

# اثر محلول پاشی اسیدسالیسیلیک، سیلیکات پتاسیم و الیستور قارچی در شرایط تنش شوری بر

## گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)

نرگس حسینی فر<sup>۱</sup>، وحید عبدوسی<sup>۲\*</sup> (نویسنده مسئول) و وحید زرین نیا<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،

Narges.hosseinfar@gmail.com

۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،

Abdossi@yahoo.com

۳- استادیار، گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،

Zarrinnia@gmail.com

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۶

### Effect of Salicylic acid, Potassium Silicate Fungal Elicitor under Conditions of Salinity Stress on the Evergreen Plant (*Calendula officinalis* L.)

Narges Hosseinfar<sup>1</sup>, Vahid Abdossi<sup>2\*</sup> and Vahid Zarinnia<sup>3</sup>

1- MS.c, Department of Horticulture, Agriculture and Natural resources college, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, Narges.hosseinfar@gmail.com

2\* - Assistant Professor, Department of Horticulture, Agriculture and Natural resources college, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, Abdossi@yahoo.com

3- Assistant Professor, Department of Plant Production, Agriculture and Natural resources college, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, Zarrinnia@gmail.com

\*Corresponding author: Vahid Abdossi

Received: October 2017

Accepted: Jaunary 2017

#### Abstract

In order to investigate the effect of salicylic acid, potassium silicate and fungal Elicitor in calendula under salinity stress conditions, a factorial arrangement in a randomized design with three levels of salinity (0-300-600ppm) and 3 levels of salicylic acid, potassium silicate and fungal Elicitor (300-600-900 ppm) in 3 replicates. The highest amount of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> was observed in potassium silicate treatment with a concentration of 300 ppm and a value of 68.87 nmol / g fresh weight. The highest amount of catalase enzyme in Salinity SA was obtained 600 ppm with a value of 0.0584 mg / d of protein per minute. The average number of leaves in potassium silicate treatment was higher than other treatments. The lowest root diameter in a substrate with 600 ppm salinity was observed at a concentration of 300 ppm in penicillium fungicidal oligoetherium with a value of 0.61 mM. In the concentration of 900 ppm in non-saline bed, the highest root diameter was observed with a value of 1.08 mm

**Keywords:** *Calendula officinalis*, Elicitor, Potassium Silicate, Salicylic Acid, Salinity

#### چکیده

به منظور بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک، سیلیکات پتاسیم و الیستور قارچی در گیاه همیشه بهار در شرایط تنش شوری آزمایشی بصورت فاکتوریل و در قالب طرح تصادفی با سه سطح شوری (۰-۳۰۰-۶۰۰ پی پی ام) و سه سطح تیماری، اسید سالیسیلیک، سیلیکات پتاسیم و الیستور قارچی (۳۰۰-۶۰۰-۹۰۰ پی پی ام) در ۳ تکرار انجام شد. صفاتی چون حجم ریشه، قطر ریشه، تعداد و ارتفاع برگ، هیدروژن پر اکسید و آنزیم کاتالاز اندازه گیری شد. نتایج نشان داد، بیشترین میزان هیدرون پر اکسید در تیمار سیلیکات پتاسیم با غلظت ۳۰۰ پی پی ام به میزان ۷۷/۶۸ نانومول بر گرم وزن تر مشاهده گردید. بیشترین مقدار آنزیم کاتالاز در شوری ۶۰۰ پی پی ام به میزان ۰/۰۵۸۴ میلی گرم پروتئین در دقیقه حاصل شد. میانگین تعداد برگ در تیمار سیلیکات پتاسیم از سایر تیمارها بیشتر بوده است. کمترین قطر ریشه در بستر با شوری ۶۰۰ پی پی ام در غلظت ۳۰۰ پی پی ام الیستور قارچی پنسیلیوم با مقدار ۰/۶۱ میلی متر دیده شد. در غلظت ۹۰۰ پی پی ام در بستر بدون شوری بیشترین قطر ریشه با مقدار ۱/۰۸ میلی متر مشاهده شد.

**کلمات کلیدی:** اسید سالیسیلیک، الیستور، سیلیکات پتاسیم، شوری، همیشه

بهار

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۶، دوره ۱۲، شماره ۴، صص ۶۸-۵۹

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۶، دوره ۱۲، شماره ۴، صص ۶۸-۵۹

## مقدمه و کلیات

همیشه بهار گیاهی است با نام علمی *Calendula officinalis* L. و نام انگلیسی Pot marigold که متعلق به خانواده آستراسه (کاسنی) می باشد (امید بیگی، ۱۳۸۴). همیشه بهار گیاهی علفی، یک ساله دارای ساقه‌ای به طول ۲۰ تا ۵۰ سانتی متر است، برگ‌هایی ساده بیضوی، دراز، پوشیده از کرک، با کناره‌های موجدار و به رنگ سبز، مایل به قهوه‌ای روشن دارد، روی ساقه منشعب آن کاپیتولهای درشت و زیبا ظاهر می‌گردد که به تناسب گرما و رطوبت محیط زندگی، به طور منظم صبح‌ها در فاصله

ساعت ۹ تا ۱۰ شکفته و سپس در بعد از ظهرها بین ساعات ۲ تا ۵ جمع می‌گردد (زرگری، ۱۳۷۵). دوره رویشی این گیاه بلند است (بین ۲۱۰-۲۰۰ روز). چنانچه هوا در فصل پاییز خیلی سرد شود و درجه حرارت به زیر صفر برسد گیاه قادر به ادامه رویش نخواهد بود. بذرها ۵ تا ۶ سال قوه رویشی مناسبی دارند و در شرایط اقلیمی مناسب پس از ۴ تا ۵ روز جوانه می‌زنند. همیشه بهار، رشد و نمو سریعی دارد، بطوری که ۴۰ تا ۵۰ روز پس از سبز شدن بذر، گیاهان به گل می‌نشینند (امید بیگی، ۱۳۸۴).

