DOI: 10.22092/spj.2024.364808.1348

"نهال و بذر"
جلد ۳۹، شماره ۲، سال ۱۴۰۲

مقاله پژوهشی

ارزیابی برخی خصوصیات رشد رویشی، عملکرد و کیفیت میوه چهار رقم انگور (*Vitis vinifera* L.) در زیر سایه‌بان سبز

Evaluation of Some Vegetative Growth Characteristics, Fruit Yield and Quality of Four Grape (*Vitis vinifera* L.) Cultivars under Green Shading Net

ولی اله رسولی

دانشیار، پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۸

چکیده

رسولی، و. ۱۴۰۲. ارزیابی برخی از خصوصیات رشد رویشی، عملکرد و کیفیت میوه چهار رقم انگور (*Vitis vinifera* L.) در زیر سایه‌بان سبز. **نهال و بذر ۳۹:** ۳۰۵-۲۸۳

افزایش گرمای محیط و تشدید عوارض ناشی از خشکسالی‌های متعدد، از پیامدهای مهم تغییر اقلیم است. استفاده از روش‌های گوناگون تولید محصولات به روش محافظت‌شده مانند احداث سایه‌بان یکی از روش‌های مدیریت و کاهش آثار این پیامدها است. پژوهش حاضر به منظور تعیین اثر سایه‌بان بر رشد و عملکرد و کیفیت میوه چهار رقم انگور در ایستگاه تحقیقات انگور تاکستان در سال ۱۴۰۱ انجام گرفت. صفات رویشی و زایشی چهار رقم انگور (صاحبی، بیدانه قرمز، عسگری قرمز و میش‌پستان) در زیر و بیرون سایه‌بان سبز رنگ با ضریب سایه اندازی ۵۰ درصد به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه اصله تاک در هر واحد آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفتند. افزایش معنی‌دار فاصله میانگره‌ها در زیر سایه‌بان ثبت شد. کاربرد سایه‌بان، افزایش معنی‌دار اسیدیته ۸۰/۶ درصد و pH آب میوه ۷۳/۲ درصد، طول و عرض و وزن حبه به ترتیب ۲۱/۸، ۴۴/۱۱ و ۴۱/۷ درصد، طول و قطر و وزن خوشه به ترتیب ۵۱/۶، ۴۹ و ۳۰/۸ درصد و عملکرد تاک ۶۵ درصد به همراه داشت ولی باعث کاهش معنی‌دار مجموع مواد جامد قابل حل ۱۷/۷ درصد شد. در کلیه ارقام انگور میزان مجموع مواد جامد قابل حل در زیر سایه‌بان کمتر از بیرون سایه‌بان بود که بیشترین میزان مجموع مواد جامد قابل حل ۲۶ واحد بریکس در رقم بیدانه قرمز در بیرون سایه‌بان بدست آمد. میزان اسیدیته آب میوه زیر سایه‌بان در کلیه ارقام انگور مورد بررسی بالاتر از بیرون سایه‌بان بود، به‌طوری‌که بیشترین میزان اسیدیته ۸/۵ گرم در لیتر در رقم میش‌پستان در زیر سایه‌بان مشاهده شد. میانگین ابعاد و وزن حبه، در کلیه ارقام انگور مورد بررسی در زیر سایه‌بان بیشتر از بیرون سایه‌بان بود. نتایج نشان‌دهنده افزایش عملکرد میوه و اجزای آن و دیررسی محصول در زیر سایه‌بان بود. بنابراین جمع کردن سایه‌بان در زمان تغییر رنگ میوه برای جلوگیری از دیررسی آن به منظور تولید محصول تازه‌خوری ضروری است.

واژه‌های کلیدی: انگور، تاک، عملکرد میوه، تازه خوری، تغییر اقلیم

* نگارنده مسئول: spiiqv@gmail.com تلفن: ۰۲۶۳۳۶۷۰۲۵۴۱

مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی محصولات باغی راهبردی ایران محسوب می‌شود که سهم بالایی از صادرات غیر نفتی در حوزه کشاورزی را پس از پسته به خود اختصاص داده است (Rasoli and Dolati Baneh, 2018). ایران با تولید حدود دو میلیون و پانصد هزار تن و سطح زیر کشت بیش از ۲۰۷ هزار هکتار انگور در سال ۲۰۲۱ توانست رتبه هشتم جهانی را به خود اختصاص دهد (FAO, 2021). از مجموع ۲۶/۳ میلیون تن تولید محصول باغبانی در سال ۱۴۰۱ در ایران، حدود ۳/۱۴ میلیون تن معادل ۱۱/۹ درصد مربوط به تولید انگور بود و ۹۷/۶ درصد از کل میزان تولید میوه‌های دانه‌ریز را به خود اختصاص داشت (Anonymous, 2022).

بر اثر تغییرات آب و هوایی، هر ساله عملکرد در واحد سطح و کیفیت تولید محصولات کشاورزی پیوسته در حال تغییر بوده که در این میان تغییرات تولید و کیفیت میوه انگور و کشمش نیز از این امر مستثنی نیستند. به بیان دیگر، زمان رسیدن، تشکیل رنگدانه، عطر و طعم میوه و در نهایت عملکرد محصول دست خوش تغییرات ناشی از تغییرات آب و هوایی می شود (Irimia *et al.*, 2019; Ammoniaci *et al.*, 2021).

شدت تابش نور آفتاب و دما بویژه به دلیل تأثیر سریع آنها بر مراحل فنولوژیکی، ریزش گل و حبه، وزن حبه، عملکرد تاک و تولید و تجمع ترکیبات اولیه و ثانویه مانند قندها از اهمیت خاصی برخوردار است (Bindi *et al.*, 2015; Reshef *et al.*, 2019; Del-Castillo-Alonso *et al.*, 2021). دمای بیش از ۳۲ درجه سانتی‌گراد می‌تواند منجر به کاهش میزان فتوسنتز می‌شود که می‌تواند بر ویژگی‌های کیفیت میوه مانند غلظت مواد جامد محلول میوه آثار منفی داشته باشد. اما سطوح بریکس بیش از ۲۷-۲۶ درجه به دلیل تأخیر در برداشت و در نهایت افزایش غلظت مواد در اثر تبخیر آب میان بافتی بوده و نه به دلیل فتوسنتز یا انتقال مواد قندی از برگ‌ها و آوندها (De Orduna, 2010; Ju *et al.*, 2018). غلظت بالای مواد جامد محلول کل (Total Soluble Solids = TSS) حبه‌ها تأثیر مهمی بر کیفیت میوه دارد (Erasmus *et al.*, 2003; Coulter *et al.*, 2008; Palliotti *et al.*, 2014).

دما و تابش خورشیدی از یک سو برای فعالیت های متابولیکی تاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Borgogno-Mondino *et al.*, 2020)، از سوی دیگر، میزان بالاتر تشعشع فعال فتوسنتزی (Photosynthetically Active Radiation = PAR) موجب تعرق بیشتر و تنش کم آبی در تاک‌ها می‌شود وکاهش اندازه حبه را به همراه دارد (Van Leeuwen and Destrac-Irvine, 2017; Carlomagno *et al.*, 2018; Bergqvist *et al.*, 2021). بنابراین کاربرد

روش‌هایی که بتوان تا حدودی در کنترل آثار تغییرات ریزاقلیم مفید واقع شود از اهمیت خاصی برخوردار است. یکی از راهبردهای کاربردی در این زمینه، استفاده از سایه‌بان در تاکستان ها است (Chorti *et al.*, 2010).

پاگای و همکاران (Pagay *et al.*, 2013) در بررسی تأثیر توری نیمه دائمی برای مقابله با خسارت پرندگان بر عملکرد انگور رقم کبرنت فرانس نشان دادند که کاربرد توری باعث کاهش شدید تشکیل رنگدانه، pH آب میوه و افزایش اسیدیته کل آب میوه در زمان برداشت شد. سرات و کلکرنی (Serat and Kulkarni, 2015) گزارش کردند که توری رنگ سبز رنگ با ضریب سایه اندازی ۳۰ و ۵۰ درصد برای افزایش وزن خوشه، میانگین وزن حبه، عملکرد میوه در هر تاک، عملکرد میوه در هر هکتار و حفظ رنگ سبز حبه‌ها در انگور رقم تامسون‌سیدلس مناسبتر از سایر رنگ‌ها بود.

