



## تاثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دانهال های خیار (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) تحت شرایط تنش خشکی

حسین مردانی<sup>۱\*</sup> - حسن بیات<sup>۲</sup> - مجید عزیزی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۵

تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۶

### چکیده

امروزه کاربرد سالیسیلیک اسید به عنوان یکی از هورمون های گیاهی در افزایش مقاومت گیاهان به تنش هایی همچون خشکی افزایش یافته است. هدف از این آزمایش بررسی تاثیر سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دانهال های خیار تحت شرایط تنش خشکی بود. بدین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی شامل پنج سطح سالیسیلیک اسید با غلظتهای صفر (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلی مولار و سه سطح آبیاری، آبیاری روزانه (شاهد) و قطع آبیاری به مدت ۶ روز با ۳ تکرار در شرایط کنترل شده گلخانه انجام شد. روش کاربرد سالیسیلیک اسید به صورت اسپری برگی و در مرحله ۳-۴ برگی انجام شد. تنش خشکی نیز در مرحله ۳-۴ برگی روی گیاهان اعمال شد. نتایج این آزمایش نشان داد که سالیسیلیک اسید میزان سطح برگ و شاخص کلروفیل را به ترتیب ۶۰ و ۱۵ درصد افزایش داد، در مقابل هدایت روزنه ای با کاربرد ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید ۹۶ درصد کاهش یافت. قطر ساقه، ارتفاع، تعداد برگ، وزن خشک شاخساره و ریشه و بیوماس با کاربرد سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. ارتفاع گیاهچه، وزن خشک شاخساره و سطح برگ با افزایش خشکی کاهش و با کاربرد سالیسیلیک اسید افزایش یافت. اثر متقابل سالیسیلیک اسید و تنش خشکی بر صفات، هدایت روزنه ای، قطر ساقه، وزن خشک ریشه و بیوماس در هیچ یک از سطوح آماری معنی دار نشد. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد استفاده از سالیسیلیک اسید سبب افزایش شاخص های رشدی و فیزیولوژیک اندازه گیری شده در گیاهچه های خیار شد.

واژه های کلیدی: بیوماس، سطح برگ، مقاومت، هورمون، هدایت روزنه ای

### مقدمه

کاهش عملکرد گیاهان تحت تنش خشکی از طریق سه مکانیسم کلی: الف) کاهش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی، ب) کاهش کارایی مصرف نور، و پ) کاهش آبی در تبادل گاز کربنیک به ازای واحد نور جذب شده قابل بیان است (۴).

مقاومت اکتسابی در گیاهان به دو شکل موضعی و همگانی مطرح می باشد. از این رو دو نظریه کلی در رابطه با عامل القا کننده مقاومت در گیاهان معرفی شده است. اولین نظریه تولید امواج واقطبیده (دپلمیریزاسیون) در سطح غشا یاخته ای و در واکنش به عامل تنش زا می باشد که به دنبال آن پیامهای القایی در گیاه شکل می گیرد (۲). اما دومین نظریه، تولید سالیسیلیک اسید در پاسخ به تنش است. سالیسیلیک اسید به عنوان یک گروه از ترکیبات فنولی، دارای یک حلقه آروماتیک متصل به یک گروه هیدروکسیل بوده که به عنوان یک القاکننده موثر در بیان ژنهای مقاومت شناخته شده است که پس از افزودن به سطح بیرونی بسیاری از گیاهان پروتئین های مرتبط با تنش را به رمز در می آورد (۲). نقش سالیسیلیک اسید همچنین به عنوان یک ماده تنظیم کننده رشد در القای تحمل به

خشکی یکی از تنشهای محیطی بوده که روی اکثر مراحل رشد، ساختار و فعالیت های گیاهی آثار مخرب و زیان آوری وارد می سازد (۱). ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی متر در سال طبق تعریف آمبروزه در زمره مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد (۴). که این خود نشان دهنده ضرورت توجه به بهینه سازی مصرف آب در بخش کشاورزی است.

