نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۴، ص. ۲۱۰-۲۰۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 1, Spring. 2015, p. 203-210

تاثیر هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با مقادیر مختلف سلنیوم توام با محلول پاشی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم

نورعلی ساجدی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۰

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تیمار های مختلف پرایمینگ بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم، آزمایشی در سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اراک اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد، پرایمینگ با آب مقطر، پرایمینگ با مقادیر ۱، ۲ و ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم به تنهایی و توام با محلول پاشی با آب مقطر و سلنیوم بودند. نتایج نشان داد که تیمار های پرایمینگ با آب مقطر، پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی آب مقطر، پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی سلنیوم، پرایمینگ با ۱، ۲ و۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم به تنهایی و پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم، درصد ظهور گیاهچه را نسبت به تیمار بدون پرایمینگ به ترتیب به میزان ۳۳/۶، ۱۷/۷، ۳۵، ۴۰/۲، ۴۶، ۴۴/۶، ۴۷/۴ و ۴۱/۵ درصد افزایش دادند. بیشترین تعداد دانه در سنبله از پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم حاصل شد. محلول پاشی با آب مقطر و پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم، وزن هزار دانه را نسبت به شاهد به میزان ۱۶/۸ و۹/۴ درصد افزایش دادند. پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم و همچنین پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی سلنیوم و پرایمینگ با آب مقطر به تنهایی عملکرد دانه را به ترتیب به میزان ۱۶/۷، ۱۹ ، ۱۷/۹ و ۱۱ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. بیشترین عملکرد دانه معادل ۲۷۵۸/۹ کیلوگرم در هکتار از تیمار پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم حاصل شد.

واژه های کلیدی: آذر ۲، بهبود کارایی بذر، درصد ظهور گیاهچه، سلنیت سدیم

مقدمه

گندم[2] یکی از مهمترین محصولات زراعی در دنیا محسوب می شود. رشد گندم در شرایط دیم به شدت تحت تاثیر تنش خشکی قرار می گیرد. خشکی یک تنش چند بعدی است که باعث تغییرات مختلف فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان می‌شود (۱۴). پرایمینگ تکنیکی برای افزایش جوانه زنی بذر و استقرار گیاهچه در محدوده وسیعی از شرایط محیطی و بهبود رشد و بنیه گیاهچه می باشد و از این طریق می توان شرایط مطلوبتری برای گیاه در استفاده از رطوبت خاک، عناصر غذایی و نور خورشید فراهم نمود. در اثر پرایمینگ گیاه می تواند قبل از وقوع شرایط تنش زا به اندازه کافی رشد نموده و تا حدودی اثرات تنش را تعدیل نماید (۲۸). پرایمینگ شود که شامل جذب آب به منظور شروع فعالیت های اولیه جوانه زنی تا قبل از خروج ریشه چه و سپس خشک کردن بذر می باشد (۸). درنواحی نیمه خشک هدف از پرایمینگ بهبود فعالیت بذر، افزایش درصد جوانه زنی، کاهش متوسط زمان جوانه زنی (۲۱)، کاهش متوسط زمان ظهور، افزایش درصد ظهور در مزرعه، استقرار مناسب و بهبود رشد و بنیه گیاهچه، گلدهی و رسیدگی زودتر، تحمل بیشتر به خشکی و عملکرد بیشتر گیاه در طیف وسیعی از شرایط نامناسب می‌باشد (۱۰).

سلنیوم عنصری است که برای انسان و حیوانات ضروری می باشد اما ضرورت آن برای گیاهان آلی هنوز به اثبات نرسیده است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که سلنیوم نه تنها باعث تحریک رشد و نمو گیاهان می‌شود، بلکه تحمل و ظرفیت آنتی‌اکسیدی در برابر تنش‌های مختلف را افزایش می‌دهد (۷). سلنیوم برای برخی از گیاهان مفید می باشد و می تواند تحمل گیاهان و ظرفیت آنتی اکسیدانی گیاهان در معرض تنش های محیطی را افزایش دهد (۳۳). سلنیوم به عنوان یک ضد اکسیدان عمل می‌کند و در غلظت‌های ۰/۱

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران
Email: N-Sajedi@iau-arak.ac.ir
2- *Triticum aestivum*

