فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱، شماره ۱، سال ۱۳۹۱
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۴/۲۰
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۰۷/۰۴

تاثیر تنش شوری و سالیسیلیک اسید بر پارامترهای جوانه زنی بذر و رشد گیاهان ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط مزرعه

فاطمه دانشمند[۱*]، محمدجواد آروین[۲]، بتول کرامت[۳] و نغمه مومنی[۴]

[۱] گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، به ترتیب [۲]گروه علوم باغبانی و [۴]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، و [۳]گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده:

برای بررسی اثرات تنش شوری و سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهان ذرت در مزرعه، آزمایشی در سال ۱۳۸۹ در شهرستان کرمان انجام شد. در آزمایش جوانه زنی تیمار سالیسیلیک اسید شامل شاهد خشک، خیساندن بذر در آب، خیساندن بذر در محلول ۰/۱ و ۰/۲میلی مولار سالیسیلیک اسید برای ۲۴ ساعت و تنش شوری در سه سطح (صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی مولار کلرید سدیم) بود. درصد جوانه زنی، سرعت‌جوانه زنی، متوسط زمان جوانه زنی، ضریب یکنواختی جوانه زنی، طول ساقه چه و ریشه چه و وزن خشک گیاهچه تحت تاثیر شوری قرار گرفتند. تیمارهای سالیسیلیک اسید به خصوص غلظت ۰/۱ میلی مولار باعث افزایش معنی‌داری در کلیه صفات جوانه زنی و کاهش متوسط زمان جوانه زنی گردید. آزمایش مزرعه‌ای با خیساندن بذر در غلظت ۰/۱میلی مولار سالیسیلیک اسید انجام شد. در شرایط مزرعه‌ای با شوری خاک در حد ۴۰ میلی مولار نمک، سالیسیلیک اسید موجب افزایش طول بلال، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن تر و خشک علوفه، مقدار کلروفیل، محتوای نسبی آب، کارایی مصرف آب، شاخص پایداری غشا و مقدار پتاسیم و کاهش مقدار سدیم گردید. نتایج نشان داد که پیش تیمار با سالیسیلیک اسید می‌تواند به صورت تجارتی برای بهبود پارامترهای جوانه زنی، رشد و تولید محصول علوفه و دانه در شرایط تنش شوری در گیاه ذرت مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: تنش شوری، جوانه زنی بذر، ذرت، سالیسیلیک اسید

مقدمه:

جوانه‌زنی بذر اهمیت زیادی در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح دارد به طوری‌که تراکم کافی بوته در واحد سطح زمانی به دست می‌آید که بذرهای کاشته شده به طور کامل و با سرعت کافی جوانه بزنند. نوسانات جوانه زنی که تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد از نظر اکولوژیکی و از دیدگاه مدیریت زراعی از اهمیت خاصی برخوردار است. اثرات متقابل بین عوامل محیطی و مکانیسم‌های درونی یک بذر جوانه‌زنی آن را تحت شرایط خاص تعیین می‌کند (Baalbaki *et al*, 1990).

شوری یک فاکتور محیطی است که تمام مراحل رشد و نمو گیاه از جوانه‌زنی تا تولید زیست توده و دانه و میوه را کم و بیش تحت تاثیر خود قرار می‌دهد. محیط‌های شور با دو خصوصیت اصلی یعنی پتانسیل اسمزی کم و غلظت بالای املاح مشخص می‌شوند. در بررسی عکس العمل بین شوری و جوانه زنی برخی از محققین از اثرات

*نویسنده مسؤول، نشانی پست الکترونیکی:f.daneshmand@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

اسمزی به عنوان یک فاکتور موثر نام می‌برند ولی برخی دیگر سمیت یون‌ها را به عنوان عامل بازدارنده جوانه‌زنی می‌دانند. هر گیاه که بتواند در مرحله جوانه زنی مقاومت بیشتری نشان دهد می‌تواند دوره اول رویش را موفق تر طی کند. محققان به دنبال افزایش استقرار گیاهچه‌ها در شرایط تنش هستند (Orcutt and Nilsen 2000, Katergi *et al*. 1994).

رطوبت یکی از عوامل اصلی فعال کننده جوانه‌زنی است و قابلیت دسترسی بذر به آب با کاهش پتانسیل اسمزی و پتانسیل ماتریک کاهش می‌یابد. پدیده اسمز اثر بازدارندگی قوی بر آبگیری جنین، لپه و اندوسپرم دارد (Wahid *et al*. 1998). به طور کلی تنش شوری با ایجاد تنش یونی، تنش اسمزی و تنش اکسیداتیو موجب تغییرات مورفولوژیک، آناتومیک، فیزیولوژیک و شیمیایی متعددی در گیاهان می‌شود و رشد، فتوسنتز، سنترپروتئین، متابولیسم لیپید، تنفس و تولید انرژی را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد (Parida and Das, 2005).

حساسیت گیاهان به شوری بسته به نوع گیاه، مراحل نموی گیاه، شدت و مدت تنش دارد(Manchanda and Garg, 2008; Jithesh *et al*.,2006). جوانه‌زنی بذر یکی از مراحل حساس به تنش شوری است به طوری که یکی از عوامل کاهش محصول در تنش شوری کاهش جوانه‌زنی و صدمه به گیاه در مرحله ظهور گیاهچه می باشد که باعث کاهش تعداد بوته در واحد سطح می‌شود. سالیسیلیک اسید یا اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید (SA) متعلق به گروه ترکیبات فنلی می‌باشد. سالیسیلیک اسید نقش‌های متعددی را در گیاه ایفا می‌کند و اینک به عنوان یک تنظیم کننده رشد و نمو شناخته می‌شود که در رشد و نمو گیاهان، جذب یون‌ها و فتوسنتز نقش دارد. سالیسیلیک اسید یک ملکول علامتی مهم برای میانجی‌گری پاسخ‌های گیاهان در برابر تنش‌های محیطی است. گزارشاتی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد سالیسیلیک اسید و ترکیبات وابسته به آن بر جوانه‌زنی بذر و رشد و نمو گیاهان در شرایط تنش و غیر تنش تاثیر دارند (Hayate and Ahmad 2007, El-Tayeb 2005, Senaranta *et al*, 2000, Shakirova *et al*. 2003).

