شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: شیمی خاک

تاثیر غرقاب بر پتانسیل اکسایش-کاهش ، منگنز قابل دسترس و واکنش خاک در شالیزارهای استان گیلان

زینب علی‌پور[۱]، اکبر فرقانی[۲]، محمود فاضلی سنگانی[۱۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

[۳] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

چکیده

شناخت روند تغییرات عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در طول دوره غرقاب در خاک‌های شالیزاری برای مدیریت و بهره‌برداری پایدار از این اراضی ضروری می‌باشد. منگنز یکی از عناصر ضرروری و کم‌مصرف در تغذیه گیاهان محسوب می‌شود که به شکل احیایی برای گیاهان قابل استفاده است. هدف از این پژوهش بررسی روند تغییرات همزمان منگنز قابل دسترس، پتانسیل اکسایش-کاهش و واکنش خاک در طول دوره غرقاب در خاک های شالیزاری استان گیلان می‌باشد. به این منظور، غلظت منگنز قابل دسترس در خاک، مقدار pH و Eh در ۱۰ نوع خاک شالیزاری مختلف که در آزمایشگاه به مدت ۴۵ روز به حالت غرقاب درآمدند و در بازه‌های زمانی ۰، ۷، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد اثر نوع خاک، زمان غرقاب و برهمکنش این دو فاکتور بر مقدار pH، Eh و منگنز قابل دسترس خاک معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که شیب افزایش غلظت منگنز قابل دسترس خاک در زمان صفر تا ۱۵ روز پس از غرقاب افزایشی و شدید و از زمان ۱۵ تا ۴۵ روز کاهشی و تدریجی است به‌طوری که غلظت نهایی منگنز قابل دسترس خاک در پایان دوره‌ی غرقاب بیشتر(۱۶ برابر) از مقدار اولیه قبل از غرقاب کردن خاک می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش میزان منگنز قابل جذب در طی دوره‌ی غرقاب برای برخی از خاک‌ها ممکن است به حد سمیت برای گیاه برسد. بنابراین پیشنهاد می‌شود غلظت منگنز قابل دسترس خاک در طول دوره غرقاب در خاک‌های شالیزاری پایش شود.

کلمات کلیدی: خاک غرقاب، عناصر کم‌مصرف، تغییرات زمانی، سمیت منگنز.

مقدمه

در میان غلات، برنج از جمله محصولات مهم کشاورزی در ایران است که نیاز به آب فراوان داشته و عمدتاً در شرایط غرقاب کشت می‌شود. بنابراین شناخت عوامل کنترل کننده کمیت و کیفیت تولید برنج غرقابی از جمله عوامل مربوط به تغذیه آن بسیار اهمیت دارد (حاجی‌بلند و خسروپناه، ۱۳۸۴). خاک‌های شالیزاری که برنج به صورت غرقاب در آن‌ها کشت می‌شود، نوع خاصی از خاک‌ها هستند که توسعه، تکامل و خصوصیات مورفولوژیک، فیزیکی، شیمیایی و زیستی آن‌ها به شدت تحت تأثیر شرایط غرقاب و خشک و تر شدن متناوب می‌باشد. این خاک‌ها از جنبه‌های مختلفی از جمله ذخیره بالای آب در خاک و جلوگیری از هدررفت آن، کاهش خطرات فرسایش و حاصلخیزی ذاتی خوب دارای اهمیت هستند (Torabi Golsefidi و همکاران ۲۰۱۱). غرقاب نمودن خاک به دلیل کاهش سرعت انتشار اکسیژن به داخل خاک باعث ایجاد شرایط غیر هوازی در خاک می‌شود که این فرایند غلظت عناصر کم‌مصرف خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Kashem و Sing، ۲۰۰۱).

