



روش های مختلف تیمار گیاهان زراعی با ...

مرکز ملی تحقیقات شوری



روشهای مختلف تیمار گیاهان زراعی با سالیسیلیک اسید در پژوهش های شوری

دکتر هادی پیرسته انوشه
دکتر محمدجواد روستا
دکتر یحیی امام



شماره مصوب: ۴۵۴۹۸



روش های مختلف تیمار گیاهان زراعی با سالیسیلیک اسید در پژوهش های شوری

هادی پیرسته انوشه، محمدجواد روستا، یحیی امام

۱. مقدمه

جمعیت جهان به گونه ای روز افزونی در حال افزایش است. این جمعیت که در سال ۱۹۳۰ میلادی تنها ۲ میلیارد نفر بود، در سال ۱۹۹۰ به ۵/۳ میلیارد نفر رسید و در سال ۲۰۰۰ میلادی از ۶ میلیارد نفر تجاوز کرد و پیش بینی می شود که جمعیت دنیا تا سال ۲۰۲۵ به ۸ میلیارد نفر برسد (۲۱). بیشتر مدل ها پیش بینی کرده اند که کمبود جدی مواد غذایی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک تشدید خواهد شد. پیش بینی شده است که جمعیت ایران بر مبنای نرخ رشد ۲ درصد، در سال ۱۴۰۰ از ۱۲۰ میلیون نفر تجاوز کند (۲). تقاضا برای مصرف مواد غذایی در کشورهای کمتر توسعه یافته از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۳۰ حدود ۲/۷ برابر خواهد شد (۳). بنابراین، بحران غذایی از مسایلی است که انسان امروزی با آن روبرو خواهد شد. شور و قلیا شدن خاک ها مدت مدیدی است که یک مشکل جهانی محسوب می شود؛ که به شدت تولید گیاهان زراعی و تامین غذا را با مشکل مواجه کرده است.

برخی برآوردها (۶) تخمین زده است که کاهش پتانسیل عملکرد گیاهان زراعی توسط خشکی به ۲۰٪، شوری به ۴۰٪، دمای بالا به ۱۵٪ و سایر عوامل به ۸٪ می رسد. به جرات می توان گفت که هیچ قاره و اقلیمی عاری از خاک های متأثر از شوری با منشا اولیه و یا ثانویه نیست. در حدود ۱۹/۵ درصد از زمین های فاریاب و ۲/۱ درصد از زمین های دیم جهان تحت تاثیر شوری هستند؛ و اگر به همین صورت ادامه یابد، تا سال ۲۰۵۰ بیش از ۵۰٪ از زمین -



های زراعی دنیا شور خواهند بود. کشور ایران با ۲۷ میلیون هکتار اراضی شور در مقام اول کشورهای آسیا قرار دارد (۲). ایران از نظر اقلیمی در زمره ی مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود. از ویژگی های این نوع مناطق می توان به تبخیر زیاد و بارش های جوی اندک و پراکنده اشاره کرد؛ که در نهایت منجر به تجمع املاح مختلف در قشر سطحی خاک های کشور گردیده است. این روند به واسطه ی مدیریت نادرست آبیاری تشدید و منجر به شور شدن خاک های زراعی شده است.

به طور کلی مشکلات گیاهان در حال رشد در خاک های شور به چهار مورد عمده ی زیر تقسیم می گردد (۶، ۱۸، ۲۲ و ۲۳):

(۱) منفی تر شدن پتانسیل اسمزی محیط خاک اطراف ریشه نسبت به سلول های ریشه گیاه. این پدیده در واقع به دلیل تجمع مقادیر بالای نمک در محلول خاک است. در این شرایط جذب آب توسط گیاه مشکل می شود و با پدیده خشکی اتفاق می افتد. اولین تاثیر منفی شوری از این طریق اعمال می گردد.

(۲) اثرات سمی مستقیم یون هایی مانند سدیم، کلر و بر غشاهای سلولی و اندامک ها و همچنین سیستم های آنزیمی گیاه. در این شرایط یون های سدیم و کلر به طور مستقیم به ساختار داخلی گیاه آسیب وارد کرده و موجب اختلال در برخی فرآیندهای گیاه می شوند.