و ۱ میلی گرم بر کیلوگرم از پراکسیداسیون چربی‌ها در ریگراس[1] جلوگیری می‌کند (۱۲). در مرحله پیری گیاهان، افزایش سلنیوم ظرفیت آنتی اکسیدانی را از طریق جلوگیری از کاهش غلظت توکوفرول و افزایش فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز افزایش می‌دهد (۳۰). اسریواستاوا و همکاران (۲۷) مشاهده کردند که سلنیوم به عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند و از طریق افزایش سطح تیول‌ها و گلوتاتیون (افزایش ۲۴ درصد) از پراکسیداسیون لیپیدها (کاهش ۲۶ تا ۴۲ درصد) جلوگیری می‌کند. به علاوه سلنیوم باعث تجمع زیست توده در گندم در شرایط آبیاری مطلوب می‌شود. در شرایط محدودیت رطوبتی افزایش سلنیوم باعث افزایش محتوی پرولین می‌شود (۳۱) و شاخص خوبی برای تنش آبی شناخته شده است (۱۵). بررسی‌های انجام شده در گندم بهاره تحت تنش خشکی نشان داد که سلنیوم مانع کم شدن رشد گیاهان در اثر کمبود آب گردید (۱۸). سلنیوم در شرایط کمبود آب تحمل گیاهان را از طریق کاهش تعرق، یا کاهش پتانسیل اسمزی بهبود می‌بخشد. در شرایط محدودیت رطوبتی با مصرف ۳ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم از منبع سلنات سدیم در گیاهچه‌های شبدر شیرین زرد، مقدار پتانسیل آب برگ، نسبت تعرق و هدایت روزنه‌ای را کاهش و باعث محدودیت سرعت جریان محلول آب در سیستم آوندی شد (۱۷). کاشین و شوبینا (۱۶) گزارش کردند، مصرف سلنیوم در شرایط آبیاری کامل بر پتانسیل آب برگ تأثیری نداشت، اما با اضافه کردن سلنیوم در شرایط محدودیت آبیاری باعث افت پتانسیل آب برگ معادل ۲/۵۲- مگاپاسکال گردید. در مطالعه‌ای با اضافه کردن سلنیوم بر روی سیب زمینی، هدایت روزنه‌ای کاهش یافت (۱۱). در گندم بهاره در شرایط تنش خشکی، سلنیوم وضعیت آب گیاه را تنظیم نمود که آن را به اثرات حفاظتی سلنیوم در افزایش ظرفیت جذب آب از طریق سیستم ریشه نسبت داده اند (۱۸). تدینا و همکاران (۲۹) مشاهده نمودند که در شرایط تنش کمبود آب، هدایت روزنه‌ای در گندم سیاه[2] به طور معنی‌داری کاهش یافت، در حالی که در گیاهانی که در شرایط تنش کمبود آب با سلنیوم تیمار شدند، هدایت روزنه‌ای به طور معنی‌داری افزایش یافت. در گیاهان تحت تنش کمبود آب که با سلنیوم تیمار شدند، کارایی فتوشیمیایی فتوسیستمII به طور معنی‌داری افزایش یافت که احتمالا به علت بهبود مدیریت آب گیاه در طی دوره تیمار با سلنیوم بود. همچنین اثر متقابل معنی‌داری بین تنش کمبود آب و سلنیوم بر پتانسیل تنفسی مشاهده شد. ساجدی و همکاران (۳) گزارش نمودند که محلول پاشی با سلنیوم در مراحل مختلف رشد نسبت به عدم محلول پاشی با سلنیوم، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت را افزایش داد. آنها گزارش نمودند که سلنیوم از طریق تاثیر بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان باعث تعدیل اثرات تنش خشکی در مراحل رویشی و زایشی ذرت شد. از آنجایی که کاهش نزولات جوی در سال های اخیر یکی از مشکلات اساسی در توسعه کشت دیم است، بنابراین هدف از این آزمایش نیز بررسی تاثیر پرایمینگ با آب مقطر و مقادیر مختلف سلنیوم به صورت محلول پاشی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط دیم بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر پرایمینگ با آب مقطر و مقادیر مختلف سلنیوم به صورت محلول پاشی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم رقم آذر ۲، آزمایشی به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی در شرایط مزرعه با ۱۲ تیمار در سه تکرار در سال ۱۳۹۳در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک واقع درطول جغرافیایی۴۰ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و۳۰ دقیقه شمالی و با ۱۷۷۹ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. خصوصیات اقلیمی منطقه کشت در جدول ۱ ارایه شده است.

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 + 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 محلول های مختلف سلنیوم خیسانده شدند و سپس در سایه خشک گردیدند. سلنیوم مورد استفاده از منبع سلنیت سدیم بود. 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 زیر می باشد

میزان بذر مصرفی بر اساس ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. ۵۰ کیلو گرم کود نیتروژن و ۹۰ کیلو گرم کود فسفر در هکتار به ترتیب از منابع اوره و سوپر فسفات تریپل بر اساس آزمون خاک در هنگام کاشت و ۵۰ کیلو گرم کود نیتروژن در دو مرحله به صورت سرک در مرحله پنجه زنی و اواخر ساقه دهی مورد استفاده قرار گرفت. کشت در تاریخ ۱۳۹۲/۷/۲۴ انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به فاصله ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. طول خطوط کاشت شش متر و بین دو کرت یک متر به صورت نکاشت باقی ماند. تیمار های محلول پاشی در مرحله متورم شدن غلاف (ZGS 43 = Zadoks growth stages) انجام شد.

