تاثیر رطوبت و حرارت بر اکسایش گوگرد و عناصر غذایی قابل جذب در خاک غیر آهکی

نصرت اله منتجبی
عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده

اثر سطوح رطوبت (۶۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی)، دما و مدت زمان خواباندن خاک بر اکسایش سطوح گوگرد (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) طی دو آزمایش بررسی شد. در آزمایش اول خاک‌ها در دمای ۲۵°C و ۶ دوره (۳۰، ۶۰ ، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ روز) خوابانیده شدند ولی در آزمایش دوم در دمای ۳۶°C و ۳ دوره (۱۴، ۲۸و ۴۲ روز) خوابانیده شدند و در پایان هر دوره نمونه‌گیری و pH، P، Fe، Mn، Zn و SO_4^{2-} اندازه‌گیری شد. اثر گوگرد و اثر متقابل رطوبت و گوگرد بر فسفر قابل جذب و اثر متقابل رطوبت و مدت خواباندن بر منگنز قابل جذب معنی‌دار نبود ولی بقیه اثرات اصلی و متقابل رطوبت، درجه حرارت، مدت خواباندن و گوگرد بر تمام صفات اختلاف معنی دار داشت. افزایش رطوبت موجب افزایشP، Fe، Zn و SO_4^{2-} و کاهش pH و Mn خاک شد. با مصرف گوگرد، pH محلول خاک کاهش ولی SO_4^{2-}، Fe، Zn و Mn افزایش نشان دادند. بیشترین میزان آهن، منگنز و روی قابل جذب خاک با مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد (S_2) و بیشترین مقدار سولفات محلول با مصرف ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد حاصل شد. کمترین مقدار pH طی ۱۲۰ روز حاصل شد و بیشترین SO_4^{2-} مربوط به طولانی‌ترین مدت اینکوبات بود. تیمارهای M_1S_3 و S_3T_4 کمترین pH را داشتند.

واژه های کلیدی : گوگرد، پهاش، سولفات، فسفر، عناصر کم مصرف

مقدمه

پهاش، هدایت الکتریکی و عناصر غذایی از ویژگی‌های مهم خاک هستند. اکسایش گوگرد باعث کاهش pH 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. میزان اکسیداسیون گوگرد عنصری در درجه حرارت زیر ۵ درجه سانتی‌گراد ناچیز یا خیلی کم است و با افزایش درجه حرارت به سرعت افزایش می‌یابد و در حدود ۴۰ درجه سانتی‌گراد به ماکزیمم می رسد(Janzen and Bettany,1987b). اکسیداسیون گوگرد عنصری در زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد خیلی کم است و به سرعت تا ۲۳ درجه افزایش و در ۳۰ درجه، مقدار آن چند برابر می‌شود (Li & Caldwell, 1966). بعد از ۵۶ روز خوابانیدن، متوسط اکسیداسیون گوگرد عنصری مصرفی در ۵ خاک در دماهای ۵ ، ۱۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۸، ۲۲ و ۴۷ درصد بود(نور و طباطبائی،۱۹۷۷). بیشترین مقدار اکسیداسیون گوگرد برای ذراتی با قطر ۴۰ میکرومتر در روز و شب به ترتیب در درجه حرارت های ۲۴ و ۱۸ درجه سانتی‌گراد بود و یک رابطه خطی میان مقدار اکسیداسیون گوگرد و درجه حرارت ۱۴ الی ۲۰ درجه سانتی‌گراد در خاک وجود دارد(Shedly,1982). درجه حرارت مناسب برای اکسیداسیون گوگرد از ۲۳ درجه سانتی‌گراد در خاک منطقه ساسکچوان کانادا (Janzen & Bettany,1987b)،۳۰ درجه در خاکهای آیوا (Deng & Dick,1991) تا۴۰ درجه سانتی‌گراد در خاکهای مینه سوتای امریکا (Watkinson & Blair,1993) متفاوت است. درجه حرارت خاک اثر زیادی روی معدنی شدن گوگرد آلی بومی خاک، مقدار اکسیداسیون گوگرد عنصری مصرفی و تبدیل گوگرد عنصری به گوگرد آلی داشته و به ترتیب در خاکهای اسیدی ،خنثی و قلیائی در طول دوره زمانی ۴۲ روز و درجه حرارت ۳۶ درجه سانتی‌گراد و مقدار اکسیداسیون گوگرد عنصری در دوره زمانی ۱۴ روز ابتدایی و در حرارت ۳۶ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در خاکهای قلیائی ،خنثی و اسیدی بیشترین بود(Jaggi et.al., 1999). مقدار اکسیداسیون گوگرد عنصری در رطوبت ۶۰ درصد فضای خلل و فرج و درجه حرارت ۳۶ درجه سانتی‌گراد خاک صرفنظر از پهاش، بیشترین بود. همچنین گزارش کردند که مقدار رطوبت ۶۰ درصد خاک صرف نظر از پهاش خاک در دوره زمانی ۲۴روز اثر زیادی روی فرآیندهای معدنی شدن گوگرد آلی بومی خاک، اکسیداسیون و تبدیل گوگرد عنصری به گوگرد آلی دارد. همچنین در دوره زمانی ۱۴ روز و رطوبت ۶۰ درصد

