Archive of SID

مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲

مجله پژوهش‌های به زراعی

واکنش عملکرد و اجزای عملکرد گندم به مصرف خاکی و محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم

رحیم جعفرزاده[۱]، متین جامی معینی[۲*]، موسی‌الرضا حکم‌آبادی[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، سبزوار، ایران
۲- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، سبزوار، ایران
۳- مربی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت : ۹۲/۳/۱۶ تاریخ پذیرش :۹۲/۷/۱۱

چکیده

به منظور بررسی اثر روش مصرف نانو کود پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم چمران، آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در شهرستان سبزوار انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. عامل های مورد بررسی شامل مصرف خاکی پتاسیم در سه سطح عدم مصرف، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار نانو کود پتاسیم و محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در چهار سطح عدم محلول‌پاشی، محلول‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی، محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی و دو مرحله محلول‌پاشی در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌دهی بودند. نتایج نشان داد که مصرف خاکی پتاسیم بر ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک اثر معنی‌دار داشت، اما طول خوشه و تعداد دانه در خوشه را تحت تأثیر قرار نداد. مصرف خاکی سولفات پتاسیم و نانو کود پتاسیم باعث بهبود رشد رویشی و افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم گردید. محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم کلیه ویژگی‌های مورد مطالعه به استثنای وزن هزار دانه گندم را تحت تأثیر قرار داد. محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله پنجه‌زنی و پنجه‌زنی + ساقه‌دهی گندم باعث افزایش قابل توجه عملکرد اقتصادی گردید. با توجه به نتایج، مصرف خاکی سولفات پتاسیم یا نانو کود پتاسیم همراه با یک مرحله محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله پنجه‌زنی گندم، برای تولید حداکثر عملکرد اقتصادی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: سولفات پتاسیم، پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک، گندم

* نگارنده مسئول (m_jamimoeini@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

رشد جمعیت، توسعه و تنوع مواد غذایی و مصرف بالای آن در کشورهای در حال توسعه، باعث شده است که تقاضای مواد غذایی به میزان بی‌سابقه‌ای افزایش یابد. محدودیت سطح زیر کشت محصولات زراعی منجر به بروز مشکلاتی در تهیه و تأمین غذا شده است. در چند دهه اخیر، تولید مواد غذایی جنبه استراتژیک به خود گرفته است و در حال حاضر برنامه‌های اقتصادی کشورهای مختلف در جهت دستیابی به منابع غذایی جدید، به افزایش عملکرد گیاهان زراعی و بهره‌برداری مناسب از پتانسیل‌های موجود در زمینه کشاورزی هدایت می‌شوند (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۹).

گندم (*Triticum aestivum* L.) غذای اصلی انسان است که به طور مستقیم مورد مصرف قرار می‌گیرد. در سراسر جهان، گندم به عنوان حیاتی ترین محصول کشاورزی مطرح می‌باشد و مردم تمام دنیا روزانه به اندازه نیاز خود از آن استفاده می کنند. در ایران نیز نان حاصل از گندم، ماده غذایی اصلی مردم را تشکیل می‌دهد (Barrett, 2002). با توجه به جمعیت روز افزون ایران و جهان، نیاز فزاینده به مواد غذایی خصوصاً گندم از اهمیت خاصی برخوردار است. افزایش محصول گندم، مانند سایر فراورده‌های کشاورزی بستگی به عوامل مختلفی دارد که علاوه بر افزایش سطح زیر کشت، به مقدار عملکرد در واحد سطح نیز مربوط می باشد (نوروزی و همکاران، ۱۳۸۲).

