"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد پنجم، شماره ۱، بهار و تابستان ۹۵
شماره صفحه: ۱۴- ۱

تاثیر پرایمینگ بذر با آب و مقادیر مختلف سلنیوم بر خصوصیات جوانه زنی، رشد گیاهچه و عملکرد بذر گندم دیم در شرایط آزمایشگاه و مزرعه

نورعلی ساجدی*[1]، حمید مدنی[1] و عبدالله ساجدی[2]

۱- دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تیمار های مختلف پرایمینگ بر خصوصیات جوانه زنی و عملکرد بذر گندم، آزمایشی در سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه و مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک اجرا شد. تیمارهای آزمایشی در آزمایشگاه شامل شاهد، پرایمینگ با آب مقطر، پرایمینگ با مقادیر ۱ ، ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم بصورت طرح کاملاً تصادفی و در شرایط مزرعه از تیمارهای فوق توام با محلول‌پاشی بصورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد. نتایج نشان داد که کمترین متوسط زمان جوانه زنی معادل ۲/۶۲ روز از پرایمینگ با ۱ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم حاصل شد. پرایمینگ با آب مقطر و پرایمینگ با ۱، ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم، طول گیاهچه را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۲۸/۵، ۵۴/۴ ، ۴۹/۱ و ۴۸/۵ درصد افزایش داد. پرایمینگ با ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم شاخص طولی بنیه گیاهچه را نسبت به شاهد به میزان ۱/۶ برابر افزایش داد. پرایمینگ با ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم وزن خشک ساقه چه و ریشه چه را نسبت به شاهد به ترتیب ۴۴/۴ و ۴۶/۵ درصد افزایش داد. پرایمینگ با ۱ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم میزان کلروفیل b را نسبت به شاهد ۱۹/۳ درصد افزایش داد. نتایج نشان داد که پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول‌پاشی سلنیوم و همچنین پیش تیمار با آب مقطر توام با محلول‌پاشی سلنیوم، عملکرد بذر را به ترتیب به میزان ۱۶/۷، ۱۹ و ۱۷/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج کلی این آزمایش نشان داد از طریق پیش تیمار بذر با مقادیر کم سلنیوم توام با محلول‌پاشی سلنیوم می‌تواند به عملکرد مطلوب گندم در شرایط دیم دست یافت.

کلمات کلیدی: پرایمینگ بذر، سلنیوم، عملکرد دانه ، گندم دیم، ویژگی‌های گیاهچه.

مقدمه

زراعت گندم مهم‌ترین فعالیت کشاورزی در اکثر مناطق جهان به شمار می‌رود (Arzadun *et al.*, 2006). گندم مهمترین منبع کربوهیدرات در بیشترکشورها محسوب می‌شود و تجارت جهانی آن بیشتر از تجارت تمام محصولات کشاورزی می‌باشد (Preedy *et al.*, 2011). پرایمینگ به عنوان یک تکنیک برای جذب آب توسط بذر به منظور شروع وقایع اولیه جوانه‌زنی می‌باشد و فواید آن شامل افزایش درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، جوانه‌زنی در محدوده وسیعی از شرایط محیطی و بهبود رشد و بنیه گیاهچه می‌باشد (McDonald, 2000). پرایمینگ زمانی به نحو مطلوب انجام می‌شود که توده بذر از کیفیت بسیار بالایی برخوردار باشد. با این وجود بعضی وقت‌ها

*نویسنده مسئول: نورعلی ساجدی، نشانی: اراک- میدان امام خمینی (ره)- بلوار امام خمینی (ره)- دانشگاه آزاد اسلامی اراک-شهرک دانشگاهی امیرکبیر- دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی- گروه زراعت و اصلاح نباتات صندوق پستی ۳۸۱۳۵/۵۶۷
E-mail: N-Sajedi@iau-arak.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۱
تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۱/۶

پرایمینگ در بذرهای باکیفیت کم (Rudrapal and Basu, 2004) بطور موثرتری نسبت به بذر های با کیفیت بالا انجام می‌شود(Mehra *et al*., 2003). پرایمینگ بذر با افزایش محتوی کل پروتئین و افزایش سطوح فعالیت آنزیم‌ها با تنفس و شکستن و انتقال مواد ذخیره‌ای همراه است (Braccini *et al*., 2000). در طی پرایمینگ آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی که باعث از بین بردن رادیکال‌های آزاد تولید شده در اثر پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود، افزایش می‌یابند (Bailly *et al*., 2000).

سلنیوم یک عنصر کم‌مصرف ضروری برای حیوانات، انسان‌ها و ریز جانداران می‌باشد (Rotruck, *et al*.,.1973). سلنیوم در غلظت‌های کم رشد و پتانسیل اکسیداتیو گیاهان تک لپه و دو لپه را افزایش می‌دهد، واکنش‌هایی که سلنیوم باعث محرّک رشد در آنها می‌شود در کاهو و ریگراس (Hartikainen *et al*., 1997) و سویا (Djanaguiraman *et al*., 2005) به اثبات رسیده است. سلنیوم یکی از اجزاء ضروری برای فعالیت سیستم آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان است، تأثیر سلنیوم این است که در زمان تنش اکسیداتیو و تشکیل رادیکال‌های آزاد که منجر به صدمات و نابودی سلول می‌شود، فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدان گلوتاتیون پراکسیداز را افزایش می‌دهد (Timothy, 2001). مقدار سلنیوم در گیاهان را می‌توان با اضافه کردن سلنیوم به خاک، خیساندن بذرها در محلول سلنیوم قبل از کشت، کشت هیدروپونیک در یک محلول غذایی حاوی سلنیوم و محلول‌پاشی با محلول حاوی سلنیوم افزایش داد. یائو و همکاران (Yao *et al*., 2009) گزارش نمودند که تیمار گیاهان با سلنیوم در حدّ مطلوب، برای رشد گیاهچه‌های گندم در شرایط خشکی مناسب است. استفاده از مقادیر زیاد (۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کم (۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) اثر معنی‌داری بر تجمع زیست توده نداشت. تیمار با ۱ و۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم باعث تحریک تجمع زیست توده در گیاهچه‌های گندم شد. تیمار با ۱ و ۲ و ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در گیاهچه‌های گندم فعالیت ریشه، محتوی پرولین، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز، محتوی کارتنوئید، کلروفیل را به طور معنی‌داری افزایش و محتوی مالون دی آلدئید را به طور معنی‌داری کاهش داد. نتایج تحقیقات نشان داد که تیمار گیاهان گندم با سلنیوم بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پرواکسیداز تأثیر نداشت، در صورتی که ترکیب تنش خشکی و سلنیوم به طور معنی‌داری فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پرواکسیداز را افزایش داد. با این وجود این افزایش بر پراکسیداسیون چربی‌ها بی‌تأثیر نبود (Xiaoqin *et al*., 2009). ربیعیان و همکاران (Rabieian *et al*., 2014) گزارش نمودند که پیش تیمار با سلنیوم ضمن کاهش اثرات ناشی از تنش شوری، صفات درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، شاخص بنیه بذر، شاخص جوانه زنی را بطور معنی داری افزایش داد. در آزمایشی چن و سونگ (Chen and Sung, 2001) با استفاده از مقادیر ۱، ۲، ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر محلول سلنیت سدیم، بذرهای کدوی تلخ را در دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۴۸ ساعت پیش تیمار نمودند. نتایج نشان داد که در درجه حرارت پایین به دلیل افزایش خسارت اکسیداتیو کارایی بذر کاهش یافت، اما در درجه حرارت پایین قابلیت جوانه‌زنی با استفاده از پرایمنگ بذر بوسیله ۲ میلی‌گرم در لیتر محلول سلنیوم به حالت اولیه برگردانده شد. آنها گزارش نمودند که پرایمینگ بذر با سلنیوم از طریق افزایش فعالیت چرخه گلوتاتیون –

