Archive of SID

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهلم، ۱۳۹۹

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

تأثیر مقادیرمختلف اسید سالیسیلیک و دفعات کاربرد آن بر افزایش تحمل به خشکی انجیر دیم استهبان

رامین بابادائی سامانی[۱]، علیرضا جاوید[۲]، مجید شعبانی[۳]

دریافت: ۹۶/۱۰/۲۲ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۲

چکیده

درحال حاضر کم آبی ناشی از کاهش نزولات آسمانی به عنوان شایع‌ترین تنش محیطی در اغلب مناطق اقلیمی کشور، رشد، نمو و عملکرد بسیاری از محصولات باغی و زراعی دیم را تحت تأثیر قرار داده است. امروزه استفاده از اسید سالیسیلیک به عنوان یکی از مواد تنظیم کننده رشد گیاهی به منظور افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های محیطی همچون تنش خشکی رو به افزایش است. این تحقیق به منظور بررسی تاثیر مقادیر مختلف اسید سالیسیلیک و دفعات مصرف آن بر افزایش تحمل به کم آبی درختان انجیر رقم سبز در شرایط دیم در استهبان در سال ۱۳۹٤ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. اسید سالیسیلیک در ٤ سطح (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار) و تعداد دفعات محلول‌پاشی در سه سطح (یک، دو و سه بار به فواصل ۳ هفته از یکدیگر)، فاکتورهای مورد بررسی در این پژوهش بودند. اولین محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک سه هفته پس از بر دادن (گرده افشانی) درختان بود. در این مطالعه برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی (محتوای کلروفیل، کاروتنوئیدها، محتوای آب نسبی برگ، میزان پرولین، نشت یونی) و مورفولوژیکی (میانگین سطح برگ، رشد طولی شاخه) و عملکرد اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از اسید سالیسیلیک در سه غلظت اعمال شده باعث افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کاروتنوئید، آب نسبی برگ، پرولین و مقدار عملکرد گردید و میزان نشت یونی سلول را کاهش داد. استفاده از این ترکیب هیچ‌گونه تاثیر معنی‌دار بر رشد طولی شاخه و میانگین سطح برگ نداشت. همچنین اثر دفعات مصرف اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل a، کلروفیل کل و نشت یونی معنی‌دار بود ولی هیچگونه تاثیر معنی‌دار بر سایر صفات مورد بررسی نداشت. بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق اسید سالیسیلیک با ایجاد تغییر در برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک مرتبط با شرایط کم آبی و تنش خشکی باعث افزایش تحمل درختان انجیر دیم به شرایط کم آبی و افزایش عملکرد گردید.

واژه‌های کلیدی: نشت یونی، کلروفیل، کاروتنوئید، پرولین، عملکرد

بابادایی سامانی، ر.، ع. جاوید و م. شعبانی. ۱۳۹۹. تأثیر مقادیرمختلف اسید سالیسیلیک و دفعات کاربرد آن بر افزایش تحمل به خشکی انجیر دیم استهبان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۰: ۳۹-۲۸.

۱- گروه علوم باغبانی، واحد استهبان، دانشگاه آزاد اسلامی، استهبان، ایران- مسئول مکاتبات. r_samani@iauest.ac.ir
۲- گروه علوم باغبانی، واحد استهبان، دانشگاه آزاد اسلامی، استهبان، ایران
۳- گروه علوم باغبانی، واحد استهبان، دانشگاه آزاد اسلامی، استهبان، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

انجیر درختی با نام علمی *Ficus carica* L. از خانواده Moraceae است. مقاومت این گیاه نسبت به خشکی و شوری خاک نسبتاً بالا بوده و امکان کشت آن در مناطقی که دارای متوسط بارندگی سالیانه در حدود ۳۰۰-۲۷۰ میلی‌متر است، وجود دارد. در استان فارس بیش از ۳٦ هزار هکتار انجیر دیم کشت شده که بیشترین سطح زیرکشت انجیر استان با سابقه‌ای بیش از ۲۵۰ سال به شهرستان استهبان اختصاص دارد. ازمیر رقم غالب انجیر در این شهرستان است که به صورت دیم کاشته شده و در اصطلاح محلی به انجیر سبز مشهور است (فقیه و ثابت سروستانی، ۱۳۸۰).

کم آبی ناشی کاهش بارندگی باعث شده تا گیاهان کشت شده به صورت دیم و مراتع به شدت آسیب دیده و عملکرد آنها کاهش یابد. تحت شرایط کم آبی فرایندهای متابولیسمی گیاه کند و در نتیجه شاخص‌های رشدی کاهش پیدا می‌کند (لارکو، ۱۹۷۹). کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ منجر به بسته شدن روزنه‌ها کاهش فتوسنتز و در مقادیر شدید منجر به توقف انتقال الکترون و تخریب غشا می‌گردد(استیونس و همکاران، ۲۰۰٦). خشکسالی‌های اخیر، خسارت‌های زیادی به باغداران انجیر شهرستان استهبان وارد آورده است. هر چند در سال‌های اخیر اکثر باغداران اقدام به انجام آبیاری تکمیلی در انجیرستان‌های دیم نموده‌اند ولی با توجه به محدودیت منابع آب در منطقه، هزینه بالا و کاهش تحمل درختان انجیر به کم آبی در اثر آبیاری غرقابی، انجام آن در دراز مدت مقرون به صرفه و عملی نخواهد بود. بنابراین می‌بایست با انجام تحقیقات و بررسی راهکارهای مختلف علمی و عملی به طرق مختلف تحمل درختان را به تنش خشکی افزایش داد.

افزایش مقاومت گیاهان از راه‌های مختلف شامل به‌نژادی و استفاده از تنظیم کننده‌های رشد عملی است. که در این میان استفاده از مواد شیمیایی مانند اسید سالیسیلیک آسانتر و مقرون به صرفه‌تر است. اسید سالیسیلیک یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک اسید یک ترکیب فنلی محلول در آب و حلال‌های قطبی آلی بوده و با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان نقش دارد. این ترکیب به عنوان یک مولکول پیام رسان مهم در پاسخ‌های گیاه به تنش‌های متعدد زیستی و غیر زیستی شناخته شده است (پوپووا و همکاران، ۱۹۹۷ و الطیب، ۲۰۰۵) که با تأثیر بر آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیدازها و تنظیم کننده‌های اسمزی مثل پرولین، گلیسین و بتائین آثار ناشی از تنش‌هایی همچون خشکی، فلزات سنگین، گرما، سرما و شوری را کاهش می‌دهد (سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۳). اسید سالیسیلیک باعث افزایش مقاومت به شوری و کمبود آب در گندم (شکیراوا و بزروکووا، ۱۹۹۷) و مقاومت به درجه حرارت‌های بالا و پائین در گوجه فرنگی (سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۰) می‌گردد.

