

بررسی اثر استفاده از سایبان بر تغییرات اقلیمی باغات سرپوشیده پسته و زردآلو

داود مؤمنی^{۱*}، جلال جوادیموحدام^۲ و امیدرضا روستاپور^۲

۱- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۲- موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*مسئول مکاتبه: momenidavood@yahoo.com

چکیده

سالانه به دلایل مختلف تلفات زیادی در تولید محصول ایجاد شده و صدمات جبران‌ناپذیری به درختان میوه وارد می‌شود. یکی از راه‌کارهای عملیاتی شده در دنیا به منظور کاهش این صدمات، استفاده از پوشش‌های توری در باغات است. برای این که انتخاب توری مناسب صورت گیرد ضرورت دارد در ابتدا عوامل اصلی مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه بررسی گردند تا توری نصب شده اثر نامطلوبی بر آن‌ها ایجاد نکند. در این تحقیق، سامانه پیشگیر برای پایش تغییرات میزان تابش، دما، رطوبت نسبی داخل و خارج باغات سرپوشیده پسته و زردآلو و همچنین جهت و سرعت باد در خارج باغات سرپوشیده مذکور طراحی و ساخته شد. این سامانه داده‌های مربوطه را در داخل و خارج سایبان اندازه‌گیری کرده و به سرور مرکزی ارسال کرده تا ذخیره گردد. بررسی نمودار تغییرات ماهانه دما، رطوبت نسبی و نور دریافتی در کل دوره در باغات سرپوشیده زردآلو در شاهرود و پسته در رفسنجان نشان داد که دمای داخل سایبان نسبت به بیرون کمتر بوده است ولی اختلاف معنی‌داری بین ماه‌ها مشاهده نشد. در خصوص رطوبت نسبی و نور نیز به ترتیب بیشتر و کمتر از بیرون بوده‌اند ولی اختلاف معنی‌داری بین ماه‌ها مشاهده نشد. به طور کلی بررسی تغییرات میانگین پارامترهای سه گانه دما، رطوبت و تابش در کل دوره نشان داد بیشترین اثر استفاده از سایبان در باغات بر روی کاهش شدت نور دریافتی بوده است. همچنین هنگامی که سرعت باد زیاد است، دمای داخل و خارج از سایبان به یکدیگر نزدیکتر است.

واژه‌های کلیدی: باد، دما، رطوبت، سایبان، نور

Investigating the Effect of Using Shading Net on Climate Change in Pistachio and Apricot Gardens

Davood Momeni¹, Jalal Javadimoghaddam², Omidreza Roustapour²

1- Department of Agricultural Engineering Research, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

2- Agricultural Engineering Research Institute, AREEO, Karaj, Iran

*Corresponding author: momenidavood@yahoo.com

Abstract

There are many losses in crop production each year, due to various reasons. The use of shadow nets in orchards is one of the protection solutions. In order to select the appropriate net, it is necessary to determine the main factors in plant growth to utilize from net benefits and prevent its adverse effects.. In general, light, temperature and humidity are three main effective factors in plant growth and development. In this research, a monitoring system was designed and built to monitor the changes in radiation, temperature and relative humidity inside and outside of the selected covered pistachio and apricot gardens. Wind velocity and direction outside the gardens were also measured. The measured data by the system related to these factors inside and outside the gardens was collected in a central server. Investigation of monthly graphs of changes in temperature, relative humidity and light received from apricot gardens in Shahrud and Pistachio gardens in Rafsanjan showed that the temperature inside the shading nets was lower than outside but there was no significant difference between the months records. For relative humidity and light factors, respectively the inside records were higher and lower than outside records. But no significant differences were observed between the months. In general, the study of changes in the mean values of the three factors of temperature, humidity and radiation in the whole period showed that the greatest effect of shading net in orchards was the reducing of the intensity of light received. When the wind velocity was high, the temperature inside and outside the shading net was closer to each other.

How to cite:

Momeni, D., Javadimoghaddam, J., Roustapour, O. R. 2022. Investigating the Effect of Using Shading net on Climate Change in Pistachios and Apricots Gardens. *Journal of Agricultural Mechanization* 7 (1): 49-72.

۱- مقدمه

ایران با داشتن دو میلیون و هشتصد هزار هکتار باغ، یکی از کشورهای با پتانسیل بالا در تولید انواع میوه می‌باشد. سالانه به دلایل مختلف مانند تنش‌های اقلیمی، حمله آفات، شیوع بیماری‌ها، آسیب ناشی از حشرات و پرندگان و غیره در حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد تلفات در تولید محصول ایجاد شده و صدمات جبران‌ناپذیری به درختان میوه وارد می‌شود. یکی از راه‌کارهای عملیاتی شده در دنیا به منظور کاهش این صدمات، استفاده از پوشش‌های توری در باغات است. از انواع کشت‌های رواج یافته در دنیا، اسکرین‌هاوس^۱ و سایبان‌ها^۲ هستند که با استفاده از توری و یا پلاستیک ساخته می‌شوند. این نوع سازه‌های کشاورزی با هدف کنترل نور، محافظت در برابر باد، تگرگ و آفات ساخته می‌شوند.

یکی از روش‌های کنترل غیرفعال اقلیم، استفاده از سایبان‌ها است. در این روش با استفاده از سایبان‌هایی با طرح ساده (سقف مسطح، قوسی و یا برجسته)، دارای سازه سبک، محیطی نسبتاً مناسب با مساحت کافی برای رشد و تولید محصولات ایجاد می‌کنند. برای این کار، با استفاده از پرده‌هایی با قدرت سایه‌اندازی تا ۵۰ درصد، از شدت تابش خورشیدی وارده شده به محیط کشت کاسته می‌شود. استفاده از سیستم خنک‌کننده مه‌پاش به همراه استفاده از این سایبان‌ها، ضمن کاهش شدت نور وارده به محیط، دمای آن را نیز کاهش می‌دهد که منجر به کاهش تعرق گیاهان تحت کشت نیز می‌شود. بررسی منابع نشان داد که با استفاده توأم از سایه‌اندازی و کاربرد سامانه مه‌پاش، امکان کاهش دمای محیط نسبت به بیرون آن بین ۵-۷ درجه سلسیوس، فراهم خواهد شد.

این سازه‌ها اثرات باران سنگین و تابش بیش از حد خورشید را کاهش داده و باعث کاهش تأثیر بادهای شدید و تگرگ روی محصول می‌گردند. همچنین از نفوذ آفات و پرندگان جلوگیری می‌کنند. استفاده از توری‌های نورگزین^۳ نیز برای رسیدن به واکنش‌های فیزیولوژیکی خاص و تبدیل نور مستقیم به پراکنده، معمول است (Shahak, 2008).

سازه‌های توری‌دار ارزان قیمت با سقف قوسی، با اهداف کاهش شدت تابش بالای خورشیدی در تابستان و نیز تعدیل درجه حرارت، رطوبت و تأمین کربن دی‌اکسید در محیط‌های

Keywords: Humidity, Light, Shade house, Temperature, Wind

تولیدی، کاربرد پیدا کرده‌اند. هر نوع سبزی و صیفی و نیز گل و گیاهان زینتی می‌توانند در این گونه محیط‌های نیمه‌کنترل شده، تولید شوند. بدیهی است که در این نوع محیط‌های تولیدی ضمن کاهش مصرف آب، تراکم کشت و عملکرد محصول بیشتر از کشت در فضاهای باز خواهد بود. لازم به ذکر است که این نوع سازه‌ها می‌توانند تنوع زیادی در شکل ظاهری به‌ویژه در قوس سقف، داشته باشند.

نوع دیگری از این سایبان‌ها، سازه‌های توری‌دار با سقف مسطح هستند. این نوع سازه‌ها دارای ستون‌های فلزی هستند که از طرف پائین در خاک مستحکم شده و از طرف بالا به وسیله رابط‌های غیرقابل انعطاف و یا کابل‌های فلزی به هم متصل گردیده و دارای استحکام شده‌اند.

کاربرد سایبان، خسارات وارد به محصول را تا ۴۰ درصد کاهش می‌دهد که ارزش افزوده مناسبی را به‌دنبال خواهد داشت. از طرف دیگر، استفاده از سایبان باعث کاهش تا ۳۰ درصدی مصرف آب در باغات نیز خواهد شد (Ajmi et al., 2018).

کاربرد سایبان باعث حفاظت باغ‌ها از خسارات ناشی از شرایط محیطی شامل تگرگ، باد و طوفان، شدت تابش بالا، آفتاب‌سوختگی و سرمازدگی و حمله حشرات و آفات می‌شود. همچنین باعث کیفیت محصول خواهد شد.

کاربرد سایبان در مناطق نیمه‌گرمسیری باعث کاهش شدت تابش و در نتیجه حفاظت محصولات، در برابر آفتاب‌سوختگی و همچنین کاهش نیاز آبی خواهد شد.

در بسیاری از مناطق سردسیری و همچنین نیمه‌گرمسیری، تگرگ باعث آسیب شدید به درختان میوه از جمله انجیر شده و باعث کاهش باردهی آن‌ها می‌شود. سرمای بهاره در بسیاری از اقلیم‌ها باعث آسیب به درختان میوه و کاهش محصول در آن‌ها خواهد شد.

سایبان و توری‌های ضد حشرات کاربرد وسیعی در کشاورزی دارند. این توری‌ها تأثیر به‌سزایی بر میزان تولید و کیفیت محصول دارند. کاربرد سایبان باعث کاهش شدت تابش و سرعت باد به ترتیب ۱۵ تا ۳۹ درصد و ۵۰ تا ۸۷ درصد شده است. افزایش رطوبت نسبی از ۲ تا ۲۲ درصد، کاهش دما به میزان ۲/۳ تا ۲/۵ درجه سلسیوس و کاهش تبخیر و تعرق از ۱۷/۴ تا ۵۰

³- Photo selective.

¹- Screenhouse.

²- Shadehouse.

در مناطق خشک مورد بررسی قرار گرفته است. کاربرد توأم سایبان و جریان هوای خنک در مناطق با تابش شدید آفتاب قادر به حفظ دمای محیط به میزان ۵ تا ۱۰ درجه سلسیوس کمتر از دمای محیط بیرون، افزایش رطوبت نسبی به میزان ۱۵ تا ۲۰ درصد و کاهش شدت تابش به میزان ۳۰ تا ۵۰ درصد خواهد شد. کاربرد سایبان در مناطق سرد باعث کاهش تلفات حرارتی و حفظ دمای گلخانه به میزان ۵ درجه سلسیوس بیش از محیط بیرون می‌شود. این عمل باعث کاهش انرژی لازم برای گرم کردن از ۱۵ تا ۲۰ درصد خواهد شد (Ahmed et al., 2016).

در تحقیقی، اثر الگوهای مختلف توری و رنگ آن بر کیفیت نور در تولید محصول مورد بررسی قرار گرفته است. اندازه‌گیری‌ها مشخص نمود که اختلاف زیادی هم در درصد بازتابش نور خورشید و هم نسبت طیفی دریافت شده در زیرسایبان با جنس، بافت و شکل ظاهری مختلف وجود دارد (Kotilainen et al., 2018).

نتایج تحقیق اسمیت بر روی اثر سایبان در درخت سیب در شهر کیپ غربی نشان داد که استفاده از سایبان مشکی باعث کاهش ۳۱-۲۲ درصدی تابش خورشیدی شده است؛ بنابراین، برگ درختان زیر سایبان در روزهای ملایم حدود ۳/۹-۱/۷ درجه سلسیوس و در روزهای گرم در حدود ۶/۲-۴/۳ درجه سلسیوس خنک‌تر از بیرون سایبان بود. این تحقیق نشان داد که دمای سطح میوه در زیر سایبان ۲/۹-۰/۷ درجه سلسیوس در روزهای دی ماه و ۵/۳-۴/۰ درجه سلسیوس در روزهای اسفند ماه خنک‌تر بوده است (Smit, 2007).

