Journal of Vegetables Sciences **دو فصلنامه علمی- پژوهشی علوم سبزی‌ها**
Vol 3, No 5, Spring & Summer 2019, Pages (11-22) سال ۳- شماره ۵- بهار و تابستان ۱۳۹۸- صفحات (۲۲-۱۱)

تأثیر متقابل شدت نور و اسید سالیسیلیک بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*)

رسول آذرمی*
استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی. اردبیل، ایران
* نویسنده مسئول: r_azarmi@uma.ac.ir
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۳۰- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۳)

چکیده

شدت نور یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر رشد، عملکرد و کیفیت سبزی‌های میوه‌ای می‌باشد. اسید سالیسیلیک تأثیر منفی شدت نور بالا و پایین را تعدیل می‌نماید. در این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف شدت نور (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد شدت نور) و اسید سالیسیلیک (۰ و ۲ میلی‌مولار) بر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان واقع در استان اردبیل در سال ۱۳۹۵ اجرا گردید. نتایج نشان داد که وزن تر و خشک گیاه با کاهش شدت نور به‌ویژه در تیمار شاهد (۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. هدایت روزنه‌ای برگ و نسبت Fv/Fm با کاهش شدت نور افزایش یافت. کاربرد اسید سالیسیلیک هدایت روزنه‌ای برگ و نسبت Fv/Fm را بهبود بخشید. کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش تعداد گل‌آذین و تعداد میوه در گل‌آذین در سطوح مختلف شدت نور شد. عملکرد گوجه‌فرنگی در تیمار شدت نور کامل و محلول‌پاشی شده با اسید سالیسیلیک ۱۱۶ درصد بیشتر از گیاهان رشد کرده در شدت نور ۵۰ درصد و تیمار بدون اسید سالیسیلیک بود. بیشترین و کمترین مواد جامد محلول میوه، سفتی میوه، هدایت الکتریکی و اسیدیته عصاره میوه به‌ترتیب در شدت نور کامل و در شدت نور ۵۰ درصد به‌دست آمد. به‌طور کلی نتیجه‌گیری می‌شود که گوجه‌فرنگی‌ها در شدت نور کامل عملکرد و کیفیت بهتری داشتند و کاربرد اسید سالیسیلیک توانست خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی را در شدت نور مختلف بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: تعدیل تنش، سایه‌اندازی، گوجه‌فرنگی، خصوصیات کمی، خصوصیات کیفی.

مقدمه

گوجه‌فرنگی یکی از محصولات مهم در بیشتر مناطق دنیا می‌باشد. ایران با سطح زیر کشت ۱۵۳۷۳۵ هکتار و با تولید ۶۱۷۷۲۹۰ تن، پنجمین تولیدکننده این محصول در دنیا می‌باشد (FAO, 2017). گوجه‌فرنگی یکی از با ارزش‌ترین منابع تأمین عناصر معدنی و ویتامین‌ها است. به‌طوری‌که یک میوه با اندازه متوسط می‌تواند ۴۰ درصد ویتامین ث، ۲۰ درصد ویتامین آ و مقادیر قابل‌توجهی از پتاسیم، فیبر و کلسیم و مقدار کمی از آهن، منیزیم و ویتامین‌های B_1، B_2 و B_3 مورد نیاز بدن را تأمین نماید (Tigist *et al.*, 2013; Willcox *et al.*, 2003).

نور یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر در رشد گیاهان است که نیروی محرک فتوسنتز بوده و تقریباً تمام کربن و انرژی شیمیایی مورد نیاز برای

رشد سلول را تأمین می‌کند. شدت نور مورد نیاز گیاه بسته به گونه گیاهی، فاصله کشت، مقدار مواد معدنی و سن گیاه متفاوت می‌باشد. به‌طوری‌که شدت نور پایین باعث محدودیت فتوسنتز و شدت نور بالا منجر به کاهش کارایی فتوسنتز، اکسیداسیون نوری و تخریب کلروفیل می‌گردد. زمانی که انرژی جذب شده توسط گیاه از میزان انرژی لازم جهت انجام فعالیت‌های فتوسنتزی فراتر رود، گیاهان تحت تنش نوری قرار می‌گیرند. تنش نوری در گیاهان ممکن است با تأثیر بر متابولیسم، آسیب زیادی در کمیت و کیفیت متابولیت‌ها ایجاد نماید (Taiz & Zieger, 2010). استفاده از توری‌های سایه‌انداز به‌عنوان یکی از راه‌های کنترل شدت نور در گیاهان مطرح می‌باشد. این توری‌ها، محیط مناسبی برای رشد گیاهان در زیر سایه‌انداز خود ایجاد کرده و باعث تعدیل تنش‌های محیطی می‌شوند. سایه‌انداز از طریق تعدیل نوسانات دمای روزانه، شرایط آب و هوایی مطلوبی را برای رشد و تولید گیاهان مهیا می‌سازد. زیرا دمای حداکثر هوا و خاک را کاهش داده و رطوبت نسبی را حفظ می‌کند. همچنین، سایه‌انداز با کاهش تبخیر و تعرق در گیاه موجب افزایش کارایی مصرف آب می‌شود (Brand, 1997). شدت و کیفیت نور بر رشد، ریخت‌زایی و فرآیند فتوسنتز، تنفس و تعرق گیاه موثر می‌باشد (Li & Kubota, 2009). گیاهان رشدیافته در شدت نور پایین در مقایسه با گیاهان پرورش‌یافته در شدت نور بالا حساسیت بیشتری به بازدارندگی نوری نشان می‌دهند (Long *et al.*, 1994). معمولاً افزایش در فتوسنتز خالص با افزایش شدت نور همبستگی دارد. بنابراین شدت نور بالا منجر به کاهش شدت فتوسنتز خالص می‌شود (Khatib & Paulsen, 1989). کاهش شدت نور و یا سایه‌اندازی در مزارع، به‌طور عمده ناشی از تراکم بالای گیاه، کشت مخلوط، فرم هندسی کشت و رشد رویشی بیش از حد می‌باشد. این عوامل عملکرد محصول را از طریق کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه تحت تأثیر قرار می‌دهد (Valladares & Niinements, 2008). دمای بالا به همراه شدت نور زیاد در اواخر بهار و تابستان باعث ریزش گل، کاهش عملکرد و افزایش عوارض فیزیولوژیکی در گوجه‌فرنگی و فلفل (*Capsicum annuum* L.) می‌شود (Diaz-Perez, 2014; Shekari *et al.*, 2007). افزایش تشعشع خورشید ماده خشک، محتوای قند محلول و رنگیزه‌های فتوسنتزی میوه گوجه‌فرنگی را افزایش می‌دهد. (Ilic *et al.*, 2012). شدت نور کم، سنتز رنگیزه را کاهش داده و منجر به رنگ‌گیری غیریکنواخت میوه و کاهش مقدار رنگ میوه می‌گردد. همچنین، تابش نور خیلی زیاد به‌صورت مستقیم روی میوه ممکن است کیفیت میوه را کاهش دهد (Ilic *et al.*, 2012).