آسکوربات و از بین بردن رایکال های آزاد باعث افزایش کارایی بذر شد. بنابراین هدف از این آزمایش بررسی تاثیر پرایمینگ با آب مقطر و مقادیر مختلف سلنیوم بر خصوصیات جوانه‌زنی و صفات فیزیولوژیکی گیاهچه ها و عملکرد گندم بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر پرایمینگ با آب مقطر و مقادیر مختلف سلنیوم بر خصوصیات جوانه‌زنی، صفات فیزیولوژیکی گیاهچه ها و عملکرد گندم دیم رقم آذر ۲، آزمایشی به صورت طرح کاملا" تصادفی در آزمایشگاه با ۵ تیمار و طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط مزرعه با ۱۲ تیمار در سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک اجرا شد. تیمارهای مورد آزمایش در آزمایشگاه شامل شاهد (بدون پرایمینگ)، پرایمینگ با آب مقطر، پرایمینگ با ۱، ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیت سدیم بودند. بذور به مدت ۶ ساعت در محلول‌های ذکر شده قرار داده شدند و بعد در سایه خشک گردیدند. در هر پتری دیش به قطر ۱۲ سانتی متر، تعداد ۵۰ بذر گندم پرایم شده با آب مقطر و مقادیر مختلف سلنیوم قرار گرفتند، سپس به هر پتری دیش مقدار ۲۰ میلی لیتر آب مقطر با pH بین ۷/۵-۶ اضافه شد. ظروف پتری به مدت۸ روز در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و تناوب نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی در ژرمیناتور قرار داده شدند تا درصد جوانه زنی، متوسط زمان جوانه زنی و سرعت جوانه زنی مورد بررسی قرار گیرند. بذور جوانه زده هر روز در ساعتی معین شمارش شد. معیار جوانه‌زنی بذرها، خروج و رویت ریشه چه به اندازه ۲ میلیمتر بود (ISTA, 2008). برای کاهش تلفات آب ناشی از تبخیر محلول درون ظروف پتری، اطراف هر پتری به وسیله پارافیلم بسته شد و به منظور نفوذ هوای لازم برای جوانه زنی بذرها تعدادی منفذ کوچک در روی پارافیلم ایجاد گردید. به منظور تعیین درصد جوانه زنی از رابطه زیر استفاده شد.

$$GP = 100 \times \frac{ni}{N}$$

در این رابطه (GP) درصد جوانه زنی وni تعداد بذور جوانه زده در روز ام و N تعداد کل بذر های کشت شده بود (Maguire, 1962). سرعت جوانه زنی و متوسط زمان جوانه زنی بذر ها از رابطه زیر محاسبه شد (Ellis and roberts, 1981).

سرعت جوانه‌زنی $=\sum \frac{Ni}{Di}$

متوسط زمان جوانه‌زنی $=\frac{\sum Dini}{\sum ni}$

در روابط فوق Ni تعداد بذرهای جوانه زده در هر روز و Di تعداد روز تا شمارش n ام

به منظور اندازه‌گیری صفات طول ریشه چه و ساقه چه، وزن خشک ریشه چه و ساقه چه، طول گیاهچه، شاخص طولی بنیه گیاهچه و میزان رنگیزه‌های گیاهچه‌ها آزمایش تا ۱۵ روز ادامه یافت. پس از پایان آزمون تعداد گیاهچه‌های عادی و غیر عادی و بذر-های جوانه نزده تعیین گردید و سپس ۱۵ گیاهچه عادی از ترکیب تیماری مورد بررسی بطور تصادفی انتخاب و پس از اندازه گیری طول ساقه‌چه و ریشه-چه با استفاده از خط کش (بر حسب سانتی‌متر)، وزن خشک آنها پس از خشک کردن در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت با استفاده از ترازوی دقیق بر حسب گرم تعیین گردید. برای

محاسبه شاخص طولی بنیه گیاهچه از فرمول زیر استفاده شد (Judi and Sharif zaded, 2006).