بررسی اثر سایبان بر تغییرات کمی و کیفی تابش در محصول آووکادو نشان داد که استفاده از سایبان بیست درصدی باعث کاهش ۲۵، ۳۶ و ۹ درصدی تابش فعال فتوسنتزی^۱ در توری‌های سفید، آبی و قرمز شدند. نتایج تحقیقات انجام شده در سال ۲۰۱۸ نشان داد که سایبان‌های آبی و سفید در حدود ۲۶ درصد و سایبان قرمز حدود ۷/۴ درصد دما را کاهش می‌دهند. آن‌ها در تحقیقات تکمیلی خود گزارش کردند که رنگ پوشش بر دمای کانوپی اثر معنادار دارد. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که مقدار رطوبت نسبی ۱۲/۹-۳/۲۴ درصد بالاتر از فضای آزاد بود. محیط زیر سایبان سفید بیشترین رطوبت نسبی و سایبان قرمز کمترین رطوبت نسبی را داشت (Tinyane et al., 2018).

درصد از اثرات به‌کارگیری توری بر روی باغات بوده است (Mahmood et al., 2018 & Ajmi et al., 2018).

نتایج تحقیقات انجام شده نشان داده که بسته به نوع سایبان، رنگ و دانسیته بافت آن، رطوبت نسبی زیرسایبان ۱۲/۹-۳/۲ درصد افزایش و شدت تابش، دما و سرعت باد به ترتیب ۴۶-۹، ۱/۳-۷/۶ و ۲/۵ درصد کاهش می‌یابد. کاهش فعالیت زنبورها و گرده افشانی در زیر سایبان یکی از مواردی است که بایستی مورد توجه جدی قرار گیرد (Mditshwa, 2019).

تأثیر به‌کارگیری سایبان بر مورفولوژی، رشد و تولید میوه موز در دو دوره باردهی در اردن مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا، گیاه توسط توری‌های سیاه با دانسیته‌های مختلف پوشش داده شد. نتایج حاکی از این است که کاربرد سایبان باعث کاهش فتوسنتز از ۳۰ تا ۸۰ درصد نسبت به شرایط عدم کاربرد سایبان شده است. همچنین وزن یک خوشه در اولین مرحله باردهی از ۷ تا ۳۲ درصد تحت پوشش سایبان کاهش یافته است. در دومین مرحله تولید، گلدهی ۶، ۹ و ۱۵ روز به تعویق افتاده و همچنین وزن خوشه ۸ تا ۵۵ درصد کاهش یافته است (Israeli et al., 1995).

تغییرات آب و هوایی و تأثیر آن بر مرکبات در آفریقای جنوبی بسیار نگران‌کننده است. یکی از این مصائب، افزایش بیش از حد بیشینه دما و کاهش بیش از حد کمینه دما می‌باشد که باعث کوچک شدن اندازه میوه و افزایش نیاز آبی می‌شود. همچنین شکل ظاهری میوه به دلیل باد، تگرگ و آفتاب‌سوختگی، نامطلوب خواهد شد. پوشش دهی درختان توسط سایبان، روشی است که باعث افزایش کیفیت محصول و کاهش نیاز آبی شده ولی میزان تولید را کاهش می‌دهد (Stander & Cronje, 2016). اثرات کاربرد سه نوع توری سایبان (۲۵ درصد سایه با رنگ سفید، ۵۰ و ۷۵ درصد سایه با رنگ سیاه) بر رشد و بارور شدن میوه دراگون مورد بررسی قرار گرفت. تمام توری‌ها باعث کاهش آفتاب‌سوختگی و ارتقاء رنگ به واسطه کاهش درصد روشنایی و ضریب کرومات شده‌اند. طول میوه‌ها به صورت معنی‌داری افزایش یافته اما عرض میوه افزایش چندانی در پوشش‌های ۵۰ و ۷۵ درصد نداشته است. همچنین پوست و گوشت میوه در این دو نوع پوشش، قرمز رنگ شده است (Chang et al., 2016).

کاربرد سایبان یک روش مؤثر برای دستیابی به محیط مناسب جهت رشد گیاه، ارتقاء سطح تولید و کیفیت محصول می‌باشد. در این تحقیق کاربرد سایبان برای خنک‌کاری گلخانه‌ها

^۱- PAR.

بررسی کرد. این داده‌ها به صورت هر چند دقیقه یک بار و برای حسگرهای مختلف نصب شده بر روی دستگاه قابل بررسی است. برای افزایش دقت بصری خروجی‌ها در پایش برخط، این امکان نیز اضافه شد تا مجری بتواند هر کدام از نمودارها را به دلخواه غیرفعال کرده و به بررسی یک یا چند نمودار بپردازد.

۳-۲- اپلیکیشن اندرویدی سامانه

اپلیکیشن طراحی شده برای این سیستم، به اندروید نسخه ۶ به بالا نیاز دارد. پس از نصب اپلیکیشن بر روی گوشی، در قسمت مربوطه، نام کاربری و گذر واژه اختصاصی برای هر باغ وارد شده و اپلیکیشن فعال می‌گردد.

۵-۲- معرفی سایبان

در این پروژه با توجه به شرایط اقلیمی شهرستان شاهرود (باغ زردآلو) و رفسنجان (باغ پسته) برای ایجاد محیط کنترل شده (نوسانات آب و هوایی) و نوع تنش‌های زنده و غیرزنده موجود در مناطق، طرح‌های سازه‌ای مقاوم و ارزان قیمت به همراه نوع پوشش مناسب در باغات اجرا گردید. همچنین نوع پوشش (توری) انتخاب شده بستگی به نوع و شدت تنش محیطی وارد شده، انتخاب گردید.

به طوری کلی اجزای تشکیل دهنده سازه و پوشش این باغات، عبارتند از ستون‌ها و سرستون‌ها، انواع بست‌ها، انواع گیره‌ها، انواع کابل‌های فولادی، سیستم‌های مهار کننده و فونداسیون، توری‌ها.

در ادامه نمونه‌هایی از باغات سرپوشیده اجرا شده در این پروژه دیده می‌شود.

در تحقیقات انجام شده گزارش شده که سایبان دمای کانوپی را در گریپ فروت، در حدود ۴ درجه سلسیوس کاهش داده است (Jifon & Syvertsen, 2001).

از آنجایی که نصب این سامانه‌ها نیازمند صرف هزینه‌های بسیاری است و همچنین طبق تحقیقات صورت گرفته عوامل محیطی و اقلیمی تأثیر به سزایی بر عملکرد و بازدهی این سامانه‌ها دارند.

برای این که انتخاب توری مناسب صورت گیرد ضرورت دارد در ابتدا عوامل اصلی مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه بررسی گردند تا توری نصب شده اثر نامطلوبی بر آن‌ها ایجاد نکند.

۲- مواد و روش‌ها

به منظور اندازه گیری میزان تغییرات تابش، دما و رطوبت نسبی داخل و خارج باغات و همچنین سرعت و جهت باد خارج از باغ، یک سامانه پایشگر طراحی و ساخته شد. این سامانه داده‌های مربوط به این پارامترها (دما، رطوبت و نور) در داخل و خارج سایبان و باد (سرعت و جهت) در خارج سایبان را اندازه‌گیری و به سرور مرکزی ارسال کرده تا ذخیره گردد. ساختار سخت‌افزاری دیتالاگر این سامانه دارای پردازنده قدرتمند و دارای ارتباط GPRS با سرور مرکزی است.

۱-۲- معرفی سامانه پایشگر اقلیمی

اجزاء سامانه عبارتند از یک جعبه شامل مدارات الکتریکی، پایه و بازوی فلزی که حسگرهای سرعت و جهت باد بر روی آن نصب شده‌اند. سیم کارت نصب شده بر روی آن، اطلاعات لازم را به سرور ارسال می‌کند. به منظور سهولت پایش وضعیت باغ، علاوه بر سامانه ارسال پیامک، صفحه مدیریتی و اپلیکیشن اندرویدی نیز برای این سامانه‌ها طراحی و عملیاتی گردید.

۲-۲- صفحه مدیریت برخط^۱ سامانه پایشگر

همان گونه که گفته شد به منظور سهولت پایش برخط داده‌ها، یک صفحه مدیریتی و یک اپلیکیشن تحت اندروید برای سامانه طراحی و ساخته شد. پایگاه داده مورد نیاز برای این سامانه از دانشگاه صنعتی شریف اجاره گردید.

به منظور ارزیابی دوره‌ای باغ سرپوشیده و امکان پایش برخط وضعیت اقلیمی، سامانه‌ها به گونه‌ای طراحی و اجرا شدند که به راحتی بتوان نمودارهای مربوط به سامانه پایش درون سایبان را

¹- Online management dashboard



شکل ۱- باغ سرپوشیده محصول زردآلو در شهرستان شاهرود

Fig. 1. Using of shading net in an apricot orchard in Shahroud



شکل ۲- باغ سرپوشیده محصول پسته در شهرستان رفسنجان

Fig 2. Using of shading net in a pistachio orchard in Rafsanjan

نشان داد که پارامترهای دما، شدت نور و رطوبت در داخل و خارج سایبان تفاوت معنی‌داری با یکدیگر در سطح آماری ۹۹ درصد داشتند. به طوری که متوسط مقادیر دما، شدت نور و رطوبت در خارج سایبان بیشتر از محیط داخل سایبان بود.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج تحلیل داده‌های اقلیمی باغ الگویی پسته در شهرستان رفسنجان- استان کرمان

مقایسه میانگین‌های داده‌های دما، شدت نور و دما در داخل سایبان و محیط بیرون در این باغ با استفاده از آزمون t جفتی

جدول ۱- مقایسه میانگین داده‌های دما، نور و رطوبت در داخل سایبان و محیط بیرون باغ پسته رفسنجان

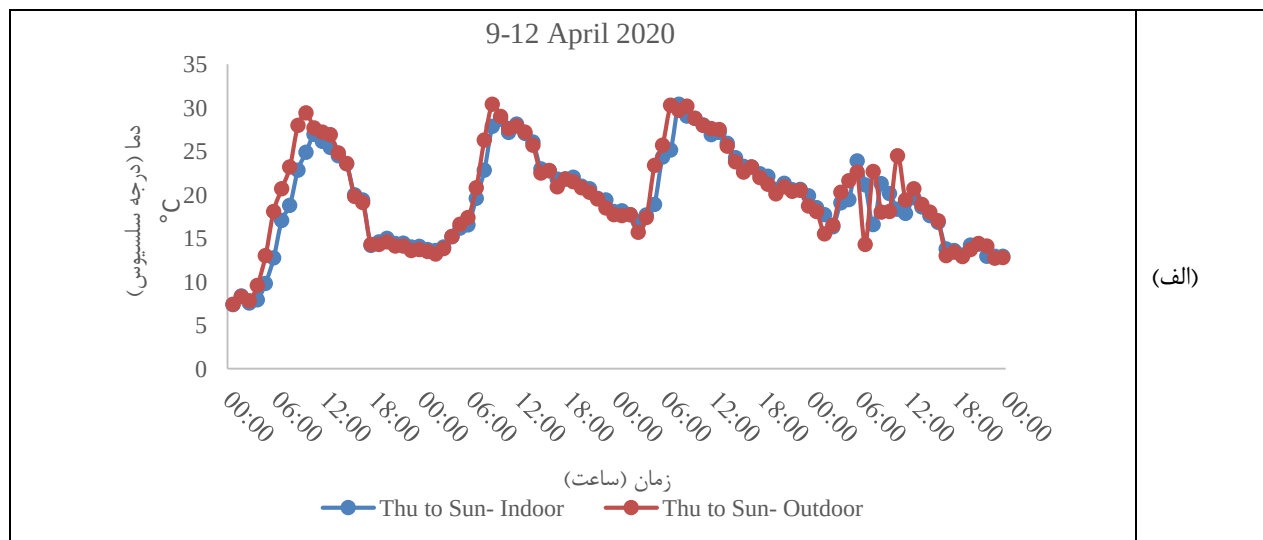
Table 1. Comparison of mean temperature, light and humidity values inside and outside of the shading net of the pistachio orchard in Rafsanjan