بیشترین مقدار اکسیداسیون گوگرد عنصری در خاکهای قلیائی و خنثی و کمترین در خاک اسیدی بود(Aulak et. al., 2002 & Jaggi et. al., 1999). استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی باعث آلودگی منابع آب و خاک می‌گردد. وجود غلظت‌های بالای فسفر و عناصر فلزی در آبهای سطحی اثرات منفی قابل ملاحظه‌ای دارد و اغلب منجر به پدیده آب تباهی (Eutrophication) می‌گردند(Blaney & Cinar, 2007). اثر گوگرد را در سه رزیم رطوبتی ۴۰ ،۶۰ و۱۲۰ درصد فضای منافذ خاک و سه دمای ۱۲، ۲۴ و ۳۶ درجه سانتی‌گراد، روی تغییر پهاش و غلظت فسفر قابل استفاده در خاک‌های اسیدی، خنثی و قلیائی، در دورههای زمانی ۰، ۱۴ ،۲۸ و ۴۲ روز خوابانیدن مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که مصرف گوگرد عنصری در تمام رژیم‌های رطوبتی تغییری در پهاش خاک‌های اسیدی و خنثی نداد اما در خاکهای قلیائی در شرایط هوازی (شرایط رطوبتی ۴۰ و۶۰ درصد فضای منافذ پر از آب)، پهاش خاک کاهش یافت. همچنین مقدار رطوبت و درجه حرارت خاک اثر زیادی روی غلظت و انباشت فسفر قابل استفاده در تمام خاک‌ها داشته و در شرایط غرقابی (۱۲۰ در صد فضای منافذ پر از آب) و دمای ۳۶ درجه سانتی‌گراد بیشترین بودند. دما و رطوبت دو عامل مهم موثر بر اکسایش گوگرد هستند(Jaggi et.al., 2005).

مواد و روشها

یک نمونه خاک از افق A شالیزارهای شمال کشور تهیه شد. برخی خصوصیات مهم فیزیکوشیمیایی آن اندازه‌گیری شد (جداول ۱). در یک آزمایش، دو رژیم رطوبتی (۶۰ =M1 و ۹۰ =M2 درصد حد ظرفیت زراعی) و چهار سطح گوگرد (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) در سه تکرار تیمار شد. از خاک دارای هر سطح گوگرد، ۶ ظرف ۷۰۰ گرمی تهیه شد. رطوبت ۳ ویال به ۶۰ ٪ و سه ویال دیگر به FC ۹۰٪ رسانده شد. خاک ها داخل آون ۲۵°C خوابانیده شدند. در ۶ زمان (T_1=۳۰، T_2=۶۰، T_3=۹۰، T_4=۱۲۰، T_5=۱۸۰ و T_6=۲۷۰ روز) از هر ظرف نمونه برداری شد. در آزمایش دوم، تمام عملیات آزمایش اول تکرار شد ولی خاک ها در دمای ۳۶°C اینکوبات شدند و در ۳ زمان (T_7=۱۴، T_8=۲۸ و T_9=۴۲ روز) از هر ویال نمونه گیری شد. در هر نمونه گیری، صفات pH، P، So_4^{2-}، Fe، Zn و Mn اندازه‌گیری شدند.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از آزمایش

Texture	Clay	Silt	Sand	EC_{ex}	pH_{paste}	O.C	$CaCo_3$	PWP	FC
		٪		µS/cm				٪	
Si-C	۷/۲۷	۵۰	۷	۱/۲۸	۷/۲۷	۱/۹	۱	۲۴/۹۸	۳۶/۵

