The University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

Homepage: http:// ijhs.ut.ac.ir/

The Effect of Light Quality on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Fruits of Grape (*Vitis vinifera* L. 'Yaghooti'), under salinity conditions in greenhouse

Maryam Keshavarzi[1], Mahmood Esna-Ashari[2]✉, Hassan Sarikhani[3]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. E-mail: mkeshavarzi260@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. E-mail: m.esnaashari@basu.ac.ir
3. Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. E-mail: sarikhani@basu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 5 July 2023

Received in revised form: 22 August 2023

Accepted: 4 September 2023

Published online: 22 December 2023

Keywords:

Anthocyanin,

LED,

antioxidant capacity,

red and blue lights,

electrical conductivity.

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of light quality on some fruit quantitative and qualitative traits of grape in response to the salinity of the nutrient solution in a hydroponic system in a greenhouse, The study was carried out as a factorial experiment with two factors based on a completely randomize design and three replications over two successive years. The first factor was light quality at 5 levels including red 100%, blue 100%, red and blue with a ratio of 70 and 30%, red and blue with a ratio of 50 and 50% and the control (greenhouse natural light) and the second factor was electrical conductivity caused by adding sodium chloride to the nutrient solution at 4 levels including 1.67 (control), 3.63, 6.05 and 10.23 Ms/cm. The results of this study showed that in combination of red and blue light (70-30) treatment at 10.23 Ms/cm salinity compared to other light qualities, the weight, length, width and cluster density are of fruit were 53, 71.89, 70 and 36% respectively, more than the natural light of the greenhouse. The combination of red and blue lights increased the amount of dry matter (18.31%), dissolved solids (18.31%), titratable acid (12.51%), antioxidant capacity (20%) and vitamin C (39.49%) compared to the natural light of the greenhouse. It also caused the lowest accumulation of tannin in the fruit (29.55%) in the treatment of 10.23 Ms/cm of salinity. Blue light (100%) led to an increase in the sugar to acid ratio and anthocyanin ratio by 18.31 and 37.41%, respectively, more than natural greenhouse light in grape fruit.

Therefore, the combination of red and blue lights, especially the ratio of 70-30%, showed a greater effect in maintaining and improving the quantitative and qualitative characteristics of the fruit in severe salinity treatment.

Cite this article: Keshavarzi, M., Esna-Ashari, M. & Sarikhani, H. (2023). The Effect of Light Quality on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Fruits of Grape (*Vitis vinifera* L. 'Yaghooti'), under salinity conditions in greenhouse. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 54 (4), 535-552. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.361714.2113

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.361714.2113

Extended Abstract

Introduction

Grapes are one of the most important economic crops in Iran and the world, which are cultivated in a wide range of climatic conditions. The most cultivated areas of grapes in Iran are located in arid and semi-arid regions, and salinity is one of the main factors that limit the production of grapevine in these regions. To overcome the negative effect of salinity, artificial lighting in greenhouse can be considered as a useful tool to remove light limitations and improve fruit antioxidant activities. Therefore, this research investigated the effect of LED lights with the wavelengths of 448 nm (blue light) and 623 nm (red light) as well as their combination

on fruit production and the amount of some biochemical compounds in the greenhouse under the hydroponic system and the salinity of the nutrient solution.

Materials and methods

In this research, one-year saplings of grape (*Vitis vinifera* L. cv. Yaghooti) were used. After disinfection and washing, saplings were transferred into 7-liter pots containing peat and perlite (1:1) and grown in hydroponic conditions by feeding modified Hoagland nutrient solution. The research was carried out as a factorial experiment with two factors. based on a completely randomized design, with three repetitions and conducted over two successive years. The first factor was the different qualities of light at 5 levels and the second factor was the electrical conductivity caused by adding NaCl with a purity of 99.45% to the nutrient solution at 4 levels. Salt and light treatments were applied to the plants at the same time and every other day. After finishing the treatments in the first year, the then were moved again to the greenhouse at the beginning of January. When the plants stablished and reached to the proper growth. about 50 cm in height, they were subjected to different treatments of salt stress and light for another 3 months (February to April) and under the same conditions as the first year. In the second year, when the saplings were three years old, they produced fruits.

Parameters including fruit cluster weight (by digital scale), cluster density (cluster weight to volume ratio), soluble solids (using Atago handheld refractometer, model N1, Japan), total fruit acidity (by titration method according to Ayala-Zavala, 2007), fruit sugar to acid ratio, fruit antioxidant capacity (by DPPH method (Li *et al*., 2005), fruit total phenol concentration (using Folin-cicalto method (Tezcan *et al*., 2009), fruit total flavonoid content (Li *et al*., 2006), fruit total fruit tannin (Taira *et al*., 1996), fruit peel anthocyanin (Giusti *et al*., 2001) and vitamin C (using dichlorophenol-endophenol titration method (Hashemi-Dehkordi protocol , 2012) were measured on three-year-old plants.

Results and Discussion

The results of this study showed that in combination of red and blue light (70-30) treatment compared to other light qualities, the weight, length, width and cluster density of fruits were 53, 71.89, 70 and 36% respectively, more than the natural light of the greenhouse at 10.23 Ms/cm of salinity treatment. The combination of red and blue lights increased the amount of dry matter (18.31%), dissolved solids (18.31%), titratable acid (12.51%), antioxidant capacity (20%) and vitamin C (39.49%). compared to the natural light of the greenhouse. It also caused the lowest accumulation of tannin in the fruit (29.55%) in the treatment of 10.23 Ms/cm of salinity. Blue light (100%) led to an increase in the sugar to acid ratio and anthocyanin ratio by 18.31 and 37.41%, respectively, more than natural greenhouse light in grape fruit. It seems that the red and blue lights and their combination increased the life span of the plant by maintaining the greenness and its freshness, and with a positive effect on the amount of photosynthesis and the most useful production metabolites, it led to greater tolerance of the plant in different salinity levels. The result maintained the fruit quality at a favorable level.

Therefore, the combination of red and blue lights, especially the ratio of 70-30%, showed a greater effect in maintaining and improving the quantitative and qualitative characteristics of the fruit in severe salinity treatment.

Conclusion

The results of this research showed the positive effect of different qualities of light on fruit quantitative and qualitative characteristics of Yaghooti grapes when irrigated by saline nutrient solution using hydroponic system under greenhouse condition. The combination of red and blue lights, especially with a ratio of 70-30% stimulated the production of useful secondary compounds in fruit compared to the single lights, and were more effective in improving the quality of the fruit.

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۴، شماره ۴

انتشارات دانشگاه تهران

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۹۳۰

Homepage: http://ijhs.ut.ac.ir//

تأثیر کیفیت نور بر برخی از ویژگی‌های کمّی و کیفی میوه انگور رقم یاقوتی تحت شرایط تنش شوری در گلخانه

مریم کشاورزی[۱] | محمود اثنی عشری[۲]✉ | حسن ساری‌خانی[۳]

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: mkeshavarzi260@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: m.esnaashari@basu.ac.ir

۳. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: sarikhani@basu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۳

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۰/۰۱

کلیدواژه‌ها:

آنتوسیانین، ال‌ای‌دی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، نورهای قرمز و آبی، هدایت الکتریکی.

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کیفیت نور بر برخی از ویژگی‌های کمّی و کیفی میوه انگور رقم یاقوتی در پاسخ به شوری محلول غذایی در سیستم هیدروپونیک درگلخانه، به صورت یک آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور بر پایه طرح کاملاً تصادفی، در سه تکرار طی دوسال متوالی انجام شد. فاکتور اول کیفیت نور در ۵ سطح شامل قرمز۱۰۰درصد، آبی۱۰۰درصد، قرمز و آبی با نسبت ۷۰و۳۰ درصد، قرمز و آبی با نسبت ۵۰ و۵۰ درصد و شاهد (نور طبیعی گلخانه) و فاکتور دوم هدایت الکتریکی ناشی از اضافه نمودن کلریدسدیم به محلول غذایی در ۴ سطح شامل ۱/۶۷ (شاهد)، ۳/۶۳، ۶/۰۵ و ۱۰/۲۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر بودند. نتایج این بررسی نشان داد که ترکیب نور قرمز و آبی (۷۰و۳۰ درصد) در مقایسه با دیگر کیفیت‌های نور، وزن، طول، عرض و تراکم خوشه را به ترتیب ۵۳، ۷۱/۸۹، ۷۰ و ۳۶ درصد بیشتر از نور طبیعی گلخانه در تنش شوری شدید حفظ کرد. ترکیب نورهای قرمز و آبی میزان ماده خشک (۱۸/۳۱درصد)، مواد جامدمحلول(۱۸/۳۱درصد)، اسید قابل تیتراسیون(۱۲/۵۱ درصد)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی(۲۰ درصد) و میزان ویتامین ث (۳۹/۴۹درصد) را نسبت به نور طبیعی گلخانه افزایش داد و نیز کمترین تجمع تانن در میوه (۲۹/۵۵ درصد) در تنش شوری شدید را سبب شد. نور آبی۱۰۰درصد منجر به بالا رفتن سطح نسبت قند به اسید و آنتوسیانین به ترتیب به میزان ۱۸/۳۱و ۳۷/۴۱ درصد بیشتر از نور طبیعی گلخانه در میوه انگور شد. بنابراین، ترکیب نورهای قرمز و آبی به‌ویژه نسبت ۷۰ و۳۰ درصد در تیمار شدید شوری تأثیر بیشتری در حفظ و بهبود ویژگی‌های کمّی و کیفی میوه نشان داد.