مدیریت کوددهی یکی از بخش‌های مهم مدیریت محصولات زراعی است. در بین عناصر غذایی ضروری گیاهان، پتاسیم علاوه بر افزایش تولید و بهبود کیفیت محصول، سبب افزایش مقاومت گیاهان به شوری، کم‌آبی، انواع تنش‌ها، آفات و بیماری‌ها گردیده و کارایی آب و کود را افزایش می‌دهد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). این عنصر جهت تشکیل و انتقال کربوهیدرات‌ها، انجام فتوسنتز و ساخت پروتئین در گیاه ضروری است. ایجاد استحکام ساقه و افزایش مقاومت در برابر خوابیدگی از دیگر مزایای این عنصر به شمار می‌آید. گیاهانی که مقادیر زیادی نشاسته سنتز و ذخیره می‌کنند، به میزان زیادی پتاسیم نیاز دارند. این عنصر سهم زیادی در پتانسیل اسمزی سلول و فشار تورگر آن‌ها دارد (اکبری و همکاران، ۱۳۸۸). در بررسی اثر منابع مختلف پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت شرایط آبیاری و کم‌آبیاری پس از گلدهی، تیمار کلرور پتاسیم در شرایط آبیاری بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد و تمامی تیمارها میزان عملکرد دانه بیشتری را نسبت به تیمار شاهد دارا بودند. مصرف کود پتاسیم، تعداد پنجه‌های بارور گندم و در نتیجه تعداد خوشه در واحد سطح را نیز افزایش داد (اکبری و همکاران، ۱۳۸۸).

امروزه نانو کودها فناوری نوینی هستند که با کوچک کردن اندازه ذرات در مقیاس نانو، امکان جذب بسیار بیشتری را فراهم می‌آورند. قابلیت جذب و مصرف بالا هم از طریق خاک (به صورت سرک همراه آب آبیاری، سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی) و هم از طریق برگ (محلول پاشی) از ویژگی‌های این نوع کودها به شمار می‌روند. خاصیت آهسته‌رهش بودن نانو کود به استفاده بهینه از آن کمک شایانی می‌نماید. از سوی دیگر نانو کمپلکس‌ها در بازه pH وسیعی قابل استفاده هستند (مظاهری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۹).

در آزمایشی اثر مصرف اکسید آهن نانو و معمولی بر غلظت آهن و رشد گیاه گندم رقم آتیلا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد خاکی اکسید آهن نانو در مقایسه با اکسید آهن معمولی، سبب افزایش معنی‌دار غلظت آهن گیاه، ارتفاع گیاه، طول سنبله، وزن هزار دانه، وزن خشک کاه و کلش گیاه و عملکرد گیاه گردید (مظاهری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۹). قاسم‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) در

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی اثرات نانو کود کلات پتاسیم بر تولید مینی‌تیوبر سیب‌زمینی، گزارش کردند که استفاده از نانو کود پتاسیم در مرحله رویشی و نیز رویشی + غده‌بندی، موجب افزایش تعداد مینی‌تیوبرها، مینی‌تیوبرهای بزرگتر از ۵ گرم و عملکرد گیاه سیب‌زمینی شد و با تیمار شاهد و کوددهی در مرحلهٔ غده‌بندی تفاوت معنی‌داری داشت.

با توجه به اینکه تحقیقات معدودی در رابطه با بررسی تأثیر نانو کودها به ویژه نانو کودهای پتاسیم بر عملکرد محصولات زراعی انجام شده است، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر مصرف خاکی و محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم طراحی و اجراء گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، در مزرعه شخصی واقع در ۵ کیلومتری غرب سبزوار با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی انجام گرفت. بافت خاک مزرعه لوم رسی و اسیدیته خاک مزرعه ۷/۸ بود. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. عامل های مورد بررسی شامل مصرف خاکی پتاسیم در سه سطح عدم مصرف، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار نانو کود پتاسیم و محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در چهار سطح عدم محلول‌پاشی، محلول‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی، محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی و دو مرحله محلول‌پاشی در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌دهی بودند. سطوح مصرف خاکی پتاسیم به کرت‌های اصلی و سطوح محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم به کرت‌های فرعی اختصاص یافت. هر کرت فرعی متشکل از ۱۰ ردیف کاشت به طول ۵ متر بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم با غلظت ۲ در هزار انجام شد و در این تحقیق، از رقم گندم چمران استفاده گردید. کلیه عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح در پاییز سال ۱۳۹۱ انجام شد. پس از انجام عملیات آماده‌سازی زمین و قبل از کاشت محصول، تیمارهای مصرف خاکی پتاسیم (سولفات پتاسیم و نانو کود پتاسیم) همراه با کود فسفری توصیه شده (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل) و یک سوم کود نیتروژنی توصیه شده (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره) به کرت‌های آزمایشی اضافه شده و با خاک مخلوط گردیدند. مابقی کود نیتروژنی (۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) به نسبت مساوی در دو مرحله پنجه‌زنی و ساقه‌دهی به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت. پس از تسطیح نهایی، با در نظر گرفتن تراکم مناسب (۲۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار)، عملیات کاشت به صورت دستی انجام گرفت. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد و در دو مرحله پنجه‌زنی و ساقه‌دهی، اقدام به محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم با غلظت ۲ در هزار در کرت‌های مورد نظر گردید. در پایان فصل رشد و قبل از برداشت محصول، پس از حذف اثر حاشیه‌ای، تعداد ۱۰ بوته به صورت تصادفی از هر کرت انتخاب و در آن ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور در بوته، طول خوشه و تعداد دانه در خوشه اندازه گیری شد. در مرحله رسیدگی کامل دانه، با حذف اثر حاشیه نیم متر از طرفین و یک متر مربع از ردیف‌های وسط هر کرت به طور کامل برداشت گردید و خصوصیاتی نظیر عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی)، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه اندازه گیری شد. برای کلیه داده های به دست آمده، تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد و جداول و نمودارها با استفاده از نرم افزارهای Word و Excel ترسیم گردید. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که مصرف خاکی پتاسیم و محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم بر ارتفاع بوته گندم اثر معنی دار داشت (جدول ۱).

