نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱، ص. ۶۲۱-۶۱۴

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 3, Fall 2012, p. 614-621

واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم دیم به سلنیوم و اسید سالیسیلیک

نورعلی ساجدی[1*] - اسماعیل قلی نژاد[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۷

چکیده

به منظور بررسی تاثیر سلنیوم و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات زراعی ارقام گندم دیم آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اراک اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل اسید سالیسلیک در سه سطح بدون مصرف، خیساندن بذر در محلول ۰/۵ میلی مول، خیساندن بذر در محلول ۰/۵ میلی مول توأم با محلول پاشی با غلظت ۱ میلی مول، سلنیوم در دو سطح بدون مصرف و با مصرف به میزان ۱۸ گرم در هکتار به صورت محلول پاشی در دو مرحله و ارقام گندم شامل آذر ۲، سرداری و رصد بود. نتایج این تحقیق نشان داد که رقم آذر ۲ از لحاظ عملکرد دانه نسبت به رقم سرداری و رصد به ترتیب ۱۹ و ۱۶ درصد افزایش نشان داد. مصرف اسید سالیسیلیک به صورت بذر مال صفات طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه را به طور معنی داری افزایش داد. محلول پاشی سلنیوم تعداد سنبله بارور را ۷/۳ درصد و عملکرد دانه را ۷/۵ درصد افزایش داد. مصرف توام اسید سالیسیلیک بصورت بذر مال و محلول پاشی سلنیوم عملکرد دانه را نسبت به شاهد ۹ درصد افزایش داد. بیشترین و کمترین واکنش عملکرد و اجزاء عملکرد در اثر مصرف توام اسید سالیسیلیک و سلنیوم به ترتیب مربوط به رقم سرداری و آذر ۲ بود. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در شرایط دیم با مصرف بذر مال اسید سالیسیلیک توام با محلول پاشی سلنیوم در سه رقم مورد بررسی می‌توان اثر تنش رطوبتی را تعدیل و عملکرد قابل قبول دست یافت.

واژه های کلیدی: پیش تیمار بذر، محلول پاشی، عوامل تعدیل کننده تنش، عملکرد دانه

مقدمه

گندم یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی از لحاظ سطح زیر کشت و میزان تولید در جهان است و نقش مهمی را در تأمین نیاز غذایی جوامع بشری دارد. در مناطق نیمه خشک از جمله سطح وسیعی از ایران، کاهش رطوبت خاک در اثر کاهش و توزیع نامناسب نزولات جوی و افزایش دما از مهم‌ترین عوامل کاهش رشد و نمو گندم در شرایط دیم به شمار می‌رود. خشکی به عنوان عامل محدود کننده غیر زنده رشد، اثر بسیار نامطلوبی بر رشد و تولید گیاهان زراعی می‌گذارد (۸). در شرایط دیم جوانه زنی و استقرار گیاهچه به دلیل کمبود رطوبت در زمان کاشت یکی از عوامل اصلی تولید پایین می‌باشد (۹). چندین سال است که تلاش برای استفاده از تیمار های پیش کاشت برای بهبود سرعت جوانه زنی بذور در مزرعه ادامه دارد (۷). اسید سالیسیلیک به عنوان فیتوهورمون در برخی گیاهان عمل می‌کند و اخیراً مورد توجه زیادی قرار گرفته است. اسید سالیسیلیک بوسیله سلولهای ریشه تولید می شود و نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه زنی ایفا می کند (۱۱). اسید سالیسیلیک باعث افزایش مقاومت گیاهان به تنش های زنده و غیر زنده می‌شود و به عنوان یک استراتژی برای جلوگیری از اثرات مخرب تنش های محیطی به حساب می‌آید، این تنش ها شامل گرما (۹)، سرما (۲۶)، فلزات سنگین و خشکی (۲۴) می‌باشند. اسید سالیسیلیک منجر به افزایش بعضی از هورمون های گیاهی شامل اکسین ها و سیتوکنین ها (۲۳) و همچنین کاهش نشت یونی از سلول های گیاهی می‌گردد (۶). این اسید باعث افزایش پتانسیل تولید از طریق تنظیم واکنش های متابولیک در گیاهان می‌شود (۱۵). اسید سالیسیلیک بر فتوسنتز و رشد گیاه تحت شرایط استرس، اثر مثبت دارد (۲۱). در واقع اسید سالیسیلیک این عمل را از طریق توسعه واکنش های ضد تنشی، نظیر افزایش در تجمع پرولین، انجام می‌دهد و باعث تسریع در بهبود رشد پس از رفع تنش می‌شود (۲۳).

۱-استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، اراک، ایران
(*-نویسنده مسئول: Email: n-sajedi@iau-arak.ac.ir)
۲-استادیار گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران. ایران.