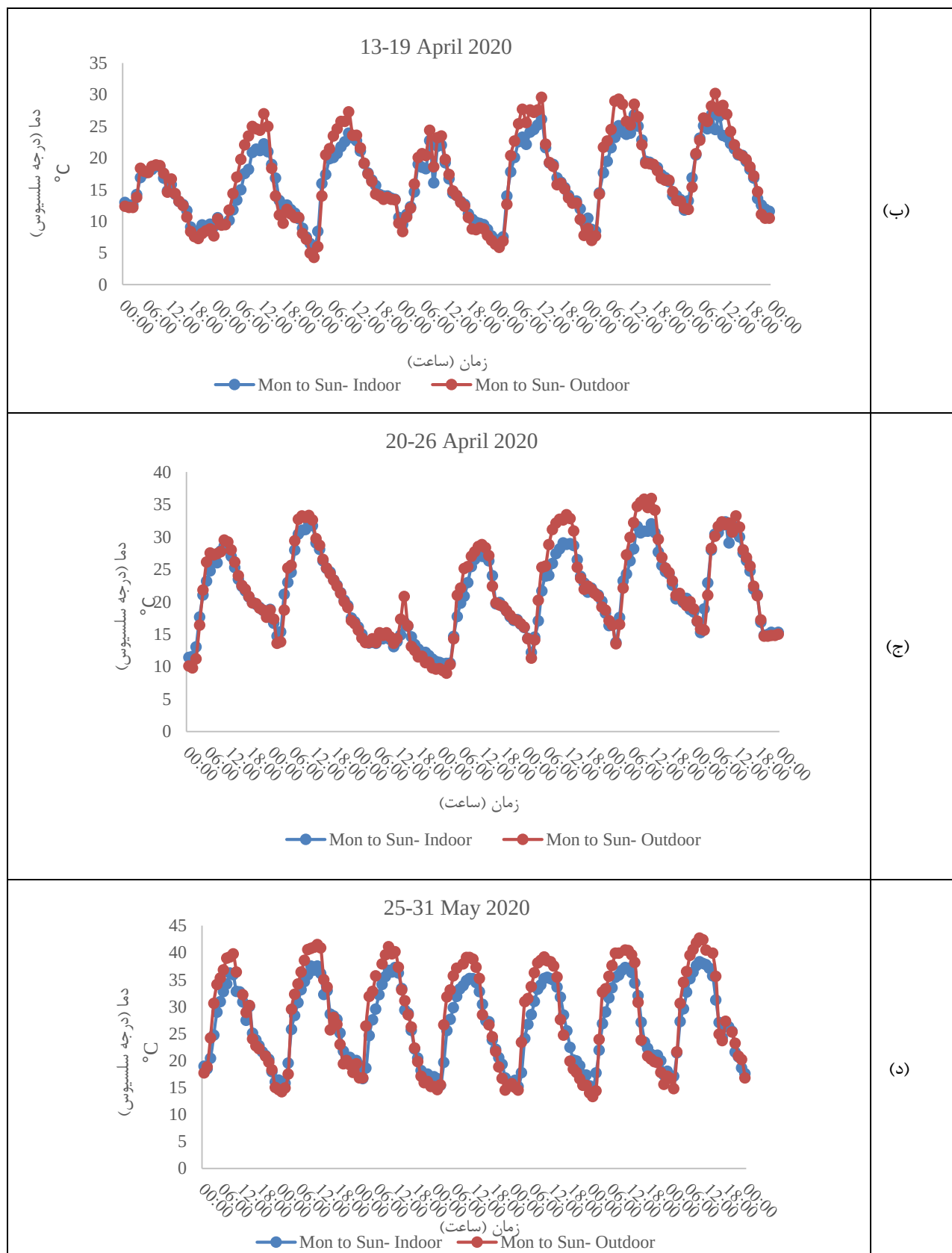
سطح معنی داری significance level	انحراف معیار Standard deviation	مقدار t- value	درجه آزادی Df	مقادیر میانگین Mean	داده‌ها Data	پارامتر Parameter
**	8.29865	-21.32	1671	26.2182	داخل سایبان Inside	دما Temperature (°C)
	9.84499			27.4471	خارج سایبان Outside	
**	153.88795	-23.07	1671	112.6723	داخل سایبان Inside	شدت نور Light intensity (lm/m2)
	280.90196			119.9643	خارج سایبان Outside	
**	20.10229	-28.88	1671	29.6976	داخل سایبان Inside	رطوبت نسبی Relative humidity (%)
	19.26322			32.2911	خارج سایبان Outside	

** وجود اختلاف معنی دار در سطح ۱٪

روزهای هفته کاهش دمای محیط داخل سایبان نسبت به محیط بیرون مشاهده می‌شود.

شکل ۳ (الف، ب، ج و د) تغییرات هفتگی دما را در داخل سایبان و محیط بیرون از ۲۱ فروردین تا ۱۱ اردیبهشت ۱۳۹۹ (دوازدهم تا سی‌ام آوریل ۲۰۲۰) نشان می‌دهد. در تمام طول



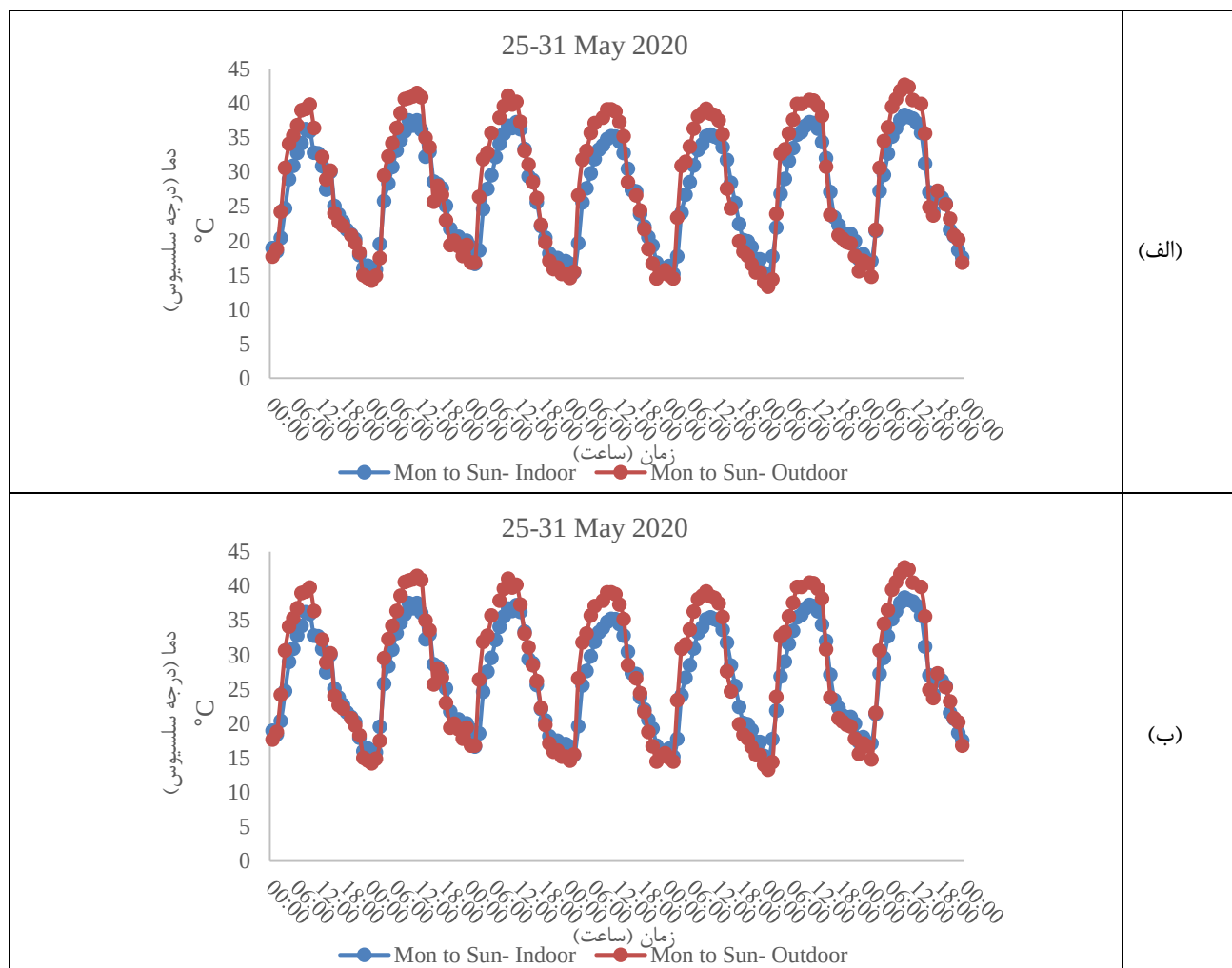


شکل ۳- تغییرات دمای داخل و خارج سایبان در ماه آوریل در باغ پسته رفسنجان

Fig 3. Temperature changes inside and outside the shading net in the pistachio orchard in Rafsanjan in April 2020

کاهش دمای محیط داخل سایبان نسبت به محیط بیرون مشاهده می‌شود. این اختلاف نسبت به ماه قبل بیشتر بوده است.

شکل ۴ (الف و ب) تغییرات هفتگی دما را در داخل سایبان و محیط بیرون از ۲ تا ۱۱ خرداد ۱۳۹۹ (بیست و دوم تا سی و یکم می ۲۰۲۰) نشان می‌دهد. در تمام طول روزهای هفته