(۳) اختلال در جذب و انتقال عناصر غذایی ضروری از قبیل کلسیم و پتاسیم در حضور یون سدیم فراوان در اثر شوری خاک. در این شرایط افزایش یون هایی مانند سدیم درون گیاه موجب کاهش جذب یا اختلال در انتقال یون هایی مانند پتاسیم می گردد؛ که در نتیجه آن گیاه با کمبود پتاسیم مواجه می شود.



۴) از دست رفتن ساختمان خاک و عدم انسجام بین ذرات خاک در اثر سدیم زیاد. به دلیل به هم خوردن ساختمان خاک و جدا شدن ذرات کلونیدی خاک از همدیگر، تخلخل خاک و هدایت هیدرولیکی آن به شدت افت پیدا می کند و برای ریشه گیاهان مشکلات تنفسی بوجود می آورد.

۲. روش های بهبود عملکرد گیاهان زراعی در شرایط تنش

تنش شوری منجر به تغییرات بیوشیمیایی و پاسخ های فیزیولوژیکی در گیاهان می شود و روی بسیاری از فرآیندهای گیاه مانند فتوسنتز، رشد و نمو گیاهان تاثیر می گذارد. برای افزایش تولید گیاه در خاک های شور، با توجه به شدت شوری و شرایط اقلیمی، هر کدام از روش های زیر قابل مطرح شدن می باشند.

۳-۱) اصلاح خاک های شور. در صورتی که خاک قلیایی نبوده و تنها شور باشد؛ از طریق آبخویی می توان شوری خاک را پایین آورده و گیاه مورد نظر و سازگار را کشت کرد. در صورتی که خاک قلیایی باشد ابتدا از طریق کاهش نمک های خاک و سپس آبخویی خاک به اصلاح خاک های قلیایی پرداخت. این روش به دلیل مشکل بودن و هزینه بالای آن محدودیت استفاده دارد.

۳-۲) کشت گیاهان سازگار. بسته به شدت شوری می توان برخی گیاهان شورپسند نظیر کوشیا^۱ را با هدف تولید علوفه کشت کرد. در شوری های پایین نیز، می توان از گیاهانی نظیر پسته یا منداب که تحمل خوبی به شوری دارند، استفاده کرد. این روش به دلیل لزوم استفاده از گیاهان خاص و با سازگاری بالا به شرایط منطقه قابلیت استفاده محدودی دارد.

1. Kochia (*Kochia indica*)



۳-۳) استفاده از ارقام مناسب. در برخی گیاهان مانند گندم به دلیل تنوع بالای ژنتیکی می توان ارقامی را با تحمل بالای شوری انتخاب و در این شرایط کشت کرد، تا به حد مناسبی از رشد و عملکرد رسید. مشکل این روش نبودن ارقام کافی و متحمل برای بسیاری از گیاهان است.

۴-۳) روش های به زراعی مانند اصلاح روش کاشت، مبارزه به علف های هرز و به کاربرد سطوح بهینه کودهای شیمیایی. این روش ها نیز، بسته به شرایط، به طور محدود می توانند موجب افزایش رشد و عملکرد گیاهان گردند.

۵-۳) استفاده از مواد تنظیم کننده ی رشد گیاهی^۱. به تازگی توجه به تنظیم کننده های رشد برای دستورزی رشد گیاهان در شرایط تنش های محیطی مانند شوری افزایش یافته است. یکی از این مواد شیمیایی تنظیم کننده ی رشد سالیسیلیک اسید^۲ است. این ماده یک اسید آلی بی رنگ، بی مزه و بلورین است که به طور گسترده ای در سنتز مواد آلی و فرآیندهای گیاهی به عنوان یک هورمون کاربرد دارد. در پژوهش های صورت گرفته با طیف گسترده ای از گیاهان زراعی و باغی و شرایط آب و هوایی متفاوت، سالیسیلیک اسید توانسته است رشد و عملکرد گیاهان را افزایش دهد.

۳. سالیسیلیک اسید

1 . Plant Growth Regulator (PGR)

2 . Salicylic acid (SA)



سالیسیلیک اسید، با نام آیوپاک^۱ هیدروکسی بنزویک اسید^۲، یکی از اسیدهای آلی است که دارای مصارف دارویی نیز می باشد. این ماده که هم اکنون به عنوان یک ماده ی شبه هورمون در نظر گرفته می شود، نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاهان ایفا می کند. نام سالیسیلیک اسید از واژه لاتین سالیکس^۳، که نام جنس درخت بید است، گرفته شده است و به دلیل وجود فراوان این ماده در پوست درخت بید می باشد (۱ و ۳). از قدیم نیز، در برخی مناطق این موضوع شناخته شده بود که پوست و برگ درخت بید باعث افزایش رشد گیاهان می گردد. این ماده به وسیله سلول های ریشه تولید می شود و نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک مختلف مثل رشد، نمو گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه زنی ایفا می کند (۱۲ و ۲۲).

