

The Effect of Color and Shading Rate of Net Shade on Quantitative and Qualitative Characteristics of 'Rabab' Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit

A. Bonyanpour^{1*}, F. Esfandiari Bayat²

1- Crop and Horticulture Science Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran

2- Horticultural Science Research Department, Faculty of Agriculture, Shiraz University. Shiraz, Iran

(* - Corresponding author's Email: arbonyanpour@yahoo.com)

Received: 10 January 2025

Revised: 23 March 2026

Accepted: 11 April 2026

Available Online: 11 April 2026

How to cite this article:

Bonyanpour, A., & Esfandiari Bayat, F. (2026). The effect of color and shading rate of net shade on quantitative and qualitative characteristics of 'Rubab' pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Journal of Horticultural Science*, 40(3), 383-399. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jhs.2026.91589.1405>

Introduction

Pomegranate, *Punica granatum* L., is a subtropical fruit that is cultivated in various regions of Iran. Fars province, with about 27,000 hectares of pomegranate orchards, is the most important pomegranate planting and production area in Iran. In recent years, as a result of climate change and warming, pomegranate orchards in most regions have suffered from heat and drought stresses, which has affected the quantitative and qualitative characteristics of the fruit and has reduced the quality and marketability of the fruits produced. Using net shading is one way to reduce the impact of climate change. By reducing the intensity of sunlight and reducing the temperature around the plant, suitable conditions are provided for the growth and development of the tree and reduces the destructive effects of environmental stresses. The color and shading of net shade are also important. Because the color and shading percentage of the canopy affect the physiological activities of the plant.

Materials and Methods

This research was conducted during 2019-2020 for 2 years in a private orchard in the Kohmar area of Kazeron city of Iran. 'Rabab' pomegranate trees that were planted at a distance of 5 × 5 meter with 15 years old were used. In this research, the effect of different types of net shading was investigated. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 9 treatments and three replications in two years. The experimental treatments included the use of net shading in white and green colors with two different shading percentage (30% and 50%) and two implementation methods (on the base and on the canopy of the tree) which were compared with control trees (without cover). During the growing season, measurements were made in relation to aril weight, pill weight, fruit weight, aril color, TSS, fruit juice content, anthocyanin content, ascorbic acid content and phenol content in all treatments.

Results and Discussions

The use of shading improved the physical and chemical properties of the 'Rabab' pomegranate fruit. The highest fresh weight of the aril was obtained in the 50% green shade treatment without a base, the highest dry weight of the aril was obtained in the 50% green shade treatment with a base, the most suitable aril color was obtained in the 50% white shade treatment with a base, and the highest weight of fruit was obtained in the 50% green shade with a base. However, in all shading treatments, the percentage of fruit juice was superior to the control. Regarding the biochemical characteristics of the fruit juice, the results also showed the appropriate effect of the use of the shading, so that in most shading treatments, the amount of anthocyanin accumulation in the fruit juice, which had a direct effect on the color of the aril and pomegranate juice, increased compared to the control



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jhs.2026.91589.1405>

and showed a significant difference. The amount of ascorbic acid was also affected by the use of the shading and its amount in the fruit juice increased, so that in the 50% white shading without a base, the highest amount of ascorbic acid was observed, which showed a significant difference from the control. By improving the environmental conditions around the plant, shading reduces the destructive effects of heat and drought stresses and can improve the quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruit.

Conclusion

Net shads, by improving the environmental conditions around the plant and reducing the intensity of sunlight and temperature, reduces the rate of evaporation and transpiration from the plant and provides the plant with greater access to water and nutrients. It also reduces the impact of heat and light stresses, making more nutrients available for fruit growth and development, thereby improving the quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruit. Using a shade net with 50 percent shading in green or white gave the best results and improved most of the quantitative and qualitative characteristics of 'Rabab' pomegranate fruit.

Keyword: Ascorbic acid, Anthocyanin, Fruit color, Fruit weight

مقاله پژوهشی

جلد ۴۰، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۵، ص. ۳۸۳-۳۹۹

تأثیر سایه‌دهی و رنگ سایبان بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار

(Punica granatum L.) رقم 'رباب'علی رضا بنیان پور^{۱*} - فاطمه اسفندیاری بیات^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۲۲

چکیده

انار (*Punica granatum L.*) میوه ای نیمه گرمسیری است که در مناطق مختلف استان فارس کشت می‌گردد. استان فارس با دارا بودن ۲۷ هزار هکتار سطح زیر کشت انار، مهم‌ترین منطقه کاشت و تولید انار در ایران می‌باشد. تغییرات اقلیمی و گرم شدن آب‌وهوا همراه با کاهش نزولات جوی در سال‌های اخیر باعث گردیده که درختان انار در اکثر مناطق انارکاری دچار تنش‌های گرمایی و خشکی شده که این امر روی خصوصیات کمی و کیفی میوه تأثیر گذاشته و باعث کاهش کیفیت و بازارپسندی میوه‌های تولید در باغات شده است. استفاده از سایبان یکی از راهکارهایی است که جهت کاهش تأثیر تنش‌های محیطی و بهبود شرایط پیرامون درخت پیشنهاد می‌گردد. از آنجایی که رنگ و میزان سایه‌دهی (تراکم) سایبان یکی از عوامل تأثیرگذار در انتخاب سایه‌بان بوده و روی کمیت و کیفیت میوه تولیدشده نیز تأثیرگذار است، بنابراین در این پژوهش، تأثیر استفاده از انواع مختلف سایبان روی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار رقم 'رباب' بررسی گردید. این پژوهش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و سه تکرار در دو سال اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل استفاده از سایبان به رنگ‌های سفید و سبز با دو میزان سایه‌دهی متفاوت (۳۰ و ۵۰ درصد) و دو روش اجرا (روی داربست و روی تاج درخت) بود که با درختان شاهد (بدون پوشش) مقایسه شدند. نتایج نشان داد که استفاده از سایبان باعث بهبود ویژگی‌های مختلف میوه انار رقم 'رباب' گردید. استفاده از سایبان سفید و سبز با تراکم ۵۰ درصد همراه با استفاده از داربست بهترین نتایج را به همراه داشت، به‌طوری که بیشترین وزن تر ۱۰۰ عدد دانه (۴۶/۷۴ گرم)، وزن خشک ۱۰۰ دانه (۱۰/۰۲ گرم)، رنگ دانه (۴/۵۴)، وزن میوه (۴۱۴ گرم)، غلظت اسید آسکوربیک (۰/۲۶ میلی گرم در گرم آب میوه) و آنتوسیانین آب میوه (۰/۴۶۶ میلی گرم در گرم آب میوه) در این دو تیمار مشاهده شد. به‌طور کلی، استفاده از سایبان سفید یا سبز با تراکم حداقل ۵۰ درصد روی داربست می‌تواند باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی میوه تولید شده گردیده و تأثیرات افزایش دمای محیط و خشکی را به نحو محسوسی کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: اسید آسکوربیک، آنتوسیانین، رنگ میوه، وزن میوه

مقدمه

کشت‌شده در این مناطق در سال‌های اخیر به‌علت شدت بالای نور خورشید، دمای بالا و تبخیر زیاد با تنش‌های مختلف محیطی روبه‌رو گردیده که این امر باعث کاهش کمیت و کیفیت میوه این باغات شده است، به‌طوری که علاوه بر کاهش میزان محصول مشکلاتی مانند کوچک شدن میوه، کم‌آبی، ریزش گل و میوه و دانه سفیدی در این باغات به‌وفور دیده می‌شود. استفاده از سایبان در چند سال اخیر در مناطق مختلف کشور و از جمله استان فارس در باغات رواج یافته است. سایبان با ایجاد سایه روی تاج درخت و کاهش تأثیر شدت بالای نور خورشید می‌تواند محیط مناسب‌تری را جهت رشد و نمو درخت و میوه مهیا نماید و از طرف دیگر، ایجاد سایه باعث کاهش میزان تبخیر از درخت و خاک شده و میزان و شدت تنش‌های گرمایی

انار (*Punica granatum L.*) یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی استان فارس می‌باشد. استان فارس با دارا بودن حدود ۲۷ هزار هکتار باغ انار، مقام اول را از لحاظ سطح زیر کشت و تولید انار در کشور دارا می‌باشد (Iran Agriculture Statics, 2023). بیشتر مناطق انارکاری در استان فارس، مناطق نیمه گرمسیری است. باغات

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. شیراز، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

(*)- نویسنده مسئول: arbondyanpour@yahoo.com (Email: <https://doi.org/10.22067/jhs.2026.91589.1405>)

