Archive of SID

اثر باکتری‌های محرک رشد و گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم چمران (*Triticum aestivum* L.) در خاک‌های شور و سدیمی در منطقه ویس تحت شرایط کنترل شده

مریم جوادزاده[۱و۲]، کاظم خاوازی[۲و۳*]، نوید قنواتی[۲]، علیرضا جعفرنژادی[۲و۴] و تیمور بابایی‌نژاد[۲]

۱) گروه خاک‌شناسی، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲) گروه خاک‌شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۳) استاد مؤسسه تحقیقات آب و خاک، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۴) دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.
*** نویسنده مسئول: khavazik@yahoo.com**

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت:۹۸/۱۲/۰۳ **تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۳/۲۶**

چکیده

یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش عملکرد در خاک‌های تحت اثر شوری، سمیت نمک، ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی نامناسب خاک‌ها می‌باشد که می‌تواند اثر منفی زیادی بر بوم نظام‌های زراعی و عملکرد گیاهان زراعی بگذارد. این تحقیق با هدف بررسی میزان اثر باکتری‌های محرک رشد و کود گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در خاک های شور سدیمی انجام پذیرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. فاکتور اول سه سطح خاک شور ـ سدیمی شامل نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸، نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۵ با هدایت الکتریکی ۱۰ و نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۷ با هدایت الکتریکی ۱۴، فاکتور دوم چهار سطح باکتری‌های محرک رشد شامل شاهد، *B. subtilis*، *P. alcaliphila*، *R. pusense* و فاکتور سوم دو سطح کود گوگرد شامل عدم کاربرد و ۱۰ تن در هکتار بود. نتایج نشان داد که برهم‌کنش کود گوگرد و خاک‌های شور سدیمی بر زیست توده، تعداد سنبله در گلدان، عملکرد در گلدان، شاخص برداشت و سطح برگ معنی‌دار بود. کاربرد کود گوگرد در سطح شور ـ سدیمی (نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸) نسبت به عدم کاربرد آن در همان سطح شور ـ سدیمی، عملکرد دانه را به‌طور معنی‌دار به میزان ۵/۵۴ درصد افزایش داد. هم‌چنین بیش‌ترین عملکرد دانه (۱۱/۵۷ درصد) و شاخص برداشت از کاربرد باکتری *R. pusense* در سطح شور ـ سدیمی (نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸) حاصل شد. به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان‌دهنده اثر مثبت کاربرد کود گوگرد و باکتری‌های محرک رشد در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم در خاک‌های شور سدیمی بود.

واژه‌های کلیدی: : بوم نظام‌های زراعی، زیست توده، گلخانه و وزن هزار دانه.

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهمترین غلات جهان بوده که حدود ۱۷ درصد از کل مساحت زمین‌های کشاورزی دنیا به کشت انواع مختلف گندم اختصاص یافته است و این محصول غذای ۴۰ درصد از جمعیت جهان را تأمین می‌کند (Asif *et al.*, 2014). تولید جهانی گندم تا سال ۲۰۲۲ باید سالانه حداقل ۲/۵ درصد افزایش یابد تا بتواند این افزایش تقاضا را جبران کند (FAO, 2018). شوری یکی از مشکلات مهم مناطق خشک و نیمه‌خشک در دنیا است که باعث کاهش عملکرد و کاهش تنوع محصولات زراعی می‌گردد (Ashraf and Foolad, 2007). از کل ۱۶۵ میلیون هکتار اراضی سطح کشور، مساحتی حدود ۱۳/۵ میلیون هکتار آن که معادل ۱۴/۲ درصد می‌باشد به درجات مختلف شوری سدیمی مبتلا هستند (پذیرا، ۱۳۹۱). دراستان خوزستان، خاک‌های شور و سدیمی ۱۷ درصد از کل خاک‌های شور استان را در بر می‌گیرند و در فلات مرکزی، سهم خاک‌های شور و سدیمی ۱۶/۵ درصد است (Qureshi *et al.*, 2007). افزایش سدیم تبادلی و مقدار بالای اسیدیته خاک سبب تغییر شکل ساختمان خاک و کاهش هدایت هیدرولیکی و سرعت نفوذپذیری خاک‌ها می‌گردد. این فرآیندها بر رشد گیاهان اثر می‌گذارد و جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه گیاه محدود شده و این وضعیت سبب کاهش عملکرد گیاه می‌شود (Khaled and Fawy, 2011). Saddiq و همکاران (۲۰۲۰) با مطالعه اثر شوری بر عملکرد و صفات فیزیولوژی گندم بیان نمودند که شوری سبب کاهش معنی‌دار عملکرد، تعداد سنبله در مترمربع، طول سنبله، ارتفاع گیاه و شاخص سطح برگ نسبت به تیمار شاهد شد. آن‌ها عنوان داشتند که افزایش شوری در خاک با کاهش عملکرد گندم تهدیدی واقعی برای امنیت غذایی بشر است. برای اصلاح و افزایش تولید گیاه در خاک‌های شور، باکتری‌های محرک رشد و کود گوگرد می‌تواند راهکاری مهم به شمار آید (پذیرا، ۱۳۹۱). یکی از روش‌های بیولوژیکی جهت کاهش شوری خاک، استفاده از ریزجانداران خاکزی مانند باکتری‌های محرک رشد گیاه است. باکتری‌های آزادزی که به طور مستقیم (تولید مواد تنظیم‌کننده رشد گیاه، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه) و یا غیرمستقیم (تولید آنتی‌بیوتیک، افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های غیرزنده) در ریزوسفر سبب افزایش رشد گیاه می‌شوند را باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌نامند (Yildirim *et al.*, 2002). باکتری‌های محرک رشد گیاه به عنوان ذرات آلی بسیار فعال در خاک محسوب می‌شوند که دارای سطحی فعال و باردار و هم‌چنین توانایی تولید و ترشح بسیاری از ترکیبات آلی مانند اسیدهای آلی با وزن مولکولی کم، کربوهیدرات‌ها و آنزیم‌ها را داراست که از این طریق می‌توان بر قابلیت استفاده عناصر در خاک و آزادسازی آن‌ها تأثیر بگذارد (Huang *et al.*, 2002). Rousta و همکاران (۲۰۱۹) گزارش نمودند که استفاده از مواد طبیعی با منشاء زیستی سبب ایجاد تغییرات در غلظت کاتیون‌های تک ظرفیتی و دو ظرفیتی خاک و در نهایت تغییر در نسبت جذب سدیم خاک، افزایش نفوذپذیری و در نهایت، افزایش آبشویی خاک