در لوبیا کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خشکی به بهبود رشد گیاه کمک کرده است (سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۰). کاربرد اسید سالیسیلیک در گیاه Rhillyrea تحت شرایط کم آبی، اثرات ناشی از تنش خشکی را کاهش داد (مونه و همکاران، ۲۰۰۳) همچنین اسید سالیسیلیک می‌تواند فتوسنتز کل گیاهی را در گیاهان در معرض تنش کم آبی افزایش دهد (لارکو، ۱۹۷۹). کورکماز و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که استفاده از استیل سالیسیلیک اسید با غلظت‌های ۰/۱ تا ۱ میلی‌مولار به صورت خیساندن بذری و محلول‌پاشی برگی روی دانهال‌های خربزه اثر تنش کم آبی را در این گیاه کاهش داد. کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت محلول پاشی باعث افزایش بیوماس گیاه شد (اراسلان، ۲۰۰۷). همچنین گزارش شده که استفاده از این ترکیب سبب بهبود جذب عناصر غذایی در شرایط کم آبی شده و افزایش رشد و بهبود کارایی گیاه را به همراه داشته است (مردانی و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به اهمیت افزایش مقاومت انجیر دیم در برابر تنش کم آبی و به منظور کمک به حفظ درختان در شرایط خشکسالی این پژوهش با هدف بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و تحمل به تنش کم آبی در انجیر دیم انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹٤ روی ٤۸ اصله درخت انجیر دیم رقم ازمیر (سبز) که در شرایط یکسان از نظر سن، اندازه، تغذیه و عوامل محیطی (خاک، دما ، نور و ...)قرار داشتند اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی در این پژوهش شامل اسید سالیسیلیک در چهار سطح (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار) و تعداد دفعات مصرف در سه سطح (یک، دو و سه بار به فواصل سه هفته از یکدیگر). روش کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت محلول‌پاشی برگی انجام شد و اولین محلول‌پاشی سه هفته پس از بر دادن (گرده افشانی) درختان اعمال گردید. پس از اجرای تیمارها، متغیرهای مربوطه شامل:

www.SID.ir

Archive of SID

محتوی نسبی آب برگ (RWC)، میزان کلروفیل برگ (a، b و کل)، میزان کاروتنوئیدهای برگ، شاخص ثبات غشاء سلولی، میزان پرولین، میزان رشد طولی شاخه‌ها، میانگین سطح برگ و میزان عملکرد مورد مطالعه قرار گرفت.

اندازه‌گیری محتوای کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئیدها طبق روش آرنون (۱۹۴۹) انجام شد. میزان جذب در طول موج-های ۴۸۰، ۵۱۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر[1] تعیین و محتوای کلروفیل‌های a , b، کل و کاروتنوئیدها با توجه به فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

(میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) (a۱ کلروفیل = 12.7 A (663) – 2.69 A (645) × V/1000 × W

(میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) (b۲ کلروفیل = 22.9 A (645) – 4.69 A (663) × V/1000 × W

(میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) (۳ کلروفیل کل = 20.2 A (645) + 8.02 A (663) ×V/1000 × W

(میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) (۴ کاروتنوئیدها = 7.6 A (480) – 1.49 A (510) × V/1000 × W

در رابطه‌های فوق، A برابر با میزان جذب قرائت شده از نمونه‌ها در طول موج معین توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، V برابر حجم استن مصرفی و W، وزن تر نمونه برگ است.

اندازه‌گیری محتوای آب نسبی[2] طبق روش اسمارت (۱۹۹۴) انجام شد. در نهایت محتوای آب نسبی برگ‌ها با استفاده از فرمول زیر به دست آمد.

(۵) RWC (%) = (Fw-Dw) / (Tw-Dw).100

Dw= وزن خشک، Tw= وزن در حالت اشباع و Fw= وزن تر

برای تعیین میزان پایداری غشاء سلولی از شاخص نشت یونی استفاده شد. در این روش ابتدا قطعات برگی به اندازه ۲ سانتی‌متر تهیه و پس از شستشو همراه با ۱۰ میلی‌لیتر اب مقطر در لوله آزمایش قرار گرفته و سپس لوله‌ها به مدت ۱۸ ساعت بر روی شیکر قرار گرفتند سپس هدایت الکتریکی اولیه (EC_1) به وسیله دستگاه هدایت سنج (EC متر) اندازه‌گیری شد پس از این مرحله لوله‌های آزمایش به مدت ۱۵ دقیقه به اوتوکلاو با درجه حرارت ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شد و بدین طریق هدایت الکتریکی ثانویه (EC_2) نیز پس از سرد شدن محتویات داخل لوله‌های آزمایش مشخص و نشت الکترولیت از رابطه زیر محاسبه گردید (گلدانی و کمالی، ۱۳۸۹).

(۶) $EL(\%)=\frac{EC_1}{EC_2}\times 100$

برای تعیین میزان پرولین از روش باتس و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد و میزان جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. سپس مقدار پرولین با توجه به منحنی استاندارد حاصل از غلظت‌های مختلف پرولین (SIGMA™-USA) محاسبه گردید.

میانگین سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ[3] محاسبه شد. برای این منظور ۱۰ عدد برگ سالم از قسمت میانی شاخه‌های بالغ انتخاب و میانگین سطح برگ آنها اندازه-گیری شد. برای بررسی عملکرد، مقدار محصول هر یک از درختان جداگانه برداشت و وزن شد.

تجزیه و تحلیل آماری:

محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم افزار کامپیوتری MSTAT-C انجام گردید و رسم نمودارها به کمک نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

کلروفیل a: تاثیر اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل a برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار و اثر تعداد دفعات مصرف این ماده و اثر متقابل دفعات مصرف و اسید سالیسیلیک بر این صفت معنی دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که استفاده از اسید سالیسیلیک در تمامی غلظت‌های مورد استفاده همواره باعث افزایش معنی‌دار مقدار کلروفیل a در برگ انجیر رقم سبز شده است (جدول ۲).