پاسخ گیاهان به تنشهای محیطی در سطوح مورفولوژی، سلولی و مولکولی متفاوت است. توانایی گیاهان برای سازش به تنشهای محیطی به نوع، شدت تنش و همچنین گونه گیاهی و مرحله وقوع تنش بستگی دارد. گیاهان در شرایط تنش واکنش های متفاوتی بصورت اجتناب و یا تحمل در برابر تنش، مقاومت می کنند (۴).

۳۲۰۱- به ترتیب دانشجویان کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

\*- نویسنده مسئول: (Email: hmardani26@yahoo.com)

همچنین گیاهان شاهد به همین روش و تنها با آب مقطر تیمار شدند. قبل از اعمال تنش، تمامی گلدان ها به طور کامل آبیاری شدند. بدین منظور تمامی گلدانها با آب اشباع شدند و سپس اجازه داده شد تا آب نقلی خارج شود تا محتوی آب محیط کشت به حد ظرفیت زراعی برسد. در نهایت و پس از اعمال تنش، در روز دوازدهم دوباره گیاهان به طور کامل و تا حد اشباع آبیاری شدند. تیمارهای آبیاری شامل سه سطح، آبیاری روزانه، ۳ و ۶ روز یکبار بود که به مدت شش روز ادامه یافت. در روز هفتم همه گیاهان تا رسیدن بستر کشت به مرحله اشباع آبیاری شدند.

**صفات اندازه گیری شده:** قطر ساقه از قسمت طوقه و با استفاده از کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی متر اندازه گیری شد. شاخص کلروفیل نیز با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج (SPAD 502, Minolta, Japan) و در برگهای جوان توسعه یافته اندازه گیری شد. برای اندازه گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج-Li (Li-COR, Model Li-1300, USA) استفاده شد. همچنین برای اندازه گیری هدایت روزنه ای از دستگاه پرومتر (LI-COR Company) LI-COR 1600، استفاده شد. ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن خشک ریشه و شاخساره در پایان آزمایش اندازه گیری و ثبت شدند. برای اندازه گیری وزن تر گیاهچه ها ابتدا گیاهچه ها به دقت از خاک بیرون آورده شدند و سپس ریشه ها کاملاً با آب شسته شدند. بعد از شستشو ریشه ها با کاغذ صافی خشک شدند تا رطوبت سطحی آنها کاملاً گرفته شود. سپس ریشه از محل طوقه قطع شده و وزن تر ریشه و بخش هوایی بطور جداگانه اندازه گیری شد. برای اندازه گیری وزن خشک ریشه و شاخساره تمام قطعات ریشه و شاخساره در پاکتهای کاغذی قرار داده شدند و در آون با درجه حرارت ۵۰ درجه سانتی گراد و به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. پس از اینکه کاهش وزن نمونه ها ثابت شد، وزن خشک ریشه و شاخساره اندازه گیری شد.

**تجزیه آماری:** آزمایش به صورت فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. داده های بدست آمده از آزمایش با استفاده از نرم افزار JMP 4 مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین ها نیز بر اساس آزمون LSD در سطح ۵٪ انجام شد و نمودار ها با نرم افزار Excel رسم شدند.

### نتایج و بحث

نتایج جدول تحلیل واریانس نشان داد که افزایش سطوح خشکی بر قطر ساقه، وزن خشک شاخساره، هدایت روزنه ای و سطح برگ تاثیر معنی داری دارد (جدول ۱). همچنین مشخص شد افزایش خشکی تاثیر معنی داری بر ارتفاع گیاهچه وزن خشک ریشه و بیوماس نداشت. همچنین در مطالعه اثر سالیسیلیک اسید نتایج جدول تحلیل واریانس نشان داد، سالیسیلیک اسید اثر معنی داری در افزایش

بسیاری از تنش ها زیستی و غیر زیستی همچون باکتری ها، قارچ ها، ویروسها (۶)، تنش سرمازدگی (۲۱و۲۲) و تنش خشکی (۲۱) مورد توجه قرار گرفته است. در این رابطه سالیسیلیک اسید بعنوان یک ملکول سیگنال در نظر گرفته می شود. این ملکول سیگنال، سبب افزایش ترکیبات دفاعی همچون پرولین و بتائین گلایسین می شود. از طرف دیگر افزایش رشد در اثر کاربرد سالیسیلیک اسید نیز در گندم وسویا (۱۱) و ذرت (۱۲) گزارش شده است. همچنین مشاهده شده سالیسیلیک اسید می تواند فتوسنتز کل گیاهی را در گیاهان در معرض تنش خشکی افزایش دهد (۱۹). همچنین میرسام و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایش خود ثابت کردند که سالیسیلیک اسید سبب افزایش شاخص های رشدی و همچنین افزایش در مقدار پرولین بذر عدس جوانه زده تحت شرایط تنش شوری می شود.