با توجه به این مطلب که، عملکرد از نظر کمی و کیفی به میزان درصد سبز شدن بذر و همچنین یکنواختی آن بستگی دارد، مرحله جوانه‌زنی مرحله‌ای حساس و با اهمیت است، به طوری‌که می‌توان با استقرار مطلوب گیاهچه‌ها در فرآیند تولید نقش مهمی بازی کرد. اما تنش-های محیطی باعث کاهش جوانه‌زنی و در نتیجه کاهش تراکم بوته و کاهش رشد و تولید محصول می‌گردند. با توجه به اهمیت و حساسیت مرحله جوانه زنی در مراحل رشد و نموی گیاه نسبت به تنش‌های محیطی و با توجه به کمبود منابع آب شیرین و استفاده از آب‌های شور یا با کیفیت پایین در کشاورزی و شور شدن تدریجی خاک‌ها، استفاده از ترکیباتی که بتواند موجب بهبود جوانه زنی و رشد و تولید محصول در شرایط تنش شوری گردد، ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، هدف از این مطالعه ابتدا بررسی نقش پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر پارامترهای مرتبط با جوانه زنی و رشد گیاهک در بذرهای گیاه ذرت تحت تنش شوری می‌باشد و سپس نقش سالیسیلیک اسید در بهبود رشد و افزایش تولید محصول و کاهش تنش شوری در شرایط مزرعه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها:

آزمایش مربوط به جوانه‌زنی:

بذر مورد استفاده رقم ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ (KCSC704) بود که از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی کرمان تهیه گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و با ۴ تکرار در ظروف پتری شیشه‌ای اجرا گردید، در هر ظرف پتری ۲۵ عدد بذر ذرت کشت گردید. فاکتور اول شامل تیمارهای شاهد خشک،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

خیساندن بذر در آب، خیساندن بذر در محلول سالیسیلیک اسید ۰/۱ میلی مولار و خیساندن بذر در محلول سالیسیلیک اسید ۰/۲ میلی مولار و فاکتور دوم تنش شوری در سه سطح (صفر، ۴۰ میلی مولار و ۸۰ میلی مولار کلرید سدیم) بود.

بذرهای ذرت پس از ضد عفونی با هیپوکلریت سدیم بمدت ۵ دقیقه و اتانول ۹۶ درصد به مدت ۳۰ ثانیه، بخوبی با آب مقطر شسته و به سه گروه تقسیم شدند. گروه اول به مدت ۲۴ ساعت در آب، گروه دوم به مدت ۲۴ ساعت در محلولهای سالیسیلیک اسید (۰/۱ و ۰/۲ میلی مولار) خیسانده شدند. برای ایجاد تنش شوری از محلول NaCl با غلظت‌های (صفر،۴۰ و ۸۰ میلی مولار) در هر ظرف پتری استفاده شد. آزمایش جوانه زنی در شرایط آزمایشگاهی و در داخل انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد با رطوبت ۴۵ درصد در تاریکی انجام گرفت. بذرها به مدت ۷ روز مورد شمارش قرار گرفتند و خروج ریشه چه به اندازه ۲ میلی متر معیار جوانه زنی قرار گرفت (Ellis and Robert, 1981) و درصد جوانه زنی و سایر پارامترهای زیر مورد اندازه گیری قرار گرفت:

متوسط زمان جوانه زنی بر طبق معادله Ellis و Robert (۱۹۸۱) به شرح ذیر محاسبه شد، که n تعداد بذور جوانه زده در هر روز و D تعداد روزهای محاسبه شده از زمان جوانه زنی است.

$$MEG=\sum n/\sum Dn$$

سرعت جوانه زنی با معکوس کردن فرمول متوسط زمان جوانه زنی محاسبه گردید.

ضریب یکنواختی جوانه زنی (Corfficient of Uniformityn of Germination: CUG) بر طبق معادله Bewley و Black (۱۹۸۵) به شرح زیر محاسبه گردید، که n تعداد بذور جوانه زده در هر روز و $\sum [(t`-t)^2 \times n]$ معادل متوسط زمان جوانه زنی است.

$$CUG=\sum n / \sum [(t`-t)^2 \times n]$$

طول ساقه چه و ریشه چه و وزن تر و خشک اندام‌هوایی گیاهان در گروه‌های تیماری مختلف اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در فویل آلومینیومی پیچیده شده و به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد و سپس وزن گردید.

آزمایش مزرعه‌ای:

آزمایش در سال ۸۹ در شهرستان کرمان به مرحله اجرا در آمد. منطقه محل اجرای آزمایش دارای موقعیت جغرافیایی به شرح ذیل بود: این منطقه بین ۵۶ درجه و ۵۸ طول شرقی و ۳۰ درجه عرض شمالی با ارتفاع ۱۷۵۴ متر از سطح دریا قرار داشت. شهرستان کرمان از شرق به شهرستان بم، از غرب به شهرستانهای بردسیرو سیرجان، از شمال به شهرستانهای راور و رفسنجان و از جنوب به شهرستانهای بافت و جیرفت محدود می‌شود.

زمین انتخابی در سال زراعی قبل آیش بود. جهت آماده سازی زمین، ابتدا زمین به خوبی شخم زده شد و سپس ۴۵۰ کیلوگرم درهکتار کود اوره همراه با۲۰۰کیلوگرم درهکتار سولفات پتاسیم و۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، براساس آزمون خاک به زمین داد ه شد، بطوریکه کودهای فسفره و پتاسه به همراه یک سوم کود اوره قبل از کاشت به صورت دستپاش به زمین داده شد و به کمک دیسک با خاک کاملا مخلوط گردید و سپس با فارو ردیفهای ۷۵ سانتی متری جهت کشت فراهم شد. با اندازه گیری EC خاک مزرعه، شوری خاک مزرعه در حدود ۴۰ میلی مولار بود. و کاشت بذر در تاریخ ۸۹/۲/۲۵ با دست صورت گرفت. در هر حفره (عمق ۳ تا ۵ سانتیمتر) ۳ عدد بذر سالم ضدعفونی شده با سم کاربوکسین تیرام و خیسانده شده در آب یا محلول

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

سالیسیلیک اسید ۰/۱ میلی مولار به مدت ۲۴ ساعت، کاشته شد. بعد از ظهور گیاهچه در مرحله ۳ تا ۴ برگی گیاهان تنک شدند. عمل وجین علفهای هرز با دست و در زمان مورد لزوم انجام شد. یک سوم کود اوره بصورت سرک در مرحله ۶ تا ۷ برگی و یک سوم باقی مانده آن قبل از ظهور گل نر به خاک داده شد و بلافاصله مزرعه آبیاری گردید. جهت اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد، پس از رسیدگی فیزیولوژیک دانه و پایین آمدن رطوبت دانه‌ها، بوته‌ها در تاریخ ۸۹/۶/۱۵ برداشت شدند و صفات طول بلال، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن تر و خشک علوفه، مقدار کلروفیل، محتوای نسبی آب، کارآیی مصرف آب، شاخص پایداری غشا و مقدار یون سدیم و پتاسیم در اندام هوایی اندازه گیری شد. طرح مورد استفاده بلوکهای کامل تصادفی با ۱۰ تکرار بود.

