دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره دوم، شماره اول، بهار و تابستان ۹۴
http://arpe.gonbad.ac.ir

اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و لایم سولفور روی برخی از شاخص‌های کمی و کیفی نشاء گوجه‌فرنگی رقم سوپر آ

ایوب قربانی دهکردی*[۱]، کامبیز مشایخی[۲]، بهنام کامکار[۲]، بهاره رحمانی[۱]

[۱]دانشجوی دکتری علوم باغبانی گرایش سبزیکاری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان
[۲]دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۵/۲۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و لایم سولفور (کلسیم پلی‌سولفید) بر روی شاخص‌های نشاء گوجه‌فرنگی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۴ در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. عامل اول، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (SA) در چهار سطح شامل عدم مصرف (SA1)، $۱۰^{-۶}$ (SA2)، $۱۰^{-۴}$ (SA3) و $۱۰^{-۲}$ (SA4) مولار و عامل دوم، لایم سولفور (LS) در دو سطح عدم مصرف (LS1) و پنج درصد (LS2) بود. اولین محلول‌پاشی در زمان ظهور سومین برگ حقیقی یعنی بعد از ۲۰ روز پس از کاشت بذر صورت گرفت. محلول‌پاشی‌ها به فاصله هر ۱۰ روز یک‌بار و در مجموع پنج بار محلول‌پاشی انجام شد. در نهایت بوته‌ها از نظر شاخص‌های مهم نشاء در خزانه مانند تعداد برگ، وزن تر و خشک ساقه و ریشه، تعداد روز تا ظهور اولین گل‌آذین، آنتوسیانین، کلروفیل کل و کارتنوئید برگ مورد بررسی قرار گرفتند. تیمار شاهد با داشتن بیش‌ترین مقادیر تعداد برگ (۸/۱)، وزن تر ریشه (۱/۱۷ گرم) و خشک ریشه (۰/۱ گرم)، وزن تر ساقه (۴/۱ گرم) و وزن خشک ساقه (۱/۵۳ گرم)، کلروفیل کل (۴۷۵/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) و کاروتنوئید (۱۵۴/۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) برگ نسبت به دیگر تیمارها دارای خصوصیات مناسب‌تری جهت تولید نشاء بود ولی این تیمار بیش‌ترین میزان تعداد روز تا ظهور اولین گل‌آذین (۶۷ روز) را داشت. اگرچه در بررسی حاضر اثر متقابل لایم سولفور و اسید سالیسیلیک تأثیر قابل توجه‌ای بر کیفیت نشاء گوجه‌فرنگی نداشت، با این حال اثرات متقابل مشاهده شده در برخی موارد بیانگر اهمیت مطالعه بیش‌تر در این زمینه است.

واژه‌های کلیدی: **اسید سالیسیلیک، آنتوسیانین، کلروفیل، کلسیم پلی‌سولفید، نشاء**

*نویسنده مسئول: aiiobghorbani@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

مقدمه

گوجه‌فرنگی[1] یکی از مهم‌ترین سبزی‌های متعلق به خانواده‌ی بادمجانیان[2] می‌باشد. رقم سوپرآ یک هیبرید F1 تولیدی شرکت یونایتد ژنتیکس[3] ایتالیا می‌باشد و بر اساس اطلاعات منتشر شده توسط شرکت تولید کننده، وزن میوه‌های این رقم به ۹۰ گرم می‌رسد که از نظر شاخص‌های فرآوری بسیار مناسب است. رقم سوپرآ از جمله گوجه‌فرنگی‌های مخصوص فرآوری و مناسب برداشت با دست است. دلیل استفاده آن در این پژوهش آن است که این رقم در استان گلستان دارای سطح زیر کشت زیادی می‌باشد و می‌توان گفت یکی از رقم‌های مهم گوجه‌فرنگی مخصوص فرآوری کشور ایران می‌باشد (Ghorbani Dehkordi *et al.*, 2015). کشت گوجه‌فرنگی در اواخر زمستان و در خزانه انجام می‌شود تا به‌محض مساعد شدن شرایط محیطی، نشاءها به مزرعه منتقل شوند و با این عمل، کشت محصول زودتر انجام شده و موجب تسریع باردهی و برداشت محصول در زمانی‌که هم‌چنان قیمت آن در بازار بالا می‌باشد، شوند. بر این اساس یکی از مراحل مهم رشدی گوجه‌فرنگی در این منطقه، شرایط خزانه‌ای می‌باشد که در آن نشاءهای مرغوب، قوی و با قابلیت انتقال به مزرعه با درصد گیرایی و زنده‌مانی بالا باید حاصل گردد (Hasandokht, 2012).

ارتفاع کوتاه، داشتن قطر مناسب تنه، داشتن سطح برگ و تعداد برگ متعادل از جمله شرایطی است که یک نشاء مرغوب در زمان انتقال باید داشته باشد (Javanmardi, 2009). امروزه کارها و تحقیقات بسیاری در این زمینه صورت گرفته است که این تحقیقات شامل مسائل تغذیه‌ای، کنترل محیطی و به‌نژادی می‌باشند (Tabatabaei, 2013). گاهی اوقات گیاه اصلاح شده تحت تأثیر شرایط محیطی خاص و تغذیه‌ی نامناسب، شکل و فرم مناسب و مورد انتظار خود را در خزانه از دست می‌دهد و یا همواره نمی‌توان شرایط را جهت تولید نشاءهای مقاوم و دارای ویژگی‌های مورد انتظار تنظیم نمود و این‌جا است که علم تغذیه نبات و اعمال تیمار بر روی گیاهان جهت تولید نشاء مطلوب به کمک ما می‌آید (Mashayekhi *et al.*, 2015).

اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک تنظیم‌کننده‌ی رشد فنولیک طبیعی درونی گیاه می‌باشد (Shekari *et al.*, 2006). کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید در دامنه‌ای از فرآیندهای مختلف در گیاهان مانند جوانه‌زنی بذور (Khavarinejad *et al.*, 2004)، نفوذپذیری غشاء، فتوسنتز و سرعت رشد (khan *et al.*, 2003) اثر داشته است. خوداری (Khoddari, 2004) بیان نمود که تیمار به‌وسیله سالیسیلیک اسید، محتوای کلروفیل و کاروتنوئید را در ذرت افزایش داد. هم‌چنین، در بعضی از موارد این ماده

1. *Lycopersicon esculentum*
2. Solanaceae
3. United Genetics

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

موجب مقاومت به بیماری‌ها و تولید گرما در نباتات مـی‌گـردد (Fathi and Esmaeilpoor, 2010)، از این‌رو انتظار می‌رود اسید سالیسیلیک بتواند تأثیرات مثبتی روی خصوصیات خزانه‌ای گیاهان بگذارد.

