شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: شیمی خاک

تاثیر شرایط مختلف رطوبتی و حرارتی بر سرعت اکسایش گوگرد و قابلیت جذب عناصر غذایی در خاک آهکی

نصرت اله منتجبی*[۱]، ناهید کاوه زاده[۲]

[۱]استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

[۲] کارشناس ارشد بخش تحقیقات خاک و آب اصفهان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده

به منظور بررسی اثر رطوبت، دما و مدت ٔ گرماگذاری خاک بر مقدار و سرعت اکسایش گوگرد و قابلیت جذب عناصر غذایی خاک (فسفر، آهن، منگنز، روی، مس و سولفات محلول)، تحقیقی به صورت فاکتوریل- اسپلیت پلات در زمان در قالب بلوک های کامل تصادفی شامل دو سطح رطوبتی ۶۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و چهار سطح گوگرد عنصری ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو دمای ۲۵ و ۳۶ درجه سلسیوس بر روی یک خاک آهکی اجرا شد. در یک آزمایش خاک‌ها در دمای ۲۵°C گرماگذاری شدند و در ۶ زمان بعد از ۳۰،۶۰،۹۰، ۱۲۰،۱۸۰و۲۷۰ روز نمونه‌برداری شد. در آزمایش دوم دمای آنکوباسیون ۳۶°C بود و در ۳ دوره ۱۴، ۲۸ و ۴۲ روز نمونه‌برداری شد. نتایج نشان داد که اثرات اصلی و متقابل تمام متغیرهای آزمایش بر همه صفات مورد اندازه‌گیری اختلاف معنی‌دار نشان داشت. با تغییر رطوبت از ۶۰ به ۹۰ درصد ظرفیت، مقدار SO_4^{2-} محلول از ۱۱۵۵ به ۱۶۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم، سرعت اکسیداسیون گوگرد(K) از ۱۳/۳۲ به ۱۸/۸۲، P از ۱۹/۶۲ به ۲۰/۸۱و Zn قابل جذب از ۱/۸۳ به ۱/۹۸افزایش داشت و pH از ۸/۴۱ به ۸/۳۲، Mn از ۱۳/۸ به ۱۲/۲۴و Fe قابل جذب از ۹/۵۱ به ۸/۰۲ کاهش داشت. مصرف گوگرد pH را کاهش و سرعت اکسایش گوگرد، EC، P، Zn، Mn و SO_4^{2-} محلول را نسبت به شاهد افزایش داد. کمترین pH و بیشترین غلظت آهن و روی قابل جذب و سولفات محلول پس از ۱۲۰ روز و حداکثر سرعت اکسایش گوگرد در هر دو دما در اولین دوره آنکوباسیون اتفاق افتاد. بنابرین با مصرف و اکسایش گوگرد عنصری در خاک‌های با این ویژگی‌ها، ، می توان مقدار کمتری کودهای فسفر، آهن، منگنز، روی و گوگرد مصرف کرد.

کلمات کلیدی: آهن، واکنش خاک، روی، سولفات، مدت گرماگذاری

مقدمه

در خاک های قلیایی و آهکی به سبب pH بالا و غلظت زیاد یون Ca، جذب بعضی عناصر غذایی از قبیل فسفر، آهن و روی که قابلیت دسترسی آنها به pH وابسته است، کم شده است (Heidarzadeh و همکاران، ۲۰۱۲). واکنش خاک، قابلیت هدایت الکتریکی و عناصر غذایی از ویژگی‌های مهم خاک هستند که بر رشد گیاه و کیفیت محصول موثرند. اکسایش گوگرد باعث کاهش pH محیط ریشه شده و قابلیت جذب عناصر غذایی را افزایش می دهد. درجه حرارت و رطوبت دو عامل مهم موثر بر اکسیداسیون گوگرد هستند و اثر درجه حرارت بیشتر از رطوبت است (Janzen و Bettany، ۱۹۸۷). پتانسیل رطوبتی بهینه برای اکسیداسیون گوگرد با نوع خاک متفاوت است که ناشی از اختلاف درجه تهویه در بافت‌های مختلف است و مقدار اکسیداسیون گوگرد با پتانسیل رطوبتی دارای یک رابطه سهمی مانند است (Janzen و Bettany، ۱۹۸۷). مصرف گوگرد و تولید اسید سولفوریک حاصل از اکسایش آن، باعث کاهش pH خاک و افزایش تامین سولفات، فسفر و عناصر کم مصرف مورد نیاز گیاه، عملکرد، مقدار کلروفیل و تشکیل گره در ریشه‌ها می‌شود (EL-Kholy و همکاران، ۲۰۱۳؛ Ansori و Gholami ، ۲۰۱۵).