استناد: کشاورزی، مریم؛ اثنی‌عشری، محمود؛ و ساری‌خانی، حسن (۱۴۰۲). تأثیرکیفیت نور بر برخی از ویژگی‌های کمّی و کیفی میوه انگور رقم یاقوتی تحت شرایط تنش شوری در گلخانه. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۴ (۴)، ۵۵۲-۵۳۵. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.361714.2113

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI : https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.361714.2113

مقدمه

انگور یکی از مهمترین محصولات اقتصادی در ایران و جهان است که در گستره وسیعی از شرایط اقلیمی کشت می‌شود. بیشترین سطح زیرکشت انگور درکشور ما در مناطق خشک و نیمه خشک قراردارد و شوری یکی از عمده‌ترین عوامل محدودکننده تولید این محصول در مناطق فوق است (Mozafari *et al*., 2018). ارقام انگور تنوع زیادی از نظر سطوح تحمل به شوری دارند و دامنه مشخصی برای تحمل به شوری در این ارقام گزارش نشده است، با توجه به تحمل اکثر ارقام انگور به غلظت نمک ۴/۳۶ تا ۶/۰۵ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر می‌توان انگور را درگروه گیاهان نیمه‌حسّاس به شوری قرار داد (Stevens & Walker, 2012). کاهش تولید به میزان کمتر از ۱۰ درصد، در غلظت ۱/۵۹ تا ۲/۷۶ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر، و کاهش ۱۰ تا ۱۵درصد در غلظت ۲/۷۶ تا ۴/۳۶ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر و خسارت شدید با ۲۵ تا۵۰ درصد کاهش، در غلظت ۵/۳۷ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر تولید گزارش شد، بنابراین پاسخ انگور به شوری وابسته به فاکتورهای مختلف مثل رقم، سیستم آبیاری، شرایط اقلیمی و نوع خاک است (Ola, 2016). در مطالعه Malmoon *et al*. (1988) که برای ۵ سال از آب شور با غلظت‌های ۲۵، ۷۵، ۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و ۵۰۰ میلی‌زیمنس بر متر به هدف آبیاری و بهبود شاخص‌های تحمل به شوری انگورهای منطقه‌ای در آفریقای جنوبی استفاده کرده بود، حد آستانه شوری برای انگور ۱۰۰ میلی‌زیمنس بر گزارش شد. همچنین این محققین گزارش کردند که رشد و اندازه گیاه انگور، کلید تعیین‌کننده‌ای برای پاسخ به تنش شوری است و پیشنهاد کردند که در صورت استفاده از آب شور برای آبیاری، برای جلوگیری از هر گونه کاهش عملکرد باید آبشویی افزایش یابد. در گزارش دیگری آستانه‌ای که بالاتر از آن اثرهای شوری بر رشد و عملکرد انگور بروز می‌کند حدود ۲۰۰ میلی زیمنس بر متر تعیین شده است (Tahanian *et al*., 2019).

با توجه به افزایش روزافزون شوری در اراضی کشاورزی جهان در اثر کم آبی و یا آبیاری با آب‌های شور، بررسی راه‌کارهایی جهت افزایش تحمل به شوری گیاهان ضروری می‌باشد. شرایط نوری بهینه همراه با تغذیه کامل، دمای مناسب و آبیاری مطلوب، فاکتورهای اساسی برای القاء تحمل به تنش‌ها شناخته‌شده‌اند. برای غلبه بر تأثیر منفی شوری، استفاده از نوردهی مصنوعی در گلخانه جهت رفع محدودیت‌های نوری و تأثیر بر فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند یک راه‌کار بهبود دهنده مفید در نظر گرفته شود.

تحت شرایط نوری مناسب، تثبیت دی اکسیدکربن و میزان فتوسنتز خالص در درختان میوه از طریق بالا رفتن جذب انرژی نوری افزایش یافته و تولیدات فتوسنتزی به‌طور پیوسته به میوه‌ها منتقل می‌شوند. درنتیجه نور برای افزایش عملکرد و کیفیت تولیدات تجاری درختان میوه می‌تواند تعیین‌کننده باشد (Zhang *et al*., 2018 a). درمناطق مختلفی از جهان، کشت گلخانه‌ای درختان میوه معتدله ازجمله انگور با اهداف متفاوتی مانند تولید محصول خارج از فصل، افزایش کیفیت محصول، تولید پایدار محصول در طول سال، کنترل بهتر آفات و بیماری‌ها و حفاظت درختان میوه در برابر شرایط نامطلوب محیطی انجام می‌شود. رقم‌های تجاری فراوانی از قبیل بیدانه سفید و قرمز، عسکری، یاقوتی قرمز، صاحبی، فخری و بسیاری ارقام دیگر در ایران پرورش داده می‌شوندکه در بین این ارقام، انگور رقم یاقوتی قرمز زودرسترین آن‌ها محسوب می‌شود (Karami *et al*., 2017) که این ویژگی می‌تواند کشت آن را در گلخانه مناسب سازد. انگور رقم یاقوتی دارای حبه‌های کوچک، گرد و قرمز رنگ با مصرف تازه‌خوری می‌باشد و به گزارش Garajian & Eshghi (2012) نیاز سرمایی این رقم ۴۰۰ ساعت دمای کمتر از ۷ درجه سانتی‌گراد است (Garajian & Eshghi, 2012). در ارتباط با میزان تحمل به شوری انگور رقم یاقوتی محدوده مشخصی گزارش نشده است اما در برخی منابع به تحمل نسبتاً بالای این رقم اشاره شده است (Sohrabi & Ebadi, 2015).

در فصول پاییز و زمستان،کوتاهی طول روز، ابری بودن هوا و عبورکمتر نور از پوشش‌های گلخانه، محدودیت‌هایی برای تأمین نور مورد نیاز در کشت گلخانه‌ای ایجاد می‌کنند (Sarikhani, 2016). بنابراین برای کاهش محدودیت‌های فوق، استفاده از نوردهی مصنوعی در پایان روز به‌منظور افزایش طول روز، شدّت تابش نور و تولید محصول در خارج از فصل به‌ویژه در ساعات کم‌نور روز ضروری است (Kim *et al*., 2019). دستکاری شدّت و کیفیت نور می‌تواند اثر مثبتی روی تولید و کیفیت

میوه داشته باشد و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی میوه را تغییر دهد (Warner *et al*., 2021). چندین دهه است که از تکنولوژی LED به دلیل مزایایی مثل اندازه کوچک منبع نور و طول عمر بالای آن، تأمین طیف ویژه مورد نیاز گیاه، نوردهی بهتر، امکان تغییرات قطع و وصل سریع، تولیدگرمای کم و کاهش نیاز به تهویه در گلخانه استفاده می‌شود. این تکنولوژی برای رشد گیاه در اتاقک‌های رشد و همچنین به عنوان تکمیل‌کننده نور خورشید به صورت تجاری بکارگرفته می‌شود (Pinho *et al*., 2012 ; Samuoliene *et al*., 2011).

پیشینه پژوهش

میوه انگور منبعی غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و دارای مقدار زیادی مواد شیمیایی از قبیل قندها، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و نمک‌های معدنی است که مسئول ویژگی‌هایی مانند عطر، طعم، تلخی و گسی میوه می‌باشند و برای سلامتی انسان بسیار مفید هستند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی انگور به علت داشتن ترکیبات فنولیکی مانند فنول‌ها، آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدهاست (Pileh & Ghasemzadeh, 2017) که در شرایط مطلوب محیطی، توسط نور دریافتی توسط گیرنده‌های نوری گیاه تحریک و تولید می‌شوند. مقدار این ترکیبات در سلول به‌عنوان پاسخ‌های سازگاری، در شرایط تنش تغییر می‌کند که منجر به بهبود تحمل گیاه می‌شود (Gonzalez *et al*., 2019). آنتوسیانین‌ها بیشترین ترکیبات فنولی هستند که در لایه‌های بیرونی سلول میوه انگور یافت می‌شوند و تجمع آن‌ها نه تنها تحت تأثیر نور قرار می‌گیرد، بلکه در شرایط تنش هم تجمع می‌یابند (Warner *et al*., 2021). همچنین فلاونوئیدها گروهی دیگر از ترکیبات فنولیکی در میوه انگور می‌باشندکه دارای فعالیت ضد اکسایشی هستند (Rezazadeh-Bari *et al*., 2021). گزارش شده است که کیفیت نور اثرات معنی‌داری بر عملکرد وکیفیت میوه انگور دارد و همچنن بیان شده است که تجمع ترکیبات فنولی در پوست انگور به شدّت تحت تأثیر سایه کاهش می‌یابد و در محدوده طیف مرئی، نور آبی بیشترین تأثیر را در تجمع فلاونوئید و به‌ویژه آنتوسیانین‌ها داشته است (Warner *et al*., 2021). آنتی‌اکسیدان‌های تولیدشده درگیاه علاوه‌بر نقش سیگنال‌دهی نوری، یک مانع حفاظتی ضروری بوده و نقش دفاعی در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده مثل شوری دارند. گزارشات زیادی وجود دارد که تأثیر شوری را بر کیفیت میوه‌های مختلف بررسی کرده اند که از آن جمله می‌توان به توت‌فرنگی (Doulatshah *et al*., 2014)، گوجه‌فرنگی (Johkan Martinez *et al*., 2020; et al., 2014) و خربزه (Silva Dias *et al*., 2018) اشاره کرد. در این گزارش‌ها به کاهش طول، قطر و تعداد میوه که شاخص‌های عملکرد می‌باشند، در سطوح مختلف شوری اشاره شده است، درحالی‌که افزایش قند و مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، آسکوربیک اسید، درصد مواد جامد محلول و ترکیبات فنولی در شدّت تنش متوسط و شدید مشاهده گردیده‌اند.

اگرچه در پژوهش‌های بسیاری استفاده از سیستم‌های نور مصنوعی و تأثیر آن‌ها بر کیفیت محصولات گلخانه‌ای مطالعه شده است، اما بررسی تأثیر نور و طیف‌های مختلف آن روی کیفیت محصولاتی مثل انگور در گلخانه مورد نیاز می‌باشد. اطلاعات محدودی در ارتباط با اثر طول موج‌های ویژه نور روی تولید و تجمع متابولیت‌های ثانویه در میوه انگور وجود دارد. لذا این پژوهش سعی گردید تا اثر پرتوهای LED با طول موج‌های ۴۴۸ نانومتر از نورآبی و ۶۲۳ نانومتر از نور قرمز و ترکیب آن‌ها روی تولید میوه و میزان ترکیبات شیمیایی آن در شرایط شوری آب آبیاری مورد بررسی قرار گیرد. نتایج چنین پژوهش‌هایی ممکن است منجر به بهبود تولید و کیفیت میوه انگور در گلخانه و افزایش ارزش غذایی و آنتی‌اکسیدانی آن شود و راه‌کاری برای تحمل بیشتر این گیاه در شرایط استفاده از آب‌های بی‌کیفیت ارائه دهد.

روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش از نهال‌های ریشه‌دار یکساله انگور رقم یاقوتی (*Vitis vinifera* L. 'Yaghooti')، به طول میانگین ۲۰ سانتی‌متر که در اوایل بهار سال ۱۳۹۸ از ایستگاه تحقیقات انگور شهرستان ملایر تهیه شد استفاده گردید. نهال‌های مذکور ابتدا با غوطه‌ور شدن در محلول قارچکش بنومیل با غلظت دو در هزار، و به مدت ۲۰ دقیقه ضدعفونی و سپس شستشو شدند

و به گلدان‌های ۷ لیتری حاوی کوکوپیت و پرلیت (با نسبت حجمی ۱:۱) منتقل و در شرایط هیدروپونیک با تغذیه محلول غذایی (با هدایت الکتریکی ۱/۶۷میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر و پی‌اچ ۵/۴۵ تا ۵/۶۷) هوگلند تغییریافته (نیترات به مقدار ۱۵۰۰۹/۴، کلسیم: ۳۳۵۵/۸، آمونیوم: ۲۴۲/۹، آهن: ۳/۶، پتاسیم: ۲۷۷۲/۳، سولفات: ۱۵۴۰/۹، منیزیم: ۱۲۰۷، فسفر: ۱۴۰۶/۵، منگنز: ۲/۳، روی: ۱/۹، مس: ۱/۲، بر: ۴/۶ و مولیبدات : ۰/۱ میکرومولار بر ۱۰۰ لیتر آب مقطر) رشد یافتند. آب مقطر استفاده شده دارای پی‌اچ ۶/۱۵ و هدایت الکتریکی ۱۲۲/۵ میکروزیمنس بر سانتیمتر بود. پژوهش به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور در قالب طرح کاملاً تصادفی، با سه تکرار و در هر تکرار۲ نهال طی دو سال متوالی (بهمن و اسفند ۱۳۹۸ و فروردین ۱۳۹۹– بهمن و اسفند ۱۳۹۹ و فروردین ۱۴۰۰) و در هر سال به مدت ۳ ماه به اجرا درآمد. فاکتور اول: کیفیت نور تکمیلی پایان روز (از ساعت ۴ بعداز ظهر تا ساعت ۸ شب) در ۵ سطح شامل قرمز۱۰۰درصد، آبی ۱۰۰درصد، ترکیب قرمز و آبی با نسبت ۷۰ و ۳۰ درصد، ترکیب قرمز و آبی با نسبت ۵۰ و۵۰ درصد و شاهد (نور طبیعی گلخانه) و فاکتور دوم: هدایت الکتریکی ناشی از اضافه نمودن کلریدسدیم با خلوص ۹۹/۴۵ درصد (تولید شده در شرکت دیاکو در ایران – استان کردستان) به محلول غذایی در ۴ سطح شامل ۱/۶۷ (شاهد)، ۳/۶۳، ۶/۰۵ و ۱۰/۲۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر بودند. درصد خلوص نمک براساس روش توصیه‌شده در موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران با کد ۳۷۶۹ با استفاده از محلول شناساگر کرومات پتاسیم ۵ درصد انجام گردید.

جهت انجام آزمایش، پس از استقرارکامل گیاهان و رسیدن آن‌ها به طول متوسط ۵۰ سانتی‌متر، ۱۲۰ گیاه با ظاهری مشابه انتخاب و به صورت تصادفی به ۵ گروه تقسیم شدند. روی گیاهان هر گروه یک شاسی فلزی (جهت نگهداری لامپ‌های LED خطی) به طول ۴، عرض ۰/۵ و ارتفاع ۱/۵ متر نصب شد به‌طوری‌که فاصله لامپ‌ها با سطح گیاه ۶۵ سانتی‌متر باشد. طول موج لامپها با استفاده از دستگاه طیف سنج مینی (مدل نورا–۲۰۰، ساخت ایران) اندازه گیری شد. لامپ‌های هر گروه به قسمت زیرین شاسی با فاصله مشخص (بسته به تعداد رشته لامپ در هرگروه نوری) به صورت ذیل نصب شدند. گروه اول: که با نور طبیعی گلخانه تیمار شدند، گیاهان گروه شاهد محسوب گردیدند و هیچ نوع نور مصنوعی دریافت نکردند. گروه‌های دوم تا پنجم به ترتیب تحت نوردهی با نور قرمز ۱۰۰ درصد با طول موج۶۲۳ نانومتر، نور آبی۱۰۰ درصد با طول موج ۴۴۸ نانومتر، ترکیب نور قرمز و آبی ۷۰ و۳۰ درصد و ترکیب نور قرمز و آبی۵۰ و۵۰ درصد بودند که با شدّت ۷۶ میکرومول بر سانتیمتر مربع در ثانیه تنظیم شدند. تیمارهای نوری فوق به مدت ۳ ماه (بهمن، اسفند و فروردین) در هر دو سال متوالی به صورت اتوماتیک در پایان هر روز اعمال گردیدند، به‌طوری‌که از ساعت ۴ بعداز ظهر روشن و در ساعت ۸ شب خاموش می‌شدند.

تیمار شوری همزمان با تیمار نوری و یک روز در میان بر روی گیاهان اعمال شد. به این ترتیب که قبل از شروع تیماردهی، گیاهان در ارتفاع یکسان به‌صورت تک‌شاخه هرس و به‌صورت تصادفی به ۴ گروه ۶ تایی تقسیم و به کمک نخ به قیم بسته شدند. گروه اول (شاهد) فقط محلول غذایی بدون اضافه کردن کلریدسدیم دریافت کرد. میزان هدایت الکتریکی محلول غذایی معادل ۱/۶۷ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر بود و به عنوان گروه شاهد از نظر شوری در نظر گرفته شد. به محلول غذایی گروه‌های دوم تا چهارم نمک کلریدسدیم اضافه گردید، به‌طوری‌که هدایت الکتریکی این محلول‌ها به ترتیب معادل ۳/۶۳، ۶/۰۵ و ۱۰/۲۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر شد. به‌منظور جلوگیری از شوک اسمزی، غلظت‌های شوری به‌تدریج و با نرخ ۳/۶۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر در روز شروع شد و تا زمانی که به مقدار مورد نظر هر تیمار برسند ادامه یافت. برای ممانعت از تجمع یون‌ها و ایجاد سمّیت برای گیاه، بوته‌ها به‌صورت هفتگی با آب لوله‌کشی شهری با هدایت الکتریکی ۵۲۹ میکروزیمنس بر سانتی‌متر، آبشویی شدند، به‌طوری‌که آب از ته گلدان‌ها خارج می‌شد. با استفاده از سیستم‌های سرمادهی (پوشال و پنکه) و گرمادهی بخاری سعی گردید تا کمینه و بیشینه دمای هوای گلخانه در طول دوره آزمایش به ترتیب بین ۲۵ تا ۳۱ درجه سلسیوس در روز و ۱۶تا ۱۸ درجه سلسیوس در شب ثابت بماند که بهترین دمای لازم برای فتوسنتز برگ‌های انگور می‌باشد (Karami *et al*., 2017). همچنین میانگین کمینه و بیشینه رطوبت هوای گلخانه به ترتیب ۲۶ و ۶۵ درصد بود. نور موجود

در گلخانه در ساعت ۱۲ ظهر با لوکس‌متر سنجیده شد که دامنه‌ای بین ۸۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ لوکس در طول دوره آزمایش داشت.

بعد از اتمام تیماردهی در سال اول، گیاهان جهت رفع نیاز سرمایی به‌صورت طبیعی به بیرون ازگلخانه به مدّت دو ماه در فصل پاییز (آبان و آذر) منتقل شدند و پس از طی دوره سرمادهی، اوایل دی‌ماه به گلخانه منتقل گردیدند و تا زمان استقرارکامل و رسیدن به رشد مناسب جهت شروع مجدد تنش شوری، به صورت کودآبیاری مشابه سال اول تغذیه شدند. بعد از آن‌که بوته‌ها به ارتفاع حدوداً ۵۰ سانتی‌متر رسیدند، به مدت ۳ ماه دیگر (از اول بهمن تا آخر فروردین ماه) با شرایطی مشابه سال اول تحت تیمارهای مختلف نوردهی و تنش شوری قرار گرفتند. در سال دوم که نهال‌ها سه‌ساله شده بودند، به مرحله تولید میوه رسیدند. در پایان تیماردهی در سال دوم، از میوه‌ها جهت سنجش، شاخص‌های مورد مطالعه نمونه‌برداری شد. شاخص‌های اندازه‌گیری شده و روش سنجش آنها عبارت بودند از: وزن خوشه (ترازوی دیجیتال)، تراکم خوشه (نسبت وزن به حجم خوشه)، مواد جامد محلول (رفراکتومتر دستی آتاگو، مدل N1، ژاپن)، اسید کل میوه (اسید کل با استفاده از روش پتانسیل سنجی تیتراسیون با کمک محلول هیدرواکسیدسدیم به روش (Ayala-Zavala, (2007 ، نسبت قند به اسید میوه، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه (روش DPPH و پروتوکل (Li *et al*., (2005)، غلظت فنول کل میوه (با استفاده از معرف فولین–سیکالتو به روش Tezcan *et al*., (2009))، غلظت فلاونوئید کل میوه (روش (Li *et al*., (2006)، تانن کل میوه (با استفاده از روش (Taira *et al*., (1996، ۱۳۷۵ میکرولیتر آب مقطر به ۲۵۰ میکرولیتر عصاره میوه اضافه گردید. سپس ۰/۱۲۵ میلی‌لیتر فولین‌سیکالتیو ۱ نرمال به محلول اضافه شد. پس از ۳ دقیقه، ۰/۲۵ میلی‌لیتر کربنات‌سدیم اشباع به محلول اضافه و به مدت ۶۰ دقیقه در تاریکی بر روی شیکر با ۱۲۰ دور در دقیقه قرار گرفت. در ادامه ۷/۵ میلی‌لیتر آب مقطر به هر یک از نمونه‌ها افزوده گردید تا در نهایت حجم نمونه به ۱۰ میلی‌لیتر رسید. جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۷۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید) ، آنتوسیانین پوست میوه (با روش (Giusti *et al*., (2001 ، برای سنجش میزان آنتوسیانین ۰/۱ گرم از پوست میوه در ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول ۸۵ درصد : کلریدریک اسید ۹۹:۱) سائیده و عصاره گیاهی حاصل به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی قرار داده شد. سپس عصاره به مدت۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژگردید و به دنبال آن جذب اسپکتروفتومتری نمونه‌ها در طول موج۵۵۰ نانومتر قرائت شد) و ویتامین ث میوه (روش تیتراسیون با دی‌کلروفنول‌اندوفنول و اضافه کردن چند قطره متافسفریک اسید و پروتوکل Hashemi-Dehkordi, 2012).

برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ استفاده گردید. اختلاف بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد تعیین و انحراف معیار برای هر تیمار محاسبه شد.

یافته‌های پژوهش

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۱) نشان داد که اثرات کیفیت نور و تنش شوری و برهمکنش آن‌ها بر وزن، طول، عرض و تراکم خوشه، درصد ماده خشک، مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون و نسبت قند به اسید میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد.

ویژگی‌هایی کمی مانند وزن خوشه، طول، عرض و تراکم خوشه در هر بوته اندازه‌گیری شد و علیرغم اینکه ویژگی‌های یاد شده با افزایش تنش شوری کاهش یافتند، اما روند کاهشی آن‌ها در تیمارهای نور تکمیلی در مقایسه با تیمار شاهد کمتر بود و در این میان استفاده از ترکیب نورهای قرمز و آبی به ویژه با نسبت ۷۰ و۳۰ درصد در افزایش این شاخص‌ها مؤثرتر بودند.