لایم سولفور یا همان کلسیم پلی سولفید یک ترکیب بسیار مؤثر قارچ‌کش و حشره‌کش است که در باغبانی کاربرد دارد. این ترکیب ابتدا در سال ۱۹۲۹ در ایسـتگاه ایسـت مالینـگ بـه‌منظـور مبـارزه بـا بیماری اسکب سیب مورد استفاده قرار گرفت که تاکنون مؤثرترین ترکیب شناخته شـده بـرای مبـارزه ارگانیک با بیماری اسکب سیب به‌شمار می‌رود (Holb *et al.*, 2003). از ایـن ترکیـب در صـنعت نیـز برای حذف کروم از پساب شهری و سـختی‌گیـری آب اسـتفاده مـی‌شـود (Pakzadeh and Batista, 2011). این ترکیب به‌دلیل نقش قارچ‌کشی و حشره‌کشی که دارد می‌تواند یک ترکیب بسـیار سـالم از نظر محیط زیست باشد و جهت حفظ سلامت نشاها در خزانه مورد استفاده قـرار گیـرد (Holb *et al.*, 2003). از جمله کارهای تحقیقاتی که روی اثر توأم اسید سالیسیلیک و لایم سولفور انجام شـده اسـت می‌توان به تحقیقات عالمی‌سعید و همکاران (Alami saeid *et al.*, 2015) اشاره کـرد. ایـن محققـان نتایج مناسبی از ترکیب لایم سولفور و اسید سالیسیلیک جهت بالا بردن متابولیت‌هـای ثانویـه در گیـاه گوجه‌فرنگی به‌دست آوردند ولی بهترین نتایج را برای شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی را در تیمـار اسید سالیسیلیک مشاهده کردند. هم‌چنین، سازوکار اسید سالیسیلیک و سولفور در گیاه سبب افـزایش آنتی‌اکسیدان‌ها می‌گردد (Nazar *et al.*, 2011). هدف از انجام این پژوهش، بررسـی اثـر بـرهم‌کـنش اسید سالیسیلیک و لایم سولفور به‌صورت محلول‌پاشی بر روی شاخص‌های مرغوبیت نشاء گوجه‌فرنگـی در خزانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و لایم سولفور بر شاخص‌های نشاء گوجـه‌فرنگـی رقم سوپرآ، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بـا سـه تکـرار در سـال ۱۳۹۴ در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شـد. گلخانـه مـورد اسـتفاده بـا پوشش پلاستیک یک لایه و با میانگین حداقل دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و حـداکثر دمـای ۲۳ درجـه سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی ۶۰ درصد بود. عامل اول، محلول‌پاشی اسـید سالیسـیلیک (SA) در چهار سطح شامل عدم مصرف (SA1)، $۱۰^{-۶}$ (SA2)، $۱۰^{-۴}$ (SA3) و $۱۰^{-۲}$ (SA4) مولار و عامـل دوم، لایم سولفور (LS) در دو سطح عدم مصرف (LS1) و پنج درصـد (LS2) بـود. اولـین محلـول‌پاشـی در زمان ظهور سومین برگ حقیقی یعنی بعد از ۲۰ روز پس از کاشت بذر انجام شد. محلـول‌پاشـی‌هـا بـه فاصله هر ۱۰ روز یک‌بار و در مجموع پنج بار محلول‌پاشی انجام شد. زمان انجام محلول‌پاشـی‌هـا عصـر بود. در اوایل دوره محلول‌پاشی، هر سینی نشاء با کم‌تر از ۱۰۰ میلی‌لیتـر محلـول تیمـار مـی‌شـد و در

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

اواخر دوره، هر سینی نشاء با ۳۵۰-۴۰۰ میلی‌لیتر در هر بار محلول‌پاشی می‌شد. کشت بذر گوجه-فرنگی در ۲۴ عدد سینی نشاء با تعداد ۱۲۸ سلول انجام گرفت. حجم هر سلول سینی نشاء ۳۰ میلی-لیتر بود. بستر مورد استفاده در سینی‌های کاشت، مخلوطی از دو قسمت خاک زراعی، یک قسمت کود دامی و یک قسمت خاک برگ پوسیده بود (Javanmardi, 2009). در روز پایانی، نمونه‌برداری انجام و شاخص‌های موردنظر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک ساقه و ریشه، اندام‌ها در آون در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند تا به وزن ثابت برسند و سپس توزین شدند (Sirismoboon *et al.*, 2007; Stamps, 1997). اندازه‌گیری آنتوسیانین به روش وانگر (۱۹۷۹) انجام شد. به این صورت که یک گرم از بافت با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (۹۹٪ متانول + ۱٪ اسید کلریدریک) در بوته چینی خوب ساییده شد. سپس، به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد و در تاریکی قرار داده شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت، نمونه‌ها با دور ۴۰۰۰rpm سانتریفیوژ گردید. محلول رویی درون لوله‌های آزمایش که حاوی آنتوسیانین است، در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Unico 2800 UV/VIS قرائت شد. مقدار آنتوسیانین با استفاده از فرمول $A= bc\varepsilon$ به‌دست آمد. در این فرمول A مقدار جذب، b عرض کووت (یک سانتی‌متر)، c مقدار آنتوسیانین بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تازه گیاه و ε ضریب خاموشی معادل $33000 mMcm^{-1}$ می‌باشد. کلروفیل و کارتنوئید به روش آرنون (۱۹۶۷) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری کلروفیل با استفاده از روش استخراج با استون ۸۰ درصد انجام شد که در آن ۰/۵ گرم بافت گیاهی در ۵۰ میلی‌لیتر استون کوبیده شد و در چند مرحله سانتریفیوژ گردید. عصاره به‌دست آمده به‌کمک دستگاه اسپکتروفتومتری مدل Unico 2800 UV/VIS در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت شد. سپس با استفاده از معادله Chl.total mg/g FW= [20.2 (A645) – 8.02 (A663)] * V/W که در آن Chl.total یا همان مقدار کلروفیل کل بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تازه، A645 و A663 به‌ترتیب مقادیر جذب در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر، V حجم نهایی استون بر حسب میلی‌لیتر و W وزن بافت تر گیاه بر حسب گرم می‌باشند، محاسبه شد. لایم سولفور بر اساس ترکیب عمومی آن با مخلوط کردن ۳۶/۳ کیلوگرم گوگرد کلوئیدی + ۱۶/۳۳ کیلوگرم آهک + ۱۸۹/۳ لیتر آب با یکدیگر به‌دست آمد (Merrill, 1918). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver. 9.1 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد برگ بوته: تجزیه واریانس داده‌ها اثر لایم سولفور را بر تعداد برگ معنی‌دار نشان داد (جدول ۱). بررسی اثر لایم سولفور حاکی از آن بود که محلول‌پاشی این ماده سبب کاهش معنی‌دار تعداد برگ