وزن تر و خشک اندام هوایی گیاهان در گروه‌های تیماری مختلف اندازه‌گیری گردید. برای اندازه گیری وزن خشک، نمونه‌ها در فویل آلومینیومی پیچیده شده و به مدت ۷۲ ساعت درآون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

اندازه گیری مقدار کلروفیل با استفاده از روش Lichtenthaler (۱۹۸۷) انجام پذیرفت. ۰/۲ گرم از برگ های فریز شده انتهای گیاه با ۱۵ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد سائیده شده و پس از صاف کردن جذب آن‌ها با اسپکتروفتومتردر طول موج‌های ۶۴۶/۸، ۶۶۳/۲۰ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد و غلظت کلروفیل بر حسب میکروگرم بر گرم وزن‌تر محاسبه گردید برای محاسبه محتوای نسبی آب بافت، وزن تر اندام هوایی گیاهان اندازه‌گیری گردید. سپس نمونه ها به مدت ۵ ساعت در آب دیونیز قرار گرفته و و وزن حالت آماس آن ها نیز اندازه گیری گردید. بعد نمونه‌ها در فویل آلومینیومی پیچیده شده و به مدت ۷۲ ساعت درآون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. سپس وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و RWC با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Turkan *et al*, 2005):

$$\text{RWC}\ (\%) = \frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}}{\text{وزن خشک}- \text{وزن آماس}} \times ۱۰۰$$

برای سنجش شاخص پایداری غشا، مقدار نشت یونی محاسبه شد و سپس مقدار نشت یونی از عدد ۱۰۰ کم گردید. میزان آسیب به غشا، یا میزان نشت یونی از روش Ben Hamed و همکاران (۲۰۰۷) استفاده شد. ۰/۲ گرم از بافت سالم و تازه اندام هوایی گیاه را بعد از شستشو با آب مقطر برای شستشوی یون‌های احتمالی از سطح گیاه درون لوله‌ی آزمایش درپیچ‌دار قرار داده و ۱۰ میلی‌لیتر آب دیونیز به آن اضافه گردید. سپس لوله‌های آزمایش را به مدت ۲ساعت درون حمام آب گرم با دمای ۳۲ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده و میزان هدایت الکتریکی نمونه ها(Ec_1) با استفاده از Ec متر اندازه‌گیری شد .سپس لوله‌های آزمایش در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو گردیده و بعد از خنک شدن لوله‌ها تا ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد ،میزان هدایت الکتریکی نمونه‌ها(Ec_2) مجدداً اندازه گیری گردید و با فرمول زیر درصد نشت یونی محاسبه گردید و سپس شاخص پایداری غشا محاسبه گردید.

$$\text{درصد نشت یونی} = \frac{Ec_1}{Ec_2} \times 100$$

برگهای گیاهان بعد از برداشت به دقت شسته شدند وبرای بدست آوردن ماده خشک در آون در دمای ۷۰ درجه خشک شدند. برای اندازه گیری مواد معدنی، نمونه های گیاهی در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ساعت خاکستر شدند، وسپس در۵ میلی لیتر محلول نیتریک اسید ۲مولارحل شدند ودر نهایت حجم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

محلول با آب دوبار تقطیر به ۲۵میلی لیتر رسانده شدند و با کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف گردیدند. سدیم و پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر (Jenway PFP7; ELE instrument Co. Ltd.) اندازه گیری گردید.

به منظور آنالیز آماری از نرم افزار SAS استفاده شد. مقایسه میانگین ها با آزمون LSD در سطح ۵٪ و با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام گرفت.

نتایج:

نتایج حاصل از آزمایش جوانه زنی در جدول ۱ آورده شده است. غلظت های ۴۰ و ۸۰ میلی مولار کلرید سدیم بر همه پارامترهای اندازه گیری شده تاثیر داشت و تاثیر غلظت ۸۰ میلی مولار نمک شدیدتر بود. درصد جوانه زنی بطور معنی دار تحت تاثیر تیمارهای ۴۰ و۸۰ میلی مولار کلرید سدیم قرارگرفت و به ترتیب ۳۲ و ۳۸ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. اثر تیمارهای شوری، روی متوسط زمان جوانه زنی معنی‌دار بود و آنرا به ترتیب حدود ۱۹و ۱۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. تیمارهای شوری بر سرعت جوانه زنی اثر معنی داری داشت، بطوریکه آنرا بترتیب حدود ۱۵ و ۱۸ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. ضریب یکنواختی جوانه زنی بطور معنی دار تحت تاثیر تیمارهای کلرید سدیم قرارگرفت و به ترتیب در حدود ۱۶و ۴۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. اثر تیمارهای شوری، برروی ساقه چه معنی دار بود و آنرا به ترتیب حدود ۳۰ و ۵۵ درصد نسبت به شاهدکاهش داد. تیمارهای شوری بر طول ریشه چه اثر معنی‌داری داشت و آنرا به ترتیب حدود ۱۸ و ۴۱ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. وزن تر گیاهچه بطور معنی دار تحت تاثیر تیمارهای کلرید سدیم قرارگرفت و به ترتیب در حدود ۱۶و ۴۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. اثر تیمارهای شوری، روی وزن خشک گیاهچه نیز معنی‌دار بود و آن را به ترتیب حدود ۳۰ و ۵۵ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. پیش تیمار بذرها با غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید نیز بر پارامترهای جوانه زنی تاثیر گذاشت و موجب بهبود این پارامترها گردید که نتایج در جدول ۱ آمده است. سالیسیلیک اسید به ویژه در غلظت ۰/۱ میلی مولار خود موجب افزایش معنی‌دار درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، ضریب یکنواختی جوانه زنی، طول ساقه چه و ریشه چه و وزن تر و خشک گیاهچه و کاهش متوسط زمان جوانه زنی گردید.

نتایج آزمایش مزرعه‌ای در جدول ۲ آمده است. در شرایط مزرعه‌ای (شوری خاک ۴۰ میلی مولار)، سالیسیلیک اسید موجب افزایش طول بلال (۲۷ درصد)، عملکرد دانه (۳۵ درصد)، وزن هزار دانه (۲۴ درصد)، وزن تر و خشک علوفه (به ترتیب ۲۵ و ۳۰ درصد)، مقدار کلروفیل (۲۰ درصد)، محتوای نسبی آب (۸ درصد)، کارآیی مصرف آب (۳۸ درصد)، شاخص پایداری غشا (۲۸ درصد) و مقدار پتاسیم در اندام هوایی (۸ درصد) و کاهش مقدار سدیم (۳۵ درصد) گردید.

بحث:

نتایج نهایی تحقیق بر روی جوانه زنی نشان داد که، کلیه صفات مورد بررسی از جمله درصد جوانه زنی، متوسط زمان جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، ضریب یکنواختیجوانه زنی، طول ساقه چه و ریشه چه و وزن تر و خشک گیاهچه تحت تاثیر سطوح تنش شوری قرار گرفتند.

مشابه با نتایج این آزمایش تنش‌هایی محیطی پارامترهای جوانه زنی را در جو تحت تنش شوری (El-Taybe, 2005)، اکالیپتوس تحت تنش خشکی (Lopez *et al.*, 1999) و ذرت تحت تنش سرما (Farooq *et al.*, 2008) تحت تاثیر قرار دادند.

