاخساره به گونه ای معنی‌دار، افزایش یافت (جدول ۳). از آنجا که غلظت فسفر در خاک مورد آزمایش از حد بحرانی فسفر برای ذرت (۱۵ ppm) کمتر بود (۵)، پاسخ گیاه به افزودن فسفر قابل پیش‌بینی بود.

اثر برهمکنش تیمارهای کود گاوی و فسفر بر میانگین وزن خشک (جدول ۳)، نشان می‌دهد که کاربرد همزمان این تیمارها نسبت به شاهد (CM_0P_0) و در مقایسه با کاربرد جداگانه فسفر، معنی‌دار بود و بر وزن خشک شاخساره، تاثیر مثبت داشت به گونه‌ای که بیشترین اثر مربوط به تیمار (CM_1P_2) بود و افزایشی برابر با ۱۱۴/۶۹درصد را نسبت به شاهد نشان داد. به نظر می‌رسد استفاده از کود گاوی، کارایی استفاده از فسفر را افزایش داده است به گونه‌ای که در وضعیت کاربرد کود گاوی، تفاوت بین تیمارهای (CM_1P_2) و (CM_1P_1) معنی‌دار بود لیکن در وضعیت بدون کود گاوی تفاوت بین سطوح فسفر یعنی تیمارهای (CM_0P_2) و (CM_0P_1) معنی‌دار نیست. از آنجا که کودهای آلی منبعی با ارزش از عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف‌اند، هنگام کاربرد همزمان با کودهای شیمیایی تعادل تغذیه‌ای مناسبی را برای گیاه فراهم می‌کنند و به جذب بیشتر عناصر غذایی و پاسخ‌های عملکردی مشخص در گیاه، منجر می‌شوند (۲۸).

مقایسه میانگین غلظت آهن (جدول۳) نشان می‌دهد که کاربرد کود گاوی به گونه‌ای معنی‌دار غلظت و جذب آهن را در شاخساره گیاه ذرت افزایش داد. تاثیر کودهای آلی روی جذب آهن ممکن است به این دلیل باشد که کود آلی افزون بر اینکه خود دارای عناصر کم مصرفی مانند آهن می‌باشد به شکل یک منبع انرژی برای ریز-جانداران خاک بوده و در فرایند معدنی شدن به دلیل آزادسازی اسیدهای آلی، سبب کاهش موضعی pH خاک شده و جذب آهن را افزایش می‌دهد (۲۴). همچنین لیگاندهای آلی محلول که در نتیجه تجزیه مواد آلی تشکیل می‌شوند در نگهداری آهن به شکل فراهم موثرند (۳۲). بارنز و چن (۹) گزارش کردند با کاربرد کود آلی غلظت آهن در بخش شاخساره گیاه به گونه‌ای معنی‌دار افزایش یافته است. آبب (۶) بیان کرد اگرچه کاربرد ۲۰ تن بر هکتار کود گاوی بر غلظت آهن در گیاه لوبیا افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد نداشت لیکن با افزایش مقادیر کود گاوی به بیش از این مقدار غلظت آهن در مقایسه با تیمار ۲۰ تن بر هکتار به گونه‌ای معنی‌دار افزایش یافت.