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

بوته نسبت به شاهد شد (شکل ۱). در مطالعه هی و وستزستین (He Y., Westzstein H.Y., 1994) بیان شده است که لایم سولفور بر روی رشد گیاهان و تولید اندام‌های هوایی آن‌ها اثر منفی داشت که با نتیجه حاصل از این پژوهش مطابقت داشت. احتمال می‌رود یکی دیگر از دلایل کاهش تعداد برگ در تیمارهایی که در آن‌ها لایم سولفور وجود داشت، تجمع سولفیت حاصل از بخار گوگرد متصاعد شده از لایم سولفور در بافت برگ‌ها باشد که این امر موجب کوچک ماندن برگ شده و در صورت تجمع بیش از حد سبب ریزش آن نیز می‌گردد. عباسی و همکاران (Abbasi *et al.*, 2011) بیان نمودند که گیاهان دارای سازوکارهای حفاظتی برای حذف سولفیت تولیدی در برگ‌ها می‌باشند. در یکی از این سازوکارها، سولفیت به‌وسیله آنزیم سولفیت رداکتاز به سولفید هیدروژن و سپس در مراحل بعدی به سیستئین تبدیل می‌شود. این سیستئین به گلوتاتیون تبدیل می‌شود. در سازوکار دیگر، ممکن است سولفیت وارده به برگ به‌وسیله پراکسیدازهای موجود در برگ به سولفات اکسید شود و چون این سولفات قادر به خروج و یا انتقال در برگ نیست، سرانجام در واکوئل سلول‌های مزوفیل برگ به‌صورت K^{++}-سولفات و یا Mg^{++}-سولفات ذخیره شود. هنگامی‌که جایگاه ذخیره یعنی واکوئل اشباع شد، برگ‌ها می‌ریزند. در پژوهش انجام شده مشکل ریزش برگ‌ها وجود نداشت ولی به‌دلایل ذکر شده به‌نظر می‌رسد که تیمار لایم سولفور سبب کاهش توسعه‌ی برگی و در پی آن کاهش ارتفاع بوته شد. در صورتی‌که لایم سولفور اثرات منفی دیگری نیز بر روی خصوصیات مرغوبیت نشاء بگذارد، تیمار مناسبی جهت تولید نشاء مرغوب در خزانه نخواهد بود.

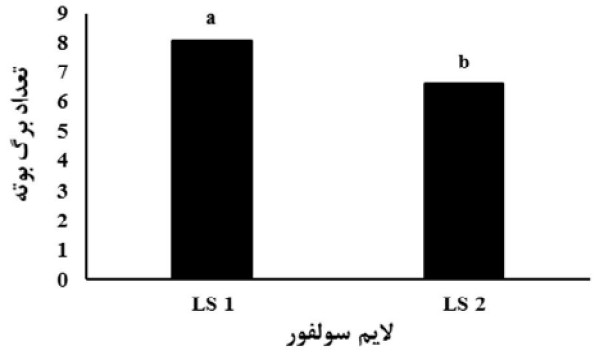
جدول ۱- میانگین مربعات صفات کمی اندازه‌گیری شده نشاء گوجه‌فرنگی رقم سوپرآ در روز شصت و هفتم تحت تأثیر اسید سالیسیلیک و لایم سولفور

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ بوته	قطر ساقه	وزن تر ریشه	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	تعداد روز تا ظهور اولین‌گل‌آذین
بلوک	۲	۱/۰۴	۰/۱۸	۰/۰۰۷	۰/۲۳	۰/۰۰۳	۰/۰۱۵	۱/۲۹
SA	۳	۱/۶۶^{ns}	۰/۴۰**	۰/۰۵۷^{ns}	۰/۴۱^{ns}	۰/۰۳۷^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۴۲/۵۹**
LS	۱	۱۳/۵۰**	۰/۳۷^{ns}	۰/۱۷۱*	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۸۷*	۰/۰۳۱*	۲۲/۰۴**
LS × SA	۳	۰/۷۲^{ns}	۱/۷۰*	۰/۰۶۱^{ns}	۰/۸۰*	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}	۴۳/۸۱**
خطا	۱۴	۱/۳۲	۰/۴۶	۰/۰۳۲	۰/۲۲	۰/۰۱۷	۰/۰۰۳	۴/۰۰۵
ضریب‌تغییرات(٪)	-	۱۵/۷۱	۱۰/۵۶	۱۴/۸۷	۱۲/۷۰	۱۵/۱۸	۱۱/۷۷	۳/۳۲

SA= اسید سالیسیلیک، LS= لایم سولفور

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

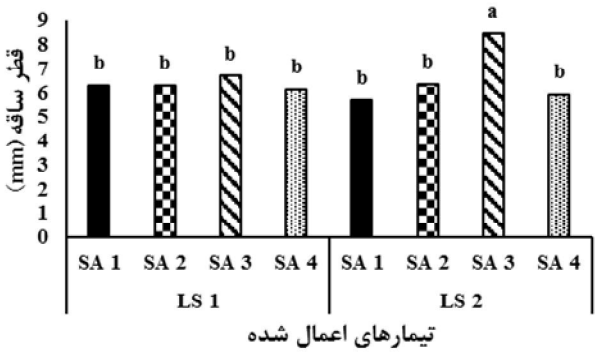
[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱- اثر تیمار لایم سولفور بر تعداد برگ بوته
(LS1= لایم سولفور صفر درصد، LS2= لایم سولفور پنج درصد)
* ستون‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند.