سالیسیلیک اسید نقش مهمی در پاسخ گیاهان به تنش شوری دارد و از گیاه در برابر بسیاری از تنش های غیرزنده حمایت می کند. سالیسیلیک اسید تحت تاثیر تنش های شوری و خشکی، در بافت های گیاهی تجمع می یابد و در افزایش مقاومت گیاه به این تنش ها شرکت می کند (۲۲). پژوهش های بسیاری نقش اساسی سالیسیلیک اسید را در تنظیم پاسخ گیاه به تنش های گوناگون غیرزنده مانند، خشکی، شوری، سرما، حرارت و غیره تأیید می کنند (۳، ۴، ۱۲، ۱۹ و ۲۲). گیاهان در پاسخ به شوری، پروتئین هایی تولید می کنند که سنتز بسیاری از این پروتئین ها به وسیله ی سالیسیلیک اسید تحریک می شود. سالیسیلیک اسید همچنین به عنوان یک آنتی اکسیدان غیر آنزیمی^۴ موجب کاهش گونه های فعال اکسیژن^۵ می گردد (۲۱).

1 . International Union of Pure and Applied Chemistry (AUPAC)

نام گذاری آیوپاک؛ نظامی است که زیر نظر اتحادیه بین المللی شیمی محض و کاربردی به نام گذاری مواد شیمیایی می پردازد.

2 . 2-Hydroxybenzoic acid

3 . Salix

4. Non-enzymatic antioxidant

5. Reactive Oxygen Species (ROS)



۴. روش های کاربرد سالیسیلیک اسید

سالیسیلیک اسید یک اسید آلی بی رنگ، بی مزه و بلورین است، که از نظر رنگ و بلورین می توان آن را به نمک تشبیه کرد (شکل ۱). سالیسیلیک اسید را می توان به سه طریق پیش تیمار بذر^۱، محلول پاشی شاخساره ای^۲ بوته ها و محلول در محیط رشد ریشه^۳ به کار برد. در روش اول؛ بذرها پیش از کاشت در محلول رقیق سالیسیلیک اسید به مدت ۸ تا ۲۴ ساعت خیسانده می شوند. در روش دوم؛ بوته ها در مرحله طویل شدن ساقه یا مراحل دیگر رشد به صورت شاخساره ای تحت محلول پاشی سالیسیلیک اسید قرار می گیرند. در روش سوم؛ نیز سالیسیلیک اسید به صورت محلول در محیط کشت ریشه در سیستم های هیدروپونیک استفاده می شود.



شکل ۱. سالیسیلیک اسید به صورت یک ماده پودری بلورین

۴-۱) پیش تیمار

1. Seed priming
2. Foliar application
3. Root growing media



در این روش بذرها پس از ضدعفونی، در محلول های ۰/۵ تا ۱/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید به مدت ۸ تا ۲۴ ساعت خیسانده می شود. به طور کلی بهترین حالت محلول ۱/۰ میلی مولار به مدت ۱۲ ساعت است. برای تهیه این محلول، ۱/۳۸ گرم سالیسیلیک اسید خالص در ده لیتر آب گرم ریخته می شود و مقداری الکل اتانول به تدریج به آن افزوده می شود و بهم زده می شود تا به طور کامل حل شود. بذرها در این محلول به مدت ۱۲ ساعت خیسانده می شوند و پس از این زمان در معرض هوا در سایه گذاشته می شوند تا رطوبت روی بذرها خشک شود. در این زمان بذرها آماده کشت هستند.

نکته مهم: برای خیساندن هر مقدار بذر باید ۵ برابر وزن آن محلول آماده شود (۱۵). یعنی محلول ده لیتری آماده شده برای مقدار ۲ کیلوگرم بذر مناسب است.

