اثر گوگرد و کود دامی بر عملکرد و پروتئین گندم زرین

فرزاد جلیلی[۱]، علی نصراله زاده[۲] و رضا ولیلو[۲]

چکیده

حاکمیت شرایط آهکی و قلیایی در خاک‌های کشور از یک سو و کمی مواد آلی از سوی دیگر باعث شده است میزان تولید از پتانسیل عملکرد محصول فاصله زیادی داشته باشد. این تحقیق به منظور بررسی تاثیر دو نوع مواد اصلاح‌کننده خاک بر عملکرد گندم در سیستم تناوب آفتابگردان-گندم به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۰ در مزرعه‌ای واقع در ۸ کیلومتری خوی اجرا شد. گوگرد در چهار سطح ۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و۶۰۰ کیلوگرم در هکتار از گوگرد کشاورزی و ماده آلی در سه سطح ۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار از کود پوسیده دامی بود. در کلیه کرت‌های آزمایشی کود نیتروژنی به طور یکنواخت در هر سال آزمایشی مصرف گردیده ولی ماده آلی و گوگرد در سال اول آزمایش به خاک اضافه شد و در سال دوم آزمایش تاثیر گوکرد و ماده آلی بر محصول بررسی شد. نتایج نشان داد که اثر اصلی گوگرد بر صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت و میزان پروتئین دانه معنی‌دار و اثر کود دامی بر کلیه صفات مورد مطالعه غیر از ارتفاع بوته معنی‌دار بود، در حالی که اثر متقابل بر عملکرد دانه و شاخص برداشت از لحاظ آماری معنی‌دار بود. مقایسه میانگین صفات نشان داد که سطوح فاکتورهای مورد مطالعه باعث بهبود صفات مورد مطالعه شدند و از نظر عملکرد دانه بیشترین مقدار آن با ۵۲۴۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به مصرف ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد همراه با مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود که نسبت به عدم مصرف هر دو ۱۶۲۵ کیلوگرم افزایش نشان داد. با بررسی سایر صفات مورد مطالعه در این تحقیق، این طور نتیجه‌گیری می‌گردد که برای بالا بردن عملکرد کمی و کیفیت دانه گندم، در شرایط اجرای این تحقیق، مصرف گوگرد به میزان ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود دامی به میزان ۲۰ تن در هکتار مناسب می‌باشد.

کلمات کلیدی: *عملکرد، کود دامی، گندم، گوگرد، پروتئین*

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۲۵

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوی، ایران (نویسنده مسئول)

E- mail: Farjalili@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه و بررسی منابع علمی

در اثر کمبود مواد آلی در خاک‌های کشور و استفاده نامطلوب از زمین‌های زراعی، همه ساله مقادیر زیادی خاک در معرض از بین رفتن هستند، بنابراین استفاده از کودهای آلی جهت افزایش و یا حداقل حفظ حاصل‌خیزی خاک و افزایش عملکرد اجتناب‌ناپذیر است. از سوی دیگر، با توجه به شرایط آهکی خاک‌های ایران به خصوص منطقه آذربایجان، pH خاک از مهم‌ترین عوامل در تبادل کاتیونی، حلالیت و حرکت یون‌ها، جذب عناصر غذایی و هم‌چنین فعالیت میکروارگانیزم‌های خاک محسوب می‌شود. تحقیقات نشان داده است که جهت تعدیل pH خاک، از مواد آلی و مواد اسیدزا استفاده می‌گردد که در چنین شرایطی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک اصلاح خواهد شد (Malakouti and Homai, 2004). خانواده غلات حدود ۷ درصد از غذای مردم کره زمین را تامین می‌نماید و در این میان گندم مهم‌ترین غله محسوب می‌شود، گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از محصولات استراتژیک کشور بوده که بالغ بر۴۵ درصد پروتئین و۵۵ درصد کالری مورد نیاز کشور را تامین می‌کند و به شکل‌های مختلف مثل نان، شیرینی‌های مختلف، مواد نشاسته‌ای، مواد پروتئینی و غیره مصرف می‌شود (Moamen et al., 2011)، لذا بالا بردن راندمان تولید در واحد سطح و ارتقاء کیفیت آن از اهمیت بالایی برخوردار است

اضافه کردن مواد آلی به همراه گوگرد در خاک‌هایی با اسیدیته بالا گزینه مناسبی جهت کاهش اسیدیته و انحلال عناصر مورد نیاز گیاهان می‌باشد. خلج و مستشاری (Khalej and Mostashari, 2001) طی آزمایشی مشاهده کردند مصرف توام ماده آلی و گوگرد در افزایش عملکرد گندم موثر بوده و این تیمار نسبت به شاهد حدود ۸۰۰ کیلوگرم افزایش عملکرد داشته است. سمر و ملکوتی (Samar and Malakouti, 1998) نشان دادند که مصرف توام گوگرد و کود آلی اثر به مراتب بهتری در افزایش عملکرد محصول و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی خاک داشته است. رحیمیان (Rahimian, 2011) در تحقیق خود با بررسی اثر گوگرد و تیوباسیلوس به همراه ماده آلی بر صفات کمی و کیفی کلزا گزارش کردند که با افزایش میزان گوگرد تا سطح ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه و ماده خشک کل به ترتیب ۴/۳۹ و۱۵/۲۸ درصد افزایش یافت.