خیار (*Cucumis sativus*) یکی از گیاهان مهم و حساس به خشکی تیره کدویان می باشد. از آنجایی که جذب آب در خیار به وسیله ریشه های سطحی (۳۰-۲۰ سانتی متری) صورت می پذیرد، لذا نسبت به سایر گیاهان خانواده کدویان به خشکی حساس تر است. به رغم اینکه ایران جزء یکی از بزرگترین تولیدکننده خیار در جهان به شمار می رود (۳)، اما تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه بهبود مقاومت این گیاه به تنش خشکی گزارش نشده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر خصوصیات فیزیولوژیکی و فتوسنتزی گیاهچه های خیار تحت شرایط تنش خشکی بود.

### مواد و روش ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی شامل پنج سطح سالیسیلیک اسید با غلظت های (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار) و سه سطح خشکی با دور آبیاری روزانه (شاهد)، ۳ و ۶ روز یکبار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. برای تهیه محلول سالیسیلیک اسید، پودر سالیسیلیک اسید در ۵۰۰ میلی لیتر آب دوبار تقطیر با غلظت ده برابر نسبت به بیشترین غلظت مورد نظر حل شد و سپس برای تهیه غلظت های مورد نظر با آب مقطر رقیق سازی شد. در ابتدا بذرهای خیار رقم (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) درون گلدان هایی با قطر دهانه ۸ سانتی متر و با عمق ۱۵ سانتی متر در عمق ۱/۵ سانتی متری و بصورتی که در هر گلدان یک عدد بذر قرار داشت، کشت شدند. بستر مورد استفاده برای این آزمایش شامل ۳ قسمت کوکوپیت و ۱ قسمت پرلایت بود. محلول پاشی گیاهان با سالیسیلیک اسید در مرحله دو برگی (۳ روز قبل از شروع تیمارهای آبیاری) انجام شد و تمامی گیاهان بصورتی که تمام سطوح فوقانی و زیرین اندامهای هوایی کاملاً خیس شوند محلول پاشی شدند.

افزایش خشکی کاهش یافت ولی این کاهش معنی دار نبود (جدول ۲).  
بنظر می رسد این کاهش سطح برگ یکی از اولین پاسخ های مورفولوژیک در برابر تنش خشکی می باشد و همچنین بنظر می رسد گیاه با این مکانیسم سعی در حفظ آب در بافت های خود دارد. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود استفاده از سالیسیلیک اسید باعث افزایش سطح برگ در شرایط خشکی شد. این روند افزایشی در تمام سطوح سالیسیلیک اسید مشاهده شد اما تنها استفاده از غلظت ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید اثر معنی داری در افزایش سطح برگ داشت. خرداری (۱۷) در آزمایش خود روی گیاهچه های ذرت گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش سطح برگ گیاهچه های در معرض تنش می شود (۱۴). در این رابطه خان و همکاران (۲۰۰۳) و اکودای (۲۰۰۴) نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده اند (۱۵). باتوجه به اینکه تنش خشکی سبب کاهش فعالیت آنزیم رویسکو می شود (۷). بنظر می رسد سالیسیلیک اسید با افزایش فعالیت آنزیم رویسکو و در نتیجه بهبود فتوسنتز سبب افزایش سطح برگ می شود. بطوریکه این افزایش در سطح خشکی ۶ با استفاده از سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد کاملا معنی دار بود.