بذرها تیمار شده با سالیسیلیک اسید بیشتر و سریعتر جوانه زده و استقرار بهتری دارند. این گیاهچه ها رشد بهتری داشته و در نهایت عملکرد بهتری خواهند داشت (شکل ۲). این موضوع به این دلیل است که حساسترین مرحله گیاهان به شوری خاک مرحله جوانه زنی و استقرار است؛ در نتیجه بذرهایی که با سالیسیلیک اسید تیمار شده اند، این مرحله را بهتر گذرانده و با بنیه بیشتر وارد مراحل بعدی شده و بهتر می توانند شوری را تحمل کنند.



شکل ۲. افزایش رشد بوته های گندم پیش تیمار شده با سالیسیلیک اسید (گلدهای بالا) در مقایسه با بوته های تیمار نشده (گلدهای پایین) در شرایط شور

۲-۴) محلول پاشی

یک راه دیگر کاربرد سالیسیلیک اسید این است که محلول سالیسیلیک اسید، به صورت شاخساره ای مانند علف کش ها^۱ بر روی شاخ و برگ گیاه اسپری شود. برای تهیه محلول ۲ میلی مولار برای محلول پاشی، ۲/۷۶ گرم سالیسیلیک اسید خالص در ده لیتر آب گرم ریخته می شود و مقداری الکل اتانول به تدریج به آن افزوده می شود و بهم زده می شود تا به طور کامل حل شود و با سم پاش (دستی، پستی یا موتوری) بر روی گیاه پاشیده شود. اگرچه

1. Herbicides



احتمالا امکان استفاده همزمان سالیسیلیک اسید با مواد شیمیایی دیگر مانند علف کش ها، که به این صورت استفاده می شوند، وجود دارد؛ ولی بهتر است محلول آماده شده سالیسیلیک اسید به تنهایی مورد استفاده قرار گیرد.

نکات مهم:

- ✓ برای هر هکتار محلولی در حدود ۴۰۰-۶۰۰ لیتر باید مورد استفاده قرار گیرد (۴).
- ✓ عمل محلول پاشی به اندازه ای بایستی صورت گیرد که قطرات محلول سالیسیلیک اسید بر روی شاخ و برگ گیاه قابل مشاهده باشد.
- ✓ به دلیل رسوب و احتمال کریستاله شدن سالیسیلیک اسید در محلول تهیه شده بهتر است محلول، به ویژه در غلظت های بالا (بالتر از ۲ میلی مولار) اندکی پیش از مصرف تهیه شود.
- ✓ برای حل شدن بهتر سالیسیلیک اسید در آب علاوه بر اضافه کردن مقداری اتانول، پیشنهاد می شود که از هیتر در دماهای ۳۰۰ درجه به بالا همراه با مکنت همزن استفاده شود.
- ✓ در حین استفاده باید دقت شود که محلول به طور مداوم به هم زده شود تا سالیسیلیک اسید در ته مخزن محلول پاش رسوب نکند.
- ✓ اگرچه تا کنون اثر منفی محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر خاک گزارش نشده است، اما بهتر است که دقت شود تا محلول به مقدار زیاد بر روی خاک پاشش نشود.
- ✓ محلول پاشی بهتر است در اوایل صبح یا اواخر روز، که تابش خورشید ضعیف است، صورت گیرد. این کار برای جلوگیری از تبخیر و کاهش هدررفت محلول است.
- ✓ محلول پاشی بایستی در شرایط هوای ساکن و بدون باد صورت گیرد.



✓ اگرچه تا کنون برهمکنش منفی بین سالیسیلیک اسید و سایر نهاده های شیمیایی محلول پاشی شده مانند علف کش گزارش نشده است، ولی بهتر است این دو ماده شیمیایی با فاصله زمانی مناسب مورد استفاده قرار گیرند.

✓ گزارشات مستندی در مورد اثرات منفی سالیسیلیک اسید در غلظت های بالا وجود دارد (۶، ۱۲ و ۲۳)؛ بنابراین، در تهیه محلول دقت شود تا غلظت مورد استفاده از دامنه مناسب فراتر نرود. این ماده در غلظت های بسیار بالا خاصیت علف کشی دارد. در واقع سالیسیلیک اسید از خانواده بنزویک اسیدهاست که خود که یک خانواده شیمیایی مهم در علف کش ها می باشند. این خانواده ی علف کشی سبب اختلال در رشد می شوند که در نهایت منجر به پیچ خوردگی، ضخیم و طویل شدن برگ ها و ساقه ها می شود و در اصطلاح آن ها را بدشکل^۱ می کنند و باعث از بین رفتن گیاهان می شوند. از علف کش های معروف این خانواده می توان به دایکامبا^۲، پیکلورام^۳ و بناوال^۴ اشاره کرد.

