



اثر پرایمینگ بذر و محلول پاشی با سلنیوم بر صفات فیزیولوژیکی و درصد سن زدگی گندم دیم رقم آذر ۲

نورعلی ساجدی^۱

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۲۵

چکیده

به منظور بررسی تاثیر پرایمینگ بذر با سلنیوم و محلول پاشی بر خصوصیات فیزیولوژیکی و درصد سن زدگی گندم دیم، یک آزمایش مزرعه‌ای یک‌ساله به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اراک اجرا شد. ۱۲ تیمار شامل شاهد، پرایمینگ با آب مقطر، پرایمینگ با مقادیر ۱، ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم به تنهایی و توأم با محلول پاشی با آب مقطر و سلنیوم (سلنیت سدیم) بررسی شد. نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر توأم با محلول پاشی با آب مقطر، پرایمینگ با آب مقطر همراه با محلول پاشی سلنیوم، پرایمینگ با ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم همراه با محلول پاشی سلنیوم، محتوی آب نسبی برگ را نسبت به شاهد افزایش دادند. پرایمینگ با آب مقطر، محلول پاشی با سلنیوم و پرایمینگ با ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم توأم با محلول پاشی سلنیوم، نشت یونی سلول را نسبت به شاهد کاهش دادند. با محلول پاشی سلنیوم به تنهایی و پرایمینگ با ۱ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم توأم با محلول پاشی سلنیوم، محتوی کلروفیل a به میزان ۳۱/۴ و ۲۴/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. پرایمینگ توأم با محلول پاشی سلنیوم درصد سن زدگی دانه را به طور معنی‌داری کاهش داد. بیشترین عملکرد دانه از پرایمینگ با ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم توأم با محلول پاشی سلنیوم حاصل شد. نتایج پیشنهاد می‌کند که از طریق پرایمینگ بذر با آب مقطر و به‌ویژه سلنیوم در مقادیر کم توأم با محلول پاشی سلنیوم می‌توان نشت یونی و درصد سن زدگی گندم در شرایط دیم را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: سلنیت سدیم، عملکرد دانه، گندم، محتوی کلروفیل، نشت یونی

ساجدی، ن.ع. ۱۳۹۷. اثر پرایمینگ بذر و محلول پاشی با سلنیوم بر صفات فیزیولوژیکی و درصد سن زدگی گندم دیم رقم آذر ۲. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۳: ۲۱۱-۲۰۰.

مقدمه

مجموع سطح زیر کشت گندم به صورت دیم و آبی معادل ۶/۰۶۱/۲۴۸ هکتار (۳۹ درصد آبی و ۶۱ درصد دیم) با مجموع تولید ۷/۰۷۷/۷۷۶ تن در هکتار در شرایط آبی و ۱۰/۵۷۸/۶۹۹ تن در هکتار در شرایط دیم، با میانگین عملکرد ۳۱۳۷/۷ کیلوگرم در شرایط آبی و ۹۲۰ کیلوگرم در شرایط دیم می‌باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳). در حال حاضر، رشد گندم در نواحی زیادی به شدت تحت تاثیر خشکی قرار می‌گیرد (عبدالقادر و همکاران، ۲۰۱۰). تنش خشکی رشد و نمو و عملکرد محصولات زراعی را در نواحی خشک و نیمه خشک کاهش می‌دهد (کویتا-دهان و همکاران، ۱۹۹۷). برای ایجاد تحمل به تنش خشکی در گندم تکنیک‌های زیادی از قبیل پرایمینگ بذر و کاربرد تیمارهای خارجی قبل یا در طول دوره رشد پیشنهاد شده است (پاپاگنوگیو و موراتا، ۱۹۹۵). در بین راهکارهای مختلف، پرایمینگ بذر یکی از روش‌های بهبود تحمل به تنش خشکی در گیاهان زراعی محسوب می‌شود (حامد و اقبال، ۲۰۱۴). پرایمینگ بذر مراحل جوانه‌زنی را در گونه‌های گیاهی زیادی جلو می‌اندازد و کمیت و کیفیت محصول را افزایش می‌دهد (هریس و همکاران، ۲۰۰۲). محلول‌پاشی با ترکیبات مختلف نیز به عنوان یک تکنیک برای تعدیل شرایط تنش در طول دوره رشد گیاه می‌تواند موثر واقع شود.

سلنیوم در غلظت‌های کم رشد و تحمل گیاهان را از طریق افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در برابر خشکی (حسن‌وزمان و فوجیتا، ۲۰۱۱؛ وانگ، ۲۰۱۱) بهبود می‌دهد. کاربرد سلنیوم می‌تواند اثر مفیدی روی رشد و تحمل به تنش گیاهان از طریق افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها داشته باشد (ریوز و همکاران، ۲۰۰۹) و تولید گونه‌های اکسیژن فعال را کاهش دهد (فنگ و همکاران، ۲۰۱۳). برخی از گونه‌های گیاهی که در نواحی با سلنیوم بالا رشد می‌کنند، نسبت به افزایش تحمل به تنش خشکی واکنش نشان می‌دهند (جرم و همکاران، ۲۰۰۹؛ یاو و همکاران، ۲۰۰۷). گزارش شده است که سلنیوم به‌طور معنی‌داری فعالیت آنتی‌اکسیدانی را افزایش داده و در نتیجه عملکرد دانه ذرت تحت شرایط تنش خشکی بهبود یافته است (ساجدی و همکاران، ۲۰۱۱). سلنیوم به عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند و در غلظت‌های ۰/۱ و ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم مخاکاز پراکسیداسیون لیپیدها در چاودار جلوگیری می‌نماید (هارتینگ‌این و همکاران، ۲۰۰۰). در یک پژوهش، کاربرد ۱،۲

۳ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم خاک به‌طور معنی‌داری فعالیت ریشه، محتوی پرولین، محتوی کارتنوئیدها، محتوی کلروفیل گیاهچه‌های گندم را در شرایط تنش خشکی افزایش داد (یاثو و همکاران، ۲۰۰۹). محلول‌پاشی سلنیوم محتوی کلروفیل a، محتوی کارتنوئید و نسبت کلروفیل b را در شرایط تنش شوری افزایش داده، اما اثر منفی بر غلظت کلروفیل b نشان داد (اوراقی اردبیلی و همکاران، ۲۰۱۴).