ادامه جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از آزمایش(میلی گرم بر کیلوگرم)

So_4^{2-}	Cu	Zn	Mn	Fe	P
۸۴۰	۲/۵۲	۱/۰	۱۵/۲	۴۷/۵	۲۲/۸

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد به استثنای اثر گوگرد و اثر متقابل (رطوبت و گوگرد) بر فسفر قابل جذب و اثر متقابل (رطوبت و مدت اینکوبات) بر منگنز قابل جذب، اثرات اصلی و متقابل سطوح رطوبت، گوگرد و مدت اینکوبات بر تمام صفات تفاوت معنی دار داشت (جدول ۲). نتایج تاثیر سطوح رطوبت و گوگرد مصرفی بر میانگین صفات اندازه گیری شده در جدول ۳ و نتایج تیمارهای اثر متقابل رطوبت و مدت انکوباسیون بر میانگین صفات اندازه گیری شده در جدول ۴ آورده شده است. اثر مدت انکوباسیون خاک و اثر متقابل تیمارهای (رطوبت و گوگرد) بر میانگین صفات pH، SO_4^{2-} محلول، فسفر، آهن، روی و منگنز قابل جذب در شکل های ۱ تا ۱۲ آورده شده است که به غیر از اثر متقابل رطوبت و گوگرد بر مقدار فسفر، بقیه تفاوت معنی دار نشان داد. نتایج تیمارهای اثر متقابل سطوح گوگرد و مدت زمان خوابانیدن بر صفات اندازه گیری شده در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۲ – نتایج تجزیه واریانس اثر متغیرهای آزمایش بر صفات اندازه گیری شده خاک

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (Mean of Square)						
	DF	pH	EC	P	Fe	Zn	Mn	SO_4^{2-}
رطوبت	۱	۰/۱۰**	۸۸۱۲۸**	**۱۷/۰۳	۵۰۸۴**	۵/۰۳**	۲۳/۲۸**	۲۶۰۶۹۷۶**
گوگرد	۳	۰/۸۴**	۴۵۱۳۰۴**	۰/۳۹۴۹ns	۳۴۰**	۱۳/۶۰**	۴۸/۹۹**	۲۱۱۶۵۳۶۸**
مدت خواباندن	۸- (۶)	۱/۲۱**	۶۶۲۲۳۸**	۱۶۶۶/۵۳**	۶۶۹۳**	۸۱/۷۰**	۸۵/۴۲**	۷۱۵۲۳۰۶**
رطوبت×گوگرد	۳	۰/۱۰**	۷۲۶۱**	۰/۵۴۳۴ns	۱۲۸۶**	۸/۷۰**	۲۳/۲۴**	۵۶۶۹۷**
رطوبت× مدت خواباندن	۸- (۶)	۰/۰۷**	۳۴۸۶۳**	۴/۹۷۹۹**	۱۹۷۳**	۲/۰۸**	۶/۷۸ns	۱۵۸۹۷۷**
گوگرد× مدت خواباندن	۲۴- (۱۸)	۰/۰۵**	۵۸۵۴۶**	۳/۱۲۷۹**	۳۵۶**	۱۰/۰۸**	۱۸/۹۸**	۲۵۸۸۸۹**
رطوبت×گوگرد× مدت خواباندن	۲۴- (۱۸)	۰/۰۲**	۲۵۱۰*	۰/۹۸۵۷ns	۶۹۷**	۶/۱۰**	۱۷/۲۷**	۱۰۱۹۸۸**
خطا	۱۴۴-(۱۱۲)	۰/۰۰۴۰	۱۵۹۱	۱/۱۲۹۸	۲۴/۰۷	۰/۷۷	۳/۶۳	۷۰۳۹۹۱
ضریب تغییرات		۰/۸۰۸۴	۶/۶۰۸۱	۴/۳۶۷۰	۸/۱۶۹۶	۲۳/۰۲	۹/۹۳	۵/۶۳

توجه: اعداد داخل پرانتز در ستون درجه آزادی، نشان دهنده درجه آزادی منابع تغییر برای صفات P، Fe، Zn ، Mn و SO_4^{2-}هستند.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده تحت تاثیر سطوح رطوبت و گوگرد