1- Spectrophotometer, LABOMED, INC Model UVD-2960
2- RWC
3- Area meter ADC Model: No SE 213C

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر مقادیر مختلف و دفعات مصرف اسید سالیسیلیک بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی انجیر رقم سبز

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		عملکرد	میانگین سطح برگ	رشد شاخه	**میزان پرولین**	**محتوای نسبی آب**	نشت یونی	کاروتنوئیدها	کل کلروفیل	**کلروفیل b**	**کلروفیل a**
غلظت (A)	۳	*۸/۷۹۰	ns۳۸۲۹۷/۹۵٤	ns۰/۲۳۹	**۷/۸۵۷	**٤۹۹/٦۸۵	**۸۸/۷۷۰	**۰/۰۰۷	۰/۰۲۹**	۰/۰۱۰**	۰/۰۰۵*
دفعات مصرف (B)	۲	ns۱/۰٤۵	ns۵٦۹٤۲۰/۱۱۱	ns۰/۵٦۷	ns۰/۰٤۱	ns۱٤٤/۲۱۳	**٦۷/۳۰۹	ns۰/۰۰۲	۰/۰۰۹*	۰/۰۰٤*	ns۰/۰۰۲
A×B	٦	ns۲/٦۳۱	ns٤۲٦۰۵٦/۰۳۷	ns۰/۳۵۲	*۲/۲۸۵	ns٦۱/۱۳۵	*۲٤/٤۹۰	ns۰/۰۰۱	ns۰/۰۰۱	ns۰/۰۰۱	ns۰/۰۰۱
خطا	۲۲	۲/٦۷۹	۲٦۹۳۱۳/۵۸۸	۰/۲۷۷	۰/۷۰۹	٦٤/٦٦۳	۷/۷۵۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات(%)		۷/٦۱	۵/۵۷	۱٤/۹۸	۱۸/۵۸	۱۷/٦٤	۳/۰۱	۱٤/۰۷	۸/۵۲	۲۱/۱۰	۸/۵۵

، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ **درصد، ۵ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

جدول۲- مقایسه میانگین اثر اسید سالیسیلیک بر صفات اندازه گیری شده در انجیر رقم سبز

اسید سالیسیلیک (mM)	**کلروفیل a** (mg/g FW)	**کلروفیل b** (mg/g FW)	کل کلروفیل (mg/g FW)	کاروتنوئیدها (mg/g FW)	نشت یونی (٪)	**محتوای نسبی آب** (٪)	**میزان پرولین** (µg/g FW)	**عملکرد** (Kg/tree)
۰	b۰/۳٦	b۰/۱۰	b۰/٤٦	b۰/۱۹	a۹٦/۹	b۳۷/٦	c۳/۳۰	b۲۰/۱
۰/۵	a۰/٤۰	a۰/۱۵	a۰/۵۵	a۰/۲۵	b۹۱/۰	b٤۱/۰	b٤/۳۲	a۲۱/۹
۱	a۰/٤۱	a۰/۱۷	a۰/۵۸	a۰/۲٦	b۸۹/۷	a۵۳/۳	a۵/۳۸	a۲۲/۳
۱/۵	a۰/٤۰	a۰/۱۷	a۰/۵۷	a۰/۲٤	b۹۲/٤	a۵۰/٤	ab۵/۱۲	a۲۱/۸

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد با هم ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

کلروفیل b: نتایج نشان می‌دهد که اسید سالیسیلیک در سطح احتمال ۱ درصد و اثر تعداد دفعات مصرف این ماده در سطح ۵ درصد بر میزان کلروفیل b برگ انجیر تاثیر معنی‌دار دارد. اثر متقابل دفعات مصرف و اسید سالیسیلیک بر این صفت معنی‌دار نشده است(جدول ۱). در این صفت نیز استفاده از اسید سالیسیلیک در تمامی غلظت‌های مورد استفاده همواره باعث افزایش معنی‌دار مقدار کلروفیل b در برگ انجیر رقم سبز شده است (جدول ۲).

همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین مقادیر کلروفیل b مربوط به سه بار کاربرد اسید سالیسیلیک می‌باشد که دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار یک بار کاربرد این ماده می‌باشد ولی اختلاف معنی‌داری با تیمار دو بار کاربرد این ماده ندارد. کمترین مقدار کلروفیل b مربوط به تیمار یک‌بار استفاده از اسید سالیسیلیک می‌باشد که این مقدار نیز اختلاف معنی‌داری با دو بار استفاده از این ماده ندارد (جدول ۳).

جدول۳. مقایسه میانگین اثر دفعات مصرف اسید سالیسیلیک بر صفات اندازه گیری شده در انجیر رقم سبز

تعداد دفعات مصرف	**کلروفیل b** (mg/g FW)	کل کلروفیل (mg/g FW)	نشت یونی (٪)
۱	b۰/۱۳	b۰/۵۱	a۹٤/۸٤
۲	ab۰/۱۵	a۰/۵۵	a۹۲/٤۹
۳	a۰/۱۷	a۰/۵٦	b۹۰/۱۱

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد با هم ندارند

کلروفیل کل: جدول نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل کل برگ در سطح احتمال ۱ درصد و اثر تعداد دفعات مصرف این ماده در سطح ۵ درصد بر میزان کلروفیل کل تاثیر معنی‌دار دارد. اثر متقابل دفعات مصرف و اسید سالیسیلیک بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). استفاده از اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مورد استفاده در این آزمایش همواره باعث افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل کل برگ انجیر رقم سبز شد (جدول ۲).

بیشترین مقادیر کلروفیل کل مربوط به تیمارهای دو و سه بار کاربرد اسید سالیسیلیک و کمترین مقدار کلروفیل کل مربوط به تیمار یک‌بار استفاده از اسید سالیسیلیک بود(جدول ۳).

در تحقیق حاضر استفاده از اسید سالیسیلیک باعث افزایش محتوای کلروفیل a، b و کل کلروفیل برگ در انجیر رقم سبز گردید. دفعات مصرف نیز باعث افزایش مقدار کلروفیل b و کلروفیل کل گردید. کلروفیل‌ها مهم‌ترین رنگدانه‌های جذب‌کننده نور در غشای تیلاکوئیدی کلروپلاست‌ها می‌باشند. این رنگدانه های سبز دارای ساختمان چند حلقه‌ای مشابه پروتوپورفیرین موجود در هموگلوبین بوده، با این تفاوت که در مرکز آن‌ها به جای Fe^{2+} یون Mg^{2+} قرار دارد. کلروپلاست‌ها همواره حاوی کلروفیل a و b، به رنگ سبز بوده تا دامنه جذب نوری یکدیگر را در ناحیه مرئی تکمیل کنند. از اثرات اسید سالیسیلیک بر این رنگدانه‌ها می‌توان به گزارشی که در مورد گیاه *Brassica napus* اشاره کرد که اسپری برگی اسید سالیسیلیک بر این گیاه مقدار کلروفیل را افزایش داده است (قای و همکاران، ۲۰۰۲). اشرف و همکاران (۱۹۹٤) کاهش غلظت کلروفیل را در شرایط کم آبی به اثر فعالیت کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و در نهایت تجزیه کلروفیل نسبت دادند. گزارش شده است که کاربرد اسیدسالیسیلیک در انار (دلانی و همکاران،۱۹۹٤)، ذرت (خوداری، ۲۰۰٤) و خربزه (کورکماز و همکاران، ۲۰۰۷) باعث افزایش کلروفیل برگ شده است که همه این نتایج با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارند.