بررسی اثر سطوح ۰، ۱ و ۲ تن در هکتار گوگرد از دو منبع گوگرد عنصری و گچ در یک خاک رسی با ۰/۳ در صد کربنات کلسیم در رطوبت ظرفیت زراعی و دمای ۲۵°C به مدت ۸ هفته نشان داد که اثرات اصلی و متقابل زمان آنکوباسیون، منابع گوگرد و سطوح گوگرد بر pH و EC معنی‌دار بود. با مصرف گوگرد عنصری بطور مستمر pH کاهش و EC و Mn قابل جذب افزایش داشت. با مصرف ۲ تن در هکتار گوگرد، سولفات محلول ۲۰ برابر شاهد شد و با زمان یک افزایش خطی داشت (Turanو همکاران، ۲۰۱۳). با افزایش مصرف گوگرد، کاهش pH بیشتر شد و گوگرد مصرفی تا gS/kg ۰/۲۵Soil بر غلظت آهن، روی و آلومینیم قابل جذب اثر معنی‌دار نداشت. مصرف ۱gS/kg Soil با کاهش pH از ۷/۳ به ۴/۸۶ مقدار آهن و منگنز قابل جذب را افزایش داد (Karimizarchi و همکاران، ۲۰۱۴).

مطالعه اثر دو سطح ۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم گوگرد عنصری بر کیلوگرم خاک در سه رزیم رطوبتی ۴۰، ۶۰ و۱۲۰ درصد فضای منافذ خاک و سه دمای ۱۲، ۲۴ و ۳۶°C در خاک‌های اسیدی، خنثی و قلیائی با ۰/۷، ۱/۶ و ۳/۸ درصد آهک در دوره‌های آنکوباسیون ۰، ۱۴، ۲۸ و ۴۲ روز نشان داد که مصرف

* nmontajabi@yahoo.com

گوگرد در تمام رژیم‌های رطوبتی تغییری در روند پهاش خاک‌های اسیدی و خنثی نداد اما در خاک‌های قلیائی در شرایط هوازی پهاش خاک کاهش یافت. در شرایط غرقابی و دمای ۳۶°C ، تجمع فسفر قابل جذب حداکثر بود (Jaggi و همکاران، ۲۰۰۴).

با توجه به وجود بیش از ۸۵ درصد خاکهای آهکی با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زیستی متفاوت در کشور، انجام این تحقیق با هدف مطالعه هم زمان اثر رطوبت و دما و مدت گرماگذاری بر سرعت و مقدار اکسایش گوگرد و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی خاک ضرورت دارد.

مواد و روش‌ها

یک نمونه خاک آهکی از عمق ۲۰ سانتیمتری سطح خاک ایستگاه تحقیقات کشاورزی گلپایگان تهیه شد. به منظور تغذیه میکروارگانیسم‌ها، معادل ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به آن اضافه شد. این پژوهش شامل دو آزمایش بود که به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو سطح رطوبتی ۶۰ درصد (M_1) و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی (M_2) و چهار سطح گوگرد عنصری (۰=S_0، ۵۰۰=S_1، ۱۰۰۰ =S_2 و ۲۰۰۰ =S_3 کیلوگرم در هکتار) در سه تکرار در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. گوگرد آسیاب شده از الک ۰/۱cm و باقیمانده آن از الک ۰/۰۵cm عبور داده شد.