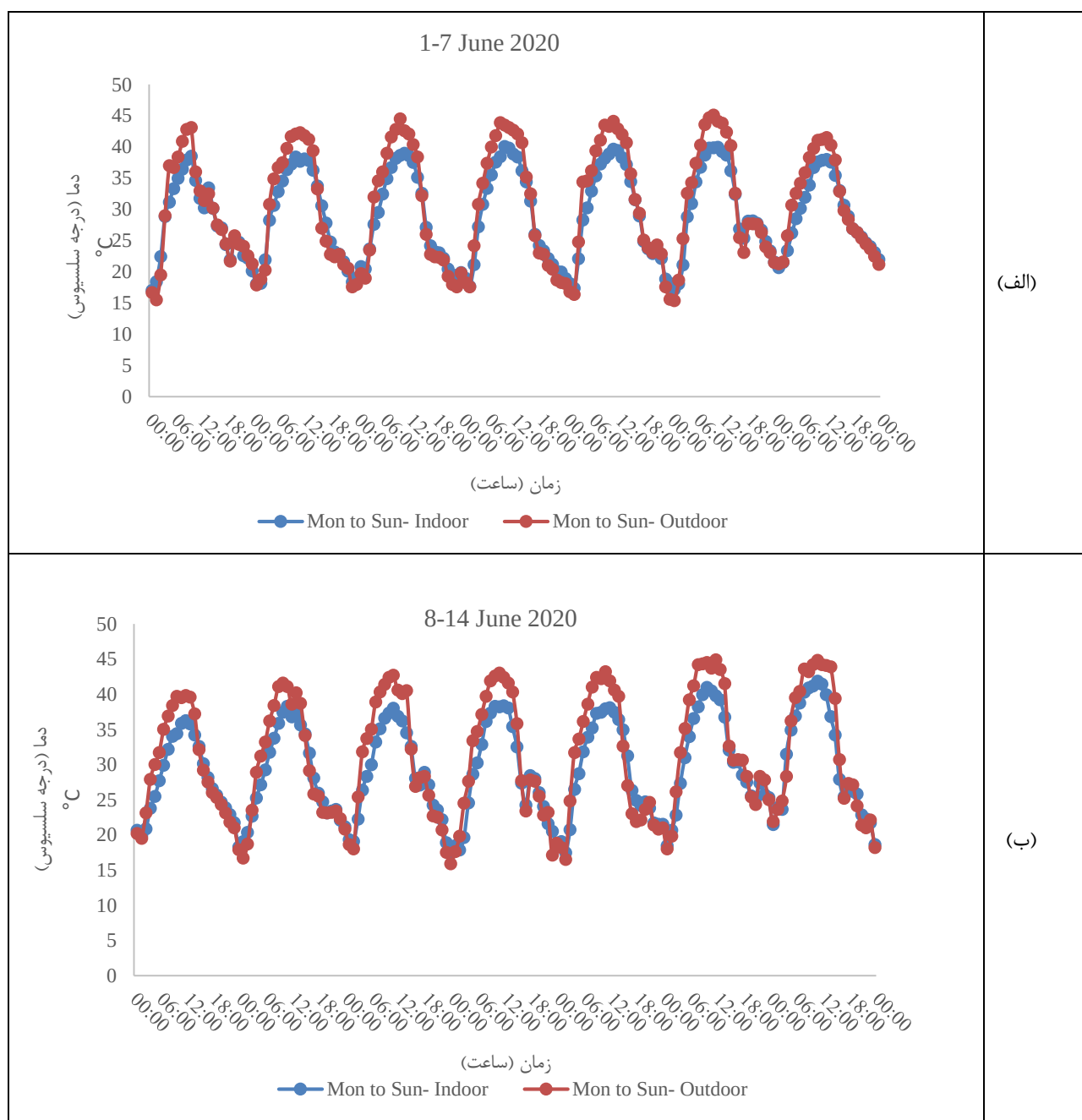


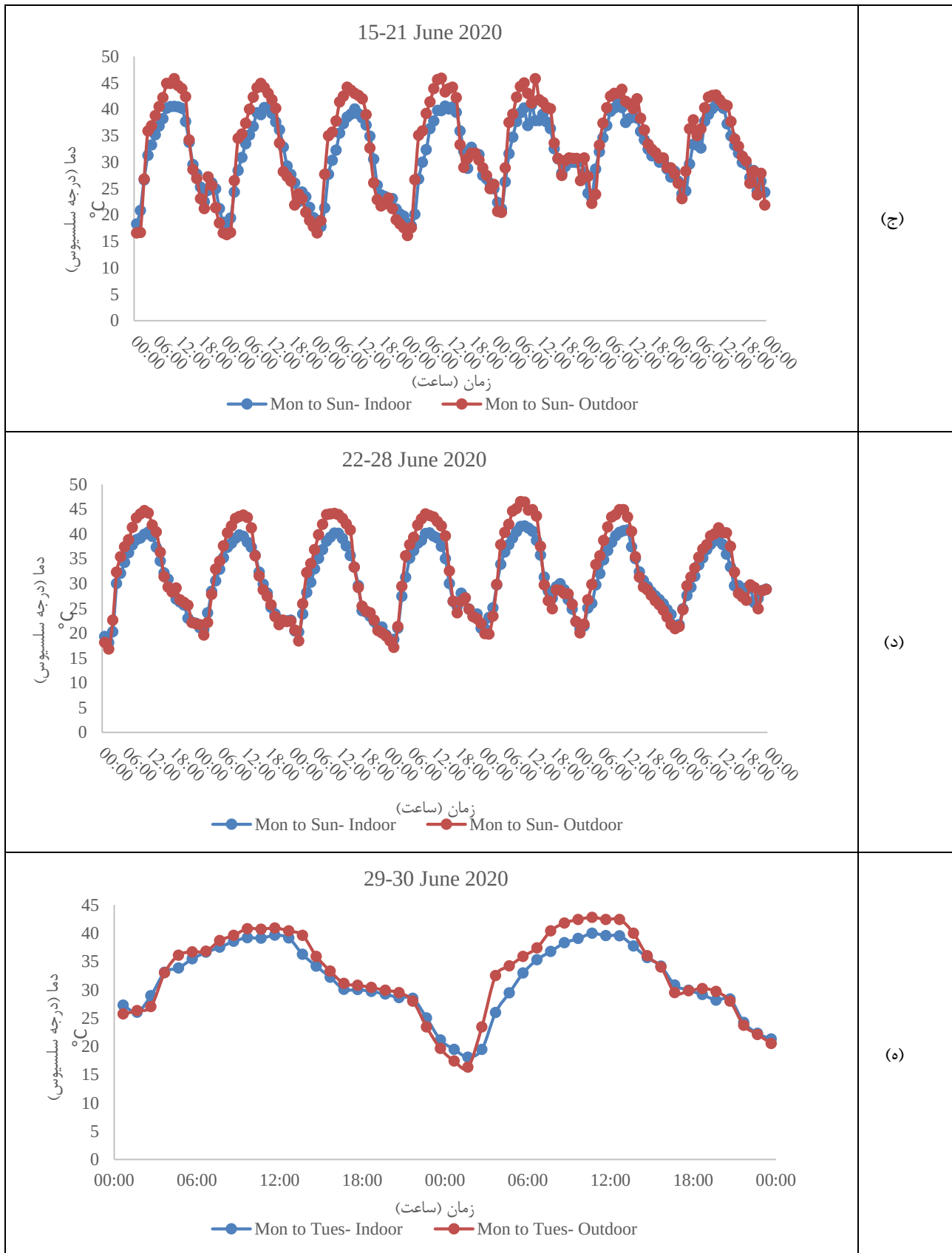
شکل ۴- تغییرات دمای داخل و خارج سایبان در ماه می در باغ پسته رفسنجان

Fig 4 . Temperature changes inside and outside the shading net in the pistachio orchard in Rafsanjan in May 2020

هفته کاهش دمای محیط داخل سایبان نسبت به محیط بیرون مشاهده می‌شود. اختلاف دمای حداکثر نسبت به ماه قبل بیشتر بوده است.

شکل ۵ (الف، ب، ج، د و ه) تغییرات هفتگی دما را در داخل سایبان و محیط بیرون از ۱۲ خرداد تا ۱۰ تیر ۱۳۹۹ (یکم تا سی ام جوئن ۲۰۲۰) نشان می‌دهد. در تمام طول روزهای



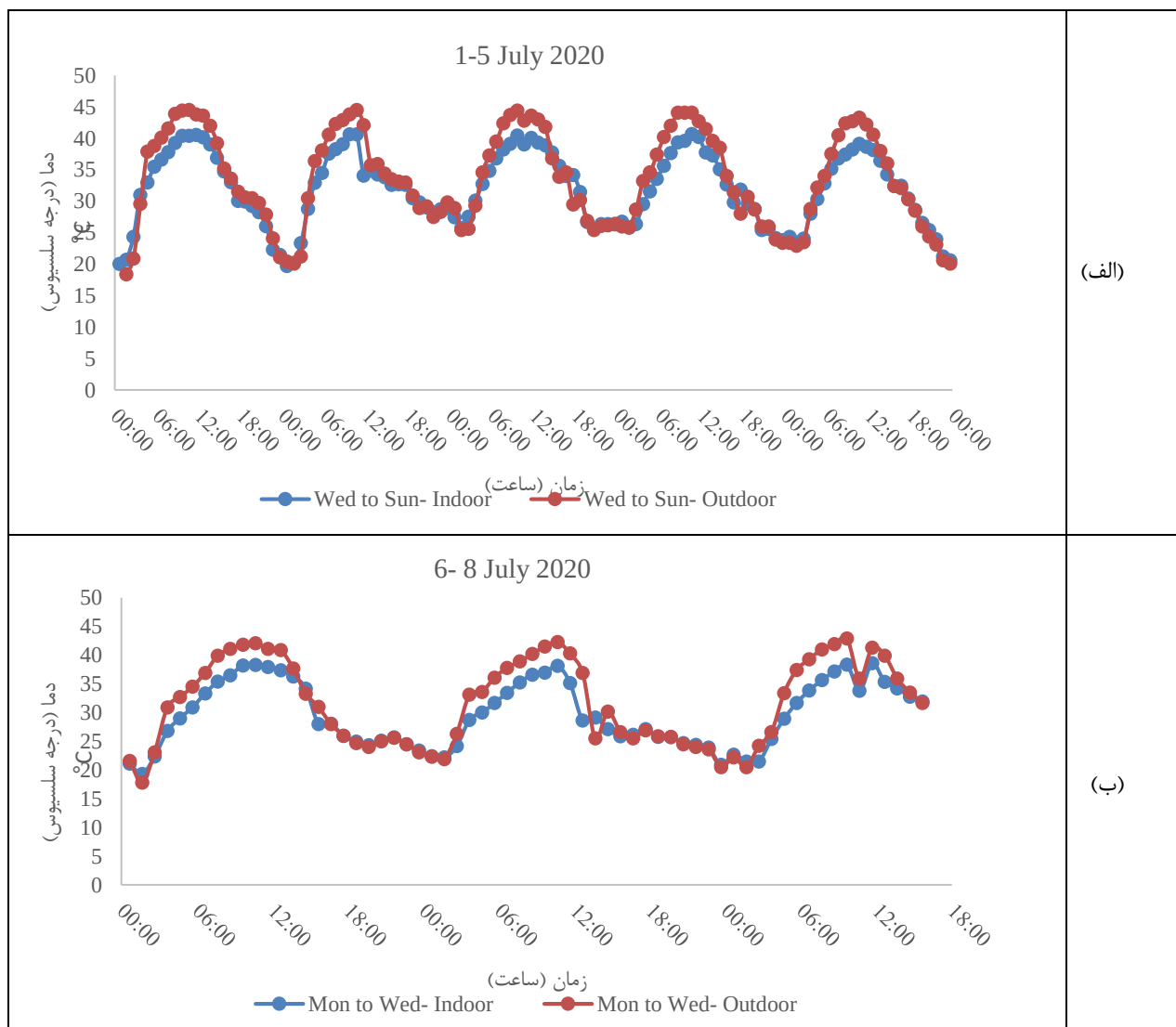


شکل ۵- تغییرات دمای داخل و خارج سایبان در ماه جون در باغ پسته رفسنجان

Fig 5. Temperature changes inside and outside the shading net in the pistachio orchard in Rafsanjan in June 2020

۲۰۲۰) نشان می‌دهد. در تمام طول روزهای هفته کاهش دمای محیط داخل سایبان نسبت به محیط بیرون مشاهده می‌شود.

شکل ۶ (الف و ب) تغییرات هفتگی دما را در داخل سایبان و محیط بیرون از ۱۱ تا ۱۸ تیر ۱۳۹۹ (یکم تا هشتم جولای



شکل ۶- تغییرات دمای داخل و خارج سایبان در ماه جولای در باغ پسته رفسنجان

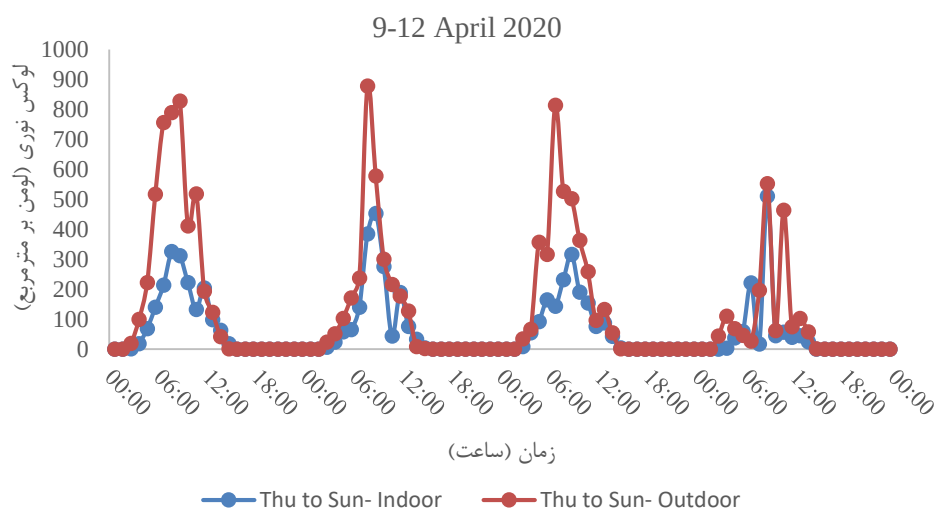
Fig 6. Temperature changes inside and outside the shading net in the pistachio orchard in Rafsanjan in July 2020

مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری بین شدت نور بیرون و داخل سایبان خصوصاً در نقاط بیشینه وجود دارد. کاربرد سایبان باعث کاهش شدت نور در داخل سایبان شده است. کاهش اختلاف شدت نور در برخی روزها به دلیل هوای ابری می‌باشد.