سلنیوم یکی از عناصر کم مصرف ضروری برای سلامت انسان و حیوانات در غلظت های کم می‌باشد اما می‌تواند در غلظت هـای بـالا سمی باشد (۲۵). سلنیوم دارای خاصیت ضـد اکسـید کننـدگی و ضـد سرطان است (۱۳). تحقیقات اخیر بیـانگر ایـن اسـت کـه سـلنیوم در غلظت های کم باعث تحریک رشد گیاه نیز می‌شود (۱۴). کاسـتوپولو و همکاران (۱۷) گزارش نمودند که بـا مصـرف ۳ میلـی‌گـرم در لیتـر سلنیوم از منبع سلنات سدیم در شرایط محدودیت رطوبتی در گیاهچه های شبدر شیرین، مقدار پتانسیل آب بـرگ، نسـبت تعـرق و هـدایت روزنه ای کاهش و باعث محـدودیت سـرعت جریـان محلـول آب در سیستم آوندی شد. آنها گـزارش نمودنـد مصـرف سـلنیوم در شـرایط آبیاری کامل بر پتانسیل آب برگ تاثیری نداشت، اما با اضـافه کـردن سلنیوم در شرایط محدودیت آبیـاری باعـث افـت پتانسـیل آب بـرگ معادل ۲/۵۲- مگاپاسکال گردید. همچنین گزارش نمودند سـلنیوم در شرایط کمبود آب تحمل گیاهان را از طریق کاهش تعرق، یـا کـاهش پتانسیل اسمزی بهبود می‌بخشد. جرم و همکاران (۱۲) گزارش نمودند با محلول پاشی سلنیوم در سیب زمینی هدایت روزنه ای کاهش یافت. در گندم بهاره، سلنیوم هیچ اثر بازدارندهای روی نسبت تعرق نداشت، لذا پیشنهاد شد که در این گونه ها سلنیوم توانایی تنظیم وضـعیت آب گیاه در شرایط تـنش خشـکی را دارا مـی‌باشـد کـه آن را بـه اثـرات حفاظتی سلنیوم در افزایش ظرفیت جذب آب از طریق سیسـتم ریشـه نسبت داده اند (۱۸). سلنیوم باعث تحریک تجمع بیوماس در گندم در شرایط آبیاری مطلوب می‌شود و در شرایط محدودیت رطوبتی افزایش سلنیوم باعث افزایش محتوی پرولین می‌شود (۲۸). تـأثیر سـلنیوم بـه این صورت است که در زمان تنش اکسیداتیو و تشکیل رادیکال هـای آزاد که منجر به صدمات و نابودی سلول می‌شود فعالیت آنـزیم هـای آنتی اکسیدانت همچون سیستم گلوتاتیون پراکسیداز را بیشتر می‌کند، بدون سلنیوم آنزیم پراکسیداز نمی‌تواند به اندازه کافی تشکیل شـود و سیستم آنتی اکسیدانی را فعال کند (۲۷). مطالعات نشان داده که اثـر حفاظتی سلنیوم در برابر تنش اکسیداتیو در گیاهان آلـی بـه افـزایش فعالیـت گلوتـاتیون پراکسـیداز و کـاهش پرواکسیداسـیون لیپیـد بـر می‌گردد (۱۰). هدف از انجام این تحقیق بررسی اثـر سـلنیوم و اسـید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم دیم بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر سلنیوم و اسید سالیسیلیک بـر خصوصـیات زراعی ارقام گندم دیم آزمایشی به صـورت فاکتوریـل در قالـب طـرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعـی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعـه تحقیقـاتی دانشـگاه آزاد اسـلامی واحـد اراک (بـا طـول جغرافیایی۴۰ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیـایی ۳۴ درجـه و۳۰ دقیقه شمالی و ارتفـاع ۱۷۷۹ متـر از سـطح) دریـا اجـرا شـد. از خصوصـیات ایـن منطقـه، تابسـتان هـای کوتـاه و نسـبتا ملایـم و زمستان‌های طولانی و سرد است. براساس تقسـیم بنـدی دومـارتن و آمبرژه به ترتیب جزو مناطق نیمه خشک و نیمه خشک سرد محسوب می شود (۴).

عوامل مورد آزمایش شامل اسید سالیسـلیک در سـه سـطح،Sa_0: بدون مصرف اسید سالیسـیلیک،Sa_1: خیسـاندن بـذر در محلـول ۰/۵ میلی مول، Sa_2: خیساندن بذر در محلول ۰/۵ میلی مـول + ۱ میلـی مول محلول پاشی اسید سالیسلیک در مرحله ساقه دهـی مصـادف بـا مرحله ZGS33 زیدوکس، سـلنیوم در دو سـطحSe_0: بـدون مصـرف وSe_1: با مصرف به میزان ۱۸ گرم در هکتار از منبع سلنیت سدیم بـه صورت محلول پاشی در شروع مرحله ساقه دهی مصـادف بـا مرحلـه ZGS33 زیدوکس و یک هفته قبل از ظهور سنبله مصادف با مرحلـه ZGS53 زیدوکس و ارقـام گنـدم شـامل آذر ۲ (A)، سـرداری(C) و رصد(R) بود.

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

ماه‌های سال	میانگین حداکثر دما (درجه سانتی گراد)	میانگین دما حداقل (درجه سانتی گراد)	بارندگی (میلی متر)	رطوبت نسبی(درصد)
آذر	۱۴/۵	-۱/۳	۲۰/۳	۴۶
دی	۴/۵	-۵/۹	۴۰/۵	۷۶
بهمن	۵/۳	-۵/۴	۱۲/۱	۷۱
اسفند	۱۲/۴	-۰/۴	۷۱/۴	۶۴
فروردین	۱۸/۴	۵/۱	۳۴/۵	۴۶
اردیبهشت	۲۱/۹	۹/۵	۶۶/۶	۵۷
خرداد	۲۳/۳	۱۵/۲	۱۴	۲۶

آذر ۲: دارای تیپ رشد زمستانه، زودرس، متحمل به زنگ زرد، حساس به سیاهک ها، متوسط ارتفاع آن ۸۵-۸۰ سانتی متر، مقاوم به ورس، ریزش، سرما و خشکی، میزان پروتئین ۱۰/۵٪ میانگین وزن هزار دانه آن ۳۳-۳۶ گرم.

سرداری: دارای تیپ رشد زمستانه، زودرس، متحمل به زنگ زرد، حساس به سیاهک ها، متوسط ارتفاع آن ۶۵-۷۸ سانتی متر، حساس به ورس، مقاوم به ریزش، سرما و خشکی، میزان پروتئین ۹٪، میانگین وزن هزار دانه آن ۳۳-۳۶ گرم.

