تاثیر گوگرد بر برخی خواص شیمیایی خاک و عملکرد سورگوم علوفه‌ای

فاطمه خضرلو[۱]، فرزاد جلیلی[۲] و محمدرضا شکوهی[۳]

چکیده

به منظور بررسی تاثیر مقادیر مختلف مصرف گوگرد بر pH خاک، عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم علوفه ای در یک خاک قلیایی،آزمایشی در سال ۱۳۹۲ در سایت کشاورزی شرکت نگین سبز ماکو انجام گرفت.این آزمایش بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید.در این تحقیق تیمارهای کودی در هفت سطح شامل بدون مصرف گوگرد(شاهد)،۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، ٤٥٠ کیلوگرم گوگرد در هکتار، ٦۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد به اضافه کود زیستی بیوسولفور، ٦۰۰ کیلوگرم گوگرد به اضافه کود زیستی بیوسولفور بر روی سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید بود.نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که مقادیر مصرف گوگرد بر صفات ارتفاع ساقه، قطر ساقه،سطح برگ، تعداد برگ، عملکرد وزن تر، عملکرد بیولوژیک،درصد پروتئین واسیدیته خاک اثر معنی‌داری داشت اما بر دیگر صفات مانند شاخص سبزینگی و هدایت الکتریکی خاک تاثیر معنی‌داری نداشت. بیشترین عملکرد علوفه تر مربوط به تیمار کودی هفتم(٦۰۰ کیلوگرم گوگرد+کود زیستی بیوسولفور) شامل ٥٤۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و تیمار عدم مصرف گوگرد (شاهد) دارای کمترین مقدار بود. بیشترین عملکرد بیولوژیکی به ۱۳٥٥۰ کیلوگرم در هکتار رسید.به طور کلی مصرف ٦۰۰ کیلوگرم گوگرد همراه با کود زیستی بیوسولفور بیشترین اثر مثبت را بر صفات داشت به طوری که بیشترین درصد پروتئین با میانگین ۱۲/۳٦ بدست آمد.

کلمات کلیدی: بیوسولفور، سورگوم علوفه ای ، کود زیستی، گوگرد

✓ تاریخ دریافت : ۹۳/۰۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۵

[۱]- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت کشاورزی واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی ، خوی –ایران . (نویسنده مسئول) khezerlouf@gmail.com
[۲]- گروه زراعت کشاورزی واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی ، خوی –ایران .
[۳] - گروه زراعت کشاورزی واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی ، خوی –ایران .

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تولید محصول در سطح باز دهی مطلوب در خاکهای آهکی باpH بالا همواره با مشکلاتی مواجه بوده است. بخش مهمی از این مشکلات از آن جا ناشی می‌شود که از این خاکها به علت وجود pH بالا و غلظت زیاد یون کلسیم عناصر غذایی مانند آهن، روی و فسفر که قابلیت جذب آنها وابسته به pH است به صورت ترکیب های نامحلول و غیر قابل استفاده برای گیاه در می‌آیند (Kaplan and Orman,1998)، در ایران هم به علت آهکی بودن خاکها و عدم مصرف عناصر کم مصرف، عدم به کارگیری کودهای دامی و سبز و عدم رعایت تناوب زراعی مناسب، کمبود عناصر کم مصرف در خاکهابه صورت حاد بروز کرده است.

گوگرد یکی از عناصر ضروری تمام شکل‌های حیات است و از لحاظ کیفی به اندازه نیتروژن در تشکیل پروتئین‌های سلولی اهمیت دارد. این عنصر بیشتر به لحاظ اثرات جانبی مفیدی که در اسیدی کردن موضعی خاک و افزایش انحلال سایر عناصر غذایی دارد، اهمیت پیدا می کند. در بسیاری از خاک ها به دلیل بالا بودن اسیدیته به رغم فراوانی برخی عناصر غذایی، مقدار محلولو قابل جذب آنها کمتر از مقدار مورد نیاز گیاه است که روش متداول برای مقابله با این کمبودها، استفاده از کودشیمیائی گوگرد دار است که هم بهای زیاد و هم باز دهی کم دارد (MalakotiandHamadani,1991).

به طور کلی گوگرد در تشکیل کلروفیلدر گیاهان، فعال کردن برخی از آنزیم مانند ATP سولفوریلاز، تشکیل آنزیم نیتروژناز و نیز در ساختمان شیمیائی برخی ویتامین‌ها مانند بیوتین ویتامین، مواد نافل الکترون مثل فرودوکسین و تشکیل گلوتاتیون و کوآنزیم A دخالت دارد. این عنصر باعث افزایش مقاومت گیاهان به امراض، خشکی وسرما می‌شود واز تجمع نیتراتدرگیاهان جلوگیری می‌کند (Tabatabai,1986;Tate,1995).

گوگرد از جمله عناصری است که به دلیل ظرفیت اکسیده شدن و تولید اسید سولفوریک، پتانسیل لازم را برای کاهش اسیدیته خاک در مقیاس کوچک اطراف ذرات خود را دارا بوده و می تواند در منطقه ریزوسفر در انحلال و و آزاد شدن عناصر ضروری موثر واقع شود.

(BesharatiandRastin,1999)

کاپلان وارمان (Kaplan and Orman,1998) در آزمایشی پی بردند مصرف گوگرد در یک خاک آهکی، عملکرد محصول و نیز مقدار آهن، روی، منگز و فسفر جذب شده توسط سورگوم را افزایش داده است.