قطر ساقه: بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که اثر اسید سالیسیلیک و هم‌چنین اثر متقابل لایم سولفور × اسید سالیسیلیک بر قطر ساقه معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای اعمال شده نشان داد که تیمار ترکیبی پنج درصد لایم سولفور با $۱۰^{-۴}$ مولار اسید سالیسیلیک (LS2+SA3) موجب افزایش قطر ساقه به‌میزان ۲/۲ میلی‌متر بیش‌تر از شاهد شد (شکل ۲). یکی از شاخص‌های مهم در امر خزانه‌گیری گیاهانی که قابلیت نشاء شدن دارند، افزایش قطر ساقه می‌باشد. چون این گیاهان معمولاً در گلخانه و در شرایط مناسب رشد و در تراکم بالا قرار دارند و رقابت بر سر نور و داشتن شرایط مناسب رطوبتی و دمایی موجب طویل شدن و علفی شدن آن‌ها می‌گردد (Javanmardi, 2009) پس، به‌دست آوردن تیماری که بتواند از ارتفاع نشاها بکاهد و بر قطر ساقه‌ی آن‌ها بیفزاید؛ بسیار ارزشمند خواهد بود. بر این اساس، به‌نظر می‌رسد لایم سولفور به‌همراه اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مذکور توانسته است که ما را به این هدف نزدیک کند. همان‌گونه که عالمی سعید و همکاران (Alami saeid, *et al*., 2015) نیز بیان داشتند؛ تیمار ترکیبی پنج درصد لایم سولفور با $۱۰^{-۴}$ مولار اسید سالیسیلیک سبب کاهش ارتفاع بوته به‌همراه کاهش تعداد برگ شد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۲- اثر تیمارهای اعمال شده بر قطر ساقه

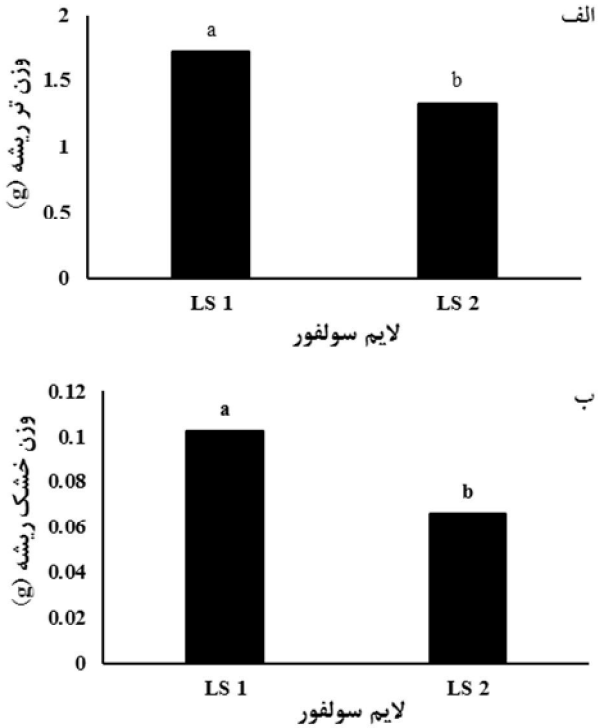
LS1= لایم سولفور صفر درصد LS2= لایم سولفور پنج درصد SA1= سالیسیلیک اسید صفر مولار

SA2= سالیسیلیک اسید $۱۰^{-۶}$ مولار SA3= سالیسیلیک اسید $۱۰^{-۴}$ مولار SA4= سالیسیلیک اسید $۱۰^{-۲}$ مولار

*ستون‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند.

وزن تر و خشک ریشه: تجزیه واریانس داده‌ها اثر لایم سولفور را بر وزن تر ریشه معنی‌دار نشان داد (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات ساده تیمار لایم سولفور نشان داد که وزن تر و خشک ریشه برای بوته‌های شاهد بیش‌تر از بوته‌های تیمار شده با لایم سولفور بود (شکل ۳ الف و ب). نیاکان و همکاران (Niakan et al., 2010) گزارش کردند که تیمار اسید سالیسیلیک تأثیر چندانی بر وزن تر ریشه نداشت که با نتایج حاصل از این پژوهش برای وزن تر و وزن خشک ریشه مطابقت دارد. این درحالی است‌که فتحی و اسماعیل‌پور (Fathi and Esmaeil poor, 2010)، بیان داشتند که اسید سالیسیلیک سبب کاهش رشد اندام هوایی و افزایش رشد اندام زیرزمینی می‌شود. به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر عواملی مانع بروز اثرات مطلوب اسید سالیسیلیک بر وزن تر و خشک ریشه شده باشند. از این عوامل می‌توان به فضای کم ناحیه ریشه برای توسعه ریشه‌ها اشاره کرد. بر طبق مطالعات انجام شده، در صورت نبود فضای مناسب در بستر جهت رشد ریشه‌ها، رشد اندام هوایی و زیرزمینی کاهش می‌یابد و از میزان ماده خشک اندام زیرزمینی کاسته می‌شود (Wien, 1997). هم‌چنین، کم‌ترین مقادیر وزن تر و خشک ریشه مربوط به تیمارهایی بود که در آن‌ها حضور لایم سولفور وجود داشت که می‌توان این نتیجه را به‌علت اثر لایم سولفور بر روی کاهش رشد گیاهان دانست (Noordijk and Schuop, 2003).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