بیشترین مقدار وزن خوشه (۲۴۵/۲۵ گرم) و طول خوشه (۱۸/۴۶ سانتی‌متر) را بوته‌های تیمارشده با ترکیب نور قرمز و آبی (۷۰ و۳۰ درصد) بدون تیمار شوری داشتند، کاهش این شاخص‌ها با افزایش تنش شوری تحت تاثیر همه کیفیت‌های نور مشاهده شد، به طوریکه کمترین کاهش وزن خوشه (۴۷ درصد) و طول خوشه (۲۸/۱۱ درصد) در بوته‌های تیمارشده با ترکیب نورهای قرمز و آبی (۷۰ و۳۰ درصد) و بیشترین این مقادیر به ترتیب ۷۴/۴۱ و ۴۰/۲۳ درصد با تیمارهای نور طبیعی گلخانه

و ۱۰/۲۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر شوری مشاهده گردید، درحالی‌که نور آبی۱۰۰ درصد در حفظ این شاخص‌ها کمترین تأثیر را داشت (شکل‌های ۱-A و۱-B).

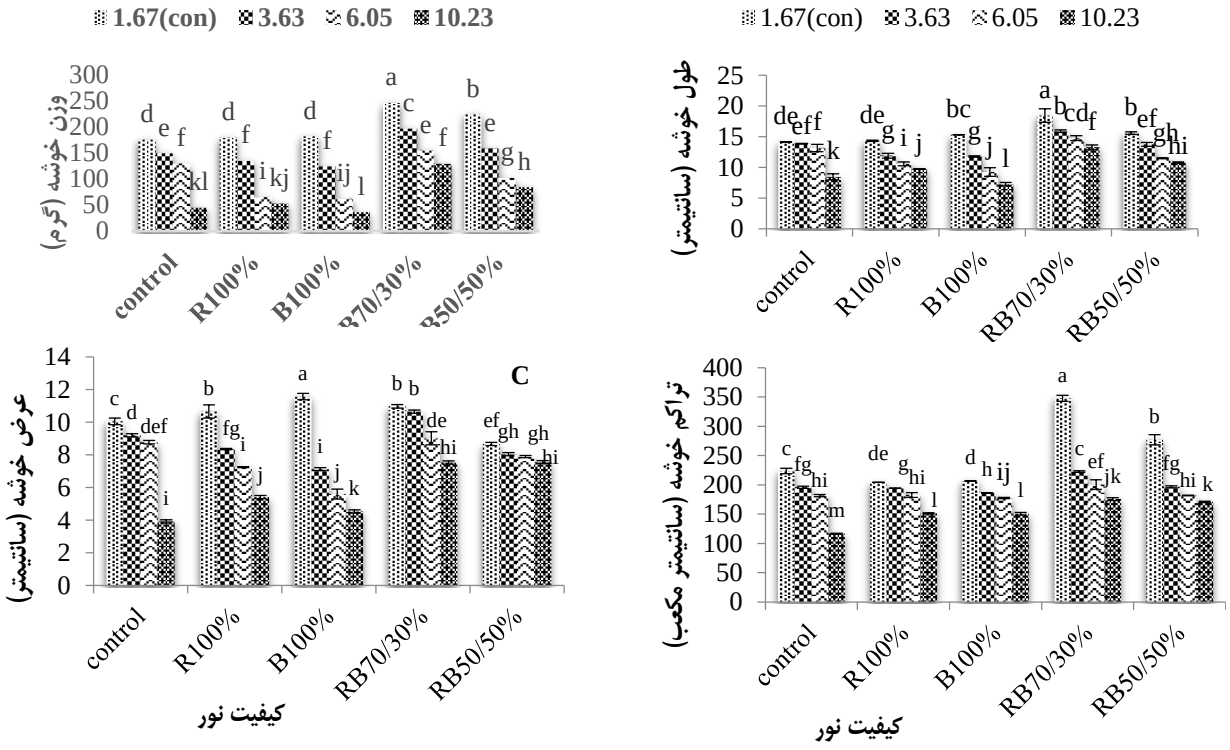
جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر کیفیت نور و تنش شوری روی تعدادی از ویژگی‌های خوشه و میوه انگور رقم یاقوتی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		وزن خوشه	طول خوشه	عرض خوشه	تراکم خوشه	درصد ماده خشک	موادجامد محلول	اسید قابل تیتراسیون	نسبت قند/ اسید
نور	۴	۱۲۲۷۴/۵۳**	۳۸/۶۵**	۸/۷۷**	۷۳۲۰/۹۴**	۴۰/۶۱**	۲۳/۸۴**	۰/۰۱۰**	۵۸/۷۹**
تنش شوری	۳	۴۹۸۹۰/۵۲**	۸۶/۶۷**	۵۵/۳۷**	۲۵۴۴۷/۸۱**	۲۱۳/۷۷**	۲۸/۹۵**	۰/۰۵۶**	۶۶/۲۰**
نور× تنش شوری	۱۲	۱۰۸۹۸/۹۶**	۲۳/۷۰**	۱۳/۶۲**	۶۸۸۴/۷۱**	۵۱/۸۳**	۱۰/۰۵**	۰/۰۱۱**	۲۴/۰۲**
خطا	۴۰	۴۴/۷۳	۰/۱۸۹	۰/۰۸۰	۱۱/۶۱	۰/۳۸۷	۰/۲۰۹	۰/۰۰۰۲	۰/۱۷۹
ضریب تغییر(درصد)	–	۵/۰۹	۳/۴۳	۳/۴۸	۱/۷۲	۲/۹۳	۳/۲۶	۲/۰۷	۲/۲۵

** : نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد (منبع: یافته‌های تحقیق)

همچنین، نتایج نشان داد که در بین کیفیت‌های نور، نور آبیِ ۱۰۰درصد بیشترین تأثیر را در افزایش عرض خوشه (۱۱/۵۸ سانتی‌متر) درگیاهان بدون تیمار شوری داشت. اما با افزایش تنش شوری و کاهش این شاخص، ترکیب نورهای قرمز و آبی (۷۰ و۳۰ درصد) و (۵۰ و۵۰ درصد) با اختلاف غیرمعنی‌داری نسبت به یکدیگر با کاهش فقط ۳۰ درصد بیشترین و نور طبیعی گلخانه و نور آبیِ۱۰۰درصد به ترتیب با کاهش ۵۱/۲۴ و ۶۰/۸۸ درصد کمترین تأثیر را در حفظ عرض خوشه نشان دادند (شکل۱-C).

نتایج همچنین حاکی از آن بود که علیرغم اینکه تنش شوری تراکم خوشه را ۴۷/۸۲ درصد در نور طبیعی گلخانه کاهش داد اما کیفیت‌های نور بیشتر از نور طبیعی گلخانه در حفظ این شاخص موثر بودند که در این میان، ترکیب نورهای قرمز و آبی با نسبت ۷۰ و۳۰ درصد و همچنین با نسبت ۵۰ و۵۰ درصد به ترتیب با تراکم خوشه ۳۶ و ۳۴ درصد در رتبه اول و دوم تأثیرگذاری بر حفظ تراکم خوشه نسبت به نور طبیعی گلخانه در تیمار ۱۰/۲۳ میلی زیمنس بر سانتی‌متر شوری قرار گرفتند (شکل۱-D).



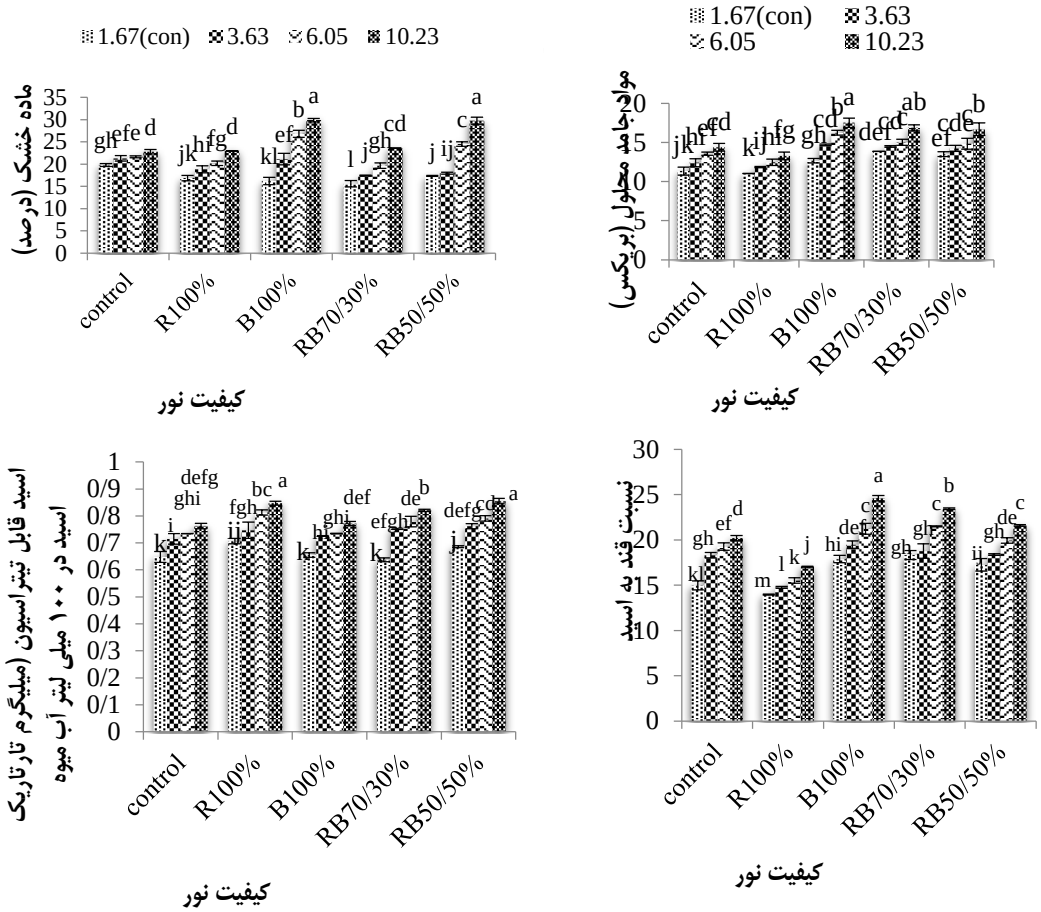
شکل ۱. اثر برهمکنش کیفیت نور و تنش شوری بر وزن (A)، طول (B)، عرض (C) و تراکم خوشه (D) میوه انگور رقم یاقوتی. نورقرمز (R)، نورآبی (B) و رنگ ستون‌ها نمایشگر هدایت الکتریکی محلول‌های غذایی است. همچنین، میله‌های عمودی نشان‌دهنده استاندارد انحراف معیار می‌باشند. (منبع: یافته‌های تحقیق).