1- *Lolium perenne*
2- *Fagopyrum esculentum*

جدول ۱- خصوصیات اقلیمی منطقه کشت در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹

ماههای سال	میانگین درجه حرارت (cm)	بارندگی (mm)	تبخیر (mm)	مجمع ساعات آفتابی
مهر ۹۲	۱۷/۹	۰	۲۰۳/۱	۳۰۸/۶
آبان ۹۲	۹/۱	۴۷/۵	۶۰/۱	۱۵۰/۳
آذر۹۲	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

جدول۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق نمونه برداری	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	اسیدیته گل اشباع	رطوبت اشباع (٪)	فسفر قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	ازت کل (%)	کربن آلی (%)	رس (%)	لای (%)	شن (%)	سلنیوم قابل جذب (ppb)
۰-۳۰	۱/۸۵	۷/۸	۲۱/۸۷	۱۲/۸	۴۲۶/۶	۰/۲	۲/۰۲	۱۹/۵	۱۸	۶۲/۵	ND

برای محاسبه درصد ظهور گیاهچه ها در تاریخ ۱۳۹۲/۹/۷ از کادری با ابعاد ۱ ×۱ متر در هر کرت آزمایشی استفاده و گیاهچه های سبز شده مورد شمارش قرار گرفت. در زمان رسیدگی تکنولوژیکی، 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 سه خط حاشیه و نیم متر از دو انتهای هر کرت انجام گرفت. برای تجزیه داده ها از نرم افزارSAS استفاده شد، برای مقایسه میانگین تیمار ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارها بر درصد ظهور گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمار ها نشان داد که، کلیه تیمارها در مقایسه با شاهد باعث افزایش درصد ظهور گیاهچه شدند. تیمار های پرایمینگ با آب مقطر، پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی آب مقطر، پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی سلنیوم، پرایمینگ با ۱، ۲ و۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم به تنهایی و پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم، درصد ظهور گیاهچه را نسبت به تیمار بدون پرایمینگ به ترتیب به میزان ۳۳/۶، ۱۷/۷، ۳۵، ۴۰/۲، ۴۶، ۴۴/۶، ۴۷/۴ و ۴۱/۵ درصد افزایش دادند (جدول ۴). فاروق و همکاران (۹) نیز تاثیر مثبت پرایمینگ بر بهبود خصوصیات سبز شدن و استقرار گیاهچه گندم را گزارش کردند. مارونگو و همکاران (۲۰) گزارش نمودند که با افزایش شدت خشکی، درصد ظهور و رشد گیاهچه ذرت[1] و پنبه[2] کاهش یافت اما در شرایط تنش خشکی پرایمینگ باعث افزایش درصد ظهور و رشد گیاهچه نسبت به بذر های شاهد شد. ستار و همکاران (۲۵) گزارش نمودند که پرایمینگ بذر یک تکنیک مفید، کم هزینه و با مخاطره پایین است که منجر به بهبود استقرار گیاهچه در محدوده شرایط محیطی مختلف می شود. محمدی (۱۹) گزارش نمود که پرایمینگ بذر بر جوانه زنی و رشد اولیه در ظهور گیاهچه تاثیر می‌گذارد و روشی موثر برای افزایش درصدجوانه زنی، سرعت جوانه زنی در سویا محسوب می شود. چن و سونگ (۶) در آزمایشی گزارش نمودند که بیشترین تاثیر بر درصد ظهور گیاهچه مربوط به تیمار های پرایمینگ با سلنیوم بود. به نظر می رسد که آب مقطر از طریق بهبود فرایندهای متابولیکی مربوط به جوانه زنی و سلنیوم از طریق تاثیر بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان می تواند بر فرایند فیزیولوژیکی جوانه زنی تاثیر گذارد و از طریق تاثیر بر سرعت جوانه زنی، باعث بهبود استقرار گیاهچه ها شوند. اثرات مثبت سلنیوم در جوانه زنی به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گلوتاتیون پراکسیداز و فعال شدن

1- *Zea mays*
2- *Gossypium hirsutum*

سیکل گلوتاتیون اسکوربات مربوط می‌شود.

