

اثر کاربرد اسید سالسیلیک، ضدیخ و روغن سویا بر میزان رنگیزه فتوسنتزی، مادگی سالم و درصد تشکیل میوه گیلاس رقم "سیاه تکدانه مشهد" در شرایط تنش سرما

حسین سرتیپ^{۱*}، علی اکبر شکوهیان^۲، اسماعیل چمنی^۳ و علیرضا قنبری^۴

۱- فارغ التحصیل دکتری فیزیولوژی تولید و پس از برداشت محصولات باغی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشیار فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۳- استاد فیزیولوژی و اصلاح گیاهان زینتی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۴- استاد بیوتکنولوژی و اصلاح درختان میوه، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

ایمیل نویسنده مسئول: Hosein.sartip@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۹

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کاربرد اسید سالسیلیک، ضدیخ و روغن سویا، بر مقاومت به سرمای گل گیلاس رقم "سیاه تکدانه دانه مشهد" آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ فاکتور هر کدام در ۳ سطح { (اسید سالسیلیک: صفر، ۱/۵ و ۳ میلی مولار)، (ضدیخ طبیعی تیوفر: صفر، ۲/۵ و ۵ قسمت در ۱۰۰۰) و (روغن سویا: صفر، ۲/۵ و ۵ قسمت در ۱۰۰۰) } و در ۴ تکرار در یک باغ تجاری واقع در شهرستان سرعین در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ اجرا شد. بر طبق نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها درصد مادگی سالم تحت تأثیر اثر ساده سال و اثر متقابل اسید سالسیلیک*روغن*ضدیخ تیوفر معنی‌دار گردید. درصد تشکیل میوه گیلاس و همچنین میزان رنگیزه‌های کلروفیل a، b و کل به طور معنی‌داری تحت تأثیر متقابل سال*اسید سالسیلیک قرار گرفت. همچنین میزان کلروفیل کل تحت تأثیر متقابل اسید سالسیلیک*روغن سویا قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد مادگی سالم (۶۹/۲۵ درصد) در ترکیب تیماری ۱/۵ میلی مولار اسید سالسیلیک*غلظت ۲/۵ (قسمت در هزار) روغن سویا*غلظت ۵ (قسمت در هزار) ضد یخ بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۳ میلی مولار اسید سالسیلیک در غلظت ۲/۵ (قسمت در هزار) روغن سویا و غلظت ۵ (قسمت در هزار) ضد یخ نداشت. بیشترین غلظت کلروفیل a (۱۴/۸۷ میلی گرم بر گرم وزن تازه) در سال زراعی ۱۳۹۸ و محلول پاشی ۳ میلی مولار اسید سالسیلیک مشاهده گردید که با تیمارهای محلول پاشی ۱/۵ و ۳ میلی مولار اسید سالسیلیک در سال ۱۳۹۹ در یک گروه آماری مشترک قرار گرفتند. همچنین بیشترین تجمع کلروفیل کل (۲۰/۳۹ میلی گرم بر گرم وزن تازه) در برگ گیلاس در سال زراعی ۱۳۹۸ و محلول پاشی ۳ میلی مولار اسید سالسیلیک مشاهده شد، کمترین تجمع کلروفیل کل نیز (۱۸/۰۹ میلی گرم بر گرم وزن تازه) در سال زراعی ۱۳۹۸ و عدم محلول پاشی اسید سالسیلیک (محلول پاشی با آب) مشاهده شد.

کلمات کلیدی

"رنگیزه فتوسنتزی"، "ضدیخ"، "درصد تشکیل میوه"، "گیلاس".

۱- مقدمه

(۲۰۱۰). تنش سرما از بین تنش‌های غیر زنده، بدلیل کاهش محصول و محدودیت در پراکنش جغرافیایی گیاهان، اهمیت زیادی دارد (Matuk et al, ۲۰۰۸). خسارت ناشی از سرما در مراحل حساس رشد و نمو گیاه، یکی از عوامل مهم کاهش عملکرد گیاهان در سراسر جهان است (Yang et al, ۲۰۱۱) که بیشترین خسارت اقتصادی به محصولات کشاورزی ناشی از خسارت سرمازدگی بهاره بوده که طی ۱۰ سال اخیر هفت برابر افزایش یافته است، بطوری که صرفاً

با تغییرات آب و هوای زمین در سال‌های اخیر، سرماهای دیررس بهاره در بسیاری از مناطق کشور به صورت بومی درآمده که همه ساله خسارت‌های فراوانی را به گیاهان و محصولات کشاورزی وارد می‌کنند (کریمی، ۱۳۸۴). تنش-های محیطی در گیاهان سبب تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و مولکولی می‌شوند که این تغییرات، بر رشد و مقدار محصول تأثیر منفی می‌گذارند (Javadian et al, ۲۰۱۱).