کلباسی و همکاران (Kalbasi et al., 1998) افزایش عملکرد گیاه ذرت و جذب عناصر آهن، منگنز و روی را به مصرف گوگرد نسبت دادند. دلوکا و همکاران (Deluca et al., 1989) نیز اعلام کردند مصرف توام گوگرد و ماده آلی سبب افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی خاک و در نهایت عملکرد محصول می‌شود. با این وجود مشکل عمده‌ای که بعد از مصرف گوگرد در خاک‌های زراعی مطرح است اکسیداسیون و سرعت انجام آن می‌باشد. خاوازی و همکاران (Khavazi et al., 2001) طی آزمایش گلخانه‌ای نشان دادند که استفاده از خاک فسفات به همراه گوگرد و باکتری

Archive of SID

www.SID.ir

تیوباسیلوس، وزن خشک ذرت را در دو برداشت، نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری افزایش داد.

رضایی و همکاران (Rezai et al., 2006) در تحقیقی با عنوان استفاده از گوگرد و اسید سولفوریک تولیدی صنایع نفت در اصلاح خاک و افزایش عملکرد در گیاهان زراعی نتیجه‌گیری کردند که مواد اصلاح‌کننده به ویژه اسید سولفوریک و گوگرد موجب افزایش عملکرد یونجه گردید. در تیمارهایی که یک سال و دو سال کود گاوی به میزان ۲۵ تن در هکتار دریافت کرده بودند افزایش معنی‌داری در سطح کربن آلی و نیتروژن کل خاک مشاهده نشد، اما در سطح ۱۰۰ تن در هکتار با افزایش دفعات کوددهی، روند افزایشی مشاهده شد (Lotfi et al., 2009).

استفاده از گوگرد به عنوان یک ماده اسید زا به منظور افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی و کاهش pH خاک در خاک‌های آهکی کاربرد دارد (Bharathi and Poongothai, 2008; Kaya et al., 2008; Jaggi et al., 2005). گوگرد و ماده آلی بدلیل تاثیری که بر شرایط شیمیایی خاک نظیر کاهش pH داشتند، موجب افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی توسط گندم می‌گردد (Elfatah and Khaled, 2009).

یکی از راه‌های دست‌یابی به کشاورزی پایدار استفاده از کودهای آلی است که نقش مهمی در بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک دارند. استفاده از کودهای آلی در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش حمایت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌شود (Madrid et al., 2007). مواد آلی صرف نظر از فراهمی عناصر غذایی، اثرات مختلفی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک دارند (Pedra et al., 2006). بهبود حاصل‌خیزی خاک یکی از مهم‌ترین استراتژی‌ها برای افزایش تولیدات کشاورزی است (Castagno et al., 2008). ماده آلی خاک در سمیت‌زدایی خاک نقش بسیار مهمی دارد، زیرا ماده آلی با کاتیون‌های خاک و فلزات سنگین پیوند قوی تشکیل می‌دهد (Sadegh et al., 2010). اسید هیومیک حاصل از تجزیه ماده آلی تنفس ریشه‌ها و در نتیجه رشد گیاه زراعی را بهبود می‌بخشد. هومات میزان نفوذپذیری غشاء را افزایش می‌دهد و منجر به بهبود رشد میکروارگانیسم‌های مفید برای گیاهان زراعی می‌گردد. هومات، تقسیم سلولی را تسریع می‌کند و رشد گیاه زراعی را بهبود می‌بخشد (Zaghloul et al., 2009). آدکونله و همکاران (Adekunle et al., 2010) اظهار داشتند که ترکیبات هیومیکی که یکی از اجزای مهم کمپوست هستند، نقش مهمی را در انتقال عناصر غذایی به سمت گیاهان خواهند داشت. تا به حال انقلاب سبز موجب افزایش نیروی تولید گیاهان زراعی گردید، اما از سوی دیگر موجب آلودگی شدید محیط زیست شد. افزایش شدید ترکیبات شیمیایی برای افزایش تولید و محافظت از گیاهان موازنه اکولوژیکی خاک را به

Archive of SID

www.SID.ir

هم ریخته و موجب تخلیه بعضی از عناصر غذایی گردید (Sharma et al., 2007). در هر حال به دلیل مضرات این ترکیبات بر محیط، استفاده از کودهای زیستی و آلی به عنوان جایگزینی کاهش استفاده از کودهای شیمیایی معرفی شده است (Negavej and Assavavipapan, 2007).