رصد: از تلاقی سرداری با لاینFenkang15 حاصل شد. دارای تیپ زمستانه، نیمه زودرس، مقاوم به ورس، مقاوم به خشکی و سرما، ارتفاع ۸۲ سانتی متر با طول کلئوپتیل زیاد و وزن هزاردانه آن ۳۸، رنگ دانه آن قرمز تیره و دانه آن کشیده است، پروتئین دانه آن ۱۲/۵-۱۰ درصد و با کیفیت نانوایی خوب مناسب برای کشت در مزارع دیم مناطق سرد می‌باشد.

زمین مورد نظر در سال قبل آیش بود. در مهرماه شخم عمیق، دیسک و فارو زده شد. قبل از کشت به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از خاک مزرعه نمونه برداری شد (جدول ۲).

۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۵۰ کیلوگرم کود فسفر و ۵۰ کیلوگرم کود پتاس به ترتیب از منابع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم بر اساس آزمون خاک در هنگام کاشت و ۳۰ کیلوگرم کود ازته به صورت سرک در اواخر پنجه زنی مورد استفاده قرار گرفت. کاشت در تاریخ ۱۳۸۹/۸/۲ انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به فاصله ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. طول خطوط کاشت شش متر و فاصله بین دو کرت یک متر به صورت نکاشت باقی ماند.

برداشت در تاریخ ۱۳۹۰/۳/۲۵ انجام شد. در زمان رسیدگی کامل صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول خوشه، تعدادپنجه بارور، تعداد دانه در خوشه از میانگین۲۰ بوته اندازه گیری شد. برای محاسبه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی بوته های موجود در ۲ متر مربع برداشت و اندازه گیری شد. برداشت به صورت کف بر و پس از حذف دو خط حاشیه و نیم متر از دو انتهای هر کرت انجام گرفت.

داده های حاصل از اندازه گیری صفات مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c تجزیه و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ارقام مورد بررسی بر ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی دار بود (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین صفات، بیشترین ارتفاع بوته و طول پدانکل مربوط به رقم آذر ۲ بود. طول پدانکل در رقم آذر ۲ نسبت به ارقام سرداری و رصد به ترتیب ۵۱ و ۴۴ درصد افزایش یافت. همچنین بیشترین تعداد سنبله بارور، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و کمترین وزن هزار دانه مربوط به رقم آذر ۲ بود. رقم آذر ۲ از لحاظ عملکرد دانه نسبت به رقم سرداری و رصد به ترتیب ۱۹ و ۱۶ درصد افزایش نشان داد. علت افزایش عملکرد دانه در رقم آذر ۲ نسبت به سرداری و رصد، افزایش تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله بود. علت کاهش وزن هزار دانه در رقم آذر ۲ مربوط به افزایش تعداد سنبله و به ویژه افزایش تعداد دانه در سنبله بود (جدول ۴).

اثر اسید سالیسیلیک بر صفات طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳). جدول مقایسه میانگین صفات نشان داد که تیمار اسید سالیسیلیک به صورت بذر مال و مصرف توام بذر مال همراه با محلول پاشی صفات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه را افزایش داد. بیشترین تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از تیمار اسید سالیسیلیک بصورت بذر مال و بیشترین ارتفاع بوته، طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله از تیمار اسید سالیسیلیک به صورت بذر مال توام با محلول پاشی اسید سالیسیلیک حاصل شد (جدول ۴). با توجه به جدول تجزیه واریانس بیشترین عملکرد دانه معادل ۱۴۱۶/۹۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار اسید سالیسیلیک به صورت بذر مال حاصل شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که اسید سالیسیلیک از طریق تاثیر بر جوانه زنی، بهبود ظهور گیاهچه، افزایش جذب یون ها توسط ریشه، بهبود فتوسنتز (۱۱) و افزایش بعضی از هورمون های گیاهی شامل اکسین ها و سیتوکنین ها (۲۲) باعث افزایش عملکرد می‌شود.

نتایج این تحقیق با نتایج بیات و همکاران (۱) و شمس الدین سعید و همکاران (۳) در ذرت مطابقت دارد. بیات و همکاران (۱) گزارش نمودند که استفاده از محلول پاشی با اسید سالیسیلیک در رژیم های رطوبتی ۷، ۱۱ و ۱۵ روزه به ترتیب عملکرد دانه ذرت ۱۲/۶، ۲۸/۶، ۴۰/۴ درصد و عملکرد بیولوژیک ذرت را ۱۲/۸، ۲۱/۶ و۳۸/۱ درصد افزایش داد. شمس الدین سعید و همکاران (۳) گزارش نمودند که محلول پاشی با اسید سالیسیلیک با غلظت ۲۰۰ پی پی ام در ذرت، صفات وزن خشک اندام هوایی، طول ساقه، تعداد برگ، سطح برگ و میزان کلروفیل به ترتیب به میزان۸۴/۶، ۴۴/۶، ۲۸/۲، ۷۴/۹ و ۳۸/۲ درصد افزایش نشان دادند.

اثرمتقابل ارقام و اسید سالیسیلیک بر صفات طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله معنی دار شد (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین تیمار ها بیشترین تعداد دانه در سنبله معادل۲۴/۷۵ از رقم آذر ۲ همراه با مصرف بذر مال و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بدست آمد (جدول ۴).