در یک آزمایش، خاک به چهار قسمت تقسیم شد و به هر قسمت یکی از سطوح گوگرد و معادل ۲ در صد وزن گوگرد، باکتری *T. neapolitanous* اضافه و مخلوط شد. باکتری‌ها از موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد. و در هر گرم آن 10^8 CFU/g باکتری وجود داشت. از خاک دارای هر سطح گوگرد تعداد ۶ ویال ۷۰۰ گرمی تهیه شد. حجم ویال‌ها یک لیتر بود. رطوبت ۳ ویال ۶۰ درصد و سه ویال دیگر برابر۹۰ درصد ظرفیت زراعی تنظیم شد. سپس خاک داخل ظرف‌ها فشرده شد تا وزن مخصوص ۱/۵ گرم بر سانتی مکعب ایجاد گردد. خاک‌ها داخل آون ۲۵°C گرماگذاری شدند و در ۶ زمان پس از T1=۳۰، T2=۶۰، T3=۹۰، T4=۱۲۰، T5=۱۸۰ و T6=۲۷۰ روز از خاک داخل هر ظرف نمونه‌برداری شد. در آزمایش دوم، تمام عملیات آزمایش اول تکرار شد ولی خاک‌ها در دمای ۳۶°C گرماگذاری شدند و در ۳ زمان پس از T7=۱۴، T8=۲۸ و T9=۴۲ روز از خاک‌ها نمونه‌گیری شد. هر دو تا سه روز، رطوبت خاک‌ها به روش وزنی کنترل و کمبود رطوبت آنها تامین می شد. در هر نوبت نمونه گیری، ۱۱۰ گرم خاک از هر ویال برداشت شد. از هر نمونه، ۱۰ گرم خاک مرطوب داخل یک لوله پلاستیکی ریخته شد و ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد (نسبت خاک به آب ۱ به ۲/۵). با دستگاه شیکر، تکان داده شده و سپس سانتریفیوژ شد. در محلول رویی، pH با دستگاه pH متر و EC با دستگاه هدایت سنج اندازه‌گیری شد. بقیه خاک را خشک کرده و غلظت عناصر فسفر، آهن، منگنز و روی قابل جذب و سولفات محلول آن اندازه‌گیری شد. سولفات محلول با روش توربیدومتری، فسفر با استفاده از روش اولسن و غلظت آهن، منگنز و روی با استفاده از عصاره‌گیر DTPA اندازه‌گیری شد. در دمای گرماگذاری ۲۵°C، pH و EC خاک‌های نمونه‌گیری شده در هر ۶ نوبت اندازه‌گیری شد ولی مقادیر فسفر، آهن، روی، و منگنز قابل جذب و سولفات محلول در نمونه‌های تهیه شده در چهار دوره گرماگذاری ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز اندازه‌گیری شد و سرعت اکسایش گوگرد محاسبه شد. تعداد باکتری‌های *تیوباسیلوس* در خاک‌های دارای ۹۰ درصد ظرفیت‌زراعی و سطح گوگرد ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در همه نمونه‌گیری‌ها اندازه‌گیری شد.

میزان اکسیداسیون گوگرد عنصری در طی زمان‌های مختلف آنکوباسیون بوسیله معادله زیر محاسبه شد (Janzen and Bettay ,1987a).

$$K= (1-(1-m/m_o)^{1/3} z\ Do/2t)$$

K میزان اکسیداسیون ($\mu g\ S^\circ\ cm\text{-}2\ day^{-1}$)، m جرم گوگرد اکسید شده (µg) (از طریق افزایش غلظت گوگرد قابل عصاره‌گیری با ٪۱۵ کلرور کلسیم در خاک تیمار شده نسبت به تیمار نشده در همان زمان محاسبه می‌شود). mo، جرم گوگرد عنصری (µg) در زمان اولیه هر دوره گرماگذاری، Z دانستیه گوگرد (۱۰۶ × ۲/۰۷)، t زمان آنکوباسیون و D_o قطر ذرات گوگرد در شروع هر دوره آنکوباسیون که در این آزمایش ۰/۰۷۵ cm است. تجزیه و تحلیل های آماری با نرم افزار SAS 11، و مقایسه میانگین ها به روش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جداول (۱) و (۲) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی آهکی با ماده آلی و عناصر ریز مغذی قابل جذب کم و بافت نسبتا سنگین بود. این خاک از ایستگاه تحقیقات کشاورزی گلپایگان تهیه شد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت	SO_4^{2-}	Zn	Mn	Fe	P	OC	TNV	PWP	FC	EC	pH
			$mgkg^{-1}$					٪		dSm^{-1}	
لوم رسی سیلتی	۲۵۱	۰/۶	۴/۱۶	۲/۶۲	۱۷/۲	۱/۰	۲۴	۱۲/۳۷	۲۶/۲۱	۲/۲۶	۸/۱