بخش عمده‌ای از مشکلات خاک‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک از آنجا ناشی می‌شود که به علت pH بالا و غلظت زیاد یون کلسیم، از قابلیت جذب عناصر غذایی وابسته به pH مانند آهن، روی و منگنز به شدت کاسته می‌شود، از طرفی افزودن این عناصر به خاک از طریق کودهای شیمیایی مشکلات و آلودگی‌های زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت (Sameni and Kasaraian, 2004)، لذا کاهش موضعی pH خاک موثرترین راه مقابله با این مشکل در خاک‌های آهکی و قلیایی است که استفاده از گوگرد برای کاهش pH خاک‌های قلیایی و مواد آلی در فراهم سازی این شرایط برای کاهش pH و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی مورد توجه اکثر متخصصان است. در سالیان گذشته در خصوص مواد اصلاح‌کننده خاک عمدتا اثر آن‌ها بر عملکرد محصول و یا برخی خواص خاک در شرایط کنترل شده پرداخته است (Golchin et al., 2000; Kiayijamali and Gorbani, 2008; Rezai Gandomkar et al., 2006; Rasouli and Maftoon, 2010). در این تحقیق سعی شده است اثر دو نوع ماده اصلاح کننده خاک (گوگرد و کود دامی) بر عملکرد و کیفیت گندم از لحاظ میزان پروتئین تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی تاثیر دو نوع ماده اصلاح‌کننده خاک بر عملکرد گندم در سیستم تناوب آفتابگردان-گندم در مزرعه‌ای واقع در ۸ کیلومتری شمال شرقی خوی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت فاکتوریل دو عاملی در سه تکرار اجرا شد. مصرف نیتروژن بر اساس آزمون خاک بود. فاکتور گوگرد در چهار سطح ۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار از گوگرد (S) کشاورزی، به ترتیب S_1, S_2, S_3, S_4 و فاکتور ماده آلی (OM) در سه سطح ۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار به ترتیبM_1, M_2 و M_3 از کود پوسیده دامی بود.

قبل از اجرای آزمایش به منظور بررسی وضعیت حاصل‌خیزی و خواص فیزیکی خاک نمونه مرکب خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری تهیه گردیده و در آن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک طبق روش‌های استاندارد تعیین شد (Ehyayi and Behbahani, 1999) که نتایج آن در جدول ۱ درج شده است. ماده آلی و گوگرد کشاورزی مطابق تیمارهای طرح، یک ماه قبل از کشت در سال اول به طور یکنواخت پخش گردیده و به همراه کودهای مورد نیاز تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک مخلوط شد و در طول اجرای طرح، موقعیت کرت‌های آزمایش برای هر دو فصل کشت ثابت ماند. در کلیه کرت‌های آزمایشی کود نیتروژنی به طور یکنواخت در هر سال زراعی مصرف گردیده، ولی در مورد ماده آلی و گوگرد در کشت اول

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایش (کشت افتابگردان) به خاک اضافه شد و در سال دوم آزمایش (کشت گندم) تاثیر این‌ها بر محصول بررسی شد.

مساحت هر کرت آزمایشی ۱۸ مترمربع و رقم مورد استفاده گندم، زرین بوده که با تراکم کشت ۴۵۰ بذر در مترمربع با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متری در اول مهر کشت شد. فواصل آبیاری بر اساس عرف منطقه بود و جهت مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش 2,4-D به میزان یک و نیم لیتر در هکتار استفاده شد و طول اجرای آزمایش آفت خاصی مشاهده نشد. در دهه اول تیر ماه عملیات برداشت انجام شد. ارزیابی رشد گندم شامل ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و میزان پروتئین دانه بود. به منظور تعیین پروتئین، ابتدا به روش کجلدال، میزان نیتروژن دانه اندازه‌گیری شده و با ضرب آن در ضریب ثابت ۵/۹ درصد پروتئین محاسبه شد. داده‌های بدست آمده با استفاده از برنامه آماری SAS تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

Table1- The results of soil analysis

ρ_b	Mn	Zn	Fe	$K_{ava.}$	$P_{ava.}$	Clay	Silt	Sand	SP	OC	T.N.V. (%)	pH_e	EC	(depth) عمق
gr/cm^3			mg/kg						%				dS/m	cm
1.47	6.9	0.87	8.3	380	12.51	41	33	36	52	1.01	11.2	7.95	0.97	30

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس صفات نشان می‌دهد که اثر فاکتورهای مورد مطالعه و هم‌چنین اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع گیاه موثر نبوده است (جدول ۱). هر چند که با افزایش در مقدار سطوح عامل‌های مورد مطالعه ارتفاع بوته گندم تا حدی افزایش یافت، ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نشد. در تحقیق مومن و همکاران (Moamen et al., 2011) اثر گوگرد و کمپوست مصرفی بر این صفت معنی‌دار بود. در آزمایش ایشان علی‌رغم این‌که pH خاک، مشابه شرایط این آزمایش بود ولی درصد کربن آلی خاک ناچیز و حدود ۰/۰۴ درصد بود و شاید به همین علت تیمارهای مورد آزمایش نامبردگان بر این صفت معنی‌دار شده بود.

طول سنبله: اثر ماده آلی مصرفی بر طول سنبله معنی‌دار بود (جدول ۲). همان‌طوری که نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد با افزایش میزان مصرف کود دامی بر طول سنبله افزوده شد، بطوری‌که بیشترین طول سنبله با مصرف ۴۰ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۳). با افزایش مصرف کود آلی، مواد غذایی بیشتری در اختیار گیاه قرار

Archive of SID

www.SID.ir

گرفته در نتیجه مواد غذایی و کربوهیدرات بیشتری از طریق ساقه و برگ‌ها انتقال یافت و شرایط برای افزایش طول سنبله فراهم شد. از سوی دیگر با افزایش دسترسی به عناصر غذایی، تعداد گلچه‌های بارور در سنبله افزایش یافته و با افزایش تعداد دانه در سنبله در نهایت به افزایش عملکرد دانه منجر شد. این نتایج با یافته‌های کافی و همکاران (Kafi et al., 2005) و گودرزی (Goodarzi, 2010) مطابقت داشت. اثر گوگرد و نیز اثر متقابل دو فاکتور بر طول سنبله معنی‌دار نشد.