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

مطلوب بوده و کاربرد آن‌ها در مناطقی که خاک‌ها محدودیت زهکشی ناشی از نسبت جذب سدیم بالا دارند پیشنهاد می-شود. Saghafi و همکاران (۲۰۱۸) اظهار داشتند که باکتری ریزوبیوم، محرک رشد از طریق مصرف پیش ماده سنتز اتیلن در گیاه کلزا در شرایط تنش شوری منجر به افزایش ۱۴/۵ درصدی شاخص سطح برگ و ارتفاع گیاه شد. بوستانی و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی اثر کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه در یک خاک آهکی با سطوح مختلف شوری گزارش کردند که افزایش شوری از یک سو سبب کاهش رشد و توسعه ریشه از طریق افزایش فشار اسمزی محلول خاک و کاهش جذب آب توسط ریشه شده و از سوی دیگر نیز فعالیت موجودات زنده خاک را نیز کاهش داده است. بنابراین تولید و ترشح مواد آلی توسط ریشه و موجودات زنده در این شرایط کاهش یافته است. علاوه بر استفاده از باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد برای بهبود شرایط خاک‌های شور-سدیمی به منظور رشد گیاه، نتایج متعددی در خصوص نقش عنصر گوگرد نیز گزارش شده است (Day *et al*., 2018). گوگرد هم به عنوان یک عنصر، تأمین کننده نیاز غذایی گیاه است و هم به عنوان یک اصلاح‌کننده برای خاک‌های شور و سدیمی، کاهش بی‌کربنات آب آبیاری و تنظیم‌کننده اسیدیته خاک به ویژه در خاک‌های آهکی به کار می‌رود (Rezapour, 2014). اکسیداسیون گوگرد در خاک منجر به تولید یون هیدروژن و افزایش حلالیت کانی‌های کلسیم‌دار می‌شود. این موضوع سبب جایگزینی کلسیم با سدیم و کاهش اثر منفی آن بر رشد گیاه می‌گردد (Aria *et al*., 2010). Ahmed و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند کاربرد گوگرد در خاک‌های شور-سدیمی از طریق کاهش درصد سدیم تبادلی خاک منجر به افزایش عملکرد گیاهان زراعی برنج و ذرت شد. جلیلی و همکاران (۱۳۹۲) با مطالعه اثر گوگرد بر عملکرد گندم گزارش کردند که کود گوگرد بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. بیشترین میزان عملکرد دانه از مصرف ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد حاصل شد که نسبت به عدم مصرف آن ۳۱ درصد افزایش نشان داد. بنابراین آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد و گوگرد بر عملکرد در گلدان و اجزای عملکرد گندم در خاک‌های شور و سدیمی در شرایط گلخانه طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه اثر باکتری‌های محرک رشد گیاه و گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در خاک‌های شور ـ سدیمی، این آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با سه تکرار در گلخانه طراحی شد. فاکتور اول سه سطح خاک شور-سدیمی شامل: نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸، نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۵ با هدایت الکتریکی ۱۰ و نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۷ با هدایت الکتریکی ۱۴، فاکتور دوم چهار سطح

www.SID.ir

Archive of SID

باکتری‌های محرک رشد شامل شاهد، *P. alcaliphila*، *R. pusense* و *B. subtilis* و فاکتور سوم دو سطح کود گوگرد شامل عدم کاربرد و ۱۰ تن در هکتار بود. ویژگی‌های هر سه نوع خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: مشخصات شیمیایی و فیزیکی سه نمونه خاک شور-سدیمی مورد استفاده در کشت گلخانه‌ای

خاک	اسیدیته	کربن‌آلی (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگر)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نسبت سدیم جذب سطحی شده	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
S۱	۷/۱	۰/۲۲	۲	۱۱۷	۱۳	۲۸	۳۸	۳۴
S۲	۷/۴	۰/۲۴	۳/۳	۱۰۶	۱۵	۳۴	۳۶	۳۰
S۳	۷/۵	۰/۲۴	۳/۴	۱۳۸	۱۷	۳۲	۳۰	۳۸

خاک‌های شور ـ سدیمی؛ S1: (EC=8 , SAR=13)، S2: (EC=10 , SAR=15) و S3: (EC[1]=14 , SAR[2]=17).

از خاک‌های شور مناطق شور نمونه گرفته شد و در آزمایشگاه میزان شوری و SAR اندازه‌گیری شد، وقتی به خاک-های مدنظر رسیدیم از روی همان نقطه به تعداد گلدان‌ها نمونه خاک تهیه شد. میزان شوری‌های تحقیق با چندین بار نمونه گرفتن بدست آمدند. در ابتدا گوگرد با نسبت یک پنجاه (مایه تلقیح/گوگرد پودری) با باکتری اکسیدکننده گوگرد *Thiobacillus thiooxidans* تلقیح و به‌مدت دو هفته تا انجام اکسیداسیون میکروبی در آزمایشگاه نگهداری شد. سپس نمونه‌های خاک با سطوح مختلف گوگرد مورد نظر مخلوط گردید. کود گوگرد براساس گزارش نهایی جعفرنژادی و همکاران (۱۳۹۵) مصرف گردید. در مرحله بعد ۳۰ بذر گندم (رقم چمران) جوانه‌دار شده در گلدان‌هایی به قطر ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۵ سانتی‌متر، حاوی ۱۰ کیلوگرم خاک کاشته شد سپس بذرها با ۵۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون هر جدایه تلقیح شد. گلدان‌ها در گلخانه‌ای با دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شد و پس از دو هفته گیاهچه‌های هر گلدان به ۱۵ گیاه کاهش داده شد. به منظور حفظ رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی، درصد رطوبت وزنی گلدان‌ها اندازه‌گیری و هر پنج الی شش روز یک‌بار آبیاری شد. پس از پنج ماه در مرحله رسیدگی، گیاهان به دقت از گلدان‌ها خارج و صفات تعداد سنبله در هر گلدان، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در گلدان، سطح برگ، زیست توده و شاخص برداشت در هر گلدان اندازه‌گیری شد. سطح برگ به روش ترسیمی تعیین شد. برای تعیین شاخص برداشت بوته‌هایی که کفبر و به آزمایشگاه منتقل شدند به دقت وزن و بعد از کوبیدن و جدا کردن دانه از کلش، وزن دانه و کلش مشخص شد و شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به زیست توده، به صورت درصد، محاسبه گردید (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷). لازم به توضیح است که برای تعیین عملکرد دانه، دانه‌های تولیدی هر گلدان ابتدا با آب مقطر شسته شده و در دمای ۷۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت داخل آون خشک شدند. پس از توزین نمونه‌ها با ترازوی دقیق (یک هزارم گرم) عملکرد بر حسب گرم