طی ۹ ماهه سال ۱۳۹۵، از کل ۹۶۱۰ میلیارد تومان خسارت انواع مخاطرات به بخش کشاورزی ۵۷۳۳ میلیارد تومان (حدود ۶۰٪) مربوط به سرمازدگی بوده است. باید توجه داشت که جوانه‌های گل در مرحله غنچه ممکن است تا ۷- درجه را به مدت ۳۰ دقیقه تحمل کنند، در حالی که گل‌های باز عموماً در دمای کمتر از ۲- درجه از بین می‌روند. میوه‌های کوچک بعد از ریزش گلبرگ‌ها بسیار حساس‌تر به سرما هستند. براین اساس عملیاتی که سبب تاخیر در روند رشد جوانه شوند، می‌توانند تأثیر بسزایی بر کاهش خسارت ناشی از سرمای بهاره داشته باشند. بنابراین هر عاملی که موجب به تاخیر انداختن روند نمو جوانه‌ها در بهار شود، می‌تواند سبب مصونیت آنها از سرمای بهاره شود (میرمحمد مبینی و تکش اصفهانی، ۱۳۸۳). برای این منظور اقدامات زیادی را می‌توان انجام داد. یکی از راهکارها، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد از جمله اسید جاسمونیک، اسید سالیسیلیک و آلار است که می‌توانند در کاهش خسارت سرمای بهار موثر باشند. سازوکار تأخیر گلدهی با استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد، توقف تقسیم سلولی و تأخیر در نمو جوانه‌های گل و کاهش در رشد می‌باشد. همچنین کاهش تأثیر دمای کم در برطرف شدن رکود، کاهش حساسیت جوانه‌های گل به دماهای رشد و نیز افزایش مقاومت جوانه‌های گل به سرما به دلیل تجمع مقادیر زیاد سوربیتول و ساکارز ذکر شده است (معین‌راد، ۱۳۸۸). روش دیگر برای کاهش خسارت سرمای بهاره استفاده از ضد یخ طبیعی (Natural Plant Antifreeze) است. این مواد یا به صورت سد مکانیکی جلوگیری از تشکیل کریستال یخ روی بافت‌های گیاهی حساس عمل می‌کنند یا سامان‌های مقاومت به سرما در گیاه را فعال می‌کنند (Wilson, ۲۰۰۱). ضد یخ طبیعی، نقطه انجماد را در گیاهان پائین‌تر آورده (۸-۷ درجه) و بر این اساس کمک می‌کند تا از گیاهان در مقابل سرما و یخ زدگی محافظت شود. اسید سالیسیلیک تأثیر خود را بر فتوسنتز از طریق بسته شدن روزنه، کاهش تعرق، سنتز کلروفیل، ممانعت از بیوسنتز اتیلن و جذب و انتقال عناصر غذایی اعمال می‌کند (Ghai et al., ۲۰۰۲). به نظر می‌رسد که اسید سالیسیلیک در مقاومت به تنش سرما از طریق تأثیر بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و متابولیسم پراکسید هیدروژن، زمینه کاهش خسارت سرما و افزایش تحمل گیاه به سرما را فراهم می‌آورد. نقش حفاظتی اسید سالیسیلیک در برابر آسیب سرمایی در گیاهان مختلف مانند هلو (*Prunus persica*) (Cao et al., ۲۰۱۰)، زردآلو (*Prunus armeniaca*) (Guo et al., ۲۰۰۷) و انار (*Punica Punica*)

(*granatum*) (Sayyari et al., ۲۰۰۹) گزارش شده است. کاربرد غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در مرحله گلدهی روی دو رقم زردآلو نشان داد که غلظت دو میلی‌مولار این تنظیم‌کننده رشد توانست خسارت ظاهری سرمازدگی را کاهش دهد (Alirezaie noghondar et al., ۲۰۱۳). حاجی‌وند و رحمتی (۱۳۹۷) گزارش کردند که مواد ضد یخ موجب افزایش معنی‌دار میزان اسمولیت‌ها و فعالیت آنزیم‌های شاخص مقاومت به سرما نسبت به تیمار شاهد شدند. به طوریکه بیشترین میزان این اسمولیت‌ها و میزان فعالیت این آنزیم‌ها به ترتیب مربوط به تیمارهای سالیسیلیک اسید، تیوفر، کراپ‌آید و بایوبلوم بوده و کمترین آن در تیمار شاهد اندازه‌گیری شد. این نتایج نشان داد که ضد یخ‌های تجاری مورد بررسی می‌توانند نه تنها برای افزایش مقاومت گیاه به سرما در تاکستان مورد استفاده قرار بگیرند، بلکه اندازه خوشه و کیفیت انگور را نیز بهبود می‌دهند. کاربرد روغن سویا در دوره خواب گیاه ضمن تغییر در ترکیب هوای داخل جوانه و محدود کردن تبادل‌های گازی، در به تاخیر انداختن زمان باز شدن جوانه‌ها مؤثر است (Dami and Beam, ۲۰۰۴). افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در داخل بافت‌ها به دلیل وجود پوشش‌های روغنی روی جوانه‌ها و جلوگیری از انتشار آن و در نتیجه کاهش تنفس می‌تواند در کنترل فعالیت جوانه‌ها و زمان شکوفایی آنها مؤثر باشد (Odneal, ۱۹۸۴). گیلاس با نام علمی *Prunus avium* L. از تیره *Rosaceae*، زیر تیره *Prunoideae* و جنس *Prunus* یکی از محصولات مهم باغبانی کشور محسوب می‌شود. اکثر ارقام گیلاس دیپلوئید (۲n=۱۶) هستند اما گاهی اوقات انواع تریپلوئید و تتراپلوئید (۲n=۲۴ یا ۳۲) در بین آنها مشاهده می‌شود (Fogle, ۱۹۷۵). هدف از تحقیق حاضر بررسی میزان اثر سطوح اسید سالیسیلیک، روغن سویا و ضد یخ طبیعی تیوفر بر مادگی سالم، درصد تشکیل میوه و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیلاس تحت دمای ۴- درجه سانتی‌گراد در طی سال‌های زراعی ۹۹-۱۳۹۸ بود.

۲- روش انجام تحقیق

کرووفیل a، b و کارتنوئید با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کرووفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای کرووفیل b و ۴۷۰ نانومتر برای کارتنوئید (کاروتن و گزانتوفیل) اندازه گیری شد (Lichtenthaler, ۱۹۹۴). جهت محاسبه غلظت کرووفیل‌های a، b و کارتنوئید (بر حسب میلی گرم بر گرم برگ تازه) از روابط زیر استفاده شد (A): قرائت در طول موج مورد نظر):

$$\begin{aligned} \text{Chlorophyll a} &= 12,25 A_{663} - 2,79 A_{645} \\ \text{Chlorophyll b} &= 21,5 A_{645} - 5,1 A_{663} \\ \text{Carotenoides} &= (1000 A_{470} - 1,82 \text{ chl a} - 85,25 \text{ chl b}) / 198 \end{aligned}$$

محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۳ انجام گرفت و میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

۳- نتایج

بر طبق نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها درصد مادگی سالم تحت تأثیر اثر ساده سال و اثر متقابل اسید سالسیلیک*روغن*ضد یخ تیوفر معنی‌دار گردید. درصد تشکیل میوه گیلاس و همچنین میزان رنگیزه‌های کرووفیل a، b و کل به طور معنی‌داری تحت تأثیر متقابل سال*اسید سالسیلیک قرار گرفت. همچنین میزان کرووفیل کل تحت تأثیر متقابل اسید سالسیلیک*روغن سویا قرار گرفت. میزان کارتنوئید نیز تحت تأثیر اثر متقابل سال*اسید سالسیلیک*روغن سویا قرار گرفت (جدول ۲).