طبق نتایج تحقیقات افزودن کود دامی و کود سبز به همراه گوگرد در خاکهای آهکی و قلیائی، باعث افزایش فعالیت میکروبی خاک و کاهش شدید اسیدتیه خاک می شود (Lawrence and Germida,1991؛ Wainwright et al,1986).

Archive of SID

www.SID.ir

افزون گوگرد به خاک به منظور تامین نیاز گیاه به این عنصر یا اصلاح اراضی و بهبود وضعیت تغذیه گیاه وقتی موثر خواهد بود که گوگرد به میزان قابل توجهی در خاک اکسید گردد (Janzenand Betany,1987). مصرف گوگرد در خاکهای آهکی با خنثی کردن آهک موجب افزایش قابلیت استفاده آهن و سایر عناصر غذایی کم مصرف گردیده است (Malakoti and Tahrani,1999). اثر گوگرد آسیاب شده بر عملکرد محصول و مقدار جذب آهن، منگنز و روی در سه گیاه ذرت، سورگوم و سویا توسط (کلباسی و همکاران Kalbasi andRzainajad 1988,) مورد مطالعه قرار گرفته است که نتایج بدست آمده نشان داد ضمن افزایش معنی دار عملکرد محصول ، اسیدیته خاک کاهش یافته و مقدار آهن، منگنز و روی قابل جذب افزایش یافته است و این همان کمک به تغذیه بهینه گیاه میباشد.

نوایی و ملکوتی (Navayi andMalakoti,2002) در تحقیقاتشان نشان دادند که با جذب بیشتر عناصری مانند آهن، روی و منگنز در خاک میزان پروتئین گیاه افزایش می یابد. طباطبایی و همکاران (Tabatabai,1986) به اثبات رساندند که مخلوط کردن یکنواخت گوگرد با خاک باعث افزایش سطح تماس آن با ذرات خاک میشود که این موضوع در خنثی نمودن اثرات سوء حاصل از اکسایش گوگرد موثر است. اکسید اسیون ترکیبات گوگردی در خاک منبع کسب انرژی برای گروهی از میکروارگانیسم های موجود در خاک مانند انواع اکسید کننده های گوگرد به خصوص باکتری های جنس تیوباسیلوس می باشد که اثرات مفید آنها در اصلاح اراضی و بهبود تغذیه گیاه نمی توان نادیده گرفت. مهمترین عامل کنترل کننده اکسایش گوگرد در خاک،میزان و فعالیت بیوماس میکروبی می باشد. همه شکل های گوگرد، حتیگوگرد عنصری که حلالیت آن بسیار کم است توسط میکروارگانیسم ها اکسیده می‌شود (Watkinson et al,1987).

این تحقیق به منظور بررسی تاثیر مقادیر گوگرد در اسیدیته خاک و عملکردسورگوم علوفه‌اییک خاک قلیائی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۲ به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سایت کشاورزی شرکت دامپروری و کشاورزی نگین سبز ماکو واقع درعرض جغرافیائی ۳۹ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و طول جغرافیائی ٤٥ درجه و ٤ دقیقه طول شرقی پیاده شد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۸۷۰ متر، متوسط بارندگی سالیانه ۲٦۰ میلی متر بود. طبق تقسیم بندی اقلیمی این ناحیه دارای اقلیم خشک با تابستانهای خشک می باشد و ۱۹۰ – ۱٦۰ روز از سال خشک است. تیمارهای کودی مقادیر مصرف گوگرد شامل؛ T_1 (تیمار شاهد بدون مصرف

Archive of SID

www.SID.ir

گـوگرد)، T_2(۱۵۰ کیلـوگرم در هکتـار مصـرف گوگرد خالص ۹۹ درصد)، T_3(۳۰۰ کیلـوگرم در هکتـار مصـرف گـوگرد خـالص ۹۹ درصـد) T_4 (٤٥٠ کیلوگرم در هکتار مصرف گـوگرد خـالص ۹۹ درصد)، T_5 (٦۰۰ کیلوگرم در هکتار مصـرف گوگرد خالص ۹۹ درصد) T_6 (۳۰۰ کیلـوگرم در هکتار گوگرد خالص ۹۹ درصـد + کـود زیسـتی بیوسولفور)، T_7 (٦۰۰ کیلوگرم در هکتار گـوگرد خـالص ۹۹ درصـد + کودزیسـتی بیوسـولفور). عملیات تهیه زمین شـامل شـخم عمیـق پـائیزهو شخم تکمیلی در بهار، دیسـک، تسـطیع زمـین و فاروزنی در تمام مزرعه اعمال گردید. توزیع کود طبق نتایج آزمون خاک بـه مقـدار ۳۵۰ کیلـوگرم اوره در هکتار که یک سوم آن هنگام کشت و دو سوم باقیمانده به صورت سرک بـه هنگـام سـاقه روی و دانه بندی انجام شـد. تعـداد کـرت هـای آزمایشی ۲۱ کرت برای هر گیاه، فواصل خطـوط کاشت ۷۵ سانتی متر و فاصله بوتـه در ردیـف ۵ سانتی متر، طول خطوط کاشـت ٦ متـر و در هـر کرت ۵ ردیف کاشت در نظر گرفته شـد. صـفات مورد بررسی شـامل: شـاخص سـبزینگی، تعـداد برگ، ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح بـرگ پـرچم، عملکرد علوفه تر، پروتئین، عملکـرد بیولـوژیکی سورگوم، اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک بـود. میزان سبزینگی پرچم برگ با اسـتفاده از دسـتگاه کلروفیل سنج $SPAD^{502}$، تعـداد بـرگ از طریـق شمارش، ارتفاعبوتـه توسـط متـر، قطـر سـاقه بـا کولیس از سه نقطه بر حسـب میلـی متـر، سـطح برگ پرچم برگ از طریق فرمول (بزرگترین طـول × بزرگترین عرض برگ پرچم × ۰/۷۹) برحسـب سانتی متـر (KhaliliMahalleh ,2001)، عملکـرد علوفه تر با توزین نمونـه هـا در زمـان برداشـت محاسبه شد.