اسید سالیسیلیک، یک تنظیم‌کننده‌ی رشد درونی از گروه ترکیبات فنلی طبیعی بوده که در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه از قبیل القاء گل‌دهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن، باز و بسته‌شدن روزنه‌ها و تنفس نقش مهمی دارد (Dempsey & Klessing, 2017; Mimouni *et al.*, 2016). اسید سالیسیلیک در مکانیسم دفاعی گیاهان در برابر تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی از قبیل تنش خشکی، دمایی، غرقابی و عناصر سنگین نقش مثبت دارد. کاربرد بیرونی اسید سالیسیلیک رشد، فرآیندهای فیزیولوژیکی و فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها را افزایش داده و گیاهان را در برابر تنش‌های غیرزیستی متحمل‌تر می‌کند (Habibi, 2012). این تعدیل کننده‌ی تنش در غلظت‌های کمتر از ۱ میلی‌مولار برای رشد گیاهان مفید می‌باشد (Eraslan *et al.*, 2007; Rivas-San Vicent & Plasencia, 2011). نتایج تحقیقات Yildrim و

Atilla (۲۰۰۹) نشان داد که کاربرد اسید سالسیسلیک در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار در گوجه‌فرنگی قطر ساقه، ماده خشک برگ، غلظت کلروفیل برگ و مواد جامد محلول میوه را افزایش داد و عملکرد اولیه و عملکرد کل میوه به‌طور قابل‌توجهی متأثر از تیمار اسید سالیسیلیک قرار گرفت. تحقیقات نشان داده است که در گیاهچه‌های آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) بین تغییرات در شدت و کیفیت نور و مقدار اسید سالیسیلیک درون‌زا همبستگی وجود دارد. به‌طوری‌که با کاهش نسبت نور قرمز به نور مادون قرمز یا با افزایش تشعشع فعال فتوسنتزی، مقدار اسید سالیسیلیک درون‌زا افزایش می‌یابد. مقدار اسید سالیسیلیک درون‌زا در گیاه آفتابگردان با افزایش تشعشع فعال فتوسنتزی از ۰ تا ۱۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه بیشتر شد (Kurepin *et al.*, 2010). از آن‌جا که گیاهان مجاور روی یکدیگر سایه‌اندازی می‌کنند و یا در فصول مختلف سال در معرض شدت‌های مختلف نوری قرار می‌گیرند، کاربرد اسید سالیسیلیک می‌تواند از اثرات مضر شدت نور پایین یا بالا بکاهد. این پژوهش با هدف تولید گوجه‌فرنگی در شرایط بدون سایه‌اندازی، سایه‌اندازی ۲۵ درصد و سایه‌اندازی ۵۰ درصد تحت محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک و بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک اجرا گردید تا تأثیر سایه‌اندازی و کاربرد اسید سالیسیلیک بر صفات مهم کمی و کیفی بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شرایط رشد