منگنز یکی از عناصر ضرروری و کم‌مصرف در تغذیه گیاهان محسوب می‌شود و از جمله عناصری می‌باشد به دلیل امکان تبدیل حالت‌های اکسیداسیون آن به یکدیگر، در واکنش‌های اکسایش-کاهش نقش مهمی دارد (حاجی‌بلند و خسروپناه، ۱۳۸۴). تحرک منگنز در خاک‌ها به واکنش خاک(pH) و پتانسیل اکسایش-کاهش(Eh) بستگی زیادی دارد (Karczewska، ۲۰۰۲). دامنه‌ی مناسب برای غلظت منگنز در گیاه برنج۷۰۰-۴۰(میلی‌گرم در کیلوگرم) می‌باشد که حد بحرانی برای کمبود کمتر از ۴۰ و حد بحرانی برای بیش‌بود بیشتر از ۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بافت گیاه برنج می‌باشد. در شرایط کمبود منگنز کلروز بین رگبرگی اتفاق افتاده و در برگ‌های جوان، رنگ سبز خاکستری کم‌رنگ از نوک به طرف انتهای برگ گسترش می‌یابد. نقاط قهوه‌ای نکروزه در برگ پدیدار شده و در نهایت برگ به رنگ قهوه‌ای تیره در خواهد آمد. در شرایط بیش‌بود منگنز نقاط زرد متمایل به قهوه‌ای بین رگبرگ‌ها که به طرف سطح برگ گسترش می‌یابد، دیده می‌شود. خشک شدن نوک برگ در حدود هشت هفته بعد از کاشت، کلروزه شدن برگ‌های جوان‌تر با علایم مشابه با کلروز آهن، توقف رشد، کاهش پنجه‌زنی، عقیمی، و کاهش عملکرد از دیگر علایم بیش‌بود منگنز می‌باشد (داوودی و همکاران، ۱۳۹۳).

[۱] ایمیل نویسنده مسئول: zeynab_alipour73@yahoo.com

با توجه به اینکه استان گیلان یکی از قطب‌های مهم کشاورزی ایران است که شالیکاری زراعت عمده آن محسوب می‌شود، شناسایی جنبه‌های مختلف اراضی شالیزاری به‌ویژه وضعیت عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در طول دوره غرقاب برای مدیریت و بهره‌برداری پایدار از این اراضی ضروری می‌باشد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی روند تغییرات همزمان منگنز قابل دسترس(Mn_A)، پتانسیل اکسایش-کاهش(Eh) و واکنش خاک(pH) در طول دوره غرقاب به منظور مدیریت تغذیه‌ای عنصر منگنز در خاک‌های شالیزاری استان گیلان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت یک آزمایش فاکتوریل شامل دو فاکتور نوع خاک (در ۱۰ سطح) و زمان (در ۵ سطح) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در محدوده خاک‌های شالیزاری استان گیلان در سال ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. برای انجام این پژوهش ابتدا تعداد ۱۰ نمونه‌ی خاک از شالیزار-های استان گیلان به صورت نمونه مرکب (هر نقطه حداقل ۵ کیلوگرم) تهیه گردید. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیده و بخشی از آن از الک ۲ میلی متری عبور داده شد و سپس در این بخش از نمونه‌ها درصد آهک (با استفاده از روش تیتراسیون)، بافت خاک (به روش هیدرومتری)، مواد آلی (به روش والکلی– بلک)، pH (در عصاره‌ی ۱ به ۲/۵ خاک به آب) و EC (در عصاره‌ی اشباع) اندازه‌گیری شد (Page و همکاران ۱۹۸۲). برای بررسی اثر غرقاب بر تغییرات Mn_A ، Eh و pH مقدار یک کیلوگرم از هر خاک در گلدان‌های پلاستیکی ریخته شد و با افزودن آب به طوری که عمق آب روی خاک در حدود ۲ سانتی‌متر ثابت بود، به حالت غرقاب درآمد و در طول دوره آزمایش در دمای آزمایشگاه (۲۵ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند. مقدار منگنز قابل دسترس با روش DTPA (Lindsay و Norvell، ۱۹۷۸)، پتانسیل اکسایش-کاهش با دستگاه Ehمتر (AZ Inestrument 86505) و pH با دستگا pH متر (ORION 420A) پس از گذشت زمان‌های ۰، ۷، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ در خاک هر گلدان اندازه‌گیری شد. برای بررسی اثر فاکتورهای مورد بررسی بر سه متغیر مورد نظر از تجزیه واریانس (ANOVA) و برای مقایسهٔ میـانگین‌هـا از آزمـون توکی در سطح ۵ درصد در نـرم افزار SPSS-22، استفاده شد. رسم نمودارها در محیط نرم افزار Excel انجام شد.