TNV : Total Neutralizing Value

جدول۲. برخی خصوصیات زیستی خاک مورد مطالعه قبل از آزمایش

جمعیت باکتری های هتروتروف (CFU در گرم خاک)	جمعیت باکتری های اتوتروف (CFU در گرم خاک)	مقدار کربن آلی میکروبی (میکروگرم بر گرم خاک)
$۱۰^{۵}\times۳/۹$	۰	۱۹۰

اثرات اصلی و متقابل سطوح رطوبت، گوگرد و مدت آنکوباسیون خاک بر تمام صفات اندازه گیری شده اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۳). در رطوبت ۹۰ در صد ظرفیت زراعی خاک، مقادیر SO_4^{2-} محلول، P و Zn قابل جذب و سرعت اکسایش گوگرد (K) بیشتر بود و در رطوبت ۶۰ در صد، pH، EC، Fe و Mn قابل جذب بیشتر بود. مصرف گوگرد pH و Fe را کاهش داد و EC، P، Zn، Mn و SO_4^{2-} و سرعت اکسایش گوگرد (K) را افزایش داد.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر سطوح رطوبت و گوگرد بر صفات اندازه گیری شده خاک

متغیر		pH	EC	P	Fe	Zn	Mn	SO_4^{2-}	سرعت اکسایش گوگرد(K)
			$\mu S\ Cm^{-1}$		mg/kg				$\mu gcm^{-2}\ day^{-1}$
سطح	٪ ۶۰FC	۸/۴۱a	۷۲۲a	۱۹/۶۲b	۹/۵۱a	۱/۸۳b	۱۳/۸۰a	۱۱۵۵b	۱۳/ ۳۲b
رطوبت	٪۹۰FC	۸/۳۲b	۶۶۳b	۲۰/۸۱a	۸/۰۲b	۱/۹۸a	۱۲/۲۴b	۱۶۶۷a	۱۸/۸۲a
	S_0	۸/۵۵a	۵۲۵d	۱۹/۲۷d	۹/۱۹a	۱/۸۱b	۱۱/۱۹c	۷۱۰d	-
سطح	S_1	۸/۴۴b	۶۳۳c	۱۹/۹۹c	۹/۲۳a	۱/۷۶b	۱۳/۳۱b	۱۰۵۵c	۱۲/۶۴c
گوگرد	S_2	۸/۲۸c	۷۸۱b	۲۰/۳۲b	۸/۳۸b	۲/۲۰a	۱۳/۱۶b	۱۵۷۷b	۱۸/۶۱a
	S_3	۸/۱۹d	۸۳۱a	۲۱/۲۷a	۸/۲۵b	۱/۸۵b	۱۴/۴۱a	۲۳۰۱a	۱۶/۹۶b

در هر ستون میانگین های هر متغیر با داشتن حروف مشابه، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ در صد به روش دانکن می باشند

نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در اثر دما و مدت آنکوباسیون خاک در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده خاک تحت تاثیر دما و مدت گرماگذاری

دما	صفت	pH	EC	P	Fe	Zn	Mn	SO_4^{2-}	سرعت اکسیداسیون (K)
	مدت(روز)		$\mu S\ Cm^{-1}$			$mgkg^{-1}$			$\mu gCm^{-2}\ day^{-1}$
۲۵°C	۳۰	۸/۸۵a	۵۳۰g	۲۲/۴۷c	۷/۷۸d	۲/۸۸b	۱۱/۵۳d	۱۳۵۲c	۲۹/۰۷a
	۶۰	۸/۳۶e	۶۹۶d	۲۳/۴۳b	۷/۰۱e	۲/۱۶c	۱۰/۰۵e	۲۰۱۰a	۱۱/۹۴e
	۹۰	۸/۱۵g	۸۱۵b	۲۳/۸۹a	۱۰/۶۱b	۲/۳۱c	۱۲/۶۳c	۱۵۶۷b	۱۰/۵f
	۱۲۰	۷/۸۶i	۷۹۴b	۲۱/۶۳d	۱۱/۱۶a	۳/۱۶a	۱۳/۰۲c	۱۹۷۱a	۶/۶۷g
	۱۸۰	۸/۱۱h	۷۴۲c	–	–	–	–	–	–
	۲۷۰	۸/۲۵f	۸۸۵a	–	–	–	–	–	–
۳۶°C	۱۴	۸/۴۵d	۵۸۸ef	۱۵/۲۹g	۷/۸۹d	۰/۷۸d	۱۶/۱۶a	۶۳۶f	۲۲/۲۲b
	۲۸	۸/۶۲c	۶۱۵e	۱۷/۹۴e	۹/۲۶c	۱/۰۵d	۱۴/۵۳b	۱۲۳۱d	۱۷/۴۴c
	۴۲	۸/۶۷b	۵۶۵fg	۱۶/۸۴f	۷/۶۵d	۰/۹۹d	۱۳/۲۱c	۱۱۰۹e	۱۴/۶۵d