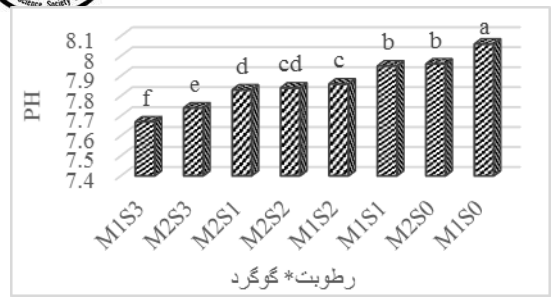
صفت	pH	EC	P	Fe	Zn	Mn	SO_4^{2-}
متغیر		(µS/cm)			mg/kg		
M_1	۷/۸۹a	۵۸۳b	۲۳/۹۷b	۵۴/۴۷b	۳/۶۳b	۱۹/۵۶a	۱۲۹۳b
M_2	۷/۸۴b	۶۲۴a	۲۴/۷۲a	۶۵/۷۲a	۴/۰۱a	۱۸/۸۲b	۱۵۷۳a
S_0	۸/۰۱a	۵۱۴d	۲۴/۲۵a	۵۹/۰۶b	۳/۴۶b	۱۷/۷۸c	۶۹۱d
S_1	۷/۸۹b	۵۶۷c	۲۴/۲۰a	۶۲/۲۵a	۴/۱۸a	۱۹/۵۵ab	۱۰۸۶c
S_2	۷/۸۵c	۶۰۵b	۲۴/۲۷a	۶۲/۳۳a	۴/۴۰a	۲۰/۳۶a	۱۵۳۷b
S_3	۷/۷۱d	۷۲۹a	۲۴/۶۴a	۵۶/۵۲c	۳/۲۳b	۱۹/۰۷b	۲۳۶۸a

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده تحت اثر متقابل رطوبت و مدت خواباندن خاک

صفت	pH	EC	P	Fe	Zn	Mn	SO_4^{2-}
تیمار		(µS/cm)			mg/kg		
M_1T_1	۳۷,۸a	۳۵۶j	۲۹/۵۲d	۶۲/۷۰d	۱/۲۰f	۲۱/۸۶a	۷۸۵j
M_1T_2	۸/۱۵c	۴۶۵i	۲۹/۶۶d	۷۱,۶۶c	۲/۶۲d	۲۰/۶۵a	۶۳۱k
M_1T_3	۷/۸۱g	۴۹۸h	۳۳/۲۱a	۵۲/۸۲e	۶/۱۴a	۱۷/۵۶a	۸۸۱i
M_1T_4	۷/۵۶j	۵۳۳g	۳۰/۰۱cd	۶۰/۴۱d	۳/۹۰c	۲۰/۱۶a	۱۲۲۲g
M_1T_5	۷/۶۸h	۵۱۲gh	-	-	-	-	-
M_1T_6	۷/۸۵fg	۷۰۶d	-	-	-	-	-
M_1T_7	۷/۸۵fg	۵۶۹f	۱۵/۳۷e	۴۳/۸۴g	۱/۸۲f	۱۷/۵۷a	۱۵۵۳e
M_1T_8	۷/۹۱e	۷۲۶d	۱۴/۰۱f	۴۴/۳۹fg	۵/۴۸ab	۲۰/۴۳a	۱۶۶۴d
M_1T_9	۷/۷۹g	۸۸۵a	۱۶/۰۰e	۵۰/۴۳ef	۳/۹۶c	۱۸/۶۷a	۲۳۱۹b
M_2T_1	۸/۳b	۳۳۶j	۳۰/۸۲c	۸۷/۷۹b	۱/۵۳f	۲۱/۶۷a	۱۲۹۱f
M_2T_2	۷/۹۹d	۴۴۳i	۳۰/۰۷cd	۱۱۳/۳۶a	۳/۳۴c	۲۱/۴۵a	۹۸۰h
M_2T_3	۷/۶۸h	۴۹۴hi	۳۲/۶۲a	۵۲/۶۳e	۵/۸۱a	۱۶/۷۲a	۱۱۷۱g
M_2T_4	۷/۶۳i	۵۵۳fg	۳۱/۷۴b	۵۹/۷۷d	۵/۰۸b	۱۷/۶۲a	۱۲۹۲f
M_2T_5	۷/۶۱i	۶۲۱e	-	-	-	-	-
M_2T_6	۷/۷۷g	۷۸۶c	-	-	-	-	-
M_2T_7	۷/۷۹g	۷۲۹d	۱۵/۳۳e	۴۷/۹۵f	۱/۷۰f	۱۶/۶۰a	۱۷۰۰d
M_2T_8	۷/۸۶f	۸۳۴b	۱۵/۶۴e	۴۶/۹۷fg	۶/۰۵a	۲۰/۳۰a	۱۹۹۳c
M_2T_9	۷/۹۶d	۸۱۹b	۱۶/۰۵e	۵۰/۰۸ef	۴/۳۸bc	۱۷/۲۷a	۲۳۹۶a
LSD	۰/۰۵	۳۲/۸۰	۰/۸۶	۳/۹۷	۰/۷۱	ns	۶۴/۳۷

*در هر ستون حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار مقادیر است.