اتیلن عامل تخریب کلروفیل است و اسید سالیسیلیک به خاطر داشتن گروه o- هیدروکسیل آزاد بر روی حلقه اسیدبنزوئیک توانایی کلاته کردن فلزات را داشته و در نتیجه با کلاته کردن آهن موجود در آنزیم ACC اکسیداز می‌تواند باعث مهار بیوسنتز اتیلن و جلوگیری از تخریب مولکول کلروفیل گردد (راسکین، ۱۹۹۲).

کاروتنوئیدهای برگ: نتایج نشان داد که تاثیر غلظت اسید سالیسیلیک بر میزان کاروتنوئید برگ انجیر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد اما تعداد دفعات مصرف این ماده و اثر متقابل دفعات مصرف و غلظت اسید سالیسیلیک بر این صفت معنی دار نشد(جدول ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

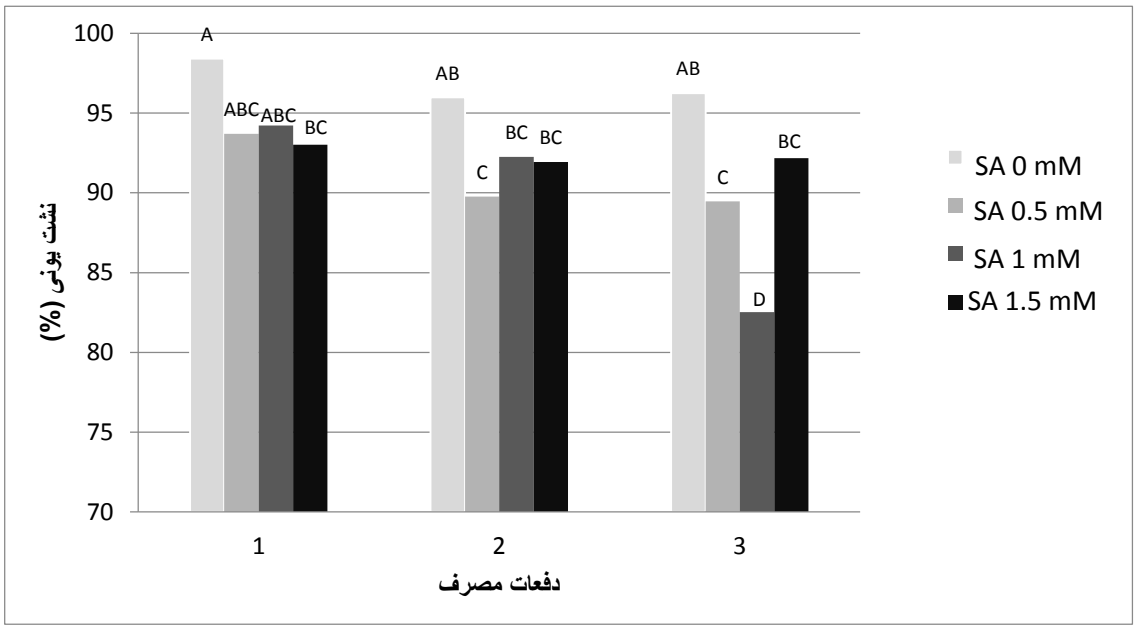
نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که استفاده از اسید سالیسیلیک در تمامی غلظت‌های مورد استفاده در این آزمایش باعث افزایش معنی‌دار مقدار کاروتنوئید در برگ انجیر رقم سبز شده است(جدول ۲).

غشای تیلاکوئیدی علاوه بر کلروفیل‌ها حاوی رنگدانه‌های ثانویه جذب نور یعنی کاروتنوئیدهاست. مهم‌ترین این ترکیبات بتاکاروتن است که یک ایزوپرونوئید قرمز- نارنجی است. کاروتنوئیدها نور را در طول موج‌هایی جذب می‌کنند که توسط کلروفیل‌ها جذب نمی‌گردد بنابراین گیرنده نوری مکمل هستند (لیچتندر، ۱۹۸۷). گزارشی در مورد اثر اسیدسالیسیلیک بر سنتز کاروتنوئیدها و گزانتوفیل در گیاه گندم نشان داده است که سنتز این دو رنگدانه افزایش یافته، که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد (کایدان و همکاران، ۲۰۰۷). محلول‌پاشی با اسید سالسیلیک با افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله کاروتنوئیدها موجب کاهش مقدار پراکسیداسیون لیپیدها و مقدار H_2O_2 و حفاظت بیشتر از غشاهای سلولی، فتوسنتزی و رنگیزه‌های فتوسنتزی شده و از کاتابولیسم کلروفیل جلوگیری کرده است (کاستا و همکاران، ۲۰۰۵).

شاخص ثبات غشای سلولی (نشت یونی): نتایج نشان می-دهد که اسید سالیسیلیک و دفعات مصرف این ماده در سطح یک درصد دارای تاثیر معنی‌دار بر میزان نشت یونی در انجیر رقم سبز می‌باشد. اثر متقابل غلظت اسید سالیسیلیک و تعداد دفعات مصرف آن نیز دارای اثر معنی دار در سطح ۵ درصد بر این صفت است (جدول۱).