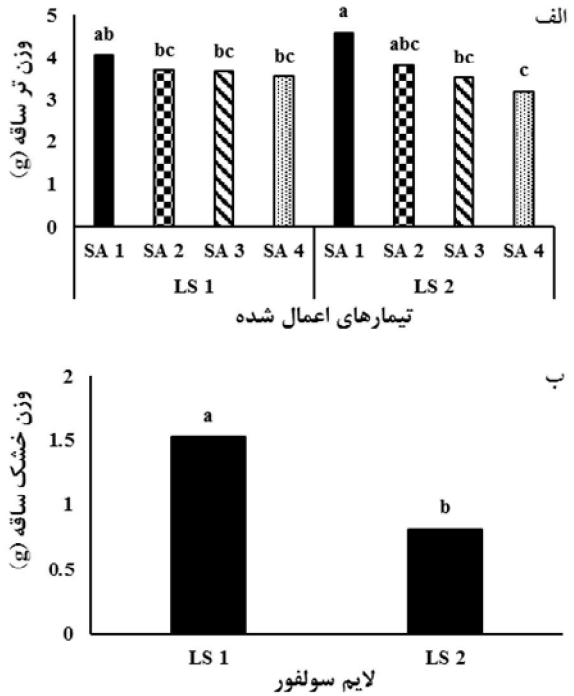


شکل ۳- (الف) اثر تیمار لایم سولفور بر وزن تر ریشه و (ب) وزن خشک ریشه
LS1= لایم سولفور صفر درصد LS2= لایم سولفور پنج درصد.
*ستون‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارند.

وزن تر و خشک ساقه: تجزیه واریانس داده‌ها اثر متقابل بین لایم سولفور و اسید سالیسیلیک را بر وزن تر ساقه و اثر لایم سولفور را بر وزن خشک ساقه معنی‌دار نشان داد (جدول ۱). مقایسه میانگین برهم‌کنش اسید سالیسیلیک و لایم سولفور حاکی از آن بود که شاهد (LS1+SA1)، تیمار ترکیبی پنج درصد لایم سولفور با صفر مولار اسید سالیسیلیک (LS2+SA1) و تیمار پنج درصد لایم سولفور با $۱۰^{-۶}$ مولار اسید سالیسیلیک (LS2+SA2) بیش‌ترین وزن تر ساقه را داشتند (شکل ۴-الف). هم‌چنین برای وزن خشک ساقه بیش‌ترین مقدار آن مربوط به شاهد، یعنی صفر درصد لایم سولفور بود (شکل ۴-ب). در مطالعات انجام شده توسط دیگر پژوهش‌گران بیان شده است که اسید سالیسیلیک موجب افزایش رشد، وزن تر بخش هوایی و ارتفاع گیاه می‌گردد (Niakan *et al.*, 2010; Popova *et al.*, 1997) ولی در مطالعه حاضر، عامل اسید سالیسیلیک بر وزن تر ساقه اختلاف معنی‌داری نشان نداد. از

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

سوی دیگر، در برخی پژوهش‌ها اثر لایم سولفور را بر روی رشد، ارتفاع و وزن تر و خشک بخش هـوایی به‌دلیل کاهش منبع آسیمیلاته گیاهان، کاهنده معرفی کردند (Noordijk and Schuop, 2003) کـه با نتایج حاصل از این پژوهش برای وزن خشک ساقه مطابقت دارد ولی به‌نظر می‌رسد در پژوهش حاضر همراه شدن لایم سولفور با غلظت‌های کم اسید سالیسیلیک ($۱۰^{-۶}$ مولار) چنین اثری را نداشت.

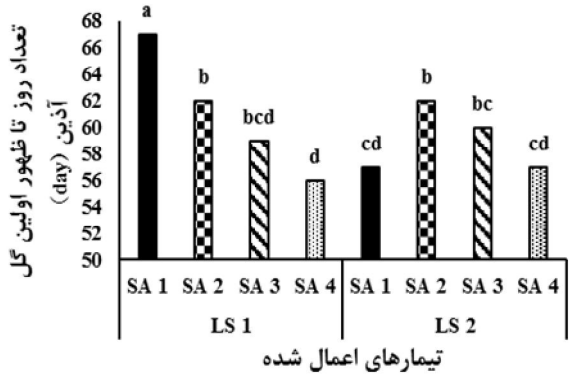


شکل ۴-(الف) اثر تیمارهای اعمال شده بر وزن تر ساقه و (ب) وزن خشک ساقه، LS1= لایم سولفور صفر درصد LS2= لایم سولفور پنج درصد SA1= سالیسیلیک اسید صفر مولار SA2= سالیسیلیک اسید $۱۰^{-۶}$ مولار SA3= سالیسیلیک اسید $۱۰^{-۴}$ مولار SA4= سالیسیلیک اسید $۱۰^{-۲}$ مولار
* ستون‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند.

تعداد روز تا ظهور اولین گل‌آذیـن: نتـایج حاصـل از جـدول مقایسـه میـانگین داده‌هـا، اثـر اسـید سالیسیلیک، لایم سولفور و برهم‌کنش آن‌ها را بر روی شاخص تعداد روز تا ظهور اولین گل‌آذین معنی‌دار نشان داد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهـای اعمـال شـده حـاکی از آن بـود کـه تمامی تیمارهای اعمال شده نسبت به شـاهد تعـداد روز تـا ظهـور اولـین گـل‌آذیـن را کـاهش دادنـد، به‌طوری‌که تیمار صفر درصد لایم سولفور به‌همراه $۱۰^{-۲}$ مولار اسید سالیسیلیک (LS1+SA4) ۵۶ روز، پنج درصد لایم سولفور به‌همراه صفر مولار اسید سالیسیلیک (LS2+SA1) و پنج درصد لایـم سـولفور

