The University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

Homepage: http:// ijhs.ut.ac.ir/

Protective Effects of Green 50% Net Shading and Salicylic Acid on Vegetative Growth, Flowering and Fruit Attributes of Apricot

Ali Akbari[1], Mohammad Reza Fatahi Moghaddam[2]✉, Zabihollah Zamani[3], Ali Ebadi[4]

1. Department of Horticultaral Science and Landscape, University of Tehran, Karaj, Iran. akbaria@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Horticultaral Science and Landscape, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: fattahi@ut.ac.ir
3. Department of Horticultaral Science and Landscape, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: zzamani@ut.ac.ir
4. Department of Horticultaral Science and Landscape, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: aebadi@ut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 22 February 2023
Received in revised form: 19 October 2023
Accepted: 3 December 2023
Published online: Spring 2024

Keywords:
Heat stress,
protected fruit production,
photosynthetic system function.

ABSTRACT

Global warming is one of the major concerns of the current century. Net shading and foliar application of salicylic acid are options to protect plants against heat stress. This study investigated the protective effects of shading net and salicylic acid on vegetative growth, flowering and fruit attributes of apricot. Experimental treatments included net shading (green-50%) and salicylic acid (0.1 mM; three times foliar application), which were applied on trees of three apricot cultivars. The study was performed in the Horticultural Research Station of Horticultural Department, University of Tehran, Karaj, Iran in years 2019-2020. Shoot recurrent growth length, flower density, flowers, and fruits drop percentage, and fruit quality characteristics, as well as relative water content of leaf, cell membrane stability index, photosynthetic pigment, chlorophyll fluorescence were evaluated. Net shading could reduce leaf temperature by an average of 4.5 °C. It also increased the shoot recurrent growth length and flower density. The yield and quality of apricot fruits were affected by cultivar under the shade condition. The shading reduced evaporation and improved the water status (RWC) of apricot leaves and photosynthetic systems function. Since the net shading caused a delay on fruit ripening time and has negative effect on fruit coloring, the proper time for netting is near or after fruit harvesting especially in early ripening cultivars. Foliar application of salicylic acid in three intervals increased flower bud formation. Salicylic acid increased the leaf relative water content and photosynthetic system function. The results showed that salicylic acid made apricot trees more tolerant to heat stress. In general, application of green 50% net-shading after fruit harvesting is a chose of interest to improve flower formation and vegetative growth and SA application will reduce stress all the time of application during hot growth season.

Cite this article: Akbari, A., Fatahi Moghaddam, M.R., Zamani, Z. & Ebadi, A. (2024). Protective Effects of Green 50% Net Shading and Salicylic Acid on Vegetative Growth, Flowering and Fruit Attributes of Apricot. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 55 (1), 103-121. DOI: https://doi.org/10.22059/IJHS.2023.355769.2094

© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/IJHS.2023.355769.2094

Extended Abstract

Introduction

Climate change and global warming are the major concerns of the current century. According to previous reports, the world is warming up about 0.2 °C per decade. This increasing in air temperature can cause heat stress in fruit trees in terms of heat stress injury in the summer and unsatisfying bud dormancy during the warm winter. Managing strategies for this tragedy include using protected cultivation such as net shading and foliar spraying of salicylic acid will be helpful to protect trees against summer heat stress.

Materials and Methods

Net shading and salicylic acid treatments were applied on trees of three apricot cultivars and performed as a Randomized Complete Block Design. Foliar application of salicylic acid in concentration of 0.00 (control) and 0.1 mM was applied three times with appropriate intervals on apricot trees. Some attributes related to

vegetative growth and fruits such as recurrent shoot growth, flower density, flowers and fruit set percentage, fruit quality (TA, TSS, color, harvesting time), as well as the relative water content of the leaf, photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence were evaluated.

Results and Discussion

The time of ripening under shading net showed a 10 days delay with less colored fruits especially in late ripening cultivars. Net shading time depends on cultivars and is recommended when fruits were harvested or near to harvest stage. Applying green net (50%) on apricot trees reduced leaf temperature by an average of 4.5°C. Shading was able to increase current growth of branches and induction of flowers in the apricot trees. The yield and quality of apricot fruits were affected by cultivar under the net shading. The shading reduced evaporation and improved the water status of apricot tree leaves. This will help water relationship of trees under hot summer when water is not available sufficiently. It may also help to save water resources or running regulated deficit irrigation (RDI) system. Net shading also increased the membrane stability index and the photosynthetic systems function, which improves leaf gas exchange. This result showed that net shading was able to protect apricot trees against heat stress during the summer. Foliar application of salicylic acid in three consecutive times at a concentration of 0.1 mM on the apricot tree increased flower buds and next year's yield. Salicylic acid increased the relative leaf water content and photosynthetic system function.

Conclusion

In general, the results showed that net shading and salicylic acid made apricot trees more tolerant to summer heat stress. The time of applying net shading is important and cultivar-dependent. The main factor that requires consideration is fruit harvesting time. Early shading will reduce fruit color and other fruit quality attributes.

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۵، شماره ۱

انتشارات دانشگاه تهران

شاپا الکترونیکی: ۷۹۳۰-۲۴۲۳

Homepage: http://ijhs.ut.ac.ir//

بررسی اثرات حفاظتی توری سایبان سبز ۵۰ درصد و سالیسیلیک اسید بر رشد رویشی، گلدهی و خصوصیات میوه زردآلو

علی اکبری[۱] | محمدرضا فتاحی مقدم✉[۲] | ذبیح اله زمانی[۳] | علی عبادی[۴]

۱. گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: akbaria@ut.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: fattahi@ut.ac.ir

۳. گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: zzamani@ut.ac.ir

۴. گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: aebadi@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۲

تاریخ انتشار: بهار ۱۴۰۳

کلیدواژه‌ها:

تنش گرمایی، شاخص پایداری، عملکرد سیستم فتوسنتزی، میوه کاری حفاظتی.

چکیده

گرمایش جهانی یکی از مهم ترین نگرانی های قرن حاضر است. استفاده از پوشش توری سایبان و محلول پاشی سالسیلیک اسید برای افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش گرمایی می‌تواند مفید واقع شود. در این تحقیق اثرات حفاظتی توری سایبان و سالیسیلیک اسید بر رشد رویشی، گلدهی و خصوصیات میوه زردآلو مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از توری سایبان سبز-۵۰ درصد و سه مرحله محلول پاشی سالسیلیک اسید با غلظت ۰/۱ میلی مولار که بر درختان سه رقم زردآلو اعمال شدند. این آزمایش طی سالهای ۱۳۹۸ تا ۱۳۹۹ در ایستگاه تحقیقات گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران واقع در کرج اجرا شد. رشد طولی شاخه در سال جاری، ویژگی های کیفی میوه و همچنین محتوای نسبی آب برگ، شاخص پایداری غشاء سلولی، رنگیزه‌های فتوسنتزی، شدت کلروفیل فلورسنس و همچنین تراکم گل، درصد ریزش گل و میوه سال دوم بررسی شدند. کاربرد توری سایبان توانست به طور متوسط ۴/۵ درجه سلسیوس دمای برگ درختان را کاهش دهد. عملکرد و کیفیت میوه زردآلو در شرایط توری سایبان، تحت تاثیر رقم نیز قرار گرفت. همچنین تبخیر و تعرق کاهش یافت که باعث بهبود محتوای نسبی آب برگ و نهایتا وضعیت آبی برگ درختان زردآلو و بهبود عملکرد سیستم فتوسنتزی و تبادلات گازی برگ شد. کاربرد توری سایبان سبز-۵۰درصد ، رشد طولی شاخه سال جاری و تراکم جوانه گل (تعداد گل سال بعدی) در درختان زردآلو را افزایش داد. با توجه به اینکه توری سایبان باعث تاخیر زمان رسیدن میوه و کاهش رنگ گیری آن گردید. لذا، توصیه می شود زمان کاربرد آن نزدیک به زمان برداشت یا پس از برداشت میوه باشد. محلول پاشی سالسیلیک اسید در طول تابستان باعث شد تا تراکم جوانه‌های گل که در افزایش عملکرد سال بعد موثر است، افزایش یابد. سالسیلیک اسید، محتوای نسبی آب برگ، و عملکرد سیستم فتوسنتزی برگ را افزایش داد. به طور کلی کاربرد سایبان سبز ۵۰درصد روی درخت زردآلو در زمان مناسب پس از برداشت میوه به بهبود شرایط تکامل جوانه گل و رشد رویشی درخت و کاربرد سالسیلیک در جهت کاهش تنش در هر زمان از فصل گرم سال کمک نموده و قابل توصیه است.