بیشترین میزان نشت یونی در درختان شاهد و کمترین میزان مقدار نشت یونی در درختان تیمار شده با اسید سالیسیلیک مشاهده می‌شود هر چند که اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بکار رفته در این آزمایش مشاهده نمی-شود (جدول ۲). بیشترین تاثیر در کاهش میزان نشت یونی به سه بار استفاده از اسید سالیسیلیک مربوط است (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دفعات مصرف و غلظت اسید سالیسیلیک نشان داد که کمترین مقدار نشت یونی با سه بار استفاده از اسید سالیسیلیک با غلظت یک میلی‌مولار حاصل شد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر متقابل غلظت و دفعات مصرف اسید سالیسیلیک بر میزان نشت یونی انجیر رقم سبز

تنش‌های غیر زنده باعث آسیب و تخریب غشاهای بیولوژیکی، افزایش نفوذپذیری، نشت الکترولیت‌ها و کاهش توانایی غشای پلاسمایی در جذب آب و مواد محلول و در نتیجه مرگ سلول می‌گردند(مارتین و هولگر، ۲۰۰۱). مشخص شده که ثبات غشای سلولی مولفه اصلی در تحمل به از دست دادن آب در گیاهان است و افزایش نشت یونی نشان دهنده بروز آسیب غشایی است، زیرا افزایش نفوذ پذیری غشا تراوش الکترولیت‌ها از سلول را به دنبال دارد (بلوم، ۲۰۰۵). گزارش شده که تنش

www.SID.ir

Archive of SID

خشکی باعث افزایش نشت یونی در برخی چمن‌ها گردیده است (لیو و همکاران، ۲۰۰۸). اسید سالیسیلیک سبب کاهش آسیب به غشاها و در نتیجه کاهش نشت الکترولیت می شود. در مورد نقش اسید سالیسیلیک در کاهش نشت‌یونی گزارشات متعددی وجود دارد از جمله اینکه اسید سالیسیلیک سبب کاهش نشت یونی در گوجه‌فرنگی شد که این باعث بالا رفتن توان زنده ماندن گیاه در شرایط تنش شده است (استیونس و همکاران، ۲۰۰۶؛ سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین گزارش شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث کاهش نشت یونی در انگور (لیو و همکاران، ۲۰۰۸؛ وانگ و شاو، ۲۰۰۶) شده است.

محتوای نسبی آب برگ (RWC): نتایج بدست آمده نشان داد تاثیر مقادیر مختلف اسید سالیسیلیک بر محتوای نسبی آب برگ انجیر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردیده ولی تعداد دفعات مصرف این ماده و اثر متقابل دفعات مصرف و مقادیر مختلف اسید سالیسیلیک بر این صفت معنی‌دار نشده است (جدول ۱). استفاده از اسید سالیسیلیک با غلظت‌های یک و ۱/۵ میلی مولار باعث افزایش محتوای نسبی آب برگ در انجیر رقم سبز شد (جدول ۲).

تاثیرات مثبت اسید سالیسیلیک تاثیرات مثبت اسید سالیسیلیک بر جو (الطیب، ۲۰۰۵) و ذرت (الخلال و همکاران، ۲۰۰۹) تحت تنش نیز گزارش شده است. اهمیت آب در گیاهان برای نگهداری فشار آماس جهت رشد کامل اثبات شده است در واقع حفظ فشار آماس سبب باز ماندن روزنه‌ها، انجام فتوسنتز و جذب بیشتر آب خواهد شد. لذا طبیعی است که تحت شرایط کمبود آب فرایندهای متابولیسمی گیاه کند و در نتیجه شاخص-های رشدی کاهش پیدا کنند (لارکو، ۱۹۷۹). محنوای آب نسبی برگ همبستگی بالایی با پتانسیل آب برگ دارد کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ منجر به بسته شدن روزنه‌ها کاهش فتوسنتز و در مقادیر شدید منجر به توقف انتقال الکترون، ممانعت نوری و تخریب غشا می‌شود(استیونس و همکاران، ۲۰۰۶). کمبود آب از یک طرف با تاثیر بر ساختار غشای سلول سبب افزایش نفوذپزیری غشا نسبت به یون‌ها و ماکرومول‌ها گردیده و از طرف دیگر با افت محتوای نسبی آب و کاهش پتانسیل آب برگ زمینه کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ را فراهم می‌آورد علاوه بر این گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار دارند، فضای بین سلولی و محتوای نسبی آب در پیکره آنها کاهش یافته تا آب از بافت خاک با نیروی بیشتری وارد گیاه گردد که این امر باعث کاهش محتوای نسبی آب در شرایط تنش می‌گردد (پوپووا و همکاران، ۱۹۹۷). تاثیر اسید سالیسیلیک در افزایش محتوای نسبی آب برگ را می‌توان به نقش این ماده در افزایش قدرت دفاع آنتی اکسیدانی گیاه و کاهش اثرات تنش و افزایش پایداری غشاء و تعدیل و تنظیم اسمزی از طریق افزایش مقدار پتاسیم به عنوان یون بسیار مهم در حفظ تورژسانس سلولی دانست(باندورسکا و استرینسکی، ۲۰۰۵؛ کورکماز و همکاران، ۲۰۰۷).

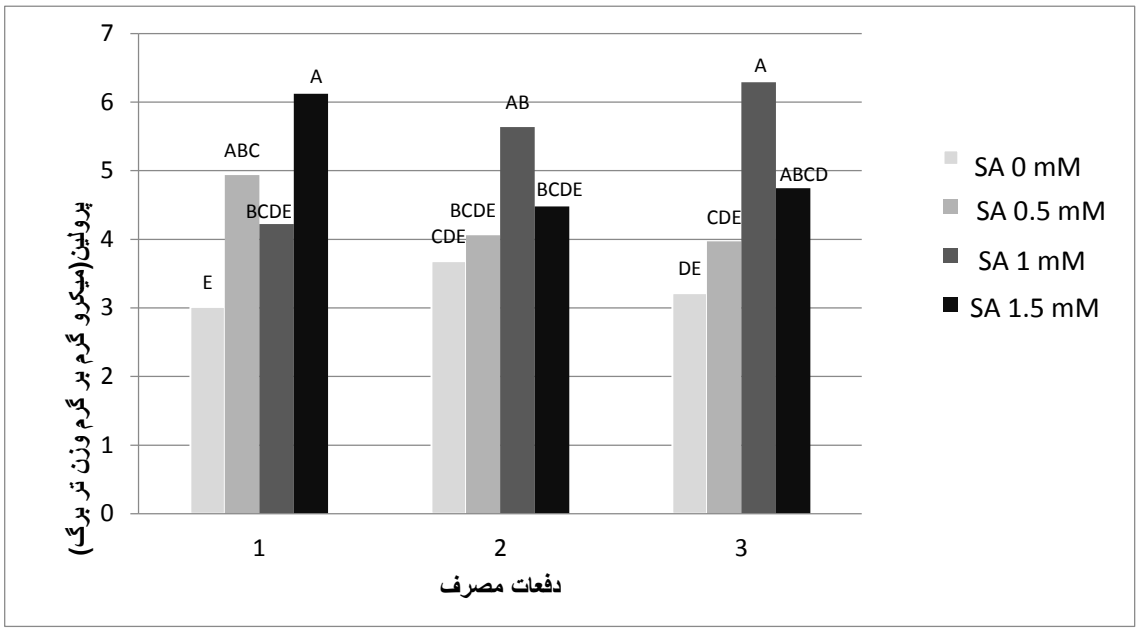
پرولین: نتایج نشان داد که اسید سالیسیلیک در سطح یک درصد دارای تاثیر معنی‌دار بر میزان پرولین است. اثر متقابل غلظت و دفعات مصرف اسید سالیسیلیک نیز در سطح پنج درصد دارای اثر معنی‌دار بر میزان پرولین است. ولی دفعات مصرف اسید سالیسیلیک تاثیر معنی‌داری بر میزان پرولین نداشت (جدول ۱).