جوانه زنی عبارت است از فعال شدن متابولیکی بذر و بیرون آمدن ریشه چه و ساقه چه که در نهایت منجر به

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

جدول ۱: تاثیر تیمارهای سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم بر درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ضریب یکنواختی (CUG)، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن‌تر و خشک گیاهچه*

سالیسیلیک اسید	کلرید سدیم	درصد جوانه زنی	متوسط زمان جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	ضریب یکنواختی	طول ساقه چه (cm)	طول ریشه چه (cm)	وزن تر گیاهچه (g)	وزن خشک گیاهچه(g)
بذر خشک	۰	۸۸^{a}	۳/۲۶^{c}	۰/۲۷^{g}	۰/۴۶^{g}	۳/۶۱^{d}	۴/۱۳^{f}	۳/۳۵^{f}	۱/۶۰^{d}
خیساندن بذر در آب	۰	۸۶^{ab}	۲/۵۹^{f}	۰/۳۹^{b}	۰/۵۴^{e}	۴/۵۱^{c}	۵/۱۸^{c}	۵/۲۰^{d}	۲/۳۰^{c}
خیساندن بذر در SA (۰/۱ mM)	۰	۹۰^{a}	۲/۲۴^{h}	۰/۴۲^{a}	۱/۲۹^{a}	۵/۸۶^{a}	۶/۰۴^{a}	۵/۸۰^{a}	۳/۵۵^{a}
خیساندن بذر در SA (۰/۲ mM)	۰	۸۶^{ab}	۲/۴۴^{g}	۰/۳۹^{b}	۰/۷۴^{c}	۴/۸۱^{b}	۵/۴۳^{b}	۵/۴۶^{ab}	۲/۸۷^{b}
بذر خشک	۴۰ mM	۶۰^{de}	۳/۸۷^{a}	۰/۲۳^{h}	۰/۳۸^{h}	۲/۵۳^{g}	۳/۵۷^{g}	۲/۷۰^{g}	۰/۷۳^{gh}
خیساندن بذر در آب	۴۰ mM	۶۵^{d}	۲/۷۶^{e}	۰/۳۰^{ef}	۰/۴۹^{f}	۳/۲۵^{e}	۴/۲۷^{ef}	۳/۴۷^{b}	۱/۴۰^{e}
خیساندن بذر در SA (۰/۱ mM)	۴۰ mM	۸۰^{bc}	۲/۳۶^{g}	۰/۳۶^{c}	۰/۸۸^{b}	۴/۴۶^{c}	۵/۱۴^{c}	۴/۶۳^{c}	۲/۷۰^{b}
خیساندن بذر در SA (۰/۲ mM)	۴۰ mM	۷۸^{c}	۲/۷۸^{e}	۰/۳۴^{d}	۰/۵۸^{d}	۳/۷۵^{d}	۴/۷۷^{d}	۴/۳۳^{cd}	۲/۳۰^{c}
بذر خشک	۸۰ mM	۵۵^{e}	۳/۸۶^{a}	۰/۲۲^{h}	۰/۲۸^{i}	۱/۵۶^{h}	۲/۴۴^{i}	۲/۲۷^{h}	۰/۵۰^{i}
خیساندن بذر در آب	۸۰ mM	۶۰^{de}	۳/۴۶^{b}	۰/۲۸^{g}	۰/۳۲^{i}	۲/۴۶^{g}	۳/۲۸^{h}	۳/۳۳^{f}	۰/۶۳^{hi}
خیساندن بذر در SA (۰/۱ mM)	۸۰ mM	۶۴^{d}	۲/۸۴^{e}	۰/۳۲^{e}	۰/۴۶^{g}	۳/۰۹^{e}	۴/۴۶^{c}	۳/۸۶^{e}	۱/۱۰^{f}
خیساندن بذر در SA (۰/۲ mM)	۸۰ mM	۶۱^{de}	۳/۱۶^{d}	۰/۳۰^{f}	۰/۳۴^{i}	۲/۸۶^{f}	۳/۵۰^{g}	۴/۰۴^{de}	۰/۹۰^{fg}

*کلیه میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری با آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۲: اثر سالیسیلیک اسید بر پارامترهای فیزیولوژیک، رشد و عملکرد در شرایط نیمه شور مزرعه (شوری معادل ۴۰ میلی مولار نمک)*.

سالیسیلیک اسید (SA)	کلروفیل (میکروگرم بر گرم وزن تر)	محتوای نسبی آب (درصد)	پایداری غشا (درصد)	وزن تر علوفه (گرم بر متر مربع)	وزن خشک علوفه (گرم بر متر مربع)	طول بلال (سانتیمتر)	عملکرد دانه(گرم بر متر مربع)	وزن هزار دانه (گرم)	کارایی مصرف آب (گرم)	سدیم در اندام هوایی (میلی گرم بر گرم وزن خشک)	پتاسیم در اندام هوایی (میلی گرم بر گرم وزن خشک)
۰ میلی مولار	۱۸/۲^{b}	۷۷/۳^{b}	۶۰^{b}	۳۶۰۰^{b}	۱۰۰۰^{b}	۱۵/۵^{b}	۷۴۰^{b}	۲۲۰^{b}	۶۰^{b}	۴/۱۰^{a}	۲۴^{b}
۰/۱ میلی مولار	۲۱/۸^{a}	۸۳/۲^{a}	۷۷^{a}	۴۵۰۰^{a}	۱۳۰۰^{a}	۱۹/۸^{a}	۱۰۰۰^{a}	۲۷۲^{a}	۸۳^{a}	۲/۶۶^{b}	۲۶^{a}

*کلیه میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری با آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

تولید گیاهچه می‌شود. جوانه‌زنی بذر با جذب آب و فعال شدن متابولیسم در بافت‌های جنینی شروع می‌شود. در مراحل اولیه، انرژی از طریق فرآیند گلیکولیز تأمین می‌گردد و متابولیت‌های مورد نیاز برای سنتز مواد جدید به وسیله چرخه پنتوز فسفات تولید می‌شود. بسیاری از هورمون‌ها موجب ایجاد سیگنال هایی برای سنتز آنزیم‌های جدید شده و این آنزیم ها باعث متابولیزه شدن مواد ذخیره شده در آندوسپرم می‌شوند (مثلا تولید آلفاآمیلاز توسط جیبرلین). این مرحله به وسیله هورمون‌های تحریک کننده تقسیم و طویل شدن سلولی (سیتوکینین واکسین) کنترل می‌شود. در ضمن اجزاء پروتوپلاسم مجدداً سازماندهی می‌شوند، تنفس میتوکندری و سنتز پروتئین‌ها شدت می‌گیرد و بالاخره فرآیندهای رشد ادامه می‌یابد و منجر به ظهور ریشه‌چه می‌گردد (Larcher, 2001). عوامل درونی بذر و عوامل محیطی تعیین کننده شروع و پیشرفت جوانه زنی بذرها هستند. عواملی مثل کنترل ژنی، اندازه و پوست دانه، کشت وکار عمیق، رطوبت خاک، غلظت اکسیژن و دما، جوانه زنی وظهور گیاهچه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Llusia *et a*l., 2005). همچنین درجه حرارت پائین خاک، رطوبت پائین و پوسته عواملی هستند که جوانه زنی، ظهور و توان گیاهچه‌ها را کاهش می‌دهند (Llusia *et al*., 2005). 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 (Inze and Montgu, 2000). و بالاخره اینکه تنش خشکی و شوری با اثر بر روی تنظیم کننده‌هایی مثل جیبرلیک اسید، اکسین، آبسیزیک اسید و تغییر در فعالیت آنزیم‌های متابولیسم کربوهیدرات‌ها جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Kaur *et al*., 2002). شوری بر کارایی و نفوذپذیری غشا پلاسمایی و دیواره سلولی تاثیر منفی گذاشته و ورود و خروج یون‌ها به سلول را مختل می‌کند (Orcutt and Nilsen, 2000). سبب سخت شدن دیواره سلولی شده و موجب کاهش هدایت آب از غشا پلاسمایی می‌گردد. اثر کلرید سدیم بر غشا و دیواره سلولی ممکن است پتانسیل آب سلول را تحت تاثیر خود قرار دهد و جوانه زنی بذر را دستخوش تغییر نماید. تنش شوری بر جذب و انتقال کلسیم نیز تاثیر می‌گذارد. کلسیم در فرآیند انتقال انتخابی مواد از غشا نقش دارد. در تنش شوری یون‌هایی از قبیل سدیم جایگزین کلسیم در غشا و دیواره می شوند و نفوذپذیری غشا و قابلیت ارتجاعی دیواره را تغییر می‌دهند. به علاوه تنش شوری به خصوص یون سدیم، موجب بر هم زدن جذب و انتقال سایر عناصر از جمله پتاسیم در گیاه می گردد (Orcutt and Nilsen, 2000). شوری قادر است با غیر فعال کردن برخی هورمون‌ها و همچنین تاثیر بر نفوذ پذیری غشاء سلول موجب کاهش قوه نامیه شود. همچنین تنش‌های شدید شوری موجب القاء خواب در بسیاری از بذور شده و بدون اینکه صدمات فیزیولوژیک به بذرها وارد کنند، مانع از جوانه زنی می‌شود. شوری از طریق تاثیر بر پمپ های پروتونی غشا و اختلال در آن ها سبب کاهش رشد سلول می‌شود (Katergi *et al*., 1994, Parida and Das, 2005).