1- Electrical Conductivity

2- Sodium adsorption ratio

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

در هر گلدان محاسبه گردید (اسدی و همکاران، ۱۳۹۳). جهت تعیین زیست توده نمونه‌ها (ساقه‌ها و برگ‌ها) در آون تهویه‌دار با دما ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷). تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

سطح برگ

نتایج نشان داد سطح برگ تحت اثر گوگرد و خاک شور ـ سدیمی، برهم‌کنش کود گوگرد و خاک شور سدیمی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در بررسی برهم‌کنش کود گوگرد و خاک شور ـ سدیمی بالاترین سطح برگ از نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸ و کاربرد کود گوگرد به‌دست آمد که در مقایسه با نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۷ با هدایت الکتریکی ۱۴ و عدم کاربرد کود گوگرد ۲۳/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). کاهش سطح برگ، تحت اثر افزایش میزان شور ـ سدیمی خاک به خوبی بیانگر اثر منفی این تیمار بر این صفت می‌باشد. چنین اظهار شده است که کاهش موضعی اسیدیته خاک حاصل از مصرف گوگرد شرایط را برای افزایش رشد رویشی و افزایش سطح برگ فراهم می‌نماید (موسوی و همکاران، ۱۳۹۸). به نظر می‌رسد که با اکسیداسیون گوگرد در خاک شور ـ سدیمی، حلالیت آهک خاک و در نتیجه غلظت کلسیم محلول خاک افزایش می‌یابد. این امر سبب جانشین شدن کلسیم بجای سدیم در سایت‌های تبادلی خاک شده و سدیم از طریق آبشویی به اعماق پایین‌تر حرکت می‌کند و بدین ترتیب اثر مخرب سدیم در لایه سطحی خاک کاهش می‌یابد. این مسئله به نوبه خود بر رشد و فعالیت ریشه اثر مثبت داشته و سبب افزایش جذب آب و رشد رویشی و افزایش سطح برگ گیاه می‌شود (ذبیحی و نوری‌حسینی، ۱۳۹۶). نتایج تحقیقات چقازردی و همکاران (۱۳۹۲) و Saddiq و همکاران (۲۰۲۰) مؤید نتایج این پژوهش بود.

زیست توده

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر باکتری‌های محرک رشد، گوگرد و خاک شور ـ سدیمی در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش باکتری‌های محرک رشد و کود شور ـ سدیمی و برهم‌کنش کود گوگرد و خاک شور ـ سدیمی در سطح احتمال پنج درصد بر زیست توده معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸ و کاربرد کود گوگرد اثر مثبت و ۷۲/۵ درصدی بر افزایش زیست توده نسبت به عدم کاربرد گوگرد و نسبت به سدیم جذب سطحی شده ۱۷ با هدایت الکتریکی ۱۴ داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد با تأمین گوگرد مورد نیاز در خاک‌های شور-سدیمی، فتوسنتز گیاه افزایش و در نهایت باعث افزایش زیست توده گیاه شده است. محققان

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

افزایش تولید زیست توده با مصرف گوگرد را به افزایش رشد ریشه، تشکیل کلروفیل و افزایش در فتوسنتز نسبت داده‌اند (خادم و همکاران، ۱۳۹۳). هم‌چنین بیان شده است که اسید سولفوریک حاصل از اکسیداسیون گوگرد، با فسفات خاک واکنش نشان می‌دهد و ترکیبات فسفری محلول و قابل جذب نظیر منوکلسیم‌فسفات و دی‌کلسیم‌فسفات در خاک افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی گیاه به دلیل خود تنظیمی و وجود روابط بین عناصر اقدام به جذب نیتروژن، پتاسیم و سایر عناصر می‌نماید که نتیجه آن افزایش در تولید و تجمع زیست توده در گیاه خواهد بود (خاوازی و همکاران، ۱۳۹۷). این نتایج با تحقیقات موسوی و همکاران (۱۳۹۸) و Ahmed و همکاران (۲۰۱۷) هم‌خوانی داشت. هم‌چنین بیش‌ترین افزایش زیست توده (۷۸/۵ درصد) در تلقیح با جدایه *R. pusense* و در سطح نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸ حاصل شد (جدول ۴). می‌توان اظهار داشت باکتری محرک رشد *R. pusense* از راه تولید اگزوپلی‌ساکارید در کاهش اثرات ناشی از تنش و افزایش تحمل گیاهان در برابر تنش‌های غیرزیستی موثر هستند. معمولا اگزوپلی‌ساکاریدها با جذب آب و افزایش امکان اتصال باکتری به سطح ریشه و تنظیم فشار اسمزی منبع کربنی و افزایش تولید بیوفیلم این امکان را فراهم می‌سازند تا در افزایش تحمل گیاهان به تنش شوری مؤثر باشند و این امر سبب می‌شود گیاه بتواند در شرایط تنش با افزایش جذب آب و املاح زیست توده تولیدی خود را افزایش دهد (اطمینانی و همکاران، ۱۳۹۴). در این رابطه شعبانی و همکاران (۱۳۹۴) بیان نمودند که کاربرد باکتری محرکه رشد سبب افزایش زیست توده گیاه در شرایط تنش می‌شود. نتایج این تحقیق با نتایج موسوی و همکاران (۱۳۹۸) مطابقت داشت.

