نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره۳ ، مرداد - شهریور ۱۳۸۹، ص ۵۰۰-۴۸۹

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 3, July – Aug. 2010, p. 489-500

بررسی تأثیر پیش تیمار بذر توسط سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری بر جوانه زنی و خصوصیات رشد گیاهچه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill)

روح الله مرادی[1*] - پرویز رضوانی مقدم[2]

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۱۴
تاریخ پذیرش:۸۸/۱۰/۲۲

چکیده

سالیسیلیک اسید یا اورتو هیدرکسی بنزوئیک اسید (SA) نقش اساسی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، نمو گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه زنی ایفا می کند. به منظور بررسی تأثیر پیش تیمار بذر گیاه رازیانه توسط سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری، بر جوانه زنی و خصوصیات رشد گیاهچه آن آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل سالیسیلیک اسید در ۷ سطح (۰، ۰/۱، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۴ میلی مولار) و شوری در ۵ سطح (۰، ۰/۳، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) بود. اثرات ساده و متقابل کلیه فاکتورها بر روی صفات درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه معنی دار بود. از بین سطوح سالیسیلیک اسید، پیش تیمار با غلظت ۱ میلی مولار بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه را دارا بود و غلظت ۱/۵ میلی مولار بالاترین نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه را داشت. غلظت بالای سالیسیلیک اسید (۴ میلی مولار) تأثیر معنی داری در صفات مورد بررسی نسبت به شاهد نشان نداد. در زمان عدم تنش شوری پیش تیمار با سالیسیلیک اسید منجربه افزایش معنی داری در صفات مورد بررسی در مقایسه با عدم پیش تیمار نشد، ولی با اعمال تنش شوری، پیش تیمار باعث افزایش معنی دار تمامی صفات مورد بررسی شد. درمجموع نتایجحاصل نشان داد که پیش تیمار بذر توسط سالیسیلیک اسید در مناطق مستعد تنش شوری می تواند باعث مقاومت بذر گیاه رازیانه در مرحله جوانه زنی شود.

واژه های کلیدی: اورتو هیدرکسی بنزوئیک اسید، جوانه زنی، پیش تیمار،تنش شوری، رازیانه

مقدمه

سالیسیلیک اسید ($C_7H_6O_3$) یا اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید (SA)وترکیبات مربوطه به گروهی از ترکیبات فنلی تعلق دارند (۱۲). سالیسیلیک اسید بوسیله سلول‌های ریشه تولید می شود و نقش محوری درتنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، نمو گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه زنی ایفا می کند. یکی از مشتقات سالیسیلیک اسید، استیل سالیسیلیک اسید می باشد که پس از جذب سریعاً به سالیسیلیک اسید تبدیل می شود (۱۲ ،۱۹ و۲۱). مقدار زیادی از سالیسیلیک اسید در نمونه های خاک برداشته شده از ریزوسفر ذرت و لوبیا گزارش شده است (۱۲). جذب سالیسیلیک اسید تحت تأثیر pH است به طوریکه با کاهش pH خاصیت مهارکنندگی سالیسیلیک اسید افزایش می یابد (۱۲و۲۱). سالیسیلیک اسید باعث تحریک جوانه زنی بذر می شود (۲۱).

سنارانتا و همکاران (۲۲) بیان کردند که سالیسیلیک اسید مولکول واسطه ای مهم جهت واکنش گیاهان در برابر تنش‌های محیطی است. ژانگ و همکاران (۲۵) نشان دادند که سالیسیلیک اسید در جوانه زنی نقش دارد و سپس راجاسکاران و همکاران (۲۰) نشان دادند که کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید باعث تحریک جوانه زنی بذر می شود و بالاخره اِلتایب (۱۲) در سال ۲۰۰۵ به اثر تحریک کنندگی سالیسیلیک اسید بر جوانه زنی بذر جو پی برد. در مقایسه‌ای که بر روی تیپ وحشی و جهش یافته Arabidopsis انجام گرفت، سالیسیلیک اسید را بعنوان بر طرف کننده آسیب های اکسیداتیو در طی جوانه زنی بذر معرفی کردند (۱۷). میکروارگانیسم های مختلف، سالیسیلیک اسید را از مسیر کوریزومیک اسید که یک حد واسط مهم

۱ و۲ – به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: Roholla18@Gmail.com)

مسیر شیکیمیک اسید است، سنتز و به بیرون ترشح می کنند (۴). بسیاری از تحقیقات نشان داده اند که پیش تیمار بذر گیاه بوسیله سالیسیلیک اسید، باعث افزایش مقاومت آن در هنگام بروز تنش‌های مختلف و خصوصا تنش شوری می شود (۲، ۱۲، ۱۸ و ۱۹).

جوانه زنی یکی از مراحل حساس در چرخه رشدی گیاهان به حساب می آید، زیرا جوانه زنی نقش عمده ای را در تعیین تراکم نهایی گیاه از خود به جا می گذارد در شرایط تنش رطوبتی و شوری، جوانه زنی گیاه در تعیین تراکم نهایی از اهمیت زیادی برخوردار است (۲ و ۱۵). عواملی مثل کنترل ژنی، اندازه دانه، پوست دانه، قوه نامیه، کشت و کار عمیق، رطوبت خاک، غلظت اکسیژن و دما، جوانه زنی و ظهور گیاهچه را تحت تأثیر قرار می دهند. همچنین درجه حرارت پائین خاک ، رطوبت پائین و پوسته سخت بذر از عواملی هستند که جوانه زنی، ظهور وتوان گیاهچه ها را کاهش می دهند (۲۰). آزمایشات متعدد در ارتباط با گیاهان مختلف بیانگر این مطلب است که جوانه زنی در اغلب گیاهان به تنش شوری وخشکی حساس است، هرچند که در خیلی مواقع مشاهده شده که گیاه در مراحل رشد رویشی خود مقاومت نسبی به تنش شوری و خشکی از خود نشان داده است (۱۴). هر گیاهی که بتواند در مرحله جوانه زنی مقاومت بیشتری نشان دهد خواهد توانست دوره اول رویش را موفق تر طی کند (۳). محققان به دنبال افزایش استقرار گیاهچه ها در شرایط تنش هستند.

شوری از طریق افزایش فشار اسمزی وبه دنبال آن کاهش جذب آب توسط بذور و همچنین از طریق اثرات سمی یون های سدیم وکلر، جوانه زنی بذور را تحت تاثیر قرار می دهد. کاهش خصوصیات جوانه زنی را می توان به کاهش میزان و سرعت جذب آب نسبت داد (۶). اثر بازدارندگی شوری بر رشد گیاهچه توسط شکاری وهمکاران (۷) گزارش شده است. علی وهمکاران (۱۰) اثر درجه حرارت وشوری را بر جوانه زنی بذر اسفرزه بررسی و مشاهده کردند که میزان جوانه زنی زمانی، که بذرها با محلول ۰/۵ درصد نمک طعام آغشته شدند کاهش یافت. کاهش جوانه زنی و رشد گیاهچه در شرایط شوری ممکن است به خاطر پتانسیل اسمزی پایین و ممانعت از جذب آب، سمیت یون های سدیم و کلر و یا عدم تعادل عناصر غذایی باشد (۱۶). تحقیقات نسبتا زیادی که بر روی جوانه زنی گیاهان زراعی مختلف انجام شده بیانگر این واقعیت است که با افزایش شوری طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، و همچنین وزن خشک گیاهچه به طور معنی داری کاهش می یابد (۹).