میزان نیتروژن با دستگاه کجلدال تعیین شد و در صد پروتئین از رابطه درصد نیتـروژن × ٦/۲۵ بدست آمد (KhaliliMahalleh ,2001). میـانگین وزن خشک بوته ها در هرکرت به عنوان عملکرد بیولوژیک ثبت شد. برای مشخص شدن اسـیدیته خاک از سه نقطه خاک هرکرت از عمق ۳۰ سانتی متری نمونه برداری انجام گردید و بعد از مخلوط کـردن نمونـه هـا اسـیدیته آن معـرف pH همـان کرتثبت شد.

هدایت الکتریکی پس از استخراج عصـاره گل اشباع با دستگاه عصاره‌گیر اندازه گیری شـد. تجزیه آمـاری داده هـا بـا اسـتفاده از نـرم افـزار MSTATC و رسم نمودارهـا بـا اسـتفاده از نـرم افزار EXCEL انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشـان داد که اختلاف معنی‌داری بین سطوح مصـرف کـود در صفاتی مانند تعداد برگ، ارتفاع بوته، قطـر سـاقه، سطح برگ، عملکرد علوفه تـر، پـروتئین، عملکـرد بیولـوژیکی، اسـیدیته (pH) وجـود دارد، امـا بـر شاخص سـبزینگی و هـدایت الکتریکـی معنـی‌دار نبود.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص سبزینگی

نتایج نشان داد کـه اخـتلاف معنـی‌داری بـین سـطوح مصـرف کـود در مـورد ایـن صـفت در سورگوم وجود ندارد(جـدول ۲). چنـین بـه نظـر می‌رسد مقادیر مختلف مصرف گوگرد بـر میـزان کلروفیل برگ در این آزمایش تاثیری نداشته است اگـر چهـدر مـواردی گـزارش شـده کـه افـزون کودهای حـاوی عناصـر کـم مصـرف بـر میـزان کلروفیل برگ موثر مـی باشـد (Graham, 2008). در تحقیق حاضر از آنجا که نیتروژندر حـد کـافی در تمامی کرت هـای آزمـایش بـه طـور یکسـان مصرف شده است بنـابرایـن بـه نظـر مـی رسـد نیتروژن به اندازه کافی در دسترس بوته هـا قـرار گرفته و با توجه به عدم بروز نشانه هـای کمبـود نیتروژن، میزان سـبزینگی در تمـامی کـرت هـای آزمایش شرایط مشابهی داشته است (جدول۳).

تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌هـای مربـوط بـه تعداد برگ نشان می‌دهد که مقادیر مصرف گوگرد تاثیر معنی داری بر تعداد برگ در سورگوم داشت (جـدول ۲) مقایسـه میـانگین سـطوح مختلـف مصرف کودی نیز نشان داد که افزایش برگ متاثر از افزایش مصـرف کـود گـوگرد بـوده اسـت بـه طوری که کمترین تعداد برگ سورگوم مربوط بـه تیمار کودی شاهد با میـانگین ۱۰/٦٤ و بیشـترین تعداد برگ سورگوم مربوط به تیمار کودی هفـتم با میانگین ۱۳/۸۳ بوده است (جدول ۳).

به نظر می رسـد افـزون گـوگرد بـه خـاک قلیایی مورد آزمایش باعث کاهش pH آن شده و شرایط جذب بهینه سایر عناصر غـذایی را فـراهم کرده است. در نتیجه با افـزایش گـوگرد مصـرفی تعداد برگ نیز در این ازمایش افزایش یافته است.

این نتیجـه بـا آزمـایش سـلطان بیگـی و همکاران (SoltanBeigi et al,2009) در خصوص تاثیر عناصر کم مصرف در تعـداد بـرگ مطابقـت دارد. از طرفی مطالعات نشان می دهد کـه تعـداد برگ بیشتر تحـت تـاثیر ژنوتیـپ گیـاه و عوامـل محیطی مانند درجه حرارت و طول روز قرار دارد (KhaliliMahalleh , 2001).