تعداد سنبله در گلدان

نتایج نشان داد که تعداد سنبله در گلدان تحت اثر تیمارهای گوگرد در سطح احتمال یک درصد، خاک شور-سدیمی و برهم‌کنش کود گوگرد و خاک شور سدیمی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی هشت و کاربرد کود گوگرد اثر مثبت و ۵۱ درصدی بر افزایش تعداد سنبله نسبت به عدم کاربرد گوگرد و نسبت به سدیم جذب سطحی شده ۱۷ با هدایت الکتریکی ۱۴ داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد اکسیداسیون گوگرد در خاک منجر به تولید یون هیدروژن و افزایش حلالیت کانی‌های کلسیم‌دار می‌شود. این موضوع سبب جایگزینی کلسیم با سدیم و کاهش اثر منفی آن بر رشد گیاه و اجزای عملکرد می‌گردد (Aria *et al*., 2010). گوگرد موجب توسعه شاخص‌های رشد که نیاز اولیه رشد و نمو اجزای عملکرد مثل تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه هستند، می‌شود. به کارگیری مقدار متعادلی از گوگرد در خاک شور ـ سدیمی در گیاه تولید مطلوبی از تعداد و اندازه سنبله در گیاه می‌کند که در نهایت در پایان مرحله رشد تعداد سنبله و دانه‌های سنگین‌تر تولید می‌شود (Sattar *et al*., 2011). در این راستا ذبیحی و نوری‌حسینی (۱۳۹۶) نشان دادند کاربرد گوگرد

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

در خاک‌های شور ـ سدیمی از طریق کاهش درصد سدیم تبادلی خاک منجر به افزایش تعداد سنبله و عملکرد دانه می-شود. این نتایج با گزارشات جلیلی و همکاران (۱۳۹۲)، Sattar و همکاران (۲۰۱۱) و Rossini و همکاران (۲۰۱۸) هم خوانی داشت.

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر باکتری‌های محرک رشد و خاک شور ـ سدیمی و برهم‌کنش باکتری محرک رشد و کود شور ـ سدیمی در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین افزایش تعداد دانه در سنبله (۳۱/۳۳ درصد) در تلقیح با جدایه *R. pusense* و در سطح نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸ حاصل شد (جدول ۴). در این پژوهش می‌توان بیان نمود در خاک‌های شور ـ سدیمی، باکتری محرک رشد *R. pusense* با فراهم کردن سطح اضافی برای جذب، باعث افزایش جذب آب و عنصرهای غذایی به ویژه فسفر و نیتروژن می‌شوند و به این ترتیب تولید آسیمیلات در گیاه را افزایش می‌دهند. نیتروژن با شرکت در ترکیب‌های پروتئینی و آمینی افزون بر اهمیت حفاظتی برای برخی آنزیم‌ها و پایداری اسیدیته یاخته‌ای، در جابه‌جایی عنصرهای دیگر از راه آوند چوبی نیز اهمیت به سزایی دارد. بنابراین همزیستی گیاه با این ریز جانداران افزایش اجزای عملکرد گندم از جمله شمار دانه در سنبله را درپی داشت (Noori *et al*., 2014). هم‌چنین این باکتری‌ها از راه تولید اگزوپلی‌ساکارید در کاهش اثرات ناشی از تنش و افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های غیرزیستی موثر هستند. معمولا اگزوپلی‌ساکاریدها با جذب آب و افزایش امکان اتصال باکتری به سطح ریشه و تنظیم فشار اسمزی منبع کربنی این امکان را فراهم می‌سازند تا در افزایش تحمل گیاهان به تنش شوری مؤثر باشند و این امر سبب می‌شود گیاه بتواند در شرایط تنش با افزایش جذب آب و املاح تولیدات فتوسنتزی خود را افزایش دهد (اطمینانی و همکاران، ۱۳۹۴). پژوهش-گران دیگر مانند شعبانی و همکاران (۱۳۹۴) و Rousta و همکاران (۲۰۱۹) نیز به نقش مثبت باکتری‌های محرک رشد در خاک‌های شور ـ سدیمی اشاره کرده‌اند.

وزن هزار دانه

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که اثر گوگرد، باکتری‌های محرکه رشد و خاک شور ـ سدیمی، برهم‌کنش کود گوگرد و خاک شور ـ سدیمی و برهم‌کنش باکتری‌های محرک رشد و خاک شور سدیمی بر وزن هزار دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). بیش‌ترین وزن هزار دانه از نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸ و کاربرد کود گوگرد به‌دست آمد که در مقایسه با نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۷ با هدایت الکتریکی ۱۴ و عدم کاربرد کود گوگرد ۲۷/۳۳ درصد افزایش یافت (جدول ۳). در این پژوهش تنش شوری ضمن کاهش فراهمی آب در محیط ریشه و