استناد: اکبری، علی؛ فتاحی مقدم، محمدرضا؛ زمانی، ذبیح اله و عبادی، علی (۱۴۰۳). بررسی اثرات حفاظتی توری سایبان سبز ۵۰ درصد و سالیسیلیک اسید بر رشد رویشی، گلدهی و خصوصیات میوه زردآلو. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۵ (۱)، ۱۲۱-۱۰۳. DOI: https://doi.org/10.22059/IJHS.2023.355769.2094

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/IJHS.2023.355769.2094

مقدمه

تولید زردآلو در 75 کشور جهان با مساحت بیش از ۵۵۱ هزار هکتار با متوسط عملکرد ۶/۴۸ تن در هکتار به حدود ۳/۵ میلیون تن رسیده است. تعداد معدودی از کشورهای دنیا شامل ترکیه، ازبکستان، ایران، ایتالیا، الجزایر، فرانسه، اسپانیا بیش از ۵۰درصد تولید زردآلو را به خود اختصاص داده‌اند. ایران از نظر تولید و سطح زیر کشت جزء سه کشور نخست جهان به‌شمار می‌رود، درحالی‌که از نظر عملکرد بعد از کشورهای ایتالیا، ازبکستان، فرانسه، اسپانیا و ترکیه در رتبه ششم جهان قرار دارد. عملکرد پایین زردآلو در کشور ایران (حدود ۵/۳ تن در هکتار) نسبت به برخی کشورها در حد کمتر از نصف است که این موضوع اهمیت تحقیق روی کشت حفاظتی زردآلو را نشان می دهد (FAO, 2022).

به طور کلی دماهای ۱۰ تا ۱۵ درجه سلسیوس بالاتر از دمای بهینه رشد گیاه باعث القای تنش گرمایی به گیاه می‌شود (Wahid *et al.*, 2007). مکانیسم‌هایی مانند تغییر جهت برگ، خنک سازی از طریق تعرق، تغییر در ترکیبات چربی های غشاء، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش اتلاف آب برگ، افزایش تراکم روزنه‌ای و بزرگتر شدن آوندهای چوبی از روشهای معمول گیاه در اجتناب از تنش گرمایی است (Hasanuzzaman *et al.*, 2013). برخی مکانیسم‌های تحمل شامل ناقل‌های یونی، پروتئین‌های جنین زایی، محافظهای اسمزی، محافظت آنتی اکسیدانی و فاکتورهای دخیل در انتقال سیگنال‌ها و کنترل رونویسی برای خنثی کردن اثرات تنش گرمایی قابل توجه است (Wang *et al.*, 2004).

در سال‌های اخیر کاربرد خارجی محافظها به شکل محافظت کننده های اسمزی (پرولین، گلایسین بتائین ، تری هالوزها و...)، تنظیم کننده های رشد گیاهی (آبسیزیک اسید، جیبرلیک اسید، جاسمونیک اسید، براسینواستروئیدها، سالسلیک اسید و...)، ملکول‌های سیگنالی مانند نیتریک اکسید، پلی آمین‌ها (پوترسین ، اسپرمیدین و اسپرمین)، عناصر مفید (سلنیوم و...) و عناصر غذایی اصلی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و...) برای کاهش اثر خسارت تنش گرمایی مورد توجه قرار گرفته است (Mirza *et al.*, 2010؛ Barnabás *et al.*, 2008). همچنین، محلول پاشی برگی ریز ذرات معدنی سفید (کائولین یا کربنات کلسیم) یا امولسیون های مومی با ایجاد پوشش غشایی از گیاه در مقابل شدت نور خورشید محافظت می‌کند.

استفاده از توری‌های سایبان که از الیاف‌های مصنوعی برای جذب نور فرابنفش ساخته شده‌اند، می‌توانند دمای محیطی گیاه و سرعت باد و اثرات تنشی آن را تا حدی کاهش دهند. توری سایبان روشی مناسب برای کاهش آفتاب سوختگی است، اما هزینه‌های نسبتا بالایی برای اجرا و نصب آن لازم است (Lal & Sahu, 2017).

اسید سالسیلیک یک فیتوهورمون سیگنالی است و نقش‌های تنظیم کننده متنوعی مانند فعال سازی سیستم آنتی‌اکسیدانی، تولید متابولیت‌های ثانویه، سنتز اسمولیت‌ها و بهینه سازی وضعیت مواد مغذی معدنی را در متابولیسیم گیاهی ایفا می‌کند (Khan *et al.*, 2015). همچنین، می‌توان با افشاندن متیل سالسیلات که یکی از مشتقات سالیسیلیک اسید است، تحمل گیاه نسبت به گرما را افزایش داد (Dat *et al.*, 1998). علاوه‌براین، متیل سالسیلات به عنوان ملکول سیگنالی توانسته است با افزایش اکسیداسیون گزانتوفیل‌ها و محتوای آسکوربات و توکوفرول در برگ بلوط و انگور، مقاومت در برابر گرما را افزایش دهد (Lusia *et al.*, 2005؛ و Wang *et al.*, 2004). بنابراین، می توان نتیجه گرفت که سالسیلیک اسید نقش موثری در کاهش اثرات مخرب تشعشعات فرابنفش دارد (Wang *et al.*, 2010).

اسید سولفوسالسیلیک یکی از مشتقات سالیسیلیک اسید، می‌تواند به طور موثر هیدروژن دی اکسید را حذف کند و تحمل گرما را افزایش دهد. در این پژوهش در راستای توسعه کشت حفاظتی درختان میوه، اثر توری سایبان و سالیسیلیک اسید بر رشد رویشی، کیفیت و کمیت گل‌های تشکیل شده و همچنین خصوصیات کمی و کیفی میوه سه رقم زردآلو مورد مطالعه قرار گرفت.

پیشینه پژوهش

در کشت حفاظتی درختان میوه از توری ها با تراکم و رنگ های مختلف برای حفاظت از درختان در برابر آسیب باران، سرما، گرما، تگرگ، باد شدید و حمله پرندگان استفاده می‌شود. توری های سایبان به منظور جلوگیری از شدت تابش نور خورشید روی تاج درخت استفاده می‌شود و می‌تواند مسیرهای مختلف فیزیولوژیکی درخت را تحت تاثیر قرار دهد (Do Amarante *et al.*, 2011). یکی از بهترین روش‌های مدیریتی برای کاهش خسارت‌های اشعه ماوراء بنفش استفاده از توری‌هایی است که شدت نور خورشید را کاهش می دهد (Lal & Sahu, 2017). از توری‌های سایبان برای درختان مختلف از جمله سیب و گیلاس به منظور کاهش شدت نور خورشید و کاهش درجه حرارت استفاده شده است. توری سایبان می تواند در طول روز ۳/۲ درجه سانتیگراد دمای تاج درخت را کاهش و دوقلویی در گیلاس را کاهش دهد (Beppu & Kataoka, 2000). همچنین، سایبان با کاهش میزان جذب نور در تاج درختان سیب به طور غیر مستقیم بر رشد میوه تاثیر داشته است (Morandi *et al.*, 2011). Bartolini *et al*,. (2004) با بررسی اثر توری سایبان بر درختان زردآلو در فصل تابستان مشاهده کردند که روند تمایزیابی جوانه گل در شرایط توری سایبان با سرعت آهسته تری صورت گرفت و درصد گلدهی و میوه دهی سال بعد کاهش یافت. بنابراین پیشنهاد کردند که استفاده از توری‌های سایبان برای درختان زردآلو در مناطقی که با کمبود آب و شدت بالای تابش خورشید مواجه هستند می‌تواند مفید باشد.با این‌حال، سایه بیش از حد، باعث کاهش فتوسنتز و تولیدکربوهیدرات‌ها می‌شود که درنتیجه تشکیل میوه و کیفیت میوه را کاهش می‌دهد (Manja & Aoun, 2020).

کاهش نور خورشید توسط توری سایبان باعث افزایش رشد شاخه درختان سیب در اوایل فصل نسبت به رشد ونمو میوه شد (Bastías *et al.*, 2012). با این حال، در مناطق گرم، توری سایبان می‌تواند تعرق برگ را کاهش دهد و باعث افزایش راندمان استفاده از آب و کاهش تنش خشکی شود، در نتیجه درختان عملکرد بیشتر و اندازه میوه بزرگتری خواهند داشت (Treder *et al.*, 2016). در درختان انگور استفاده توری سایبان در یک فصل رشد باعث کاهش رشد رویشی در سال بعد از اعمال توری سایبان شده است که می تواند به دلیل تاثیر مستقیم کاهش نور بر تمایز اولیه برگ باشد (McArtney & Ferree, 1999). با این حال، اعمال توری سایبان در طول فصل رشد، رشد رویشی درختان سیب را افزایش داد (Middleton, 2010). همچنین در مطالعه‌ای استفاده از سالسیلیک اسید بر روی درختان انگور، اثرات مثبتی بر روی رشد رویشی نشان داد (El-Kenawy, 2017).

قرار گرفتن در معرض دمای بالا معمولا باعث کاهش بیوسنتز کلروفیل می‌شود (Dutta *et al.*, 2009). تنش گرما موجب کاهش کلروفیل a و b در برگ های در حال نمو می‌شود (Karim *et al.*, 1999). این تاثیرات روی رنگدانه ها و سایر دستگاه‌های فتوسنتزی نیز همراه با آسیب های اکسیداتیو است (Guo *et al.*, 2006) که نشان می‌دهد تغییر در نسبت رنگدانه‌ها نیز در تحمل گیاهان در برابر تنش های گرمایی نقش دارد. افزایش درجه حرارت برگ و تراکم شار نوری بر تنظیم تحمل حرارت فتوسیستم "دو" تاثیر دارد (Crafts-Brandner & Salvucci 2002). تحمل گیاه به تنش گرمایی از طریق آسیب کمتر به فرایند فتوسنتزی و افزایش ترکیبات محافظتی قابل ارزیابی است (Bita & Gerats, 2013).

