

بررسی تأثیر سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی سه گونه *Cynara scolymus* L. (کنگر فرنگی)، *Foeniculum vulgare* Mill. (رازیانه) و *Nigella sativa* L. (سیاه دانه) تحت تنش شوری

- ❖ مجتبی پیری؛ کارشناس ارشد مرتعداری، دانشگاه اردکان.
- ❖ علیرضا خوانین‌زاده*؛ استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان.
- ❖ حمید سودایی زاده؛ دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد.

چکیده

جهت بررسی تأثیر پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه کنگر فرنگی (*Cynara scolymus*)، رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) و سیاه دانه (*Nigella sativa* L.) تحت تنش شوری آزمایشی به صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در شرایط آزمایشگاهی به اجرا درآمد. عوامل آزمایش شامل تیمارهای سالیسیلیک اسید در ۴ سطح (بدون سالیسیلیک اسید (شاهد)، ۰.۵، ۱ و ۲ میلی مولار) و شوری در ۴ سطح (بدون شوری (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) می‌باشد. نتایج نشان داد اثر شوری و پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر تمام شاخص‌ها و بر هم کنش دو عامل بر اثر مؤلفه‌های جوانه‌زنی بذور معنی‌دار می‌باشد. افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار ($P < 0/05$) تمام صفات اندازه‌گیری شده گردید. پیش تیمار بذور با سالیسیلیک اسید در هر سه گونه سبب بهبود اکثر شاخص‌های جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری در مقایسه با بذور شاهد شد و میزان مقاومت به شوری در گونه‌ها به ترتیب در کنگر فرنگی، رازیانه و سیاه دانه کاهش می‌یابد. حداکثر درصد (بیش از ۹۶٪) و سرعت جوانه‌زنی (بیش از ۳/۴ در روز) و سایر مؤلفه‌های جوانه‌زنی در کنگر فرنگی در پیش تیمار ۰/۵ و ۱ میلی مولار مشاهده شد. بیشترین بهبود پارامترهای جوانه‌زنی در گونه کنگر فرنگی، سیاه دانه در غلظت ۰/۵ و ۱ میلی مولار و رازیانه در غلظت ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک تحت شرایط شوری به دست آمد. بنابراین می‌توان با استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید در غلظت‌های مشخص پارامترهای جوانه‌زنی *C. scolymus* L.، *F. vulgare* Mill. و *N. sativa* L. تحت تنش شوری را بهبود داد.

کلید واژگان: کنگر فرنگی، رازیانه، سیاه دانه، سالیسیلیک اسید، شوری، جوانه‌زنی

۱. مقدمه

رشد و عملکرد گیاهان در بسیاری از مناطق دنیا توسط تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده متعدد محدود می‌گردد. شور شدن آب و خاک یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی محدودکننده برای تولید محصول به خصوص در نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان می‌باشد [۲، ۲۵]. جوانه‌زنی یکی از مراحل حساس مهم در چرخه رشد گیاهان محسوب می‌شود زیرا جوانه‌زنی نقش عمده‌ای در تعیین تراکم نهایی گیاه دارد. استقرار سریع گیاهچه موجب افزایش توان آن برای مقابله با شرایط نامساعد محیطی و مشکلات ناشی از آفات و بیماری‌ها می‌شود [۲۶، ۳۳]. مسئله شوری یک عامل محدودکننده در عرصه‌های طبیعی و مراتع می‌باشد که در مناطق خشک باعث کاهش زادآوری و جلوگیری از استقرار گیاهان می‌شود و عملکرد گیاهان را در مراتع با مشکل مواجه می‌کند. تحقیقات گسترده‌ای در سطح جهان درباره گیاهان دارویی انجام شده و در سال‌های اخیر روند مؤثر این مطالعات در ایران آغاز گردیده است. با توجه به اینکه شوری از جمله عوامل محیطی است که تأثیر شدیدی بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه دارد، تعیین وضعیت و میزان جوانه‌زنی گیاهان در شرایط مختلف تنش شوری می‌تواند راهنمای کشت گیاهان مقاوم در مناطق شور باشد [۱۱، ۱۴] و در صورتی که به آن توجه نگردد باعث کاهش عملکرد و استقرار گونه‌ها می‌گردد. اگرچه اصلاح خاک از طریق آبیاری و زهکشی برای مقابله با شوری خاک به کار گرفته می‌شوند، این روش‌ها معمولاً مقرون به صرفه یا عملی نیستند و راهکارهای دیگری نظیر استفاده از گونه‌های مقاوم به شوری بایستی توسعه یافته و به کار برده شوند [۲۵، ۲۹]. در واقع شوری از طریق افزایش فشار اسمزی و به دنبال آن کاهش جذب آب توسط بذور و همچنین از طریق اثرات سمی یون‌های سدیم و کلر، جوانه‌زنی بذور را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۳، ۲۶]. در آزمایشی که بر روی گونه کنگر فرنگی صورت گرفت نشان داد که افزایش تنش شوری باعث کاهش درصد و سرعت

جوانه‌زنی می‌گردد به طوری که کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب معادل ۴۶/۶ درصد و ۲/۱ بذر در روز در سطح شوری ۲۰ دسی زیمنس مشاهده گردید [۳۴]. در تحقیقی [۱۷] گزارش دادند با افزایش تنش شوری (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار) درصد و سرعت جوانه‌زنی در گونه سیاه‌دانه کاهش می‌یابد. به طوری که درصد و سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد در سطح شوری ۱۰۰ میلی مولار به ترتیب معادل ۶۴/۲ و ۸۷/۲ در صد کاهش نشان داد. همچنین در آزمایشی دیگر که بر روی گونه رازیانه صورت گرفت نتایج نشان داد افزایش تنش شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی در گونه رازیانه می‌گردد به طوری که کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب معادل ۱۰/۴ درصد، ۰/۳۲ بذر در روز در سطح شوری ۱/۵ میلی مولار مشاهده گردید [۲۲]. با توجه به این که سالیسیلیک اسید یا اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید (SA) از ترکیبات فنلی در گیاهان است که به عنوان ماده شبه هورمونی دارای نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاه دارد [۵، ۱۷] بنابراین این ماده می‌تواند به عنوان یک ماده مصرفی ارزشمند در عرصه فعالیت‌های نوین کشاورزی و تولیدات گیاهی به ویژه گیاهان دارویی مطرح باشد. در صورتی که استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید در مؤلفه‌های جوانه‌زنی در کنگر فرنگی، رازیانه و سیاه‌دانه تأثیرگذار باشد و باعث بهبود و افزایش عملکرد جوانه‌زنی این گونه‌ها گردد می‌توان از آن جهت عملکرد بهتر این گونه‌ها در شرایط تنش شوری در عرصه‌های مرتعی و هنگام کشت در اراضی شور و یا آبیاری با آب شور به عنوان پیش تیمار قبل از کشت در مزارع و یا کپه کاری در مراتع استفاده کرد. لذا این پژوهش به منظور بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی این گونه‌ها تحت تنش شوری انجام گردید.