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

ایجاد اختلال در تعادل تغذیه‌ای گیاه احتمالا از طریق افزایش سطح اتیلن تنشی ریشه و در نتیجه کاهش رشد آن منجر به کاهش وزن هزار دانه گندم شده است (Saddiq *et al*., 2020). اما کاربرد کود گوگرد در خاک‌های شور ـ سدیمی از طریق افزایش فعالیت یون کلسیم اثر منفی سدیم تبادلی بر خاکدانه‌سازی، نفوذپذیری و تهویه خاک را کاهش داده و منجر به افزایش وزن هزار دانه شد (Najar *et al*., 2011). در همین راستا، جلیلی و همکاران (۱۳۹۲) با مطالعه اثر گوگرد بر عملکرد گندم گزارش کردند که کود گوگرد بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. هم‌چنین بیش‌ترین وزن هزار دانه (۱۱/۵۷ درصد) در تلقیح با جدایه *R. pusense* و در سطح نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی هشت حاصل شد که در مقایسه با نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۷ با هدایت الکتریکی ۱۴ و عدم کاربرد کود گوگرد ۲۹/۷۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). به نظر می‌رسد افزایش وزن هزار دانه در خاک‌های شور ـ سدیمی با مصرف باکتری محرکه رشد به واسطه نقش مثبت این ریزجانداران در جذب آب و عناصر غذایی به ویژه فسفر و انتقال آن به سلول‌های گیاه میزبان، هم‌زیستی آن با گیاه گندم سبب بهبود رشد و افزایش فتوسنتز و تولید اسیمیلات شد. در نتیجه در مرحله پرشدن دانه شیره پرورده کافی به دانه‌ها انتقال یافته و دانه‌های درشت با وزن قابل‌قبول تولید گردید. به همین دلیل وزن هزار دانه نیز افزایش نشان داد. در همین رابطه Franz (۲۰۰۳) گزارش نمودند که باکتری‌های محرکه رشد با کاهش اسیدیته خاک در اطراف ریشه‌ها باعث افزایش حلالیت عناصر ریزمغذی در خاک می‌شود. هم‌چنین با افزایش دادن قابلیت جذب عناصر غذایی پرمصرف و ریزمغذی در خاک، به رشد بهتر گیاه و جذب آسیمیلات‌ها در گیاه کمک می‌کند. افزایش وزن هزاردانه با کاربرد باکتری-های محرکه رشد توسط خیری‌استیار و همکاران (۱۳۹۷) گزارش شده است.

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر شور ــ سدیمی، باکتری و گوگرد بر صفات مورد مطالعه در گندم در شرایط گلخانه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		شاخص سطح برگ	زیست توده	عملکرد دانه	تعداد سنبله در گلدان	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	شاخص برداشت
گوگرد	۱	۱/۳۴**	۲۳۸/۷**	۷/۲۸۳*	۳/۵۶**	۰/۰۰۱^{ns}	۲۴۶/۶۸*	**۱۷۸/۵۴****
شور-سدیمی	۲	۵/۰۱**	۹۶۷/۱ **	۸۷۴/۳ **	۱/۱۱*	۱۲۰/۴۲ **	۹۵۴/۴ **	**۱۳۷/۳۴** **
باکتری	۳	۰/۰۰۱ ^{ns}	۵۲۱/۴ **	۴/۸۶ **	۰/۰۰۴ ^{ns}	۱۰۲/۳۷ **	۱۰۶۱/۱ **	**۵۸/۰۷** *
شور ــ سدیمی×گوگرد	۲	۲/۲**	۴۶/۲ *	۰/۷۱۳ *	۰/۹۵*	۰/۲۸^{ns}	۵۰۰/۸ *	**۷۲/۳۱** **
باکتری× شور ــ سدیمی	۶	۰/۰۰۴ ^{ns}	۷۴/۳ *	۸/۶۱ **	۰/۰۰۷ ^{ns}	۹۵/۳۲ **	۶۷۷/۲۱ **	**۴۶/۶۹** *
باکتری× گوگرد	۳	۰/۰۰۱۱ ^{ns}	۵/۷۱ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۳۱ ^{ns}	۰/۵۴ ^{ns}	۱/۹۳ ^{ns}	**۱/۱۷** ^{ns}
باکتری×گوگرد× شور ــ سدیمی	۶	۰/۰۰۲ ^{ns}	۳/۹^{ns}	۰/۰۰۵۳^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۲/۶۱^{ns}	**۱/۰۳**^{ns}
خطا	۴۶	۰/۰۹۸	۹/۸۳	۱/۱۰۱	۰/۱۸	۸/۵	۵/۰۶	**۱۰/۵**
ضریب تغییرات (درصد)	ـ	۸/۵۵	۱۰/۸۳	۹/۴۹	۱۰/۱۴	۹/۵۹	۷/۷۰	**۹/۰۸**

ns، ** و *: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گندم تحت اثر همزمان گوگرد و خاک شور ـ سدیمی در شرایط گلخانه‌ای

خاک شور-سدیمی	گوگرد	سطح برگ	زیست توده (گرم در گلدان)	عملکرد دانه در گلدان (گرم در گلدان)	تعداد سنبله در گلدان	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸	عدم کاربرد	۴/۰۳b	۴۳/۶۵a	۱۶/۵۳b	۵ab	۳۱/۸b	۳۷/۸۶b
	۱۰ تن در هکتار	۴/۲۱a	۴۴/۳۱a	۱۷/۱a	۶/۱a	۳۴/۵۴a	۳۸/۵۹a
نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۵ با هدایت الکتریکی ۱۰	عدم کاربرد	۳/۵۱cd	۳۰/۲۵b	۱۰/۵۳cd	۴/۱c	۲۷/۵bcd	۳۴/۸۰c
	۱۰ تن در هکتار	۳/۶۰c	۳۱/۱۴b	۱۰/۹۴c	۴/۲bc	۲۹/۷۷bc	۳۵/۱۳c
نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۷ با هدایت الکتریکی ۱۴	عدم کاربرد	۳/۲۲de	۱۲/۲۳c	۴/۱۶e	۲/۹de	۲۵/۱de	۳۴c
	۱۰ تن در هکتار	۳/۴۱d	۱۲/۱۱c	۴/۲۱e	۳/۲d	۲۶/۴cde	۳۴/۷۵c

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند؛ براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گندم تحت اثر همزمان باکتری محرکه رشد و خاک شور ـ سدیمی در شرایط گلخانه‌ای