را در باغ کاهش می‌دهد. پژوهش‌های صورت گرفته در رابطه با تأثیر شدت نور بالای خورشید روی درخت انار نشان‌دهنده تأثیر مثبت کاربرد سایبان در باغات بوده است. در این رابطه، یازیزی و همکاران (Yazici et al., 2005) نشان دادند که گرمای نور خورشید باعث ایجاد دانه‌هایی کم‌آب و سفیدرنگ در زیر بخش آفتاب‌سوخته میوه انار شده و منجر به کاهش کمیت و کیفیت میوه جهت مصرف و یا فرآوری می‌گردد. به‌طور کلی در باغات انار، هنگامی که دمای سطح میوه به بالای ۴۰ درجه سانتی‌گراد برسد باعث آسیب به میوه می‌گردد که در این حالت تا حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد خسارت گزارش شده است (Yazici & Kaynak, 2009). آسیب‌های وارده به میوه درختان در اثر عوامل محیطی به‌طور عمده شامل آسیب‌های ناشی از شدت نور و دمای بالا است که بیشتر به‌علت نور مرئی و نامرئی خورشید اتفاق می‌افتد (Glenn et al., 2008). اثرات مضر ناشی از اشعه ماوراء بنفش بر درختان میوه بیشتر ناشی از تأثیر مخرب نور بر سیستم انتقال الکترون در سیستم فتوسنتز II می‌باشد که باعث افزایش میزان گونه‌های اکسیژن فعال و کاهش انتقال الکترون در گیاه می‌شود (White & Jahnke, 2002). آسیب‌های اولیه تنش گرمایی و نوری در انار شامل تغییر رنگ یا سوختگی سطحی میوه است که در حالت شدید، پوست میوه از قهوه‌ای به سیاه تغییر رنگ داده و باعث کاهش محتوای آب و خشکی اریل‌ها (دانه میوه انار) می‌شود (Yazici & Kaynak, 2009). استفاده از پوشش سایبان، یکی از راهکارهایی است که می‌تواند باعث بهبود کیفیت میوه انار شود. در این رابطه، گزارش گردیده که استفاده از پوشش سایبان سبز ۵۰ درصد باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها، آنتوسیانین و ترکیبات فنولی میوه انار رقم قجاق در مقایسه با شاهد گردید (Moradi et al., 2022). استفاده از پوشش سایبان سفید با سایه‌دهی ۵۰ درصد باعث حفظ کمیت و کیفیت میوه انار رقم ملس ساوه شد (Narjesi, 2021). رنگ پوشش به‌کاربرده شده نیز می‌تواند در راندمان استفاده از سایبان و کمیت و کیفیت میوه مؤثر باشد. در پژوهشی که در کشور هند انجام شد، کاربرد رنگ‌های مختلف پوشش سایبان و تأثیر آن بر کمیت و کیفیت میوه انار بررسی گردید. نتایج نشان داد که استفاده از پوشش سایبان سیاه در مقایسه با سایبان سبز و قرمز نتایج بهتری داشته و باعث قرمزتر شدن رنگ دانه و پوست میوه و افزایش حدود ۲۰ درصدی میزان آب میوه در مقایسه با شاهد شد (Kale et al., 2018). عوامل محیطی به‌ویژه کمیت و کیفیت نور، سطح تاج‌پوشش، درجه حرارت خاک و رطوبت نسبی تحت تأثیر سایبان قرار می‌گیرند (Tinyane Blakey et al., et al., 2018; Zhou et al., 2018; 2016). سایبان‌ها می‌تواند باعث کاهش دمای سطح برگ و میزان تبخیر و تعرق شده و در نتیجه افزایش فتوسنتز و میزان

کربوهیدرات افزایش یافته و باعث افزایش راندمان مصرف آب و افزایش کیفیت محصول گردد (Shahak, 2008). استفاده از پوشش سایبان می‌تواند باعث کاهش شدت تابش نور وارده به تاج درختان شده که این امر باعث کاهش دمای سطح برگ و در نتیجه کاهش تنش کم‌آبی و گرمایی و کاهش سطح تبخیر و تعرق در درختان می‌گردد. این عوامل باعث افزایش میزان فتوسنتز، افزایش عملکرد، اندازه میوه و افزایش دوره برداشت می‌شود (Amarante et al., 2010; Treder et al., 2016). در این پژوهش، تأثیر کاربرد رنگ و میزان سایه‌دهی پوشش‌های سایبان بر بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار رقم 'رباب' بررسی خواهد شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شهرستان کوه چنار در استان فارس طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ به مدت دو سال در یک باغ خصوصی که دارای درختان انار رقم 'رباب' ۱۵ ساله بودند، اجرا شد. شهرستان کوه چنار در غرب استان فارس قرار داشته، دارای حدود ۱۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا می‌باشد و دارای آب‌وهوای نیمه‌گرمسیری است (خصوصیات آب‌وهوایی محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است). خاک باغ تحت آزمایش با دارا بودن ۴۴ درصد شن، ۴۰ درصد سیلت و ۱۶ درصد رس دارای بافت لومی (Loam) می‌باشد و شوری آب و خاک به ترتیب ۱/۳۱ و ۵۵/۰ دسی‌زیمنس بر مترمربع بود.

درختان این باغ به‌وسیله سیستم آبیاری قطره‌ای آبیاری شد، علاوه بر این درختان به فاصله پنج در پنج متر کاشته شده و در سن باردهی کامل اقتصادی بودند. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. هر پلات آزمایشی شامل دو درخت بود و به عبارت دیگر، در هر تکرار جهت هر تیمار دو عدد درخت انتخاب شد. تیمارها به دو صورت پوشش کامل درخت با انداختن سایبان روی تاج درخت و یا سایه‌دهی در بالای سطح تاج درخت با نصب داربست به ارتفاع چهار متر انجام گردید. سایبان‌ها به دو رنگ سبز و سفید بودند و با سایه‌دهی ۳۰ و ۵۰ درصد انتخاب شدند که در نهایت نه تیمار جهت اجرای آزمایش در نظر گرفته شد (جدول ۲). در تیمارهای سایه‌دهی با داربست، تورها به‌طور کامل در ۴۰ سانتی‌متری بالای تاج درخت روی پایه‌هایی به ارتفاع چهار متر نصب شدند، به‌طوری که کل درختان و فاصله بین ردیف‌ها در سایه‌دهی کامل قرار گرفتند. در تیمارهای سایه‌دهی روی تاج درخت، توری‌ها به‌طور مستقیم روی درختان پهن شدند، به‌صورتی که چهار سمت درخت در سایه قرار داشت و فاصله بین درختان با سایبان پوشانده نشد. در زمان انجام آزمایش، کلیه عملیات نگهداری باغ شامل تغذیه، هرس، مبارزه با علف‌های هرز و مبارزه با آفات براساس

اصول علمی و برای کلیه تیمارها به‌طور یکنواخت انجام گردید. سایبان‌ها اواسط خرداد و در حدود ۳۰ روز بعد از مرحله تمام گل یعنی زمانی که گل‌های سری اول دارای قطری در حدود پنج سانتی‌متر بودند روی درختان نصب شد و تا آخر شهریور ماه باقی مانده و سپس جمع‌آوری شدند.

دمای چهار جهت بیرونی تاج درخت با کمک دماسنج مادون قرمز (ساخت شرکت Tes تایوان) و میزان شدت نور در فاصله یک متری زیر پوشش توری با دستگاه نورسنج (ساخت شرکت Lutron تایوان) در تیر ماه و مرداد ماه در ساعت ۱۲ ظهر اندازه‌گیری شد. همچنین اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک دو بار در طول فصل رشد و قبل از آبیاری به‌صورت درصد وزنی صورت گرفت (جدول ۳). به این منظور، در قسمت سایه‌انداز درخت و در قسمت شمالی و جنوبی درخت به فاصله ۵۰ سانتی‌متری از تنه و ۳۰ سانتی‌متر از قطره‌چکان‌ها دو گودال به عمق ۳۰ سانتی‌متر حفر گردید و حدود نیم کیلوگرم خاک از انتهای هر گودال برداشت شد و با هم مخلوط گردید و از این خاک جهت تعیین درصد رطوبت وزنی خاک استفاده شد.

میوه‌ها در اول آبان (۱۵۹ روز بعد از مرحله تمام گل) و هم‌زمان با برداشت میوه درختان انار در منطقه و زمانی که میزان مواد جامد محلول کل آب میوه به حداقل ۱۸ درجه بریکس رسید، برداشت شدند. میوه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیدند و ویژگی‌های فیزیکی مختلف میوه شامل متوسط وزن میوه، متوسط وزن دانه‌ها، رنگ دانه (با استفاده از دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری انار (Meighani et al., 2017) براساس حالات تظاهر آن‌ها به رنگ دانه ۱- سفید، ۲- صورتی، ۳- قرمز روشن، ۴- قرمز و ۵- قرمز تیره نمره داده شد)، قطر پوست میوه (با استفاده از کولیس دستی با مارک تجاری R&N) و عملکرد کل درختان (برداشت کل میوه درخت) بررسی شد. جهت اندازه‌گیری خصوصیات بیوشیمیایی از میوه‌های برداشت‌شده آب میوه تهیه شد و سپس میزان مواد جامد محلول با کمک رفراکتومتر دستی (ساخت کارخانه ATC کشور کره) اندازه‌گیری گردید.