گزارش شده است که رشد حشرات و ماندگاری پروانه برگ خوار چغندر بر روی واریته‌های آنتریپلکس غیر تجمع کننده سلنیوم که سلنیوم بیشتری را در اندام‌های خود تجمع کردند، کاهش یافت (ویگرن و همکاران، ۲۰۰۲). کوین و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که سلنیوم گیاهان خردل را در برابر حشرات برگ خوار و آلودگی‌های قارچی حفاظت نمود، بنابراین آن‌ها نتیجه گرفتند که سلنیوم در گیاهان غنی شده به عنوان یک آفت کش طبیعی عمل می‌کند. سلنیوم حتی در غلظت‌های کم می‌تواند گیاهان را در برابر شته سبز هلو که از آوندهای آبکش تغذیه می‌کند، محافظت نماید (هنسون و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به این که تنش خشکی به‌ویژه در شرایط دیم از عوامل محدودکننده عملکرد محصولات زراعی و به‌ویژه گندم می‌باشد و تحقیقات کمی در خصوص اثر سلنیوم بر تنش‌های زنده و غیرزنده در کشور انجام شده است، بنابراین هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر تیمارهای پرایمینگ با آب مقطر و سلنیوم توام با محلول‌پاشی بر خصوصیات فیزیولوژیک و درصد سن زدگی گندم در شرایط دیم بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی واکنش صفات فیزیولوژیک و درصد سن زدگی گندم رقم آذر ۲ به تیمارهای مختلف پرایمینگ توام با محلول‌پاشی با آب مقطر و مقادیر مختلف سلنیوم در شرایط دیم، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک واقع در طول جغرافیایی ۴۰ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و با ۱۷۷۹ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. خصوصیات اقلیمی منطقه کشت در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- خصوصیات اقلیمی منطقه کشت در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲

| ماه‌های سال | میانگین درجه حرارت | بارندگی (میلی متر) | تبخیر (میلی متر) | مجموع ساعات آفتابی |
|-------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| مهر ۹۲ | ۱۷/۹ | ۰ | ۲۰۳/۱ | ۳۰۸/۶ |
| آبان ۹۲ | ۹/۱ | ۴۷/۵ | ۶۰/۱ | ۱۵۰/۳ |
| آذر ۹۲ | ۵/۲ | ۵۷ | ۳۷/۳ | ۱۷۰/۳ |
| دی ۹۲ | -۴/۲ | ۳۹/۸ | ۰ | ۸۶/۸ |
| بهمن ۹۲ | -۰/۱ | ۱۹/۳ | ۰ | ۱۷۸/۲ |
| اسفند ۹۲ | ۸/۶ | ۶۶/۳ | ۰ | ۱۹۹ |
| فروردین ۹۳ | ۱۷/۸ | ۸۳/۸ | ۱۱۳/۲ | ۲۵۹/۲ |
| اردیبهشت ۹۳ | ۱۷/۸ | ۱۲/۷ | ۲۵۳ | ۲۵۹/۷ |
| خرداد ۹۳ | ۲۳/۱ | ۹/۱ | ۲۹۶/۲ | ۳۰۱ |

محلول پاشی با ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم، پرایمینگ با ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم + محلول پاشی با ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم بودند. بذور به مدت ۶ ساعت در آب مقطر و محلول‌های مختلف سلنیوم خیس‌انده شدند و سپس در سایه خشک گردیدند. سلنیوم مورد استفاده از منبع سلنیت سدیم بود (ابراهیم، ۲۰۱۶). به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از کشت از مزرعه نمونه برداری و به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج آن به صورت جدول زیر می‌باشد.

تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (بدون پرایمینگ)، پرایمینگ با آب مقطر، محلول پاشی با آب مقطر، پرایمینگ با آب مقطر + محلول پاشی با آب مقطر، محلول پاشی با ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم، پرایمینگ با آب مقطر + محلول پاشی با ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم، پرایمینگ با ۱ میلی گرم در لیتر سلنیوم، پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم، پرایمینگ با ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم، پرایمینگ با ۱ میلی گرم در لیتر سلنیوم + محلول پاشی با ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم، پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم +

جدول ۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک

| عمق نمونه برداری (سانتی متر) | هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) | اسیدیته (گلیکول) | رطوبت (درصد) | فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم) | پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم) | نیترژن کل (درصد) | کربن آلی (درصد) | رس (درصد) | لای (درصد) | شن (درصد) | سلنیوم قابل جذب (بیلیون) |
|------------------------------|-----------------------------------|------------------|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------|-----------------|-----------|------------|-----------|--------------------------|
| ۰-۳۰ | ۱/۸۵ | ۷/۸ | ۲۱/۸۷ | ۱۲/۸ | ۴۲۶/۶ | ۰/۲ | ۲/۰۲ | ۱۹/۵ | ۱۸ | ۶۲/۵ | غیر قابل قرائت |

کرت یک متر به صورت نکاشت باقی ماند. تیمارهای محلول-پاشی در مرحله‌ی غلاف رفتن (۴۳ زیداکس) انجام شد. برای اندازه‌گیری محتوی کلروفیل از برگ‌های پرچم در مرحله ظهور سنبله نمونه برداری شد. برای این منظور ۰/۵ گرم برگ تازه در ۲۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد ساییده شد تا عصاره یکنواختی حاصل شود. عصاره با استفاده از قیف از کاغذ صافی عبور داده شد. حجم محلول به ۴۰ میلی لیتر رسانیده شد. غلظت نوری کلروفیل با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج-های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر اندازه‌گیری شد. سپس مقدار

میزان بذور مصرفی بر اساس ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار از رقم آذر ۲ در نظر گرفته شد. ۵۰ کیلوگرم نیترژن و ۹۰ کیلوگرم فسفر به ترتیب از منابع کوداوره و سوپر فسفات تریپل بر اساس آزمون خاک در هنگام کاشت و ۵۰ کیلوگرم نیترژن در دو مرحله به صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی و اواخر ساقه‌دهی مورد استفاده قرار گرفت. کشت در تاریخ ۱۳۹۲/۷/۲۴ انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ۱۲ خط کاشت به فاصله ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. طول خطوط کاشت شش متر و بین دو

کلروفیل a، کلروفیل b و مجموع کلروفیل a+b از روابط زیر محاسبه شدند (آرنون، ۱۹۸۷).

$$\begin{aligned} \text{کلروفیل a (برگ‌پاشی گرم)} &= \frac{V^2}{1000 \times W^2} [12.7(D_{668}) - 2.69(D_{648})] \\ \text{کلروفیل b (برگ‌پاشی گرم)} &= \frac{V^2}{1000 \times W^2} [22.9(D_{648}) - 4.68(D_{668})] \\ \text{کلروفیل مجموع (برگ‌پاشی گرم)} &= \frac{V^2}{1000 \times W^2} [20.2(D_{648}) + 8.02(D_{668})] \end{aligned}$$

بر و پس از حذف سه خط حاشیه و نیم‌متر از دو انتهای هر کرت انجام گرفت. برای اندازه‌گیری درصد سن زدگی دانه، ۱۰۰ گرم دانه از هر کرت آزمایشی وزن شد. دانه‌های سن زده جدا و وزن شدند و نتایج بر حسب درصد گزارش شد (استاندارد-آی سی سی، ۱۹۹۵).