خاک شور ـ سدیمی	باکتری	زیست توده (گرم در گلدان)	عملکرد دانه در گلدان (گرم در گلدان)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸	شاهد	۴۱/۶۲ c	۱۵/۰۵ c	۳۱/۵ bc	۳۰/۳ bc	۳۴/۵۰ de
	P. alcaliphila	۴۳/۸۹ b	۱۶/۲۸ ab	۳۵/۵۱ ab	۳۲/۴۱ ab	۳۷/۰۹ ab
	R. pusense	۴۵/۱۲ a	۱۷/۰۲ a	۳۶/۴۱ a	۳۳/۵ a	۳۷/۷۲ a
	B. subtilis	۴۴/۰۲ b	۱۵/۹۵ ab	۳۴/۱ b	۳۲/۱ ab	۳۶/۲۳ bcd
نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۵ با هدایت الکتریکی ۱۰	شاهد	۳۱/۷۲ e	۱۰/۸۵ d	۲۸/۲ cd	۳۰/۰۱ bc	۳۴/۲۰ de
	P. alcaliphila	۳۴/۳۸ d	۱۲/۶۷ c	۳۰/۴۱ c	۳۰/۲۵ c	۳۶/۸۵ abc
	R. pusense	۳۴/۵۴ d	۱۲/۷۸ c	۳۳/۸۵ b	۳۱ b	۳۷ abc
	B. subtilis	۳۹/۵۱ cd	۱۳/۹۳ c	۳۲/۲۴ b	۲۸/۱۹ c	۳۵/۲۵ cde
نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۷ با هدایت الکتریکی ۱۴	شاهد	۹/۶۹ g	۳/۲۳ g	۲۵ de	۲۳/۵۳ e	۳۳/۳۰ e
	P. alcaliphila	۱۳/۵۸ fg	۴/۸ f	۲۶/۲ d	۲۶/۶۵ cd	۳۴/۶۵ de
	R. pusense	۱۷/۲۱ f	۶/۰۷ e	۲۶/۳۱ d	۳۷/۲۱ cd	۳۵/۲۵ cde
	B. subtilis	۱۰/۳۴ g	۳/۵۵ g	۲۵/۲ de	۲۵/۰۲ de	۳۴/۳۰ de

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند؛ براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

عملکرد در گلدان

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر باکتری‌های محرک رشد، گوگرد و خاک شور ـ سدیمی و برهم‌کنش باکتری محرک رشد و کود شور ـ سدیمی در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش کود گوگرد و خاک شور سدیمی در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد در گلدان معنی‌دار بود (جدول ۲). در این تحقیق بیش‌ترین میزان عملکرد در گلدان از نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸ و کاربرد کود گوگرد حاصل شد که نسبت به سدیم جذب سطحی شده ۱۷ با هدایت الکریکی ۱۴ و عدم کاربرد کود گوگرد حدود ۷۶ درصد افزایش یافت (جدول ۳). با افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

میزان شور ـ سدیمی خاک عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت این کاهش می‌تواند به‌علت تخریب ساختمان خاک و کاهش قابلیت نفوذپذیری آب در خاک و از طرف دیگر به علت اثر منفی تنش شوری بر گیاه باشد. تنش شوری با کاهش فراهمی آب در محیط ریشه و ایجاد اختلال در تعادل تغذیه‌ای گیاه سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود (Rahneshan *et al*., 2018)، اما کاربرد گوگرد نقش مهمی در پایداری و افزایش عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی نظیر گندم و ذرت در خاک‌های شور-سدیمی داشت و توانست از اثرات کاهشی عملکرد دانه در این خاک‌ها بکاهد (Ahmed *et al*., 2017). گوگرد در خاک‌های شور سدیمی از طریق افزایش فعالیت یون کلسیم اثر منفی سدیم تبادلی بر خاکدانه‌سازی، نفوذپذیری و تهویه خاک را کاهش داده و منجر به افزایش عملکرد گیاه می‌شود (Najar *et al*., 2011). این نتایج با گزارشات سایر پژوهشگران نظیر Ahmed و همکاران (۲۰۱۷) و جلیلی و همکاران (۱۳۹۲) هم‌خوانی داشت. هم‌چنین بیش‌ترین افزایش عملکرد دانه (۱۱/۵۷ درصد) در تلقیح با جدایه *R. pusense* و در سطح نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸ حاصل شد (جدول ۴). یافته‌های بسیاری در خصوص نقش ویژه باکتری‌های ریزوسفری در بهبود عملکرد گیاهان در خاک‌های مسأله‌دار از طریق تولید ایندول‌استیک‌اسید و سیدروفور گزارش شده است (Li and Jiang, 2017). در این پژوهش می‌توان اظهار داشت باکتری‌های محرک رشد در خاک‌های شور سدیمی قادر به بهبود رشد گیاهان از طریق تأمین مواد مغذی گیاهی، ترشح هورمون‌های رشد گیاهی و اسیدهای آلی می‌باشند و با گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه، با جذب آب و عناصر غذایی بیش‌تر سبب افزایش عملکرد دانه در گلدان گیاه می‌شوند (Esitken *et al*., 2010). سایر پژوهش‌گران نیز به نقش مثبت باکتری‌های محرک رشد در افزایش عملکرد دانه در خاک‌های شور- سدیمی اشاره نموده‌اند (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Rousta *et al*., 2019).

شاخص برداشت

نتایج نشان داد شاخص برداشت تحت اثر گوگرد، باکتری‌های محرکه رشد و خاک شور ـ سدیمی، برهم‌کنش کود گوگرد و خاک شور ـ سدیمی و برهم‌کنش باکتری‌های محرک رشد و خاک شور ـ سدیمی معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین شاخص برداشت از نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸ و کاربرد کود گوگرد به‌دست آمد که در مقایسه با نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۷ با هدایت الکتریکی ۱۴ و عدم کاربرد کود گوگرد ۱۱ درصد افزایش یافت (جدول ۳). شاخص برداشت بیانگر چگونگی تسهیم مواد پرورده بین بخش‌های رویشی گیاه و دانه می‌باشد. از آنجایی‌که یکی از اجزای محاسبه شاخص برداشت عملکرد دانه است، تغییرات شاخص برداشت وابستگی زیادی به تغییرات عملکرد دانه دارد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷). بنابراین در این پژوهش به علت بالاتر بودن عملکرد دانه در تیمار کاربرد کود گوگرد در نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸ این تیمار بالانرین شاخص برداشت را به خود