۲. روش شناسی

این تحقیق در آزمایشگاه گیاه شناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان به صورت

$$R_s = \sum \frac{S_i}{D_i} \quad (2)$$

R_s : سرعت جوانه‌زنی S_i : تعداد بذر جوانه زده در هر شمارش D_i : تعداد روز تا شمارش n ام برای اندازه‌گیری طول گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه از هر پتری‌دیش ۵ گیاه انتخاب و با استفاده از خط‌کش مدرج اندازه‌گیری شد و برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک گیاهچه از ترازوی دقیق دیجیتالی استفاده گردید. ضریب الومتری با تقسیم طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه به دست آمد و با تقسیم وزن تر به وزن خشک گیاهچه به دست آمد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ و برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳. نتایج

معمولاً گیاهان می‌توانند شوری خاک را تا حد معینی تحمل کنند به طوری که عملکرد آن‌ها کاهش نیابد که به آن حد تحمل شوری می‌گویند. بعد از آن حد تحمل، به ازای هر واحد افزایش شوری آب یا خاک، مقداری از رشد و عملکرد گیاه کاهش خواهد یافت [۲۶]. با توجه به نتایج مشخص شد حد تحمل به شوری در کنگرفرنگی معادل ۱۰۰ میلی‌مولار و برای دو گونه سیاه‌دانه و رازیانه کمتر از ۵۰ میلی‌مولار در شرایط آزمایش می‌باشد. بر این اساس گونه کنگرفرنگی در مقایسه با دو گونه سیاه‌دانه و رازیانه دارای حد تحمل شوری بالاتری می‌باشد (شکل ۱).

۱،۳. درصد جوانه‌زنی

نتایج نشان داد تیمارهای مورد آزمایش از نظر درصد جوانه‌زنی با هم اختلاف معنی‌داری دارند. با افزایش غلظت نمک درصد جوانه‌زنی در هر سه گونه دچار کاهش معنی‌دار ($P < 0/05$) گردید به طوری که کمترین درصد جوانه‌زنی در گونه کنگرفرنگی در مقایسه با شاهد معادل ۵۹ درصد، در سالیسیلیک اسید ۲ و شوری ۲۰۰

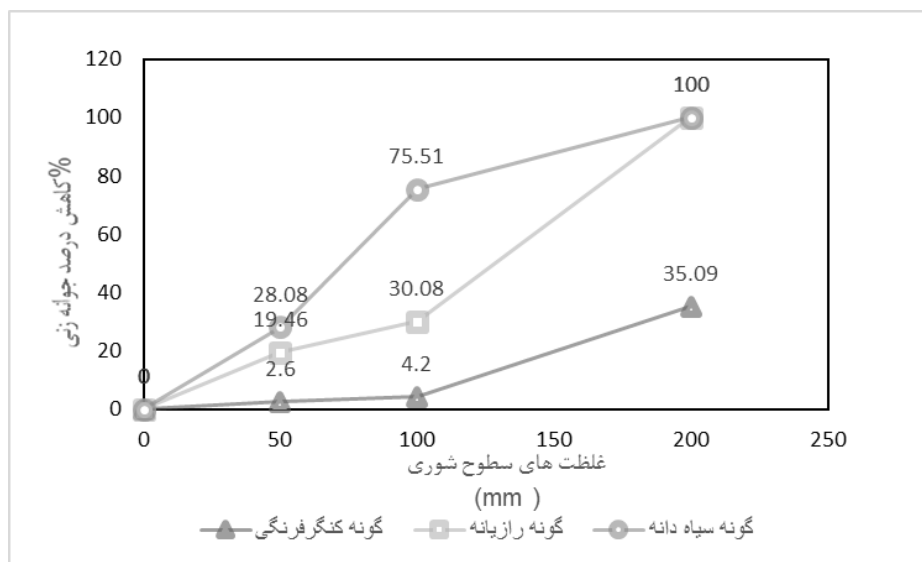
آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار به اجرا درآمد. عوامل آزمایش شامل تیمارهای سالیسیلیک اسید در ۴ سطح (بدون سالیسیلیک اسید (شاهد)، ۰،۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) و شوری در ۴ سطح با استفاده از کلرید سدیم (بدون شوری (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) اعمال شد. سطوح تیمارهای فوق بر اساس بررسی منابع و تأثیر سطوح مختلف شوری با توجه به گونه‌های انتخاب شده در نظر گرفته شد. بذور گونه‌ها پس از ضدعفونی با هیپوکلرید سدیم ۰/۰۵٪ به مدت ۱ دقیقه، با آب مقطر شستشو شدند. جهت اعمال تیمار سالیسیلیک اسید، بذور گونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد درون سطوح (بدون سالیسیلیک اسید (شاهد)، ۰،۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) سالیسیلیک اسید قرار داده شدند. جهت انجام آزمایش جوانه‌زنی پتری‌دیش‌هایی با قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متری تهیه و در هر یک ۲۵ عدد بذر هر یک از گونه‌ها روی کاغذ صافی واتمن شماره ۱ قرار داده شد. سپس به میزان ۱۰ میلی‌لیتر از سطوح مختلف شوری به هر یک از پتری‌دیش‌ها اضافه شد. در پایان پتری‌دیش‌ها به داخل انکو باتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد منتقل گردیدند. شمارش روزانه بذور جوانه زده در ساعت معین به مدت ۱۰ روز صورت گرفت و خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر معیار جوانه‌زنی قرار گرفت [۸]. برای اندازه‌گیری صفات جوانه‌زنی از درون هر پتری‌دیش ۵ عدد گیاه به تصادف انتخاب گردید و صفاتی مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه و وزن خشک گیاهچه و نسبت اندام هوایی به اندام زمینی اندازه‌گیری شدند. میزان درصد جوانه‌زنی با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد [۳۴].

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \quad (1)$$

N : تعداد کل بذر n : تعداد بذرهای جوانه زده P : درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی را با استفاده از معادله (۲) محاسبه شد [۱۹].

رشد بود. (جدول ۲) و در گونه رازیانه معادل ۱۸ درصد، در سالیسیلیک اسید ۲ میلی مولار و شوری ۱۰۰ میلی مولار (جدول ۳) مشاهده گردید.

میلی مولار (جدول ۱)، در گونه سیاه دانه معادل ۱۲ درصد، در سالیسیلیک اسید ۲ میلی مولار و شوری ۵۰ میلی مولار (در سطح شوری ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) فاقد



شکل ۱. کاهش درصد جوانه زنی سه گونه گیاهی کنگر فرنگی، رازیانه و سیاه دانه در سطوح مختلف شوری

نتایج نشان داد سرعت جوانه زنی در هر سه گونه با افزایش سطوح تنش شوری به طور معنی دار ($P < 0/05$) کاهش پیدا کرد و استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید باعث افزایش سرعت جوانه زنی در این سه گونه گردید به طوری که در گونه کنگر فرنگی بیشترین سرعت جوانه زنی در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار ۰/۵ و ۱ سالیسیلیک اسید و بدون تنش شوری به ترتیب معادل ۳/۴۲۹ و ۳/۴۶۴ تعداد در روز مشاهده گردید (جدول ۱). در گونه سیاه دانه بیشترین سرعت جوانه زنی در تمامی سطح شوری (بدون تنش شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) در مقایسه با شاهد به ترتیب معادل ۱/۹۲۵، ۱/۳۷۵ و ۰/۶۲۵ تعداد در روز (در سطح ۲۰۰ میلی مولار فاقد رشد بود) در تیمار ۰/۵ سالیسیلیک اسید مشاهده گردید (جدول ۲) و در گونه رازیانه بیشترین سرعت جوانه زنی در تمامی سطوح شوری (بدون تنش شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) در مقایسه با شاهد به ترتیب معادل

استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید در هر سه گونه سبب افزایش معنی دار ($P < 0/05$) درصد جوانه زنی گردید. بیشترین درصد جوانه زنی در کنگر فرنگی در مقایسه با شاهد در سالیسیلیک اسید ۰/۵ و ۱ و بدون تنش شوری به ترتیب معادل ۹۶ و ۹۷ درصد (جدول ۱)، در گونه سیاه دانه بیشترین درصد جوانه زنی در سطوح مختلف شوری (بدون شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) در مقایسه با شاهد در سالیسیلیک اسید ۰/۵ میلی مولار به ترتیب معادل ۷۷، ۵۵ و ۲۵ درصد (سطح ۲۰۰ میلی مولار فاقد رشد و جوانه زنی بود). (جدول ۲) و در رازیانه بیشترین درصد جوانه زنی در سطوح مختلف شوری (بدون شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) در مقایسه با شاهد در سالیسیلیک اسید ۱ میلی مولار به ترتیب معادل ۳۳، ۲۵ و ۲۲ (سطح ۲۰۰ میلی مولار فاقد رشد و جوانه زنی بود) مشاهده گردید (جدول ۳).