ارتفاع بوته

نتایج نشـان داد کـه بـین تیمارهـا اخـتلاف معنـی‌داری در سـطح احتمـال یـک‌درصـد بـرای ارتفـاع بوتـه وجـود دارد (جـدول ۲) و مقایسـه میانگین سطوح مختلف مصرف کود گـوگرد نیـز حاکی از افزایش ارتفاع بوته سورگوم بـا افـزایش مصرف کود گوگرد می باشد. بیشترین ارتفاع بوته گیاه سورگوم مربوط به تیمار کودی هفتم به میزان ۲۷۹/۹ سانتی متر و کمترین ارتفاع بوته سـورگوم مربوط به تیمار کودی شـاهد بـا میـانگین ۲۳۲/۷ سانتی متر می باشد (جدول ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

رشد سلولی در گیاه فعالیتی است که نسبت به کمبود آب و وجود عناصر کم مصرف حساس می‌باشد. کاهش پتانسیل آب بافت مریستمی، غالباً موجب نقصان پتانسیل فشاری به حدی کمتر از میزان لازم برای بزرگ شدن سلول می شود. این امر موجب کاهش سنتز پروتئین و تنزل رشد و بزرگ شدن سلول می‌شود. طول میان گره نیز به علت افزایش تعداد و عمدتاً اندازه سلول‌ها، افزایش می‌یابد (Kocheki and Sarmadnia,2003). به نظر می رسد جذب عناصر کم مصرف در مراحل رشد گیاه در اثر مصرف کود گوگرد باعث سنتز هورمون رشد و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته در اثر افزایش تعداد سلول و اندازه آن‌ها می گردد.

قطر ساقه

قطر ساقه سورگوم در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر مصرف کود گوگرد قرار گرفت (جدول۲). مقایسه میانگین مقادیر مصرف کود گوگرد نشان داد که بیشترین قطر ساقه سورگوم در تیمار کودی هفتم با میانگین ۱۴/۹۷ میلی متر و کمترین آن با میانگین ۹/۱۰ میلی متر مربوط به تیمار شاهد بوده است (جدول۳).

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که قطر ساقه طی دوره رشد و نمو تحت تاثیر عوامل محیطی مختلف قرار می گیرد.تنظیم کننده های رشد مانند اکسین و جیبرلین، عوامل مانند نور، حرارت، رطوبت از عوامل تاثیر گذار بر رشد ساقه و قطر آن می باشند. هر چند با جذب عناصر کم مصرف قطر ساقه نیز افزایش پیدا می‌کند ولی با بیوسنتز اکسین نیزرشد طولی ساقه افزایش‌یافته واین عمل باعث قطر می‌گردد (KhaliliMahalleh ,2001).

نتایج آزمایش بداقی و همکاران (Bodaghi et al, 1999) در مورد اثر بهینه سازی شرایط جذب عناصر کم مصرف بر قطر ساقه با نتایج این آزمایش مطابقت و همخوانی داشت.

سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد می باشد (جدول ۲). مقایسه میانگین سطوح مختلف کودی نیز در سطح احتمال یک درصد نشان داد که بیشترین مقدار سطح برگ سورگوم در تیمار کودی هفتم با میانگین ۱۴۴/۹ سانتی متر مربع و کمترین مقدار سطح برگ مربوط به تیمار کودی شاهد با میانگین ۶۰/۶۱ سانتی متر مربع می باشد (جدول ۳).

به نظر می رسد تغییر شاخص سطح برگ به جز عوامل تراکم بوته و ژنوتیپ از عناصر کم مصرف و جذب بهتر آن ها تاثیر پذیر باشد (Ejirlou ,1996). جذب عناصر کم مصرف خود باعث جذب بهتر عناصر پر مصرف و افزایش رشد رویشی گیاه می شود که در این بین، کاربرد گوگرد برای ایجاد محیط مساعد برای جذب بهتر

Archive of SID

www.SID.ir

عناصر کم مصرف و پر مصرف اشکار می شود (Malakoti and Tahrani,1999).

عناصر کم مصرفی مانند روی که می‌تواند با فعال کردن سیستم های آنزیمی فعالیت متابولیکی باعث افزایش تولید انرژی، سنتز پروتئین و کربوهیدرات‌ها و درنتیجه توسعه سطح برگی می‌شود بسیار حائز اهمیت است (Pahlavan et al ,2006). به نظر می‌رسد افزایش سطح برگ بیشتر حاصل افزایش تعداد برگ نیز باشد (Chapmanand Westgate,1993).

عملکرد علوفه تر

وجود اختلاف معنی داری بین تیمارهای کودی با توجه به نتایج تجزیه واریانس این صفت مشاهده شد (جدول ۲). مصرف ٦۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به اضافه کود زیستی بیوسولفور (تیمار هفتم) با میانگین ٥٤۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد علوفه تر را دارا بود. و تیمار شاهد نیز دارای کمترین عملکرد تر با میانگین ۳۰۹۹۰ کیلوگرم در هکتار بود که با تیمار ۱۵۰ کیلو گرم گوگرد در هکتار اختلاف معنی داری نداشته‌ودر یک گروه آماریقرار گرفت (جدول ٤).

مطالعات نشان می‌دهد که بین افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش عملکرد محصول همبستگی مثبتی وجود دارد و مصرف توام گوگر با کود حیوانی سبب افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی خاک، افزایش جذب توسط گیاه و افزایش عملکرد محصول شده است که این نتایج با بررسی‌های دلوکاوهمکاران(Deluca et al ,1989) همخوانی دارد.با توجه به مساعد شدن شرایط اسیدیته خاک و بهبود شرایط جذب عناصر کم مصرف در اثر مصرف گوگرد در خاک‌های قلیایی، همچنین توسعه مناسب اندام های هوایی در مراحل اولیه رشد و استفاده مفید از نور خورشید در جهت توسعه سطح برگ و افزایش مواد فتوسنتزی از جمله عواملی هستند که عملکرد محصول را افزایش می دهند (Ghadiriand Majidian,1999).