قطر ساقه، ارتفاع گیاهچه، تعداد برگ، وزن خشک شاخساره و ریشه، سطح برگ و بیوماس داشت (جدول ۱). سالیسیلیک اسید باعث کاهش معنی داری در هدایت روزنه ای شد. با افزایش سطوح مختلف خشکی اکثر شاخص های اندازه گیری شده از جمله، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن خشک شاخساره، کاهش یافتند.  
تحقیقات زیادی در زمینه اثر تنش خشکی بر رشد گیاهان وجود دارد که همگی اثرات تخریبی تنش خشکی را روی بسیاری از فرآیندهای رشد تایید می کند. امروزه اهمیت آب در گیاهان برای نگهداری فشار آماس جهت رشد کاملا اثبات شده است. در واقع حفظ فشار آماس سبب باز ماندن روزنه ها، انجام فتوسنتز و جذب بیشتر آب خواهد شد (۸). لذا طبیعی است که تحت شرایط کمبود آب فرآیندهای متابولیسمی گیاه کند و در نتیجه شاخص های رشدی کاهش پیدا کند (جدول ۲). اما همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود استفاده از سالیسیلیک اسید سبب افزایش در مقادیر قطر ساقه، تعداد برگ، وزن شاخساره در شرایط خشکی شد.  
نتایج این آزمایش نشان داد که سالیسیلیک اسید سبب افزایش در شاخص های رشدی و فیزیولوژیکی شد. سطح برگ گیاهچه ها با

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در خیار رقم Super Dominus

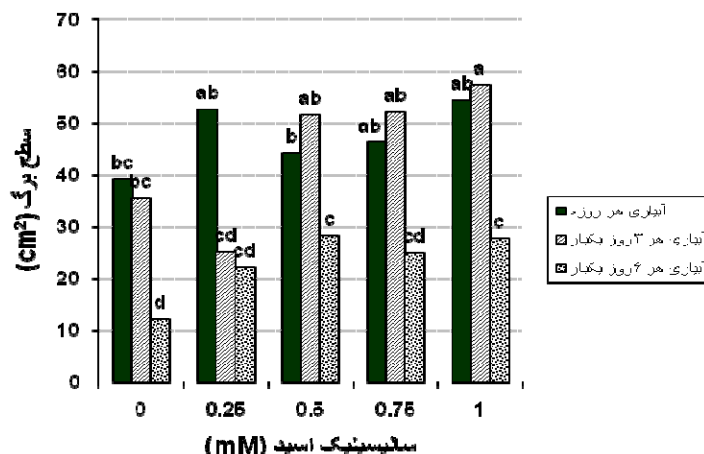
میانگین مربعات											
منابع تغییرات	درجه آزادی	spsd	هدایت روزنه ای (cm/s)	قطر ساقه (cm)	سطح برگ (cm <sup>2</sup> )	ارتفاع بوته (cm)	تعداد برگ	وزن خشک ریشه چه (گرم در بوته)	وزن خشک شاخساره (گرم در بوته)	بیوماس (گرم در بوته)	نسبت ریشه به شاخساره (گرم در بوته)
سالیسیلیک اسید	۴	۳۱/۱۹**	۱۱۴/۱۵**	۱/۲*	۳۵۵/۳**	۱۷/۹**	۲/۱**	۰/۰۲**	۰/۰۲*	۰/۰۷*	۰/۲*
خشکی	۲	۲۰۰/۷**	۳۱۵۹/۳**	۵/۸**	۲۱۳۶/۵**	۴/۷**	۲**	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۳**	۰/۰۴**	۰/۰۰۵
خشکی × سالیسیلیک اسید	۸	۳۰/۲*	۸۰۸/۳**	۰/۰۶**	۱۲۴/۷**	۲/۷**	ns/۱	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۴**	۰/۰۱**	۰/۲**
خطای آزمایشی	۲۵	۱۲/۱	۶۲/۸	۰/۱۳	۳۹/۳۱	۰/۷	۰/۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۶	۰/۰۱	۰/۱

جدول ۲- اثر خشکی بر صفات اندازه گیری شده در گیاهچه های خیار تحت تنش خشکی

دوره های آبیاری (روز)	قطر ساقه (cm)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد برگ در بوته	وزن خشک شاخساره (گرم در بوته)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	بیوماس (گرم در بوته)	هدایت روزنه ای (cm/s)	سطح برگ (cm <sup>2</sup> )
۱	۴/۱۷a	۱۰/۰۶	۳/۹۳	۰/۲۳a	۰/۲۴	۰/۴۷	۵۸/۲۱A	۴۱/۹a
۳	۳/۶۵b	۹/۵۰	۳/۸۹	۰/۲۲a	۰/۲۲	۰/۴۴	۵۴/۰۵A	۴۱/۶a
۶	۲/۹۸c	۹/۴۰	۲/۲۶	۰/۱۶b	۰/۲۰	۰/۳۶	۲۵/۶B	۲۴/۸b
سطوح معنی دار	**	ns	ns	**	ns	ns	**	*

- میانگین هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ با هم تفاوت معنی داری ندارند.

