بررسی عناصر غذایی کم مصرف در برخی از خاک های شالیزاری و غیرشالیزاری استان فارس

عبدالصمد غلامی [۱]، مجید باقر نژاد [۲]، سید علی ابطحی [۲]، حمیدرضا اولیایی [۳]، صدیقه صفرزاده شیرازی [۴]
۱-دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲-استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۳-دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، ۴-استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
یکی از مهمترین ویژگی های خاکهای غرقاب، پتانسیل اکسید و احیاء است که بر تغییرات الکتروشیمیایی و بیوشیمیایی خاک از جمله حلالیت و قابلیت دسترسی عناصر غذایی بویژه عناصر غذایی کم مصرف مانند روی، مس، و آهن تاثیر دارد. این پژوهش به منظور بررسی و مقایسه شکل قابل استفاده عناصر کم مصرف در برخی از خاکهای شالیزاری و غیرشالیزاری استان فارس و تاثیر شرایط غرقاب بر حلالیت این عناصر در افقهای مختلف انجام شد. ۱۰ پروفیل در اراضی شالیزاری با سابقه کشت برنج بیش از ۵۰ سال و ۱۰ پروفیل در اراضی غیرشالیزاری انتخاب و شکل قابل استفاده عناصر کم مصرف در افقهای مختلف اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که شرایط غرقابی و کشت طولانی مدت برنج، باعث افزایش حلالیت و قابلیت دسترسی تمام عناصر کم مصرف بویژه در افقهای سطحی شده به طوری که نیازی به افزودن این عناصر بویژه آهن در این اراضی نیست.

واژه های کلیدی: شالیزار، غیرشالیزار، عناصر کم مصرف

مقدمه
عناصر کم مصرف برای گیاهان ضروری بوده و کمبود آن ها در انسان نیز سلامتی را به خطر می اندازد. شالیزارها وسیع‌ترین اراضی غرقاب در سطح جهان می‌باشند که تحت تاثیر فعالیت‌های انسان قرار گرفته‌اند. فرایند کاهش زیستی در شرایط بی هوازی به شدت بر چرخه بیوژئوشیمیایی شکل های آلی و غیرآلی کربن، نیتروژن، فسفر، گوگرد و عناصر کم مصرف (وای و همکاران، ۲۰۱۲) و همچنین بر آزادسازی مواد غذایی، تغییر شکل عناصر و اصلاح محیط زیست تاثیرگذار است (لاولی و همکاران، ۲۰۰۴). ویژگی های مختلف فیزیکی (مانند بافت) و شیمیایی خاک ها (مانند وضعیت اکسایش-کاهش، پ هاش خاک، مواد آلی، شوری، نوع کانی های رسی و وجود برخی از ترکیبات شیمیایی غیرآلی مانند کربنات ها و سولفیدها) بر وضعیت و تحرک عناصر کم مصرف اثر میگذارند (گامبرل، ۱۹۹۴).

یکی از مهم ترین ویژگی های خاک های غرقاب، پتانسیل اکسید و احیاء است که بر تغییرات الکتروشیمیایی و بیوشیمیایی خاک از جمله حلالیت، قابلیت دسترسی عناصر غذایی و انحلال و رسوب کانی ها تاثیر دارد. شرایط غرقاب به دلیل تاثیر بر پتانسیل اکسایش-کاهش اثرات زیادی بویژه بر تغییر شکل شیمیایی ترکیبات آهن و منگنز در خاک دارد. چرخه های متناوب اکسایش و کاهش در دوره های طولانی و به دنبال آن تحرک و تجمع یا تخلیه آهن و منگنز با عمق سطح آب زیرزمینی در ارتباط است (کوستانتینی و همکاران، ۲۰۰۶). در شرایط احیایی، آهن و منگنز متحرک شده، در طول افق های خاک به حرکت در می آیند و با رسیدن به مکان اکسیدی تر (با تهویه بهتر) از حالت محلول به شکل نامحلول در آمده و رسوب می کنند. غلظت آهن فرو در خاک های شالیزار تحت تاثیر پ هاش، ظرفیت تبادل کاتیونی، دما، ماده آلی، رس، نوع و مقدار هیدروکسیدهای آهن سه ظرفیتی می باشد ساهراوات (۲۰۰۵). مهمترین تغییرات الکتروشیمیایی که بر شیمی و حاصلخیزی خاکهای غرقاب و رشد محصول تأثیر میگذارد را تغییرات پ هاش، پتانسیل احیاء، هدایت الکتریکی، تبادل یونی می داند. تمام این عوامل، بر قابلیت جذب عناصر غذایی و مصرف آنها بوسیله برنج غرقاب موثر است.