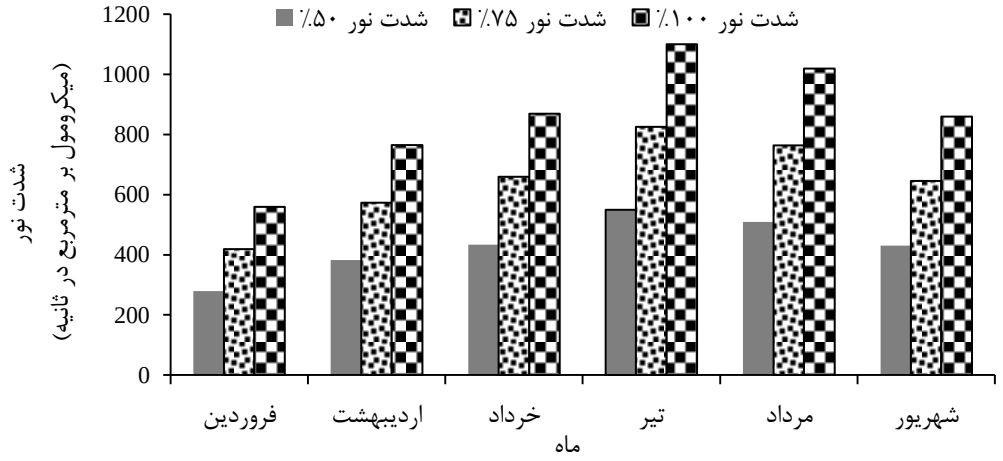
به‌منظور بررسی تأثیر شدت نور و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان در شهرستان پارس‌آباد مغان واقع در استان اردبیل، با عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۳۲ متری از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۴ انجام شد. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی شدت نور که شامل سه سطح شدت نور کامل یا ۱۰۰ درصد، شدت نور ۷۵ درصد و شدت نور ۵۰ درصد بود و فاکتور فرعی با دو سطح اسید سالیسیلیک با غلظت صفر (شاهد) و ۲ میلی‌مولار اعمال گردید. در این آزمایش بذر گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L. cv. Super Beta F1) از شرکت بهتا تهیه و در اواسط بهمن‌ماه در خزانه کشت و پس از دو ماه پرورش در خزانه، با ظهور سومین برگ حقیقی، دانهال‌ها در اواسط فروردین‌ماه در زمین اصلی کشت شدند. برای اعمال تیمار سایه‌دهی از توری‌های سبز رنگ که ۷۵ درصد و ۵۰ درصد نور طبیعی را از خود عبور می‌داد استفاده گردید. گیاهان تحت شدت نور ۱۰۰ درصد، در معرض نور مستقیم آفتاب بودند. توری‌های سایه‌انداز بر روی ساختار تونل مانند با عرض ۱/۵ متر و با ارتفاع یک متر و به طول پنج متر نصب و برای اطمینان از تهویه مناسب در تونل، این توری‌ها ۳۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح خاک قرار گرفته بود. عرض هر کرت ۱/۵ متر و طول آن ۵ متر و در هر کرت ۱۰ بوته وجود داشت. تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک یک هفته قبل از اعمال تیمارهای شدت نور (در مرحله هفت برگی) در سه مرحله با فاصله زمانی یک هفته و تیمار شاهد اسید سالیسیلیک با استفاده از آب مقطر محلول‌پاشی شدند (Tawseef *et al.*, 2017). برای اطمینان از نفوذ محلول اسید سالیسیلیک از محلول تووین ۲۰ درصد استفاده گردید. بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، کود اوره به‌مقدار ۳۵۰ کیلوگرم در

هکتار به‌صورت تقسیط، نخست در مرحله استقرار کامل بوته‌ها و دیگری در زمان تشکیل میوه و کود فسفره نیز به مقدار ۱۶۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار در زمان کشت دانهال به خاک اضافه و توسط روتیواتور با خاک مخلوط گردید. وجین علف‌های‌هرز به‌صورت دستی در طول فصل رشد به‌صورت منظم انجام پذیرفت.

شدت نور در ارتفاع تاج‌پوشش گیاه توسط دستگاه نورسنج (Skye Instrument. Powys. UK) در طول دوره رشد گیاه کنترل می‌شد (شکل ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	بافت خاک	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل‌جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۱/۱۲	۸/۲	لوم	۰/۶۸	۰/۰۷	۱۰	۳۹۰



شکل ۱- میزان شدت نور در طول دوره رشد گوجه‌فرنگی در شرایط تیمارهای ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد شدت نور اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه

سه هفته پس از شروع برداشت میوه‌ها، گیاهان از سطح خاک کف‌بر شده و وزن تر گیاه توسط ترازوی دیجیتالی ثبت گردید. وزن خشک گیاه با نگه‌داری آن‌ها به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در آون به‌دست آمد. تعداد گل‌آذین و تعداد میوه در هر گل‌آذین با شمارش آن‌ها در هر بوته حاصل شد. برداشت میوه از اواخر خرداد شروع و در هر هفته دو بار برداشت صورت می‌گرفت و تعداد میوه و وزن هر میوه در هر برداشت ثبت می‌گردید. عملکرد میوه از توزین مجموع میوه‌های هر بوته در طول دوره برداشت به‌دست آمد.

سنجش خصوصیات فیزیولوژیکی

شاخص فلوئورسانس کلروفیل با استفاده از دستگاه فلورومتر (UK, Hansatech, Hand pea fluorescence chlorophyll meter) از برگ‌های بالغ بین ساعت ۹ تا ۱۱ اندازه‌گیری شد. برای این منظور سه عدد برگ انتخاب و مدت سازگاری به شرایط تاریکی ۳۰ ثانیه، شدت نور دستگاه ۴۰۰ میکرو مول بر مترمربع بر ثانیه و مدت تابش ۲ ثانیه

تنظیم گردید. هدایت روزنه‌ای برگ به‌وسیله دستگاه پرومتر برگ (Eijkelkamps, Netherlands) بر حسب میکرومول بر مترمربع بر ثانیه از جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته از ساعت ۱۰ الی ۱۲ از برگ‌های بالغ اندازه‌گیری شد. برای این منظور قسمت میانی سه برگ از هر تکرار در محفظه دستگاه قرار گرفته و پس از ۳۰ ثانیه عدد دستگاه قرائت گردید.

اندازه‌گیری برخی خصوصیات کیفی میوه

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول، اسیدیته و هدایت الکتریکی عصاره میوه، میوه‌های با اندازه نسبتاً یکنواخت به‌وسیله مخلوط‌کن به‌منظور به‌دست آوردن عصاره میوه، همگن شدند. از عصاره موجود برای سنجش مواد جامد محلول، اسیدیته و هدایت الکتریکی میوه استفاده گردید. مواد جامد محلول میوه‌ها با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی (Atago Co., Tokyo, Japan)، اسیدیته عصاره میوه توسط دستگاه pH متر دیجیتالی و هدایت الکتریکی (EC) میوه به‌وسیله دستگاه هدایت الکتریکی‌سنج قرائت و ثبت شد. سفتی میوه توسط دستگاه سفتی‌سنج (Model, ST 977, Italy) قرائت گردید.

تجزیه آماری داده‌ها

ارزیابی آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS Statistics var (21)، مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها با Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

گیاهانی که در معرض نور کامل و با اسید سالیسیلیک محلول‌پاشی شده بودند به‌ترتیب ۲۱۶ درصد و ۲۰۹ درصد وزن تر و خشک بیشتری نسبت به گیاهان با شدت نور ۵۰ درصد و بدون محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک داشتند (جدول ۲).