بنابراین بقا و موفقیت گیاهان تحت شرایط شوری، مستلزم انتقال بهتر آب از طریق ریشه و سیستم آوندی مناسب و دارا بودن سازوکارهای ترشح و انتقال عناصر غذایی به قسمت‌های هوایی گیاه و همچنین تحمل به پسایدگی می باشد. وقوع تنش شوری در مرحله جوانه زنی و رشد گیاهچه می تواند مانع از جوانه زنی و سبز شدن یکنواخت و در نهایت مانع از تطابق رشد زایشی گردد (Katergi *et al*., 1994, Parida and Das, 2005). فقدان آب در خاک طی فرایند جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی را از طریق تنش آب کاهش می‌دهد. تنش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

شوری موجب می شود که بذر نتواند رطوبت مورد نیاز خود را به میزان کافی جذب نماید و با ایجاد خشکی فیزیولوژیک میزان جوانه زنی بذر و سرعت آن را کاهش می دهد. در تنش شوری به علت کاهش پتانسیل آب محیط اطراف بذر، مدت بیشتری طول می کشد تا بذر بتواند آب مورد نیاز خود را به مقدار کافی به دست آورد، بنابراین زمان جوانه زنی را طولانی تر می سازد. کمبود رطوبت خاک جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد و جذب آب را به تاخیر می‌اندازد و طویل شدن و رشد ریشه‌چه وساقه‌چه را مهار می‌کند (Baalbaki *et al*., 1990, Rajasekaran *et al*., 2002).

در مقایسه با شاهد، تیمارهای سالیسیلیک اسید باعث بهبود کلیه صفات جوانه زنی شدند. از بین دو سطح تیمار سالیسیلیک اسید مورد مطالعه، تاثیر تیمار سالیسیلیک اسید ۰/۱ میلی مولار در هر دو شرایط شور و غیر شور بیشتر بود.

در مورد اثر سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی گزارشات ضد ونقیضی وجود دارد. از جمله Wu و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کرد که برخی از ترکیبات فنلی بر جوانه‌زنی اثری ندارند. ولی Andarwulan و همکاران (۱۹۹۹) بیان کرد که سالیسیلیک اسید در تکامل گیاه دخالت دارد. از طرف دیگر Maffei و همکاران (۱۹۹۹) عنوان کرد که ترکیبات فنلی حاوی حلقه متصل به گروه OH– جوانه‌زنی را افزایش و حلقه دارای گروه OCH3– جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد. اثرات مثبت سالیسیلیک اسید بر کلیه صفات جوانه زنی در گیاهان گندم (Shakirova *et al*., 2003) جو (El-Taybe, 2005) و ذرت (Farooq *et al*., 2008) نیز در شرایط تنش گزارش شده است. Rajasekaran و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که سالیسیلات‌ها بر جوانه‌زنی اثر تشدیدی ندارند ولی در دماهای پائین پیش تیمار با سالیسیلات‌هایی مثل استیل سالیسیلیک اسید، سالیسیلیک اسید و ۲و۶–دی هیدروکسی بنزوئیک اسید موجب تحریک جوانه‌زنی (دمای محدود کننده $5^{o}C$) گردید.

با توجه به گزارش Rajasekaran و همکاران (۲۰۰۲) سالیسیلیک اسید باعث تحریک جوانه‌زنی گیاه هویج در دماهای پایین می‌شود؛ در دماهای پائین تر کیبات ترموژن مثل استیل سالیسیلیک اسید (ASA)، سالیسیلیک اسید و ۲و۶–دی هیدروکسی بنزوئیک اسید باعث تحریک جوانه‌زنی می‌شود. این امکان وجود دارد که این ترکیبات با اثر برروی بیوسنتز جیبرلین بر جوانه‌زنی اثر گذاشته و به عنوان القاء کنندگان ترموژن عمل می‌نمایند (Rajasekaran *et al*., 2002).

در این مطالعه پیش تیمار بذر با SA سبب افزایش مقدار کلروفیل (به عنوان یکی از اجزای اصلی فتوسنتزی و تاثیر گذار بر وزن خشک) گردید که نشان دهنده توانایی سالیسیلیک اسید در برای بهبود رشد می باشد. مشابه با نتایج این آزمایش، سالیسیلیک اسید در گیاهان جو (El-Tayeb, 2005)، گندم (Agarawal *et al.,* 2005)، اسفناج (Eraslan *et al.,* 2008)، کلزا (Ghai *et al.,* 2002)، گوجه فرنگی (Tari *et al.,* 2002) و نخود (Popova *et al.,* 2009) مقدار کلروفیل را افزایش داده است.

کاهش مقدار پتاسیم و افزایش مقدار سدیم یکی از بارزترین اثرات تنش شوری می باشد که در بسیاری از گزارش‌ها به آن اشاره شده است. انتقال سدیم به قسمت های مختلف گیاه و برگ‌ها موجب جایگزینی آن‌ها با کلسیم در فضای آپوپلاستی شده که منجر به دپلاریزاسیون غشا شده و در نتیجه توانایی غشاها برای جذب انتخابی برخی از یون‌ها دچار اختلال شده و عدم تعادل یونی غیر قابل اجتناب خواهد بود (Molassiotis *et al.,* 2006, Blumvald *et al.,* 2000).

از آنجا که پتاسیم عنصر ضروری برای گیاهان می‌باشد و دارای نقش کلیدی در فرآیندهای فیزیولوژیک و رشد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

گیاه، سنتز پروتئین و نشاسته، انتقال قندها و فعال شدن بسیاری از آنزیم‌ها از جمله آنزیم‌های کلیدی در فتوسنتز و تنفس و حفظ یکپارچگی سیستم فتوسنتزی، سنتز ATP، تنظیم اسمزی، باز و بسته شدن روزنه، خنثی کردن بارهای منفی پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌باشد، جایگزین شدن آن توسط سدیم می‌تواند موجب آسیب به گیاه شود زیرا سدیم قادر به انجام نقش های پتاسیم نمی باشد. تجمع سدیم و تغییر نسبت K^+/Na^+ در سیتوپلاسم می‌تواند روی فرآیندهای بیوانرژتیک تاثیر بگذارد. جایگزینی سدیم به جای پتاسیم می‌تواند آنزیم‌ها را غیر فعال کند و کاهش رشد و یا حتی مرگ سلول یا گیاه را به همراه داشته باشد (Wu *et al.*, 2008). در این مطالعه در شرایط مزرعه‌ای، سالیسیلیک اسید موجب افزایش پتاسیم و کاهش مقدار سدیم در اندام هوایی گیاه گردید.

