



تأثیر روش‌های مصرف کود سرک اوره و محلول‌پاشی سلینیوم بر گندم در شرایط دیم

محمد کونانی^۱، نورعلی ساجدی^۲

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۱۰

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر روش‌های مصرف کود سرک اوره و محلول‌پاشی سلینیوم بر خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی گندم دیم رقم سرداری در فصل زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ انجام شد. عوامل آزمایشی شامل روش‌های مصرف کود سرک اوره در چهار سطح (بدون مصرف کود، مصرف ۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پنجه‌زنی، مصرف ۳۰ کیلوگرم اوره در مراحل پنجه‌زنی توام با محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله قبل از سنبله‌دهی و مصرف ۲۰ کیلوگرم اوره در مرحله پنجه‌زنی توام با محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر قبل از سنبله‌دهی و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله اواخر سنبله‌دهی) و سلینیوم در سه سطح (عدم مصرف، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند. نتایج نشان داد که با محلول‌پاشی ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر سلینیوم میزان نشت یونی سلول نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۶۷ و ۵/۳ درصد کاهش یافت. مصرف ۲۰ کیلوگرم کود سرک اوره در هکتار در مرحله پنجه‌زنی و دو مرحله محلول‌پاشی در مرحله زایشی توام با محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر سلینیوم، عملکرد دانه نسبت به شاهد ۴۴/۳ درصد و نسبت به تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم اوره به صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی توام با محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر سلینیوم، عملکرد دانه را ۱۲ درصد افزایش داد. بطور کلی نتایج نشان داد که با مصرف ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار بصورت سرک و یک مرحله محلول‌پاشی اوره توام با محلول‌پاشی ۵ میلی‌گرم در لیتر سلینیوم می‌توان حدود ۵۰ درصد مصرف کود اوره را کاهش داد و به عملکرد مطلوب دست یافت.

واژه‌های کلیدی: خشکی، سلیت سدیم، محتوی آب نسبی برگ، عملکرد دانه

کونانی، م. و ن. ساجدی. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر روش‌های مصرف کود سرک اوره و محلول‌پاشی سلینیوم بر گندم در شرایط دیم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۲: ۳۷-۴۸.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: n-sajedi@iau-arak.ac.ir

مقدمه

سلنیوم دارای سه نوع فعالیت بیولوژیک است، غلظت‌های کم برای رشد و نمو گیاه نیاز است، غلظت‌های متوسط باعث حفظ وضعیت همواستازی می‌شود و غلظت‌های بالا می‌تواند سمی باشد (هامیلتون، ۲۰۰۴). سلنیوم جزء اصلی سلنوپروتئین‌ها می‌باشد و وظایف مهمی از قبیل حفاظت آنتی‌اکسیدانی، متابولیسم انرژی و تنظیم اکسیداسیون و احیا را طی نسخه‌برداری و بیان ژن ایفا می‌نماید (رایمن، ۲۰۰۲؛ فوردیس، ۲۰۰۵). سلنیوم ممکن است تحمل گیاهان را به تنش‌های مختلف غیرزنده افزایش دهد (حسن‌زمان و همکاران، ۲۰۱۲). سلنیوم از طریق تاثیر بر عملکرد آنزیم‌ها و سایر پروتئین‌های وابسته، گیاهان را در مقابل آسیب سلولی ناشی از رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند (اسپیوزر و همکاران، ۲۰۰۴). اثر تحریک‌کنندگی محلول‌پاشی سلنیوم بر روی اسمیلاسیون نیتروژن در جو گزارش شده است (اسلام و همکاران، ۱۹۹۰). کاستوپولو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که در شرایط محدودیت رطوبتی با مصرف ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم از منبع سلنات سدیم در گیاهچه‌های شبدر شیرین زرد (*Melilotus officinalis*)، مقدار پتانسیل آب برگ، نسبت تعرق و هدایت روزنه‌ای کاهش و باعث محدودیت سرعت جریان محلول آب در سیستم آوندی شد. نظر به این که در شرایط دیم، بارندگی‌ها از توزیع یکسانی در طول دوره رشد برخوردار نیست و مصرف یک مرحله کود اوره به صورت سرک در مرحله پنجاه‌دهی باعث تحریک رشد اندام‌های رویشی و هدر رفت رطوبت می‌شود، لذا به نظر می‌رسد با تقسیط کود اوره به صورت سرک در مرحله پنجاه‌دهی و محلول‌پاشی توام با کود سرک اوره و سلنیوم در مرحله سنبله‌دهی بتوان ضمن کاهش مصرف کود اوره شرایطی را فراهم نمود که گیاه کمتر در معرض تنش خشکی قرار گیرد. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تاثیر روش‌های مصرف کود سرک اوره و محلول‌پاشی سلنیوم بر گندم رقم سرداری در شرایط دیم بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در روستای آشیانه سفلی شهرستان خمین در استان مرکزی با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۹۹ دقیقه عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۸۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۸۱۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. روش‌های مصرف کود سرک اوره به عنوان عامل اصلی و محلول‌پاشی مقادیر مختلف سلنیوم به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد.