به طور کلی به نظر می رسد توری سایبان کاهش فتوسنتز در درختان میوه را بهمراه داشته باشد. با این حال در بیشتر طول روز، نور کافی خورشید برای فتوسنتز وجود دارد و اگر نور مستقیم خورشید بتواند در طول روز بطور یکنواخت بر روی درخت بتابد، کاهش مطلوب نور خورشید بوسیله توری سایبان، می‌تواند باعث بهبود عملکرد سیستم فتوسنتزی شود (Lal & Sahu, 2017). شدت مناسب تابش نور برای حداکثر فتوسنتز برگ درختان میوه سیب بین ۷۰۰ تا ۸۰۰ میکرومول برمتر مربع بر ثانیه گزارش شده است. اگرچه میزان اشباع نوری در بین ارقام می‌تواند متفاوت باشد، اما می‌توان انتظار داشت که شدت مناسب نور برای بیشتر ارقام در این محدوده قرار گیرند. در بیشتر مناطق تابش نور فتوسنتزی بیش‌تر از این مقدار است (Tartachnyk & Blanke, 2004). بطور کلی می‌توان انتظار داشت درختان میوه‌ای که در شرایط اشباع نوری تحت توری

سایبان قرار دارند، به دلیل کاهش مهار نوری، تبادل گازی بهتری نسبت به محیط بدون توری سایبان داشته باشند (Murata *et al.*, 2007).

نقش سالسیلیک اسید در برابر تنش گرمایی در درختان میوه مشخص شده است. کاربرد محلول سالیسیلیک اسید ۰/۱ میلی‌مولار باعث کاهش نشت یونی در برگ‌های جوان انگور تحت تنش گرمایی شده است که نشان می‌دهد سالیسیلیک اسید می‌تواند مقاومت انگور در مقابل تنش گرمایی را القا کند (Wang *et al.*, 2010). محلول پاشی سالسیلیک اسید روی درختان زیتون در طول فصل تابستان نیز با تعدیل پاسخ‌های متمایز فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی، اثرات منفی ناشی از تنش گرمایی را کاهش داد. به طور ویژه محلول پاشی سالیسیلیک اسید در طول تابستان باعث بهبود وضعیت آبی، هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز گیاه می‌شود (Brito *et al.*, 2019).

سالسیلیک اسید تنظیم کننده مهمی برای فتوسنتز است، زیرا بر ساختار برگ و کلروپلاست، بسته شدن روزنه، مقدار کلروفیل و کاروتنوئید و فعالیت آنزیم های روبیسکو و کربنیک آنهیدراز تاثیر دارد. استفاده از غلظت‌های کم سالیسیلیک اسید تاثیر مثبتی بر فتوسنتز دارد که ممکن است به دلیل جلوگیری از اکسیداسیون اکسین توسط سالسیلیک اسید باشد. با افزایش سطح اکسین شدت فتوسنتز و فعالیت نیترات ردوکتاز افزایش می یابد. اثرات سالسیلیک اسید بر فتوسنتز بسته به غلظت و نوع گیاه متفاوت است. غلظت بالای سالسیلیک اسید (۱ میلی مولار و بیشتر) باعث کاهش میزان فتوسنتز و فعالیت آنزیم روبیسکو می‌شود (Rivas-San Vicente & Plasencia, 2011). سالسیلیک اسید در شرایط غیر تنشی بر شدت فتوسنتز برگ درختان انگور تاثیری نداشت، همچنین اثرات منفی تنش گرمایی بر سیستم فتوسنتزی دو را کاهش نداد. ولی با کاربرد سالیسیلیک در شرایط تنش گرمایی، شدت فتوسنتز با سرعت بیشتری نسبت به تیمار شاهد به سطح عادی رسید (Wang *et al.*, 2010).

روش شناسی پژوهش

مواد گیاهی و موقعیت جغرافیایی باغ مورد آزمایش

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات علوم باغبانی گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران واقع در کرج (طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه شمالی) روی سه رقم تجاری زردآلو با نام های شاهرودی، نخجوان و لاسگردی طی سالهای ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ انجام شد درختان زردآلو مورد آزمایش دارای ۱۰ سال سن، روی پایه بذری با فاصله ۴ در۵ متر کشت شده بودند. این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمد. فاکتورهای آزمایش شامل الف: تیمارهای (شاهد، توری سایبان و اسید سالسیلیک) و ب: ارقام (شاهرودی، نخجوان و لاسگردی) بودند. شرایط نگهداری، تغذیه و آبیاری قطره ای درختان آزمایشی بصورت یکسان بود.

سازه توری سایبان و نحوه قرارگیری توری سایبان بر روی درختان

پایه‌های توری سایبان از جنس چوب و توری سایبان از جنس پلی اتیلن به رنگ سبز با تراکم بافت ۵۰درصد بود. ارتفاع پایه‌ها ۴ متر و فاصله آنها از هر درخت ۱/۵ متر در نظرگرفته شد. .

محلول پاشی سالسیلیک اسید

سالسیلیک اسید با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار در سه نوبت در (اوایل تیرماه، اواسط تیرماه و اوایل مرداد ماه) محلول پاشی برگی گردید.

اندازه گیری شدت تابش نور خورشید

میزان تابش فعال فتوسنتزی خورشید۱ بوسیله دستگاه نور سنج مدل دلتا- تی[۲]، کشورانگلستان و در شرایط زیر توری سایبان و محیط آزاد درختان در طول تابستان اندازه‌گیری شد و برحسب میکرومول برمتر مربع بر ثانیه ثبت شد. اندازه گیری در شرایط آب و هوای صاف و آفتابی و در ساعت ۱۲-۱۴ ظهر انجام شد. (Do Amarante *et al.*, 2011).

اندازه گیری شدت دما

دمای روزانه درختان زردآلو از اردیبهشت ماه تا شهریورماه (هر ۲ یا ۳ روز یک بار) در ساعت ۱۲ تا ۱۵ عصر به‌وسیله دماسنج مادون قرمز مدل تی اف ال_۵۰۰[۳] از فاصله ۱۰ سانتی‌متری از برگ‌های بیرونی تاج درخت که در معرض تابش نور خورشید بودند (درختان شاهد) و همچنین از برگهای درختان زیر توری سایبان ثبت شدند.

اندازه گیری میزان رشد شاخه سال جاری و تراکم جوانه گل

جهت اندازه گیری رشد شاخه سال جاری از هر درخت ۱۰ شاخه تصادفی که رشد انتهایی فعال داشتند انتخاب شد. اواخر شهریور ماه طول رشد از جدیدترین حلقه رشد روی این شاخه‌ها تا انتهای آن‌ها به‌وسیله متر اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری میزان تولید جوانه گل، ۴ شاخه همگن از هر درخت در چهار جهت جغرافیایی که در ارتفاع مشابهی از سطح زمین قرار گرفته بودند در نظر گرفته شد. تولید یا تراکم جوانه گل به دو روش و استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شد (Alburquerque *et al.*, 2004)

جهت اندازه گیری رشد شاخه سال جاری از هر درخت ۱۰ شاخه تصادفی که رشد انتهایی فعال داشتند انتخاب شد. اواخر شهریور ماه طول رشد از جدیدترین حلقه رشد روی این شاخه‌ها تا انتهای آن‌ها بوسیله متر اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری میزان تولید جوانه گل، ۴ شاخه همگن از هر درخت در چهار جهت جغرافیایی که در ارتفاع مشابهی از سطح زمین قرار گرفته بودند، در نظر گرفته شد. تولید یا تراکم جوانه گل در مرحله غنچه (بالونی) به دو روش زیر محاسبه شد.

محاسبه تراکم در واحد سطح مقطع شاخه اصلی:

رابطه ۱)

$$D = \frac{N}{\pi r^2}$$

N: تعداد جوانه گل؛ R: شعاع هوایی تاج پوشش شاخه مورد اندازه‌گیری.

محاسبه تراکم در واحد مجموع طول شاخه گل دهنده:

رابطه ۲)

$$D = \frac{N}{L}$$

N: تعداد جوانه گل؛ L: مجموع طول شاخه گل دهنده.

محاسبه درصد ریزش گل و میوه

به منظور بررسی میزان ریزش گل و میوه، اوایل اسفندماه همان سال تعداد ۴ شاخه اصلی در ۴ جهت جغرافیایی انتخاب و علامت گذاری شد. سپس تعداد جوانه های هر شاخه اصلی که حاوی چند شاخه فرعی و تعداد زیادی گل بود از ابتدا تا انتها در شاخه‌های منشعب و سیخک‌ها شمارش گردید. دومین شمارش در زمان تشکیل میوه اولیه بود. و سومین شمارش در

1 Photosynthetically active radiation

2. Delta-T devices Cambridge-England(

3. TFL-500, ebro-German

زمان بزرگ شدن میوه‌های زردآلو (اوایل رنگ گیری میوه) صورت گرفت. میزان ریزش گل نسبت به تعداد جوانه گل و میزان ریزش میوه نسبت به تعداد میوه اولیه به ترتیب با استفاده از روابط ۳ و ۴ محاسبه شد (Alburquerque *et al.*, 2004).