1. Deformed
2. Dicamba
3. Picloram
4. Benaval



شکل ۳. افزایش رشد و تعداد سنبله های بارور بوته های گندم محلول پاشی شده با سالیسیلیک اسید (گلدان های سمت چپ) در مقایسه با بوته های تیمار نشده (گلدان های سمت راست) در شرایط شور

۵. گزارش های مستند در مورد اثربخشی سالیسیلیک اسید گیاهان زراعی

گزارش های فراوانی در مورد اثر سالیسیلیک اسید بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی و باغی وجود داد که در شرایط شور توانایی تولید گیاه را افزایش داده است. این نتایج در شوری های متفاوت و با غلظت های متفاوتی گزارش شده است. در جدول های ۱ و ۲ به برخی از آن ها اشاره شده است.

جدول ۱. نتایج برخی گزارش ها در مورد تاثیر مثبت سالیسیلیک اسید به صورت پیش تیمار بر جوانه زنی

و رشد گیاهان

منبع	شوری (dS m^{-1})	غلظت (mM)	گیاه
------	-----------------------------	-----------	------



گندم و جو	۰/۰۵	۱۵	۷
	۱/۰ و ۰/۵	۲۰	۸
	۰/۰۵	۲۰	۲۴
گندم	۰/۰۰۱ تا ۱۰	۸	۱۶
	۰/۵	۱۵	۵
	۰/۴	۱۱	۱۵
	۱/۰	۲۰	۹
جو	۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵	۱۵	هاشمی و همکاران (منتشر نشده)
	۱/۵	۲۰	۱
			۲۶
			۲۷
گوجه فرنگی	۱/۰	۱۰	۱۰
			۲۵

جدول ۲. نتایج برخی پژوهش ها در مورد تاثیر مثبت سالیسیلیک اسید به صورت محلول پاشی بر رشد و

عملکرد گیاهان

گیاه	غلظت (mM)	شوری (dS m^{-1})	منبع
گندم	۱/۵ و ۰/۸	۱۵	۱۴
ذرت	۱۰/۰	۱۵	۱۷



۲۸	۱۳	۲/۰ و ۱/۰	
۱۱	۴	۱/۰ و ۰/۵، ۰/۱	
۱۹	۱۲	۲/۵ و ۱/۵، ۰/۸	آفتابگردان
۲۰	۱۲	۲/۵ و ۱/۵، ۰/۸	
۱۳	۱۰	۱/۰	گوجه فرنگی
۲۹	۱۵	۰/۰۱	خردل
۲۲	۱۵	۱/۵	جو
۲	۱۲	۱/۵	
۲	۱۵	۱/۵ و ۱/۰، ۰/۵	
۲۳	۱۴	۲/۰ و ۱/۵، ۱/۰، ۰/۵	

۶. جنبه اقتصادی کاربرد سالیسیلیک اسید

با توجه به قیمت پایین و مصرف بسیار راحت سالیسیلیک اسید، کاربرد آن از نظر اقتصادی توجیه پذیر به نظر می‌رسد. استفاده از سالیسیلیک اسید نیاز به ماده شیمیایی مکمل (مانند مویان^۱ برای علف کش‌ها) ندارد.

در یک پژوهش (۱۵) در کنار بررسی اثرات کاربرد سالیسیلیک اسید به صورت پیش تیمار، جنبه های اقتصادی آن نیز بررسی شد. این پژوهشگران با بررسی همه هزینه های آماده سازی زمین، کاشت، داشت، برداشت و عملیات های پس از برداشت و در کنار آن هزینه تهیه و کاربرد محلول سالیسیلیک اسید نتیجه گرفتند که در شرایط

1. Adjuvant



شور، نسبت سود به هزینه در تیمار شاهد در دو رقم گندم SARC-1 و MH-97 به ترتیب معادل $1/60$ و $1/51$ بود که در شرایط پیش تیمار با سالیسیلیک اسید این نسبت برای این دو رقم گندم به ترتیب $2/03$ و $1/74$ بود؛ بنابراین استفاده از سالیسیلیک اسید موجب افزایش $26/9$ و $15/3$ درصدی نسبت سود به هزینه در این دو رقم گندم گردید.

