



اثر سایه بان بر برخی ویژگی‌های کیفیت میوه به (*Cydonia oblonga* Mill.) رقم اصفهان در انبار

Effect of Shading Net on Some Fruit Quality Characteristics of Quince (*Cydonia oblonga* Mill. cv. Isfahan) in Storage

مریم تاتاری

استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۸

چکیده

تاتاری، م. ۱۴۰۲. اثر سایه بان بر برخی ویژگی‌های کیفیت میوه به (*Cydonia oblonga* Mill.) رقم اصفهان در انبار. نهال و بدر ۳۹: ۳۳۷-۳۵۷

به منظور بررسی اثر سایه بان بر خصوصیات کیفیت میوه به رقم اصفهان در انبار، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در باغ به شرکت کشاورزی فجر واقع در شهرستان نطنز استان اصفهان در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به اجرا درآمد. هزار متر مربع از باغ مجهز به سامانه سایه بان و بخشی دیگر بدون سایه بان بررسی شد. میوه‌ها ۱۹۳ روز پس از تمام گل برداشت شدند و به سردخانه با دمای 1 ± 0 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد منتقل شدند. در زمان برداشت و نیز پنج ماه پس از برداشت و نگهداری در انبار، ویژگی‌های کیفیت میوه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. محتوای پکتین و فنل کل پس از دوره انبارمانی پس از پنج ماه تفاوت معنی‌داری را بین تیمارهای زیر سایه بان و بیرون سایه بان نشان نداد، اما میانگین میزان مواد جامد محلول کل (TSS) (۱۸/۳۵ درصد) و شاخص طعم (۶/۴۴) پس از پنج ماه انبارمانی در میوه‌های زیر سایه بان بیشتر بود. میزان کاهش وزن (۶/۴۱ درصد) و قهوه‌آبی شدن (۱/۸۳ درصد) در میوه‌های زیر سایه بان پس از انبارمانی کمتر بود. در بین عوامل و هوایی بررسی شده، شدت تابش در محیط زیر سایه بان (میانگین $1130.2/77$ لوکس) و بیرون سایه بان (میانگین $2888/10$ لوکس) تفاوت مشهودی وجود داشت، به طوری که در بیرون سایه بان بیش از دو و نیم برابر زیر سایه بان بود. شاخص طعم بیشتر و نیز کاهش وزن و قهوه‌آبی شدن کمتر در انبارمانی میوه‌های تولید شده در زیر سایه بان از مزیت‌های کاربرد سایه بان در باغ‌های به است که کاربرد آن به باغداران پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: به، کاهش وزن، شاخص طعم، فنل کل، پکتین، تابش خورشیدی.

مقدمه

درخت به از خانواده (Rosaceae) و زیر خانواده اسپروئیده (Spiraeoideae) که قبلا به نام مالوئیده (Maloideae) نامیده می شد، است. گونه *Cydonia oblonga* Mill. یا به معمولی در حال حاضر تنها عضو جنس به است (Abdollahi, 2021). درخت به بومی ایران و ترکمنستان است. این درخت در جنگل های شمال ایران از آستارا در استان گیلان تا کتول در استان گلستان پراکنده بوده و در ارتفاعات متوسط جنگلی یافت می شود (Maniei, 1995). ایران یکی از کشورهای مهم تولید کننده محصول به در جهان به شمار می رود، به طوری که در کشور ایران سطح زیر کشت این محصول از ۵/۱ هزار هکتار به ۷/۳ هزار هکتار افزایش یافته است (FAO, 2021). مهمترین رقم مورد کشت و کار در ایران رقم به اصفهان است (Abdollahi, 2021). این رقم از لحاظ کیفیت میوه بسیار مرغوب بوده و دارای عطر و طعم خاصی است. میوه به منبع مهم فیبر، پکتین و عناصری چون پتاسیم، فسفر و کلسیم بوده و دارای ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی است (Legua et al., 2013). در سال های اخیر عواملی چون تغییر شرایط اقلیمی، بارش باران و یا وزش باد شدید در زمان گرده افشانی، تغذیه نامناسب و کلروز ناشی از کمبود آهن، سرمای دیررس بهاره، بیماری آتشک، کشت تک رقم و نیز کم آبی منجر به کاهش میانگین عملکرد میوه این محصول در

ایران شده است.

در دهه های اخیر تغییرات اقلیمی در جهان، نگرانی اصلی در صنعت کشاورزی شده است. در بیش از ۳۰ سال گذشته دما در هر دهه تقریباً ۰/۲ درجه سانتی گراد افزایش یافته است (Hansen et al., 2006). این موضوع منجر به تغییرات اقلیمی زیاد همچون کاهش دمای سالیانه شب و افزایش دمای سالیانه روز شده است (Howden et al., 2007). عوامل محیطی مثل کیفیت و کمیت نور (Zhou et al., 2018)، دمای کانوپی و خاک (Tinyane et al., 2018)، رطوبت نسبی (Blakey et al., 2016) و سرعت باد (Wachsmann et al., 2014) نیز تحت تاثیر سایه بان گزارش شده است.

احداث باغ های میوه زیر پوشش پلاستیک از دهه ۱۹۹۰ برای جلوگیری از آسیب باران و تگرگ به میوه ها از دهه ۹۰ میلادی آغاز شد (Castellano et al., 2008). امروزه از مواد بسیار با کیفیت تری به منظور عبور طول موج های مشخص نوری و با اهداف تاثیر بر زمان رسیدگی میوه، محافظت در برابر سرمازدگی و آسیب گرما و جلوگیری از حمله آفات استفاده می شود.

دما نقش قابل توجهی در فرآیندهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و رشد و نمو بازی می کند. با وجودی که سایه بان برای کاهش تابش، سرعت باد و آسیب تگرگ استفاده می شود، تاثیر آن روی دمای خاک و کانوپی نیز

انبارمانی با یکدیگر مقایسه کرد.

با توجه به اهمیت کیفیت میوه به، طول عمر انبارمانی و امکان عرضه آن به بازار در بازه زمانی طولانی تر، هدف اصلی این پژوهش بررسی اثر سایه بان بر ویژگی‌های کیفیت میوه به رقم اصفهان در انبار بود.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل اجرای پروژه

این پروژه در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های تصادفی با سه تکرار در باغ به شرکت کشاورزی فجر واقع در شهرستان نطنز استان اصفهان به اجرا درآمد. در این باغ درختان به رقم اصفهان بر روی پایه بذری زالزالک (*Crataegus azarolus*) پیوند شده‌اند و دارای عمر حدود ۲۰ سال بودند. فواصل درختان ۵ × ۳ متر بود. در اسفند سال ۱۳۹۹، قطعه باغی به مساحت هزار متر مربع بر اساس الگوی متناسب با اندازه تاج درختان به سامانه سایبان مجهز شد. سایه بان بیش از ۶۰ درخت را پوشش داد (شکل ۱). برای سایه بان، از پوشش توری سبز با ۵۰ درصد سایه اندازی استفاده شد. قطعه‌ای از مساحت باغ نیز به عنوان شاهد (بدون سایه بان) مورد در نظر گرفت شد.

صفات مورد ارزیابی

برداشت میوه ۱۹۳ روز پس از مرحله تمام گل انجام شد (Tatari, 2023). برداشت از پنج درخت و از چهار جهت جغرافیایی هر درخت

گزارش شده است (Mditshwa *et al.*, 2019). در بیشتر پژوهش‌ها سایه بان منجر به کاهش دمای کانوپی شد. مقایسه ارقام مختلف درختان سیب در شرایط سایبان و شاهد نشان داد برگ‌های تحت تیمار سایه بان در یک روز با دمای ملایم، ۱/۷ تا ۳/۹ درجه سانتی‌گراد و در یک روز گرم با دمای ۴/۳ تا ۶/۲ درجه سانتی‌گراد خنک‌تر از برگ‌های شاهد بودند (Armand, 2007).