مصرف خاکی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته در مقایسه با تیمار عدم مصرف خاکی پتاسیم (شاهد) شد. مصرف خاکی نانو کود پتاسیم نیز باعث افزایش ارتفاع بوته در گندم گردید، اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارهای مصرف خاکی سولفات پتاسیم و مصرف خاکی نانو کود پتاسیم مشاهده نشد (جدول ۲).

تیمار محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله ساقه‌دهی، بیشترین ارتفاع بوته گندم را به خود اختصاص داد که نسبت به محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله پنجه‌زنی اختلاف معنی‌دار نداشت، اما باعث افزایش قابل توجه ارتفاع بوته (۱۳/۸۵ درصد) در مقایسه با تیمار عدم محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم گردید. دو مرحله محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌دهی نیز باعث افزایش ارتفاع بوته نسبت به تیمار عدم محلول‌پاشی گردید (جدول ۳).

نقش پتاسیم در حفظ پتانسیل آب سلول و کمک به جذب آب توسط گیاه، از دلایل افزایش ارتفاع بوته‌های گندم در واکنش به مصرف کودهای پتاسیمی می‌باشد. رشد گیاه نه تنها به تجمع مواد خام از طریق فتوسنتز و جذب عناصر بستگی دارد، بلکه به حفظ پتانسیل فشاری آب در گیاه جهت طویل شدن سلول ها نیز وابسته است (حیدری و اصغری پور، ۱۳۹۱). مشابه با نتایج تحقیق حاضر، حیدری و اصغری پور (۱۳۹۱) نشان دادند که مصرف پتاسیم اثر معنی‌داری بر افزایش ارتفاع بوته سورگوم داشت.

نانو کودها در مقایسه با کودهای متداول شیمیایی، راندمان مصرف بالاتری دارند و می‌توانند به صورت مطلوب در نقطه مناسبی از ناحیه رشد، عناصر غذایی خود را آزاد کنند که این عمل اثر معنی‌داری را در خصوصیات رشدی گیاهان ایجاد می‌کند (مظاهری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۹).

تعداد پنجه بارور در بوته

مصرف خاکی پتاسیم و محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم اثر معنی‌داری بر تعداد پنجه بارور در بوته گندم داشت (جدول ۱).

مصرف خاکی سولفات پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار تعداد پنجه بارور در مقایسه با تیمار شاهد گردید. میزان این افزایش برابر با ۲۲/۵۹ درصد بود. مصرف خاکی نانو کود پتاسیم نیز باعث افزایش تعداد پنجه بارور در گندم گردید، اما این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۲).

محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله پنجه‌زنی گندم باعث تولید بیشترین تعداد پنجه بارور در بوته (۴/۱۱) گردید که نسبت به تیمار عدم محلول‌پاشی و محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی گندم به ترتیب از ۲۰/۱۷ و ۱۳/۸۵ درصد افزایش برخوردار بود. تیمار دو مرحله محلول پاشی نانو کود پتاسیم در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌دهی، با وجود افزایش تعداد پنجه بارور، تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان نداد (جدول ۳). تحریک پنجه‌زنی و افزایش رشد رویشی در شرایط مصرف پتاسیم می‌تواند به نقش مثبت K^+ در پایداری آنزیم‌ها و پروتئین‌ها مربوط باشد. گزارش شده است که در غلات، بیشترین نیاز به پتاسیم در دوره رشد رویشی وجود دارد و دادن کود پتاسیم در دوره زایشی تأثیری بر رشد ندارد (کمال نژاد و همکاران، ۱۳۸۵). خبازکار و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که مصرف کلرور پتاسیم باعث افزایش تعداد پنجه‌ی بارور در برنج گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف مصرف خاکی و محلول‌پاشی پتاسیم

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	تعداد پنجه بارور	طول خوشه	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد اقتصادی
بلوک	۲	۴۰/۳۵	۰/۹۲	۱/۰۸	۵/۰۸	۱۳/۳۶	۲۰۵۸۳۳	۱۲۱۳۵۹
مصرف خاکی پتاسیم (A)	۲	۵۶/۷۸*	۱/۷۶*	۱/۱۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۱۲۷/۱۹**	۱۲۹۶۷۵۰۰**	۱۰۰۷۹۷۷**
خطای a	۴	۴/۰۷	۰/۲۶	۰/۳۶	۷/۸۳	۶/۳۲	۴۶۷۰۸۳	۲۸۷۰۲
محلول‌پاشی نانوپتاسیم (B)	۳	۱۲۲/۲۲**	۰/۷۹**	۲/۲۳**	۵۹/۲۹**	۱۷/۵۱^{ns}	۳۷۶۰۳۷۰**	۴۵۴۱۷۴**
A×B	۶	۵/۷۷^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۱۱/۵۲^{ns}	۰/۶۷^{ns}	۱۳۴۵۳۷^{ns}	۲۸۸۴۶^{ns}
خطای b	۱۸	۷/۶۷	۰/۱۲	۰/۱۶	۵/۶۹	۹/۴۸	۲۰۸۱۴۸	۳۴۳۴۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۴/۲۷	۱۹/۳۷	۱۵/۰۱	۱۷/۰۵	۱۸/۲۵	۱۶/۳۸	۱۵/۵۷

ns غیرمعنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشند.

طول خوشه

مصرف خاکی پتاسیم، طول خوشه در گندم را تحت تأثیر قرار نداد، اما محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر طول خوشه در سطح آماری یک درصد داشت (جدول ۱).

تیمار دو مرحله محول‌پاشی نانو کود پتاسیم در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌دهی، بیشترین طول خوشه و عدم محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم، کمترین طول خوشه را دارا بودند. تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارهای محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی و پنجه‌زنی + ساقه‌دهی مشاهده نشد (جدول ۳).

طویل شدن خوشه تا حدودی به میزان مصرف پتاسیم بستگی دارد. پتاسیم از طریق تنظیم اسمزی، پتانسیل آب لازم را برای رشد و به تبع آن تقسیم سلولی حتی در شرایط خشکی فراهم می‌کند و از طرفی وجود پتاسیم کافی سبب حفظ فعالیت فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی و نیز موجب افزایش کربوهیدرات دانه شده و تعداد دانه در خوشه و در نهایت طول خوشه افزایش می‌یابد (Marschner, 1995).

تعداد دانه در خوشه

مشابه با طول خوشه، تعداد دانه در خوشه نیز تحت تأثیر مصرف خاکی پتاسیم قرار نگرفت. با این وجود، اثر محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم بر تعداد دانه در خوشه در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم، صرف نظر از زمان آن، باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در خوشه نسبت به تیمار شاهد گردید. بیشترین تعداد دانه در خوشه با محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله پنجه‌زنی به‌دست آمد که البته تفاوت آن با تیمار دو مرحله محلول‌پاشی در پنجه‌زنی و ساقه‌دهی معنی‌دار نبود (جدول ۳). نانو کودها به منظور رهاسازی تدریجی محتویات غذایی خود به گونه‌ای که زمان آزادسازی آن‌ها با نیاز غذایی محصول منطبق باشد، طراحی و ساخته شده‌اند (نادری و دانش شهرکی، ۱۳۹۱). افزایش تعداد دانه با مصرف پتاسیم را می‌توان با توجه به نقش پتاسیم در افزایش تولید کربوهیدارت و انتقال سریع آن به دانه‌ها توجیه نمود (یارینا و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به نقش پتاسیم در انتقال آسمیلات‌ها و مواد غذایی، افزایش تعداد دانه بر اثر مصرف آن منطقی