نتایج به دست آمده از آزمایش (جدول۳) نشان داد که کاربرد فسفر سبب کاهش معنی‌دار غلظت آهن در شاخساره گیاه ذرت شد. بیشترین کاهش را کاربرد فسفر در سطح ۴۰۰ کیلوگرم (P_2)، نسبت به شاهد ایجاد کرده بود که میانگین کاهش آن ۳۲/۰۶ درصد بود و ممکن است نتیجه کاهش انتقال آهن از ریشه به شاخساره گیاه باشد. سینک و همکاران (۳۱) گزارش کردند که در یک سطح معین آهن با افزایش سطوح فسفر، غلظت آهن در گیاه کاهش می‌یابد. جورج و لوچی (۱۳) کاهش غلظت آهن در گیاه ذرت به وسیله فسفات را پیامد اثر بازدارندگی فسفر بر جذب آهن، به‌وسیله ریشه و یا بر انتقال آهن از ریشه به ساقه می‌دانند. این پژوهشگران بیان کردند که فسفر به دلیل رقابت با سیترات که وظیفه آن انتقال آهن به آوندهاست، مانع انتقال آهن می‌شود. رونقی و همکاران (۱) به نقل از ونکاتا و مهاتا، دلیل کاهش غلظت آهن به دنبال مصرف فسفر در گیاه برنج را تشکیل فسفات آهن در خاک می‌دانند. برهمکنش آهن و فسفات به‌طور رایج هم در محیط خاک و هم در متابولیسم گیاه رخ می‌دهد. میل ترکیبی بین Fe^{3+} و $H_2PO_4^-$ به خوبی شناخته‌شده است و از این رو رسوب فسفات آهن در شرایط مساعد رخ می‌دهد. از سوی دیگر آنیون های فسفات با گیاه برای جذب آهن رقابت می‌کنند و بنابراین فسفات در جذب و انتقال درونی آهن دخالت می‌کند (۳۲).

مقایسه میانگین جذب کل آهن (جدول۳) نشان می‌دهد که با مصرف فسفر در سطح ۲۰۰ کیلوگرم (p_1) جذب کل آهن افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت که احتمالاً به دلیل افزایش وزن خشک گیاه می‌باشد لیکن جذب کل آهن با کاربرد سطح بیشتر فسفر، کاهش یافت که می‌تواند ناشی از برهمکنش منفی بین فسفر و آهن باشد. بنا بر گزارش چاند و همکاران (۱۱) کاربرد ۶۰ میلی‌گرم فسفر، جذب آهن در سورگوم علوفه‌ای را کاهش داد.

مطالعه برهمکنش فسفر و کود گاوی بر میانگین غلظت و جذب آهن (جدول۳) نشان می‌دهد که کاربرد همزمان این دو تیمار، نسبت به شاهد و کاربرد جداگانه فسفر، معنی‌دار بود. به گونه‌ای که در وضعیت استفاده از کود گاوی همزمان با افزایش سطوح فسفر، غلظت آهن نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد در حالی که در وضعیت بدون کود گاوی با افزایش سطح فسفر به بیشترین مقدار (CM_0P_2) غلظت آهن نسبت به شاهد (CM_0P_0) کاهش معنی‌داری یافته است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ترکیب‌های آلی نقش مهمی در فراهمی آهن گیاه دارند. مواد هومیکی با تشکیل کمپلکس‌های آلی محلول از رسوب اکسیدهای آهن جلوگیری کرده و پخشیدگی آهن به سمت ریشه گیاه را افزایش می‌دهند (۲۶). امباتا (۲۲) غلظت بیشتر آهن را در سبزی‌هایی که تیمار کود آلی نیز، دریافت کرده‌اند نسبت به آنهایی که تنها با کود شیمیایی تیمار شده‌اند، گزارش کرده است. برهمکنش مثبت بین دو تیمار کود گاوی و فسفر، می‌تواند بیانگر این حقیقت باشدکه توقف آهن به دلیل اثر منفی ناشی از فسفر، ممکن است با کاربرد منابع آلی کاهش یابد. کودهای آلی به دلیل ایجاد تعادل غذایی برای گیاه، می‌توانند از اثر منفی ناشی از زیادی عناصر ویژه، جلوگیری کنند (۱۲). در واقع چنین به نظر می‌آید که کاربرد کود گاوی و فسفر اثر منفی ناشی از زیادی فسفر را تا حدی، بهبود می‌بخشد.

افزودن تیمار آهک، تاثیر معنی‌داری بر میانگین وزن خشک شاخساره نداشت (جدول۴) لیکن برهمکنش فسفر و آهک بر وزن خشک شاخساره معنی‌دار بود بطوریکه افزودن آهک در سطح اول و دوم فسفر تاثیر چندانی بر وزن خشک شاخساره نداشت لیکن افزودن آهک در بیشترین سطح فسفر (L_1P_2) سبب کاهش وزن خشک شاخساره شد. از آنجا که این کاهش در سطوح کمتر فسفر ایجاد نشده است ممکن است ناشی از تاثیر منفی کربنات کلسیم و فسفر در مقادیر زیاد، بر جذب سایر عناصر غذایی مانند عناصر کم مصرف باشد که منجر به برهم خوردن تعادل غذایی و سرانجام کاهش عملکرد گیاه می‌شود.

