

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 دکتری، گروه علوم باغبانی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان تهران، تهران، ایران
^۲ کارشناس ارشد، گروه 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 اسیدسالیسیلیک 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 اسیدسالیسیلیک با غلظت غلظت (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌مولار) و تنش شوری با غلظت‌های (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) بودند. صفات مورد آزمایش شامل طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، انرژی جوانه‌زنی بذر، بنيه بذر، محتوای پروتئین 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، بنيه 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 (خلج و همکاران، ۲۰۱۵). ایران دارای استعداد بالقوه طبیعی و جغرافیایی جهت کاشت و تولید گیاهان دارویی می‌تواند از جمله کشورهای تولیدکننده، مصرف‌کننده 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. لذا ارزش دارویی، تقاضای بازار و سطح فرآوری گیاهان دارویی موجب بررسی اقتصادی گیاهان دارویی شده است. رضوانی مقدم و همکاران، (۲۰۱۴). 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 (قهرمان، ۱۳۵۷). گیاه دارویی 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 (لولایی و همکاران، ۱۳۹۸). 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 (کافی و رحیمی، ۲۰۱۰).

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 حساس‌ترین 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 (کایدان و یاگمر، ۲۰۰۸). تنش شوری میتواند بر فرایندهای فیزیولوژیکی، از جوانه‌زنی تا تکامل کامل گیاه تاثیر گذار باشد. فتوستتوز 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 آسیب رساندن به لیپیدهای غشا و پروتئین‌ها می‌شود (Panda and Upadhy, 2004).

اسید سالیسیلیک یک ماده شبه هورمونی است یک ترکیب کاملاً طبیعی است که به عنوان یک تنظیم کننده رشد گیاهی عمل می‌نماید (El-Tayeb, 2005). این مولکول پیام رسان مهم در پاسخ‌های گیاه به تنش‌های متعدد زیستی و غیر زیستی شناخته شده است (هوروارث و همکان، ۲۰۰۷). یکی از ترکیبات موثری که می‌تواند در تیمار بذر مورد استقرار قرار گیرد سالیسیلیک اسید است (Wang et al., 2006). اسیدسالیسیلیک نقش بسیار مهمی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد و نمو گیاه، فتوستتوز، 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 می‌تواند ظرفیت آنها را در کاهش خسارت ناشی از رادیکال‌های 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 فتوستتوزی 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 (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۵) و قلی نژاد و همکاران، (۱۳۹۵) می‌گردد. گزارشات مختلفی 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 کاهش جذب موثر آب به علت برهم خوردن تعادل اسمزی و نیز علت ایجاد سمیت یونی و در نهایت 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 بهبود 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. بخوبی شناخته نشده است اما احتمال می‌دهند که اسیدسالیسیلیک طولی شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری از قبیل اکسین تنظیم مینماید (Kawano and, 2000). تحت شرایط تنش‌های محیطی سطوح درون زای فیتوهورمونها دچار تغییرات اساسی میشوند. فیتوهورمونها 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 فیتوهورمونهای 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 به عنوان یک راهکار جهت افزایش استقرار گیاه به‌ویژه در شرایط نامطلوب مطرح است. بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی اثرات پیش تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری در جوانه‌زنی بذر و خصوصیات گیاهچه گل گاوزبان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور 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 سالیسیلیک 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 ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای محیطی ۲۰ درجه سانتی گراد درون محلولهای با غلظت (۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی مولار) اسید سالیسیلیک بطور جداگانه خیسانده شدند. پس از آن، تعداد ۳۰ عدد بذر از بذرهای خیس خورده در آب مقطر و محلول اسیدسالیسیلیک به پتری دیش‌های استریل با قطر ۹ سانتی متر که حاوی یک لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۱ در کف پتری دیش‌ها و ۱۰ میلی لیتر NaCl با غلظت‌های (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار) بودند انتقال گردیدند. پتری‌ها در اتاقک رشد و در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۴ 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. طول ساقه‌چه از یقه تا جوانه انتهایی و طول ریشه‌چه از یقه تا نوک ریشه اصلی بر حسب میلی متر با خط کش اندازه‌گیری شدند (صفرنژاد و همکاران، ۲۰۰۷). در طول آزمایش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی نیز با استفاده از فرمول ارائه شده محاسبه گردید (Maguire, 1962). شاخص بینه بذر نیز با استفاده از روش عبدالباکی و اندرسون محاسبه گردید (Abdul-baki and Anderson, 1970).

$$۱۰۰ / \text{میانگین طول گیاهچه‌ها} \times \text{درصد جوانه‌زنی} = \text{شاخص بینه بذر}$$

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 Bates et al.