تعداد دانه در سنبله: اثر اصلی گوگرد و کود دامی بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود. به طوری که با افزایش گوگرد و کود دامی بر تعداد دانه در سنبله افزوده شد. بین سطوح گوگرد مصرفی بیشترین تعداد دانه در سنبله، با مصرف ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۳۹/۵ دانه حاصل شد.استفاده از کود دامی باعث افزایش در تعداد دانه در سنبله شد و بیشترین مقدار از این حیث با مصرف ۴۰ تن در هکتار با میانگین ۳۷/۷ دانه به دست آمد که با مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۳). مومن و همکاران (Moamen et al., 2011) طی بررسی در منطقه سمنان بر روی گندم بم نشان دادند با افزایش میزان گوگرد مصرفی و کمپوست، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ به طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه (۴۲۶۲ کیلوگرم در هکتار)، وزن هزار دانه ۳۸ گرم، تعداد دانه در سنبله ۴۷/۴۴ مربوط به مصرف ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد همراه با ۲۰ تن کمپوست بود.

وزن هزار دانه: اثر اصلی گوگرد و کود دامی بر وزن هزار دانه معنی‌دار شد. با افزایش در گوگرد و کود دامی بر وزن هزار دانه افزوده شد. بین سطوح گوگرد، بیشترین وزن هزار دانه مربوط به مصرف ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۳۶/۷ گرم بود که نسبت به تیمار شاهد اختلاف آماری معنی‌داری داشت. در بین سطوح کود دامی، بیشترین مقدار مربوط به مصرف ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار با میانگین ۳۶/۸ گرم بود (جدول ۳). وزن هزار دانه یکی از اجزاء عملکرد دانه در گندم بوده و ارتباط مستقیمی با عملکرد دانه دارد (Gebeuhou et al., 1982)، لذا هر عاملی که باعث تغییر در وزن هزار دانه شود منجر به تغییر در عملکرد دانه می‌گردد. در این میان، افزایش گوگرد و ماده آلی باعث افزایش طول مدت پرشدن دانه، افزایش غلظت ساکاروز دانه و در نهایت وزن هزار دانه می‌گردد.

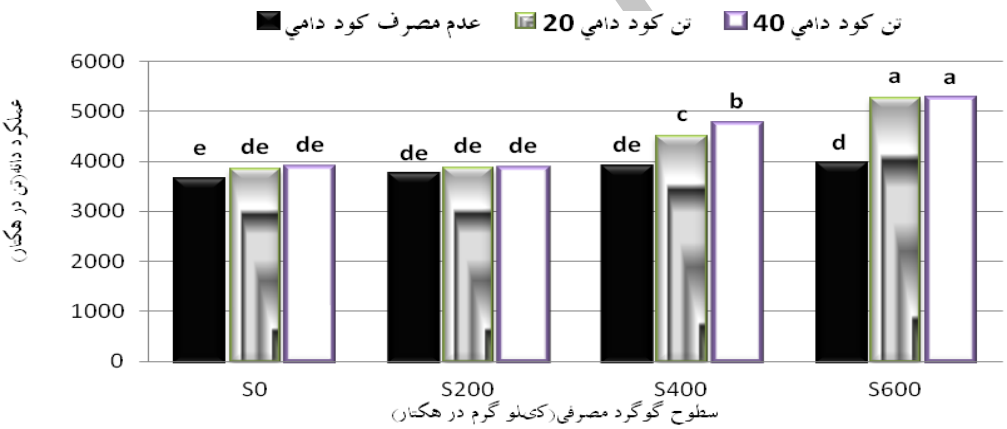
پلات و همکاران (Plaute et al., 2004) بیان کردند که میزان تجمع ماده خشک و وزن هزار دانه در طی دوره رشد زایشی افزایش یافت، بنابراین با افزایش سطوح گوگرد و ماده آلی به علت بهینه کردن شرایط فیزیکوشیمیایی خاک و بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه، بر وزن هزار دانه افزوده شد. بر اساس یافته‌های کافی و همکاران (Kafi et al., 2005) افزایش سرعت فتوسنتزی برگ در طی