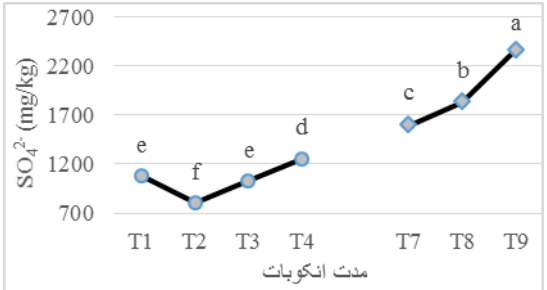
شکل ۱- رابطه مدت زمان خوابانیدن با pH

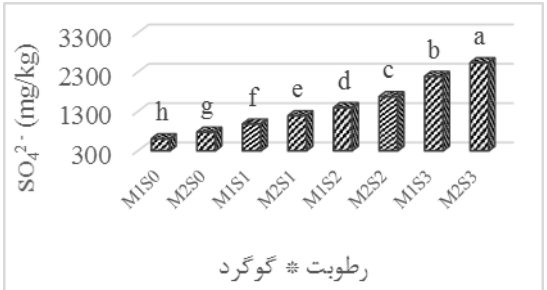


شکل ۲- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با pH

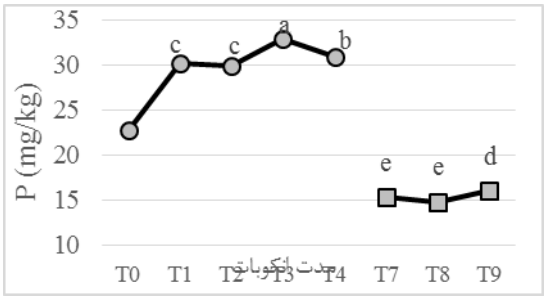
جدول ۵- اثر متقابل گوگرد و مدت خواباندن خاک بر میانگین صفات اندازه گیری شده