گندم به عنوان یک محصول کشاورزی استراتژیک، در بین غلات از نظر سطح زیر کشت و تولید جهانی مقام اول را دارد و نزدیک به ۳۰ درصد اراضی زیر کشت را به خود اختصاص داده است (کریمی، ۱۳۸۱). نیتروژن اصلی‌ترین ماده غذایی در تعیین عملکرد باقوه گیاهان زراعی می‌باشد و کودهای نیتروژنه از نهاده‌های مهم برای افزایش تولید گیاهان زراعی محسوب می‌شوند (فاجریا و بالیگار، ۲۰۰۵). نیتروژن در فرآیند فتوسنتز و تولید کلروفیل نقش اساسی دارد، بنابراین کاربرد نیتروژن تغییراتی را در شدت فتوسنتز بوجود می‌آورد (ناکاساتین و همکاران، ۲۰۰۰). برای بهبود کمیّت و کیفیت گندم باید نیتروژن کافی در مراحل پنجاه‌زنی، ساقه‌رفتن و سنبله‌دهی در اختیار گیاه قرار داده شود (خدابنده، ۱۳۷۲). زمان توزیع کود نیتروژن در مناطق نیمه خشک به پراکنش نزولات جوی وابسته است. مصرف نیتروژن در ابتدای رشد گندم و رطوبت مساعد سبب رشد سبزینه‌ای زیاد از حد شده و منجر به حدر رفت زیاد رطوبت و مواجه شدن گیاه با کمبود رطوبت در اواخر فصل رشد می‌شود، لذا در چنین شرایطی می‌توان آن را در مراحل مورد نیاز گیاه به صورت سرک بکار برد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶). مدنی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند که با مصرف ۴۰ کیلوگرم کود نیتروژن به صورت سرک در طی دو سال در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی و گرده‌افشانی عملکرد دانه نسبت به شاهد بطور معنی‌دار افزایش یافت که دلیل آن را افزایش تعداد دانه در سنبله و وزن دانه ذکر نمودند. در مصرف خاکی نیتروژن به صورت سرک مقداری از کود ممکن است بین برگ‌ها و ساقه‌ها قرار گیرد و به زمین نرسد و لذا در مقایسه با روش محلول‌پاشی، مقدار بیشتری کود مصرف می‌شود (لطف الهی و همکاران، ۱۹۹۷). محلول‌پاشی نیتروژن را می‌توان به عنوان تکمیل‌کننده کود مصرف شده در خاک برای گندم استفاده نمود و از مزایای آن جذب و انتقال سریعتر و کارآمد نیتروژن بوسیله گیاه می‌باشد (عباس دوخت و مروی، ۱۳۸۴). گزارش شده است که محلول‌پاشی کود اوره در گندم باعث افزایش شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ، تعداد گلچه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه شد (قرنجیک و گالشی، ۱۳۸۰).

سلنیوم به عنوان یک عنصر ضروری برای گیاهان طبقه‌بندی نشده است، با این وجود اثرات مفید آن برای گیاهانی که مقادیر زیادی از سلنیوم را ذخیره می‌کنند به اثبات رسیده است (شانکر، ۲۰۰۶). نقش سلنیوم در گیاهان عمدتاً به غلظت آن وابسته است.

خصوصیات اقلیمی منطقه کشت که از اداره هواشناسی خمین به دست آمده در جدول ۱ آرایه شده است.

جدول ۱- آمار هواشناسی شهرستان خمین در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲

ماه‌های سال	میانگین درجه حرارت (سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	تبخیر و تعرق ماهیانه (میلی‌متر)	بارندگی (میلی‌متر)
شهریور ۹۱	۳۲/۲	۲۴	۳۴۹/۵	۵۶
مهر ۹۱	۱۷/۳	۳۰	۲۲۲/۹	۶/۹
آبان ۹۱	۱۱/۱	۵۳	۹۹/۳	۶۸
آذر ۹۱	۴/۳	۶۶	۵/۸	۵۴
دی ۹۱	۲/۱	۵۳	-	۳۵/۹
بهمن ۹۱	۶/۴	۴۵	-	۶
اسفند ۹۱	۸/۶	۴۳	-	۱۲/۳
فروردین ۹۲	۱۱/۷	۴۴	۱۸۲/۴	۵۶/۶
اردیبهشت ۹۲	۱۴	۴۶	۲۰۰/۹	۱۳/۳
خرداد ۹۲	۲۱/۸	۳۶	۳۶۵/۵	۰

کشت با فاصله ۱۵ سانتی متر و تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع در شرایط دیم در نظر گرفته شد. میزان بذر مصرفی بر اساس ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از رقم گندم سرداری در نظر گرفته شد. از ویژگی‌های این رقم، ارتفاع بوته متوسط، ریشک‌دار، مقاوم به ریزش، نسبتاً زودرس، دارای عادت رشد زمستانه متمایل به بینابین و سازگاری خوب به شرایط محیطی مناطق مرتفع و سردسیر دیم دارد (خدابنده، ۱۳۷۲).

قبل از کشت اقدام به نمونه برداری از خاک مزرعه شد که نتایج آن در جدول ۲ آرایه شده است. جهت آماده سازی زمین، عملیات شخم و دیسک به منظور خرد شدن کلوخه‌ها در پانزدهم و شانزدهم مهرماه ۱۳۹۱ انجام شد. قبل از کشت مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم در زمین پخش و با خاک مخلوط شد.

کشت در بیستم مهر ماه ۱۳۹۱ با دستگاه بذر کار غلات انجام شد. ابعاد هر کرت ۱۸ مترمربع (۳×۶)، شامل ۲۰ ردیف

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک (سانتی‌متر)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیترژن (درصد)	سلنیوم (قسمت در بیلیون)	کربن آلی (درصد)	شن (درصد)	ریس (درصد)	سیلت (درصد)
۰-۳۰	۷/۹	۰/۲	۶/۹	۱۲۲	۰/۰۴	۱۰۵	۰/۴۴	۵۶	۲۴	۲۰

محلول پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله قبل از سنبله‌دهی^۲ (N₃) و مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله اواخر پنجه‌زنی توام با محلول پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر قبل از سنبله‌دهی و ۲۰۰

عوامل مورد بررسی شامل روش‌های مصرف کود سرک اوره در چهار سطح بدون مصرف (N₁)، مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک در مرحله اواخر پنجه‌زنی^۱ (N₂)، مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار در مراحل اواخر پنجه‌زنی توام با