(1973) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر ساخت کشور آمریکا اندازه گیری شد و بر حسب نانومتر قرائت شد. سپس با رسم نمودار غلظت هر نمونه برآورد شد. برای محاسبات آماری از نرم افزارهای 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 تیمار اسیدسالیسیلیک 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 سالیسیلیک در شرایط تنش شوری نشان داد که شرایط کاربرد اسیدسالیسیلیک سبب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (۹/۶۸) 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 به ترتیب ۴/۲۴ و ۸/۳۴ سانتی‌متر مشاهده شد و کمترین میزان نیز به ترتیب ۲/۲۱ و ۴/۶۱ سانتی‌متر حاصل گردید (جدول ۲).

در تحقیقات محققین در خصوص بررسی تاثیر اسید سالیسیلیک بر صفات ریخت‌شناسی بنفشه آفریقایی، نتایج نشان داد که غلظت ۵-۱۰ مولار از اسیدسالیسیلیک سبب افزایش در رشد ساقه و ریشه، تعداد برگ، تعداد غنچه‌های گل گردید (Jabbarzadeh, et al., 2009). ادریس و مرعشی، (۱۳۹۷) در تحقیق خود در خصوص اثر روش‌های مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک بر کاهش 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. در پژوهشی دیگر رحیمی و همکاران (2009) نتایج حاصل از کاربرد اسیدسالیسیلیک 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 اسیدسالیسیلیک افزایش یافتند. همچنین در تحقیقی دیگر محققین گزارش دادند با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و به ویژه کلروفیل و تقسیمات سلولی در گیاه لوبیا افزایش یافت و سبب افزایش ارتفاع در لوبیا شده است (سپهری و همکاران، ۱۳۹۴). صفری و همکاران (۱۳۹۲) 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، به طوری که شوری با غلظت ۸ دسی‌زیمنس 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 به دلیل رشد سریع‌تر و بیشتر شدن رشد عمومی گیاه دانست، چرا که روند سریع رشد برگها باعث جذب بیشتر تشعشع و آسمیلات سازی و افزایش فتوسنتز خواهد شد و بر تجمع ماده خشک کل می‌افزاید. نتایج این آزمایش با یافته‌های هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) 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، اسیدسالیسیلیک 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 تاثیر 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 Sahabudinova, 2003). در تحقیقی توسط زارعی و همکاران، (۱۳۹۹) در خصوص پیش تیمار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری در سیاه دانه گزارش شد. همچنین نتایج مشابهی توسط درودیان و همکاران (۱۳۹۶) در خصوص گل گاوزبان نیز ارائه 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.

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 به دلیل کاهش میزان و سرعت جذب آب و همچنین تاثیر نامطلوب پتاسیل اسمزی بسیار پایین حاصل از نمک و سمیت یونها بر فرایند هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره ای بذر می‌باشد (طاهری و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین نتایج مشابهی هم توسط محققین در خصوص اثر شوری بر انرژی جوانه‌زنی بذر در زیره سبز گزارش شده است (Zehtabsalmasi, 2008). قنبری و همکاران (۱۳۹۰) 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 تاثیر 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 تاثیر را بر درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت. به علاوه، غلظت پرولین در شرایط تنش شوری افزایش یافت. در آزمایشی کبیری و نقی‌زاده، به بررسی اثر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک 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 بینه 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 اسیدسالیسیلیک موجب افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش شوری گردید (کبیری و نقی‌زاده، ۱۳۹۴). این نتایج با نتیجه تحقیقات فلاح و همکاران (۱۳۹۴) در خصوص تاثیر تنش شوری بر صفات دو رقم برنج کاملا مطابقت دارد. 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 یافته است. بنابراین در این تحقیق تنش شوری ایجاد شده توسط شوری در محیط آزمایش توانسته است شرایط سخت و نامساعدی را برای بذر 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). قوام و آذرنبوند، (۱۳۹۵) 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 تقریباً شاخص بنیه بذر به نزدیک به صفر رسیده است. در آزمایشی محققین بر روی ریحان اصلاح شده با افزایش 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 کاملاً 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 بذر 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 لولایی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی کاربرد اسیدسالیسیلیک بر خواص کمی و کیفی پس از برداشت میوه توت فرنگی پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که کاربرد اسیدسالیسیلیک به‌عنوان یک تیمار در خواص زمان رسیدن میوه، میزان مواد جامد محلول، اسیدیته میوه و وزن میوه کاملاً تاثیر گذار بوده است. با توجه به نتایج تاثیر اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات فیزیولوژیک کاملاً 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. 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 اسیدسالیسیلیک بر خواص کمی و کیفی گیاه گاوزبان، گزارش دادند که تاثیر اسیدسالیسیلیک بر شاخص‌های فیزیولوژیکی کاملاً معنادار است (لولایی و همکاران، ۱۳۹۸).

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 تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl در مقایسه با شاهد کاهش چشم‌گیری نشان داد. اما پیش تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک موجب افزایش 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 زارعی و همکاران (۱۳۹۹) 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. Poshtdar et al. (2015) نیز نتایج مشابهی در خصوص تاثیر اسیدسالیسیلیک گزارش دادند. در تحقیقی توسط 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 بذره‌های زنده و سرعت جوانه‌زنی گردید (Madaddi et al., 2016). در تحقیقی محمودی راد و نورافکن (۱۳۹۸) 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 بذره‌های گل گاوزبان نتایج تجزیه واریانس نشان داد کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر خصوصیت درصد نهایی جوانه‌زنی کالام معنی‌دار است (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین تیمار ۱۵۰۰ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک بالاترین میزان درصد نهایی جوانه‌زنی مشاهده شد. با افزایش غلظت کلرید سدیم درصد جوانه‌زنی کاهش یافت (جدول ۲). در تحقیقی قاسمی و سوهانی (۱۳۹۶) به بررسی تاثیر اسیدسالیسیلیک 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. هاشمی و میردهقان، (۲۰۱۴) در تحقیقی در خصوص کاربرد اسیدسالیسیلیک در گل میخک، نشان از افزایش معنی‌دار رشد رویشی و کیفیت گل را به خود اختصاص داد. دولت ابادیان و همکاران، (۱۳۸۷) در تحقیقات خود در خصوص اثر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک 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 سالیسیلیک سبب افزایش درصد جوانه‌زنی بذور می‌شود. همچنین نتایج مشابهی توسط محمودی راد و نورافکن در خصوص تیمار اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات درصد جوانه‌زنی بذر ماریتیغال مشاهده شد (محمودی و نورافکن، ۱۳۹۸). همچنین نتایج مشابهی توسط برومند و کوچکی، (۱۳۸۴) نیز ارائه شد که با نتایج این تحقیق کالام مطابقت دارد.

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

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

به ترتیب ** در سطح ۵ درصد معنی دار، * در سطح ۰ درصد معنی دار، NS عدم تفاوت معنی دار

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

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

حروف یکسان در هر ستون نشانه عدم تفاوت معنی دار 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 ساقه‌چه)، شاخص بینه بذر و انرژی جوانه زنی بذر) کاهش یافت. اما نکته قابل بررسی این است که آیا افزایش شوری سبب کاهش جوانه‌زنی و محتوای پروتئین 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 کاملاً 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.

منابع

- ادریس، حمد و مرعشی، سیدکیوان. ۱۳۹۷. در تحقیق خود در خصوص اثر روشهای مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک بر کاهش اثرات تنش شوری در اراضی گندم فاقد سیستم زهکش. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز- سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز، صفحه ۱۳۱-۱۴۶.
- برومند رضازاده، ز. و ع. کوچکی. ۱۳۸۴. بررسی واکنش جوانه‌زنی بذر زنیان، رازیانه، و شوید به پتانسیلهای اسمزی و ماتریک ناشی از کلرید سدیم و پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در دماهای مختلف مجله پژوهشهای زراعی ایران. ۲۱:۳-۲۰۷.
- فلاح، ا.، فرهمند، ا.، و مرادی، ف. ۱۳۹۴. تاثیر تنش شوری در مراحل مختلف رشد بر برخی صفات و روفیزیولوژیکی دو رقم برنج در شرایط گلخانه. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، ۱۰۷: ۱۸۲-۱۷۵.
- درودی، عصمت و قاسمی، محسن و سوهانی، علیرضا. ۱۳۹۶. تاثیر اسیدسالیسیک بر روی برخی خصوصیات گل‌گاوزبان در شرایط تنش خشکی. مجموعه مقالات هفتمین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدارتوانی.
- دولت‌آبادیان، آریا، سیدعلی محمد و اعتمادی، فاطمه. ۱۳۸۷. اثر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی بذر گندم در شرایط تنش شوری. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۱، شماره ۴.
- زارعی، بتول، فاضلی، آرش و تقی‌پور، زهرا. ۱۳۹۹. بررسی تاثیر اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی و فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سیاه‌دانه در شرایط تنش شوری، مجله علوم و تحقیقات بذر، سال هفتم، شماره دوم، صفحه ۲۴۱-۲۵۳.
- سپهری، ع.، عباسی، ر. و ا. کرمی. ۱۳۹۴. اثر تنش خشکی و اسیدسالیسیک بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز. مجله به‌زراعی، کشاورزی، دوره ۱۷، شماره ۲، صفحه ۵۰۳-۵۱۶.
- قهرمان، ا. ۱۳۵۷. فلور رنگی ایران، جلد اول، انتشارات انجمن ملی حفاظت منابع طبیعی و محیط انسانی، شماره ۷۴.
- کبیری، رزیتا و نقی‌زاده، مهدی. ۱۳۹۴. بررسی اثر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه سیاهدانه در شرایط تنش شوری. مجله علوم و فناوری بذر ایران، حلد چهارم، شماره ۱، صفحه ۶۱-۷۲.
- قنبری، مزگان، افتخاریان جهرمی، علیرضا، جوانمردی، شورانگیز و فرزانه، محسن. ۱۳۹۰. اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی تربچه در شرایط تنش شوری. فصلنامه دانش نوین کشاورزی پادار، سال هفتم، شماره سوم، صفحه ۴۵-۵۱.