برخی پژوهشگران گزارش کرده‌اند که پوشش سایه بان بر مواد جامد محلول کل (Total Soluble Solids = TSS) و اسیدیته قابل تیترا (Titratable Acidity = TA) تاثیر گذار بود (Seelay *et al.*, 1980; Meena *et al.*, 2016). نتایج این پژوهشگران نشان داد که استفاده از سایه بان مواد جامد محلول کل در میوه را کاهش داد، زیرا شدت نور نقش مهمی در تجمع TSS میوه دارد (Feng *et al.*, 2014). کاهش اسیدیته قابل تیترا در زیر سایه بان‌های رنگی خصوصاً تیره نسبت به شاهد به دلیل کاهش فعالیت فتوسنتزی و تجمع کمتر کربوهیدرات‌ها در میوه می‌باشد (Retamales *et al.*, 2008). نرجسی (Narjesi, 2021) شاخص طعم بالاتری را در درختان انار زیر پوشش در مقایسه با درختان شاهد گزارش کرد. ایشان اثر سایه بان بر درصد تشکیل میوه و درصد ریزش بررسی کرد. همچنین خصوصیات کیفیت میوه انار در دو شرایط زیر و بیرون سایه بان در در زمان برداشت و پس از پنج ماه



شکل ۱- نمایی از پوشش سایه بان درختان به

Fig. 1. A view of the shading net on the quince trees

انبار و نگهداری آنها در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد، میانگین قهوه‌ای شدن سطحی میوه‌ها یادداشت شد. به طوری که بدون قهوه‌ای شدن یا قهوه‌ای شدن خیلی کم بین ۰ تا ۱۰ درصد، قهوه‌ای شدن کم بین ۳۰-۱۰ درصد، قهوه‌ای شدن متوسط بین ۵۰-۳۰ درصد، قهوه‌ای شدن زیاد بین ۷۰-۵۰ درصد و قهوه‌ای شدن خیلی زیاد بین ۹۰-۷۰ درصد در نظر گرفته شد.

برای تعیین سفتی بافت میوه از دستگاه سفتی‌سنج دستی مدل EFFEGI ساخت ایتالیا استفاده شد. به این منظور پوست میوه توسط چاقو در سه نقطه به اندازه یک سانتی‌متر برداشته شد و فشار گوشت میوه با کلاهک مخصوص اندازه‌گیری و نیروی وارده بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع ثبت گردید. مواد جامد محلول کل (TSS) با استفاده از رفاکتومتر مدل ATAGO N-1 α ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شد. اسیدیته قابل تیتر (TA) با تیتر

انجام شد. برای هر ترکیب تیماری (زیر و بیرون سایه بان) سه تکرار و برای هر تکرار ۱۰ عدد میوه (در مجموع ۳۰ عدد میوه برای هر ترکیب تیماری) در نظر گرفته شد. میوه‌ها به سردخانه با دمای 1 ± 0 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد منتقل شدند. هر ترکیب تیماری در جعبه پلاستیکی جداگانه‌ایی قرار داده شد. در زمان برداشت و نیز پنج ماه پس از برداشت صفات وزن، طول، قطر، سفتی بافت، مواد جامد محلول کل (TSS)، پکتین، فنل کل، اسیدیته قابل تیتر (TA)، شاخص طعم (TSS/TA)، درصد قهوه‌ای شدن و درصد کاهش وزن میوه‌ها مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

هر واحد آزمایشی قبل از انتقال به سردخانه توزین شده و پس از پنج ماه نگهداری در سردخانه مجدداً وزن شد. با محاسبه تفاوت وزن اولیه و ثانویه درصد کاهش وزن محاسبه و ثبت گردید. سه روز پس از خارج کردن میوه‌ها از

صافی به عنوان وزن پکتین و بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم ثبت شد.

اندازه گیری میزان فنل کل آب میوه‌ها با استفاده از روش فولین-سیکالچو (Singelton and Rossi, 1965) انجام شد. جذب نمونه در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتوفوتومتری مدل T80 UV/Visible تعیین گردید. با مقایسه منحنی استاندارد اسید گالیک ($Y=0.0023X+0.0613$)، مقدار فنل به صورت میلی گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیان شد.

عوامل آب و هوایی در دوره آزمایش

در ابتدای آزمایش، دو سامانه پیش‌گر هواشناسی پرتابل (Data Logger) در زیر و بیرون سایه بان نصب شد. میزان رطوبت نسبی، درجه حرارت و تابش در قطعه تجهیز شده و قطعه شاهد با استفاده از این دستگاه ثبت و یادداشت برداری گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌های حاصله بر اساس موازین آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. برای صفت درصد قهوه‌ای شدن سطحی تبدیل داده‌ها به روش ArcSin انجام شد.

نتایج و بحث

اثر سایه بان و زمان ارزیابی صفات بر کلیه

کردن توسط سود ۰/۱ نرمال و بر حسب اسید مالیک، با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$TA\% = ((V \times N \times EqMA) / Y) \times 100$$

در این رابطه، TA اسیدیته قابل تیتراسیون بر حسب اسید مالیک، V حجم سود مصرفی برای تیتراسیون بر حسب میلی لیتر، N نرمالیه سود مصرفی، Y حجم نمونه بر حسب میلی لیتر و EqMA اکی‌والان اسید غالب سب (اکی‌والان اسید مالیک=۶۷) است. شاخص طعم میوه از تقسیم مواد جامد محلول کل بر اسیدیته قابل تیترا به دست آمد (Navez et al., 1999).

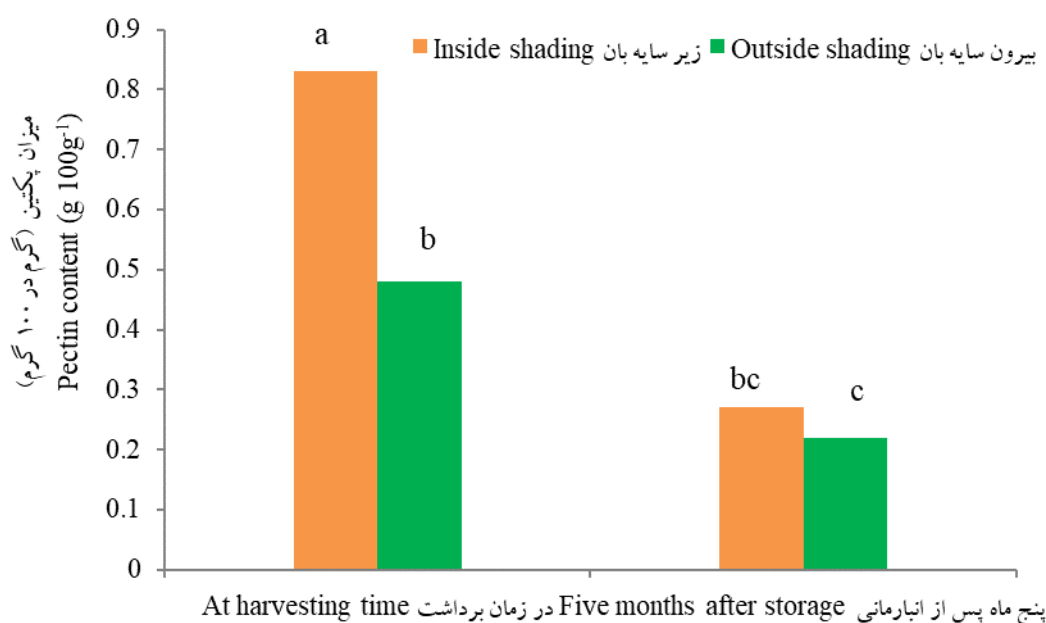
مقدار پکتین نمونه‌ها به روش وزنی و با تعیین پکتینات کلسیم اندازه گیری شد (Thakur et al., 1996). به این منظور ۲۵ گرم از بافت میوه رنده شد و ۴۰۰ میلی لیتر آب مقطر به بافت رنده شده اضافه شد و به مدت یک ساعت جوشانده شد. محلول حاصل از کاغذ صافی عبور داده شد. به ۱۰۰ میلی لیتر از محلول صاف شده مقدار ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطر و ۱۰ میلی لیتر سود یک نرمال اضافه شد و محلول حاصل به مدت یک شب در دمای اتاق قرار گرفت. پنجاه میلی لیتر اسید استیک یک نرمال به محلول اضافه شد و پس از گذشت پنج دقیقه ۲۵ میلی لیتر کلرید کلسیم به آن اضافه گردید. محلول حاصل در دمای اتاق قرار گرفت و سپس به مدت یک ساعت جوشانده شد. محلول جوشانده شده از کاغذ صافی که قبلاً خشک و وزن شده بود (وزن اولیه) عبور داده شد. کاغذ صافی پس از خشک شدن در آون وزن گردید (وزن ثانویه) و تفاوت وزن اولیه و ثانویه کاغذ