سایه‌بان برای کاهش تنش‌های محیطی استفاده می‌شود، اما به‌دلیل تغییر در میزان نور و دما موجب تغییر در خواص فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیک میوه می‌گردد. بنابراین بررسی ویژگی‌های بیوشیمیایی و کیفیت میوه و در زیر پوشش سایه‌بان امری ضروری می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام شده، پوشش سایه‌بان در انگور رقم بی‌دانه سفید باعث بهبود خصوصیات فیزیکی میوه شد، اما فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کاهش یافت و باعث دیررسی محصول گردید (Azadshahraki *et al.*, 2022).

با توجه به چالش‌های ناشی از عوامل خسارت‌زای زنده و غیرزنده، تولید محصول سالم و توسعه روزافزون ارقام ویژه محصولات باغی، توسعه کشت محافظت‌شده نیز اجتناب ناپذیر است. در بسیاری از کشورهایی که با چالش‌های ذکرشده دست‌وپنجه نرم می‌کنند، بهره‌گیری از روش‌های گوناگون تولید محصولات به روش محافظت‌شده به‌سرعت در حال گسترش است. ازآنجاکه کشور ما نیز با بحران‌های ناشی از خشکسالی و تغییر اقلیم درگیر است، جایگزینی کشت محافظت‌شده از راهکار های عبور از این بحران‌ها به‌حساب می‌آید. یکی از روش‌های کشت محافظت شده روش کشت در زیر سایه‌بان‌ها است (Rasoli *et al.*,2022). سایه‌بان به عنوان یک فناوری سازگار برای تعدیل تنش دماهای بالا و محدود کردن تبخیر و تعرق، جایگاه خاصی را در صنعت انگورکاری به خود اختصاص داده است (Lu *et a*l., 2021; Naulleau *et al.*, 2021).

بنابراین، این پژوهش به منظور تعیین اثر سایه‌بان سبز بر رشد و عملکرد و کیفیت میوه چهار رقم انگور (صاحبی، بیدانه قرمز، عسگری قرمز و میش پستان) در منطقه تاکستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و طرح آزمایشی

این پژوهش بر روی چهار رقم انگور (صاحبی، بیدانه قرمز، عسگری قرمز و میش‌پستان) با تاک های ۱۵ ساله در ایستگاه تحقیقات انگور تاکستان در سال ۱۴۰۱ اجرا شد. در این پژوهش نه اصله تاک از هر رقم انگور در زیر سایه‌بان سبز رنگ با ضریب سایه‌اندازی ۵۰ درصد و نه اصله تاک دیگر از این ارقام بدون سایه‌بان قرار گرفتند (شکل ۱). سایه‌بان از اول فروردین تا آخر شهریور به مدت شش ماه استفاده شد. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل (رقم و سایه‌بان) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه اصله تاک در هر واحد آزمایشی انجام شد.

شکل ۱- توری سبز رنگ با ضریب سایه‌اندازی ۵۰ درصد (راست) و نصب سایه‌بان (چپ)

Fig. 1. Green net with 50% shading coefficient (right) and installation of shading net (left)

آرایش کاشت ارقام انگور به صورت فاصله بین ردیف‌ها سه متر و فاصله تاک‌ها از همدیگر روی ردیف‌ها دو متر (۳×۲ متر) بود. آرایش ستون‌های نصب سایه‌بان نیز ۶×۳ متر (سه متر بین ردیف‌ها و شش متر روی ردیف) اجرا شد. روش تربیت تاک‌ها نیز از نوع کوردون دو طبقه دو طرفه در جهت شرقی غربی و با ارتفاع یک متر طبقه اول و ۱/۵ متر طبقه دوم بود. هرس باردهی چهارجوانه کوتاه-بلند و با تعداد شارژ جوانه ۶۴ عدد درهفته آخر اسفند برای کلیه ارقام انجام شد. در طول فصل رشد هرس سبز (برگ، شاخه نرک، پاجوش، تنه جوش و انتهای ساقه بارده چهار جوانه پس از آخرین خوشه) انجام شد. مصرف کودها بر اساس آزمون خاک انجام گردید. آبیاری از ۱۵ فروردین لغایت ۳۰ مهر، به فاصله ۱۰ روز یکبار

با دو قطره چکان با دبی هشت لیتر در ساعت به مدت شش ساعت انجام شد.

شرایط اقلیمی منطقه

ایستگاه تحقیقات انگور تاکستان در سه کیلومتری شهرستان تاکستان در ″۲ ′۳ °۳۶ عرض جغرافیایی شمالی و ″۵۱ ′۴۰ °۴۹ طول جغرافیایی شرقی قرار گرفته است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۵۰ متر است. این منطقه و ایستگاه در معرض دو باد نسبتاً شدید به نام‌های باد مه (سرد و مرطوب) و راز (گرم و خشک) در فصول مختلف سال است. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۲۲۰ میلی‌متر و بیشترین بارش ها در پاییز و زمستان است. منطقه جزو مناطق معتدله با هوای گرم تابستانه و زمستان‌های سرد می‌باشد. براساس آمار ۳۰ ساله دمای حداقل ۳۰- و حداکثر ۴۲ درجه سانتی‌گراد است. میانگین رطوبت نسبی ۵۲ درصد در سال و میانگین تبخیر سالانه ۱۸۰۰ میلی‌متر می‌باشد و میانگین تعداد روزهای یخبندان در منطقه ۶۵ روز در سال است.

ارزیابی صفات

صفات مورد ارزیابی شامل طول میانگره، ابعاد و وزن خوشه، تعداد خوشه در تاک، میانگین ابعاد و وزن حبه، مجموع مواد جامد قابل حل (Total Soluble Solids = TSS) و pH و اسید قابل تیتراسیون آب میوه (Titratable acidity = TA) و عملکرد میوه تاک بودند.

محل اندازه‌گیری فاصله میانگره (بین سومین و چهارمین گره) در ۱۰ شاخه از هر تاک با استفاده از کولیس اندازه گیری گردید و میانگین آنها به عنوان فاصله میانگره شاخه ثبت گردید (Rasoli, 2017). اندازه‌گیری طول خوشه از دو سانتی متر بالای اولین انشعاب خوشه تا پایین‌ترین قسمت آخرین حبه با استفاده از متر پارچه‌ای بر حسب سانتی‌متر انجام شد. قطورترین قسمت خوشه در حالت آویزان با استفاده از کولیس بر حسب سانتی‌متر اندازه گیری و به عنوان قطر خوشه ثبت گردید (Rasoli, 2017). طول و عرض ۲۰ حبه از نقاط مختلف خوشه با استفاده از کولیس بر حسب میلی‌متر اندازه گیری شد و میانگین ابعاد ۲۰ حبه به عنوان طول و عرض حبه ثبت گردید. همچنین میانگین وزن ۲۰ حبه نیز به عنوان وزن حبه بر حسب گرم با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری TSS از دستگاه رفراکتومتر ۰-۸۰ قابل حمل نوری چشمی (SBR-32T ساخت کشور چین) استفاده شد. میزان TA با استفاده از تیتراسیون عصاره میوه با محلول سود سوزآور (NaOH) ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری گردید (Iland *et al.*, 2000). برای اندازه‌گیری pH آب میوه نیز از دستگاه pH متر رومیزی (مدل ۸۲۷ شرکت Metrohm کشور سوئیس) استفاده شد. در اندازه گیری TSS ، pH و TA از مخلوط آب میوه صاف شده ۱۰ خوشه استفاده گردید. لازم به ذکر است جهت دقت اندازه‌گیری صفات، کلیه صفات در زیر سایه‌بان و بیرون سایه‌بان به طور همزمان انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای آزمون نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد. تحلیل عاملی بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریماکس و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار افزونه XLSTAT نسخه ۲۰۱۹ تحت Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

صفات رویشی

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر سایه‌بان بر طول میانگره، معنی‌دار بود ولی اثر رقم و اثر متقابل رقم × سایه‌بان بر آن معنی‌دار نبود (جدول ۱). کاربرد سایه‌بان باعث افزایش ۶۶/۲ درصدی فاصله میانگره‌ها شد (جدول ۲). پورو و همکاران (Porro *et al.*, 2001) نشان دادند که در رقم Chardonnay، سایه‌بان با ضریب سایه‌انداز ۵۰ درصد باعث افزایش رشد رویشی در مقایسه با تاک‌های فضای باز شد و علیرغم افزایش قابل توجه رشد ساقه، سایه‌بان تجمع ماده خشک را تا ۱۴ درصد کاهش داد. وو و همکاران (Wu *et al.*, 2018) گزارش کردند که میزان سایه‌اندازی ۴۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر رشد انگور رقم ینهونگ در یک آزمایش گلدانی نداشت ولی با افزایش تدریجی میزان سایه‌اندازی بیش از ۴۵ درصد، رشد تاک به تدریج کاهش یافت.