جدول ۱- ویژگی‌های آب‌وهوایی منطقه کوه چنار طی سال‌های ۱۳۹۹ الی ۱۴۰۰

Table 1- Climatic characteristics of the Kouh Chenar region during the years 2020 to 2021

ماه Month	دمای کمینه Temp (Max) (°C)		دمای بیشینه Temp (Max) (°C)		بارندگی Rain (mm)	
	۱۳۹۹ (2020)	۱۴۰۰ (2021)	۱۳۹۹ (2020)	۱۴۰۰ (2021)	۱۳۹۹ (2020)	۱۴۰۰ (2021)
فروردین Mardh / April	4	2	35	35	27	0
اردیبهشت April / May	11	9	42	40	0	13
خرداد May / June	14	12	44	45	0	0
تیر June / July	20	21	45	45	32	0
مرداد July / Agust	21	21	45	45	0	75
شهریور Agust / Sept.	17	17	43	42	0	2
مهر Sept. / Oct.	10	10	40	46	0	0
آبان Oct. / Nov.	8	7	34	33	47	4.7
آذر Nov. / Des.	1	2	21	27	27	16.9
دی Des. / Janury	-2	0	24	21	13	243
بهمن Janury / Feb.	-2	-4	22	24	83	47.4
اسفند Feb. / March	2	2	31	28	33	12

جدول ۲- تیمارهای مختلف سایبان مورد استفاده در آزمایش
Table 2- Various shading net treatments used in the experiment

تیمار Treatments	نوع سایبان، رنگ و درصد سایه‌دهی Net type, color, shading percentage
C	شاهد، بدون پوشش سایبان Control
W30%B	پوشش سایبان سفید ۳۰ درصد نصب روی داربست Green net with 30% shading on Base
W30%NB	پوشش سایبان سفید ۳۰ درصد روی تاج درخت Green net with 30% shading on Canopy
W50%B	پوشش سایبان سفید ۵۰ درصد نصب روی داربست Green net with 50% shading on Base
W50%NB	پوشش سایبان سفید ۵۰ درصد روی تاج درخت Green net with 50% shading on Canopy
G30%B	پوشش سایبان سبز ۳۰ درصد نصب روی داربست Green net with 30% shading on Base
G30%NB	پوشش سایبان سبز ۳۰ درصد روی تاج درخت Green net with 30% shading on Canopy
G50%B	پوشش سایبان سبز ۵۰ درصد نصب روی داربست Green net with 50% shading on Base
G50%NB	پوشش سایبان سبز ۵۰ درصد روی تاج درخت Green net with 50% shading on Canopy

جدول ۳- میانگین دو ساله اندازه‌گیری شدت نور، دمای برگ و رطوبت خاک در ۱۵ مرداد ماه هر سال در هر یک از تیمارها
Table 3- Two-year average of light intensity, leaf temperature, and soil moisture measured on August 15 of each year in each of the treatments

تیمارها Treatments	رطوبت خاک Soil moisture (%)	دمای برگ Leaf temp (°C)	شدت نور Light intensity (Lux)
سایبان سفید ۳۰٪ با داربست W30%B	10.6	27.83	31000
سایبان سفید ۳۰٪ بدون داربست W30%NB	10.6	25.27	22600
سایبان سفید ۵۰٪ با داربست W50%B	12	28	25100
سایبان سفید ۵۰٪ بدون داربست W50%NB	11.3	26	24300
سایبان سبز ۳۰٪ با داربست G30%B	13.3	25.5	22500
سایبان سبز ۳۰٪ بدون داربست G30%NB	11.3	29	20500
سایبان سبز ۵۰٪ با داربست G50%B	15	26.4	14570
سایبان سبز ۵۰٪ بدون داربست G50%NB	12	26.3	10800
شاهد Control	10.6	31.2	56300

سپس نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در دو طول موج ۵۱۵ و ۷۰۰ نانومتر قرائت شد. در پایان دو سال آزمایش، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۷) آنالیز شدند و میانگین داده‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات کمی اندازه‌گیری شده در جدول ۴ ارائه شده است. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، تأثیر کاربرد سایبان بر خصوصیات کمی میوه انار رقم 'رباب' معنی‌دار بود.

وزن تر و خشک دانه انار (آریل)

بررسی نتایج به‌دست‌آمده از کاربرد انواع مختلف سایبان بر وزن تر دانه‌های انار رقم 'رباب' نشان داد که بیشترین وزن دانه‌ها در تیمارهای سایبان سبز ۵۰ درصد (بدون داربست و با داربست) و سایبان سفید ۵۰ درصد بدون داربست حاصل شد که تفاوت معنی‌داری را با شاهد و سایر تیمارها در سطح پنج درصد نشان داد (شکل ۱). اندازه‌گیری وزن خشک دانه‌ها نیز نشان‌دهنده تأثیر مثبت کاربرد سایبان داشت. به‌طوری که بیشترین وزن خشک ۱۰۰ دانه در تیمار سایبان سبز ۵۰ درصد همراه با داربست (G50 B) مشاهده شد (به‌میزان ۱۰/۰۲ گرم) که نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد نشان داد (شکل ۲).

میزان ویتامین ث با استفاده از روش بور و همکاران (Bor et al., 2006) اندازه‌گیری شد. به این منظور، به ۱۰۰ میکرولیتر آب میوه، ۱۰ میلی‌لیتر اسید متافسفریک یک درصد اضافه و ورتکس شد. به یک میلی‌لیتر از این مخلوط نه میلی‌لیتر محلول ایندوفنول ۵۰ میکرومولار اضافه و مجدداً ورتکس گردید.

نمونه‌ها در طول موج ۵۱۵ نانومتر با کمک اسپکتروفتومتر (سارتریوس مدل PP50 ساخت آلمان) قرائت شدند و غلظت ویتامین ث با کمک نمونه‌های استاندارد ویتامین ث تعیین و به‌صورت میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه گزارش شد. برای اندازه‌گیری میزان کل ترکیبات فنولی از روش سینگلتون و همکاران (Singleton et al., 1999) استفاده شد. به این منظور، به ۳۰۰ میکرولیتر آب میوه رقیق‌شده، ۱/۵ میلی‌لیتر محلول معرف فولین-سیوکالتیو رقیق‌شده با آب مقطر (۱:۱۰) اضافه شد. به این مخلوط، ۱/۲ میلی‌لیتر محلول سدیم کربنات ۷/۵ درصد اضافه گردید و پس از ۹۰ دقیقه، جذب نوری با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۲۵ نانومتر قرائت گردید. با کمک نمودارهای استاندارد تهیه‌شده با اسید گالیک، غلظت ترکیبات فنولی برگ محاسبه و به‌صورت میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیان شد.

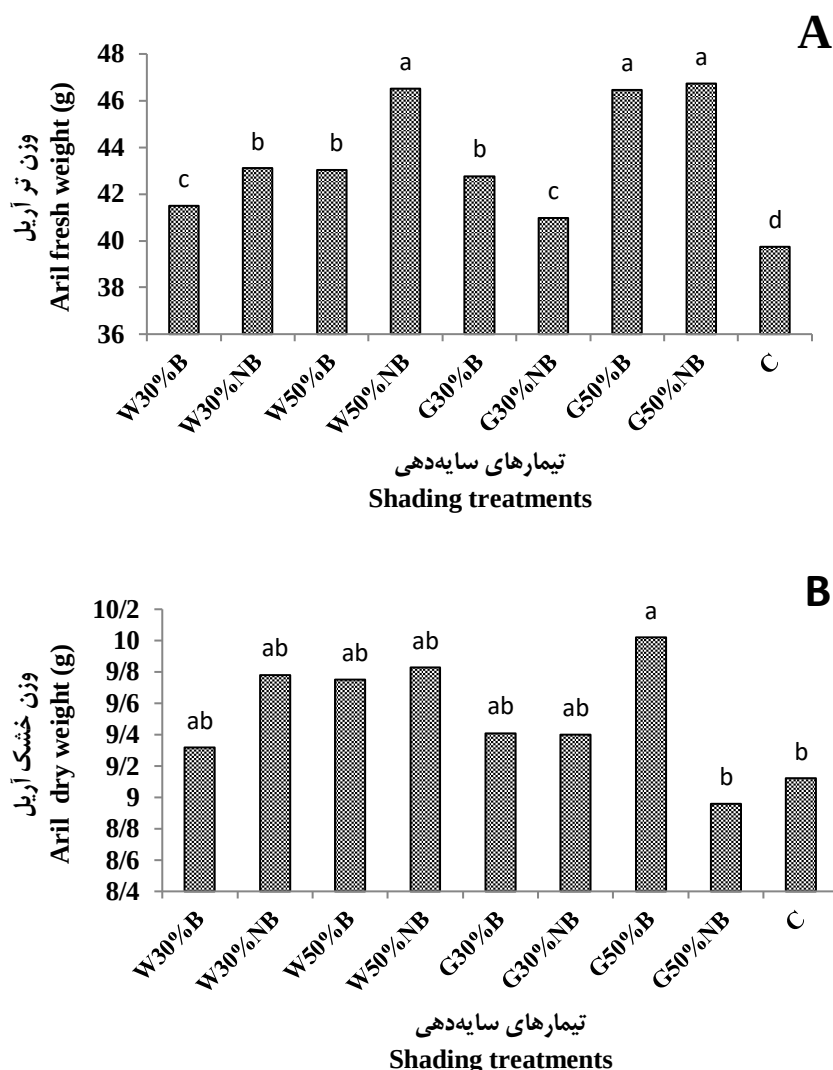
غلظت آنتوسیانین با استفاده از روش ناکامورا و همکاران (Nakamura et al., 1990) و به‌روش اختلاف pH با کمک دو سیستم بافر پتاسیم کلرید (۰/۰۲۵ مولار و pH=1) و سدیم استات (۰/۴ مولار و pH=4/5) اندازه‌گیری شد. به این منظور، به ۰/۴ میلی‌لیتر از آب میوه، ۳/۶ میلی‌لیتر از هر یک از بافرها اضافه گردید و