2. ZGS 45 = Zadoks growth stages

1. ZGS 25 = Zadoks growth stages

برداشت نهایی پس از خشک شدن و رسیدن کامل فیزیولوژیکی بوته‌ها، در پانزدهم تیرماه سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. صفات زراعی شامل تعداد پنجه بارور در بوته، تعداد سنبلک در سنبله، تعداد دانه در سنبلک، عملکرد زیستی و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. به منظور ارزیابی تعداد پنجه بارور در بوته، تعداد سنبلک در سنبله و تعداد دانه در سنبلک، از هر کرت به طور تصادفی تعداد ۲۰ بوته انتخاب گردید. برای محاسبه عملکرد دانه و عملکرد زیستی سطحی معادل ۲ متر مربع از هر کرت آزمایشی برداشت شد. داده‌های حاصل از این آزمایش به کمک نرم افزار MSTAT-C تجزیه و تحلیل گردید. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش‌های مصرف کود سرک اوره و اثر متقابل روش‌های مصرف کود سرک اوره توأم با محلول‌پاشی سلنیوم بر تعداد پنجه بارور در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳). بر اساس نتایج اثر متقابل تیمارها، بیشترین تعداد پنجه بارور در بوته معادل ۴/۵ از تیمار N_3Se_2 حاصل شد که تعداد پنجه بارور را نسبت به تیمار N_1Se_1 و N_3Se_1 به میزان ۹۳/۹ و ۲۲/۶ درصد افزایش نشان داد (شکل ۱). فیضی اصل و ولیزاده (۱۳۸۳) گزارش نمودند که با محلول‌پاشی اوره با غلظت ۵ درصد در مرحله پنجه‌دهی و ظهور برگ پرچم در سه سال آزمایش، تعداد پنجه در بوته از ۳/۶ در تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۳/۷ و ۴/۲ افزایش یافت ولی معنی دار نبود. گزارش شده است که استفاده از کود های نیتروژن دار فعالیت مریستم های تولید کننده پنجه‌ها را افزایش می‌دهد (گول و همکاران ۲۰۱۱). اما رشد پنجه‌ها به حضور مواد پرورده وابسته هستند. در صورتی که مواد پرورده به اندازه مورد نیاز در اختیار پنجه‌ها قرار نگیرد، پنجه‌ها غیر فعال باقی می‌مانند، لذا نیتروژن از طریق تاثیر بر فتوسنتز می‌تواند میزان تولید مواد پرورده را افزایش دهد (ماتو و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به جدول ضرایب همبستگی صفات، تعداد پنجه بارور با محتوی آب نسبی برگ، سطح برگ پرچم، عملکرد زیستی و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار و با نشت یونی سلول در سطح احتمال ۵ درصد همبستگی منفی معنی دار نشان داد (جدول ۶).

میلی‌گرم در لیتر در مرحله اواخر سنبله‌دهی^۱ (N_4) و سلنیوم در سه سطح عدم مصرف (Se_1)، ۵ میلی‌گرم در لیتر (Se_2) و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر (Se_3) از منبع سلنیت سدیم بودند. محلول‌پاشی مقادیر سلنیوم همراه با محلول‌پاشی مرحله اول کود اوره انجام شد. محلول‌پاشی با کود اوره و سلنیوم در ساعت ۶ بعد از ظهر با استفاده از سمپاش موتوری ۲۰ لیتری انجام شد. کنترل علف-های هرز به صورت مکانیکی و وجین، به طور یکنواخت در کلیه کرت‌ها انجام شد. در دوم اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۲ نسبت به سمپاشی سن گندم با سم دسیس اقدام لازم صورت گرفت. صفت محتوی آب نسبی برگ^۲ و میزان نشت یونی سلول^۳ در مرحله ظهور سنبله اندازه‌گیری شد. از هر کرت ۵ برگ پرچم جوان کاملاً توسعه یافته از ۵ بوته در ساعت ۱۲ ظهر برداشت و در داخل نایلون قرار داده شد و بلافاصله به آزمایشگاه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شد و از پهنک برگ‌ها تعداد ۱۵ دیسک تهیه شد. سپس دیسک‌ها توزین گردید، دیسک‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار داده شدند، جهت اندازه‌گیری وزن اشباع، دیسک‌ها توزین گردیدند. در نهایت دیسک‌ها به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا خشک شوند، درصد محتوی آب نسبی برگ از رابطه زیر محاسبه شد (دوپت و مانول، ۲۰۰۲).

رابطه ۱:

$$100 \times \frac{\text{محتوی آب نسبی برگ}}{\text{وزن اشباع}} = \text{محتوی آب نسبی برگ}$$

اندازه‌گیری میزان نشت یونی می‌تواند شاخص خوبی در تعیین میزان پایداری غشاء سیتوپلاسمی باشد. در زمان ظهور سنبله از برگ‌های جوان توسعه یافته اقدام به تهیه دیسک‌هایی به قطر تقریبی ۳ سانتی‌متر از محل پهنک برگ‌ها گردید، سپس دیسک‌ها به داخل لوله‌های آزمایشی که حاوی ۱۰ سی‌سی محلول مانیتول با پتانسیل ۲- bar بودند، منتقل شد و بعد از ۲۴ ساعت هدایت الکتریکی هر لوله حاوی نمونه به وسیله دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد (عمان و همکاران، ۱۳۸۴). برای تهیه محلول مانیتول با پتانسیل اسمز ۲- bar از فرمول وانت هوف استفاده شد.

$$\psi_s = -CmIRT \quad \text{رابطه ۲:}$$

که در این فرمول ψ_s : پتانسیل اسمزی محلول، Cm: مولاریته، I: ضریب یونی‌اسیون برای مانیتول برابر ۱ و R: ثابت گازها برابر ۰/۰۸۳ و T: درجه حرارت بر حسب کلونین می‌باشد.

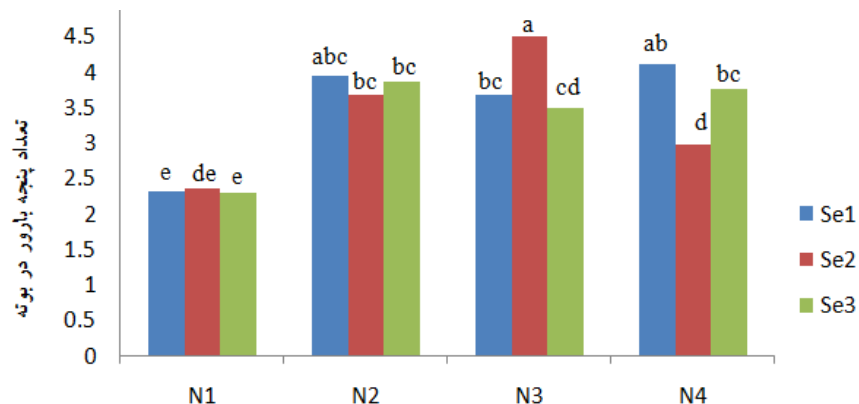
3. ZGS 59 = Zadoks growth stages

1. Relative water content (RWC)
2. Cell Ion leakage

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه در گندم دیم تحت تاثیر سلنیوم و روش‌های مصرف کود اوره

منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد پنجه بارور در بوته	تعداد سنبلك در سنبلك	تعداد دانه در سنبلك	محتوی آب نسبی برگ	نشت یونی سلول	سطح برگ پرچم	عملکرد زیستی	عملکرد دانه
تکرار	۳	۰/۴۱۷۲**	۱/۰۳ ^{ns}	۰/۰۵۹۲ ^{ns}	۸۵/۹۴ ^{ns}	۱۹/۰۵ ^{ns}	۱/۷۰ ^{ns}	۷۲۹۳۹۲/۱۰ ^{ns}	۶۵۹۱۰/۱۸ ^{ns}
نیترژن	۳	۶/۵۲**	۱۲/۸۵**	۰/۰۹۱۳ ^{ns}	۳۴۰/۲۹**	۲۱۹۵/۹۴**	۹/۳۱**	۱۰۲۵۴۲۵/۹۳	۲۰۲۶۲۰/۷۴*
خطای کرت اصلی	۹	۰/۴۳	۰/۲۳	۰/۰۴	۶۱/۳۰	۲۸/۵۵	۰/۸۶	۶۹۶۵۹۵/۶۴	۳۹۹۷۰/۰۰
سلنیوم	۲	۰/۱۲ ^{ns}	۳/۱۷**	۰/۰۵ ^{ns}	۱۸/۸۲ ^{ns}	۱۸۱/۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۲۴۶۹۴۲/۱۵ ^{ns}	۹۹۹/۵۶ ^{ns}
نیترژن × سلنیوم	۶	۰/۸۲**	۳/۱۶**	۰/۰۲ ^{ns}	۸۸/۲۶ ^{ns}	۷۷/۹۳ ^{ns}	۰/۴۸ ^{ns}	۱۲۸۴۳۵/۵۰ ^{ns}	۱۸۱۹۹/۲۸ ^{ns}
خطای آزمایشی	۲۴	۰/۱۳	۰/۴۶	۰/۰۲	۳۸/۰۹	۵۸/۸۴	۰/۵۶	۳۵۵۳۲۶/۰۴	۳۹۵۴۲/۱۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۰/۷۴	۶/۳۴	۸/۰۲	۸/۲۹	۷/۹۲	۹/۳۸	۲۳/۳۲	۱۸/۹۷

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی دار در سطح پنج درصد و یک درصد



شکل ۱- اثر متقابل روش‌های مصرف کود سرک اوره و محلول پاشی سلنیوم بر تعداد پنجه بارور در بوته

در کلیه ستون‌ها میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

N1: بدون مصرف اوره،

N2: مصرف ۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی

N3: ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی توام با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اوره بصورت محلول پاشی قبل از ظهور سنبله

N4: ۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی توام با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اوره بصورت محلول پاشی قبل از ظهور سنبله و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اوره

بصورت محلول پاشی در اواخر سنبله‌دهی

Se1: بدون محلول پاشی سلنیوم

Se2: محلول پاشی به میزان ۵ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم

Se3: محلول پاشی به میزان ۱۰ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم

گرفتند (جداول ۴ و ۵). گزارش شده است که با محلول پاشی اوره عملکرد زیستی در گندم افزایش یافت، بیشترین عملکرد زیستی معادل ۴۸۳۳ کیلوگرم در هکتار از محلول پاشی در سه

نتایج نشان داد که اثر ساده و متقابل روش‌های مصرف کود اوره و سلنیوم بر عملکرد زیستی معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارها در یک گروه آماری قرار

میزان فتوسنتز را افزایش می‌دهد و در نتیجه میزان تولید و توزیع مواد فتوسنتزی در بخش‌های مختلف گیاه افزایش می‌یابد و در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه و عملکرد زیستی می‌شود. بررسی‌های انجام شده در گندم بهاره تحت تنش خشکی نشان داد که سلنیوم مانع کم شدن رشد گیاهان در اثر کمبود آب گردید (کوزنتسو و همکاران، ۲۰۰۳). نوواک و همکاران (۲۰۰۴) گزارش نمودند که کاربرد سلنیوم به صورت خاک مصرف، فعالیت آنزیم نترات ریدوکتاز را در مراحل پایانی رشد گندم افزایش داد که احتمالاً به دلیل اتصال سلنوسیتین به یکی از محل‌های فعال، جایی که NADP (H) قرار دارد، می‌باشد.

مرحله پنجه‌زنی، ساقه‌دهی و چکمه‌ای شدن به دست آمد (آریف و همکاران، ۲۰۰۶). در یک آزمایش دو ساله، گزارش شده است که در شرایط قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و گرده‌افشانی در گندم، با افزایش مصرف نیتروژن از ۲۰ به ۴۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد زیستی از ۸/۸ به ۱۰/۹ تن در هکتار و عملکرد دانه از ۲/۷ به ۳/۳ تن در هکتار افزایش یافت (مدنی و همکاران، ۲۰۱۲). به نظر می‌رسد با محلول‌پاشی کود اوره و تامین نیاز گیاه از نظر کود نیتروژن در مرحله زایشی، سطح برگ و در نتیجه شاخص سطح برگ و همین‌طور دوام سطح برگ افزایش می‌یابد و گیاه با استفاده بهتر از نور خورشید و سایر منابع قابل دسترس

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گندم دیم تحت تاثیر روش های مصرف کود اوره

تیمارها	تعداد پنجه	تعداد سنبلک	تعداد دانه	محتوی آب	نشت یونی	سطح برگ	عملکرد	عملکرد دانه
بارور در	در سنبله	در سنبلک	در سنبلک	نسبی برگ	سلول	پرچم (سانتی متر	زیستی	(کیلوگرم در
بوته				(درصد)	(میکرو زیمنس	مربع)	(کیلوگرم در	هکتار)
					بر سانتی متر)		هکتار)	
N1	۲/۳۲b	۹/۴۲d	۱/۹ab	۶۷/۳b	۱۱۵/۸۳a	۶/۸۲c	۲۱۳۳/۳a	۸۵۳/۳۳b
N2	۳/۸۳a	۱۱/۸۹a	۲/۰۱a	۸۰/۱۴a	۹۴/۷۷b	۸/۹۴a	۲۵۸۲/۷a	۱۱۰۵a
N3	۳/۸۹a	۱۰/۵۸c	۱/۹۵ab	۷۵/۶۹a	۹۲/۴۴b	۸/۲۴ab	۲۷۴۵/۰a	۱۱۱۶/۴۲a
N4	۳/۶۱a	۱۱/۱۰b	۱/۸b	۷۴/۶۴a	۹۴c	۷/۹۹b	۲۷۵۹/۲a	۱۱۱۷/۵a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