با توجه به نتایج اثر برهمکنش کیفیت نور و تنش شوری، نورهای حاوی طیف آبی منجر به افزایش درصد ماده خشک و مواد جامد محلول میوه در مقایسه با نور طبیعی گلخانه شدند، اگرچه افزایش تنش شوری نیز این شاخص ها را در نور طبیعی گلخانه به ترتیب ۳۰/۵۷ و ۲۱/۱۹ درصد افزایش داد. در تیمار ۱۰/۲۳ میلی زیمنس بر سانتی‌متر، در بین کیفیت‌های نور، نور آبیِ۱۰۰درصد و ترکیب نورهای قرمز و آبی (۵۰ و۵۰ درصد) با اختلاف غیرمعنی‌داری (به میزان ۲۴ درصد) در حفظ درصد ماده خشک میوه تأثیر داشتند. همچنین، همه کیفیت‌های نور حاوی طیف آبی با اختلاف غیرمعنی داری به میزان ۱۸/۳۱ درصد بیشتر از نور طبیعی گلخانه در افزایش و حفظ مواد جامد محلول میوه در تیمار ۱۰/۲۳ میلی زیمنس بر سانتیمتر تأثیر داشتند، درصورتی‌که نور قرمزِ۱۰۰درصد با اختلاف اندکی نسبت به شاهد کمترین تأثیر را نشان داد (شکل‌های ۲-E و ۲-F).

همچنین براساس نتایج، تنش شوری همسو با کیفیت‌های نور منجر به افزایش مقدار عددی اسید قابل تیتراسیون از ۶۴۸/. به ۷۶۳/. میلی‌گرم اسیدتارتاریک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آبمیوه در نور طبیعی گلخانه شد. در بین کیفیت‌های نور نیز ، نور قرمزِ۱۰۰درصد و ترکیب نور قرمز و آبیِ (۵۰ و۵۰ درصد) در مقایسه با دیگر کیفیت‌های نور، به ترتیب به میزان ۱۳/۱۱ و ۱۲/۵۱ درصد، در افزایش این شاخص بیشتر از نور طبیعی گلخانه در تیمار ۱۰/۲۳ میلی زیمنس بر سانتی‌متر شوری تأثیر داشتند (شکل۲-G).

با توجه به نتایج، افزایش تنش شوری همسو با کیفیت نور نسبت قند به اسید میوه را متناسب با غلظت کلریدسدیم (۲۵/۹۱ درصد در نور طبیعی گلخانه و تیمار شوری شدید) افزایش داد، به‌طوریکه نورآبیِ۱۰۰ درصد در تیمار ۱۰/۲۳ میلی‌زیمنس بر

سانتی‌متر شوری ۱۸/۳۱ درصد بیشتر از نور طبیعی گلخانه این شاخص را افزایش و حفظ کرد، درحالی‌که اثر نور قرمزِ ۱۰۰درصد، حتی از نور طبیعی گلخانه در این خصوص به میزان ۱۵/۶۱ درصد کمتر بود (شکل۲-H).



شکل ۲. اثر برهمکنش کیفیت نور و تنش شوری بر درصد ماده خشک (E)، مواد جامدمحلول (F)، اسید قابل تیتراسیون (G) و قند به اسید (H) میوه انگور رقم یاقوتی. نورقرمز (R)، نورآبی (B) و رنگ ستون‌ها نمایشگر هدایت الکتریکی محلول‌های غذایی است. همچنین، میله‌های عمودی نشان‌دهنده استاندارد انحراف معیار می‌باشند (۳ تکرار). (منبع: یافته‌های تحقیق).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۲) نشان داد که اثر کیفیت نور و تنش شوری و برهمکنش آن‌ها بر میزان آنتوسیانین پوست حبه، محتوی ویتامین ث، فنول کل، فلاونوئید، تانن و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود.

با توجه به نتایج اثر برهمکنش کیفیت نور و تنش شوری، تنش شوری در نور طبیعی گلخانه ۵۱/۷۶ درصد محتوی آنتوسیانین میوه را افزایش داد. کیفیت‌های نور بجز نور قرمزِ ۱۰۰درصد، همسو با تنش شوری میزان آنتوسیانین میوه را نیز افزایش دادند به‌طوری‌که در تیمار ۱۰/۲۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر شوری ، نورآبیِ ۱۰۰درصد و در رتبه بعدی ترکیب نورهای قرمز و آبی (۷۰ و۳۰ درصد)، به ترتیب منجر به بالا رفتن این شاخص به اندازه ۳۷/۴۱ و ۲۸/۵۳ درصد بیشتر از نور طبیعی گلخانه در میوه‌ها شدند، اگرچه اثر نور قرمزِ ۱۰۰ درصد در این خصوص ۲۱/۸۹ درصد کمتر از نور طبیعی گلخانه بود (شکل۳-I).

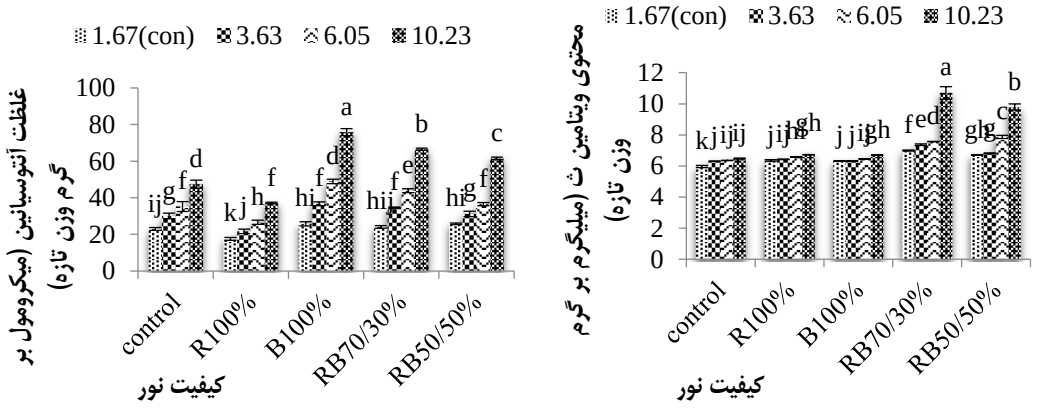
همچنین نتایج حاکی از ان بود که ویتامین ث نیز تحت تأثیر کیفیت‌های نور همسو با تنش شوری در میوه افزایش نشان داد، به‌طوری‌که ترکیب نورهای قرمز و آبی ۷۰ و۳۰ درصد و ۵۰ و۵۰ درصد به ترتیب با افزایش ۳۹/۴۹ و ۳۳/۸۱ درصد ویتامین

ث در میوه بیشتر از نور طبیعی گلخانه، بیشترین تأثیر را در افزایش و حفظ مقدار این شاخص در تیمار ۱۰/۲۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر شوری نشان دادند، درحالی‌که در نور طبیعی گلخانه تنش شدید شوری تنها ۸/۰۲ درصد منجر به بالا رفتن محتوی ویتامین ث در میوه شد. نورهای قرمز و آبیِ۱۰۰ درصد نیز در مقایسه با نور طبیعی گلخانه توانستند این شاخص را به طور جزئی افزایش دهند (شکل ۳–J).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر کیفیت نور و تنش شوری روی تعدادی از ویژگی‌های میوه انگور رقم یاقوتی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		محتوی آنتوسیانین	محتوی ویتامین ث	محتوی فنول کل	محتوی فلاونوئید کل	محتوی تانن	ظرفیت آنتی اکسیدانی
نور	۴	۷۸۶/۱۲**	۹/۰۸**	۴۶۸۳/۲۲**	۱۲۹۵/۴۴**	۷/۲۸**	۳۸۵/۸۵**
تنش شوری	۳	۳۲۸۵/۴۶**	۷/۸۷**	۱۳۶۰/۵۳**	۷۹۵/۲۹**	۴/۹۰**	۱۷/۷۴**
نور× تنش شوری	۱۲	۷۴۳/۱۷**	۴/۳۳**	۱۲۴۰/۴۹**	۵۲۰/۱۶**	۲/۳۶**	۱۰۰/۴۹**
خطا	۴۰	۴/۰۸	۰/۰۱۳	۱/۲۱	۰/۳۰۸	۰/۰۰۲	۰/۷۶۱
ضریب تغییر(درصد)	–	۵/۳۸	۱/۶۶	۱/۵۰	۲/۶۷	۰/۸۲	۰/۹۷۲

** : نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد (منبع: یافته‌های تحقیق)

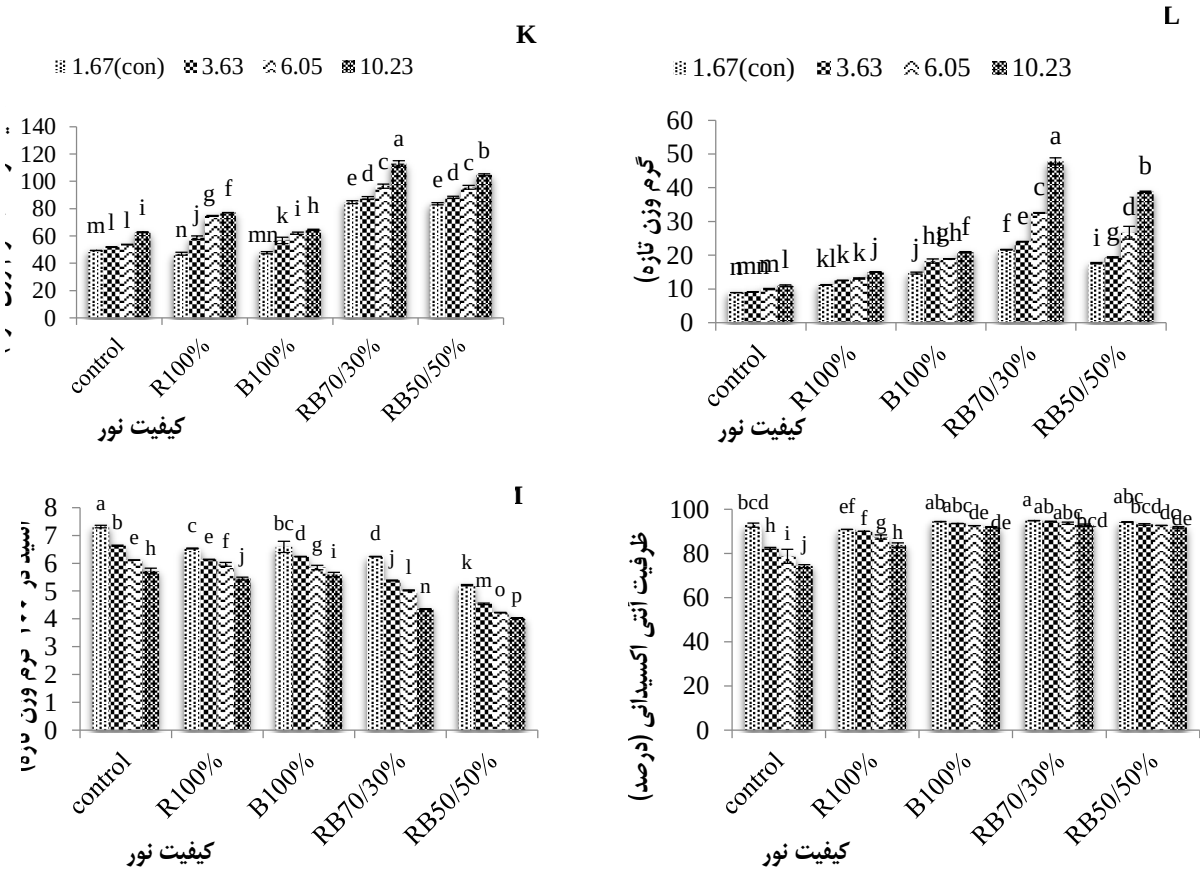


شکل ۳. اثر برهمکنش کیفیت نور و تنش شوری بر غلظت آنتوسیانین (I)، ویتامین ث (J) میوه انگور رقم یاقوتی. نورقرمز (R)، نورآبی (B) و رنگ ستون‌ها نمایشگر هدایت الکتریکی محلول‌های غذایی است. همچنین، میله‌های عمودی نشان‌دهنده استاندارد انحراف معیار می‌باشند (۳ تکرار). (منبع: یافته‌های تحقیق).