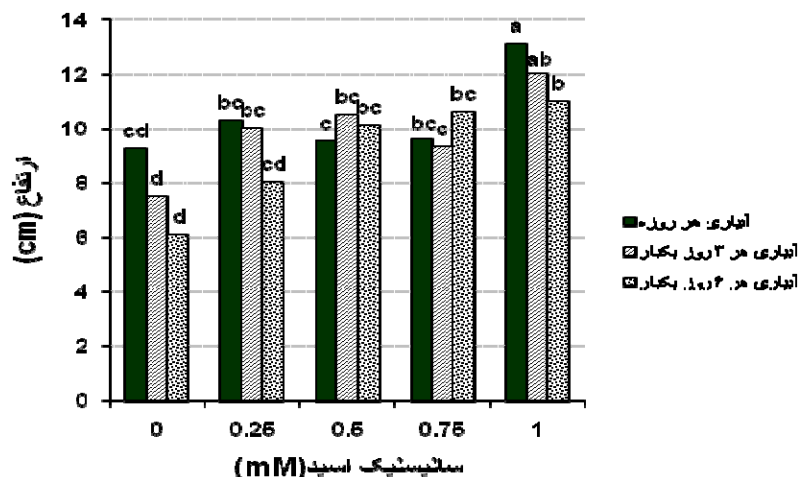
\* و \*\* و ns: به ترتیب معنی داری در سطح ۵٪ و ۱٪ و عدم معنی داری



شکل ۱- اثر متقابل سالیسیلیک اسید و خشکی بر سطح برگ گیاهچه های خیار تحت تنش خشکی

شد. در شرایط تنش خشکی با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید ارتفاع گیاهچه به طور صعودی افزایش یافت این مشاهده با نتایج حسین و همکاران (۱۵) درخصوص کاربرد سالیسیلیک اسید بصورت اسپری روی گیاهچه های گندم مطابقت داشت. احتمال داده می شود سالیسیلیک اسید بتواند سبب بهبود جذب عناصر غذایی در شرایط تنش خشکی و شوری شود که این خود می تواند افزایش رشد را به همراه داشته باشد که افزایش ارتفاع گیاهچه یکی از این موارد می باشد (۱۱). از طرفی به نظر می رسد سالیسیلیک اسید با افزایش میزان کلروفیل در برگهایی که در آغاز فرایند پیری هستند (۸)، می تواند سبب افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد می شود.

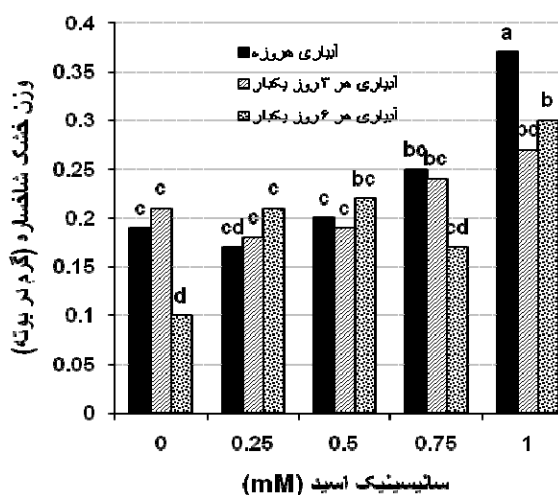
استفاده از سالیسیلیک اسید باعث افزایش مقدار بیوماس در گیاهچه های خیار شد. با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید مقادیر بیوماس افزایش یافت اما این افزایش تنها در غلظت ۱ میلی مولار معنی دار بود. کاربرد سالیسیلیک اسید بصورت محلول پاشی باعث افزایش بیوماس در گیاه سویا می شود (۱۱). از طرفی به نظر می رسد افزایش بیوماس در اثر استفاده از سالیسیلیک اسید بخاطر فعالیت آنتی اکسیدانی این ماده در غشا سلولی باشد. گفته شده تیمار با سالیسیلیک اسید باعث افزایش مقادیر لیگنین در ساختار دیواره سلولی می شود (۴). که این خود می تواند عاملی در افزایش وزن بیوماس گیاهان در معرض تنش خشکی باشد. اثر متقابل خشکی و سالیسیلیک اسید معنی دار شد بطوریکه ارتفاع گیاهچه با کاربرد سالیسیلیک اسید بیشتر