یکی از شاخص‌های بارز افزایش رشد و کاهش استرس خشکی، افزایش طول میانگره‌ها است، با این وجود در ارقام مختلف متفاوت بود. شرایط محیط آزمایشی (مزرعه یا گلخانه) نیز در این مورد نیز موثر است. با این حال، هر چه شدت سایه اندازی بیشتر باشد، در اثر کاهش شدت فتوسنتز انتقال مواد ذخیره از تنه و ریشه به اندام‌های در حال رشد افزایش یافته و این عامل باعث کاهش مواد غذایی ذخیره اندام‌های تاک می شود که این امر بر عملکرد میوه در سال آینده تأثیر می گذارد و در درازمدت، کاهش ماده خشک به اندام‌های دائمی مانند ریشه‌ها تسرّی پیدا کرده که ممکن است منجر به پیامدهایی سوء همچون کاهش مقاومت در برابر دمای انجماد و کاهش دما و رکود رشد در بهار شود (Heuvel *et al.*, 2004).

کاهش فعالیت فتوسنتزی پس از اعمال سایه‌اندازی با سایه‌بان‌های با ضریب سایه‌اندازی بالا، به احتمال زیاد بر رشد رویشی تاک و تجمع ذخایر ساقه و تنه تأثیر می‌گذارد. به طور خاص، تولید کمتر کربوهیدرات‌هایی که می‌توانند به تنه و سایر اندام‌ها منتقل شوند بر رشد در فصل بعد تأثیر منفی می گذارند، زیرا به شدت به میزان کربوهیدرات های ذخیره شده بستگی دارد (Yang *et al.*, 1980; Keller *et al.*, 1995) مک آرتنی و فری (McArtney and Ferree, 1999) در مطالعه ای بر روی ارقام انگور Seyval Blanc و De Chaunac نشان داند که سطح بالای سایه‌اندازی (۷۰ درصد و

جدول ۱- تجزیه واریانس برای برخی خصوصیات رویشی، عملکرد و اجزای آن و کیفیت میوه چهار رقم انگور تحت تاثیر سایه‌بان

Table 1. Analysis of variance for some vegetative characteristics, fruit yield and its components and quality of four grape cultivars as affected by shading net

Source of variation	منبع تغییرات	درجه آزادی Degree of freedom	طول میانگره Internode length	تعداد خوشه Cluster Number	مجموع مواد جامد محلول TSS	اسید قابل تیتراسیون TA	اسیدیته pH	طول حبه Berry length	عرض حبه Berry width	وزن حبه Berry Weight	طول خوشه Cluster length	قطر خوشه Cluster diameter	وزن خوشه Cluster weight	عملکرد میوه Fruit yield
Replication	تکرار	2	7.70	138.6	3.3	1.3	0.10	4.9	0.6	1.8	9.6	15.4	5141.80	4013205.9
shade net	سایه بان	1	45.93**	66.7	96.4**	79.3**	34.34**	70.7**	150.0**	451.9**	283.6**	86.1**	14089.26**	19849837.6**
Cultivar	رقم	3	1.60	416.9*	9.9*	1.5	0.07*	90.1**	36.6**	697.2**	28.7	21.9	4745.10	21573627.4**
Shading net × Cultivar	رقم × سایه بان	3	2.10	35.7	6.4*	3.5*	0.03	7.1**	0.5	13.6*	17.5	18.1	4425.40	220784.8
Error	خطا	14	1.60	37.4	1.9	0.7	0.02	0.5	0.3	3.4	14.7	8.5	1545.20	212527.9
C. V. (%)	درصد ضریب تغییرات		22.4	20.68	6.6	13.3	2.9	3.9	4.2	7.4	22.9	20.6	21.6	19.5

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

TSS : Total soulable solids, TA: Tiratable acidity

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سایه‌بان و رقم بر برخی خصوصیات رویشی، عملکرد و اجزای آن و کیفیت میوه انگور

Table 2- Mean comparison of shading net and cultivar effects on some vegetative characteristics, fruit yield and its components and quality of grape

Shading net/cultivar	سایه‌بان/رقم	طول میانگره (میلی گرم) Internode length (mm)	تعداد خوشه Cluster Number	مجموع مواد جامد محلول (واحد بریکس) TSS (Brix unit)	اسید قابل تیتراسیون (گرم در لیتر) TA (g l^{-1})	اسیدیته pH	طول حبه (میلی متر) Berry length (mm)	عرض حبه (میلی متر) Berry width (mm)	وزن حبه (گرم) Berry Weight (g)	طول خوشه (سانتی متر) Cluster length (cm)	قطرخوشه (سانتی متر) Cluster diameter (cm)	وزن خوشه (گرم) Cluster weight (g)	عملکرد میوه (گرم در تاک) Fruit yield (g $vine^{-1}$)
							Shading net	سایه‌بان					
Without shading net	بدون سایه بان	4.20b	21.60	22.70a	4.50b	3.30b	15.70b	11.3b	2.08b	13.30b	7.70b	157.50b	2794.6b
With shading net	با سایه بان	6.95a	18.25	18.67b	8.10a	5.66a	19.15a	16.3a	2.95a	20.19a	11.50a	206.10a	4613.5a
							Cultivar	رقم					
Sahebi	صاحبی	5.42	13.50b	19.90b	6.10	4.60a	21.63a	16.1a	3.65a	17.80	9.67	201.71	2762.3b
Red Sultana	بیدانه قرمز	5.73	32.17a	22.06a	6.48	4.42b	12.25c	10.3d	1.06c	17.30	12.03	210.20	6547.0a
Red Asgari	عسگری قرمز	6.17	16.67b	20. 40b	6.90	4.45b	18.18b	14.9b	2.79b	18.30	7.40	156.68	2682.3b
Mish Pestan	میش پستان	4.95	17.30b	19.80b	5.78	4.34b	17.68b	14.1c	2.56b	13.50	9.30	158.50	2824.5b

میانگین هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حرف مشابه می باشند، بر اساس آزمون توکی در سطح پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

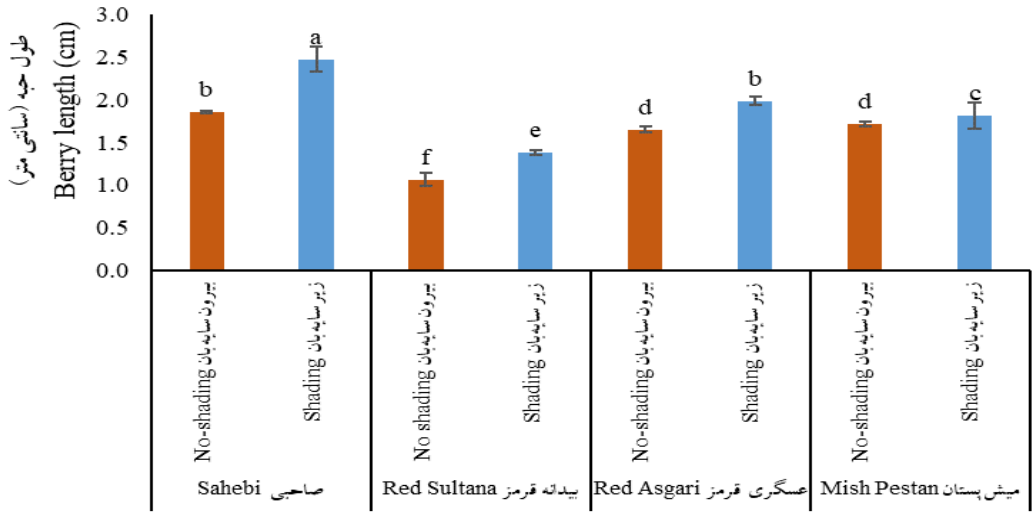
Means, in each column and for each factor, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using Tukey test.

TSS : Total soulable solids, TA: Tiratable acidity

بالاتر) از زمان گلدهی تا زمان برداشت باعث کاهش وزن خشک ریشه در تاک‌های تیمار شده می شود. علاوه بر این، در سال‌های بعد، در گیاهان زیر سایه‌بان، غلظت قندهای محلول و آمینو نیتروژن در آوند چوبی کمتر بوده، بنابراین، تاک برای رشد خود بیشتر به مواد قندی ریشه متکی خواهد شد که در نهایت به دلیل تعداد و اندازه کمتر برگها، سطح کل برگ کاهش خواهد یافت (Greer *et al.*, 2010).