=شاخص بنیه طولی گیاهچه
(طول ساقه چه + طول ریشه چه)× درصد جوانه زنی

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل از اندام‌های هوایی گیاهچه‌های ۱۵ روزه استفاده شد. برای این منظور ۰/۵ گرم برگ تازه در ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد سابیده شد تا عصاره یکنواختی حاصل شد. عصاره با استفاده از قیف از کاغذ صافی عبور داده شد. حجم محلول به ۴۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. غلظت نوری کلروفیل با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج های ۴۸۰، ۵۱۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر اندازه گیری شد . سپس مقدار کلروفیلa ، کلروفیل b و کارتنوئید ها از روابط زیر محاسبه شدند (Arnon, 1949).

$$a \text{ میلی گرم بر گرم کلروفیل} = [12.7(D663) - 2.69(D645)]\frac{V}{1000 \times W}$$

$$b \text{ میلی گرم بر گرم کلروفیل} = [22.9(D645) - 4.68(D663)]\frac{V}{1000 \times W}$$

$$\text{میلی گرم بر گرم کاروتنوئیدها} = [7.6(D480) - 1.49(D510)]\frac{V}{1000 \times W}$$

در شرایط مزرعه تیمارها شامل: شاهد، پرایمینگ با آب مقطر، محلول‌پاشی با آب مقطر، پرایمینگ با آب مقطر+ محلول‌پاشی با آب مقطر، محلول‌پاشی با ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم، پرایمینگ با آب مقطر + محلول‌پاشی با ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم، پیش تیمار با سلنیت سدیم ۱ میلی‌گرم در لیتر، پیش تیمار با سلنیت سدیم ۲ میلی‌گرم در لیتر، پیش تیمار با سلنیت سدیم ۳ میلی‌گرم در لیتر، پیش تیمار با سلنیت سدیم ۱ میلی‌گرم در لیتر + محلول‌پاشی با ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم، پیش تیمار با سلنیت سدیم ۲ میلی‌گرم در لیتر + محلول‌پاشی با ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم، پیش تیمار با سلنیت سدیم ۳ میلی‌گرم در لیتر + محلول پاشی با ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم بودند. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کشت از مزرعه نمونه برداری و به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج آن بصورت جدول ۱ می باشد.

جدول۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک

Table1- Results of soil physical and chemical analyses

عمق خاک Soil depth (cm)	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	اسیدیته گل اشباع pH	رطوبت اشباع (درصد) Saturation humidity (%)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم P (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم K (mg/kg)	ازت کل (درصد) N (%)	کربن آلی (درصد) OC (%)	رس (درصد) Clay (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	شن (درصد) Sand (%)	سلنیوم قابل جذب (قسمت در بیلیون) Se (ppb)
0-30	1.85	7.8	21.87	12.8	426.6	0.2	2.02	19.5	18	62.5	ND

بذور گندم رقم آذر ۲ به مدت ۶ ساعت در محلول‌های ذکر شده قرار داده شدند و بعد در سایه خشک گردیدند. میزان بذر مصرفی بر اساس ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن و ۹۰ کود فسفر به ترتیب از منابع اوره و سوپر فسفات تریپل بر اساس آزمون خاک در هنگام کاشت و ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن 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 شش خط کاشت به فاصله

۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. طول خطوط کاشت شش متر و بین دو کرت یک متر به صورت نکاشت باقی ماند. تیمارهای محلول‌پاشی در مرحله متورم شدن غلاف (ZGS 43 = Zadoks growth stages) انجام شد. صفات زراعی از میانگین ۱۵ بوته محاسبه شدند. برای محاسبه عملکرد دانه و عملکرد زیستی در تاریخ ۹۳/۴/۲۴ سطحی معادل یک متر مربع برداشت شد. برداشت به صورت کف بر و پس از حذف دو خط حاشیه و نیم متر از دو انتهای هر کرت انجام گرفت. تجزیه داده ها با استفاده از نرم افزار SAS version 9 انجام شد و برای مقایسه میانگین تیمارها با استفاده آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه زنی

نتایج آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای مورد مطالعه بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد و پرایمینگ با ۱ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم بود (جدول ۳). اثرات مثبت سلنیوم در جوانه-زنی به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گلوتاتیون پر اکسیداز و فعال شدن سیکل گلوتاتیون آسکوربات مربوط می‌شود. سلنیوم در غلظت های۰/۱ تا ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم به عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل کرده و مانع پراکسیداسیون چربی در ریگراس می‌شود. در ریگراس با اضافه کردن سلنیوم به مقدار ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم، پراکسیداسیون لیپیدها کاهش یافت که این امر مربوط به افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز می‌باشد (Hartikainen *et al*., 2000). پرایمینگ بذرها با سلنیت جوانه‌زنی در بذرهای کدو تلخ در درجه حرارت‌های پایین تر از حدّ مطلوب را تحریک می‌کند (Chen and Sung, 2001).

متوسط زمان جوانه‌زنی و سرعت جوانه-زنی

متوسط زمان جوانه‌زنی مربوط به مدت زمانی است که ریشه‌چه از بذر خارج می‌شود و از دیدگاه تکنولوژیست های بذر صفت بسیار مهمی جهت تشخیص کیفیت بذر محسوب می‌شود. کوتاه تر بودن این دوره بیانگر بالا بودن کیفیت بذر می باشد و بذر سریعتر جوانه می زند. لذا این صفت به عنوان معیار دقیقتری جهت ارزیابی سرعت جوانه‌زنی محسوب می‌شود. نتایج آزمایش نشان داد که متوسط زمان جوانه‌زنی تحت تاثیر تیمارهای مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با پرایمینگ بذر، متوسط زمان جوانه‌زنی نسبت به شاهد کاهش یافت. کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی معادل ۲/۶۲ روز از پرایمینگ با ۱ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم حاصل شد. پرایمینگ با آب مقطر، ۱ ،۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم متوسط زمان جوانه‌زنی را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۱۵/۵، ۲۲/۱ ، ۱۸/۹ و ۳/۵ درصد کاهش داد (جدول ۳).

اثر تیمار ها بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار نبود، هر چند بیشترین سرعت جوانه زنی از پرایمینگ با آب مقطر حاصل شد (جدول ۳). این نتایج بیانگر تاثیر مثبت پرایمینگ بذرها بر کاهش متوسط زمان جوانه زنی و در نتیجه افزایش سرعت جوانه زنی به ویژه در بذر های با قوه نامیه پایین می‌باشد. به نظر می رسد با

استفاده از تیمار های مناسب پرایمینگ می توان سرعت استقرار و رشد گیاهان زراعی را افزایش و در نتیجه عملکرد آنها را بهبود داد. افضل و همکاران (Afzal *et al*., 2006) گزارش نمودند که پرایمینگ سرعت جوانه زنی را در گیاه کلزا افزایش داد. پرایمینگ بذر باعث بهبود در سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی و کاهش حساسیّت بذرها به عواملی محیطی شد. هریس و همکاران (Harris *et al*., 2001) گزارش نمودند که پرایمینگ بذرهای گندم باعث جوانه‌زنی سریعتر بذرها گردید و جوانه‌زنی سریع ناشی از سنتز DNA ، RNA و پروتئین در طی پرایمینگ می‌باشد. همچنین افزایش فعالیت آنزیم‌های آمیلاز، پروتئاز و لیپاز نقش اساسی در رشد و نمو اولیه جنین دارند و باعث رشد سریعتر گیاهچه و در نتیجه بهبود در استقرار آن می‌شود (Sharifzadeh *et al*., 2006).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی

Table 2-Analysis of variance (Mean squares) of studied traits

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه زنی Germination percent	متوسط زمان جوانه زنی Mean germination time	سرعت جوانه زنی Germination rate	طول ساقه چه Plumule length	طول ریشه چه Radicle length	طول گیاهچه Seedling length
تیمار Treatment	4	0.933 ^{ns}	0.197**	0.0047^{ns}	13.58**	6.20**	37.20**
خطا Error	10	1.46	0.017	0.0033	0.272	0.457	0.681
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	1.37	4.64	3.59	4.26	7.46	3.87

ns=غیر معنی دار ،*و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال آماری۵ و ۱ درصد

^{ns},* and **, non significant, significant at 5% and 1% respectively

طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه

با توجه به نتایج، اثر تیمارهای پرایمینگ بر طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پرایمینگ بذر با آب مقطر و مقادیر مختلف سلنیوم طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه را افزایش داد. نتایج نشان داد که بیشترین طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه با پرایمینگ بذر با مقادیر مختلف سلنیوم حاصل شد هر چند که تیمارهای مختلف سلنیوم از نظر این صفات در یک گروه آماری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در اثر تیمارهای پرایمینگ افزایش طول ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه بیشتر بود. بیشترین طول گیاهچه در اثر پرایمینگ با ۱ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم حاصل شد. پرایمینگ با آب مقطر، ۱ ،۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم طول گیاهچه را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۲۸/۵، ۵۴/۴ ، ۴۹/۱ و ۴۸/۵ درصد افزایش دادند (جدول ۳). نواز و همکاران (Navaz et al., 2013) گزارش نمودند که پرایمینگ بذرها با ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میکرومول سلنات سدیم به مدت یک ساعت طول ریشه، شاخص تحمل، و بیوماس گیاهچه در گندم را بطور معنی داری افزایش داد. باسرا و همکاران (Basra *et al*., 2003) در آزمایشی اثر هیدرو و ماتری پرایمینگ را روی گندم بررسی کردند و دلیل احتمالی افزایش طول ریشه‌چه را، تاثیر پرایمینگ بر افزایش قابلیت گسترش دیواره سلولی جنین دانستند. افضل و همکاران (Afzal *et al.,* 2006) نیز افزایش طول ریشه چه دو رقم گندم را در اثر اعمال تیمار آب مقطر و

نمک کلرید سدیم تائید کردند. محققین نشان دادند که گیاهچه های پنبه حاصل از پیش تیمار بذرها، طول ریشه بیشتری نسبت به گیاهچه‌های پیش تیمار نشده داشتند (Murungu et al., 2004).

جدول۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی

Table 3- Mean comparison of studied traits

تیمارها	Treatments	درصد جوانه زنی Germination (٪)	متوسط زمان جوانه زنی Mean germination time (day)	سرعت جوانه زنی (بذر در روز) Germination rate (seed/day)	طول ساقه چه Plumule length (cm)	طول ریشه چه Radicle length (cm)	طول گیاهچه Seedling length (cm)
شاهد	Control	88.66a	3.20a	1.63a	8.62c	6.93c	15.66c
پرایمینگ با آب مقطر	Priming with destillate warer	88.00 a	2.77b	1.65a	12.77b	8.29b	20.13b
پرایمینگ با ۱ میلی گرم در لیتر سلنیوم	Priming with Se 1 m/L	88.66 a	2.62b	1.63a	13.59a	9.67a	24.18a
پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم	Priming with Se 2 m/L	88.33 a	2.69b	1.55a	13.27a	9.88a	23.35a
پرایمینگ با ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم	Priming with Se 3 m/L	87.33 a	3.09a	1.61a	13.69a	10.51a	23.27a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن است

Means followed by the same letters in each column, are not significantly different according to Duncan's multiple range test.

شاخص طولی بنیه گیاهچه

نتایج آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای مورد مطالعه بر شاخص طولی بنیه گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). تیمارهای مختلف پرایمینگ، شاخص طولی بنیه گیاهچه را افزایش دادند. هرچند که تیمارهای مختلف پرایمینگ با سلنیوم از نظر شاخص طولی بنیه گیاهچه در یک گروه آماری قرار گرفتند اما بیشترین میزان این صفت از پرایمینگ با ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم حاصل شد. پرایمینگ با آب مقطر، ۱، ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم شاخص طولی بنیه گیاهچه را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۱/۲، ۱/۴، ۱/۴ و ۱/۶ برابر افزایش دادند (جدول ۵). افزایش شاخص طولی بنیه گیاهچه ناشی از افزایش اجزای آن یعنی درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه می باشد. با توجه به نتایج این تحقیق، افزایش شاخص طولی بنیه گیاهچه ناشی از افزایش طول گیاهچه در اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ می باشد. نتایج حاصل از پرایمینگ هورمونی بذرهای هویج با جیبرلین و اسید سالیسیلیک نشان داد که این دو هورمون بر طول ریشه، ساقه و بنیه گیاهچه تاثیر مثبت داشته است (Eisvand *et al*., 2011). حسینی خواه و همکاران (Hosinikhah *et al*., 2013) گزارش نمودند که پیش تیمار بذرهای دو رقم کنجد با اسید آسکوربیک و آلفا توکوفرول شاخص طولی بنیه گیاهچه را در هر دو رقم نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد.

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

اثر تیمار های مورد مطالعه بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). نتایج نشان داد که تیمار های مختلف پرایمینگ وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را افزایش

داد. هرچند که تیمارهای مختلف پرایمینگ از نظر وزن خشک ریشه‌چه در یک گروه آماری قرارگرفتند ولی بیشترین وزن خشک ریشه‌چه از تیمار پرایمینگ با ۱ و ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم حاصل شد. پرایمینگ با آب مقطر ، ۱، ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم وزن خشک ریشه‌چه را نسبت به شاهد به ترتیب ۳۹/۵، ۴۶/۵، ۳۹/۵ و ۴۶/۵ درصد افزایش داد. نتایج نشان داد که بیشترین وزن خشک ساقه‌چه به ترتیب مربوط به پرایمینگ با ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم و پرایمینگ با آب مقطر بودند. پرایمینگ با آب مقطر، ۱، ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم وزن خشک ساقه‌چه را نسبت به شاهد به ترتیب ۳۳/۳، ۱۷/۷، ۲۲/۲ و ۴۴/۴ درصد افزایش دادند (جدول ۵).