رابطه۳)

$$\text{میزان ریزش گل} = \frac{G-F}{G}$$

G: تعداد جوانه گل؛ F: تعداد میوه اولیه

رابطه ۴)

$$\text{میزان ریزش میوه} = \frac{F-B}{F}$$

B: تعداد میوه رشد یافته؛ F: تعداد میوه اولیه

اندازه گیری وزن گوشت میوه

وزن گوشت میوه از تفریق وزن هسته جدا شده از وزن کل میوه با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم، محاسبه شد.

اندازه گیری مواد جامد محلول

مواد جامد محلول کل با استفاده از دستگاه رفراکتومتر و یک قطره از عصاره میوه پس ازکالیبره کردن دستگاه، در مقابل نور و دمای اتاق اندازه گیری شد و برحسب عدد بریکس که عمدتا نشانه میزان قند تولید شده در داخل میوه است گزارش شد.

اندازه‌گیری اسید قابل تیتراسیون میوه

به منظور تعیین اسید قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون عصاره میوه با استفاده از سود ۰/۱ نرمال و تنظیم پی.اچ اندازه گیری شد. لازم به ذکر است که برای تیتراسیون ۱۰ میلی‌لیتر از آب میوه صاف شده به همراه ۹۰ میلی لیتر آب مقطر استفاده شد. پی.اچ خنثی شدن اسید میوه ۸/۱ در نظر گرفته شد. با توجه به این که اسید غالب در زردآلو اسید مالیک با اکی والان گرم ۶۷ می‌باشد، لذا بر اساس رابطه ۵ درصد اسید میوه محاسبه شد

رابطه ۵)

$$\text{درصد اسیدیته قابل تیتراسیون} = \left(\frac{\text{میزان سود مصرفی} \times \text{اکی والان اسید غالب} \times \text{نرمالیته سود}}{1000 \times \text{مقدار آب میوه مصرفی}}\right) \times 100$$

شاخص طعم و رنگ میوه

شاخص طعم از تقسیم مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون بدست آمد. رنگ میوه با استفاده از دستگاه رنگ سنج از دو طرف میوه با ثبت سه پارامتر رنگی L، a^* و b^* بدست آمد

اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ

1. Konica Minolta chroma meter cr-400

برای اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ تعداد ۲۰ قطعه پانچ شده با اندازه یکسان از ۱۰ برگ که در معرض تابش نور خورشید قرار داشتند تهیه و سریعا وزن تر آن‌ها ثبت گردید و پس از ۲۴ ساعت در آب مقطر، قطعه های برگ از آب مقطر خارج و به سطحی با دستمال کاغذی خشک شدند و وزن آماس یافته آن‌ها بوسیله ترازوی حساس تعیین گردید. سپس تکه‌های برگ به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک شدند و در نهایت وزن خشک آن‌ها مشخص گردید و در نهایت میزان محتوای نسبی آب برگ با استفاده از رابطه ۶ محاسبه گردید (Turner, 1981).

رابطه ۶) $$RWC\% = [(W_F - W_D) / (W_T - W_D)] \times 100$$

RWC: محتوای نسبی آب برگ؛ W_F: وزن تر برگ؛ W_D: وزن خشک برگ؛ W_T: وزن آماس یافته برگ

اندازه‌گیری میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی

برای سنجش میزان کلروفیل‌ها و کارتنوئیدها از روش Arnon (1949) استفاده شد. نمونه برگ در هاون چینی با استفاده از نیتروژن مایع به خوبی پودر شد. سپس به ۰/۵ گرم از پودر برگی ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰درصد اضافه گردید و با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. میزان جذب عصاره جدا شده فوقانی در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b و ۴۷۰ نانومتر برای کارتنوئیدها با اسپکتروفتومتر[1] قرائت گردید. در نهایت با استفاده از رابطه های زیر میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه به‌دست آمد.

$$[Chl\ a] = 12.70 \times A663 - 2.69 \times A645$$
$$[Chl\ b] = 22.90 \times A645 - 4.68 \times A663$$
$$[Chls\ a + b] = 20.21 \times A645 + 8.02 \times A663$$
$$[Carotenoides] = \frac{1000\ (A_{470}) - 1.9\ (A_{663}) - 63.14\ (A_{645})}{214}$$

اندازه‌گیری شدت کلروفیل فلورسنس

کلروفیل فلورسنس با فلورسنس سنج ساخت شرکت هنسا تک[2] اندازه‌گیری شد. ابتدا برگ هائی در معرض نور در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین انتخاب و بوسیله کلیپس‌های مخصوص دستگاه به مدت ۲۰ دقیقه تاریک شدند. با قرائت فلورسانس اولیه ، حداکثر فلورسانس، حداکثر عملکرد کوانتمی فتوسیستم دو از رابطه ۸ بدست آمد (Genty *et al.*, 1998).

رابطه ۸)

$$F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$$

F_v/F_m: حداکثر عملکرد کوانتمی فتوسیستم دو؛ F_0: فلورسانس اولیه؛ F_m: حداکثر فلورسانس

یافته های پژوهش

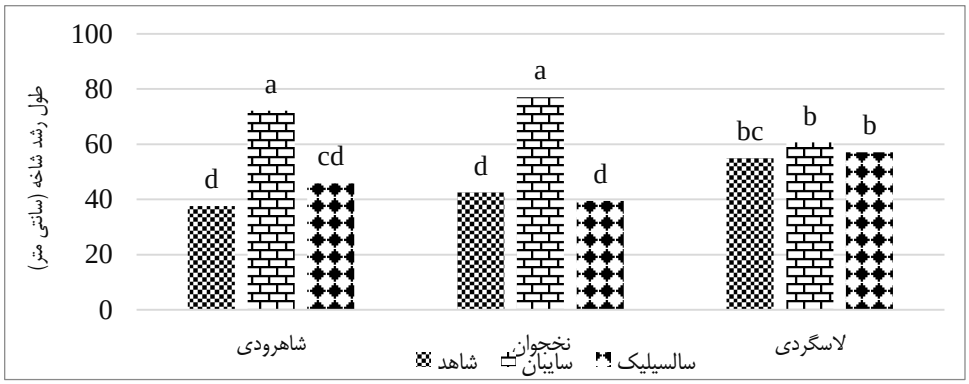
میزان رشد شاخه سال جاری و تراکم جوانه گل

طول رشد شاخه‌های سال جاری در بین دو رقم شاهرودی و نخجوان در تابستان تفاوت معنی داری نداشت ولی نسبت به رقم لاسگردی رشد طولی بیشتری نشان دادند. همچنین در دو رقم شاهرودی و نخجوان در تیمار توری سایبان نسبت به شاهد، تفاوت معنی داری در سطح یک درصد مشاهده شد. به طور کلی هرسه رقم در شرایط سایبان رشد طولی شاخه سال

1. Lambda EZ 201

2. Hansatech Instruments Ltd Handy PEA Data

جاری بیشتری نسبت به شاهد نشان دادند. ولی تیمار سالسیلیک اسید تاثیر معنی‌داری بر افزایش رشد طولی شاخه سال جاری نداشت. (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار و نوع رقم روی رشد طولی شاخه سال جاری در زردآلو. (منبع: یافته های تحقیق)
ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی دار ندارند..

اثرات اصلی و متقابل رقم و تیمار معنی دار بود به طوری که رقم شاهرودی در تیمار توری سایبان بیشترین و رقم لاسگردی در هر سه تیمار کمترین تراکم جوانه گل را نشان داد. (جدول ۱). بر اساس سطح مقطع، اثر اصلی رقم و تیمار روی تراکم جوانه گل معنی دار بود بطوریکه رقم شاهرودی در هر سه تیمار بیشترین میانگین و تیمار سایبان در هر سه رقم نسبت به سایر تیمار ها میانگین بیشتری نشان داد ولی اثرات متقابل رقم در تیمار معنی دار نبود(جدول۲).