به منظور بررسی تأثیر کاربرد اسید سالسیلیک، ضد یخ و روغن سویا بر تحمل به سرمای گیلاس رقم سیاه تکدانه مشهد آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه فاکتور اسید سالسیلیک (صفر، ۱/۵ و ۳ میلی مولار)، ضد یخ طبیعی تیوفر (صفر، ۲/۵ و ۵ قسمت در ۱۰۰۰) و روغن سویا (صفر، ۲/۵ و ۵ قسمت در ۱۰۰۰) در ۴ تکرار و در طی سال‌های ۹۹-۱۳۹۸ در یک باغ تجاری واقع در شهرستان سرعین، روستای کرده‌ده اجرا شد. این تیمارها بصورت محلول پاشی در سه نوبت (زمان تورم جوانه، غنچه و باز شدن کامل گل) انجام گرفت. ۷۲ ساعت بعد از اعمال آخرین مرحله تیمارهای آزمایشی، شاخه‌ها حاوی گل از درختان باغ گرفته شده و در کیسه‌های پلاستیکی همراه با فلاسک حاوی یخ به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت گروه باغبانی و آزمایشگاه مرکزی دانشگاه محقق اردبیلی منتقل شدند، شاخه‌ها در پارچه‌های مرطوب و در داخل فویل آلومینیوم پیچیده شده و سپس در داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار گرفتند. کیسه‌های پلاستیکی حاوی شاخه‌ها در حمام اتیلن- گلیکول به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴- درجه سانتی- گراد تیمار شدند. نمونه‌ها از انکوباتور خارج شده و در دمای اتاق $21 \pm 1^\circ \text{C}$ به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند و سپس نمونه‌های هر تیمار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نمونه‌هایی تهیه و در ظروف در بسته سرد به آزمایشگاه منتقل شدند. از قسمت وسط پهنک هر برگ دیسک‌هایی به قطر ۵ میلی متر تهیه و پس از توزین دقیق با ترازو (با دقت 0.01 گرم) و عصاره گیری با استون ۸۰ درصد، غلظت

جدول ۱- میانگین دمای ماهانه در طی آزمایش- سال‌های ۹۹-۱۳۹۸

سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد (درجه سانتیگراد)
	(درجه سانتیگراد)	(درجه سانتیگراد)	(درجه سانتیگراد)
۱۳۹۸	۶/۸	۱۲/۱	۱۸/۴
۱۳۹۹	۶/۱	۱۲	۱۹/۷

• اندازه گیری غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی

(کرووفیل a، b، کل و کارتنوئیدها):

به منظور اندازه گیری غلظت کرووفیل‌های a، b، و کارتنوئید در مرحله گلدهی از جوانترین برگ‌های کامل توسعه یافت

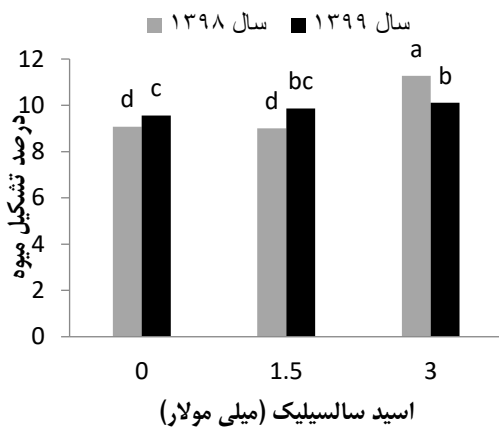
مطالعات علوم محیط زیست، دوره نهم، شماره ۳، فصل پاییز سال ۱۴۰۳، صفحه ۹۲۵۴-۹۲۴۳

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک، روغن سویا و ضد یخ تیوفر بر درصد مادگی سالم، درصد تشکیل میوه و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیلاس

منابع تغییرات	درجه آزادی	مادگی سالم	درصد تشکیل میوه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید
تکرار	۳	۱۰۴/۶۷ ^{ns}	۱/۳۷ ^{ns}	۲/۲۳ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۲/۳۷ ^{ns}	۰/۰۶ [*]
سال	۱	۲۱۴۴/۱ ^{ns}	۰/۱۹ ^{ns}	۱۵/۰۱ ^{**}	۱/۹۴ ^{**}	۲۷/۷۴ ^{**}	۰/۰۶ ^{ns}
خطای اصلی	۳	۶۳/۲	۰/۶۷	۲/۲	۰/۲۹	۳/۷۱	۰/۰۲
سالیسیلیک اسید	۲	۲۵۸۸/۱ ^{ns}	۴۱/۱۷ ^{ns}	۲۲/۵۸ ^{ns}	۸/۸۹ ^{ns}	۴۲/۲۵ ^{ns}	۱/۱۶ ^{ns}
روغن سویا	۲	۱۶۷۵/۶ ^{ns}	۲/۳۶ ^{ns}	۳۵/۱۵ ^{ns}	۴/۹ ^{ns}	۶۲/۴۸ ^{ns}	۰/۱۹ ^{ns}
ضد یخ	۲	۱۵۴۰/۳ ^{**}	۰/۷۳ ^{ns}	۳/۳ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۳/۳۴ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}
سال * اسید سالیسیلیک	۲	۴۰/۴۴ ^{ns}	۲۰/۶ ^{**}	۱۱/۷۱ ^{**}	۰/۴۴ [*]	۱۵/۸ ^{**}	۰/۰۱ ^{ns}
سال * روغن سویا	۲	۱۹/۰۵ ^{ns}	۱/۸۳ ^{ns}	۳/۹۷ ^{ns}	۰/۳۴ ^{ns}	۵/۲۳ ^{ns}	۰/۳۸ ^{**}
سال * ضد یخ	۲	۹/۲ ^{ns}	۲/۱ ^{ns}	۳/۷۳ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}	۵/۳۸ ^{ns}	۰/۱۳ ^{**}
سالیسیلیک اسید * روغن سویا	۴	۹۶/۲۱ ^{**}	۰/۵ ^{ns}	۱/۳۹ ^{ns}	۱/۵۸ ^{**}	۵/۲۱ [*]	۰/۰۵ ^{ns}
سالیسیلیک اسید * ضد یخ	۴	۲/۶۹ ^{ns}	۰/۷۴ ^{ns}	۱/۶ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۱/۵۵ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}
روغن سویا * ضد یخ	۴	۷۰/۱۶ ^{ns}	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۷۱ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۱/۰۳ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}
سال * سالیسیلیک اسید * روغن سویا	۴	۲۵/۶۱۳ ^{ns}	۱/۰۳ ^{ns}	۱/۷ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۲/۵۸ ^{ns}	۰/۰۶ [*]
سال * سالیسیلیک اسید * ضد یخ	۴	۷/۰۸ ^{ns}	۲/۰۵ ^{ns}	۳/۱۶ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۲/۸۵ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}
سال * روغن سویا * ضد یخ	۴	۱۵/۵۹ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}	۰/۸۱ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۷۵ ^{ns}	۰/۰۶ [*]
سالیسیلیک اسید * روغن سویا * ضد یخ	۸	۵۲/۵۹ ^{ns}	۰/۲۳ ^{ns}	۰/۴۵ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۵۷ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}
سال * سالیسیلیک اسید * روغن سویا * ضد یخ	۸	۱۲/۸۷ ^{ns}	۰/۷۱ ^{ns}	۱/۴۶ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۱/۸۶ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}
خطای فرعی	۱۵۶	۱۷/۰۴	۰/۸۵	۱/۵۴	۰/۱۳	۲/۱۱	۰/۰۲
C.V	-	۷/۸۱	۹/۴۱	۸/۸۶	۶/۷۷	۷/۴۴	۴/۵۸