برای اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه، مقدار نیتروژن دانه به روش کج‌دال تعیین شد. محتوی پروتئین دانه از حاصلضرب مقدار نیتروژن دانه در ۵/۷۵ محاسبه شد (وولتاز و همکاران، ۱۹۹۷). برای تجزیه داده‌ها از نرم افزار SAS استفاده شد، برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

محتوی نسبی آب برگ

اثر تیمارها بر محتوی نسبی آب برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که بیشترین محتوی نسبی آب برگ معادل ۷۷/۴۷ درصد از تیمار پرایمینگ توام با محلول‌پاشی با آب مقطر حاصل شد. تیمارهای شاهد، پرایمینگ توام با محلول‌پاشی با آب مقطر، محلول‌پاشی با سلنیوم به تنهایی، پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول‌پاشی سلنیوم، پرایمینگ با ۲ میلی‌گرم در لیتر توام با محلول‌پاشی سلنیوم و پرایمینگ با ۳ میلی‌گرم در لیتر توام با محلول‌پاشی سلنیوم از نظر محتوی نسبی آب برگ اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. تیمارهای پرایمینگ توام با محلول‌پاشی با آب مقطر، پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول‌پاشی سلنیوم و پرایمینگ با ۳ میلی‌گرم در لیتر توام با محلول‌پاشی سلنیوم، محتوی نسبی آب برگ را نسبت به شاهد به ترتیب ۱۲/۹، ۵ و ۶/۴ درصد افزایش دادند. کم‌ترین محتوی نسبی آب برگ نیز معادل ۵۷/۴۲ از تیمار پرایمینگ با ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم حاصل شد. تیمارهای پرایمینگ با آب مقطر یا سلنیوم به تنهایی تأثیری بر محتوینسبی آب برگ نداشتند. محلول پاشی با آب مقطر یا سلنیوم باعث بهبود محتوی نسبی آب برگ شد (جدول ۴). گزارش شده است که سرعت فتوسنتز و هدایت

در روابط فوق V حجم نهایی محلول مورد استفاده، W وزن تر بافت و D میزان جذب نور در طول موج های مختلف می باشد.

صفت محتوی آب نسبی برگ و میزان نشت یونی سلول در مرحله ظهور خوشه اندازه‌گیری شد. از هر کرت ۱۰ برگ‌پرچم 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 درجه‌قرار داده شد تا خشک شوند، محتوی آب نسبی برگ از رابطه زیر محاسبه شد (دوپت و منول، ۲۰۰۲).

رابطه ۱:

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

نشت یونی برگ‌ها بر اساس روش لوتس و همکاران (۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد. برگ‌های پرچم جوان کاملاً توسعه یافته با آب مقطر شسته شدند و از پهنک آن‌ها تعداد ۱۵ دیسک تهیه شد و در لوله‌های درب دار قرار داده شدند و ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها اضافه شد و در شرایط دمایی ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت بر روی شیکر دورانی قرار داده شدند. هدایت الکتریکی محلول (EC_1) با دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری میزان کل نشت الکترولیت نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو و دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و مجدداً هدایت الکتریکی آن‌ها (EC_2) اندازه‌گیری شد. درصد نشت الکترولیت بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{رابطه ۲: } EL (\%) = \frac{EC_2}{EC_1} \times 100$$

برای محاسبه عملکرد دانه در تاریخ ۹۳/۴/۲۴ سطحی معادل یک متر مربع از هر کرت برداشت شد. برداشت به صورت کف

سلولی می‌شود و از این طریق محتوی نسبی آب برگ نیز حفظ می‌شود، همان طور که این تیمارها از محتوی نسبی آب نسبتاً بالایی برخوردار بودند. نتایج نشان داد که پرایمینگ با آب مقطر، محلول پاشی با سلنیوم و پرایمینگ با ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم درصد نشت یونی را نسبت به تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۱۰، ۱۲/۵ و ۱۱ درصد کاهش دادند. تیمارهای شاهد، پرایمینگ با آب مقطر، محلول پاشی با آب مقطر، محلول پاشی با سلنیوم، پیش تیمار با ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر، پیش تیمار با سلنیت سدیم ۱ میلی‌گرم در لیتر + محلول پاشی سلنیوم و پیش تیمار با سلنیت سدیم ۲ میلی‌گرم در لیتر + محلول پاشی سلنیوم در یک گروه آماری قرار گرفتند. بیشترین درصد نشت یونی نیز معادل ۶۷/۵۸ از پرایمینگ با ۳ میلی‌گرم در لیتر توام با محلول پاشی سلنیوم حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد، نشت یونی به میزان ۲۰/۲ درصد افزایش یافت (جدول ۴). گزارش شده است که تنش خشکی از طریق تولید رادیکال‌های آزاد در گیاه منجر به تخریب ساختار سلولی می‌شود و نفوذ پذیری غشاء سلولی را افزایش می‌دهد (پرایس و هندری، ۱۹۹۱). گزارش شده است که گیاهان جو تیمار شده با سلنیوم به علت افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی-اکسیدان و کاهش پراکسیداسیون لیپیدها، حفاظت بهتری را در برابر خسارت اکسیداتیو نشان دادند (حبیبی، ۲۰۱۳). وی پیشنهاد نمود که کاربرد سلنیوم می‌تواند سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی را در شرایط تنش بهبود دهد و می‌توان مصرف آن را برای نواحی خشک و نیمه خشک توصیه نمود.