یکی از مشکلات اساسی بر سر راه کشاورزی کمبود منابع آب شیرین و با کیفیت جهت آبیاری است. کشور ما از نظر اقلیمی در منطقه خشک و نیمه خشک دنیا قرار دارد، از این رو شوری خاک و آب آبیاری یکی از مشکلات عمده پیش روی زراعت کشور است. شوری آب آبیاری و خاک سبب بروز تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیائی متعددی در گیاهان می‌شود (Bates and Waldern, 1973). تنش شوری جذب عناصر و فعالیت‌های سوخت و سازی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کاهش آب قابل دسترس در شرایط

شوری به همراه ایجاد اثر سمیت یونی برخی عناصر (از جمله سدیم و کلر) و عدم تعادل غذایی، موجب کاهش عملکرد گیاه می‌شود (اکبری قوژدی و همکاران، ۱۳۸۹). گیاه، تحت شوری بالا آسیب می‌بیند و غلظت زیاد نمک موجب کاهش رشد ریشه و جوانه، کاهش عملکرد و مرگ گیاه می‌شود که مهم‌ترین واکنش گیاه به افزایش شوری خاک، توقف رشد رویشی گیاه و توسعه برگ است (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). در نتیجه تنش شوری، تنش‌های ثانویه نظیر تنش اکسیداتیو نیز ممکن است بروز کند که در این حالت، تولید و تجمع رادیکال‌های فعال، به اکسید شدن پروتئین‌ها و لیپیدها و در نتیجه مرگ سلول منجر می‌شوند (کافی و همکاران، ۱۳۸۹). شوری از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که با تأثیر منفی بر رشد گیاهچه باعث کاهش محصولات گیاهی می‌شود. این تنش‌ها با ایجاد اختلال در تعادل بین تولید گونه‌های فعال اکسیژن و فعالیت دفاعی آنتی اکسیدان گیاه سبب ایجاد تنش اکسیداتیو می‌شود (اسدی و اسرار، ۱۳۹۴). امروزه، استفاده از ترکیباتی که مقاومت گیاهان را به تنش‌های محیطی افزایش داده، موجب بهبود فعالیت‌های متابولیکی گیاه می‌شوند، یکی این ترکیبات اسیدسالیسیلیک (اورتوهیدروکسی بنزوئیک اسید) است. این ترکیب از تنظیم کننده‌های رشد و ترکیبات فنلی در گیاهان محسوب می‌شود، که نقش بسیار مهمی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه به عهده دارند و در تنش‌های محیطی اثر محافظتی داشته، موجب بهبود روند رشد در گیاه می‌شوند. اسیدسالیسیلیک با وجود نقش‌های بسیار، ضمن سنتز اتیلن باعث تعدیل اثرات منفی تنش شوری می‌شود (غلامی و همکاران، ۱۳۹۲). در تأثیر محلول پاشی اسیدسالیسیلیک در کاهش اثرات

همکاران (2009) دریافتند که افزودن ۵۰ میلی گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم به محلول غذایی رز بریده رقم تعداد گل را افزایش می‌دهد. سیلیسیم به عنوان عنصری که به طور مؤثر باعث کاهش تنش‌ها از قبیل سمیت عناصر، شوری، خشکی و سرمازدگی می‌شود، شناخته شده است. نقش‌های متعددی را با سیلیسیم مرتبط دانسته‌اند، از جمله بهبود توازن مواد غذایی، کاهش سمیت مواد معدنی، بهبود خصوصیات مکانیکی بافت‌های گیاهی و افزایش مقاومت تنش‌های زنده و غیرزنده به نظر می‌رسد اثرات مفید سیلیسیم تحت شرایط مطلوب چندان چشمگیر نبوده، تنها زمانی که گیاهان در معرض تنش هستند اثرات سودمند سیلیسیم مشاهده می‌شود (طباطبایی، ۱۳۹۲). این عنصر می‌تواند باعث افزایش تولید و کیفیت محصول، کاهش تبخیر و تعرق، افزایش مقاومت به تنش‌های شوری، خشکی و سمیت فلزات سنگین، افزایش تحریک تولید برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و کاهش حساسیت به بعضی بیماری‌های قارچی گردد (خوشگفتار منش ۱۳۹۳). در تحقیق بیان شد که محلول پاشی تیمار سیلیکات پتاسیم در شرایط تنش شوری و بدون تنش باعث افزایش میزان پروتئین‌های محلول برگ شد. بیشترین میزان پروتئین‌های محلول برگ مربوط به تیمار ۵۰ میلی گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم بود. همچنین کاربرد هم‌زمان سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم باعث افزایش مجموع پروتئین‌های محلول برگ نسبت به تیمار بدون کاربرد سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم شد به طوری که تیمار ۵۰ میلی گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۱ درصد سولفات پتاسیم بیشترین مجموع پروتئین‌های محلول برگ را داشت (رنجبر کبوترخانی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین کاربرد سیلیسیم باعث