عملکرد و اجزای عملکرد میوه

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر سایه‌بان بر ابعاد و وزن حبه، طول و قطر و وزن خوشه و عملکرد میوه تاک معنی‌دار بود، ولی اثر رقم در ابعاد حبه، تعداد خوشه و عملکرد تاک معنی‌دار بود (جدول ۱). اثر متقابل رقم × سایه‌بان نیز فقط بر طول حبه و وزن حبه معنی‌دار بود. کاربرد سایه‌بان باعث افزایش معنی‌دار طول و عرض و وزن حبه به ترتیب ۲۱/۸، ۴۴/۱۱ و ۴۱/۷ درصد، طول و قطر و وزن خوشه به ترتیب ۵۱/۶، ۴۹ و ۳۰/۸ درصد و عملکرد تاک ۶۵ درصد شد (جدول ۲). بیشترین تعداد خوشه ۳۲/۱۷ خوشه در رقم بیدانه قرمز و کمترین آن در رقم صاحبی به تعداد ۱۳/۵ عدد ثبت گردید. از نظر ابعاد حبه نیز بیشترین طول حبه ۲۱/۶۳ میلی‌متر، عرض حبه ۱۶/۱ میلی‌متر و وزن حبه ۳/۶۵۳ گرم در رقم صاحبی بدست آمد. بیشترین قطر خوشه نیز ۱۲/۰۳ سانتی‌متر، وزن خوشه به میزان ۲۱۰/۲ گرم و عملکرد تاک ۶۵۴۷ گرم در تاک در رقم بیدانه قرمز دیده شد (جدول ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × سایه‌بان بر طول حبه انگور. ستون هایی که دارای حرف مشابه می باشند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند. میله های خطا روی ستون ها اشتباه معیار را نشان می دهند

Fig. 2. Mean comparison of shading net × cultivar interaction effect on berry length of grape. Columns with similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using Tukey test. Error bars on columns represent standard errors

مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × سایه‌بان بر طول و عرض حبه نشان داد که در کلیه ارقام انگور مورد بررسی ابعاد حبه در زیر سایه‌بان بیشتر از بیرون سایه‌بان بود. بیشترین طول حبه (۲/۴۸ سانتی‌متر) در رقم صاحبی در زیر سایه‌بان و کمترین آن (۱/۰۷ سانتی‌متر) در رقم بیدانه قرمز در بیرون سایه‌بان بدست آمد (شکل ۲). بیشترین وزن حبه (۴/۲۵ گرم) در رقم صاحبی در زیر سایه‌بان و کمترین آن (۰/۷۷ گرم) در رقم بیدانه قرمز بیرون سایه‌بان مشاهده گردید (شکل ۳).

شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × سایه‌بان بر وزن حبه انگور. ستون هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه می باشند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند. میله های خطا روی ستون ها اشتباه معیار را نشان می دهند

Fig. 3. Mean comparison of shading net × cultivar interaction effect on berry weight of grape. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Tukey test. Error bars on columns represent standard errors

در پژوهش حاضر سایه‌بان باعث افزایش ابعاد و وزن حبه و خوشه در مقایسه با بیرون سایه‌بان شد که این امر باعث افزایش عملکرد میوه در واحد سطح در بیشتر ارقام گردید. رسولی و همکاران (Rasoli *et al.*, 2022) اثر سایه‌بان بر عملکرد و کیفیت میوه انگور رقم بیدانه قرمز در منطقه تاکستان را بررسی کردند و نشان دادند که سایه‌بان سفید و سبز رنگ با ضریب سایه‌اندازی ۳۰ درصد به ترتیب باعث افزایش ۱۰۷/۲ و ۱۴۱/۸ درصدی وزن خوشه در مقایسه با وزن خوشه در بیرون سایه‌بان شدند. میانگین وزن حبه نیز در سایه‌بان سفید و سبز

رنگ در مقایسه با بیرون سایه‌بان به ترتیب ۱۷۲/۹ درصد و ۲۷/۱ درصد افزایش نشان داد که با نتیجه پژوهش حاضر همسو بود.

الیویرا و همکاران (Oliveira *et al.*, 2014) گزارش کردند که سایه‌بان باعث افزایش معنی‌داری عملکرد میوه انگور رقم توریگا ناسیونال (Touriga Nacional) شد. سرات و کلکرنی (Serat and Kulkarni, 2015) نیز با استفاده از سایه‌بان سبز رنگ با میزان سایه‌اندازی ۳۰ درصد، حداکثر وزن خوشه، عملکرد میوه در هر تاک وعملکرد میوه هر هکتار و مقادیر بالاتر اجزای عملکرد میوه در انگور رقم تامسون سیدلس را گزارش کردند. لغاری و همکاران (Leghari *et al.*, 2019) نیز نشان دادند که سایه‌بان با ضریب سایه‌اندازی ۵۰ درصد باعث افزایش عملکرد میوه و اجزای آن در انگور رقم کشمشی شد. رسولی و همکاران (Rasoli *et al.*, 2022) نیز نشان دادند که عملکرد میوه انگور رقم بیدانه قرمز در زیر سایه‌بان سفید و سبز رنگ با ضریب سایه‌اندازی ۳۰ درصد به ترتیب ۱۱/۶ و ۴۰/۶ درصد نسبت به بیرون سایه‌بان افزایش داشت. این بیانگر این حقیقت است که نوع رنگ و میزان ضریب سایه‌اندازی سایه‌بان و همچنین نوع رقم در تغییرات عملکرد میوه انگور و ابعاد حبه آن مؤثر است. کاربرد سایه‌بان باعث کاهش تنش گرمایی شده و موجب افزایش تقسیم سلولی و رشد حبه‌ها می شود و این فرایند دیرتر وارد فاز تاخیری رشد حبه‌ها شده در نتیجه باعث پدیده انبساط حبه‌ها می‌گردد. به عبارت دیگر تجزیه دیواره های سلولی پارانشیم قشر حبه در اثر کاهش تنش گرمایی کمتر رخ داده و مدت زمان لازم برای رشد حبه‌های طولانی تر می شود که این امر موجب افزایش ابعاد حبه‌ها و به دنبال آن تغییر مثبت عملکرد تاک را در پی خواهد داشت (Gutiérrez *et al.*, 2019; Gutiérrez *et al.*, 2021).

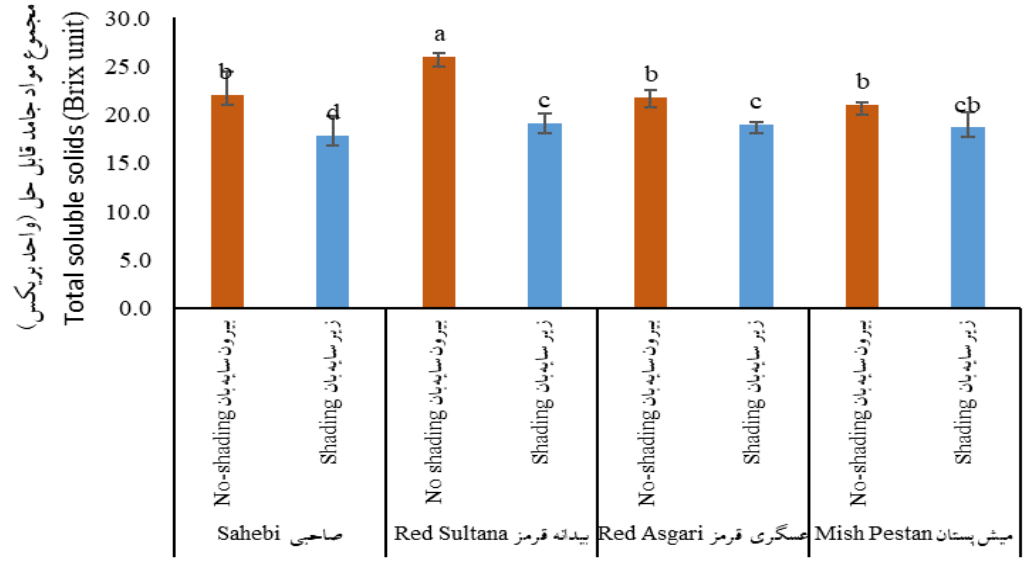
خصوصیات کیفیت میوه

تجزیه واریانس اثر سایه‌بان بر خصوصیات کیفیت میوه شامل: اسیدیته، مجموع مواد جامد قابل حل و pH آب میوه معنی‌دار بود (جدول ۱). اثر رقم بر اسیدیته و مجموع مواد جامد قابل حل معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم× سایه‌بان بر مجموع مواد جامد قابل حل آب میوه کلیه ارقام انگور، مجموع مواد جامد قابل حل در زیر سایه‌بان کمتر از بیرون سایه‌بان بود (جدول ۲). کاربرد سایه‌بان باعث افزایش معنی‌دار ۸۰/۶ درصدی TA و ۷۳/۲ درصد pH آب میوه شد ولی باعث کاهش معنی‌دار مجموع مواد جامد قابل حل به میزان ۱۷/۷ درصد گردید (جدول ۲).