	صفت		T_1	T_2	T_3	T_4	T_7	T_8	T_9	LSD
	pH	S_0	۸/۵۶a	۸/۳۸b	۸/۸۷g	۸/۰۰gh	۷/۸۹fg	۷/۹۵f	۸/۰۷e	۰/۰۷۲۲
		S_1	۸/۳۶b	۸/۲۰cd	۷/۶۶ij	۷/۵۶jk	۷/۸۷g	۷/۹۵f	۷/۸۹fg	
		S_2	۸/۲۷c	۸/۰۰ ef	۷/۷۱hi	۷/۵۴jk	۷/۸۲gh	۷/۹۰fg	۷/۸۷g	
		S_3	۸/۱۴d	۷/۷۱hi	۷/۷۴hi	۷/۴۵l	۷/۶۹i	۷/۷۵hi	۷/۶۶ij	
µS/cm	EC	S_0	۲۳۱i	۳۱۶k	۳۴۸k	۳۶۱jk	۵۸۴gh	۷۳۲ef	۷۲۹ef	۴۵/۳۷
		S_1	۳۰۸k	۳۹۹j	۴۶۴i	۴۹۳i	۵۸۲gh	۷۱۰ef	۸۲۴cd	
		S_2	۳۴۱k	۴۷۶i	۴۹۱i	۵۶۸h	۶۶۱fg	۷۴۱ef	۸۶۳c	
		S_3	۵۰۴i	۶۲۴g	۶۸۲f	۷۴۹e	۷۷۱de	۹۳۹b	۹۹۲a	
mg/kg	P	S_0	۳۰/۶۷cd	۳۰/۵۹cd	۳۳/۵۲a	۳۰/۷۸c	۱۴/۶۱fg	g۱۳/۴۶	۱۶/۱۱ef	۱/۲۱
		S_1	۲۹/۶۳cd	۲۹/۱۴d	۳۲/۱۶b	۳۱/۲۵bc	۱۵/۲۰f	۱۵/۵۳ef	۱۶/۵۰e	
		S_2	۳۰/۵۷cd	۲۹/۵۰d	۳۳/۰۹ab	۳۰/۳۳cd	۱۶/۳۹ef	۱۴/۳۴fg	۱۵/۶۹ef	
		S_3	۲۹/۸۰cd	۳۰/۲۳cd	۳۲/۸۹ab	۳۱/۱۴bc	۱۵/۲۰f	۱۵/۹۶ef	۱۵/۸۰ef	
	Fe	S_0	۷۶/۲۸bc	۸۲/۵۷b	۵۵/۵۵f	۵۹/۷۶ef	۴۵/۱۹gf	۴۴/۱۷h	g۴۹/۹۲	۵/۶۱
		S_1	۸۰/۹۷bc	۱۰۷/۲۴a	۵۰/۲۲fg	۵۶/۲۳ef	۴۵/۰۲gh	۴۶/۰۱gh	۵۰/۰۹fg	
		S_2	۷۶/۲۱c	۱۰۳/۷۵a	۵۳/۶۱fg	۶۳/۱۶de	۴۵/۰۱gh	۴۳/۹۷h	۵۰/۵۷fg	
		S_3	۶۷/۵۱d	۶۶/۶۰de	۵۱/۵۲fg	۶۱/۲۰e	۴۸/۳۸gh	۴۸/۵۵gh	۵۰/۴۵fg	
	Zn	S_0	۱/۳۸f	۲/۵۳ef	۴/۹۹cd	۳/۸۲de	۱/۷۹f	۵/۹۰bc	۳/۷۸de	۱/۰۰
		S_1	۱/۳۲f	۲/۸۸ef	۸/۶۴a	۴/۰۱de	۱/۷۹f	۶/۴۲b	۴/۱۹d	
		S_2	۱/۴۲f	۳/۳۸de	۹/۰a	۴/۸۸cd	۱/۷۶f	۵/۸۸bc	۴/۴۵cd	
		S_3	۱/۳۳f	۳/۱۲e	۱/۸۸f	۵/۲۴c	۱/۶۹f	۴/۸۵cd	۴/۲۵cd	
	Mn	S_0	۱۹/۵۸bc	۱۷/۸۹cd	۱۵/۸۳de	۱۹/۰۲bc	۱۵/۵۳de	۲۰/۲۰bc	۱۶/۴۲d	۲/۱۸
		S_1	۲۰/۹۷b	۲۱/۹۳ab	۱۶/۷۲cd	۲۰/۸۰bc	۱۶/۸۰cd	۲۱/۷۳ab	۱۷/۸۹cd	
		S_2	۲۲/۷۰ab	۲۲/۳۱ab	۲۱/۸۹ab	۱۹/۷۳bc	۱۷/۳۱cd	۱۹/۵۹bc	۱۸/۹۷bc	
		S_3	۲۳/۸۳a	۲۲/۰۷ab	۱۴/۱۲e	۱۶de	۱۸/۷۱c	۱۹/۹۵bc	۱۸/۵۹cd	
	SO_4^{2-}	S_0	۱۸۰mn	۱۶۷mno	۹۵o	۲۱۵m	۱۰۵8i	۱۳۰۹h	۱۸۱۱gh	۹۱
		S_1	۷۲۴k	۵۲۹l	۵۵۷i	۷۹۶k	۱۴۰۴g	۱۴۹۳g	۲۰۹۹e	
		S_2	۱۲۴۷h	۹۳۲j	۱۱۱۵i	۱۴۴۲g	۱۷۶۱h	۱۸۹۱g	۲۳۶۷c	
		S_3	۲۰۰۲f	۱۵۹۳i	۲۳۳۶cd	۲۵۷۴b	۲۲۸۴cd	۲۶۲۰b	۳۱۵۳a	