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

به‌همراه 10^{-2} مولار اسید سالیسیلیک (LS2+SA4) ۵۷ روز و صفر درصد لایم سولفور به‌همراه 10^{-4} مولار اسید سالیسیلیک (LS1+SA3) ۵۹ روز زمان تا ظهور اولین گل‌آذین را کاهش دادند (شکل ۵). اسید سالیسیلیک با تعویق در سنتز اتیلن، دخالت در دپلاریزاسیون غشایی، تحریک سیستم فتوسنتزی و افزایش پاسخ دفاعی گیاه نسبت به آسیب‌ها (Zhao *et al.*, 1995) توانست موجب کاهش تعداد روز تا ظهور اولین گل‌آذین نسبت به شاهد گردد. با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک از تعداد روز برای ظهور گل‌آذین کاسته شد. دینگ و همکاران (Ding *et all*, 2002) نشان دادند که در بوته‌های گوجه‌فرنگی محلول‌پاشی شده به‌وسیله اسید سالیسیلیک، تعداد ژن‌های بسیاری بیان شد. این محققان اثبات کردند که این ژن‌ها در آغازش گل‌های گوجه‌فرنگی دخیل می‌باشند. نونز الیزی و داونپورت (Nunez-Elisea and Davenport, 1994) در مطالعات خود به عوامل تحریک‌کننده بر گل‌دهی گیاهان پرداختند و نشان دادند که هر عاملی که سبب کاهش رشد رویشی شود و یا اثر تنش‌زا به‌همراه داشته باشد، می‌تواند در گیاهان تحریک به شروع مرحله زایشی کند. همان‌گونه که اشاره شد، لایم سولفور با کاهش در میزان رشد و منبع آسیمیلاته می‌تواند نقش تحریک‌کننده برای ورود هرچه زودتر گیاه به مرحله زایشی داشته باشد. در تیمارهای LS2+SA2 و LS2+SA3 اسید سالیسیلیک از میزان تأثیر لایم سولفور کاست و ظهور گل‌آذین به تأخیر افتاد. احتمال می‌رود دلیل این نتیجه این‌گونه باشد که اسید سالیسیلیک با فعال کردن سیستم ATP- Sulfurylase موجب افزایش محتوای گوگردی گیاه شده و از طریق این مکانیزم به گیاه این امکان را می‌دهد که افزایش محتوای گوگردی را در بافت خود تحمل کند (Eraslan *et al.*, 2007).



شکل ۵- اثر تیمارهای اعمال شده بر تعداد روز تا ظهور اولین گل‌آذین

LS1= لایم سولفور صفر درصد LS2= لایم سولفور پنج درصد SA1= سالیسیلیک اسید صفر مولار SA2= سالیسیلیک اسید 10^{-6} مولار SA3= سالیسیلیک اسید 10^{-4} مولار SA4= سالیسیلیک اسید 10^{-2} مولار

* ستون‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

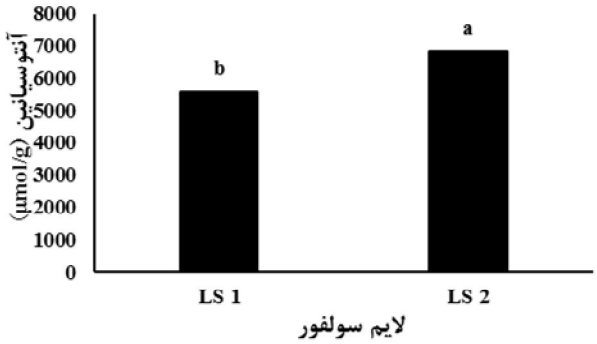
آنتوسیانین برگ: تجزیه واریانس داده‌ها، اثر لایم سولفور را بر آنتوسیانین برگ معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر لایم سولفور بر روی آنتوسانین برگ نشان داد که لایم سولفور نسبت به شاهد باعث افزایش آنتوسیانین برگ شد (شکل ۶). به‌نظر می‌رسد که لایم سولفور با داشتن نقش کاهش‌دهندگی منبع آسیمیلاته در گیاهان، (Noordijk and Schuop, 2003)، سبب افزایش تجمع قندها گردید که این قندها به‌صورت ترکیبات آنتوسیانینی ذخیره‌سازی شدند و از این طریق لایم سولفور سبب افزایش محتوای آنتوسیانین برگ شد. مشایخی و آتشی (Mashayekhi and Atashi, 2012) در مطالعه‌ای بر روی گیاه توت‌فرنگی رقم کاماروسا نشان دادند که افزایش مواد آسیمیلاته و تجمع قندها سبب افزایش محتوای آنتوسیانین بوته و میوه شد.

جدول ۲- درجه آزادی و میانگین مربعات صفات کیفی اندازگیری شده نشاء گوجه‌فرنگی رقم سوپرآ در روز ۶۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	آنتوسیانین	کلروفیل کل	کارتنوئید
بلوک	۲	۳۲۰۹۲۱	۸۸۳۵	۵۰۲/۵
SA	۳	۱۴۱۹۸۵^{ns}	۱۷۷۶۵**	۱۵۸۴**
LS	۱	۹۵۱۵۰۲۵**	۵۳۷۹**	۱۵۱۲**
LS × SA	۳	۱۳۴۴۶۸۷^{ns}	۱۴۷۰^{ns}	۲۹۰/۵^{ns}
خطا	۱۴	۴۱۲۶۹۳	۹۸۰/۱	۱۳۲/۹
CV	-	۱۰/۳۲	۶/۸۰	۷/۸۵

SA= اسید سالیسیلیک، LS= لایم سولفور

^{ns}، * و ** : به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.



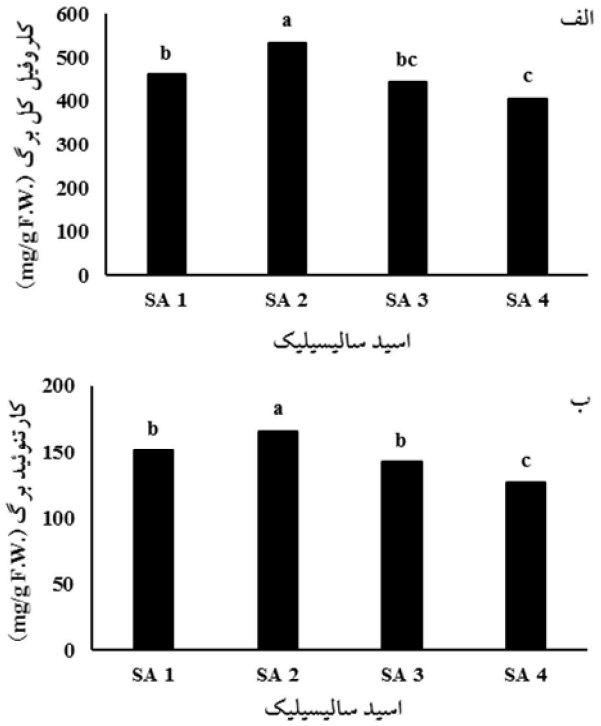
شکل ۶- اثر تیمار لایم سولفور بر آنتوسیانین برگ

LS1= لایم سولفور صفر درصد LS2= لایم سولفور پنج درصد

* ستون‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند.