ماه، این تفاوت در میزان پکتین کاهش یافت و تفاوت بین آنها معنی دار نبود. به طور کلی، مقدار پکتین در زمان برداشت بیشتر از پنج ماه پس از انبارمانی بود. با گذشت زمان مقدار پکتین میوه‌های به کاهش یافت (شکل ۲). پکتین اصلی‌ترین جز دیواره سلولی است و حداکثر میزان آن در میوه‌های نارس دیده می‌شود. در طول دوره رسیدن میوه، میزان پکتین به کمک آنزیم‌های تجزیه کننده پکتین کاهش یافته و بافت میوه نرم می‌شود (Paniagua *et al.*, 2014).

صفات اندازه گیری شده مورد ارزیابی، بجز وزن، طول و قطر میوه و نیز سفتی بافت میوه و اسیدیته قابل تیتراسیون، معنی دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است).

پکتین و فنل کل

در زمان برداشت، محتوای پکتین در میوه‌هایی که از زیر سایه بان برداشت شده بودند ۱/۷۲ برابر بیشتر از پکتین موجود در میوه‌های تولید شده در بیرون سایه بان بود (شکل ۲). این تفاوت در میزان پکتین در زمان برداشت معنی دار بود، اما پس از انبارمانی به مدت پنج



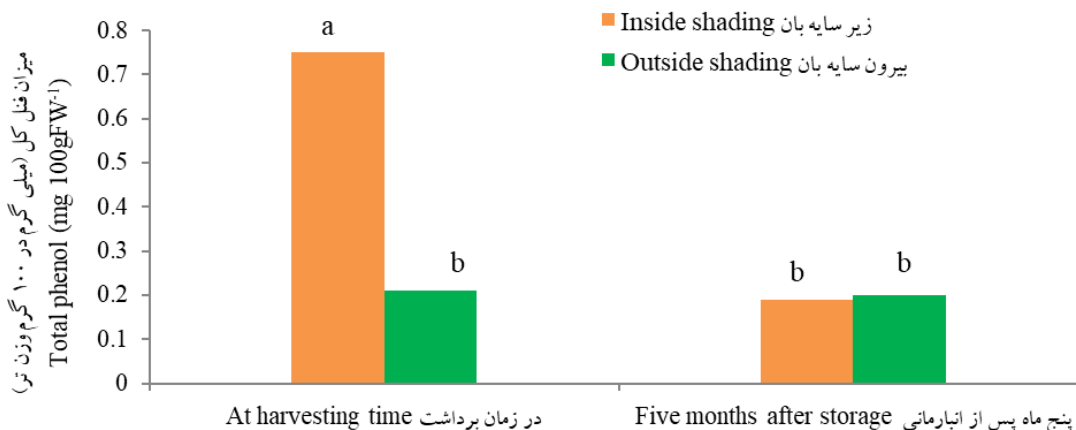
شکل ۲- مقایسه میانگین برهمکنش سایه بان × دوره انبارمانی بر میزان پکتین میوه‌های به رقم اصفهان. ستونهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی ندارند

Fig. 2. Mean comparison of shading net × storage duration interaction on pectin content of quince cv. Isfahan fruits. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using LSD test

در زمان برداشت محتوای فنل در زیر سایه بان بیش از ۳/۵ برابر مقدار فنل در بیرون از سایه بان بود. این تفاوت در میزان فنل بین میوه‌های زیر و بیرون سایه بان پنج ماه پس از انبارمانی مشاهده نشد (شکل ۳). کاهش محتوای فنل با گذشت دوره انبارمانی در زیر سایه بان مشهود بود. این کاهش در بیرون سایه بان به میزان بسیار کمتری اتفاق افتاد، به طوری که دو تیمار مورد بررسی پس از پنج ماه انبارمانی تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (شکل ۳).

ترکیبات فنلی یکی از سازکارهای دفاعی سلول‌ها در مقابل عوامل نامساعد هستند که با پیشرفت پیری به تدریج کاهش می‌یابند (Asghari and Khalili, 2014). آنزیم

وجود سایه بان بر روی درختان باغ، علاوه بر تاخیر در گل‌دهی، در رسیدن میوه نیز تاخیر ایجاد می‌کند. با توجه به اینکه در این پژوهش میوه‌های زیر و بیرون سایه بان به طور هم‌زمان برداشت شدند، در زمان برداشت میوه‌های زیر سایه بان میزان پکتین بیشتری داشتند (شکل ۲). پس از انبارمانی به مدت پنج ماه تفاوت بین این دو تیمار کاهش یافت. کاهش در میزان پکتین میوه‌های زیر و بیرون سایه بان به ترتیب ۶۷/۴۶ و ۵۴/۱۶ درصد بود. در پژوهش دیگری که بر روی ارقام مختلف به انجام شد، کاهش میزان پکتین پس از دوره انبارمانی ۵۰ درصد بود (Tatari and mousavi, 2017)



شکل ۳- مقایسه میانگین برهمکنش سایه بان × طول دوره انبارمانی بر محتوای فنل کل میوه‌های به رقم اصفهان. ستونهایی که دارای حرف مشابه می‌باشند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دارند

Fig. 3. Mean comparison shading net × storage duration interaction on total phenol content of quince cv. Isfahan fruits. Columns with similar letter are not significantly different at the 5% probability level using LSD test

گلوکز) که حاصل هیدرولیز نشاسته در دوره رسیدن است با مطالعه مواد جامد محلول کل تعیین می‌شود (Etienne *et al.*, 2013). شدت نور نقش مهمی در تجمع TSS میوه‌های باغی دارد (Feng *et al.*, 2014). می‌توان استدلال کرد که کاهش محتوای TSS زیر پوشش سایه بان به دلیل کاهش شدت نور است. بنابراین، در این شرایط تجمع متابولیت‌های اولیه و ثانویه، به ویژه کربوهیدرات‌ها مهار می‌شود. پس از پنج ماه انبارمانی، مقدار TSS در میوه‌های زیر سایه بان با سرعت بیشتری افزایش یافت و ۱/۰۸ برابر TSS میوه‌های بیرون از سایه بان شد (شکل ۴). در هر دو شرایط، ماندگاری در انبار میزان TSS میوه‌های به را افزایش داد، اما این افزایش در میوه‌های تولید شده در زیر سایه بان بیشتر بود.