Archive of SID

www.SID.ir

دوره پرشدن دانه منجر به افزایش سرعت رشد و در نهایت وزن هزار دانه می‌گردد.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی‌دار شدن اثر گوگرد و کود دامی و نیز اثر متقابل این دو عامل بر عملکرد دانه بود (جدول ۲). با افزایش میزان کود دامی و گوگرد مصرفی بر عملکرد دانه افزوده شد، طوری‌که بیشترین آن به میزان ۵۲۳۴ کیلوگرم در هکتار مربوط به مصرف ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد و ۴۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد که با مصرف ۲۰ تن هکتار آن در یک گروه آماری قرار گرفت. در حالی‌که کمترین عملکرد دانه مربوط به عدم مصرف گوگرد و کود دامی به میزان ۳۶۰۹ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱). افزایش عملکرد در اثر افزایش گوگرد به نظر می‌رسد مربوط به اسیدی کردن موضعی خاک و افزایش قابلیت انحلال عناصر غذایی و در نتیجه افزایش کارایی جذب عناصر غذایی باشد. در چنین شرایط، موقعی که گوگرد همراه با ماده آلی مصرف گردد با خاطر تسریع در اکسایش گوگرد و نیز آزادسازی عناصر غذایی موجود در ماده آلی، باعث تاثیرگذاری بیشتر این دو ماده اصلاح‌کننده خاک در عملکرد گندم شده است.



شکل۱ – اثر متقابل گوگرد و کود دامي بر عملکرد دانه گندم

Figure1-intaction effect of sulfur and manure fertilizer on grain yield of wheat

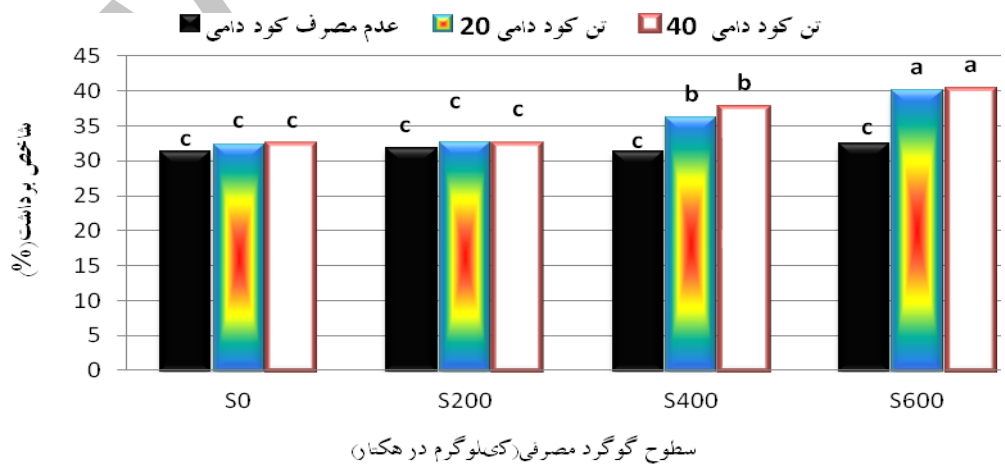
مومن و همکاران (Moamen et al., 2011) گزارش دادند افزایش میزان گوگرد و کمپوست سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ گندم شد. سجادی نیک و همکاران (Sajadinik et al., 2011) در مطالعه‌ای در مورد کنجد نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه از تیمار مصرف کود آلی توام با نیتروژن بدست آمد. گودرزی (Godarzi, 2010) نشان داد که مصرف گوگرد عملکرد گندم را به میزان ۱۹۰ کیلوگرم در هکتار و مصرف توام آن با کمپوست عملکرد دانه را به میزان ۳۳۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد افزایش داد.

www.SID.ir

در آزمایش تبریزی (Tabrizi, 2004) بر روی گیاه اسفرزه اثر کود دامی بر عملکرد دانه معنی‌دار شد، اما بر ارتفاع گیاه، تعداد سنبله و وزن هزار دانه معنی‌دار نبود. بشارتی و همکاران (Basharati et al., 2007) در آزمایش گلخانه‌ای مشاهده کردند که بیشترین ماده خشک اندام هوایی ذرت و میزان فسفر، آهن و روی موجود در آن، مربوط به تیمار گوگرد تلقیح شده با تیوباسیلوس و سوپر فسفات تریپل است. و ایشان اضافه کردند در آزمایش‌های گلخانه‌ای برای بالا بردن اثر گوگرد در خواص شیمیایی خاک، اضافه نمودن باکتری‌های اکسید کننده گوگرد همراه با ماده آلی ضروری است.

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین نشان داد که اثر عامل‌های آزمایش بر این صفت مشابه اثر آن‌ها بر عملکرد دانه بود (جدول ۲ و شکل ۲). بطوری‌که با مصرف ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد همراه با مصرف ۴۰ تن در هکتار کود آلی بیشترین شاخص برداشت به میزان ۴۰/۱ درصد بدست آمد که با مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی در همان سطح گوگرد در یک گروه آماری قرار گرفت. مصرف گوگرد همراه با کود دامی باعث کاهش pH خاک شده و به علت افزایش تحرک‌پذیری عناصر غذایی در محدوده اطراف ریشه، جذب عناصر غذایی توسط گیاه افزایش یافته و منجر به افزایش عملکرد و در نهایت شاخص برداشت شده است.

اثر ماده آلی در افزایش رشد گندم نیز می‌تواند به دو دلیل باشد یکی این‌که ماده آلی با فراهم نمودن شرایط برای اکسیداسیون گوگرد توسط میکروارگانیسم‌های دگرپرور، اکسیداسیون بیولوژیکی گوگرد را در خاک‌های آهکی افزایش داده است. از طرف دیگر کود دامی دارای عناصر غذایی است که به تدریج آزاد شده و در اختیار گیاه قرار گرفته است (Wainwright et al., 1984).