نتایج آزمایش هیدروپرایمینگ بذرهای نخود با آب و مانیتول نشان داد که طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در بذرهای هیدروپرایمینگ شده نسبت به شاهد افزایش یافت (Kaur *et al.,* 2003). یائو و همکاران (Yao *et al*., 2011) گزارش نمودند که افزایش سلنیوم به طور معنی‌دار وزن اندام هوایی را افزایش اما وزن ریشه را کاهش داد. راموس و همکاران (Ramos *et al*., 2010) گزارش نمودند که در کشت گلدانی بیوماس اندام هوایی کاهو با اضافه کردن سلنات و سلنیت سدیم در غلظت های ۴ و ۸ به ترتیب به میزان ۵/۶۷ و ۳/۶۹ درصد افزایش یافت اما غلظت های بالاتر از هر دو ترکیب، بیوماس اندام هوایی را کاهش داد.

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی

Table 4-Analysis of variance (Mean squares) of studied traits

منابع تغیر	درجه آزادی	وزن خشک ریشه چه Root dry weight	وزن خشک ساقه چه Plumule dry weight	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seed vigor Length index	کلروفیل a Chlorophyll *a*	کلروفیل b Chlorophyll *b*	کارتنوئید ها Carotenoid
تیمار Treatment	4	0.0002*	0.00067**	27.11**	0.024**	0.0021**	0.004**
خطا Error	10	0.00004	0.000046	0.902	0.0095	0.00036	0.00061
ضریب تغییرات(درصد) CV (%)	-	10.9	6.13	5.04	3.98	5.79	8.34

ns=غیر معنی دار ، *و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال آماری۵ و ۱ درصد ns,* and **, non significant, significant at 5% and 1% respectively .

کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئیدها

میزان کلرفیل a، کلروفیل b و کارتنوئیدها در گیاهچه‌های گندم در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار گرفتند (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمارهای پرایمینگ باعث کاهش میزان کلروفیل a شد. بیشترین میزان کلروفیل a معادل ۰/۸۷ میلی‌گرم در گرم بافت گیاهی از تیمار بدون پرایم حاصل شد که با تیمار پرایمینگ با آب مقطر از نظر آماری اختلاف معنی داری نداشتند. کمترین میزان کلروفیلa از تیمار پرایمینگ با ۱ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم حاصل شد. نتایج نشان داد که پرایمینگ با آب مقطر و ۱ میلی-گرم در لیتر سلنیوم میزان کلروفیل b را نسبت به شاهد افزایش داد. از نظر میزان کلروفیل b تیمارهای ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم با تیمار شاهد در یک گروه آماری قرارگرفتند. بیشترین میزان کلروفیل b از تیمار پرایمینگ با آب مقطر حاصل شد. پرایمینگ با آب مقطر و ۱ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم میزان

کلروفیل b را نسبت به شاهد به ترتیب ۶/۴ و ۱۹/۳ درصد افزایش داد (جدول ۵). نتایج نشان داد که پرایمینگ با مقادیر مختلف سلنیوم میزان کارتنوئید-های گیاهچه‌ها را نسبت به شاهد کاهش داد. بیشترین میزان کارتنوئیدهای گیاهچه‌ها مربوط به تیمار پرایمینگ با آب مقطر بود که با تیمار شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتند. دلایلی وجود دارد که سلنیوم ممکن است بر میزان کلروفیل‌ها اثرگذارد (Padmaja *et al*., 1989). یائو و همکاران (Yao *et al*., 2011) گزارش نمودند که درگیاهچه‌های تیمار شده با سلنیوم محتوی کلروفیلa و مجموع کلروفیلa و b به ترتیب ۱۳ و۱۲٪ افزایش یافتند. کلروفیلb و کارتنوئیدها، نسبت کلروفیل a به کلروفیلb و نسبت مجموع کلروفیل a و b به کارتنوئیدها تحت اثرات ساده تیمارهای سلنیوم قرار نگرفتند.

جدول۵-مقایسه میانگین صفات مورد بررسی

Table 5- Mean comparison of studied traits

تیمارها	Treatments	وزن خشک ریشه چه (گرم) Seedling dry weight (gr)	وزن خشک ساقه چه (گرم) Plumule dry weight (gr)	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seed vigor LengthIndex	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم) Chlorophyll a (mg/g)	کلروفیلb (میلی‌گرم بر گرم) Chlorophyll b (mg/g)	کارتنوئید ها (میلی‌گرم بر گرم) Carotenoid (mg/g)
شاهد	Control	0.043b	0.090d	13.97c	0.87a	0.31b	0.32a
پرایمینگ با آب مقطر	Priming with destillate warer	0.060a	0.120ab	17.81b	0.83ab	0.33ab	0.33a
پرایمینگ با ۱ میلی-گرم در لیتر سلنیوم	Priming with Se 1 m/L	0.063a	0.106c	20.62a	0.65d	0.37a	0.25c
پرایمینگ با ۲ میلی-گرم در لیتر سلنیوم	Priming with Se 2 m/L	0.060a	0.110bc	20.62a	0.79b	0.30b	0.30ab
پرایمینگ با ۳ میلی-گرم در لیتر سلنیوم	Priming with Se 3 m/L	0.063a	0.130a	23.27a	0.71a	0.31b	0.27bc

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

Means followed by the same letters in each column, are not significantly different according to Duncan's multiple range test.