همان‌گونه که جدول ۴ نشان می‌دهد افزودن تیمار آهک در خاک، سبب کاهش معنی‌دار غلظت آهن شاخساره گیاه ذرت شد کاربرد آهک، جذب کل آهن را نیز به گونه‌ای معنی‌دار کاهش داد (جدول۴). کاهش در فراهمی آهن با وجود آهک ممکن است ناشی از تغییر و تبدیل آهن محلول به اکسیدها و هیدروکسیدهای نامحلول ویا جذب سطحی آهن به وسیله ذرات کربنات کلسیم باشد (۱۵و۳۰). سینک و داهایا (۳۰) گزارش کردندکه همزمان با افزایش مقادیر کربنات کلسیم از صفر تا ۸ درصد، غلظت آهن در گیاه نخود کاهش معنی‌داری یافت.

برهمکنش آهک و فسفر بر میانگین غلظت آهن (جدول۴) از نظر آماری معنی‌دار نبود. برهمکنش کود گاوی و آهک بر میانگین غلظت و جذب آهن (جدول ۵) تاثیر مثبت ناشی از کاربرد کود گاوی را همراه با آهک، نسبت به شاهد (L_0CM_0) و تیمار (L_1CM_0) نشان می‌دهد. بررسی این برهمکنش نشان می‌دهد که در وضعیت بدون کود گاوی تاثیر منفی آهک بر غلظت آهن معنی‌دار است لیکن همراه با مصرف کود گاوی غلظت آهن در دو حالت بدون آهک (L_0CM_1) و همراه با آهک (L_1CM_1) تفاوت معنی‌داری ندارد لیکن نسبت به شاهد (L_0CM_0) افزایش معنی‌داری داشته است. چنین به نظر می‌آید با وجود اثر منفی آهک بر فراهمی آهن، استفاده از مواد آلی مانند کود گاوی در یک وضعیت آهکی، به دلیل تاثیر مثبت کود در فراهمی عناصر غذایی و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، می‌تواند تا حدی اثر زیانبار ناشی از آهک را جبران کند و در فراهمی آهن برای گیاه موثر باشد.

جدول٤- اثر سطوح فسفر، آهک و برهمکنش آنها بر وزن خشک شاخساره، غلظت و جذب کل آهن در ذرت

سطح آهک (٪)	سطح فسفر (کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل) صفر	۲۰۰	٤۰۰	میانگین
	وزن خشک شاخساره (گرم در گلدان)			
صفر	۳۵/۵۴ c	۵۱/۲۶ ab	۵۲/۵۹ a	۴۶/۴۶ A
۱	۳۷/۱۹ c	۵۰/۱۷ ab	۴۹/۲۲ b	۴۵/۵۳ A
میانگین	۳۶/۳۶ B	۵۰/۷۱ A	۵۰/۹۱ A	
	غلظت آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)			
صفر	۱۵۹/۱۰ a	۱۴۵/۶۱ ab	۱۲۵/۰۵ ab	۱۴۳/۲۵ A
۱	۱۴۱/۵۴ b	۱۳۰/۶۶ b	۱۰۲/۶۰ c	۱۲۴/۹۳ B
میانگین	۱۵۰/۳۲ A	۱۳۸/۱۳ B	۱۱۳/۸۲ C	
	جذب کل آهن (میلی‌گرم در گلدان)			
صفر	۵/۸۹ b	۷/۵۹ a	۶/۷۹ ab	۶/۷۶ A
۱	۵/۵۲ b	۶/۷۴ ab	۵/۴۷ b	۵/۹۱ B
میانگین	۵/۷۰ B	۷/۱۷ A	۶/۱۳ B	