پروتئین

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان می دهد که پروتئین دانه سورگوم نیز در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر تیمارهای کودی واقع شده است (جدول۲). بیشترین میزان پروتئین دانه سورگوم مربوط به تیمار کودیهفتم با میانگین ۱۲/٤ درصد و کمترین میزان پروتئین مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۸/۳ درصد می باشد (جدول ٤). معمولاً ترکیب شیمیایی دانه ها تحت کنترل ژنتیکی است اما محیط نیز بر آن اثر می گذارد. در حالت کلی اکثر تنش ها مانند شوری و خشکی باعث کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش ذخیره سازی موادی مانند کربوهیدرات ها و پروتئین‌ها می شوند و در نتیجه از درصد پروتئیندانه کاسته می‌شود. وجود عناصر کم مصرف با کمک به جذب بیشتر آن‌ها باعث افزایش فعالیت برخی آنزیم ها و در نتیجه

Archive of SID

www.SID.ir

فتوسنتز می گردد، که این عمل باعث افزایش سنتزو ذخیره مواد معدنی و آلی در دانه و افزایش درصد پروتئین دانه می گردد.

از آنجا که یکی از اثرات مصرف گوگرد در خاک‌های قلیایی، بهینه سازی جذب عناصر کم مصرف می باشد به نظر می رسد مصرف گوگرد در افزایش درصد پروتئین نیز دخیل است، از طرفی افزایش پروتئین خام را تحت شرایط مهیا کردن عناصر کم مصرفی مانند روی و منگنز از یک سو می توان به تاثیر غیر مستقیم این عناصر در افزایش جذب نیتروژن نسبت داد، از طرفی خود این عناصر درساختمان بعضی پروتئین‌ها و متابولیسم نیتروژن شرکت می‌کنند(Parham, 2006).

عملکرد بیولوژیکی

تیمارهای کودی در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد بیولوژیکی سورگوم تاثیر معنی داری داشت (جدول ۲). تیمار۶۰۰ کیلوگرم کود گوگرد در هکتار + بیوسولفور (تیمار هفتم) بامیانگین ۱۳۵۵۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار شاهد با میانگین ۷۷۸٤ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیکی سورگوم بودند (جدول ٤).

نتایج تحقیقات دیگر بیانگر تاثیر استفاده از مواد ریز مغذی یا بهبود شرایط جذب این مواد توسط گیاه، برای افزایش ماده خشک می باشد که این مسئله را ناشی از افزایش قابلیت جذب عناصر پر مصرفی چون نیتروژن و فسفر می توان دانست، جذب نیتروژن بیشترین سهم را در افزایش تجمع ماده خشک در گیاه دارد (Hergertetal,1996؛MalakotiandTahrani,1999).

همچنین به نظر می‌رسد کاهش سطح برگ در شرایط تنش‌های خشکی و شوری نیز عامل اصلی کاهش توانایی گیاهان زراعی در جذب و تحلیل دی اکسید کربن است، که با کم شدن شاخص سطح برگ و مقدار فتوسنتز، میزان آسیمیلاسیون خالص و تولید و ذخیره مواد غذایی کاهش می یابد و در نتیجه از وزن ماده خشک گیاه کاسته می شود.

افزایش بیوسنتزاکسین در حضور جذب عناصر ریز مغذی (Pasian, 2001) و افزایش فتوسنتز در اثر افزایش سطح برگ، کاهش تجمع عنصر سدیم در بافت گیاهی، افزوده شدن بر میزان آهن و نقش مثبت آن در فتوسیستم‌های ۱ و ۲، افزوده شدن بر سایر فعالیت های متابولیسمی گیاه (Morthvedth, 2003) و عوامل دیگر، توجیه کننده افزایش عملکرد ماده خشک به میزان قابل توجه در حضور عناصر ریز مغذی دانست.

اسیدیته خاک

نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به این صفت بعد از برداشت سورگوم نشان می دهد که اسیدیته خاک نیز در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر تیمارهای کودی واقع شده است (جدول ۲). مقایسه میانگین سطوح مقادیر کودی بر این صفت نشان می‌دهد که تیمار شاهد با

Archive of SID

www.SID.ir

بیشترین میانگین ۸/۱۱ و تیمار هفتم کودی کمترین میانگین ۷/۷۹ را دارا می‌باشد (جدول ٤).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که از گوگرد به عنوان یک ماده اسیدزا در خاک‌های قلیایی استفادهمی‌شود (Besharatiand Rastin, 1999). رزا و همکاران (Rosa et al ,1989) نیز گزارش کردند که تلقیح خاکبا فسفات و گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس موجب کاهش سریعاسیدیته خاک می شود و جذب عناصر کم مصرف که در خاک های قلیایی و آهکی تثبیت می شوند، را آسان می سازد. روپلا و تااورا (Rupelaand Taura,1973) مشاهده کردند در خاکی که اسیدیته اولیه آن ۸/٦ بود، با افزودن یک درصد گوگرد عنصری و گذشت ۵۰ روز اسیدیته آن به ۵/٦ کاهش یافته است. وین رایت (Wainwrigh , 1984) نیز طی یک بررسی اعلام کرد افزودن ۲ گرم گوگرد به یک خاک لومی شنی با اسیدیته ٦/۲ در طی ۵۰ هفته باعثکاهش اسیدیته به اندازه ۲/۵ واحد شد. البته اکسایش گوگرد در خاک ممکن است به علت ظرفیت بافری بالای خاک هایآهکی به آهستگی صورت گیرد این امر حتی با افزودن ۲/۵ درصد گوگرد به خاک نیز مشهود بوده است.