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر نوع سایبان بر صفات کمی اندازه‌گیری شده میوه انار رقم 'رباب'
Table 4- ANOVA for the effects of shading net types on the quantitative characteristics of pomegranate fruits cv. 'Rabab'

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares						نسبت دانه به پوست Aril/peel ratio	درصد آب Fruit juice
		وزن تر دانه Aril dry weight	وزن خشک Aril dry weight	رنگ دانه Aril color	وزن میوه Fruit weight	وزن پوست Peel weight			
سال Year	1	0.431 ^{ns}	0.967 ^{ns}	0.019 ^{ns}	244.908 ^{ns}	1290.667 ^{ns}	0.001 ^{ns}		19.923 ^{ns}
سایبان Shade net	8	331.174 ^{ns}	0.691 ^{ns}	0.989*	5014.831*	2719.592*	0.211**		59.048*
سال × سایبان Year × shade net	8	12.503 ^{ns}	1.506 ^{ns}	0.036 ^{ns}	300.532 ^{ns}	17.125 ^{ns}	0.020 ^{ns}		3.983 ^{ns}
خطای کل Error	32	171.920	0.432	0.060	2172.103	545.463	0.068		14.244
ضریب تغییرات C.V (%)	-	5.34	7.73	6.16	12.75	11.87	24.14		9.56

ns, **, * : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱۰ درصد و غیرمعنی‌دار.

ns, * and **: non-significant, and significant at the 5% and 1% of probability levels, respectively.



شکل ۱- تأثیر انواع پوشش سایبان بر وزن تر (A) و وزن خشک (B) آریل انار رقم 'رباب'

Figure 1- The effect of shading net types on the aril fresh (A) and dry (B) weights of pomegranate cv. 'Rabab' (DMRT, $p \leq 0.05$)

W: سایبان سفید، G: سایبان سبز، B: نصب سایبان روی پایه و NB: نصب سایبان بدون پایه، ۳۰ و ۵۰ درصد میزان سایه‌دهی می‌باشد.

W: white shade net; G: green shade net; B: shade net installed on a support frame; NB: shade net installed without a support frame, 30 and 50% indicate the shading levels.

نرجسی (Narjesi, 2021) نشان داد که کاربرد سایبان سفید ۵۰ درصد باعث افزایش وزن دانه و میوه انار رقم ملس ساوه شد. در تأیید این موضوع، کیل و همکاران (Kale et al., 2018) در پژوهش خود در کشور هند مشاهده کردند که استفاده از سایبان سیاه ۵۰ درصد باعث افزایش قابل توجه وزن دانه و درصد آب میوه در گیاهان رشدیافته زیر سایبان در مقایسه با شاهد شد. در همین رابطه، ساکا و اوزر (Sarbaşı et al., 2018) در پژوهش خود روی گیاه فلفل سبز (*Capsicum annuum*)، افزایش وزن میوه و درصد آب میوه را

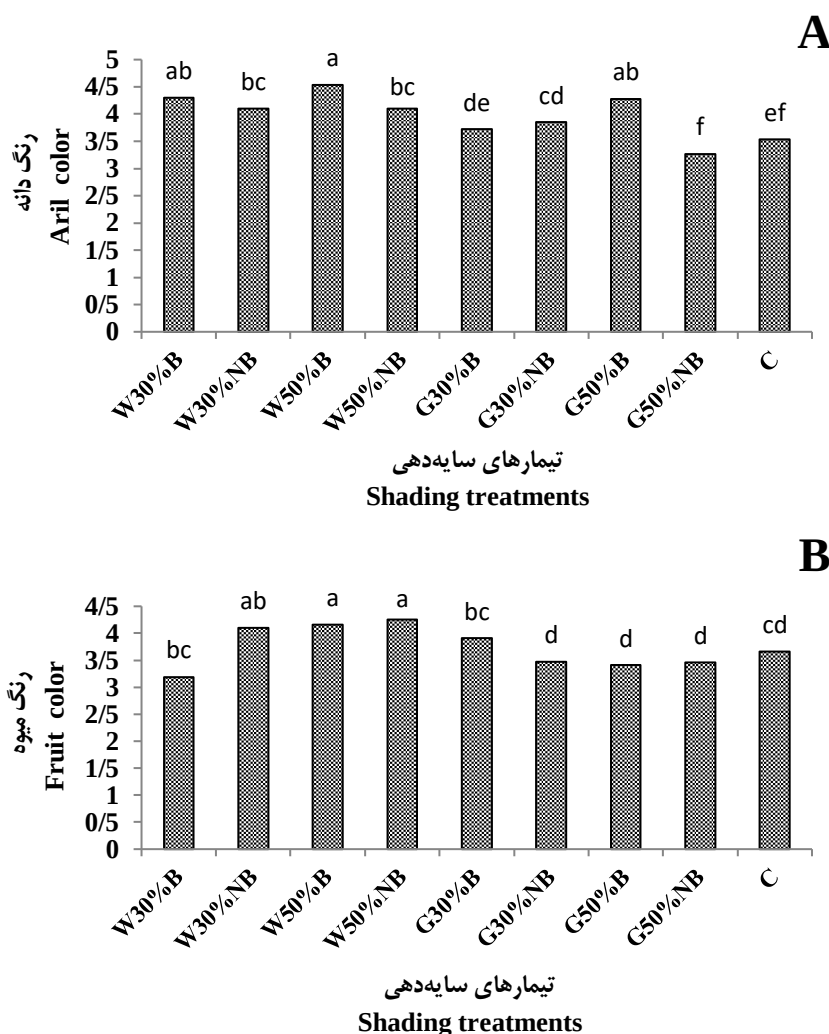
از بین تیمارهای به‌کاربرده‌شده، استفاده از سایبان ۵۰ درصد سبز با داربست بیشترین تأثیر را روی افزایش وزن خشک دانه داشت. افزایش وزن خشک دانه‌ها را می‌توان به‌خاطر تأثیر این نوع از سایبان در کاهش دمای سطح برگ و میوه دانست (جدول ۲) که به‌طور مستقیم بر میزان آب در دسترس گیاه و آب موجود در میوه تأثیر گذاشته و از طرف دیگر با بهبود شرایط دمایی و رطوبتی اطراف گیاه می‌تواند باعث بهبود راندمان فتوسنتز در گیاه گردد که این امر بر رشد و نمو میوه و وزن تر و خشک دانه تأثیر مثبت گذارد. در همین رابطه،

درصد داشت (شکل ۲ و ۳). در همین رابطه، استفاده از سایبان باعث بهبود رنگ پوست میوه نیز گردید، به‌طوری که در تیمار سایبان سفید رنگ ۵۰ درصد بدون داربست (W50NB) با دارا بودن شاخص رنگ ۴/۲۵ دارای بالاترین شاخص رنگ میوه در بین تیمارهای مورد آزمایش بود. این تیمار با تیمار سایبان سفید ۵۰ درصد با داربست و تیمار سفید ۳۰ درصد بدون داربست تفاوت معنی‌داری را در رابطه با شاخص رنگ میوه نشان نداد، اما نسبت به سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشت. این در حالی است که شاخص رنگ میوه در تیمارهای سایبان سبز رنگ پایین‌تر بود.

مشاهده کردند. می‌توان چنین عنوان نمود که افزایش دمای اطراف میوه باعث کاهش تبخیر شده که این موضوع می‌تواند بر میزان آب پوست و دانه مؤثر باشد (Ehteshami et al., 2010).