میانگین‌های دارای حروف بزرگ ،اثرات اصلی و میانگین‌های دارای حروف کوچک مربوط به برهمکنش‌ها می‌باشد.
میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون توکی تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول۵- اثر سطوح کودگاوی، آهک و برهمکنش آنها بر وزن خشک شاخساره، غلظت و جذب کل آهن در ذرت

سطح کود گاوی	سطح آهک (٪) صفر	۲	میانگین
	وزن خشک شاخساره (گرم در گلدان)		
صفر	۳۸/۸۳ b	۳۶/۵۷ b	۳۷/۷۰ B
۱	۵۴/۰۸ a	۵۴/۴۹ a	۵۴/۲۹ A
میانگین	۴۶/۴۶ A	۴۵/۵۳ A	
	غلظت آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)		
صفر	۱۱۹/۰۴ b	۹۳/۸۹ c	۱۰۶/۴۶ B
۱	۱۶۷/۴۶ a	۱۵۵/۹۷ a	۱۶۱/۷۲ A
میانگین	۱۴۳/۲۵ A	۱۲۴/۹۳ B	
	جذب کل آهن (میلی‌گرم در گلدان)		
صفر	۴/۵۴ b	۳/۴۴ b	۳/۹۹ A
۱	۸/۹۷ a	۸/۳۸ a	۸/۶۸ A
میانگین	۶/۷۶ A	۵/۹۱ B	

میانگین‌های دارای حروف بزرگ ،اثرات اصلی و میانگین‌های دارای حروف کوچک مربوط به برهمکنش‌ها می‌باشد. میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون توکی تفاوت معنی‌داری ندارند.

برهمکنش کود گاوی و آهک بر میانگین غلظت و جذب آهن (جدول ۵) تاثیر مثبت ناشی از کاربرد کود گاوی را همراه با آهک، نسبت به شاهد (L_0CM_0) و تیمار (L_1CM_0) نشان می‌دهد. بررسی این برهمکنش نشان می‌دهد که در وضعیت بدون کود گاوی تاثیر منفی آهک بر غلظت آهن معنی‌دار است لیکن همراه با مصرف کود گاوی غلظت آهن در دو حالت بدون آهک (L_0CM_1) و همراه با آهک (L_1CM_1) تفاوت معنی‌داری ندارد لیکن نسبت به شاهد (L_0CM_0) افزایش معنی‌داری داشته است. چنین به نظر می‌آید با وجود اثر منفی

آهک بر فراهمی آهن، استفاده از مواد آلی مانند کود گاوی در یک وضعیت آهکی، به دلیل تاثیر مثبت کود در فراهمی عناصر غذایی و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، می‌تواند تا حدی اثر زیانبار ناشی از آهک را جبران کند و در فراهمی آهن برای گیاه موثر باشد. برهمکنش سه تیمار ماده آلی، فسفر و آهک بر غلظت و جذب آهن شاخساره گیاه ذرت از نظر آماری معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری

کاربرد فسفر در هر دو سطح سبب افزایش وزن خشک شاخساره شد لیکن کاربرد آهک تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک شاخساره نداشت. با مصرف فسفر غلظت آهن در گیاه ذرت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. کاربرد بیشترین سطح فسفر، سبب کاهش جذب کل آهن، در گیاه ذرت شد که بیانگر برهمکنش منفی بین فسفر و آهن می‌باشد .با افزودن آهک غلظت و جذب آهن در گیاه ذرت کاهش یافت که می‌تواند نشانگر اثر منفی کربنات کلسیم بر فراهمی آهن باشد. استفاده از کود گاوی اثر مثبت بر رشد و در نتیجه غلظت و جذب آهن در گیاه ذرت داشت که نشان می‌دهد مواد آلی طبیعی به عنوان یک عامل مهم برای فراهمی آهن و ایجاد تعادل بین عناصر به‌شمار می‌آیند. بررسی برهمکنش تیمارماده آلی با هر یک از دو تیمار آزمایشی دیگر، اهمیت استفاده از کودهای آلی مانند کود گاوی را در کاهش اثرات منفی کاربرد سطوح زیاد فسفر و آهک، روشن می‌سازد.