- صفری، حسین، مداح، شهاب، آذری، آومان و حشمتی، محمد. ۱۳۹۲. به بررسی اثر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی بذر کنجد در شرایط تنش شوری. اولین کنفرانس ملی تنش شوری در گیاهان و توسعه کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، صفحه ۸۸۳-۸۸۸.
- قوام، منصوره، آذرینوند، حسین. ۱۳۹۵. بررسی شاخص بذر سه گیاه افسنظین، بابا آدم و کاسنی در شرایط تنش شوری. فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران. سال هفتم، شماره سوم. صفحات ۳۹-۴۹.
- لولایی، ابوالفضل، خلیلی، علی و مشفق‌فر، شکوفه. ۱۳۹۸. بررسی برخی صفات گیاه دارویی گل گاوزبان در تیمار اسیدسالیسیلیک و کودهای بیولوژیک. مجله پژوهش‌نامه کشاورزی.
- میرزایی، محمد مهدی، قربانی، صادق، روزبهرانی، ارش و قادری، افشین. ۱۳۹۵. به بررسی کاربرد کودهای بیولوژیک بر صفات کمی و کیفی گل گاوزبان در شرایط کم آبی. مجله پژوهش‌های زراعی در حاشیه کویر، جلد ۱۳، شماره ۲، صفحه: ۱۵۷-۱۷۳.
- محمودآبادی، مجید، رشیدی، ام لیلا و فکری، مجید. ۱۳۹۲. تاثیر بقایای بونجه، کود مرغی و کود پتاسیم بر برخی ویژگی‌های خاک و عملکرد پیاز. نشریه اب و خاک، جلد ۲۷، شماره ۲، صفحه ۲۵۲-۲۶۱.
- محمودی راد، زهرا و نورافکن، زهرا. ۱۳۹۸. اثر پیش تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی ماریتغال تحت تنش شوری. نشریه تحقیقات بذر، سال نهم، شماره ۴، صفحه ۱۱-۲۱.
- هاشمی، س، ا، امام، ی، و پیرسته انوشه، ه. ۱۳۹۳. اثر زمان و نحوه کاربرد سالیسیلیک اسید بر روند رشد، عملکرد و اجزای عملکرد جو (*Hordeum vulgare* L.) در شرایط تنش شوری. فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۶(۲۴): ۱۸-۵.
- 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.
- El-Tayeb, M.A. 2005.** Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation.* 45: 215-225
- 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.
- 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.
- Jabbarzadeh, Z., Khosh-Kkhu, 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.
- 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 Mehrfarin A. 2015.** Using Nonlinear Regression Model for Estimation of Cardinal Temperatures in Three Medicinal Plants. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 2015; 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, Abolfazl , Behzad Kaviani, Mohammad Ali Rezaei, Mojtaba Khorrami Raad 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
- 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**)
- 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 vulgare* Mill (Fennel). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 8(3): 489-500. (In Persian)(**Journal**)
- Panda, S.K., 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., A. Stiles, M.A. Surette, A.V Sturz, T.J. Blake, C. Caldwell, and J. Nowak, 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 TY, 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. (**Journal**)
- 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 SR, and Waterer DR. 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

- Shakirova FM, and Sahabutdinova DR .2003.** Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid 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.
- Zhao F, 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.