صفات زراعی و عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تیمارها بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول ۶). با این وجود تیمارها در گروه های مختلف قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته معادل ۹۰/۱۸ سانتی‌متر از پیش تیمار با سلنیت سدیم ۱ میلی گرم در لیتر توام با محلول پاشی سلینوم حاصل شد. پیش تیمار با سلنیت سدیم ۱ میلی‌گرم در لیتر توام با محلول‌پاشی، ارتفاع بوته را نسبت به شاهد به میزان ۸/۸ درصد افزایش داد. به نظر می‌رسد علت افزایش ارتفاع بوته در تیمارهای کاربرد سلنیوم، مربوط به افزایش صفاتی از قبیل طول ساقه‌چه و طول گیاهچه با پیش تیمار سلنیوم باشد. نتایج نشان داد که تیمارهای پرایمینگ با آب مقطر و مقادیر ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم به تنهایی و توام با محلول‌پاشی با آب مقطر یا سلنیت سدیم ارتفاع بوته را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند هر چند تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین

ارتفاع بوته نیز از پیش تیمار با ۳ میلی‌گرم در لیتر و همچنین پیش تیمار با ۳ میلی‌گرم در لیتر توام با محلول‌پاشی سلنیوم حاصل شد (جدول ۷). به نظر می‌رسد که مقادیر بیشتر سلنیوم می‌تواند از طریق سمیت عامل بازدارنده تقسیم و بزرگ شدن سلول ها و در نتیجه کاهش رشد باشد.

اثر تیمارها بر طول سنبله معنی‌دار نشد و کلیه تیمارها در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۶).

در شرایط دیم بهبود وزن دانه می‌تواند نقش موثری در افزایش عملکرد دانه داشته باشد. لذا کاربرد تیمارهایی در طول دوره رشد گیاه که بتواند وضعیت آب گیاه را حفظ نماید، می‌تواند اثرات تنش خشکی را تا حدودی تعدیل نماید و از کاهش اجزای عملکرد بویژه کاهش وزن دانه جلوگیری نماید. اثر تیمارها بر وزن دانه در سنبله در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین تیمار ها نشان داد که بیشترین وزن دانه در سنبله از پیش تیمار با سلنیت سدیم ۲ میلی‌گرم در لیتر توام با محلول‌پاشی سلنیوم و تیمار شاهد توام با محلول‌پاشی با آب مقطر حاصل شد. نتایج نشان داد، تیمار پرایمینگ با آب مقطر و همچنین تیمار پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول‌پاشی با آب مقطر، وزن دانه در سنبله را به ترتیب به میزان ۱۸/۹ و ۱۱/۷درصد نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین تیمار محلول پاشی با آب مقطر و محلول‌پاشی با سلنیوم، وزن دانه در سنبله را به ترتیب به میزان ۲۷/۹ و ۱۱/۷ درصد افزایش داد. پیش تیمار با مقادیر ۱، ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم به تنهایی و کاربرد این تیمارها توام با محلول‌پاشی سلنیوم، وزن دانه در سنبله را به ترتیب به میزان ۶/۳، ۹/۹، ۱۸/۹، ۱۷/۱، ۲۹/۷ و ۹/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۷). با توجه به این نتایج فوق به نظر می‌رسد که با محلول پاشی با آب مقطر و یا پیش تیمار با مقادیر ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول‌پاشی ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم در طول دوره رشد رویشی می توان از طریق کمک به بهبود وضعیت آبی گیاه و و تعدیل اثرات تنش خشکی وزن دانه در سنبله را در شرایط دیم افزایش داد.

شاخص برداشت سنبله می‌تواند بیانگر سهم مصرف انرژی در رشد زایشی گیاه نسبت به کل زیست توده گیاه باشد. اثر تیمارها بر شاخص برداشت سنبله معنی‌دار نبود (جدول ۶) ولی با این وجود تیمارها در گروه‌های مختلف قرار گرفتند. بیشترین شاخص برداشت سنبله مربوط به تیمار شاهد توام با محلول‌پاشی با آب مقطر، پیش تیمار با ۱ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم و تیمار شاهد توام با محلول‌پاشی سلنیوم حاصل شد که شاخص برداشت سنبله را نسبت به تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۳/۳، ۲ و ۱/۹ درصد افزایش دادند (جدول ۷). اثر تیمارها بر عملکرد زیستی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۶). پیش تیمار با آب مقطر توام با محلول پاشی سلنیوم و همچنین پیش تیمار با مقادیر ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم عملکرد زیستی را افزایش داد. بیشترین عملکرد زیستی از تیمارهای پرایمینگ با ۱ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول‌پاشی سلنیوم حاصل شد که عملکرد زیستی را نسبت به شاهد به میزان ۲۳ درصد افزایش داد. با افزایش مقادیر سلنیوم به صورت پیش تیمار میزان عملکرد زیستی نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین پیش تیمار با ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم باعث افزایش عملکرد زیستی نسبت به شاهد شد اما کاربرد ۳ میلی‌گرم در لیتر توام با محلول پاشی با سلنیوم

عملکرد زیستی را نسبت به شاهد کاهش داد. کمترین عملکرد زیستی نیز از تیمار شاهد توام با محلول‌پاشی با آب مقطر بود که نسبت به شاهد اختلاف معنی‌دار نشان نداد (جدول ۷).

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی

Table 6-Analysis of variance (Mean squares) of studied traits

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	طول سنبله Spike lenght	وزن دانه در سنبله Grain wieght/spike	شاخص برداشت سنبله Harvest index of spike	عملکرد زیستی Yield biologycal	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	14.48	0.075	0.020	7.82	5011048.71	78957.75
تیمار Treatment	11	20.69	0.256	0.039*	5.02	1065991.34*	144948.96**
خطا Error	22	17.55	0.317	0.315	4.31	402248.63	32125.10
ضریب تغییرات(درصد) CV (%)	-	4.94	6.23	9.51	2.84	9.98	7.27

ns=غیر معنی دار ، *و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال آماری۵ و ۱ درصد

ns,* and **, non significant, significant at 5% and 1% respectively .