تنش شوری بر صفات رشدی گیاه مریم گلی کاربرد مناسب اسیدسالیسیلیک به عنوان روشی اقتصادی و آسان می‌تواند خصوصیات رشدی گیاه مریم گلی را بهبود بخشد و باعث کاهش اثر مخرب تنش شوری بر رشد و نمو گیاه شود. براساس نتایج این پژوهش، با برهمکنش شوری و اسیدسالیسیلیک، غلظت پرولین، قند و نسبت ریشه به اندام هوایی افزایش یافت و غلظت مناسب اسیدسالیسیلیک جهت محلول پاشی برگ، ۲۰۰ پی‌پی‌ام بدست آمد (غلامی و همکاران، ۱۳۹۲). قاسمی جوبشهر و خرمی وفا (۱۳۹۱) در بررسی اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های جوانه‌زنی همیشه بهار در شرایط تنش شوری نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی داشته و پیش تیمار با غلظت ۰/۵ میلی مولار بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی را داشته و نیز باعث افزایش مقاومت گیاهچه‌های همیشه بهار تحت تنش شوری شد. دیانت مهارلویی و همکاران (۱۳۹۳) به منظور ارزیابی تأثیر شوری و اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های موفولوژیک و فیزیولوژیک سورگوم، در مراحل اولیه رشد تحقیقی را انجام دادند و نتایج حاکی از آن بود که برگ پاشی سورگوم با اسید سالیسیلیک موجب بهبود رشد و افزایش تحمل این گیاه در برابر تنش شوری گردید. در واقع اسید سالیسیلیک با افزایش سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی موجب کاهش تنش اکسیداتیو و نیز افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و در نهایت پارامترهای رشد گردید. سیلیسیم دومین عنصر فراوان در سطح زمین (۲۷/۷ درصد) می‌باشد. اما تا به حال به عنوان عنصر ضروری برای گیاهان شناخته نشده است، زیرا بیشتر گیاهان می‌توانند حتی در نبود این عنصر چرخه زندگی خود را کامل کنند (Epstein., 1999). ریزی و

NaCl (۰-۳۰۰-۶۰۰ پی پی ام) در ۳ تکرار اجرا گردید. این پژوهش در اسفند ماه ۱۳۹۵ به اجرا در آمد و برای این منظور تعداد ۱۰۸ گلدان حاوی نشاء گل همیشه بهار از گلخانه‌ای واقع در پاکدشت تهیه گردید و برای بررسی مقاومت به شوری و برخی صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و شیمیایی گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) مورد استفاده قرار گرفت. اعمال تیمارهای مد نظر با غلظت‌های ذکر شده پس از گذشت مدت زمان یک هفته از استقرار گیاه در محل جدید، آغاز گردید و به مدت ۴ هفته ادامه یافت و نیز در هر هفته یک بار آبخوبی کامل با آب مقطر نیز صورت گرفت. پس از گذشت مدت زمان انجام تیمارها و محلول پاشی‌ها (۴ هفته) نمونه‌های برگگی از گیاه همیشه بهار برداشت شده و در فریزر ۸۰- درجه به منظور اندازه‌گیری صفات مورد نظر در این آزمایش، نگهداری شد. صفات مورد ارزیابی شامل:

**فعالیت آنزیم کاتالاز:** مقدار ۰/۱۵ گرم برگ تازه در ازت مایع به خوبی ساییده و به صورت پودر در آمد. سپس مقدار ۱/۵ میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی مولار (pH=۷/۵) که حاوی پلی وینیل پیرولیدین (PVP) یک درصد و EDTA یک میلی مولار به آن اضافه و ساییده شد. جهت جلوگیری از ذوب شدن یخ نمونه‌ها، تمام مراحل استخراج بر روی یخ انجام گرفت. عصاره حاصل به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰۰g و در دمای ۴ درجه سانتیگراد سانتریفیوژ شده و از محلول شفاف رویی، برای سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز استفاده شد. به منظور سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز، از روش (Pereira., 2002) استفاده شد. بررسی میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و میزان کاهش  $H_2O_2$ ، با مطالعه تغییرات جذب نوری در ۲۴۰

افزایش برخی صفات کیفی مانند قطر گل، طول و قطر ساقه گل دهنده و سرعت گل‌دهی در گیاهان ژربرا و آفتابگردان زینتی می‌گردد. کاربرد سیلیسیم در توت فرنگی باعث افزایش خصوصیات رشدی گیاه مانند سطح و تعداد برگ و عملکرد گیاه تحت شرایط تنش شوری شد (فاطمی و همکاران، ۱۳۸۸). یکی از اقداماتی که می‌تواند در تولید متابولیت‌های ثانویه مؤثر باشد افزودن الیسیتورهای زنده و غیرزنده می‌باشد. الیسیتورها پیام‌هایی تولید می‌کنند که باعث تحریک تشکیل متابولیت‌های ثانویه می‌شوند که از این رو می‌توان برای تولید بیشتر متابولیت‌ها از آن‌ها استفاده نمود. وجود الیسیتور (محرک) در محیط کشت همچنین می‌تواند به عنوان یک عامل تنش زا برای گیاه عمل کرده و سبب تحرک سیستم دفاعی گیاه در غلظت‌های پایین الیسیتور شود که در نهایت باعث تحریک بیان ژن‌های سیستم دفاعی گیاه می‌شود. بنابراین الیسیتورها می‌توانند نقش دو گانه‌ای داشته باشند طوری که هم مقاومت گیاه را تحریک کرده، هم تولید متابولیت ثانویه را افزایش می‌دهند (قاسمی و معصومی اصل، ۱۳۹۲). استفاده از الیسیتورها (محرک‌های تولید متابولیت ثانویه) روش مناسبی برای افزایش سطح تولید متابولیت‌های ثانویه است. این ترکیبات نقش مهمی در چرخه تولید متابولیت‌های ثانویه ایفا می‌کنند (صمدی و همکاران، ۱۳۹۳).