جدول۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایش

عمق نمونه برداری	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	سلنیوم قابل جذب(mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	اسیدیته گل اشباع	ازت کل (%)	کربن آلی (%)	رس (%)	لای (%)	شن (%)
۰-۳۰	۴/۶	۰/۲۹	۱۰/۱	۱۶۹	۷/۷	۰/۱۵	۱/۶	۲۶	۲۶	۴۸

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

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول پدانکل	تعداد سنبله بارور در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۵/۰۷ ns	۰./۰۰۷ ns	۲۹۶۲/۵۹ *	۱۴/۶۸ *	۴۲ *	۶۱۸۵۷/۲۵ ns	۴۹۴۷۳/۸۹ ns
رقم	۲	۷۱/۹۲ **	۱۰/۳۶ **	۳۵۹۰/۱۸ *	۱۷۱/۸۳ **	۶۴/۸۷ **	۴۵۵۰۵۵/۹۸ **	۶۲۶۳۱۴/۲۴ ns
اسید سالیسیلیک	۲	۳۳/۹۵	۳/۷۲ **	۱۹۴/۳۴ ns	۳۹/۵۷ **	۵/۰۹ ns	۲۲۲۹۴۴/۷۷ **	۹۰۷۱۹۲/۱۹ ns
رقم × اسید سالیسیلیک	۴	۱۷/۹۹ ns	۱/۱۵ **	۹۹۶/۹۴ ns	۲۴/۱۳ *	۶/۷۱ ns	۵۰۰۱۲/۱۸ ns	۱۶۸۳۶۴/۹۳ ns
سلنیوم	۱	۰/۲۳ ns	۰/۰۴ *	۲۷۵۲/۰۴ *	۱۱/۹۸ ns	۲/۸۹ ns	۱۴۷۰۴۰/۶۲ *	۴۱۹۷۶۱/۵۰ ns
رقم × سلنیوم	۲	۱/۲۹ ns	۱/۳۸ **	۹۵/۵۱ ns	۰/۰۴ ns	۲۰/۴۱ ns	۲۶۱۱۸/۳۷۷ ns	۱۰۱۳۰۵/۵۰ ns
اسید سالیسیلیک× سلنیوم	۲	۱۳/۹۱ ns	۲/۳۷ **	۲۵۰۴/۲۹ *	۶/۸۲ ns	۹/۷۹ ns	۶۴/۵۴ ns	۱۱۵۱۹۴۵/۵۹ *
رقم × اسید سالیسیلیک× سلنیوم	۴	۳۲/۷۶ ns	۱/۳۹ **	۱۸۶۲/۱۲ *	۲۳/۶۷ **	۸/۸۲ ns	۲۷۰۴۱/۳۲ ns	۴۰۲۶۳۱/۶۸ ns
خطا	۳۴	۱۳/۵۵	۰/۰۰۷	۶۸۷/۶۴	۳/۶۴	۹/۰۱	۳۶۷۷۰/۹۰	۳۲۲۱۲۰/۸۳
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۰۱	۴/۵۱	۱۴/۲۰	۹/۵۰	۹/۰۲	۱۴/۲۷	۱۲/۸۴

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

اثر سلنیوم بر صفات طول پدانکل، تعداد سنبله بارور و عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمار ها نشان داد که محلول پاشی سلنیوم تعداد سنبله در متر مربع را ۷/۳ درصد و عملکرد دانه را ۷/۵ درصد افزایش داد (جدول ۴). تحقیقات اخیر بیانگر این است که سلنیوم می‌تواند اثرات مفیدی بر تحریک رشد گیاه در غلظت های کم داشته باشد (۱۴). به نظر می‌رسد که سلنیوم از طریق افزایش محتوی پرولین در شرایط محدودیت رطوبتی در گندم (۲۸) و تاخیر در کاهش توکوفرول در شرایط آبیاری مطلوب در سیب زمینی (۲۰) باعث تجمع بیوماس می‌شود. بررسی های انجام شده در گندم بهاره تحت استرس خشکی نشان داد که سلنیوم محتوی آب برگ ها را کاهش داد، ولی مانع کم شدن رشد گیاهان در اثر کمبود آب گردید (۱۸). همچنین ثابت شده که سلنیوم از طریق تاثیر حفاظتی در غشاء کلروپلاست و میتوکندری بر روی مزوفیل برگ و سلول های انتهای ریشه تاثیر گذار است (۱۶). نتایج این تحقیق با نتایج ساجدی و همکاران (۲) در ذرت مطابق دارد. آنها گزارش نمودند که سلنیوم در شرایط تنش در مراحل مختلف رشد عملکرد و اجزاء عملکرد دانه را نسبت به تیمار بدون مصرف سلنیوم افزایش داد که این مسئله به نقش مؤثر سلنیوم در تعدیل اثرات تنش خشکی در دورهٔ رویشی و زایشی مربوط می‌شود. اثر متقابل رقم و سلنیوم بر طول پدانکل در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳). هرچند اثر متقابل رقم و سلنیوم بر عملکرد دانه معنی دار نبود ولی با محلول پاشی سلنیوم عملکرد دانه در هر سه رقم افزایش نشان داد. بیشترین عملکرد دانه از رقم آذر ۲ حاصل شد و بیشترین واکنش نسبت به سلنیوم مربوط به رقم رصد بود. با محلول پاشی سلنیوم عملکرد رقم رصد نسبت به تیمار عدم محلول پاشی ۱۳/۴ درصد و کمترین واکنش مربوط به رقم آذر ۲ معادل ۲ درصد بود (جدول ۴). اثر متقابل اسید سالیسیلیک و سلنیوم بر صفات طول پدانکل در سطح احتمال ۱ درصد و بر صفات تعداد سنبله و عملکرد بیولوژیک در سطح ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۳).