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

سالیسیلیک بدست آمد که با تیمار عدم محلول پاشی اسید سالیسیلیک (محلول پاشی با آب) در سال زراعی ۱۳۹۸ در یک گروه آماری مشترک قرار گرفتند (شکل ۱).



شکل ۱- اثر متقابل سال*محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر درصد تشکیل میوه

• کلروفیل a

بیشترین غلظت کلروفیل a (۱۴/۸۷ میلی گرم بر گرم وزن تازه) در سال زراعی ۱۳۹۸ و محلول پاشی ۳ میلی مولار اسید سالیسیلیک مشاهده گردید که با تیمارهای محلول پاشی ۱/۵ و ۳ میلی مولار اسید سالیسیلیک در سال ۱۳۹۹ در یک گروه آماری مشترک قرار گرفتند (شکل ۲). با افزایش غلظت محلول پاشی روغن سویا، غلظت رنگیزه کلروفیل a کاهش یافت، بطوریکه تیمار شاهد (محلول پاشی با آب) با غلظت ۱۴/۶۴ میلی گرم بر گرم وزن تازه بیشترین و تیمار محلول-پاشی ۳ میلی مولار اسید سالیسیلیک با غلظت رنگیزه ۱۳/۲۷ میلی گرم بر گرم وزن تازه کمترین میزان کلروفیل a را به خود اختصاص دادند (شکل ۳).

اسید سالیسیلیک از طریق افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و افزایش کلروفیل، میزان فتوسنتز کل را افزایش می دهد (Sing and Usha, ۲۰۰۳). افزایش محتوای کلروفیلی و کارتنوئیدی در شرایط محلول پاشی اسید سالیسیلیک در گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) نیز گزارش شده و نتیجه این امر را افزایش سرعت فتوسنتز دانسته اند (El-Tayeb, ۲۰۰۵)؛ بنابراین می توان نتیجه گرفت که حفظ غلظت کلروفیل در شرایط دشوار محیطی، به ثبات فتوسنتز کمک کرده و سبب کاهش خسارت های وارده به گیاه در تنش های محیطی افزایش عملکرد گیاه می گردد.

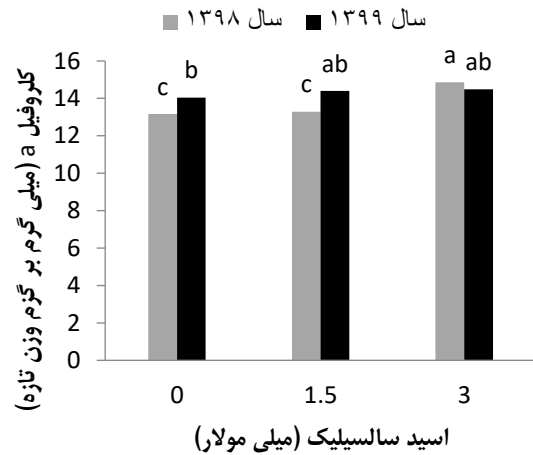
• درصد مادگی سالم

مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین درصد مادگی سالم (۶۹/۲۵ درصد) در ترکیب تیماری ۱/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک*غلظت ۲/۵ (قسمت در هزار) روغن سویا*غلظت ۵ (قسمت در هزار) ضد یخ بدست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار ۳ میلی مولار اسید سالیسیلیک در غلظت ۲/۵ (قسمت در هزار) روغن سویا و غلظت ۵ (قسمت در هزار) ضد یخ نداشت. کمترین درصد مادگی سالم (۳۶/۷۵ درصد) نیز در تیمار شاهد مشاهده گردید. غلظت نابهنگام یا زیاد روغن معدنی ممکن است باعث افزایش نرخ نکرروز جوانه، تاخیر در رسیدن میوه و کاهش کیفیت میوه، تعداد خوشه ها و درصد مادگی سالم انگور شود (Karimi et al., ۲۰۲۱).