شدت نور یکی از عوامل محیطی کلیدی مؤثر در رشد گیاه می‌باشد. شدت نور ۷۵ و ۵۰ درصد برای رشد مطلوب گوجه‌فرنگی مناسب نمی‌باشد. تولید ماده خشک کمتر در شرایط شدت نور پایین به‌خاطر ظرفیت فتوسنتزی پایین آن بوده و در پی آن رشد گیاه کاهش می‌یابد (Akhter *et al.*, 2009). بهبود تجمع ماده خشک در شرایط شدت نور زیاد در ارتباط با افزایش جذب نور، توزیع بهتر در درون تاج گیاه و سرعت بیشتر فتوسنتز برگ می‌باشد. همچنین، کاهش نور موجب پیری زودرس برگ‌ها، افت شدیدتر فتوسنتز و کاهش شدید وزن خشک به‌ویژه در ساقه می‌شود. به‌نظر می‌رسد که یکی از علل افزایش وزن خشک برگ‌ها در شرایط نور بیشتر، فراهم شدن نور مطلوب جهت گسترش سطح برگ و به‌دنبال آن انجام فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی باشد. علاوه بر این، دریافت و جذب نور مطلوب سبب افزایش قطر ساقه، استحکام بیشتر و در نتیجه افزایش وزن خشک ساقه در بوته می‌شود (Dwyer, 2003). از آنجا که محلول‌پاشی با غلظت کم اسید سالیسیلیک باعث افزایش در تقسیم و تمایز سلول‌ها و همچنین سبب افزایش بافت‌های استحکامی و جلوگیری از تخریب دیواره سلولی می‌شود، به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک می‌تواند با تحریک تقسیم سلولی و افزایش اندازه سلولی، اثرات منفی شدت نور زیاد و کم را بر میزان رشد گیاه تعدیل نماید (Maddah *et al.*, 2007).

اختلاف بین تیمارهای شدت نور و اسید سالیسیلیک از نظر حداکثر کارائی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ (Fv/Fm) معنی‌دار بود. به این ترتیب که به موازات کاهش شدت نور، نسبت Fv/Fm روند افزایشی نشان داد (جدول ۲).

در شرایط بهینه رشد، نسبت Fv/Fm در بیشتر گیاهان کربن سه در محدوده ۰/۸۴-۰/۸۰ می‌باشد. در این آزمایش، حداکثر نسبت Fv/Fm در شدت نور ۵۰ درصد به‌دست آمد و حداقل Fv/Fm در تیمار شدت نور کامل به ثبت رسید. لذا می‌توان استنباط کرد که نور کامل به‌مقدار زیادی دستگاه فتوسنتزی را تحت تأثیر قرار داده و همین امر موجب کاهش مقدار Fv/Fm برگ در مقایسه با تیمار شدت نور پایین گردیده است. نتایج این تحقیق همسو با تحقیقات Weigue و همکاران (۲۰۱۲) می‌باشد که مقدار Fv/Fm برگ در گیاهان سایه‌اندازی شده در حدود ۰/۸۳ گزارش کردند. در مقابل، مقدار Fv/Fm در گیاهان در معرض نور کامل در محدوده ۰/۷۵-۰/۷۴ بود. این امر نشان می‌دهد که گیاهان رشد کرده در شرایط نور کامل در مقایسه با گیاهان سایه‌اندازی شده در معرض تنش بودند. کاربرد اسید سالیسیلیک برون‌زا با افزایش نسبت Fv/Fm منجر به مقاومت بیشتر گیاهان به تنش نور بیش از حد گردید.

اثر ساده سایه‌اندازی و اسید سالیسیلیک بر هدایت روزنه‌ای برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طوری‌که به‌موازات کاهش شدت نور هدایت روزنه‌ای برگ نیز افزایش یافت. بر پایه نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲)، هدایت روزنه‌ای برگ با کاربرد اسید سالیسیلیک نسبت به تیمار شاهد اسید سالیسیلیک بیشتر بود.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر اسید سالیسیلیک بر خصوصیات رشدی و فیزیولوژیکی گوجه‌فرنگی تحت شرایط سطوح مختلف شدت نور

اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار)	شدت نور (درصد)	وزن تر گیاه (گرم)	وزن خشک گیاه (گرم)	نسبت Fv/Fm	هدایت روزنه‌ای برگ (میکرومول بر مترمربع در ثانیه)
۰ (شاهد)	۱۰۰	۷۵۱/۱^{b}	۹۴/۸۴^{b}	۰/۷۴۱^{a}	۱۰۸/۳۶^{a}
	۷۵	۵۴۰/۴^{d}	۶۳/۵۶^{d}	۰/۸۰۰^{a}	۱۵۴/۰۰^{a}
	۵۰	۴۲۰/۸^{e}	۴۸/۱۳^{f}	۰/۸۲۷^{a}	۱۶۸/۵۶^{a}
۲	۱۰۰	۸۸۱/۴^{a}	۱۰۴/۰۴^{a}	۰/۷۵۷^{a}	۸۰/۵۳^{a}
	۷۵	۶۹۷/۸^{c}	۷۷/۰۳^{c}	۰/۸۰۹^{a}	۱۲۲/۰۶^{a}
	۵۰	۵۱۸/۴^{d}	۵۵/۵۰^{e}	۰/۸۵۱^{a}	۱۰۶/۷^{a}
مقایسه میانگین اثرات ساده					
اسید سالیسیلیک	شاهد	۵۷۰/۸^{b}	۶۸/۸۴^{b}	۰/۷۸۹^{b}	۱۴۳/۶۴^{a}
	۲	۶۹۹/۲^{a}	۷۸/۸۶^{a}	۰/۸۰۶^{a}	۱۰۲/۲۱^{b}
شدت نور	۱۰۰	۸۱۶/۲۸^{a}	۹۹/۴۴^{a}	۰/۷۴۹^{c}	۹۴/۴۵^{c}
	۷۵	۶۱۹/۱۵^{b}	۷۰/۳۰^{b}	۰/۸۰۵^{b}	۱۳۸/۰۳^{b}
	۵۰	۴۶۹/۶۵^{c}	۵۱/۸۱^{c}	۰/۸۳۹^{a}	۱۳۹/۳۰^{a}

اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Barradas و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که هدایت روزنه‌ای برگ درختان زردآلو (*Prunus armeniaca* L.) تحت شرایط سایه بیشتر از درختان در معرض نور کامل بود. آن‌ها علت احتمالی این امر را به کاهش پتانسیل آب برگ درخت در معرض نور نسبت دادند. در شدت نور زیاد روزنه برای ممانعت از آسیب‌های احتمالی بسته می‌شود. به‌طور معمول گیاهان به شدت‌های مختلف

نوری واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند و نسبت به آن سازش پیدا می‌کنند. سازش یک تغییر در واکنش‌های فیزیولوژیک یک موجود در مواجهه با شرایط محیطی جدید است. روزنه می‌تواند در نهایت به شرایط محیطی سازش پیدا کند (Hatamian *et al.*, 2016; Taiz & Zieger, 2010). محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک هدایت روزنه‌ای را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. Larque (۱۹۷۹) گزارش کرد که کاربرد اسید سالیسیلیک هدایت روزنه‌ای را در برگ‌های لوبیا کاهش می‌دهد. علت احتمالی این امر به اثر ضد تعرقی ناشی از محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک بر می‌گردد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، با کاهش شدت نور تعداد میوه در خوشه کاهش یافت و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک تعداد میوه در خوشه را افزایش داد. همچنین، نتایج نشان داد که اثر ساده و متقابل شدت نور و اسید سالیسیلیک، تعداد گل‌آذین را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳). بدین ترتیب که بیشترین تعداد گل‌آذین در تیمار شدت نور کامل و محلول‌پاشی‌شده با اسید سالیسیلیک تولید گردید و کمترین تعداد به گیاهان تحت شدت نور ۵۰ درصد و بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک اختصاص داشت (جدول ۳).

Shinvari و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که حداکثر تعداد گل در گوجه‌فرنگی در غلظت ۱/۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و در شرایط رشد فضای آزاد به ثبت رسید. در حالی‌که حداقل تعداد گل در تیمار شاهد اسید سالیسیلیک تحت شرایط رشد در تونل پلاستیک به‌دست آمد. اسید سالیسیلیک نقش حیاتی در آغازش گل‌ها و تولید گرما دارد. زیرا که به سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها و اختصاص آن به اندام‌های زایشی کمک می‌کند. اسید سالیسیلیک تولید گرده، قدرت جوانه‌زنی گرده و طویل‌شدن کلاله را افزایش می‌دهد. همچنین این تنظیم‌کننده رشد نقش مهمی در فرآیندهای فیزیولوژیکی از قبیل انگیزش گل، فتوسنتز و سنتز پروتئین ایفا می‌کند (Khan *et al.*, 2015; Hayat *et al.*, 2010). افزایش شدت نور و دما در مرحله گل‌آغازی موجب کاهش تولید تعداد خوشه گل و کاهش تعداد میوه می‌شود. افزایش شدت نور در مرحله ظهور ماکروسکوپی گل‌آذین باعث جلوگیری از ریزش گل می‌شود (Shekari *et al.*, 2007).

بیشترین تعداد میوه در شدت نور کامل و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک و کمترین تعداد در شدت نور ۵۰ درصد و بدون محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک مشاهده شد (جدول ۳). نتایج این تحقیق همسو با یافته‌های Shinvari و همکاران (۲۰۱۸) بود که نشان دادند بیشترین تعداد میوه در غلظت ۱/۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و کمترین تعداد آن در غلظت شاهد اسید سالیسیلیک به ثبت رسید. همچنین بیشینه تعداد میوه در شرایط مزرعه که شدت نور بیشتری داشتند تولید گردید. در حالی‌که کمینه تعداد آن تحت شرایط تونل پلاستیکی که نور کمتری نسبت به مزرعه داشتند به‌دست آمد. Vazirimehr و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند اسید سالیسیلیک در رنگیزه‌های فتوسنتزی، عملکرد، کیفیت و کمیت میوه تأثیر دارد. دلیل افزایش تعداد میوه در شدت نور بالا نسبت به شدت نور پایین، کاهش میزان ریزش گل و میوه می‌باشد (Mc Avoy *et al.*, 1989; Cockshull & Cave, 1992).

بیشترین عملکرد (۲۳۶۶ گرم در بوته) در گیاهان در معرض نور کامل و تیمارشده با اسید سالیسیلیک و کمترین عملکرد (۷۳۱ گرم در بوته) در گیاهان رشدکرده در سایه‌اندازی ۵۰ درصد و