هدایت الکتریکی

نتایج نشان داد که این صفت در خاک تحت کشت سورگوم اختلاف معنی‌داری بینسطوح مصرف کودنشان نداد (جدول۲).

چنینبه نظر می‌رسد مقادیر مختلف مصرف کود گوگرد بر میزان هدایت الکتریکی خاک در این آزمایش تاثیری نداشته است. هدایت الکتریکی عصاره اشباع از جمله خصوصیات شیمیایی خاک است کهبه حضور املاح در فاز محلول خاک مربوط می‌شود. تحقیقات وسکیوس مونتیل (Vazquezmontiel ,1996) نشان می دهد افزایش هدایت الکتریکی خاک در اثر کاربرد کود دامی و یا کمپوست مربوط به بالا بودن مقدار کل نمک های محلول است که باعث تجمع املاح محلول در خاک می شود، از طرفی نبود کود دامی و کمپوست یا سایر منابع تامین انرژی میکروارگانیسم های خاک، خود باعث اکسیداسیون کم گوگردمصرفی شده و اسیدیته خاک را به مقدار نامحسوسی کاهشمی دهد.

نتیجه گیری کلی

نتایج کلی این آزمایش نشان دادکه سورگوم تحت تاثیر کاربرد گوگرد و کود زیستی در خاک قلیایی قرار گرفت به طوری‌که تیمار کودی گوگرد و کود زیستی بیوسولفور بیشترین اثر را در تولید علوفه تر سورگوم علوفه‌ای به میزان ٥٤۲۰۰ کیلوگرم داشته است. اضافه کردن گوگرد و کود زیستی در یک خاک قلیایی باعث ایجادتعادل در تغذیه گیاه و تحریک گیاه برای جذب سایر عناصر غذایی از خاک می شود و فرآیندهای رشد و نمو گیاه را با تأثیر بر اسیدیته خاک کنترل کرده

Archive of SID

www.SID.ir

و بهبود می بخشد. همچنان کـه در ایـن آزمـایش نیز مشاهده گردید، صفت عملکرد علوفـه تـر بـا افزایش اجزای عملکردی همچـون ارتفـاع بوتـه، قطر ساقه، تعداد برگ، و سطح برگ افزایش یافته است. این امر بیانگر مهم بودن قابل جذب شـدن عناصر غذایی در خاک قلیایی می باشد. با عنایت بر جدول نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) میتوان استنباط کرد که کاهش در مقدار pH خاک حدود ۰/۳ واحد بوده است و لذا چنین تغییر موضعی و معنی‌دار باعث ارتقاء شاخصهای رشد گیـاه شـده است. از طرف دیگر نتایج ارائه شـده مربـوط بـه یک آزمایش بوده و بدیهی اسـت بـرای حصـول اطمینان از نتـایج بدسـت آمـده بایسـتی آزمـایش تکرار گردد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Chemical and physical characteristic of soil

عمق cm	درصد اشباع SP	هدایت الکتریکی $EC \times 10^3$	اسیدیته pH	درصد مواد خنثی شونده کل T.N.V	کربن آلی O.C%	کلاس بافت خاک	ازت کل T.N%	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm
۰-۳۰	۵۷	٤/۵	۸/۲۲	١٤	۰/۲	لومی رسی	۰/۰۲	۱۷	٤۹۹/۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲.- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سورگوم علوفه‌ای و خاک تحت تاثیر گوگرد

Table 2: Variance analysis of forage sorghum traits and soil affected by sulfur

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		شاخص سبزینگی	تعداد برگ	ارتفاع بوته	قطر ساقه	سطح برگ	عملکرد وتر	پروتئین	عملکرد بیولوژیکی	اسیدیته	هدایت الکتریکی
تکرار	۲	٤/۹٦۳	۰/۷۹۷	۲٦۳/۱۸	۱/۷۱	۱۸/۵۰	۲۱۸٤٦۱/۹۰	۲/٤٦۸	٤۸٤۸/۱۹	۰/۰۰۱	۰/۲٤۹
کود	٦	۳/۲٤۸	۳/۵۰۹**	۸٤۰/۷۸**	۱۲/۷۹**	/۰۷**	/۵۲**	۵/٤۱۵**	** ۱۲٦۸۳۸۵۸/۸۲	۰/۰۳۱ **	۰/٤۲۷
						۳۱۷٦	۲۰۱۵۸۵۸۰۹				
خطا	۱۲	۷/۸۵۰	۰/۱۰۵	۷۷/۵۲	۰/۵۲۷	٦/۵٦	۷۸۸۷۱۱/۹۰	۰/۲۸٦	۳۸۵٤۵/٦۳	۰/۰۰۰۳۳	۰/۲۲۲
Cv(%)		۵/۸٤	۲/۸۳	۳/٤۸	٦/۰٦	۲/٤۱	۲/۲۳	۵/۱۰	۱/۹٦	۰/۲۳	۱۱/۸۱

** و * به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی دار می‌باشند.

**, * Significantly of1% and 5% probability levels respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات سطوح کود گوگرد بر صفات مورد مطالعه سورگوم

Table 3 – Mean comparision of sulfur manure levels effect on sorghum traits.