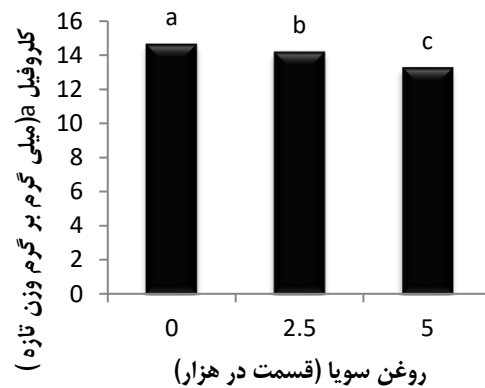
کاربرد غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک در مرحله گله روی دو رقم زردآلو نشان داد که غلظت دو میلی مولار این تنظیم توانست خسارت ظاهری سرمازدگی را کاهش دهد و درصد گل سالم را افزایش دهد (Alirezaie et al., ۲۰۱۳). استفاده از روغن معدنی در زمستان همزمان با مرحله خواب کامل جوانه ها باعث تسریع گله روی، افزایش یکنواختی رشد و افزایش کمیت و کیفیت مغز پسته شده است (Karimi et al., ۲۰۲۱). نقش حفاظتی اسید سالیسیلیک در برابر آسیب سرمایی در گیاهان مختلف مانند پسته (Sajadian, ۲۰۱۱) و گردو (Khoram Shahi, ۲۰۱۲) گزارش شده است. نتایج پیر خضری (Pirkhezari, ۲۰۱۸) نشان داد که تیمار با ضد یخ تیوفر بیشترین درصد گل سالم و مادگی سالم را در بین تیمارهای دیگر داشت. ضد یخ های طبیعی، نقطه انجماد در گیاهان را پایین می آورند و گیاه را به ساختن آمینو اسیدها و پروتئین های ضد یخ تحریک می کنند. پروتئین های ضد یخ از مسیرهای گوناگونی چون کاهش دما انجماد، تعدیل یا ممانعت از رشد بلورهای یخ، جلوگیری از باز تبلور و محافظت غشایی سلول در برابر آسیب ناشی از سرما، گیاه را در برابر سرما محافظت می کند (Siemer et al., ۲۰۱۰).

• درصد تشکیل میوه

نتایج مقایسه میانگین داده ها حاکی از آن است که بیشترین درصد تشکیل میوه (۱۱/۲۷ درصد) در سال زراعی ۱۳۹۸ و در تیمار محلول پاشی ۳ میلی مولار اسید سالیسیلیک بدست آمد. کمترین درصد تشکیل میوه (۹/۰۱ درصد) در سال زراعی ۱۳۹۸ و در تیمار محلول پاشی ۱/۵ میلی مولار اسید



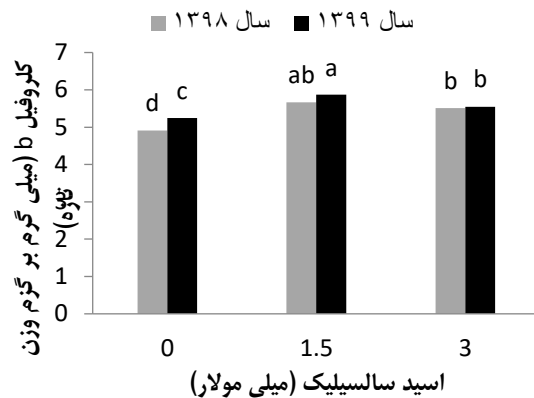
شکل ۲- اثر متقابل سال و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل a



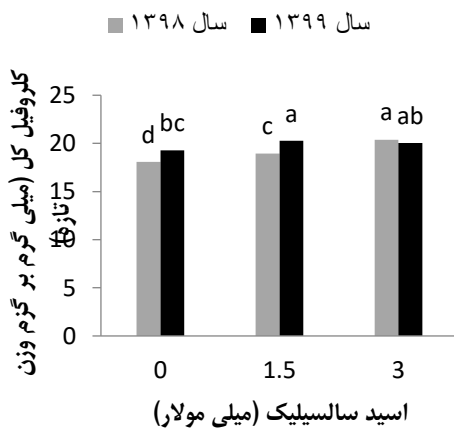
• کلروفیل b

بیشترین تجمع کلروفیل b (۵/۸۷ میلی گرم بر گرم وزن تازه) در برگ گیلاس در سال زراعی ۱۳۹۹ و محلول پاشی ۱/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد. کمترین میزان کلروفیل b (۴/۹۱ میلی گرم بر گرم وزن تازه) نیز در سال زراعی ۱۳۹۸ و عدم محلول پاشی با اسید سالیسیلیک مشاهده شد (شکل ۴). مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن است که در تیمار متقابل اسید سالیسیلیک*روغن سویا بیشترین تجمع کلروفیل b (۶/۴۱ میلی گرم بر گرم وزن تازه) در تیمار محلول پاشی ۱/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک به همراه عدم محلول پاشی با روغن سویا (محلول پاشی با آب) حاصل شد (شکل ۵).

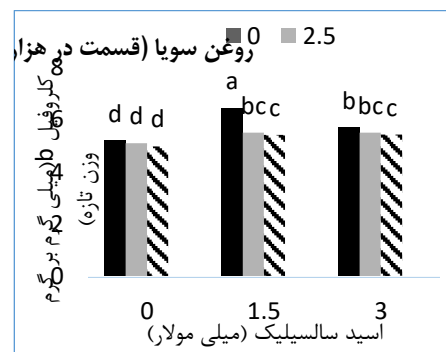
(۲۱/۱۱ میلی گرم بر گرم وزن تازه) در تیمار محلول پاشی ۱/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک به همراه عدم محلول پاشی با روغن سویا (محلول پاشی با آب) حاصل شد (شکل ۷). افزایش معنی دار محتوای کلروفیل و کارتنوئیدی در شرایط محلول پاشی سالیسیلیک اسید در تحقیق حاضر مشاهده شد و این امر نتیجه افزایش سرعت فتوسنتز می باشد. می توان نتیجه گرفت که حفظ غلظت کلروفیل در شرایط دشوار محیطی، به ثبات فتوسنتز در این شرایط کمک کرده و سبب کاهش خسارت های وارده به گیاه در تنش های محیطی می گردد.