مس از جمله عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه می باشد که کمبود آن عمدتا در خاک های شنی، آهکی و خاک های غنی از مواد آلی اتفاق می افتد. از پارامترهای مؤثر بر حلالیت و قابلیت دسترسی مس می توان به پ هاش، مواد آلی، پتانسیل اکسیداسیون و احیاء اشاره کرد این عنصر به دلیل داشتن اعداد اکسیداسیون مختلف، تحت تاثیر تغییرات پتانسیل احیایی خاک ها قرار می گیرد (بارکر و پیلبیم، ۲۰۰۷). تحقیقات تامپترسون و همکاران (۲۰۰۴) نیز نشان داد که در پ هاش ثابت، متناسب با کاهش پتانسیل احیایی، حلالیت مس کاهش یافت که بخشی از این کاهش را به احیای مس دو ظرفیتی به یک ظرفیتی نسبت دادند. پارامترهای دیگری مانند تشکیل ترکیبات کم محلول سولفیدی، انحلال اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز و تغییر و تحولات مواد آلی نیز ممکن است بر حلالیت این عنصر در شرایط غرقاب تاثیرگذار باشد.

پراکندگی و مقادیر ترکیبات گوناگون آهن و منگنز در خاک تا حد زیادی بوسیله ماهیت مواد مادری، شرایط اقلیمی، فرآیندهای خاکسازی، چرخه های زیستی، نوسانات فصلی آب های زیرزمینی، پتانسیل اکسایش و کاهش، مواد آلی و برهمکنش سایر عناصر غذایی تعیین می گردد. شرایط زهکشی به دلیل تاثیر بر فرآیندهای اکسایش-کاهش خاک، بر شکل های شیمیایی و ترکیبات آهن و منگنز از جمله اکسیدها و هیدروکسیدهای این عناصر و توزیع آنها در نیمرخ خاک اثرات شدیدی دارد (اولیایی و همکاران، ۱۳۸۸). توزیع آهن و منگنز و تجمعات آنها در خاک های دارای آب زیرزمینی بالا با خاک هایی که به طور فصلی اشباع می شوند متفاوت است، به طوری که ترکیبات و تجمعات آهن و منگنز در خاک های با آب زیرزمینی بالا در امتداد حاشیه موئینگی بوده و در خاک

های با اشباع فصلی در مجاورت حفرات ریز با تهویه ضعیف قرار دارند. پتانسیل اکسایش منگنز بالاتر از آهن می باشد این امر بر نحوه توزیع این عنصر در نیمرخ خاک مؤثر بوده و می تواند درجه اکسایش و کاهش خاک باشد (کورنل و شورتمن، ۲۰۰۳)

کاهش آهن فریک در خاک های آهکی بوسیله ریزجانداران کاهنده و تبدیل آن به آهن فرو می تواند منجر به افزایش فراهمی آهن در این خاک ها و تامین این عنصر برای گیاهان شود (والنسیا کانترو و همکاران، ۲۰۰۷). شارما و میترا (۱۹۹۰) علت افزایش قابلیت جذب آهن و منگنز را در شرایط غرقابی، احیاء آهن سه ظرفیتی و کاهش پ هاش در محیط اطراف ریشه و افزایش قابلیت جذب مس را نتیجه کاهش پ هاش خاک و تشکیل کمپلکس های محلول با مواد آلی می دانند. به عقیده این محققین کاهش قابلیت جذب روی به دلیل جذب سطحی این عنصر توسط مواد آلی خاک و پایداری کمپلکس روی-ماده آلی می باشد.بر اساس تحقیقات گیل و ملیو (۱۹۸۳) افزایش قابلیت جذب فسفر را تبدیل شدن فسفات های آهن فریک به فسفات های فرو با قابلیت انحلال زیادتر، افزایش انحلال برخی اسیدهای آلی در شرایط غرقابی و جانشین شدن فسفات با آنیون های آلی نسبت دادند.