اثر تیمار ها بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله معادل ۳۴/۸۸ از پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم حاصل شد. پرایمینگ با آب مقطر، محلول پاشی با آب مقطر، پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم به تنهایی و پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم، تعداد دانه در سنبله را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان۱۱، ۱۰، ۹/۸، ۹/۸ ۷/۴ و۱۸/۲ درصد افزایش دادند (جدول ۴). نتایج بیانگر این موضوع است که بیشترین تعداد دانه در سنبله به ترتیب از پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم، پرایمینگ با آب مقطر و محلول پاشی با آب مقطر حاصل شد (جدول ۴). نتایج فوق نشان می دهد که روش های مختلف پرایمینگ و محلول پاشی با آب مقطر و مقادیر مختلف سلنیوم احتمالا از طریق افزایش سرعت و متوسط زمان جوانه زنی و در نتیجه افزایش قدرت استقرار گیاهچه و تحمل به شرایط نامساعد در شرایط دیم و همچنین از طریق تامین بخشی از رطوبت مورد نیاز گیاه بواسطه محلول پاشی با آب و تعدیل اثرات تنش ناشی از خشکی توسط سلنیوم، گیاه از شرایط نسبتا" مطلوبی نسبت به تیمار شاهد برخوردار می باشد و در نتیجه تعداد مخازن زایشی در گیاه افزایش می یابد. نتایج نشان می دهد که تیمار های پرایمینگ با آب مقطر و مقادیر مختلف سلنیوم از درصد ظهور گیاهچه های بالایی نسبت به شاهد برخوردار بودند که اثر مثبت این تیمار ها در افزایش تعداد دانه در سنبله نمایان شد. ساجدی و قلی نژاد (۲) گزارش نمودند که محلول پاشی با ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم از منبع سلنیت سدیم، تعداد سنبله بارور را ۷/۳ و عملکرد دانه را ۷/۵ درصد نسبت به عدم مصرف سلنیوم در ارقام گندم دیم افزایش داد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

اثر تیمار ها بر تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبلچه معنی دار نبود (جدول ۳) ولی تیمار ها در گروه های مختلف قرار گرفتند (جدول ۴). بر اساس مقایسه میانگین تیمار ها، بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله معادل ۱۳/۸۰ و۱۳/۷۷ به ترتیب از تیمارهای ۲ و۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم حاصل شد که با سایر تیمار ها به استثنای پرایمینگ با ۱ میلی گرم در لیتر سلنیوم تفاوت معنی دار نشان ندادند. تیمار پرایمینگ با آب مقطر، پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی با آب مقطر و پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی سلنیوم، پرایمینگ با ۲ و ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم به تنهایی و همچنین پرایمینگ با ۱، ۲ و ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم، تعداد سنبلچه در سنبله را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۲/۲، ۲/۹ ، ۳/۵ ، ۳/۲، ۴/۲، ۲/۴، ۸/۱ و ۸/۲ درصد افزایش دادند (جدول ۴).

نتایج نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبلچه معادل ۲/۵۳ و۲/۵۱ به ترتیب از تیمار های ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم و تیمار پرایمینگ با آب مقطر حاصل شد. محلول پاشی با آب مقطر به تنهایی، پرایمینگ توام با محلول پاشی با آب مقطر، محلول پاشی سلنیوم به تنهایی، پرایمینگ با مقادیر ۱، ۲ و ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم به تنهایی و همچنین پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی گرم در لیتر توام با محلول پاشی سلنیوم، تعداد دانه در سنبلچه را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان۳/۴، ۳/۸، ۴/۳، ۵، ۶، ۵/۲، ۵/۲ و ۹/۵ درصد افزایش داد. پرایمینگ با ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم، تاثیری بر تعداد دانه در سنبلچه نداشت (جدول ۴). این نتایج بیانگر اهمیت پرایمینگ و محلول پاشی آب مقطر و سلنیوم نسبت به عدم استفاده از این تیمار ها در تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبلچه می باشد. به نظر می رسد که بهبود وضعیت رطوبتی گیاه به تنهایی یا توام با سلنیوم در مراحل زایشی می تواند نقش مهمی در تلقیح و باروری واحد های زایشی و افزایش تعداد مخازن زایشی و تعدیل اثرات تنش خشکی در شرایط دیم در گیاه ایفا نماید. نتایج گزارش شده بوسیله هارتیکاینین و همکاران (۱۲) این واقعیت را تایید می کند که عکس العمل سلنیوم در گیاهان وابسته به غلظت سلنیوم می باشد. در مقادیر کمتر رشد گیاهچه های چاودار تحریک شد، در صورتی که در مقادیر بالاتر سلنیوم به عنوان پراکسید کننده عمل کرد و عملکرد را کاهش داد و باعث عدم تعادل متابولیکی گیاه شد. هاوریلاک- نوواک (۱۳) گزارش نمود که اختلال در تعادل رشد و کاهش بیوماس گیاهان در غلظت های بالای سلنیوم در محلول غذایی ممکن است ناشی از اختلال در تعادل مواد معدنی بویژه تجمع مقادیر زیاد فسفر در اندام های هوایی ذرت باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) صفات اندازه گیری شده