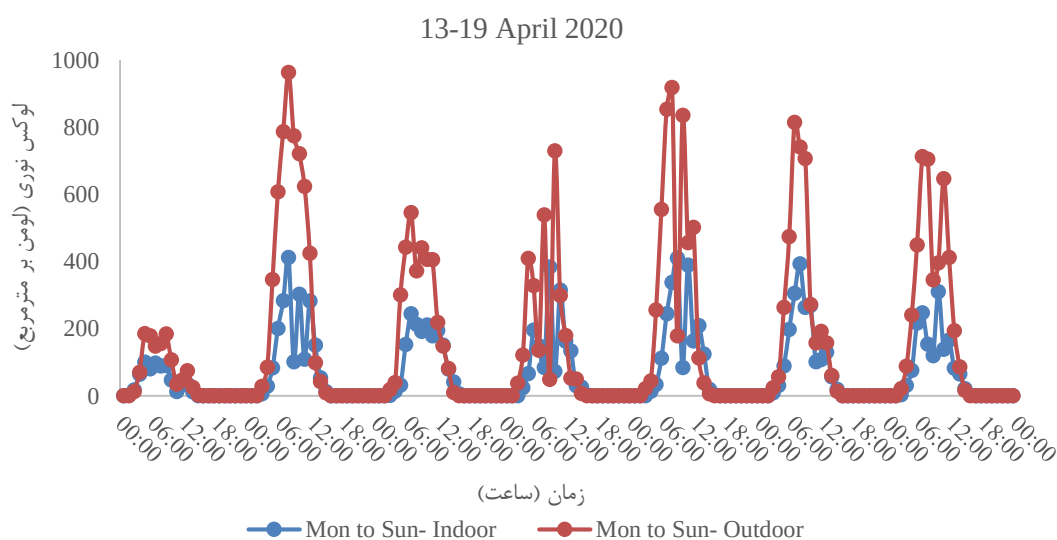
تغییرات شدت نور در داخل سایبان و محیط بیرون در باغ الگویی پسته در شهرستان رفسنجان اندازه‌گیری و در فاصله زمانی نهم آوریل تا هشتم جولای ۲۰۲۰ (۲۱ فروردین تا ۱۸ تیر ۱۳۹۹) در شکل‌های ۷ (الف، ب، ج و د)، ۸ (الف و ب)، ۹ (الف، ب، ج، د و ه) و ۱۰ (الف و ب) نشان داده شده است. همانطور که

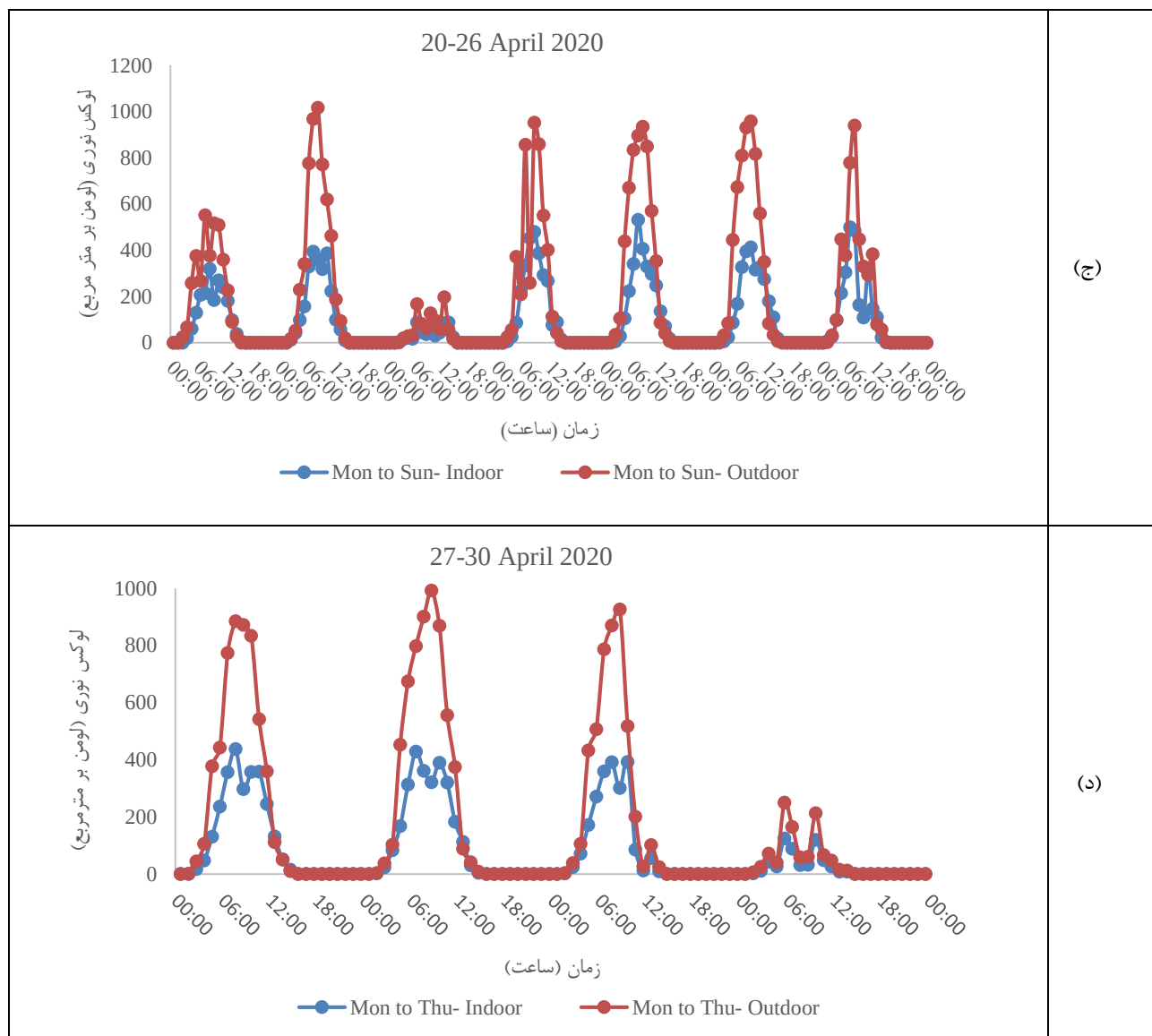
(الف)

(



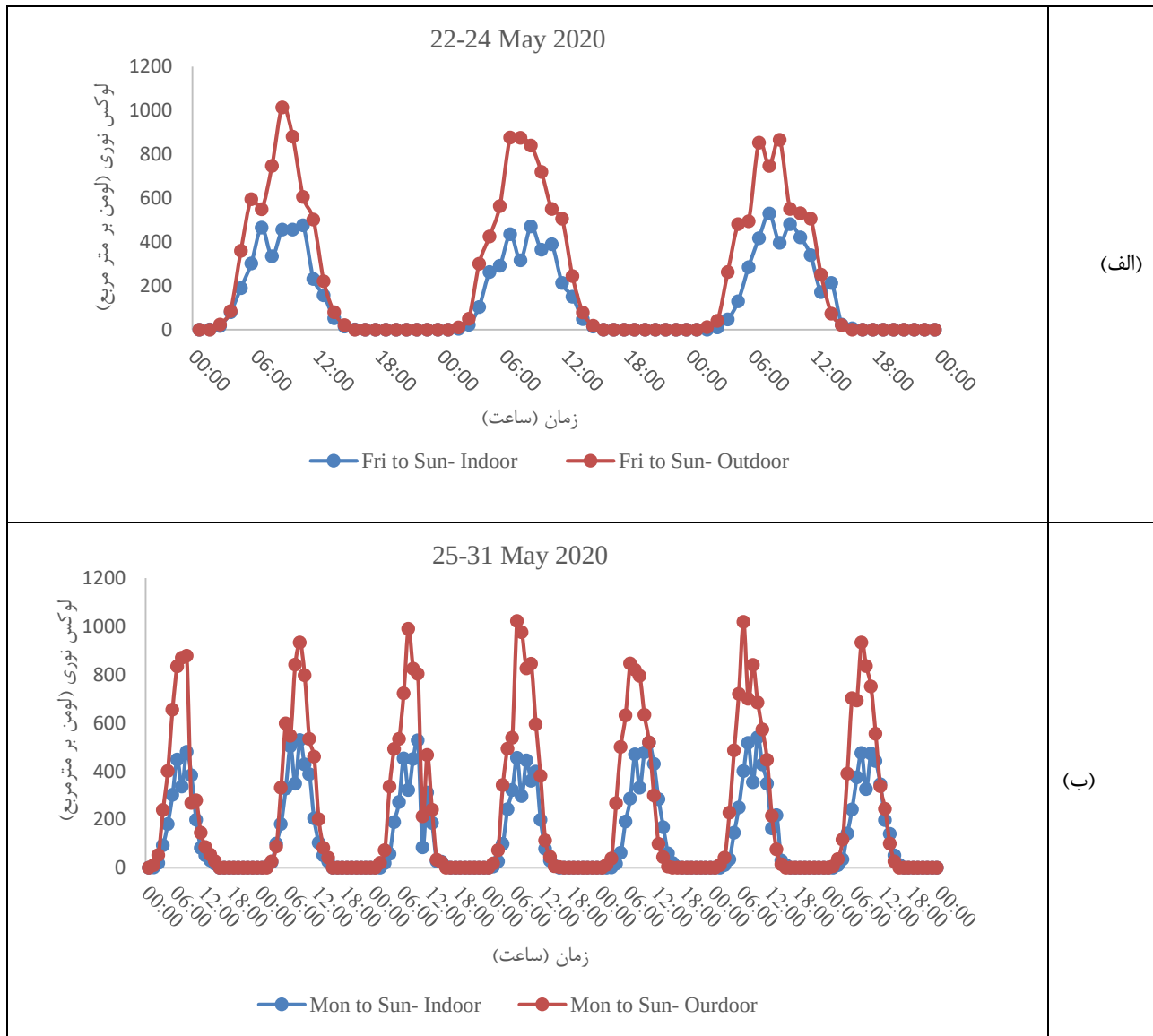
(ب)





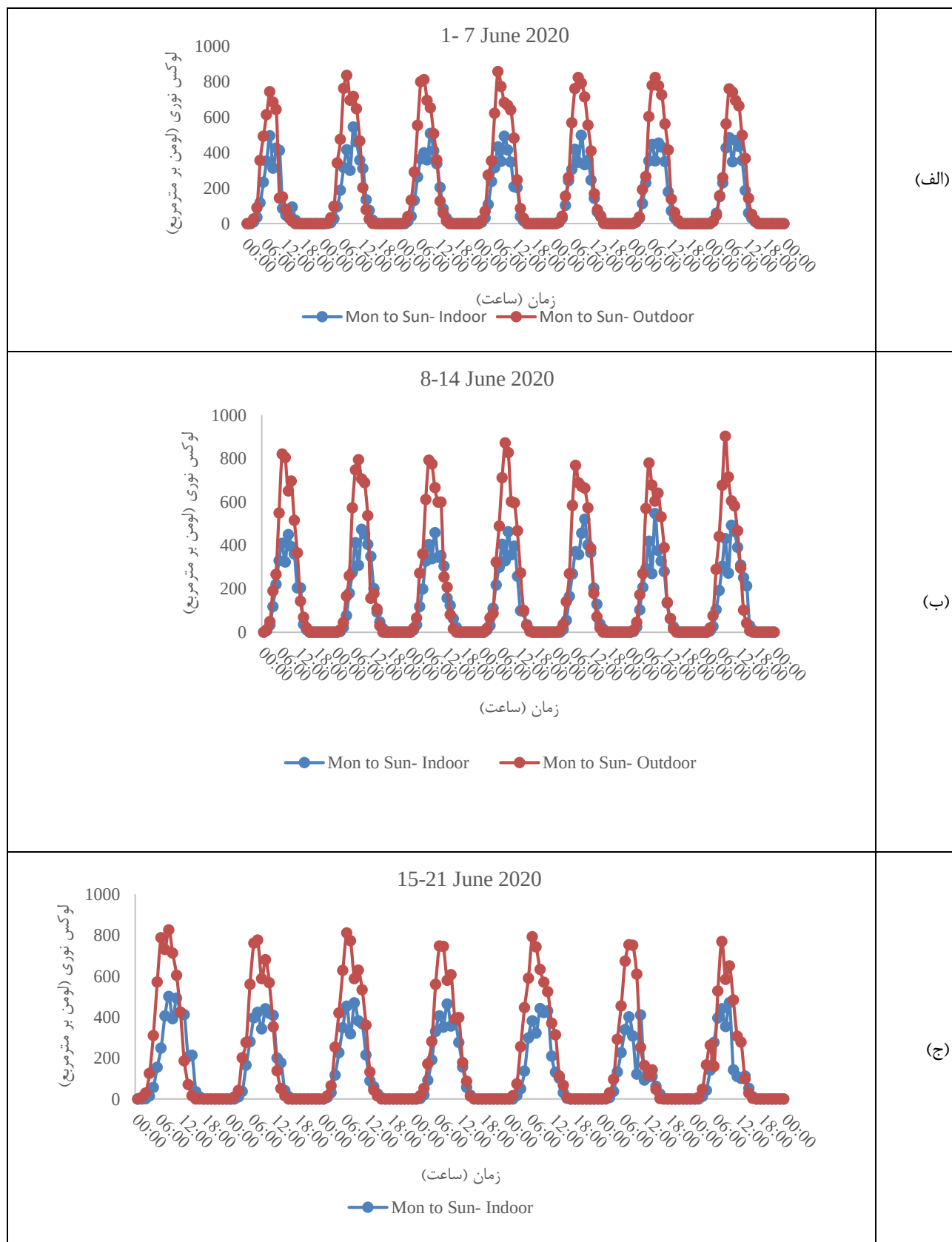
شکل ۷- تغییرات شدت نور داخل و خارج سایبان در ماه آوریل در باغ پسته رفسنجان