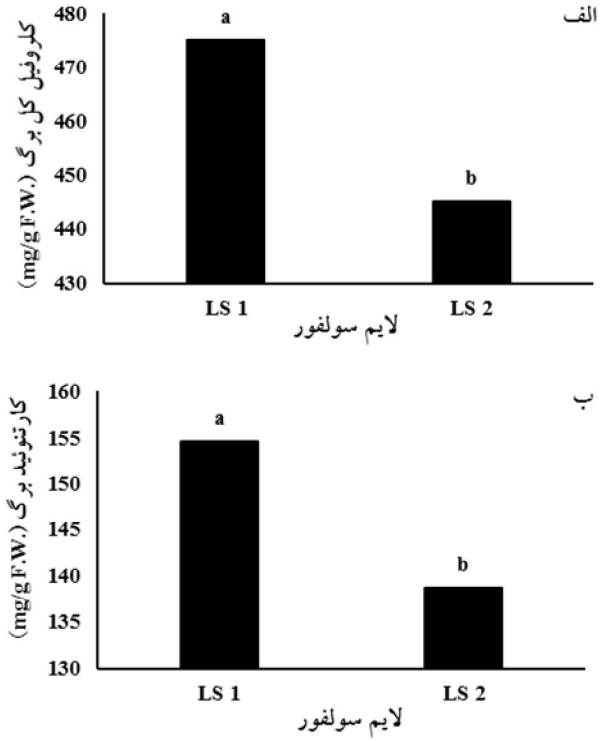
[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

کلروفیل کل و کارتنوئید برگ: تجزیه واریانس داده‌ها اثر اسید سالیسیلیک و لایم سولفور را برای کلروفیل کل و کارتنوئید برگ معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر اسید سالیسیلیک نشان داد بیش‌ترین میزان کلروفیل کل و کارتنوئید برگ مربوط به غلظت $۱۰^{-۶}$ مولار اسید سالیسیلیک می‌باشد (شکل ۷-الف و ب). با مقایسه میانگین اثر لایم سولفور بر کلروفیل کل و کارتنوئید برگ مشخص شد که لایم سولفور موجب کاهش کلروفیل کل و کارتنوئید برگ نسبت به شاهد شد (شکل ۸-الف و ب).



شکل ۷- اثر تیمار اسید سالیسیلیک بر روی کلروفیل کل (الف) و کارتنوئید (ب) برگ،
SA1= سالیسیلیک اسید، صفر مولار SA2= سالیسیلیک اسید $۱۰^{-۶}$ مولار SA3= سالیسیلیک اسید $۱۰^{-۴}$ مولار
SA4= سالیسیلیک اسید $۱۰^{-۲}$ مولار F.W.= وزن تازه
* ستون‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۸- اثر تیمار لایم سولفور بر روی کلروفیل کل (الف) و کارتنوئید (ب) برگ،
LS1= لایم سولفور صفر درصد LS2= لایم سولفور پنج درصد F.W.= وزن تازه
* ستون‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند.

در بسیاری از مطالعات انجام شده توسط دیگر پژوهش‌گران، نتایج اثرات اسید سالیسیلیک بر روی کلروفیل کل و کارتنوئید ضد و نقیض ارائه شده است. ژائو و همکاران (Zhao *et al.*, 1995) اثر تیمار اسید سالیسیلیک را بر روی این صفات در سویا به‌دلیل تحریک سیستم فتوسنتزی و بهبود پاسخ دفاعی گیاه اثری افزایشی دانست. هم‌چنین، چن و همکاران (Chen *et al.*, 2006) نقش اسید سالیسیلیک را به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان در گیاه معرفی کردند که این مولکول نقش اصلی در رشد، توسعه و پاسخ دفاعی در گیاه بازی می‌کند. این محققان بیان داشتند که اسید سالیسیلیک تحریک‌کننده‌ی سنتز پروتئین‌ها در گیاه می‌باشد که در پی آن کلیه شاخص‌های بیوشیمیایی گیاه افزایش خواهد یافت. با افزایش سنتز پروتئین و تحریک سیستم تدافعی در گیاه، سنتز کلروفیل، کارتنوئید، مواد فنلی و الکلی افزایش می‌یابد (Moharekar *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2006). از

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

طرف دیگر، در بررسی پالمر و همکاران (Palmer *et al.*, 2003) چنین نتیجه‌گیری شد که تیمار لایم سولفور موجب توقف سرعت اشباع نوری فتوسنتز درخت سیب گشته و اسپری مداوم آن موجب کاهش فتوسنتز به‌دلیل کاهش محتوی کلروفیل گیاه گردید که به‌دنبال آن کاهش میوه‌بندی و عملکرد را در پی داشت. لایم سولفور میزان کلروفیل و فتوسنتز گیاه و هم‌چنین کارتنوئید برگ را کاهش داد (Palmer *et al.*, 2003). بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش نیز می‌توان مشاهده نمود که تیمار لایم سولفور بر کلروفیل کل و کارتنوئید اثر کاهش‌دهنده داشت.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر می‌توان گفت که تیمار شاهد با داشتن بیش‌ترین مقادیر تعداد برگ، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک ساقه، محتوای کلروفیل و کارتنوئید برگ نسبت به دیگر تیمارها دارای خصوصیات مناسب‌تری جهت تولید نشاء بود؛ ولی این تیمار بیش‌ترین میزان تعداد روز تا ظهور اولین گل‌آذین (۶۷ روز) را داشت. این در حالی است که تیمار ترکیبی لایم سولفور به‌همراه اسید سالیسیلیک کم‌ترین تعداد روز تا ظهور اولین گل‌آذین در تیمار ترکیبی لایم سولفور و اسید سالیسیلیک را نسبت به شاهد داشت. اگرچه در بررسی حاضر اثر متقابل لایم سولفور و اسید سالیسیلیک تأثیر قابل توجهی بر کیفیت نشاء گوجه‌فرنگی نداشت با این حال، اثرات متقابل مشاهده شده در برخی موارد بیان‌گر اهمیت مطالعه بیش‌تر در این زمینه است.