www.SID.ir

Archive of SID

به‌نظر می‌رسد (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۱). نتایج پژوهش حیدری و اصغری‌پور (۱۳۹۱) تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم در رابطه با تعداد دانه در پانیکول سورگوم نشان داد.

وزن هزار دانه

اثر مصرف خاکی پتاسیم بر وزن هزار دانه گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اما محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم وزن هزار دانه را تحت تأثیر قرار نداد (جدول ۱).

مصرف خاکی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم در هکتار نانو کود پتاسیم باعث افزایش قابل ملاحظه وزن هزار دانه گندم در مقایسه با تیمار شاهد شد. با این وجود، مصرف خاکی سولفات پتاسیم بیشترین وزن هزار دانه (۴۰/۶۷ گرم) را به خود اختصاص داد که از افزایش ۱۹/۰۲ درصدی نسبت به شاهد برخوردار بود (جدول ۲). ضروری بودن عنصر پتاسیم جهت انجام فتوسنتز و ساخت پروتئین و نقش آن در تشکیل و انتقال کربوهیدرات‌ها را می‌توان از جمله دلایل افزایش وزن هزار دانه گندم در اثر مصرف پتاسیم ذکر نمود (طباطبایی، ۱۳۸۸). نتایج پژوهش فرخ و همکاران (۱۳۸۸) نیز تأثیر پتاسیم بر وزن هزار دانه برنج را معنی‌دار گزارش کرد.

جدول۲- اثر مصرف خاکی پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

مصرف خاکی پتاسیم	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد پنجه بارور در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
عدم مصرف	۷۲/۶۸ b	۳/۳۲ b	۳۴/۱۷ c	۳۹۹۱/۱۷ b	۷۰۷۵/۴۴ c
سولفات پتاسیم	۷۷/۰۳ a	۴/۰۷ a	۴۰/۶۷ a	۴۵۱۹/۵۰ a	۹۱۵۰/۰۰ a
نانو کود پتاسیم	۷۴/۹۱ ab	۳/۸۳ ab	۳۷/۰۸ b	۴۴۶۱/۸۳ a	۸۲۲۵/۳۶ b

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

عملکرد اقتصادی

مصرف خاکی پتاسیم و محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم، بر عملکرد اقتصادی گندم در سطح یک درصد تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۱).

مصرف خاکی سولفات پتاسیم و نانو کود پتاسیم، عملکرد اقتصادی گندم را در مقایسه با تیمار شاهد به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داد. میزان این افزایش برای تیمارهای سولفات پتاسیم و نانو کود پتاسیم به ترتیب برابر با ۱۷/۶۶ و ۱۵/۷۳ درصد بود. تفاوت معنی‌داری بین مصرف خاکی سولفات پتاسیم و نانو کود پتاسیم در رابطه با عملکرد اقتصادی مشاهده نشد (جدول ۲).

محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله پنجه‌زنی و پنجه‌زنی + ساقه‌دهی، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد گردید. میزان این افزایش برای تیمارهای محلول‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی و پنجه‌زنی + ساقه‌دهی به ترتیب برابر با ۱۴/۰۵ و ۱۵/۵۱ درصد بود. محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله ساقه‌دهی، تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد ایجاد نکرد (جدول ۳).

تأثیر مثبت مصرف خاکی پتاسیم و محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم بر اجزای تشکیل دهنده عملکرد گندم نظیر تعداد پنجه بارور در بوته، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه را می‌توان عامل افزایش عملکرد اقتصادی گندم دانست.

www.SID.ir

Archive of SID

گزارش شده که استفاده از نانو لایه‌های کنشی در طراحی و ساخت کودهای شیمیایی جدید، منجر به افزایش قابل ملاحظه کارایی مصرف عناصر غذایی و متعاقباً عملکرد محصول خواهد شد (De Rosa *et al*., 2010).