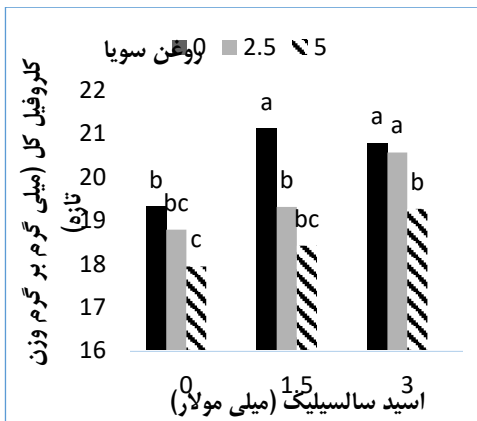
شکل ۴- اثر متقابل سال و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل b



شکل ۶- اثر متقابل سال*محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل کل



شکل ۵- اثر متقابل محلول پاشی اسید سالیسیلیک* روغن سویا بر میزان کلروفیل b



شکل ۷- اثر متقابل محلول پاشی اسید سالیسیلیک* روغن سویا بر میزان کلروفیل کل

• کلروفیل کل

بیشترین تجمع کلروفیل کل (۲۰/۳۹ میلی گرم بر گرم وزن تازه) در برگ گیلاس در سال زراعی ۱۳۹۸ و محلول پاشی ۳ میلی مولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد که با تیمارهای محلول پاشی ۱/۵ و ۳ میلی مولار اسید سالیسیلیک در سال زراعی ۱۳۹۹ در یک گروه آماری مشترک قرار گرفتند، کمترین تجمع کلروفیل کل نیز (۱۸/۰۹ میلی گرم بر گرم وزن تازه) در سال زراعی ۱۳۹۸ و عدم محلول پاشی اسید سالیسیلیک (محلول پاشی با آب) مشاهده شد (شکل ۶). مقایسه میانگین داده ها حاکی از آن است که در تیمار متقابل اسید سالیسیلیک*روغن سویا بیشترین تجمع کلروفیل کل

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل سال-اسید سالیسیلیک-روغن سویا بر میزان کارتنوئید برگ گیلاس

کارتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تازه)	تیمار
۳/۳۱ ^{cde}	روغن سویا (شاهد)
۳/۱۸ ^{ef}	اسید سالیسیلیک (شاهد)
۳/۲۵ ^{def}	روغن سویا (۲/۵ در ۱۰۰۰)
۳/۵۵ ^a	روغن سویا (۵ در ۱۰۰۰)
۳/۳۵ ^{bcd}	اسید سالیسیلیک (۱/۵ میلی مولار)
۳/۵۵ ^a	روغن سویا (۲/۵ در ۱۰۰۰)
۳/۴۹ ^{ab}	روغن سویا (شاهد)
۳/۲۸ ^{de}	اسید سالیسیلیک (۳ میلی مولار)
۳/۴۴ ^{abc}	روغن سویا (۵ در ۱۰۰۰)
۳/۱۳ ^f	روغن سویا (شاهد)
۳/۲۶ ^{def}	اسید سالیسیلیک (شاهد)
۳/۱۸ ^{ef}	روغن سویا (۲/۵ در ۱۰۰۰)
۳/۵۶ ^a	روغن سویا (شاهد)
۳/۴۸ ^{ab}	اسید سالیسیلیک (۱/۵ میلی مولار)
۳/۲۹ ^{de}	روغن سویا (۵ در ۱۰۰۰)
۳/۵ ^{ab}	روغن سویا (شاهد)
۳/۴۱ ^{abc}	اسید سالیسیلیک (۳ میلی مولار)
۳/۲۷ ^{de}	روغن سویا (۵ در ۱۰۰۰)

- حروف یکسان در هر ستون نشانه عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می باشد.

۴- نتیجه گیری

درختان گیلاس تیمار شده با اسید سالیسیلیک، روغن سویا و ضد یخ طبیعی تیوفر نه تنها از نظر رنگیزه های فتوسنتزی بلکه از نظر درصد مادگی سالم و درصد تشکیل میوه نسبت به درختان شاهد به صورت معنی داری برتر بودند. از آنجا که افزایش میزان رنگیزه های فتوسنتزی مورد بررسی در این پژوهش منجر به افزایش تشکیل میوه می شوند، لذا استفاده از تیمار محلول پاشی اسید سالیسیلیک (۳ میلی مولار) به همراه روغن سویا (۵ قسمت در هزار) و ضد یخ طبیعی تیوفر (۵ قسمت در ۱۰۰۰) به عنوان یک روش آسان و ارزان در افزایش شاخص های رشد در درختان گیلاس توصیه می شود. همچنین براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، محلول پاشی اسید سالیسیلیک، روغن سویا و ضد یخ طبیعی تیوفر سبب افزایش درصد گل سالم و مادگی سالم و مقاومت درختان گیلاس در برابر تنش سرما، تحت شرایط کنترل شده شدند.