تیمار بدون اسید سالیسیلیک به‌دست آمد (جدول ۳). تأثیر مثبت و منفی سایه‌اندازی بر عملکرد محصول بستگی به گونه گیاهی و شدت سایه‌اندازی دارد (Tabatabaei *et al.*, 2008). نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های Azarmi و همکاران (۲۰۱۸) همسو بود که گزارش کردند عملکرد خیار (*Cucumis sativus* L.) در شرایط شدت نور کامل بیشتر از سایه‌اندازی بود. Gent (۲۰۰۷) با مطالعه بر روی تأثیر شدت و طول مدت سایه‌اندازی بر عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای گزارش کردند که عملکرد کل میوه با افزایش شدت سایه‌اندازی به‌طور خطی کاهش می‌یابد. افزایش عملکرد در گوجه‌فرنگی ناشی از افزایش در تعداد میوه و وزن میوه بود. افزایش عملکرد ناشی از سایه‌اندازی و اسید سالیسیلیک ممکن است ناشی از افزایش وزن تر و خشک گیاه، هدایت روزنه‌ای برگ، نسبت Fv/Fm، تعداد گل‌آذین و تعداد میوه در خوشه باشد. سایه‌اندازی، شدت فتوسنتز، میزان کربوهیدرات و انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به میوه‌ها و جوانه‌های گل و ماده خشک گیاه را در محصولات میوه‌ای مختلف کاهش می‌دهد (Tabatabaei *et al.*, 2008; Aloni *et al.*, 1994). در این تحقیق کاهش عملکرد در سایه‌اندازی بیشتر از حد انتظار بود. این امر ممکن است ناشی از طول مدت سایه‌اندازی و زمان اعمال سایه‌اندازی باشد. طول دوره سایه‌اندازی در این آزمایش ۵۰ روز بود که سایه‌اندازی ۵۰ روز و بیشتر باعث کاهش نسبتاً زیاد تولید میوه می‌شود. همچنین زمانی که سایه‌اندازی در مرحله رشد رویشی یا اوایل تشکیل میوه اعمال گردد، تولید میوه بیشتر از سایه‌اندازی در مرحله رشد میوه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. دلیل این امر آن است که گوجه‌فرنگی در مرحله رشد رویشی ذخیره کربوهیدرات خود را در ساقه و برگ‌ها انباشته می‌کند و از آن برای تقویت رشد میوه استفاده می‌کند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر اسید سالیسیلیک بر شاخص‌های عملکرد گوجه‌فرنگی تحت شرایط سطوح مختلف شدت نور

اسید سالیسیلیک میلی‌مولار	شدت نور (درصد)	تعداد گل‌آذین در بوته	تعداد میوه در گل‌آذین	تعداد میوه در بوته	عملکرد (گرم در بوته)
شاهد	۱۰۰	۱۵/۰۰^{b}	۳/۱۵^{b}	۲۲/۶۶^{b}	۲۱۶۰^{b}
	۷۵	۷/۶۶^{d}	۳/۱۰^{b}	۱۱/۳۳^{d}	۱۰۰۳^{d}
	۵۰	۶/۰۰^{e}	۲/۸۹^{c}	۹/۶۶^{d}	۷۳۱^{e}
۲	۱۰۰	۱۶/۶۶^{a}	۳/۴۰^{a}	۲۶/۰۰^{a}	۲۳۶۶^{a}
	۷۵	۱۱/۰۰^{c}	۳/۲۳^{ab}	۱۵/۰۰^{c}	۱۳۵۳^{c}
	۵۰	۸/۰۰^{d}	۲/۷۴^{c}	۱۱/۰۰^{d}	۹۵۸^{d}
مقایسه میانگین اثرات ساده					
اسید سالیسیلیک	شاهد	۹/۵۵^{b}	۳/۰۵^{b}	۱۴/۵۵^{b}	۱۲۹۸/۱۱^{a}
	۲	۱۱/۸۸^{a}	۳/۱۲^{a}	۱۷/۳۳^{a}	۱۵۵۹/۳۳^{b}
شدت نور	۱۰۰	۱۵/۸۳^{a}	۳/۲۸^{a}	۲۴/۳۳^{a}	۲۲۶۳/۳۳^{a}
	۷۵	۹/۳۳^{b}	۳/۱۷^{b}	۱۳/۱۶^{b}	۱۱۷۸/۳۳^{b}
	۵۰	۷/۰۰^{c}	۲/۸۱^{c}	۱۰/۳۳^{c}	۸۴۴/۵۰^{c}

اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

با افزایش شدت نور مواد جامد محلول میوه افزایش یافت و این مواد محلول در میوه‌های محلول‌پاشی‌شده با اسید سالیسیلیک بیشتر از میوه‌های بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۴).

این نتایج با یافته‌های Ilic و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد که گزارش کردند که سایه‌اندازی و کاهش شدت نور مقدار مواد جامد محلول میوه را کاهش می‌دهد. میوه‌های گوجه‌فرنگی تولیدشده در هوای آزاد یا مزرعه نسبت به محیط کنترل‌شده دارای مواد جامد محلول بیشتری بودند.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، با افزایش شدت سایه‌اندازی سفتی میوه کاهش نشان داد (جدول ۴).

نتایج این تحقیق با یافته‌های Mudasir و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد و به این نتیجه رسیدند که سایه‌دهی سفتی میوه را به‌خاطر ضرورت نور در تشکیل دیواره سلولی تحت تأثیر قرار می‌دهد. میوه‌های آووکادو (*Persea americana* L.) در معرض نور مستقیم خورشید در مقایسه با میوه‌های در معرض سایه‌دهی در حدود ۲/۵ برابر سفت‌تر بودند. شدت نور باعث ایجاد تغییرات در ترکیب دیواره سلولی، تورژسانس سلول و تعداد سلول می‌شود.