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

اختصاص داد. در این رابطه محمودی و رنج‌کش (۱۳۹۴) اظهار داشتند که شاخص برداشت نسبت عملکرد دانه به زیست توده است، افزایش آن در صورت کافی بودن اندام‌های فتوسنتزکننده منجر به افزایش عملکرد دانه می‌گردد، زیرا در پایان دوره رشد گیاه، مقدار قابل‌توجهی از مواد فتوسنتزی ساخته شده در طول دوره رشد به دانه‌ها وارد می‌شوند که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. هم‌چنین بیش‌ترین شاخص برداشت (۱۱/۵۷ درصد) در تلقیح با جدایه *R. pusense* و در سطح نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی ۸ حاصل شد که در مقایسه با نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۷ با هدایت الکتریکی ۱۴ حدود ۱۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). در خصوص اثر کاربرد باکتری‌های محرکه رشد در خاک شور ـ سدیمی می‌توان اظهار داشت که باکتری‌های محرک رشد از طریق بهبود رشد و افزایش عملکرد دانه موجب افزایش در شاخص برداشت گردیده است. علت این امر می‌تواند تأثیر هورمونی مستقیم و یا غیرمستقیم این ریزجانداران بر گیاه، گسترش سیستم ریشه‌ای و هم‌چنین تأثیر مثبت آن‌ها در افزایش عملکرد دانه باشد (Esitken *et al*., 2010). این نتایج با گزارشات ابوطالبیان و مالمیر (۱۳۹۶) مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی و با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت روش‌های بیولوژیکی مبتنی بر استفاده از پتانسیل ریزجانداران مفید خاکزی در برقراری روابط هم‌زیستی با گیاهان، نقش مؤثری در افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی بر عهده دارند. از این‌رو یکی از راه‌کارهای مناسب در جهت کاهش یا تعدیل اثر شوری در کاهش عملکرد و تولید گیاهان به ویژه گندم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و به عبارت دیگر افزایش تعداد این باکتری‌ها در محیط ریشه است. کاربرد این باکتری‌ها باعث تغییر در غلظت کاتیون‌های سدیم، کلسیم و منیزیم خاک شده و این امر می‌تواند نفوذپذیری خاک و در نهایت افزایش آبشویی نمک‌ها را افزایش دهد. از طرفی شور بودن خاک‌های منطقه و پایین بودن قابلیت جذب عناصر غذایی در آن‌ها و کم بودن فعالیت‌های بیولوژیکی آن‌ها، مصرف گوگرد را در خاک‌های منطقه ضروری می‌سازد. بنابراین تلقیح بذور با باکتری *R. pusense* و مصرف ۱۰ تن در هکتار کود گوگرد در خاک‌های شور ـ سدیمی با نسبت سدیم جذب سطحی شده ۱۳ با هدایت الکتریکی هشت جهت ارتقای عملکرد کمی گندم در شرایط اجرای آزمایش توصیه می‌گردد.

منابع

ابوطالبیان، م. ع.، و مالمیر، م. ۱۳۹۶. تأثیر کاربرد مایکوریزا و برادی ریزوبیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در مقادیر مختلف کود نیتروژن. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۸(۴): ۹۱۱-۹۰۱.

www.SID.ir

Archive of SID

اسدی، ا.، حق‌نیا، غ.ح.، لکزیان، ا.، و مفتون، م. ۱۳۹۳. تاثیر مقادیر مختلف سیلیسیوم و نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم. نشریه زراعت. ۱۰۳: ۱۷۸-۱۶۷.

اطمینانی، ا.، و رخزادی، ا.، و اطمینانی، ف.، و زمانی، س. ۱۳۹۴. نقش پلی‌ساکارید خارج سلولی باکتری‌ها در افزایش تحمل گیاهان به تنش خشکی. همایش بین‌المللی پژوهش های کاربردی در کشاورزی، تهران. ۸ صفحه.

بوستانی، ح. ر.، چرم، م.، معزی، ع. ا.، کریمیان، ن. ع.، عنایتی ضمیر، ن.، و زارعی، م. ۱۳۹۵. اثر کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه و قارچ میکوریز آرباسکولار بر توزیع شکل‌های شیمیایی روی در یک خاک آهکی با سطوح مختلف شوری. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. ۶(۱): ۲۴-۲.

پذیرا، ا. ۱۳۹۱. امکان بهسازی خاک های شور و سدیمی با استفاده از بهسازهای شیمیایی. حفاظت منابع آب و خاک. ۱(۴): ۴۴-۲۷.

جعفرنژادی، ع. ر.، مرجوی، ع. ر.، میرخانی، ر.، منصوری، ف.، گیلانا، ژ.، آق‌ساقلو، ع. ا.، ممبینی، ن.، اسماعیل‌زاده، ل.، آریا، پ.، شریفی، پ.، ابراهیمی، ح.، جوادزاده، م. ۱۳۹۵. استفاده از گوگرد پلیت شده بنتونیت‌دار در اصلاح خاک‌های شور و سدیمی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج.

جلیلی، ف.، نصراله‌زاده، ع.، و ولیلو، ر. ۱۳۹۲. اثر گوگرد و کود دامی بر عملکرد و پروتئین گندم زرین. مجله پژوهش در علوم زراعی. ۵(۱۹): ۸۵-۷۱.

چقازردی، ح. ر.، محمدی، غ.، و بهشتی‌آل‌آقا، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی اثر گوگرد و کود دامی بر خصوصیات رشد گیاه ذرت (سینگل‌کراس ۷۰۴) و اسیدیته خاک. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۱(۱): ۱۷۰-۱۶۲.

خادم، ا.، گلچین، ا.، و زارع، ا. ۱۳۹۳. تأثیر کودهای دامی و گوگرد بر میزان جذب عناصر غذایی توسط ذرت. پژوهش‌های کاربردی زراعی. ۲۷(۱۰۳): ۱۱-۲.

خاوازی، ک.، جهاندیده‌مهجن‌آبادی.، و تقی‌پور، ف. ۱۳۹۷. تأثیر کاربرد گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و فسفر بر عملکرد و جذب عناصر غذایی گندم در یک خاک آهکی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. ۸(۲): ۲۳-۴۱.

خیری‌استیار، ح.، میرشکاری، ب.، فرحوش، ف.، بهروزیار، ف.، و تاری‌نژاد، ع. ر. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا در شرایط تنش کم آبی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۱(۴): ۸۹۲-۸۸۳.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

ذبیحی، ح. ر.، و نوری‌حسینی، س. م. ۱۳۹۶. ضرورت مصرف گوگرد در خاک‌های آهکی و شور -سدیمی استان خراسان رضوی به منظور افزایش عملکرد گیاهان. نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی. ۵(۱): ۵۱-۴۳.