Shinde *et al* (1993) نشان دادند که افزایش کاربرد کود پتاسیم، از طریق افزایش در قطر طبق و تعداد دانه‌های پر در طبق، باعث افزایش عملکرد اقتصادی آفتابگردان گردید.

عملکرد بیولوژیک

اثر مصرف خاکی پتاسیم و محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد بیولوژیک گندم معنی‌دار گردید (جدول ۱).

بیشترین عملکرد بیولوژیک گندم، با مصرف خاکی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم تولید شد که نسبت به تیمار شاهد و مصرف خاکی نانو کود پتاسیم به ترتیب از ۳۴/۱۵ و ۱۲/۸۰ درصد افزایش برخوردار بود. مصرف خاکی نانو کود پتاسیم نیز باعث افزایش ۱۸/۹۳ درصدی عملکرد بیولوژیک گندم در مقایسه با شاهد شد (جدول ۲).

محلول پاشی نانو کود پتاسیم، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار عدم محلول‌پاشی گردید. بیشترین عملکرد بیولوژیک گندم در تیمار محلول‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی بدست آمد. با این وجود، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله پنجه‌زنی، ساقه‌دهی و پنجه‌زنی + ساقه‌دهی مشاهده نشد (جدول ۳).

اگر چه پتاسیم در تشکیل هیچ یک از ترکیبات مهم گیاهی مانند پروتو پلاسم، چربی‌ها و سلولز شرکت ندارد ولی از آن جا که به عنوان یک کاتالیزور عمل می‌کند، دارای نقش اساسی است. این عنصر مجموعه آنزیمی را در فرآیند بیوشیمیایی فعال ساخته و نقش مهمی در فعال کردن آنزیم‌های احیا کننده گاز کربنیک ایفاء می‌کند (مظاهری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۹). یافته‌های پژوهش روشندل (۱۳۸۸) افزایش عملکرد بیولوژیک سویا را بر اثر مصرف پتاسیم نشان می‌دهد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. ثواقبی و ملکوتی (۱۳۷۷) نیز اثر پتاسیم بر عملکرد بیولوژیک گندم را در سطح یک درصد معنی‌دار گزارش کردند.

جدول ۳- اثر محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد پنجه بارور در بوته	طول خوشه (سانتی‌متر)	تعداد دانه در خوشه	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
عدم محلول‌پاشی	۶۹/۹۴ c	۳/۴۲ c	۷/۱۵ b	۳۰/۳۳ c	۴۰۵۷/۲۲ b	۶۲۱۱/۱ b
پنجه‌زنی	۷۷/۰۴ a	۴/۱۱ a	۸/۱۸ a	۳۶/۱۱ a	۴۴۸۶/۸۹ a	۸۶۷۷/۸ a
ساقه‌دهی	۷۸/۲۴ a	۳/۶۱ bc	۷/۹۵ a	۳۳/۵۶ b	۴۲۲۱/۰۰ b	۸۴۲۲/۲ a
پنجه‌زنی + ساقه‌دهی	۷۴/۲۷ b	۳/۸۳ ab	۸/۲۳ a	۳۵/۳۳ ab	۴۵۳۱/۵۶ a	۸۲۸۸/۹ a

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که مصرف خاکی سولفات پتاسیم و نانو کود پتاسیم باعث بهبود رشد رویشی و افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم گردید که در این خصوص، مصرف سولفات پتاسیم از اهمیت بیشتری برخوردار بود. محلول پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله پنجه‌زنی و پنجه‌زنی + ساقه‌دهی باعث افزایش قابل توجه عملکرد اقتصادی گندم گردید. بنابراین، مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

خاکی سولفات پتاسیم یا نانو کود پتاسیم همراه با یک مرحله محلول پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله پنجه‌زنی گندم، برای تولید حداکثر عملکرد اقتصادی گندم قابل توصیه است.

منابع

اکبری، غ.، ز. جوانمردی و م. خجسته‌کیا. ۱۳۸۸. مقایسه اثر فرم های مختلف کود پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم در شرایط کم‌آبیاری. همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری.