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد ظهور گیاهچه	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبلچه	وزن هزار دانه	شاخص برداشت کل	عملکرد دانه
تکرار	۲	۸/۲۹	۰/۳۶	۰/۱۵۵	۰/۰۶۷	۷/۱۶	۵۷/۶۸	۷۸۹۵۷/۷۵
تیمار	۱۱	۱۹۲/۲۶**	۶/۹۶**	۰/۵۵۴ns	۰/۰۱۹ns	۱۵/۵۰*	۱۲/۹۳ ns	۱۴۴۹۴۸/۹۶**
خطاء	۲۲	۱۵/۰۳	۱/۹۹	۰/۴۳	۰/۰۱۵	۶/۵۸	۱۰/۰۸	۳۲۱۲۵/۱۰
ضریب تغییرات	-	۶/۶۷	۴/۴۵	۴/۹۹	۵/۲۵	۶/۴۵	۸/۱۶	۷/۲۷

ns ، * و **- به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

اثر تیمار ها بر وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین تیمارها، بیشترین وزن هزار دانه معادل ۴۴/۲۸ گرم از محلول پاشی با آب مقطر حاصل شد. پرایمینگ با آب مقطر یا محلول پاشی با آب مقطر به تنهایی و پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی با آب مقطر، وزن هزار دانه را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۶/۶، ۱۶/۸و ۴ درصد افزایش دادند. محلول پاشی با سلنیوم به تنهایی وزن هزار دانه را نسبت به تیمار شاهد به میزان ۶/۹ درصد افزایش داد. نتایج فوق نشان داد که محلول پاشی به تنهایی با آب مقطر یا سلنیوم می تواند از طریق تامین بخشی از رطوبت مورد نیاز یا حفظ رطوبت داخل گیاه در طول دوره رشد گیاه باعث بهبود رشد و در نتیجه بهبود فتوسنتز و در نتیجه انتقال مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه شود و در نتیجه وزن دانه که یکی از اجزای بسیار مهم در شرایط دیم می باشد را افزایش دهد. پرایمینگ با ۱، ۲ و ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم به تنهایی و پرایمینگ با ۱، ۲ و۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم، وزن هزار دانه را نسبت به شاهد افزایش داد. پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم، وزن هزار دانه را نسبت به شاهد به میزان ۹/۴ درصد افزایش داد (جدول ۴).

پنانن و همکاران (۲۲) مشاهده نمودند که سلنیوم باعث تجمع نشاسته در کلروپلاست برگ‌های جوان می‌شود. دادنیا (۱) گزارش نمود که در آفتابگردان به واسطه بروز تنش خشکی میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، عملکرد دانه و وزن هزار دانه افزایش ولی تعداد دانه در طبق کاهش یافت. سرگین و همکاران (۲۶) گزارش نمودند که کاربرد سلنیوم به میزان ۵ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم بذر قبل از کاشت در خاک در شرایط کمبود آب، عملکرد دانه گندم بهاره رقم ایولگا را ۱۷درصد و وزن هزار دانه را ۱۳درصد نسبت به شاهد افزایش داد. در صورتی که رقم گندم موسکووسکایا –۳۵ واکنش منفی به تیمار بذر با سلنیوم نشان داد.

اثر تیمار ها بر شاخص برداشت معنی دار نشد و بین تیمار ها به استثنای پرایمینگ با ۱ میلی گرم در لیتر سلنیوم اختلاف معنی دار مشاهده نشد (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت دانه معادل ۴۲/۴۲ درصد از تیمار پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم حاصل شد. نتایج نشان داد که پرایمینگ توام با محلول پاشی با آب مقطر یا سلنیوم باعث افزایش شاخص برداشت دانه نسبت به شاهد شد (جدول ۴).