بالاترین اسیدیته عصاره میوه در شدت نور ۱۰۰ درصد (۴/۲۸) و پایین‌ترین مقدار آن در شدت نور ۵۰ درصد (۴/۱۳) به‌دست آمد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر اسید سالیسیلیک بر تعداد میوه و صفات کیفی میوه گوجه‌فرنگی تحت شرایط سطوح مختلف شدت نور

اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار)	شدت نور (درصد)	مواد جامد محلول میوه (درصد)	سفتی میوه (کیلوگرم)	هدایت الکتریکی عصاره میوه (میکرو زیمنس بر متر)	اسیدیته عصاره میوه
شاهد	۱۰۰	۵/۰۶^{a}	۲/۳۰^{a}	۶۹۳^{a}	۴/۲۹^{a}
	۷۵	۴/۵۰^{a}	۱/۶۶^{a}	۶۵۸^{a}	۴/۱۹^{a}
	۵۰	۴/۱۰^{a}	۱/۳۶^{a}	۵۷۵^{a}	۴/۱۳^{a}
۲	۱۰۰	۵/۲۶^{a}	۲/۲۵^{a}	۷۰۲^{a}	۴/۲۸^{a}
	۷۵	۵/۰۶^{a}	۱/۶۳^{a}	۶۶۹^{a}	۴/۱۹^{a}
	۵۰	۴/۶۳^{a}	۱/۳۳^{a}	۵۸۷^{a}	۴/۱۴^{a}
مقایسه میانگین اثرات ساده					
اسید سالیسیلیک	شاهد	۴/۵۵^{b}	۱/۷۷^{a}	۶۴۲/۲۲^{a}	۴/۲۲^{a}
	۲	۴/۹۸^{a}	۱/۷۳^{a}	۶۵۲/۷۷^{a}	۴/۲۰^{a}
شدت نور	۱۰۰	۵/۱۶^{a}	۲/۲۷^{a}	۶۹۸/۰۰^{a}	۴/۳۰^{a}
	۷۵	۴/۷۸^{ab}	۱/۶۵^{b}	۶۶۳/۵۰^{ab}	۴/۲۰^{ab}
	۵۰	۴/۳۵^{b}	۱/۳۵^{c}	۵۸۱/۰۰^{b}	۴/۱۳^{b}

اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

میوه گوجه‌فرنگی به‌عنوان یک میوه‌ی اسیدی شناخته می‌شود. عصاره میوه با اسیدیته کمتر از ۴/۵، شاخص مطلوب در میوه‌ها می‌باشد. چراکه فعالیت ریزجانداران و شدت تنفس را کاهش داده و در نتیجه کیفیت محصول را افزایش می‌دهد. اسیدیته پایین میوه با کیفیت بالای میوه ارتباط دارد (Davies & Hobson, 1981). این نتایج همسو با یافته‌های Ilic و همکاران (۲۰۱۲) بود که

بیان کردند میوه گوجه‌فرنگی‌های سایه‌دهی‌شده با توری‌های رنگی محتوای اسید کمتری در مقایسه با میوه‌های رشد کرده تحت شرایط شدت نور کامل داشتند. بر اساس نتایج این آزمایش، هدایت الکتریکی آب میوه با کاهش شدت نور، کاهش نشان داد (جدول ۷). افزایش هدایت الکتریکی آب میوه در شدت نور بالا ممکن است ناشی از تولید مواد محلول بیشتر مثل کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و جذب عناصر معدنی بیشتر باشد (Malash *et al.*, 2002).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که گوجه‌فرنگی در تیمار شدت نور کامل، وزن تر و خشک گیاه، تعداد گل‌آذین، تعداد میوه در خوشه و عملکرد کل بیشتری نسبت به سایه‌اندازی ۲۵ و ۵۰ درصد داشت. نسبت Fv/Fm و هدایت روزنه‌ای برگ تحت شرایط شدت نور پایین بهتر از شدت نور کامل بود. همچنین، خصوصیات کیفی میوه از قبیل مواد جامد محلول، سفتی و هدایت الکتریکی عصاره میوه در تیمار شدت نور کامل مطلوب‌تر بودند. برعکس، عصاره میوه‌ها در شدت‌های نور پایین اسیدی‌تر از شدت نور کامل بود. استفاده از اسید سالیسیلیک به‌صورت محلول‌پاشی در بیشتر صفات اندازه‌گیری‌شده، رشد گوجه‌فرنگی را تحت شدت نور بالا و سایه‌اندازی افزایش داد. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که گوجه‌فرنگی به سایه‌اندازی حساس می‌باشد و در مناطق با شدت نور در حدود کمتر از ۵۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه، عملکرد اقتصادی تولید نمی‌کند.

References

- Akhter, N., Rahman, M. M., Hasanuzzaman, M. & Nahar, K. (2009). Dry matter partitioning in garden pea (*Pisum sativum* L.) as influenced by different light levels. *African Journal of Plant Science*, 2(4), 233-236.
- Aloni, B., Karni, L., Rylski, I. & Zaidman, Z. (1994). The effect of nitrogen fertilization and shading in the incidence of color spots in sweet pepper (*Capsicum annuum*) fruit. *Journal of Horticultural Science Biotechnology*, 69, 767-773.
- Azarmi, R., Tabatabaei, S. J. & Chaparzadeh, N. (2018). Interactive effects of Mg and shading on the yield, physiology and antioxidant activity in cucumber grown in hydroponics. *Journal Plant Process Function*, 22(6), 63-71.
- Barradas, V. L., Nicolas, E., Torrecillas, A. & Alarcon, J. J. (2005). Transpiration and canopy conductance in young apricot (*Prunus armenica* L.) trees subjected to different PAR levels and water stress. *Agricultural Water Management*, 77, 323-333.
- Brand, M. H. (1997). Shade influences plant growth, leaf color, and chlorophyll content of *Kalmia latifolia* L. cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 32(2), 206-208.
- Cockshull, K. E. & Cave, C. R. J. (1992). The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science*, 67, 11-24.
- Davies, J. N. & Hobson, G. E. (1981). The constituents of tomato fruit- the influence of environment, nutrition, and genotype. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 15, 205-280.
- Dempsey, D. A. & Klessing, D. F. (2017). How does the multifaceted plant hormone salicylic acid combat disease in plants and are similar mechanisms utilized in humans? *BMC Biology*, 15(1), 1-11.