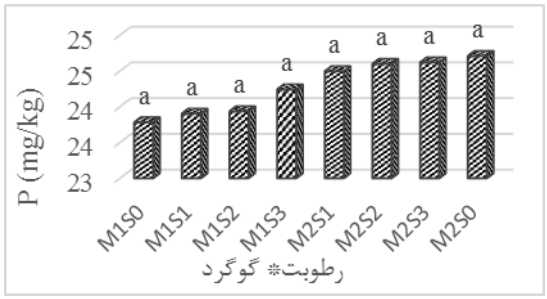




شکل ۳- رابطه مدت زمان خوابانیدن با سولفات محلول خاک



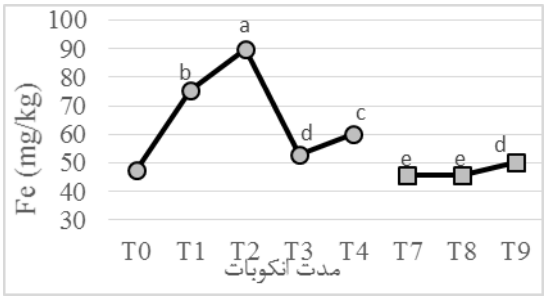
شکل ۴- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با سولفات محلول



شکل ۵- رابطه مدت زمان خوابانیدن خاک با فسفر

شکل ۶- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با فسفر

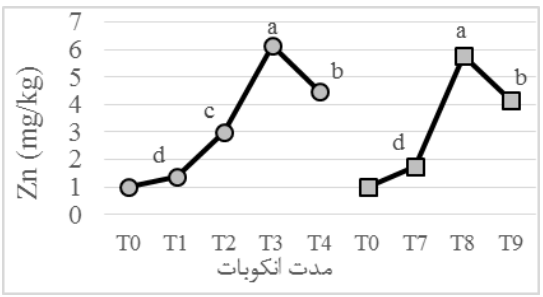
شکل ۷- رابطه مدت زمان خوابانیدن خاک با آهن قابل جذب



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

در دمای ۲۵°C، مدت خواباندن T_1 کمترین و مدت خواباندن T_3 بیشترین مقدار روی را داشت. در دمای ۳۶°C، کمترین مقدار به T_7 و بیشترین مقدار به مدت خواباندن T_8 اختصاص داشت (شکل ۹).

شکل ۹- رابطه مدت زمان خوابانیدن خاک با روی قابل جذب

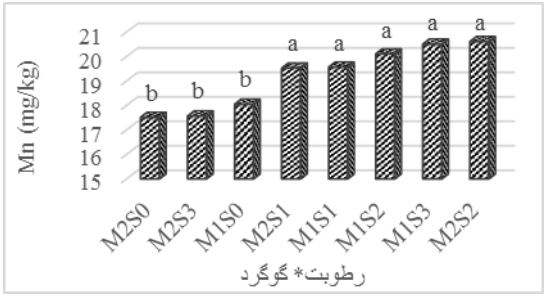


شکل ۱۰- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با روی قابل جذب

اثر مدت خواباندن بر منگنز قابل جذب معنی دار بود و در زمان T_3، کاهش یافت (شکل ۱۱).

شکل ۱۱- رابطه مدت زمان خوابانیدن خاک با منگنز قابل جذب

شکل ۱۲- اثر متقابل رطوبت و گوگرد با منگنز قابل جذب



با افزایش رطوبت pH و غلظت Mn قابل جذب کاهش ولی SO_4^{2-} محلول، P، Fe و Zn افزایش داشته است. مقدار اکسایش گوگرد در پتانسیل رطوبتی نزدیک به ظرفیت زراعی به سرعت افزایش می‌یابد و ماکزیمم است (جانزن و بتانی، ۱۹۸۷b). نتایج نشان داد که درجه حرارت و رطوبت دو عامل مهم موثر بر اکسایش گوگرد بودند و اثر درجه حرارت بیشتر از رطوبت بود که با نتایج جانزن و بتانی(۱۹۸۷b) مطابقت دارد و احتمالا بدلیل بیشتر بودن فعالیت باکتری‌ها و سرعت