در هر ستون میانگین های هر متغیر با داشتن حروف مشابه، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ در صد به روش دانکن می باشند

در دمای ۲۵°C، بیشترین میزان آهن، روی و منگنز قابل جذب و سولفات محلول پس از ۱۲۰ روز و فسفر قابل جذب پس از ۹۰ روز گرماگذاری حاصل شد ولی بیشترین منگنز قابل جذب در دوره آنکوباسیون ۱۴ روز و دمای ۳۶°Cحاصل شد. بالاترین سرعت اکسایش گوگرد در دمای ۲۵°C و ۳۶°C به ترتیب پس از ۳۰ و ۱۴ روز یا در اولین دوره گرماگذاری اتفاق افتاد.

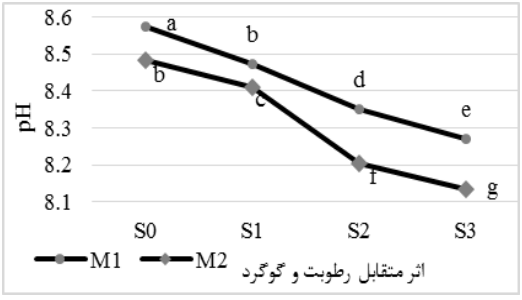
نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده تیمارهای اثر متقابل رطوبت و مدت گرماگذاری خاک در جدول ۵ ارائه شده است. تیمار M2T4 (رطوبت ۹۰ در صد ظرفیت زراعی و دوره آنکوباسیون ۱۲۰ روز در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد) کمترین pH و بیشترین سولفات محلول را داشت.

جدول ۵ . مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده تیمارهای اثر متقابل رطوبت و مدت گرماگذاری خاک