۲،۳. سرعت جوانه زنی

سالسیلیک اسید مشاهده گردید (جدول ۳). ۰/۸۲۵، ۰/۶۲۵ و ۰/۵۵ تعداد در روز در تیمار ۱

جدول ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل سالیسیلیک اسید و شوری با آزمون دانکن در کنگر فرنگی

طول ریشه چه (mm)	طول گیاهچه (mm)	سرعت جوانه زنی (تعداد در روز) (n/day)	درصد جوانه زنی (%)	شوری (mM)	سالیسیلیک اسید (mM)
۵۹/۸d	۹۰/۳۵d	۳/۳۹۳a	۹۵a	۰	
۳۷/۵h	۵۵/۱i	۳/۲۸۶a	۹۲a	۵۰	
۳۳/۶j	۴۵/۹۵l	۳/۲۵a	۹۱a	۱۰۰	
۱۷/۵n	۲۳/۲۵o	۲/۱۴۳b	۶۰b	۲۰۰	
۷۳/۱a	۱۲۵/۵a	۳/۴۲۹a	۹۶a	۰	
۶۳/۸c	۱۰۰/۴c	۳/۳۲۱a	۹۳a	۵۰	۰/۵
۴۸/۴e	۷۵/۹f	۳/۲۸۶a	۹۲a	۱۰۰	
۳۶/۹i	۵۳/۶۷k	۲/۲۱۴b	۶۲b	۲۰۰	
۶۸/۹b	۱۱۰/۶b	۳/۴۶۴a	۹۷a	۰	
۴۶f	۷۲/۵۷g	۳/۳۹۳a	۹۵a	۵۰	۱
۴۴/۹g	۷۰/۴۲h	۳/۳۵۷a	۹۴a	۱۰۰	
۱۹/۸m	۲۶/۵n	۲/۲۳۱b	۶۵b	۲۰۰	
۴۸/۵e	۸۷/۳۶۳e	۳/۲۵a	۹۱a	۰	
۲۹/۶۵k	۵۴/۱۵j	۳/۱۷۹a	۸۹a	۵۰	۲
۲۶/۰۷۵l	۴۳/۵۷m	۳/۰۷۱b	۸۶a	۱۰۰	
۱۳/۹۷۵o	۱۸/۵۷p	۲/۱۰۷c	۵۹b	۲۰۰	

ادامه جدول ۱.

وزن ساقچه (mg)	وزن ریشه چه (mg)	طول ساقچه (mm)	شوری (mM)	سالیسیلیک اسید (mM)
۱۰۷j	۵۲/۵۵c	۳۰/۵۷۵e	۰	
۱۰۶/۵j	۳۱/۱g	۱۷/۵۲۵k	۵۰	
۱۰۳/۵k	۲۷/۰۵i	۱۲/۳m	۱۰۰	
۶۸/۲۵o	۱۰/۷۵l	۵/۷۵p	۲۰۰	
۲۳۲/۸۲۵a	۵۹/۲۵a	۵۲/۴۵a	۰	
۲۲۶/۶۵b	۴۰/۷۵d	۳۷/۳d	۵۰	۰/۵
۱۸۴/۴f	۳۰/۷۵g	۲۷/۵۲۵f	۱۰۰	
۸۶/۹۷۵m	۱۵/۵۵j	۱۶/۷۵l	۲۰۰	
۲۱۰/۳d	۵۸b	۴۱/۷c	۰	
۱۸۵f	۳۴/۵f	۲۶/۵۲g	۵۰	۱
۱۴۹/۹h	۳۱g	۲۵/۴۷۵i	۱۰۰	
۹۷/۵l	۱۳/۵k	۶/۷o	۲۰۰	
۲۲۴/۹۵c	۳۹/۲۵e	۵۰/۶b	۰	
۲۰۳e	۲۸/۸۵h	۲۶/۵h	۵۰	۲
۱۰۸/۷۵i	۱۶/۰۵j	۱۹/۵۷۵j	۱۰۰	
۷۵/۷۵n	۸/۵m	۷/۵۷۵n	۲۰۰	

ادامه جدول ۱.

نسبت وزن تر به وزن خشک گیاهچه	نسبت طول ساقه چه به طول ریشه چه	وزن خشک گیاهچه (mg)	وزن تر گیاهچه (mg)	شوری (mM)	سالیسیلیک اسید (mM)
۹/۵۶d	۰/۵۱k	۱۷/۱۵h	۱۶۳/۹۵f	۰	
۹/۷۴۶c	۰/۴۶۸l	۱۴/۷۵i	۱۴۳/۷۵g	۵۰	
۹/۸۹۸b	۰/۳۶۶n	۱۳/۶۷۵j	۱۳۵/۳۵h	۱۰۰	
۱۰/۱۰۹a	۰/۳۲۹p	۹/۵m	۹۲/۵j	۲۰۰	
۹/۴۳۷e	۰/۷۱۸d	۳۱/۱a	۲۹۳/۵a	۰	
۹/۶۳۹d	۰/۵۸۵f	۲۸/۳۷۵c	۲۷۳/۵b	۵۰	۰/۵
۹/۷۶۱c	۰/۵۶۸h	۲۳e	۲۲۴/۵d	۱۰۰	
۹/۹۷۷b	۰/۴۵۴m	۱۰/۸۵l	۱۰۸/۲۵i	۲۰۰	
۹/۴۴۲e	۰/۶۰۵e	۲۹/۱b	۲۷۴/۷۵b	۰	
۹/۶۸۶d	۰/۵۷۶g	۲۲/۲۷۵f	۲۱۵/۷۵d	۵۰	۱
۹/۷۵۶c	۰/۵۶۷i	۱۹/۴۵g	۱۸۹/۷۵e	۱۰۰	
۱۰/۰۲۳a	۰/۳۳۹o	۱۱/۳۱l	۱۱۳/۲۵i	۲۰۰	
۹/۴۷e	۱/۰۴۳a	۲۸/۷۷۵b	۲۷۲/۵b	۰	
۹/۶۹۷d	۰/۸۹۴b	۲۴/۴d	۲۳۶/۶c	۵۰	۲
۹/۷۵c	۰/۷۵۱c	۱۳/۲۷۵k	۱۲۹/۵h	۱۰۰	
۱۰/۰۹۱a	۰/۵۴۵j	۱۱/۰۲۵l	۱۱۱/۲۵i	۲۰۰	

میانگین‌های با حروف متفاوت بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد دارند

۳,۳. طول ریشه چه و ساقه چه

باتوجه به نتایج بیشترین طول ریشه چه در کنگر فرنگی در تمامی سطوح شوری (بدون تنش شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید به ترتیب معادل ۷۳/۱، ۶۳/۸، ۴۸/۴ و ۳۶/۹ میلی متر مشاهده گردید (جدول ۱). در گونه سیاه‌دانه بیشترین طول ریشه چه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار بدون سالیسیلیک اسید به ترتیب معادل ۷۶/۳۵، ۵۸/۲ و ۲۲/۳۷۵ میلی متر مشاهده گردید (جدول ۲) و نشان داد استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید تأثیری در بهبود طول ریشه چه در گونه سیاه‌دانه ندارد. بیشترین طول ریشه چه در گونه رازیانه نیز در تمامی سطوح شوری (بدون تنش شوری، ۵۰، ۱۰۰ و

۲۰۰ میلی مولار) در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار ۱ سالیسیلیک به ترتیب معادل ۸۰/۶۵، ۷۰/۳۵ و ۶۹/۷۵ میلی متر (در سطح ۲۰۰ میلی مولار فاقد رشد بود) مشاهده گردید (جدول ۳).

استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش معنی دار طول ساقه چه در هر سه گونه گردید به طوری که بیشترین طول ساقه چه در کنگر فرنگی در سطوح مختلف شوری (بدون شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) در مقایسه با شاهد در سالیسیلیک اسید ۰/۵ میلی مولار به ترتیب معادل ۵۲/۴۵، ۳۷/۳، ۲۷/۵۲۵ و ۱۶/۷۵ میلی متر مشاهده گردید (جدول ۱). به عبارتی افزایش به ترتیب معادل ۵۸، ۴۶/۹۸، ۴۴/۶۸ و ۳۴/۳۲ درصد در رشد طول ساقه چه در مقایسه با شاهد در اثر اعمال پیش تیمار ۰/۵ سالیسیلیک اسید در این سطوح مشاهده گردید.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل سالیسیلیک اسید و شوری با آزمون دانکن در سیاه دانه

طول ریشه‌چه (mm)	طول گیاهچه (mm)	سرعت جوانه‌زنی (n/day)	درصد جوانه‌زنی (%)	شوری (mM)	سالیسیلیک اسید (mM)
۷۶/۳۵a	۸۴/۳a	۱/۸b	۷۲b	۰	
۵۸/۲c	۶۴/۱۵c	۱/۲۷۵d	۵۱d	۵۰	
۲۲/۳۷i	۲۴/۸h	۰/۵۷۵g	۲۳g	۱۰۰	
۰k	۰j	۰j	۰j	۲۰۰	
۵۱/۲d	۶۰/۶d	۱/۹۲۵a	۷۷a	۰	
۳۳/۷f	۴۱/۲۵e	۱/۳۷۵c	۵۵c	۵۰	۰/۵
۱۳/۹۱j	۱۶/۴۹i	۰/۶۲۵f	۲۵f	۱۰۰	
۰k	۰j	۰j	۰j	۲۰۰	
۷۳/۶b	۷۹/۸b	۰/۸۲۵e	۳۳e	۰	
۳۱/۲g	۳۴/۴f	۰/۵۷۵g	۲۳g	۵۰	۱
۰k	۰j	۰j	۰j	۱۰۰	
۰k	۰j	۰j	۰j	۲۰۰	
۴۸/۸۲۸e	۵۳/۰۸۷e	۰/۳۵h	۱۴h	۰	
۲۷/۵h	۳۰/۳۷۵g	۰/۳i	۱۲i	۵۰	۲
۰k	۰j	۰j	۰j	۱۰۰	
۰k	۰j	۰j	۰j	۲۰۰	

ادامه جدول ۲.

وزن ساقه‌چه (mg)	وزن ریشه‌چه (mg)	طول ساقه‌چه (mm)	شوری (mM)	سالیسیلیک اسید (mM)
۰/۹۵c	۱/۸۷۵a	۷/۹b	۰	
۰/۷۲۵e	۱/۱۷۵c	۵/۹۵e	۵۰	
۰/۵۵b	۰/۴۷۵f	۲/۲۵h	۱۰۰	
۰h	۰i	۰k	۲۰۰	
۱/۶۷۵a	۱/۳۲۵b	۱۱/۲۵۵a	۰	
۱/۳b	۰/۸۷۵d	۷/۵c	۵۰	۰/۵
۰/۷۵e	۰/۲۷۵h	۲/۵۷۵g	۱۰۰	
۰h	۰i	۰k	۲۰۰	
۰/۸d	۱/۸۵a	۶/۱۲۵d	۰	
۰/۶۷۵f	۰/۶۵e	۲/۱۷۵i	۵۰	۱
۰h	۰i	۰k	۱۰۰	
۰h	۰i	۰k	۲۰۰	
۰/۸۲۵d	۱/۲c	۴/۲۵f	۰	
۰/۶g	۰/۳۵g	۲/۰۷۵j	۵۰	۲
۰h	۰i	۰k	۱۰۰	
۰h	۰i	۰k	۲۰۰	

ادامه جدول ۲.

نسبت وزن تر به وزن خشک گیاهچه	نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه	وزن خشک گیاهچه (mg)	وزن تر گیاهچه (mg)	شوری (mM)	سالیسیلیک اسید (mM)
۱/۷۹۳d	۰/۱۰۳d	۱/۶۷۵b	۳b	۰	
۲/۱۶۶c	۰/۱۰۲۸e	۱/۰۷۵e	۲/۳۲۵e	۵۰	
۲/۵۸۷b	۰/۱f	۰/۴۵g	۱/۱۵i	۱۰۰	
۰f	۰k	۰h	۰j	۲۰۰	
۱/۶۲۲e	۰/۲۲۱a	۲/۰۵a	۲/۳۲۵a	۰	
۲/۰۴c	۰/۱۹۳b	۱/۲۵d	۲/۵۵d	۵۰	۰/۵
۲/۲۷۵c	۰/۱۷۹c	۰/۶f	۱/۳۵g	۱۰۰	
۰f	۰k	۰h	۰j	۲۰۰	
۱/۹۶۵c	۰/۰۸۳h	۱/۴۲۵c	۲/۸c	۰	
۲/۵۵۳b	۰/۰۷j	۰/۶۲۵f	۱/۵۵fi	۵۰	۱
۰f	۰k	۰h	۰j	۱۰۰	
۰f	۰k	۰h	۰j	۲۰۰	
۲/۰۹۸c	۰/۰۸۷g	۱/۰۷۵e	۲/۲۵e	۰	
۲/۷۵a	۰/۰۷۵i	۰/۴۵g	۱/۲۲۵h	۵۰	۲
۰f	۰k	۰h	۰j	۱۰۰	
۰f	۰k	۰h	۰j	۲۰۰	

میانگین‌های با حروف متفاوت بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد دارند

۴.۳. وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه

نتایج نشان داد بیشترین وزن ریشه‌چه در گونه کنگر فرنگی در سطوح مختلف شوری (بدون تنش شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار ۰/۵ سالیسیلیک اسید به ترتیب معادل ۵۹/۲۵، ۴۰/۷۵، ۳۰/۷۵ و ۱۵/۵۵ میلی‌گرم مشاهده گردید (جدول ۱). در گونه سیاه‌دانه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) بیشترین وزن ریشه‌چه در تیمار بدون سالیسیلیک اسید و ۱ میلی‌مولار و بدون تنش شوری به ترتیب معادل ۱/۸۷۵ و ۱/۸۵ میلی‌گرم مشاهده گردید (جدول ۳۲). بیشترین وزن ریشه‌چه در گونه رازیانه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار ۱ سالیسیلیک اسید به ترتیب معادل ۸/۵۵، ۶/۹۷۵ و ۶/۹۲۵ میلی‌گرم (در سطح ۲۰۰ میلی‌مولار فاقد رشد بود) مشاهده گردید (جدول ۳).

در گونه سیاه‌دانه تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار طول ساقه‌چه گردید و استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش طول ساقه‌چه در گونه سیاه‌دانه گردید به طوری که بیشترین طول ساقه‌چه در تمامی سطوح شوری (بدون تنش شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار ۰/۵ سالیسیلیک اسید به ترتیب معادل ۱۱/۲۵۵، ۷/۵ و ۲/۵۷۵ میلی‌متر (در سطح ۲۰۰ میلی‌مولار فاقد رشد بود) مشاهده گردید (جدول ۲). بیشترین طول ساقه‌چه در گونه رازیانه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار ۱ سالیسیلیک اسید به ترتیب معادل ۱۱۰/۲، ۸۰/۱۵ و ۷۱ میلی‌متر (در سطح ۲۰۰ میلی‌مولار فاقد رشد بود) مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج نشان داد که استفاده از پیش تیمار ۱ سالیسیلیک اسید سبب افزایش طول ساقه‌چه در گونه رازیانه می‌گردد.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل سالیسیلیک اسید و شوری با آزمون دانکن در رازیانه

طول ریشه‌چه (mm)	طول گیاهچه (mm)	سرعت جوانه‌زنی (n/day)	درصد جوانه‌زنی (%)	شوری (mM)	سالیسیلیک اسید (mM)
۳۲/۵۵۱l	۱۱۹/۷۵d	۰/۷b	۲۸b	۰	
۴۰/۶g	۱۱۱/۹۵f	۰/۵۷۵c	۲۳c	۵۰	
۳۸/۹h	۱۰۲/۸۵h	۰/۵c	۲۰c	۱۰۰	
۰m	۰m	۰d	۰d	۲۰۰	
۳۶i	۱۱۲/۷۵e	۰/۶۷۵b	۲۷b	۰	
۳۵/۸۲۵j	۹۳/۴j	۰/۵۲۵c	۲۱c	۵۰	۰/۵
۳۳k	۷۳/۷l	۰/۴۷۵c	۱۹c	۱۰۰	
۰m	۰m	۰d	۰d	۲۰۰	
۸۰/۸۲۵a	۱۹۰/۸۵a	۰/۸۲۵a	۳۳a	۰	
۷۰/۳۵b	۱۵۰/۵b	۰/۶۲۵b	۲۵b	۵۰	۱
۶۹/۷۵c	۱۴۰/۷c	۰/۵۵c	۲۲c	۱۰۰	
۰m	۰m	۰d	۰d	۲۰۰	
۵۴/۴۵d	۱۰۹/۲۵g	۰/۶۲۵b	۲۵b	۰	
۵۳/۲۵e	۱۰۲/۱i	۰/۵۵c	۲۲c	۵۰	۲
۴۵/۳f	۸۰/۶۲۵k	۰/۴۵c	۱۸c	۱۰۰	
۰m	۰m	۰d	۰d	۲۰۰	

ادامه جدول ۳.

وزن ساقه‌چه (mg)	وزن ریشه‌چه (mg)	طول ساقه‌چه (mm)	شوری (mM)	سالیسیلیک اسید (mM)
۳۶/۱۲۵b	۴/۱f	۸۷/۲b	۰	
۲۸/۵۷۵d	۳/۸۵g	۷۱/۳۵e	۵۰	
۲۴/۴۵f	۲/۹۷۵i	۶۳/۹۵g	۱۰۰	
۰j	۰j	۰m	۲۰۰	
۲۴/۵۰۸f	۳/۵h	۷/۶۷۵d	۰	
۲۳g	۳/۴h	۵۷/۵۵h	۵۰	۰/۵
۱۶/۴۲۵h	۳/۰۷۵e	۴۰/۷k	۱۰۰	
۰j	۰j	۰m	۲۰۰	
۴۲/۰۷۵a	۸/۵۵a	۱۱۰/۲a	۰	
۳۲/۰۷۵c	۶/۹۷۵b	۸۰/۱۵c	۵۰	۱
۲۷/۵e	۶/۹۲۵b	۷۱f	۱۰۰	
۰j	۰j	۰m	۲۰۰	
۲۳/۷۵f	۵/۴۲۵c	۵۴/۸۲۵i	۰	
۲۲/۷۵g	۴/۷۷۵d	۵۱/۶۵j	۵۰	۲
۱۴/۰۷۵i	۴/۴e	۳۵/۳l	۱۰۰	
۰j	۰j	۰m	۲۰۰	

ادامه جدول ۳.

نسبت وزن تر به وزن خشک گیاهچه	نسبت طول ساقچه به طول ریشه چه	وزن خشک گیاهچه (mg)	وزن تر گیاهچه (mg)	شوری (mM)	سالیسیلیک اسید (mM)
۱۷/۱۲۹c	۲/۶۸a	۲/۴۵b	۴۱/۹۵b	۰	
۱۸/۳۴۱c	۱/۷۵۸c	۱/۸۲۵e	۳۳/۴۷۵e	۵۰	
۲۰/۶۳۹b	۱/۶۴۴d	۱/۳۷۵g	۲۸/۳۵g	۱۰۰	
۰e	۰m	۰j	۰i	۲۰۰	
۱۸/۲۵۴c	۲/۱۲۳b	۲/۰۵d	۳۷/۴d	۰	
۲۰/۲۳۴b	۱/۶۰۷e	۱/۳۷۵g	۲۷/۸g	۵۰	۰/۵
۲۲/۴۶۲a	۱/۲۳۳g	۰/۸۷۵h	۱۹/۶۵h	۱۰۰	
۰e	۰m	۰j	۰i	۲۰۰	
۱۶/۰۸۴d	۱/۳۶۶f	۳/۱a	۴۹/۸۵a	۰	
۱۷/۷۱۳c	۱/۱۳۹h	۲/۲۲۵c	۳۹/۴c	۵۰	۱
۱۹/۷۳۷b	۱/۰۱۸i	۱/۸۵e	۳۶/۵d	۱۰۰	
۰e	۰m	۰j	۰i	۲۰۰	
۱۹/۴۹b	۱/۰۰۷j	۱/۵۲۵f	۲۹/۷f	۰	
۲۰/۷۳۱b	۰/۹۷k	۱/۳۵g	۲۷/۹۵g	۵۰	۲
۲۲/۸۱۲a	۰/۷۷۶l	۰/۸۲۵i	۱۸/۷۷۵h	۱۰۰	
۰e	۰m	۰j	۰i	۲۰۰	

میانگین‌های با حروف متفاوت بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد دارند.

۵.۳. وزن تر و خشک گیاهچه

وزن تر و خشک گیاهچه در هر سه گونه همانند سایر صفات مورد ارزیابی با افزایش سطح شوری روندی کاهشی داشت. نتایج نشان داد در گونه کنگر فرنگی بیشترین وزن تر و خشک گیاهچه در سطوح مختلف شوری (بدون تنش شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در سطح ۰/۵ سالیسیلیک اسید می‌باشد به طوری که بیشترین وزن تر گیاهچه به ترتیب معادل ۲۹۳/۵، ۲۷۳/۵، ۲۲۴/۵ و ۱۰۸/۲۵ میلی‌گرم و وزن خشک گیاهچه به ترتیب معادل ۳۱/۱، ۲۸/۳۷۵، ۲۳ و ۱۰/۸۵۱ میلی‌گرم مشاهده گردید (جدول ۱). در گونه سیاه‌دانه بیشترین وزن تر و خشک گیاهچه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در سطوح مختلف شوری (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) به ترتیب معادل ۳/۳۲۵، ۲/۵۵ و ۱/۳۵ میلی‌گرم، ۲/۰۵، ۱/۲۵ و ۰/۶ میلی‌گرم در تیمار ۰/۵ سالیسیلیک اسید مشاهده گردید (جدول ۲).

نتایج نشان داد که استفاده از پیش تیمار ۱ سالیسیلیک اسید سبب افزایش وزن ریشه‌چه در گونه رازیانه می‌گردد. نتایج نشان داد بیشترین وزن ساقچه در گونه کنگر فرنگی در سطوح مختلف شوری (بدون تنش شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار ۰/۵ سالیسیلیک اسید ترتیب معادل ۲۳۲/۸۲۵، ۲۲۶/۶۵، ۱۸۴/۴ و ۸۶/۹۷۵ میلی‌گرم مشاهده گردید (جدول ۱). در گونه سیاه‌دانه بیشترین وزن ساقچه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار ۰/۵ سالیسیلیک اسید و بدون تنش شوری معادل ۱/۶۷۵ میلی‌گرم مشاهده گردید (جدول ۲). در گونه رازیانه بیشترین وزن ساقچه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار ۱ سالیسیلیک اسید به ترتیب معادل ۴۲/۰۷۵، ۳۲/۰۷۵ و ۲۷/۵ میلی‌گرم (در سطح ۲۰۰ میلی‌مولار فاقد رشد بود) مشاهده گردید (جدول ۳).

(جدول ۳). نتایج نشان داد که استفاده از سالیسیلیک اسید تأثیر مثبتی در بهبود این نسبت در گونه رازیانه ندارد.

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر تأثیر معنی دار اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مشخص جهت افزایش مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی برای هر گونه را نشان داد که با نتایج سایر محققین در این زمینه مطابقت دارد [۹، ۱۴، ۱۹] اما نتایج نشان داد گونه‌های مختلف مورد مطالعه در غلظت‌های متفاوت اسید سالیسیلیک واکنش مقاومت به شوری را نشان می‌دهند؛ به عبارتی تأثیر اسید سالیسیلیک بر افزایش مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی وابسته به گونه مورد مطالعه می‌باشد و نمی‌توان غلظت مشخصی را برای همه گونه‌ها در این رابطه تجویز و توصیه نمود. بدین ترتیب نتایج نشان داد هر گونه تحت شرایط خاص شوری در یک غلظت مشخصی از سالیسیلیک اسید پاسخ مثبتی می‌دهد و در خارج از این دامنه غلظت ممکن است پاسخ‌های منفی و معکوس را به دنبال داشته باشد که محققین دیگری نیز این نتیجه را تأیید نموده‌اند [۲۲، ۲۷]. شوری از طریق افزایش فشار اسمزی و بالطبع کاهش جذب آب توسط بذرها و همچنین از طریق اثرات سمی یون‌های سدیم و کلر، جوانه‌زنی بذرها را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۳۶، ۴۰]. بر اساس گزارش [۹] پیش تیمار بذر جو با سالیسیلیک اسید باعث افزایش درصد جوانه‌زنی آن شد. گزارش [۱۹] حاکی از آن است که تأثیر سالیسیلیک اسید در غلظت‌های مختلف اثرات متفاوتی نشان می‌دهد و با افزایش آن تا مقدار مشخصی اثرات مثبت و از آن به بعد اثر منفی بر رشد دارد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. به نظر می‌رسد واکنش‌های فیزیولوژیک و مکانیسم‌های مختلف مقاومت به شوری و حضور و فعال بودن سیستم‌های واکنشی آنزیمی و سنتز عوامل آنزیمی و آنتی اکسیدانی می‌تواند باعث این

بیشترین وزن تر و خشک گیاهچه در گونه رازیانه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید)، در سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار مشاهده گردید، به طوری که بیشترین وزن تر گیاهچه به ترتیب شامل ۴۹/۸۵، ۳۹/۴ و ۳۶/۵ میلی‌گرم و بیشترین وزن خشک گیاهچه به ترتیب معادل ۳/۱ و ۲/۲۲۵ و ۱/۸۵ میلی‌گرم در تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید مشاهده گردید (جدول ۳).

۶.۳. نسبت طول ساقه چه به طول ریشه چه

(ضریب آلومتری)

نسبت طول ساقه چه به طول ریشه چه در هر سه گونه همانند سایر صفات مورد ارزیابی با افزایش سطح شوری روندی کاهش‌ی نشان داد. کمترین این نسبت در گونه کنگر فرنگی در مقایسه با شاهد معادل ۰/۳۲۹ در تیمار بدون سالیسیلیک اسید و شوری ۲۰۰ میلی‌مولار (جدول ۱)، در گونه سیاه‌دانه معادل ۰/۰۷ میلی‌متر در تیمار سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار و شوری ۵۰ میلی‌مولار (جدول ۲) و در گونه رازیانه معادل ۰/۷۷۶ در سالیسیلیک اسید ۲ و شوری ۱۰۰ میلی‌مولار (جدول ۳) مشاهده گردید. بیشترین نسبت طول ساقه چه به طول ریشه چه در کنگر فرنگی در تمامی سطوح شوری (بدون تنش شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) به ترتیب معادل ۱/۰۴۳، ۰/۸۹۴، ۰/۷۵۱ و ۰/۵۴۵ در تیمار ۲ سالیسیلیک اسید مشاهده گردید (جدول ۱). در گونه سیاه‌دانه بیشترین نسبت طول ساقه چه به طول ریشه چه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) به ترتیب معادل ۰/۲۲۱، ۰/۱۹۳ و ۰/۱۷۹ در تیمار ۰/۵ سالیسیلیک اسید مشاهده گردید (جدول ۲) و نشان داد استفاده از سالیسیلیک اسید ۰/۵ میلی‌مولار سبب افزایش این نسبت در گونه سیاه‌دانه در مقایسه با شاهد می‌گردد و بیشترین نسبت طول ساقه چه به طول ریشه چه در گونه رازیانه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) معادل ۲/۶۸ در تیمار بدون سالیسیلیک اسید و بدون تنش شوری مشاهده گردید

واکنش نشان می‌دهند و با توجه به نوع گونه تأثیرپذیری وزن ریشه‌چه متفاوت می‌باشد. بیشترین تأثیر در افزایش وزن ریشه‌چه در گونه رازیانه می‌باشد. از معیارهای مهم برای انتخاب ارقام مقاوم به تنش شوری، اندازه‌گیری اندام هوایی می‌باشد [۳۱، ۲۴]. سمیت یونی حاصل از افزایش عناصر مضر در تنش شوری در کلیه فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی گیاه اختلال ایجاد می‌نماید و اندام هوایی به شدت تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد [۲۷، ۳۲]. در این آزمایش نیز در هر سه گیاه میزان وزن ساقه‌چه با توجه با افزایش سطح شوری کاهش معنی‌داری ($P < 0/05$) پیدا کرده است که با نتایج [۱۴، ۳۲] مطابقت داشت. در تحقیقی [۲۲] بیان کردند غلظت ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید سبب افزایش وزن ساقه‌چه در گونه رازیانه می‌گردد. نتایج نشان داد استفاده از پیش تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید سبب افزایش معنی‌دار ($P < 0/05$) وزن ساقه‌چه در گونه رازیانه می‌گردد که با نتایج [۲۲] مطابقت دارد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده گونه‌های کنگر فرنگی و سیاه دانه در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و رازیانه در غلظت ۱ میلی‌مولار از نظر وزن ساقه‌چه واکنش بهتری نشان می‌دهند. در تحقیقی دیگر [۳۸] اظهار داشتند که وزن تر و خشک در ژنوتیپ‌های حساس *Brasica Nepus* در تنش شوری و خشکی از همان سطوح ابتدایی به طور معنی‌داری ($P < 0/05$) کاهش یافت. در تحقیقی [۲۷] در مورد تحمل شوری کلزا گزارش کردند که با افزایش سطح شوری کاهش معنی‌داری در وزن ریشه و اندام هوایی اتفاق می‌افتد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. در مطالعه [۷] در خصوص اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی چهار گونه دارویی نیز پتانسیل منفی آب رشد ساقه‌چه را بیشتر از ریشه‌چه تحت تأثیر قرار داد که با نتایج به‌دست آمده مطابقت داشت. به‌طور کلی با توجه به نتایج به‌دست آمده مقاوم‌ترین گونه به شرایط شوری در مرحله جوانه‌زنی گونه کنگر فرنگی سپس رازیانه و در پایان سیاه دانه می‌باشد و به ترتیب در غلظت‌های نیم میلی‌مولار و یک