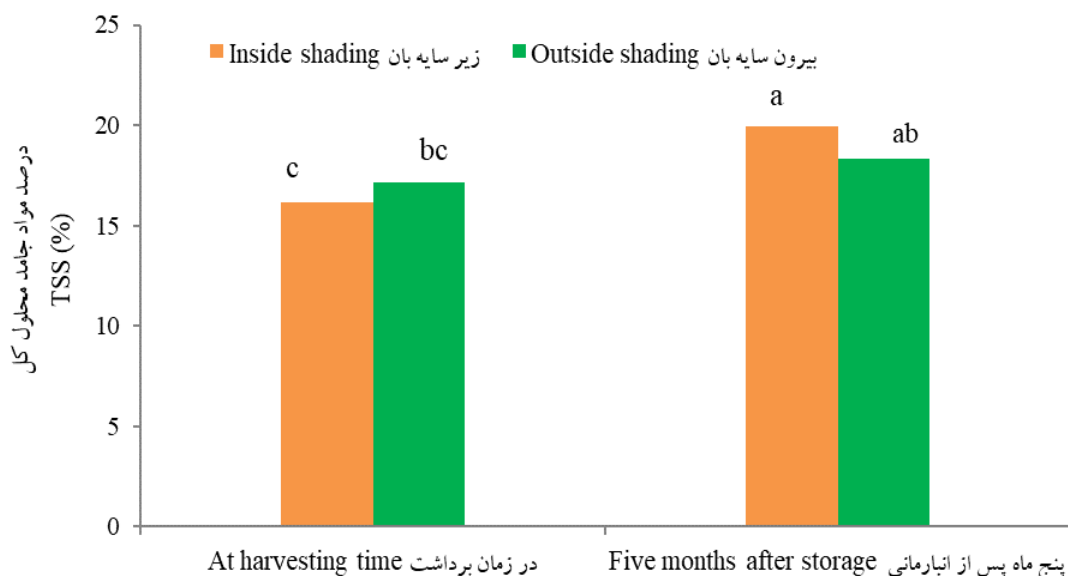
بیشترین تغییراتی که هنگام رسیدن میوه صورت می‌گیرد مربوط به شکستن کربوهیدرات‌های پلیمری خصوصاً قندهای موجود در دیواره سلولی است که منجر به تغییر مزه و تغییر در بافت محصول می‌شود، به همین دلیل میزان مواد جامد محلول کل با رسیدن میوه افزایش می‌یابد (Rahemi, 2005). گزارش شده است که نگهداری میوه‌ها به ویژه میوه‌های فرازگرا مانند به در سردخانه موجب افزایش میزان مواد جامد محلول کل می‌شود (Shokri Heydari *et al.*, 2020). در ابتدای برداشت به دلیل جذب کمتر نور و تاخیر در

فنیل آلانین آمینولیز از آنزیم‌های اصلی در ساخت ترکیبات فنلی است، به نحوی که افزایش یا کاهش در ترکیبات فنلی می‌تواند مرتبط با افزایش یا کاهش فعالیت این آنزیم باشد (Lemoine *et al.*, 2007). همانگونه که گفته شد، سایه بان منجر به تاخیر در رسیدن میوه شده و کاهش در محتوای فنل کل دیرتر اتفاق افتاد. کاهش میزان ترکیبات فنلی در شرایط انبار ممکن است به دلیل کاهش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمینولیز باشد که نقش مهمی در فعال کردن مسیر بیوسنتز ترکیبات فنلی دارد (Tomaino *et al.*, 2010).

مواد جامد محلول کل

در هر دو شرایط زیر سایه بان و بیرون سایه بان، ماندگاری در انبار میزان مواد جامد محلول کل (TSS) میوه‌های به را افزایش داد. در زمان برداشت، میزان مواد جامد محلول کل در میوه‌های تولید شده در بیرون سایه بان بیش از میوه‌های زیر سایه بان بود (شکل ۴). پس از انبارمانی به مدت پنج ماه، میزان TSS در میوه‌های زیر سایه بان با سرعت بیشتری افزایش یافت و میانگین بیشتری را نسبت به TSS میوه‌های تولید شده در از بیرون سایه بان نشان داد (شکل ۴). در زمان برداشت، میزان مواد جامد محلول کل در میوه‌های تولید شده در بیرون سایه بان ۱/۰۶ برابر میوه‌های زیر سایه بان بود.

سطح قندهای قابل حل (ساکارز، فروکتور و



شکل ۴- مقایسه میانگین برهمکنش سایه بان × طول دوره انبارمانی بر میزان مواد جامد محلول کل میوه‌های به رقم اصفهان. ستونهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی ندارند

Fig. 4. Mean comparison of shading net × storage duration interaction on total soluble solids content of quince cv. Isfahan fruits. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using LSD test

حالی که میوه‌های تولید شده در زیر سایه بان در زمان برداشت، کمترین شاخص طعم را داشتند. انبارمانی به مدت پنج ماه برای میوه‌های تولید شده در هر دو شرایط شاخص طعم را افزایش داد، اما مقدار این افزایش در میوه‌های زیر سامانه سایه بان بیشتر از میوه‌های فضای آزاد بود (جدول ۱). افزایش شاخص طعم در دوره انبارمانی توسط عاشورنژاد و همکاران (Ashourmezhad *et al.*, 2013) عشقی و همکاران (Eshghi *et al.*, 2011) نیز گزارش شده است. با توجه به اینکه میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) تولید شده در هر دو شرایط

رسیدن، هیدرولیز مواد قندی با تاخیر اتفاق می‌افتد، اما پس از انبارمانی به دلیل وجود مواد فتوسنتزی بیشتر، سطح مواد جامد محلول کل افزایش بیشتری می‌یابد. می‌توان گفت میوه‌های تولید شده در زیر سامانه سایه بان به دلیل دریافت آب و مواد مغذی بیشتر تجمع مواد فتوسنتزی بیشتری دارند (Tatari, 2024).

شاخص طعم، درصد کاهش وزن و درصد قهوه‌ایی شدن میوه

بیشترین مقدار شاخص طعم میوه (TSSA/TA) مربوط به میوه‌های برداشت شده از زیر سایه بان و پنج ماه پس از انبارمانی بود، در

تفاوت معنی دار نداشت، نتیجه گیری می شود که بیشتر بودن میزان TSS در میوه های تولید شده در زیر سامانه سایه بان موجب بیشتر شدن شاخص طعم در آنها شد. نرجسی (Narjesi, 2021) نیز افزایش شاخص طعم میوه های انار در زیر پوشش سایه بان را گزارش کرده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین برهمکنش سایه بان × دوره انبارمانی بر شاخص طعم، درصد کاهش وزن و درصد قهوه ایی شده میوه به رقم اصفهان

Table 1. Effect of shading net × storage duration interaction on taste index, weight loss (%) and browning (%) of fruit of quince cv. Isfahan

سایه بان Shading net	دوره انبارمانی Storage duration	شاخص طعم Taste index	درصد کاهش وزن Weight loss (%)	درصد قهوه ای شدن Browning (%)
زیر سایه بان Inside shading nets	در زمان برداشت At harvesting time	4.27d	0.00c	0.00c
	پنج ماه پس از انبارمانی Five months after storage	6.44a	6.41b	1.83b
بیرون سایه بان Outside shading nets	در زمان برداشت At harvesting time	4.92c	0.00c	0.00c
	پنج ماه پس از انبارمانی Five months after storage	5.92b	10.95a	20.83a

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می باشند بر آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

است که تفاوت در میزان کاهش وزن در دوره انبارمانی ناشی از تفاوت در میزان عناصر معدنی و نیز در تفاوت نسبت سطح به حجم میوه است (Burdon and Klark, 2001). تاتاری (Tatari, 2024) بیان کرد که حجم میوه، قطر میوه و مقدار آب میوه های به تولید شده در زیر پوشش سایه بان بیشتر از میوه های بیرون سایه بان می تواند در میزان کاهش وزن میوه در دوره انبارمانی دخیل باشد.