### فرآیند پژوهش

به منظور مطالعه اثر سالیسیلیک اسید، سیلیکات پتاسیم و دو الیسیتور قارچی در گیاه همیشه بهار در شرایط تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح تصادفی با ۴ تیمار ذکر شده در سطوح غلظتی (۰-۳۰۰-۶۰۰-۹۰۰ پی پی ام) و ۳ سطح شوری

لیتری که حاوی ۵۰ میلی لیتر محیط کشت شامل ترکیبات عصاره مالت ۳ گرم در لیتر، عصاره مخمر ۳ گرم در لیتر، پپتون ۵ گرم در لیتر و گلوکز ۱۰ گرم در لیتر و pH=۶/۲ اضافه می شود و به مدت شش روز بر روی شیکر با سرعت ۲۰۰ دور در دقیقه و دمای ۲۵ درجه سانتی گراد با سیکل ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار می گیرد. سپس فاز مایع محیط کشت با عبور کاغذ فیلتر واتمن شماره ۱ جمع آوری شده و محلول حاصل در ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ می شود. محلول به دست آمده پس از عبور از فیلتر ۰/۲۲ میلی متری به عنوان الیستور قارچی مورد استفاده قرار می گیرد. الیستور قارچی به دست آمده را در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری می شود.

### نتایج و بحث

موارد زیر در گیاهان مورد ارزیابی قرار گرفت:

**ارتفاع گیاه:** ارتفاع گیاه همیشه بهار تحت تأثیر هیچ کدام از تیمارها قرار نگرفت و به تعبیری هیچ یک از تیمارها نتوانستند بر ارتفاع گیاه در شرایط تنش شوری اثر معنی دار بگذارند.

**تعداد برگ:** تیمارهای سیلیکات پتاسیم، اسیدسالیسیلیک و الیستور قارچی ریزوپوس به طور جداگانه در سطح یک درصد بر تعداد برگ گیاه همیشه بهار تأثیر معنی دار گذاشتند اما تیمار الیستور قارچی پنسیلیوم نتوانست به تنهایی منجر به تأثیر معنی دار بر این صفت شود. اثر متقابل شوری بستر و تیمار الیستورهای قارچی ریزوپوس و پنسیلیوم بر تعداد برگ گیاه معنی دار نشد اما دو تیمار دیگر (سیلیکات پتاسیم و اسید سالیسیلیک) سبب تأثیر معنی دار بر تعداد برگ گیاه همیشه بهار در سطح

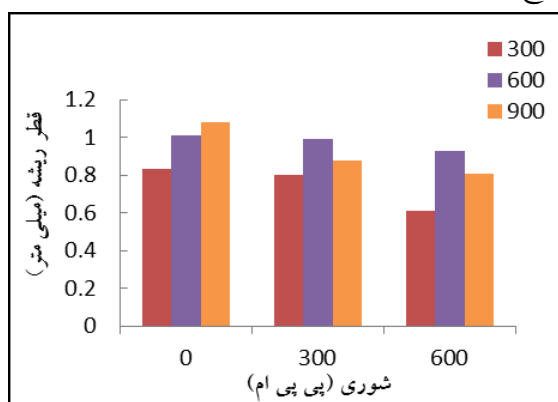
نانومتر به مدت ۱ دقیقه انجام شد. روش کار به این صورت بود که ابتدا ۳/۵ میلی لیتر  $H_2O_2$  ۳۰ درصد را با ۵۰ میلی لیتر آب مقطر به خوبی مخلوط می کنیم. سپس ۷۰ میکرولیتر از آن را برداشته و به آن ۲/۸۳ میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم بدون PVP و EDTA اضافه می کنیم. در نهایت ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره را به محلول فوق اضافه کرده، جذب را بلافاصله و بعد از گذشت ۱ دقیقه در ۲۴۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری و ثبت می کنیم. محلول شاهد برای این سنجش، توسط اضافه کردن ۲/۸۳ میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم بدون PVP و EDTA به ۷۰ میکرولیتر آب اکسیژنه ۲٪ و اضافه کردن ۱۰۰ میکرولیتر بافر فسفات پتاسیم حاوی PVP و EDTA بدست آمد.

### غلظت پراکسید هیدروژن ( $H_2O_2$ ): اندازه گیری

غلظت پراکسید هیدروژن با استفاده از روش (Loreto *et al.*, 2001) انجام شد. ابتدا یک گرم نمونه برگ را خرد کرده، به آن ۵ml محلول اسید تری کلرواستیک اضافه گردید. سپس نمونه هموژنیزه شده در ۱۲۰۰۰ درجه سانتیگراد) سپس ۰/۵ میلی لیتر از محلول رویی سانتریفوژ شده به ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شد (در دمای ۴ درجه سانتیگراد) به ۰/۵ میلی لیتر محلول بافر فسفات-پتاسیم ۱۰ میلی مولار (pH=۷) و یک میلی لیتر محلول یک مولار از KI اضافه گردید و در نهایت میزان جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۳۹۰ نانومتر اندازه گیری شد.

**اثر الیستورهای قارچی:** به منظور تهیه الیستورهای قارچی در ابتدا الیستور از قارچ های *Rhizopus stolonifer* و *Penicillium sp.* مطابق با روش (Farakya *et al.*, 2005) استخراج می شوند. بدین ترتیب که ابتدا قارچ مذکور به یک ارلن ۲۵۰ میلی

گیاهان همیشه بهار شده و سایر تیمارها نتوانستند هیچ گونه اثر معنی داری بر آن بگذارند.