جدول ٤- اثر ساده و متقابل دو گانه تیمار های آزمایشی بر صفات اندازه گیری شده

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول پدانکل (سانتی متر)	تعداد سنبله بارور در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
رقم							
C	۵۰/۲۲b*	۱/۳۱	۱۸۶/۵۲ab	۱۶/۵۳b	۳۲/۵۵b	۱۲۳۱/۸۱b	۴۲۲۴/۰۵a
A	۵۳/۸۷a	۲/۷۴a	۱۹۷/۷۲a	۲۲/۱۲a	۳۲/۰۱b	۱۵۲۶/۰۰a	۴۵۹۴/۷۲a
R	۵۳/۴۷a	۱/۵۷b	۱۶۹/۶۶a	۲۱/۶۰a	۳۵/۴۵a	۱۲۷۴/۳۵b	۴۴۴۶/۰۰a
اسید سالیسیلیک							
Sa_0	۵۰/۹۴a	۱/۳۶c	۱۸۶/۸۳a	۱۸/۵۵c	۳۳/۰۵a	۱۳۹۹/۲۴a	۴۵۴۰/۴۷a
Sa_1	۵۳/۱۵a	۲/۰۳b	۱۸۶/۲۲a	۲۰/۲۰b	۳۳/۸۷a	۱۴۱۶/۹۷a	۴۵۶۱/۶۶a
Sa_2	۵۳/۴۶a	۲/۲۳a	۱۸۰/۸۶a	۲۱/۵۱a	۳۲/۸۸a	۱۲۱۵/۹۵b	۴۱/۶۳۶۲a
رقم × اسید سالیسیلیک							
C Sa_0	۴۸/۴۸c	۰/۵۲g	۱۸۷/۸۳ab	۱۴/۵۰f	۳۳/۰۷b	۱۳۰۳/۰۶ab	۴۳۲۰/۹۱a
C Sa_1	۵۲/۸۴abc	۱/۹۱c	۱۹۰/۵۰ab	۱۸/۲۰de	۳۲/۴۶b	۱۳۸۰/۶۷ab	۴۳۳۵a
C Sa_2	۴۹/۳۴bc	۱/۵۲d	۱۸۱/۲۵ab	۱۶/۸۹e	۳۱/۵۰b	۱۰۱۱/۷۰c	۴۰۱۶/۲۵a
A Sa_0	۵۲/۳۵abc	۲/۲۴b	۲۰۷/۳۳a	۱۹/۸۱cd	۳۱/۵۰b	۱۵۵۳/۷۰a	۴۷۱۷/۵۰a
A Sa_1	۵۳/۰۱abc	۳/۰۰a	۲۰۵/۶۶a	۲۱/۸۰bc	۳۲b	۱۵۱۹/۵۱a	۴۵۹۰a
A Sa_2	۵۶/۲۵a	۲/۹۸a	۱۸۰/۱۶ab	۲۴/۷۵a	۳۲/۵۳b	۱۵۰۴/۸۰a	۴۴۷۶/۶۶a
R Sa_0	۵۱/۹۸abc	۱/۳۴e	۱۶۵/۳۳b	۲۱/۳۳bc	۳۴/۶۰ab	۱۳۰۴/۹۶ab	۴۵۸۳a
R Sa_1	۵۳/۶۰ab	۱/۱۸f	۱۶۲/۵۰b	۲۰/۶۰bc	۳۷/۱۶a	۱۳۵۰/۷۳ab	۴۷۶۰a
R Sa_2	۵۴/۷۹a	۲/۲۱b	۱۸۱/۱۶a	۲۲/۸۸ab	۳۴/۶۰ab	۱۱۳۱/۳۶bc	۳۹۹۵a
سلنیوم							
Se_0	۵۲/۵۸a	۱/۸۵b	۱۷۷/۵۰ b	۱۹/۶۱a	۳۳/۵۰a	۱۲۹۱/۸۷b	۴۵۰۹/۷۵a
Se_1	۵۲/۴۵a	۱/۹۱a	۱۹۱/۷۷ a	۲۰/۵۵a	۳۳/۰۴a	۱۳۹۶/۲۴a	۴۳۳۳/۴۲a
رقم × سلنیوم							
C Se_0	۵۰/۰۶a	۱/۳۲d	۱۷۶/۸۳bc	۱۶/۰۹b	۳۱/۴۵b	۱۱۸۱/۹۳b	۴۲۸۷/۸۸a
C Se_1	۵۰/۳۸a	۱/۳۱d	۱۹۶/۲۲ab	۱۶/۹۷b	۳۳/۲۴b	۱۲۸۱/۷۰b	۴۱۶۰/۲۲a
A Se_0	۵۳/۸۶a	۲/۹۷a	۱۹۱/۲۲abc	۲۱/۶۰a	۳۲/۳۷b	۱۵۱۰/۷۶a	۴۶۲۳/۰۵a
A Se_1	۵۳/۸۷a	۲/۵۱b	۲۰۴/۲۲a	۲۲/۶۴a	۳۱/۶۴b	۱۵۴۱/۲۴a	۴۵۶۶/۳۸a
R Se_0	۵۳/۸۲a	۱/۲۵d	۱۶۴/۴۴c	۲۱/۱۵a	۳۶/۶۷a	۱۱۸۲/۹۳b	۴۶۱۸/۳۳a
R Se_1	۵۳/۰۹a	۱/۹۰c	۱۷۴/۸۸bc	۲۲/۰۵a	۳۴/۲۳a	۱۳۶۵/۷۷b	۴۲۷۳/۶۶a
سید سالیسیلیک× سلنیوم							
Sa_0 Se_0	۵۰/۰۷b	۰/۹۶d	۱۶۹/۲۲b	۱۷/۹۰b	۳۲/۷۸a	۱۳۴۴/۹۰ab	۴۳۵۴abc
Sa_0 Se_1	۵۱/۸۱ab	۱/۷۷c	۲۰۴/۴۴a	۱۹/۲۰b	۳۳/۳۳a	۱۴۵۳/۵۸a	۴۷۲۶/۹۴ab
Sa_1 Se_0	۵۳/۳۳ab	۲/۳۵a	۱۷۶/۷۷b	۱۹/۲۲b	۳۴/۹۵a	۱۳۶۵/۵۹a	۴۸۷۳/۳۳a
Sa_1 Se_1	۵۲/۹۶ab	۱/۷۱c	۱۹۵/۶۶ab	۲۱/۱۷a	۳۲/۸۰a	۱۴۶۸/۳۵a	۴۲۵۰/۰۰bc
Sa_2 Se_0	۵۴/۳۴a	۲/۲۴b	۱۸۶/۵۰ab	۲۱/۷۲a	۳۲/۷۷a	۱۱۶۵/۱۳b	۴۳۰۱/۹۴abc
Sa_2 Se_1	۵۲/۵۸ab	۲/۲۳b	۱۷۵/۲۲b	۲۱/۲۹a	۳۲/۹۸a	۱۲۶۶/۷۷ab	۴۰۲۳/۳۳c

*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.