گیاه چند ساله رازیانه (*Foeniculum vulgare*) از مهمترین و پر مصرف ترین گیاهان دارویی خانواده چتریان می باشد، که عمدتا به منظور استفاده از اسانس حاصل از آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد کشت قرار می گیرد. سطح زیر کشت این گیاه در ایران در سال ۱۳۷۸، حدودا ۱۰۶۶ هکتار بود (۵). در حال حاضر در اکثر نقاط جهان، مثلا در جنوب و مرکز اروپا، کشورهای آسیایی (هند، ژاپن و چین) و بسیاری از کشورهای افریقایی همچنین در برزیل و آرژانتین، زمین های زراعی وسیعی زیر کشت رازیانه قرار می گیرند (۵). مصرف رو به تزاید گیاهان دارویی تنها به کشورهای در حال توسعه محدود نبوده بلکه در کشورهای پیشرفته نیز توسعه فراوانی یافته اند (۵). صرفنظر از ارزش اقتصادی گیاهان دارویی، این گیاهان قابل تطابق با روش های کشت ارگانیک هستند که تمایل تولید کننده ها و مصرف کننده ها را به همراه دارد.

بسیاری از تحقیقات نشان داده که پیش تیمار بذر گیاهان مختلف بوسیله سالیسیلیک اسید، باعث مقاومت آن در هنگام بروز تنش‌های مختلف و خصوصاً تنش شوری می شود (۲، ۱۲، ۱۸ و ۱۹). بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر پیش تیمار بذرگیاه رازیانه با سالیسیلیک اسید در مقاومت این گیاه به تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق، آزمایشی در آزمایشگاه گیاهان ویژه‌ی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سالیسیلیک اسید در ۷ سطح (۰، ۰/۱، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۴ میلی مولار) و شوری در ۵ سطح (۰، ۰/۳، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) بود.

قبل از شروع آزمایش بذرهای رازیانه با هیپوکلریت ۳٪ (وایتکس) به مدت ۲ دقیقه ضد عفونی و سپس ۳ مرتبه با آب مقطر آبشویی شدند. همچنین پتری دیش‌ها هم توسط وایتکس کاملا ضد عفونی شد. برای پیش تیمار بذر با محلول سالیسیلیک اسید، بذرها به مدت ۶ ساعت در تاریکی و در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد (۱۷) درون محلول قرار گرفتند. پس از آن بذرها تا قبل از آزمون جوانه زنی به مدت ۳۶ ساعت در دمای اتاق خشک شدند. (برای سطح صفر میلی مولار سالیسیلیک اسید از بذرهای تیمار نشده استفاده شد). به منظور آزمون جوانه زنی بذرهای تیمار شده، بذرها درون پتری دیش‌هایی (۳۰ بذر برای هر پتری دیش) حاوی کاغذ صافی واتمن بود قرار گرفتند و به هر پتری دیش ۱۰میلی لیتر از محلول های NaCl مربوطه اضافه شد. سپس پتری دیش‌ها به داخل ژرميناتور با دمای ۲۰درجه و رطوبت نسبی ۴۵ درصد منتقل شدند. بذرها به طور روزانه بازبینی و تعداد بذرهای جوانه‌زده شمارش شدند. درروز دوازدهم بذرها از پتری دیش خارج و صفاتی چون طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه گیری شد و به منظور تعیین وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه، نمونه ها به مدت ۳ روز در دمای ۵۰ درجه درون آون قرار داده شدند. درصد جوانه‌زنی بذرها از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

۱۰۰× (تعداد کل بذرها/تعداد بذور جوانه‌زده تا روز آخر) = درصد جوانه‌زنی

به منظور اندازه گیری سرعت جوانه‌زنی از روش ماگویر(۶) و از فرمول زیر استفاده گردید، که در این فرمول R_S سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)، S_i تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش، D_i تعداد روز درهر شمارش تا شمارش n ام بود.

$$R_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{D_i}$$

برای آنالیز آماری داده ها از نرم افزارهای SAS و MSTATC و برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

اثرات ساده و متقابل کلیه فاکتورها بر روی صفات درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه معنی دار بود (جدول۱).

درصد جوانه زنی

کلیه تیمارهای مورد آزمایش از نظر درصد جوانه زنی اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۱). استفاده از پیش تیمار سالیسیلیک اسید در تمامی سطوح باعث افزایش معنی دار درصد جوانه زنی نسبت به تیمار عدم پیش تیمار شد (جدول۲). التایب (۱۲) گزارش کرد که پیش تیمار بذر جو با سالیسیلیک اسید باعث افزایش درصد جوانه زنی آن شد. بیشترین و کمترین درصد جوانه زنی بترتیب در سطوح یک و صفر میلی مولار غلظت های سالیسیلیک اسید حاصل شد و با افزایش غلظت از ۰/۱ تا ۱ میلی مولار درصد جوانه زنی افزایش و از آن به بعد، افزایش غلظت باعث کاهش درصد جوانه زنی شد (جدول ۲). مظاهری و کلانتری (۴) نیز گزارش کردند که استفاده از سالیسیلیک اسید در سطح بیش از ۱ میلی مولار اثر کاهنده بر درصد جوانه زنی گیاه کلزا داشت و میزان کمتر از آن باعث افزایش درصد جوانه زنی شد. گزارش فریدا و همکاران (۲۳) حاکی ازآن است که بخاطر تأثیرات هورمونی سالیسیلیک اسید است که در غلظت های مختلف اثرات متفاوتی نشان می دهد و با افزایش آن تا مقدار مشخصی اثرات مثبت و از آن به بعد اثر منفی بر رشد دارد.

با افزایش درصد شوری، درصد جوانه زنی بطور معنی داری کاهش یافت بطوریکه بیشترین درصد جوانه زنی در تیمارعدم شوری و کمترین میزان آن در سطح ۱/۵ درصد شوری حاصل شد (جدول۳). بسیاری از آزمایشات نیز تایید کرده اند که با افزایش میزان شوری، درصد جوانه زنی رازیانه کاهش می یابد (۱و۳). کاهش جذب آب توسط بذر در اثر تنش شوری باعث کاهش فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی گردیده و لذا وفور مواد قابل دسترس برای ادامه حیات گیاه با مشکل روبرو شده و باعث کاهش میزان جوانه زنی می شود (۱۱).

در بررسی اثر متقابل بین شوری و سطوح پیش تیمار با سالیسیلیک اسید (شکل۱) مشاهده شد که در زمان عدم وجود تنش شوری، اختلاف معنی داری بین سطوح سالیسیلیک اسید بجز سطح ۴ میلی مولار وجود نداشت. در تیمارعدم شوری پیش تیمار بذر با ۴ میلی مولارسالیسیلیک اسید اثر منفی بر درصد جوانه زنی داشت و درصد جوانه زنی را نسبت به شاهد کاهش داد ولی با افزایش میزان شوری درصد جوانه زنی شاهد نسبت به تمامی سطوح سالیسیلیک اسید کاهش یافت. این نشان می دهد که پیش تیمار با سالیسیلیک اسید در هنگام شوری اثر مثبتی در مقاومت به شوری بذور دارد. در کلیه سطوح شوری، تیمار ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید دارای بیشترین درصد جوانه زنی بود (شکل۱).

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس داده های صفات مورد بررسی در گیاه رازیانه

منابع تغییر	میانگین مربعات								
	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	R/H
غلظت سالیسیلیک اسید (A)	۶	۱۰۴۳/۳**	۷/۱۱**	۱۴۲۷/۳**	۱۰۳۲/۴**	۱/۳۵**	۲/۷۸**	۷/۹۶**	۰/۲۴۰**
غلظت شوری (B)	۴	۲۲۹۴/۳**	۱۳۲/۲**	۱۵۲۱۵/۵**	۲۱۳۰۵/۶**	۹/۷۸**	۲۲/۷۴**	۶۱/۴۶**	۰/۸۱۰**
A×B	۲۴	۱۷/۹۷**	۱/۱**	۳۸/۳۵**	۶۲/۴۵**	۰/۰۵۰**	۰/۰۹۰**	۰/۲۵۰**	۰/۶۱۰**
خطا	۷۰	۱۰/۱۸	۰/۳۰	۷/۷۰	۱۲/۶۷	۰/۹۲۰	۰/۱۷۰	۰/۵۰۰	۰/۰۳۰

* و ** به ترتیب معنی داری در سطح ۱٪ و ۵٪ می باشد و ns عدم معنی داری را نشان می دهد.

R/H[1] نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه می باشد.

[1]- Radicle / Hypocotyle ratio

جدول۲- اثر غلظت های مختلف سالیسیلیک اسید بر میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه رازیانه

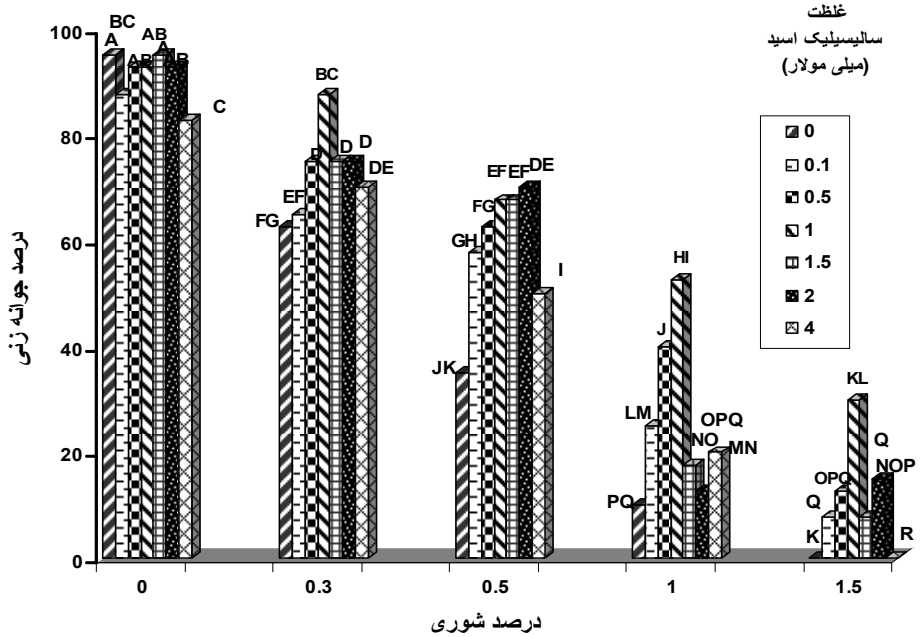
غلظت سالیسیلیک اسید (میلی مولار)	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی (بذر در روز)	طول ریشه‌چه (میلیمتر)	طول ساقه‌چه (میلیمتر)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی گرم)	وزن خشک گیاهچه (میلی گرم)	R/H
۰	۴۰/۵۰ ^{f}	۲/۳^{d}	۳۳/۳^{e}	۳۴/۹^{d}	۰/۹۸^{f}	۱/۱۱^{e}	۲/۱^{e}	۰/۰۸d
۰/۱	۴۸/۶۰^{d}	۲/۷^{cd}	۳۷/۶^{d}	۳۵/۷^{d}	۱/۲۳^{d}	۱/۴۲^{d}	۲/۶۵^{d}	۰/۹۹^{bc}
۰/۵	۵۶/۶۰^{b}	۳/۲^{b}	۴۲/۶^{c}	۳۹/۵^{c}	۱/۳۲^{c}	۱/۵۶^{c}	۲/۸۹^{c}	۰/۹۸^{bc}
۱	۶۶/۱۰^{a}	۴/۲^{a}	۶۰/۳^{a}	۵۶/۵^{a}	۱/۹۰^{a}	۲/۳۹^{a}	۴/۲۹^{a}	۰/۸۲^{d}
۱/۵	۵۲/۶۰^{c}	۳/۳^{b}	۴۹/۸^{b}	۴۶/۶^{b}	۱/۴۵^{b}	۱/۶۶^{b}	۳/۱۲^{b}	۱/۱۶^{a}
۲	۵۳/۰۰^{c}	۲/۸^{c}	۴۳/۸^{c}	۴۱/۲^{c}	۱/۳۴^{c}	۱/۶۲^{bc}	۲/۹۶^{c}	۰/۹۱^{cd}
۴	۴۴/۵۲^{e}	۲/۳^{d}	۳۲/۸^{e}	۳۳/۳^{e}	۱/۰۷^{e}	۱/۱۲^{e}	۲/۱۹^{e}	۱/۰۷^{ab}

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.
R/H نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه می باشد (Radicle / Hypocotyle ratio).

جدول۳- اثر درصدهای مختلف شوری بر میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه رازیانه

درصد شوری	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی (بذر در روز)	طول ریشه‌چه (میلیمتر)	طول ساقه‌چه (میلیمتر)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی گرم)	وزن خشک گیاهچه (میلی گرم)	R/H
۰	۹۱/۲^{a}	۶/۶۴^{a}	۷۵/۱^{a}	۷۷/۶۹^{a}	۲/۰۷^{a}	۳/۰^{a}	۵/۰۶^{a}	۰/۶۹^{d}
۰/۳	۷۲/۹^{b}	۴/۰۴^{b}	۶۳/۰۴^{b}	۶۲/۵^{b}	۱/۸^{b}	۲/۰۳^{b}	۳/۸۲^{b}	۰/۷^{c}
۰/۵	۵۸/۷^{c}	۲/۷۸^{c}	۵۰/۳^{c}	۴۸/۴^{c}	۱/۲۵^{c}	۱/۵۷^{c}	۳/۱۰^{c}	۱/۰۱^{b}
۱	۲۵/۴^{d}	۱/۱^{d}	۱۹/۹^{d}	۱۲/۷^{d}	۰/۸۷^{d}	۰/۸۲^{d}	۱/۷۰^{d}	۱/۲۳^{a}
۱/۵	۱۰/۴^{e}	۰/۳۲^{e}	۹/۹^{e}	۳/۶^{e}	۰/۴^{e}	۰/۳۴^{e}	۰/۷۴^{e}	۰/۹۸^{bc}

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.
R/H نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه می باشد (Radicle / Hypocotyle ratio).



شکل۱- تأثیر اثر متقابل بین سطوح سالیسیلیک اسید وشوری بر روی درصد جوانه زنی گیاه رازیانه

سرعت جوانه زنی

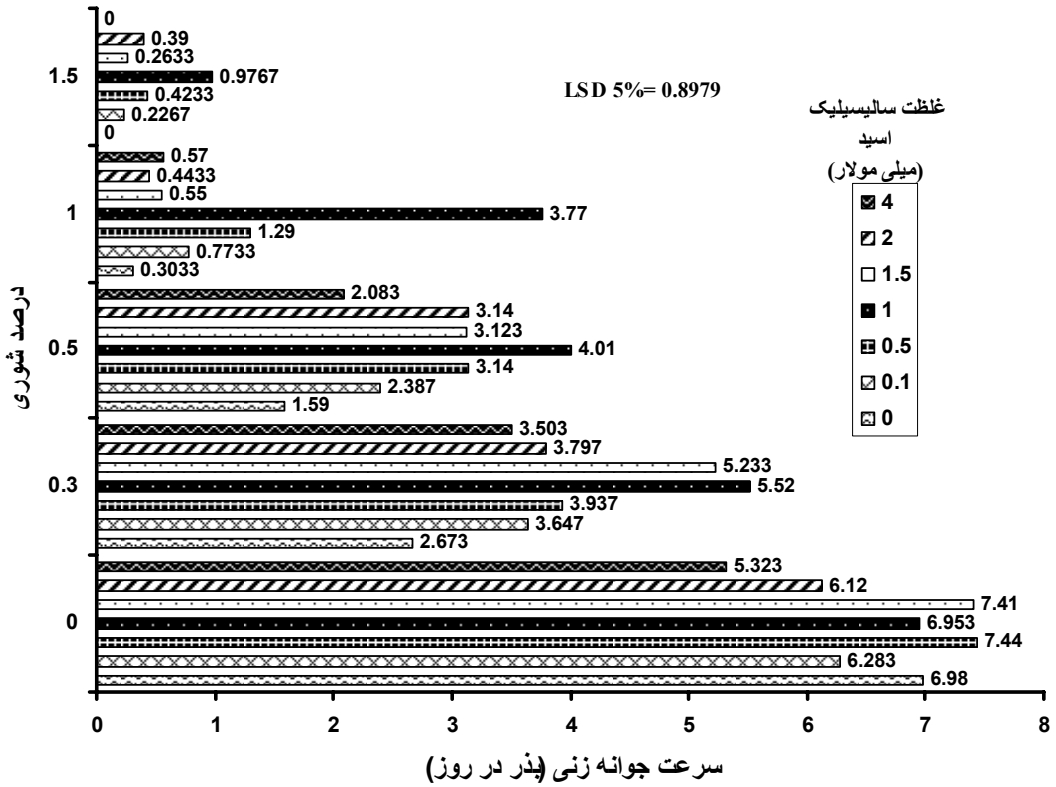
سرعت جوانه زنی در مورد تمامی تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری را نشان داد (جدول۱). غلظت های مختلف سالیسیلیک اسید از نظر این صفت اختلاف معنی داری را نشان داد بطوریکه پیش تیمار با غلظت ۱ و صفر میلی مولار بترتیب بیشترین و کمترین سرعت جوانه زنی را داشتند (جدول۲). از سطح صفر تا یک میلی مولار سالیسیلیک اسید سرعت جوانه زنی روند افزایشی داشت و از آن به بعد روند کاهشی نشان داد بطوریکه غلظت ۴ میلی مولار تفاوت معنی داری با شاهد نشان نداد (جدول۲). مظاهری و کلانتری (۴) در بررسی اثر سالیسیلیک اسید روی مقاومت به شوری گیاه کلزا، عنوان کردند که تا سطح ۱/۵ میلی مولار سرعت جوانه زنی افزایش یافت و از آن به بعد کاهش یافت.

با افزایش درصد شوری، سرعت جوانه زنی کاهش معنی داری نشان داد (جدول۳) سرعت جوانه‌زنی یکی از مهمترین شاخص های ارزیابی ارقام در تحمل به تنش می باشد، به گونه ای که ارقام با سرعت جوانه‌زنی بالا در شرایط تنش شوری امکان سبز شدن سریعتری نسبت به سایر ارقام دارند (۸). در تمامی سطوح شوری پیش تیمار با غلظت ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید دارای بیشترین سرعت جوانه زنی بود و غلظت های ۴ و صفر میلی مولار کمترین سرعت جوانه زنی را به خود اختصاص دادند (شکل۲).

طول ساقه‌چه

اثرات ساده و متقابل کلیه تیمارها از نظر طول ساقه‌چه اختلاف معنی داری با هم داشتند (جدول۱). در پیش تیمار بذر با سالیسیلیک‌اسید، غلظت ۱ و ۴ میلی مولار به ترتیب بیشترین و کمترین طول ساقه‌چه را دارا بودند (جدول۲). بطوریکه از سطح ۰ تا ۱ میلی مولار اندازه ساقه‌چه روند افزایشی و از آن به بعد روند کاهشی داشت. آزمایشات مختلفی افزایش طول ساقه‌چه را در شرایط تیمار با سالیسیلیک اسید گزارش کرده اند (۴، ۱۲ و ۱۳).

با افزایش میزان شوری طول ساقه‌چه کاهش معنی داری یافت، بطوریکه در سطح ۱/۵ درصد شوری طول ساقه‌چه نسبت به شاهد حدود ۹۵ درصد کاهش یافت (جدول۳). در بین صفات مورد اندازه گیری طول ساقه‌چه از حساسیت بیشتری نسبت به تنش برخوردار است (۷). یکی از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه (ها) به جنین است (۸).



شکل۲- تأثیر اثر متقابل بین سطوح سالیسیلیک اسید وشوری بر روی سرعت جوانه زنی گیاه رازیانه

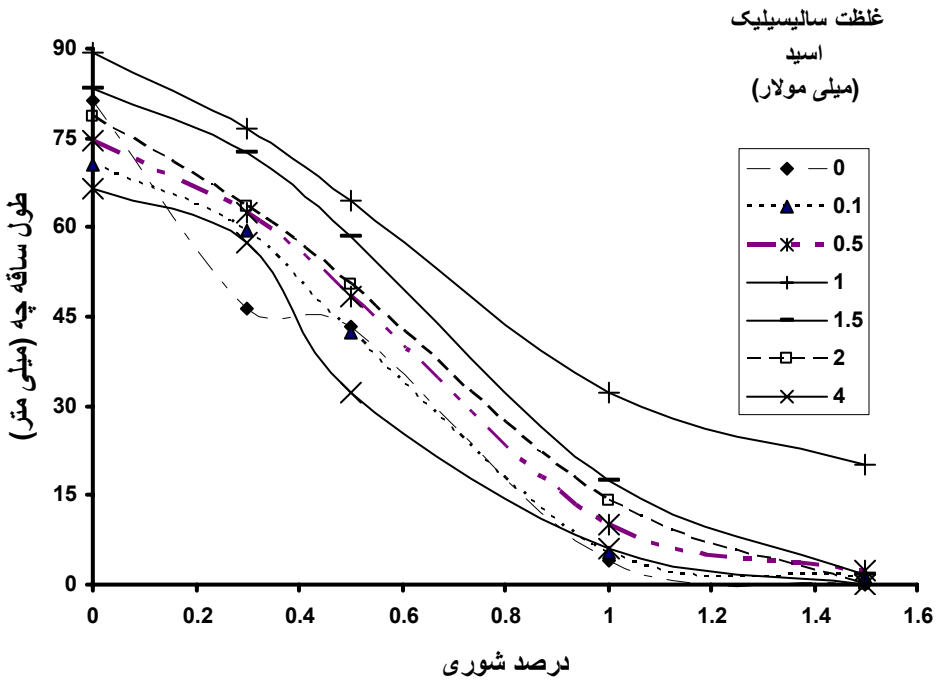
علاوه بر آن کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش باعث کاهش ترشح هورمون ها و فعالیت آنزیم ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه (شامل ساقه‌چه و ریشه‌چه) می شود (۸).

تیمار۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید در تمامی سطوح شوری بیشترین طول ساقه‌چه و تیمار ۴ میلی مولار نیز کمترین طول ساقه‌چه را بهمراه داشت (شکل۳). مظاهری و کلانتری (۴) نیز گزارش کردند که سطوح بالای سالیسیلیک اسید، برخلاف غلظت های پایین باعث کاهش طول ساقه‌چه شدند. بجز تیمار ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید بقیه تیمارها درسطح ۱/۵ درصد شوری اختلاف معنی داری با تیمار عدم استفاده از سالیسیلیک اسید نداشتند. دربقیه سطوح شوری (از۰تا ۱ درصد) پیش تیماربا سالیسیلیک اسید طول ساقه‌چه بیشتری را نسبت به شاهد داشت. آزمایشات مختلف بیانگر این مطلب است که در شرایط تنش، میزان تجمع ماده خشک در بافت ساقه‌چه گیاهچه‌های متحمل افزایش می یابد و ارقامی که بتوانند در شرایط تنش طول ساقه‌چه خود را بیشتر افزایش دهند یا افت طول ساقه‌چه در آنها با افزایش تنش کم باشد، گیاهچه های مقاوم در برابر تنش به شمار می آیند (۳، ۸ و۲۴).

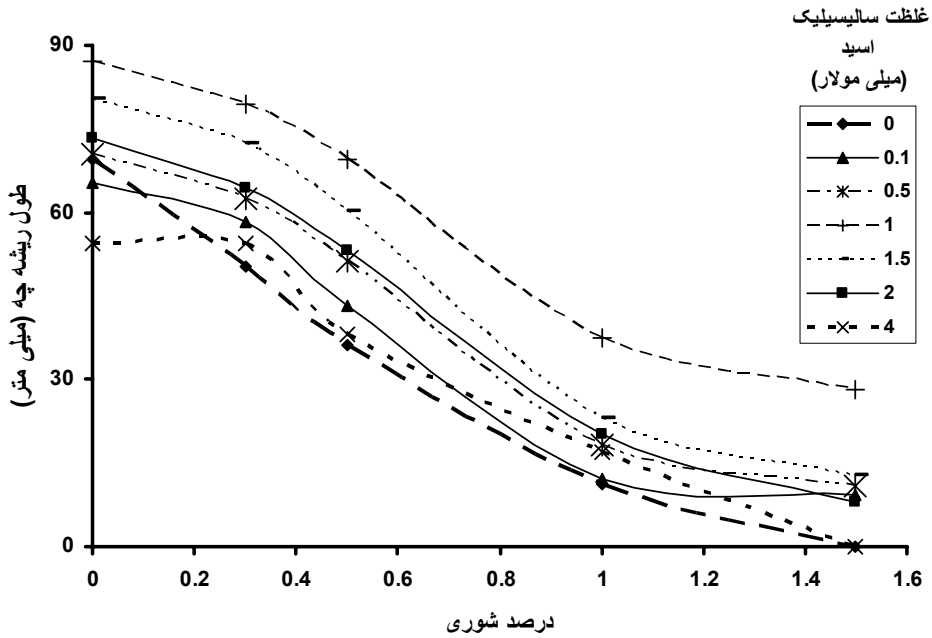
طول ریشه‌چه

بذوری که توسط سالیسیلیک اسید پیش تیمار شدند، نسبت به عدم پیش تیمار طول ریشه‌چه بیشتری داشتند. با این تفاوت که سطح ۴ میلی مولار سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد باعث کاهش میزان طول ریشه‌چه شد (جدول۲). هنان (۱۳) نیز گزارش کرد که تیمار با سالیسیلیک اسید باعث افزایش طول ریشه‌چه در گیاه گندم و جو می شود. با افزایش سطوح شوری طول ریشه‌چه کاهش معنی داری یافت (جدول۳). بسیاری از آزمایشات (۱۶، ۹، ۷، ۱، ۳) نیز کاهش طول ریشه‌چه را در شرایط اعمال تنش شوری گزارش کرده اند. کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش شوری باعث کاهش ترشح هورمون ها و آنزیم ها و در نتیجه آن اختلال در رشد گیاهچه (ریشه‌چه و ساقه‌چه) می گردد (۳).

در تمامی سطوح شوری، سطح ۱ میلی مولار پیش تیمار با سالیسیلیک اسید، بیشترین طول ریشه‌چه را به خود اختصاص داد و سطح صفر میلی مولار (شاهد) کمترین طول ریشه‌چه را داشت و در تمامی آنها با افزایش درصد شوری میزان طول ریشه‌چه کاهش یافت (شکل۴).



شکل۳- تأثیر اثر متقابل بین سطوح سالیسیلیک اسید وشوری بر طول ساقه‌چه گیاه رازیانه



شکل٤- تأثیر اثر متقابل بین سطوح سالیسیلیک اسید وشوری بر طول ریشه‌چه گیاه رازیانه

وزن خشک ریشه‌چه

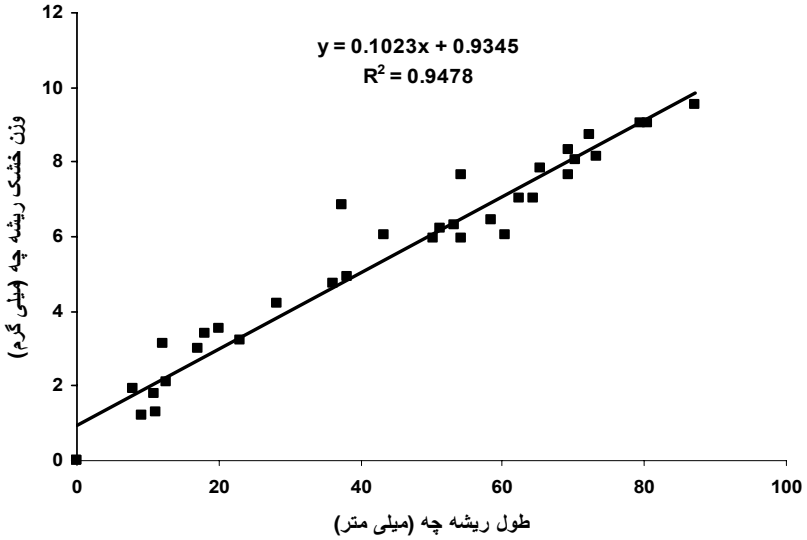
پیش تیمار بذرهای رازیانه با سالیسیلیک اسید از نظر وزن خشک ریشه‌چه اختلاف معنی داری را با شرایط عدم پیش تیمار نشان دادند (جدول۲). سطح ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید بیشترین و بعد از تیمار شاهد سطح ۴ میلی مولار کمترین میزان وزن خشک ریشه‌چه را به خود اختصاص دادند. بطوریکه با افزایش میزان سالیسیلیک اسید تا سطح ۱ میلی مولار وزن خشک ریشه‌چه افزایش یافت و پس از آن کاهش پیدا کرد و در سطح ۴ میلی مولار به اندازه ۴۳ درصد کمتر از سطح ۱ میلی مولار رسید (جدول۲). التایب (۱۲) در بررسی پیش تیمار گیاه جو با سالیسیلیک اسید به این نتیجه رسید که این امر باعث افزایش میزان وزن خشک ریشه‌چه در شرایط تنش شوری می‌شود و از کاهش زیاد وزن ریشه‌چه در شرایط تنش شوری می کاهد. هنان (۱۳) گزارش کرد که پیش تیمار با سالیسیلیک اسید میزان وزن خشک ریشه‌چه جو و گندم را درهر دو شرایط وجود و عدم وجود تنش شوری افزایش داد.

همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است، بین وزن خشک ریشه‌چه و طول ریشه‌چه یک همبستگی معنی داری وجود دارد و با افزایش طول ریشه‌چه وزن آن نیز افزایش می یابد. میزان وزن خشک ریشه‌چه به شدت تحت تأثیر سطوح تنش شوری قرار گرفت و با افزایش درصد شوری از سطح صفر به ۱/۵ درصد، میزان وزن خشک ریشه‌چه ۸۱ درصد کاهش یافت (جدول۳). در بررسی اثر متقابل بین شوری و تیمار با سالیسیلیک اسید مشاهده شد که در تمامی سطوح شوری، پیش تیمار با ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید بیشترین میزان وزن خشک ریشه‌چه را به خود اختصاص داد و تیمار عدم پیش تیمار نیز در تمامی سطوح شوری کمترین وزن خشک ریشه‌چه را دارا بود (شکل۶).

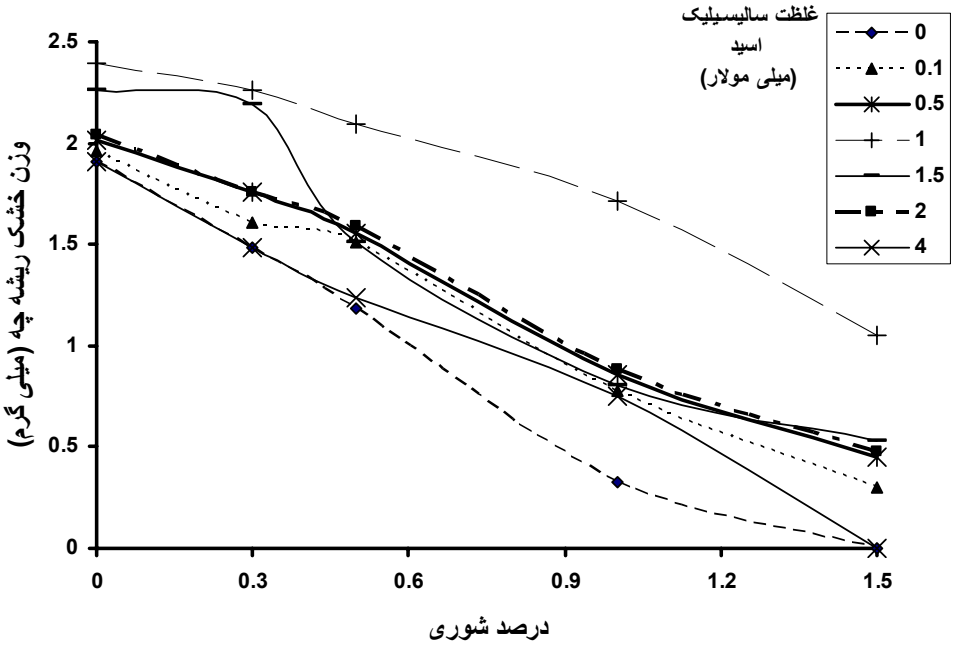
وزن خشک ساقه‌چه

وزن خشک ساقه‌چه تحت تأثیر کلیه تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول۱). تیمار بذرها با سالیسیلیک اسید اختلاف معنی داری با عدم تیمار از نظر وزن خشک ساقه‌چه نشان داد (جدول۲). غلظت ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید بالاترین و غلظت صفر میلی مولار (شاهد) آن کمترین میزان وزن خشک ساقه‌چه را دارا بودند. البته بین تیمار عدم پیش تیمار و سطح ۴ میلی مولار اختلاف معنی داری از نظر این صفت جود نداشت. غلظت ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید نسبت به عدم استفاده از آن میزان وزن خشک ساقه‌چه را ۵۳/۵ درصد افزایش داد (جدول۲). آزمایشات زیادی افزایش وزن خشک ساقه‌چه را در شرایط پیش تیمار با سالیسیلیک اسید گزارش کرده اند (۴، ۱۲ و ۱۳).

افزایش درصد شوری باعث کاهش معنی دار وزن خشک ساقه‌چه شد (جدول۳). به نظر می رسد یکی از دلایل کاهش وزن ساقه‌چه در پتانسیل های آب پایین، تحرک کم مواد غذایی و انتقال کمتر آنها از لپه ها به محور جنینی باشد. قابل ذکر است عواملی که سرعت رشد محور جنینی را تحت تأثیر قرار می دهند، می توانند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آنها از لپه ها به محور جنینی تأثیر بگذارند (۲۵).



شکل۵- رابطه‌ی بین طول ریشه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه در گیاه رازیانه



شکل٦- تأثیر اثر متقابل بین سطوح سالیسیلیک اسید وشوری بر روی وزن خشک ریشه‌چه گیاه رازیانه

علاوه بر آن رابطه مستقیمی بین میزان تجمع ماده خشک و رشد ساقه‌چه گیاهان متحمل نیز مشاهده شده است (۱۸). سطح ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید دارای بیشترین و تیمار شاهد دارای کمترین وزن خشک ساقه‌چه در تمامی سطوح شوری بودند (شکل۷). بین سطوح صفر و ۴ میلی مولار سالیسیلیک اسید اختلاف معنی داری در تمامی غلظت های شوری وجود نداشت (شکل۷). یعنی پیش تیمار با ۴ میلی مولار سالیسیلیک اسید تأثیر چندانی در مقاومت به شوری نداشت.

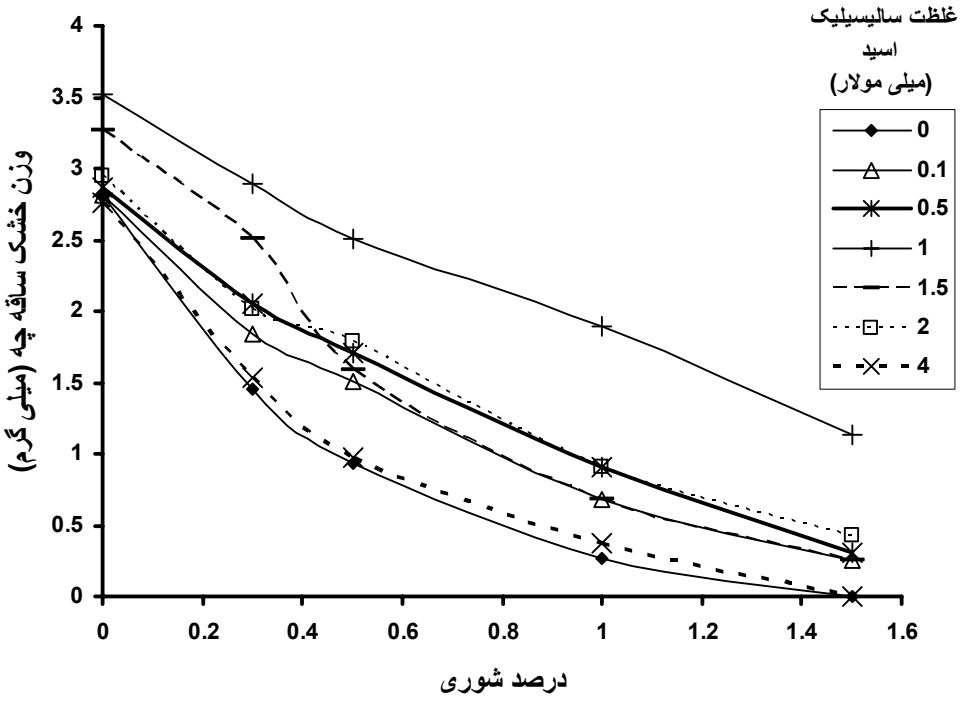
وزن خشک گیاهچه

کلیه تیمارهای آزمایشی اثر معنی داری از نظر وزن خشک

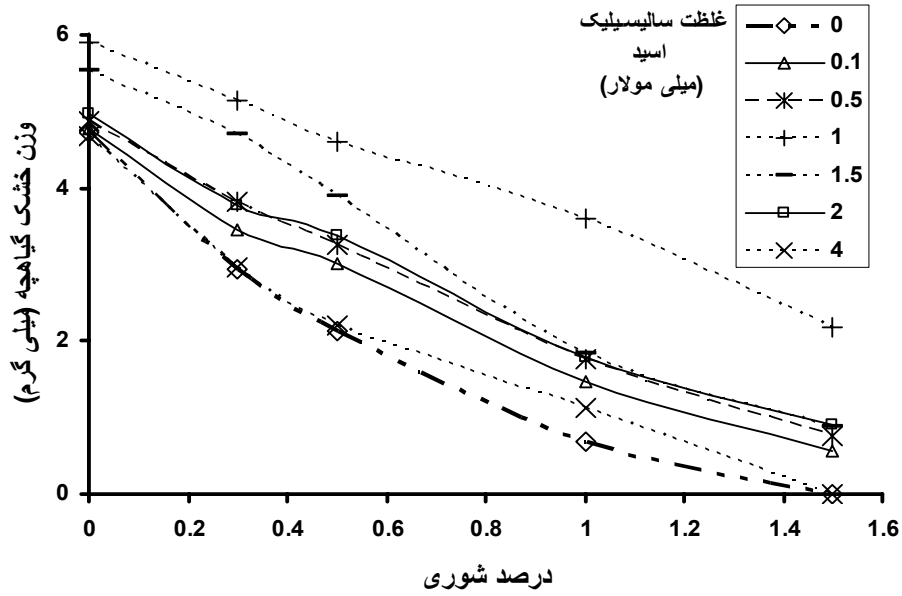
گیاهچه داشتند (جدول۱). وزن خشک گیاهچه روندی مشابه وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه داشت (جدول‌های ۲و۳ و شکل ۸).

نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه

نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه نسبت به تمامی تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری را نشان داد (جدول۱). بیشترین نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه در پیش تیمار با غلظت ۱/۵ مولار سالیسیلیک اسید بدست آمد و سطوح ۱ و۲ میلی مولار اختلاف معنی داری از نظر این صفت با شاهد نشان ندادند (جدول۲).



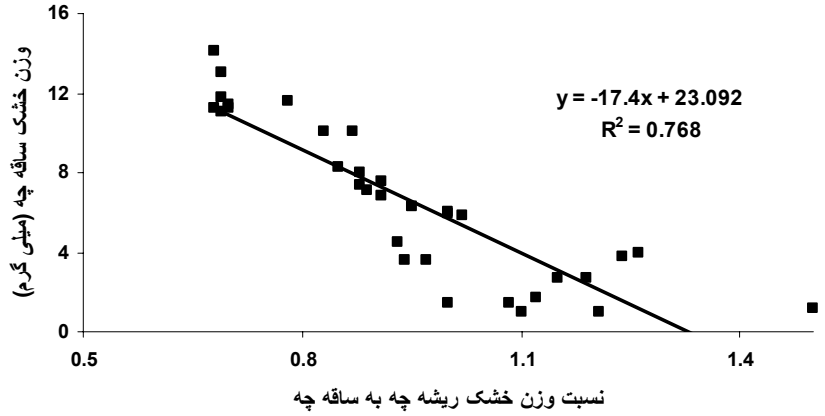
شکل۷- تأثیر اثر متقابل بین سطوح سالیسیلیک اسید وشوری بر روی وزن خشک ساقه‌چه‌ی گیاه رازیانه



شکل۸- تأثیر اثر متقابل بین سطوح سالیسیلیک اسید وشوری بر روی وزن خشک گیاهچه‌ی گیاه رازیانه

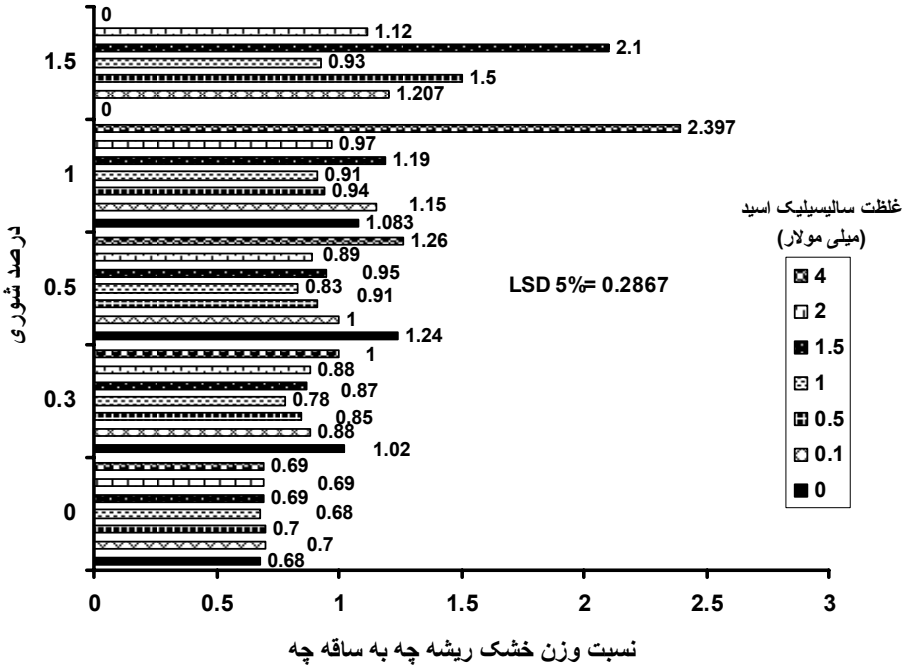
از آنجایی که نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه با وزن خشک ساقه‌چه نسبت عکس هم داشته و با افزایش هرکدام دیگری کاهش می یابد (شکل۹)، سطوح ۱ و ۲ میلی مولار بدلیل داشتن وزن خشک ساقه‌چه بالاتر دارای نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه پایین تری هستند.