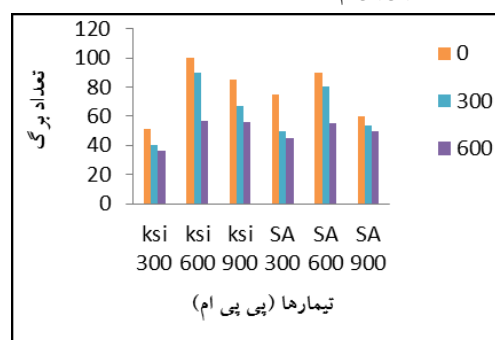


نمودار ۲: تأثیر تیمار البیسیتور قارچی پنسیلیوم بر قطر ریشه گیاه همیشه بهار تحت تنش شوری

**Table 2: The Effect of Penicillium Fungal Olirient Treatment on Sunflower Root Cultivar**

در مجموع، قطر ریشه گیاه با افزایش غلظت شوری کاهش پیدا کرده و در غلظت ۶۰۰ پی پی ام به پایین ترین مقدار خود رسیده است. با وجود کاهش قطر ریشه در تنش شوری، این شاخص تحت اثر تیمار البیسیتور قارچی پنسیلیوم با افزایش غلظت این تیمار، افزایش معنی دار پیدا کرده است، به طوری که در غلظت ۹۰۰ پی پی ام در بستر بدون شوری بیشترین قطر ریشه با مقدار ۱/۰۸ میلی متر مشاهده شد. کمترین قطر ریشه در بستر با شوری ۶۰۰ پی پی ام در غلظت ۳۰۰ پی پی ام البیسیتور قارچی پنسیلیوم با مقدار ۰/۶۱ میلی متر دیده شد. افزایش میزان شوری باعث کاهش میزان قطر ریشه گردید که با نتایج سلامی و همکاران (۱۳۸۴)، مطابقت دارد. در تیمار شوری، طول ساقه روندی کاهش نشان داد به طوری که در سطوح زیاد شوری، طول ساقه نسبت به تیمار شاهد به میزان ۶۹٪ کاهش یافت. ریشه ها در مواجهه با تنش های محیطی از جمله شوری نقش مهمی در بقا و عملکرد گیاهان زراعی ایفا می کنند (کافی و همکاران، ۲۰۰۹) و اولین اندام گیاهی هستند که آثار تنش شوری را تجربه می کنند. در اثر تنش شوری

احتمال یک درصد شدند. به طور کل، میانگین تعداد برگ در تیمار سیلیکات پتاسیم بیشتر از میانگین تعداد برگ گیاهان همیشه بهار تحت تیمار اسید سالیسیلیک بوده است. در مجموع، با افزایش شوری بستر، از تعداد برگ های گیاهان کاسته شده و با افزایش شوری این کاهش نیز بیشتر بوده است. بر اساس نمودار ۱، بیشترین تعداد برگ گیاه همیشه بهار، تحت اثر سیلیکات پتاسیم با غلظت ۶۰۰ پی پی ام در بستر بدون شوری با تعداد ۱۰۰ عدد و کمترین تعداد تحت اثر سیلیکات پتاسیم با غلظت ۳۰۰ پی پی ام در شوری با غلظت ۶۰۰ پی پی ام با تعداد ۳۶ عدد به دست آمد.



نمودار ۱: تأثیر تیمارهای سیلیکات پتاسیم و اسید سالیسیلیک بر تعداد برگ

**Figure 1: Effect of treatments Potassium silicate and salicylic acid on the number of leaves**

در شوری با غلظت ۶۰۰ پی پی ام، هر دو تیمار (سیلیکات پتاسیم و اسید سالیسیلیک) با وجود افزایش تعداد برگ با افزایش غلظت، نتوانستند تفاوت معنی داری نسبت به هم ایجاد نمایند. کاهش برخی از ویژگی های رشد و از جمله تعداد برگ، با افزایش شوری خاک توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (El-Hendawy et al., 2005). گزارش شده است که کاهش سطح برگ به همراه کاهش تعداد برگ به کاهش سرعت فتوسنتز بوته ها منجر می شود (Wang and Nil., 2000).

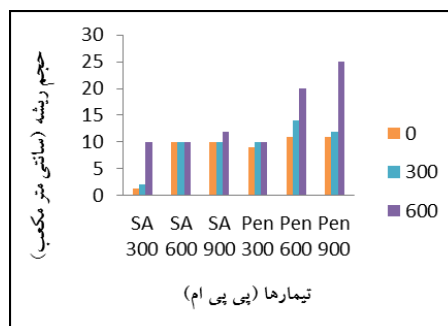
**قطر ریشه:** تنها تیمار البیسیتور قارچی پنسیلیوم هم به تنهایی و هم به صورت متقابل با شوری موجب تأثیر معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر قطر ریشه

Lal Khajanchi *et al.*, 2007 نیز کاهش حجم ریشه را با افزایش غلظت نمک در گندم و جو گزارش نموده‌اند. با توجه به این که یکی از اثرات تنش شوری در گیاه جلوگیری از جذب آب است، اهمیت ریشه به عنوان مهم‌ترین اندام در جذب آب مشخص‌تر می‌شود و بررسی ویژگی‌های آن نقشی کلیدی در بررسی واکنش گیاهان به تنش شوری دارد (Leid and Salz., 1997).