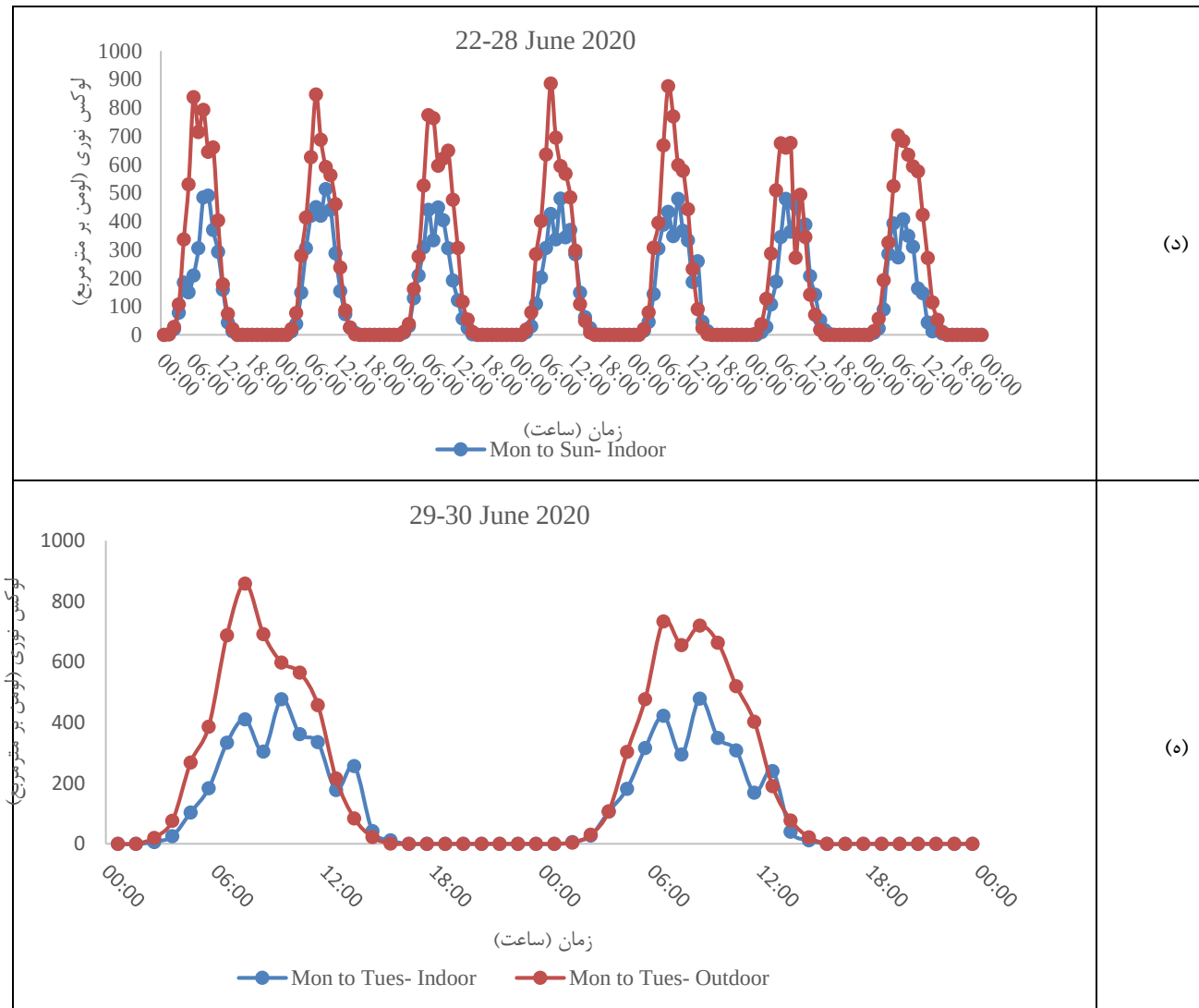
Fig 7. Changes in light intensity inside and outside of the shading net in the pistachio orchard Rafsanjan in April 2020.



شکل ۸-- تغییرات شدت نور داخل و خارج سایبان در ماه می در باغ پسته رفسنجان

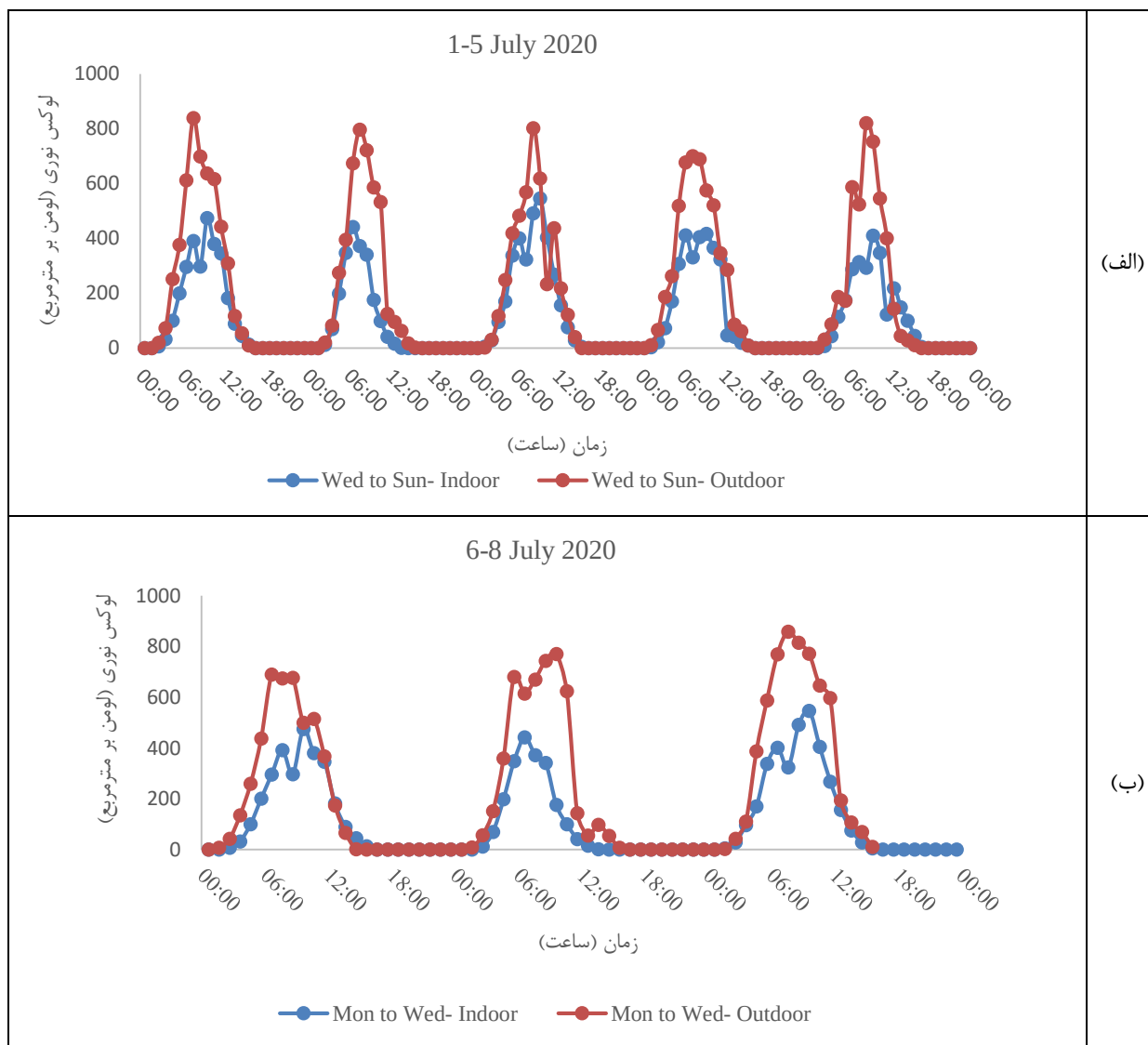
Fig 8. Changes in light intensity inside and outside of the shading net in the pistachio orchard Rafsanjan in May 2020





شکل ۹ - تغییرات شدت نور داخل و خارج سایبان در ماه جوئن در باغ پسته رفسنجان

Fig 9. Changes in light intensity inside and outside of the shading net in Rafsanjan pistachio orchard in June 2020



شکل ۱۰- تغییرات شدت نور داخل و خارج سایبان در ماه جولای در باغ پسته رفسنجان

Fig 10. Changes in light intensity inside and outside of the shading net in Rafsanjan pistachio orchard in July 2020

جدول ۲ تجزیه واریانس داده‌های دما، شدت نور و رطوبت در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر (آوریل، می، جوئن و جولای) را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری بین صفات در ماه‌های مختلف وجود دارد.

جدول ۲. آنالیز واریانس داده‌های دما، نور و رطوبت در ماه‌های مختلف برای باغ پسته رفسنجان

Table 2. Analysis of variance of temperature, light and humidity data in different months for the pistachio orchard in Rafsanjan

صفت	مجموع مربعات SS	درجه آزادی df	میانگین مربعات ms	Fs(۰/۹۹)
دما Temperature (°C)	42260.058	3	14089.353	322.773**
شدت نور Light intensity (lm/m ²)	889456.995	3	296485.665	12.785**
رطوبت نسبی Relative humidity (%)	278091.777	3	92697.259	389.309**

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪

مقایسه میانگین‌های دما نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین داده‌های ماه‌های فروردین و اردیبهشت (آوریل و می) با یکدیگر و با داده‌های ماه‌های خرداد و تیر (جوئن و جولای) وجود دارد ولی بین داده‌های دما در ماه‌های خرداد و تیر (جوئن و جولای) اختلافی وجود ندارد (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های دما در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر

Table 3. Comparison of temperature averages in April, May, June and July

ماه Month	درجه آزادی Df	میانگین دما (°C) Temperature mean
فروردین April	527	a 19.1508
اردیبهشت May	239	b 26.0429
خرداد June	719	c 30.1968
تیر July	183	c 31.1586

جدول ۴ مقایسه میانگین‌های شدت نور (لوکس نوری) را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری بین داده‌های ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر (می، جوئن و جولای) وجود ندارد ولی بین داده‌های این سه ماه با ماه فروردین (آوریل) اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

جدول ۴- مقایسه میانگین شدت نور در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر

Table 4. Comparison of light intensity in April, May, June and July

ماه Month	درجه آزادی Df	شدت نور light intensity (lm/m ²)
فروردین April	527	a 79.0099
اردیبهشت May	239	b 131.5799
خرداد June	719	b 129.1214
تیر July	183	b 120.2405

میانگین رطوبت‌های نسبی در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

در جدول ۵ مقایسه میانگین‌های رطوبت نسبی نشان داده شده است. نتایج حاکی از اختلاف معنی‌دار بین داده‌های ماه فروردین (آوریل) با دیگر ماه‌ها می‌باشد در حالی که بین