جدول ٤- اثر تیمار های آزمایشی بر صفات مورد اندازه گیری شده

تیمار	درصد ظهور گیاهچه	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبلچه	وزن هزار دانه(gr)	شاخص برداشت (٪)	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)
شاهد (بدون پرایمینگ)	۴۵/۴۶c	۲۹/۵۰dc	۱۲/۷۵ab	۲/۳۱ab	۳۷/۸۹bc	۳۹/۳۰ab	۲۳۱۷/۸b-e
پرایمینگ با آب مقطر	۶۰/۷۴a	۳۲/۷۷ab	۱۳/۰۴ab	۲/۵۱a	۴۰/۴۱ab	۳۶/۱۸ab	۲۵۷۶/۵ ab
محلول پاشی با آب مقطر	۵۰/۰۹bc	۳۲/۴۵abc	۱۳/۴۹ab	۲/۳۹ab	۴۴/۲۸a	۳۹/۳۳ab	۲۱۳۷/۰e
پرایمینگ با آب مقطر+ محلول پاشی با آب مقطر	۵۳/۵۵b	۳۱/۵۰bcd	۱۳/۱۳ab	۲/۴۰ab	۳۹/۴۶abc	۴۰/۸۳ab	۲۴۳۹/۲a-e
محلول پاشی با سلنیوم	۴۷/۹۷bc	۳۰/۷۰bcd	۱۲/۷۱ab	۲/۴۱ab	۴۰/۵۳ab	۴۰/۷۹ab	۲۵۳۵/۱abc
پرایمینگ با آب مقطر + محلول پاشی سلنیوم	۶۱/۴۶a	۲۶/۷۹dc	۱۳/۲۰ab	۲/۲۵b	۳۵/۲۸c	۴۰/۷۷ab	۲۷۳۴/۲a
پرایمینگ با ۱ میلی گرم در لیتر سلنیوم	۶۳/۷۷a	۲۹/۹۵dc	۱۲/۳۰b	۲/۴۲ab	۳۹/۵۴abc	۳۵/۹۰b	۲۵۱۵/۱abc
پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم	۶۶/۴۶a	۳۲/۴۲abc	۱۳/۱۷ab	۲/۴۵ab	۳۷/۹۷bc	۳۷/۶۴ab	۲۴۸۱/۴a-d
پرایمینگ با ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم	۶۵/۸۹a	۳۲/۴۰abc	۱۳/۲۹ab	۲/۴۳ab	۴۱/۰۸ab	۳۷/۱۵ab	۲۲۰۷/۷cde
پرایمینگ با ۱ میلی گرم در لیتر سلنیوم + محلول پاشی سلنیوم	۶۷/۰۴a	۳۱/۸۶bcd	۱۳/۰۶ab	۲/۴۳ab	۴۱/۰۷ab	۳۷/۲۱ab	۲۷۰۶/۸a
پرایمینگ با ۲میلی گرم در لیتر سلنیوم + محلول پاشی سلنیوم	۶۴/۳۵a	۳۴/۸۸a	۱۳/۷۷a	۲/۵۳a	۴۱/۴۸ab	۴۲/۴۲a	۲۷۵۸/۹a
پرایمینگ با ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم + محلول پاشی سلنیوم	۵۰/۴۸bc	۳۲/۰۴bcd	۱۳/۸۰a	۲/۳۱ab	۳۸/۳۴bc	۳۸/۹۶ab	۲۱۵۲/۰de

در هر ستون در صفات مختلف میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

اثر تیمارها بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین تیمارها، پرایمینگ با آب مقطر، پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی با آب مقطر و محلول پاشی با سلنیوم، عملکرد دانه را به ترتیب نسبت به شاهد به میزان ۱۱، ۵ و ۹/۳ درصد افزایش داد. پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی سلنیوم و همچنین پرایمینگ با مقادیر ۱ و ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم عملکرد دانه را بطور معنی دار افزایش داد. بیشترین عملکرد دانه از تیمار های پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم حاصل شد که با تیمارهای پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی سلنیوم و پرایمینگ با ۱ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم اختلاف معنی دار نشان ندادند. نتایج نشان داد که پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم و همچنین پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی سلنیوم، عملکرد دانه را به ترتیب به میزان ۱۶/۷، ۱۹ و ۱۷/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. با توجه به نتایج بیشترین عملکرد دانه از تیمار های پرایمینگ با آب مقطر توام با محلول پاشی سلنیوم، پرایمینگ با ۱ و۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم حاصل شد. علت افزایش عملکرد در این تیمار مربوط به افزایش صفات درصد ظهور گیاهچه و برخی از اجزای عملکرد می باشد. نتایج نشان داد که پرایمینگ با آب مقطر یا سلنیوم توام با محلول پاشی سلنیوم، عملکرد دانه را از طریق افزایش اجزای عملکرد افزایش داد (جدول ۴).