در مطالعات مختلف گزارش‌های متناقضی در مورد تاثیر سالیسیلیک اسید بر جذب یون‌ها وجود دارد. کاربرد سالیسیلیک اسید هیچ تاثیری بر مقدار سدیم در هویج (Eraslan *et al.*, 2007) و اسفناج (Eraslan *et al.*, 2008) نداشت. کاربرد استیل سالیسیلیک اسید نیز تاثیری بر عناصر معدنی در گیاهان کدوی تحت تنش خشکی نداشته است (Korkmaz *et al.*, 2007). اما Gunes و همکاران (۲۰۰۷ و ۲۰۰۵) گزارش نمودند که سالیسیلیک اسید موجب کاهش غلظت سدیم و کلر و افزایش کاتیون ها از جمله پتاسیم در گیاهان ذرت در تنش های مختلف گردیده است. در گیاهان گوجه فرنگی تحت تنش شوری، پیش تیمار آسپرین موجب افزایش مقدار سدیم در برگ ها گردید، در این گزارش جذب بیشتر سدیم، یک پاسخ مفید در افزایش توان گیاه برای تنظیم اسمزی ذکر شده است (Tari *et al.*, 2002). کاربرد سالیسیلیک اسید در گیاه جو در تنش شوری موجب کاهش سدیم و افزایش میزان پتاسیم در گیاهان جو گردید که در این گزارش بیان شده است، کاهش جذب سدیم در کاهش آسیب به غشا و افزایش تولید وزن خشک موثر است (El-Tayeb, 2005) و بالاخره Eraslan و همکاران (۲۰۰۸) بیان نمودند تاثیر سالیسیلیک اسید بر جذب و انتقال یون در گیاهان منجر به پاسخی خاص برای هر گونه می گردد.

گونه‌های فعال اکسیژن منجر به پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و تغییر در نفوذ پذیری غشا (نشت یونی) و خسارت به سلول می گردند.. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که پیش تیمار با سالیسیلیک اسید موجب کاهش تنش اکسیداتیو حاصل از تنش شوری بهبود شاخص پایداری غشا در گیاه ذرت گردید که نتیجه آن در بهبود پارامترهای رشد مشخص است.

تاثیر مثبت SA برکاهش میزان نشت یونی گیاهان تحت تاثیر تنش‌های مختلف گزارش شده است برای مثال این ماده باعث کاهش معنی دار نشت یونی درگیاهان ذرت (Gunes *et al*., 2007; Tuna *et al*., 2007)، جو (El-Taybe, 2005)، گوجه فرنگی (Stivens *et al*, 2006)، خردل (Syeed *et al*., 2008)، تحت تنش شوری و در گیاهان خیار (Shi *et al*., 2006 , Lei *et al*., 2010) و ذرت (Farooq *et al*., 2008, Feng *et al*., 2003, Janda *et al*., 1999) تحت تنش سرما گردیده است.

کاهش در محتوای نسبی آب در گیاهان تحت تنش هایی نظیر شوری ممکن است اشاره به دلیل از دست رفتن فشار تورگر (تورژسانس) که در نتیجه محدود شدن دسترسی آب برای سلول باشد(Karimi *et al.*, 2005). برای مثال در گندم (Mandhania *et al*., 2006) و ذرت (El-Khallal *et al*., 2009) تحت تاثیر تنش شوری محتوی نسبی آب کاهش پیدا کرده است. محتوی آب نسبی منعکس کننده وضعیت آب در گیاهان است این یک فاکتور مهم در رشد گیاه و مقاومت به تنش است.

افزایش محتوی آب نسبی توسط SA و مشتقات آن می توان به نقش سالیسیلیک اسید در افزایش قدرت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی و کاهش تنش اکسیداتیو و افزایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

همبستگی و پایداری غشا و تعدیل و تنظیم اسمزی از طریق افزایش مقدار پتاسیم به عنوان یون بسیار مهم در حفظ فشار تورژسانس سلولی نسبت داد. (Bandurska and stroinski, 2005; Korkmaz *et al*., 2007) تاثیر مثبت SA روی محتوی آب نسبی تحت تنشهای مختلف در گیاهان جو (El-Taybe, 2005) ، ذرت (El-Khallal *et al*.,2009 , Tuna *et al*., 2007)، گندم (Agrawel *et al*., 2005) تحت تاثیرتنش شوری و همچنین در خیار (Lei *et a*l., 2010) و ذرت (Farooq *et al*., 2008) تحت تاثیر سرما گزارش شده است.

نتایج آزمایش مزرعه ای نقش پیش تیمار سالیسیلیک اسید را در بهبود رشد و تولید محصول در گیاهان ذرت نشان داد. در تائید نتایج این آزمایش، گزارشاتی نیز در مورد اثر مثبت سالیسیلیک اسید در افزایش عملکرد و اجزا عملکرد در گیاهان گندم (Shakirova *et al*., 2003) و ماش سبز (Singh and Kaur, 1980) وجود دارد. گزارشات زیادی از اثرتیمارهای SA بر کاهش اثرات تنشهای محیطی بر روی رشد وجود دارد. برای مثال گیاهان تحت تاثیر تنش شوری در لوبیا (Palma *et al*., 2009)، آفتابگردان (Noreen and Ashraf, 2009)، و تحت تاثیر تنش سرما در ذرت (Farooq *et al*., 2008) و تحت تاثیر تنش خشکی در گندم (Singh and Usha, 2003) ، تحت تاثیر تنش گرما درخردل (Hayat *et al*., 2009) وگیاهان تحت تاثیر تنش کادمیوم در جو (Metwally *et al*., 2003) گزارش شده است.