درصد قهوه ایی شدن میوه ها نیز از الگوی مشابه کاهش وزن میوه پیروی کرد و تفاوت قابل توجهی بین درصد قهوه ایی شدن میوه های انبار شده در این دو زیر سایه بان و بیرون از

میوه های تولید شده در زیر سایه بان پس از انبارمانی میزان کاهش وزن کمتری را نسبت به میوه های بیرون از سایه بان نشان دادند. آبدست دهی در طی دوره انبارداری منجر به کاهش وزن میوه می شود و کاهش وزن نیز بر ظاهر میوه تاثیر منفی دارد (Pasquariello *et al.*, 2013). پژوهش های دیگری نیز افزایش آبدست دهی و کاهش وزن میوه با افزایش دوره انبارمانی گزارش کرده اند. به عنوان مثال کاهش وزن میوه اسمه پس از شش ماه انبارداری در برداشت اول، دوم و سوم به ترتیب ۹، ۱۰/۵ و ۱۱/۵ درصد بود (Kuzucu and Sakaldas, 2008). گزارش شده

باعث تاخیر در قهوه‌ای شدن میوه می‌شود. بر این اساس بالاتر بودن میزان مواد جامد محلول کل در میوه‌های تولید شده در زیر پوشش سایه بان می‌تواند باعث تاخیر در قهوه‌ای شدن میوه‌ها تولید شده در این شرایط باشد.

سایه بان دیده شد (جدول ۱ و شکل ۵). درصد قهوه‌ای شدن در میوه‌های تولید شده در بیرون از سایه بان ۱/۷ برابر میوه‌های زیر پوشش سایه بان بود. خوش‌قلب و همکاران (Khoshghalb *et al.*, 2008) گزارش کردند که افزایش میزان قندها و اسیدهای آلی در میوه



شکل ۵- مقایسه میوه‌های به رقم اصفهان تولید شده در زیر سایه بان (چپ) و بیرون از سایه بان (راست) پنج ماه پس از انبارمانی

Fig. 5. Comparison of fruits of quince cv. Isfahan produced under the shading net (left) and outside of the shading net (right) after five months in storage

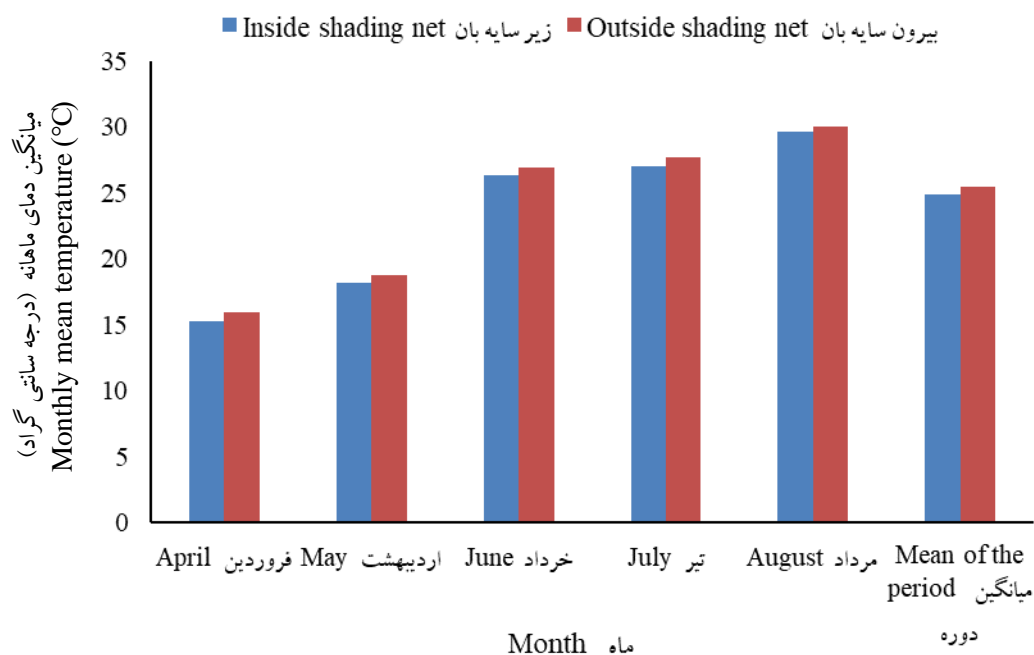
بود (شکل ۶). در واقع تفاوت دمای زیر و بیرون سایه بان بین ماه‌های مورد بررسی زیاد نبود. گزارش‌هایی مبنی بر میزان کاهش بیشتر دمای در زیر سایه بان وجود دارد. به عنوان مثال جیفن و سیورتن (Jifon and Syvertsen, 2003) نشان دادند که سایه بان دمای کانوپی گریپ فروت رقم Ruby Red تقریباً چهار درجه سانتی‌گراد کاهش داد. ژو و همکاران (Zhou *et al.*, 2018) نشان دادند که سایه بان اثر معنی داری روی دمای کانوپی پرتقال رقم

تحلیلی کوتاه بر شرایط آب و هوایی در دوره آزمایش

بررسی نمودار تغییرات ماهانه دما از فروردین تا مرداد نشان داد که درجه حرارت در زیر سایه بان خنک‌تر از بیرون سایه بان بود. میزان کاهش دما در زیر سایه بان در فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد به ترتیب ۰/۶، ۰/۶۴، ۰/۶۷/۵۴ و ۰/۳۳ درجه سلسیوس بود. میانگین دمای کل دوره، در زیر سایه بان به مقدار ۰/۵۸ درجه سلسیوس خنک‌تر از بیرون سایه بان

می‌دهد، بنابراین، در کاهش دمای کانوپی تاثیر گذار است. به نظر می‌رسد رنگ پوشش سایه بان، درصد سایه‌دهی پوشش و نیز منطقه مورد آزمایش در میزان کاهش دما در زیر سایه بان موثرند.