منابع

- رحمتی، م.، حاجی وند، ش.، ۱۳۹۷. تاثیر مواد ضد یخ در شرایط باغی بر مواد بیوشیمیایی موثر در مقاومت به سرمای انگور. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره ۳۲: ص ۱۵۹-۱۷۰.
- کرمی، م.، ۱۳۸۴. معرفی و تشریح خصوصیات مهم ارقام انگور مقاوم به سرما موجود در کلکسیون استان فارس، همایش علمی کاربردی راههای مقابله با سرمازدگی، سازمان جهاد کشاورزی استان یزد. ۲۷۲-۲۶۹.
- میرمحمدی میبدی، ع.، ترکش اصفهانی، س.، ۱۳۸۳. مدیریت تنش سرما و یخ زدگی گیاهان زراعی و باغی، انتشارات جهاد دانشگاهی، صنعتی اصفهان، ۳۳۰ ص.
- معین راد، ح.، ۱۳۸۸. اثر اتفن بر سهولت برداشت محصول بادام و کارایی آن در تاخیر گلدهی، مجله به زراعی کشاورزی، (شماره ۲): ص ۶۵-۷۴.
- Alirezaie noghondar, M., Bayat, H., and Nemati, H. ۲۰۱۳. Effect of Salicylic Acid on Alleviating of Electrolyte Leakage and Flower Organ Damage in Apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. 'Shahroudi') under Artificial Cold Stress. *Notulae Scientia Biologicae*. ۵: ۱-۵.
- Cao, S., Zheng, Y., Wang, K., Rui, H., Tang, S. ۲۰۱۰. Effect of methyl jasmonate on cell wall modification of loquat fruit in relation to chilling injury after harvest. *Food Chemistry*. ۱۱۸: ۶۴۱ - ۶۴۷.
- Dami, I., Beam, BA. ۲۰۰۴. Response of grapevines to soybean oil application. *American Journal of Enology and Viticulture*. ۵۵(۳): ۲۶۹-۲۷۵.
- El-Tayeb, M. A. ۲۰۰۵. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*. ۴۵(۳): ۲۱۵-۲۲۴.
- Fogle, H. ۱۹۷۵. Cherries, In: J. Janick and J. N. Moore, (eds.). *Advances in Fruit Breeding*. Purdue University Press, West Lafayette, pp. ۳۴۸-۳۶۶.
- Ghai, N., Setia, R. C., Setia, N., ۲۰۰۲. Effect of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brescia napus* L. (cv.GSL-۱). *Phytomorphology*. ۵۲: ۸۳-۸۷.
- Guo, S., Yang, Q., Yang, X., Liu, Y., Qi, J. and Bi, Y. ۲۰۰۷. Effects of salicylic acid on cold resistance during flowering period and fruit sitting rate in Apricot. *Science and Technology* ۴: ۱۰۷-۱۱۶.
- Javadian, N., Karimzadeh, G., Mahfoozi, F., Ghanati, F. ۲۰۱۰. Cold-induced changes of enzymes, proline, carbohydrates, and chlorophyll in wheat. *Russian Journal of Plant Physiology*. ۵۷(۴): ۵۴۰-۵۴۷.
- Karimi, R., Saberi, A., and None Khadivi, A. ۲۰۲۱. Effects of foliar spray of agricultural grade mineral oil in springtime, in combination with potassium and calcium sulfates on the phenological and biophysical indices of clusters, and foliar nutritional levels in grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. Sultana (Id. Thompson seedless, Sultanina).
- Khoram Shahi, L. ۲۰۱۲. The effect of thiofer solution and salicylic acid on spring cold resistance of walnut trees. Boali Sinai University, Hamedan. Master of Science thesis.
- Lichtenthaler, H. K. ۱۹۹۴. Chlorophylls and carotenoids pigments of photosynthetic. *Biology Membrane. Methods in enzymology*, ۱۴۸: ۳۵۰ - ۳۸۲.
- Matuk, A., Rey, P., Rorat, T. ۲۰۰۸. The organdependent abundance of a Solanum lipid transfer protein is up-regulated upon osmotic constraints and associated with cold acclimation ability. *Journal of Experimental Botany*. ۵۹ (۸): ۲۱۹۱-۲۲۰۳.
- Odneal, M. B. ۱۹۸۴. Cold hardiness of grapes. New York Cooperative Extension Service. ۴۱: ۱-۶۱.
- Pirkhezari, M. ۲۰۱۸. Investigating the effect of plant antifreeze compounds in preventing spring frost of plum and tomato trees (*Prunus* spp), ۱۱th Iranian Congress of Horticultural Sciences, Urmia.) In Persian with English abstract.
- Sajadian, H. ۲۰۱۱. Investigating the effect of salicylic acid on cold resistance of small almond pistachio seeds using ion leakage. *Proceedings of the ۷th Congress of Horticultural Sciences of Iran*. pp. ۱۳۲-۱۳۴.

- Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M., Valero, D. ۲۰۰۹. Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Journal of Postharvest Biology Technology* ۵۳: ۱۵۲-۱۵۴.
- Singh, B., Usha, K. ۲۰۰۳. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regulation*, ۳۹: ۱۳۷-۱۴۱.
- Wilson, S. ۲۰۰۱. Frost Management in Cool Climate Vineyards. Final report to grape and wine research and Development Corporation. University of Tasmania.
- Yang, H., Wu, F., Cheng, G. ۲۰۱۱. Reduced chilling injury in cucumber by nitric oxide and the antioxidant response. *Journal of Food Chemistry*. ۱۲۷(۳): ۱۲۳۷-۱۲۴۲.

Effect of application of salicylic acid, antifreeze and soybean oil on the amount of photosynthetic pigment, healthy pistil and percentage of fruit formation of sweet cherry "Siah Tekdane Mashhad" under cold stress conditions

Hossein Sartip^{۱*}, Ali Akbar Shokouhian^۲, Esmail Chamani^۳ and Ali Reza Ghanbari^۴

^{۱*} Ph.D. graduate in the physiology of production and post-harvest of horticultural products, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

^۲, Associate Professor of Physiology and Breeding of Fruit Trees, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

^۳, Professor of Physiology and Breeding of Ornamental Plants, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

^۴, Professor of Biotechnology and Fruit Tree Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Abstract

In order to investigate the effect of the use of salicylic acid, antifreeze and soybean oil on the cold resistance of sweet cherry flower of the " Siah Tekdane Mashhad " a factorial experiment was conducted in the form of a randomized complete block design with ۳ factors each at ۳ levels (salicylic acid : ۰, ۱,۰ and ۳ mM), (natural antifreeze Thiofer: ۰, ۲,۰ and ۰ parts per ۱۰۰۰) and (soybean oil: ۰, ۲,۰ and ۰ parts per ۱۰۰۰) and in ۴ repetitions in A commercial garden located in Sarein city was implemented in ۲۰۱۸ and ۲۰۱۹. The percentage of cherry fruit formation as well as the amount of chlorophyll a, b and total pigments were significantly influenced by the interaction of salicylic acid and salicylic acid. Also, the amount of total chlorophyll was influenced by salicylic acid*soybean oil interactions. The comparison of the averages showed that the highest percentage of healthy females (۶۹,۲۰%) was obtained in the treatment combination of ۱,۰ mM salicylic acid*۲,۰ concentration (parts per thousand) of soybean oil*۰ concentration (parts per thousand) of antifreeze. which had no significant difference with the treatment of ۳ mM salicylic acid at a concentration of ۲,۰ (parts per thousand) of soybean oil and at a concentration of ۰ (parts per thousand) of antifreeze. The highest concentration of chlorophyll a (۱۴,۸۷ mg/g fresh weight) was observed in ۲۰۱۸ crop year and foliar spraying of ۳ mM salicylic acid.