بیشترین میزان مجموع مواد جامد قابل حل ۲۲/۶ درجه بریکس، اسیدیته ۶/۹ گرم بر لیتر و pH آب میوه ۴/۶ به ترتیب در ارقام بیدانه قرمز، عسگری قرمز و صاحبی ثبت شد (جدول ۲). بیشترین میزان مجموع مواد جامد قابل حل معادل ۲۶ واحد بریکس در رقم بیدانه قرمز در بیرون سایه‌بان و کمترین ۱۷/۹ واحد بریکس

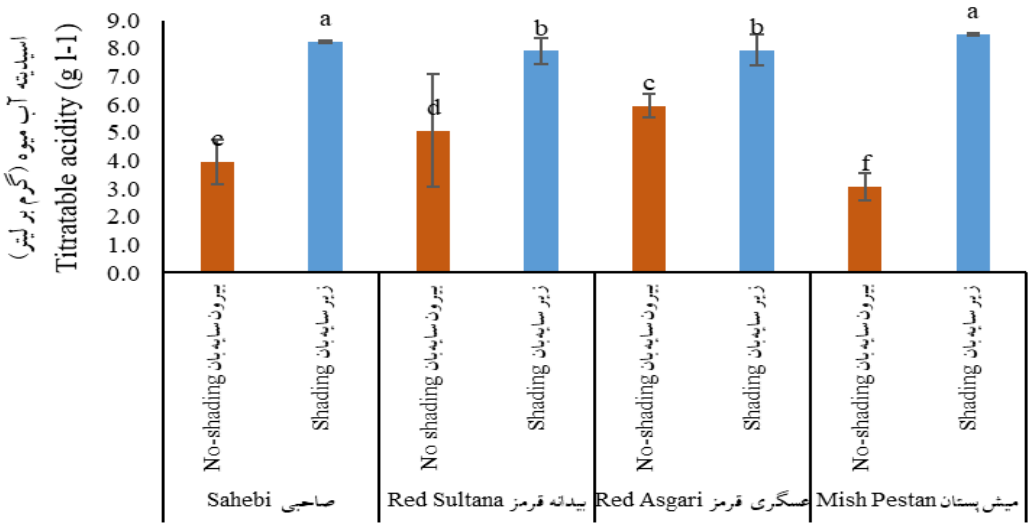
آن نیز در رقم صاحبی زیرسایه‌بان بدست آمد (شکل ۴). اسیدیته آب میوه در زیر سایه‌بان در کلیه ارقام انگور مورد بررسی بالاتر از بیرون سایه‌بان بود به‌طوری‌که بیشترین اسیدیته ۸/۵ گرم در لیتر) در رقم میش‌پستان در زیر سایه‌بان و کمترین آن (۳/۱ گرم در لیتر) در همان رقم در بیرون سایه‌بان مشاهده گردید (شکل ۵).

در پژوهش حاضر سایه‌بان در بیشتر ارقام انگور باعث کاهش TSS، pH و افزایش TA آب میوه گردید. این امر نشان دهنده دیررس شدن میوه جهت رسیدن به TSS مورد انتظار جهت برداشت است. پاگای و همکاران (Pagay *et al.*, 2013) گزارش کردند که توری نیمه دائمی پرندگان باعث کاهش قابل ملاحظه در مواد جامد محلول، pH و رنگ میوه انگور رقم کبرنت فرانس شد که با نتیجه پژوهش حاضر همسو بود. سرات و کلکرنی (Serat and Kulkarni, 2015) نیز نشان دادند که حداکثر TSS، قند کل، قندهای کاهش دهنده، قندهای غیر کاهشی و نسبت TSS به اسیدیته در رقم انگور تامسون سیدلس در محیط بدون سایه‌بان در مقایسه با سایه‌بان سبز با ضریب سایه‌اندازی ۳۰ و ۵۰ درصد بدست آمد.



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × سایه‌بان بر مجموع مواد جامد قابل حل. ستون هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند. میله های خطا روی ستون ها اشتباه معیار را نشان می دهند

Fig. 4. Mean comparison of shading net × cultivar interaction effect on total soluble solids of grape. Columns with at least one letter in common letter are not significantly different at the 5% probability level-using Tukey test. Error bars on columns represent standard errors



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × سایه‌بان بر اسید قابل تیتراسیون. ستون هایی که دارای حرف مشابه می باشند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند. میله های خطا روی ستون ها اشتباه معیار را نشان می دهند

Fig. 5. Mean comparison of shading net × cultivar interaction effect on titratable acidity of grape. Columns with similar letter are not significantly different at the 5% probability level- usingTukey test. Error bars on columns represent standard errors

گرمای بیشتر محیط شرایط را برای افزایش ترکیبات کربوهیدارتی (نظیر فروکتوز، ساکارز و گلوکز) را فراهم کردند (Pillet *et al.*, 2012). در این فرایند قندهای دیگری مانند گالاکتینول و ترهالوز نیز در طول تنش گرمایی تولید می‌شود که عامل بسیار مهمی در افزایش مجموع قند کل میوه است (Lecourieux *et al.*, 2014). به بیان دیگر کاهش تنش گرمایی در اثر کاربرد سایه‌بان، روشن شدن عوامل VvHsfA2 و VvGolS1 به تاخیر انداخته که این امر باعث کاهش TSS و به دنبال آن تاخیر در رسیدگی میوه می شود (Pillet *et al.*, 2012). با توجه به اینکه در استفاده از سایه‌بان، تجمع مواد قندی و افزایش کیفیت میوه به تاخیر می‌افتد، بنابراین به منظور جلوگیری از دیررس شدن محصول و تسریع در بازار رسانی آن، جمع کردن سایه‌بان جهت افزایش سریع مواد قندی در حبه‌ها و زودرس شدن محصول به خصوص در ارقام تازه‌خوری و متوسط رس، امری ضروری است.

تجزیه به عامل ها

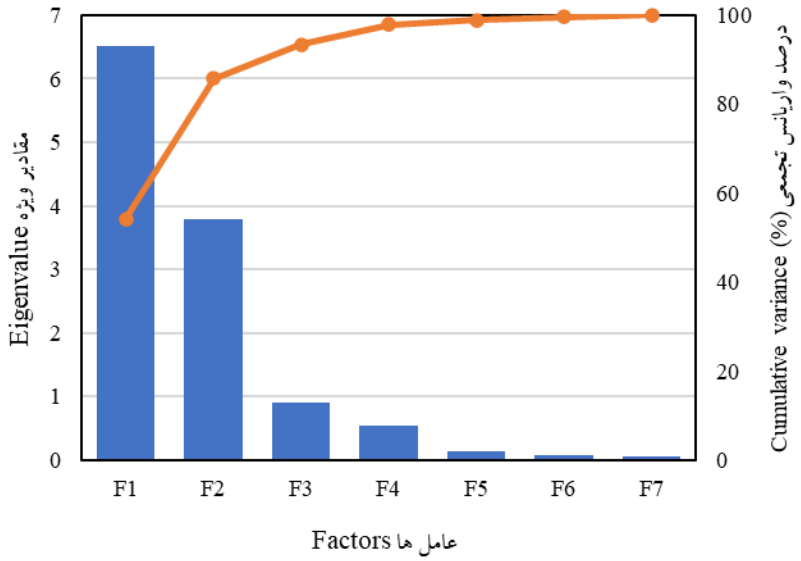
در تجزیه به عامل ها صفات مورد بررسی، عامل‌های اول (F1) و دوم (F2) بیشترین مقادیر ویژه را به خود اختصاص دادند و به ترتیب ۵۴/۲۲۸ و ۳۱/۵۳۴ درصد و در مجموع ۸۵/۷۶۲

درصد تغییرات را تبیین نمودند (جدول ۳ و شکل ۶). الگوی عاملی صفات در هر عامل پس از چرخش وریماکس در جدول ۴ ارائه شده است. طول میانگره، اسید قابل تیتراسیون، pH آب میوه، ابعاد و وزن خوشه و عملکرد میوه در تاک بیشترین ضریب همبستگی با عامل اول را نشان دادند. به عبارت دیگر عامل اول نشان دهنده عملکرد و خصوصیات کمی میوه مرتبط با آن است. تعداد خوشه، TSS آب میوه، وزن و ابعاد حبه خوشه بیشترین ضریب همبستگی با عامل دوم را داشتند که بیشتر بیانگر صفات مربوط به حبه میوه است (جدول۴).