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد کـه بیشـترین طـول پـدانکل معادل ۲/۳۵ سانتی‌متر با مصرف بذر مال اسـید سالیسـیلیک و بـدون سلنیوم حاصل شد. با مصرف اسید سالیسـیلیک بصـورت بـذر مـال و محلول پاشی سلنیوم طول پدانکل ۴۳ درصد و با مصرف توام بذر مال و محلول پاشی اسید سالیسیلیک همراه با محلول پاشی سلنیوم طـول پدانکل ۵۶ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که با مصرف توام اسید سالیسیلیک و سلنیوم تعداد سـنبله در متـر مربع افزایش یافت. با مصرف اسید سالیسـیلیک بصـورت بـذر مـال و محلول پاشی سلنیوم تعداد سنبله بارور در متـر مربـع ۱۳ درصـد و بـا مصرف توام بذر مـال و محلـول پاشـی اسـید سالیسـیلیک همـراه بـا محلول پاشی سلنیوم تعداد سنبله بارور در متر مربع ۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۴).

با توجه به جـدول تجزیـه واریـانس هـر چنـد اثـر متقابـل اسـید سالیسیلیک و سلنیوم بر صفت عملکرد دانه معنی دار نشد، اما تیمار ها در گروه های متفاوتی قرار گرفتند و بیشـترین عملکـرد دانـه معـادل ۱۴۶۸/۳۵ کیلوگرم از اثر متقابل مصرف اسید سالیسیلیک بصورت بذر مال و محلول پاشی سلنیوم حاصل شد که نسبت به شـاهد ۹ درصـد افزایش عملکرد نشـان داد (جـدول ۴). مصـرف اسـید سالیسـیلیک و سلنیوم عملکرد بیولوژیک را افزایش داد و بیشترین عملکرد بیولوژیک معادل ۴۸۷۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار از مصـرف اسـید سالیسـیلیک بـه صورت بذر مال و بدون مصرف سلنیوم حاصل شد که نسبت به شاهد ۱۰ درصد افزایش عملکـرد نشـان داد. بـه نظـر مـی‌رسـد کـه اسـید سالیسیلیک به عنوان یک شبه هورمون تاثیر بسزایی در بهبود فراینـد های فیزیولوژیکی ایفا می‌کند. همچنین زمینه لازم را بـرای تحریـک سایر هورمون های گیاهی فراهم می‌کند و کاربرد توام با سلنیوم زمینه لازم را برای حفظ رطوبت در سلول هـای گیـاهی از طریـق کـاهش تعرق را فراهم می‌نمایند (۱۷و ۲۳). نتایج این تحقیق با نتایج پنـانن و همکاران (۲۰) مطابقت دارد. آنها گزارش نمودند کـه سـلنیوم باعـث تجمع نشاسته در کلروپلاست برگ های جـوان مـی‌شـود. همچنـین عرفان و همکاران (۵) گزارش نمودند اسید سالسیلیک از طریق حفـظ رطوبت و تنظیم فرآیندهای فتوسنتز و رشد، باعث تعدیل اثرات تـنش زا و افزایش ماده خشک در گندم شد.

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد کـه اثـر سـه گانـه تیمار ها بر صفات طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله در سطح احتمـال ۱ درصد و بر صفات تعداد سـنبله در متـر مربـع در سـطح احتمـال ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که با مصرف توام اسید سالیسیلیک بصـورت بـذر مـال و محلـول پاشـی سلنیوم در هر سه رقم صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعـداد سـنبله در متر مربع، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به استثنای رقـم رصـد افزایش نشان داد (جدول ۵). هرچند اثر متقابل سه گانـه تیمارهـا بـر عملکرد دانه معنی دار نشد اما تیمار ها در گـروه هـای متفـاوت قـرار گرفتند و بیشترین عملکرد دانه معادل۱۶۰۴/۱۰ کیلوگرم در هکتـار از اثر متقابل محلول پاشی سلنیوم و بدون مصرف سالیسلیک از رقم آذر ۲ حاصل شد که علـت آن را مـی‌تـوان بـه افـزایش تعـداد سـنبله در مترمربع و افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت داد. همچنین نتایج نشان داد بامصرف توام اسید سالیسیلیک به صورت بذر مال و محلول پاشی سلنیوم عملکرد دانه نسبت به شاهد افزایش یافت.

بیشترین واکنش ارقام نسبت به این تیمار به ترتیب مربوط به رقم سرداری، رصد و آذر ۲ بود (جدول ۵). لذا به نظر می‌رسد که رقـم آذر ۲ به صورت ژنتیکی دارای مکانیسم هـای فیزیولـوژیکی قـوی تـری نسبت به دو رقم دیگر جهت تحمل و کاهش اثـرات ناشـی از کمبـود رطوبت را دارا می‌باشد و کمتر تحت تاثیر تیمار های خـارجی عوامـل تعدیل کننده تنش خشکی قرار می‌گیـرد از طرفـی ارقـام سـرداری و رصد بیشتر نسبت به تیمارهای خارجی تعدیل کننده تنش کمبـود آب واکنش نشان می‌دهند. در یک مطالعه با اضافه کردن سلنیوم بر روی سیب زمینی هدایت روزنه ای کاهش یافت (۱۲). در سایر مطالعات در گندم بهاره، سلنیوم هیچ اثر بازدارندهای روی نسبت تعرق نداشت لـذا پیشنهاد شد که در این گونه ها سلنیوم توانایی تنظیم وضعیت آب گیاه در شرایط تنش خشکی را دارا می‌باشد کـه آن را بـه اثـرات حفـاظتی سلنیوم در افزایش ظرفیت جذب آب از طریق سیسـتم ریشـه نسـبت داده اند (۱۹).

