مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸
ص ۹۲۵-۹۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰۵
تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۱۱/۰۳

بررسی تأثیر سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی سه گونهٔ *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، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان.
❖ **حمید سودایی زاده؛** دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکدهٔ 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 بذر 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. حداکثردرصد (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 گونهٔ 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: کنگرفرنگی، رازیانه، سیاه دانه، سالیسیلیک اسید، شوری، جوانه‌زنی

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۹۱۱۲۲۲۰۳۵۳+۹۸
Email: akhavaninzadeh@ardakan.ac.ir

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 چرخهٔ رشد گیاهان محسوب می شود 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]. مسئلهٔ شوری یک عامل محدود کننده 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 دربارهٔ 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 به‌کار 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 به‌کار برده شوند [۲۵، ۲۹]. در واقع شوری از طریق افزایش فشار اسمزی و به‌دنبال 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 گونهٔ کنگر فرنگی صورت گرفت نشان داد که افزایش تنش شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد به‌طوری‌که 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 گونهٔ سیاه‌دانه کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که 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 گونهٔ رازیانه صورت گرفت نتایج نشان داد افزایش تنش شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی در گونهٔ رازیانه می‌گردد به‌طوری‌که کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب معادل ۱۰/۴ درصد، ۰/۳۲ بذر در روز در سطح شوری ۱/۵ میلی‌مولار مشاهده گردید [۲۲]. با توجه به این‌که سالیسیلیک اسید یا اورتوهیدروکسی بنزوئیک اسید (SA) از ترکیبات فنلی در گیاهان است که به عنوان مادهٔ شبه هورمونی دارای نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاه دارد [۵، ۱۷] بنابراین این ماده می‌تواند به عنوان یک مادهٔ مصرفی ارزشمند در عرصهٔ فعالیت‌های نوین کشاورزی و تولیدات گیاهی به‌ویژه گیاهان دارویی مطرح باشد. در صورتی‌که استفاده از پیش‌تیمار سالیسیلیک اسید در مؤلفه‌های جوانه‌زنی در کنگرفرنگی، 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 دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان به صورت

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 درجهٔ 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 دهانهٔ 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 انکوباتور با دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد منتقل گردیدند. شمارش روزانهٔ بذور جوانه زده در ساعت معین به مدت ۱۰ روز صورت گرفت و خروج ریشه‌چه به اندازهٔ 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].

$$P = \frac{n}{N} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

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

$$Rs = \sum \frac{S_i}{D_i} \qquad (۲)$$

Rs: سرعت جوانه‌زنی Si: تعداد بذر جوانه زده در هر شمارش Di: 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 به‌دست آمد و با تقسیم وزن تر به وزن خشک گیاهچه نسبت وزن تر به وزن خشک گیاهچه به‌دست آمد. تجزیهٔ آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS انجام شد و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ و برای رسم نمودار از نرم افزار Excel استفاده شد.

۳. نتایج

معمولاً گیاهان می‌توانند شوری خاک را تا حد معینی تحمل کنند به‌طوری 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 ازمایش می باشد. بر این اساس گونهٔ کنگرفرنگی در مقایسه با دو گونهٔ 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 به‌طوری که کمترین درصد جوانه‌زنی در گونهٔ کنگرفرنگی در مقایسه با شاهد معادل ۵۹ درصد، در سالیسیلیک اسید ۲ و شوری ۲۰۰

میلی‌مولار (جدول ۱)، در گونهٔ سیاه دانه معادل ۱۲ درصد، در سالیسیلیک اسید ۲ میلی‌مولار و شوری ۵۰ میلی‌مولار (در سطح شوری ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) فاقد رشد بود. (جدول ۲) و در گونهٔ رازیانه معادل ۱۸ درصد، در سالیسیلیک اسید ۲ میلی‌مولار و شوری ۱۰۰ میلی‌مولار (جدول ۳) مشاهده گردید.

شکل ۱. کاهش درصد جوانه‌زنی سه گونهٔ گیاهی کنگرفرنگی، رازیانه و سیاه‌دانه در سطوح مختلف شوری

استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید در هر سه گونه سبب افزایش معنی‌دار ($P<0/05$) درصد جوانه‌زنی گردید. بیشترین درصد جوانه‌زنی در کنگرفرنگی 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 گونهٔ سیاه‌دانه بیشترین درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری (بدون شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) در مقایسه با شاهد در سالیسیلیک اسید ۰/۵ میلی‌مولار به ترتیب معادل ۷۷، ۵۵ و ۲۵ درصد (سطح ۲۰۰ میلی‌مولار فاقد رشد و جوانه‌زنی بود.) (جدول ۲) و در رازیانه بیشترین درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری (بدون شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) در مقایسه با شاهد در سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار به ترتیب معادل ۳۳، ۲۵ و ۲۲ (سطح ۲۰۰ میلی‌مولار فاقد رشد و جوانه‌زنی بود) مشاهده گردید (جدول ۳).

۲،۳. سرعت جوانه‌زنی

نتایج نشان داد سرعت جوانه‌زنی در هر سه گونه با افزایش سطوح تنش شوری به طور معنی‌دار ($P<0/05$) کاهش پیدا کرد و استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی در این سه گونه گردید به‌طوری‌که در گونهٔ کنگرفرنگی بیشترین سرعت جوانه‌زنی 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 گونهٔ سیاه‌دانه بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تمامی سطح شوری (بدون تنش شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) در مقایسه با شاهد به ترتیب معادل ۱/۹۲۵، ۱/۳۷۵ و ۰/۶۲۵ تعداد در روز (در سطح ۲۰۰ میلی‌مولار فاقد رشد بود) در تیمار ۰/۵ سالیسیلیک اسید مشاهده گردید (جدول ۲) و در گونهٔ رازیانه بیشترین سرعت جوانه زنی در تمامی سطوح شوری (بدون تنش شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) در مقایسه با شاهد به ترتیب معادل

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

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

سالیسیلیک اسید (mM)	شوری (mM)	درصد جوانه‌زنی (%)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز) (n/day)	طول گیاهچه (mm)	طول ریشه‌چه (mm)
۰	۰	۹۵a	۳/۳۹۳a	۹۰/۳۵d	۵۹/۸d
	۵۰	۹۲a	۳/۲۸۶a	۵۵/۱i	۳۷/۵h
	۱۰۰	۹۱a	۳/۲۵a	۴۵/۹۵l	۳۳/۶j
	۲۰۰	۶۰b	۲/۱۴۳b	۲۳/۲۵o	۱۷/۵n
۰/۵	۰	۹۶a	۳/۴۲۹a	۱۲۵/۵a	۷۳/۱a
	۵۰	۹۳a	۳/۳۲۱a	۱۰۰/۴c	۶۳/۸c
	۱۰۰	۹۲a	۳/۲۸۶a	۷۵/۹f	۴۸/۴e
	۲۰۰	۶۲b	۲/۲۱۴b	۵۳/۶۷k	۳۶/۹i
۱	۰	۹۷a	۳/۴۶۴a	۱۱۰/۶b	۶۸/۹b
	۵۰	۹۵a	۳/۳۹۳a	۷۲/۵۷g	۴۶f
	۱۰۰	۹۴a	۳/۳۵۷a	۷۰/۴۲h	۴۴/۹g
	۲۰۰	۶۵b	۲/۲۳۱b	۲۶/۵n	۱۹/۸m
۲	۰	۹۱a	۳/۲۵a	۸۷/۳۶۳e	۴۸/۵e
	۵۰	۸۹a	۳/۱۷۹a	J۵۴/۱۵j	۲۹/۶۵k
	۱۰۰	۸۶a	۳/۰۷۱b	۴۳/۵۷m	۲۶/۰۷۵l
	۲۰۰	۵۹b	۲/۱۰۷c	۱۸/۵۷p	۱۳/۹۷۵o

ادامهٔ جدول ۱.

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

ادامه جدول ۱.

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

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

۳،۳. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

باتوجه به نتایج بیشترین طول ریشه‌چه 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 میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به ترتیب معادل ۷۳/۱، ۶۳/۸، ۴۸/۴ و ۳۶/۹ میلی‌متر مشاهده گردید (جدول ۱). در گونهٔ سیاه‌دانه بیشترین طول ریشه‌چه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) درتیمار بدون سالیسیلیک اسید به ترتیب معادل ۷۶/۳۵، ۵۸/۲ و ۲۲/۳۷۵ میلی‌متر مشاهده گردید (جدول ۲) و نشان داد استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید تأثیری در بهبود طول ریشه‌چه در گونهٔ سیاه‌دانه ندارد. بیشترین طول ریشه‌چه در گونهٔ رازیانه نیز در تمامی سطوح شوری (بدون تنش شوری، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار ۱ سالیسیلیک به ترتیب معادل ۸۰/۶۵، ۷۰/۳۵ و ۶۹/۷۵ میلی‌متر (در سطح ۲۰۰ میلی‌مولار فاقد رشد بود) مشاهده گردید (جدول ۳).

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

جدول۲. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل سالیسیلیک اسید و شوری با آزمون دانکن در سیاه دانه

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

ادامهٔ جدول۲.

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

ادامهٔ جدول ۲.

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

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

در گونهٔ سیاه‌دانه تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار طول ساقه‌چه گردید و استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش طول ساقه‌چه در گونهٔ سیاه‌دانه گردید به‌طوری‌که 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 گونهٔ 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 گونهٔ رازیانه می‌گردد.

۴،۳. وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه

نتایج نشان داد بیشترین وزن ریشه‌چه در گونهٔ 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 گونهٔ 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 گونهٔ 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).

جدول۳. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل سالیسیلیک اسید و شوری با آزمون دانکن در رازیانه

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

ادامهٔ جدول ۳.

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

ادامهٔ جدول ۳.

سالیسیلیک اسید (mM)	شوری (mM)	وزن تر گیاهچه (mg)	وزن خشک گیاهچه (mg)	نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه	نسبت وزن تر به وزن خشک گیاهچه
۰	۰	۴۱/۹۵b	۲/۴۵b	۲/۶۸a	۱۷/۱۲۹c
	۵۰	۳۳/۴۷۵e	۱/۸۲۵e	۱/۷۵۸c	۱۸/۳۴۱c
	۱۰۰	۲۸/۳۵g	۱/۳۷۵g	۱/۶۴۴d	۲۰/۶۳۹b
	۲۰۰	۰i	۰j	۰m	۰e
۰/۵	۰	۳۷/۴d	۲/۰۵d	۲/۱۳۳b	۱۸/۲۵۴c
	۵۰	۲۷/۸g	۱/۳۷۵g	۱/۶۰۷e	۲۰/۲۳۴b
	۱۰۰	۱۹/۶۵h	۰/۸۷۵h	۱/۲۳۳g	۲۲/۴۶۲a
	۲۰۰	۰i	۰j	۰m	۰e
۱	۰	۴۹/۸۵a	۳/۱a	۱/۳۶۶f	۱۶/۰۸۴d
	۵۰	۳۹/۴c	۲/۲۲۵c	۱/۱۳۹h	۱۷/۷۱۳c
	۱۰۰	۳۶/۵d	۱/۸۵e	۱/۰۱۸i	۱۹/۷۳۷b
	۲۰۰	۰i	۰j	۰m	۰e
۲	۰	۲۹/۷f	۱/۵۲۵f	۱/۰۰۷j	۱۹/۴۹b
	۵۰	۲۷/۹۵g	۱/۳۵g	۰/۹۷k	۲۰/۷۳۱b
	۱۰۰	۱۸/۷۷۵h	۰/۸۲۵i	۰/۷۷۶l	۲۲/۸۱۲a
	۲۰۰	۰i	۰j	۰m	۰e

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

نتایج نشان داد که استفاده از پیش تیمار ۱ سالیسیلیک اسید سبب افزایش وزن ریشه‌چه در گونهٔ رازیانه می‌گردد. نتایج نشان داد بیشترین وزن ساقه‌چه در گونهٔ کنگرفرنگی 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 گونهٔ سیاه دانه بیشترین وزن ساقه‌چه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) در تیمار ۰/۵ سالیسیلیک اسید و بدون تنش شوری معادل ۱/۶۷۵ میلی گرم مشاهده گردید (جدول ۲). در گونهٔ رازیانه بیشترین وزن ساقه‌چه 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 میلی مولار فاقد رشد بود) مشاهده گردید (جدول ۳).