جدول ۳- مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی عامل‌ها برای کلیه صفات در چهار رقم انگور در زیر سایه‌بان

Table 3. Eigenvalues, Variance (%), and cumulative variance of factors for all traits in four grape cultivars under shading net

Factor	عامل	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Eigenvalue	مقادیر ویژه	6.51	3.78	0.91	0.53	0.13	0.07	0.05
Variance (%)	درصد واریانس	54.23	31.53	7.61	4.45	1.11	0.61	0.45
Cumulative variance (%)	درصد واریانس تجمعی	54.23	85.76	93.37	97.82	98.93	99.54	100



شکل ۶- اسکری پلات مقادیر ویژه و درصد وریانس عامل‌ها برای کلیه صفات در چهار رقم انگور در زیر سایه‌بان

Fig. 6. Factors Scree plot of eigenvalues and variability (%) in all investigated traits in four grape cultivars under shading net

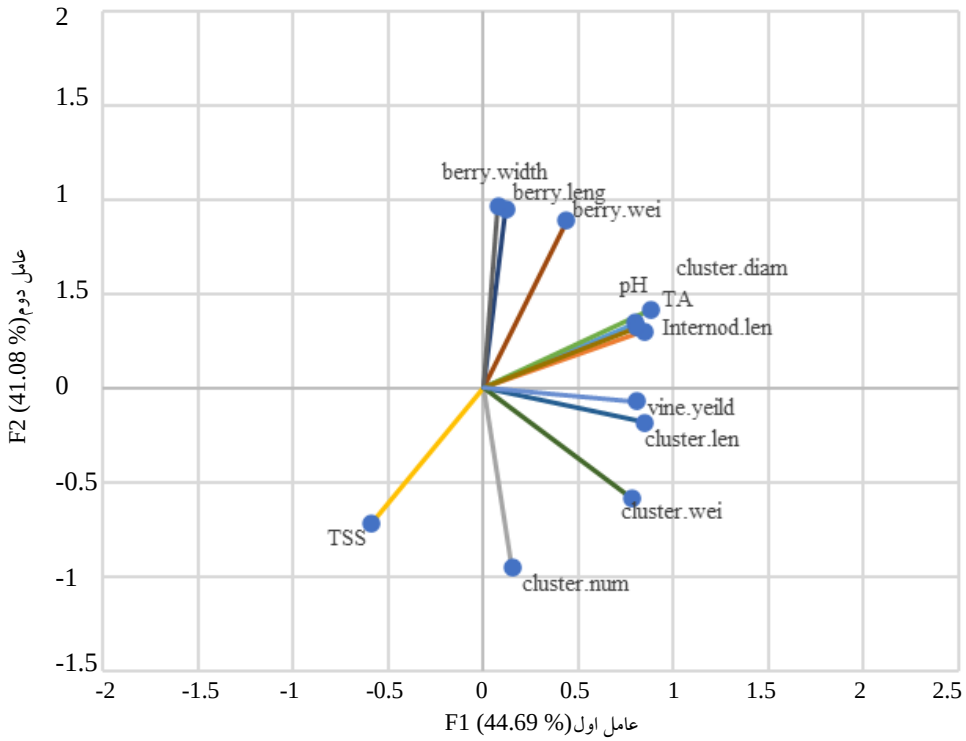
جدول ۴- الگوی عاملی در هر عامل پس از چرخش وریماکس برای کلیه صفات در چهار رقم انگور در زیر سایه‌بان

Table 4. Factor pattern in each factor after varimax rotation in all traits in four grape cultivars under under shading net

عامل Factor	طول میانگره Internode length	تعداد خوشه Cluster Number.	مجموع مواد جامد محلول TSS	اسید قابل تیتراسیون TA	اسیدیته pH	طول حبه Berry length	عرض حبه Berry width	وزن حبه Berry weight	طول خوشه Cluster length	قطرخوشه Cluster diameter	وزن خوشه Cluster weight	عملکرد میوه Fruit yield
F1	0.845	0.153	-0.586	0.803	0.883	0.122	0.438	0.079	0.805	0.851	0.787	0.807
F2	0.301	-0.954	-0.715	0.348	0.420	0.951	0.890	0.968	0.321	-0.183	-0.586	-0.071

TSS : Total soulable solids, TA: Tiratable acidity

بای‌پلات همبستگی بین صفات مورد مطالعه با اولین و دومین عامل پس از چرخش وریماکس در شکل ۷ نشان داده شده است. مجوع مواد جامد قابل حل TSS آب میوه تنها صفتی بود که با هر دو عامل دارای همبستگی منفی بود که نشاندهنده تاثیر شدید و معکوس سایه‌بان بر این ویژگی کیفیت میوه بود. همچنین سایه‌بان باعث افزایش بافت رویشی و زایشی اعم از حبه، خوشه و میانگره شد که به تبع آن افزایش عملکرد میوه را به دنبال داشت (شکل ۷). با افزایش بافت رویشی، میزان TSS کاهش یافت ولی میزان pH و TA عصاره میوه افزایش داشت که بیانگر دیررس شدن میوه بود. این یافته ها با نتایج کنگی و همکاران (Cangi *et al.*, 2011)، پاگایو همکاران (Pagay *et al.*, 2012)، الیویرا و همکاران (Oliveira *et al.*, 2014) و سرات و کلکرنی (Serat and Kulkarni, 2015) همسو بود.



شکل ۷- بای‌پلات همبستگی بین صفات با اولین و دومین عامل پس از چرخش وریماکس برای کلیه صفات در چهار رقم انگور در زیرسایه‌بان سبز

Fig. 7. Biplot of correlation between traits with the first and second factors after varimax rotation for all traits in four grape cultivars under shading net

برای استفاده از سایه‌بان دو دیدگاه متفاوت وجود دارد: الف) اگر هدف از تولید محصول، بازار رسانی سریعتر محصول و مصرف تازه خوری باشد در این صورت در مرحله تغییر

رنگ حبه، جمع‌آوری سایه‌بان ضروری است تا افزایش TSS و رسیدن میوه به تاخیر نیافتد، ب) اگر هدف تولید محصول آخر فصل و دیررس کردن آن برای نگه‌داری در سردخانه‌ای برای مصرف خارج از فصل باشد، نگهداشتن سایه‌بان تا مرحله برداشت میوه مفید خواهد بود که این امر باعث دیررس شدن محصول و بدنبال آن افزایش عمر انبارمانی می شود.

سپاسگزاری

نگارنده بدین وسیله از رئیس محترم موسسه تحقیقات علوم باغبانی، مدیریت محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، رئیس و کارشناسان محترم ایستگاه تحقیقات انگور تاکستان و همچنین رئیس و کارشناسان پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری که در انجام این پژوهش نهایت همکاری و مساعدت را داشتند، سپاسگزاری می کند.

تعارض منافع

نگارنده اعلام می کند که با هیچ کس تعارض منافع ندارد.

References

Ammoniaci, M., Kartsiotis, S.P., Perria, R. and Storchi, P. 2021. State of the art of monitoring technologies and data processing for precision viticulture. *Agriculture*, *11*, pp.201-203. DOI: 10.3390/agriculture11030201

Anonymous. 2022. Agricultural statistical yearbook. Volume III: Horticultural and Glasshouse Crops. Information and Communication Technology Center, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran (in Persian). 401 pp.

Azadshahraki, F., Zarei, G.H., Momeni, D. and Mahmoodi, R. 2022. Effect of shading cover on some quality properties of 'Bidaneh Sefid' and 'Bidaneh Ghermez' Grapes. *Journal of Biosafety and Biosecurity*, *5*, pp.1-14 (in Persian).

Bergqvist, J., Dokoozlian, N. and Ebisuda, N. 2021. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *American Journal of Enology and Viticulture*, *52*, pp.1-7. DOI: 10.5344/ajev.2001.52.1.1

Bindi, M., Miglietta, F., Gozzini, B., Orlandini, S. and Seghi, L. 2015. A simple model for simulation of growth and development in grapevine *(Vitis vinifera* L.). *Vitis Journal Grapevine Research*, *36*, pp.67-71. DOI: 10.5073/vitis.1997.36.67-71

Borgogno, M.E., de Palma, L. and Novello, V. 2020. Investigating Sentinel 2 multispectral imagery efficiency in describing spectral response of vineyards covered

with plastic sheets. *Agronomy, 10*, 1909-1912. DOI: 10.3390/agronomy10121909

Cangi, R., Yagcı, A., Akgul, S., Kesgin, M. and Yanar, Y., 2011. Effects of shading and covering material application for delaying harvest on gray mold disease severity. *African Journal of Biotechnology*, *10*, pp.12182-12187.