**هیدروژن پراکسید (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>):** تیمارهای سیلیکات پتاسیم و اسیدسالیسیلیک به طور جداگانه در سطح یک درصد بر میزان هیدروژن پراکسید همیشه‌بهار تأثیر معنی‌دار گذاشتند اما تیمارهای الیستور قارچی ریزوپوس و پنسیلیوم نتوانستند به تنهایی منجر به تأثیر معنی‌دار بر این صفت شوند. اثر متقابل تیمار شوری بستر و تیمار الیستور قارچی ریزوپوس معنی‌دار نشد اما سایر تیمارها (سیلیکات پتاسیم، اسید سالیسیلیک و الیستور قارچی پنسیلیوم) سبب تأثیر معنی‌دار بر میزان هیدروژن پراکسید در سطح احتمال یک درصد شدند. مشابه با الگوی مالون دی‌آلدهید و پرولین، میزان هیدروژن پراکسید نیز در گیاهان رشد یافته در شرایط بهینه (بدون تنش شوری) در سطح پایینی قرار دارد اما با افزایش شوری، روند صعودی به خود گرفته و در غلظت ۶۰۰ پی‌پی‌ام به بالاترین میزان رسید. کمترین میزان هیدروژن پراکسید در تیمار الیستور پنسیلیوم ۶۰۰ ppm بدون تنش شوری و بیشترین میزان، سیلیکات پتاسیم ۳۰۰ ppm مشاهده گردید. تیمار سیلیکات پتاسیم با غلظت ۶۰۰ و ۹۰۰ ppm باعث کاهش معنی‌دار مقدار H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> نسبت به غلظت ۳۰۰ ppm در تمامی سطوح شوری شدند. تیمار SA با غلظت ۶۰۰ و ۹۰۰ ppm موجب کاهش

طول ریشه کاهش پیدا کرد (جعفریان و زارع، ۱۳۹۴). گزارش شده است که گیاهانی که ریشه اصلی طول‌تر و تعداد ریشه‌های جانبی بیشتری دارند نسبت به گیاهانی که این خصوصیت را کمتر دارند تحمل بیشتری به تنش شوری دارند (Singh *et al.*, 2000).

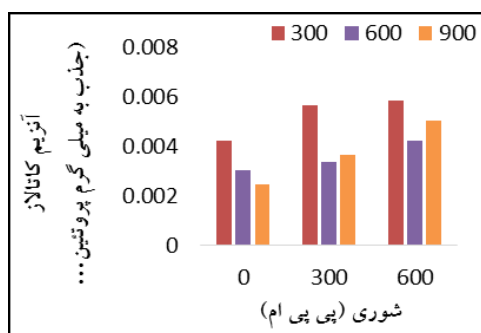
**حجم ریشه:** تنها تیمار اسیدسالیسیلیک به تنهایی موجب تأثیر معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر حجم ریشه شده و سایر تیمارها نتوانستند به تنهایی بر این شاخص تأثیری بگذارند. در مورد اثر متقابل تیمار شوری و تیمارها، تیمارهای اسیدسالیسیلیک و الیستور قارچی پنسیلیوم نتوانستند بر حجم ریشه گیاهان همیشه‌بهار تحت تنش شوری اثر معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بگذارند. بر اساس نمودار ۳، روند میزان حجم ریشه گیاهان همیشه‌بهار تحت اثر تیمار شوری از الگوی خاصی پیرونی نکرده اما با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک و الیستور قارچی پنسیلیوم، افزایش معنی‌دار پیدا کرده است. در شوری با غلظت ۶۰۰ پی‌پی‌ام، در گیاهان تحت تیمار اسیدسالیسیلیک تفاوت معنی‌داری از لحاظ حجم ریشه مشاهده نشد اما در تیمار الیستور قارچی پنسیلیوم، تیمار با غلظت‌های ۶۰۰ و ۹۰۰ پی‌پی‌ام به یکباره موجب افزایش معنی‌دار حجم ریشه تا ۲۵ سانتی‌متر مکعب شد.



نمودار ۳: تأثیر تیمار اسید سالیسیلیک و الیستور قارچی پنسیلیوم بر حجم ریشه

Table 3: The Effect of Salicylic Acid Treatment and Penicillium Fungal Orlirient on Root Volume

۰/۰۰۲۴۵ میلی گرم پروتئین در دقیقه به دست آمد. بیشترین مقدار آنزیم کاتالاز نیز در بستر با شوری با غلظت ۶۰۰ پی پی ام با مقدار ۰/۰۰۵۸۴ میلی گرم پروتئین در دقیقه حاصل شد. دیانت مهارلویی و همکاران (۱۳۹۳) و پسندی پور و همکاران (۱۳۹۲)، گزارش نمودند که شوری موجب افزایش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز گردید. افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در واکنش به تنش شوری توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (McDonald, 1999; Baily, 2004). این آنزیم طی واکنش آنزیمی با زدودن انواع فعال اکسیژن و جلوگیری از تخریب دیواره سلولی به بقاء گیاه کمک می نماید (Jiang and Zhang, 2001). از آن جا که برخی محققان معتقدند که سنتز پروتئین ها در اثر تنش های شدید شوری کاهش می یابد، فعالیت آنزیم کاتالاز نیز در تنش های شدید شوری ممکن است کاهش یابد (KhannaChopra and Selote, 2007).

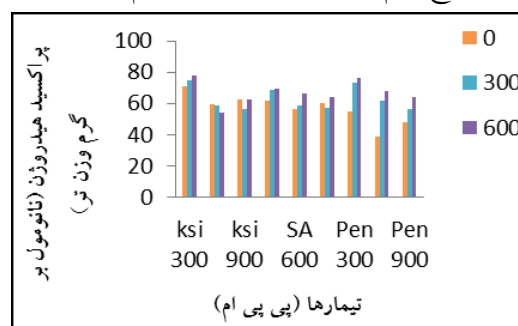


نمودار ۵: تأثیر تیمار اسید سالیسیلیک بر میزان آنزیم کاتالاز  
Table 5: Effect of Salicylic Acid Treatment on Catalase Enzyme

### نتیجه گیری کلی

با افزایش شوری از میزان کلروفیل a و b و کل کاسته شد که تیمار البیسیتور ریزوپوس با غلظت ۶۰۰ پی پی ام در بستر بدون شوری با میزان ۰/۱۰۷ میلی گرم بر گرم وزن تر بیشترین میزان کلروفیل a را داشت و بیشترین میزان کلروفیل b و کل تحت اثر

معنی دار سطح  $H_2O_2$  نسبت به غلظت ۳۰۰ ppm شد که البته هیچ کدام تفاوت معنی داری با هم ندارند.