روزنه‌ای بیشتر در برگ گیاهان به کاهش کمتر محتوی نسبی آب برگ مربوط می‌شود (لاولور و کورنیک، ۲۰۰۲). نتایج نشان داد که سلنیوم توانایی تنظیم وضعیت آب گیاهان در شرایط تنش خشکی را دارد (کوزنتسو و همکاران، ۲۰۰۳). حبیبی (۲۰۱۳) گزارش نمود که محتوی نسبی آب برگ در جو از ۷۲/۵ درصد در گیاهان شاهد به ۵۵/۲ درصد در شرایط تنش خشکی کاهش یافت، اما محلول پاشی با سلنیوم محتوی نسبی آب برگ را افزایش داد. وی گزارش کرد که با محلول پاشی ۳۰ گرم سلنیوم از منبع سلنات سدیم محتوی نسبی آب برگ جو از ۷۲/۵ درصد در گیاهان شاهد به ۸۳/۵ درصد افزایش یافت. گزارش شده است که کاربرد سلنیوم در گیاهان تحت تنش کمبود آب باعث شد که فتوسنتز II از کارایی فتوشیمیایی بالاتری برخوردار گردد که احتمالاً این امر به دلیل بهبود مدیریت آب در گیاه در طی دوره تیمار با سلنیوم می‌باشد (تادنا و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج نشان داد که بین محتوی نسبی آب برگ با درصد پروتئین دانه همبستگی منفی و معنی دار در سطح ۵ درصد وجود داشت (جدول ۷).

درصد نشت یونی

درصد نشت یونی در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت (جدول ۳). نتایج نشان داد که کم‌ترین درصد نشت یونی از تیمارهای محلول پاشی با سلنیوم به تنهایی و پرایمینگ با ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم حاصل شد. با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد که کاربرد سلنیوم از طریق بهبود ساختار غشایی سلول باعث کاهش یا جلوگیری از تخریب غشاهای

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک برگ‌گندم تحت تاثیر پرایمینگ توام با محلول پاشی آب مقطر و سلنیوم

| میانگین مربعات | | | | | | | |
|---------------------|------------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| منابع تغییرات | درجه آزادی | محتوی نسبی آب برگ | درصد نشت یونی | محتوی کلروفیل a | محتوی کلروفیل b | محتوی کلروفیل a+b | نسبت کلروفیل a/b |
| تکرار | ۲ | ۳۹۶/۱۵** | ۳۷/۸۷ ^{ns} | ۰/۰۰۴ ^{ns} | ۰/۰۰۰۶ ^{ns} | ۰/۰۰۴ ^{ns} | ۰/۳۶۲ ^{ns} |
| تیمار | ۱۱ | ۱۱۷/۲۵** | ۷۷/۶۳** | ۰/۰۷۳** | ۰/۰۰۶** | ۰/۱۰۳** | ۰/۲۹۶ ^{ns} |
| خطا | ۲۲ | ۲۸/۱۰ | ۱۷/۵۹ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۱۴ | ۰/۱۹۱ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۷/۹۰ | ۸/۴۱ | ۷/۷۳ | ۱۲/۳۱ | ۱۰/۹۷ | ۱۴/۱۵ |

ns، ** و ***: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

توجه به نتایج محلول پاشی با آب مقطر تاثیر بر میزان کلروفیل a و کلروفیل b و مجموع کلروفیل a+b نداشت. بیشترین مقدار کلروفیل a و کلروفیل b از تیمار محلول پاشی با سلنیوم حاصل شد. نتایج نشان داد که محلول پاشی با سلنیوم،

محتوی کلروفیل a، کلروفیل b و مجموع کلروفیل a+b

اثر تیمارها بر محتوی کلروفیل a، کلروفیل b و مجموع کلروفیل a+b در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود ولی بر نسبت بین کلروفیل a به کلروفیل b معنی دار نبود (جدول ۳). با

که تیمارهای محلول پاشی با سلنیوم به تنهایی و پیش تیمار با ۱ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم، میزان کلروفیل **b** را به ترتیب ۳/۴، ۱/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. با توجه به نتایج تأثیر سلنیوم بر کلروفیل **a** بیشتر از کلروفیل **b** بود. با توجه به نتایج بیشترین مجموع کلروفیل **a+b** از تیمارهای محلول پاشی با سلنیوم به تنهایی، پیش تیمار با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم و پیش تیمار با ۱ میلی گرم در لیتر سلنیت توام با محلول پاشی سلنیوم حاصل شد که نسبت به شاهد، مجموع کلروفیل **a+b** را به میزان ۲۰ درصد افزایش داد (جدول ۴).

پیش تیمار با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم، پیش تیمار با ۱ میلی گرم در لیتر توام با محلول پاشی سلنیوم، میزان کلروفیل **a** را نسبت به شاهد به ترتیب ۳۱/۴، ۲۰/۶ و ۲۴/۲ درصد افزایش داد. کمترین میزان کلروفیل **a** از پرایمینگ با ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم حاصل شد. نتایج نشان داد که در تیمارهای پرایمینگ، با افزایش مقدار سلنیوم از ۱ به ۲ میلی گرم در لیتر، میزان کلروفیل **a** افزایش یافت اما با افزایش مقدار سلنیوم به ۳ میلی گرم در لیتر مقدار کلروفیل **a** کاهش یافت (جدول ۴). به نظر می رسد که غلظت-های بالاتر سلنیوم از طریق ایجاد سمیت اثر نامطلوب بر خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی اعمال می کند. نتایج نشان داد

جدول ۴-مقایسه میانگین صفات گندم تحت تاثیر پرایمینگ توام با محلول پاشی آب مقطر و سلنیوم