تیمارهای آزمایش	شاخص سبزینگی	تعداد برگ	ارتفاع بوته (سانتی متر)	قطر ساقه (میلی متر)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	عملکرد تر (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین (درصد)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی خاک (دسی زیمنس برمتر)
مقدار مصرف گوگرد										
شاهد (عدم مصرف گرگود	٤٦/٦۳	۱۰/٦٤c	۲۳۲/۷d	۹/۱۰e	٦۰/٦۱g	۳۰۹۹۰e	۸/۳۸c	۷۷۸٤e	۸/۱۱a	٤/۳۰
۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار	٤۷/۰۰	۱۰/۷۳bc	۲٤۲/۹cd	۹/۹۳de	۷۰/۹۷f	۳۲۲٦۰e	۱۰/۳۸b	۸۰۰۱e	۷/۸۹b	۳/۷٦
۳۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار	٤۸/۹۰	۱۱/۰۷bc	۲٤٤/۳cd	۱۱/۳۷cd	۹٦/۷۸e	۳٤۹۰۰d	۱۰/٤٤b	۸٦۹٤d	۷/۸۷bc	٤/٦۰

Archive of SID

www.SID.ir

٤٥٠ کیلوگرم گوگرد در هکتار	٤٩/١٠	١١/٣٠bc	٢٤٤/٢cd	١١/٨٠bc	١٠٥/٦d	٤٠٩٨٠c	١٠/٨١b	١٠٢١٠c	٧/٨٦bc	٣/٩٠
٦٠٠ کیلوگرم گوگرد در هکتار	٤٨/٨٧	١١/٣٧bc	٢٥٤/٨bc	١٣/٢٣ab	١٢٦/٩c	٤١٠٦٠c	١٠/٧٥b	١٠٢٨٠c	٧/٨٦bc	٣/٧٣
٣٠٠ کیلوگرم گوگرد + بیوسولفور	٤٨/٠٧	١١/٤٧b	٢٦٩/٩ab	١٣/٤٧ab	١٣٨/٠b	٤٥٧٠٠b	١٢/٣٧a	١١٤٣٠b	٧/٨٤c	٣/٤٩
٦٠٠ کیلوگرم گوگرد + بیوسولفور	٤٧/٠٧	١٣/٨٣a	٢٧٩/٩a	١٤/٩٧a	١٤٤/٩a	٥٤٢٠٠a	١٢/٨٧a	١٣٥٥٠a	٧/٧٩d	٤/١١

سطوح تیماری که حداقل دارای یک حرف مشترک در هرستون هستند اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال ١٪ با آزمون دانکن ندارند.

Levels treatment by the same letter, in each column, are not significantly different at 1 0/0 probability level-Using Duncan Range Test

جدول ٤- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه در سورگوم تحت تاثیر کاربرد گوگرد

Table4 – Correlation coefficient between traits of forage sorghum and soil sulfur

صفات آزمایشی	تعداد برگ	ارتفاع ساقه	قطر ساقه	سطح برگ	عملکرد تر	پروتئین	عملکرد بیولوژیکی	اشیدیته خاک
تعداد برگ	١							
ارتفاع	٠/٧٠٨**	١						
قطر ساقه	٠/٤٨٥**	٠/٦٨٠**	١					
سطح برگ	٠/٤٢٥	٠/٦٩١**	٠/٩٢٧**	١				
عملکرد تر	٠/٦٤٤**	٠/٧٥٦**	٠/٩٠٢**	٠/٩٢١**	١			
پروتئین	٠/٣٧١*	٠/٦٤٠**	٠/٧٨٧**	٠/٧٩٠**	٠/٨١٤**	١		
عملکرد بیولوژیکی	٠/٦٥٠**	٠/٧٦٦**	٠/٩٠٤**	٠/٩٢٢**	١/٠٠**	٠/٨٠٦**	١	
اسیدیته	-٠/٢٢١	-٠/٤٢٠*	-٠/٧٤٢**	-٠/٧٧٤**	-٠/٧٠٩**	-٠/٨٢٩**	-٠/٦٩٩**	١

* و ** به ترتیب بیانگر معنی دار بودن در سطح احتمال یک و پنج درصد می باشد.

*, ** Significantly of 1% and 5% probability levelsrespectively.