Valencia نداشت که با نتایج پژوهش حاضر همسو است، اما در بیشتر پژوهش‌ها سایه بان منجر به کاهش دمای کانوپی شد. محمود و همکاران (Mahmood *et al.*, 2018) نشان دادند که سایه بان ورود انرژی تابشی را کاهش



شکل ۶- میانگین دمای ماهانه در زیر سایه بان و بیرون سایه بان

Fig. 6. Monthly mean temperature under and outside of the shading net

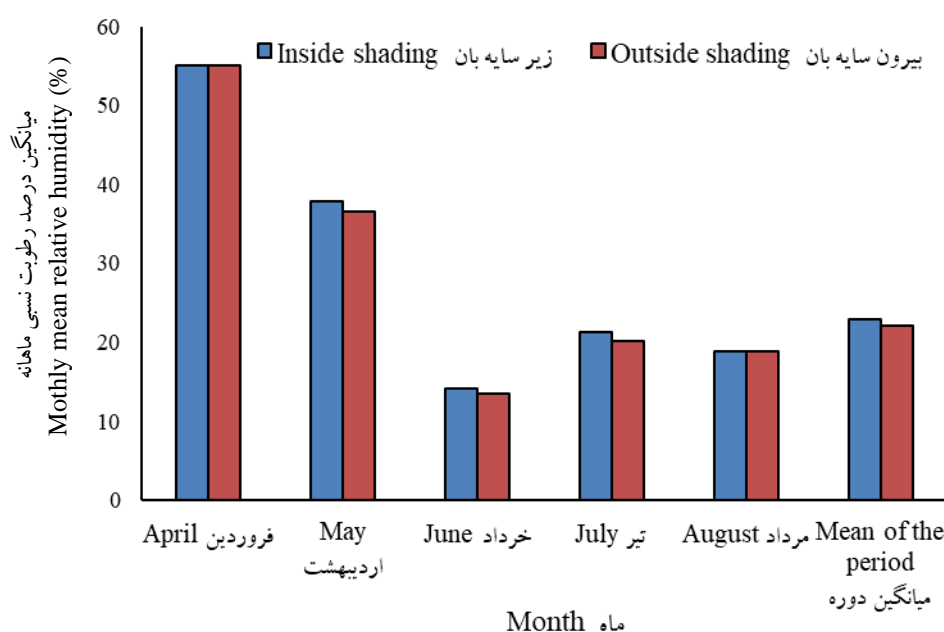
بود. رطوبت نسبی یکی از عوامل محیطی موثر در رشد و نمو میوه است که می‌تواند روی دمای سطح میوه موثر باشد (Yazici and Kaynak, 2009). تین یان و همکاران (Tinyane *et al.*, 2018) گزارش کردند که رطوبت نسبی در محیط درختان رشد کرده زیر توری‌ها به مقدار ۱۲/۹-۳/۲۴ درصد بیشتر از شاهد بود. در پژوهش حاضر، افزایش

رطوبت نسبی در فروردین بین بیرون و درون سایه بان یکسان بود، اما در ماه‌های بعدی رطوبت نسبی در زیر سایه بان بیش از بیرون سایه بان بود. این افزایش در اردیبهشت ۱/۲۶ درصد، در خرداد ۰/۶۳ درصد، در تیر ۱/۱۶ درصد و در مرداد ۰/۱۴ درصد بود (شکل ۷). میانگین رطوبت دوره، در زیر سایه بان ۰/۸۹ درصد بیشتر از بیرون سایه بان

(Mditshwa *et al.*, 2019).

در طول دوره آزمایش، شدت تابش خورشیدی در بیرون سایه بان به طور قابل ملاحظه ای بیشتر از زیر سایه بان بود. مقدار تابش در بیرون سایه بان در فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد به ترتیب ۲/۴۶، ۲/۷۶، ۲/۶۶، ۲/۴۶ و ۲/۴۶ برابر بیشتر

رطوبت در زیر سایه بان خنک تر از این میزان گزارش شده بود. رطوبت نسبی بیشتر در زیر سایه بان می تواند منجر به کاهش تبخیر و تعرق (Blakey *et al.*, 2016) و کاهش سرعت باد (Abul-Soud *et al.*, 2014) شود. علاوه بر این نیاز آبی در زیر سایه بان کاهش می یابد که برای تولید میوه در شرایط کم آبی بسیار مفید است



شکل ۷- میانگین درصد رطوبت نسبی ماهانه در زیر سایه بان و بیرون سایه بان

Fig. 7. Monthly mean relative humidity (%) under and outside of the shading nets

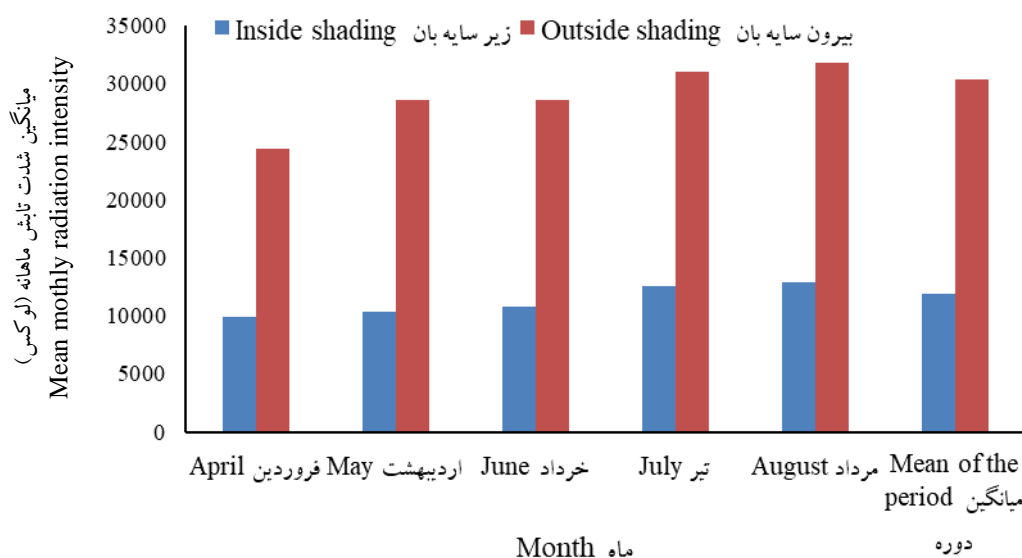
تبخیر و تعرق، افزایش میزان فتوسنتز، اندازه میوه بزرگتر و دوره برداشت طولانی تر و در نتیجه عملکرد میوه بیشتر و می شود (Treder *et al.*, 2016).

براساس نتایج پژوهش حاضر کاربرد سایه بان منجر به دیررس تر شدن میوه و افزایش بیشتر محتوای پکتین و فنل آن شد، اما پس از

از زیر سایه بان بود. میانگین تابش کل دوره، در بیرون سایه بان ۱۸۴۸۶/۴۲ لوکس بیشتر از زیر سایه بان بود (شکل ۸). استفاده از پوشش سایه بان در مناطقی با میزان تابش بالا در ساعات ظهر منجر به کاهش شدت تابش نور به تاج درخت، کاهش دمای سطح برگ، کاهش تنش کم آبی و گرمایی در درخت، کاهش سطح

مستقیمی دارد نیز کاهش کمتری داشت. با توجه به ویژگی‌های کمی و کیفیت محصول در زیر سایه بان و اثر آن بر خصوصیات انبارمانی، احداث سازه سایه بان برای درختان به در مناطق مرکزی ایران که شدت تابش نور، در فصل رشد درختان به، زیاد است، پیشنهاد می‌شود.

پنج ماه انبارمانی محتوای پکتین و فنل کل در میوه‌های هر دو شرایط به سطح نسبتاً مشابهی رسید. سایر صفات کیفیت میوه از جمله میزان TSS و شاخص طعم، بعد از انبارمانی در میوه‌های تولید شده در زیر سایه بان بیشتر بود. در زیر سایه بان میزان کاهش وزن میوه که بر عملکرد محصول تاثیر



شکل ۸- میانگین شدت تابش خورشیدی ماهانه در زیر سایه بان و بیرون سایه بان

Fig. 8. Monthly mean solar radiation intensity under and outside of the shading nets

معاونت امور باغبانی (دفتر توسعه گلخانه‌ها) که اعتبار لازم جهت اجرای این تحقیق را تامین کردند، سپاسگزاری می‌کنند.

تعارض منافع

نگارنده اعلام می‌کند که هیچگونه تعارض منافی با دیگران ندارد.