- Diaz-Perez, J. C. (2014). Bell pepper (*Capsicum annum* L.) crop as affected by shade level: fruit yield, quality, and postharvest attributes, and incidence of phytophthora blight (caused *by Phytophthora capsici* Leon.). *Journal of Horticultural Science*, 49(7), 891-900.
- Dwyer, L. M. (2003). Row spacing and fertilizer nitrogen effects on plant growth and grain yield of maize. *Canadian Journal of Plant Science*, 83, 241-248.
- Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A. & Alpaslan, M. (2007). Impact of exogenous salicylic acid on the growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae*, 113, 120-128.
- FAO. (2017). Available online: http://fao.org (accessed on 20 November 2018).
- Gent, M. P. N. (2007). Effect of degree and duration of shade on quality of greenhouse tomato. *HortScience*, 42, 514-520.
- Habibi, G. (2012). Exogenous salicylic acid alleviates oxidative damage of barley plants under drought stress. *Acta Biologica Szegediensis*, 56, 57-63.
- Hatamian, M., Arab, M. & Rouzban, M. (2016). Study of stomatal behavior of two varieties of rose in different light intensities. *Journal of Crop Improvement*, 17(1), 1- 11. (In Farsi)
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. *Environmental and Experimental of Botany*, 68(1), 14-25.
- Ilic, Z., Milenkovic, L., Đurovka, M. & Kapoulas, N. (2012). Tomato fruits quality as affected by light intensity using color shade nets Proceedings. 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia (414-418).
- Khan, A. R., Hui, C. Z., Ghazanfar, B., Khan, M. A., Ahmad, S. S. & Ahmad, I. (2015). Acetyl salicylic acid and 24-epibrassinolide attenuate decline in photosynthesis, chlorophyll contents and membrane thermo-stability in tomato under heat stress. *Pakistan Journal of Botany*, 47(1), 63-70.
- Khatib, K. A. & Paulsen, G. M. (1989). Enhancement of thermal injury to photosynthesis in wheat plants and thylakoids by high light intensity. *Journal of Plant Physiology*, 90, 1041-1048.
- Kurepin, Leonid. V., Walton, Linda J. Reid, David M. & Chinnappa, C. C. (2010). Light regulation of endogenous salicylic acid levels in hypocotyls of Helianthus annuus seedlings. *Botany*, 88(7), 668-674.
- Larque, S. A. (1979). Stomatal closure in response to acetylsalicylic acid treatment. Z. *Pflanzenphysiology*, 93, 371-375.
- Li, Q. & Kubota, C. (2009). Effect of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. *Journal of Environmental and Experimental Botany*, 67, 59-64.
- Long, S. P., Humphries, S. & Falkowski, P. G. (1994). Photoinhibition of photosynthesis in nature. *Journal of Annual Revulsion Plant Physiology Plant Molecular Biology*, 45, 633-622.
- Maddah, M., Fallahian, F. A., Sabaghpour, H. & Chalabian, F. (2007). Effect of salicylic acid on yield and yield components and anatomical structure of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Basic Sciences Islamic Azad University*, 62(1), 61-70. (In Farsi)

- Malash, N., Ghaibeh, A., Yeo, A., Ragab, R. & Cuartero, J. (2002). Effect of irrigation water salinity on yield and fruit quality of tomato. *Acta Horticulture*, 573, 415-423.
- Mc Avoy R. J., Janes, H. W., Godfriaux, B. L., Secks, M., Duchai, D. & Wittman, W. K. (1989). The effect of total available photosynthetic photon flux on single truss tomato growth and production. *Journal of Horticultural Science*, 64, 331-338.
- Mimouni, H., Wasti, S., Manaa, A., Gharbi, E., Chalh, A., Vandoorne, B., Lutts, S. & Ben Ahmed, H. (2016). Does salicylic acid (SA) improve tolerance to salt stress in plants? A study of SA effects on tomato plant growth, water dynamics, photosynthesis, and biochemical parameters. *A Journal of Integrative Biology*, 20, 180-190.
- Mudasir, A. B., Hafiza, A. & Shabber, H. (2017). Climate Change and its Impact on Food Quality. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 5(3), 709-725.
- Rivas-San Vicente, M. & Plasencia, J. (2011). Salicylic acid beyond defense: its role in plant growth and development. *Journal of Experimental Botany*, 62, 3321-3338.
- Shekari, F., Masiha, S. & Esmaeipour, B. (2007). Vegetables physiology. Zanjan University Publition. (In Farsi)
- Shinwari, A., Ahmad, I., Khan, I., Khattak, H. & Azimi, A. S. (2018). Thermo-tolerance in tomato: acetyl salicylic acid affects growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under the agro-climatic condition of Islamabad, *Pakistan Advances in Agriculture and Environmental Science*, 1(3), 102-107.
- Tabatabaei, S. J., Yusefi, M. & Hajiloo, J. (2008). Effects of shading and NO_3:NH_4 ratio on the yield, quality and N metabolism in strawberry. *Scientia Horticulture*, 116, 264-272.
- Taiz, L. & Zieger, E. (2010). Plant physiology, 5th Edition. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Tawseef, R. B., Angrej, A., Amit K. & Mohit H. (2017). Effect of exogenous application of salicylic acid and triacontanol on growth characters and yield of strawberry. *The Pharma Innovation Journal*, 6(11), 274-279.
- Tigist, M., Tilahun S. W. & Kebede, W. (2013). Effects of variety on the quality of tomato stored under ambient conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 50(3), 477-486.
- Valladares, F. & Niinemets, U. (2008). Shade Tolerance, A key plant feature of complex nature and consequences. *Annual Review Ecology Evolution Systematics*, 39, 237-257.
- Vazirimehr, M., Rigi, K. & Branch, Z. (2014). Effect of salicylic acid in agriculture. *International Journal of Plant and Animal Environmental Sciences*, 4, 291-296.
- Willcox, J. K., Catignani, G. L. & Lazarus, S. (2003). Tomatoes and cardiovascular health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43, 1-18.
- Yildirim, E. & Atilla, D. (2009). Effect of foliar salicylic acid applications on plant growth and yield of tomato under greenhouse conditions. *Acta Horticulturae*, 807, 395-400.