شکل ۲- اثر سالیسیلیک اسید در افزایش ارتفاع گیاهچه های خیار تحت تنش خشکی

که این اثر سالیسیلیک اسید ناشی از افزایش در محتوای کلروفیل و در نتیجه افزایش فتوسنتز باشد (۱۰).  
اثر متقابل سالیسیلیک اسید و خشکی در وزن خشک شاخساره معنی دار شد. گزارش شده است که میزان جذب عناصری مانند N، Mg، Ca، K، P در گیاهان تحت تنش خشکی تیمار شده توسط سالیسیلیک اسید افزایش می یابد (۴). از طرفی مشخص شده سالیسیلیک اسید می تواند از جذب بیش از حد آنیونهای سمی مانند Br، Cl، Na، در شرایط خشکی و شوری جلوگیری نماید (۱۱) این افزایش در جذب عناصر غذایی و کاهش در جذب عناصر سمی می تواند عامل افزایش در رشد و در نتیجه وزن شاخساره باشد.

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود، محلول پاشی با سالیسیلیک اسید باعث افزایش در سایر ویژگی های رشدی گیاهچه های خیار مانند قطر ساقه، تعداد برگ، و وزن خشک ریشه شد که این نتایج با مشاهدات دیگر از جمله ایرسلان و همکاران (۱۱) و دو و همکاران (۹) مطابقت داشت. حسین و همکاران (۱۶) در سال ۲۰۰۷ افزایش، ارتفاع گیاهچه، تعداد برگ و وزن خشک ریشه و ساقه را گزارش کردند. نسبت ریشه به شاخساره تحت تاثیر سالیسیلیک اسید قرار گرفت اما نتایج بدست آمده از روند مشخصی برخوردار نبود. در ابتدا با افزایش سطوح سالیسیلیک اسید تا سطح ۰/۲۵ میلی مولار این نسبت افزایش یافت اما پس از آن کاهش پیدا کرد. به نظر می رسد



شکل ۳- اثر سالیسیلیک اسید در افزایش وزن خشک شاخساره گیاهچه های خیار در معرض تنش خشکی

جدول ۳- اثر سالیسیلیک اسید بر صفات اندازه گیری شده در گیاهچه های تحت تنش خشکی

نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره	بیوماس (گرم در بوته)	سطح برگ (Cm <sup>2</sup> )	هدایت روزنه ای (cm/s)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	وزن خشک شاخساره (گرم در بوته)	تعداد برگ در بوته	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (cm)	سالیسیلیک اسید (میلی مولار)
۰/۸۱b	۰/۳۰b	۳۷/۴b	۵۴/۵a	۰/۱۴b	۰/۱۶a	۲/۸۸c	۷/۳۸c	۳/۳۴c	۰
۱/۱۹a	۰/۴۲ab	۳۴/۶a	۵۷/۵a	۰/۲۵a	۰/۱۷ab	۲/۸۸a	۹/۵۰b	۳/۴۴b	۰/۲۵
۰/۸۱b	۰/۳۸b	۳۵/۶a	۴۶/۸ab	۰/۱۸ab	۰/۲۰ab	۳/۷۷b	۹/۷۷b	۳/۵۷b	۰/۵۰
۱/۰۶ab	۰/۴۷ab	۳۷/۶a	۴۲/۳۵ab	۰/۲۵a	۰/۲۱b	۳/۶۶b	۹/۸۸b	۳/۴۳b	۰/۷۵
۰/۸۱b	۰/۵۴a	۴۵/۳a	۲۸b	۰/۲۶a	۰/۲۷c	۴/۲۲a	۱۱/۷a	۴/۲۱a	۱
*	*	**	**	*	**	**	**	*	سطوح معنی دار

- میانگین هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ با هم تفاوت معنی داری ندارند.