جدول۷-مقایسه میانگین صفات مورد بررسی

Table 7- Mean comparison of studied traits

تیمارها	Treatments	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول سنبله Spike length (cm)	وزن دانه در سنبله Grain wieght/spike (g)	شاخص برداشت سنبله (درصد) Harvest index of spike (%)	عملکرد زیستی Yield biologycal (kg/ha)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)
شاهد	Control	82.82ab	8.69a	1.11bc	72.65ab	5899.2bcd	2317.8b-e
پرایمینگ با آب مقطر	Hidropriming (H)	85.67ab	9.42a	1.32ab	72.95ab	7033.3ab	2576.5ab
محلول پاشی با آب مقطر	C+ spray of distillate water (SDW	83.34ab	9.17a	1.42a	75.05a	5476.7d	2137e
پرایمینگ با آب مقطر+ محلول پاشی با آب مقطر	H+ SDW	83.61ab	9.17a	1.24abc	74.01ab	5986.7bcd	2439.2a-e
محلول پاشی با سلنیوم	C+ Spary of selenium (SS)	82.75ab	8.66a	1.24abc	74.04ab	6193.3a-d	2535.1abc
پرایمینگ با آب مقطر + محلول پاشی سلنیوم	H+ SS	84.50ab	9.08a	1.05c	71.24ab	6739.7abc	2734.2a
پیش تیمار با سلنیت سدیم ۱ میلی گرم در لیتر	Priming with Se 1 m/L (PS1)	84.89ab	8.57a	1.18bc	74.20ab	6983.3ab	2515.1abc
پیش تیمار با سلنیت سدیم ۲ میلی گرم در لیتر	Priming with Se 2 m/L (PS2)	87.94ab	9.19a	1.22abc	72.76ab	6600 a-d	2481.4a-d
پیش تیمار با سلنیت سدیم ۳ میلی گرم در لیتر	Priming with Se 3 m/L(PS3)	81.82b	9.09a	1.32ab	73.46ab	5976.7bcd	2207.7cde
پیش تیمار با سلنیت سدیم ۱ میلی گرم در لیتر + محلول پاشی سلنیوم	PS1 +SS	90.18a	8.8a	1.30ab	73.14ab	7263.3a	2706.8a
پیش تیمار با سلنیت سدیم ۲ میلی گرم در لیتر + محلول پاشی سلنیوم	PS2 +SS	86.92ab	9.50a	1.44a	70.55b	6566.7a-d	2758.9a
پیش تیمار با سلنیت سدیم ۳ میلی گرم در لیتر + محلول پاشی سلنیوم	PS3 +SS	81.41b	9.01a	1.22abc	71.93ab	5523.3dc	2152de

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشد

Means followed by the same letters in each column, are not significantly different according to Duncan's multiple range test.

اثر تیمارها بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۶). با توجه به جدول مقایسه میانگین تیمارها، پیش تیمار با آب مقطر توام با محلول‌پاشی سلنیوم و همچنین پیش تیمار با مقادیر ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول‌پاشی سلنیوم عملکرد دانه را افزایش داد. بیشترین عملکرد دانه از تیمارهای پرایمینگ با ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول‌پاشی سلنیوم حاصل شد. نتایج

نشان داد که پیش تیمار با ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول‌پاشی سلنیوم و همچنین پیش تیمار با آب مقطر توام با محلول‌پاشی سلنیوم، عملکرد دانه را به ترتیب به میزان ۱۶/۷، ۱۹ و ۱۷/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. به نظر می‌رسد علت افزایش عملکرد در تیمارهای سلنیوم، مربوط به کاهش متوسط زمان جوانه زنی، افزایش طول گیاهچه، شاخص طولی بنیه گیاهچه و افزایش محتوی کلروفیل b می‌باشد که از نتایج آزمایش در شرایط آزمایشگاه حاصل شد. افزایش صفات ذکر شده با کاربرد سلنیوم باعث افزایش صفات زراعی از قبیل طول سنبله، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله (۳۴/۸۸) شد و در نتیجه افزایش این صفات، عملکرد افزایش یافت. نتایج تحقیقات نشان می دهد که سلنیوم در غلظت‌های کم می‌تواند اثرات مفیدی بر رشد گیاه داشته باشد (Hajiboland and Amjad, 2007). احتمالاً سلنیوم در شرایط محدودیت رطوبتی در گندم از طریق افزایش محتوی پرولین (Rotruck *et al*., 1973) و تأخیر در کاهش توکوفرول در شرایط آبیاری مطلوب در سیب زمینی (Pennanen et al., 2002) باعث تجمع بیوماس می‌شود. بررسی‌های انجام شده در گندم بهاره در شرایط تنش خشکی بیانگر این است که سلنیوم محتوی آب برگ‌ها را کاهش داد ، ولی مانع کم شدن رشد گیاه در اثر کمبود آب گردید (Kuznetsov *et al*., 2004). بعلاوه سلنیوم از طریق تاثیر حفاظتی در غشاء کلروپلاست و میتوکندری بر روی مزوفیل برگ و سلول‌های انتهای ریشه تاثیر گذار است (Kong *et al*., 2005). ساجدی و همکاران (Sajedi and gholinezhad, 2012) گزارش نمودند که محلول پاشی با سلنیوم عملکرد دانه د ر ارقام مختلف گندم دیم را به میزان ۷/۵ درصد افزایش داد.

نتایج این آزمایش نشان داد، پرایمینگ بذر با مقادیر کم سلنیوم از طریق کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی و افزایش طول گیاهچه، شاخص طولی بنیه گیاهچه و میزان کلروفیل b، باعث استقرار مطلوب گیاهچه در زمان مناسب و افزایش تحمل به شرایط تنش زای رطوبتی می شود. بنابراین به نظر می‌رسد از طریق پیش تیمار بذر توام با محلول‌پاشی سلنیوم شرایط برای فتوسنتز بهتر و در نتیجه افزایش عملکرد فراهم می‌شود. نتایج کلی این آزمایش نشان داد از طریق پیش تیمار بذر با آب مقطر و مقادیر کم سلنیوم توام با محلول‌پاشی سلنیوم، در شرایط دیم، می‌تواند خصوصیات جوانی‌زنی را بهبود به عملکرد مطلوب دست یافت.

سپاسگزاری

از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک که امکان انجام این تحقیق را فراهم نمودند و همچنین از تمامی همکارانی که در اجرای هر چه بهتر این تحقیق ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می شود.

منابع

References

Afzal. I., N. Aslam, F. Mahmood, A. Hameed, S. Irfan and G. Ahmad. 2006. Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming Techniques. Cademo de pesquisa Ser Bio . 16: 19-34.

Afzal, I., S. M. A. Basra, M. Farooq and A. Nawaz. 2006. Alleviation of salinity stress in spring wheat by hormonal spring wheat by hormonal priming with ABA, salicylic acid and ascorbic acid. Int. J. Agric. Biol. 8: 23-28.

Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast oxidase in Beta vulgaris. Plant physiol. 24:1-15.
Arzadún, M. J., J. I. Arroquy, H. E. Laborde, and R. E. Brevedan, 2006. Effect of planting date, clipping height, and cultivar on forage and grain yield of winter wheat in Argentinean Pampas. Agron. J. 98:1274–1279.
Basra, S. M. A., I. A. Pannu, and I. Afzal. 2003. Evaluation of seed vigor of hydro and matriprimed wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. Int. J. Agric. Biol. 5: 121-123.
Bailly, C., A. Benamar, F. Corbinean, and D. Come. 2000. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) Seeds as affected by priming. Seed Sci. Res. 10: 35-42.
Braccini, A. L. E., M. S. Reis, M. A. Moreira, C. S. Sediyama and C. A. Scapim. 2000. Biochemical changes associated to soybean seeds osmoconditioning during storage. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 35: 433-447.
Chen, C. C. and J. M. Sung. 2001. Priming bitter gourd seeds with selenium solution enhanced germinability and antioxidative responses under sub-optimal temperature. Physiologia Plantarum. 111:9-16.
Djanaguiraman, M., D. D. Devi, A. K. Shanker, A. Sheeba, and U. Bangarusamy. 2005. Selenium - an antioxidative protectant in soybean during senescence. Plant and Soil. 272: 77- 86.
Hajiboland, R., and L. Amjad. 2007. Does antioxidant capacity of leaves play a role in growth response to selenium at different sulfur nutritional status? Plant Soil Environ. 53:207–215 .
Hartikainen, H., P. Ekholm, V. Piironen, T. Xue, T. Koivu, and M. Yli-Halla. 1997. Quality of the ryegrass and lettuce yields as affected by selenium fertilization. Agric. Food Sci. Finland. 6:381- 387.
Hartikainen H, T. Xue, and V. Piironen. 2000. Selenium as an anti-oxidant and pro-oxidant in ryegrass. Plant and Soil. 225: 193- 200.
Harris, D., B. S. Raghuwanshi, 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.
Hosinikhah, F. S., S. Parsa, R. Tavakol Afshari and A. R. Esmaieli. 2013. Effect vitamin c and vitamin E on seed detrioration prosses of two cultivar seasam. Iranian J. Seed Sci. Technol. 2: 83-100.
Ellis, R.H., and E.H. Roberts. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seed. Seed Sci. Technol. 9: 373-409.
Eisvand, H.R., and M.A. Alizadeh. 2002. Evaluation some physiological quality characters (percentage of germination, speed of germination, and vigor index) of Dracocephalum moldavica L. by accelerated aging test. Iranian Rangelands and Forest Plant Breed. and Gen. Res. 11: 249-256.
Judi, M. and F. Sharifzadeh. 2006. Effect of Hydropriming on cultivars barley. Biaban magazine.11: 99-109.
Kaur, S., A. K. Gupta, and N. Kaur, 2003. Priming of chickpea seeds with water and mannitol overcomes the effect of salt stress on seedling growth. Int. *Chickpea* and *Pigeonpea* Newsl. 10: 18-20.
Kong, L., M. Wang, and D. Bi, 2005. Selenium modulates the activities of antioxidant enzymes, osmotic homeostasis and promotes the growth of sorrel seedlings under salt stress. Plant Growth Regulation. 45: 155 163 .
Kuznetsov, V., V. P. Kidin, and V. Vladimir. 2004. Protective effect of selenium on wheat plant under drought stress. Am. Soc. Plant Biol. 24-28 July. Lake Buena Vista, FL USA .
Pennanen, A., T. Xue, and H. Hartikainen. 2002. Protective role of selenium in plant subjected to severe UV irradiation stress. J. Appl. Bot. 76: 66- 76.
Prins, 2011
Maguire, J. D. 1962. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Sci. 2:176-177.
McDonald, M.B. 2000. Seed priming. In: M. Black and J. D. Bewley (eds.) Seed Technology and its Biological Basis, pp. 287-325. CRC Press, FL, USA.
Mehra, V., J. Tripathi and A.A. Powell. 2003. Aerated hydration treatment improves the response of brassica juncea and Brassica campestris seeds to stress during germination. Seed Sci. Technol. 31: 57-70.
Murungu, F. S., C. Chiduza, P. Nyamugafat, L.J. Clark, W.R., Whalley, and W.E. Finch-Savage. 2004. Effects of 'on-farm seed priming' on consecutive daily sowing occasions on the emergence and growth of maize in semi-arid Zimbabwe. Field Crops Res. 89: 49-57.
Navaz, F., M.Y. Ashraf, R. Ahmad, and E. A. Waraich. 2013. Selenium (Se) Seed priming induced growth and biochemical changes in wheat under water deficit conditions. Biol.Trace Element. Res. 151: 284-293.
Sajedi, N. A., and E, gholinezhad. 2012. Response of yield and yield components of rainfed wheat cultivars to salicylic acid and selenium. Iranian J. Field Crops Res. 10: 614-621.

Sharifzadeh, F., H. Heidari Zolleh, H. Mohamadi and M. Janmohamadi. 2006. Study of Osmotic Priming Effects on Wheat (*Triticum aestivum*) germination in different temperatures and local seed Masses. J. Agron. 5: 647-657.

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.

Preedy ., V. et al. 2011. Nuts and seeds in health and disease prevention. Academic Press. pp. 960–967.

Rabieian, A., M. Jiriaie and A. Aynaband. 2014. Effects of selenium in decreasing effects of salinity negative and seed low storage in germination of Rice. Environ. stress crop Sci. 7:53-63.

Ramos, S. J., V. Faquin, L. R. G. Guilherme, E. M. Castro, F.W. Avila, G. S. Carvalho , C.E.A. Bastos, C. Oliveira. 2010. Selenium biofortification and antioxidant activity in lettuce plants fed with selenate and selenite. Plant Soil Environ. 56: 584-588.

Rotruck, J.T., A. L. Pope, H. E. Ganther and W. G. Hoekstra.1973. Selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase. Science. 179: 588-590.

Rudrapal, D. and R.N. Basu. 2004. The role of initial seed vigour status in the expression effect of wet and dry seed treatment in french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seed Sci. Technol. 32: 205-212.

Timothy, P. 2001. Glutation-related enzymes and selenium status: implications for oxidative stress-Biochem, Pharm. 62: 237-281.

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.

Yao, X. Q., J. Z. Chu and G.Y. Wang.. 2009. Effects of selenium on Wheat seedlings under Drought Stress. Biol.Trace Elem. Res. 130: 283–290.

Yao, X., J. Chu, X. He, and C. Ba. 2011. Protective Role of selenium in Wheat seedlings Subjected to Enhanced UVB Radiation. Russian. J. Plant Physiol. 58: 283–289.