| تیمارها | محتوی نسبی آب برگ (درصد) | نشت یونی (درصد) | کلروفیل a (میلی گرم بر گرم) | کلروفیل b (میلی گرم بر گرم) | کلروفیل a+b (میلی گرم بر گرم) | نسبت کلروفیل a/b |
|--|--------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| شاهد (بدون پرایمینگ) | ۶۷/۵۹abc | ۴۸/۸۱bc | ۰/۸۳۷bc | ۰/۳۱۴abc | ۱/۱۵bcd | ۲/۸۴ab |
| پرایمینگ با آب مقطر | ۵۷/۱۰de | ۴۴/۳۴c | ۰/۷۱۲d | ۰/۲۱۰f | ۰/۹۲e | ۳/۱۵ab |
| محلول پاشی با آب مقطر | ۶۶/۴۱bcd | ۴۷/۷۷bc | ۰/۷۲۹cd | ۰/۲۱۴def | ۰/۹۶de | ۳/۰۶ab |
| پرایمینگ با آب مقطر + محلول پاشی با آب مقطر | ۷۷/۴۷a | ۴۸/۶۷bc | ۰/۷۰۲d | ۰/۲۱۷cde | ۰/۹۷de | ۲/۵۸b |
| محلول پاشی با سلنیوم | ۶۹/۷۷abc | ۴۳/۳۵c | ۱/۱۰a | ۰/۳۵۶a | ۱/۳۲ab | ۳/۰۸ab |
| پرایمینگ با آب مقطر + محلول پاشی سلنیوم | ۷۱/۹۹ab | ۵۸/۶۱a | ۰/۸۴۷b | ۰/۲۵۱def | ۱/۲۵abc | ۳/۳۶ab |
| پیش تیمار با سلنیت سدیم ۱ میلی گرم در لیتر | ۶۵/۹۵b-e | ۵۳/۷۵ab | ۰/۷۰۷d | ۰/۲۳۳def | ۰/۹۴de | ۳/۰۲ab |
| پیش تیمار با سلنیت سدیم ۲ میلی گرم در لیتر | ۶۸/۰۵abc | ۴۳/۹۷c | ۱/۰۱a | ۰/۲۹۰bcd | ۱/۳۰ab | ۳/۴۸a |
| پیش تیمار با سلنیت سدیم ۳ میلی گرم در لیتر | ۵۶/۴۲e | ۵۰/۱۰bc | ۰/۶۲۰d | ۰/۲۴۵def | ۰/۸۶e | ۲/۵۷b |
| پیش تیمار با سلنیت سدیم ۱ میلی گرم در لیتر + محلول پاشی سلنیوم | ۶۸/۵۲abc | ۴۹/۳۹bc | ۱/۰۴a | ۰/۳۴۱ab | ۱/۳۸a | ۳/۰۷ab |
| پیش تیمار با سلنیت سدیم ۲ میلی گرم در لیتر + محلول پاشی سلنیوم | ۶۱/۱۶cde | ۵۰/۷۳bc | ۰/۶۹۲d | ۰/۲۱۴ef | ۰/۹۰e | ۳/۲۱ab |
| پیش تیمار با سلنیت سدیم ۳ میلی گرم در لیتر + محلول پاشی سلنیوم | ۷۳/۰۲ab | ۵۸/۶۷a | ۰/۸۲۶bc | ۰/۲۴۷def | ۱/۰۷cde | ۳/۵۸a |

میانگین هایی که حداقل در یک حروف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

تنهایی و پیش تیمار با ۱ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم به ترتیب نسبت کلروفیل **a** به کلروفیل **b** را به میزان ۲۲/۵ و ۲۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. به

اثر تیمارها بر نسبت کلروفیل **a** به کلروفیل **b** معنی دار نبود ولی تیمارها در گروه های مختلف قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم به

آب مقطر یا محلول پاشی با آب مقطر، پروتئین دانه را نسبت به شاهد به میزان ۱۸/۷ و ۱۲/۵ درصد افزایش داد. در بین تیمارهای سلنیوم، بیشترین پروتئین دانه از تیمارهای پرایمینگ با ۲ و ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم به تنهایی و پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی با ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد میزان پروتئین دانه را به ترتیب به میزان ۱۰/۴، ۱۲/۵، ۱۰/۴ و ۱۲/۵ درصد افزایش داد (جدول ۶). گزارش شده است که پیش تیمار بذر با ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم سلنیت سدیم توام با محلول پاشی سلنیوم به میزان ۲۵ گرم در هکتار، میزان پروتئین دانه از ۱۴/۲ درصد در تیمار شاهد به ۱۵/۳ درصد و با پیش تیمار بذر با ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم سلنیت سدیم توام با محلول پاشی سلنیوم به میزان ۵۰ گرم در هکتار، میزان پروتئین دانه به ۱۵/۸ درصد افزایش نشان داد اما با پیش تیمار بذر با ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم سلنیت سدیم توام با محلول پاشی سلنیوم به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار، میزان پروتئین دانه به ۱۵/۱ درصد کاهش یافت (کاشین و شوبینا، ۲۰۱۱). گزارش شده است که محلول پاشی با مقادیر صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ گرم در هکتار سلنیت سدیم در دو سال متوالی تأثیری بر پروتئین دانه در جو دو ردیفه نشان نداد. در سال ۲۰۱۰-۲۰۱۱، بیشترین میزان پروتئین معادل ۱۰/۵ درصد از تیمار شاهد و محلول پاشی با ۱۰ گرم در هکتار و در سال ۲۰۱۱-۲۰۱۲، بیشترین میزان پروتئین دانه معادل ۹/۸ درصد از تیمار ۱۰ گرم در هکتار سلنیت سدیم حاصل شد (رودریگو و هکاران، ۲۰۱۳).

اشتهای پیش تیمار با سلنیت سدیم ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم، بقیه تیمارها اختلاف معنی دار نشان ندادند (جدول ۴). به نظر می رسد که افزایش محتوی کلروفیل با تیمار سلنیوم در شرایط نامطلوب دیمشان می دهد که سلنیوم برای رنگدانه های فتوسنتزی تحت این شرایط مناسب می باشند و می تواند تاحدی خسارت غشاهای سلولی را تعدیل کند که تاثیر بسزایی در رشد و نمو گیاه خواهد داشت. دلایلی وجود دارد که سلنیوم ممکن است بر میزان کلروفیل ها اثرگذارد (پادمجا و همکاران، ۱۹۸۹). گزارش شده است که در گیاهچه های تیمار شده با سلنیوم محتوی کلروفیل a و مجموع کلروفیل a و b به ترتیب ۱۳ و ۱۲ درصد افزایش یافتند. کلروفیل b، نسبت کلروفیل a به کلروفیل b و نسبت مجموع کلروفیل a و b به کارتنوئیدها تحت اثرات ساده تیمارهای سلنیوم قرار نگرفتند (یائو و همکاران، ۲۰۱۱). گزارش شده است که در یک آزمایش گلدانی در شرایط تنش خشکی، تیمار با ۱، ۲ و ۳ میلی گرم در کیلوگرم سلنیوم از منبع سلنیت سدیم باعث افزایش محتوی کلروفیل a، کلروفیل b، مجموع کاروفیل a+b و کارتنوئیدهای گیاهچه های گندم نسبت به شاهد شد (یائو و همکاران، ۲۰۰۹). که با نتایج این تحقیق مطابقت دارند. بر اساس نتایج جدول ضرایب همبستگی بین محتوی کلروفیل a و محتوی کلروفیل b همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۷).