شکل ۲– اثر متقابل گوگرد و کود دامی بر شاخص برداشت گندم

Figure2-intraction effect of sulfur and manure fertilizer on harvest index of wheat

Archive of SID

www.SID.ir

یکی از جنبه های کشاورزی پایدار، بهبود و حفظ حاصل‌خیزی و کیفیت خاک می‌باشد که از طریق کاربرد کودهای آلی و متعادل‌سازی مصرف بهینه کودهای پرمصرف حاصل می‌گردد (Mohseni et al., 2006). زمانی باب گهری و همکاران (Zamani bobgahri et al., 2010) در بررسی اثر لجن فاضلاب کارخانه پلی‌اکریل، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر ویژگی‌های خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای نشان دادند که کاربرد پسماند آلی علاوه بر افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه، باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله میزان ماده آلی و جرم مخصوص ظاهری خاک شد.

درصد پروتئین: اثر اصلی سطوح گوگرد و کود دامی بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار بود، در حالی که اثر متقابل دو فاکتور مورد مطالعه بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش سطوح هر دو عامل بر میزان پروتئین دانه افزوده شد و بیشترین مقدار پروتئین ۱۱/۵۶ و ۱۱/۴ درصد به ترتیب مربوط به مصرف ۶۰۰ کیلوگرم و ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود (جدول ۳). مواد آلی با کاهش pH و تشکیل کمپلکس‌های محلول می‌تواند سبب افزایش فراهمی عناصر غذایی، به خصوص، عناصر کم مصرف گردد و اضافه نمودن گوگرد در چنین شرایطی، این اثرات را تشدید کرده و به دنبال آن رشد گیاه و شاخص‌های کیفی گیاه ارتقاء یافت (Malakouti and Homai, 2004). کریمی و همکاران (Karimi et al., 2001) با بررسی کاربرد گوگرد و کود دامی بر برخی اجزاء عملکرد کلزا در دو خاک آهکی نشان داده بودند که کود دامی تاثیر معنی‌داری بر میزان روغن، پروتئین، وزن هزار دانه و کل ماده خشک داشت. مصرف توام کود دامی و گوگرد نیز موجب افزایش ماده خشک کل گیاه شد، به طوری‌که بیشترین ماده خشک کل در تیمار ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد عنصری همراه با ۵۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش گوگرد و کود دامی عملکرد و اجزاء عملکرد افزایش یافت، به طوری‌که در مورد گوگرد، بیشترین افزایش در کلیه صفات مورد مطالعه مربوط به مصرف ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. افزایش در سطوح کود آلی نیز منجر به ارتقاء در صفات مورد مطالعه شد، به طوری‌که در صفات طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد پروتئین، بیشترین مقدار آن‌ها با مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی بدست آمد، با این حال اختلاف آماری معنی‌داری با مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی نداشت. بنابراین مصرف ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد همراه با ۲۰ تن در هکتار کود دامی، جهت ارتقاء خواص کمی و کیفی گندم و احتمالا بهبود خواص فیزیکوشیمیایی خاک، در شرایط اجرای آزمایش توصیه می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در گندم

Table 2- analysis variance for characters in wheat

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی D.f	میانگین مربعات (Ms) ارتفاع بوته plant height	طول سنبله Spike length	تعداد دانه در سنبله Seed number in spike	وزن هزار دانه 1000 seed weight	عملکرد بیولوژیک Biologic yield	شاخص برداشت Harvest index	پروتئین protein
تکرار .Rip	2	3.85	0.588	3.95	2.403	425465.33	0.57	0.155
گوگرد (S)	3	3.25^{ns}	0.035^{ns}	48.17^{**}	7.772^{**}	2169646.50^{**}	61.88^{**}	3.733^{**}
ماده آلی (OM)	2	1.79^{ns}	2.86^{**}	36.55^{**}	7.063^{**}	552039.63^{*}	59.50^{**}	2.669^{**}
S*OM	6	3.94^{ns}	0.07^{ns}	3.24^{ns}	0.164^{ns}	179660.33^{ns}	12.00^{**}	0.389^{ns}
خطا Erorr	22	6.46	0.12	3.45	0.732	136835.47	1.59	0.459
ضریب تغییرات (٪) C.V		2.9	3.44	5.10	2.34	3.02	3.71	5.96

ns,*,** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

Non significant, significant at 5% and 1% levels respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی صفات مورد مطالعه در گندم

Table 3- means of main effect of characters in wheat

فاکتورهای آزمایش	سطوح فاکتور	ارتفاع بوته (cm) Plant height	طول سنبله (cm) Spike length	تعداد دانه در سنبله Seed Number in spike	وزن هزار دانه (gr) 1000 seed weight	پروتئین (٪) protein
گوگرد (S)	S_1	86.5	10.0	34.6c	35.4b	10.6b
	S_2	86.3	10.2	34.7c	36.3ab	11.2ab
	S_3	87.0	10.2	37.0b	36.9ab	11.6ab
	S_4	87.6	10.1	39.5a	37.6ab	12.1a
ماده آلی (OM)	M_1	86.6	9.6b	34.4b	35.6b	108b
	M_2	86.7	10.2a	37.2a	36.8a	11.4ab
	M_3	87.3	10.6a	37.7a	36.8a	11.8a

اعدادی که حداقل یک حرف مشترک دارند تفاوت آماری معنی داری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means in each column followed by similar letters are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's test

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

✓ Adekunle, I. M., O. F. Olorundare, and O. R. R. Ajuwon. 2010. Evaluating potential hepatoxicity of compost derived humic acid to African mud catfish (*Clarias gariepinus*) grown in static water culture. J. of Applied Sci. and Environ. Sanitation. 5 (3): 263- 272.