N1: بدون مصرف اوره

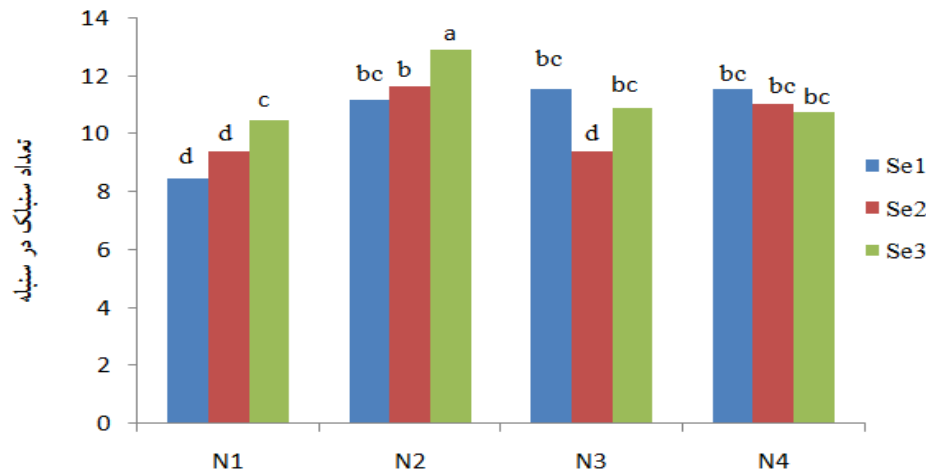
N2: مصرف ۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی

N3: ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی توام با ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اوره بصورت محلول‌پاشی قبل از ظهور سنبله

N4: ۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی توام با ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اوره بصورت محلول‌پاشی قبل از ظهور سنبله و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اوره بصورت محلول‌پاشی در اواخر سنبله‌دهی

دارد. به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی در طول دوره گلدهی شرایطی را فراهم می‌کند که جریان مستقیم مواد غذایی را به نقاطی که تقاضای متابولیکی بیشتری دارند را فراهم می‌سازد و بنابراین تعداد واحد زایشی بیشتری در گیاه تشکیل می‌شود. گزارش شده است که در غلظت‌های کم، سلنیوم رشد گیاهان را از طریق افزایش کارایی سیستم آنتی‌اکسیدانی و تحمل گیاهان در برابر تنش‌های محیطی شدید از قبیل خشکی (حسنوزمان و فوجیتا، ۲۰۱۱)، شوری (حسنوزمان و همکاران، ۲۰۱۱) و درجه حرارت بالا (دجاناگویرامان و همکاران، ۲۰۱۰) تحریک می‌کند. جدول ضرایب همبستگی صفات نشان داد که تعداد سنبلک در سنبله با سطح برگ پرچم در سطح احتمال ۱ درصد، همبستگی مثبت و معنی‌دار و با نشت یونی سلول در سطح احتمال ۵ درصد همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد (جدول ۶).

اثر ساده و اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر تعداد سنبلک در سنبله در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به نتایج اثر متقابل تیمارها، با مصرف کود سرک اوره توام با محلول‌پاشی سلنیوم، تعداد سنبلک در سنبله نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. در سطح عدم مصرف اوره، با مصرف ۱۰ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم تعداد سنبلک در سنبله نسبت به شاهد ۲۳/۶ درصد و در تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی، با محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم تعداد سنبلک در سنبله نسبت به عدم مصرف سلنیوم به میزان ۱۵/۲ درصد افزایش یافت. بیشترین تعداد سنبلک در سنبله از تیمار N_2Se_3 حاصل شد (شکل ۲). نتایج این تحقیق با نتایج قرنجیک و گالشی (۱۳۸۰) مبنی بر افزایش تعداد گلچه در سنبله با محلول‌پاشی کود اوره در گندم مطابقت



شکل ۲- اثر متقابل روش‌های مصرف کود سرک اوره و محلول پاشی سلنیوم بر تعداد سنبلک در سنبله

در کلیه ستون‌ها میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

و باعث محدودیت سرعت جریان محلول آب در سیستم آوندی می‌شود (کاستوپولو و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین در شرایط محدودیت رطوبتی افزایش سلنیوم باعث افزایش محتوی پرولین می‌شود (اکساوکوتین، ۲۰۰۹) و لذا به نظر می‌رسد سلنیوم نقش مهمی در برقراری تنظیم اسمزی در گیاه باشد. جدول ضرایب همبستگی صفات نشان داد که محتوی آب نسبی برگ با عملکرد زیستی در سطح احتمال ۱ درصد و با سطح برگ پرچم و عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد (جدول ۶).

بر اساس نتایج حاصل شده، اثر روش‌های مصرف کود سرک اوره بر میزان نشت یونی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با استفاده از تیمارهای N₂، N₃ و N₄، میزان نشت یونی به ترتیب به میزان ۲۲، ۳۷/۸ و ۲۵/۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۴). با وجود اینکه اثر محلول پاشی سلنیوم بر میزان نشت یونی برگ معنی‌دار نبود ولی تیمارها در گروه‌های مختلف قرار گرفتند. با محلول پاشی ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم میزان نشت یونی سلول نسبت به شاهد به میزان ۶۷ و ۵/۳ درصد کاهش یافت (جدول ۵). تأثیر تنظیم کنندگی سلنیوم بر روی غلظت‌های رادیکال‌های آزاد به عنوان یک مکانیسم کلیدی در تنش‌های غیرزنده پیشنهاد شده است، سلنیوم بر روی تغییرات در فعالیت و نفوذپذیری غشاهای سلولی تأثیر مثبتی اعمال می‌کند که یکی از علائم اولیه تأثیر سلنیوم بر روی گیاهان می‌باشد (کین رایید، ۲۰۰۳). بعلاوه، اثرات مثبت سلنیوم برای جاد تحمل گیاهان به تنش مربوط به تنظیم سلنیوم در جذب

همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است، اثر ساده و متقابل روش‌های مصرف کود اوره و سلنیوم بر تعداد دانه در سنبلک معنی‌دار نشد. با این وجود بر اساس نتایج، کاربرد تیمارهای N₂ و N₃ تعداد دانه در سنبله را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۴).