شکل۱- نمای خاک‌های غرقاب شده در طول دوره آزمایش

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی در جدول (۱) ارائه گردیده است. همانطور که این جدول نشان می‌دهد pH خاک‌های مورد بررسی دارای محدوده‌ی اسیدی تا خنثی می‌باشند. مقدار هدایت الکتریکی (EC) خاک‌ها در محدوده ۵۳۰ -۱۷۸۰ میکروموس بر سانتی‌متر تغییر می‌کند که نشان می‌دهد خاک‌های مورد بررسی جزء خاک‌های غیر شور (EC<۲۰۰۰) طبقه‌بندی می‌شوند(جعفری، ۱۳۹۳) مقدار کربنات کلسیم معادل اندازه‌گیری شده در خاک‌ها با میانگین ۱۶درصد بیانگر این است که خاک‌های مورد مطالعه مقدار قابل توجهی ماده مادری آهکی دارند. درصد مواد آلی خاک‌ها که در دامنه‌ی ۳/۳۶ - ۶/۷۲ تغییر می‌کند نشان می‌دهد این خاک‌ها دارای مقادیر نسبتاً بالایی از مواد آلی هستند. درصد سه ذره رس، سیلت و شن در این خاک‌ها بیانگر بافت ریز (اغلب لوم رسی) که خاک مناسب برای شالیزار از نظر بافت خاک می‌باشند.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

آماره	هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی متر)	کربنات کلسیم معادل (٪)	مواد آلی(٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)
میانگین	۹۱۶/۹	۱۶	۴/۹۳	۳۸/۳	۲۹/۳	۳۲/۴
حداکثر	۱۷۸۰	۲۰	۶/۷۲	۶۲/۳	۵۶/۴	۵۸/۶
حداقل	۵۳۰	۱۰	۳/۳۶	۲۶/۱	۱۵/۴	۱۲/۶
انحراف معیار	۳۶۶/۹	۳/۹	۱/۹	۱۱/۲	۱۲/۱	۱۴/۳
ضریب تغییرات	۰/۴۰	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۹	۰/۴۱	۰/۴۴

نتایج تجزیه واریانس بررسی اثر نوع خاک، طول زمان غرقاب و برهمکنش این دو فاکتور بر سه ویژگی pH، Eh و Mn_A و همچنین توصیف آماری سه متغیر مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد، نوع خاک و زمان غرقاب اثر معنی‌داری بر مقدار pH، Eh و Mn_A گنز قابل دسترس داشت ($p<۰/۰۱$). همچنین جدول ۲ نشان می‌دهد که برهمکنش نوع خاک و زمان غرقاب اثر معنی‌داری بر مقدار pH، Eh و Mn_A داشت ($p<۰/۰۱$). این بدان معنی است که سه متغیر pH، Eh و Mn_A در خاک‌های مختلف در طول دوره غرقاب روند تغییرات متفاوتی دارند که از نظر آماری با یکدیگر متفاوت هستند. توصیف آماری نیز نشان می‌دهد که در طول دوره غرقاب بررسی شده در این آزمایش تغییرات زیادی از نظر شیمیایی در این خاک‌ها ایجاد می‌شود. در این بین Eh با دارا بودن بیشترین ضریب تغییرات (۳/۳۱) بیشترین تغییرپذیری را در طول غرقاب از خود نشان می‌دهد به‌طوری که در طول این مدت از حداکثر ۵۰۷/۵+ به حداقل ۱۷۲/۴- تغییر پیدا کرد. ضریب تغییرات منگنز قابل دسترس(۰/۷۸) هم نشان می‌دهد که مقدار این متغیر در خاک‌های مختلف و در طول زمان غرقاب تغییر قابل توجهی دارند به‌طوری که در طول این مدت از حداقل ۱/۳۴ به حداکثر ۱۹۵/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک‌ها تغییر پیدا کرد. pH با دارا بودن کمترین ضریب تغییرات (۰/۰۳) کمترین تغییرپذیری را در طول غرقاب از خود نشان می‌دهد به‌طوری که در طول این مدت از حداقل۶/۶ به حداکثر ۷/۷ در خاک‌ها تغییر پیدا کرد چون pH اکثر خاک‌های مورد مطالعه نزدیک به pH خنثی بوده و با توجه به این‌که در شرایط غرقاب pH به سمت خنثی میل می‌کند بنابراین انتظار بر این است که کم‌ترین ضریب تغییرات را دارا باشد.