جدول۱. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار و رقم بر شاخص تراکم گل بر اساس طول شاخه (تعداد گل بر سانتی‌متر) در زردآلو

رقم	شاهد	توری سایبان	سالسیلیک اسید
شاهرودی	^{b}۱/۱۷۴	^{a}۱/۷۰۴	^{b}۱/۲۳۵
نخجوان	^{cd}۰/۷۵۱	^{bc}۱/۱۰۱	^{b}۱/۱۲۶
لاسگردی	^{e}۰/۳۲۲	^{de}۰/۴۷۶	^{e}۰/۴۲۳

اعداد با حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

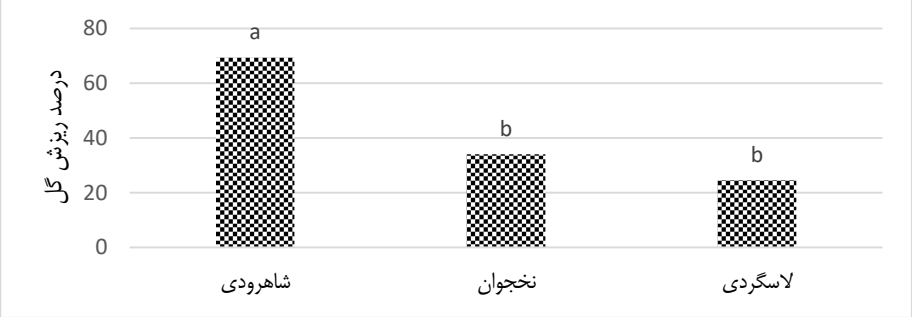
جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار و رقم شاخص تراکم گل بر اساس سطح مقطع (تعداد گل بر سانتی متر مربع) در زردآلو

رقم	شاهد	توری سایبان	سالسیلیک اسید
شاهرودی	^{a}۰/۶۳۱	^{a}۰/۷۷	^{a}۰/۶۵
نخجوان	^{bc}۰/۲۶۲	^{b}۰/۳۸۷	^{b}۰/۳۶۲
لاسگردی	^{c}۰/۱۳۷	^{c}۰/۲۰۳	^{c}۰/۱۶۲

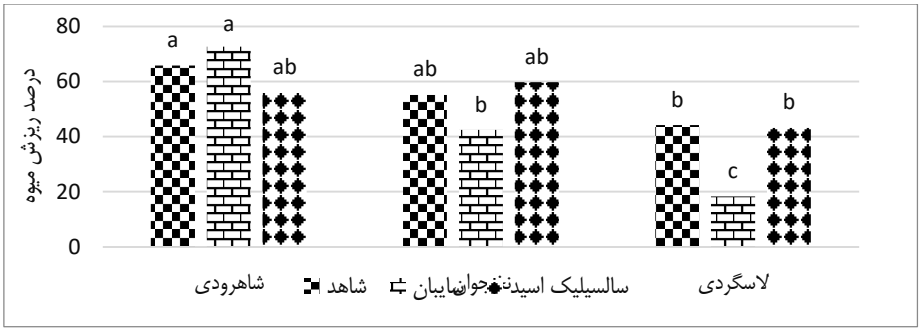
اعداد با حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد ندارند

درصد ریزش گل و میوه

نتایج تفاوت معنی داری را بین رقم های مورد مطالعه از نظر درصد ریزش گل نشان داد، رقم شاهرودی که دارای تراکم جوانه گل بیشتری نسبت به دو رقم دیگر بود، بطور معنی داری نیز ریزش جوانه گل بیشتری داشت. در نتیجه رقم‌های با تراکم گل بالا، با ریزش گل بیشتر مواجه خواهند شد(شکل ۲). تیمار توری سایبان تاثیر مثبتی بر عملکرد تعداد میوه در دو رقم نخجوان و لاسگردی داشت ولی در رقم شاهرودی اثر منفی داشت. اعمال سالسیلیک اسید در تابستان در هیچکدام از ارقام تفاوت معنی داری در ریزش میوه در سال بعد با شاهد ایجاد نکرد (شکل ۳).



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر اصلی نوع رقم روی درصد ریزش گل زردآلو (منبع: یافته‌های تحقیق).
. ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار و نوع رقم روی ریزش میوه زردآلو (منبع: یافته‌های تحقیق).
. ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱درصد تفاوت معنی دار ندارند.

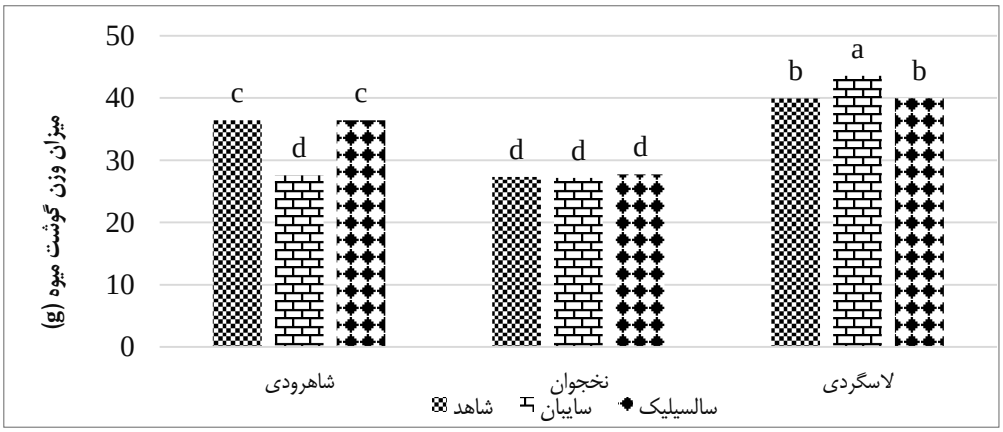
زمان رسیدن میوه

تیمار توری سایبان باعث شد تا دوره بلوغ میوه نسبت به شاهد طولانی‌تر و باعث دیررسی شود. در تیمار سالسیلیک اسید تفاوتی با شاهد از نظر زمان رسیدن میوه دیده نشد. اولین زمان رسیدن میوه در دوم تیرماه در رقم شاهرودی و تیمار شاهد مشاهده شد. زمان رسیدن میوه در تیمار توری سایبان در رقم شاهرودی نیز در ۱۲ تیرماه مشاهده شد، این نشان می‌دهد که توری سایبان، مدت ۱۰ روز طول دوره رسیدن میوه را افزایش داده است. همچنین، زمان رسیدن میوه در تیمار شاهد به ترتیب در رقم نخجوان ۱۸ تیرماه و در رقم لاسگردی ۲۲ تیرماه مشاهده شد که نشان می‌دهد ارقام نخجوان و لاسگردی نسبت به رقم شاهرودی دیررس تر هستند. زمان رسیدن میوه رقم نخجوان در تیمار توری سایبان با تاخیر و در اول مردادماه مشاهده شد.

وزن گوشت میوه

در میان رقم‌های مورد مطالعه، لاسگردی بیشترین وزن گوشت میوه را نشان داد. تیمار سالسیلیک اسید نسبت به شاهد تفاوت معنی داری نشان نداد. ولی وزن میوه رقم شاهرودی در تیمار توری سایبان کاهش یافت و این درحالی است که در رقم لاسگردی افزایش وزن میوه مشاهده شد (شکل ۴). می‌توان این‌گونه فرض کرد که میوه رقم لاسگردی سازگاری بیشتری را به توری سایبان نشان داده است. از آنجاکه رقم لاسگردی دیررس تر از سایر رقم‌ها می‌باشد و بخش عمده‌ای از دوره بلوغ میوه را هم زمان با تنش گرمایی محیط در زیر توری سایبان گذرانده است، بنابراین وزن بیشتری نسبت به شاهد بدست آورده است. همچنین Do Amarante *et al.*, (۲۰۱۱) بیان کرده‌اند که توری های ضد تگرگ میزان و کیفیت

نوری که به درختان می‌رسد را کاهش داده و باعث افزایش میانگین وزن دو رقم سیب گالا و فوجی می گردد. بر اساس این نتایج وزن میوه می‌تواند به میزان تابش نور، دمای محیط و رقم وابسته باشد.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار و نوع رقم روی صفت وزن گوشت میوه زردآلو (منبع: یافته‌های تحقیق).
. ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند.

میزان مواد جامد محلول و اسید میوه

تحت تیمار توری سایبان، میزان مواد جامد محلول در ارقام شاهرودی و لاسگردی را نسبت به شاهدکاهش داد در حالی که در رقم نخجوان چنین تاثیری نداشت. تیمار سالیسیلیک اسید نیز میزان مواد جامد محلول میوه در رقم شاهرودی را افزایش داد ولی در رقم لاسگردی و نخجوان تفاوت معنی داری با شاهد مشاهده نشد. همچنین، در رقم نخجوان تفاوت معنی دار میان تیمارها مشاهده نشد (جدول ۳). میزان اسید قابل تیتراسیون در رقم شاهرودی تحت تیمار توری سایبان افزایش یافت، در حالی که در رقم‌های لاسگردی و نخجوان به طور معنی داری نسبت به شاهد کاهش نشان داد (جدول۴).

جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار و نوع رقم بر مواد جامد محلول (درجه بریکس) در زردآلو.

رقم	شاهد	توری سایبان	سالسیلیک اسید
شاهرودی	^{c}۱۴/۱	^{d}۱۲/۴۳	^{b}۱۴/۷۶
نخجوان	^{bc}۱۴/۳	^{c}۱۳/۹۶	^{bc}۱۴/۴۶
لاسگردی	^{a}۱۵/۸	^{d}۱۲/۱	^{a}۱۵/۵

اعداد با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار و نوع رقم روی درصد اسید قابل تیتراسیون در زردآلو

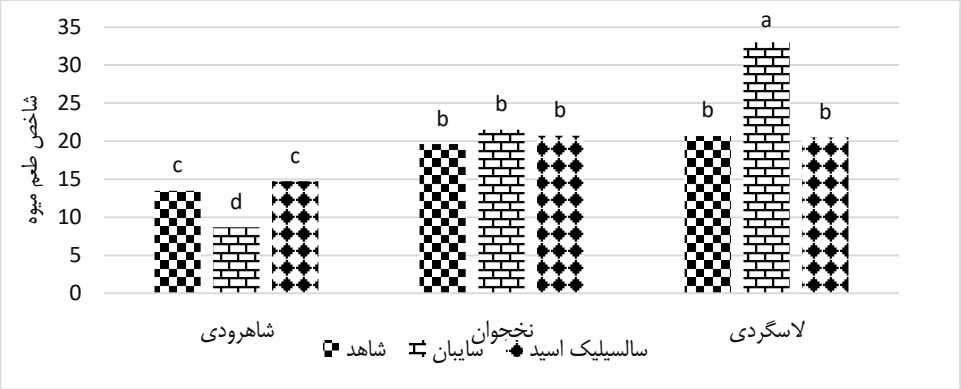
رقم	شاهد	توری سایبان	سالسیلیک اسید
شاهرودی	^{b}۱/۰۴۴	^{a}۱/۴۳۴	^{b}۱
نخجوان	^{d}./۷۲۹	^{e}./۶۴۹	^{d}./۶۹۸
لاسگردی	^{c}./۸۱۲	^{f}./۳۶۸	^{c}./۸۱۹

اعداد با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند.