✓ Ameni, A. M., and A. Kasaraian. 2004. Effect of agricultural sulfur on characteristics of different calcareous soils from dry region of Iran. I. disintegration rate of agricultural sulfur and its effects on chemical properties of the soils. Soil Sci. and Plant Analysis. 35 (9): 1219- 1234.

✓ Bharathi, C., and S. Poongothai. 2008. Direct and residual effect of sulphur on growth, nutrient uptake, yield and its use efficiency in maize and subsequent green gram. Res. J. of Agric. and Biol. Sci. 4 (5): 368- 372.

✓ Basharati, H., and N. Salehrastin. 1999. Effect of Thio-bacillus inoculants whit sulfur in increasing of phosphorus availability. J. of Soil and Water. 13 (1): 23- 39. (In Persian)

✓ Besharaty, H., K. Khavazi, and N. Saleh-Rastin. 2002. Evaluation of some carriers for Thio-bacillus inoculates used along with sulphur to increase uptake of some nutrients by corn and improve its performance. Plant Nutr. 92: 672- 673.

✓ Castagno, L. N., M. J. Estrella., A. Grassano, and O. A. Ruiz. 2008. Biochemical and molecular characterization of phosphate solubilizing bacteria and evaluation of its efficiency promoting the growth of Lotus tenuis. Lotus Newsletter. 38 (2): 53- 56.

✓ Deluca, T. H., F. O. Skogley, and R. E. Engle .1989. Band-applied elemental sulfur to enhance the Phytoavailability of phosphorus in alkaline calcareous soil. J. of Fertil. of Soils. 7: 340- 350.

✓ Ehyayi, M., and A. A. Behbahanizadeh. 1999. Methods of soil analysis. Organization of Research, Education and Propagation of Agronomy. Soil and Water Res. Institute, Tech. Press. 893: 115. (In Persian)

✓ El-Fatah, M. S., and S. M. Khaled. 2010. Influence of organic matter and different rates of sulphur and nitrogen on dry matter and mineral composition of wheat plant in new reclaimed sandy soil. J. of American Sci. 6 (11): 1078- 1084.

✓ Geheyhou, G., D. R. Knott, and R. Baker. 1982. Rate and duration of filling in durum wheat cultivars. Crop Sci. 22: 337- 340.

✓ Golchin, A., M. Razavi, and M. J. Malakouti. 2000. Effect of cover crop in increasing of soil fertility and yield of potato, in Balanced Nutrition of Wheat. paper collection, Agriculture Testing Press, Tehran. (In Persian)

✓ Godarzi, K. 2010. The effect of sulfur and compost on nutrient availability of soil and its uptake by wheat. Papers of Zonal Symposium in New Approach in Agronomy and Nanotechnology, Share-Gods, IAU. Gods Branch, 21 January. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Jaggi, R. C., M. S. Aulakh, and R. Sharma. 2005. Impacts of elemental S applied under various temperature and moisture regimes on pH and available P in acidic, neutral and alkaline soils. Bio. Fertilizer Soil. 41: 52- 58.

✓ Kafi, M., A. Jafarnajad, and M. Jame Ahmadi. 2005. Wheat (Ecology, Physiology and Yield Determination). Ferdoosi Mashhad Univ. Press. Pp: 478. (In Persian)

✓ Kaya, M., Z. Kucukyumuk, and I. Erdal. 2009. Effects of elemental sulfur and sulfur-containing waste on nutrient concentrations and grown on calcareous soil. African J. of Biotech. 8 (18): 4481- 4489.

✓ Khavazi, K., F. Nourgholipour, and M. J. Malakouti. 2001. Effect of Thio-bacillus and phosphate solublizer bacteria on increasing P availability from rock phosphate for corn. International Meeting on Direct Application of Rock Phosphate and Related Technology, Kuala Lumpur, Malaysia.

✓ Kalbasi. M., F. Filsoof, and Y. Rezai nejad. 1988. Effect of sulfur treatment on yield and uptake of Zn. Fe and Mn by corn and soybean. J. of Plant Nutr. 11 (6- 11): 1353- 1356.