با توجه به دستورالعمل داده شده در مورد پیش تیمار بذر، برای مثال برای یک هکتار گندم که 150 کیلوگرم بذر در یک هکتار استفاده می شود مقدار 750 لیتر از محلول $1/0$ میلی مولار نیاز است؛ که معادل $103/5$ گرم سالیسیلیک اسید خالص می باشد. در مورد محلول پاشی سالیسیلیک اسید نیز، برای یک هکتار مقدار 400 لیتر از محلول $2/0$ میلی مولار نیاز است؛ که معادل $110/4$ گرم سالیسیلیک اسید خالص می باشد. در حال حاضر یک کیلوگرم سالیسیلیک اسید خالص درجه یک با برند مرک¹ آلمان 285 هزار تومان می باشد؛ که برای روش پیش تیمار حدود 30 هزار تومان و برای روش محلول پاشی حدود 32 هزار تومان می باشد. بنابراین، با توجه به هزینه پایین تهیه سالیسیلیک اسید و راحت بودن مصرف آن، حتی افزایش 5 درصدی محصول نیز می تواند سود مناسبی را نصیب تولید کننده ها کند.



منابع

۱. امام، ی.، پیرسته انوشه، ه. ۱۳۹۳. تاثیر پرایمینگ سالیسیلیک اسید بر جذب آب، جوانه زنی و رشد تحت تاثیر تنش شوری. سیزدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۴ تا ۶ شهریور ماه، تهران.
۲. پاکار، ن.، پیرسته انوشه، ه و امام، ی. ۱۳۹۴. اثر غلظت های متفاوت سالیسیلیک اسید بر ویژگی های کمی و کیفی جو در شرایط تنش شوری. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی (زیر چاپ).
۳. پیرسته انوشه، ه. و امام، ی. ۱۳۹۱ الف. دست ورزی صفات مورفو-فیزیولوژیک گندم نان و ماکارونی با استفاده از تنظیم کننده های رشد در شرایط متفاوت آبیاری. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۵: ۴۵-۲۹.
۴. پیرسته انوشه، ه. و امام، ی. ۱۳۹۱ ب. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم نان و ماکارونی به تنظیم کننده های رشد در شرایط تنش خشکی. تنش های محیطی در علوم زراعی. ۵: ۱۷-۱.
5. Afzal I, Shahzad M, Ahmad BN, Ahmad MF. 2005. Optimization of hormonal priming techniques for alleviation of salinity stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). Caderno de Pesquisa Ser Bio Santa Cruz do Sul. 17: 95–109.
6. Ashraf M, Athar HR, Harris PJC, Kwon TR. 2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Adv Agron. 97: 45–110.
7. Deef HE. 2007. Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. Adv Biol Res. 1: 40–48.
8. Dolatabadian A, Mohammad SA, Sanavy M, Sharif M. 2008. Effect of salicylic acid and salt on wheat seed germination. Acta Agric. Scandinavica Section B. Soil Plant Sci. 1–9.



9. El-Tayeb MA. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regul.* 45: 215–224.
10. Gemes K, Poor P, Sulyok Z, Szepesi A, Szabo M, Tari I. 2008. Role of salicylic acid pre-treatment on the photosynthetic performance of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill. L. var. Rio Fuego) under salt-stress. *Acta Biol Szeged.* 52: 161–162.
11. Gunes A, Inal A, Alpaslan M, Cicek N, Guneri E, Eraslan F, Guzelordu T. 2005. Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). *Arch Agron Soil Sci.* 51: 687–695.
12. Hayat Q, Hayat S, Irfan M, Ahmad A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environ Exp Bot.* 68: 14–25.
13. He Y, Zhu ZJ. 2008. Exogenous salicylic acid alleviates NaCl toxicity and increases antioxidative enzyme activity in *Lycopersicon esculentum*. *Biol Plant.* 52: 792–795.
14. Jabeen S, Shahbaz M, Akram NA. 2007. Influence of exogenous application of salicylic acid on growth and gas exchange characteristics of wheat (*Triticum aestivum* L.) under control or saline conditions. *Life Sci Intl J.* 1: 425–431.
15. Jafar MZ, Farooq M, Cheema MA, Afzal I, Basra SMA, Wahid MA, Aziz T, Shahid M. 2012. Improving the performance of wheat by seed priming under saline conditions. *J Agron Crop Sci.* 918: 38-45.
16. Kaydan D, Yagmur M, Okut N. 2007. Effects of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). *Tarim Bilimleri Dergisi.* 13: 114–119.