راجپار و همکاران (۲۳) اثر تیمار های مختلف را در ۵ رقم گندم بررسی کردند و اظهار داشتند که پرایمینگ با آب بطور معنی داری باعث افزایش عملکرد دانه شد. آنزیم هایی مانند آمیلاز، پروتئاز و لیپاز نقش عمده ای در رشد و توسعه اولیه جنین دارند، افزایش در فعالیت این آنزیم ها باعث رشد سریع و استقرار بهتر گیاهچه می شود که در نتیجه منجر به افزایش عملکرد می گردد (۲۴). علایی طباطبایی و همکاران (۴) گزارش نمودند که پرایمینگ بطور معنی داری موجب بهبود استقرار گیاهچه شد. هیدروپرایمینگ بالاترین درصد سبز شدن و عملکرد دانه را را نشان داد. گزارش شده است که محلول پاشی با سلنیوم خصوصیات رشدی را در سیب زمینی نسبت به شاهد افزایش داد. بیشترین مقادیر پارامتر های رشدی از محلول پاشی با ۲۰ گرم در هکتار سلنیوم حاصل شد. آنها افزایش عملکرد غده در سیب زمینی ناشی از محلول پاشی با سلنیوم را اینطور گزارش نمودند که سلنیوم ممکن است انتقال مواد فتوسنتزی برای رشد غده ها را بهبود بخشیده و غده ها به عنوان یک مخزن قوی برای سلنیوم و کربوهیدرات ها عمل نماید. اثر مثبت سلنیوم روی عملکرد غده سیب زمینی می تواند مربوط به اثر آنتی اکسیدانی سلنیوم در تاخیر پیری دانست (۳۲). آلدا و همکاران (۵) گزارش نمودند که بیوماس گندم زمستانه و جو[1] همبستگی مثبت و غیر معنی داری با غلظت های ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر سلنیوم نشان داد. همبستگی مثبت و معنی داری بین مصرف سلنات سدیم و بیوماس گیاهچه های یولاف در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت.

کاشین و شوبینا (۱۶) گزارش نمودند که پیش تیمار بذر گندم بهاره با مقادیر ۲۵ و ۵۰ میلی گرم درلیتر سلنیت سدیم اثرات مثبتی بر فرایند های رشد، فعالیت فتوسنتزی و تولید داشت. آنها ثابت کردند که سلنیوم در مقادیر مطلوب یک عنصر مفید در فعالیت فتوسنتزی می باشد. سلنیوم مقادیر دانه و کاه را در گندم به علت افزایش پروتئین خام و مقدار فسفر افزایش داد. بعلاوه غلظت سلنیوم در دانه ۸-۱۲ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت. نتایج نشان داد که پیش تیمار بذر با ۲۵ و ۵۰ میلی گرم 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. افزایش عملکرد عمدتا مربوط به افزایش وزن ساقه، تعداد دانه و وزن دانه در سنبله بود.

نتیجه گیری کلی

به طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد که پرایمینگ با آب مقطر به تنهایی یا توام با محلول پاشی و پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم به تنهایی یا توام با محلول پاشی از طریق بهبود صفت درصد ظهور گیاهچه، اکثر صفات وابسته به عملکرد را افزایش داد. تیمار پرایمینگ با آب مقطر یا پرایمینگ با ۲ میلی گرم در لیتر سلنیوم توام با محلول پاشی ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم از طریق تعدیل اثرات ناشی از تنش خشکی باعث بهبود خصوصیات جوانه زنی و خصوصیات رشدی به ترتیب در زمان کاشت و در طول دوره رشد شد و در نتیجه شرایط مطلوبتری برای بهبود اجزای عملکرد و در نتیجه افزایش عملکرد فراهم گردید.

سپاسگزاری

از بخش 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.

1- *Hordeum vulgare*

منابع

۱- دادنیا، م. ۱۳۸۳. بررسی اثر کمبود آب بر روی خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و زراعی ارقام آفتابگردان روغنی. رساله دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز. ۱۴۹ صفحه.

۲- ساجدی، ن. و ا. قلی نژاد. ۱۳۹۱. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم دیم به سلنیوم و اسید سالیسلیک. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. ۳: ۶۲۱-۶۱۴.

۳- ساجدی، ن.، م. اردکانی، ا. نادری، ح. مدنی و م. مشهدی اکبر بوجار. ۱۳۸۸. تاثیر تنش کمبود آب و کاربرد عناصر غذایی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب در ذرت، نشریه پژوهشهای زراعی ایران. ۲: ۵۰۳-۴۹۳.

۴- 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.

5- 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. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology, 15(4): 8- 12.

6- 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.

7- Djanaguiraman, M., D. Durga, K. Shanker, A. A. Sheeba, and U. Bangarusamy. 2005. Selenium – an anti oxidative protectant in Soybean during senescence, Plant and Soil, 272: 77–86.

8- Farooq, M., S. M. A., Basra, I., Afzal and A. Khaliq. 2006. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Science and Technology 34: 507-512.

9- Farooq, M., S. M. A. Basra, H. Rehman and B. A. Saleem. 2007. Seed priming enhances the performance of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.) by improving chilling tolerance. Journal Compilation, 194: 55-60.

10- Finch-Savage, W. E., K. C., Dent and L. J. Clark. 2004. Soak conditions and temperature following sowing in flounce the response of maize (*Zea mays* L.) seeds to on-farm priming (pre-sowing seed soak). Field Crops Research, 90: 361-374.