\* و \*\*: به ترتیب معنی داری در سطح ۵٪ و ۱٪

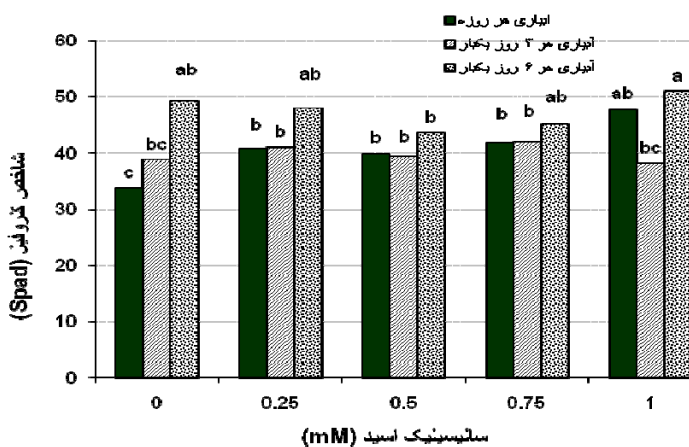
استرس خشکی قرار دارند شد. این افزایش در تیمار ۱ میلی مولار معنی دار بود. این نتایج با مشاهدات الیزابت و همکاران (۸) مطابقت دارد. می توان گفت که احتمالاً استفاده از سالیسیلیک اسید با جلوگیری از فعالیت آنزیم های کلروفیل اکسیداز مانع تجزیه کلروفیل شده و از این طریق سبب افزایش در فتوسنتز می شوند.

### نتیجه گیری

بطور کلی با توجه با نتایج بدست آمده بنظر می رسد استفاده از تیمار با سالیسیلیک اسید بتواند با افزایش در شاخص های رشدی و فیزیولوژیکی گیاهچه های خیار سبب بهبود مقاومت این گیاه در برابر تنش خشکی شود.

استفاده از سالیسیلیک اسید باعث کاهش هدایت روزنه ای شد، بطوریکه با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید هدایت روزنه ای بطور معنی داری کاهش یافت و در سطح ۱ میلی مولار نسبت به شاهد ۹۶ درصد کاهش یافت. لارکیو و همکاران (۱۹) گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید هدایت روزنه ای را در برگهای لوبیا کاهش می دهد (۱۷ و ۱۸). احتمالاً این کاهش هدایت روزنه ای به اثر ضد تعرقی ایجاد شده بوسیله اسپری برگی با سالیسیلیک اسید بر می گردد (جدول ۲).

همچنین استفاده از سالیسیلیک اسید باعث افزایش میزان شاخص کلروفیل برگ شد ( $P \leq 5\%$ ). به طور کلی با افزایش شدت تنش خشکی میزان کلروفیل برگ نیز روند صعودی داشت. در مطالعه اثر متقابل سالیسیلیک اسید و خشکی مشخص شد که سالیسیلیک اسید سبب افزایش در محتوای کلروفیل گیاهچه هایی که در معرض



شکل ۴- اثر سالیسیلیک اسید در گیاهچه های خیار در معرض تنش خشکی به روی محتوای کلروفیل برگ