شاخص طعم میوه

نتایج نشان داد که تیمار توری سایبان روی شاخص طعم میوه موثر بوده است و در میوه‌های زیر توری سایبان در رقم لاسگردی شاخص طعم (نسبت میزان مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون) افزایش یافته است. ولی در رقم شاهرودی

بر خلاف پاسخ رقم لاسگردی به توری سایبان، شاخص طعم میوه کاهش یافته است (شکل ۵). این ممکن است به این دلیل باشد که رقم لاسگردی نسبت به رقم شاهرودی دیررس تر است و زمان بیشتری برای افزایش شاخص طعم در شرایط سایبان داشته است.



شکل ۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار و نوع رقم روی صفت شاخص طعم میوه زردآلو (منبع: یافته‌های تحقیق).
ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند.

رنگ میوه

کاربرد توری سایبان باعث منفی تر شدن پارامتر رنگی a در دو رقم شاهرودی و نخجوان گردید و در نتیجه رنگ میوه در زیر توری سایبان سبزتر از شاهد بود (جدول۵). بر اساس این نتایج توری سایبان باعث می‌شود تا رنگ زمینه میوه به سبز متمایل شود.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار و نوع رقم روی پارامتر رنگی **a** در میوه زردآلو

رقم	شاهد	توری سایبان	سالسیلیک اسید
شاهرودی	^{ab}۵/۲۸۸	^{d}۹/۱۳-	^{a}۵/۸۱۳
نخجوان	^{a}۵/۸۰۸	^{b}۲/۹۱۶	^{a}۵/۵۹۷
لاسگردی	^{c}۲/۶۴-	^{c}-۳/۵۲	^{c}۲/۵۵-

اعداد با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند. (برخی اعداد منفی هستند)

محتوای نسبی آب برگ

بیشترین محتوای نسبی آب برگ در تیمار سایبان و در رقم شاهرودی و کمترین آن در تیمار شاهد و رقم لاسگردی مشاهده شد. همچنین، در هر سه رقم تحت تیمار توری سایبان، بطور معنی داری محتوای نسبی آب برگ افزایش یافت. در دو رقم شاهرودی و نخجوان نیز تحت تیمار اسید سالسیلیک، افزایش معنی داری در محتوای نسبی آب برگ، نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول ۶).

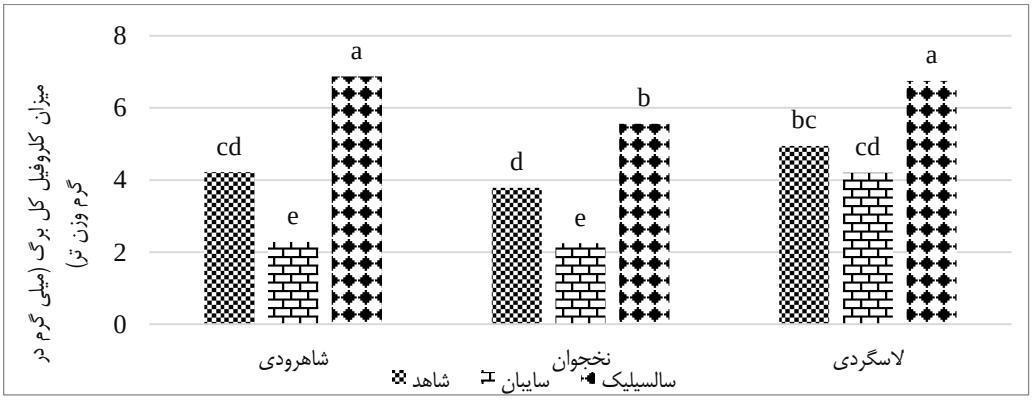
جدول ۶. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار و نوع رقم بر محتوای نسبی آب برگ زردآلو

رقم	شاهد	توری سایبان	سالسیلیک اسید
شاهرودی	^{bc}۰/۶۸۱	^{a}۰/۸۸۵	^{b}۰/۷۵۱
نخجوان	^{e}۰/۲۲۶	^{cd}۰/۵۷	^{d}۰/۵۰۲
لاسگردی	^{e}۰/۱۹۷	^{cd}۰/۵۹۷	^{e}۰/۲۹۱

حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند.

رنگدانه‌های فتوسنتزی

بیشترین مقدار کلروفیل کل برگ (۶/۸۶ میلی گرم بر وزن تر) مربوط به تیمار سالسیلیک اسید در رقم شاهرودی و کمترین مقدار (۲/۲۵ میلی گرم بر وزن تر) مربوط به تیمار توری سایبان در رقم نخجوان ثبت گردید. در هر سه رقم مورد مطالعه تحت تیمار توری سایبان ، مقدار کلروفیل کل بطور معنی داری نسبت به شاهد کاهش نشان داد، در حالی که در تیمار سالیسلیک اسید بطور معنی داری افزایش داشت (شکل ۶).



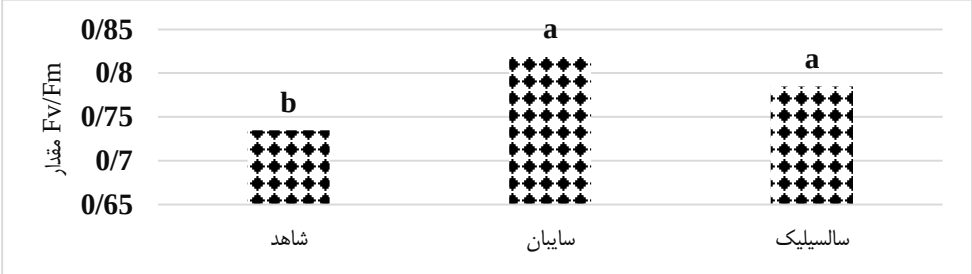
شکل۶. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار و نوع رقم روی محتوایکلروفیل کل در زردآلو (منبع: یافته‌های تحقیق).
ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی دار ندارند.

مقدار کاروتنوئید برگ در دو رقم شاهرودی و لاسگردی، نسبت به رقم نخجوان بیشتر بود (شکل ۷). مقدارکاروتنوئید همچون کلروفیل کل بطور معنی‌داری تحت تیمار توری سایبان نسبت به شاهد کمتر بود. در نتیجه با کاهش سطح تابش نور میزان کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها در برگ درختان زردآلو کاهش یافت و کاربرد سالسیلیک اسید باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در برگ درختان زردآلو گردید.

شکل ۷.مقایسه میانگین اثر اصلی کاروتنوئید کل در سه رقم زردآلو (منبع: یافته‌های تحقیق).
. ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی دار ندارند.

عملکرد فتوسیستم دو

بیشترین مقدار حداکثر عملکرد کوانتمی فتوسیستم دو (۰/۸۲۵) در تیمار توری سایبان و کمترین مقدار آن (۰/۷۸۵) در نمونه‌های شاهد مشاهده شد (شکل ۸). مقادیر حداکثر عملکرد کوانتمی فتوسیستم دو به طور معمول بین ۰/۷۵ تا ۰/۸۵ است و این نسبت متناسب با عملکرد کوانتمی فتوشیمیایی است.



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مورد آزمایش بر حداکثر عملکرد کوانتمی فتوسیستم دو در زردآلو (منبع: یافته‌های تحقیق).
ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی داری ندارند.

بحث

به طور کلی رشد طولی شاخه سال جاری در شرایط توری سایبان در هر سه رقم مورد بررسی بیشتر از شاهد بود اما تیمار سالسیلیک اسید تاثیر معنی‌داری بر افزایش رشد طولی شاخه نشان نداد. رشد طولی سال جاری شاخه ها با شدت تابش نور خورشید، از طریق کاهش طول میانگره کاهش می یابد ولی بر تعداد گره‌های تولید شده تاثیری ندارد (Jackson, 1969). بررسی رشد رویشی مرکبات تحت توری سایبان نشان داده است که توری سایبان هیچ تاثیری بر افزایش طول شاخه ندارد، زیرا شاخه‌های رویشی مرکبات در آب و هوای گرم رشد می‌کنند، اما می‌تواند باعث فعال شدن جوانه‌های رویشی در طول یک فصل شده و در نتیجه منجر به افزایش تعداد شاخه‌های تاج درخت گردد (Brown, 2018).