Introduction

With the changes in the earth's climate in recent years, late spring colds have become endemic in many regions of the country, causing great damage to plants and agricultural products every year (Karmi, ۲۰۱۴). Environmental stresses in plants cause morphological, physiological and molecular changes, which have a negative effect on growth and yield (Javadian et al, ۲۰۱۰). Among the abiotic stresses, cold stress is very important due to the decrease in yield and the limitation in the geographical distribution of plants (Matuk et al, ۲۰۰۸). The damage caused by cold in the sensitive stages of plant growth and development is one of the important factors in reducing the yield of plants all over the world (Yang et al, ۲۰۱۱). has increased, so that only during the ۹ months of ۲۰۱۰, out of the total ۹۶۱۰ billion tomans of damage to the agricultural sector, ۰۷۳۳ billion tomans (about ۶۰%) was related to frost. . It should be noted that flower buds in the bud stage may tolerate up to -۷ degrees for ۳۰ minutes, while open flowers generally die at temperatures below -۲ degrees. Small fruits are much more sensitive to cold after the petals fall. Therefore, operations that cause a delay in bud growth can have a significant impact on reducing damage caused by spring cold. Therefore, any factor that delays the development of buds in the spring can make them immune to the spring cold (Mir Mohammad Meibdi and Takesh Esfahani, ۲۰۱۳). Many measures can be taken for this purpose. One of the solutions is to use growth regulators such as jasmonic acid, salicylic acid and alar, which can be effective in reducing spring cold damage. The mechanism of delaying flowering by using growth regulators is stopping cell division and delaying the development of flower buds and reducing growth. Also, the reduction of the effect of low temperature in the removal of stagnation, the reduction of the sensitivity of flower buds to growth temperatures and the increase of the resistance of flower buds to cold due to the accumulation of large amounts of sorbitol and sucrose have been mentioned (Moin Rad, ۲۰۰۸). Another way to reduce spring cold damage is to use natural antifreeze (Natural Plant Antifreez). These materials either act as a

mechanical barrier to prevent the formation of ice crystals on sensitive plant tissues or activate the cold resistance systems in the plant (Wilson, ۲۰۰۱). Natural antifreeze lowers the freezing point in plants ($^{\circ}\text{C}$ degrees) and thus helps to protect plants from cold and freezing.

Methodology

In order to investigate the effect of using salicylic acid, antifreeze and soybean oil on the cold tolerance of single-seeded black cherry of Mashhad, a factorial experiment was conducted in the form of a randomized complete block design with three factors of salicylic acid (۰, ۱,۰ and ۳ millimolar), natural antifreeze Thiofer (۰, ۲,۰ and ۰ parts per ۱۰۰۰) and soybean oil (۰, ۲,۰ and ۰ parts per ۱۰۰۰) in ۴ replications during ۲۰۱۸-۲۰۱۹ in a commercial garden. It was implemented in the village of Kurde Deh, located in Sarein city. These treatments were carried out in the form of foliar spraying in three times (the time of swelling of buds, buds and full opening of flowers). ۲۲ hours after the application of the last stage of the experimental treatments, the branches containing flowers were taken from the trees in the garden and were transported in plastic bags with a flask containing ice to the physiology laboratory of the department of horticulture and the central laboratory of Mohaghegh Ardabili University. The branches were wrapped in wet cloths and wrapped in aluminum foil and then placed in plastic bags. Plastic bags containing branches were treated in an ethylene-glycol bath for ۲۴ hours at a temperature of -5°C . The samples were removed from the incubator and placed at room temperature of $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$ for ۲۴ hours and then the samples of each treatment were evaluated.

Conclusion

According to the results of the data variance analysis table, the percentage of healthy females was significant under the influence of the simple effect of year and the interaction effect of salicylic acid*oil*Thiofer antifreeze. The percentage of cherry fruit formation as well as the amount of chlorophyll a, b and total pigments were significantly affected by the interaction of salicylic acid and salicylic acid. Also, the amount of total chlorophyll was influenced by salicylic acid*soybean oil interactions. The amount of carotenoid was also affected by the interaction effect of salicylic acid and soybean oil. The highest concentration of chlorophyll a (14.87 mg/g fresh weight) was observed in ۲۰۱۸ crop year and foliar spraying of ۳ mM salicylic acid, which with ۱,۰ and ۳ mM salicylic acid foliar treatments in ۲۰۱۹ in a The statistical group was shared (Figure ۲). By increasing the concentration of soybean oil foliar spraying, the concentration of chlorophyll a pigment decreased, so that the control treatment (spraying with water) with a concentration of 14.62 mg/g fresh weight was the highest and the foliar spraying treatment of ۳ mM salicylic acid with a concentration of 13.27 mg/g of fresh weight pigment had the lowest amount of chlorophyll a (Figure ۳). Salicylic acid increases the rate of total photosynthesis by increasing the activity of Rubisco enzyme and increasing chlorophyll (Sing and Usha, ۲۰۰۳). The increase of chlorophyll and carotenoid content in the conditions of salicylic acid solution-spraying in barley plant (*Hordeum vulgare* L.) has also been reported and the result of this has been considered to be an increase in the speed of photosynthesis (El-Tayeb, ۲۰۰۵); Therefore, it can be concluded that maintaining the concentration of chlorophyll in difficult environmental conditions helps the stability of photosynthesis and reduces the damage caused to the plant in environmental stress and increases the yield of the plant. The highest accumulation of total chlorophyll (20.39 mg/g fresh weight) was observed in cherry leaves in the crop year ۲۰۱۸ and foliar spraying with ۳ mM salicylic acid, which was observed with ۱,۰ and ۳ mM salicylic acid foliar treatments per year. ۱۳۹۹ crops were in a common statistical group, the lowest total chlorophyll accumulation (18.09 mg/gram of fresh weight) was observed in ۱۳۹۸ crop year and no salicylic acid spraying (spraying with water solution) was observed (Figure ۲). The comparison of average data indicates that in the mutual treatment of salicylic acid*soybean oil, the highest accumulation of total chlorophyll (21.11 mg/g fresh weight) is in the foliar treatment of ۱,۰ mM salicylic acid with no solubility. Spraying with soybean oil (spray solution with water) was achieved (Figure ۴). A significant increase in chlorophyll and carotenoid content was observed in the conditions of salicylic acid dissolution in this research, and this is the result of increasing the speed of photosynthesis. It can be concluded that maintaining the concentration of chlorophyll in difficult environmental conditions helps the stability of photosynthesis in these conditions and causes the reduction of damages caused to the plant due to environmental stress.

Key words

photosynthetic pigment; antifreeze; fruit formation percentage; sweet cherry