### منابع

- ۱- آخوندی م، صفرنژاد ع. و لاهوتی م. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی بر تجمع پروتئین و تجمع عناصر در یونجه های یزدی، نیک شهری و رنجر (*Medicago sativa* L.). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱: ۱۶۵-۱۷۵.
- ۲- خاوری نژاد ر. و اسدی ا. ۱۳۸۵. بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر میزان برخی از متابولیت های ثانویه (ساپونین ها و آنتوسیانین ها) و القا مقاومت ضد میکروبی در گیاه دارویی *Bellis perennis* L.؛ جلد ۳۰: ۱۱۵-۱۰۱.
- ۳- روستایی ع، نوری ا.ا. و اعتباریان ح.ر. ۱۳۸۳. و بررسی اثر متقابل شوری و بیماری بوته میری جالیز *Phytophthora drechsleri tucker* در برخی ارقام خیار. مجله نهال و بذر ۲۰: ۱۱۵-۱۰۱.
- ۴- وفابخش ج، نصیری محلاتی م. و کوچکی ع. ۱۳۸۷. اثر تنش خشکی بر عملکرد و کارایی مصرف نور در ارقام کلزا (*Berisica napus*). مجله پژوهش های زراعی ایران ۶: ۲۰۸-۱۹۳.
- 5- Ajmal Kh.M., and Anger I.A. 1986. Inhibition of germination in *Atriplex teriangularis* seed by application of phenol and reversal of inhibition by growth regulators. Botanical Gazette, 147:148-151.
- 6- Al-Hakimi A.M.A. 2008. Effect of salicylic acid on biochemical changes in wheat plants under khat leaves residues. Plant Soil Environ, 54: 288-293.

- 7- Bates I.S., Waldern R.P., and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free prolin for water stress studies. *Plant and Soil*, 39:205-207.
- 8- Delany T.P., Uknes S., Vernooij B., Friedrich L., Weymann K., Negrotto D., Gaffney T., Gut-Rella M., Kessmann H., Ward E., and Ryals J. 1994. A central role of salicylic acid in plant disease resistance. *Science*, 266: 1247-125.
- 9- Du Y.C., Nose A., Wasano K., and Ushida Y. 1998. Responses to water stress of enzyme activities and metabolite levels in relation to sucrose and starch synthesis, the Calvin cycle and the C<sub>4</sub> pathway in sugarcane (*Saccharum* sp). *Australian Journal of Plant Physiology*, 25:253 – 260.
- 10- Elizabeth M.A., and Munné-Bosch S. 2008. Salicylic acid may be involved in the regulation of drought-induced leaf senescence in perennials: A case study in field-grown *Salvia officinalis* L. plant. *Environmental and Experimental Botany*, 64 :105–112.
- 11- Eraslan F., Inal A., Gunes A., and Alpaslan M. 2007. Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae*, 113: 120–128.
- 12- Garcia M.G., Busso C.A., Polci P., Garcia L.N., and Echenique V. 2002. Water relation and leaf growth rate of three *Agropyron* genotypes under water stress. *Biology of Cell*, 26:309-317.
- 13- Gutierrez-Coronado M.A., Trejo-Lopez C., and Larque-Saavedra A. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiology Biochemistry*, 36: 563-565.
- 14- Gunes A., Inal A., Alpaslan M., Cicek N., Guneri E., Eraslan F., and Guzelordu 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.
- 15- Hayat Q., Hayata S.H., Irfan M., and Ahmad A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68:14–25.
- 16- Hussein M.M., Balbaa L.K., and Gaballah M.S. 2007. Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3: 321-328.
- 17- Khodary A.S.E. 2004 . Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. *International Journal of Agriculture & Biology*, 226:1560–8530.
- 18- Larqué-Saavedra A. 1978 . The antitranspirant effect of acetylsalicylic acid on *Phaseolus vulgaris*. *Physiolgy of Plant*, 43: 126–138.
- 19- Larqué S.A. 1979. Stomatal closure in response to acetalsalicylic acid treatment. *Z. Pflanzenphysiol*, 93: 371–5.
- 20- Lei T., Feng H., Sun X., Dai Q.L., Zhang F., Liang H.G., and Lin H.H. 2010 . The alternative pathway in cucumber seedlings under low temperature stress was enhanced by salicylic acid . *Plant Growth Regulatur*, 60:35–42
- 21- Senaratna T., Merrit D., Dixon K., Bunn E., Touchell D., and Sivasithamparam K. 2003. Benzoic acid may act as the functional group in salicylic acid and derivatives in the induction of multiple stress tolerance in plants. *Plant Growth Regulator*, 39: 77-81.
- 22- Senaratna T., Touchell D., Bunn E., and Dixon K. 1998. Method for inducing stress tolerance in plant material, Australia.
- 23- Senaratna T., Touchell D., Bunn E., and Dixon K. 2000. Acetyl salicylic acid (asprin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulator* Figure 1, 30: 157-161.