در تاکستان‌های قدیمی انگور، جهت تحریک رشد رویشی از توری سایبان زرد رنگ با میزان ۲۰درصد جلوگیری از تابش نور، استفاده شده است (Shahak et al., 2016). همچنین، در بررسی اثر نوع رنگ توری سایبان در باغات کیوی نشان داده شده است که توری آبی رنگ، قدرت رشد رویشی درختان کیوی را به طور معنی داری کاهش می‌دهد، در حالی که توری های قرمز و خاکستری، باعث تحریک رشد رویشی درختان کیوی می‌گردند (Basile et al., 2008). استفاده از توری سایبان سبز رنگ با جلوگیری ۲۳درصد از تابش نور روی درختان سیب رقم فوجی، باعث افزایش رشد شاخه‌های رویشی یکساله شده است.(Solomakhin & Blanke 2008). در مطالعه حاضر نیزاستفاده از سایبان سبب افزایش رشد رویشی چمشگیری در زردآلو شد که علت آن شرایط بهینه وضعیت آبی برگ و کاهش شدت تنش دمایی تاج پوشش درخت بوده است.

میزان تولید گل و عملکرد درختان زردآلو بیشتر وابسته به رقم است و بر این اساس می‌توان رقم‌های زردآلو را در سه دسته پر گل، متوسط گل و کم گل طبقه بندی نمود. بنابراین رقم شاهرودی پرگل، نخجوان متوسط گل و لاسگردی کم گل طبقه بندی می‌شوند. احتمالا تیمار توری سایبان و اسید سالسیلیک در طول تابستان نیز در بعضی از ارقام باعث افزایش تراکم جوانه گل از طریق گل القایی بیشتر و نهایتا افزایش گلهای سال بعد می‌شود. در تحقیقی توسط Alburquerque *et al*. (2004), نشان داده شد که رقم‌های زود گل درختان زردآلو عمدتا بیشترین تراکم گل را دارند، و رقم‌های با تراکم گل زیاد، ریزش گل و درصد تشکیل میوه بیشتری دارند.

ریزش جوانه گل و میوه بر عملکرد درخت تاثیر منفی دارد و می‌تواند به دلیل عوامل مختلفی باشد. ریزش جوانه گل ممکن است به دلیل وجود گل‌های ناقص و مادگی ناهنجار و عقیم باشد (Alburquerque *et al*., 2004). در مطالعه‌ای Bartolini *et al*., (2004) نشان دادند که تیمار توری سایبان در تابستان باعث ریزش بیشتر جوانه گل سال بعد در یک رقم شد و در رقم دیگر تفاوتی با شاهد نداشت. به عبارت دیگر، کاربرد توری سایبان در طول تابستان بر یک رقم بصورت معنی‌داری باعث کاهش تشکیل میوه در سال بعد شده است، ولی در رقم دیگر توری سایبان هیچ تاثیری بر تشکیل میوه سال بعد نداشته است. در نتیجه اعمال توری سایبان در طول فصل گرم بر عملکرد رقم‌های مختلف زردآلو، متفاوت است.

احتمالا این نتیجه می‌تواند بدلیل متفاوت بودن خصوصیات رشد زایشی رقم‌های مختلف زردآلو از نظر زمان و نیازهای گل القایی در طول تابستان باشد.

میزان اسید میوه و زمان رسیدن میوه می‌تواند وابسته به تغییرات میزان تابش نور و تغییرات دمایی باشد. Lopez *et al*., (2018) بیان کردند که توری سایبان باعث تاخیر در زمان بلوغ میوه سیب می‌شود. Solomakhin & Blanke (2008) میزان اسید قابل تیتراسیون پایین تری را در میوه های سیب پینوا و فوجی در درختان زیر توری‌های ضد تگرگ نسبت به درختان بدون توری گزارش کردند. با این حال، Do Amarante *et al*., (2011) تغییری در اسید میوه درختان سیب گالا و فوجی زیر توری ضد تگرگ مشاهده نکردند. همچنین میوه‌های این درختان دارای رنگ زمینه ای سبزتر بودند. در تحقیق حاضر نیز میوه های دیررس که میوه های آنها زمان طولانی تر در شرایط سایبان بودند از رنگ گیری ضعیف تری برخوردار بودند.

کاربرد توری سایبان بر کم کردن تبخیر آب برگ درختان نقش موثری دارد. محتوای نسبی آب برگ تحت تیمار توری سایبان در هر سه رقم نسبت به شاهد بیشتر بود، همچنین مقدار این شاخص در درختان تحت تیمار اسید سالسیلیک در دو رقم شاهرودی و نخجوان بطور معنی داری بیشتر از شاهد بود که نشان دهنده وضعیت آبی بهتر این درختان می‌باشد. اعمال سالسیلیک اسید و کائولین روی درختان زیتون نیز باعث افزایش محتوای نسبی آب برگ شده است (Brito *et al*., 2019)..

در این بررسی توری سایبان سبز رنگ با ۵۰ درصد جلوگیری از تابش نور در شرایط آب و هوایی کرج باعث کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی در برگ درختان زردآلو شد. بر اساس گزارشات، با افزایش فعالیت کلروفیلاز در شرایط تنش گرمایی میزان رنگدانه های فتوسنتزی کاهش می‌یابد (Bita & Gerats, 2013). در حالی‌که، Mark & Tevini (1997) بیان کردند محتوای کلروفیل کل تحت تابش اشعه ماوراء بنفش B افزایش یافته است. Incesu *et al*. (2016) گزارش کردند که توری سایبان به رنگ سیاه با جلوگیری ۷۵درصد از شدت تابش نوری باعث افزایش محتوای کلروفیل در برگ نهال‌های نارنج در مقایسه با درختانی که تحت توری سفید ۱۳درصد و توری قرمز ۲۰درصد بودند می‌شود. در نتیجه میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی بستگی به دمای محیط، نوع اشعه تابشی، میزان اشعه تابشی و نوع گیاه دارد.

سالسیلیک اسید توانست نسبت Fv/Fm را افزایش دهد. این نسبت به عنوان شاخص خوبی برای مهار نوری در نظر گرفته می‌شود که ممکن است از دو فرآیند مختلف حاصل شود: کاهش ثابت نرخ فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ در اثر آسیب به مرکز واکنش فتوسیستم ۲ و یا افزایش ثابت نرخ اتلاف غیر تابشی از برانگیختگی انرژی. کاهش ثابت نرخ فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ منجر به افزایش فلورسانس اولیه می‌شود در حالی که افزایش ثابت نرخ اتلاف انرژی غیر تابشی منجر به کاهش فلورسانس اولیه و حداکثر فلورسانس در تله‌های بسته فتوسیستم ۲ می‌شود (Kitajima & butler, 1975). همچنین، لازم به ذکر است که نسبت Fv/Fm ارتباط خطی با شاخص مراکز غیر فعال واکنش فتوسیستم ۲ ندارد. ولی این نسبت زمانی که فرآیندهای جداسازی انرژی رقابت می‌کنند به عنوان اتلاف انرژی نور جذب شده کاهش می‌یابد (Malnoë, 2018). در نتیجه با کاهش مقدار Fv/Fm در درختان شاهد، اتلاف انرژی نوری جذب شده در سیستم فتوسیستم ۲ افزایش یافته است. همچنین می‌توان با اعمال توری سایبان و پاشش سالسیلیک اسید از اتلاف انرژی نور جذب شده جلوگیری کرد.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی توری سایبان توانست حدود ۴/۵ درجه سلسیوس دمای برگ درختان را کاهش دهد. درختان زردآلو زیر توری سایبان در وضعیت آبی بهتری قرار گرفتند، همچنین توری سایبان با افزایش کارایی فتوسیستم دو، انرژی بیشتری درون برگ گیاه حفظ شد. وزن میوه در رقم لاسگردی که دوره بلوغ میوه را در زیر توری سایبان گذرانده بود بطور معنی داری افزایش یافت ولی درختان رقم شاهرودی که در دوره رسیدگی میوه در زیر توری سایبان قرار داشتند با کاهش وزن

میوه روبرو شدند. بنابراین، اعمال توری سایبان برای رقم‌های دیررس که مرحله بلوغ آن‌ها هم زمان با تنش گرمایی است می‌تواند باعث افزایش عملکرد درخت شود، اما در رقم‌های زودرس که قبل از وقوع دمای گرم یا تنش گرمایی در مرحله بلوغ قرار دارند، اعمال توری سایبان می‌تواند عملکرد درخت را کاهش دهد. بنابراین، زمان رشد و نمو میوه و مرحله بلوغ میوه انواع رقم زردآلو باید برای اعمال توری سایبان در نظر گرفته شود. در ارقامی همانند شاهرودی توری سایبان باید بعد از برداشت میوه اعمال شود و در ارقامی همانند لاسگردی که مرحله بلوغ آن‌ها در دمای بالای تیرماه قرار دارد، اعمال توری سایبان روی درختان می‌تواند برای افزایش عملکرد مفید واقع شود. همچنین، اعمال توری سایبان بر طعم میوه این دو رقم تاثیر متفاوتی گذاشت. رقم دیر رس‌تر (لاسگردی) با اسید قابل تیتراسیون کمتر، طعم بهتری نسبت به رقم زودرس‌تر (شاهرودی) داشت. اعمال سالسیلیک اسید بصورت خارجی بر برگ درختان زردآلو در طول فصل گرم، باعث شد، تبخیر و تعرق در برگ درختان کاهش یابد و همچنین غشاء سلولی برگ پایدارتر باشد. سالسیلیک اسید توانست نسبت Fv/Fm و نیز رنگیزه‌های فتوسنتزی در برگ گیاه را افزایش دهد و در نتیجه باعث افزایش فتوسنتز و تبادلات گازی شود. نتایج نشان داد که محلول پاشی سالسیلیک اسید در تابستان بر رشد طولی شاخه‌های زردآلو تاثیری ندارد ولی باعث افزایش تراکم جوانه گل (سال بعدی) در درختان زردآلو شد. محلول پاشی سالسیلیک اسید تاثیری بر خصوصیات کیفی میوه نداشت که ممکن است به این دلیل باشد که سالسیلیک اسید فقط یکبار در حضور میوه روی درخت محلول پاشی شده است و محلول پاشی های بعدی بعد از برداشت میوه بوده است.