جدول ۲- توصیف آماری و نتایج تجزیه واریانس پیامد نوع خاک و زمان غرقاب و برهم‌کنش آن‌ها بر pH ، Eh و Mn_A

	منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
			pH	Eh	Mn_A
تجزیه واریانس	نوع خاک (S)	۹	۰/۲۹**	۲۳۰۱۸/۳**	۱۲۹۵۹/۹**
	زمان غرقاب (T)	۴	۰/۳۸**	۱۵۶۰۰۷۹/۱**	۷۴۴۴۶/۷**
	S×T	۳۶	۰/۰۸**	۸۸۱۶/۰۳**	۲۰۹۹/۶**
	خطا	۱۰۰	۰/۰۰۳	۴۴/۵	۶/۶
توصیف آماری	میانگین		۷/۱۷	۶۴/۷	۷۳/۵۳
	حداکثر		۷/۷	۵۰۷/۵	۱۹۵/۲
	حداقل		۶/۶	-۱۷۲/۴	۱/۳۴
	انحراف معیار		۰/۲۲	۲۱۴/۵	۵۷/۷۳
	ضریب تغییرات		۰/۰۳۰	۳/۳۱	۰/۷۸

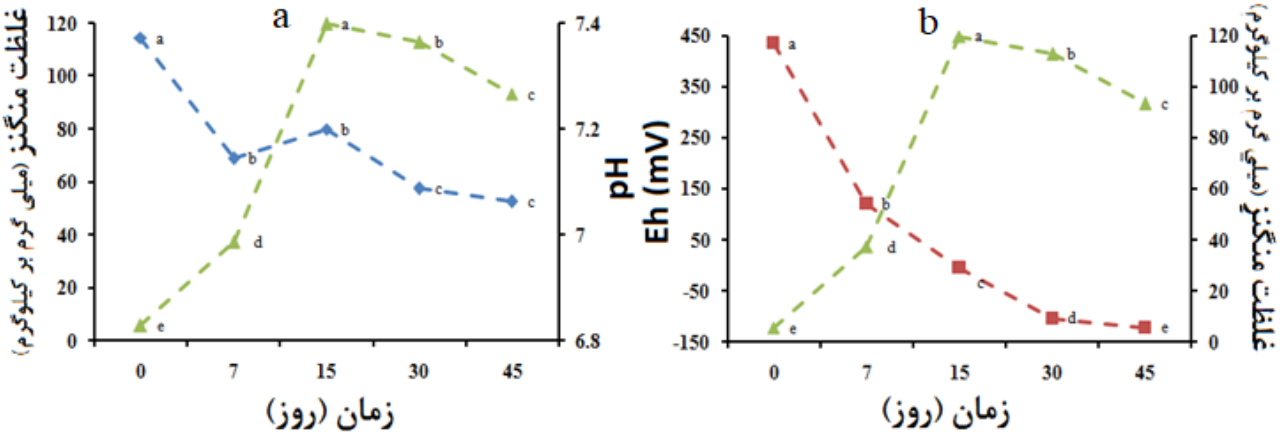
** بیان‌گر معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد است.

Mn_A : منگنز قابل دسترس

روندکلی تغییرات و مقاسیه میانگین غلظت منگنز قابل دسترس همراه با pH در طول زمان (شکل ۲- a) و همراه با Eh (شکل ۲- b) در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود روند تغییرات pH با گذشت زمان به صورتی است که مقدار میانگین pH به سمت خنثی(pH= ۷) کاهش پیدا می‌کند. شیب این تغییرات در بازه ۷ روز اولیه بیشتر و بعد به‌تدریج کمتر می‌شود. کاهش pH خاک پس از غرقاب احتمالاً