استفاده از اسید سالیسیلیک باعث افزایش میزان پرولین در انجیر رقم سبز گردید به طوری که بیشترین مقدار پرولین برگ در تیمار یک میلی مولار اسید سالیسیلیک و کمترین میزان پرولین (۳/۳ میکروگرم بر گرم وزن تر برگ) در تیمار شاهد و دیده شد. اگر چه اختلاف معنی‌داری بین تیمار یک و ۱/۵ میلی مولار مشاهده نگردید (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دفعات مصرف و غلظت اسید سالیسیلیک بر میزان پرولین انجیر رقم سبز در شکل (۲)نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- اثر متقابل غلظت و دفعات مصرف اسید سالیسیلیک بر میزان پرولین انجیر رقم سبز

بر اساس نتایج این تحقیق گیاهان تیمار شده با اسید سالیسیلیک پرولین بیشتری را به خود اختصاص دادند و به دنبال آن افزایش محتوای نسبی آب برگ نیز در آنها مشاهده گردید.

تنظیم اسمزی یکی از راهکارهایی است که گیاه در هنگام مواجه شدن با خشکی برای حفظ تورژسانس و آماس سلولی به خدمت می‌گیرد. طی این پدیده فیزیولوژیکی، در اثر تجمع یک سری مواد اسمزی در سلول، پتانسیل اسمزی بافت‌های تحت تنش کاهش می‌یابد بنابراین فشار تورگر سلول‌ها در حد مطلوب حفظ می‌شود (وودسون و لاوتون، ۱۹۸۸). این مواد اسمزی به‌طور عمده شامل عناصر (پتاسیم، سدیم، کلسیم) و برخی متابولیت‌ها نظیر قندها (مونوساکاریدها)، اسیدهای آمینه (پرولین) و اسیدهای آلی می‌شود (هونت، ۱۹۸۲). ناکانو و همکاران(۲۰۰۲) نیز دریافتند که هنگام تنش شوری و خشکی اسید سالیسیلیک باعث القاء تجمع پرولین گردیده و در نتیجه باعث کاهش تأثیرات زیان آور تنش شوری و خشکی می شود. مقدار پروتئین محلول یعنی آمینو اسیدهای آزاد مثل پرولین در بخش هوایی و ریشه گیاه تحت تیمار اسید سالیسیلیک افزایش پیدا می‌کند (بورسانی و همکاران، ۲۰۰۱). پرولین احتمالا در حفاظت از ساختمان ماکرو مولکول‌ها و هیدروکسی پرولین نیز در سنتز دیواره سلولی نقش دارد به‌طوری که تجمع پرولین در تمام اندام‌های گیاه طی تنش وجود دارد (هور، ۱۹۹٤). تیمار با اسید سالیسیلیک در گردو مقدار کربوهیدرات‌ها، پروتئین و پرولین را افزایش داده است (خرمشاهی، ۱۳۹۱). همچنین اسید سالیسیلیک باعث افزایش پرولین در گندم (سینگ و یوشا، ۲۰۰۳) شده است.

رشد طولی شاخه: نتایج نشان داد که استفاده از اسید سالیسیلیک، با غلظت‌ها و دفعات به کار رفته در این آزمایش، هیچ‌گونه تاثیر معنی‌داری بر رشد طولی شاخه انجیر ندارد. (جدول ۱).

تیمار با اسیدسالیسیلیک باعث حفظ سطح سیتوکنین و اکسین در بافت‌های گیاهی، افزایش تقسیم سلولی گیاه و در نتیجه افزایش رشد گیاه می‌شود (شاکیروا و همکاران، ۲۰۰۳) اسیدسالیسیلیک سبب بهبود جذب عناصر غذایی در شرایط تنش خشکی می‌گردد که این خود می‌تواند افزایش رشد را به همراه داشته باشد (مردانی و همکاران، ۱۳۹۰). مشخص شده است که اسیدسالیسیلیک باعث افزایش ارتفاع گیاه سویا (گوتیرز- سورونادو و همکاران، ۱۹۹۸) می‌شود. این گزارش‌ها با نتایج حاصل از این پژوهش در مورد رشد طولی شاخه‌های انجیر مطابقت ندارد. این اختلاف ممکن است به علت تفاوت در فیزیولوژی این گیاه، شرایط محیطی رشد انجیر که به صورت دیم می‌باشد و روش اعمال تیمار اسید سالیسیلیک باشد.

میانگین سطح برگ: استفاده از اسید سالیسیلیک با غلظت‌ها و دفعات به کار رفته در این آزمایش، هیچ‌گونه تاثیر معنی‌داری بر میانگین سطح برگ انجیر رقم سبز نداشته است(جدول ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

برخی از محققین معتقدند که وقوع تنش میزان سطح برگ را کاهش می‌دهد که ناشی از کاهش اندازه سلول است که در نتیجه کاهش رشد سلول اندازه اندام محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی بر روی گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچکتر برگ‌ها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد (هسیاو، ۱۹۷۳). کاهش سطح برگ در شرایط تنش ممکن است به عنوان یک صفت تطابقی باعث مقاومت بیشتر به خشکی شود. گزارش شده که ویژگی‌های رشد و نموی اندام هوایی نظیر سطح برگ ممکن است در مقاومت گیاه در برابر تنش مهم‌تر از ریشه باشند (بلوم، ۲۰۰۵). تنش خشکی سبب کاهش فعالیت آنزیم روبیسکو می‌شود، به نظر می‌رسد اسیدسالیسیلیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و در نتیجه بهبود فتوسنتز سبب افزایش سطح برگ می‌شود (خان و همکاران، ۲۰۰۳). میار صادقی و همکاران (۱۳۸۳) گزارش کردند که سطح برگ‌های لپه‌ای و حقیقی کلزا بر اثر پیش تیمار با اسید سالیسیلیک در شرایط نرمال و تنش رطوبتی بطور معنی‌داری افزایش یافت. در تیمار دانه‌های جو با اسیدسالیسیلیک، رشد به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش پیدا کرد اما سطح برگ کاهش یافت (حیات و همکاران، ۲۰۰۵). هیچکدام از این گزارش‌ها با نتایج حاصل از این تحقیق در مورد میانگین سطح برگ انجیر مطابقت ندارد. این اختلاف ممکن است به علت تفاوت در فیزیولوژی این گیاه، شرایط محیطی رشد انجیر که به صورت دیم می‌باشد و روش اعمال تیمار اسید سالیسیلیک باشد.