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

- Besharati,H.,and N,Saleh Rastin.1999. Effect ofinoculumbacteriaThiobacilluswithsulfurto increasethe digestibility ofphosphorus. Journalof Soil andWaterScience, 13(1):23-39.(In Persian).
- Bodaghi,S.,M.Roshdi.,K.KHarazmi.,and J.KHalili Mahalleh.1999. Effectof planting patternandfoliarmicronutrientelementsiron, zincandboron onyield and yield componentsof maizesingle cross 704. Master ThesisAgriculture, Islamic Azad Universitytemper, 116pages.(In Persian).
- Chapman,P.and M.E.Westgate.1993.Water deficit affects receptivity of maize silk. Crop Science Journal .33:279-282.
- Deluca ,T.H.,F.O.Skogley ,and R.E.Engle.1989.Band-applied elemental sulfur to enhance the Phytoavailablilty of phosphorus in alkaline calcareous soil.And Fertilizers of Soils. 7 :340-350
- Ejirlou,F.1996.Modifiedsorghumin65-75yearswith results oftherace, a research institute seed.
- Graham,R.D.2008.Micronutrient deficiencies in crops and their global significance. micronutrient deficiencies in global crop production.Spring Press.Pp:216
- Hergert.G.W,P.T.Nordquist,and B.A.Skates.1996.Fertilizer and crop management practices for Improving maize yield on high pH soils.Journal of plant Nutrition.19:(8-9),1223-1233.
- Ghadiri,H.,and M.Majidian.1999.Effect ofnitrogenandirrigationcutinmilkanddoughstagesonyieldandwater use efficiencyofcorn. Journal of ScienceandTechnology of AgricultureandNatural Resources, 1(2):26-13.(In Persian).
- Hergert.G.W,P.T.Nordquist, and B.A.Skates.1996.Fertilizer and crop management practices for Improving maize yield on high PH soils.Journal of plant Nutrition.19: (8-9),1223-1233.
- Janzen ,H.H.andR.Betany .1987.The Effect of temperature and water potential on sulfur Oxidation in soil .Soil Science.144(2):81-89
- Kalbasi ,M.,F.Filsoof andY.Rzainajad.1988.Effect of sulfur treatment on yield and uptake
- Of Fe,Zn and Mn by corn , sorghum and soybean.Journal of Plant Nutrition.11(6-11):1353-1360.
- Kaplan,M.,and S.Orman.1998.Effect of elemental sulfur and sulfur containing waste in Calcareous soil in Turkey.Journal of plant Nutrition.21(8):1655-1665
- Kocheki,A.,and GH.H.Sarmadnia.2003.Plant phyisiology.Pub.Mashhad university (In Persion).pp.400(In Persian)..
- KhaliliMahalleh,J.2001.Effect ofplantingdensityon growthand quantitativesorghumhybridsas a second cropin themood. Master ThesisAgriculture, Islamic Azad University,Branch, 157pages.(In Persian).
- Lawrence ,J.R.,and J.J.Germida.1991.Microbial and chemical characteristics of elemental sulfur beads in agricultural soils.SoilBiology.Biochemical Journal.23(3):617-622.
- Lindsay ,W.L.1972.Micronutrients in agriculture .Madison,Wise:soil science.societed.AM.

Archive of SID

www.SID.ir

- ✓ Malakoti,M.J.,and S.A.Hamadani.1991.Fertilizers andsoil fertility(translated) .antsharatPublishing Center, Tehran University, 220pages..(In Persian).
- ✓ Malakoti.M.J.,and M.M.Tahrani.1999.Increasethe role ofmicronutrientsinMlkrdvimprove the qualityof agricultural products (crushed bythe impact ofmacro-elements) .antsharatTarbiatModarres University, 299pages.(In Persian).
- ✓ Morthvedth,J.2003.Efficient fertilizer use micronutrient.Florida university publishing.16pp.
- ✓ Navayi,F.,M.J.Malakoti.2002.Effect ofdietarynutrient balancesthequantity and quality ofmaize. Journalof Soil andWaterScience, 16(2):161-168..(In Persian)
- ✓ Normohammadi,G.,A.Siadat.,and A.Kashani.1998.Cultivationof cereals(Volume I). ChamranUniversity .(In Persion).
- ✓ Pahlavan,M.R.,G.A.Keykha.,G.R.Eatesa.,S.A.Kookhan,and M.R.Naroueiral.2006.The study of Effect Zn,Fe and Mn quality and quality of grain wheat.presented in 18th Word Congress of Soil Science.Julay 9-15.pp:23..(In Persion).
- ✓ Pasian,C.C.2001.Micronutrient disorders.Ohaio state university fact sheet HYG.1252-9.
- ✓ Parham,T.2006.Effect offertilizersmacro, microandtailmilletharveston yield andqualityRvbahy.payanaMasterof Agriculture, University of Zabol, 105pages..(In Persion).
- ✓ Rosa .M.C.,J.J.Muchovej .,and V.H.Alvarez .1989.Temporal relation of phosphorus fraction in an oxisoil amended with rock phosphate and ThiobacillusThiooxcidans.American Journal of soil Science Society.53:1096-1100.
- ✓ Rupela,O.P.,and P.Taura.1973.Isolation and characterization of thiobacillus from alkali soil.Soil Biology and Biochemistery.5:891-897.
- ✓ SoltanBeigi,A.,M.Roshdi.,and K.Kharazmi.2009.Effects ofpretreatmentwithKlrmkvatseedsandcut irrigationonthe growthstages ofcorn varietiesAy.payanaMaster ofAgriculture, Islamic Azad Universitytemper, 137pages...(In Persion).
- ✓ Tabatabai,M.A.1986.Sulfur in agriculture .American agronomy society,Madison,wise.USA...(In Persion).
- ✓ Tate,R.L.1995.The sulfur and related biogeo chemical cycles.In soil microbiology.Johnwilley and sons Inc.,New York.P.359-372.
- ✓ Vazquezmontiel,O.1996.Management of domestic waste water for reuse in irrigation.WaterScience Technology.33:355-362.
- ✓ Wainwright,M.,W.Nevell ,and S.J.Grayston.1986.Effect of Organic matter on Sulfur oxidation in soil influence of sulfur oxidation in soil nitrification.Plant and soil .96.369-376.
- ✓ Wainwright,M.1984.Sulfur oxidation in soil .Advanced in Agronomy.37:349-396.
- ✓ Watkinson,J.H.,A.Lee,andD.R.Lauren .1987.Measurment of elemental sulfur in soil and sediments :Field sampling sample storage ,pretreatment,Extraction and analysis by high performance liquid chromatography Australian Journal Soil Research.25:167-178.

Archive of SID

www.SID.ir