درصد پروتئین دانه

اثر تیمارها بر درصد پروتئین دانه معنی دار نبود و همه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵). پرایمینگ با

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس صفات گندم تحت تاثیر پرایمینگ توام با محلول پاشی آب مقطر و سلنیوم

| منابع تغییر | درجه آزادی | درصد پروتئین دانه | درصد سن زدگی | عملکرد دانه |
|---------------------|------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| تکرار | ۲ | ۱۲/۷ ^{ns} | ۲/۴۳ ^{ns} | ۷۸۹۵۷/۷۵ ^{ns} |
| تیمار | ۱۱ | ۱/۲۷ ^{ns} | ۱۰/۳۶ ^{**} | ۱۴۴۹۴۸/۹۶ ^{**} |
| خطا | ۲۲ | ۲/۱۵ | ۲/۱۹ | ۳۲۱۲۵/۱۰ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۱۵ | ۱۳/۹۵ | ۷/۲۷ |

ns، ** و ***: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

درصد سن زدگی دانه

سن زدگی دانه را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. کمترین درصد سن زدگی دانه به ترتیب از تیمارهای پرایمینگ با ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم، پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی، محلول پاشی با سلنیوم و پرایمینگ با ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی حاصل شد

اثر تیمارها بر درصد سن زدگی دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۵). نتایج نشان داد که بیشترین درصد سن زدگی دانه از تیمار شاهد حاصل شد. پرایمینگ با آب مقطر و سلنیوم به تنهایی یا توام با محلول پاشی آن ها درصد

برگ‌ها دریافت کردند، ممکن است ایجاد سمیتینماید. تجمع سلینیوم برای حشراتی که از شیره آوندهای آبکش تغذیه می‌کنند سمی است لذا سلینیوم ممکن است به عنوان حشره کش طبیعی در گیاهان غنی از سلینیوم عمل نماید (هانسونت و همکاران، ۲۰۰۴). این نتایج با نتایج بسیاری از محققین در رابطه با اینکه سلینیوم در گیاهان می‌تواند آن‌ها را در برابر گیاه‌خواران محافظت نماید، همسو می‌باشند (ویکرمان و همکاران، ۲۰۰۲؛ بانولوس و همکاران، ۲۰۰۲).

(جدول ۶). به نظر می‌رسد با استفاده از تیمارهای سلینیوم تمایل سن برای تغذیه از اندام‌های هوایی به ویژه برگ‌ها کاهش می‌یابد و از این‌طرف می‌تواند قدرت تکثیر آن‌ها کاهش و در نتیجه در اثر کاهش جمعیت آن‌ها میزان خسارت به دانه کم یا تمایل آن‌ها برای تغذیه از دانه کاهش یابد.

گزارش شده است که محلول‌پاشی با غلظت ۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سلینیوم در گیاهان خردل هندی، جمعیت شته‌ها را به میزان ۵۰ درصد نسبت به گیاهان بدون سلینیوم کاهش داد. لذا نتیجه نشان می‌دهد که سلینیومی را که شته‌ها از سلول‌های آبکش

جدول ۶-مقایسه میانگین صفات گندم تحت تاثیر پرایمینگ توام با محلول پاشی آب مقطر و سلینیوم

| تیمارها | درصد پروتئین دانه | درصد سن زدگی | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) |
|--|-------------------|--------------|--------------------------------|
| شاهد (بدون پرایمینگ) | ۹/۱۲a | ۱۳/۶۴a | ۲۳۱۷/۸b-e |
| پرایمینگ با آب مقطر | ۱۰/۸۳a | ۱۰/۰bcde | ۲۵۷۶/۵ ab |
| محلول پاشی با آب مقطر | ۱۰/۲۶a | ۱۲/۷۸ab | ۲۱۳۷/۰e |
| پرایمینگ با آب مقطر + محلول پاشی با آب مقطر | ۹/۸۸a | ۱۰/۱۷bcd | ۲۴۳۹/۲abcde |
| محلول پاشی با سلینیوم | ۹/۸۸a | ۹/۳۲cde | ۲۵۳۵/۱abc |
| پرایمینگ با آب مقطر + محلول پاشی سلینیوم | ۹/۹۳a | ۱۰/۱۲bcd | ۲۷۳۴/۲a |
| پیش تیمار با سلیت سدیم ۱ میلی‌گرم در لیتر | ۹/۱۲a | ۱۱/۸۹abc | ۲۵۱۵/۱abc |
| پیش تیمار با سلیت سدیم ۲ میلی‌گرم در لیتر | ۱۰/۰۷a | ۱۲/۶۸ab | ۲۴۸۱/۴abcd |
| پیش تیمار با سلیت سدیم ۳ میلی‌گرم در لیتر | ۱۰/۲۶a | ۷/۳۰e | ۲۲۰۷/۷cde |
| پیش تیمار با سلیت سدیم ۱ میلی‌گرم در لیتر + محلول پاشی سلینیوم | ۱۰/۰۷a | ۸/۷۴de | ۲۷۰۶/۸a |
| پیش تیمار با سلیت سدیم ۲ میلی‌گرم در لیتر + محلول پاشی سلینیوم | ۱۰/۲۶a | ۹/۳۲cde | ۲۷۵۸/۹a |
| پیش تیمار با سلیت سدیم ۳ میلی‌گرم در لیتر + محلول پاشی سلینیوم | ۸/۷۴a | ۹/۶۱cde | ۲۱۵۲/۰de |

میانگین‌هایی که حداقل در یک حروف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

عملکرد دانه

کلروفیل a و b و به ویژه کاهش درصد سن زدگی در گندم باعث بهبود عملکرد شده است. با توجه به نتایج بیشترین عملکرد دانه از تیمارهای پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول‌پاشی سلینیوم، پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر سلینیوم توام با محلول‌پاشی سلینیوم حاصل شد (جدول ۴).

در آزمایشی اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ در ۵ رقم گندم مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که پرایمینگ با آب به-طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد دانه شد (راجپار و همکاران، ۲۰۰۶). علایی طباطبایی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش نمودند که پرایمینگ با آب مقطر به‌طور معنی‌داری موجب بهبود استقرار گیاهچه شد. هیدروپرایمینگ بالاترین درصد سبز شدن و عملکرد دانه را نشان داد. گزارش شده است که زیست توده گندم زمستانه و جو همبستگی مثبت و غیر معنی‌داری با غلظت-

عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه از تیمارهای پرایمینگ با ۲ میلی‌گرم در لیتر سلینیوم توام با محلول‌پاشی سلینیوم حاصل شد که با تیمارهای پرایمینگ با آب مقطر به تنهایی و توام با محلول پاشی با آب مقطر، پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول‌پاشی سلینیوم و پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر سلینیوم توام با محلول‌پاشی سلینیوم معنی‌دار نشان نداد. نتایج بیانگر این بود که پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر سلینیوم توام با محلول‌پاشی سلینیوم و همچنین پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول‌پاشی سلینیوم، عملکرد دانه را به ترتیب به میزان ۱۶/۷، ۱۹ و ۱۷/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. به نظر می‌رسد محلول پاشی سلینیوم از طریق بهبود مجموع محتوی

داشت. آن‌ها ثابت کردند که سلنیوم در مقادیر مطلوب یک عنصر مفید در فعالیت فتوسنتزی می‌باشد. نتایج نشان داد که پیش تیمار بذر با ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم توام با محلول پاشی ۲۵ و ۵۰ گرم در هکتار عملکرد دانه را نسبت به شاهد ۸/۷ الی ۱۲ درصد افزایش داد (کاشین و شوینا، ۲۰۱۱).