با توجه به آهکی بودن خاک های استان فارس و پ هاش قلیایی این خاک ها و کمبود عناصر کم مصرف در آن ها و همچنین اهمیت کشت برنج در ایران و شرایط ویژه آن، این تحقیق برای بررسی شرایط غرقاب بر روی حلالیت و قابلیت استفاده عناصر کم مصرف در برخی از شالیزارهای استان فارس و مقایسه آن با اراضی غیرشالیزاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام پژوهش تعدادی از مناطق شالی‌کاری استان فارس (۱۰ منطقه) با سابقه طولانی کشت برنج (بیشتر از ۵۰ سال) انتخاب گردید. در هر منطقه دو نیمرخ یکی دارای کاربری کشت برنج (شالیزار) و دیگری بکر یا کاربری مرتع یا دیگر محصولات کشاورزی (غیرشالیزار)، بر روی مواد مادری کاملاً یکسان و شیب یکسان و در مجاورت آن حفر گردید.(۱۰ نیمرخ در اراضی شالیزاری و ۱۰ نیمرخ در اراضی غیرشالیزاری حفر شد). از هر افق یك نمونه برداشته و تجزیه های فیزیکی و شیمیایی مانند بافت، پ‌هاش، قابلیت هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک،کربنات کلسیم معادل، کربن آلی و سایر تجزیه های لازم انجام شد. شکل های محلول و قابل تبادل عناصر کم مصرف (آهن، روی، مس، و منگنز) بوسیله عصاره گیر DTPA استخراج (لینزی و نورول، ۱۹۷۸) و سپس با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

دامنه تغییرات پ هاش از خنثی تا قلیایی (۷ تا ۴/۸) را نشان می دهد. پ هاش در اراضی شالیزاری تا حدودی کاهش داشت اما این اختلاف معنی دار نیست. میزان کربن آلی حداکثر ۸/۲ درصد در افق Apg شالیزار و حداقل ۱/۰ درصد در افق های زیرین غیرشالیزار متغیر است. این مقدار در شالیزارها بیشتر می باشد که نشان از تاثیر کشت طولانی مدت برنج بر افزایش کربن آلی بویژه در افق های سطحی دارد. لال (۲۰۰۴) کشت برنج تحت شرایط غرقاب را عامل مهمی در نگهداشت کربن آلی بیان کرده و دلیل آن را تجزیه کمتر مواد آلی در شرایط غرقاب نسبت به شرایط هوازی و تشکیل کمپلکس های اکسیدهای آهن با مواد آلی ذکر نموده است. تغییرات تناوبی در شرایط رطوبتی خاک های شالیزاری برخلاف خاک های مجاور تاثیر مهمی بر بازگشت مواد آلی خاک، پویایی عناصر غذایی، پایداری و نگهداشت کربن و حاصلخیزی خاک دارد (ویت و هافل، ۲۰۰۵).

در نیمرخ های هر دو اراضی، میزان کربن با عمق کاهش یافته که این کاهش بویژه در نیمرخ های شالیزار بیشتر بود. علت این امر مقادیر بالاتر کربن آلی در افق های سطحی نسبت به افق های میانی و زیرین اراضی شالیزار می باشد. کاهش کربن آلی در اراضی غیرشالیزاری با شیب کمتری صورت گرفت. درصد بالای رس در افق های بالایی اراضی شالیزاری همراه با مقادیر زیادتر کربن آلی و همچنین افزایش میزان رس های با CEC زیادتر (بویژه اسمکتیت) در این افق ها موجب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی شده است.

شرایط اکسایش و کاهش متناوب در اراضی شالیزاری در مقایسه با اراضی غیرشالیزاری بر شکل های عناصر کم مصرف تاثیر گذاشته و باعث تغییر در مقدار آنها بویژه در افق های سطحی (۲۰-۰ سانتی متری) و زیرسطحی (۴۰-۲۰ سانتی متری) گردید. در تمام نیمرخ های حفر شده در اراضی شالیزار مقادیر آهن استخراج شده بوسیله DTPA (آهن قابل استفاده) بیشتر از اراضی غیرشالیزاری بوده و در افق های سطحی بیشترین میزان را نشان می دهد. با افزایش عمق در نیمرخ های شالیزاری میزان آهن محلول و تبادلی کاهش می یابد. در نیمرخ های شالیزار دامنه تغییرات آهن قابل استخراج با DTPA از حداقل ۷/۶ در افق های C_g تا حداکثر ۲/۴۴ میلی گرم بر کیلوگرم در افق Apg تعیین گردید. در نیمرخ های غیرشالیزار دامنه تغییرات آهن از ۴/۶ تا ۵/۱۳ میلی گرم بر کیلوگرم متغیر بود. در بیشتر این نیمرخ ها میزان آهن در افق های سطحی کمتر و در افق های زیرسطحی افزایش یافته و در افق های زیرین کاهش محسوس داشت.