17. Khodary SEA. 2004. Effect of salicylic acid on growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. *Intl J Agric Biol.* 6: 5-8.
18. Muuns R, Tester R. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu Rev Plant Biol.* 59: 651–81.
19. Noreen S, Ashraf M. 2008. Alleviation of adverse effects of salt-stress on sunflower (*Helianthus annuus* L.) by exogenous application of salicylic acid: growth and photosynthesis. *Pak J Bot.* 40: 1657–1663.
20. Noreen S, Ashraf M, Hussain M, Jamil A. 2009. Exogenous application of salicylic acid enhances antioxidative capacity in salt-stressed sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. *Pak J Bot.* 41: 473–479.
21. Pirasteh-Anosheh H, Emam Y, Ashraf M, Foolad MR. 2012. Exogenous application of salicylic acid and chlormequat chloride alleviates negative effects of drought stress in wheat. *Adv Stud Biol.* 11 (4): 501-520.
22. Pirasteh-Anosheh H, Ranjbar G, Emam Y, Ashraf M. 2014. Salicylic acid-induced recovery ability in salt-stressed *Hordeum vulgare* plants. *Turk J Bot.* 37: 112-121.
23. Pirasteh-Anosheh H, Emam Y, Sepaskhah AR. 2015. Improving barley performance by proper foliar application of salicylic-acid under saline conditions. *Intl J Plant Produc.* 9(3): In Press.
24. Sakhabutdinova AR, Fatkhutdinova DR, Bezrukova MV, Shakirova FM. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Bulg J Plant Physiol.* 21: 114–319.
25. Szepesi A. 2006. Salicylic acid improves the acclimation of *Lycopersicon esculentum* Mill. L. to high salinity by approximating its salt-stress response to that of the wild species *L. pennellii*. *Acta Biol Szeged.* 50: 177.



26. Szepesi A, Poor P, Gemes K, Horvath E, Irma T. 2008. Influence of exogenous salicylic acid on antioxidant enzyme activities in the roots of salt-stressed tomato plants. *Acta Biol Szeged*. 52: 199–200.
27. Tari I, Csiszar J, Szalai G, Horvath F, Pecsvaradi A, Kiss G, Szepesi A, Szabo M, Erdei L. 2002. Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre-treatment. *Acta Biol Szeged*. 46: 55–56.
28. Tuna AL, Kaya C, Dilkilitas M, Yokas I, Buruni B, Altunlu H. 2007. Comparative effects of various salicylic acid derivatives on key growth parameters and some enzyme activities in salinity stressed maize (*Zea mays* L.) plants. *Pak J Bot*. 39: 787–798.
29. Yusuf M, Hasan SA, Ali B, Hayat S, Fariduddin Q, Ahmad A. 2008. Effect of salicylic acid on salinity induced changes in *Brassica juncea*. *J Integ Plant Biol*. 50: 1096–1102.



Different Methods of Plants Treatments with Salicylic Acid in Salinity Researches

به تازگی توجه به تنظیم کننده های رشد برای دستورزی رشد گیاهان در شرایط تنش های محیطی مانند شوری افزایش یافته است. یکی از مهمترین مواد شیمیایی تنظیم کننده ی رشد سالیسیلیک اسید است. این ماده یک اسید آلی بی رنگ، بی مزه و بلورین است که به طور گسترده ای در سنتز مواد آلی و فرآیند های گیاهی به عنوان یک هورمون کاربرد دارد. در پژوهش های صورت گرفته با طیف گسترده ای از گیاهان زراعی و باغی و شرایط آب و هوایی متفاوت، سالیسیلیک اسید توانسته است رشد و عملکرد گیاهان را افزایش دهد.

انتشارات مرکز ملی تحقیقات شوری

یزد، انتهای بلوار آزادگان، مرکز ملی تحقیقات شوری، صندوق پستی ۳۱۵-۸۹۱۹۵

تلفن: ۰۳۵۳۵۲۱۸۷۰۱ فاکس: ۰۳۵۳۵۲۱۸۷۰۲ وبگاه: Shooriareo.ir