به دلیل تجمع گاز CO_2 تولید شده بر اثر فرآیند معدنی شدن و تنفس باکتری‌های هوازی می‌باشد (Thind و Chahal، ۱۹۸۷). روند کاهشی نیز در مقدار میانگین Eh از زمان صفر تا ۴۵ روز از گذشت غرقاب مشاهده می‌شود. به‌طوری که در طول این مدت میانگین Eh از ۴۵۰+ به ۱۵۰- تغییر پیدا می نماید. و پس از گذشت زمان ۱۵ روز میانگین مقدار پتانسیل اکسایش- کاهش به صفر رسیده و پس از آن شرایط کاهشی غالب می‌گردد. هر چند در مورد این متغیر نیز شیب تغییرات با گذشت زمان به تدریج کمتر می‌شود. دلیل کاهش پتانسیل اکسید و احیا این است که تغییرات پتانسیل اکسایش و کاهش در خاک‌ها، دارای رابطه معکوس با ماده آلی است، دلیل این مساله این است که در محیط غرقاب در مجاورت مواد آلی زیاد، فعالیت میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی افزایش یافته و به تبع آن امکان احیاء هر چه بیشتر منگنز فراهم و درجه احیاء در افق‌های سطحی کاهش می‌یابد. (Ponnamperuma، ۱۹۷۲).

همچنین شکل ۲ نشان می‌دهد که در بازه زمانی صفر تا ۷ روز پس از غرقاب، همزمان با کاهش پتانسیل اکسایش-کاهش و کاهش pH، Mn_A در خاک افزایش یافت. سپس در بازه زمانی ۷ تا ۱۵ روز پس از غرقاب همزمان با کاهش پتانسیل اکسایش-کاهش، Mn_A در خاک و pH روند افزایشی نشان دادند. به طوری‌که Mn_A خاک در زمان ۱۵ روز پس از غرقاب به بیشترین مقدار خود در کل این دوره رسید. افزایش pH در این بازه را می‌توان به شروع فرآیندهای احیا در خاک نسبت داد (Saha وMandal، ۱۹۹۸). در شرایط غرقاب به‌ترتیب NO_3^-، Mn^{4+}، Fe^{3+}، SO_4^{2-} و CO_2 احیا می‌شوند این فرآیندها مصرف‌کننده پروتون بوده و باعث افزایش pH محلول خاک می‌گردند (Sahrawa، ۲۰۰۵). پس از این زمان و تا پایان دوره آزمایش روند تغییرات Mn_A ، Eh و pH خاک کاهشی می‌شود و در حالی که با گذشت زمان از شیب این تغییرات کاهشی در مورد هر سه پارامتر کاسته می‌شود.



شکل ۲- مقایسه میانگین پیامد زمان بر pH (خط آبی)، Eh (خط قرمز) و منگنز قابل دسترس (خط سبز). حروف متفاوت نشان‌دهنده‌ی معنی‌دار بودن در سطح ۱٪ است.

نتیجه گیری:

این پژوهش به منظور بررسی روند تغییرات Eh، pH و غلظت منگنز قابل دسترس در طول دوره غرقاب بر روی تعدادی از خاک‌های شالیزاری استان گیلان انجام شد. نتایج نشان داد با غرقاب کردن خاک در طی دوره‌ی ۴۵ روزه، pH، Eh و منگنز قابل دسترس خاک تغییرات قابل ملاحظه‌ای داشته به طوری‌که غلظت منگنز قابل دسترس خاک به شدت افزایش، مقدار Eh کاهش و مقدار pH به سمت خنثی میل می‌کند. نتایج همچنین نشان داد که شیب افزایش غلظت منگنز قابل دسترس خاک در زمان صفر تا ۱۵ روز پس از غرقاب افزایشی و شدید و از زمان ۱۵ تا ۴۵ روز کاهشی و تدریجی است، به‌طوری‌که غلظت نهایی منگنز قابل دسترس خاک در پایان دوره غرقاب بیشتر(۱۶ برابر) از مقدار آن در قبل از غرقاب کردن خاک می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش میزان منگنز قابل جذب در طی دوره‌ی غرقاب ممکن است به حد سمیت رسیده و برای گیاه ایجاد مشکل کند. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده اندازه‌گیری غلظت منگنز در شرایط غرقاب به‌ویژه در دو هفته اول به منظور مدیریت تغذیه‌ای عنصر منگنز در خاک‌های شالیزاری ضروری می‌باشد. پیشنهاد می‌شود مطالعات مشابه‌ای بر روی دیگر عناصر کم‌مصرف برای اطلاع از کمبود و بیش‌بود آن‌ها در شالیزارها صورت پذیرد.