منابع

جنتی زاده، عباسعلی؛ فتاحی مقدم، محمدرضا، زمانی، ذبیح اله و زراعتگر، هادی. (۱۳۹۰). بررسی تنوع ژنتیکی برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های زردآلو با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی و نشانگرهایRAPD. نشریه علوم باغبانی ایران، ۴۲(۳)، ۲۶۵-۲۵۵.

REFERENCES

Alburquerque N, Burgos L, Egea J .(2004). Influence of flower bud density, flower bud drop and fruit set on apricot productivity. *Scientia Horticulturae*, 102, 397-406.

Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Poly- phenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24, 1–15.Barnabás, B., Jäger, K., & Fehér, A. (2008). The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant, cell & environment*, 31(1), 11-38.

Bartolini, S., Viti, R. & Zanol. G. (2004). The involvement of glutathione in flower bud dormancy overcoming in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Recent Research Developments in Agronomy and Horticulture*, 1, 11-28.

Basile, B., R. Romano, M. Giaccone, E. Barlotti, V. Colonna, C. Cirillo, Y. Shahak, & Forlani, M. 2008. Use of photo-selective nets for hail protection of kiwifruit vines in southern Italy. *Acta Horticulture*, 770,185–192.

Bastías, R. M., Manfrini, L., & Grappadelli, L. C. (2012). Exploring the potential use of photo-selective nets for fruit growth regulation in apple. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(2), 224-231

Bita, C. E., & Gerats, T. (2013). Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Frontiers in Plant Science*, 4, 273-291

Brito, C., Dinis, L. T., Luzio, A., Silva, E., Gonçalves, A., Meijón, M., & Correia, C. M. (2019). Kaolin and salicylic acid alleviate summer stress in rainfed olive orchards by modulation of distinct physiological and biochemical responses. *Scientia Horticulturae*, 246, 201-211.

Brown, R. (2018). *Effect of permanent shade netting on 'Nadorcott'mandarin tree phenology and productivity* (Doctoral dissertation, Stellenbosch University, Stellenbosch).

Crafts-Brandner, S. J., & Salvucci, M. E. (2002). Sensitivity of photosynthesis in a C4 plant maize

to heat stress. *Plant Physiology*, 129, 1773–1780.

Dat, J. F., Lopez-Delgado, H., Foyer, C. H., & Scott, I. M. (1998). Parallel changes in H2O2 and catalase during thermotolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. *Plant Physiology*, 116(4), 1351-1357.

Do Amarante, C. V. T., Steffens, C. A., & Argenta, L. C. (2011). Yield and fruit quality of 'Gala' and 'Fuji' apple trees protected by white anti-hail net. *Scientia Horticulturae*, 129(1), 79-85.

Dutta, S., Mohanty, S., and Tripathy, B. C. (2009). Role of temperature stress on chloroplast biogenesis and protein import in pea. *Plant Physiology*, 150, 1050–1061.

El-Kenawy, M. A. (2017). Effect of chitosan, salicylic acid and fulvic acid on vegetative growth, yield and fruit quality of Thompson seedless grapevines. *Egyptian Journal of Horticulture*, 44(1), 45-59.

FAO. (20۲۱). FAO statistical database, Available: http://www.fao.org/faostat.

Genty, B., Briantais, J. M., & Baker, N. R. (1989). The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 990(1), 87-92.

Guo, Y. P., Zhou, H. F., & Zhang, L. C. (2006). Photosynthetic characteristics and protective mechanisms against photooxidation during high temperature stress in two citrus species. *Scientia Horticulture*. 108, 260–267.

Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M., Roychowdhury, R., & Fujita, M. (2013). Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(5), 9643-9684.

Incesu, M., Yeşiloğlu, T., Çimen, B., and Yılmaz, B. (2016). Effects of nursery shading on plant growth, chlorophyll content and PSII in 'Lane Late' navel orange seedlings. *Acta Horticulture*, 1130, 301-306.

Jackson, D. 1. 1969: Effects of water, light and nutrition on flower-bud initiation in apricots. *Australian Journal of Biological Sciences*, 22(1), 69 - 76.

Karim, M. A., Fracheboud, Y., & Stamp, P. (1999). Photosynthetic activity of developing leaves of *Zea mays* is less affected by heat stress than that of developed leaves. *Physiologia Plantarum*, 105(4), 685-693.

Khan, M. I. R., Fatma, M., Per, T. S., Anjum, N. A., & Khan, N. A. (2015). Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. *Frontiers in plant science*, 6, 462-477.

Kitajima, M. B. W. L., & Butler, W. L. (1975). Quenching of chlorophyll fluorescence and primary photochemistry in chloroplasts by dibromothymoquinone. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics*, 376(1), 105-115.

Lal, N., and Sahu, N. (2017). Management strategies of sun burn in fruit crops-A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6(6),1126-1138

Lopez, G., Boini, A., Manfrini, L., Torres-Ruiz, J. M., Pierpaoli, E., Zibordi, M., & Corelli-Grappadelli, L. (2018). Effect of shading and water stress on light interception, physiology and yield of apple trees. *Agricultural Water Management*, 210, 140-148.

353-361.

Malnoë, M. (2018). Photoinhibition or photoprotection of photosynthesis? Update on the (newly termed) sustained quenching component. *Environmental and Experimental Botany*, 154, 123-133.

Manja, K., & Aoun, M. (2019). The use of nets for tree fruit crops and their impact on the production: A review. *Scientia Horticulturae*, 246, 110-122.

Mark, U., & Tevini, M. (1997). Effects of solar ultraviolet-B radiation, temperature and CO 2 on growth and physiology of sunflower and maize seedlings. *Plant Ecology*, 128(1), 225-234.

McArtney, S. J., & Ferree, D. C. (1999). Shading effects on dry matter partitioning, remobilization of stored reserves and early season vegetative development of grapevines in the year after treatment. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(6), 591-597.

Mirza, H., Hossain, M. A., & Fujita, M. (2010). Physiological and biochemical mechanisms of nitric oxide induced abiotic stress tolerance in plants. *American Journal of Plant Physiology*, 5(6), 295-324.

Morandi, B., Zibordi, M., Losciale, P., Manfrini, L., Pierpaoli, E., & Grappadelli, L. C. (2011). Shading decreases the growth rate of young apple fruit by reducing their phloem import. *Scientia Horticulturae*, 127(3), 347-352.

Murata, N., Takahashi, S., Nishiyama, Y., & Allakhverdiev, S. I. (2007). Photoinhibition of photosystem II under environmental stress. *Biochimica et Biophysica*, 1767(6), 414-421

Rivas-San Vicente, M., & Plasencia, J. (2011). Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. *Journal of experimental botany*, 62(10), 3321-3338.

Shahak, Y., Kong, Y., & Ratner, K. (2016). The wonders of yellow netting. *Acta Horticulturae*, 1134, 327-334.

Solomakhin, A., and Blanke, M. M. (2008). Coloured hailnets alter light transmission, spectra and phytochrome, as well as vegetative growth, leaf chlorophyll and photosynthesis and reduce flower induction of apple. Plant Growth Regulation, 56(3), 211-218.

Tartachnyk, I. I., and Blanke, M. M. (2004). Effect of delayed fruit harvest on photosynthesis, transpiration and nutrient remobilization of apple leaves. New Phytologist, 164(3), 441-450.

Treder, W., Mika, A., Buler, Z., & Klamkowski, K. (2016). Effects of hail nets on orchard light microclimate, apple tree growth, fruiting and fruit quality. *Acta scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 15(3), 17-27.

Turner, N. C. (1981). Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil*, 58(1-3), 339-366.

Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M. & Foolad, M.R. . (2007). Heat tolerance in plants: an overview. *Environmental and Experimental Botany*, 61, 199–223

Wang, L. J., Fan, L., Loescher, W., Duan, W., Liu, G. J., Cheng, J. S., & Li, S. H. (2010). Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under heat stress and accelerates recovery in grapevine leaves. *BMC plant biology*, 10(1), 1-10

Wang, W., Vinocur, B., Shoseyov, O., & Altman, A. (2004). Role of plant heat-shock proteins and molecular chaperones in the abiotic stress response. *Trends in Plant Science*, 9(5), 244-252.