سپاسگزاری

نگارنده بدین وسیله از پشتیبانی و مساعدت شرکت کشاورزی فجر اصفهان، موسسه تحقیقات علوم باغبانی و مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان برای همکاری در انجام این پژوهش و نیز از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و

References

- Abdollahi, H. 2021.** Quince. Pp. 183-246. In: Mandal, D., Wermund, U., Phavaphutanon, L., Cronje, R. (eds.) *Temperate fruits: production, processing, and marketing*. CRC Press. United States of America.
- Abul-Soud, M.A., Emam, M.S.A. and Abdrabbo, M.A.A. 2014.** Intercropping of some Brassica crops with mango trees under different net house color. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 10, pp.70-79.
- Armand, S. 2007.** Apple tree and fruit responses to shade netting. M. Sc. Thesis. University of Stellenbosch, Faculty of Agrisciences. Department of Horticulture, South Africa. 136 pp.
- Asghari, M. and Khalili, H. 2014.** The effect of *Aloe vera* gel on polyphenol oxidase enzyme activity, quality properties and shelf life of fruit cherries cultivar "Siah Mashhad". *Journal of Horticultural Science*, 28, pp.399-406. (in Persian)
- Blakey, R.J., van Rooyen, Z., Kohne, J.S., Malapana, K.C., Mazhawu, E., Tesfay, S.Z. and Savage, M.J. 2016.** Growing avocados under shade netting. *Progress Report-Year 2, South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 39, pp.80-83.
- Castellano, S., Mugnozza, G.S., Russo, G., Briassoulis, D., Mistrionis, A., Hemming, S. and Waaijenberg, D. 2008.** Design and use criteria of netting systems for agricultural production in Italy. *The Journal of Agricultural Engineering*, 3, pp.31-42.
- Etienne, A., Genard, M., Lobit, P., Mbeguie-A- Mbeguie, D. and Bugaud, C. 2013.** What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. *Journal of Experimental and Botany*, 64, pp.1451-1469. DOI: 10.1093/jxb/ert035
- FAO. 2021.** World Food and Agriculture. Statistical Yearbook 2021. Publication of Food and Agriculture Organization. Rome Italy. 368 pp. DOI.org/10.4060/cb4477en
- Feng, F., Li, M., Ma, F. and Cheng, L. 2014.** Effects of location within the tree canopy on carbohydrates, organic acids, amino acids, and phenolic compounds in the fruit peel and flesh from three apple (*Malus× domestica*) cultivars. *Horticulture Research*, 1, 14019. DOI: org/10.1038/hortres.2014.19
- Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lo, K., Lea, D.W. and Medina-Elizade, M. 2006.** Global temperature change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, pp.14288-14293.
- Howden, S.M., Soussana, J.F., Tubiello, F.N., Chhetri, N., Dunlop, M. and Meinke,**

- H. 2007.** Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104, pp.19691-19696.
- Jifon, J.L. and Syvertsen, J.P. 2003.** Moderate shade can increase net gas exchange and reduce photoinhibition in citrus leaves. *Tree Physiology*, 23, pp.119-127. DOI: 10.1093 /treephys /23. 2.119
- Khoshghalb, H., Arzani, K., Malakouti, M.J. and Barzegar, M. 2008.** Changes of sugars and organic acids contents in two Asian pear cultivars (*Pyrus serotina* Rehd.) during fruit development and postharvest storage and its effect on fruit shelf life, quality, and internal browning disorder. *Journal of Water and Soil Science*, 12, pp.193-204. (in Persian)
- Legua, P., Serrano, M., Melgarejo, P., Valero, D., Martinez, J.J., Martinez, R. and Hernandez, F. 2013.** Quality parameters, biocompounds, and antioxidant activity in fruits of nine quince (*Cydonia oblonga* Mill.) accessions. *Scientia Horticulturae*, 154, pp.61-65. DOI: 10.1016/j.scienta.2013.02.017
- Lemoine, M.L., Civello, P.M., Martinez, G.A. and Chaves, A.R. 2007.** Influence of postharvest UV-C treatment on refrigerated storage of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, pp.1132-1139. DOI: org/10.1002/jsfa.2826
- Mahmood, A., Hu, Y., Tanny, J. and Asante, E.A. 2018.** Effects of shading and insect-proof screens on crop microclimate and production: a review of recent advances. *Scientia Horticulture*, 241, pp.241-251. DOI:org/10.1016/j.scienta.2018.06.078
- Maniei, A. 1995.** Planting to harvest pear and quince. Technical publication Iran. 113 pp. (in Persian)
- Mditshwaa, A., Magwazaa, L.S. and Tesfaya, S.Z. 2019.** Shade netting on subtropical fruit: Effect on environmental conditions, tree physiology and fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 256, pp.108-121. DOI:10.1016/j.scienta.2019.108556
- Meena, V.S., Kashyap, P., Nangare, D.D. and Singh, J. 2016.** Effect of colored shade nets on yield and quality of pomegranate (*Punica granatum*) cv. Mridula in semi-arid region of Punjab. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86, pp.500-505. DOI: 10.56093 /ijas. v86i4. 57485
- Narjesi, V. 2021.** Effects of different shade netting treatments on some quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits cv. Malas-e-Saveh. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 31, pp.275-293. (in Persian). DOI:

10.22034/SAPS.2021.12815

- Narvez, B., Letard, M., Graselly, D. and Jost, M. 1999.** Les criteres de qualite de la tomate. *Infos-Ctifl*, 155, pp.41-47.
- Paniagua¹, C., Pose, S., Morris, V.J., Kirby, A.R., Quesada, M.A. and Mercado, J.A. 2014.** Fruit softening and pectin disassembly: an overview of nanostructural pectin modifications assessed by atomic force microscopy. *Annals of Botany*, 114, pp.1375-1383. DOI: 10. 1093/ aob/mcu149
- Rahemi, M. 2005.** Post-harvest physiology, introduction on fruit, vegetable and ornamental plants postharvest transferring. Shiraz University Publication, 437 pp. (in Persian)
- Retamales, J.B., Montecino, J.M., Lobos, G.A. and Rojas, L.A. 2008.** Colored shading nets increase yields, profitability of highbush blueberries. *Acta Horticulturae*, 770, pp.193-197. DOI:10.17660/ActaHortic.2008.770.22
- Seelay, E.J., Micke, W.C. and Kammereck, R. 1980.** Delicious apple fruit size and quality as influenced by radiant flux density in the immediate growing environment. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 105, pp.645-660.
- Shokri Heydari, H., Askari Sarcheshmeh, M.A., Babalar, M., Ranjbar Malidarreh, T. and Ahmadi, A. 2020.** Effect of pre-harvest salicylic acid and iron treatments on postharvest quality of peach fruits. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7, pp.187-198. DOI: 10.22059/ijhst.2020.229309.183
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A. 1965.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phospho- tungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, pp.144-158.
- Tatari, M. 2023.** Postharvest quality of new quince cultivar and promising genotype (*Cydonia oblonga* Mill.) in response to harvesting time and length of the cold storage period. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 6, pp.1-14. DOI:org/10.22077/jhpr.2022.4875.1254
- Tatari, M. and Mousavi, A. 2017.** Impact of harvesting time and length of cold storage period on physiological and quality traits of four quince genotypes (*Cydonia oblonga* Mill.). *Journal of Horticultural Research*, 25, pp.67-79. DOI:10.1515/johr-2017-0008
- Thakur, B.R., Singh, R.K. and Nelson, P.E. 1996.** Quality Attributes of processed tomato Products. *Food Reviews International*, 3, pp.357-401.
- Tinyane, P.P., Soundy, P. and Sivakumar, D. 2018.** Growing ‘Hass’ avocado fruit under different coloured shade netting improves the marketable yield and affects fruit