منابع

۱- رونقی ع.، چاکرالحسینی م. و کریمیان ن.ع. ۱۳۸۱. تاثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۶ (۲).

۲- میر لوحی ا.، نوربخش ف. و رضوی ج. ۱۳۸۲. .بررسی تاثیر افزودن کود گاوی در تناوب های برنج- جو، ذرت- جو بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران ۹ تا ۱۲ شهریور، رشت.

۳- عیدی گل تپه غ. ۱۳۸۵. تاثیر دو کمپوست جدید آهن دار بر قابلیت جذب آهن در گیاه سورگوم در یک خاک آهکی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی- دانشگاه گیلان.

۴- کلباسی م. ۱۳۷۵. وضعیت مواد آلی در خاکهای ایران و نقش کمپوست. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم خاک ایران- تهران. سازمان تحقیقات کشاورزی.

۵- ملکوتی م.ج. و طهرانی م.م. ۱۳۷۸. نقش ریز مغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تاثیر کلان). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

6- Abebe G., Hattar B., and Al-Tawaha A.R.M. 2005. Nutrient availability as affected by manure application to cowpea (*Vigna unguiculate* L. walp.) on calcareous soils. Journal of. Agricultural of Social Science, 1: 1-6.

7- Antonio S.S., Jua S.A., Margarita J., Juana J., and Dolores B. 2006. Improvement of iron uptake in table grape by addition of humic substances. Journal of Plant Nutrition, 30 (1): 1- 7.

8- Aziz T., Ullah S., Sattar A., Farooq M., and Mujtaba Khan M. 2010. Nutrient availability and maize (*Zea mays*) growth in soil amended with organic manure. International Journal of Agriculture & Biology, 12: 621-624.

9- Barness E., and Chen Y. 1991. Manure and peat based iron-organocomplexes. Journal of Plant and soil, 130: 35-43.

10- Bouyoucos G.J. 1936. Direction for making mechanical analysis of soils by the hydrometer method. Journal of Soil Science, 41: 225-228.

11- Chand K., Dixit M.L., and Gupta V.K. 1995. Influence of Phosphorus fertilization on Fe and Zn in forage sorghum. Journal of Annals of Arid Zone, 34 (4): 313-315.

12- Elamin A., and Elagib M.A. 2001. Comparative study of organic and inorganic fertilizers on forage corn (*Zea mays* L.) grown on two soil types. Qatar Universal Science Journal, 21: 47-54.

13- George C.E., and Lauchi A. 1985. Phosphorus efficiency and phosphate-iron interaction in maize. Journal of Agronomy, 77: 399-403.

14- Gupta P.K. 1999. Soil, Plant, Water and fertilizer analysis. Published by Agrobios (INDIA).

15- Imas P. 2000. Integrated nutrient management for sustaining crop yields in calcareous soil. International Potash Institute coordination India. Available at http://www.ipipotash.org.

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

17- Lumpwayi N.Z., and Itaque I. 1999. Leucaena hedgerow intercropping and cattle manure application in the Ethiopian high lands I. Decomposition and release. Journal of Biology and Fertility of. Soils, 28: 182- 195.

18- Lumpwayi N.Z., and Itaque I. 1999. Leucaena hedgerow intercropping and cattle manure application in the Ethiopian high lands II nutrient balance. Journal of Biology and Fertility of Soils, 28: 204- 211.