شعبانی، ق.، خوشخو، ش.، خرمی‌وفا، م.، جعفرزاده، م.، اکبرآبادی، ع. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر کاربرد گوگرد و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد کتان روغنی. نشریه زراعت. ۱۰۹: ۴۳-۳۵.

کوچکی، ع.، و سرمدنیا غ. ح. ۱۳۸۷. فیزیولوژیکی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

محمودی، م.. و رنج‌کش، ن. ۱۳۹۴. اثرات کمپوست گرانوله گوگردی و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم ارقام دریا و N8019. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. ۵(۴): ۲۰-۲.

موسوی، ف.، مرعشی، س. ک.، و بابایی‌نژاد، ت. ۱۳۹۸. تأثیر کاربرد گوگرد و تیوباسیلیوس در بهبود خصوصیات مرفوفیزیولوژیکی گندم در اراضی خوزستان. فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی. ۹(۲): ۱۰۵-۹۷.

Ahmed, K., Qadir, Gh., JAami, A., Saqib, A., and Qaisar, M.. 2017. Comparative reclamation efficiency of gypsum and sulfur for improvement of salt affected. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 23(1): 1-8.

Aria, M.M., Lakzian, A., Haghnia, G.H., Berenji, A.R., Besharati, H., and Fotovat, A. 2010. Effect of Thiobacillus, sulfur, and vermicompost on thewater-soluble phosphorus of hard rock phosphate. Bioresour Technoligy.101:551–554.

Ashraf, M., and Foolad, M.A. 2007. Improving plant abiotic-stress resistance by exogenous application of osmoprotectants glycine betaine and proline. Environmental and Experimental Botany. 59: 206-216.

Asif, M., Iqbal, H., Randhawa, M., and Spaner, D. 2014. Managing and breeding wheat for organic systems. 82 p.

Day, S. J., Norton, J. B., Strom, C. F., Kelleners, T. J., and Aboukila, E. F. 2018. Gypsum, langbeinite, sulfur, andcompost forreclamation ofdrastically disturbed calcareous saline–sodic soils. International Journal of Environmental Science and Technology. 16(3): 295-304.

Esitken, A., Yildiz, H. E., Ercisli, S., Figen Donmez, M., Turan, M., and Gunes, A. 2010. Effects of plnt growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient content contents of organically grown strawberry. Sciential Horticultural. 124:62-66.

FAO. 2018. Statistical database of the food and agriculture organization of the United Nations. FAO, Rome.

Franz, C.H. 2003. Nutrient and water man agent for medicinal and aromatic plants. Acta Horticuiture. 132: 203-215.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

Huang, Q.Y., Chen, W.L., and Guo, X.J. 2002. Sequential fractionation of Cu, Zn and Cd in soils in the absence and presence of rhizobia. In: proceedings of WCSS, August, 14-21, Thailand, 1453p.

Khaled, H., and Fawy, H.A. 2011. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. Soil Water Research Journal. 1: 21-29.

Li, H., and Jiang, X. 2017. Inoculation with plant growth-promoting bacteria (PGPB) improves salt tolerance of maize seedling. Russian Journal of Plant Physiology. 64(2): 235–241.

Najar, G. R., Singh, S. R., Akthar, F., and Hakeem, S. A. 2011. Influence of sulphur levels on yield, uptake and quality of soyabean (*Glycine max*) under temperateconditions of Kashmir valley. Indian Journal of Agriculture Sciences. 81(4): 340343.

Noori, M., Mobasser, H.R., Rigi, Kh., Heidari, M., and Keykha, A.R. 2014. Effects of mycorrhiza and nitrogen fertilizer on quantitative traits of wheat. Journal of Novel Applied Sciences. 3(3): 295-297.

Qureshi, A.S., Qadir, M., Heydari, N., Turral, H., and Javadi, A. 2007. A review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. International Water Management Institute, IWMI Working Paper 125, Colombo, Sri Lanka, 30p.

Rahneshan, Z., Nasibi, F. and Moghadam, A.A. 2018. Effects of salinity stress on some growth, physiological, biochemical parameters and nutrients in two pistachio (Pistacia vera L.) rootstocks. Journal of Plant Interactions, 13 (1): 73-82.

Rezapour, S. 2014. Effect of sulfur and composted manure on SO4-S, P and micronutrient availability in a calcareous saline–sodic soil. Chemistry and Ecology. 2: 147–155.

Rossini, F., Elena Provenzano, M., and Sestiliand Roberto Ruggeri, F. 2018. Synergistic effect of sulfur and nitrogen in the organic and mineral fertilization of durum wheat: grain yield and quality traits in the mediterranean environment. Journal Agronomy. 8(189): 1-16.

Rousta, M.J., Enayati, K., Soltani, V., Shiran, M., Ghane, F., Besharat, N., and Neshat, E. 2019. The effects of humic acid application on yield and yield components of wheat and some chemical properties of a saline-sodic soil. Journal of Soil Management and Sustainable. 8(4): 95-109.

Saddiq, M.S., Afzal, I., Basra, Sh., Iqbal, Sh., and Ashraf, M. 2020. Sodium exclusion affects seed yield and physiological traits of wheat genotypes grown under salt stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 20:1442–1456.

Saghafi, D., Ghorbanpour, M., and Asgari, L. B. 2018. Effciency of Rhizobium strains as plant growth promoting rhizobacteria on morpho-physiological properties of *Brassica napus* L. under salinity stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 18 (1): 253-268.

www.SID.ir

Archive of SID

Sattar, A., Cheema, M.A., Wahid, M.A., Saleem, M.F., and Hassan, M. 2011. Interactive effect of sulphur and nitrogen on growth, yield and quality of canola. Crop and Environment. 2(1): 32-37.

Yildirim, E., Turan, M., and Donmez, M.F. 2008. Mitigation of salt stress in radish (*Raphanus Sativus* l.) by plant growth promoting rhizobacteria. Roumanian Biotechnol Science. 13: 5. 3933-3943.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:57 +0330 on Wednesday November 25th 2020

www.SID.ir