با توجه به نتایج، اثر روش‌های مصرف کود سرک اوره بر محتوی آب نسبی برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با کاربرد تیمارهای N₂، N₃ و N₄، محتوی آب نسبی برگ به ترتیب به میزان ۱۹ و ۱۲/۴، ۱۰/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول ۴). با مصرف مقادیر مختلف سلنیوم، محتوی آب نسبی برگ افزایش یافت ولی معنی‌دار نبود (جدول ۵). گزارش شده است که گیاهان ذرت و لوبیا چشم بلبلی تیمار شده با سلنیوم در شرایط نرمال و تنش، دارای محتوی نسبی آب بیشتری بودند (آجیبوسو و آدونگا، ۲۰۱۲). حبیبی (۲۰۱۳) گزارش نمود که در گیاهان جو در شرایط نرمال رطوبتی، با محلول پاشی سلنیوم محتوی آب نسبی برگ در گیاهان شاهد از ۷۲/۵ درصد به ۸۳/۵ درصد افزایش یافت، به همین دلیل گیاهان تیمار شده با سلنیوم از بیشترین مقدار ماده خشک برخوردار بودند. همچنین وی گزارش نمود که در شرایط تنش خشکی، با محلول پاشی سلنیوم محتوی نسبی آب برگ از ۵۵/۲ درصد به ۵۷/۶ درصد افزایش یافت. به نظر می‌رسد که سلنیوم توانایی تنظیم وضعیت آب گیاهان در شرایط تنش خشکی را دارد (کوزنتسو و همکاران، ۲۰۰۳). به نظر می‌رسد که با کاربرد سلنیوم نسبت تعرق و هدایت روزنه‌ای کاهش

همکاران، ۲۰۰۴). جدول ضرایب همبستگی صفات نشان داد که نشت یونی سلول با عملکرد زیستی و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد و با سطح برگ پرچم در سطح احتمال ۵ درصد همبستگی منفی و معنی دار نشان داد (جدول ۶).

و توزیع برخی از عناصر ضروری گیاه می باشد (فنگ و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین ثابت شده که سلنیوم از طریق تأثیر حفاظتی در غشاء کلروپلاست و میتوکندری بر روی مزوفیل برگ و سلول های انتهایی ریشه تأثیر می گذارد (کونگ و

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گندم دیم تحت تاثیر محلول پاشی سلنیوم

تیمارها	تعداد پنجه	تعداد	تعداد دانه	محتوی	نشت یونی سلول	سطح برگ	عملکرد زیستی	عملکرد دانه
	بارور در	سنبلک در	در سنبلک	آب نسبی	(میکرو زیمنس بر	پرچم(سانتی	(کیلوگرم در	(کیلوگرم در
	بوته	سنبله		برگ	سانتی متر)	متر مربع)	هکتار)	هکتار)
				(درصد)				
سلنیوم								
Se1	۳/۵۱a	۱۰/۶۷b	۱/۹۸a	۷۳/۳۴a	۱۰۰/۵۸a	۷/۹۸a	۲۴۱۳/۳a	۱۰۵۳/۸۸a
Se2	۳/۳۷a	۱۰/۳۵a	۱/۹۱a	۷۴/۴۷a	۹۴/۲۵b	۸a	۲۶۴۵/۰a	۱۰۳۹/۰۶a
Se3	۳/۳۵a	۱۱/۲۳a	۱/۸۶a	۷۵/۵۱a	۹۵/۴۵ab	۸/۰۲a	۲۶۰۶/۹a	۱۰۵۱/۲۵a

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نمی باشند

Se1: بدون محلول پاشی سلنیوم، Se2: محلول پاشی به میزان ۵ میلی گرم در لیتر سلنیوم، Se3: محلول پاشی به میزان ۱۰ میلی گرم در لیتر سلنیوم

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه گیری شده

تعداد پنجه بارور	تعداد سنبلک	تعداد دانه در	محتوی آب	نشت یونی	سطح برگ	عملکرد	عملکرد
در بوته	در سنبله	سنبلک	نسبی برگ	سلول	پرچم	زیستی	دانه
تعداد پنجه بارور							
در بوته	۱						
تعداد سنبلک در	۰/۴۹ ^{ns}	۱					
سنبله							
تعداد دانه در	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۱				
سنبلک							
محتوی آب	۰/۷۵ ^{**}	۰/۴۵ ^{ns}	۰/۳۴ ^{ns}	۱			
نسبی برگ							
نشت یونی	۰/۶۹ [*]	۰/۵۹ [*]	۰/۱۹ ^{ns}	۰/۵۸ ^{ns}	۱		
سلول							
سطح برگ پرچم	۰/۷۷ ^{**}	۰/۷۸ ^{**}	۰/۳۴ ^{ns}	۰/۶۳ [*]	۰/۶۵ [*]	۱	
عملکرد زیستی	۰/۷۶ ^{**}	۰/۳۹ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۷۱ ^{**}	۰/۵۲ ^{ns}		۱
عملکرد دانه	۰/۸۳ ^{**}	۰/۵۰ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۶۸ [*]	۰/۷۰ [*]	۰/۷۳ ^{**}	

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح پنج درصد و یک درصد

در می آید، این یون و مقداری مواد هیدروکربنه با یکدیگر ترکیب شده و اسیدهای امینه را می سازد، بنابراین هر چقدر عرضه نیتروژن بیشتر باشد مقدار بیشتری پروتئین تولید شده و در نتیجه برگ ها بزرگتر شده و سطح کربن گیری را بیشتر افزایش می دهند (سزوب، ۱۹۹۴). گزارش شده است که با افزایش نیتروژن حجم پروتوپلاسم افزایش یافته، در نتیجه اندازه سلول و سطح برگ

نتایج نشان داد که اثر روش های مصرف کود سرک اوره بر سطح برگ پرچم در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳). با مصرف کود سرک اوره، سطح برگ پرچم به طور معنی دار افزایش نشان داد. بیشترین سطح برگ پرچم از تیمار N₂ حاصل شد که با تیمار N₃ تفاوت معنی دار نشان نداد (جدول ۴). نیتروژنی که از خاک جذب می شود در نهایت بصورت آمونیوم

نسبی برگ، تعداد سنبلک در سنبله همبستگی مثبت و غیر معنی- دار و با صفات تعداد پنجه بارور و عملکرد زیستی در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی مثبت و معنی دار و با نشست یونی سلول در سطح ۵ درصد همبستگی منفی و معنی دار نشان داد (جدول ۶).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش، به نظر می‌رسد با محلول پاشی ۵ یا ۱۰ میلی گرم در لیتر سلنیوم قبل از سنبله دهی، به دلیل کاهش میزان نشست یونی سلول و افزایش محتوی آب نسبی برگ، پایداری غشاء سلولی و وضعیت آب درون سلول حفظ می‌شود. بنابراین چنانچه محلول پاشی سلنیوم قبل از سنبله‌دهی گیاه صورت گیرد، شرایط بهتری برای سازگاری گیاه با تنش خشکی بویژه در اواخر دوره رشد فراهم می‌گردد و از افت محصول ناشی از کمبود رطوبت در شرایط دیم کاسته می‌شود. از طرفی کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی توام با محلول پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر قبل از سنبله‌دهی ضمن کاهش رشد رویشی بیش از حد گیاه و تخلیه رطوبت ذخیره شده در اطراف ریشه، از طریق افزایش تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلک در سنبله و تعداد دانه در سنبلک، عملکرد دانه افزایش می‌یابد. بطور کلی نتایج نشان داد که با مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی و محلول پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اوره در مرحله قبل از سنبله‌دهی توام با محلول پاشی ۵ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم ضمن کاهش ۵۰ درصد میزان مصرف کود اوره، می‌توان در شرایط کشت دیم به عملکرد مطلوب دست یافت.

بزرگتر و در نهایت فعالیت فتوسنتز بیشتر می‌گردد (راسموسون، ۱۹۸۷). گزارش شده است که محلول پاشی کود اوره در گندم باعث افزایش شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ، تعداد گلچه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه شد (قرنجیک و گالشی، ۱۳۸۰).

عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر روش- های مصرف کود سرک اوره قرار گرفت (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارها، با کاربرد تیمارهای N_3 ، N_2 و N_4 در مرحله زایشی عملکرد دانه نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۲۹/۴، ۳۰/۸ و ۳۰/۹ درصد افزایش یافت. دلیل این امر مربوط به افزایش تعداد پنجه بارور، سطح برگ پرچم، محتوی آب نسبی برگ و کاهش میزان نشست یونی بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد که با تأمین کود اوره در مراحل مختلف رشد، نیتروژن مورد نیاز گیاه تأمین و از طریق افزایش سطح برگ و افزایش میزان فتوسنتز عملکرد افزایش می‌یابد. دلیل افزایش عملکرد به علت محلول پاشی اوره ناشی از این است که کارایی انتقال نیتروژن به دانه افزایش می‌یابد و از طرفی محلول پاشی در طول دوره گلدهی امکان جریان مستقیم مواد غذایی را به نقاطی که تقاضای متابولیکی بیشتری دارند، فراهم می‌شود (عباس دخت و مروی، ۱۳۸۴) گزارش شده است که تأمین نیتروژن در زمان گل‌دهی و گرده‌افشانی در شرایط تنش خشکی عملکرد دانه را بعلا تعادل محدودیت مخزن نسبت به افزایش قدرت منبع، افزایش می‌دهد (مدنی و همکاران، ۲۰۱۰). اثر تیمارهای سلنیوم بر عملکرد دانه معنی دار نبود (جدول ۳). وانگ و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند که با مصرف سلنیوم بصورت خاک مصرف و محلول پاشی عملکرد دانه در ذرت تغییر پیدا نکرد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. با توجه به نتایج جدول ضرایب همبستگی صفات، عملکرد دانه با سطح برگ پرچم، محتوی آب

منابع

- خدابنده، ن. ۱۳۷۲. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه تهران. ۵۰۶ صفحه.
- فیضی اصل، و. و غ. ولیزاده. ۱۳۸۳. بررسی اثر زمان محلول پاشی اوره بر خصوصیات کمی و کیفی دانه گندم سرداری (*T. aestivum*, L) در شرایط دیم. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵(۲): ۳۱۱-۳۰۱.
- عباس دوخت، ح. و ح. مروی. ۱۳۸۴. تأثیر محلول پاشی نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. مجله علوم کشاورزی. ۸(۶): ۱۳۳۳-۱۳۲۵.
- عمان، ع. د. حبیبی، م. م. اکبر بوجار و ن. خدابنده. ۱۳۸۴. آنزیم های آنتی اکسیدانت به عنوان شاخصی جهت انتخاب ژنوتیپ های مختلف آفتابگردان آجیلی برای تحمل به خشکی. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۱(۱): ۱-۱۱.
- قرنجیک، الف. و الف. گالشی. ۱۳۸۰. اثر محلول پاشی کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۸(۲): ۹۷-۸۷.
- کریمی، ه. ۱۳۸۱. گندم. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران. ۵۹۹ صفحه.