منابع:

جعفری،۱۳۹۳.خاک‌های شور در منابع طبیعی-شناخت و اصلاح آن‌ها. انتشارات دانشگاه تهران.شماره .۲۴۵

حاجی بلند،ر.خسرو پناه،م.۱۳۸۴.تحمل مسمومیت منگنز در گیاهان آفتابگردان، برنج و ذرت در شرایط آبکشتی. نشریه علوم آب و خاک-علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی-دانشگاه اصفهان،سال نهم،شماره چهارم، ۹۱-۱۰۹.

داوودی م ح، دواتگر ن،طهرانی م م،مشیری ف، امیری ب.۱۳۹۳.دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه برنج. موسسه تحقیقات خاک و آب-قسمت سوم.

Karczewska A. (2002) " Heavy metals in soils Polluuted by emissions from copper smeltersforms and solubility " . Z. Nauk. AR, Wroclaw. 432: 1–159 (in Polish).

Kashem, M.A., and Sing, B.R., (2001), "Metal availability in contaminated soils: I. Effects of flooding and organic matter on changes in Eh, pH, and solubility of Cd, Ni, and Zn. Nutr", Cycling in Agroecosystems 61:247-255.

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.

Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney. 1982. Methods of Soil Analysis, part 2, Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA.

Ponnamperuma, F.N., (1972), "The chemistry of submerged soils", Advances in Agronomy. 24: 29-96.

Saha, J.K., and Mandal, B., (1998), "Effect of submergence on copper fractions in Alfisols", Journal of Indian Society of Soil Science, 46, 32- 36.

Sahrawat, K. L. 2005. Fertility and organic matter in submerged rice soils.Current Science, 88(5), 735-739.

Thind, H.S. and Chahal D.S. 1987. Effect of green manuring (Sesbania aculeate L.) on zinc equilibria in submerged calcareous and non-calcareous soils. Biology and Fertility of Soils 3: 179-182.

Torabi Golsefidi, H., Mahmoodi S., Rostaminia, M., Pazira E., and Kafaee S.B., (2011), "Study of reduction-oxidation potential and characteristics of a pddy field during rice growing season", Journal of Applied Science, 11(6): 1004-1011.

Topic for submission: Soil Chemistry

The effect of waterlogging on redox potential, available manganese and soil reaction in submerged soils of Guilan province

Zeynab Alipour [1], Akbar Forghani [2], Mahmood Fazeli Sangani [3]

[1] Student, Master of Science in Soil Science, Faculty of Agriculture, Guilan University

[2] Associate Professor Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Guilan University

[3] Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Guilan University

Abstract

Understanding the changes in nutrient requirements of the plant during the period of waterlogging in submerged soils is essential for sustainable management and exploitation of these lands. Manganese is one of the essential micronutrient elements that can be used in reduced form for plants. The aim of this study was to investigate the simultaneous changes in available Manganese, oxidation potential and soil reaction during waterlogging period in fields of Guilan province. For this purpose, the concentration of available manganese in soil, pH and Eh in 10 different types of submerged soils, which were flooded in the laboratory for 45 days, were measured at 0, 7, 15, 30, and 45 days after waterlogging. The results showed that the effect of soil type, waterlogging time and interaction of these two factors on pH, Eh and available manganese values were significant ($P < 0.01$). The results also showed that the gradient of increase in available manganese concentration of soil in the period from 0 to 15 days after waterlogging and gradually decreased from during 15 to 45 days after waterlogging So that the final concentration of available manganese in soil at the end of the waterlogging period is greater(16 times) than the initial value before soil waterlogging. According to the results obtained in this study, the amount of manganese absorbed during the waterlogging period may be toxic to the plant in some soils. Therefore, it is suggested to monitor the concentration of available Manganese during waterlogging period in submerged soils.

Keywords: Submerged soil, Micronutrient, Time changes, Manganese toxicity