نمودار ۴: تأثیر تیمارهای سیلیکات پتاسیم، اسید سالیسیلیک و البیسیتور قارچی پنسیلیوم بر میزان هیدروژن پراکسید

Table 4: The Effect of Potassium Silicate, Salicylic Acid, and Penicillium Fungal Olientate Treatments on Hydrogen Peroxide

نصیبی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که شوری باعث افزایش غلظت پراکسید هیدروژن ریشه و اندام هوایی گیاهان تحت تنش در مقایسه با گیاهان شاهد گردید. افزایش هیدروژن پراکسید سبب آسیب به غشاهای بیولوژیک و پراکسیداسیون آن ها می شود. افزایش مقدار پراکسید هیدروژن در برگ ها می تواند به دلیل القای تنش اکسیداتیو ناشی از تنش شوری باشد (نصیبی و همکاران، ۱۳۹۳).

**آنزیم کاتالاز (CAT):** تنها تیمار اسید سالیسیلیک هم به تنهایی و هم به صورت متقابل با شوری موجب تأثیر معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر میزان آنزیم کاتالاز شده و سایر تیمارها نتوانستند هیچ گونه اثر معنی داری بر آنزیم کاتالاز بگذارند. میزان آنزیم کاتالاز با افزایش شوری بستر به دلیل افزایش هیدروژن پراکسید برای جاروب کردن این ماده، افزایش معنی داری پیدا کرد. به طوری که در شوری با غلظت ۶۰۰ پی پی ام به بالاترین میزان خود رسیده است. کمترین مقدار آنزیم کاتالاز در گیاهان همیشه-بهار در بستر بدون شوری تحت اثر تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۹۰۰ پی پی ام با مقدار



پراکسید هیدروژن ( $H_2O_2$ ). مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. سال ۷. شماره ۲۳. ص ۶۴-۷۶.

خوشگفتارمنش، ا. ح. ۱۳۹۳. مبانی تغذیه گیاهی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۵۴۰ صفحه.

دیانت مهارلویی، ز.، مقصودی، ز. و امام، ی. ۱۳۹۳. تأثیر شوری و اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های موفولوژیک و فیزیولوژیک سورگوم، در مراحل اولیه رشد. فرآیند و-کارکرد گیاهی، جلد ۳، شماره ۷، ص ۶۵-۵۸.

رنجبر کبوترخانی، م.، اسمعیلی زاده، م.، کریمی، ح.، شمشیری، م. ح. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر محلول پاشی عناصر سیلیسیم و پتاسیم بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی و اکوفیزیولوژی دانه‌های پسته رقم بادامی ریز زرنده کرمان در شرایط تنش شوری. علوم باغبانی ایران. دوره ۴۷. شماره ۴. ص ۷۵۲-۷۳۹.

زرگری، ع. ۱۳۷۵. گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات دانشگاه تهران. ۹۲۶ صفحه.

صمدی، ص.، ع.، قاسم نژاد،، علیزاده، م. ۱۳۹۳. تغییرات فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیاکاز کنگرفرنگی (*Cynara scolymus* L. تحت تأثیر متیل جاسمونات و اسید سالیسیلیک در شرایط درون شیشه. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. جلد ۲۱، شماره ۱۴۸-۱۳۵.

طباطبایی، س. ح. ۱۳۹۲. اصول تغذیه معدنی گیاهان. انتشارات دانشگاه تبریز. ۵۶۸ صفحه.

غلامی، ر.، کاشفی، ب.، سعیدی سار، س. ۱۳۹۲. تأثیر محلول پاشی اسیدسالیسیلیک در کاهش اثرات تنش شوری بر صفات رشدی گیاه مریم گلی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، سال ۵، شماره ۱۵. ص ۷۳-۶۴.

فاطمی، ل.، س. ج. طباطبایی. ا.، فلاحی. ۱۳۸۸. اثر سیلیسیم بر رشد و عملکرد گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوری. مجله علوم باغبانی. جلد ۲۳. شماره ۱ ص ۹۵-۸۸.

قاسمی چوبشهر، ا.، خرمی وفا، م. ۱۳۹۱. اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های جوانه زنی همیشه بهاردر شرایط تنش شوری. فنآوری تولیدات گیاهی، جلد ۱۲. شماره ۲. ص ۷۰-۵۷.

قاسمی، ز.، معصومی اصل، ا. ۱۳۹۲. اهمیت و تأثیر محرک‌ها (الیستورها) در تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان

تیمار SA با غلظت ۶۰۰ پی‌پی‌ام بدون شوری، با مقدار ۰/۰۳۲۸ و ۰/۱۲۹ مشاهده شد.

بیشترین میزان هیدرون پراکسید در تیمار سلیکات پتاسیم با غلظت ۳۰۰ پی‌پی‌ام و مقدار ۷۷/۶۸ نانومول بر گرم وزن تر مشاهده گردید بیشترین مقدار آنزیم کاتالاز در شوری SA، ۶۰۰ پی‌پی‌ام با مقدار ۰/۰۵۸۴ میلی گرم پروتئین در دقیقه حاصل شد. میانگین تعداد برگ در تیمار سلیکات پتاسیم از سایر تیمارها بیشتر بوده است.