- نور محمدی، ق و همکاران. ١٣٧٦. زراعت غلات، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، جلد اول. ٤٤٥ صفحه.
- Ajiboso, S.O. and G. A. Adenuga. 2012. The influence of zinc and selenium on some biochemical responses of *Vigna unguiculata* and *Zea mays* to water deficit condition and rehydration. *Biokemistri*. 24(3):108-115.
- Arif, M., M. Muhammad, A. Chohan, A. Sajid, R. Gul and S. Khan. 2006. Response of wheat to foliar application of nutrients. *Journal of Agricultural and Biological Science*. 1(4):30-34.
- Aslam, M., K. B. Harbit and R. C. Huffaker. 1990. Comparative effects of selenite and selenate on nitrate assimilation in barley seeding. *Plant Cell . Environ*. 13: 773–782.
- Czube, R. 1994. The results of foliar nutrition of filed crops. II. Responses of plants to foliar nitrogen application. *RocznikiGleboznowcze*. 45: 69-78.
- Dhopte, A. M. and L. M. Manuel. 2002. Principals and Techniques for PlantScientists. Lst End. Updesh purohit forAgrobios (India). Odupur, p 373.
- Djanaguiraman, M., P. V. V. Prasad and M. Seppanen, 2010. Selenium protects sorghum leaves from oxidative damage under high temperature stress by enhancing antioxidant defense system. *Plant Physiol Biochem*. 48(12):999–1007.
- Fageria, N. K. and V. C. Baligar. 2005. Enhancing nitrogen useefficiency in crop plants. *Adv Agron*. 80: 97-185.
- Feng, R., C. Wei and S. Tu. 2013. The roles of selenium in protecting plants against abiotic stresses. *Environ Exp Bot*. 87:58–68.
- Fordyce, F. M. 2005. Selenium deficiency and toxicity in the environment. In: O. Selinus, Editor, *Essentials of medical geology*, Academic Press, London.
- Gul, H., A. Said, B. Saied, F. Mohammad and I. Ahmad. 2011. Effect of foliar application of nitrogen, potassium and zinc on wheat growth. *ARP. J. Agric. Biol. Sci*. 6: 121-134.
- Habibi .Gh. 2013. Effect of drought stress and selenium spraying on photosynthesis and antioxidant activity of spring barley. *Acta agriculturae Slovenica*. 101(1): 31-39.
- Hamilton, S. J. 2004. Review of selenium toxicity in the aquatic food chain. *Sci Total Environ*. 326: 1-31.
- Hasanuzzaman, M and M. Fujita. 2011. Selenium pretreatment upregulates the antioxidant defense and methylglyoxal detoxification system and confers enhanced tolerance to drought stress in rapeseed seedlings. *Biol Trace Elem Res*. 143:1758–1776.
- Hasanuzzaman, M., M. A. Hossain and M. Fujita. 2012. Exogenous selenium pretreatment protects rapeseed seedlings from cadmium-induced oxidative stress by upregulating antioxidant defense and methylglyoxal detoxification systems. *Biol Trace Elem Res*.149:248–261.
- Hasanuzzaman, M., M. A. Hossain and M. Fujita. 2011. Selenium-induced up-regulation of the antioxidant defense and methylglyoxal detoxification system reduces salinity-induced damage in rape-seed seedlings. *Biol Trace Elem Res*. 143:1704–1721.
- Kinraide, T. B. 2003. The controlling influence of cell-surface electrical potential on the uptake and toxicity of selenate (SO₄). *Physiol Plant*. 117: 64-71.
- Kong, L. A., M. Wang and D. L. Bi. 2005. Selenium modulates the activities of antioxidant enzymes, osmotic homeostasis and promotes the growth of sorrel seedlings under salt stress. *Plant Growth Regul*. 45:155–163.
- Kostopoulou, P., N. Barbayiannis and N. Basile. 2010. Water relations of yellow sweetclover under the synergy of drought and selenium addition. *Plant Soil*. 330:65–71.
- Kuznetsov, V. V., V. P. Kholodova, V. V. Kuznetsov and B. A. Yagodin.2003. Selenium regulates the water status of plants exposed to drought. *Doklady Biological Sciences*. 390:266–268.
- Lotfollahi, M., A. M. Alston and G. K. McDonald.1997. Effect of nitrogen fertilizer placement on protein concentration of wheat under different water regimes. *Aust. J. of Agri. Res* 18:241-250.
- Madani A., A. Shirani-Rad, A. Pazoki G. Nourmohammadi, R. Zarghami and A. Mokhtassi-Bidgoli. 2010. The impact of source or sink limitations on yield formation of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) due to post-anthesis water and nitrogen deficiencies. *Plant Soil Environ*. 56: 218–227.
- Madani, A., A. H. Makarem, F. Vazin1 and M. Joudi. 2012. The impact of post-anthesis nitrogen and water availability on yield formation of winter wheat. *Plant Soil Environ*. 58(1): 9–14.
- Matthew, C., E.N. van Loo, E.R. Thom, L.A. Dawson and D.A. Care. 2005. Understanding shoots and root development. Institute of Natural Resources, Massey Uni. Palmerston North. New Zealand.
- Nakasathin. S., W.D. Israel., F.R. Wilson and P. Kwanyuen. 2000. Regulation of seed protein concentration in soybean by supra-optimal nitrogen supply. *Crop Sci*. 40: 1277-1284.
- Nowak, J., K. Kaklewski and M. Ligocki. 2004. Influence of selenium on oxidoreductive enzymes

- activity in soil and in plants. *Soil Biol Biochem.* 36: 1553-1558.
- Rasmusson, D.C., 1987. An evaluation of ideotype breeding. *Crop. Sci.* 27: 1140-1146.
- Rayman, M. 2002. Selenium brought to earth. *Chem. Br.*, 38: 28-31.
- Schweizer, U., Au. Brauer and J. Kohrle. 2004. Selenium and brain function: a poorly recognized liaison. *Brain Res Rreviews.* 45(3):164-78.
- Shanker, A. K. 2006. Countering UV-B stress in plants: does selenium have a role? *Plant and Soil.* 282: 21-26.
- Wang, J., Zh. Wang, Hui. Maoa, H. Zhaoa and D. Huang. 2013. Increasing Se concentration in maize grain with soil- or foliar-applied selenite on the Loess Plateau in China. *Field Crop Res.* 150:83-90.
- Xiaoqin, Y., C. Jianzhou and W. Guangyin. 2009. Effects of drought stress and selenium supply on growth and physiological characteristics of wheat seedlings. *Acta Physiol. Plant.* 31:1031-1036.

Evaluation of effects of different urea top-dressing methods and foliar application of selenium on wheat under rain fed condition

M. Konani¹, N.A. Sajedi²

Received: 2016-2-24 Accepted: 2016-5-30

Abstract

This experiment was carried out to investigate effects of foliar application of selenium and different Urea top-dressing methods on agronomic and physiological characteristics of rain fed wheat sardari cultivar during the growing season 2012-2013. Experimental factors were four levels of different Urea top-dressing methods (without application of Urea top-dressing; application of 60 kg/ha in tillering stage; application of 30 kg/ha in tillering stage combined with 200 mg/Lit before spike emergence; application of 20 kg/ha in tillering stage combined with 200 mg/Lit before spike emergence and 200 mg/Lit in the last spike emergence stage) and three levels of selenium (0, 5 and 10 mg/Lit). The results showed that the foliar application of selenium at 5 and 10 mg/lit decreased cell ion leakage by 6.7% and 5.3% compared to control, respectively. The application of 20 kg Urea/ha in the tillering stage combined with twice foliar application in reproductive stage at 200 mg/Lit along with foliar application of 10 mg/Lit selenium increased grain yield by 44.3% compared to the control and 12% compared to treatment of application 60 kg Urea/ha in the tillering stage. It could be concluded that by applying of 30 kg Urea/ha in the tillering stage combined with once foliar application in reproductive stage can be decreased by 50% Urea fertilizer application and obtain optimum yield.

Keywords: Drought, sodium selenite, relative water content, grain yield

1- M.Sc. Graduate in Agronomy, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

2- Associate Professor, Department of Agronomy and plant Breeding, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran