مجله علوم به زراعی گیاهی
دوره هشتم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷

اثر پیش تیمارهای سالسیلیک و جیبریک اسید بر تجمع برخی از یون‌ها و شاخص‌های جوانه‌زنی در کلزا در شرایط تنش شوری

مهتا حق‌جو[1*] و عبدالله بحرانی[2]

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد رامهرمز، دانشگاه آزاد اسلامی، رامهرمز، ایران
۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد رامهرمز، دانشگاه آزاد اسلامی، رامهرمز، ایران
*مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیک: mahtahaghjoo@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۵ بهمن ماه ۱۳۹۶؛ تاریخ پذیرش: ۲۰ خرداد ماه ۱۳۹۷)

چکیده

به منظور ارزیابی اثر پیش تیمار هورمون سالسیلیک و جیبرلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کلزا رقم هایولا ۴۰۱ در شرایط تنش شوری، دو آزمایش مستقل، هر یک صورت فاکتوریل با دو عامل، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد رامهرمز انجام شد. آزمایش اول شامل سطوح مختلف شوری (صفر، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مول در لیتر) و غلظت‌های مختلف هورمون سالسیلیک اسید (صفر، ۱/۵، ۳ و ۴/۵ میلی گرم در لیتر) بود. آزمایش دوم-شامل سطوح شوری فوق و غلظت‌های مختلف هورمون جیبرلیک اسید (صفر، ۰/۵ و ۱/۵ میلی گرم در لیتر) بود. نتایج آزمایش نشان داد درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی به طور معنی‌داری با کاربرد سالسیلیک اسید و جیبرلیک اسید در شرایط شور نسبت به عدم کاربرد این دو هورمون، افزایش یافت. پیش تیمار بذور با سالسیلیک اسید طول ریشه چه را در سطوح شوری افزایش نداد. بیشترین طول ریشه چه و ساقه چه در تمام سطوح شوری در مقایسه با عدم کاربرد آن با کاربرد جیبرلیک اسید به دست آمد. وزن خشک ساقه‌چه در واکنش به شوری کاهش یافت، اما بذور تیمار شده با سالسیلیک اسید، وزن ساقه چه و وطول آن را در مقایسه با عدم کاربرد این هورمون، افزایش داد. بیشترین غلظت یون‌های سدیم و کلر در بالاترین سطح شوری، مشاهده شد، در حالی که غلظت یون پتاسیم در ساقه و ریشه کلزا به میزان زیادی با افزایش نمک، روندکاهشی داشت. غلظت یون کلسیم با افزایش نمک در ریشه کاهش و در ساقه افزایش را نشان داد. غلظت یون منیزیم در ابتدا در ریشه افزایش و سپس کاهش یافت. به طور کلی تحمل به شوری در بذور تیمار شده با کاربرد سالسیلیک و جیبرلیک اسید در مقایسه با عدم کاربرد این دو هورمون افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، شوری، کلزا، گیاهچه، هورمون.

مقدمه

یکی از دانه‌های روغنی که در این سال‌ها در کشور توجه بسیاری را به خود جلب کرده و در طرح کاهش واردات روغن گیاهی نیز سهم فراوانی برای آن در نظر گرفته شده، کلزا است. این محصول در میان دانه‌های روغنی، در جهان بیشترین میزان تولید را در دهه‌های اخیر داشته و امروزه مقام سوم را پس از سویا و نخل روغنی در فرآورده‌های روغن گیاهی احراز کرده است (۵).

در مناطق خشک و نیمه خشک پس از مسئله کمبود آب، شوری خاک شاید مهمترین مسئله‌ای باشد که کشاورزی را محدود می‌کند. به طوری که حدود هفت درصد از زمین‌های جهان و پنج درصد از زمین‌های در حال کشت تحت اثر شوری قرار داشته و محصولات آنها دچار خسارت می‌شوند (۱۲). در این نواحی کافی نبودن آب، وجود گرما و اقلیم بسیار خشک غالبا علت اصلی افزایش شوری می‌باشد که تولید گیاهان را در این نواحی محدود می‌کند (۱۲).

اغلب گیاهان در مرحله جوانه‌زنی نسبت به مرحله‌ی استقرار، به شوری حساس‌تر می‌باشند (۹ و ۱۳). تنش شوری می‌تواند جوانه‌زنی گیاهان را توسط تنش اسمزی تحت تأثیر قرار داده و آن را کاهش دهد. گام اول برای انتخاب گیاهان زراعی متحمل به شوری، بررسی اثر شوری بر جوانه‌زنی بذر این گیاهان است. چرا که حساس‌ترین مرحله رشد گیاهان به تنش شوری این مرحله می باشد. حساسیت بیشتر گیاه به شوری در مرحله گیاهچه‌ای در مقایسه با مرحله جوانه‌زنی به اثبات رسیده است، ولی بطور کلی، در بیشتر گیاهان زراعی، مرحله جوانه‌زنی حساس‌ترین مرحله به تنش شوری تلقی می‌گردد (۲۴). شوری از طریق افزایش فشار اسمزی و در نتیجه کاهش جذب آب و همچنین از طریق اثر سمی یون‌هایی همچون سدیم و کلر، جوانه‌زنی بذور را تحت اثر قرار می‌دهد (۲۲). بعضی از محققان اثر منفی شوری بر جوانه‌زنی گیاهان زراعی را به کاهش پتانسیل اسمزی (۱۱) و بعضی دیگر آن را به اثر سمی یون‌ها (۲۳) نسبت داده‌اند. براساس یافته‌های آزمایش‌های انجام شده، شوری علاوه بر کاهش جوانه‌زنی و سرعت آن، رشد اجزای گیاهچه (ساقه چه و ریشه چه) را نیز کاهش می‌دهد (۱۳).

جیبرلین از مواد رشد گیاهی است که بیشترین کاربرد مستقیم را در کنترل و تسریع جوانه‌زنی دارد. کنترل رویش، توسط هورمون جیبرلیک اسید عمدتاً از طریق نفوذپذیری غشاء و اثر آن بر سطح اولیه ATP و سطوح انرژی در جنین انجام می‌گیرد که منجر به رویش و جوانه‌زنی می‌شود. یکی از آنزیم‌های مهم و اثرگذار در درصد جوانه‌زنی و سرعت آن، فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز می‌باشد. فعالیت این آنزیم با افزایش هورمون جیبرلین، افزایش یافته که در نتیجه نشاسته بیشتری تجزیه شده و قندها برای تنفس و متابولیسم بیشتر فراهم شده، که می‌توانند یکی از دلایل افزایش درصد جوانه‌زنی توسط هورمون جیبرلین می‌باشد (۱۴ و ۱۶).

اسید سالیسیلیک از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی است که مورد توجه زیاد قرار گرفته است. این ماده در غلظت‌های بسیار کم باعث افزایش رشد و افزایش تحمل به شرایط نامساعد محیطی می‌شود. این ماده یک علامت مهم برای تغییر پاسخ‌های گیاه به تنش‌های محیطی است. اسید سالیسیلیک در واکنش گیاه به شرایط محیطی نامطلوب مانند تنش شوری و اسمزی نقش مهمی بازی می‌کند (۳ و ۶).

گزارش شده است که تنش شوری توازن هورمونی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد که این امر بر رشد و نمو گیاه اثر خواهد داشت (۹).

با توجه به اهمیت و حساسیت اثر تنش‌های مختلف بر گیاهان و به‌ویژه تنش شوری و چگونگی غلبه بر این شرایط، بررسی اثر پیش تیمار هورمون‌های سالسیلیک اسید و جیبرلیک اسید بر تنش شوری، از اهداف این تحقیق می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر پیش تیمار هورمون سالسیلیک و جیبرلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کلزا هایولا ۴۰۱ در شرایط تنش شوری دو آزمایش مستقل، هر یک صورت فاکتوریل با دو عامل، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد رامهرمز انجام شد. آزمایش اول شامل سطوح مختلف شوری (صفر=S1 ۸۰=S2 ۱۶۰=S1 ۲۴۰=S2 میلی مول در لیتر) و غلظت‌های مختلف هورمون سالسیلیک اسید (صفر=SA1 ۱/۵=SA2 ۳=SA3 ۴/۵=SA4 میلی گرم در لیتر) بود. آزمایش دوم شامل سطوح شوری فوق و غلظت‌های مختلف هورمون جیبرلیک اسید (صفر=GA1 ۰/۵=GA2 ۱/۵=GA3 میلی گرم در لیتر) بود.

برای پیش تیمار بذور با محلول‌های هورمونی، بذرها به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد درون هر یک از محلول‌های تیمارهای مورد نظر قرار داده شد. پس از آن بذرها تا قبل از آزمون جوانه‌زنی به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق خشک شد. برای سطح صفر میکرو مول در لیتر از هر دو هورمون از آب مقطر استفاده گردید. برای تهیه غلظت‌های نمک از نمک کلرور سدیم (NaCl) (نمک با خلوص ۹۹/۹۹ درصد) استفاده شد. قبل از شروع آزمایش، بذور با هیپوکلریت سدیم ۲٪ به مدت سه دقیقه ضد عفونی و سپس با آب مقطر آبشویی شد تا اثر این ماده کاملاً حذف شود. مجموعه پتری دیش‌ها و بستر بذر (کاغذ واتمن) نیز در اتو کلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد به مدت دو ساعت استریل گردید. تعداد ۲۰ عدد بذر بر کاغذ صافی در هر پتری دیش قرار داده شد و ۲۰ میلی لیتر از محلول‌های شوری تهیه شده در پتری دیش‌ها ریخته شد، به طوری که کاغذ صافی موجود کاملاً خیس گردید و ارتفاع محلول بیشتر از ارتفاع بذرها نشود. پتری دیش‌ها به منظور ایجاد محیط مناسب برای جوانه‌زنی در دستگاه ژرمیناتور با دمای ۱ ± ۲۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. یادداشت‌برداری‌ها از جوانه‌زنی بذور و پدیدار شدن گیاهچه‌ها به طور روزانه ثبت شد. شاخص جوانه‌زنی برای همه بذور، خروج دو میلی‌متر ریشه چه از بذر در نظر گرفته شد. بعد از ده روز پتری دیش‌ها از ژرمیناتور خارج گردید و فاکتورهای درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه چه و ریشه چه اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد برای تعیین وزن خشک ساقه چه و ریشه چه، به مدت ۷۲ ساعت با دمای ۵۰ درجه سانتیگراد در آون قرار گرفت.

سرعت جوانه‌زنی طبق معادله ۱ محاسبه شد (۴).

$$Rs = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di}$$ معادله ۱

که در آن Rs: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذور سبز شده در روز)، Si: تعداد بذرهای سبز شده در هر شمارش، Di: تعداد روز تا شمارش n ام و n دفعات شمارش می‌باشد.

میانگین سرعت جوانه‌زنی نیز از معادله ۲ مورد محاسبه قرار گرفت (۱).

$$AVG^{1} = \Sigma Nt / \Sigma t$$ معادله ۲

که در آن ΣNt :مجموع تعداد بذرهای جوانه زده در زمان t و Σt : مجموع زمان (روز) می‌باشد.

برای اندازه‌گیری غلظت عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم میزان ۰/۵ گرم از هر نمونه آسیاب شده در داخل کوره چینی در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه‌سانتی‌گراد به مدت سه ساعت تبدیل به خاکستر شدند. سپس نمونه‌ها در اسید کلریدریک دو نرمال به میزان پنج میلی لیتر حل شده و محلول به دست آمده پس از عبور از کاغذ

[1] -Average Velocity Germination

صافی واتمن عصاره‌گیری شدند (۱۸). برای اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر (Corning 410 UK) و برای اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم از دستگاه جذب اتمی (Perkin Elmer model 3030) استفاده شد.

به منظور اندازه‌گیری کلر ابتدا ۰/۲ گرم نمونه خشک بافت گیاهی کاملاً پودر شده و عصاره‌گیری به مدت ۳۰ دقیقه با آب مقطر انجام گردید و عصاره برای اندازه‌گیری کلر با روش نیترات نقره و کلرور پتاسیم مورد استفاده قرار گرفت (۲۲).

در نهایت، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C نسخه 1.1.0 تجزیه و تحلیل شد و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شد. همچنین شکل‌ها به کمک نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ ترسیم شدند.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، شوری، سالسیلیک اسید و جیبرلیک اسید در سطح یک و پنج درصد این دو صفت را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱ و ۲). همچنین مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری در سطوح یک و پنج درصد در برهمکنش سطوح شوری و هورمون‌های سالسیلیک اسید و جیبرلیک اسید وجود داشت. درصد و سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با شرایط غیر شور به طور معنی‌داری درسطح احتمال یک درصد کاهش یافت (جدول ۳). شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد به ترتیب در حدود ۱۵، ۴۳ و ۸۹ درصد و ۴۰، ۶۳ و ۹۳ درصد کاهش داد (جدول ۳). سالسیلیک اسید در سطح سه میلی‌گرم بر لیتر درصد جوانه‌زنی را افزایش داد، اما کاربرد بیشتر آن باعث کاهش در این صفت شد. افزایش سطوح سالسیلیک اسید باعث افزایش جوانه‌زنی در شرایط شور گردید. به طوریکه درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری در تیمارهای کاربرد سالسیلیک اسید در مقایسه با تیمار عدم مصرف این هورمون در شرایط شور افزایش یافت (شکل ۱-الف). بذرهای تیمار شده با جیبرلیک اسید نیز باعث افزایش درصد جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار عدم مصرف این هورمون در شرایط شور شد (شکل ۲-الف).

کاربرد جیبرلیک اسید به طور عکس نسبت به سالسیلیک اسید سرعت جوانه‌زنی را به میزان ۴۱ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داد (جدول ۳). در شرایط نرمال حداکثر سرعت جوانه‌زنی (۴۷/۲۹ درصد) در بذوری بدست آمد که با اسید سالسیلیک با غلظت ۴/۵ میلی‌گرم بر لیتر تیمار شده بودند. به طوریکه بذرهایی که در غلظت ۱۶۰میلی‌مول NaCl قرار گرفتند با کاربرد سالسیلیک اسید سرعت جوانه‌زنی در آنها بهبود یافت (شکل ۱-ب).

جدول ۱- تجزیه واریانس سطوح شوری و مقادیر سالسیلیک اسید بر صفات مورد بررسی در کلزا رقم هایولا ۴۰۱.

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه
شوری	۳	۶۰۱/۴۱**	۳۱۴/۵**	۷۱۲/۵**	۶۱/۱۵*	۲۱۵/۹**	۴۲۷/۶**	۱۷۵۶/۸**	۲۷۸/۲**
سالسیلیک اسید	۳	۷۱/۳۶*	۴۸/۳۲*	۶۵/۱۳*	۴۴/۱۶*	۵/۱۶ns	۱۸/۶*	۱۱۳/۶*	۵۰/۱۲*
شوری × سالسیلیک اسید	۹	۶۷/۴۴*	۳۵/۵۶*	۲۱/۶۸ns	۱۸/۱۵ns	۲/۵۶ns	۱۶/۵*	۸۵/۱۳ns	۱۷/۴ns
خطای آزمایش	۳۲	۲۱/۳۴	۱۴/۵۸	۱۸/۶۳	۱۵/۱۲	۳/۲۶	۵/۱۸	۳۵/۱۶	۱۳/۶۵

ns: معنی‌دار نیست. * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

جدول ۲- تجزیه واریانس سطوح شوری و مقادیر جیبرلیک اسید بر صفات مورد بررسی در کلزا رقم هایولا ۴۰۱

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه
شوری	۳	۵۸۷/۶**	۳۰۹/۸**	۸۶۵/۳**	۶۸/۱۴*	۲۱۲/۶**	۳۹۸/۵**	۱۹۴۵/۲**	۲۵۹/۶**
جیبرلیک اسید	۲	۷۵/۵۶*	۴۴/۱۲*	۸۷/۱۲*	۷۴۵/۵**	۱۳/۱*	۱۹/۸۷*	۱۳۶/۳*	۸۹/۶**
شوری × جیبرلیک اسید	۶	۴۲/۱۵*	۳۱/۵۸*	۶۲/۱۴*	۶۱/۲۱*	۱/۵۴ns	۲/۱۲ns	۲۱/۱۹ns	۲۵/۱۲ns
خطای آزمایش	۲۴	۱۸/۹۵	۱۴/۱۲	۱۹/۵۲	۲۱/۲۳	۴/۱۲	۴/۷۸	۲۹/۵۶	۱۵/۲۵

ns: معنی‌دار نیست. * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

جدول ۳- میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف شوری، سالسیلیک اسید و جیبرلیک اسید در کلزا رقم هایولا ۴۰۱

تیمار	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم در گیاهچه)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم در گیاهچه)	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم در گیاهچه)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم در گیاهچه)
سطوح شوری (میلی‌مول)								
صفر	۹۲/۱۲ a	۵۲/۴۶ a	۸۲/۰۵ a	۶۲/۴۴ a	۱۲/۴۷ a	۱۴/۳۳ a	۱۹۲/۱۲ a	۳۰/۸۹ a
۸۰	۷۸/۱۳ b	۳۹/۱۶ b	۵۷/۲۳ b	۴۲/۱۲ b	۱۰/۳۱ b	۱۲/۴۵ a	۱۶۸/۴۴ b	۲۵/۷۶ a
۱۶۰	۵۹/۱۴ c	۳۴/۶۸ c	۲۷/۱۳ c	۲۲/۲۳ c	۷/۹۶ c	۶/۶۵ b	۱۲۴/۴۶ c	۱۷/۳۶ b
۲۴۰	۴۷/۱۹ d	۲۸/۱۵ d	۱۴/۵۶ d	۸/۶۵ d	۳/۸۷ d	۳/۵۴ c	۸۳/۶۴ d	۱۰/۱۲ c
سطوح سالسیلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر)								
صفر	۹۰/۲۴ b	۴۲/۱۲ b	۹۰/۱۲ b	۸۹/۹۰ b	۷/۱۶ a	۸/۲۳ c	۱۶۵/۹۲ c	۲۴/۲۹ c
۱/۵	۹۵/۱۶ a	۳۹/۲۴ c	۱۱۲/۴ a	۱۱۰/۱ a	۸/۱۲ a	۱۱/۴۴ a	۱۸۴/۶۶ a	۲۸/۳۶ a
۳	۹۵/۰۴ a	۴۵/۷۲ a	۸۸/۲۳ b	۹۰/۱۱ b	۶/۵۲ a	۱۰/۰۲ b	۱۷۴/۳۹ b	۲۶/۱۲ b
۴/۵	۸۸/۲۸ c	۴۷/۲۹ a	۷۰/۲۴ c	۸۰/۰۵ c	۶/۵۴ a	۱۰/۱۱ b	۱۴۳/۲۳ d	۱۹/۱۸ d
سطوح جیبرلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر)								
صفر	۹۷/۱۹ a	۴۸/۳۳ a	۱۰۹/۱ a	۷۹/۲۳ c	۹/۸۷ a	۱۰/۱۵ a	۱۸۱/۲۱ a	۲۷/۳۲ a
۰/۵	۸۲/۱۳ b	۴۱/۵۶ b	۸۹/۳۲ b	۹۱/۱۳ b	۷/۹۱ b	۹/۵۶ a	۱۷۸/۲۵ a	۲۵/۴۱ a
۱	۷۱/۲۳ c	۳۴/۸۹ c	۷۶/۳۰ c	۱۰۲/۱ a	۶/۱۴ c	۶/۴۲ b	۱۵۹/۸۴ b	۲۰/۱۴ b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

هرچند که کمترین سرعت جوانه‌زنی در بذور تیمار شده با سالسیلیک اسید در غلظت ۸۰ و ۱۶۰ میلی‌مول NaCl بدست آمد. کاربرد سه و ۴/۵ میلی‌گرم بر لیتر سالسیلیک اسید در تمام سطوح شوری سرعت جوانه‌زنی را تا ۴۰ درصد نسبت به عدم کاربرد این هورمون افزایش داد. نتایج بدست آمده از کاربرد جیبرلیک اسید که شکل ۲-ب نشان داده شده است حاکی از این مطلب است که کاربرد جیبرلیک اسید در مقادیر ۰/۵ و یک میلی‌گرم بر لیتر اثر نامطلوب شوری بر سرعت جوانه‌زنی را کاهش داد.

تسریع در جوانه‌زنی بذر، افزایش وزن ماده خشک ریشه و ساقه، افزایش نسبت K^+/Na^+، افزایش پتانسیل اسمزی، بهبود فتوسنتز و افزایش میزان کلروفیل‌های a ,b و کارتنوئید از اثرات کاربرد اسید سالیسیلیک می‌باشد (۱۲).

اثر تیمار بذر با سالیسیلیک و جیبرلین روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در گیاهان مختلف نشان داده است که تیمار بذر با این هورمون ها سبب افزایش در شاخص های جوانه‌زنی تحت شرایط تنش می شود و و افزایش در درصد جوانه‌زنی به افزایش در مصرف مواد ذخیره ای در بذرهای تیمار شده نسبت داده شده است (۳).

به نظر می‌رسد که پیش‌تیمار بذر میزان جوانه‌زنی را از طریق کاهش صدمه به پروتئین‌ها، DNA و RNA افزایش می‌دهد و از طریق افزایش میزان آنزیم‌های لازم برای و جوانه زنی نظیر آلفا آمیلاز و افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، حفظ تعادل یونی و نیز ایجاد تعادل هورمونی، از گیاه در برابر اثر مخرب تنش شوری محافظت کرده و رشد آن را تحت چنین شرایطی بهبود می‌بخشد (۸).

طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه

این دو صفت به میزان زیادی به شوری حتی در پایین ترین سطح آن (۸۰ میلی‌مول NaCl) واکنش نشان داد (جدول ۱ و ۲). به طوریکه در این سطح تقریبا ۴۷ درصد از این دو صفت نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۱ و ۲). به نسبت افزایش در سطوح شوری طول ریشه چه و ساقه چه کاهش یافت. تیمار بذر با ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سالسیلیک اسید حداکثر طول ریشه چه و ساقه چه را نشان داد، اما مقادیر بالاتر باعث کاهش طول در هر دو صفت شد (جدول ۳). تیمار بذر با سالسیلیک اسید نتوانست در هر سطح از شوری طول ریشه چه را بهبود ببخشد (جدول ۳). اما تیمار بذور با سالسیلیک اسید در تمام سطوح شوری باعث افزایش در طول ساقه چه گردید (شکل ۱-ج). جیبرلیک اسید طول ریشه چه را کاهش داد، در حالی که طول ساقه چه با کاربرد آن افزایش یافت (جدول ۳). بیشترین و کمترین مقادیر طول ساقه چه به ترتیب با کاربرد ۱ میلی‌مول جیبرلیک اسید و شاهد بدست آمد (جدول ۳). کاربرد جیبرلیک اسید طول ریشه چه و ساقه چه را در تمام سطوح شوری نسبت به عدم کاربرد این هورمون، افزایش داد (شکل ۲-ج و ۲-د).

رشد گیاهانی که تحت تنش شوری قرار گرفته‌اند بوسیله کاربرد جیبرلیک اسید افزایش یافته که این امر می‌تواند بدلیل اثرات مثبت GA_3 مثل افزایش تقسیم سلولی و طویل شدن سلولی باشد (۲۰).

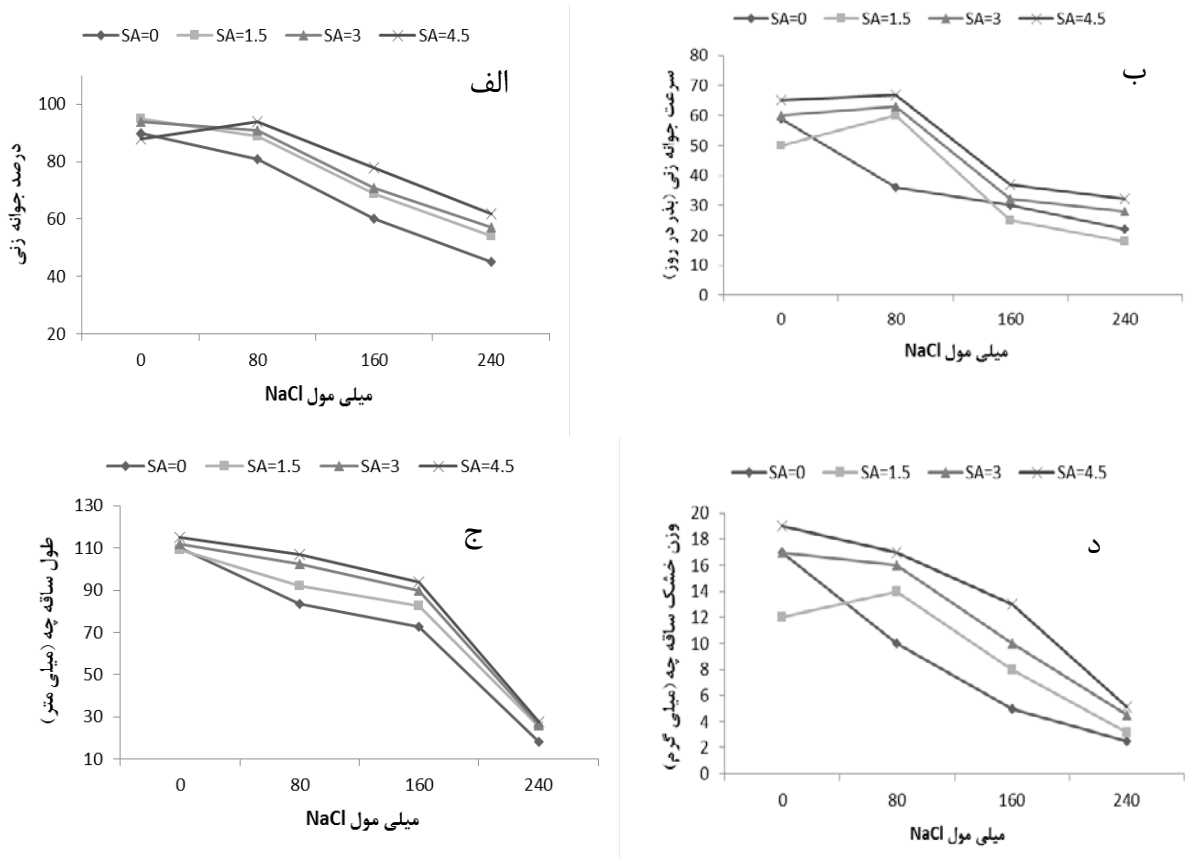
جیبرلین‌ها موجب رشد طولی ساقه و ریشه در بسیاری از گیاهان می‌گردند. جیبرلین در مقایسه با اکسین در سلول‌های جوان تر عمل کرده و موجب تقسیم و طویل شدن سلول می‌گردد، در حالیکه اکسین از طریق بهبود انبساط سلولی عمل می‌نماید (۲۵). در آزمایشی توسط اردال و همکاران (۶) مشاهده شد که تیمار بذور گندم با سالسیلیک اسید موجب افزایش رشد گیاهچه‌های جوان گندم و همچنین موجب افزایش فیتوهورمون‌ها (اکسین، سیتوکنین و آبسیزیک اسید) در گیاهچه‌های گندم می شود.

وزن خشک ریشه چه و ساقه چه

اثر شوری و سالسیلیک اسید بر وزن خشک ساقه چه و ریشه چه به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود. سالسیلیک اسید تنها بر وزن خشک ساقه چه اثر داشت و بر وزن خشک ریشه چه تاثیری نداشت (جدول ۳). وزن خشک ساقه چه در اثر کاربرد نمک کاهش یافت، اما بذرهایی که با سالسیلیک اسید تیمار شده بودند در مقایسه با بذور تیمار نشده با این هورمون در تحت شرایط شور، وزن خشک بیشتری در ساقه چه آنها بدست آمد (شکل ۱-د). به عبارت دیگر تحمل به شوری در بذوری که در مقادیر بالای سالسیلیک اسید قرار گرفته بودند، افزایش یافت و باعث افزایش در وزن خشک ساقه چه گردید. کاربرد جیبرلیک اسید باعث کاهش در وزن خشک ریشه چه و ساقه چه گردید (جدول ۳).

در پیش تیمار دانه گندم با GA_3 تحت شرایط شوری مشاهده شد که جوانه‌زنی بذر، طول، وزن تر و خشک ریشه چه و ساقه چه توسط کاربرد GA_3 افزایش یافت و با افزایش سطوح شوری رشد گیاهچه گندم کاهش یافت، اما درنتیجه تیمار با GA_3 به طور نسبی افزایش پیدا کرد (۹).

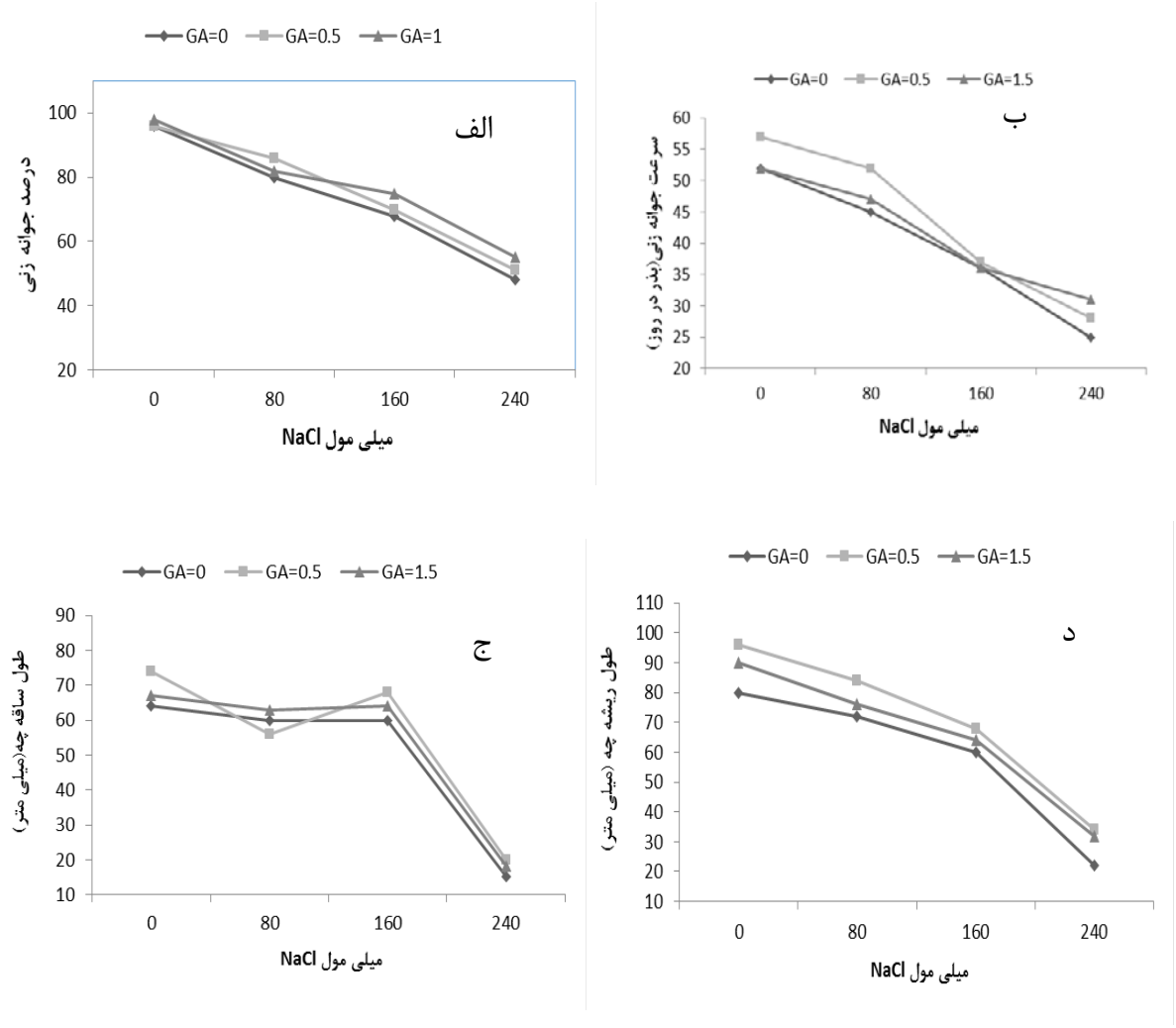
در یک بررسی مشخص گردید که غلظت های ۰/۱ میلی۰/۲ مولار سالیسیلیک‌اسید ساقه سبب افزایش طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه ذرت گردید (۱۹).



شکل ۱- برهمکنش شوری و سالسیلیک اسید.

الف: درصد جوانه‌زنی ب: سرعت جوانه‌زنی ج: طول ساقه چه د: وزن خشک ساقه چه.

غلظت‌های مختلف هورمون سالسیلیک اسید (SA1=0 SA2=1.5 SA3=3 SA4=4.5 میلی گرم در لیتر)



شکل ۲- برهمکنش سطوح مختلف شوری و جیبرلیک اسید.

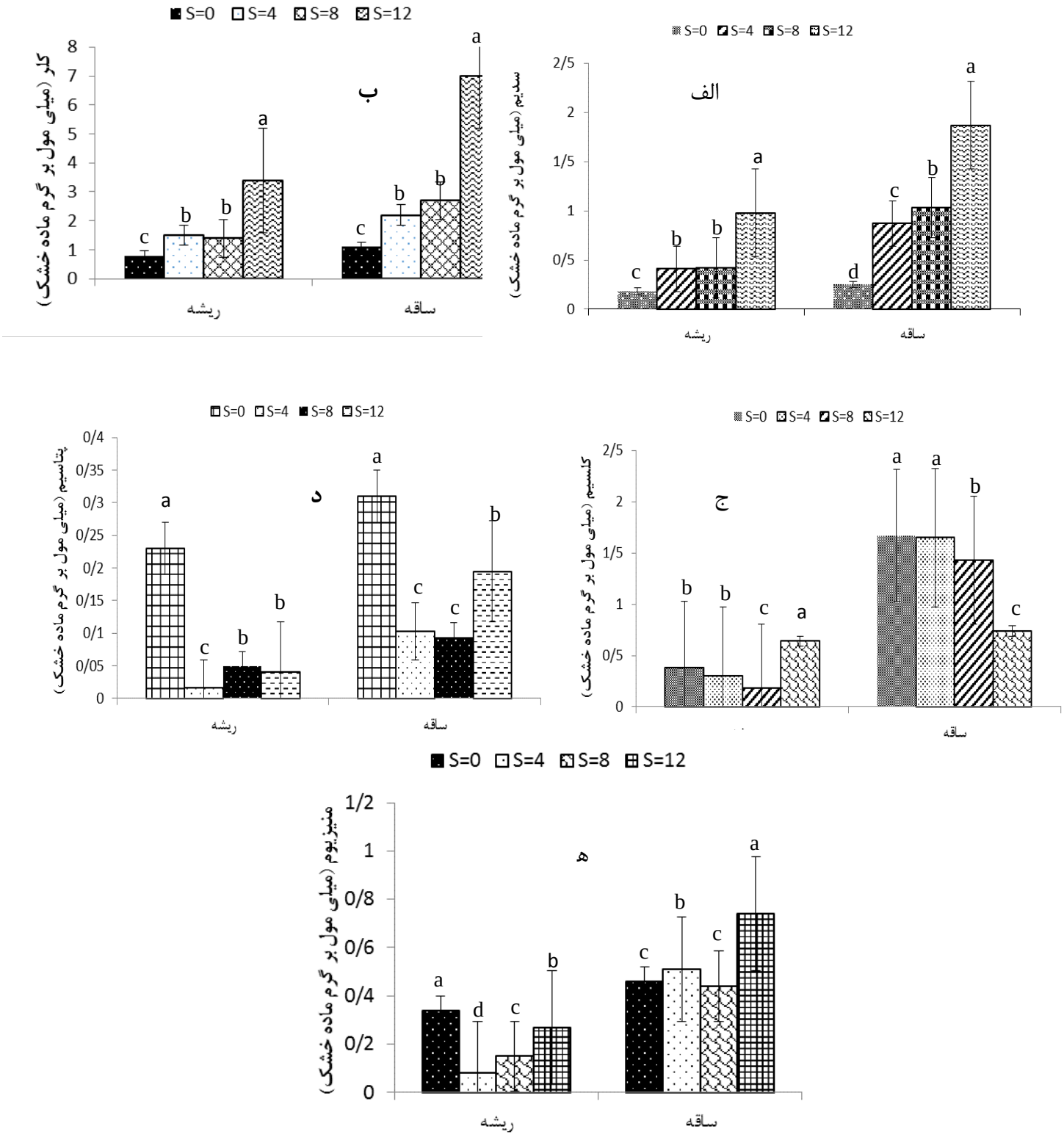
الف: درصد جوانه‌زنی ب: سرعت جوانه‌زنی ج: طول ساقه چه د: طول ریشه چه.

غلظت‌های مختلف هورمون جیبرلیک اسید (GA1=0 GA2=0.5 GA3=1.5 میلی گرم در لیتر)

وزن تر و خشک گیاهچه

اختلاف معنی‌داری در وزن تر و خشک گیاهچه در بین سطوح شوری، ساسیلیک اسید و جیبرلیک اسید در این مطالعه مشاهده شد (جدول ۱ و ۲). به طور متوسط وزن تر گیاهچه در سطوح شوری ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی‌مول NaCl به ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۱۳۵ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۳). وزن خشک گیاهچه در ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی‌مول NaCl تقریبا صفر، ۱۴۰ و ۱۹۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۳). تیمار بذور با ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سالسیلیک اسید حداکثر وزن تر و خشک گیاهچه را ایجاد کرد و مقادیر بالاتر از آن هر دو صفت را کاهش داد (جدول ۳). جیبرلیک اسید وزن تر و خشک گیاهچه را در حدود ۲۰ و ۳۵ درصد در تیمار یک میلی‌مول جیبرلیک اسید نسبت به شاهد کاهش داد (جدول ۳).

در مورد اثر جیبرلیک اسید بر روی وزن خشک گیاهچه، بیان شده است که مصرف تنظیم کننده رشد جیبرلیک اسید باعث افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در هنگام جوانه‌زنی جهت تجزیه نشاسته گردیده و این مسئله موجب تقویت بنیه بذر می شود که نتیجه آن، درصد سبز یکنواخت تر و سطح برگ بیشتر خواهد بود. (۱۹).



شکل ۳- تاثیر سطوح مختلف شوری بر میزان غلظت منیزیوم.

الف: کلر(Cl) ب: سدیم (Na) ج: پتاسیم (K) د: کلسیم (Cl) هـ: منیزیم(Mg) در ساقه و ریشه کلزا.

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

از آن جایی که کاهش محتوای قند محلول، با افزایش محتوای پلی‌ساکاریدها همراه است، پس احتمالا در حضور سالسیلیک اسید، فرآیندهای متابولیسمی مصرف کننده قندهای محلول افزایش یافته و از طرف دیگر، از فعالیت سیستم آنزیمی هیدرولیز کننده‌ی پلی‌ساکاریدها کاسته شده است. این کاهش احتمالا با افزایش فعالیت سیستم آنزیمی الحاق کننده‌ی قندهای محلول به پلی‌ساکاریدها همراه است (۱۷).

گزارش شده است که شوری باعث کاهش رشد گیاهچه‌های گندم گردید اما وقتی این گیاهچه‌ها با سالیسیلیک اسید تیمار گردید، سالسیلیک اسید موجب افزایش در وزن تر و خشک آنها می شود (۲۱).

تجمع یون‌های کلر، سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم

غلظت یون‌های کلر و سدیم در سطح احتمال یک درصد همراه با افزایش میزان نمک، افزایش یافت (شکل ۳-الف و ب). بر خلاف یون‌های کلر و سدیم که با افزایش میزان نمک، مقدار آنها نیز در اندام‌های رویشی گیاه افزایش یافت، غلظت یون پتاسیم در ساقه و ریشه گیاه همراه با افزایش نمک به میزان معنی‌داری، کاهش یافت (شکل ۳-ج). غلظت کلسیم، در ریشه با افزایش میزان نمک، کاهش یافت، در حالی که میزان این یون در ساقه با فزایش نمک، افزایش یافت (شکل ۳-د). غلظت یون منیزیم در ریشه در ابتدا کاهش، و سپس افزایش یافت (شکل ۳-ه). به طور کلی می‌توان گفت که در سطوح بالای نمک، رقم هایولا ۴۰۱ تحت تاثیر قرار گرفت، که دلیل آن می‌تواند ناشی از وجود سدیم و کلر بیشتر در ساقه و کلسیم و منیزیوم بیشتر در ریشه باشد.

نتیجه‌گیری نهایی

درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی به طور معنی‌داری با کاربرد سالسیلیک اسید و جیبرلیک اسید در شرایط شور نسبت به عدم کاربرد این دو هورمون، افزایش یافت. کاربرد جیبرلیک اسید طول ریشه چه و ساقه چه و سالسیلیک اسید وزن ساقه چه و ریشه چه را در تمام سطوح شوری در مقایسه با عدم کاربرد آن، افزایش دادند. به طور کلی تحمل به شوری در بذور تیمار شده با هورمون‌های به کار رفته در این تحقیق در مقایسه با عدم کاربرد این دو هورمون افزایش یافت.

قدردانی و تشکر

این آزمایش در قالب طرح پژوهشی مصوب با اعتبارات "باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد رامهرمز" اجرا شده است.

منابع

۱-**مظاهری تیرانی، م. و منوچهری، خ. ۱۳۸۵.** بررسی سه فاکتور سالسیلیک اسید، تنش خشکی و اتیلن و اثر متقابل آنها بر جوانه‌زنی بذر کلزا. مجله زیست شناسی ایران. ۱۹(۴): ۴۱۸-۴۰۸.

2-Akhkha, A., Boutra T., Alhejely A. 2011. The rates of photosynthesis, chlorophyll content, dark respiration, proline and abscicic acid (ABA) in wheat (*Triticum durum*) under water deficit conditions. International Journal of Agricultural and Biology. 13(2): 215-221.

3-Arfan, M, Habib, A. and Ashraf, M. 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 stress? Journal Plant Physiology. 164(3): 685–694.

4-Belcher, E.W. and Miller. L. 1974. Influence of subtract moisture level on germination of sweet gun and pine seed. Proceeding of the Association Official Seed Analysis. 65:88-89.

5-Berry, M.P, and Spink J.H .2006. A physiological analysis of oilseed rape yield past and future (review). Journal of Agricultural Science. 199: 381-392.

6-Erdal S, Aydın M, Genisel M, Taspınar MS, Dumlupinar R, Kaya O, Gorcek Z. 2011. Effects of salicylic acid on wheat salt sensitivity. African Journal of Biotechnology. 10 (30):5713–5718

7-Kiarostami K.H, Abdolmaleki N., Heidari M. 2012. The effect of salicylic acid on salt stress reduction in Canola (*Brassica napus* L.). Journal of Plant Biology. 4 (12):69-82.

8-Farooq, M., Wahid, A., Ahmad, N. and Asad, S.A. 2010. Comparative efficacy of surface drying and re-drying seed priming in rice: changes in emergence, seedling growth and associated metabolic events. Paddy Water Environ. 8:15-22.

9-Ibrahim, A. Eshkab, Mahmood B. Shanta, Hisham N. El Waer .2014. Influence of pre-sowing seed treatments on germination properties and early seedling growth of acacia cyanophylla. International Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engineering. 1(2). 208-2011

10-Iqbal, M. and Ashraf, M. 2013. Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: Growth, ionic partitioning, photosynthesis, yield and hormonal homeostasis. Environment Experimental and Experimental Botany. 86:76-85.

11-Kai HM, Siddiqui MH, Basalah MO, Al-Whaibi MH, Sakran AM, Al-Amri A. 2011. Effects of gibberellic acid on growth and photosynthetic pigments of *Hibiscus sabdariffa* L. under salt stress. African Journal of Biotechnology. 11(4):800–804

12-Kafi, M. Zamani, G. and Ghoraishi, S.G. 2009. Relative salt tolerance of south Khorasan millets. Desert. 14(1): 63-71.

13-Kanndil, A.A., Sharief, A.E and Nassar, E.S.E. 2012. Response of some rice (*Oryza sativa* L.) cultivars to germination under salinity stress. International Journal of Agriculture Sciences. 4(6): 272-277.

14-Kandil A.A., A.E. Sharief, W.A.E. Abido, M.A. Areeg, 2014. Effect of gibberellic acid on germination behavior of sugar beet cultivars under salt stress conditions of Egypt. Sugar Technology. 16(2):211-221.

15-Kaydan, D. Yagmur, M. and Okut, N. 2007. Effects of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). Tarim Bilimleri Dergisi.13(2): 114-119.

16-Keskin B.C., Sarikaya A.T, Yuksel B, Memon A.R. 2010. Abscisic acid regulated gene expression in bread wheat. Australian Journal of Crop Science. 4:617–625.

17-Krantev, A. R.Yordanova, T. Janda, G. Szalai and Popova, L. 2008. Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. Journal of Plant Physiology. 165 (9):920-931.

18-Maggio, A. Barbieri, G. Raimondi, G. and De Pascale, S. 2010. Contrasting effects of GA3 treatments on tomato plants exposed to increasing salinity. Journal of Plant Growth Regulation. 29: 63–72.

19- Mehrabian Moghadam, N., Arvine, M.J., Khajavy Nejad, GH.R, and Maghsoudi, K. 2011. Effect of salicylic acid on the growth and yield of corn in drought conditions in the field. Seed and Plant Production Journal. 27(1): 41-55.

20-Parmoon, G.H., Ebadi, A. Ghaviazm, A. and Miri, M. 2013. Effect of seed priming on germination and seedling growth of Chamomile under salinity. Iranian Society Agronomy and Plant Breeding Sciences. 6(3): 145-164.

21-Saud A. Alamri, Manzer H Siddiqui, Mutahhar Y Al-Khaishani and Hayssam M Ali. 2018. Response of salicylic acid on seed germination and physio-biochemical changes of wheat under salt stress. Acta Scientific Agriculture. 2(5):36-42.

22-Staples, R. C. and Toenniessen. G. H. 1984. Salinity tolerance in plants. John Wiley & Sons. pp" 443.

23-Summart J., Thanonkeo P., Panichajakul S., Prathepha P., McManus M.T. 2010. Effect of salt stress on growth, inorganic ion and proline accumulation in Thai aromatic rice, Khao Dawk Mali 105, callus culture. African Journal of Biotechnology. 9(2): 145-152.

24-Turan, M.A. Avad Elkarim, H.A. Taban, N. and Taban, S. 2010. Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant. African Journal of Agriculture Research. 5(7):584-588.

25-Zare, M. Mehrabi-e- Oladi. A. Sharaf Zadeh. Sh. 2006. Investigating the effect of gibberellic acid (GA3) and kinetin on germination and seedlings growth of wheat under salinity stress. Journal of Agriculture Sciences. 12(4):855-865.

Effect of salicylic acid and gibberellic acid pretreatment on accumulation of some ions and germination indices in canola (*Brassica napus* L.) under salt stress conditions

Mahta Haghjoo[1*] and Abdollah Bahrani[2]

1-Young Researchers and Elite Club, Ramhormoz Branch, Islamic Azad University, Ramhormoz, Iran
2-Young Researchers and Elite Club, Ramhormoz Branch, Islamic Azad University, Ramhormoz, Iran
*Corresponding Author; Email: mahtahaghjoo@yahoo.com

(Received: 4 February 2018; Accepted: 10 June 2018)

Abstract

In this study germination and seedling growth of a canola (*Brassica napus* L.) cultivar (Hayola 401) was assessed using in a factorial laid out in two separate experiments as completely randomized design (CRD) testing combinations of four levels of salinity (0, 80, 160 and 240 mMol NaCl) and three levels of salicylic acid (0, 0.5 and 1 mg L^{-1}) in the first experiment and the same salinity levels with four levels of gibberellic acid (0, 1.5, 3 and 4.5 M Mol) in the second in Islamic Azad University, Ramhormoz branch, in 2016. Results showed that germination percentage and germination rate was significantly increased by salicylic acid (SA) and gibberellic acid (GA) under salinity conditions compared to non-treatment of these two hormones. Priming with SA could not improve radicle length and radicle dry weight in all salinity levels. Application of GA enhanced radicle and hypocotyl length in all salinity levels compared to untreated seeds with treatment. Dry weight of hypocotyl decreased due to salinity stress but seedlings raised from seeds primed with SA improved dry weight of seedlings as compared to non-treatment of SA under non salinity and salinity conditions. Concentration of sodium and chloride ions increased with increasing salt content. While the concentration of potassium ion in canola stems and roots decreased significantly with increasing salt content. Concentration of calcium ion decreased with increasing salt in the root and increased in the stem. Magnesium ion concentration increased initially in the root and then decreased. In general, tolerance to salinity in canola seed increased with SA and GA compared to control.

Key words: Canola, germination, hormones, salinity, seedling.