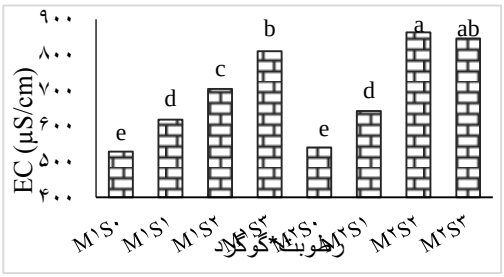
صفت	pH	EC	P	Fe	Zn	Mn	SO_4^{2-}	سرعت اکسیداسیون گوگرد
تیمار		$dS\ m^{-1}$		$mgkg^{-1}$				$\mu gCm^{-2}\ day^{-1}$
M1T1	۸/۸۹a	۰/۴۳۳j	۲۱/۵۰e	۷/۷۱ef	۱/۸۴e	۱۱/۸۹de	۸۶۶i	۲۲/۱۹c
M1T2	۸/۵۳f	۰/۴۹۰hi	۲۲/۲۷d	۷/۴۹ef	۱/۹۳de	۱۱/۵۸def	۱۵۱۶e	۷/۸۶g
M1T3	۸/۶۰e	۰/۶۱۸de	۲۲/۸۸bc	۱۱/۲۲b	۲/۷۸c	۱۳/۶۳c	۱۱۳۳gh	۸/۳۷g
M1T4	۸/۱۸i	۰/۴۹۲hi	۲۰/۷۳f	۱۲/۲۳a	۳/۴۱b	۱۲/۱۶d	۱۶۵۲d	۵/۰۰h
M1T5	۸/۳۰g	۰/۵۶۱fg	-	-	-	-	-	-
M1T6	۸/۳۲g	۰/۶۴۹d	-	-	-	-	-	-
M1T7	۸/۷۳d	۰/۴۷۱hij	۱۵/۷۲i	۸/۵۸d	۰/۷۵f	۱۴/۸۶b	۵۳۳k	۱۹/۸۶d
M1T8	۸/۷۸c	۰/۴۵۸ij	۱۷/۳۸h	۱۱/۰۷b	۰/۹۹f	۱۸/۱۹a	۱۱۱۸gh	۱۵/۸۲e
M1T9	۸/۸۳b	۰/۴۵۳ij	۱۶/۸۰h	۸/۵۵d	۰/۹۹f	۱۴/.۷۷b	۱۰۶۵h	۱۴/۱۲ef
M2T1	۸/۸۲bc	۰/۵۷۳ef	۲۳/۴۳b	۷/۸۵e	۳/۹۱a	۱۱/۱۷ef	۱۸۳۷c	۳۵/۹۴a
M2T2	۸/۲۳h	۰/۷۶۱c	۲۴/۵۳a	۶/۸۲g	۲/۲۸d	۹/۰۰g	۲۳۰۶a	۱۶/۰۱e
M2T3	۸/۰۴j	۰/۸۵۵b	۲۴/۹۱a	۱۰/۰۱c	۱/۸۵e	۱۱/۶۳def	۲۰۰۲b	۱۲/۶۴f
M2T4	۷/۸۶k	۰/۸۵۵b	۲۲/۵۳cd	۱۰/۰۹c	۲/۹۱c	۱۳/۸۷c	۲۲۹۰a	۸/۳۴g
M2T5	۸/۰۱j	۰/۷۶۴c	-	-	-	-	-	-
M2T6	۸/۳۱g	۰/۹۵۶a	-	-	-	-	-	-
M2T7	۸/۳۱g	۰/۵۸۶def	۱۴/۷۸j	۷/۱۸fg	۰/.۸۱f	۱۷/۴۶a	۷۳۹j	۲۴/۵۸b
M2T8	۸/۶۲e	۰/۶۳۴d	۱۸/۵۱g	۷/۴۶ef	۱/۱۲f	۱۰/۸۷f	۱۳۴۳f	۱۹/۰۷d
M2T9	۸/۶۹d	۰/۵۱۳gh	۱۶/۸۹h	۶/۷۳g	۰/۹۹f	۱۱/۶۶def	۱۱۵۴g	۱۵/۱۸e
LSD	۰/۰۵	۵۵/۴۳	۰/۶۱	۰/۵۴	۰/۴۰	۰/۹۰	۷۱	۲/۰۱

در هر ستون میانگین های هر متغیر با داشتن حروف مشابه، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ در صد به روش دانکن می باشند

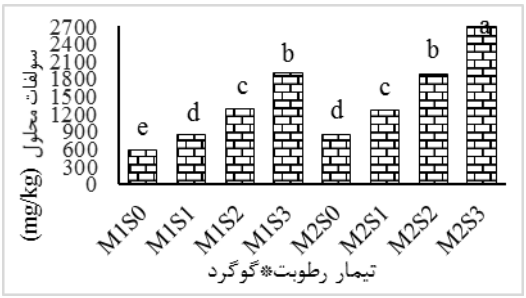
نتایج اثر متقابل رطوبت و گوگرد بر پارامترهای اندازه‌گیزی شده، در شکل‌های ۱ تا ۸ نشان داده شده است.



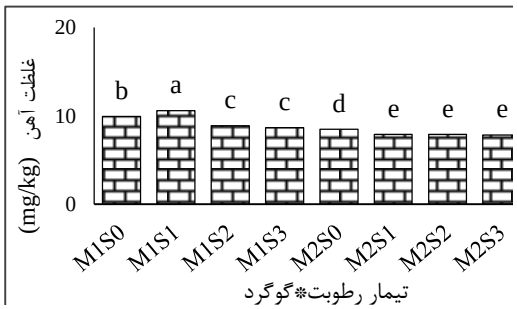
شکل ۱- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با pH محلول خاک



شکل ۲- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با قابلیت هدایت الکتریکی محلول خاک

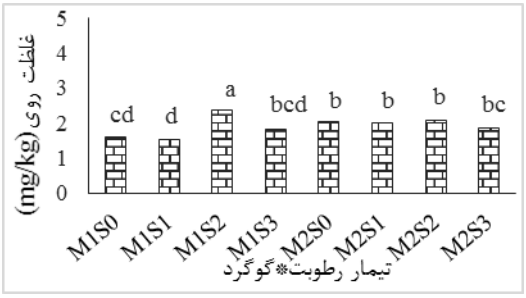


شکل ۳- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با سولفات محلول

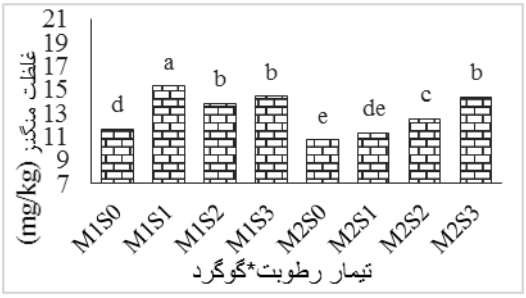


شکل ۴- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با آهن قابل جذب

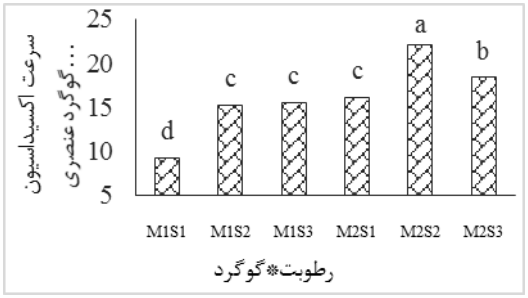
تیمار M2S3 بیشترین و تیمار M1S0 کمترین سولفات را داشت (شکل ۳). افزایش گوگرد عنصری و رطوبت، کاهش آهن قابل جذب را در پی داشت. احتمالا مقداری از سولفات تولید شده با آهن قابل جذب ترکیب شده و موجب کم شدن آهن شده است. غلظت سولفات محلول خاک نسبت به مقدار اولیه بسیار بیشتر شد که نشان دهنده اثر درجه حرارت و رطوبت بر اکسایش گوگرد است (Janzen و Bettany، ۱۹۸۷b).



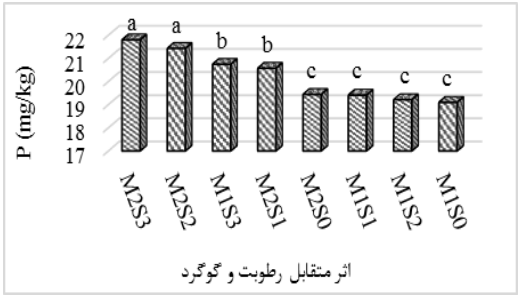
شکل ۵- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با روی قابل جذب



شکل۶- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با منگنز قابل جذب



شکل ۷- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با سرعت اکسایش گوگرد



شکل ۸- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با فسفر قابل جذب

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که با افزایش رطوبت، pH، EC، Fe و Mn قابل جذب کاهش داشت ولی فسفر و روی قابل جذب، سولفات محلول و سرعت اکسایش گوگرد زیاد شد. مصرف گوگرد و تولید اسید سولفوریک باعث کاهش pH خاک و حل شدن ترکیبات نامحلول و کم محلول فسفات کلسیم شده و فسفر قابل جذب زیاد شد .مقداری از فسفر محلول با منگنز ترکیب شده و موجب کاهش منگنز قابل جذب شده است. با افزایش رطوبت وضعیت احیایی ایجاد شده و فرم احیایی روی ایجاد می‌شود که حلالیت بیشتری دارد ولی در مورد منگنز چون مقدار فسفر قابل جذب خاک زیاد است، با منگنز ترکیب کم محلول فسفات منگنز ایجاد می‌شود و منگنز قابل جذب کاهش می‌یابد. مصرف گوگرد باعث کاهش pH و افزایش عناصر غذایی قابل جذب خاک از جمله SO_4^{2-} محلول و فسفر و دیگر عناصر غذایی کم مصرف می شود. افزایش مصرف گوگرد تا۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین غلظت SO_4^{2-} و کمترین pH را داشت. افزایش دوره آنکوباسیون باعث افزایش عناصر غذایی قابل جذب نسبت به مقدار اولیه شد. بیشترین مقدار قابل جذب فسفر پس از ۹۰ روز و Fe، Zn و SO_4^{2-} محلول پس از ۱۲۰ روز آنکوباسیون حاصل شد. بیشترین منگنز قابل جذب پس از ۱۴ روز آنکوباسیون در دمای ۳۶ درجه سانتیگراد اتفاق افتاد و کمترین میزان pH مربوط به مدت آنکوباسیون ۱۲۰ روز در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد بود. در هر دو دمای