رنگ دانه (آریل) و میوه

بهترین رنگ دانه انار در تیمار سایبان سفید رنگ ۵۰ درصد همراه با داربست (W50B) به دست آمد. با شاخص رنگ دانه ۴/۵ در این تیمار، دانه‌ها دارای رنگ قرمز تیره بودند (شکل ۲) رنگ دانه این تیمار نسبت به شاهد و اکثر تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح پنج

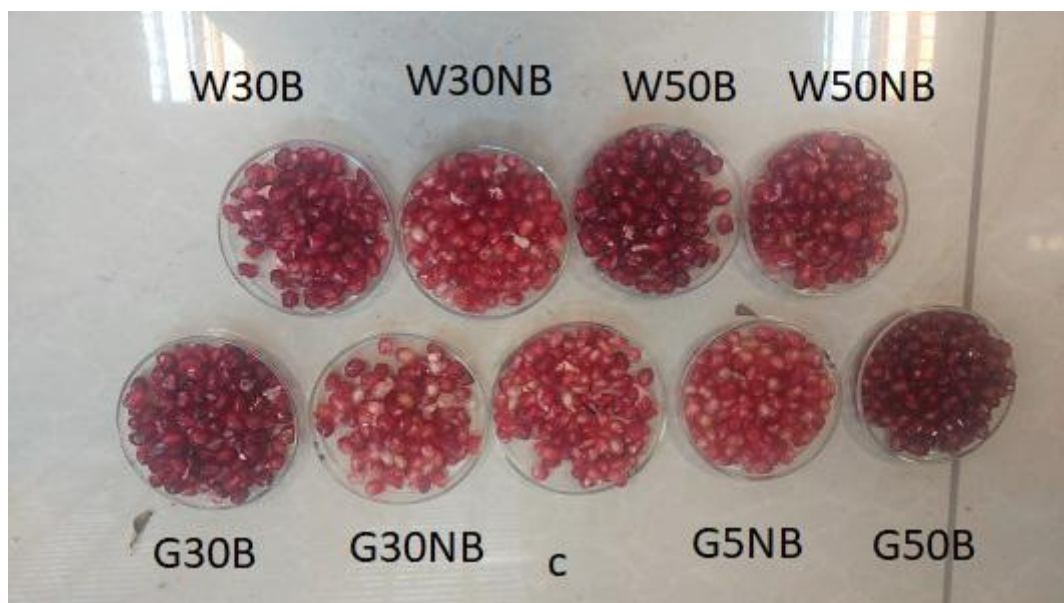


شکل ۲- تأثیر انواع پوشش سایبان بر رنگ آریل (A) و شاخص رنگ (B) میوه انار رقم 'رَباب'

Figure 2- The effect of shading net types on the aril (A) and fruit (B) color of pomegranate cv. 'Rabab' (DMRT, $p \leq 0.05$)

W: سایبان سفید، G: سایبان سبز، B: نصب سایبان روی پایه و NB: نصب سایبان بدون پایه، ۳۰ و ۵۰ درصد میزان سایه‌دهی می‌باشد.

W: white shade net; G: green shade net; B: shade net installed on a support frame; NB: shade net installed without a support frame, 30 and 50% indicate the shading levels.

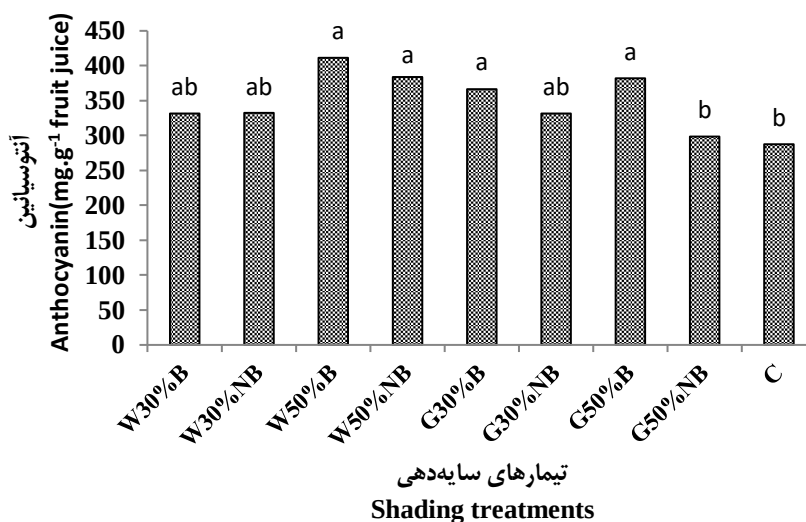


شکل ۳- رنگ دانه میوه انار رقم 'رباب' در تیمارهای مختلف سایبان

Figure 3- The aril color of pomegranate cv. 'Rabab' in different shading net treatments

W: سایبان سفید، G: سایبان سبز، B: نصب سایبان روی پایه و NB: نصب سایبان بدون پایه، ۳۰ و ۵۰ درصد میزان سایه‌دهی می‌باشد.

W: white shade net; G: green shade net; B: shade net installed on a support frame; NB: shade net installed without a support frame, 30 and 50% indicate the shading levels.



شکل ۴- تأثیر انواع پوشش سایبان بر میزان آنتوسیانین آب میوه انار رقم 'رباب'

Figure 4- The effect of shading net types on the fruit anthocyanin content of pomegranate cv. 'Rabab' (DMRT, $p \leq 0.05$)

W: سایبان سفید، G: سایبان سبز، B: نصب سایبان روی پایه و NB: نصب سایبان بدون پایه، ۳۰ و ۵۰ درصد میزان سایه‌دهی می‌باشد.

W: white shade net; G: green shade net; B: shade net installed on a support frame; NB: shade net installed without a support frame, 30 and 50% indicate the shading levels.

که در اکثر تیمارهای سایبان، میزان تجمع آنتوسیانین در آب میوه بیشتر از شاهد بود. بیشترین میزان آنتوسیانین آب میوه در تیمار سایبان سفید ۵۰ درصد با داربست به میزان ۴۱۱/۷ میلی گرم در گرم آب میوه مشاهده شد که نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان داد. در این رابطه، نتایج نشان داد که استفاده از

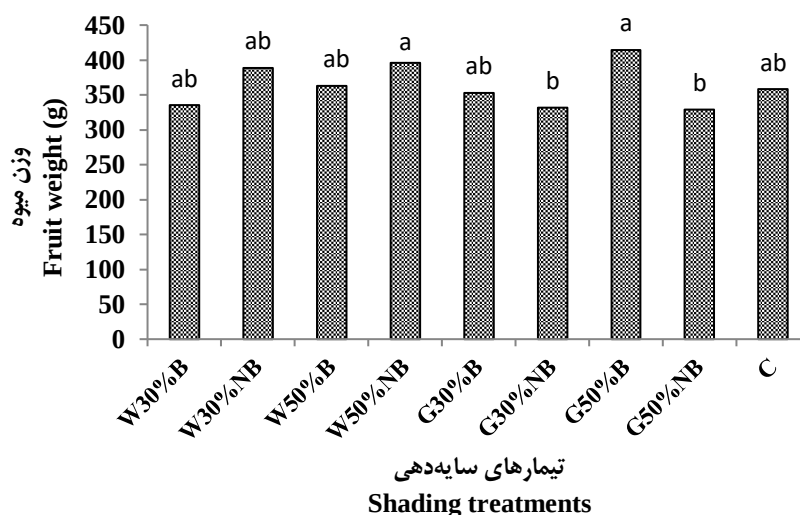
به عبارت دیگر، تیمارهای سایبان سفید دارای رنگ بهتری از تیمارهای سایبان سبز رنگ بودند. تیمار شاهد نیز از لحاظ رنگ میوه دارای پوست روشن‌تر نسبت به تیمار پوشش سفید بودند (شکل ۲). در این رابطه، اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین آب میوه نیز نشان‌دهنده تأثیر کاربرد سایبان بر افزایش میزان آنتوسیانین آب میوه داشت، به‌طوری

درصد با داربست (G50B) مشاهده شد، درحالی که کمترین وزن میوه در تیمارهای سایبان سبز ۵۰ درصد بدون داربست و سبز ۳۰ درصد بدون داربست (G30NB و G50NB) مشاهده شد و بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (شکل ۷). افزایش وزن دانه و در نتیجه آن افزایش وزن کل میوه را می‌توان به عوامل مختلفی از جمله کاهش میزان تبخیر و تعرق از درخت و میوه نسبت داد که باعث تجمع بیشتر آب در درخت شده و منجر به افزایش وزن دانه و میوه می‌گردد. در واقع، میوه‌هایی که در معرض نور مستقیم خورشید هستند به‌علت دمای بالاتر محیط، آب بیشتری از دست داده و این امر باعث کاهش وزن دانه و میوه در این گونه درختان می‌گردد (Shahak, 2008). در همین رابطه، مدیتشوا و همکاران (Mditshwaa et al., 2019) در پژوهش خود عنوان نمودند که کاربرد پوشش‌های سایبان باعث افزایش وزن میوه نسبت به شاهد خواهد شد. به‌طوری که کاربرد پوشش سایبان قرمز ۳۰ درصد روی درختان انار منجر به تولید میوه‌هایی با بالاترین وزن شد. بیشترین وزن پوست میوه در شاهد به‌میزان ۲۱۲ گرم مشاهده گردید و کمترین وزن پوست میوه نیز در تیمارهای سایبان سبز ۳۰ درصد بدون داربست (G30NB) مشاهده شد. در این آزمایش، تیمار شاهد نسبت به اکثر تیمارها به‌جز تیمارهای W50NB و G50B تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۶).

سایبان در اکثر تیمارها باعث بهبود رنگ دانه و میوه و تجمع آنتوسیانین شد (شکل ۳ و ۴). تأثیر مثبت رنگ سایبان بر رنگ دانه را می‌توان به کاهش تأثیر مخرب نور خورشید نسبت داد که باعث گرم‌تر شدن سطح میوه و افزایش دمای سطح میوه شده و بر تجمع آنتوسیانین که رنگ دانه اصلی دانه انار است، تأثیر گذاشته و باعث روشن‌تر شدن رنگ میوه می‌گردد. به‌طور کلی تجمع آنتوسیانین در میوه در دماهای پایین افزایش و در دمای بالا کاهش می‌یابد (Meighani et al., 2017). استفاده از سایبان با ایجاد سایه روی درخت و میوه باعث کاهش دمای اطراف درخت شده و در نتیجه فرآیند تجمع آنتوسیانین در میوه تسریع می‌گردد (Manja & Aoun, 2019). در تأیید این موضوع، کیل و همکاران (Kale et al., 2018). نشان دادند که میوه‌های انار که در زیر سایبان‌های رنگی رشد کنند دارای رنگ قرمز درخشان‌تری هستند. روشن‌تر بودن رنگ دانه در میوه‌هایی که در فضای باز رشد کرده بودند در مقایسه با میوه‌هایی که زیر پوشش بودند، قبلاً در گزارش منا و همکاران (Meena et al., 2016) نیز بیان شده بود.