- ripening. *Scientia Horticulture*, 230, pp.43-49. DOI:org/10.1016/j.scienta.2017.11.020
- Tomaino, A., Martorana, M., Arcoraci, T., Monteleone, D., Giovinazzo, C. and Saija, A. 2010.** Antioxidant activity and phenolic profile of pistachio (*Pistacia vera* L., variety Bronte) seeds and skins. *Biochimistry*, 92, pp.1115-1122. DOI: 10.1016/j.biochi.2010.03.027
- Treder, W., Mika, A., Buler, Z. and 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), pp.17-27.
- Wachsmann, Y., Zur, N., Shahak, Y., Ratner, K., Giler, Y., Schlizerman, L., Sadka, A., Cohen, S., Garbinshikof, V., Giladi, B. and Faintzak, M. 2014.** Photosensitive anti-hail netting for improved citrus productivity and quality. *Acta Horticulturae*, 1015, pp.169-176. DOI:org/10.17660/ActaHortic.2014.1015.19
- Yazici, K. and Kaynak, L. 2009.** Effects of air temperature, relative humidity and solar radiation on fruit surface temperatures and sunburn damage in pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicaznar). *Acta Horticulturae*, 818, pp.181-186. DOI: 10. 17660/ActaHortic.2009.818.26
- Zhou, K., Jerszurki, D., Sadka, A., Shlizerman, L., Rachmilevitch, S. and Ephrath, J. 2018.** Effects of photosensitive netting on root growth and development of young grafted orange trees under semi-arid climate. *Scientia Horticulture*, 238, pp.272-280. DOI:org/10.1016/j.scienta.2018.04.054

RESEARCH ARTICLE

**Effect of Shading Net on Some Fruit Quality Characteristics of
Quince (*Cydonia oblonga* Mill. cv. Isfahan) in Storage**

M. Tatari

Assistant Professor, Field and Horticultural Crops Science Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Isfahan, Iran.

ABSTRACT

Tatari, M. 2023. Effect of shading net on some fruit quality characteristics of quince (*Cydonia oblonga* Mill. cv. Isfahan) in storage. *Seed and Plant*, 39, pp.337-357 (in Persian).

In this research, the role of shading net on some fruit quality characteristics of quince cv. Isfahan was investigated. The experiment was carried out on quince cv. Isfahan grafted on the Hawthorn rootstock in the quince orchard of Fajr Agricultural Company located in Natanz city in Isfahan province, Iran. Trees were about 20 years old. Fruits were harvested 193 days after flowering and were transferred to a cold store with temperature of $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of 95%. At the harvesting time and five months after harvest, the fruit quality characteristics were examined. The pectin content and total phenol content after five months of storage did not show significant difference between inside and outside of the shading net. However, the TSS (18.35%) and the fruit taste index (6.44) were higher in the fruits under the shading net after five months of storage. Lower weight loss (6.41%) and browning (1.83%) were observed in the fruits under the shading net after five month storage.

Keywords: Quince, weight loss, taste index, phenol, pectin, solar radiation.

Introduction

Changing climate has become a major concern in the agricultural industry in the world. In the last 30 years, the temperature has increased by approximately 0.2°C (Hansen *et al.*, 2006). Environmental factors such as light quality and quantity, canopy and soil temperature, relative humidity and wind speed have been controlled by the shading nets. There are some reports on the effect of shading nets on TSS and TA of fruits (Meena *et al.*, 2016). The shading net decreases TSS in the fruit, because of

reduction of light intensity, which plays an important role in the accumulation of TSS in fruits. The reduction of TA under colored nets, especially dark shading nets compared to the control is due mainly to the reduction of photosynthetic active radiation and less accumulation of carbohydrates in the fruit (Retamales *et al.*, 2008). Narjesi (2021) reported higher fruit taste index in pomegranate fruits of trees grown under cover compared to control trees. The main objective of this research was evaluation of effect of shading net and harvest time on some fruit quality characteristics of quince cv. Isfahan in storage..

Material and Methods

The experiment was carried out on quince cv. Isfahan grafted on the Hawthorn rootstock in the quince orchard of Fajr Agricultural Company located in Natanz city in Isfahan province, Iran. Trees were about 20 years old. A plot with an area of one thousand square meters was equipped with green shading net system with 50% shading. A plot was also kept without shading net as control. The experiment was laid out as factorial arrangements in randomized complete block design with three replications. To record weather parameters, two portable data logger were installed under and outside the shading net. Fruits were harvested 193 days after full bloom. The fruits were transferred to a cold store with temperature of $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of 95%. At the harvest time and five months after harvest, some quality characteristics such as fruit weight, length, diameter, firmness, total soluble solids (TSS), pectin, total phenol, titratable acid (TA), taste index, browning, and weight loss percentage were measured and recorded. Analysis of variance was performed based on principles of factorial experiment in randomized complete block design with three replications. Means were compared using LSD test at the 5% probability level.

Results and Discussion

At the harvest time, the pectin and total phenol contents in the fruits were 1.72 times higher in fruits produced under shading net than in the fruits harvested outside shading net. Storage duration led to the reduction of pectin and total phenol content in both conditions. After five months of storage, the difference in the pectin and total phenol content between the two conditions decreased and was not significant. The presence of a shading net on the trees, in addition to the delaying flowering time, also delayed the ripening of the fruits.

Storage duration increased the fruit TSS content and taste index in quince cv. Isfahan, however, this increase was greater in fruits grown under the shading net. At the harvest time, the TSS content in fruits grown outside the shading net was 1.06 times more than in the fruits produced under the shading net. The fruits produced under the shading net showed lower weight loss and browning after five months in storage. Water loss during the storage period leads to decrease in the fruit weight, and the decrease in the fruit weight has negative effect on the appearance and marketability of the fruits.

The browning percentage in the fruits outside the shading net was 1.7 times more than the fruits under the shading cover.

The monthly mean temperature and relative humidity was cooler and higher under the shading net. However, the monthly mean radiation intensity of the period under the shading net (11302.77 lux) was less than outside (28881.10 lux). Using shading net in countries with high radiation intensity in mid-day leads to decreases in the radiation intensity, temperature of the leaf surface, stress of dehydration and heat in the trees, evaporation and transpiration, and prolongs the harvesting period.

References

- Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lo, K., Lea, D.W. and Medina-Elizade, M. 2006.** Global temperature change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, pp.14288-14293.
- Meena, V.S., Kashyap, P., Nangare, D.D. and Singh, J. 2016.** Effect of colored shade nets on yield and quality of pomegranate (*Punica granatum*) cv. Mridula in semi-arid region of Punjab. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86, pp.500-505. DOI: 10.56093 /ijas. v86i4. 57485
- Narjesi, V. 2021.** Effects of different shade netting treatments on some quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits cv. Malas-e-Saveh. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 31, pp.275-293. (in Persian). DOI: 10.22034/SAPS.2021.12815
- Retamales, J.B., Montecino, J.M., Lobos, G.A. and Rojas, L.A. 2008.** Colored shading nets increase yields, profitability of highbush blueberries. *Acta Horticulturae*, 770, pp.193-197. DOI:10.17660/ActaHortic.2008.770.22
- Paniagua1, C., Pose, S., Morris, V.J., Kirby, A.R., Quesada, M.A. and Mercado, J.A. 2014.** Fruit softening and pectin disassembly: an overview of nanostructural pectin modifications assessed by atomic force microscopy. *Annals of Botany*, 114, pp.1375-1383. DOI: 10.1093/ aob/mcu149

Corresponding author: mtatari1@gmail.com

Tel.: +983137757022

Received: 30 June 2023

Accepted: 19 September 2023