های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم نشان داده است. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مصرف سلنات سدیم و زیست توده گیاهچه‌های یولاف در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت (آلدا و همکاران، ۲۰۱۱). گزارش شده است که پیش تیمار بذر گندم بهاره با مقادیر ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سلنیت سدیم اثرات مثبتی بر فرایندهای رشد، فعالیت فتوسنتزی و تولید

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه گیری شده

| عملکرد دانه | درصد سن زدگی | درصد پروتئین دانه | محتوی کلروفیل b | محتوی کلروفیل a | نشت یونی سلول | محتوی نسبی آب برگ |
|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| | | | | | | محتوی آب نسبی برگ |
| | | | | | ۱ | ۰/۰۸ ^{ns} |
| | | | | ۱ | -۰/۲۵ ^{ns} | نشت یونی سلول |
| | | | ۱ | **۰/۷۴ | -۰/۲۹ ^{ns} | محتوی کلروفیل a |
| | | ۱ | -۰/۰۷ ^{ns} | ۰/۰۵ ^{ns} | -۰/۱۵ ^{ns} | محتوی کلروفیل b |
| | ۱ | ۰/۰۰۳ ^{ns} | -۰/۱۴ ^{ns} | -۰/۰۰۷ ^{ns} | ۰/۰۴ ^{ns} | درصد پروتئین دانه |
| | | | | | ۰/۰۶ ^{ns} | درصد سن زدگی |
| ۱ | -۰/۱۰ ^{ns} | -۰/۲۶ ^{ns} | ۰/۱۸ ^{ns} | ۰/۱۸ ^{ns} | ۰/۰۶ ^{ns} | عملکرد دانه |

نتیجه‌گیری

غلظت کلروفیل‌های گیاهی شرایط را برای بهبود فرایند فتوسنتز فراهم می‌کنند. همچنین استفاده از تیمارهای سلنیوم باعث کاهش خسارت سن زدگی شد. بنابراین با استفاده از تیمار پرایمینگ با آب مقطر یا سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم می‌توان کمیت و کیفیت محصول را در شرایط دیم بهبود بخشید.

نتایج نشان داد استفاده از تیمارهای پرایمینگ با آب مقطر و سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم از طریق حفظ پایداری غشاء سلولی باعث کاهش نشت یونی سلول می‌شوند. همچنین کاربرد تیمارهای پرایمینگ یا محلول پاشی با سلنیوم از طریق افزایش

منابع

- احمدی، ک. ح. قلی زاده، ح. ر. عباد زاده، ر. حسین پور، ف. حاتمی، ب. فضلی، آ. کاظمیان و م. رفیعی. ۱۳۹۴. آمار نامه کشاورزی. سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲. جلد اول: محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۵۸ صفحه.
- علایی طباطبایی، ف. س.، م. ح. قرینه، ق. فتحی و س. ع. سیادت. ۱۳۹۲. اثر اسمو و هیدروپرایمینگ بر جوانه زنی بذر، استقرار گیاهچه و عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط آب و هوایی خوزستان. نشریه علوم و فناوری بذر ایران. ۲(۱): ۱۱۴-۱۰۱.
- Abdelkader, A.F., R. A. Hassanein, M. M. Abo-Aly, M. S. Attia and E. M. Bakir. 2010. Screening the bio-safety of wheat produced from pretreated grains to enhance tolerance against drought using physiological and spectroscopic methods. *Food Chem. Toxicol.* 48:1827-1835.
- Alda, S., M. Camelia, T. Cristina-Elena, P. Mirela, R. Diana and D. Delia. 2011. The influence of sodium selenite on biometric parameters of wheat, barley and oat seedlings. *JHFB.* 15(4): 8- 12.
- Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant physiol.* 24:1-15.
- Banuelos, G.S., D. B. Vickerman, J.T. Trumble, M. C. Shannon, C. D. Davis, J. W. Finley and H.F. Mayland. 2002. Biotransfer possibilities of selenium from plants used in phytoremediation. In. *J. Phytoremediation.* 4: 315-331.