آنکوباسیون ۲۵ و ۳۶ درجه سانتیگراد، حد اکثر سرعت اکسایش گوگرد به ترتیب در دوره‌های ۳۰ و ۱۴ روز بود. تیمار M1S1، حداکثر آهن و منگنز قابل جذب را داشت و در تیمار M2S2 بیشترین سرعت اکسایش گوگرد حاصل شد و بیشترین سولفات محلول از تیمار M2S3 بدست آمد. بنابرین تیمار M2S2 (۱تن در هکتار گوگرد و رطوبت ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) بهترین تیمار قابل توصیه است.

منابع :

Ansori A. and Gholami A.2015. Improved nutrient uptake and growth of maize in response to inoculation with thiobacillus and mycorrhiza on an alkaline soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 46, 2111-2126.

El-Kholy A., Ali O., El-Sikhry E. and Mohamed A. 2013. Effect of sulphur application on the availability of some nutrients in Egyptian soils. Egyptian Journal of Soil Science, 53(3): 361-377.

Heydarnezhad F., Shahinrokhsar P., Shokri Vahed H. and Besharati H. 2012. Influence of elemental sulfur and sulfur oxidizing bacteria on Some nutrient deficiency in calcareous soils. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4-12: 735-739.

Janzen, H., and Bettany, J. 1987a. The effect of temperature and water potential on sulfur oxidation in soils. Soil science. 144, 81-89.

Janzen H. H. and Bettany J. R. 1987b. The effect of temperature and water potential on sulfur oxidation in soils. Soil Science, 144: 81–89.

Karimizarchi, M., Aminuddin, H., Khanif, M.Y. and Radziah, O. (2014a). Incorporation and transformations of elemental Sulphur in high pH Soils of Malaysia. International Journal of Soil Science. 9(3): 133-141. Turan M. A., Taban S., Katkat A. V. and Kucukyumuk Z. (2013). The evaluation of the elemental Sulfur and Gypsum effect on Soil pH, EC , SO4- S and available Mn content. Journal of food, Agriculture & Environment. 11(1): 572-575.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Chemistry

Effect of various temperature and moisture conditions on Sulfur Oxidation rate and nutrients availability in Calcarious Soil

Nosratolah Montajabi* [1]and Kavehzadeh N.[2]

[1] Assistant Prof., Soil and water Research Department, Esfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension organization, Esfahan, Iran.

[2] M. Sc., Soil and water research Department, Esfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

Abstract

In order to Investigation of the moisture, temperature and Soil incubation period on quantity and rate of Sulfur Oxidation and nutrients availability, was conducted a factorial splite plot experiment with statistical compelately randomized Blocks design. Effect of two moisture levels [%60FC(M1) and %90FC(M2)], two temperature levels (25°C and 36°C), incubation period and four sulfur levels (S0=0, S1=500, S2=1000 and S3=2000kg/ha) were investigated on a Calcareous soil of Isfahan. In the first experiment, Soils were incubated at 25°C for 6 periods (30, 60, 90, 120, 180 and 270 days) and in the second, soils were incubated at 36°C for 3 periods (14, 28 and 42 days). pH, EC, available P, Fe, zn, Mn, soluble SO_4^{2-} and Sulfur Oxidation rate were measured.

The all main and interaction effects of experimental variables were significant on all measured attributes. Increasing of moisture increased the amounts of solution SO_4^{2-}, P, Zn, Sulfur oxidation rate and decreased pH, Zn and Mn. Sulfur application increased EC, solution SO_4^{2-}, the availability of Phosphorus, Zinc and Magnesium and caused by decrement in pH. Maximum of available Fe, Zn and solution sulfate and minimum pH were occurred after 120 days incubation. In both incubation temperature, maximum Sulfur Oxidatin rate was occured after first incubation period.

Keywords: Incubation Period, Iron, pH, Sulfate, Zinc

* Corresponding author, Email: nmontajabi@yahoo.com