در شرایط احیاء نسبت به شرایط هوازی، مقادیر بیشتری از عناصر کم مصرف در شکل تبادلی بر روی کلوئیدهای خاک قرار می گیرند. کربن آلی نیز بر آهن قابل دسترس خاک دارای اثر مثبت بوده و با تشکیل کمپلکس های آلی-فلزی بر رفتار همه عناصر کم مصرف به استثناء منگنز مؤثر است. کاهش منابع آهن فریک در شرایط بی هوازی غالبا بوسیله فرایندهای میکروبی کنترل می شود (وای و همکاران، ۲۰۱۲). مطالعات سان و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که بر اثر فرایند کاهش زیستی بوسیله باکتری های کاهنده در خاک های با مقادیر زیاد آهن فریک (اکسیدهای آهن آزاد)، مقادیر زیادی آهن فرو نیز تشکیل می شود. ایشان باکتری های کاهنده آهن مانند کلستریدیم و باسیلوس را از مهم ترین گونه ها در کاهش آهن فریک در خاک های شالیزاری پس از غرقاب گزارش کردند.

دامنه تغییرات منگنز قابل استخراج با DTPA به ترتیب از ۱/۱ تا ۲/۱۰ و ۴/۲ تا ۲/۱۴ میلی گرم بر کیلوگرم در نیمرخ های غیرشالیزاری و شالیزاری تعیین گردید. به طور کلی میزان منگنز قابل استفاده در شالیزار بیشتر از غیرشالیزار تعیین گردید که نشان می دهد شرایط غرقاب و احیایی باعث افزایش میزان آن شده است. میزان این عنصر بر خلاف آهن در افق های سطحی اکثر نیمرخ های شالیزار کمتر از افق های زیرسطحی بود. بنا بر اظهارات مورگان و ماسکانگی (۱۹۹۱) دامنه پایداری pH و Eh، برای Mn^{+2} در خاک بیشتر و وسیع تر از Fe^{+2} است. پتانسیل احیاء استاندارد (Eh) سیستم منگنز به طور معمول بیشتر از آهن(۲۳/۱ در برابر ۷۷/۰ ولت) است. بنابراین منگنز سریع تر از آهن به فرم کاهشی درآمده و دشوارتر از آهن اکسید می گردد_درنتیجه منگنز سریع تر تحت تاثیر شرایط کاهشی قرار می گیرد و این ویژگی منگنز باعث می شود تحرک بیشتری در خاک داشته و قادر به طی مسافت بیشتری در طول نیمرخ باشد که این امر می تواند روند افزایشی آن را در افق های زیرین توجیه کند. در شرایط هوازی، اکسیژن به عنوان گیرنده نهایی الکترون در خاک عمل می کند، در حالی که در شرایط بی هوازی، سایر الکترون گیرنده ها در صورت تداوم اکسایش ترکیبات آلی توسط باکتری ها وارد عمل می شوند. سایر الکترون گیرنده های اصلی در شرایط بی هوازی به ترتیب NO_3^-، SO_4^{-2} ، MnO_2،$Fe(OH)_3$، و CO_2 هستند. Mn^{+2} به دلیل پتانسیل اکسایش بالاتر نسبت به Fe^{+2} دارای تحرک بیشتری در خاک است. براین اساس احیاء منگنز پس از آن صورت می گیرد که مقدار عمده نیترات موجود در خاک کاهش یابد.

در تمام نیمرخ های شالیزاری روی قابل جذب بیشتر از نیمرخ های غیرشالیزاری تعیین گردید. که نشان از تاثیر مثبت شرایط غرقاب بر افزایش میزان این شکل از عنصر را دارد. این مقدار از ۳/۰ تا ۷/۲ میلی گرم بر کیلوگرم در غیرشالیزارها و از ۴/۰ تا ۹/۶ میلی گرم بر کیلوگرم در شالیزارها متغیر بود و با افزایش عمق در هر دو نیمرخ میزان آن کاهش پیدا کرد.

در تمامی اراضی شالیزار میزان مس قابل استخراج با DTPA بیشتر از اراضی غیر شالیزار برآورد گردید. دامنه این تغییرات قابل به ترتیب از ۲/۰ تا ۵/۱ و ۷/۰ تا ۹/۲ میلی گرم بر کیلوگرم در نیمرخ های غیرشالیزاری و شالیزاری تعیین گردید. نتایج عباس پور (۱۳۹۰) نشان داد که کاهش پتانسیل احیایی در اثر غرقابی کردن خاک های اسیدی و آهکی سبب افزایش شاخص تحرک مس شد که نشان دهنده افزایش قابلیت دسترسی مس در این شرایط می باشد. ونگ و استانتون (۲۰۰۶) افزایش حلالیت مس را در خاک های غرقابی نسبت به خاک های با زهکشی مناسب مشاهده نمودند.