در مورد مکانیسم تاثیر مثبت سالیسیلیک اسید بر کاهش تنش و بهبود پارامترهای رشد گزارش‌های متفاوتی وجود دارد. سالیسیلیک اسید بر محدوده وسیعی از فرایندها از جمله جذب و انتقال یونها، نفوذ پذیری غشا و هدایت روزنه‌ای تاثیرگذار است. همچنین سالیسیلیک اسید در غلظت‌های مناسب با افزایش توان سیستم آنتی‌اکسیدانی سلول سبب کاهش اثرات مخرب تنش شوری از جمله تنش اکسیداتیو می‌گردد (Hayat and Ahmad, 2007). سالیسیلیک اسید رشد و تقسیم سلولی را با تاثیر بر هورمون‌های دیگر نظیر اکسین، سیتوکینین، جیبرلین و آبسیزیک اسید تنظیم می‌کند. گزارش شده است که این ماده همچنین میزان تقسیم سلولی مریستم راسی ریشه های اولیه را افزایش داده و در نهایت منجر به افزایش رشد طولی ریشه می‌گردد (Shakirova *et a*l., 2003). هنگامی که سالیسیلیک اسید در غلظت و زمان مناسب به کار برده می‌شود موجب یک تنش اکسیداتیو موقت و گذرا در سلول های گیاهی شده که به عنوان یک فرآیند مقاوم سازی (hardening) عمل می نماید و موجب افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی سلول می گردد (Hayat and Ahmad, 2007). سالیسیلیک اسید با تغییر فعالیت آنزیم‌هایی نظیر سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز یا NAD(P)H اکسیداز متصل به غشای سیتوپلاسمی (آنزیم‌های دخیل در تولید یا تجزیه H_2O_2) موجب افزایش موقت و جزیی در مقدار H_2O_2 (به عنوان پیامبر ثانویه) گردیده که منجر به القای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سلول و سایر پاسخ‌های کاهش دهنده اثرات منفی تنش می‌گردد. برای القای فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش دهنده تنش، غلظت های بسیار کمی از H_2O_2 مورد نیاز است و H_2O_2 در غلظت‌های بالا، خود به عنوان عامل ایجاد کننده تنش اکسیداتیو محسوب می‌شود. از دلایل دیگر بهبود پارامترهای رشد تحت تاثیر تیمار SA را می توان تاثیر سالیسیلیک اسید بر دستگاه فتوسنتزی و حفاظت از دستگاه فتوسنتزی، مقدارفتوسنتز، فعالیت آنزیم روبیسکو، مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی، هدایت روزنه ای، سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی، کاهش تنش اکسیداتیو و نشت یونی، افزاش همبستگی غشاهای زیستی و تغذیه معدنی گیاه را نام برد که درمطالعه‌های مختلف

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

به آن‌ها اشاره شده است (Popova *et al.,* 2009, Steven *et al.,* 2006, El-Tayeb, 2005, Kormkaz *et al.,* 2007).

نتیجه‌گیری:

در مطالعه حاضر پیش تیمار سالیسیلیک اسید با کاهش مقدار سدیم در برگ، و افزایش مقدار پتاسیم و بهبود قدرت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی (داده‌ها در این مقاله آورده نشده است.) موجب کاهش تنش اکسیداتیو و بهبود شاخص پایداری غشا و افزایش قدرت گیاه در حفظ آب و افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی (به عنوان یکی از اجزای تاثیر گذار بر تولید زیست توده) گردید که نتیجه آن در بهبود پارامترهای رشد و افزایش تولید محصول مشاهده گردید. در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد با استفاده از غلظت‌های مناسب سالیسیلیک اسید به صورت پیش تیمار بذر، می توان اثرات منفی تنش شوری بر پارامترهای مرتبط با جوانه‌زنی را در ذرت کاهش داد و به علاوه موجب بهبود رشد و تولید محصول علوفه و دانه در شرایط تنش شوری در گیاه ذرت گردید.

منابع:

Agarawal, S., Sairam, R. K., Srivasta, G. C. and Meena, R. C. (2005) Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes. Biologia Plantarum 49: 541-550.

Andarwulan, N. and Shetty, k. (1999). Improvement of pea (*Pisum sativum*) seed vigour response by fish protein hydrolysates in combination with acetyl salicylic acid. Process Biochemistry 35: 159–165.

Baalbaki, R. Z., Zurayk, R. A., Bleik, S. N., Talhuk, A. (1990). Germination and seedling development of drought susceptible wheat under moisture stress. Seed Science Technology 17: 291-302.

Bandurska H, Stroinski A. (2005) The effect of salicylic acid on barley response to water deficit. Acta Physiolgy Plant 27: 379-386.

Ben Hamed, K., Castagna, A., Salem, E., Ranieri, A. and Abdelly, C. (2007) Sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) under salinity conditions: a comparison of leaf and root antioxidant responses. Plant Growth Regulation 53: 185-194.

Bewley, J. d. and Black, M. (1985) Seeds Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York.

Blumwald, E., Aharon, G. S. and Apse, M. P. (2000) Sodium transport in plant cells. Biochemistry and Biophysics Acta 1465: 140-151.

Ellis, R. A., and E. H. Robert (1981) The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science Technology 9:373-409

El-Khallal, S.M, Hathout T. A, Ashour A. A. Kerrit A. A. (2009) Brassinolide and salicylic acid induced growth, biocheimical activities and productivity of maize plants grown under salt stress. Journal of Agriculture and Biological Science 5: 380- 390.

El-Tayeb, M.A. (2005) Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 42: 215-224.

Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A. and Alpaslan, M. (2007) Impact of exogenous salicylic acid on the growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. Scientia Horticalturae 113: 120-128.

Eraslan, F., Inal, A., Pilbeam, D.J. and Gunes, A. (2008) Interactive effects of salicylic acid and silicon on oxidative damage and antioxidant activity in spinach (*Spinacia oleracea* L. CV. Matador) grown under boron toxicity and salinity. Plant Growth Regulation 55: 207-219.

Farooq, M., Aziz, T., Basra, S. M. A., Cheema, M. A. and Rahman, H. (2008) Chilling tolerance in hybrid maize induced by priming whit salicylic acid. Agronomy and Crop Science 194: 161-168.

Feng, Z., Guo, A., and feng, Z. (2003) Amelioration of chilling stress by triadimefon in cucumber seedlings. Plant Growth Regulation 39: 277-283.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

water stress early seedling growth of sunflower and maize. Agriculture and Water Management 26: 81-91.

Kaur, S., Gupta, A. K. and Kaur, N. (2002). Effect of osmo- and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. Plant Growth Regulation 37: 17-22.

Korkmaz, A., Uzunlu, M. and Demirkairan, A.R. (2007) Treatment with acetylsalicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. Acta Physiologia Plantarum 29: 503-508.

Larcher, W. (2001). Physiological Plant Ecology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. Germany. 505.

Lei, T., Feng, H., Sun, X., Dai, Q., Zhang, F., Liang, H., and Lin, H. (2010). The alternative path win cucumber seedlings under low temperature stress was enhanced by salicylic acid. Plant Growth Regulation 60:35-42.

Lichtenthaler, H. K. (1987) Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology 148: 350-382.

Llusia, J., Penuelas. J. and Munne-Bosch, S. (2005) Sustained accumulation of methyl salicylate alters antioxidant protection and reduces tolerance of holm oak to heat stress. Physiologia Plantarum 124: 353-361.

Lopez, M., Humara, J. M., Casares, A. and Majada, J. (1999) The effect of temperature and water stress on laboratory germination of *Eucalyptus globulus* Labill. seeds of different sizes. Annals of Forest Science 57: 245-250.

Maffei, M., Bertea, C. M., Garneri, F. and Scannerini, S. (1999). Effect of benzoic acid hydroxyl- and methoxy- ring substituents during cucumber (*Cucumis sativus* L.) germination. I. Isocitrate lyase and activity. Plant Science 141: 139-147.

Manchanda, G. and Garg, N. (2008) Salinity and its effects on the functional biology of legumes. Acta Physiologia Plantarum 30:595-618.

Mandhania, S., Madan, S., and Sawhney, V. (2006) Antioxidant defence mechanisms under salt stress in wheat seedlings. Biologia Plantarum 50: 227-231.

Ghai, N., Setia, R. C. and Setia, N. (2002) Effect of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brassica napus* L. (cv. GSL-1). Phytomorphology 52: 83-87.

Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Cicek, N., Guneri, E., Eraslan, F. and Guzelorda, T. (2005) effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) Archives of Agronomy and Soil Science 51: 687-695.

Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Guneri, E. and Cicek, N. (2007) Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. Journal of Plant Physiology 164: 728-736.

Hayat, S. and Ahmad, A. (2007) Salicylic acid: a plant hormone. Brazilian Journal of Plant
Physiology 18: 137- 145.

Hayat, S., Masood, A., Yusef, M., Fariduddin, Q. and Ahmad, A. (2009) Growth of Indian musard (Brassica juncea L.) in response to salicylic acid under hight-temperature stress. Brazilian Journal of Plant Physiology 21: 187- 195.

Inze, D. and Montagu, M. V. (2000) Oxidative stress in plants. TJ International Ltd, Padstow, Cornawall. Great Britain.

Janda, T., Szalai, G., Tari, I., and Paldi, E. (1999) Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize *(Zea mays L.)* plants. Planta 208: 175-180.

Jithesh, M. N., Prashanth, S. R., Sivaprakash, K.R. and Parida, A.K. (2006) Antioxidative response mechanisms in halophytes: their role in stress defense. Journal of Genetics 85: 237-254.

Karimi, G., Ghorbanli, M., Heidari, H., Khavarinejad, R.A., and Assareh, M.H. (2005) The effects of NaCl on growth, water relations, osmolytes and ion content in *Kochia prostrata*. Biologia Plantarum 49: 301-304.

Katergi, N. Van Horn, J. W., Hamdy, A., Karan, F., and Mastrovtilli. M. (1994). Effect of salinity on emergence and on

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

(aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Journal of Plant Growth Regulation 30: 157-161

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

Shi, Q., Bao, Z., Zhu, Z., Ying, Q. and Qian, Q. (2006) Effects of different treatments of salicylic acid on heat tolerance, chlorophyll flurescence and antioxidant enzyme activity in seedlings of *Cucumis sativa* L. Plant Growth Regulation 48: 127-135.

Singh, B. and Usha, K. (2003) Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation 39: 137-141.

Singh, G. and Kaur, M. (1980). Effect of growth regulators on padding and yield of mung bean *(Vigna radiate L.)*Wilczek. Indiana Journal of Plant Physiology 23: 366-370.

Stevens, J., Senaratna, T. and Sivasithamparam, K. (2006) Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilization. Plant Growth Regulation 49: 77-83.

Syeed, S., Anjum, N. A., Nazar, R., Iqbal, N., Masood, A., and Khan, N. A. (2008) Salicylic acid-mediated changes photosynthesis, nutrients content and antioxidant metabolism in two mustard (*Brassica juncea* L.) cultivars differing in salt tolerance. Acta Physiologia Plantarum: 7-14.

Tari, I., Csiszar, J., Szalai, G., Horvath, F., Pecsvaradi, A., Kiss, G., Szepsi, A., Szabo, M. and Erdei, L. (2002) Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre-treatment. Acta Biologica Szegediensis 46: 55-56.

Tuna, L. A, Kaya, C., Dikilitas, M., Yokas, I., Burun, B., Altulu, H. (2007) Comparative effects of varius salicylic acid derivatives

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

Molassiotis, A. N., Sotiropoulos, T., Tanou, G., Kofidis, G., Diamantidis, G. and Therios, I. (2006) Antioxidant and anatomical responses in shoot culture of the apple rootstock MM 106 treated with NaCl, KCl , mannitiol or sorbitol. Biologia Plantarum 50: 61-68.

Noreen, S. and Ashraf, M. (2008) Alleviation of adverse effects of salt stress on sunflower (*Helianthus annuus* L.) by exogenous application of salicylic acid: growth and photosynthesis. Pakistan Journal of Botany 40:1657-63.

Orcutt, D. M. and Nilsen, E. T. (2000) The physiology of plants under stress, soil and biotic factors. John Wiley and Sons, New York. pp: 177-235.

Palma, F., Liuch, C., Iribarne, C., Garcia-Garrido, J. M. and Garcia, N. A. T. (2009) Combined effect of salicylic acid and salinity on some antioxidant activities, oxidative stress and metabolite accumulation in *Phaseolus vulgaris*. Plant Growth Regulation 58: 307-316.

Parida, A. K. and Das, A. B. (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety 60: 324-349.

Popova, L.P., Maslenkova, L. T., Yordanova, R. Y., Ivanova, A. P., Krantev, A. P., Szalai, G. and Janda, T. (2009) Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. Plant Physiology and Biochemistry 47:224-231.

Rajasekaran, L. R., Stiles, A., Surette, M. A., Sturz, A. V., Blake, T. J., Caldwell, C. and Nowak, J. (2002). Stand Establishment Technologies for Processing Carrots: 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.

Senaranta, T., Teuchela, D., Bumm, E. and Dixon, K. (2000) Acetyle salicylic acid

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

physiological parameters. Journal of Plant Science 139: 223-232.

Wu, L., Guo, X. and Harivandi, M. A. (1998) Allelopathic effects of phenolic acids detected in buffalograss (*Buchloe dactyloides*) clippings on growth of annual bluegrass (*Poa annua*) and buffalograss seedlings. Environmental and Experimental Botany 39: 159–167.

Wu, Y., Hu, Y. and Xu, G. (2008) Interactive effects of potassium and sodium on root growth and expression of K/Na transporter genes in rice. Plant Growth Regulation 57: 271-280.

on growth parameters and some enzyme activities in salinity stressed maize plants. Pakistan Journal of Botany 39: 787-798.

Turkan I, Bor M, Ozdemir F, Koca H (2005) Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolia* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Science 168: 223-231.

Wahid, A., Jared, I. U. L., Ali, I. and Rasul, E. (1998) Short term incubation of sorghum caryopsis in sodium chloride levels: change in some pre and post germination

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]

Interactive effects of salt stress and salicylic acid on germination and plant growth parameters of maize (*Zea mays* L.) under field conditions

Fatemeh Daneshmand[1 *], Mohammad Javad Arvin[2], Batool Keramat[3] and Naghme Momeni[4]

[1] Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran. [2]Department of Horticulture, [4]Department of agronomy and plant breeding, College of Agriculture, and [3]Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman
***Corresponding author: f.daneshmand@yahoo.com**

Abstract:

Two experiments were conducted to study the impact of salt stress and salicylic acid (SA) on seed germination and plant growth of maize (SC704) under field conditions in the city of Kerman in 2010. For germination experiment, SA seed pretreatments included; control, water soaked, SA soaked in 0.1 and 0.2 mM for 24 hours and salt treatment included; control, 40 and 80 mM NaCl. All seed germination parameters including germination percentage, mean germination time, germination uniformity, radicle and root length and seedling dry weight were adversely affected by salt stress. SA especially at 0.1 mM improved all parameters significantly, especially under salt treatment. Under field conditions (40 mM salinity), 0.1 mM SA improved chlorophyll, relative water content, membrane permeability, fresh and dry weight of forage, comb length, grain yield, 1000 seed weight, water use efficiency and K^+ in leaf. However, leaf Na^+ content was significantly lower when SA was used. Thus, it was concluded that seed pretreatment with SA could be used commercially to improve plant performance and yield in maize under salt stress conditions.

Key words: Maize, Salicylic acid, Salt stress, Seed germination.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.5.2]