بر اساس نتایجِ اثر برهمکنش کیفیت نور و تنش شوری روی محتوی فنول کل و فلاونوئید کل میوه، کیفیت نور همسو با تنش شوری این شاخص ها را در میوه افزایش داد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار فنول (۱۱۳/۰۶ میلی‌گرم گالیک اسید در۱۰۰ گرم وزن تازه) و فلاونوئید کل (۴۷/۸۵ میکروگرم کوئرسیتین –۳– روتینوئید در ۱۰۰ گرم وزن تازه) در اثر ترکیب نور قرمز و آبی (۷۰ و۳۰ درصد) و در تیمار ۱۰/۲۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر به دست آمد. این ترکیب نوری سبب افزایش فنول کل به میزان ۴۴/۶۱ درصد و فلاونوئید کل به میزان ۷۷/۰۵ درصد نسبت به نور طبیعی گلخانه شد، اگرچه که اثر نورهای قرمز و آبیِ۱۰۰ درصد نیز در این خصوص بیشتر از نور طبیعی گلخانه بود (شکل‌های ۴–K و۴–L).

نتایج نشان داد که تنش شوری به میزان ۲۱/۸۵ درصد مقدار تانن میوه را در نور طبیعی گلخانه همسو با دیگر کیفیت‌های نور کاهش داد به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن (۷/۳۲ میلی‌گرم اسیدتانیک در۱۰۰ گرم وزن تازه) در نهال‌های رشدیافته در نور طبیعی گلخانه و در تیمار هدایت الکتریکی ۱/۶۷ میلی‌زیمنس برسانتی‌متر (شاهد شوری) مشاهده شد و در بین کیفیت‌های نور، ترکیب نورهای قرمز و آبی ۷۰ و۳۰ درصد و ۵۰ و۵۰ درصد به ترتیب ۲۳/۹۶ و ۲۹/۵۵ درصد بیشتر از نور طبیعی گلخانه منجر به تجمع کمترین تانن میوه در تیمار شوری ۱۰/۲۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر گردید (شکل۴-M).

همچنین، نتایج نشان داد که کیفیت‌های نور ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه را افزایش دادند، درحالی‌که تنش شوری آن را کاهش داد به‌طوری‌که در نور طبیعی گلخانه این کاهش نسبت به شاهد ۱۹/۹۸درصد بود. در بین کیفیت‌های نور، ترکیب نور قرمز و آبی (۷۰ و۳۰ درصد) همراه با ترکیب نور قرمز و آبی (۵۰ و۵۰ درصد) و نور آبیِ ۱۰۰ درصد با اختلاف غیر معنی داری نسبت به یکدیگر توانستند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه را در تیمار ۱۰/۲۳ میلی زیمنس بر سانتیمتر شوری به میزان ۲۰ درصد بیشتر از نور طبیعی گلخانه حفظ کنند، درحالی‌که تأثیر نور قرمز ۱۰۰ درصد نیز نسبت به نورطبیعی گلخانه افزایشی (۱۱/۳۱ درصد) بود (شکل۴-N).



شکل ۴. اثر برهمکنش کیفیت نور و تنش شوری بر محتوی فنول کل (K)، فلاونوئید (L)، تانن (M) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (N) میوه انگور رقم یاقوتی. نورقرمز (R)، نورآبی (B) و رنگ ستون‌ها نمایشگر هدایت الکتریکی محلول‌های غذایی است. همچنین، میله‌های عمودی نشان‌دهنده استاندارد انحراف معیار می‌باشند (۳ تکرار). (منبع: یافته‌های تحقیق).

بحث

نتایج این پژوهش نشان دادکه بکارگیری نور در پایان روز در گلخانه به طور قابل توجهی بر بهبود کیفیت میوه انگور مؤثر بود. دراین مطالعه تنش شوری منجر به کاهش ویژگی‌های کمی میوه انگور (۴۰ تا ۷۰ درصد بسته به نوع شاخص) شد، اما استفاده ازکیفیت‌های نور به‌ویژه ترکیب نور قرمز و آبی (۷۰ و۳۰ درصد) اثر منفی شوری ۱۰/۲۳ میلی زیمنس بر سانتی متر را بیش از ۵۰ درصد نسبت به نور طبیعی گلخانه کم کرد. همچنین ترکیب نورهای قرمز و آبی تأثیر بیشتری نسبت به نورهای تک‌رنگ در حفظ اندازه خوشه داشت. توت‌فرنگی‌های رشدیافته در ترکیب نور قرمز و آبی (۷۰ و۳۰ درصد) در گزارش Chio *et al*., (2013) تولید میوه بیشتری را در مقایسه با دیگر کیفیت‌های نور نشان دادند که یافته‌های این پژوهش با آن نتایج همسو بود. برخلاف این نتایج، Samuoliene *et al*., (2011) گزارش کردند که تیمار با نور قرمز به تنهایی و یا در ترکیب با نور آبی اثر پایداری روی عملکرد توت‌فرنگی نداشت، اما باعث کوچک‌تر شدن میوه شد، بنابراین عملکرد نهایی میوه تحت تأثیر نور آبی و قرمز می‌تواند وابسته به ژنوتیپ باشد (Warner *et al*., 2021).

اضافه کردن کلریدسدیم به محلول‌های غذایی در این پژوهش در تیمار نور طبیعی گلخانه ماده خشک (۳۰/۵۷ درصد)، مواد جامد محلول (۲۱/۱۹ درصد)، اسید قابل تیتراسیون و نسبت قند به اسید میوه را بالا برد. این موضوع ممکن است به دلیل تأثیر شوری بر پتانسیل اسمزی و کاهش جذب آب توسط گیاه و در نتیجه محدود کردن جریان آب به سمت میوه باشد، البته در گیاهانی که نور مصنوعی دریافت نکردند، این افزایش همراه با کاهش ویژگی‌های کمّی و صفات رویشی گیاه از جمله پیر شدن برگ‌های گیاه و کاهش کلروفیل بود، درحالی‌که نوردهی مصنوعی، در افزایش ویژگی‌های مذکور که تعیین‌کننده کیفیت میوه از نظر مصرف‌کننده می‌باشند تأثیر داشتند. در این راستا در بین کیفیت‌های نور، نور آبی۱۰۰درصد و ترکیب‌های نور قرمز و آبی، ماده خشک را به میزان ۲۴ درصد و درصد مواد جامد محلول در میوه را به میزان ۱۸/۳۱درصد، را نسبت به نور طبیعی گلخانه بیشتر کرد، درحالی‌که نور قرمزِ۱۰۰درصد کمترین تأثیر را داشت. این نتیجه با گزارش Lekham *et al*., (2016) که بیان کرد، تابش نورهای قرمز و آبی سنتز مواد جامد محلول (قند) را در میوه‌های انگور تحریک نمود مطابقت داشت. محلول غذایی با شوری متوسط برای بهبود چندین ویژگی مؤثر درکیفیت میوه در گیاهان مختلفی مثل گوجه‌فرنگی (Johkan *et al*., 2014; Martinez *et al*., 2020; Kim *et al*, 2019) و خیار و خربزه (Silva-Dias *et al*., 2018) استفاده گردید، اما این فرایند به دلیل کاهش عملکرد شدید ناشی از تنش اسمزی و یونی، به‌ویژه در طول ماه‌های زمستان که پاسخ‌های فتوسنتزی گیاه تحت تأثیر منفی کاهش نور خورشید قرار گرفت، غیرعملی گردید.

نسبت قند به اسید میوه نشان‌دهنده تعادل بین اسید و طعم شیرین آن می‌باشد که به‌طور معمول نسبت این دو شاخص طعم میوه انگور را تشکیل می‌دهد بنابراین افزایش در این نسبت به دلیل کاهش میزان اسید قابل تیتراسیون و افزایش میزان مواد جامد محلول است که همواره مورد توجه پژوهشگران در ارزیابی کیفیت میوه‌ها است (Pileh & Ghasemzadeh, 2017). در این پژوهش، تنش شدید شوری (۱۰/۲۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر) نسبت قند به اسید میوه را به میزان ۲۹/۹۱ درصد بیشتر کرد و کیفیت‌های حاوی نور آبی نیز در بالاتر بردن آن مؤثر بودند، به‌طوری‌که نور آبیِ۱۰۰ درصد در بالا بردن این شاخص نسبت به نور طبیعی گلخانه، ۱۸/۳۱درصد مؤثرتر بود. تنش شدید شوری در افزایش مقدار عددی اسیدهای قابل تیتراسیون از ۰/۶۴۸ به ۰/۷۶۳ در میوه نقش داشت، درحالی‌که در بین کیفیت‌های نور نیز ترکیب نور قرمز و آبی (۵۰ و۵۰ درصد) و نور قرمزِ۱۰۰درصد منجر به افزایش ۱۳/۱۱ درصدی در این شاخص نسبت به نور طبیعی گلخانه در تیمار شدید شوری شدند. سطح بالاتر اسید قابل تیتراسیون می‌تواند به‌عنوان یک مکانیسم تحمل در نظر گرفته شود که ممکن است به تحریک چرخه کربس مرتبط باشد و به تولید انرژی اضافی مورد نیاز برای مقابله با تنش شوری کمک کند (Martinez *et al*., 2020).