منابع

Abbasi A.R., Rahmani M.S., Vafaei Y. 2011. Plant Biochemistry. (3th Ed), University of Tehran Press, 800p. (In Persian).

Alami Saeeid M., Mashayekhi K., Gherekhlo J. 2015. Effect of foliar application of salicylic acid and lime sulfur on the qualitative and quantitative parameters of tomato plants. M.Sc. Thesis of Horticulture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian).

Arnon, D.I. 1967. Photosynthesis by isolated chloroplast I.T. central concept and comparison of three prochemical reaction Biochemical et Biophysica Acta, 20: 440-446.

Chen J.Y., Wen P.F., Kong W.F., Pan Q.H., Zhang J.C., Li J.M., Wan S.B., Huang W.D. 2006. Effect of salicylic acid on phenylpropanoids and phenylalanine aminonia-lyase in harvested grape berries. Postharvest Biology and Technology, 40: 64-72.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

Ding C.K., Wang C.Y., Gross K.C. 2002. Jasmonate and salicylate induce the expression of pathogenesis-related-protein genes and increase resistance to chilling injury in tomato fruit. Planta, 214: 895–901.

Eraslan F., Inal A., Gunes A., Alpaslan M. 2007. Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxity. Scientia Horticulturae, 113(2): 120-128.

Fathi G., Esmaeilpoor B. 2010. Principles and application of plant growth regulators (3th Ed.). Jahad Daneshgahi Press, Mashhad, 288p. (In Persian).

Ghorbani Dehkordi A., Mashayekhi K., Kamkar B. 2015. Effect of foliar application of sucrose, boron, potassium nitrate and salicylic acid on yield and yield components of tomato var. Super A. Research In Crop Ecosystems, 2(1): 43- 52. (In Persian).

Hasandokht M.R. 2012. Technology of vegetable production. Selseleh Publications, Qom, Iran. (In Persian).

He Y., Westzstein H.Y. 1994. Pollen degeneration and related leaf development from fungicidal sprays applied during microspore development and shoot expansion. HortScience, 69: 975-983.

Holb I.J., Dejong P.F., Heijne B. 2003. Efficacy and phototoxicity of lime sulphur in organic apple production. Ann. Apple. Biology, 142: 225-233.

Javanmardi J. 2009. Scientific and applied basis for vegetable transplant production. Jahad Daneshgahi Press, Mashhad, 256p. (In Persian).

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

Khavarinejad R.A., Mehrabian S., Asadi A. 2004. Effect of salicylic acid on the amount of anthocyanins marguerite medicinal plants contaminated with fungus. Journal of Tarbiat Moallem University, 4(3): 427-438. (In Persian).

Khodary S.E.A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. Journal of Agriculture and Biollogy, 6: 5–8.

Mashayekhi K., Atashi S. 2012. Effect of foliar application of boron and sucrose on biochemical parameters of “Camarosa” strawberry. Plant Production, 19 (4): 157-171. (In Persian).

Mashayekhi K., Ghorbani Dehkordi A., Kamkar B., Azbarmi R. 2015. Foliar spray of sucrose and boron on some characters of leaf and fruit of tomato var. Super A. International Journal of Analytical, Pharmaceutical and Biomedical Sciences, 4: 51-61.

Merrill J.H. 1918. Agricultural Experiment Station, Kansas State Agricultural College, Department of Entomology, Circular, 66.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

Moharekar S.T., Lo Khande S.D., Hara T., Tancaku R., Tanaka A., Chavan P.D. 2003. Effect of salicylic acid on chlorophyll and carotenoid contents of wheat and mung seedings. Photosynthetica, 41: 315-317.

Nazar R., Igbal N., Syeed S., Khan N.A. 2011. Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mung bean cultivars. Journal of Plant Physiology, 168(8): 807-815.

Niakan M., Jahanbani A., Ghorbanli M. 2010. Spraying effect of salicylate different concentrations on growth parameters, amount of photosynthetic pigments, anthocyanin, felavonoids and solution sugars of *Coriandrum sativum* L. Journal on Plant Science Researches, 5(2): 10-18. (In Persian).

Noordijk H., Schupp J. 2003. Organic post bloom apple thinning with FO and lime sulfur. Hort Sciences, 38: 690 (Abstract).

Nunez-Elisea R., Davenport T.L. 1994. Flowering of mango trees in containers as influenced by seasonal temperature and water stress. Scientia Horticulturae, 58: 57-66.

Pakzadeh B., Batista J.R. 2011. Chromium removal from ion-exchange waste brines with calcium polysulfide. Journal of Water Research, 45: 3055-3064.

Palmer J., Davies S., Seymour S. 2006. Effects of lime sulfur and fish oil on pollen tube growth, leaf photosynthesis and fruit set in apple. HortScience, 41 (2): 357-360.

Palmer J.W., Daries S.B., Shaw P., Wunsche J.N. 2003. Growth and fruit quality of 'Breaburn' apple trees as influenced by fungicide programs suitable for organic production. N. Z. J. Crop Horticulture Science, 31: 169-177.

Popova L., Pancheva T., Uzunova A. 1997. Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role. Journal of Plant Physiology, 23: 85-93.

Shekari F., Massiha S., Esmailpoor B. 2006. The Physiology of Vegetable Crops, Zanjan University Press, Zangan, 394p. (In Persian).

Sirismoboon P., Pornchaloempong P., Romphophak T. 2007. Physical properties of green soybean: criteria for sorting. Journal of Food Engineering, 79:18-22.

Stamps R.H. 1997. Growth of *Dieffenbachia maculate*. Camille in growthing media containing sphagnum peat or coconut coir dust. Hortscience, 32(5): 844-847.

Tabatabaei S.J. 2013. Principles of Mineral Nutrition of Plants. Tabriz University press, Iran. (In Persian).

Wanger G.J. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplasts. Journal of Plant Physiology, 64: 88-93.

Wien H.C. 1997. The Physiology of Vegetable Crops. Zanjan University Press. (In Persian).

Zhao H.J., Lin X.W., Shi H.Z., Chang S.M. 1995. The regulating affects of phenolic compounds on the physiological characteristics and yield of soybeans. Journal of Acta Agronomy and Crop Science, 21: 351-355.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]