وزن میوه، وزن پوست و نسبت گوشت به پوست میوه

اندازه‌گیری وزن میوه‌های برداشت‌شده در تیمارهای مختلف نشان داد که در این رابطه، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد. بیشترین متوسط وزن میوه به‌میزان ۴۱۴ گرم در تیمار سایبان سبز ۵۰



شکل ۵- تأثیر کاربرد انواع پوشش سایبان بر وزن میوه انار رقم 'رباب'

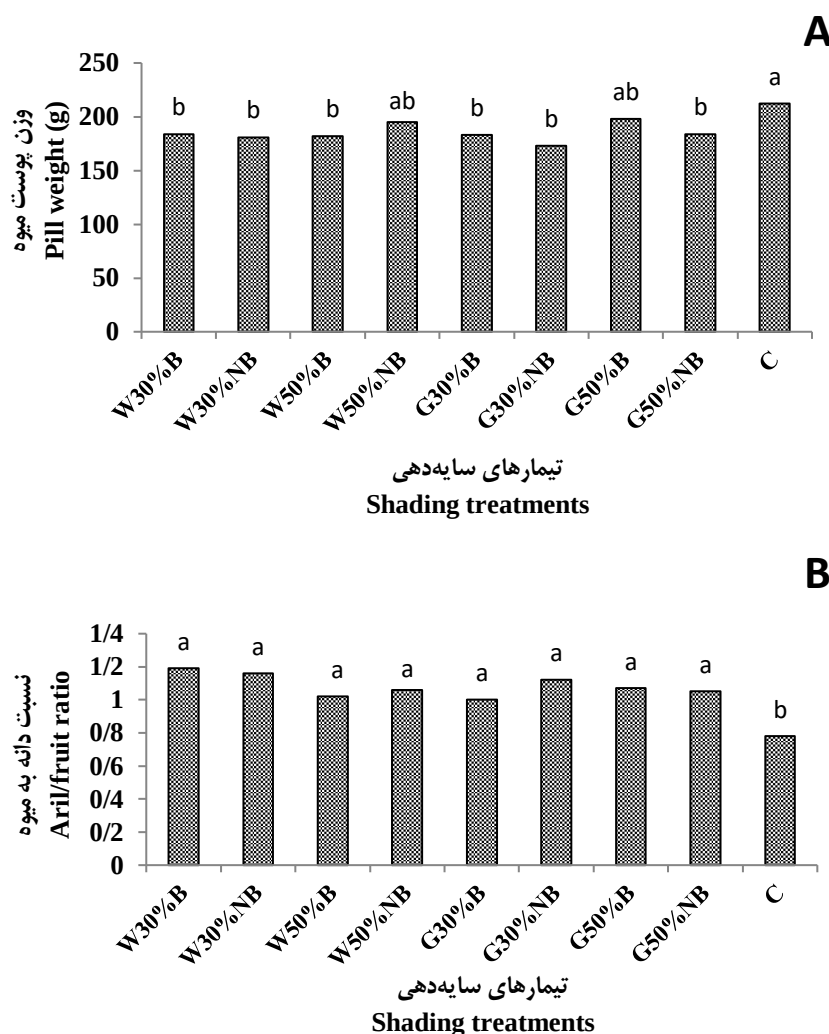
Figure 5- The effect of shading net types on the fruit weight of pomegranate cv. 'Rabab' (DMRT, $p \leq 0.05$)

W: سایبان سفید، G: سایبان سبز، B: نصب سایبان روی پایه و NB: نصب سایبان بدون پایه، ۳۰ و ۵۰ درصد میزان سایه‌دهی می‌باشد.

W: white shade net; G: green shade net; B: shade net installed on a support frame; NB: shade net installed without a support frame, 30 and 50% indicate the shading levels.

افزایش وزن دانه و همچنین کاهش وزن پوست (در تیمارهای سایبان) باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی میوه گردید. بیشتر بودن وزن پوست میوه در شاهد را می‌توان به تأثیر مستقیم نور خورشید و سازگاری که میوه با این شرایط از خود نشان می‌دهد، مربوط دانست. در واقع، میوه با افزایش وزن پوست، محافظت بیشتری از محتویات درون میوه در برابر شرایط خشکی از خود نشان می‌دهد. این در حالی است که در تیمارهای سایبان، این محافظت با استفاده از سایبان و کاهش شدت نور خورشید و محافظت بیشتر از میوه انجام می‌گیرد.

اندازه‌گیری نسبت بین وزن دانه و پوست میوه در تیمارهای مختلف نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد. به‌طوری که بیشترین نسبت بین وزن گوشت میوه و پوست در تیمار سایبان سفید ۳۰ درصد همراه با داربست (W30B) (۱/۱۹) و کمترین نسبت در تیمارهای شاهد (۰/۷۳) دیده شد که نسبت به هم تفاوت معنی‌داری را نشان داد (شکل ۶). بالاتر بودن وزن پوست میوه در شاهد در حالی است که در تمام تیمارهای سایبان، نسبت وزن دانه به وزن پوست میوه بالاتر بود. به عبارت دیگر، استفاده از سایبان با



شکل ۶- تأثیر انواع پوشش سایبان بر وزن پوست میوه (A) و نسبت دانه به میوه (B) انار رقم 'رباب'

Figure 6- The effect of shading net types on the peel weight (A) and aril/ fruit ratio (B) of pomegranate cv. 'Rabab' (DMRT, $p \leq 0.05$)

W: سایبان سفید، G: سایبان سبز، B: نصب سایبان روی پایه و NB: نصب سایبان بدون پایه، ۳۰ و ۵۰ درصد میزان سایه‌دهی می‌باشد.

W: white shade net; G: green shade net; B: shade net installed on a support frame; NB: shade net installed without a support frame, 30 and 50% indicate the shading levels.

نور، کاهش تبخیر آب از سطح میوه‌ها اتفاق افتاده و این امر بر میزان آب میوه تأثیر مستقیم دارد. در همین رابطه، در پژوهشی در کشور هند، افزایش معنی‌دار در وزن دانه و درصد آب‌میوه در زیر پوشش سایبان سیاه ۳۰، درصد مشاهده شد (Sarbaş et al., 2018) در پژوهشی دیگر، استفاده از پوشش قرمز ۳۰ درصد باعث افزایش نه گرمی وزن دانه و دو درصدی آب‌میوه در میوه‌های انار در مقایسه با شاهد شد (Meena et al., 2016).

ویژگی‌های شیمیایی میوه

تجزیه واریانس ویژگی‌های کیفی اندازه‌گیری شده در جدول ۵ ارائه شده است. بر این اساس، تغییرات میزان مواد جامد محلول کل تفاوت معنی‌داری را نشان نداد، اما سایر ویژگی‌های کیفی تفاوت معنی‌داری داشتند.

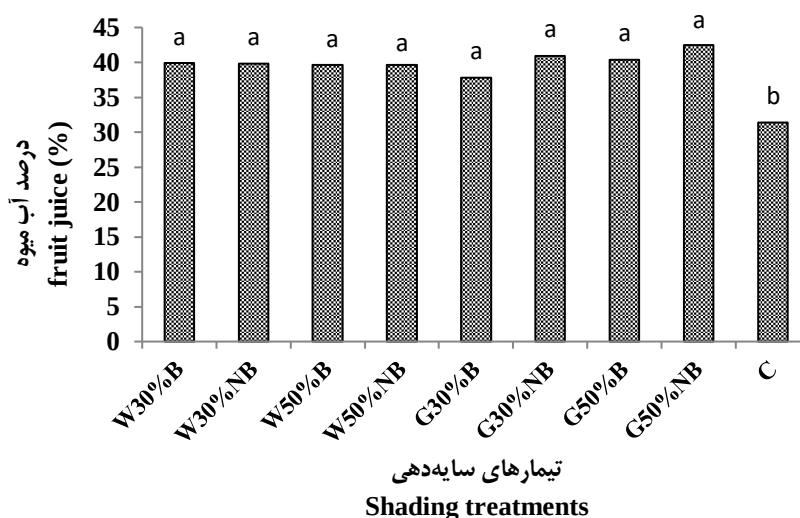
مواد جامد محلول

بررسی تأثیر کاربرد سایبان بر میزان مواد جامد محلول (TSS) نشان داد که کاربرد سایبان تأثیری بر میزان مواد جامد محلول نداشت و در واقع، استفاده از سایبان باعث کاهش و یا افزایش معنی‌دار مواد جامد محلول نشد. در این رابطه، دامنه تغییرات این صفت در تیمارهای اندازه‌گیری شده کم بود، به‌طوری که حداکثر میزان آن در تیمار پوشش سایبان سبز ۳۰ درصد بدون داربست به‌میزان ۱۹/۵۰ درجه بریکس به دست آمد.