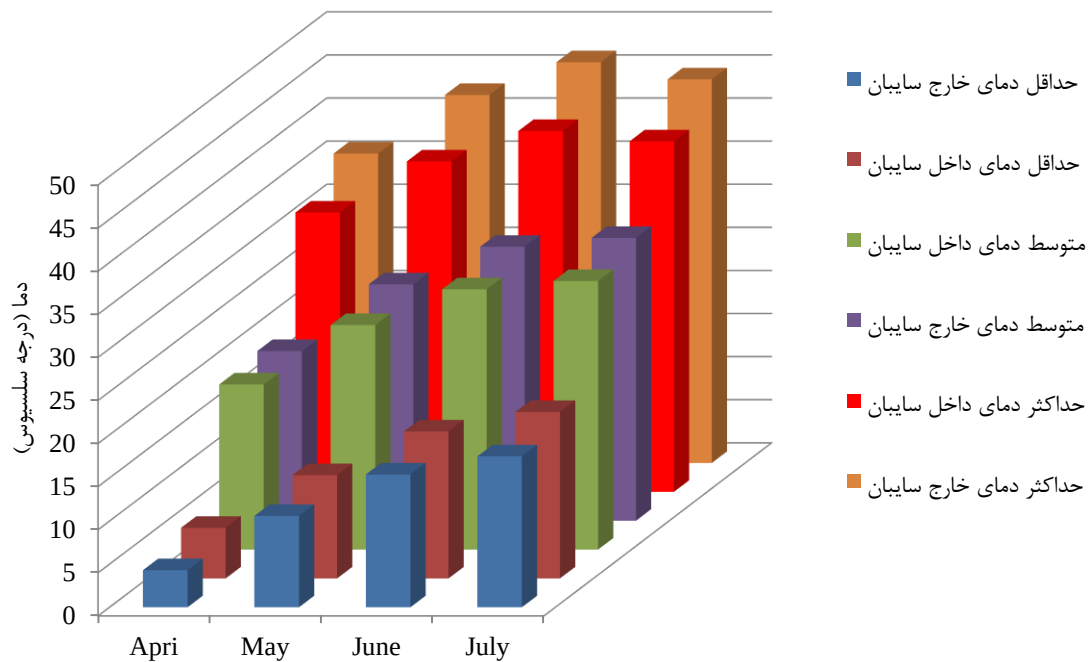
جدول ۵- مقایسه میانگین‌های رطوبت نسبی در فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر (آوریل، می، جوئن و جولای)

Table 5. Comparison of R.H in April, May, June and July

ماه month	درجه آزادی df	میانگین رطوبت نسبی Relative humidity (%)
فروردین April	527	a 48.4915
اردیبهشت May	239	b 24.0109
خرداد June	719	b 19.339
تیر July	183	b 23.7185

(جوئن) دارای بیشترین مقدار در خارج سایبان (۴۶/۵) درجه سلسیوس) و ماه فروردین (آوریل) دارای کمینه مقدار در خارج سایبان (معادل ۴/۳ درجه سلسیوس) بود. نتایج نشان داد که به طور کلی دمای داخل سایبان کمتر از دمای خارج سایبان بوده است.

شکل ۹ مقادیر بیشینه، کمینه و متوسط دما را در داخل و خارج سایبان در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر (آوریل، می، جوئن و جولای) سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود متوسط دما در ماه‌های خرداد و تیر (جوئن و جولای) از دیگر ماه‌ها بیشتر است. ماه خرداد

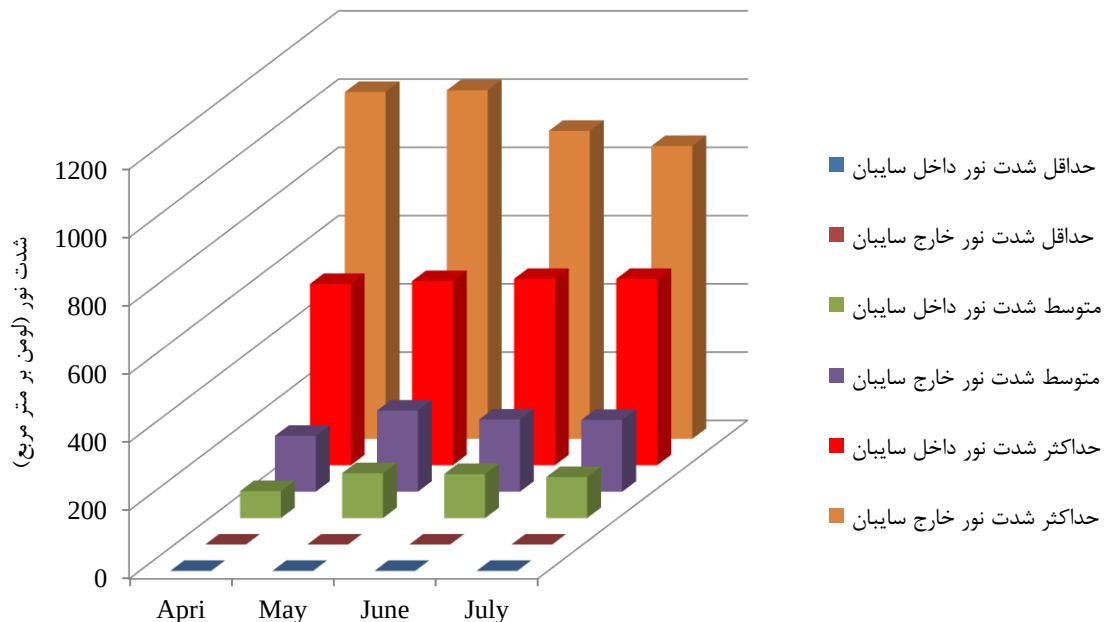


شکل ۹- بیشینه، کمینه و متوسط دمای داخل و خارج سایبان باغ پسته رفسنجان

Fig 9. Maximum, minimum and average temperature inside and outside of the shading net of the pistachio orchards in Rafsanjan

در ماه اردیبهشت (می) از دیگر ماه‌ها بیشتر است. بیشینه شدت نور در اردیبهشت ماه در خارج سایبان، $1021/5$ لومن بر مترمربع می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که به طور کلی شدت نور داخل سایبان به طور معنی‌دار کمتر از خارج سایبان است.

شکل ۱۰ مقادیر بیشینه، کمینه و متوسط شدت نور را در داخل و خارج سایبان در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر ۱۳۹۹ (آوریل، می، جوئن و جولای سال ۲۰۲۰) نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود متوسط شدت نور

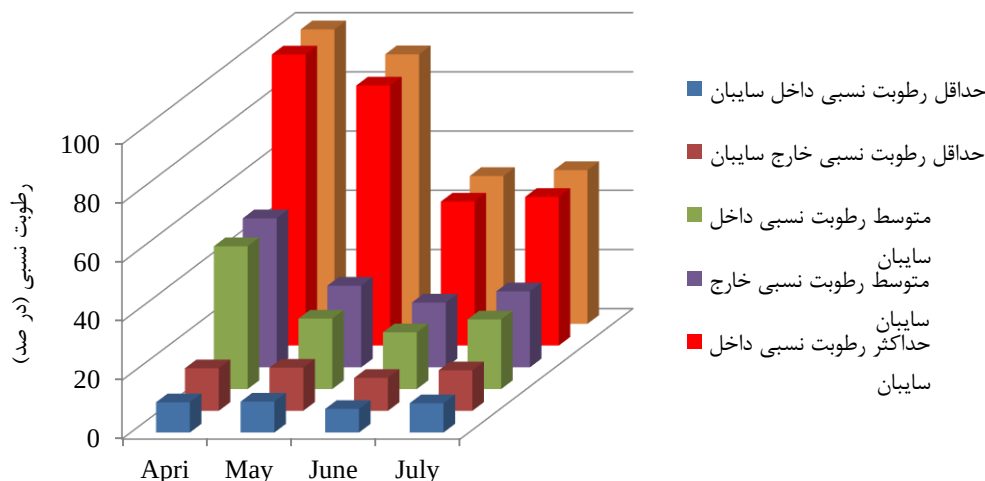


شکل ۱۰- بیشینه، کمینه و متوسط شدت نور داخل و خارج سایبان باغ پسته رفسنجان

Fig 10. Maximum, minimum and average light intensity inside and outside of the shading net of the pistachio orchards in Rafsanjan

در ماه فروردین (آوریل) از دیگر ماه‌ها بیشتر است. رطوبت نسبی در این ماه دارای بیشترین مقدار در خارج سایبان (۹۹/۵ درصد) و در ماه خرداد (جوئن) دارای حداقل مقدار در داخل سایبان (۸/۰۴ درصد) بود.

شکل ۱۱ مقادیر بیشینه، کمینه و متوسط رطوبت نسبی را در داخل و خارج سایبان در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر ۱۳۹۹ (آوریل، می، جوئن و جولای سال ۲۰۲۰) نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود متوسط رطوبت نسبی



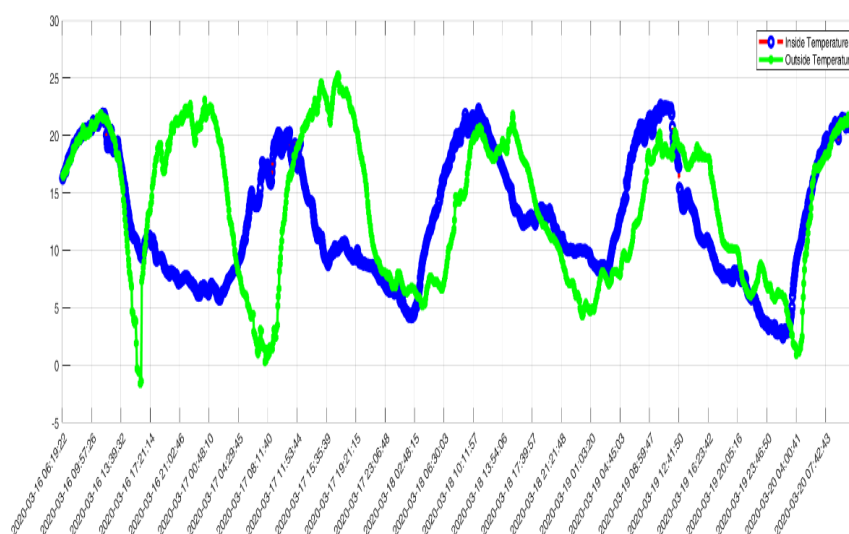
شکل ۱۱- بیشینه، کمینه و متوسط رطوبت نسبی داخل و خارج سایبان باغ پسته رفسنجان

Fig 11. Maximum, minimum and average relative humidity inside and outside of the shading net of the pistachio orchards in Rafsanjan

سلسیوس است. این در حالی است که نوسانات دما در خارج از سایبان از ۱- درجه سلسیوس تا ۲۵ درجه سلسیوس ثبت شده است. همچنین داده‌های ثبت شده اختلافی حدود ۵ درجه سلسیوس در سردترین و گرمترین زمان را در این دوره نشان می‌دهد (شکل ۱۲).

نتایج تحلیل داده‌های اقلیمی باغ الگویی زردآلو در شهرستان شاهرود- استان سمنان

نتیجه داده‌برداری از حسگرهای داخل و خارج از سایبان این باغ در بازه زمانی ۲۶ اسفند ۱۳۹۸ (شانزده مارچ ۲۰۲۰) تا ۲۹ اردیبهشت ۱۳۹۹ (هجدهم ماه می ۲۰۲۰) نشان داد که محدوده تغییرات دمای داخل از حدود ۲ درجه سلسیوس تا ۲۲/۵ درجه

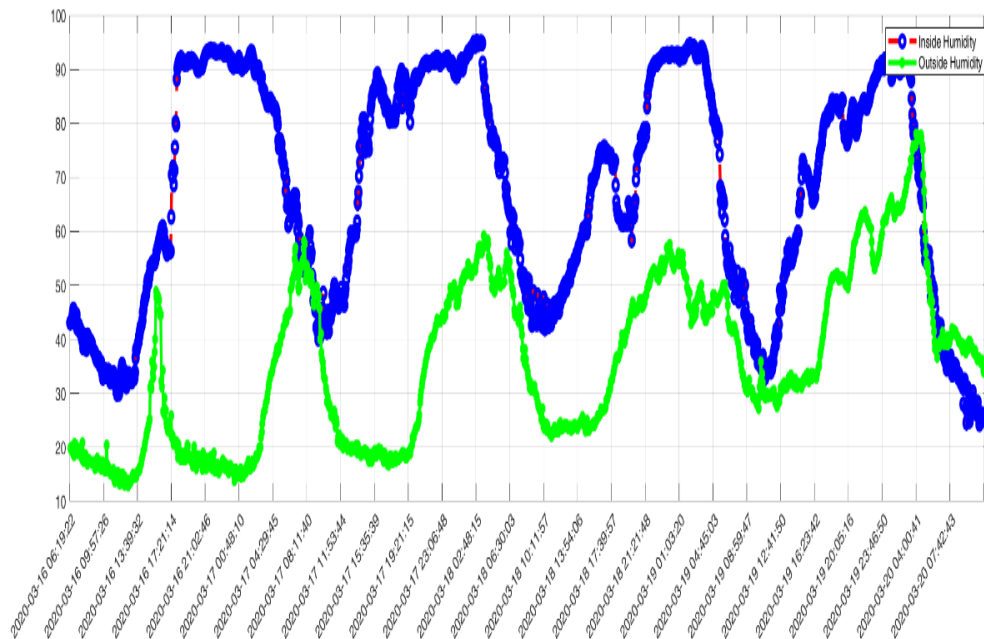


شکل ۱۲- مقایسه دمای داخل و خارج سایبان باغ الگویی زردآلو در شهرستان شاهرود

Fig 12. Comparison of inside and outside temperatures of the shading net in the apricot orchards in Shahrud

سایبان مقدار بیشتری داشته و بین ۲۹ تا ۹۵ درصد ثبت شده است (شکل ۱۳).