حیدری، م. و م. ر. اصغری‌پور. ۱۳۹۱. اثر مقادیر مختلف سولفات پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای تحت تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۰: ۳۸۴-۳۷۱.

خبازکار، م. ر.، م. سام دلیری، ع. عبدزاد گوهری و ر. محمودی. ۱۳۸۹. بررسی سطوح مختلف کود سیلیس و پتاسیم بر روی ارقام مختلف برنج. ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان.

دانشیان، ج.، الف. مجیدی هروان و پ. جنوبی. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر تنش خشکی و مقادیر مختلف پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی سویا. فصلنامه علوم کشاورزی، ۸: ۱۰۸-۹۵.

روشندل، ی. ۱۳۸۹. اثر تلفیقی کود ازت و پتاسیم بر خصوصیات زراعی سویا. ماهنامه دام کشت و صنعت، ۱۲۵: ۵۸-۵۶.

فرخ، ع. ر.، م. کاووسی، ع. مهردادلمر، ت. رضوی پور، و م. رضایی. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کودهای نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد و صفات وابسته به آن در برنج. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۱: ۶۶-۵۴.

قاسم‌زاده، ن.، ع.الف. قلی‌پوری، د. حسن‌پناه، و د. جماعتی. ۱۳۹۱. مطالعه اثرات نانو کود کلات پتاسیم و تراکم کاشت ریزغده بر تولید غده‌چه (مینی‌تیوبر) و برخی از صفات کمی و کیفی مینی‌تیوبر در سیب زمینی. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش‌های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست، تهران.

کمال نژاد، ج.، ص. فرهی آشتیانی و ف. قناتی. ۱۳۸۵. بررسی اثرات شوری و پتاسیم بر میزان رشد و تجمع پرولین در دو رقم جو. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۱): ۶۶-۵۸.

مظاهری‌نیا، س.، ع. ر. آستارایی، ا. فتوت و ا. منشی. ۱۳۸۹. بررسی اثر مصرف اکسید آهن (نانو و معمولی) همراه با کمپوست گرانوله گوگردی بر غلظت آهن و رشد گیاه گندم رقم آتیلا. نشریه پژوهش های زراعی ایران، ۸: ۸۶۱-۸۵۵.

ملکوتی، م. ج. و م. م. طهرانی. ۱۳۷۸. نقش ریز مغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، عناصر خرد با تأثیر کلان. دفتر نشر دانشگاه تربیت مدرس، تهران. ۳۲۸ ص.

نادری، م. ر.، و ع. دانش شهرکی. ۱۳۹۰. کاربرد فناوری نانو در بهینه سازی فرمولاسیون کودهای شیمیایی. ماهنامه فناوری نانو، ۴: ۳۲-۲۰

نور محمدی، ق.، ع. سیادت و ع. کاشانی. ۱۳۸۹. زراعت. جلد اول (غلات). انتشارات دانشگاه شهید چمران، اهواز.

www.SID.ir

Archive of SID

نوروزی، ش.، د. مظاهری، و ع. قنبری. ۱۳۸۲. بررسی آثار رقابت چند گونه ای علفهای هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در منطقه شیروان. پژوهش وسازندگی در زراعت و باغبانی، ۶۰: ۹۶-۹۱.

یارنیا، م.، پ. صفایی، م. ب. خورشیدی بنام، الف. فرجزاده معماری. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی و سولفات پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان رقم ایروفلور. فصلنامه یافته‌های نوین کشاورزی، ۳: ۳۳۱-۳۱۷.

Barrett, C. 2002. Food security and food assistance program. In Handbook of Agricultural Economics. 2-95.

De Rosa, M. R., C. Monreal, M. Schnitzer, R. Walsh, and Y. Sultan. 2010. Nanotechnology in fertilizers. Nature Nanotechnology. 5: 91-92.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants, 2nd Ed. London: Academic Press.

Shinde, S. V., S. Naphad, K. Kohale, and G. Fulzete. 1993. Effect of varying levels of potash on seed and oil yield of sunflower. P. K. V Res. J. 17(1): 31-32.

www.SID.ir