الیستور پنیسیلیوم باعث افزایش در میزان حجم و قطر ریشه، آنتوسیانین و MDA شد و نیز باعث کاهش در میزان آنزیم SOD و هیدروژن پراکسید گردید. الیستور ریزوپوس باعث افزایش میزان کارتنوئید، پرولین و آنتوسیانین و کاهش در میزان فعالیت آنزیم SOD گردید.

## منابع

اسدی کرمان، ا.، ز. اسرار. ۱۳۹۴. اثر پیش تیمار آرژنین در تخفیف صدمات اکسیداتیو ناشی از تنش شوری در گیاه شاهی. نشریه علوم- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۹، شماره ۱.

اکبری فوزدی، ا. ع.، ایزدی دربندی، ا.، برزویی و ع.، مجدآبادی. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات مورفولوژیک ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش شوری. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. سال اول. شماره ۴، ص ۸۲-۷۱.

امیدیگی، ر. ۱۳۸۴. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۳۸ صفحه.

پسندی پور، ا. ج.، فرح بخش. م. صفاری. ب. کرامت. ۱۳۹۲. اثر SA بر برخی واکنش‌های فیزیولوژیک گیاه شنبلیله. تحت تنش شوری اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی جلد ۷. شماره ۲. ص ۲۲۸-۲۱۵.

جعفریان، ط. م. ح. زارع. ۱۳۹۴. کاهش اثر منفی شوری برگندم (*Triticum aestivum* L.) با پیش تیمار بذر با

- under field conditions. Environ. Exp. Botany. 60: 276-283.
- Kafi, M., M. Barzoui, A. Salehi, A. Kamandi, A. Masomi and J. Nabati. 2009. Environmental stress in plant physiology. Mashhad University of Jihad publications. 502pp.
- Lal Khajanchi, S. G., M. Setih, P. C. Sharma, A. Swarup and S. K. Gupta. 2007. Effect of NaCl concentration on growth, root morphology and photosynthetic pigment in wheat and barley under solution culture. J. Agrochimica. 51: 194-206.
- Leid, E. O. and J. F. Salz. 1997. Is salinity tolerance related to Na accumulation in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seedling. Plant and Soil 190: 67-75.
- Loreto F, Velikova V. 2001. Isoprene produced by leaves protects the photosynthetic apparatus against ozone damage, quenches ozone products, and reduces lipid peroxidation of cellular membranes. Plant Physiology. 127: 1781-1787.
- McDonald, M. B. (1999). Seed deterioration: physiology, repair, and assessment. Seed Sci. Technol. 27(11): 177-237.
- Reezi, S., M. Babalar and S. Kalantari. 2009. Silicon alleviates salt stress, decreases malondialdehyde content and affects petal color of salt stressed cut rose (*Rosa × hybrida* L.) 'Hot Lady'. Afric. J. Biotechnol. 8: 1502-1508.
- Palled, Y. B., A. M. Chandra Shekharaiah and G. D. Radder. 1985. Response of Bengal gram to moisture stress. Indian J. of Agron. 30: 104-106.
- Singh, D. N., A. M. Masood and D. S. Basu. 2000. Genetic variation in dry matter partitioning in shoot and root influences of chickpea to drought. 3rd International Crop Science Congress, Hamburg, Germany. pp17-22.
- Wang, Y. and N. Nil. 2000. Changes in chlorophyll, ribulose bi phosphate carboxylase Oxygenase, Glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in amaranthus tricolor leaves during salt stress. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 75: 623-627.
- دارویی، اولین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار، همدان، انجمن ارزیابان محیط زیست هگمتانه.
- کافی، م.، برزویی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع.، نباتی، ج. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول. ۵۰۲ صفحه.
- کافی، م.، ع. ا. باقری. ج.، نباتی. م.، زارع مهرجردی، و. ع. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر تنش شوری بر برخی متغیرهای فیزیولوژیک ۱۱ ژنوتیپ نخود در محیط هیدروپونیک. علوم و فنون کشت های گلخانه ای. سال اول. شماره ۴، ص ۶۹-۵۵.
- نصیبی، ف.، منوچهری کلاتری، خ.، زنگنه، ر.، محمدی نژاد، ق. ۱۳۹۳. اثر پیش تیمار بذر با آمینو اسیدهای آرژنین و سیستین بر رشد و برخی شاخص های بیو شیمیایی گیاه گندم تحت تنش شوری. فیزیولوژی تنش گیاهی. سال اول، شماره ۱ ص ۴۳-۵۲.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Terae, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207.
- Epstein, E. 1999. Silicon. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 50: 641-664.
- Pereira, G. J., G. Molina, and R.A. Zevedo. 2002. Activity of antioxidant enzymes in responses to pb in *Crotalaria juncea*. Plant and Soil. 239: 123-132.
- El-Hendawy, S.E., H. Yuncai, G. M. Yakouth, A. M. Awad., S. E. Hafiz and U. Schmidhalter. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. Europ. J. Agron. 22: 243-253.
- Farakya, S., A. Julka., R. Mehra., V. Datta., A. K. Srivastava and V. S. Bisaria. 2005. Enhanced production of secondary metabolites by biotic elicitors in plant cell suspension cultures. Presented at 5<sup>th</sup> Asia Pacific Biochemical Engineering Conference. 15-19.
- Jiang, M. and Zhang, J. (2001). Effect of abscisic acid on active oxygen species, antioxidative offence system and oxidative damage in leaves of maize seedlings. Plant Cell Physiol. 42: 1265-1273.
- Khanna-Chopra, R. and Selote D. S. (2007). Acclimation to drought stress generates oxidative stress tolerance in drought-resistant than -susceptible wheat cultivar