بالتر بودن وزن پوست میوه در شاهد در حالی است که در تمام تیمارهای سایبان نسبت وزن دانه به وزن پوست میوه بالاتر بوده است. به عبارت دیگر، استفاده از سایبان با افزایش وزن دانه میوه و همچنین کاهش وزن پوست باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی میوه شد. بیشتر بودن وزن پوست میوه در شاهد را می‌توان به تأثیر مستقیم نور خورشید و سازگاری که میوه با این شرایط از خود نشان می‌دهد، مربوط دانست. در واقع، میوه با افزایش وزن پوست، محافظت بیشتری از محتویات درون میوه در برابر شرایط خشکی از خود نشان می‌دهد. این در حالی است که در تیمارهای سایبان، این محافظت با استفاده از سایبان و کاهش شدت نور خورشید و محافظت بیشتر از میوه انجام می‌گیرد.

درصد آب میوه

تأثیر کاربرد سایبان بر میزان آب میوه انار رقم رباب نشان داد که در تمام تیمارهای سایبان، میزان آب میوه نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد. در این رابطه، مقایسه بین تیمارهای مختلف سایبان نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف سایبان وجود ندارد، اگرچه اعداد نشان‌دهنده افزایش بیشتر درصد آب میوه در سایبان سبز ۵۰ درصد نسبت به سایر تیمارها بود (شکل ۷) کاهش میزان آب میوه در شاهد را می‌تواند به علت شدت بالای نور خورشیدی در این تیمار باشد که باعث از دست دادن آب و خشک شدن میوه می‌گردد. به عبارت دیگر، در زیر سایبان به دلیل کاهش دما و شدت



شکل ۷- تأثیر انواع پوشش سایبان بر درصد آب میوه انار رقم 'رباب'

Figure 7- The effect of shading net types on the fruit juice percentage of pomegranate cv. 'Rabab' (DMRT, $p \leq 0.05$)

W: سایبان سفید، G: سایبان سبز، B: نصب سایبان روی پایه و NB: نصب سایبان بدون پایه، ۳۰ و ۵۰ درصد میزان سایه‌دهی می‌باشد.

W: white shade net; G: green shade net; B: shade net installed on a support frame; NB: shade net installed without a support frame, 30 and 50% indicate the shading levels.

اسید آسکوربیک

بیشترین غلظت اسید آسکوربیک در تیمار سایبان سبز ۳۰ درصد بدون داربست (G30NB) به میزان ۰/۲۶ میلی گرم در گرم وزن آب میوه مشاهده شد که به همراه تیمار سبز ۵۰ درصد بدون داربست (W50NB) نسبت به شاهد (C) تفاوت معنی‌داری را نشان داد (شکل ۸).

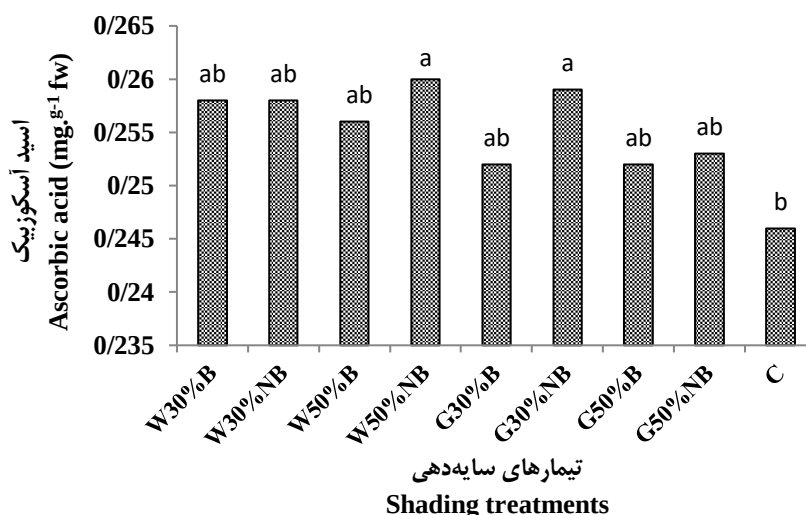
گزارش‌های متناقضی در رابطه با تأثیر سایبان بر میزان مواد جامد محلول وجود دارد، اما در پژوهش حاضر استفاده از سایبان تأثیر منفی بر تجمع قند و میزان مواد جامد محلول نداشت. به عبارت دیگر، استفاده از سایبان تأثیر منفی بر تجمع قند در گیاه نداشت. شاید یکی از دلایل این موضوع، بالا بودن شدت نور در منطقه آزمایش باشد (جدول ۳) که علی‌رغم کاهش شدت نور تأثیر منفی بر میزان فتوسنتز و در نهایت تولید قند در گیاه نداشت.

جدول ۵- تجربه واریانس اثر سایبان بر صفات کیفی اندازه‌گیری شده میوه انار رقم 'رباب'
Table 5- ANOVA for the effects of shading net types on the qualitative characteristics of pomegranate fruits cv. 'Rabab'

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares			
		مواد جامد محلول کل TSS	آنتوسیانین Anthocyanin	اسید آسکوربیک Ascorbic acid	فنول کل Total phenol
سال Year	1	0.0001 ^{ns}	1271.190 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.112 ^{ns}
سایبان Shade net	8	0.714 ^{ns}	13387.510**	0.001*	0.040*
سال × سایبان Year × shade net	8	0.090 ^{ns}	1299.726 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.0001 ^{ns}
خطای کل Error	32	1.307	4001.534	0.0009	0.018
ضریب تغییرات C.V (%)	-	6.08	16.99	3.79	14.46

ns, *, ** و ***: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱۰ درصد و غیرمعنی‌دار.

ns, * and **: non-significant, and significant at the 5% and 1% of probability levels, respectively.



شکل ۸- تأثیر کاربرد انواع پوشش سایبان بر غلظت اسید آسکوربیک میوه انار رقم 'رباب'

Figure 8- The effect of shading net types on the ascorbic acid content of fruit juice of pomegranate cv. 'Rabab' (DMRT, $p \leq 0.05$)

W: سایبان سفید، G: سایبان سبز، B: نصب سایبان روی پایه و NB: نصب سایبان بدون پایه، ۳۰ و ۵۰ درصد میزان سایه‌دهی می‌باشد.

W: white shade net; G: green shade net; B: shade net installed on a support frame; NB: shade net installed without a support frame, 30 and 50% indicate the shading levels.

باشد. می‌توان چنین بیان کرد که کمیت و کیفیت نور در زیر پوشش‌های مختلف سایبان متفاوت بوده، بنابراین تأثیر آن‌ها در تجمع ترکیبات فنولی نیز متفاوت است (Cheynier et al., 2013; Johkan et al., 2013).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از سایبان تأثیر مثبتی بر بهبود شرایط محیطی اطراف درخت انار دارد. سایبان با کاهش شدت نور و دمای پیرامون درخت باعث بهبود شرایط محیطی اطراف درخت می‌گردد. با کاهش دمای اطراف درخت، میزان تبخیر از سطح خاک کاهش یافته و شرایط محیطی جهت رشد و نمو درخت و میوه بهبود می‌یابد. این امر می‌تواند به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فرآیندهای متابولیک درخت تأثیر گذارد. تعدیل دما باعث کاهش میزان تنفس و افزایش راندمان فتوسنتز شده که این امر بر رشد میوه و دانه و تجمع آنتوسیانین تأثیر مثبت گذارد. بهبود رنگ میوه و دانه و افزایش بازارپسندی میوه از شاخص‌ترین اثرات کاربرد سایبان در درخت انار است. در مجموع، در بیشتر فاکتورهای اندازه‌گیری‌شده، کاربرد سایبان تأثیر مثبتی بر جای گذاشت. از بین انواع مختلف سایبان نیز تأثیر برخی از آن‌ها بارزتر بود، به‌طوری که استفاده از سایبان به رنگ‌های سفید و یا سبز با حداقل سایه‌دهی ۵۰ درصد، بیشترین تأثیر را بر بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی، بازارپسندی و ارزش اقتصادی میوه داشته و می‌تواند تا حدود زیادی اثرات مخرب تنش‌های گرمایی و خشکی را کاهش دهد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مدیریت محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس که امکانات و منابع مالی لازم جهت اجرای پروژه فوق را مهیا نمودند، سپاسگزاری می‌گردد.

به‌طور کلی در شاهد که در معرض نور مستقیم خورشید بود، مقدار ویتامین ث موجود در آب میوه کاهش یافت. پایین بودن سطح ویتامین ث در شاهد نسبت به اکثر تیمارهای سایبان می‌تواند در رابطه با بالاتر بودن دمای محیطی پیرامون میوه در شاهد باشد که باعث اختلال در تجمع ویتامین ث و یا شکستن ویتامین ث در میوه می‌گردد (Bofars, 2022). در همین رابطه، به نظر می‌رسد که سایبان‌های سبز نیز تأثیر منفی بر تجمع ویتامین ث در آب میوه داشتند، به‌طوری که در اکثر تیمارهای سایبان سبز، کاهش میزان ویتامین ث مشاهده شد که این امر در گزارش نرجسی (Narjesi, 2021) در رابطه کاربرد سایبان در انار رقم ملس ساوه نیز مشاهده شد. تأثیر افزایش دما بر کاهش سطح ویتامین ث در میوه‌های مرکبات نیز توسط بوفارس (Bofars, 2022) نیز گزارش شده که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی داشت.