✓ Khalej, M., and A. Mostashari. 2001. The effect of compost and sulfur on yield of wheat. 7th Iran Soil Science Congress Abstract, Mashhad, 11 September. Pp: 176- 178. (In Persian)

✓ Karimi, F., M. A. Bahmanyar, and M. Shahabi karimi. 2011. Effect of sulfur and manure fertilizer on oil, protein and yield of canola in two calcareous soils. J. of Sustainable Agric. Sci. 22 (3): 72- 81. (In Persian)

✓ KiayiJamali, S. F., and A. Gorbani. 2008. The effect of industrial metal waste as a soil pH amendment material and the effect on some heavy metals of soil its concentration on leaf tea. J. of Agric. Sci. 18 (3): 83- 97. (In Persian)

✓ Lotfi, Y., F. Norbakhsh, and A. Maleki. 2009. A simple and rapid methods to measuring of nitrogen mineralization potential in calcareous soil as treated with manure fertilizer. J. of Res. in Agron. Sci. 1 (4): 83- 94. (In Persian)

✓ Madrid, F., R. Lopez, and F. Cabera. 2007. Metal accumulation in soil after application of municipal solid waste compost under intensive farming condition. J. of Agric. Ecosys. and Environ. 119: 249- 256.

✓ Malakouti, M. J., and M. Homai. 2004. Soil fertility in dry region. Tarbiat Moddares Univ. Press. Pp: 441. (In Persian)

✓ Mohseini, S. H., A. Ganbari., M. R. Ramazanpour, and M. Hoseini. 2006. The effect of rate and method application of $FeSO_4$ and H_3BO_3 on yield and quality and nutrient uptake in two variety of corn. Iranian J. of Agron. 37 (4): 31- 38. (In Persian)

✓ Moamen, A., A. R. Pazoki, and M. R. Momayezi. 2011. Effect of granular sulfur and compost on properties of Bam wheat in Semnan region. Sci. and Res. Annual Agron. Plant Physiol. IAU, Ahvaz Branch. 3 (9): 35- 46. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Ngavej, C., and S. Assavavipapan. 2007. Forecasting of rhizoidal biofertilizer technology using maturity mapping. School of Management, Shinawatra Univ. Bangkok. Thailand.

✓ Pedra, F., A. Polo., A. Ribero, and H. Domingues. 2006. Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. J. of Soil Biol. and Bioch. 29: 1375- 1382.

✓ Plaut, Z., B. J. Butow., C. W. Blumenthal, and C. W. Wrighey. 2004. Transport of dry matter in to developing wheat kernel. Field Crop Res. 96: 185- 196.

✓ Rasouli, F., and M. Maftoon. 2010. Residual effect of two organic matter whit nitrogen and no nitrogen fertilizer on growth and chemical compounds of wheat and some chemical properties of soil. J. of Water and Soil (Sci. and Agric. Tech.). 24 (2): 262- 273. (In Persian)

✓ Rahimian, Z. 2011. Effect of sulfur and *Thio-bacillus* whit organic matter on quantity and quality of canola, Sci. and Res. Annual Agron. Plant Physiol. IAU, Ahvaz Branch. 3 (12): 19- 27. (In Persian)

✓ Rezai, M., A. Gandomkar., M. Fathi, and A. Mohommadian. 2006. Application of sulfur and H_2SO_4 in soil reclamation and yield increasing of agronomic plant. 1st Symposium Environmental Engineering, Tehran. Pp: 259. (In Persian)

✓ Sadegh, L., M. Fekri, and N. Gorgin. 2010. Effects of poultry manure and pistachio compost on the kinetics of copper desorption from two calcareous soils. Arab J. of Geo-Sci. 8: 42- 48.

✓ Sharma, K., G. Dak., A. Agrawal., M. Bhatnagar, and R. Sharma. 2007. Effect of phosphate solubilizing bacteria on the germination of cicer arietinum seeds and seedling growth. J. of Herbal Med. and Toxi. 1 (1): 61- 63.

✓ Samar, S. M., and M. J. Malakouti. 1998. Effect of sulfur, $FeSO_4$ and manure fertilizer and application methods on extractable soil Fe. J. of Soil and Water. 12 (5): 55- 61. (In Persian)

✓ SajadiNik, R., A. Yadavi., and H. Faraji. 2011. Evaluation of the effect of urea, organic and biologic fertilizer on quality and quantity of sesame. J. of Susta. Agric. Sci. 2 (2): 87- 101. (In Persian)

✓ Tabrizi, L. 2004. Effect of water stress and manure fertilizer on quality and quantity of *Plantago ovate a Plantago psyllium*. MS Thesis Agriculture Faculty Ferdoosi Mashhad Univ. Pp: 123. (In Persian)

✓ Wainwright, M., W. Nevel, and S. J. Grastone. 1986. Effects of organic matter on sulphur oxidation in soil and influence of sulfur oxidation in soil nitrification. Plant and Soil. 96: 369- 376.

✓ Zaghloul, S. M., E. M. Fatma., G. El-Quesni, and A. A. M. Mazhar. 2009. Influence of potassium humate on growth and chemical constituents of *Thuja Orientalis* L seedlings. Ozean J. of App. Sci. 2 (1): 73- 78.

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Zamani Bobgahri, J., M. Efioni, and A. H. Khoshgoftarmanesh. 2010. The effect of waste sludge of polydactyl factory, compost and manure fertilizer on soil properties and yield of corn. J. of Sci. and Agric. Tech. and Natur. Res. (Soil and Water Sci.). 4 (50): 153- 165. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir