اثر اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک بر القاء تحمل گل راعی (*Hypericum perforatum* L.) به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی

سودا جداری مهدی‌پور[۱]، قربان بدلی[۲]، حسن نورافکن[۳*]

[۱و۲]گروه علوم باغبانی، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات ارگانیک، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

[۳]استادیار، گروه علوم باغبانی، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات ارگانیک، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۸

چکیده

شوری از عوامل محدود کننده تولیدات کشاورزی است. تاکنون پژوهش‌های زیادی برای به حداقل رساندن اثرات مضر این تنش در گیاهان صورت گرفته است. به منظور ارزیابی اثر متقابل اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک بر تحمل به تنش شوری بذور گیاه گل‌راعی، پژوهشی در سال ۱۳۹۵ به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار تحت شرایط آزمایشگاهی انجام گرفت. عامل اول شامل تنش شوری در پنج سطح صفر،۳۰، ٦۰، ۹۰، ۱۲۰ میلی‌مولار و عامل دوم اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک هر یک به‌ترتیب در چهار سطح صفر، ۰/۳، ۰/٦ و ۰/۹ میلی‌مولار و صفر، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ میلی‌مولار بودند. نتایج نشان داد که پیش‌تیمار بذور تحت تنش‌شوری با اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک، درصد، سرعت و میانگین مدت جوانه‌زنی را به طور معنی‌داری بهبود بخشید ولی شوری اثر منفی بر صفات یاد شده نشان داد. نتایج این پژوهش نشان داد استفاده از پیش‌تیمار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک با بهبود صفات مرتبط با تندش بذرهای گل راعی، تحمل گیاه را در برابر تنش شوری افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: استرس شوری، پیش تیمار، تندش، کلرید سدیم، هوفاریقون

مقدمه

بذر به‌عنوان مهم‌ترین ماده‌ی گیاهی در تکثیر گیاهان، جزو پیشرفته‌ترین ساختارهای حیاتی است که در مسیر تحول گیاهان در خشکی‌ها، تغییرات زیادی را در جهت ادامه‌ی بقا؛ متحمل شده است. نقش بذر در زندگی انسان و حیوانات سابقه‌ی بسیار کهن دارد. در واقع، کشاورزی زمانی به وجود آمد که رفتار بذرها و امکان تولید گیاه از آن‌ها مورد توجه بشر قرار گرفت (Khosravi, 1999). در بسیاری از خاک‌های شور، غلظت‌های زیاد یون‌های سدیم و کلر مشاهده می‌گردد و اثر اسمزی و سمیت یونی محیط شور می‌تواند اثر بازدارندگی در جوانه‌زنی داشته باشد (Mahmoudi Rad and Nourafcan, 2019). راه‌کارهای زیادی برای غلبه بر اثرات منفی خشکی و شوری وجود دارد، یک راه‌کار خوب انتخاب ارقام و گونه‌های مناسب در شرایط شوری و خشکی است. اما یک راه‌کار معمولی برای امکان غلبه بر این تنش‌ها تیمار بذر قبل از کشت یا پیش تیمار بذر (پرایمینگ)[۲] می‌باشد که موجب بهبود سرعت جوانه‌زنی بذرها و استقرار بهتر گیاهچه به‌ویژه تحت شرایط تنش شوری می‌شود که این مساله در نهایت می‌تواند به افزایش زیست توده ختم گردد (Yagmur and Kaydan, 2008). در پرایمینگ اجازه داده می‌شود که بذرها مقداری آب جذب کنند طوری که

*نویسنده مسئول: hassannourafcan@gmail.com

2. Priming

مراحل اولیه جوانه‌زنی انجام شود اما ریشه‌چه خارج نشود. این عمل باعث افزایش درصد، سرعت، یکنواختی جوانه‌زنی و سبزشدن بذر می‌گردد. پرایمینگ باعث افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از قبیل گلوتاتیون و آسکوربات در بذر می‌گردد که این آنزیم‌ها فعالیت پراکسیداسیون لیپید را طی جوانه‌زنی کاهش می‌دهند و در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شوند (Askari et al., 2019). رفع بازدارنده‌های جوانه‌زنی از دلایل سودمندی عمل پیش‌تیمارمی‌باشد (Larque-saaveda, 1979).

گل‌راعی، علف‌چای، هوفاریقون و گل هزار چشم با نام انگلیسی St.johns wort و با نام علمی (*Hypericum perforatum* L.) همواره به عنوان یک گیاه دارویی مهم و ارزشمند شناخته شده است (Crompton et al.,1988). استفاده از گل راعی به عنوان یک گیاه دارویی مخصوصاً برای درمان افسردگی ملایم تا متوسط استفاده آن را در چند سال اخیر به طور قابل توجهی افزایش داده است (Sirvent et al. 2002).

جوانه‌زنی بذرهای گل راعی بدون اعمال تیمار، غیرقابل پیش‌بینی و کم است. درصد جوانه‌زنی بذور شسته شده (با آب جاری به مدت ۳ روز) تقریباً دو برابر بیش‌تر از بذور شسته نشده است (٦٩ درصد در مقابل ٣٤ درصد) که دلیل آن را حذف مواد بازدارنده جوانه‌زنی ذکر نموده‌اند (Clark, 1985).

بسیاری از هورمون‌ها موجب ایجاد سیگنال‌هایی برای سنتز آنزیم‌های جدید شده و این آنزیم‌ها باعث متابولیزه شدن مواد ذخیره شده در آندوسپرم می‌شوند (Daneshmand et al., 2011). اسید سالیسیلیک، نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه‌زنی بسته به غلظت به‌کار رفته، گیاه، گونه، دوره رشدی و شرایط محیطی، ایفاء می‌کند. این ماده همچنین به‌عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در نوسانات گیاه در پاسخ به تنش‌های محیطی شناخته شده است (Senaranta et al., 2000). یکی از عوامل کاهش محصول در تنش شوری، کاهش جوانه‌زنی و صدمه به گیاه در مرحله ظهور گیاهچه می‌باشد که باعث کاهش تعداد بوته در واحد سطح می‌شود (Daneshmand et al., 2011). اسید سالیسیلیک یکی از مهم‌ترین مواد تجمع یافته در شرایط تنش به خصوص در طی تنش‌شوری است که باعث افزایش مقاومت گیاه در مقابل اثرات سوء املاح شده و درصد و سرعت جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد. اسید سالیسیلیک به مقدار زیادی در تخفیف اثرات منفی تنش‌های شوری و اسمزی که ناشی از افزایش تولید اکسیژن‌های فعال بود در طی فتوسنتز و جوانه‌زنی در آرابیدوپسیس[1] مؤثر بود (Gautam and Singh, 2009).

پیش‌تیمار بذور با اسید سالیسیلیک باعث بهبود صفات جوانه‌زنی گیاه توت روباه در شرایط تنش شوری و خشکی می‌شود (Ghamari Zare et al., 2007). در طی آزمایشی کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت پیش‌تیمار بذور و محلول-پاشی در ذرت تحت تنش شوری موجب افزایش طول بلال و تعداد دانه در بلال گردید. کاربرد توام پیش تیمار و محلول‌پاشی با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در گندم موجب افزایش عملکرد دانه شد (Asadi-e Sheikhi, 2012). اسید آسکوربیک با غلظت ٤٠ میلی‌مولار باعث افزایش معنی‌دار جوانه‌زنی گونه‌های مختلف هالوفیت در شرایط شوری می‌شود (Khan et al., 2006).

با توجه به مطالب ذکر شده و اهمیت دارویی گل راعی و وجود مشکل شوری در اکثر خاک‌های ایران، سعی شد تأثیر پیش‌تیمار بذر با اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک بر جوانه‌زنی بذر گل‌راعی در شرایط تنش شوری در محیط آزمایشگاهی (پتری‌دیش) مورد مطالعه قرار گیرد.

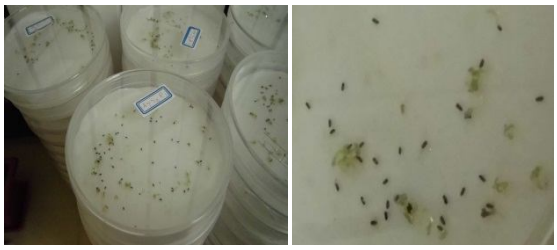
1. *Arabidopsis*

مواد و روش‌ها

پژوهشی در سال ۱۳۹۵ تحت شرایط آزمایشگاهی در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی واحد میانه به منظور بررسی و مطالعه تحمل به شوری در مراحل جوانه‌زنی و رشد رویشی اولیه گل‌راعی و القاء تحمل این گیاه به تنش مذکور با استفاده از دو تیمار اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک در غلظت‌های مختلف انجام شد. برای آغاز آزمایش، ابتدا بذور گل‌راعی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد به منظور ضدعفونی بذور تهیه شده از محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد استفاده شد پس از قرارگیری بذوردر محلول مورد نظر به مدت پنج دقیقه، سه مرتبه شستشوی بذور با آب مقطر استریل برای از بین بردن اثرات ماده ضدعفونی کننده انجام شد. همچنین پتری‌دیش‌ها هم توسط هیپوکلریت سدیم به طور کامل ضدعفونی شد. برای انجام آزمایش و آغاز پیش‌تیمار، اسید سالیسیلیک در چهار سطح صفر، ۰/۳، ۰/٦، ۰/۹ میلی‌مولار و اسید آسکوربیک در چهار سطح صفر، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ میلی‌مولار و برای ایجاد تنش شوری از کلریدسدیم در پنج سطح صفر، ۳۰، ٦۰، ۹۰، ۱۲۰ میلی‌مولار استفاده شد. بذرها پس از ضدعفونی و اعمال پیش تیمارهای مورد نظر، در پتری‌دیش کشت شدند (شکل ۱). قبل از آغاز کشت و انجام پیش تیمار، بذرها به مدت ٦ ساعت در داخل محلول‌های آماده شده از دو تیمار اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک قرار داده شدند. نگهداری بذور در این مرحله در شرایط تاریکی و در دمای ۲۰ درجه سلسیوس انجام شد.

شکل ۱: مراحل پرایمینگ شدن بذور در گل‌راعی

قبل از آغاز آزمون جوانه‌زنی، بذور به مدت ۳٦ ساعت در دمای اتاق قرار گرفته و خشک شدند پس از خشک شدن، به منظور آغاز آزمون جوانه‌زنی کشت بذور تیمار شده در پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری که حاوی دو عدد کاغذ صافی استریل بودند انجام شد در هر پتری‌دیش ۵۰ عدد بذر گل راعی چیده شد. اعمال تنش شوری با استفاده از غلظت‌های مختلف محلول‌های تهیه شده از کلریدسدیم به میزان ۵ میلی‌لیتر برای هر پتری‌دیش در نظر گرفته شد و سپس توسط پارافیلم، درب پتری‌دیش‌ها بسته شدند تا از ورود هر آلودگی به داخل پتری‌دیش جلوگیری شود. سپس پتری‌دیش‌ها به داخل دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۰ درجه سلسیوس منتقل شدند. پس از اتمام مراحل فوق بازبینی روزانه جهت شمارش بذور جوانه‌زده انجام شد. یادادشت برداری‌ها از جوانه‌زنی بذور به طور روزانه انجام و در جدول‌های مربوطه ثبت شد. شاخص جوانه‌زنی برای تمام بذور، خروج ریشه‌چه از بذور در حدود ۲ میلی‌متر (شکل ۲) در نظر گرفته شد. با خروج پتری‌دیش ها از ژرمیناتور، صفاتی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی طبق رابطه‌های زیر (جدول ۱) محاسبه شده و مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.



شکل ۲: خروج ریشه‌چه در حدود ۲ میلی¬متر از بذرهای گل‌راعی

جدول ۱: روابط محاسباتی صفات مورد مطالعه در آزمایش

شاخص	رابطه	منابع
درصد جوانه‌زنی	GP= n/N*100	Panwar and Bhardwaj, 2005
میانگین زمان جوانه‌زنی	MGT= ∑(ni.ti)/∑n	Kulkarni et al., 2007
سرعت جوانه‌زنی	GS=∑(ni/ti)	Kulkarni et al., 2007

n = تعداد کل بذرهای جوانه زده در طی دوره

ni= تعداد بذرهای جوانه زده در یک فاصله زمانی مشخص ti (در این آزمایش هر روز)

N= تعداد بذرهای کاشته شده (در این آزمایش ۱۰۰ بذر)

ti= تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی

d= تعداد روزها از آغاز آزمون

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های پژوهش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا" تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای هر کدام از تیمارها، چهار تکرار در نظر گرفته شد و داده‌های مورد نظر توسط نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نمودارهای مورد نظر با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

سرعت جوانه‌زنی: براساس نتایج به دست آمده اثرات متقابل پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک در القاء مقاومت به تنش شوری روی سرعت جوانه‌زنی بذرهای گیاه گل راعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). نتایج نشان داد که با افزایش غلظت شوری، سرعت جوانه‌زنی کاهش یافته و در شوری کلریدسدیم ۹۰ میلی‌مولار کمترین میزان سرعت جوانه‌زنی مشاهده می‌شود (جدول ۳). برای درک بهتر اثرات متقابل می‌توان با مراجعه به اثرات ساده، تغییرات و اثرات آنها را به این شکل تفسیر کرد که اسید سالیسیلیک نسبت به اسید آسکوربیک اثر بهتری بر القای مقاومت به شوری داشته (جدول ٤) و شوری باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی شده است (جدول ۵). جوانه‌زنی مرحله‌ای مهم و اساسی در زندگی اکثر گیاهان می‌باشد و برای استقرار و تثبیت گیاهانی که در خاک‌های شور به سر می‌برند، تحمل شوری در مرحله جوانه‌زنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Anvari et al., 2009). اسید سالیسیلیک همچنین باعث افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت از قبیل گلوتاتیون و آسکوربات در بذر می‌گردد که این آنزیم‌ها فعالیت پراکسیداسیون لیپید را در طی جوانه‌زنی کاهش داده و در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه‌زنی

می‌شوند (Harris et al., 2001). اسید آسکوربیک نیز به عنوان یک آنتی‌اکسیدان موثر عمل کرده و با حذف رادیکال-های آزاد حاصل از تنش‌ها به خصوص اکسیژن رادیکالی و همچنین با تحریک و انبساط سلولی و جذب مواد به درون سلول، از اکسیده شدن گیاهان در برابر تنش‌ها جلوگیری می‌کند (Smirnoff, 1996). اسید سالیسیلیک طویل شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری از قبیل اکسین تنظیم می‌نماید. در تحقیقی تیمار گیاه گندم با اسید سالیسیلیک، میزان تقسیم سلولی مریستم رأسی ریشه‌های اولیه را که منجر به افزایش رشد طولی می‌شوند را زیاد می-کند. همچنین، اسید سالیسیلیک از اکسیداسیون اکسین جلوگیری می‌کند که به نظر می‌رسد افزایش وزن گیاهچه در ارتباط با افزایش طول ریشه چه و ساقه چه تحت تأثیر اسید سالیسیلیک باشد زیرا تنش شوری سبب کاهش تقسیم سلولی می‌شود (Motamedi and Bani Saeidi, 2012).

جدول ۲: تجریه واریانس اثرات متقابل پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک و تنش شوری بر جوانه‌زنی بذور گل راعی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		میانگین مدت زمان جوانه‌زنی	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی
پرایمینگ	٦	٠/٠٣٤**	٧/٣٧**	٨١١/٦٨٦**
تنش‌شوری	٤	٠/٠٨٩**	١٧/٧٦**	١٩٨٨/٠١٣**
پرایمینگ × تنش شوری	٢٤	٠/٠٢١**	١/٢**	١٣٣/٨٠٢**
اشتباه آزمایشی	١٢٥	٠/٠٠٦	٠/٧٢	٨٠/١٥٨
ضریب تغییرات (درصد)	_	٠/٠٨	٠/٨٥	٨/٩٥

جدول ۳: اثر متقابل پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک و تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی بذور گل راعی

شوری کلریدسدیم	پرایمینگ	سرعت جوانه‌زنی (جوانه در روز)	درصد جوانه‌زنی (درصد)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)
0 میلی مولار	اسید آسکوربیک ٠/١ میلی مولار	8.5a-f	89.5b-g	6.68d-g
	اسید آسکوربیک ٠/٢ میلی مولار	9a-d	95a-d	6.8a-d
	اسید آسکوربیک ٠/٣ میلی مولار	8.5a-f	89.5b-g	6.75b-e
	اسید سالیسیلیک ٠/٣ میلی مولار	8.98a-e	94.5a-e	6.73c-f
	اسید سالیسیلیک ٠/٦ میلی مولار	9.5a	100a	6.9a
	اسید سالیسیلیک ٠/٩ میلی مولار	9.45ab	99.5ab	6.85a-c
	آب مقطر	8.24b-e	86.75a-h	6.69d-g
30 میلی مولار	اسید آسکوربیک ٠/١ میلی مولار	8.2a-f	86b-h	6.74c-f
	اسید آسکوربیک ٠/٢ میلی مولار	8.6a-d	91a-g	6.76b-e
	اسید آسکوربیک ٠/٣ میلی مولار	8.1b-f	85b-g	6.64e-g
	اسید سالیسیلیک ٠/٣ میلی مولار	9.5a	100a	6.9a
	اسید سالیسیلیک ٠/٦ میلی مولار	8.5a-f	90a-g	6.73c-f
	اسید سالیسیلیک ٠/٩ میلی مولار	9.3a-c	98a-c	6.87ab
	آب مقطر	6.67h-j	70.25i-k	6.65e-g

	اسید آسکوربیک ۰/۱ میلی مولار	7.5f-j	78.6f-k	6.67d-g
	اسید آسکوربیک ۰/۲ میلی مولار	9a-d	95a-d	6.85a-c
	اسید آسکوربیک ۰/۳ میلی مولار	8.41a-g	88.5a-h	6.66e-g
60 میلی مولار	اسید سالیسیلیک ۰/۳ میلی مولار	8.1a-g	85.5a-h	6.75b-e
	اسید سالیسیلیک ۰/٦ میلی مولار	7.9c-h	83.5c-i	6.64e-g
	اسید سالیسیلیک ۰/۹ میلی مولار	8.74a-f	92a-g	6.7d-g
	آب مقطر	7.55f-j	79.5f-k	6.66e-g
	اسید آسکوربیک ۰/۱ میلی مولار	6.6ij	69jk	6.67d-g
	اسید آسکوربیک ۰/۲ میلی مولار	6.5ij	68jk	6.63e-g
	اسید آسکوربیک ۰/۳ میلی مولار	7.6d-i	80.5d-j	6.64e-g
90 میلی‌مولار	اسید سالیسیلیک ۰/۳ میلی مولار	7g-j	74h-k	6.62fg
	اسید سالیسیلیک ۰/٦ میلی مولار	6.5ij	68j-k	6.61fg
	اسید سالیسیلیک ۰/۹ میلی مولار	7.38f-j	77g-k	6.67e-g
	آب مقطر	6.24j	65.75k	6.69d-g
	اسید آسکوربیک ۰/۱ میلی مولار	8.6a-f	91a-g	6.76b-e
	اسید آسکوربیک ۰/۲ میلی مولار	8b-g	83.5c-i	6.66e-g
	اسید آسکوربیک ۰/۳ میلی مولار	8b-g	84.5c-i	6.66e-g
120 میلی مولار	اسید سالیسیلیک ۰/۳ میلی مولار	8.6a-f	90.5a-g	6.67e-g
	اسید سالیسیلیک ۰/٦ میلی مولار	8.3a-g	87a-h	6.68d-g
	اسید سالیسیلیک ۰/۹ میلی مولار	7.59e-j	80f-k	6.65e-g
	آب مقطر	6.67h-j	70.25i-k	6.58g

جدول ٤: اثر پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک خصوصیات جوانه‌زنی بذور گل راعی

پرایمینگ	سرعت جوانه‌زنی (جوانه در روز)	درصد جوانه‌زنی (درصد)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)
اسید آسکوربیک ۰/۱ میلی مولار	7.88b	82.8b	6.71ab
اسید آسکوربیک ۰/۲ میلی مولار	8.22ab	86.6ab	6.74a
اسید آسکوربیک ۰/۳ میلی مولار	8.13ab	85.6ab	6.67bc
اسید سالیسیلیک ۰/۳ میلی مولار	8.44a	88.9a	6.73a
اسید سالیسیلیک ۰/٦ میلی مولار	8.14ab	85.7ab	6.71ab
اسید سالیسیلیک ۰/۹ میلی مولار	8.5a	89.3a	6.75a
آب مقطر	7.1c	74.5c	6.66c

جدول ٥: اثر شوری با کلریدسدیم بر خصوصیات جوانه‌زنی بذور گل راعی

شوری کلریدسدیم	سرعت جوانه‌زنی (جوانه در روز)	درصد جوانه‌زنی (درصد)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)
0 میلی مولار	8.9a	93.54a	6.77a
30 میلی مولار	8.4b	88.61b	6.75a
60 میلی مولار	8.2b	86.1b	6.71b
90 میلی مولار	6.8b	71.8c	6.65c
120 میلی مولار	8c	83.8b	6.66c

درصد جوانه‌زنی: براساس نتایج به دست آمده اثرات متقابل پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک در القاء مقاومت به تنش شوری روی درصد جوانه‌زنی بذرهای گیاه گل راعی در سطح احتمال ١ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ٢). نتایج نشان داد که با افزایش غلظت شوری، درصد جوانه‌زنی کاهش یافته و در شوری کلریدسدیم ٩٠ میلی‌مولار کمترین میزان درصد جوانه‌زنی مشاهده می‌شود (جدول ٣). برای درک بهتر اثرات متقابل می‌توان با مراجعه به اثرات ساده، تغییرات و اثرات آنها را به این شکل تفسیر کرد که کاربرد اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک توانسته درصد تندش بذر را در مقایسه با آب مقطر افزایش دهد (جدول ٤) و برعکس، شوری باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی شده است (جدول ٥). بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شود به طوری که با کاربرد اسید سالیسیلیک، تولید گونه‌های اکسیژن واکنش پذیر کاهش می‌یابد، همچنین اسید سالیسیلیک باعث افزایش بعضی از هورمون‌های گیاهی شامل اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها و کاهش نشت یونی از سلول‌ها و افزایش مقاومت به تنش‌های غیر زنده می‌گردد (Shakirova et al., 2003). تنش شوری سبب کاهش تقسیم سلولی می‌شود و عناصری مانند کادمیوم و سدیم از طریق تأثیر بر پمپ‌های پروتونی و اختلال در عمل آنها سبب کاهش بنیه بذر و کاهش رشد و طویل شدن سلول می‌شوند (Motamedi and Bani Saeidi, 2012). اسید سالیسیلیک در افزایش درصد جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی مؤثر بود (Szepesi et al., 2005). افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی با اسید سالیسیلیک، احتمالاً به دلیل تحریک فعالیت‌های متابولیکی درون جنین و همانندسازی DNA، تحریک فعالیت RNA و در نتیجه پروتئین‌سازی، ترمیم غشای سلولی و افزایش هورمون‌های محرک جوانه‌زنی صورت گرفته است که مجموعه این عوامل مقدمات جوانه‌زنی را فراهم می‌آورند (Azarnivand et al., 2007). با افزایش سنتز پروتئین، آنزیم‌ها به‌خصوص هیدرولازها و آلفا آمیلاز در جنین فعال می‌شوند که می‌تواند درصد و سرعت جوانه‌زنی را افزاش دهد (Farooq and Azam, 2006).

میانگین زمان جوانه‌زنی: براساس نتایج به دست آمده اثرات متقابل پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک در القاء مقاومت به تنش شوری روی میانگین زمان لازم جوانه‌زنی بذرهای گیاه گل راعی در سطح احتمال ١ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ٢). نتایج اثرات متقابل نشان داد که با افزایش سطح شوری، میانگین زمان جوانه‌زنی کاهش یافته (جدول ٣) و مصرف اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک اثر مثبت معنی داری بر افزایش میانگین زمان لازم برای تندش بذر داشته است (جدول ٤) و همچنین، با افزایش سطح شوری، به طور معنی داری میانگین زمان جوانه‌زنی کاهش یافته است (جدول ٥). تنش شوری و خشکی باعث کاهش متابولیسم نشاسته در لپه‌ها و کاهش انتقال ساکاروز از لپه‌ها به محور جنینی می‌شود. این کاهش رشد ناشی از تغییر فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده ساکاروز می‌باشد. این تنش‌ها با اثر روی تنظیم کننده‌هایی مثل اسید جیبرلیک، اکسین، اسید آبسیزیک و تغییر در فعالیت آنزیم‌های متابولیسم کربوهیدرات‌ها جوانه‌زنی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Daneshmand *et al.,* 2011). تنش شوری تنها بر یک مرحله رشدی گیاه تاثیر سوء نمی‌گذارد بلکه با توجه به شدت تنش، نوع تنش، میزان مقاومت گیاه، مراحل مختلف رشدی، نوع بافت و اندام گیاهی واکنش به شوری متفاوت می‌باشد. تنش شوری تنها بر یک مرحله رشدی

گیاه تاثیر سوء نمی‌گذارد بلکه با توجه به شدت تنش، نوع تنش، میزان مقاومت گیاه، مراحل مختلف رشدی، نوع بافت و اندام گیاهی واکنش به شوری متفاوت می‌باشد (Motamedi and Bani Saeidi, 2012).

نتیجه‌گیری کلی

سالیسیلیک‌اسید و آسکوربیک‌اسید از مهمترین مواد شبه هورمونی در مقابله با اثرات منفی تنش‌های محیطی به شمار می‌رود. استفاده از این مواد در غلظت‌های کم در گیاه گل‌راعی تحت شرایط تنش شوری نشان داد که کاربرد این مواد تنظیم کننده می‌تواند بر شاخص‌های تندش بذر گل راعی نتایج مثبتی داشته باشد به طوری که پیش تیمار بذور با سالیسیلیک‌اسید و آسکوربیک‌اسید موجب بهبود درصد، سرعت و میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی بذر گیاه گل راعی شده است. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش و برای کاهش اثرات سوء تنش شوری می‌توان از پیش تیمار بذور گل راعی با اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک در کشت این گیاه استفاده نمود.

References

Anvari, S., Mehdikhani, H., Shahriari, A. and Nouri, G. 2009. Effect of salinity stress on 7 species of range plants in germination stage. Iranian journal of Range and Desert Reseach, 16 (2):262-273.

Asadi-e Sheikhi, M, 2012. Dormancy breaking of Apium graveolens var. secalinum seeds by gibberellic acid, chilling and seed scarification. M.Sc thesis, Islamic Azad University - Miyaneh Branch, pp 105.

Askari, M., Nourafcan, H., Hojjati, L. and Nemati rad, S.P. 2019. Effect of seed priming by nano-potassium chelated on seed germination and growth of black cumin (*Nigella sativa* L.) under salinity stress. Journal of Seed Research, 9(3): 22-35.

Azarnivand, H., Ghorbani, M. and Joneidi. H. 2007. The effect of salinity stress on germination of two species of Artemisia scoparia, Artemisia vulgaris. Iranian Journal of Range and Desert Research. 14: 352-358.

Clark, N. 1985. The biology of *Hypericum perforatum* L. var. angostifolia *Hypericum perforatum* In: Campbell MH. Germination, Emergence and seedling growth of Weed Research, 26: 259- 266.

Crompton, C.W., Hall, I.V., Jensen, K. and Hildebrand, P. 1988. The biology of.Canadian weeds. *Hypericum perforatum* L. Can. Journal of Plant Sciences, 68: 149-162.

Daneshmand, F., Arvin, M.J., Keramat, B. and Momeni, N. 2011. Interactive effects of salt stress and salicylic acid on germination and plant growth parameters of maize (*Zea mays* L.) under field conditions. Journal of Plant Process and Function, 1(1): 56-70.

Farooq, S. and Azam, F. 2006. The use of cellmembrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerance wheat varieties. Journal of Plant Physiology, 163: 629-637.

Gautam, S., and Singh, P.K. 2009. Salicylic acid-induced salinity tolerance in corn grown under NaCl stress. Acta Physiologiae Plantarum, 31: 1185-1190.

Ghamari Zare, A., Ghorbanli, M., Hosseini, S. and Shahrzad, S. 2007. In vitro micropropagation of *Denderostellera lessertii* Van Tiegh. Pajouhesh & Sazandegi, 75: 173-178.

Harris, D., Pathan, A.K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W. and Nyamudeza, P. 2001. On-farm seed priming: Using participatory mathods to revive and refine a key technology. Agriculture System. 69: 151-164.

Khan, A.M., Ahmed, M.Z., and Hameed, A. 2006. Effect of sea salt and L-ascorbic acid on the seed germination of halophytes. Journal of Arid Environment, 67: 535-540.

Khosravi, M. 1999. Seed ecology. Ferdowsi University publication. p182.

Kulkarni, M.G., Street R.A. and Van Staden, J. 2007. Germination and seedling growth requirements for propagation of *Dioscorea dregeana* (Kunth) Dur. and Schinz-A tuberous medicinal plant. South African Journal of Botany, 73:131-137.

Larque-Saaveda, A. 1979. Stomatal closure in response to salicylic acid treatment. Plant physiology, 93: 371–375.

Mahmoudi Rad, Z. and Nourafcan, H. 2019. The effect of seed priming by salicylic acid on germination of milk thistle under salinity stress. Journal of Seed Research, 9(4): 11-19.

Motamedi, M. and Bani Saeidi, A.K. 2012. The Effects of salicylic acid on germination and seedling growth of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under salinity stress. Journal of plant production Science, 3(2): 43-57.

Panwar, P. and Bhardwaj, S.D. 2005. Handbook of practical forestry, Agrobios Publication, India, 191 pp.

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

Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova M.V., Fatkhutdinova, R.A. and Fatkhutdinova, D.R. 2003 Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science, 164(3): 317-322.

Sirvent, T.M., Walker, L., Vance, N. and Gibson, D.M. 2002. Variation in hypericins from wild populations of *Hypericum perforatum* L. in the Pacific Northwest of the U.S.A. Economic Botany. 56: 41-48.

Smirnoff, N. 1996. The Function and Metabolism of Ascorbic Acid in Plants. Annals of Botany 78: 661-669.

Szepesi, A., Csiszar, J., Bajkan, S., Gemes, K., Horvath, F., Erdei, L., Aranka Simon, K.,, Maria L. and Tari, I. 2005. Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt- and osmotic stress. Acta Biologica Szegediensis, 49: 123-125.

Yagmur, M and Kaydan, D. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination andseedling growth of triticale with seed priming treatments. African Journal of Biotechnology. 7: 2156-2162.

Effect of salicylic acid and ascorbic acid on tolerance of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) to salinity stress in the germination stage

S. Jedari Mehdipour[1], Gh. Badali[2], H. Nourafcan[3*]
[1,2]Department of Horticulture, Medicinal plants and Organic Products Research Center, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Horticulture, Medicinal plants and Organic Products Research Center, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

Abstract

Salinity is one of the most limiting factors in crop growth and hence many attempts have been undertaken to reduce this stress. Therefore, this study investigated the effect of the interaction of salicylic acid and ascorbic acid on salt stress in St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) using a completely randomized factorial design. Different concentration of salicylic acid (0.0, 0.3, 0.6, 0.9 mm), ascorbic acid (0.0, 0.1, 0.2 and 0.3) and salt stress (0, 30, 60, 90 and 120 mM) were used. The results showed that pre-treatment of seed priming of saline-exposed plants with ascorbic and salicylic acids significantly improved germination percent, germination rate, and germination average time, but had negative effects on these traits. According to the results of this study, It can be concluded that seed priming of St. John's wort either with salicylic or ascorbic acid improves germination traits and plant resistance to salinity.

Keywords: Germination, Hypericum, NaCl, Priming, Salt stress

*Corresponding author; hassannourafcan@gmail.com