11- 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 Physiology and Biochemistry, 45: 162–167.

12- Hartikainen, H, T. Xue, and V. Piironen. 2000. Selenium as an antioxidant and pro-oxidant in ryegrass. Plant and Soil, 225:193–200.

13- Hawrylak-Nowak, B. 2008. Effect of selenium on selected macronutrients in maize plants. Journal Of Elementology, 13(4): 513-519.

14- Hossain, M. A, and M. Fujita. 2009. Exogenous glycinebetaine and proline modulate antioxidant defense and methylglyoxal detoxification systems and reduce drought induced damage in mungo bean seedlings (*Vigna radiata* L.). Proceedings of the 3rd international Conference on integrated Approaches to Improve Crop Production Under Drought-Prone Environments, Oct. 11-16, Shanghai, China, pp:138-138.

15- Ismail, M. R., M. K. Yusoff, and M. Mahmood. 2004. Growth, water relations, stomatal conductance and proline concentration in water stressed banana (*Musa* spp.) plants. Asian Journal of Plant Scices, 3 (6):709–713.

16- Kashin V. K., and O. I. Shubina. 2011. Biological effect and selenium accumulation in wheat under conditions of selenium deficient biogeochemical province. Chemistry for Sustainable Development, 19 : 145.150.

17- Kostopoulou, P., N. Barbayiannis, and N. Basile. 2010. Water relations of yellow sweet clover under the synergy of drought and selenium addition. Plant and Soil, 330:65–71.

18- 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.

19- Mohammadi, G. R. 2009. The effect of seed priming on plant traits of late- spring. Seeded soybean (*Glycin max* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 5: 322-326.

20- Murungu, F. S., P. Nyamugafata, C. Chiduza, L. J., Clark, and W. R. Whalley. 2003. Effects of seed priming, aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.). Soil and Tillage Research,74:161-168.

21- Omidi, H., A. Soroushzadeh, A. Salehi, and F. D. Ghezeli. 2005. Rapeseed germination as affected by osmopriming pretreatment. Agriculture Sciences and Technology, 19: 125-136.

22- Pennanen, A., T. Xue, and H. Hartikainen, 2002. Protective role of selenium in plant subjected to severe UV irradiation stress. Journal of Applied Botany, 76: 66- 76.

23- Rajpar, I., Y. M. Khanif, and A. A. Memon. 2006. Effect of seed priming on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under none- saline conditions. International Journal of Agricultural Research, 1: 259-264.

24- Sadeghi, S., A. Rahnavard, and Z. Ashrafi. 2009. Study of respond seeds wheat (*Triticum aestivum*) to osmotic

priming, temperatures and local seed masses. Botany Research International, 2: 69-73.
25- Sattar, A., M. A. Cheema, M. Farooq, M. A. Wahid, A. Wahid, and B. H. Babar. 2010. Evaluating the performance of wheat cultivars under late sown conditions. International Journal of Agriculture and Biology, 12: 561-565.
26- Seregina I. I., N. T Nilivskaya, and N. O. Ostapenko .2001. The role of selenium in the formation of the grain yield in spring wheat. Agrokhimiya. 1: 44-50.
27- Srivastava, M., L. Q. Maa, B. Rathinasabapathib, and P. Srivastava. 2009. Effects of selenium on arsenic uptake in arsenic hyperaccumulator *Pteris vittata L.* Bioresource Technology, 100: 1115-1121.
28- Subedi, K. D., and B. I. Ma. 2005. Seed priming does not improve corn yield in humid temperate environment. Agronomy journal, 97: 211-218.
29- Tadina, N., M. Germ, I. Kreft, B. Breznik and A. Gaberseik. 2007. Effects of water deficit and selenium on common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) plants. Photosynthetica, 45: 472- 476.
30- Xue, T., H. Hartikainen, and V. Piironen. 2001. Antioxidative and growth-promoting effect of selenium in senescing lettuce. Plant and Soil, 27: 55-61.
31- Xiaoqin, Y., C. Jianzhou and W. Guangyin. 2009. Effects of drought stress and selenium supply on growth and physiological characteristics of wheat seedlings. Acta Physiologiae Plantarum, 31:1031-1036.
32- Yassen, A., A. Safia, M. Adam, and Sahar, M. Zaghloul. 2011. Impact of nitrogen fertilizer and foliar spray of selenium on growth, yield and chemical constituents of potato plants**.** Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(11): 1296-1303.
33-Yao, X., J. Chu, X. He, and C. Ba. 2011. Protective Role of selenium in wheat seedlings subjected to enhanced UVB radiation. Russian Journal of Plant Physiology, 58(2): 283–289.