در خصوص رطوبت نسبی، ملاحظه می‌شود که دامنه تغییرات دمایی خارج سایبان بین ۱۰ تا ۸۰ درصد اندازه‌گیری شده است. این درحالی است که تغییرات رطوبت در داخل

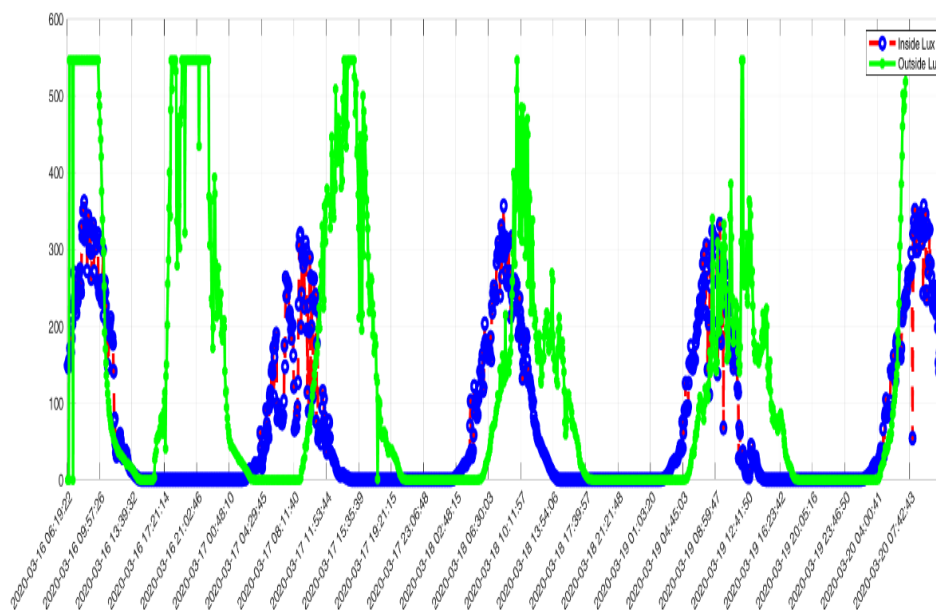


شکل ۱۳- مقایسه رطوبت نسبی داخل و خارج سایبان باغ الگویی زردآلو در شهرستان شاهرود

Fig 13. Comparison of relative humidity inside and outside of the shading net in the orchard in Shahroud

لوکس شدت دارد، سایبان توانسته است این مقدار را به کمتر از ۳۶۰ لوکس در دوره زمانی مورد نظر برساند.

در شکل ۱۴ تاثیر وجود سایبان بر میزان نور عبوری رسم شده است. باتوجه به این که نور بیرون از سایبان تا ۵۵۰

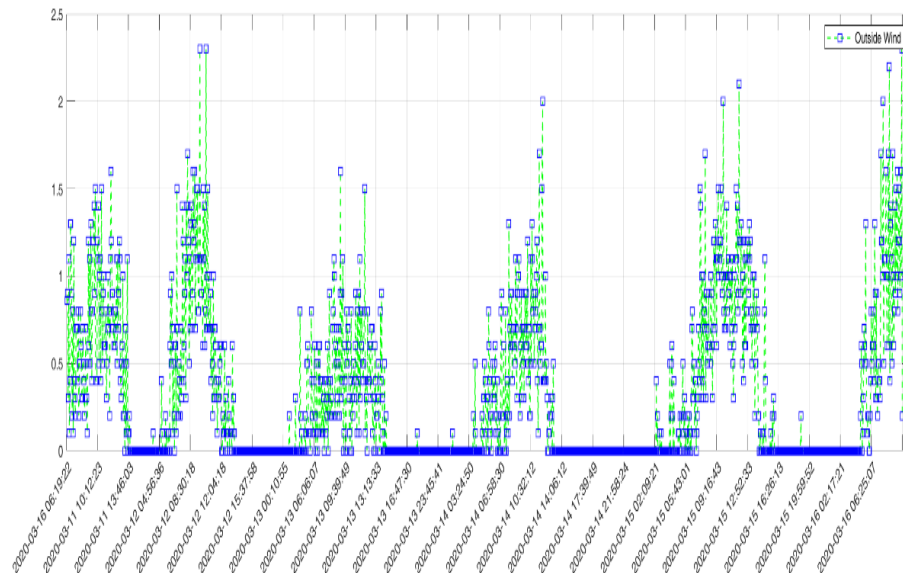


شکل ۱۴- مقایسه لوکس نور داخل و خارج سایبان باغ الگویی زردآلو در شهرستان شاهرود

Fig 14. Comparison of light intensity inside and outside of shading net orchard in Shahroud

این منحنی‌ها بسنده شده است. علاوه بر نتایج ذکر شده بررسی منحنی تغییرات نشان داد سرعت باد به عنوان عامل برهم زننده تعادل دما و رطوبت عمل کرده است.

برای سایر دوره‌ها نیز منحنی‌های دما، رطوبت و نور رسم شد که به دلیل تشابه با منحنی‌های رسم شده در شکل‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ و جلوگیری از طولانی شدن گزارش، به ذکر نتایج بررسی



شکل ۱۵- سرعت باد در خارج از سایبان
Fig 15- Wind speed outside the shading net

همانطور که عنوان شد سایبان در کاهش تنش‌های مربوط به پارامترهای هوا خوب عمل کرده است. با بررسی مقادیر روزانه دما و رطوبت ثبت شده ملاحظه می‌شود که هر زمان که رطوبت بیرون از سایبان پایین است، رطوبت در داخل سایبان بالاتر از آن قرار دارد.

به طور کلی تحلیل اختلاف پارامترهای ثبت شده در بیرون و زیرسایبان نشان داد که سایبان توانسته است تا تنش‌های هوایی موجود را کم کرده و تغییرات آب و هوا را به صورت هموارتری در زیر سایبان ایجاد کند؛ لذا می‌توان گفت که اولین مزیت سایبان کم کردن تنش‌های هوایی مربوط به پارامترهای دما و رطوبت است. همچنین سایبان شدت نور عبوری به داخل سایبان را نیز کم کرده است. با مقایسه مقادیر بیشینه و کمینه مربوط به پارامترهای هوا به ویژه دما ملاحظه می‌شود که اختلاف معنی‌داری در دمای هوا زیر سایبان و یا بیرون از آن ایجاد نشده است.

تأثیر قابل توجه دیگری که سایبان بر روی دمای هوا داشته است تأثیر آن بر روی مقدار کمینه دما در شرایطی بود که هوای بیرون منفی یا نزدیک به صفر بود. به عنوان نمونه در روز دوم و سوم و همچنین در روزهای شانزدهم تا نوزدهم در حالی که دمای بیرون سایبان منفی و نزدیک به صفر ثبت شده است دمای کمینه هوا در زیر سایبان بالای صفر بوده است.

به طور کلی تحلیل اختلاف پارامترهای ثبت شده در بیرون و زیرسایبان نشان داد که سایبان توانسته است تا تنش‌های هوایی موجود را کم کرده و تغییرات آب و هوا را به صورت هموارتری در زیر سایبان ایجاد کند؛ لذا می‌توان گفت که اولین مزیت سایبان کم کردن تنش‌های هوایی مربوط به پارامترهای دما و رطوبت است. همچنین سایبان شدت نور عبوری به داخل سایبان را نیز کم کرده است. با مقایسه مقادیر بیشینه و کمینه مربوط به پارامترهای هوا به ویژه دما ملاحظه می‌شود که اختلاف معنی‌داری در دمای هوا زیر سایبان و یا بیرون از آن ایجاد نشده است.

تأثیر قابل توجه دیگری که سایبان بر روی دمای هوا داشته است تأثیر آن بر روی مقدار کمینه دما در شرایطی بود که هوای بیرون منفی یا نزدیک به صفر بود. به عنوان نمونه در روز دوم و سوم و همچنین در روزهای شانزدهم تا نوزدهم در حالی که دمای بیرون سایبان منفی و نزدیک به صفر ثبت شده است دمای کمینه هوا در زیر سایبان بالای صفر بوده است.

همچنین ملاحظه می‌شود که بیشینه دمای هوا در زیر سایبان نیز از بیشینه دمای هوا در بیرون از سایبان کمتر بوده است لذا می‌توان این گونه نتیجه گیری کرد که تغییرات دمایی در زیر سایبان محدودتر از تغییرات دما در خارج از سایبان بوده است.

۴- نتیجه گیری نهایی

نتایج این پروژه نشان داد که استفاده از توری سایبان در باغ مزایای خوبی در کاهش دما، افزایش رطوبت نسبی و کاهش تابش زیر توری سایبان در بهار و تابستان دارد اما نمی‌تواند از سرمازدگی زودرس جلوگیری کند. همچنین هنگامی که سرعت باد زیاد است، دمای داخل و خارج از شبکه سایبان به یکدیگر نزدیک‌تر است.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و وزارت جهاد کشاورزی ایران که بودجه تحقیقات ما را تامین کردند، قدردانی می‌کنند.

منابع

- Ahmed, H. A., Al-Faraj, A.A. and Abdel-Ghany, A. M. (2016). *Shading greenhouses to improve the microclimate, energy and water saving in hot regions: A review*. Scientia Horticulturae, 201: 36-45.
- Ajmi, A., Vazquez, S., Morales, F., Chaari, A., Hamdi El-Jendoubi, H. Abadia, A. and Larbi, A. (2018). *Prolonged artificial shade affects morphological, anatomical, biochemical and ecophysiological behavior of young olive trees*. Scientia Horticulturae, 241: 275-284.
- Chang, P.T., Hsieh, C.C. and Jiang, Y.L. (2016). *Responses of 'Shih Huo Chuan' pitaya (Hylocereus polyrhizus (Weber) Britt. & Rose) to different degrees of shading nets*. Scientia Horticulturae, 198: 154-162.
- Jifon, J.L., and Syvertsen, J.P. (2001). *Effects of moderate shade on citrus leaf gas exchange, fruit yield and quality*. Proceeding of Florida state horticultural society, 114: 177-181.
- Israeli, Y., Plaut, Z. and Schwartz, A. (1995). *Effect of shade on banana morphology, growth and production*. Scientia Horticulturae, 62: 45-56.
- Kotilainen, T., Robson, T. M. and Herna-Andez, R. (2018). *Light quality characterization under climate screens and shade nets for controlled environment agriculture*, Research Article. PLOS One, June 25.
- 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 Horticulturae, 241: 241-251.
- Mditshwa, A, Magwaza, L.S. and Tesfay, S.Z. (2019). *Shade netting on subtropical fruit: effect on environmental conditions, tree physiology and fruit quality*. Scientia Horticultureae: 256 (2019) 108556.
- Shahak, Y. (2008). *Photo-Selective Netting for Improved Performance of Horticultural Crops. A Review of Ornamental and Vegetable Studies Carried Out in Israel*. Acta Horticulturae 770, Jan 2008.
- Smit, A. (2007). *Apple tree and fruit response to shade netting*. Ms Thesis in agricultural at the university of Stellenbosch, South Africa.
- Stander, J. and Cronje, P. (2016). *Important considerations for citrus production under shade nets*. Citrus Research International. Oct- Nov 2016, 64-67.
- Tinyane, P.P., Sivakumar, D. and Soundy, P. (2018). *Growing 'Hass' avocado fruit under different coloured shade netting improves the marketable yield and affects fruit ripening*. Scientia Horticulturae, 230: 43-49.