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 گونهٔ 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 به‌طوری‌که 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 گونهٔ 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).

بیشترین وزن تر و خشک گیاهچه در گونهٔ رازیانه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید)، در سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار مشاهده گردید، به‌طوری‌که 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 ساقه‌چه به طول ریشه‌چه (ضریب آلومتری)

نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه در هر سه گونه همانند سایر صفات مورد ارزیابی با افزایش سطح شوری روندی کاهشی نشان داد. کمترین این نسبت در گونهٔ کنگر فرنگی در مقایسه با شاهد معادل ۰/۳۲۹ در تیمار بدون سالیسیلیک اسید و شوری ۲۰۰ میلی‌مولار (جدول ۱)، در گونهٔ سیاه‌دانه معادل ۰/۰۷ میلی‌متر در تیمار سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار و شوری ۵۰ میلی‌مولار (جدول ۲) و در گونهٔ رازیانه معادل ۰/۷۷۶ در سالیسیلیک اسید ۲ و شوری ۱۰۰ میلی‌مولار (جدول ۳) مشاهده گردید. بیشترین نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه 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 گونهٔ سیاه‌دانه بیشترین نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه 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 گونهٔ سیاه‌دانه در مقایسه با شاهد می‌گردد و بیشترین نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه در گونهٔ رازیانه در مقایسه با شاهد (بدون سالیسیلیک اسید) معادل ۲/۶۸ در تیمار بدون سالیسیلیک اسید و بدون تنش شوری مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج نشان داد که استفاده از سالیسیلیک اسید تأثیر مثبتی در بهبود این نسبت در گونهٔ رازیانه ندارد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر تأثیر معنی‌دار اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مشخص جهت افزایش مقاومت به شوری در مرحلهٔ 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 مرحلهٔ جوانه‌زنی وابسته به گونهٔ مورد مطالعه می‌باشد و نمی‌توان غلظت مشخصی را برای همهٔ گونه‌ها در این رابطه تجویز و توصیه نمود. بدین ترتیب نتایج نشان داد هر گونه تحت شرایط خاص شوری در یک غلظت مشخصی از سالیسیلک 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 می‌توانند باعث این

تفاوت‌ها شـــوند (۴۰، ۴۳). ســـرعت جوانه‌زنی یکی از مهم‌ترین شـــاخص‌های ارزیابی ارقام در تحمل به تنش می‌باشـد؛ به گونه‌ای که ارقام با سـرعت 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 صـــفات مورد بررســـی از جمله درصـــد و ســـرعت جوانه‌زنی می‌شـــود که با نتایج تحقیق حاضـــر مطابقت دارد. بســـیاری از آزمایشـــات [۱، ۶، ۲۲] کاهش طول ریشـه‌چه را در شـرایط اعمال تنش شـوری گزارش کرده‌اند. در مطالعات مختلفی کاهش طول ریشـــه‌چه 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 می‌شـود. در این آزمایش اسـتفاده از پیش تیمار سـالیسـیلیک اسـید در هر سـه گونه سـبب افزایش طول ریشـــه‌چه 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 اسـت. علاوه بر آن کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش باعث کاهش ترشـــح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه اختلال در رشـــد گیاهچه (شـــامل ســـاقه‌چه و ریشـــه‌چه) می‌شـــود [۱۸، ۴۳]. طول ســـاقه‌چه در کنگر فرنگی، رازیانه و سیاه‌دانه تحت تنش شوری دچار کاهش معنی‌داری در ســـطح احتمال آماری ۰/۰۵ گردید که با نتایج [۱۸] مطابقت داشـت. آزمایشـات مختلفی افزایش طول سـاقه‌چه را در شـرایط تیمار با سـالیسـیلیک اسـید 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 خشـــک اندام هوایی گیاه ســـیاه دانه می‌گذارد [۱۲]. بنابراین به نظر می‌رســـد گونه‌های مختلف به طور متفاوتی نسبت به غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید واکنش نشـان می‌دهند و با توجه به نوع گونه تأثیرپذیری وزن ریشه‌چه متفاوت می‌باشد. بیشترین تأثیر در افزایش وزن ریشـه‌چه در گونهٔ رازیانه می‌باشـد. 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 کلیهٔ فعالیت‌های زیستی و متابولیسـمی گیاه اختلال ایجاد می‌نماید و اندام هوایی به شـدت 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 سـالیسـیلیک اسـید سـبب افزایش معنی‌دار ($P<0/05$) وزن ســـاقه‌چه در گونهٔ 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 میلی مولار اسید سالیسیلیک و رازیانه در غلظت ۱ میلی مولار از نظر وزن ســـاقه‌چه واکنش بهتری نشـــان می‌دهند. در تحقیقی دیگر [۳۸] اظهار داشتند که وزن تر و خشـــک در ژنوتیپ‌های حســـاس Brasica Nepus در تنش شـوری و خشـکی از همان سـطوح ابتدایی به طور معنی‌داری ($P<0/05$) کاهش یافت. در تحقیقی [۲۷] در مورد تحمل شوری کلزا گزارش کردند که با افزایش سطح شـــوری کاهش معنی‌داری در وزن ریشـــه و اندام هوایی اتفاق می‌افتد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. در مطالعهٔ [۷] در خصوص اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی چهار گونهٔ دارویی نیز پتانسیل منفی آب رشد ساقه‌چه را بیشتر از ریشـه‌چه تحت تأثیر قرار داد که با نتایج به‌دسـت آمده مطابقت داشت. به‌طور کلی با توجه به نتایج به‌دست آمده مقاوم‌ترین گونه به شـــرایط شـــوری در مرحلهٔ جوانه‌زنی گونهٔ کنگر فرنگی ســـپس رازیانه و در پایان ســـیاه دانه می‌باشـد و به ترتیب در غلظت‌های نیم میلی مولار و یک

میلی مولار اسید سالیسیلیک مناسبترین واکنش به شوری در مرحلهٔ جوانه‌زنی گونه‌ها نشان داده می شود. در گیاه رازیانه پیش تیمار با غلظت ۱ میلی‌مولار 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 غلظت های بالاتر از ۱ میلی‌مولار می‌تواند اثر منفی در جوانه‌زنی بذور رازیانه داشته باشد. در گیاه کنگر فرنگی سطوح ۰/۵ تا ۱ میلی‌مولار باعث افزایش قابل توجه مقاومت این گیاه به تنش شوری در مرحلهٔ جوانه‌زنی می‌شود و می‌تواند در بهبود جوانه‌زنی این گیاه در مناطق شور تا ۹۷ درصد مؤثر باشد. در رابطه با گیاه سیاه‌دانه در سطح ۰/۵میلی‌مولار 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 به طور متفاوتی نسبت به غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید واکنش نشان 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 مرحلهٔ جوانه‌زنی گونه‌ای مورد بررسی را تأیید و بذرهای گونه‌ها در غلظت‌های مشخص اسید سالیسیلیک جهت افزایش مقاومت در مرحلهٔ جوانه‌زنی گونه‌ها استفاده نمود. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت با توجه به نوع گونه های مطالعاتی با استفاده از غلظت های اسید سالیسیلیک معادل ۰/۵ میلی مولار برای گونهٔ کنگر و سیاه دانه و ۱ میلی مولار برای گونهٔ رازیانه می‌توان نسبت به افزایش جوانه‌زنی و نهایتاً افزایش عملکرد و بهره‌وری از اراضی و منابع آب شور به‌وسیله گونه ها اقدام نمود.

سپاسگزاری

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

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. (□□ □□□□□□□).

[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. Azcòn-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, ۱۳۷۱۴۵. (□□ □□□□□□□□).

[43] Zheng, J.L., Zhao, L.Y. and Shen, B. (۲۰۱۶). □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□ involved in ionic, osmotic, and antioxidant responses in *Eurya emarginata* . Acta Physiologiae Plantarum 38 (3), ۷۰.