منابع

اولیائی، ح.ر.، ادهمی، ا.، جعفری، س.، قاسمی ر. و رجائی، م. ۱۳۸۸. توزیع پذیرفتاری مغناطیسی در ارتباط با ترکیبات آهن در برخی خاک های انتخابی استان فارس. پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه‌های ۱۹۱ تا ۲۰۴.

عباس پور، علی. ۱۳۹۰. مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۵، شماره ۴. اثر غرقاب کردن خاک و کاربرد بقایای گیاهی بر توزیع شکل های مختلف مس.

Barker, A.V., and pilbeam D.J. ۲۰۰۷.Handbook of plant nutrition. Taylor and francis Group

Cornell, R.M., and Shwertmann U. ۲۰۰۳.The iron oxides: Structure, properties, reactions,occurance and uses.۲nded.VCH, Weinheim, Germany.

Costantini E.A.C., Pellegrini S., Vignozzi N., and Barbetti R. ۲۰۰۶.Micromorphological characterization and monitoring of internal drainage insoils of vineyard and olive groves in central Italy.Geoderma. ۱۳۱: ۳۸۸-۴۰۳.

Gambrell R.P. ۱۹۹۴. Trace and toxic metals in wetlands- a review. J. Environ.Qual. ۲۳: ۸۸۳-۸۹۱.

Gill, H.S, and Meelu O.P. ۱۹۸۳.Studies on the utilization of phosphorus and causes for its differentialresponsein rice-wheat rotation.Plant Soil. ۷۴: ۲۱۱-۲۲۲.

Lal R. ۲۰۰۴. Offsetting China's CO_2 emission by soil carbon sequestration.Clim. Change ۶۵: ۲۶۳-۲۷۵.

LindsyW.L., and Norvell W.A. ۱۹۷۸. Development of DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J.۴۲: ۴۲۱-۴۲۸.

Lovley D.R., Holmes D.E., and Nevin K.P. ۲۰۰۴.DissimilatoryFe(III) andMn(IV) reduction. Advances in Microbial Physiology. ۴۹: ۲۱۹-۲۸۶.

MoraghanJ.T., and Mascagni H.J. ۱۹۹۱. Enviromental and soil factor affecting micronutrient deficiencies and toxicities. p. ۳۷۱-۴۲۵. In J.J. Mortvedt et al (ed.) Micronutrients in agriculture. ۲nd ed.Soil Science Society of America, Madison, WI.

Sharma A. R., and Mitra B.N. ۱۹۹۰. Response of rice to rate and time of application of organic material.J.Agric. Sci. ۱۱۴: ۲۴۳-۲۴۹.

Sun L., Qu D., and Wei Y. ۲۰۰۸.Effect of illumination on iron oxidereduction in anaerobic paddy soils.ActaPedologicaSinica. ۴۵: ۶۲۸-۶۳۴.

Valencia-Cantero E., Hernandez-Calderon E., Velazquez-Becerra C., Alfaro-Cuevas R., and"Lopez-Bucio J. ۲۰۰۷. Role of dissimilatory fermentative iron-reducing bacteria in Fe uptake by common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plantsgrown in alkaline soil. Plant Soil J. ۲۹۱ : ۲۶۳-۲۷۳.

Wang G. And Staunton S. ۲۰۰۶. Evolution of water-extractable copper in soil with timeAs a function of organic matter amendments and aeration. European j. Soil Sci. ۵۷ : ۳۷۲۳۸۰.

Witt C., and Haefele S.M. ۲۰۰۵. Paddy Soils, P ۱۴۱-۱۵۰. In: Hillel, D. (ed.),Encyclopedia of soils in the environment, Vol. ۳. Academic Press; ColumbiaUniversity, New York, USA.

Yi W., Wang B., and Qu D. ۲۰۱۲.Diversity of isolates performing Fe (III)reduction from paddy soil fed by different organic carbon sources.Afric. J.Biotechnol

Abstract

Reduction and oxidation potentials is one of the important chemical characteristics of waterlogging soils that affect electrochemical and biological changes such as the solubility and availability of nutrients, especially micronutrients such as zinc, copper, and iron. This study was conducted to compare available form of micronutrients in some paddy and non-paddy soils of Fars province and evaluate the effect of waterlogging conditions on these nutrients availability. Ten profiles of paddy fields and ۱۰ profiles of non-paddy land were selected and available form of micronutrients at different horizons was measured. Results showed that waterlogging conditions and long-term cultivation of rice, increased solubility and availability of all micronutrients, especially in the surface horizon. Therefore it is not necessary apply these nutrients especially Fe to this fields.