عملکرد: نتایج نشان داد که تاثیر اسید سالیسیلیک بر میزان عملکرد انجیر در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده است. اما تعداد دفعات مصرف این ماده و اثر متقابل دفعات مصرف و اسید سالیسیلیک بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). اسید سالیسیلیک در تمامی غلظت‌های مورد استفاده در این آزمایش باعث افزایش معنی‌دار مقدار عملکرد انجیر رقم سبز شد به‌طوری که کمترین مقدار عملکرد (۲۰/۱ کیلوگرم بر درخت) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۲).

گزارش شده است که اسید سالیسیلیک فتوسنتز را در گیاهان در معرض تنش خشکی افزایش می‌دهد (لارکو، ۱۹۷۹). اسید سالیسیلیک فتوسنتز را در گیاهان سویا، جو و ذرت افزایش داده است (خان و همکاران، ۲۰۰۳). اسید سالیسیلیک در گندم میزان فتوسنتز (هامادا و الحکیمی، ۲۰۰۱)، پروتئین و قند شاخساره و ریشه (محمد و احمد، ۲۰۱۰) ، عملکـرد (شاکیرووا و همکاران، ۲۰۰۳) و کلروفیل برگ (سینگ و یوشا، ۲۰۰۳) را تحت تنش خشکی افزایش داده است. گزارش شده است که هم اسید سالیسیلیک و هم استیل‌سالیسیلیک اسید، در غلظت‌های ۰/۱ میلی‌مول و ۰/۵ میلی‌مول، به‌طور موثری گوجه فرنگی و لوبیا را در مقابل تنش خشکی محافظت کردند و موجب افزایش رشد و عملکرد گیاهان در این شرایط گردید (سناراتنا و همکاران، ۲۰۰۰). فاروق و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که استفاده از اسید سالیسیلیک بر روی بذرهای برنج در شرایط تنش خشکی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی توانست عملکرد این گیاه را به طور معنی‌داری افزایش دهد.

بر اساس نتایج مربوط به صفات بررسی شده در این آزمایش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از اسید سالیسیلیک از طریق افزایش میزان کلروفیل، کاروتنوئید، محتوای آب نسبی برگ و پرولین و کاهش میزان نشت الکترولیت همواره باعث بهبود کارایی گیاه در شرایط دیم گردیده و افزایش عملکرد گیاه نیز در نتیجه این تاثیرات مثبت حاصل شده است.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از اسید سالیسیلیک باعث افزایش محتوای کلروفیل a، b و کل، کاروتنوئید، محتوای آب نسبی برگ، پرولین و عملکرد گردید. کاربرد اسید سالیسیلیک میزان نشت یونی انجیر رقم سبز کاهش داد و استفاده از این ترکیب هیچ‌گونه تاثیر معنی‌دار بر رشد طولی شاخه و میانگین سطح برگ نداشت. همچنین اثر دفعات مصرف اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل a، کلروفیل کل و نشت الکترولیت معنی‌دار بود ولی هیچگونه تاثیر معنی دار بر سایر صفات مورد بررسی نداشت. همان‌طور که گفته شد استفاده از اسید سالیسیلیک باعث کاهش نشت الکترولیت و افزایش میزان پرولین داخلی شد. نشت الکترولیت در بافت گیاه شاخص خوبی برای تخمین نفوذپذیری غشاء و میزان آسیب وارد شده به غشاء است. پرولین نیز اسید آمینه‌ای است که باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر شرایط تنش می‌شود. به طور کلی بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق استفاده از اسید سالیسیلیک باعث بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیک مرتبط با افزایش تحمل به تنش خشکی و افزایش عملکرد انجیر در شرایط دیم گردید.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل از طرح پژوهشی با عنوان »تاثیر اسید سالیسیلیک بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک

www.SID.ir

Archive of SID

انجیر دیم استهبان» می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان انجام شده است.

منابع

فقیه، ح. و ج. ثابت سروستانی. ۱۳۸۰. انجیر کاشت داشت برداشت. انتشارات راهگشا. ۲۹۲ ص.

گلدانی،م. و م.کمالی . ۱۳۸۹. تاثیر پراکسیدهیدروژن برتنش کم آبی در گیاهان تکمه‌ای (*Gomphrena globosa* L.)وتاج خروس زینتی(*Amaranthus tricolor* L.). فن آوری تولیدات گیاهی ،جلد۱۰،شماره۲،صفحه:۸۱-۶۵.

خرمشاهی، ل. ۱۳۹۱. اثر محلول تیوفر و سالیسیلیک اسید بر مقاومت به سرمای بهاره درختان گردو. دانشگاه بوعلی سینا ، همدان ، پایان نامه کارشناسی ارشد.

مردانی، ح. بیات، ح. عزیزی، م. ۱۳۹۰. تاثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دانهال های خیارتحت شرایط تنش خشکی. نشریه علوم باغبانی علوم و صنایع کشاورزی. شماره۳:۲۵. ۲۳۶-۲۳۰

میارصادقی س. ۱۳۸۳. تاثیر پرایمینگ سالیسیلیک اسید بر برخی خصوصیات مرفولوژیک و فیزیولوژیک کلزا تحت تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

Arnon, D. T. 1949. Copper enzymes in isolation chloroplast phenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiol. 24:1-15.

Ashraf, M. Y., A. R. Azim, A. H. Khan, and S. A. Ala. 1994. Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat (Triticum aestivum L.). Acta physiol. Plant. 16: 185- 191.

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

Bates I.S., R.P. Waldern and I.D. Tear.1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.

Blum, A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? Aust. J. Agric. Res. 56: 1159-1168.

Borsani O, V. Valpuesta, M. A. Botella. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings .Plant physiol. 126 :1024–1030.

Costa, M., P. M. Civell, A. R. Chaves and G. A. Martinez. 2005. Effects of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20°C. Post harvest Biol. Technol. 35: 191-199.