- Dhopte, A.M. and L. M. Manuel. 2002. *Principals and Techniques for Plant Scientists*. 1st Ed. Updeshpurohit for Agrobios (India). Odupur, p 373.
- Feng, R., C. Wei and S. Tu. 2013. The roles of selenium protecting plants against abiotic stresses. *Environ Exp Bot.* 87: 58-68.
- Germ, M., I. Kreft, V. Stibilj and O. Urbanc-Bercic. 2007. Combined effects of selenium and drought on photosynthesis and mitochondrial respiration in potato. *Plant Physiol Biochem.* 45:162-167.
- Gueta-Dahan, Y., Z. Yaniv, A. Zilinskas and G. Ben Hayyim. 1997. Salt and oxidative stress; similar and specific responses and their relation to salt tolerance in Citrus. *Planta.* 203: 460-469.
- Habibi, G. 2013. Effect of drought stress and selenium spraying on photosynthesis and antioxidant activity of spring barley. *Acta agric. Slov.* 101: 31- 39.
- Harris, D., B. S. Raghuvanshi, J.S. Gangwar, S. C. Singh, K. D. Joshi, A. Rashid and P. A. Hollington, 2001. Participatory evaluation by farmer of on-farm seed priming in wheat in India, Nepal, and Pakistan. *Exp. Agric.* 37:403-415.
- Hanson, B., S. D. Lindblom, M. L. Loeffler and E. A. H. Pilon-Smits, 2004. Selenium protects plants from phloem feeding aphids due to both deterrence and toxicity. *New Phytol.* 162:655-662.
- Hamed, A. and N. Iqbal, 2014. Chemo-priming with manose, mannitol and H₂O₂ mitigate drought stress in wheat. *Cereal Res. Commun.* 42:450-462.
- Hartikainen, H., T. Xue and V. Piironen. 2000. Selenium as an antioxidant and pro-oxidant in ryegrass. *Plant Soil.* 225:193-200.
- 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.
- Ibrahim, H. M. 2016. Selenium supplementation alters biochemical constituents and improves yield of wheat plants subjected to drought stress. *IJAIR.* 4: 649-654.
- ICC- Standard, No. 102.1. 1995. International Association for cereal chemistry Codex Standard, 1995. Codex Standard for wheat and Drum wheat.
- Kashin, V.K. and O. I. Shubina. 2011. Biological Effect and Selenium Accumulation in Wheat under Conditions of Selenium Deficient Biogeochemical Province. *CSD.* 19: 145.150.
- Lawlor, D.W. and G. Cornic. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environ.* 25: 275-294.
- Kuznetsov, V.V., V. P. Kholodova, V. V. Kuznetsov and B. A. Yagodin. 2003. Selenium regulates the water status of plants exposed to drought. *Dokl. Biol. Sci.* 390: 266-268.
- Lutts, S., J. M. Kint and J. Bouharmont, 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oriza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Ann. Bot.* 78:389-398.
- Oraghi Ardebili, N., S. Saadatmand, V. Niknam and R. A. Khavari-Nejad. 2014. The alleviating effects of selenium and salicylic acid in salinity exposed soybean. *Acta Physiol Plant.* 36:3199-3205.
- Padmaja, K., D. K. K. Prasad and A. R. K. Prasad. 1989. Effect of selenium on chlorophyll biosynthesis in mung bean seedling. *Phytochemistry.* 28:3321- 3324.
- Papageogiou, G.C. and N. Murata. 1995. The unusually strong stabilizing effects of glycine betaine on the structure and function of the oxygen-evolving photosystem II complex. *Photosynth Res.* 44:243-252
- Price, A.H. and G. A. F. Hendry. 1991. Iron-catalysed oxygen radical formation and its possible contribution to drought damage in nine native grasses and three cereals. *Plant Cell Environ.* 14:477-484.
- Quinn, C.F., J. L. Freeman, R. J. B. Reynolds, J. J. Cappa, S. C. Fakra, M. A. Marcus, S.D. Lindblom, E. K. Quinn, L. E. Bennett, and E. A. H. Pilon-Smits. 2010. Selenium hyperaccumulation offers protection from cell disruptor herbivores. *BMC Ecology.* 10-19.
- Rajpar, I., Y. M. Khanif and A. A. Memon. 2006. Effect of seed priming on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under non-saline conditions. *Int. J. Agric. Res.* 1: 259-264.
- Rodrigo, S., O. Santamaria, F. J. Lopez-Bellido and M. J. Poblaciones. 2013. Agronomic selenium biofortification of two-rowed barley under Mediterranean conditions. *Plant Soil Environ.* 59: 115-120.
- Rios, J.J., B. Blasco, L. M. Cervilla, M. A. Rosales, E. Sanchez-Rodriguez, L. Romero and J.M. Ruiz. 2009. Production and detoxification of H₂O₂ in lettuce plants exposed to selenium. *Ann Appl Biol.* 154:107-116.

- Sajedi, N.A., M. R. Ardakani, M. Madani, A. Naderi and M. Miransari. 2011. The effects of selenium and other micronutrients on the antioxidant activities and yield of corn (*Zea mays* L.) under drought stress. *Physiol Mol Biol Plants*. 17:215-222.
- Tadina, N., M. Germ, I. Kreft, B. Breznik, and A. Gaberscik, 2007. Effects of water deficit and selenium on common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) plants. *Photosynthetica*. 45: 472-476.
- Vickerman, D.B., M.C. Shannon, G. S. Banuelos, C.M. Grieve and J. T. Trumble. 2002. Evaluation of Atriplex lines for selenium accumulation, salt tolerance and suitability for a key agricultural insect pest. *Environmental- Pollution*. 120: 463-473.
- Voltas, J., I. Romagosa and J. L. Araus. 1997. Grain size and nitrogen accumulation in sink-reduction barley under Mediterranean conditions. *Field Crops Res*. 52: 117-126.
- Wang, C.Q. 2011. Water-stress mitigation by selenium in *Trifolium repens* L. *J Plant Nutr Soil Sci* 174:276-282.
- Yao, X., J. Chu and G. Wang. 2009. Effects of Selenium on Wheat Seedlings Under Drought Stress. *Biol Trace Elem Res*. 130:283-290.
- Yao, X., J. Chu and G. Wang. 2009. Effects of drought stress and selenium supply on growth and physiological characteristics of wheat seedlings. *Acta Physiol Plant*. 31:1031-1036.
- Yao, X., J. Chu, X. He and C. Ba. 2011. Protective Role of Selenium in Wheat Seedlings Subjected to Enhanced UVB Radiation. *Russ. J. Plant Physiol*. 58: 283-289.

Effect of seed priming and foliar application of selenium on physiological traits and Stink bug injury percentage of rainfed wheat Azar 2 cultivar

N.A. Sajedi¹

Received: 2016-5-9 Accepted: 2016-12-15

Abstract

In order to study the effect of seed priming by selenium and foliar application on physiological characteristics and Stink bug injury percentage of Rainfed wheat, a one year field experiment was carried based on randomized complete block design with three replicates at the Research Station of Islamic Azad University, Arak Branch, in Iran during 2014. Twelve treatments were including control, seed priming with distilled water, priming with rates of 1, 2 and 3 mg/L Se alone; and along with spray of distilled water and Se (Sodium Selenite). The results showed that seed priming along with foliar application of distilled water, seed priming with distilled water plus foliar application of Se, seed priming with 3 mg/L Se along with foliar application of Se, increased the relative water content compared with the control. Seed priming with distilled water, foliar application of Se and seed priming with 2 mg/L Se, plus spray of Se decreased electrolyte leakage compared to the control. Foliar application of Se alone and seed priming with 1 mg/L Se plus spray of Se increased Chl a by 31.4 and 24.2 % compared to the control, respectively. Seed priming plus spray of Se decreased the Stink bug injury, significantly. The maximum seed yield was recorded for seed priming with 2 mg/L Se plus foliar application of Se. The results suggest that seed priming with distilled water and especial Se at low amounts along with spray of Se can decrease electrolyte leakage and Stink bug injury percentage under rainfed condition.

Keywords: Sodium selenite, grain yield, wheat, chlorophyll content, electrolyte leakage

1- Associated professor Department of Agronomy and plant Breeding, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran