بررسی تاثیر تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی و برخی خصوصیات بذر گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis* L.) در شرایط تنش شوری

ابوالفضل لولایی[۱]*، علی خلیلی[۲]، هدایت محمدی[۳]

[۱]دانشجوی دکترای، گروه علوم باغبانی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان تهران، تهران، ایران

[۲]کارشناسی‌ارشد، گزوه اکولوژی مرتع، دفتر امور مراتع و گیاهان دارویی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور تهران، ایران

[۳]کارشناس، گروه علوم باغبانی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۵

چکیده

امروزه گیاهان دارویی، به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن صنعتی مورد استفاده فراوانی دارند. به این منظور به بررسی تأثیر پیش تیمار اسیدسالسیلیک بر جوانه‌زنی و برخی خصوصیات بذر گیاه دارویی گل گاوزبان (*Borago officinalis* L.)، در شرایط تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح اسیدسالسیلیک با غلظت غلظت (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌مولار) و تنش شوری با غلظت‌های (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار) بودند. صفات مورد آزمایش شامل طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، انرژی جوانه‌زنی بذر، بنیه بذر، محتوای پرولین در ریشه‌چه و ساقه‌چه، سرعت جوانه‌زنی، درصد نهایی جوانه‌زنی بودند. با توجه به نتایج بدست آمده تاثیر اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر شاخص‌های مورد مطالعه تاثیر معناداری نشان داد. افزایش شوری باعث کاهش شدید شاخص‌های رویشی و جوانه‌زنی بذر شد. استفاده از سالیسیلیک اسید به صورت پیش تیمار بذر سبب بهبود رشد و جوانه‌زنی را بدنبال دارد.

واژه‌های کلیدی: اسیدسالیسیلیک، بنیه بذر، گل گاوزبان، جوانه‌زنی، شوری.

مقدمه

گیاهان دارویی از زمان‌های قدیم به‌عنوان یک منبع از داروها استفاده می‌شود و در حال حاضر در سطح جهان به سرعت جانشین بسیاری از داروهای شیمیایی می‌شوند و از طرف دیگر صادرات این گیاهان نیز می‌تواند منبع بزرگی از، درآمد ارزی برای کشور باشد (Khalaj et al., 2015). ایران دارای استعداد بالقوه طبیعی و جغرافیایی جهت کاشت و تولید گیاهان دارویی می‌تواند از جمله کشورهای تولیدکننده، مصرف کننده و صادرکننده گیاهان دارویی باشند. بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد لازمه بهره‌برداری اقتصادی از این گیاهان با ارزش، شناخت علمی، کشت و بهره‌برداری صحیح از آنان می‌باشد. گل گاوزبان با نام علمی (*Echium amoemom Fischard* C.A.May) از خانواده گل گاوزبانیان و دارای ۱۳۱ جنس و ۲۰۰ گونه علفی، بوته‌ای یکساله و چندساله است. گیاه گل گاوزبان در اواسط بهار و تابستان به گل می‌رود. در گل گاوزبان، گل و برگ و حتی سرشاخه‌های آن مصرف دارویی دارد (Ghahraan, 1978). گیاه داروی گل گاوزبان جز دسته گیاهانی محسوب می‌شود که به شرایط تنش محیطی پاسخ داده و کاربرد اسیدسالیسیلیک سبب بهبود شرایط رشد مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی آن می‌شود (Lolaei et al., 2019).

*نویسنده مسئول: abolfazl.lolaei84@gmail.com

کشور ایران با توجه به موقعیت آن در منطقه خشک و نیمه خشک دنیا، نیمی از اراضی کشاورزی آن یعنی ۹,۵ میلیون هکتار در معرض شوری بوده و کاملاً استعداد گسترش شوری اراضی را دارد. جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه، یکی از حساسترین مراحل مختلف رشد گیاه به تنش‌های محیطی (خشکی، شوری، سرما و گرما) در گیاهان زراعی و مرتعی به شمار می‌رود (Kafi, and Rahimi, 2010).

در طبیعت گیاهان در برابر نوسانات محیطی مختلفی از جمله شوری و خشکی قرار دارند که شرایط رشد آنها را دچار محدودیت میکند. اغلب گیاهان در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه حساسیت بالایی به تنش‌های محیطی از جمله خشکی و شوری دارند. طبق نظر محققین حساس ترین مرحله از چرخه زندگی گیاه نسبت به تنش شوری مرحله جوانه‌زنی و ابتدای رشد گیاهچه است.بنابراین بذرهایی که بتواند در مرحله جوانه‌زنی واکنش مناسبی به تنش شوری شان دهند در مرحله گیاهچه ای رشد بهتری دارند و سیستم ریشه‌ای قوی تری دارند (Kaydan and Yagmar, 2008). تنش شوری میتواند بر فرایندهای فیزیولوژیکی، از جوانه‌زنی تا تکامل کامل گیاه تاثیر گذار باشد. فتوسنتز که یک مسیر کالبدی در فیزیولوژی گیاهان است بشدت تحت تاثیر شوری قرار می‌گیرد (Zhao and Liu, 2000). شوری سبب تولید اسید آبسزیک شده و آن هم به نوبه خود سبب بسته شدن روزنه‌ها می‌شود. تنش شوری سبب تجمع انواع اکسیژن فعال در سلول و اسیب رساندن به لیپیدهای غشا و پروتین‌ها می‌شود (Panda and Upadhya, 2004).

اسید سالیسیلیک یک ماده شبه هورمونی است یک ترکیب کاملا طبیعی است که به عنوان یک تنظیم کننده رشد گیاهی عمل می‌نماید (El-Tayeb, 2005). یکی از ترکیبات موثری که می‌تواند در تیمار بذر مورد استقرار قرار گیرد سالیسیلیک اسید است (Wang et al., 2006). اسیدسالسیلیک نقش بسیار مهمی در تنظیم فرآیندهای فیزیلوژیکی مختلف مثل رشد و نمو گیاه، فتوسنتز، جذب و جوانه‌زنی دارد. این ماده در بسیاری از گزارشات به نقش سالیسیلیک اسید در تعدادی از پاسخ‌های دفاعی به تنش‌های محیطی مانند دماهای پایین (Tasgin et al., 2003)، شوری (Borsani et al., 2001) و بیماری‌های گیاهی (Alvarez, 2000). ایجاد مقاومت به انواع تنش‌های محیطی را دارد. بنابراین افزایش کاروتنوئیدها در هنگام القای تنش و کاربرد سالیسیلیک اسید می تواند ظرفیت آن‌ها را در کاهش خسارت ناشی از رادیکا لهای آزاد افزایش داده و به نوبه خود میزان کلروفیل گیاه را افزایش دهد. در واقع این میتواند در نتیجه اثر حفاظتی سالیسیلیک اسید و کاروتنوئیدها به منظور حفاظت دستگاه فتوسنتزی در مقابل تنش اکسیداتیو باشد (Azooz, 2009). اسیدسالیسیلیک سبب افزایش مقاومت به شوری در گیاهچه‌های گندم و مقاومت آنها به کمبود آب می‌شود. همچنین این ماده در گوجه فرنگی و لوبیا سبب افزایش مقاومت به درجه حرارتهای پایین و بالا می‌شود (Senaratna et al., 2000). کاربرد خارجی اسیدسالیسیلیک سبب ایجاد تحمل گرما و سرمازدگی و تنش شوری (Borsani et al., 2001) و در گل گاوزبان (Gholinezhad et al., 2016; Mirzaei et al., 2016) می‌گردد. گزارشات مختلی در خصوص پرایمینگ بذر باعث بهبود جوانه‌زنی، افزایش بنیه بذر و افزایش دامنه جوانه‌زنی بذرها در شرایط محیطی تنش زا از قبیل خشکی، شوری و دما شده است (Hanan, 2007). کاهش جوانه‌زنی گیاهان در شرایط و محیط شور میتواند به علت کاش جذب موثر اب به علت بر هم خوردن تعادل اسمزی و نیز علت ایجاد سمیت یونی و در نهای به علت ایجاد اختلال در جذب عناصر ایجاد شود (Kaur et al., 2006; Farooq et al., 2006).

پرایمینگ بذر با اسیدسالیسیلیک به عنوان یک تکنیک اسان و کم هزینه راه حلی است که برای بهبهود جوانه‌زنی بذرها پیشنهاد می‌گردد (Rajasekaran et al., 2002). همچنین گزارش دادند که سازوکاری که اسیدسالیسیلیک رشد ریشه و بخش هوایی را در برخی گیاهان افزایش می‌دهد. به‌خوبی شناخته نشده است اما احتمال می‌دهند که

اسیدسالیسیلیک طویل شدن و تقسیم سلولی را به‌همراه مواد دیگری از قبیل اکسین تنظیم مینماید (Kawanoand, and Muto, 2000). تحت شرایط تنش‌های محیطی سطوح درون زای فیتوهورمونها دچار تغییرات اساسی می‌شوند. فیتومورمونها نقش مهمی در پاسخ به تنش‌های محیطی و سازگاری آنها دارند. به اعتقاد بسیاری از محققین اثر شوری در ممانعت از جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه میتواند وابسته به کاهش در سطح فیتومورمونهای طبیعی باشد (Sharma et al., 2005). عدم جونه زنی بذر و استقرار مطلوب گیاه یکی از مشکلات کشاورزی در مناطق شور می‌باشد. لذا پیش تیمار بذر به‌عنوان یک راهکار جهت افزایش استقرار گیاه به‌ویژه در شرایط نامطلوب مطرح است. بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی اثرات پیش تیمار بذر با اسیدسالسیلیک در شرایط تنش شوری در جوانه‌زنی بذر و خصوصیات گیاهچه گل گاوزبان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر برخی خصوصیات گل گاوزبان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوکهای کاملا تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه مرکز تحقیقات سازمان جنگلها و مراتع اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح پیش تیمار بذر با اسید سالیسلیک و سه سطح شوری بود. ابتدا بذرهای هم اندازه انتخاب سپس با هیپوکلریت سدیم ۳ درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضد عفونی شده و سپس ۳ تا ۵ مرتبه با آب مقطر شسته و سپس به مدت ٢٤ ساعت در تاریکی و دمای محیطی ۲۰ درجه سانتی گراد درون محلولهای با غلظت (۰ (آب مقطر)، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی مولار) اسید سالیسیلیک به‌طور جداگانه خیسانده شدند. پس از آن، تعداد ۳۰ عدد بذر از بذرهای خیس خورده در آب مقطر و محلول اسیدسالیسیلیک به پتری‌دیش‌های استریل با قطر ۹ سانتی‌متر که حاوی یک لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۱ در کف پتری دیش‌ها و ۱۰ میلی‌لیتر NaCl با غلظت‌های (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) بودند انتقال گردیدند. پتری‌ها در اتاقک رشد و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ١٤ روز قرار داده شدند (Safarnejad et al., 2007). عداد بذرهای جوانه زده هر روز تا روز چهاردهم مورد شمارش قرار گرفتند. در طول آزمایش بذرهایی جوانه زده تلقی شدند که طول ریشه‌چه آنها دو میلی متر یا بیشتر بود (Kaya and Day, 2008). روز چهاردهم، پنج عدد از بذرهای جوانه‌زده را از پتری دیش خارج کرده و ریشه‌چه و ساقه‌چه جهت سنجش پارامترهای مرفولوژیکی از یکدیگر جدا شدند. در طول آزمایش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی نیز با استفاده از فرمول ارایه شده محاسبه گردید (Maguire, 1962). شاخص بنیه بذر نیز با استفاده از روش عبدالباکی و اندرسون محاسبه گردید (Abdul-baki and Anderson, 1970).

۱۰۰/ میانگین طول گیاهچه‌ها × درصد جوانه‌زنی = شاخص بنیه بذر

انرژی جوانه‌زنی بذر از نسبت درصد بذرهای جوانه زده در روز پنجم به تعداد کل بذرهای آزمون شده محاسبه شد (Run, 2000). میزان پرولین ریشه‌چه و ساقه‌چه در روز دهم نمونه برداری شدند و طبق روش باتس و همکاران (Bates et al., 1973) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر ساخت کشور آمریکا اندازه گیری شد و بر حسب نانومتر قرایت شد. سپس با رسم نمودار غلظت هر نمونه برآورد شد. برای محاسبات آماری از نرم‌افزارهای SPSS و برای مقایسه میانگین‌ها از روش دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه: با افزایش میزان شوری، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر تیماراسیدسالسلیک در شرایط تنش شوری بر طبق نتایج بدست آمده، بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال پنج درصد کاملاً معنی‌دار شد و همچنین برهمکنش این دو تیمار نیز اثر معنی‌داری بر این شاخص‌ها چه داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر پیش تیمار اسید سالیسلیک در شرایط تنش شوری نشان داد که شرایط کاربرد اسیدسالیسلیک سبب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (۹/٦۸) در تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم اسیدسالیسیلیک شد. همچنین کاربرد تنش شوری سبب کاهش این شاخصها گردید. با توجه به اثر متقابل شوری و اسیدسالیسیلیک بالاترین میزان طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به‌ترتیب ٤/٢٤ و٨/٣٤ سانتی‌متر مشاهده شد و کمترین میزان نیز به‌ترتیب ۲/۲۱ و ٤/٦۱ سانتی‌متر حاصل گردید (جدول ۲).

در تحقیقات محققین در خصوص بررسی تاثیر اسید سالیسلیک بر صفات ریخت شناسی بنفشه آفریقایی، نتایج نشان داد که غلظت ۵- ۱۰ مولار از اسیدسالیسلیک سبب افزایش در رشد ساقه و ریشه، تعداد برگ، تعداد غنچه‌های گل گردید (Jabbarzadeh, et al., 2009). در تحقیق خود در خصوص اثر روش‌های مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک برکاهش اثرات تنش شوری در اراضی گندم فاقد سیستم زهکش در شهرستان شادگان گزارش دادند که نتایج نشان داد که اثر نوع اراضی مورد کشت بر ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، سرعت رشد محصول و سرعت فتوسنتز خالص در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر اسید سالیسیلیک در تمامی صفات اندازه‌گیری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. برهمکنش محیط و روش کاربرد سالیسیلیک بر سرعت رشد محصول در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار و در مورد سایر صفات اختلاف معنی‌دار نداشت. بیشترین و کمترین مقدار در صفات مورد بررسی به ترتیب در اراضی نرمال و شور مشاهده شد و از میان روشهای مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک، بیشترین و کمترین مقدار در صفات در روش تلقیح بذر با اسید سالیسیلیک به علاوه محلولپاشی در ابتدای پنجه دهی و بدون کاربرد اسید سالیسیلیک (شاهد) حاصل شد (Idrisi and Marashi, 2018). در پژوهشی دیگر نتایج حاصل از کاربرد اسیدسالیسلیک بر روی گیاه دارویی گشنیز نشان دادند که ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک شاخه و برگ و عملکرد بذر به طور معنی‌داری تحت تاثیر اسیدسالیسیک افزایش یافتند (Rahimi, et al., 2009). همچنین در تحقیقی دیگر محققین گزارش دادند با افزایش غلظت اسیدسالیسلیک میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و به‌ویژه کلروفیل و تقسیمات سلولی در گیاه لوبیا افزایش یافت و سبب افزایش ارتفاع در لوبیا شده است (Sepehri and Karami, 2015). محققین در آزمایشی به بررسی اثر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی بذر کنجد در شرایط تنش شوری پرداختند. که پس از جوانه‌زنی درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش درصد جوانه‌زنی در بذرهای کنجد شده، به‌طوری‌که شوری با غلظت ۸ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش درصد جوانه‌زنی به کمتر از نصف نسبت به تیمار شاهد می‌شود. همچنین مشاهده شد که سالیسیلیک اسید تاثیر مثبتی بر جوانه‌زنی داشته و هم در تیمار شاهد و هم در تیمارهای تنش دیده سبب افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شود. در نتایج بدست آمده برابر افزایش سطح اسیدسالیسیلیک سبب افزایش در رشد گردیده که به‌دلیل رشد سریع‌تر و بیشتر شدن رشد عمومی گیاه دانست، چرا که روند سریع رشد برگ‌ها باعث جذب بیشتر تشعشع و آسیمیلات سازی و افزایش فتوسنتز خواهد شد و بر تجمع ماده خشک کل می‌افزاید (Safari et al., 2013). نتایج این آزمایش با یافته‌های (Hashemi et al., 2014) که گزارش نمودند

بیشترین طول ریشه‌چه همین‌طور وزن خشک بوته در شرایط محلولپاشی اسید سالیسیلیک در مراحل شروع پنجه‌زنی و برجستگی دوگانه به دست آمد، نیز مطابقت داشت. طبق گزارش نتایج محققین، اسیدسالسیلیک سبب افزایش وزن تر و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهان ذرت در شرایط تنش شوری شده است (Khodary, 2004). محققین گزارش دادند افزایش نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه تحت تأثیر سالیسیلیک اسید میباشد. تیمار گیاه با سالیسیلیک اسید، میزان تقسیم سلولی مریستم رأسی ریشه‌های اولیه که منجر به افزایش رشد طولی می‌شوند را زیاد می‌کند (Shakirova and Sahabutdinova, 2003). در تحقیقی توسط در خصوص پیش تیمار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری در سیاه دانه گزارش شد (Zarei et al., 2020). همچنین نتایج مشابهی توسط محققین در خصوص گل گاوزبان نیز ارایه شد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط سایر محققین بر شاخصهای رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در خصوص تاثیر اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری کاملا مطابقت دارد (Droudyan et al., 2017).

انرژی جوانه‌زنی بذر: با توجه به نتایج تیمار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر میزان انرژی جوانه‌زنی بذر معنی‌دار شد (جدول ۱). با توجه به کاربرد اسیدسالیسیلیک در گل گاوزبان در تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم بیشترین میزان انرژی جوانه‌زنی بذر مشاهده شد و با افزایش میزان سطح شوری میزان این شاخص کاهش یافت (جدول ۲). در واقع کاهش خصوصیات جوانه‌زنی در اثر شوری به‌دلیل کاهش میزان و سرعت جذب آب و همچنین تاثیر نامطلوب پتاسیل اسمزی بسیار پایین جاصل از نمک و سمیت یونها بر فرایند هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره ای بذر می‌باشد. همچنین نتایج مشابهی هم توسط محققین در خصوص اثر شوری بر انرژی جوانه‌زنی بذر در زیره سبز گزارش شده است (Zehtabsalmasi, 2008). در تحقیقی در خصوص اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی تربچه در شرایط تنش شوری گزارش دادند که نتایج نشان داد که غلظت ۱۲دسی‌زمینس بر متر نمک کلرید سدیم سبب کاهش درصد جوانه زنی بذرهای تربچه نسبت به شاهد شد. همچنین سالیسیلیک اسید در تیمار شاهد و در تیمارهای تحت تنش شوری تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی داشته و سبب افزایش جوانه زنی گردید. استفاده از سالیسیلیک اسید موجب افزایش نسبت طول و وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه شد. کاربرد سالیسیلیک اسید ۱ میلی مولار بیشترین تأثیر را بر درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت. به علاوه، غلظت پرولین در شرایط تنش شوری افزایش یافت (Ghanbari, et al., 2011). در آزمایشی کبیری و نقی زاده، به بررسی اثر پیش تیمار اسیدسالسیلیک بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه سیاهدانه در شرایط تنش شوری پرداختند. نتایج نشان داد با افزایش تنش شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی بذر، وزن گیاهچه، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه، وزن تر و وزن خشک ریشه‌چه، اندام هوایی و وزن خشک و تر اندام هوایی در سیاهدانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. پیش تیمار بذر با اسیدسالسیلیک موجب افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش شوری گردید (Kabirinezhad and Naghizade, 2015). این نتایج با نتیجه تحقیقات محققین در خصوص تاثیر تنش شوری بر صفات دو رقم برنج کاملا مطابقت دارد (Fallah, et al., 2015). لذا با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط سایر محققین بر شاخص انرژی جوانه‌زنی بذر در خصوص تاثیر اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری کاملاً مطابقت دارد.

بنیه بذر: با توجه به (جدول ۱) نتایج اثر متقابل غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم نشان داد که شاخص بنیه بذر تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفت و واکنش به سطوح شوری معنی‌دار بود. با افزایش غلظت شوری میزان شاخص بنیه بذر کاهش یافت. همچنین با افزایش میزان اسید سالیسیلیک میزان این شاخص افزایش یاقته است.

بنابراین در این تحقیق تنش شوری ایجاد شده توسط شوری در محیط آزمایش توانسته است شرایط سخت و نامساعدی را برای بذور این گیاهان فراهم آورد. بهترین غلظت استفاده شده از اسیدسالیسیلیک در گل گاوزبان غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم بود. شاخص بنیه بذر می‌تواند شاخصی برای توان ذر جوانه‌زده به‌منظور ادامه رشد باشد که با افزایش میزان شوری بالاترین اثر بخشی در کاهش بنیه بذر در سطح ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید سدیم مشاهده گردید (جدول ۲). در تحقیقی به بررسی شاخص بنیه بذر بابا آدم و کاسنی در شرایط تنش شوری پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد شوری عامل بسیار تاثیر گذار بر میزان بنیه بذر می‌باشد و با افزایش شوری تقریبا شاخص بنیه بذر به نزدیک به صفر رسیده است (Ghavam, and Azarnivand, 2016). در آزمایشی محققین بر روی ریحان اصلاح شده با افزایش میزان شوری شاخص بنیه بذر کاهش یافت (Alirezayi et al., 2012). از آنجایی که شاخص بنیه بذر تابعی از طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و اندازه نهایی گیاهچه است، لذا با افزایش شوری و کاهش این صفات شاخص بنیه بذر نیز کاهش یافت که در تیمار بکار رفته در این آزمایش اسیدسالیسیلیک سبب بهبود رشد و شاخص بنیه بذر میگردد که این عامل سبب تسریع در رشد و سبز شدن ساقه‌چه می‌گردد (Basra et al., 2005) که با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج سایر محققین کاملا مطابقت دارد.

محتوای پرولین در ریشه‌چه و ساقه‌چه: با توجه به نتایج تجزیه واریانس بدست آمده در خصوص تاثیر برهمکنش اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر خصوصیات میزان پرولین در ساقه‌چه و ریشه‌چه کاملاً معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد، در شرایط تنش شوری میزان پرولین موجود در ریشه و ساقه افزایش یابد. پیش تیمار بذور توسط اسیدسالیسیلیک باعث شد محتوای پرولین در ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط تنش شوری کاهش یابد. لذا بالاترین میزان غلظت پرولین در ریشه‌چه و ساقه‌چه در غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده گردید (جدول ۲).

در تحقیقی محققین به بررسی کاربرد اسیدسالیسلیک بر خواص کمی و کیفی پس از برداشت میوه توت فرنگی پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که کاربرد اسیدسالیسلیک به‌عنوان یک تیمار در خواص زمان رسیدن میوه، میزان مواد جامد محلول، اسیدیته میوه و وزن میوه کاملا تاثیر گذار بوده است. با توجه به نتایج تاثیر اسیدسالیسیلیک بر خصصیات فیزیولوژیک کاملا تاثیر گذار بوده است. نتایج تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که پیش تیمار بذر گیاهان مختلف به وسیله اسید سالیسیلیک، باعث افزایش مقاومت گیاهچه در هنگام بروز تنش‌های مختلف، به خصوص تنش شوری می‌شود (Lolaei et al., 2012). در شرایط تنش شوری که سبب افزایش میزان پرولین می‌شود کاربرد اسیدسالیسیلیک سبب کاهش در میزان پرولین می‌شود (Moradi and Rezvani Moghaddam, 2010) محققین در تحقیقات خود در خصوص کاربرد اسیدسالسیلیک بر خواص کمی و کیفی گیاه گاوزبان، گزارش دادند که تاثیر اسیدسالیسیلیک بر شاخص‌های فیزیولوژیکی کاملا معنادار است (Lolaei et al., 2019).

سرعت جوانه‌زنی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی گردید (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی در تیمار۱۵۰ میلی‌مولار Nacl در مقایسه با شاهد کاهش چشم‌گیری نشان داد. اما پیش تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک موجب ازایش صفت مذکور در شرایط تنش شوری گردید. طبق نتایج بیشترین میزان سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده گردید (جدول ۲). در تحقیقی توسط (Zarei, et al., 2022) در خصوص پیش تیمار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری در سیاه دانه گزارش شد شوری به‌طور معنی‌داری سبب کاهش سرعت جوانه‌زنی گردیده و پیش تیمار اسیدسالیسیلیک سبب بهبود

در جوانه‌زنی سیاه دانه در شرایط تنش شوری گردید. نتایج مشابهی در خصوص تاثیر اسیدسالیسیلیک گزارش دادند (Poshtdar et al., 2015). در تحقیقی تسط محققین گزارش شد پیش تیمار بذر با سالیسیلیک اسید سبب افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی بذر ماریتیغال شد پرایمینگ از طریق بازسازی و ترمیم سلول‌های آسیب دیده، کاهش موانع رشد جنین، افزایش کمی و کیفی سنتز پروتئینها و ایجاد دامنه دمایی وسیعتر برای جوانه‌زنی، باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و درصد بذرهای زنده و سرعت جوانه‌زنی گردید (Madaddi et al., 2016). در تحقیقی (Mahmoudi Rad and Nourafkan, 2019) به بررسی اثر پیش تیمار بر جوانه‌زنی ماریتیغال تحت تنش شوری پرداختند. نتایج نشان داد کاربرد اسیدسالیسیلیک سبب کاهش اثرات منفی تنش شوری در جوانه‌زنی بذور گردید. لذا نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات محققین نیز مطابقت دارد.

درصد نهایی جوانه‌زنی: در بررسی اثر تیمارهای مختلف سالیسیلیک اسید بر بذرهای گل گاوزبان نتایج تجزیه واریانس نشان داد کابرد اسید سالیسلیک در شرایط تنش شوری بر خصوصیت درصد نهایی جوانه‌زنی کالام معنی‌دار است(جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین تیمار۱۵۰۰ میلی مولار اسیدسالیسیلیک بالاترین میزان درصد نهایی جوانه‌زنی مشاهده شد. با افزایش غلظت کلرید سدیم درصد جوانه‌زنی کاهش یافت(جدول ۲). در تحقیق محققین نشان دادند که با بررسی تاثیر اسیدسالیسلیک بر روی برخی خصوصیات گل گاوزبان در شرایط تنش خشکی بر روی درصد جوانه‌زنی آن پرداختند.

نتایج نشان داد تنش خشکی جوانه‌زنی فاکتورهای مورد مطالعه را کاهش داد، سالیسیلیک اسید در تیمار خشکی بالا اثر بهبود بخشی در جوانه‌زنی داشته است. (Hashemi, et al., 2014) در تحقیقی در خصوص کاربرد اسیدسالسلیک در گل میخک، نشان از افزایش معنی‌دار رشد رویشی و کیفیت گل را به خود اختصاص داد. (Dolat Abadian, et al., 2008).

در تحقیقات خود در خصوص اثر پیش تیمار اسیدسالسیلیک بر جوانه‌زنی بذر گندم در شرایط تنش شوری مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج بدست آمده محققین درصد جوانه‌زنی بذر گندم به طور معنی‌داری در اثر تنش شوری کاهش یافته و تیمار اسید سالسیلیک سبب افزایش درصد جوانه‌زنی بذور می‌شود. همچنین نتایج مشابهی توسط محمودی راد و نورافکن در خصوص تیمار اسیدسالیسیلیک بر خصوص یات درصد جوانه زنی بذر ماریتیغال مشاهده شد (Mahmoudi Rad and Nourafkan, 2019). همچنین نتایج مشابهی توسط (Boroumand and Kochaki, 2005) نیز ارایه شد که با نتایج این تحقیق کالام مطابقت دارد.

جدول ۱: تجزیه واریانس تاثیر سالیسیلیک اسید و شوری بر صفات جوانه‌زنی گیاه گاوزبان

اسید سالسیلیک	تنش شوری	درجه آزادی (DF) (بین گروه‌ها-درون گروه‌ها)	طول گیاهچه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	انرژی جوانه‌زنی بذر	بنیه بذر	درصد جوانه‌زنی (درصد)	محتوای پرولین ریشه‌چه	محتوای پرولین ساقه‌چه	سرعت جوانه‌زنی
۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰	شاهد	(۸-۳)	۴۴/۷**	۱۰۶/۷**	۱۹۵/۲**	۲۲/۷۵**	۹۱۴/۷**	۱۰۶/۷**	۱۳۵/۲**	۲۲/۷۵ **
۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰	۵۰	(۸-۳)	۲۱۰/۷**	۳۷/۰**	۱۷۰/۰**	۷۳/۰۰**	۱۴۰/۷**	۲۴۷/۰**	۱۳۰/۰**	۷۳/۰۰**
۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰	۱۰۰	(۸-۳)	۱۳۵/۰**	۳۱/۹۲**	۳۹۰/۰**	۴۰/۰۰**	۲۴/۰**	۳۱/۹۲**	۳۹۰/۰**	۴۰/۰۰**
۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰	۱۵۰	(۸-۳)	۱۰۰/۰**	۱۴۸/۰**	۱۸۴/۷**	۴۸/۷۵**	۳۲/۲**	۴۱۸/۰**	۸۴/۷**	۱۱۸/۷۵**

به‌ترتیب ** در سطح ۵ درصد معنی‌دار، *در سطح ۰ درصد معنی‌دار، ns عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک و شوری بر صفات جوانه‌زنی گیاه گاوزبان

اسید سالسیلیک	تنش شوری	طول ساقه‌چه چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	انرژی جوانه‌زنی بذر	بنیه بذر	درصد جوانه‌زنی (درصد)	محتوای پرولین ریشه‌چه	محتوای پرولین ساقه‌چه	سرعت جوانه‌زنی
۰	شاهد	۱۵/۷cd	۲۱/۳cd	۲۳/۶۶c	۹۸/۷c	۱/۷۷c	۵۴/۰a	۶۴/۰a	۶۸/۱۸c
۵۰۰		۴۳/۷c	۵۴/۳c	۴۳/۷۱b	۷۳/۸c	۶/۷۹b	۴۵/۰b	۴۹/۰b	۹۲/۱۹b
۱۰۰۰		۶۴/۸b	۳۴/۴b	۲۷/۶۸bc	۴۲/۱۰b	۳/۸۰b	۳۳/۰c	۴۲/۰c	۱۴/۱۹b
۱۵۰۰		۶۸/۹a	۲۷/۵a	۸۴/۷۴a	۴۸/۱۲a	۵/۸۳a	۳۴/۰c	۴۰/۰c	۸/۲۲a
۰	۵۰	۵۸/۶c	۲۷/۳c	۴۱/۶۴b	۹۰/۴b	۱/۷۴b	۶۵/۰a	۶۰/۰a	۱۱/۱۷bc
۵۰۰		۵۷/۷b	۷۴/۳b	۸۵/۶۸a	۱/۳c	۵/۷۸a	۵۱/۰b	۵۹/۰a	۹۲/۱۷b
۱۰۰۰		۸۲/۷b	۸۸/۳b	۲۱/۷۰a	۱/۳c	۹/۷۷a	۴۴/۰bc	۵۱/۰b	۱۱/۱۸ab
۱۵۰۰		۳۴/۸a	۲۴/۴a	۴۳/۶۹a	۹۶/۹a	۲/۷۹a	۴۳/۰bc	۴۹/۰b	۶۸/۱۸a
۰	۱۰۰	۲۱/۵c	۸۵/۲c	۸۴/۶۱bc	۷۰/۵b	۸/۷۰b	۸۸/۰a	۹۴/۰a	۵۲/۱۶b
۵۰۰		۳۸/۶b	۱۶/۳b	۷۳/۶۴b	۸۴/۶ab	۷/۷۱ab	۵۷/۰b	۶۵/۰cd	۶۰/۱۶b
۱۰۰۰		۵۷/۶b	۵۴/۳ab	۴۲/۶۷b	۲۶/۷a	۹/۷۱ab	۵۸/۰b	۷۴/۰b	۱۴/۱۷
۱۵۰۰		۵۴/۶a	۳۴/۳a	۲۳/۷۰a	۲۳/۷a	۲/۷۳a	۵۳/۰c	۷۱/۰c	۷۶/۱۷a
۰	۱۵۰	۶۱/۴b	۲۱/۲d	۶۸/۶۲b	۲۰/۴b	۶/۶۱c	۵۴/۱a	۷۲/۱a	۴۱/۱۴c
۵۰۰		۴۲/۴b	۵۵/۲c	۳۶/۶۳b	۵۷/۴b	۶/۶۵ab	۷۱/۰c	۵۰/۱b	۵۰/۱۴c
۱۰۰۰		۴۵/۵ab	۸۴/۲b	۵۳/۶۷a	۲۸/۵a	۸/۶۳b	۸۶/۰b	۵۴/۱b	۳۷/۱۵b
۱۵۰۰		۷۸/۵a	۱۷/۳a	۶۴/۶۸a	۹۲/۵a	۲/۶۶a	۷۳/۰bc	۳۵/۱c	۸۲/۱۵a

حروف یکسان در هر ستون نشانه عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۳ درصد در آزمون دانکن می‌باشد

نتیجه‌گیری نهایی

در این آزمایش مشاهده شد که افزایش شوری باعث کاهش شدید شاخص‌های رویشی و جوانه‌زنی بذر شد. استفاده از سالیسیلیک اسید به صورت پیش تیمار بذر افزایش رشد و جوانه‌زنی را بدنبال دارد. افزایش شوری باعث کاهش شدید جوانه زنی بذرها گردید. با افزایش غلظت شوری، رشد گیاهچه (طول ریشه چه و ساقه چه)، شاخص بنیه بذر و انرژی جوانه زنی بذر) کاهش یافت.اما نکته قابل بررسی این است که آیا افزایش شوری سبب کاهش جوانه‌زنی و محتوای پرولین ریشه‌چه و ساقه‌چه بقای شده است. بر طبق نتایج به دست آمده از این پژوهش کاربرد سالیسیلیک اسید به منظور کاهش اثرات مخرب تنش شوری کاملا معنی‌دار و تاثیر گذار بوده است.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از زحمات بیدریغ همکاران محترم دفتر مرتع و گیاهان دارویی سازمان جنگلها و مراتع کشور در انجام هرچه بهتر پژوهش کمال سپاس و قدردانی را دارم.

Reference

Alvarez, M.E. 2000. Salicylic acid in machinery hypersensitive cell death and disease resistance. Plant Mol. Biol. 44: 429-442.

Azooz, M.M. 2009. Salt stress mitigation by seed priming with salicylic acid in two faba bean genotypes differing in salt tolerance. Int. J. Agric. Biol. 11(4), 343-350.

Bates I.S., Waldern R.P. and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

Borsani, O., Valpuseta, V. and Botella, M.A. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings. J. Plant Physiol. 126: 1024-1030.

Boroumand Rezazadeh, Z .and Kochaki. 2005. Investigation of seed germination response of acacia, fennel, and dill to osmotic and matrix potentials induced by sodium chloride and polyethylene glycol 6000 at different temperatures Iranian Journal of Crop Research. 3: 21-207.

Dolat Abadian, Arya, Seyed Ali M. and Etemadi, F. 2008. Effect of salicylic acid pretreatment on wheat seed germination under salinity stress. Iran biology magazine. Volume 21, Number 4.

Droudyan, Esmat and Ghasemi, M. and Sohani, A. 2017. The effect of salicylic acid on some characteristics of borage under drought stress conditions. Proceedings of the Seventh National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources.

El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation. 45: 215-225.

Fallah, A., Farahmand, A. and Moradi, F. 2015. The effect of salinity stress at different stages of growth on some morphophysiological traits of two rice cultivars in greenhouse conditions. Journal of Agriculture (Research and Construction), 107: 182-17

Farooq, M., Basra, S.M.A., Tabassum, R. and Afzal, I. 2006. Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. Plant Production Science 9: 446-456.

Ghavam, M., Azarnivand. H. 2016. Seed vigor index of three plants, wormwood, poplar and chicory under salinity stress. Iranian Natural Ecosystems Quarterly. Seventh year, third issue. Pages 39-49.

Ghanbari, M., Eftekharian. J., Javanmardi, Sh. and Farzaneh, M. 2011. Effect of salicylic acid pretreatment on radish germination under salinity stress. Padar Quarterly Journal of Modern Agricultural Knowledge, Year 7, Issue 3, Pages 45-51

Ghahraman, A. 1978. Color Flora of Iran, Volume I, Publications of the National Association for the Protection of Natural Resources and Human Environment, No. 2.

Hashemi, S, A., Imam, Y. and Pirasteh Anousheh, H. 2014. The effect of time and method of salicylic acid application on growth process, Yield and yield components of barley (Hordeum vulgare L.) under salinity stress conditions. Crop Physiology, 6 (24): 18-5.

Hanan, E.D. 2007. Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. Biol. Res. 1: 40-48.

Horvath, E., Szalai, G. and Janda, T. 2007. Introduction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. J. Plant Growth Regul. 26: 290-300.

Idris, H. and Marashi, S. 2018. In his research on the effect of different methods of application of salicylic acid on reducing the effects of salinity stress in wheat lands without drainage system. Journal of Crop Physiology - Islamic Azad University, Ahvaz Branch - Year 10, Issue 39, Fall, pp. 131-146.

Jabbarzadeh, Z., Khosh-Kkhui, M. and Salehi, H. 2009. The effect of foliarapplied salicylic acid on flowering of African violet. Aust. J. Bas. and Appl. Sci. 3(4): 4693-4696.

Kabiri, Rozita and Naghizadeh, Mehdi. 2015. The effect of salicylic acid pretreatment on germination and initial growth of black seedling seedlings under salinity stress. Iranian Journal of Seed Science and Technology, Fourth, 1: 61-72

Kafi, M. and Rahimi, Z. 2010. The effect of different levels of salinity on plant germination properties of purslane (*Portulaca oleracea* L.). Iranian Journal of Agricultural Research, 8(4): 615-621. (In Persian)

Kaur, S., Gupta, A.K. and Kaur, N. 2006. Effect of hydro-and osmo priming of chickpea (*Cicer orietinum* L.) seeds on enzymes of sucrose and nitrogen metabolism in nodules. Plant Growth Regulation 49: 177-182.

Kawano, T., and Muto, S. 2000. Mechanism of peroxidase actions for salicylic acid-induced generation of active oxygen species and an increase in cytosolic calcium in tobacco cell suspension culture. – J. exp. Bot. 51: 685-693.

Kaydan, D. and Yagmur, M. 2008. Germination, seedling growth and relative water content of shoot in different seed sizes of triticale under osmotic stress of water and NaCl. Afr. J. Biotechnol. 7: 2862-2868

Khalaj, H., Allahdadi, I., Iranejad, H., Akbari, G.A., Min Bashi, M., Baghestani, M., Labbafi, M. and Mehrafarin, A. 2015. Using Nonlinear Regression Model for Estimation of Cardinal Temperatures in Three Medicinal Plants. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 49: 165-173.

Khodary, S.E.A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. Int. J. Agri. Biol. 6: 5–8

Lolaei, A., Kaviani, B., Mohammad Ali Rezaei, Mojtaba Khorrami. R. and Rana Mohammadipour. 2012. Effect of Pre- and Postharvest Treatment of Salicylic Acid on Ripening of Fruit and Overall Quality of Strawberry (Fragaria ananasa Duchcv. Camarosa) Fruit. Annals of Biological Research, 2012, 3(10): 4680-4684

Lolaei, Abolfazl, Khalili, Ali and Mushfeqifar, Shokoofeh. 2019. Investigation of some traits of borage in salicylic acid treatment and biological fertilizers. Journal of Agricultural Research Journal.

Madady, M. Khomari, S., Javadi, A. and Sofalian, A. 2016. The effect of priming with calcium nitrate and zinc oxide on seed germination and seedling growth of corncockle under salinity stress, Journal of Plant Process and Function, 5(15): 169-179. (In Persian)**(Journal)**

Mahmoudi Rad, Zahra and Nourafkan, Zahra. 2019. Effect of seed pretreatment with salicylic acid on germination of marigold under salinity stress. Journal of Seed Research, 9(4): 11-21.

Mahmoudabadi, Majid Rashidi, Umm Leila and Fekri, Majid. 2013. The effect of alfalfa residues, poultry manure and potassium fertilizer on some soil properties and onion yield. Journal of Water and Soil, 27(2): 252-261.

Mirzaei, Mohammad Mehdi, Ghorbani, Sadegh, Roozbehani, Arash and Ghaderi, Afshin. 2016. To study the application of biological fertilizers on quantitative and qualitative traits of borage in dehydrated conditions. Journal of Desert Agricultural Research, 13(2): 157-173.

Moradi, R. and Rezvani Moghaddam, P. 2010. Study the effects of prepriming seed with salicylic acid in salinity stress condition, on germination and growth characteristics of Foeniculum vulgareMill (Fennel). Iranian Journal of Crop Sciences, 8(3):489-500. (In Persian) **(Journal)**

Panda, S.K., and Upadhyay, R.K. 2004. Salt stress induces oxidative alterations and antioxidative defense in the roots of Lemna minor. Biol. Plant., 48(2): 249-253.

Poshtdar, A., Abdali Mashhadi, A. and Monjezi, F. 2015. Response germination and vigor index seed of milk thistle to priming with salicylic acid under salt stress. The second conference on new findings in the Environment and Agricultural Ecosystems. Institute New Energys and Environment of Tehran University

Rajasekaran, L.R., Stiles, A., Surette, M.A., Sturz, A.V., Blake, T.J., Caldwell, C. and Nowak, J. 2002. Stand Establishment Technologies for Processing Carrots: Effects of various temperature regimes on germination and role of salicylates in promoting germination at low temperatures. Can. J. Plant Sci. 82: 443-450.

Rahimi, A.R., Mashayekhi, K., Hemmati, Kh., and Dordipour, E. 2009. Effect of salicylic acid and mineral nutrition on fruit yield and yield components of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). J. Plan. Prod. 16(4): 149-156. (In Persian)

Reddy, T.Y., and Reddi Gh. 1995. Principles of Agronomy. 2nd Edition,Kalyani Publishers. New Delhi, 110002. p. 223.

Rezvani Moghada, P., Lashkari, A. and Amin Ghafouri, A. (2014). Estimation of cardinal temperatours of (Echium amoniom). With application of regression models. Iranian Journal of Field Crops research, 12(2): 164-169.

Ruan, S. 2002. The influence of priming on germination of rice seeds and seedling emergence and performance in flooded soil. Seed Science and Technology, 30: 61-67.

Safari, Hossein., Madah, Shahab, Azari, Aman and Heshmati, Mohammad. 2013. The effect of salicylic acid pretreatment on sesame seed germination under salinity stress. The First National Conference on Salinity Stress in Plants and Agricultural Development, Shahid Madani University of Azerbaijan, pp. 883-888.

Sharma, A.K. (2002). Bio fertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India 407p.

Shaheen A.M., Rizk F.A., Abdel-Aal F.S., and Habib H.A.M. 2011. Production of safe and economic onion bulbs. Int. J. Acad. Res., 3(1): 527-532.

Sharma, N., Abrams S.R. and Waterer D.R. 2005. Uptake, movement, activity, and persistence of an abscisic acid analog (80 acetylene ABA methyl ester) in marigold and tomato. J Plant Growth Regul. 24: 28-35.

Senaratna, T., Touchell, D., Bunn E. and Dixon K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plant. Plant Growth Regul, 30: 157–161

Sepehri, A., Abbasi, R. Karami. 2015 . Effect of drought stress and salicylic acid on yield and yield components of red bean genotypes. Journal of Agriculture, 17(2): 503-516.

Shakirova F.M. and Sahabutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic aicd and salinity. Plant Science 164: 317-322.

Singh, B. and Usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regul. 39: 137-141.

Tasgin, E., Atici, O. and Nalbantogly, B. 2003. Effects of salicylic acid and cold on freezing tolerance in winter wheat leaves. Plant Growth Regul. 41: 231-236.

Wang, L., Chen, S., Kong, W., Li, S. and Archbold, D. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology 41: 244-251.

Zarei, Batool, Fazeli, Arash and Taghipour, Zahra. 2022. Investigation of the effect of salicylic acid on germination and activity of some black seed antioxidant enzymes under salinity stress, Seed Science and Research District, 7(2): 241-253

Zhao, F. and Liu, Y. 2000. The biosynthesis of polyamines is more sensitive than that of proline to salt stress in barley seedlings. Acta Scientia. 26: 343-349.

Journal of Seed Research, Vol. 11, No. 1, Spring 2021

Effect of salicylic acid on germination and some seed characteristics of borage (*Borago officinalis* L.) under salinity stress

A. Lolaei[1*], A. Khalili[2], H. Mohammadi[3]

[1]PhD student, Department of Horticulture, General Department of Natural Resources and Watershed Management, Tehran, Tehran, Iran

[2]Bachelor of Science, Rangeland Ecology Department, Office of Rangeland and Medicinal Plants, Forests, Rangelands and Watershed Management Organization, Tehran, Iran

[3]Experts, Department of Horticultural Sciences, General Department of Natural Resources and Watershed Management, Tehran Province, Tehran, Iran

Abstract

Medicinal plants are widely used in traditional and modern industrial medicine. For this purpose, the effect of salicylic acid pre-treatment on germination and some seed characteristics of borage (*Borago officinalis* L.), under salinity stress carried out as factorial in a randomized complete blocks design with three levels of salicylic acid (500, 1000 and 1500 mM) and salinity stress (50, 100 and 150 mM). Measured traits included root and stem length, seed germination energy, seed vigor, proline content in root and stem, germination rate and final germination percentage. According to the results, the effect of salicylic acid under salinity stress showed significant effect on studied traits. Increased salinity caused decrease in seed and germination indices. In general, application of salicylic acid as a seed pre-treatment improved growth and germination.

***Keywords*:** Salicylic acid, Seed vigor, Borage, Germination, Salinity[1].

[*]Corresponding author; abolfazl.lolaei84@gmail.com