Carlomagno, A., Novello, V., Ferrandino, A., Genre, A., Lovisolo, C. and Hunter, J.J. 2018. Pre-harvest berry shrinkage in cv 'Shiraz' *(Vitis vinifera* L.): Understanding sap flow by means of tracing. *Scientia Horticulturae*, *233*, pp.394-406. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.02.014

Cataldo, E., Fucile, M. and Mattii, G.B. 2022. Effects of kaolin and shading net on the ecophysiology and berry composition of Sauvignon Blanc grapevines. *Agriculture, 12*(4), pp.491- 499. DOI: 10.3390/agriculture12040491

Chorti, E., Guidoni, S., Ferrandino, A. and Novello, V. 2010. Effect of different cluster sunlight exposure levels on ripening and anthocyanin accumulation in Nebbiolo grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, *61*, pp.23-30. DOI: 10.5344/ajev.2010.61.1.23

Coulter, A.D., Henschke, P.A., Simos, C.A. and Pretorius, I.S. 2008. When the heat is on, yeast fermentation runs out of puff. *Australian and New Zealand Wine Industry Journal*, *23*, pp.29-33.

De Orduna, R.M. 2010. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *International Food Research Journal*, *43*, pp.1844-1855. DOI: 10.1016/j.foodres.2010.05.001

Del-Castillo-Alonso, M.A., Monforte, L., Tomas-Las-Heras, R., Ranieri, A., Castagna, A., Martinez-Abaigar, J. and Nunez-Olivera, E. 2021. Secondary metabolites and related genes in *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo grapes as influenced by ultraviolet radiation and berry development. *Physiologia Plantarum, 173*(3), pp.709-724. DOI: 10.1111/ppl.13483

Erasmus, D.J., Merwe, G.K. and Vuuren, H.J. 2003. Genome-wide expression analyses: Metabolic adaptation of *Saccharomyces cerevisiae* to high sugar stress. *FEMS Yeast Research, 3*(4), pp.375-399. DOI: 10.1016/S1567-1356(02)00203-9

FAO. 2021. Grapevine product statistics. Publications of Food and Agriculture Organization. https://www.fao.org/statistics/en/grape

Greer, D.H., Weston, C.J. and Weedon, M.M. 2010. Shoot architecture, growth and development dynamics of *Vitis vinifera* cv. Semillon vines grown in an irrigated

vineyard with and without shade covering. *Functional Plant Biology, 37*, pp.1061-1069. DOI: 10.1071/fp10101

Gutiérrez, G., Pardo, C. and Moreno-Simunovic, Y. 2019. Effects on berry shrinkage in *Vitis vinifera.* L cv. 'Merlot' from changes in canopy/root ratio: A preliminary approach. *South African Journal of Enology and Viticulture, 40*, pp.1-6. DOI: 10.21548/40-1-2867

Gutiérrez, G., Zheng, W. and de Toda, F.M. 2021. Current viticultural techniques to mitigate the effects of global warming on grape and wine quality: A comprehensive review. *International Food Research Journal, 139*, pp.1-15. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109946

Heuvel, J.E., Proctor, J., Fisher, K.H. and Sullivan, J.P. **2004.** Shading affects morphology, dry-matter partitioning, and photosynthetic response of greenhouse-grown 'Chardonnay' grapevines. *Hortscience, 39*, pp.65–70. DOI: 10.21273/hortsci.39.1.65

Iland, P., Ewart, A., Sitters, J., Markides, A. and Bruer, N. 2000. Techniques for chemical analysis and quality monitoring during winemaking. Campbelltown, SA Patrick Iland Wine Promotions. 120 pp.

Irimia, L.M., Patriche, C.V., Renan, L., Herve, Q., Cyril, T. and Sfica, L. 2019. Projections of climate suitability for wine production for the Conair wine region (Romania). *Environment, Development and Sustainability, 1*, pp.5-18. DOI: 10.2478/pesd-2019-0001

Ju, Y.L., Yue, X.F., Zhao, X.F., Zhao, H. and Fang, Y.L. 2018. Physiological, micro-morphological and metabolomic analysis of grapevine *(Vitis vinifera* L.) leaf of plants under water stress. *Plant Physiology and Biochemistry, 130*, pp.501-510. DOI: 10.1016/j.plaphy.2018.07.036

Keller, M., Hess, B., Schwager, H., Scharer, H. and Koblet, W. 1995. Carbon and nitrogen partitioning in Vitis vinifera L.: Responses to nitrogen supply and limiting irradiance. *Vitis, 34*, pp.19-26. DOI:10.5073/vitis.1995.34.19-26

Lecourieux, F., Kappel, C., Lecourieux, D., Serrano, A., Torres, E., Arce-Johnson, P. and Delrot, S. 2014. An update on sugar transport and signaling in grapevine. *Journal of Exprimental Botany, 65*, pp.821–832. DOI: 10.1093/jxb/ert394

Leghari, S., Shaukat, K., Khattak, M.I., Panezai, M.A., Marri, A.A. and Ismail, T. 2019. Influence of sun and shade on the growth, yield and quality of *Vitis vinifera* L.(grapes) under semiarid environmental conditions. *Applied Ecology & Environmental Research, 17*(4), pp.1-10. DOI: 10.15666/aeer/1704_88478864

Lu, H.C., Wei, W., Wang, Y., Duan, C.Q., Chen, W. and Wang, J. 2021. Effects of sunlight exclusion on leaf gas exchange, berry composition, and wine flavor profile of

Cabernet-Sauvignon from the foot of the north side of Mount Tianshan and a semi-arid continental climate. *OENO One, 55*, pp.267-283. DOI: 10.20870/oeno-one.2021.55.2.4545

McArtney, S. and Ferree, D. C. 1999. Shading effects on dry matter partitioning, remobilization of stored reserves and early season vegetative development of grapevines in the year after treatment. *Journal of the American Society for Horticultural Science, 124*, pp.591-597. DOI: 10.21273/jashs.124.6.591

Naulleau, A., Gary, C., Prevot, L. and Hossard, L. 2021. Evaluating strategies for adaptation to climate change in grapevine production-A systematic review. *Frontiers in Plant Science, 11*, pp.2154-2159. DOI: 10.3389/fpls.2020.607859

Oliveira, M., Teles, J., Barbosa, P., Olazabal, F. and Queiroz, J. 2014. Shading of the fruit zone to reduce grape yield and quality losses caused by sunburn. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, *48*, pp.179-187. DOI: 10.20870/oeno-one.2014.48.3.1579

Pagay, V., Reynolds, A.G. and Fisher, K.H. 2013. The influence of bird netting on yield and fruit, juice, and wine composition of *Vitis vinifera*. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, *47*, pp.35-45. DOI: 10.20870/oeno-one.2013.47.1.1536

Paknejad, F., Majidi heravan, E., Noor mohammadi, Q., Siyadat, A. and Vazan, S. 2007. Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters, chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, *5*(4), pp.162-169. DOI: 10.3923/jbs.2007.841.847

Pillet, J., Egert, A., Pieri, P., Lecourieux, F., Kappel, C., Charon, J., Gomès, E., Keller, F., Delrot, S. and Lecourieux, D. 2012. VvGOLS1 and VvHsfA2 are involved in the heat stress responses in grapevine berries. *Plant Cell Physiology*, *53*, pp.1776–1792. DOI:10.1093/pcp/pcs121

Palliotti, A., Tombesi, S., Silvestroni, O., Lanari, V., Gatti, M. and Poni, S. 2014. Changes in vineyard establishment and canopy management urged by earlier climate-related grape ripening: A review. *Scientia Horticulturae, 178*, pp.43-54. DOI: 10.1016/j.scienta.2014.07.039

Pokhrel, Y., Felfelani, F., Satoh, Y., Boulange, J., Burek, P., Gadeke, A. and Wada, Y. 2021. Global terrestrial water storage and drought severity under climate change. *Nature Climate Change, 11*, pp.226-233. DOI: 10.1038/s41558-020-00972-w

Porro, D., Dallaserra, M., Zatelli, A. and Ceschini, A. 2001. The interaction between nitrogen and shade on grapevine: the effects on nutritional status, leaf age and leaf gas

exchanges. *Acta Horticulturae*r, *564*, pp.253-260. DOI: 10.17660/actahortic.2001.564.29

Rasoli, V. 2017. Drought tolerance management of grapevine. Agricultural Education and Extention Publications. Tehran, Iran. 177 pp. (in Persian).