نتایج متفاوت احتمالا به دلیل واکنش متفاوت هدایت هیدرولیکی به سلنیوم در دو گونه شبدر شـیرین و گنـدم بهـاره و یـا بـه شـرایط آزمایشی متفاوت مربوط می‌باشد.

ال تایب (۲۰۰۵) گزارش نمود کاربرد خارجی سالیسـیلیک اسـید باعث تحریک جوانه زنی بذر در گیاه جو شد. همچنین تیمار بـذر ذرت با ۰/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک، باعث افزایش مقاومت به خشکی گردید، ولی استفاده از همین غلظت به صورت محلـول پاشـی باعـث کاهش مقاومت به خشکی گردید (۱۹). از آنجا که واکنش روزنه ها در ارقام مختلف متفاوت می‌باشد لذا واکـنش ارقـام نیـز بـه تیمـار هـای مختلـف متفـاوت مـی‌باشـد. بنـابراین بـا محلـول پاشـی تـوام اسـید سالیسیلیک و سلنیوم به نظر می‌رسد کـه هـدایت روزنـه ای کـاهش می‌یابد و لذا میزان تعرق کاهش و ورود دی اکسید کربن نیز محدود و بر روی فتوسنتز تاثیر می‌گذارد که نتیجه آن کاهش برخی صـفات در این تیمار می‌شود. در مطالعه حاضر به نظر می‌رسد که رقـم سـرداری بیشتر تحت تاثیر این تیمار قرار گرفت و نتیجـه آن کـاهش عملکـرد نسبت به شاهد شد. به طور کلی، نتایج این تحقیق نشـان داد کـه در شرایط محدودیت رطوبتی با مصـرف بـذر مـال اسـید سالیسـیلیک و محلول پاشی سلنیوم در سـه رقـم زمینـه لازم بـرای تعـدیل شـرایط تنش‌زا فراهم شده و لذا می‌توان به عملکرد قابل قبول دست یافت.

جدول ۵- اثر متقابل سه گانه تیمار های آزمایشی بر صفات اندازه گیری شده

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول پدانکل (سانتی متر)	تعداد سنبله بارور در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
ارقام × اسید سالیسیلیک× سلنیوم							
C Sa_0 Se_0	۴۸/۱۶d*	۰/۲۳m	۱۸۹/۰۰bcd	۱۳/۳۰g	۳۱/۲۵b	۱۲۸۱/۴۰ab	۴۰۰۹/۵۰bc
CSa_0Se_1	۴۸/۸۱cd	۰/۸۲k	۱۸۶/۶۶bcd	۱۵/۷۰fg	۳۵/۹۰ab	۱۳۲۴/۷۳ab	۴۶۳۲/۳۳abc
CSa_1 Se_0	۵۲/۹۵a-d	۲/۳۱d	۱۶۵/۰۰bcd	۱۸/۵۳c-f	۳۳/۷۶ab	۱۲۵۰/۷۴ab	۴۵۶۲/۶۶abc
C Sa_1 Se_1	۵۲/۷۳a-d	۱/۵۱ij	۲۱۶/۰۰ab	۱۷/۸۶def	۳۱/۱۶b	۱۵۱۰/۶۰a	۴۱۰۸/۳۳abc
CSa_2 Se_0	۴۹/۰۸cd	۱/۴۲j	۱۷۶/۵bcd	۱۶/۴۳fg	۳۰/۳۵b	۱۰۱۳/۶۵b	۴۲۹۲/۵۰abc
CSa_2 Se_1	۴۹/۶۱bcd	۱/۶۲hi	۱۸۶/۰۰bcd	۱۷/۳۵ef	۳۲/۶۶b	۱۰۰۹/۷۶b	۳۷۴۰/۰۰c
A Sa_0 Se_0	۴۹/۴۱bcd	۱/۷۸fg	۱۷۱/۶۶bcd	۱۸/۳۰def	۳۱/۹۰b	۱۵۰۳/۳۰a	۴۲۹۲/۵۰abc
ASa_0 Se_1	۵۵/۳۰a-d	۲/۷۸c	۲۴۳/۰۰a	۲۱/۳۳bcd	۳۱/۱۰b	۱۶۰۴/۱۰a	۵۱۴۲/۵۰a
ASa_1 Se_0	۵۵/۵۸abc	۴/۱a	۲۰۷/۶۶abc	۲۲/۱۳abc	۳۲/۵۶b	۱۵۳۱/۶۶a	۴۸۷۳/۳۳ab
A Sa_1 Se_1	۵۰/۴۴a-d	۱/۹۱f	۲۰۳/۶۶abc	۲۱/۴۶bcd	۳۱/۴۳b	۱۵۰۷/۳۶a	۴۳۰۶/۶۶abc
ASa_2 Se_0	۵۶/۶۲ab	۳/۰۴b	۱۹۴/۳۳bcd	۲۴/۳۶ab	۳۲/۶۶b	۱۴۹۷/۳۳a	۴۷۰۳/۳۳abc
ASa_2 Se_1	۵۵/۸۸abc	۲/۹۳b	۱۶۶/۰۰bcd	۲۵/۱۳a	۳۲/۴۰b	۱۵۱۲/۳۴a	۴۲۵۰/۰۰abc
R Sa_0 Se_0	۵۲/۶۶a-d	۰/۸۷k	۱۴۷/۰۰d	۲۲/۱۰abc	۳۶/۲۰ab	۱۲۵۰/۲۶ab	۴۷۶۰/۰۰abc
R Sa_0 Se_1	۵۱/۳۰a-d	۱/۸۱fg	۱۸۳/۰۰bcd	۲۰/۵۶cde	۳۳/۰۰ab	۱۴۳۲/۰۰a	۴۴۰۶/۰۰abc
R Sa_1 Se_0	۵۱/۴۸a-d	۰/۶۴l	۱۵۷/۰۰cd	۱۷/۰۰ef	۳۸/۵۳a	۱۳۱۴/۹۳ab	۵۱۸۵/۰۰a
R Sa_1 Se_1	۵۵/۷۲abc	۱/۷۳gh	۱۶۷/۳۳bcd	۲۴/۲۰ab	۳۵/۸۰ab	۱۳۸۸/۳۶a	۴۳۳۵/۰۰abc
R Sa_2 Se_0	۵۷/۳۲a	۲/۲۶de	۱۸۸/۶۶bcd	۲۴/۳۶ab	۳۳/۳۰ab	۹۸۷/۴۳b	۳۹۱۶/۰۰bc
R Sa_2 Se_1	۵۲/۲۶a-d	۲/۱۶e	۱۷۳/۶۶bcd	۲۱/۴۰bcd	۳۳/۹۰ab	۱۲۷۸/۳۰ab	۴۰۸۰/۰۰abc

*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.

منابع

۱- بیات، س.، س، سپهری. ح. زارع ابیانه. و م. عبداللهی. ۱۳۸۹. اثر اسید سالیسیلیک و پاکلوبوترازوا بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه ذرت تحت تنش خشکی. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲تا ۴ مرداد ۳۸۹ . دانشگاه شهید بهشتی. تهران.

۲- ساجدی، ن.، م، اردکانی. الف، نادری. ح. مدنی. و م. مشهدی‌اکبربوجار. ۱۳۸۸. تأثیر تنش کمبود آب و کاربرد عناصر غذایی بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب در ذرت. مجله پژوهشهای زراعی ایران. ۷(۲): ۵۰۳ -۴۹۳.

۳- شمس الدین س.، م. ح، دشتی. الف رحیمی. و ف. شریعتی نیا. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر رشد رویشی ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط شور. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲تا ۴ مرداد ۱۳۸۹. دانشگاه شهید بهشتی. تهران.

۴- کمالی، غ. ۱۳۸۴. شناسایی مناطق پر مخاطره استان از لحاظ اقلیمی. مصوب در کارگروه پژوهش آمار و فناوری اطلاعات استان مرکزی. ۳۰۳ صفحه.

5-Arfan, M., H. R. Athar, and M. Ashraf, 2007. Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt 6(4):685–694. stress? Journal of Plant Physiology

6- Borsiani, O., V.Valpuesta, and M. N. Botella, 2001. Evidence for a role of salicylic acide in the oxidative damage generated by NaCL and osmotic stress in Arabidopsis seedling. Plant Physiology. 126:1024-1030.

7- Bradford, K. J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. HortScience. 21: 1105-1111.

8- Cheong, Y. H., K. N., Kim, G. K., Pandey, R., Gupta, J. J. Grant and S. Luan. 2003. CBL, a calcium sensor that

differentially regulates salt, drought, and cold responses in Arabidopsis. The Plant Cell. 15:1833-1845.
9- Dat, J. F., Lopez-Delgado, H., Foyer, C. H and Scott, I. M. 1998a. Parallel changes in H_2O_2 and catalase during thermotolerance induced by salicylic acide or heat acclimation in mustard seedlings. Plant Physiology. 116:1351-1357.
10- 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.
11- El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley Gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid .Plant Growth Regulation. 45: 215-225.
12-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
13- Graham, H. L., J. Lewis, M. F. Lormer, and R. E. Holloway, 2004. High-Selenium wheat: agronomic biofortification strategies to rove human nutrition. Food Agriculture and Environment. 2 (1): 171-178.
14- 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 and Environment. 53:207–215.
15- Hayat, Q., S., Hayat, M .Irfan, and A.Ahmad, 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. Environmental and Experimental Botany 68(1):14–25
16- 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.
17- Kostopoulou, P., Barbayiannis, N and Basile, N. 2010. Water relations of yellow sweetclover under the synergy of drought and selenium addition. Plant and Soil. 330:65–71.
18- Kuznetsov, V., Kidin, V. P and Vladimir, V. 2004. Protective effect of selenium on wheat plant under drought stress. American Society of Plant Biologists. 24-28 July. Lake Buena Vista, FL USA.
19- Nemeth, M., T., Janda, E., Horvath, E. Paldi, and G. Szalai, 2002. Exogenous salicylic acide increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. Plant Science. 162:569-574.
20- 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.
21- Rajasekaran, L. R., A. Stiles, and C. D. Cadwell, 2002. Stand establishment in processing carrots: Effect of various temperature regimes on germination and the role of salicylates in promoting germination at low temperatures. Canadian Journal of Plant Science. 82: 443-450.
22- Shakirova, F. M., and Bezrukova, M. V. 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. Biology Bulletin. 24: 109–112.
23- Shakirova, F. M., A. R., Shakhbutdinova, M.V., Bezrukova, R. A. Fatkhutdionova, and D. R. Fatkhutdionova, 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedling induced by salicylic acid and salinity. Plant Science. 164: 317-322.
24- Singh, B and K. Usha. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation. 39:137-141.
25- Surai, P. F., 2006. Selenium in Nutrition and Health. Nottingham University Press, Nottingham.
26- Tasgin, E., O. Atic, and B. Nalbantoglu, 2003. Effect of salicylic on freezing tolerance in winter wheat leaves. Plant Growth Regul. 41:231-236.
27- Timothy, P. 2001. Glutation-related enzymes and selenium status: implications for oxidative stress. Biochemical Pharmacology. 62: 237-281.
28-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(5):1031-1036.