اگرچه زمینه ژنتیکی گیاه عامل اصلی و تعیین‌کننده در سنتز متابولیت‌های ثانویه است، اما فاکتورهای بیرونی از جمله تنش‌های زنده و غیرزنده می‌توانند روی بیان ژن‌ها و تغییر کمّی و کیفی در تشکیل این ترکیبات مؤثر باشند (Zhang *et al*., 2018 b ; Miao *et al*., 2016). ترکیبات فنولی از مهّم‌ترین متابولیت‌های ثانویه درگیاهان هستند که بیوسنتز آن‌ها در پوست

میوه انگور و سایر بافت‌های گیاهی از طریق دو مسیر شیکمیک اسید و استات- موالونات تحت تأثیر مرحله نموی گیاه و فاکتورهای بیرونی انجام می‌گیرند (Mihan *et al*., 2019). تولید این ترکیبات در گیاه به‌ویژه آنتوسیانین، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها از نظر سازگاری و دفاع مهّم‌اند و شدیداً به وسیله کیفیت، طول روز و شدّت نور تنظیم می‌شوند (Meng *et al*., 2019). در این پژوهش، با نوردهی مصنوعی، طول روز از ۱۰ ساعت به ۱۴ ساعت افزایش یافت که احتمالاً در افزایش تولید این ترکیبات در میوه انگور مؤثر بوده است. روز بلند می‌تواند محتوای آنتوسیانین و فلاونوئیدها را افزایش دهد (Miao *et al*., 2016). آنتوسیانین‌ها که رنگیزه‌های غالب در انگورهای رنگین می‌باشند، در شروع مرحله بلوغ در پوست حبه‌ها تجمع می‌یابند (Rodyoung *et al*., 2015). در این پژوهش تنش شوری شدید به اندازه ۵۱/۷۶ درصد در نور طبیعی گلخانه همسو با اثر کیفیت‌های حاوی نور آبی در بالا بردن میزان آنتوسیانین میوه مؤثر بود، به‌طوری‌که نور آبیِ ۱۰۰درصد و ترکیب نور قرمز و آبی (۷۰ و۳۰ درصد)، به ترتیب ۳۷/۴۱ و ۲۸/۵۳ درصد بیشتر از نور طبیعی گلخانه در تنش شدید شوری میزان آنتوسیانین را افزایش دادند که نشان‌دهنده تأثیر این نورها در افزایش کیفیت میوه انگور در گلخانه بودند. غلظت بالای آنتوسیانین به‌عنوان فاکتوری مهّم در بالا بردن کیفیت میوه انگور، تحت تأثیر عواملی چون نور، دما و غلظت قند قرار می‌گیرد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که نورهای قرمز و آبی و ترکیب آن‌ها باعث تحریک سنتز بیشتر قند (۱۸/۲۱ درصد) در میوه تحت تنش شوری شدید شد که ممکن است غلظت آنتوسیانین در میوهای انگور تولید شده در گلخانه را تحت تأثیر قرار داده باشد. نور آبی از طریق تحریک ژن ساختاری در سنتز آنتوسیانین (UFGT) و ژن‌های دیگری مثل MYBs، سنتز آنتوسیانین را تحریک می‌کند (Lekham *et al*., 2016). به طورکلی مستند است که طول‌موج‌های کوتاه و فرابنفش، تأثیر قابل توجهی در افزایش محتوی آنتوسیانین دارند (Zhang *et al*., 2018 a) همانگونه که در پژوهش حاضر نیز نشان داده شد. در مطالعه‌ای با تابش نورهای آبی و قرمز در شب روی انگور، بیان شد که نور آبی تأثیر مثبت بیشتری در مقایسه با نور قرمز در تولید آنتوسیانین داشت (Lekham *et al*., 2016) نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های ذکر شده مطابقت داشت. اثرات مثبت تابش نورهای ال‌ای‌دی‌ها روی تجمع آنتوسیانین در انگور (Kondo *et al*, 2014) و برگ کاهو (Samuoliene *et al*., 2011) نیز گزارش شده است.

سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدان شامل ترکیبات فنولیکی و ویتامین ث نقش مهّمی در حفاظت از خسارات اکسیداتیو به سلول ایفا می‌کنند (Pileh & Ghasemzadeh, 2017; Kim *et al*., 2013). نتایج ما نشان داد که ترکیب نورهای قرمز و آبی ۷۰ و۳۰ درصد و ۵۰ و۵۰ درصد به ترتیب با افزایش ۳۹/۴۹ و ۳۳/۸۱ درصد بیشتر از نور طبیعی گلخانه در حفظ محتوی ویتامین ث، در تنش شدید شوری تأثیر داشت. درحالی‌که، در نور طبیعی گلخانه، تنش شدید شوری تنها ۸/۰۲ درصد منجر به بالا رفتن محتوی ویتامین ث در میوه شد. کاهش در محتوی ویتامین ث در گیاه با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد همراه می‌باشد که با پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی واکنش داده و در نهایت نرم شدن یا از هم پاشیدگی سلول را در پی دارد (Pileh & Ghasemzadeh, 2017). هر چند گیاه مقداری از این ترکیب را برای دفاع و یا افزایش تحمل در مقابل تنش‌ها تولید می‌کند، اما این عمل با اثرات مخرب و کاهش طول عمر گیاه همراه می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایجِ این پژوهش، استفاده از نوردهی مصنوعی به‌ویژه ترکیب نورهای قرمز و آبی برای کاهش اثرات مضر یادشده قابل توصیه است.

نتایج حاکی از آن بود که کیفیت‌های نور همسو با تنش شوری محتوی فنول و فلاونوئید کل میوه را نیز بالا برد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار فنول کل (۱۱۳/۰۶ میلی‌گرم گالیک اسید در۱۰۰ گرم وزن تازه) و فلاونوئید کل (۴۷/۸۵ میکروگرم کوئرسیتین -۳- روتینوئید در ۱۰۰ گرم وزن تازه) در اثر ترکیب نور قرمز و آبی (۷۰ و۳۰ درصد) در تیمار ۱۰/۲۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر به دست آمد که ۴۴/۶۱ درصد برای فنول کل و ۷۷/۰۵ درصد برای فلاونوئید کل بیشتر از نور طبیعی گلخانه تأثیر داشت، اگرچه اثر نورهای قرمز و آبیِ ۱۰۰ درصد نیز در این خصوص بیشتر از نور طبیعی گلخانه بود. به‌نظرمی‌رسدکه نوردهی در این پژوهش با کاهش اثرات مخرب شوری بر رشد گیاه، منجر به تولید سطح بالاتری از ترکیبات فنولی شد که کیفیت مطلوب‌تر میوه را در شرایط تنش به همراه داشت. افزایش در بیوسنتز فلاونوئیدها در گوجه‌فرنگی و انگور تحت نور آبی نیز گزارش شده است (Warner *et al*., 2021). افزایش در فنول کل میوه انگور می‌تواند به دلیل از دست رفتن کلروفیل ناشی از شوری،

سریع‌تر از حالت نرمال که طی رسیدن میوه و پیری بوته اتفاق می‌افتد، رخ دهد، اما نوردهی با نورهای قرمز و آبی و نیز ترکیب آن‌ها با حفظ سبزینگی گیاه و شادابی آن، طول عمر گیاه را افزایش داد و با تأثیر مثبت بر میزان فتوسنتز و تولید بیشتر متابولیت‌های مفید، منجر به تحمل بیشتر گیاه در سطوح مختلف شوری شد و در نتیجه کیفیت میوه را در سطح مطلوبی حفظ کرد.

به طور معمول برای مشخص کردن توانایی آنتی‌اکسیدانی میوه، از آزمون جاروب‌کنندگی رادیکالی دی‌پی‌پی‌اچ برای پاکسازی رادیکال‌های آزاد استفاده می‌شود. نتایجِ این پژوهش افزایش بیشتر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه را در بکارگیری نوردهی با ترکیب نورهای قرمز و آبی با اثر ۲۰ درصدی در افزایش این شاخص نسبت به نور طبیعی گلخانه در تنش شدید نشان داد، درحالی‌که تنش شوری منجر به کاهش ۱۹/۹۸ درصدی آن در نور طبیعی گلخانه شد. همین‌طور، ترکیب نورهای قرمز و آبی میزان بیشتری از تجمع متابولیت‌های ثانویه را در مقایسه با نورهای تک‌رنگ تحریک کرد. تأثیر نورآبیِ ۱۰۰ درصد (۱۹/۱۷ درصد) در مقایسه با اثر نور قرمزِ ۱۰۰ درصد (۱۱/۳۱ درصد) در افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به نور طبیعی گلخانه بیشتر بود که با نتایج Kim *et al*., (2013) که تأثیر بیشتر نور آبی در مقایسه با نور قرمز را در افزایش تولید محتوی فنول‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گزارش کردند، مطابقت داشت. این پدیده احتمالاً به علت کاهش گونه‌های اکسیژن واکنشگر در گیاهان تیمارشده با نور آبی می‌باشد که طول‌موج کوتاه‌تری در مقایسه با نور قرمز دارد (Son *et al*., 2017).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش، تأثیر مثبت کیفیت نور بر ویژگی‌های کمّی و کیفی میوه انگور رقم یاقوتی در شرایط شوری آب آبیاری در گلخانه نشان داد. در این راستا، ترکیب نورهای قرمز و آبی به‌ویژه با نسبت ۷۰ و۳۰ درصد بیشترین مقدار وزن، طول، عرض و تراکم خوشه، درصد ماده خشک، مواد جامدمحلول، اسید قابل تیتراسیون، نسبت قند به اسید، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، آنتوسیانین و ویتامین ث را در تیمار تنش شوری شدید نسبت به نور طبیعی گلخانه سبب شدند. از آنجایی‌که تنش شوری ویژگی‌های کمّی میوه را کاهش داد و تا اندازه‌ای در افزایش ویژگی‌های کیفی میوه مؤثر نیز بود، بنظر می‌رسد نقش شوری در این مهّم با کاهش محتوی نسبی آب ارتباط داشته باشدکه نیاز به بررسی بیشتر دارد. ترکیب نورهای قرمز و آبی در مقایسه با نورهای تک‌رنگ قرمز و آبی نیز میزان بیشتری از تولید ترکیبات ثانویه مفید موجود در میوه را تحریک کردند و در نتیجه در بهبود کیفیت میوه مؤثرتر بودند. به‌طورکلی، به نظر می‌رسد که نوردهی در پایان روز با استفاده از ال‌ای‌دی‌های قرمز و آبی و یا ترکیب آن‌ها به ویژه نسبت ۷۰ و ۳۰ درصد می‌تواند به‌عنوان یک تکنیک کارآمد، در شرایط گلخانه و در صورت استفاده از آبیاری با آب‌هایی با کیفیت پایین (شوری ۱۰/۲۳ میلی زیمنس بر سانتیمتر)، با هدف افزایش رشد، تولید و کیفیت بالاتر محصولات در گلخانه بکار گرفته شود.

منابع

دولتشاه، مظفر؛ رضایی‌نژاد، عبدالحسین و غلامی، منصور. (۱۳۹۳). اثر تنش شوری بر عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی توت‌فرنگی رقم کاماروزا. *فن‌آوری تولیدات گیاهی*، ۴(۲)، ۱۳۸-۱۲۷.

ساری‌خانی، حسن. (شهریور،۱۳۹۵). بررسی کشت‌گلخانه‌ای درختان میوه با تأکید بر انگور. اولین سمپوزیوم ملی میوه‌های ریز. همدان، ایران. ۸ صفحه.