Rasoli, V. and Dolati Baneh, H. **2018.** Assessment of the adaptability of 50 Russian grapevine varieties in Iran by genotype and genotype × environment interaction biplot (GGE Biplot) method. *Journal of Plant Ecophysiology, 9,* pp.205-213 (in Persian)

Rasoli, V., Nejatian, A.M. and Salahshorian, R 2022. The effect of shading net on the quantitative and qualitative yield of Red Bidaneh grapes in the vineyard area. *Journal of grape extension, 1*(4), pp.29-34 (in Persian)

Reshef, N., Agam, N. and Fait, A. 2018. Grape berry acclimation to excessive solar irradiance leads to repartitioning between major flavonoid groups. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 66,* pp.3624-3636. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b04881

Serat, B. and Kulkarni, S.S. 2015. Effect of shade net on yield and quality of grapes cv. Thompson Seedless. *International Journal of Science and Research*, *4*(5), pp.1841-1845.

Thornton, P.K., Ericksen, P.J., Herrero, M. and Challinor, A.J. 2014. Climate variability and vulnerability to climate change: A review. *Global Change Biology, 20,* pp.3313-3328. DOI:10.1111/gcb.12581

Van Leeuwen, C. and **Destrac, I.A. 2017.** Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard. *Oeno One, 51,* pp.147-154. DOI:10.20870/oeno-one.2016.0.0.1647

Wu, Y., Qiu, T., Shen, Z., Wu, Y., Lu, D. and He, J. 2018. Effects of shading on leaf physiology and morphology in the 'Yinhong'grape plants. *Revista Brasileira de Fruticultura, 1*, pp.40-49. DOI: 10.1590/0100-29452018037

Yang, Y., Hori, Y. and Ogata, R. 1980. Studies on retranslocation of accumulated assimilates in "Delaware" grapevines. II. Retranslocation of assimilates accumulated during the previous growing season. *Tohoku Journal of Agricultural Research, 31*, pp.109-119. DOI: ci.nii.ac.jp/naid/110000982036

RESEARCH ARTICLE

Evaluation of Some Vegetative Growth Characteristics, Fruit Yield and Quality of Four Grape (*Vitis vinifera* L.) Cultivars under Green Shading Net

V. Rasoli

Associate Professor, Temperate Fruit Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Rasoli, V. Evaluation of some vegetative growth characteristics, fruit yield and quality of four grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars under green shading net. *Seed and Plant*, *39*, pp.283-305 (In Persian).

An increase in the temperature and frequent droughts are consequences of the climate change. Using different methods of producing horticultural products in protected ways, such as shading net, is one approach to mitigate the impact of the changing climate. The present study was carried out to determine the effect of shading net on growth and fruit yield and quality of four grapevine (*Vitis vinifera***)** cultivars in the Takestan grapevine research station in 2022. For this purpose, vegetative and reproductive characteristics of four grapevine cultivars (Sahebi, Red Sultana, Red Asgari and Mish Pestan) were evaluated under and outside of green shading net with shade coefficient of 50% as factorial arrangements in randomized complete block design with three replications. Significant increase of internode length under the shading net were recorded. Green shading net significantly increased the titratable acid (80.6%) and the pH of the fruit juice (73.2%), the length and width, and the weight of berry (21.8%, 44.11%, and 41.7%, respectively), cluster length, diameter and weight (51.6%, 49%, and 30.8%, respectively), and fruit yield per vine (65%). However, green shading net caused significant decrease in total soluble solids (17.7%). In all grape cultivars, the total soluble solids under the green shading net was lower than outside the green shading net, and the highest total soluble solids (26 Brix units) belonged to cv. Red Sultana outside of the shading net. The titratable acidity (TA) level of fruit juice under shading net was higher than outside the shading net in all grape cultivars. The highest TA level (8.5g l^{-1}) was observed in cv. Mish Pestan under green shading net. The dimensions of berries under the shading net were greater than outside in all studied grape cultivars. The results showed that the fruit yield and its components increased under green shading net, but fruit ripening prolonged. Therefore, for table grape production, it is necessary to collect the shading net in fruit color changing period to prevent late ripening.

Keywords: Grape, vine, fruit yield, table grape, climate change.

Introduction

Due to changing climate, the yield and the quality of agricultural products including grapevine are significantly affected. The intensity of sunlight and high temperature are especially important because of their effects on phenological stages, fruit yield, flower and berry drop, berry weight, and on the production and accumulation of primary and secondary compounds. Using Shading nets have been suggested in viticulture as an adaptation and protection approach to mitigate the effect of high temperatures (global warming) and decrease evapotranspiration (Naulleau *et al.*, 2021). The present study was carried out to determine the effect of the green shading net on growth, fruit yield and its components and quality of four grapevine (*Vitis vinifera***)** cultivars in the Takestan grapevine research station, Takestan, Iran.

Materials and Methods

Four grapevine cultivars (Sahebi, Red Sultana, Red Asgari and Mish Pestan) were evaluated under and outside of green shading net with shade coefficient of 50% as factorial arrangements in randomized complete block design with three replications and three vines in each plot. Cluster dimensions and weight, clusters number vine^{-1}, dimensions and weight of berry, total soluble solids (TSS), pH and titratable acidity (TA) of fruit juice, fruit yield vine^{-1} and internode length were measured and recorded. SPSS Ver. 26 software was used to test the data normality, analysis of variance, and means comparison by Tukey's test at the 5% probability level. Factor analysis was performed based on principal component analysis and varimax rotation, as well as drawing graphs, using XLSTAT 2019 add-in under Excel software.

Results and Discussion

Using green shading net significantly increased (66.2%) the internodes length. Green shading net significantly increased TA (80.6%) and pH of fruit juice (73.2%), but significantly decreased TSS (17.7%). The highest amount of TSS (26 Brix units) was obtained in cv.Red Sultana outside of the shading net and the lowest (17.9 Brix units) obtained in cv. Sahebi under the shading net. The highest amount of TA (8.5 g l^{-1}) was observed in cv. Mish Pestan under the green shading net and the lowest (1.3 g l^{-1}) in this cultivar in the outside of shading net.

Serat and Kulkarni (2015) reported that the maximum TSS, total sugar, reducing sugars, non-reducing sugars and the ratio of TSS to TA in grape variety Thomson Seedless in without shading net environment (compared to green shading net with shade factor of 30% and 50%) were obtained. The reduction of heat stress due to the use of shading net has delayed the activation of VvHsfA2 and VvGolS1 factors, which causes

a decrease in TSS and delay in fruit ripening (Pillet *et al.,* 2012).

Green shading net significantly increased the length, width, and weight of berries (21.8%, 44.11%, and 41.7%, respectively), cluster length, diameter, and weight (51.6%, 49%, and 30.8%, respectively) and vine yield (65%). The highest berry length (2.48 cm) was obtained in cv. Sahebi under the green shading net and the lowest (1.07 cm) was obtained in cv. Red Sultana outside of the shading net. The highest berry weight (4.25 g) was recorded in cv. Sahebir under the green shading net and the lowest (0.77 g) was recorded in cv. Red Sultana outside of the shading net. Rasoli *et al.* (2022) reported that white and green shading nets, with shading factor of 30%, increased the cluster weight by 107.2 and 141.8%, respectively.

The results of this research showed that using green shading net increased fruit yield and its components, and prolonged fruit ripening. Therefore, for table grape production, it is necessary to collect the shading net in color changing period to prevent late ripening.

References

Naulleau, A., Gary, C., Prevot, L. and Hossard, L. 2021. Evaluating strategies for adaptation to climate change in grapevine production-A systematic review. *Frontiers in Plant Science, 11,* pp.2154-2159. DOI: 10.3389/fpls.2020.607859

Pillet, J., Egert, A., Pieri, P., Lecourieux, F., Kappel, C., Charon, J., Gomès, E., Keller, F., Delrot, S. and Lecourieux, D. 2012. VvGOLS1 and VvHsfA2 are involved in the heat stress responses in grapevine berries. *Plant Cell Physiology, 53,* pp.1776–1792. DOI: 10.1093/pcp/pcs121

Rasoli, V., Nejatian, A.M. and Salahshorian, R. 2022. The effect of shading net on the quantitative and qualitative yield of Red Bidaneh grapes in the vineyard area. *Journal of grape extension, 1*(4), pp.29-34 (in Persian)

Serat, B. and Kulkarni, S.S. 2015. Effect of shade net on yield and quality of grapes cv. Thompson Seedless. *International Journal of Science and Research*, *4*(5), pp.1841-1845.

*Corresponding author: spiiqv@gmail.com Tel.: +982632704599

Received: 04 April 2023
Accepted: 18 June 2023