با افزایش غلظت شوری نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش یافت (جدول۳). بسیاری از مطالعات افزایش وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه را درهنگام مواجه با تنش گزارش کرده اند (۱، ۲، ۴، ۷ و ۱۲). با افزایش میزان شوری، گیاه بخش بیشتری از مواد غذایی را به ریشه اختصاص می دهد تا رشد بیشتری داشته و بتواند آب بیشتری جذب کند. در سطح صفر درصد شوری هیچکدام از غلظت های سالیسیلیک اسید از نظر نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه اختلاف معنی داری نشان ندادند. ولی با افزایش سطوح شوری، بین غلظت های مختلف سالیسیلیک اسید از نظر این صفت اختلاف بوجود آمد. در سطح ۰/۳ و ۰/۵ درصد شوری، پیش تیمار با غلظت های صفر و ۴ و در سطوح ۱ و ۱/۵ درصد شوری، بترتیب پیش تیمار با ۴ و ۲ میلی مولار سالیسیلیک اسید بیشترین نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه را داشتند (شکل ۱۰).



شکل۹- رابطه‌ی بین وزن خشک ساقه‌چه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه

* اعداد صفر برای وزن خشک ساقه‌چه در نظر گرفته نشده است.



شکل۱۰- تأثیر اثر متقابل بین سطوح سالیسیلیک اسید وشوری بر روی نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه ی گیاه رازیانه

نتیجه گیری

سالیسیلیک اسید یک هورمون گیاهی است که در غلظت های مختلف اثرات متفاوتی را نشان می دهد. در گیاه رازیانه پیش تیمار با غلظت ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید باعث افزایش قابل توجه مقاومت این گیاه به تنش خشکی می شود و می تواند در بهبود جوانه زنی بذور این گیاه در مناطق شور بکاهد. فقط باید توجه شود پیش تیمار با غلظت های بالاتر از۲میلی مولار می تواند اثر کاهنده در جوانه زنی بذور رازیانه داشته باشد.

منابع

۱- اکرمیان، م.، س. ح. حسینی، ا. کازرونی منفرد و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۸۶. اثر آماده سازی اسمزی بذر بر جوانه زنی و رشد گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). مجله پژوهش های زراعی ایران. ۵: ۴۶-۳۷.

۲- باقری کاظم آبادی، ع. ، غ. سرمدنیا و ش. حاج رسولیها.۱۳۶۷. بررسی عکس العمل توده های مختلف اسپرس نسبت به تنش های خشکی وشوری در مرحله جوانه زنی. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۲: ۵۵-۴۱.

۳- برومند رضازاده، ز. و ع. کوچکی. ۱۳۸۴. بررسی واکنش جوانه زنی بذر زنیان، رازیانه، و شوید به پتانسیل های اسمزی و ماتریک ناشی از کلرید سدیم و پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در دماهای مختلف. مجله پژوهش های زراعی ایران. ۳: ۲۱۷-۲۰۷.

۴- مظاهری تیرانی، م. و خ. منوچهری کلانتری. ۱۳۸۵. بررسی سه فاکتور سالیسیلیک اسید، تنش خشکی واتیلن واثر متقابل آنها بر جوانه زنی بذر کلزا(*Brassica napus* L). مجله زیست شناسی ایران. ۹: ۴۱۸-۴۰۸.

۵- درزی، م. ت. و م. ر. حاج سید هادی. ۱۳۸۱. بررسی مسایل زراعی و اکولوژیکی دو گیاه بابونه و رازیانه. مجله زیتون. ۱۵۲: ۴۹-۴۳.

۶- زینلی، ا.، ا. سلطانی و س. گالشی. ۱۳۸۱. واکنش اجزای جوانه زنی بذر به تنش شوری در کلزا. مجله علوم کشاورزی ایران.۳۲ : ۱۳۷-۱۴۱.

۷- شکاری، ف.، ف. رحیم زاده خویی، م. ولیزاده، ه. آلیاری و م. ر. شکیبا. ۱۳۷۷. اثر تنش شوری بر جوانه زنی ۱۸ رقم کلزا. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. نشر آموزش کشاورزی. کرج. ۲۷-۲۱.

۸- کافی، م.، ا. نظامی، ح. حسینی و ع. معصومی. ۱۳۸۴. اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر جوانه زنی ژنوتیپ های عدس. مجله پژوهش های زراعی ایران. ۳: ۷۹-۶۹.

9- Alebrahim, M. T., N. Sabaghnia, A. Ebadi, and M. Mohebodini. 2004. Investigation th effect of salt and drought stress on seed germination of thyme medicinal plant (*Thymus vulgaris*). J. Research in Agricultural Science. 1: 13-20.

10- Ali, Q., P. Abdullah and M. Ibrar. 1998. Effects of some environmental factors on germination and growth of *Plantago ovata* Forsk. Pakistan Journal of Forestry. 38: 143-155.

11- Ashraf, M. and A. Waheed. 1990. Screening of local exotic of lentil (*Lens culinaris* Medik) for salt tolerance at two growth stage. Plant and Soil. 128: 167-176.

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

13- 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.

14- Harris, D. 1996. The effects of manure, genotype seed priming, depth and date of sowing on the emergence and early growth *sorghum bicolor* L. Soil Tillage Research. 40: 73-88.

15- Livington, N. J. and E. De Jong. 1990. Matric and osmotic potential effects on seedling emergence at different temperatures. Agronomy Journal. 82: 995-998.

16- Lynch, J. and A. Lauchli. 1988. Salinity affects intracellular calcium in corn root protoplasts. Plant Physiol., 87: 351-356.

17- Metwally, A., I. Finkemeier, M. Georgi, and K. J. Dietz. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. Physiology and Biochemistry of Plant. 132: 272- 281.

18- Opoku, G., F. M. Davies, E. V. Zetrio, and E. E. Camble. 1996. Relationship between seed vigor and yield of white beans (*Phaseolos vulgaris* L). Plant Variety Seed. 9: 119-125.

19- Popova, L., T. Pancheva, and A. Uzunova. 1997 .Salicylic acid: Properties, Biosynthesis and Physiological Role. 23: 85-93.

20- Rajasekaran, L. R., A. Stiles, M.A. Surette, A.V. Sturz, T. J. Blake, C. Caldwell, and J. Nowak. 2002. Effects of various temperature regimes on germination and the role of salicylates in promoting germination at low temperatures. Canadian Journal of Plant Science. 82: 443-450.

21- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant Physiology. Plant Mol. Biol. 43: 439-463.

22- Senaranta, T., D. Touchell, E. BumM, and K. Dixon. 2002. Acetylsalicylic (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation. 30: 157-161.
23- Shakirova, F. M., R. A. Sakhabutdinova, M. V. Bezrukova, R. A. Fatkhutdinova, and D. R. Fatkhutdinova. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science 164: 317-322.
24- Takel, A. 2000. Seedling emergence and growth of sorghum genotypes under variable soil moisture deficit. Agronomy Journal. 48: 95-102.
25- Zhang, Y., K. Chen, Sh. Zhang, and I.. Fergusen. 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of *Kiwifruit*. Postharvest Biology and Technology. 28: 67-74.