19- Mackowiak C., Grossl P., and Bugbee B. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Science Society of America Journal, 65: 1744-1750.
20- Martin L., and Bengt N. 1995. Effects of lime and phosphorous additions on nutrient status and growth of peach (*Fagus sylvatica* L.) seedlings. Journal of Forest Ecology and Management, 74 (103): 133- 148.
21- Mathan K.K., and Amberger A. 1975. Influence of iron on the uptake of phosphorus by maize. Journal of plant and soil, 46 (2): 413- 422.
22- Mbatha A.N. 2008. Influence of organic fertilizers on the yield and quality of cabbage and carrots. Msc. Thesis. Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of the Free State Bloemfontein, Germany.
23- Olsen S.R., Cloe V., Watnebe F.S., and Pean L.A. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA, 939 USA.
24- Ouda B.A., and Mahadeen A.Y. 2008. Effect of fertilizers on growth, yield, yield components, quality and certain nutrient contents in broccoli (*Brassica oleracea*). International Journal of Agriculture and Biology, 10: 627–32.
25- Richards L.A(Ed.). 1969.Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United stats department of agriculture was hington D.C., USA.
26- Santiyago A., and Delgado A. 2007. Effects of humic substances on iron nutrition of lupin. Journal of Biology and Fertility of Soils, 43:829-836.
27- Sarhadi-Sardoui J., Ronagashi A., Maftoun M., and Karimian N. 2003. Growth and chemical composition of corn in three calcareous sandy soilof Iran as affected by applid phosphorus and manure. Journal of Agricultural Science and Technology, 5: 77-84.
28- Schoenau J.J. 2006. Benefits of long-term application of manure. Journal of. Advances in Pork Production, 17: 153-158.
29- Siddique T., Rashid M., and Saeed M. 1999. Phosphorus micronutrients relationship studies in wheat crop. Pakistan Journal of Soil Science, 16: 105-110.
30- Singh M., and Dahiya S.S. 1976. Effect of calcium carbonate and iron on the availability and uptake of iron, manganese, phosphorus and calcium in pea. Journal of Plant and Soil, 44: 511-520.
31- Singh V., Singh R., and khan N. 1993. Effect of P and Fe application on the yield and nutrient contents in chickpea. Indian Society of Soil Science, 4:186-187.
32- USEPA. 2003. Ecological soil screening level for iron. USEPA, Washington. DC 24460. Available at http://www.epa.gov/ecotox/ecossl.
33- Waling I., Van Vark W., Houba V.J.G., and Der Lee J.J. 1989. Soil and Plant analysis, a series of syllabi. Part 7, Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University.
34- Walkley A., and Black A.I. 1934. Examination of the degtjareff method for determining Soil organic matter and organic matter and a proposed modification of the chromic and titration method. Journal of Soil Science, 34: 29-38.
35- Whalen J.K., Ching C., and Olsen, B.M. 2001. Nitrogen and phosphorous mineralization potentials of soil receiving repeated annul cattle manure. Journal of Biology and Fertility of Soils, 34: 334-341.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.4, Sept.-Oct. 2012, p. 818-825

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۱، ص. ۸۲۵-۸۱۸

Effect of Lime, Phosphorus and Organic Matter on Maize Ability for Iron Uptake

L.S. Ghorashi[1]*- Gh. Haghnia[2]- A. Lakzian[3]- R. Khorasani[4]

Received: 18-12-2010
Accepted: 15-4-2012

Abstract

Iron is an essential micronutrient for plant growth. The existence of lime, low content of organic matter and excess application of phosphate fertilizer in soils are the factors affecting its availability. In this study the effects of lime, phosphorus and organic matter on growth and iron uptake of maize were evaluated. A greenhouse experiment was conducted with two levels of lime (0, 2% calcium carbonate) two levels of organic matter (0 , 1% cattle manure),three levels of phosphorus (0, 200, 400 kg ha^{-1} triple super phosphate). The experimental design used, was completely randomized ,factorial, with 2 replications. Results showed that application of cattle manure significantly increased shoot dry weight, iron concentration and iron uptake of maize. The application of lime had no significant effect on shoot dry weight however it decreased iron concentration and iron uptake of maize. Application of phosphorus increased shoot dry weight but decreased iron concentration and iron uptake of plant. The study of organic matter interaction with one of the other treatments showed that application of organic manure can improve the negative effects of lime and phosphorus.

Keywords: Calcium carbonate, Cattle manure, Plant nutrition, Micronutrient

1,2,3,4- MSc Student, Professor, Associate Professor, and Assistant Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, Respectively
(*- Corresponding Author Email: leili.ghorashi@gmail.com)