سهرابی، صابر و عبادی، علی. (۱۳۹۵). بررسی بیان برخی از ژن‌های مرتبط با تحمل به تنش شوری در تعدادی از ارقام کاندیدای انگور (*Vitis vinifera*). (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران.

کرمی، محمد جواد؛ عشقی، سعید و تفضلی، عنایت‌الله. (۱۳۹۶). تبادل گازی و فلورسانس کلروفیل برگ انگور یاقوتی در شرایط تنش گرمایی در گلخانه و تاکستان. *مجله علوم و فنون باغبانی ایران*، ۱۸(۳)، ۲۳۷-۲۵۰.

گاراژیان، مهدی و عشقی، سعید. (۱۳۹۱). بررسی نیاز سرمایی رقم‌های انگور تجاری استان فارس. *نشریه علوم باغبانی – علوم و صنایع کشاورزی*، ۲۶(۴)، ۱۰۹-۱۰۱.

میهن، مهدی؛ ساری‌خانی، حسن و غلامی، منصور. (۱۳۹۸). مطالعه الگوی رشد و تغییرات در برخی ترکیبات فنولی در انگور رقم شاهانی. *مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)*، ۳۲(۳)، ۱۴-۱.

هاشمی- دهکردی، اکبر (۱۳۹۱). اثر کاربرد نانوذرات آناستاز روی تعدادی از ویژگی‌های مؤثر در کمّیت و کیفیت میوه توت‌فرنگی تحت شرایط هیدروپونیک. (پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران) اهواز.

Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y & Gonzalea-aguilar, G.A. (2007). High treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. *Food Technology and Biotechnology*, 45, 166-173.

Chio, H.G., Kwon, J.K., Moon, B.Y., Kang, N.J., Park, K.S., Cho, M.W & Kim, Y.C. (2013). Effect of different light emitting diode (LED) lights on the growth characteristics end the phytochemical production of strawberry fruits during cultivation. *Horticultural Science Technology*, 31(1),56-64.

Doulatshah, M., Rezaei Najd, A.H & Gholami, M. (2014). The effect of salinity stress on fruit yield and some physical and biochemical characteristics of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) cv. Camarosa. Plant Production Technology, 14(2), 127-138. (In Persian)

Garajian, M & Eshghi, S. (2012). "Investigation of cold requirement of commercial grape varieties of Fars province". (*Journal of Horticultural Sciences - Agricultural Sciences and Industries*), 26(4), 101-109. (In Persian)

Giusti, M.M., & R.E. Wrolstad. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Curance. Protokol. Food Analysis. Chemistry*, 1, 1-13.

Gonzalez, C. V., Jerez, D.N., Jofre, M.F., Guevara, A., Prieto, J., Mazza, G., Williams, L.E & Giordano, G.V. (2019). Blue light attenuation mediates morphological and architectural acclimation of *Vitis vinifera* cv. Malbec to shade and increases light capture. *Environmental and Experimental Botany*. 157, 112-120.

Hashemi-Dehkordi, A. (2012). The effect of application anatase nanoparticles on some of effective properties in quantity and quality of strawberry fruit under hydroponic conditions. Master of Science, Shahid Chamran University of Ahvaz. p, 117. (In Persian)

Johkan, M., Nagatsuka, A., Yoshitomi, A., Nakagawa, T., Maruo, T., Tsukagoshi, S., Hohjo, M.A., Lu, n., Nakaminami, A., Tsuchiya, k & Shinohara, Y. (2014). Effect of moderate salinity stress on the suger concenteration and fruit yield in single-truss, high-density tomato production system. *Horticultural Science*, 83(3), 229-234.

Karami, M. J., Eshghi, S & Tafzali, I. (2017). "Gas exchange and chlorophyll fluorescence of ruby grape leaves under heat stress conditions in greenhouse and vineyard". *Journal of Horticultural Sciences and Techniques of Iran*, 18(3), 237-250. (In Persian)

Kondo, S., Tomiama, H., Rodyoung, A., Okawak, K., Ohara, H., Sagaya, S., Feranara, N and Hirai, N. (2014). Abscisic acid metabolism and anthocyanin synthesis in grape skin are affected by light emitting diode (LED) radiation at night. *Journal of Plant Physiology*, 7, 823-829.

Kim, K., Kook, H.S., Jang, Y.J., Lee, W.H., Kamala-Kannan, S., Chae, J.C & Lee, K.J. (2013). The effect of blue- light-emitting diodes on antioxidant properties and resistance to Botrytis cinerea in tomato. *Plant Pathology and Microbiology*, 4,1-5.

Kim, H.J., Yang, T., Choi, S., Wang, Y.J., Yang Lin, M & Liceaga, A.M. (2019). Supplemental intracanopy far-red radiation to red LED light improves fruit quality attributes of greenhouse tomatoes. *Scientia Horticulturae*. 261.108985.

Lekham, P., Srilaong, V., Pongprasert, N & Kondo, S. (2016). Anthocyanin concentration and antioxidant activity in light-emitting diode (LED) - treated apples in a greenhouse environmental control system. *Fruits*, 71 (5), 269-274.

Li, J.W., Ding, S.D & Ding, X.L. (2005). Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube. *Process Biochemistry*, 40(11), 3607-3613.

Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J & Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food chemistry*, 96(2), 254-260.

Malmoon, J.H., Clercq, W.P., Wessels, W.P.J., Meiri, A & Moolman, C.G. (1988). The use of saline water for irrigation of grapevines and the development of crop salt tolerance indices. p: 237.

Mihan, M., Sarikhani, H & Gholami, M. (2019). Study of growth pattern and changes in some phenolic compounds in grape cv. Shahani. *Journal of Plant Researchs*, 32(3), 736-746. (In Persian)

Martinez, J.P., Fuentes, r., Farias, K., Lizana, C., Alfaro, J.F., Fuentes, L., Calabrese, N., Bigot, S., quinet, M & Lutts, S. (2020). Effects of salt stress on fruit antioxidant capacity of wild (*Solanum chilense*) and domesticated (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) tomatoes. *Agronomy*, 10, 1-17.

Meng, L., Hofte, M & Van Labeke, M.C. (2019). Leaf age and light quality influence the basal resistance against Botrytis cinerea in strawberry leaves. *Environmental and Experimental Botany*, 157, 35-45.

Miao, L., Zhang, Y., Yang, X., Xiao, J., Zhang, H., Zhang, Z., Wang, Y & Jiang, G. (2016). Colored light-quality selective plastic films affect anthocyanin content enzyme activities, and the expression of flavonoid genes in strawberry (*Fragaria×ananassa*) fruit. *Food Chemistry*, 207, 93-100.

Mozafari, A., Ghdakchi Asl, A & Ghaderi, N. (2018). Grape response to salinity stress and role of iron nanparticle and potassium silicate to mitigate salt induced damage under in vitro conditions. *Physiological Molecular Biological Plants*, 24(1), 25-35.

Ola, A. (2016). Salinity soil effects on yield fruit quality and mineral composition of composition of superior seedless grapevines grafted on some rootstocks. *Journal of Applied Sciences*, 16(8), 359-371.

Pileh, F & Ghasemzadeh, R. (2017). Diversity evaluation of biochemical parameters and antioxidant activity in some commercial grape cultivars. Research in Pomology, 2(1), 45-60. (In Persian)

Pinho, P. Jokinen, K. & Halonen, L. (2012) .Horticultural lighting-present and future challenges. *Lighting Research and Technology*, 44, 427–437.

Rezazadeh-Bari, R., Ghalandari, A., Darvishzadeh, R., Torabi Gigluo, M & Doulati Baneh, H. (2021). Comparison of phenolic compounds and antioxidant activity of two grapevine root cultivars Rasha and Qzel Ozum. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 18(111): 1-12. (*In Persian*)

Rodyoung, A., Masuda, Y., Tomiyama, H., Asito, T., okawa, K., Ohara, H & Kondo, S. (2015). Effect of light emitting diode irradiation at night on absisic acid metabolism and anthocyanin synthesis in grapes in different growing seasons. *Plant Growth Regulators*, 79, 39-46.

Sarikhani, H. (2016, Sept). Investigation of greenhouse cultivation of fruit trees with emphasis on grapes. The First Symposium on Small Fruits, Hamedan, Iran, p, 8. (In Persian)

Samuoliene, G., Brazaltyte, A., Urbonaviciute, A., Sabajeviene, G & Duchovskis, P. (2010). The effect of red and blue light component on the growth and development of frigo strawberries. *Zemdirbyste- Agriculture*, 97(2), 99-104.

Silva Dias, N.D., Dantas de Morais, P.L., Abrantes Sarmento, J.D., Sousa Neto, O.N., Palacio, V.S & Rabelo de Freitas, J.J. (2018). Nutrient solution salinity effect of greenhouse melon (*Cucumis melon* L. cv. Nectar). *Acta Agronomy*, 67(4), 517-524.

Sohrabi, S & Ebadi, A. (2015). Investigation of the expression of some genes related to tolerance to salt stress in a number of grape candidate cultivars (*Vitis vinifera*). Master's of Science, Sciences thesis, University of Tehran. P,134. (In Persian)

Son, K.H., Lee, J.I., Oh, Y., Kim, D & Oh, M.M. (2017). Growth and bioactive compound synthesis in cultivated lettuce subject to light-quality changes. *Horticultural Science*, 52(4), 584-591.

Stevens, R.M & Walker, R.R. (2012) .Response of grapevines to irrigation-induced saline-sodic soil conditions. *Animal Production Science*, 42(1), 323-331.

Tahanian, H., Ebaddi, A., Shahbazi, M & Lesani, H. (2015). Investigating the distribution of elements (potassium, sodium and chlorine) in some grape genotypes (*Vitis vinifera*) under salinity conditions. Iranian Journal of Horticultural Science, 47(1), 1-9. (In Persian)

Taira, S., & Ono, M. 1996. Reduction of astringency in persimmon caused by adhesion of tannins to cell wall fragments. Acta Horticulturae, 436, 235-242.

Tezcan, F., Gultekin-Ozgüven, M., Diken, T., Ozçelik, B & Erim. F.B. (2009). Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chemistry*, 115(3): 873-877.

Warner, R., Wu, B.S., Macpherson, S & Lefsrud, M. (2021). A review of strawberry photobiology and fruit flavonoids in controlled environments. *Plant Science*, 12, 1-13.

Zhang, B.B., Xu, J.L., Zhou, M., Yan, D.H & Ma, R.J. (2018 a). Effect of light quality on leaf photosynthetic characteristics and fruit quality of peach (*Prunus persica* L. Batch). *Photosynthetica*. 56, 1-10.

Zhang, Y., Jiang, L., Li, Y., Chen, Q., Ye, Y., Zhang, Y., Luo, Y., Sun, B., Wang, X & Tang, H. (2018 b). Effect of Red and Blue light on anthocyanin accumulation and differential gene expression in strawberry (*Fragaria×ananassa*). *Molecules*, 23, 1-17.