ترکیبات فنولی آب میوه

در رابطه با غلظت فنول آب میوه نیز نتایج تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. بیشترین میزان فنول کل آب میوه در تیمار سایبان سفید ۵۰ درصد بدون داربست (W50NB) به‌میزان یک میلی گرم و کمترین آن در تیمار سایبان سفید ۳۰ درصد بدون داربست (W30NB) مشاهده شد. به‌طور کلی طی فرآیند رسیدن میوه انار میزان ترکیبات فنولی به‌تدریج کاهش می‌یابد. بالاتر بودن نسبی مقدار ترکیبات فنولی در برخی تیمارهای سایبان نسبت به شاهد را می‌توان به تأخیر در بلوغ و رسیدن میوه و طولانی‌تر شدن روند بلوغ میوه در زیر سایبان نسبت داد (Kulkarni & Aradhya, 2005). در تحقیقات پیشین نیز گزارش شده است که کاربرد سایبان روی درختان انار منجر به افزایش فنول کل در میوه‌های انار تیمار شده در مقایسه با شاهد شد، به‌طوری که محتوای فنول کل در زیر پوشش سیاه کمترین و در زیر پوشش قرمز بیشترین مقدار بوده است (Meena et al., 2016). کیفیت و کمیت نور می‌تواند بر ترکیبات فنولی تأثیر داشته

References

1. Amarante, C., Steffens, C., & Argenta, L. (2010). Radiation, yield, and fruit quality of 'Gala' apples grown under white hail protection nets. *Acta Horticulturae*, 934, 1067–1074. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.934.143>
2. Blakey, R. J., van Rooyen, Z., Köhne, J. S., Malapana, K. C., Mazhawu, E., Tesfay, S. Z., & Savage, M. J. (2016). Growing avocados under shadenetting. Progress Report-Year 2, South African Avocado Growers' Association Yearbook, vol. 39. pp. 80-83. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1162.3446>
3. Bofars M. (2022). Effect of heated temperature environment on vitamin c in four fruit citrus juice. *South Asian Research Journal of Nursing and Health Care*, 4, 79-83. <https://doi.org/10.36346/sarjnhc.2022.v04i06.001>
4. Bor, J. Y., Chen, H. Y., & Yen, G. C. (2006). Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 1680-1686. <https://doi.org/10.1021/jf0527448>

5. Cheynier, V., Comte, G., Davies, K. M., Lattanzio, V., & Martens, S. (2013). Plant phenolics: Recent advances on their biosynthesis, genetics and ecophysiology. *Plant Physiology and Biochemistry*, 72, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2013.05.009>
6. Ehteshami, S., Sarikhani, H., & Ershadi, A. (2010). Effect of kaolin and gibberellic acid application on some qualitative characteristics and reducing the sunburn in pomegranate fruits (*Punica granatum* L.) cv. 'Rabab Neiriz'. *Plant Production Technology*, 11(1), 15-24. (In Persian).
7. Glenn, D. M., Wunsche, J., McIvor, L., Nissen, R., & George, A. (2008). Ultraviolet radiation effects on fruit surface respiration and chlorophyll fluorescence. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83(1), 43-50. <https://doi.org/10.1080/14620316.2008.11512345>
8. Holland, D., Hatib, K., & Bar-Ya'akov, I. (2009). Pomegranate: Botany, horticulture, breeding. *Horticultural Reviews*, Volume 35, Chapter 2, p. 127-193. <https://doi.org/10.1002/9780470593776.ch2>
9. Iran agriculture statics (2023.) Deputy Director of Statistics, Center for Statistics, Information and Communication Technology. Jihad and Agriculture, Inestry, Tehran, Iran. (In persian).
10. Johkan, M., Ishii, M., Maruo, T., Na, L., Tsukagoshi, S., Hojoh, M. A., Nakaminami, A., & Shinohara, Y. (2013). Improved light conditions at the fruit truss accelerate harvest time and enhance ascorbic acid concentration in a low-truss, high-density tomato production system. *Japanese Society for Horticultural Science*, 82, 317-32. <https://doi.org/10.2503/jjshs1.82.317>
11. Kale, S. J., Nath, P., Meena, V. S., & Singh, R. K. (2018). Semi-permanent shadenet house for reducing the sunburn in pomegranates (*Punica granatum* L.). *International Journal of Chemical Studies*, 6(5), 2053-2057.
12. Kulkarni, A. P., & Aradhya, S. M. (2005). Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. *Food chemistry*, 93(2), 319-324. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.029>
13. Manja, K., & Aoun, M. (2019). The use of nets for tree fruit crops and their impact on the production: A review. *Scientia Horticulturae*, 246, 110-122. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.050>
14. Mditshwaa, A., Magwazaa, L. S., & Tesfaya, S. Z. (2019). Shade netting on subtropical fruit: Effect on environmental conditions, tree physiology and fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 256, 108-121. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108556>
15. Meena, V., Kashyap, P., Nangare, D., & Singh, J. (2016). Effect of coloured shade nets on yield and quality of pomegranate (*Punica granatum*) cv. "Mridula" in semiarid region of Punjab. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86(4), 500-505. <https://doi.org/10.56093/ijas.v86i4.57485>
16. Meighani, M., Ghasemnezhad, M., & Bakhshi, D. (2017). Effect of kaolin on the sunburn damage and qualitative characteristics of pomegranate fruit cv. Malas-e-Torsh-e-Saveh. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47(3), 491-499. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/IJHS.2016.59811>
17. Moradi, S., Zamani, Z., Fatahi Moghadam, M. R., & Koushesh Saba, M. (2022). Combination effects of preharvest tree net-shading and postharvest fruit treatments with salicylic acid or hot water on attributes of pomegranate fruit. *Scientia Horticulturae*, 304, 111257. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111257>
18. Nakamura, Y., Hidaka, M., Masaki, H., & Uozumi, T. (1990). Major anthocyanin of the flowers of Hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis* L.). *Agriculture and Biological Chemistry*, 54, 345-346. <https://doi.org/10.1080/00021369.1990.10870458>
19. Narjesi, V. (2021). Effects of different shade netting treatments on some quantitative and qualitative of pomegranate fruits cv. Malas-e- Saveh', *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 31(1), 275-293. <https://doi.org/10.22034/saps.2021.12815>
20. Sarıbaş, H. Ş., Saka, A. K., & Özer, H. (2018). Mathematical growth model for organically grown pepper transplants. *Biological Agriculture & Horticulture*, 34(1), 10-17. <https://doi.org/10.1080/01448765.2017.1354329>
21. Schrader, L. E., Kahn, C., & Elfving, D. C. (2009). Sunburn browning decreases at-harvest internal fruit quality of apples (*Malus domestica* Borkh.). *International Journal of Fruit Science*, 9, 425-437. <https://doi.org/10.1080/15538360903378781>
22. Shahak, Y. (2008). Photo-selective netting for improved performance of horticultural crops. A review of ornamental and vegetable studies carried out in Israel. *Acta Horticultureae*, 770, 161-168. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.770.18>
23. Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. S. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by mean of folin-ciocalteau reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
24. Tinyane, P. P., Soundy, P., & Sivakumar, D. (2018). Growing 'Hass' avocado fruit under different coloured shade netting improves the marketable yield and affects fruit ripening. *Scientia Horticulturae*, 230(7), 43-49. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.11.020>

25. Treder, W., Mika, A., Buler, Z., & Klamkowski, K. (2016). Effects of hail nets on orchard light microclimate, apple tree growth, fruiting and fruit quality. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 15(3), 17-27.
26. White, A. L., & Jahnke, L. S. (2002). Contrasting effects of UV-A and UV-B on photosynthesis and photoprotection of carotene in two *Dunaliella* spp. *Plant and Cell Physiology*, 43, 877-884. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcf105>
27. Yazici, K., Karasahin, I., Sahin, G., Erkan, M., & Kaynak, L. (2005). Effects of kaolin applications and modified atmosphere conditions on protection in pomegranate. (*Punica granatum* L.cv. Hicaznar). III. International Horticultural Crop Protection Congress. Antalya, Turkey. pp. 325-334.
28. Yazici, K., & Kaynak, L. (2006). Effects of kaolin and shading treatment on sunburn on fruit of Hicnazar cultivar of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicnazar). *Acta Horticulturae*, 818, 167-174. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.818.24>
29. Yazici, K., & 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, 181-186. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.818.26>
30. Zhou, K., Jerszurki, D., Sadka, A., Shlizerman, L., Rachmilevitch, S., & Ephrath, J. (2018). Effects of photoselective netting on root growth and development of young grafted orange trees under semi-arid climate. *Scientia Horticulturae*, 238, 272-280. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.054>