تفاوت‌ها شوند (۴۰، ۴۳). سرعت جوانه‌زنی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی ارقام در تحمل به تنش می‌باشد؛ به گونه‌ای که ارقام با سرعت جوانه‌زنی بالا در شرایط تنش شوری امکان سبز شدن سریعتری نسبت به سایر ارقام دارند [۱۸]. در تحقیقی [۳۲] بیان داشتند که افزایش تنش شوری باعث افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی و کاهش دیگر صفات مورد بررسی از جمله درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. بسیاری از آزمایشات [۱، ۶، ۲۲] کاهش طول ریشه‌چه را در شرایط اعمال تنش شوری گزارش کرده‌اند. در مطالعات مختلفی کاهش طول ریشه‌چه با افزایش سطح شوری تأیید شده [۹، ۱۸، ۳۲] که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. یکی از محققان [۱۴] گزارش نمود تیمار سالیسیلیک اسید باعث افزایش طول ریشه‌چه در گیاه گندم و جو می‌شود. در این آزمایش استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید در هر سه گونه سبب افزایش طول ریشه‌چه گردید که با نتایج [۱۴] مطابقت دارد. یکی از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین است. علاوه بر آن کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش باعث ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه (شامل ساقه‌چه و ریشه‌چه) می‌شود [۱۸، ۴۳]. طول ساقه‌چه در کنگر فرنگی، رازیانه و سیاه‌دانه تحت تنش شوری دچار کاهش معنی‌داری در سطح احتمال آماری ۰/۰۵ گردید که با نتایج [۱۸] مطابقت داشت. آزمایشات مختلفی افزایش طول ساقه‌چه را در شرایط تیمار با سالیسیلیک اسید گزارش کردند [۹، ۱۴] که با نتایج این آزمایش مطابقت دارند. تنش شوری با کاهش میزان اکسین، سیتوکینین و جیبرلین و افزایش ABA و اتیلن تأثیر معنی‌داری را بر طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک آن و طول اندام هوایی و وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه سیاه دانه می‌گذارد [۱۲]. بنابراین به نظر می‌رسد گونه‌های مختلف به طور متفاوتی نسبت به غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید

می‌دهند و با توجه به نوع گونه تأثیر پذیری متفاوت می‌باشد.

با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان تأثیر مثبت پیش تیمار سالیسیلیک اسید را در افزایش مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی گونه‌ای مورد بررسی را تأیید و بذره‌های گونه‌ها در غلظت‌های مشخص اسید سالیسیلیک جهت افزایش مقاومت در مرحله جوانه‌زنی گونه‌ها استفاده نمود. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت با توجه به نوع گونه‌های مطالعاتی با استفاده از غلظت‌های اسید سالیسیلیک معادل ۰/۵ میلی مولار برای گونه کنگر و سیاه دانه و ۱ میلی مولار برای گونه رازیانه می‌توان نسبت به افزایش جوانه‌زنی و نهایتاً افزایش عملکرد و بهره‌وری از اراضی و منابع آب شور به‌وسیله گونه‌ها اقدام نمود.

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از معاون محترم آموزشی و پژوهشی دانشگاه اردکان که مقدمات اجرای این مطالعه را فراهم آوردند اعلام می‌دارند.

میلی مولار اسید سالیسیلیک مناسبترین واکنش به شوری در مرحله جوانه‌زنی گونه‌ها نشان داده می‌شود. در گیاه رازیانه پیش تیمار با غلظت ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید باعث افزایش قابل توجه مقاومت این گیاه به تنش شوری می‌شود و می‌تواند در بهبود جوانه‌زنی بذور این گیاه در مناطق شور تا ۳۳ درصد مؤثر باشد. باید توجه شود پیش تیمار با غلظت‌های بالاتر از ۱ میلی مولار می‌تواند اثر منفی در جوانه‌زنی بذور رازیانه داشته باشد. در گیاه کنگر فرنگی سطوح ۰/۵ تا ۱ میلی مولار باعث افزایش قابل توجه مقاومت این گیاه به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی می‌شود و می‌تواند در بهبود جوانه‌زنی این گیاه در مناطق شور تا ۹۷ درصد مؤثر باشد. در رابطه با گیاه سیاه‌دانه در سطح ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید تحت تنش شوری جوانه‌زنی بهتری را دارا خواهد بود و می‌تواند در بهبود جوانه‌زنی این گیاه تا ۷۷ درصد مؤثر باشد. باید توجه داشت که سطوح بیشتر از ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید در گیاه سیاه‌دانه سبب کاهش جوانه‌زنی این گیاه در شرایط تنش شوری می‌گردد. به نظر می‌رسد گونه‌های مختلف به‌طور متفاوتی نسبت به غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید واکنش نشان

References

- [1] Akramian, M. S., Hosseini, H., Caseroni singular, A., and Rezvani Moghaddam, C. (2007). Effect of Osmotic Seed Preparation on Germination and Fennel Growth (*Foeniculum vulgare* Mill). Iranian Journal of Agricultural Research, ۵, ۴۶-۳۷. (In Persian).
- [2] Alipour Z. and Mohamadi S., (2015). Effect of different temperature on germination of *Foeniculum vulgare* Mill. *Cannabis sativa* L. and *Seamus indicum* L. Iranian seed research journal.. 2..(1), 37-52. (In Persian).
- [3] Alebrahim, M. T., Sabaghnia, N., Ebadi, A., and Mohebodini, M. (2004). Investigation th effect of salt and drought stress on seed germination of thyme medicinal plant (*Thymus vulgaris*). Journal Research in Agricultural Science, (1):13-20.
- [4] Bachari, F., Rahimzadeh Khoi, F., Welzadeh, M., Olari, e., and Patient, M. R. (1998). Effect of salinity stress on germination of 18 canola cultivars. 5th Iranian congress of agriculture and plant breeding. Agricultural education publication, Karaj, Iran PP.27-21. (In Persian).
- [5] Balouchi. H..and Ahmadpour Dehkordi R (2013). Effect of different seed priming on germination traits in Black cumin (*Nigella sativa*) under salinity stress. Journal of Plant Production., 20 (3) 1-26. (In Persian).

- [6] Boroumand R. and Kochaki A. (2005). Investigation of the reaction of germination of seeds, fennel, and dill into the osmotic and matrix potential of sodium chloride and polyethylene glycol 6000 at various temperatures. *Iranian Journal of Agricultural Research*, 3, 217-207. (In Persian)
- [7] Dadkhah, A. (2010). Effect of Salinity and Salt Type on Germination and Seedling Growth of Fenugreek, Sesame, Cannabis and Zenian. *Iranian Medicinal Plants Journal* 26, (3) 358 -369. (In Persian)
- [8] Ellis, R. A. and Robert E. H. (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science Technology*, 9,373-409
- [9] El-Tayeb M. A. (2005). Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 4, 215-225.
- [10] Enough, M., Military, A., Hosseini, h. and Masoumi, A. (2005). Physiological effects of drought stress caused by polyethylene glycol on germination of lentil genotypes. *Iranian Journal of Crop Research*, 3: 79-69.
- [11] Gengmao, Z., Quanmei, S. and Yu, H. (2014). The physiological and biochemical responses of a medicinal plant (*Salvia miltiorrhiza* L.) to stress caused by various concentrations of NaCl. *Plos One* 9 (2), 890-910.
- [12] Hajar, A.S., Zidan, M. A. and Al-zahrani, H. S. (1996). Effect of salinity stress on the germination, growth and physiological activities of *Nigella sativa* L. *Gulf, Journal Science Res*, 14, 445-454
- [13] Hakari, F., Rahim Zadeh Khoi F., Valizadeh, M., Olari e. and Patient, M. R. (1998). Effect of salinity stress on germination of 18 canola cultivars. 5th Iranian Congress of Plant Breeding and Crop Production. Agricultural education publication. Karaj. Iran. PP. 21-27.
- [14] Hanan, E.D. (2007). Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. *Biological. Research*. 1, 40- 48.
- [15] Javadi, H., Sogholeslami, M. and Mousavi, Gh. (2014). Effect of salinity on germination and seedling growth of four medicinal plant species (Case study: Birjand Azad University Laboratory). *Iranian Journal of Crop Research*, 12, (1) ۵۳-۶۴. (فصلنامه علمی پژوهشی)
- [16] Jia, J., Ch. Huang., J. Bai., G. Zhang and Q. Zhao. (2018). Effects of drought and salt stresses on growth characteristics of euhalophyte *Suaeda salsa* in coastal wetlands. *Physics and Chemistry of the Earth*, 103, 68-74.
- [17] Kabiri, R. and Naghizadeh M. (2014). Study of the effect of Salicylic acid pre-treatment on germination and early growth of *Nigella sativa* seedlings under salinity stress conditions (Case study: Research Laboratory, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar Karman University). *Journal of Science and Technology of Seed*, 4 (1), 61-72.
- [18] Kafi M. and Rahimi z. (2005). Effect of salinity on germination of *Portulaca oleracea*. *Iranian agronomic research journal*. 8.(4) 615-621(in Persian).
- [19] Kang, C and Wang, Ch. (2003). Salicylic acid changes activities of H₂O₂ metabolizing enzymes and increases the chilling tolerance of banana seedlings. *Environment and Experimental Botany*. 50 (1) 9-15.
- [20] Kaur S, Gupta A. and Kaur N. (1998). Gibberellic acid and kinetin partially reverse the effect of water stress on germination and seedling growth in chickpea. *Plant Growth Regul*, 25,29-33.
- [21] Kebreab, E. and Murdoch, A. (1999). A model of the effects of a wide range of constant and alternating temperatures on seed germination of four *Orobanche* species. *Annals of Botany*, 84(4), 549-557
- [22] Khodary, A. (2004). Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. *Int. J. Agriculture. Biology*. 6, 5-8.
- [23] Kumar, D., Al Hassan, M. and Naranjo, M. (2017). Effects of salinity and drought on growth, ionic relations, compatible solutes and activation of antioxidant systems in oleander (*Nerium oleander* L.). *PLOS One* 12 (9), 185-۲۰۵.
- [24] Lynch, J. and Lauchli. A (1988). Salinity affects intracellular calcium in corn root protoplasts. *Plant Physiol*. 87, 351-۳۵۶.

- [25] Moradi, R. and Rezvani Moghaddam, P. (2010). Study on the effect of pre-treatment of salicylic acid on salinity stress conditions on germination and seedling growth characteristics of *Fennel (Foeniculum vulgare Mill)* (Case study: Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center). Iranian Journal of Agricultural Research. 8, ۳۸۲- ۳۹۵.
- [26] Munns, R. and Termaat, A. (1986). Whole plant response to salinity. Aust. Journal Plant Physiol, 13, 143-160.
- [27] Maghtuli, M. and Chaychi, M. (1998). Effect of Salinity and Salt Type on Germination and Early Growth of Sorghum. Journal of Agricultural Science and Natural Resources.4, 33:43.
- [28] Nascimento, W. (2003). Muskmelon seed germination and seedling development in response to seed priming. Scientia Agricola, 60 (1), 71-75.
- [29] Negrao, S., Schmockel, S.M. and Tester, M. (2017). Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. Annals of Botany 119 (1), 1-11
- [30] Afuni M., Mojtaba Pour, R. and Nourbakhsh, F. (1997). Salty and sodium soils (and their reclamation). Arkan press.
- [31] Rezaei, H., KhoshKholgh Sima, N. A., Malakouti, M. and Pessarakli, M. (2006). Salt tolerance of canola in relation to accumulation and Xylem transportation of cations. Plant nut, 29, 1903-1917
- [32] Safarnejad, A. and Hemidy, H. (2008). Investigation of *Foeniculum vulgare* morphology characteristics under salinity stress. Two Chapters of the Journal of Genetic Research and Reproduction of Iranian Rangelands and Forest Plants, 16 (1), 125-140.
- [33] Sanchez, E., Gil, J. Azcón-Bieto and S. Nogues, (2016). The response of *Arundo donax* L. (C3) and *Panicum virgatum* L. (C4) to different stresses, Biomass Bioenergy.85, 335-345.
- [34] Sahat al-Islam, M. (2010). Salinity Effects on Germination of three Medicinal Plants, *Chicory* and *Artichoke*. Iranian Journal of Agricultural Research, 8, 823-818.
- [35] Salami, M., Safrnejad, A. and Hamidi, H. (2006). Effect of salinity on morphological characteristics of *Cumin cyminum* L. and *Valeriana officinalis* L. Research and construction in natural resources, 72, 77-833.
- [36] Shakarami, B., Dianati-Tilaki, Gh., Tabari, M. and Behtari, B. (2011). The effect of priming treatments on salinity tolerance of *Festuca arundinacea* Schreb and *Festuca ovina* L. seeds during germination and early growth. Iranian Journal Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 18 (2), 318-328. (In Persian).
- [37] Shekari F. (1998). Resistant of some range species to salt stress in vegetative period. Master of science report. Tabriz University.
- [38] Siddiqui, Z.S., M.A. Khanl, B.G. Kim, J.S. Huang and T.R. Kwon. (2008). Physiological responses of *Brassica napus* Genotypes to Combined drought and salt stress. Plant Stress. 2, 78-83
- [39] Tabrizi, L., Nasiri Mahallati, M. and Koochaki A. (2004). Evaluation of cardinal temperatures of germination of two species of psyllium and psyllium. Iranian Journal of Crop Research, 2, 150-143. (In Persian).
- [40] Taibi, K., Fadhila, T. and Abderrahim, L.A. (2016). Effect of salt stress on growth, lipid peroxidation and antioxidant defence systems in *Phaseolus vulgaris* L. South African Journal of Botany 105, 306-312.
- [41] Davazdah Imams, S. and Majnoun Hosseini, N. (2008). Farming and production of some medicinal and medicinal plants. 3ed edition. Tehran University Press.
- [42] Zeynali, A., Soltany, A., and Galeshi, S. (2003). Reaction of seed germination component at salt stress on *Brassica napus* L. Iran Agriculture Science Journal, ۳۲, ۱۳۷۱-۱۴۵. (In Persian).
- [43] Zheng, J.L., Zhao, L.Y. and Shen, B. (۲۰۱۶). Mechanisms of ionic, osmotic, and antioxidant responses in *Eurya emarginata*. Acta Physiologiae Plantarum 38 (3), ۷۰.