واکنش‌های شیمیایی در دمای ۳۶ درجه نسبت به ۲۵ درجه است. مصرف گوگرد باعث کاهش pH و افزایش عناصر غذایی خاک از جمله SO_4^{2-} شد. اکسایش گوگرد باعث کاهش pH خاک و افزایش قابلیت جذب P و دیگر عناصر غذایی کم مصرف می شود(بشارتی، ۱۳۷۷). افزایش مصرف گوگرد تا۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین غلظت SO_4^{2-} و کمترین pH را داشت. با افزایش گوگرد از ۱ تن به ۲ تن در هکتار، مقدار عناصر Mn ،Fe و Zn کاهش یافت. افزایش دوره انکوباسیون باعث افزایش عناصر غذایی قابل جذب نسبت به مقدار اولیه شد و بیشترین مقدار قابل جذب عناصر Mn، Fe، Zn، P و SO_4^{2-} به ترتیب پس از مدت اینکوبات ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۹۰ و ۱۲۰روز حاصل شد و کمترین میزان pH مربوط به مدت زمان خوابانیدن ۱۲۰ روز بود. تیمارهای ترکیبی M_2S_1 و M_2S_2 حداکثر فسفر، آهن، روی و منگنز قابل جذب را داشتند و بین آنها تفاوت معنی دار وجود نداشت که نشان می‌دهد رطوبت موجب افزایش مقدار عناصر قابل جذب شده است. ماکزیمم سولفات محلول را تیمار S_3T_4 داشت. بنابرین تیمار M_2S_2 (۱تن در هکتار گوگرد و رطوبت ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) بهترین تیمار قابل توصیه است. بررسی اثر متقابل گوگرد مصرفی و مدت اینکوبات نشان داد که در مجموع تیمار S_2T_3 (۱ تن در هکتار گوگرد و مدت خواباندن ۹۰ روز) بیشترین مقدار عناصر قابل جذب خاک را دارد.

Refrences

بشارتی، ح.۱۳۷۷. مطالعه اثر کاربرد گوگرد و تیوباسیلوس بر روی افزایش برداشت بعضی عناصر غذایی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم خاک. ۱۷۶ صفحه، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

Aulakh M.S., Jaggi R.C. and Sharma R. 2002. Mineralization-immobilization of soil organic Sulfur and oxidation of elemental Sulfur in subtropical soils under flooded and nonflooded conditions. Biology and Fertility of Soils, 35:197–203.

Blaney L.M. and Cinar S. 2007. Hybrid anion exchanger for trace phosphate removal from water and wastewater. Water Research, 41(7): 1603-1613.

Deng, S. and Dick ,R.P. 1990. Sulfur oxidation and rhodanese activity in soils. Soil Science. 150:552-560.

Jaggi R.C., Aulakh M.S. and Sharma.R. 1999. Temperature effects on soil organic sulphur mineralization and elemental sulphur oxidation in subtropical soils of varying pH. Nutrtion Cycling Agroecosyst, 54: 175 - 182.

Jaggi R. C. Aulakh M.S. and Sharma R. 2005. Impacts of elemental S applied under various temperature and moisture regimes on pH and available P in acidic, neutral and alkaline soils. Biology and Fertility of Soils, 41: 52–58.

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.

Li p. and Caldwell A.C. 1966.The oxidation of elemental sulphur in soil.soil Science Society of American Proceeding, 30: 370-372.

Nor, Y.M. and Tabatabai, M.A. 1977. Oxidation of elemental sulfur in soils. Soil Science Society of American Journal, 41: 736-741.

Shedley, C. D. (1982) Ph.D. Thesis. Australia, Armidale, N.S.W.

Watkinson, J.H .and Blair, G.J . 1993. Modeling the oxidation of elemental sulfur in soils. Fertlizer Research, 35: 115–126.

Effect of moisture and temperature on Sulfur Oxidation and nutrients availability in non-Calcareous Soil

N. Montajabi
Scientific member of Esfahan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension organization, Esfahan, Iran.

Abstract

Effect of moisture [%60FC(M_1) and %90FC(M_2)], temperature levels, incubation periods on Sulfur levels (S_0=0, S_1=500, S_2=1000 and S_3=2000kg/ha) were investigated. In the first experiment, Soils were incubated at 25°C for 6 incubation periods (T_1=30, T_2=60, T_3=90, T_4=120, T_5=180 and T_6=270 days) but in the Second experiment were incubated at 36°C for 3 incubation periods (T_7=14, T_8=28, T_9=42 days). PH, available P, Fe, zn, Mn and solution So_4^{2-} were measured. Sulfur and its interaction with moisture was not significant on available P and also moisture and incubation period interaction on Mn was not significant but main and interactions effects of variables were significant on others measured attributes. Moisture increasing caused So_4^{2-}, P, Fe, Zn increasing and decreasing of pH and Mn. Sulfur application decreased pH and caused to increase So_4^{2-}, Fe, Zn and Mn. Most Fe, Mn and Zn concentration accrued with 1000kg/ha and maximum So_4^{2-} accrued with 2000 kg/ha sulfur application. Minimum pH and Maximum solution So_4^{2-} were on 120 days. M_1S_3 and S_3T_4 had minimum pH.

Key words: Sulfur, pH, Sulfate, Phosphorous, Micro elements