Delany T.P., S. Uknes, B. Vernooij, L. Friedrich, K. Weymann, D. Negrotto, T. Gaffney, M. Gut-Rella, H. Kessmann, E. Ward and J. Ryals 1994. A central role of salicylic acid in plant disease resistance. Science. 266: 1247- 1250.

El-Khallal, S.M., T.A. Hathout, A.A. Ashour and A.A. Kerrit. 2009. Brassinolide and salicylic acid induced growth, biochemical activities and productivity of maize plants grown under saltstress. J. Agri.Biol. Sci. 5: 380- 390.

El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regul. 45: 215-225.

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

Farooq, M., S.M.A. Basra, A. Wahid, N. Ahmad and B.A. Saleem. 2009. Improving the drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. J. Agron. Crop Sci. 195: 237-246.

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

Gutierrez-Coronado, M. A., C. Trejo-Lopez and A. Larqué-Saavedra.1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiol. Biochem. 36: 653-665.

Hamada, A.M. and A.M.A. Al-Hakimi. 2001. Salicylic acid versus salinity-drought induced stress on wheat seedlings. Rostl. Vyro. 47: 444-450.

www.SID.ir

Hayat, S., Q. Fariduddin, B. Ali, and A. Ahmad. 2005. Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. Acta Agron. Hung. 53: 433-437.

Heuer, B. 1994. Osmoregulatory role of proline in water-and salt-stressed plants. pp. 363-481. In: M. Pessarakli(Ed.), Handbook of plant and crop Stress. Marcel Dekker pub., New York.

Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. Annu. Rev. Plant Physiol. 24: 519-570.

Hunt, R. 1982. Plant growth curves. Edward Arnold Pub. Ltd. London. Britain.

Kaydan, D., M. Yagmur and N. Okut. 2007. Effects of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). Tarim Bilimleri Dergisi, 13 (2): 114–119.

Khan, W., B. Prithviraj, and D. L. Smith. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. J. Plant physiol. 160: 485-492.

Khodary, S. F. A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants .Int. J. Agric. Biol. 6 :5–8.

Korkmaz, A., M. Uzunlu and A. R. Demirkiran. 2007. Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. Acta Physiol. Plant. 29: 503-508.

Larque, S.A. 1979. Stomatal closure in response to acetalsalicylic acid treatment. Z. Pflanzenphysiol. 93: 371–5.

Lichtenthder, H. K. 1987. Chlorophyllus and carotenoids: Pigments of phorosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology. 148: 350-382.

Liu, Y., J. Zhang, H. Liu and W. Huang. 2008. Salicylic acid or heat acclimation pre-treatmentenhances the plasma membrane-associated ATPase activities in young grape plants. Scientia Horticulturae, 119: 21-27.

Martin, H., and K. Holger. 2001. Soil organic matter in particle size fractions of a long term agricultural feild experiment receiving organic amendment. Soil. Sci. Soc. Am. J. 65:352-358.

Mohamed, A. and L. Ahmed. 2010. Response of wheat cultivars to drought and salicylic acid. Amer-Eurasian J. Agric. 3: 01-07.

Munne–Bosch, S., J. Penuelas. 2003. photo–and antioxidative protection, and a role for salicylic acid during drought and recovery in field –grown Phillyrea angutifolia plants .Planta. 217 :758–766.

Nakano, R. S. Inoue, Y. Kubo and A. Inaba. 2002. Water stress-induced ethylene in the calyx triggers autocatalytic ethylene production and fruit softening in 'Tonewase' persimmon grown in a heated plastic-house. Posth. Biol. Tech. 25: 293-300.

Popova, L., T. Pancheva and A. Uzunova. 1997. Salicylic acid: Properties, Biosynthesis and Physiological role. Plant Physiol. 23: 85- 93.

Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 43: 439-46.

Senaratna, T., D. Merrit, K. Dixon, E. Bunn, D. Touchell and K. Sivasithamparam. 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 Regul. 39: 77-81.

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

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

Shakirova, F.M., M.V. Bezrukova. 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. Biology Bulletin, 24, 109–112.

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

Smartt, J. 1994. The groundnut crop. A scientific basis for imporovement. London. Chapman and Hall. pp: 734-735.

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

Wang, L.J. and H.L. Shao. 2006. Salicylic acid induced heat or cold tolerance in relation to Ca^{2+} homeostasis and antioxidant systems in young grape plants. Plant Sci. 170: 685-69.

www.SID.ir

Archive of SID

Woodson, W. R. and K. A. Lawton. 1988. Ethylene-induced gene expression in carnation petals. Plant Physiol. 87: 498-503.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of different amounts and application number of salicylic acid on increasing drought tolerance of fig in rain-fed conditions of Estahban region

R. Babadaei Samani[1], A. Javid[2], M. Shaebani[3]

Received: 2018-1-12 Accepted: 2019-1-2

Abstract

Currently, drought due to reduced precipitation as the most prevalent environmental stress in most climate zones, has affected the growth, development and yield of rain-fed crops. Today, the use of salicylic acid as one of plant growth regulator substances is a common way to increase plant resistance to stresses such as drought. This experiment was conducted in 2015 in order to determine the effects of different concentration and different application number of salicylic acid on increasing drought tolerance of fig cv. "Sabz" under rain-fed condition in Estahban region. Investigation was performed as factorial based on a randomized complete block design (CRBD) with three replications. The studied factors included salicylic acid in four levels (0, 0.5, 1 and 1.5 mM) and different number of foliar sparying in three levels (one, two and three times in three week intervals). The first foliar application of salicylic acid was carried out three weeks after caprification of trees. The measured parametersincluded chlorophyll, carotenoids, proline, ion leakage, average leaf area, shoot growth, relative water content (RWC) and yield. The results showed that the use of salicylic acid increased chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, carotenoids, relative water content, proline and yield, but, decreased ion leakage of the cell. Application of this compound did not significantly affect on shoot growth and leaf area. The effect of application number of salicylic acid on chlorophyll a, total chlorophyll and ion leakage was significant, but, it had no significant effect on other traits. According to the results, the improvement of some physiological characteristics related to drought stress by salicylic acid has caused an increased in drought tolerance and in yield of fig under the rain-fed conditions.

Key words: Ion leakage, chlorophyll, carotenoids, proline, yield

1 - Department of Horticultural Science, Estahban Branch, Islamic Azad University, Estahban, Iran
2 - Department of Horticultural Science, Estahban Branch, Islamic Azad University, Estahban, Iran
3 - Department of Horticultural Science, Estahban Branch, Islamic Azad University, Estahban, Iran

www.SID.ir