رابطه خاک و گیاه / سال یازدهم / شماره سوم / پاییز ۱۳۹۹ / صفحات ۴۲-۲۵ مقاله پژوهشی

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021

بررسی ویژگی‌های کمّی و کیفی دو رقم گوجه‌فرنگی در کشت پاییزه تحت تأثیر پوشش‌های مختلف گلخانه

شهاب‌الدین آهوئی، سید حسین نعمتی*، حسین آروئی و علی تهرانی‌فر

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۳)
DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932

چکیده

انتخاب پوشش بهینه گلخانه از طریق تأثیر بر کمّیت و کیفیت نور ورودی به گلخانه دارای اهمیت است. برخی صفات رویشی و زایشی گیاه و صفات بیوشیمیایی میوه دو رقم گوجه‌فرنگی («سیندا» و «ملودی») کشت‌شده در واحدهای گلخانه‌ای با چهار پوشش متفاوت گلخانه (شیشه، پلاستیک، پلی‌کربنات و کاروگیت) به‌صورت طرح کرت‌های خردشده (فاکتور اصلی: پوشش گلخانه؛ فاکتور فرعی: رقم) در قالب طرح کاملاً تصادفی در کشت پاییزه در گلخانه‌های پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا در آمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد صفات رویشی، زایشی و بیوشیمیایی گیاه به طور معنی‌داری تحت تاثیر پوشش گلخانه، رقم و اثر برهم‌کنش آنها قرار گرفتند. میزان تابش به‌ترتیب در پوشش‌های کاروگیت، شیشه، پلاستیک و پلی‌کربنات از بیش‌ترین تا کم‌ترین ثبت شد. افزایش شاخص سلامت گیاه از طریق افزایش قطر ساقه و کاهش طول گیاه تحت تأثیر میزان تابش ناشی از پوشش‌های گلخانه قرار گرفت و به‌طور معنی‌داری در پوشش‌های کاروگیت و شیشه از پوشش‌های پلاستیک و پلی‌کربنات بیش‌تر بود. رقم «سیندا» در پوشش کاروگیت و شیشه به‌ترتیب ۳۵/۵ و ۳۵ روز و رقم «ملودی» در پوشش شیشه ۳۲/۲ روز زودتر وارد فاز گل‌دهی شدند. تعداد روز تا رسیدن میوه در رقم «ملودی» در پوشش کاروگیت کم‌ترین (۶۰ روز) و در رقم «سیندا» در پوشش پلی‌کربنات بیش‌ترین میزان (۸۰/۲۵ روز) بود. تولید میوه در رقم «سیندا» تحت پوشش‌های کاروگیت (۶۵۰۳/۶ گرم بر بوته) و شیشه (۶۳۳۷/۳ گرم بر بوته) بیش‌ترین میزان بود و در رقم «ملودی» تحت پوشش‌های پلاستیک و پلی‌کربنات (به‌ترتیب ۱۳۱۴/۲ و ۱۰۲۷/۱ گرم بر بوته) کم‌ترین میزان را نشان داد. براساس نتایج این آزمایش در شرایط آب‌وهوایی منطقه، به‌دلیل ارزش فعلی خالص و نرخ بازدهی داخلی بیش‌تر پوشش شیشه نسبت به سایر پوشش‌ها، کشت رقم «سیندا» در گلخانه‌هایی با پوشش سقف شیشه از نظر اقتصادی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارزش فعلی خالص، پلاستیک، شیشه، کاروگیت، نرخ بازدهی داخلی، نور

مقدمه

گیاه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* Mill) از خانواده سیب‌زمینی (Solanaceae) یکی از سبزیجات میوه‌ای مهم محسوب می‌شود. این گیاه بومی مناطق نیمه‌گرمسیری و معتدله است و اغلب کشت آن در کشورهای با آب‌وهوای معتدل در گلخانه و یا زیر پلاستیک صورت می‌گیرد (۲۳). دمای روزانه

۱. گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: nemati@um.ac.ir

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021

بر شکل منحنی میزان تولید میوه اثر دارد به‌طوری که میزان آن تا دمای ۲۵ درجه سلسیوس در شدت نور کم (۲ میکروژول بر مترمربع بر روز) و در ۲۲ درجه سلسیوس در شدت نور زیاد (۸ میکروژول بر مترمربع بر روز) افزایش یافته و پس از آن با افزایش دمای روزانه میزان تولید میوه کاهش می‌یابد (۵۸). عملکرد محصول بستگی به پاسخ گیاهان به فاکتورهای محیطی دارد (۱۷)، به‌عنوان مثال، دما تأثیر چشم‌گیری بر زمان محصول‌دهی و عملکرد دارد (۸) و همچنین، نور یک فاکتور اولیه تعیین‌کننده رشد محصول است.

گلخانه‌ها شرایط محیطی بهتری را برای رشد گیاه و باروری ایجاد می‌کنند (۱۶). انتخاب ماده پوششی گلخانه برای موفقیت تولید محصولات باغبانی محافظت‌شده بسیار اهمیت دارد. در میان ویژگی‌های مختلف مواد پوششی (مانند نوری، شیمیایی و فیزیکی)، ویژگی‌های نوری حیاتی است چرا که کمّیت و کیفیت تابش خورشیدی ورودی به گلخانه را متأثر کرده و در نتیجه بر دریافت میزان تشعشع فعال فتوسنتزی به گیاه که تعیین‌کننده تولید زیست‌توده خشک است تأثیرگذار است. شدت نور عامل مهمی برای رشد گیاه است. گیاهانی که در نور کم رشد می‌کنند نسبت به گیاهانی که تحت تأثیر نور زیاد رشد می‌کنند، اغلب به بازدارندگی نوری بسیار حساس هستند (۳۹). معمولاً افزایش در میزان فتوسنتز خالص با افزایش شدت نور ارتباط دارد. با این‌حال، شدت نور زیاد منجر به کاهش سرعت فتوسنتز خالص می‌شود (۹ و ۳۳).

به‌منظور تنظیم محیط‌های مختلف نور، مکانیسم‌های بسیاری از جمله تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در سطح برگ گیاهان تکامل یافته‌اند (۶۲). سطح کم نور ممکن است منجر به افزایش در سطح ویژه برگ و ارتفاع گیاه شود. با این وجود، ماده پوششی مشخصی از لحاظ ویژگی‌های نوری وجود ندارد که بهینه باشد. بنابراین، گلخانه‌دار مجبور به انتخاب ماده پوششی مناسب است که با توجه به شرایط خاص منطقه کشت دارای ویژگی‌های نوری بهینه باشد. علاوه بر کیفیت و کمّیت نور ورودی به گلخانه، پوشش گلخانه تا حد زیادی می‌تواند دمای داخلی گلخانه و در نتیجه تبخیر و تعرق را تحت تأثیر قرار داده و بر فرآیندهای رشدی گیاه گلخانه‌ای مؤثر باشد. پیش‌بینی پاسخ‌های محصول به مواد پوششی مختلف در ارتباط با فاکتورهای محیطی به‌طور جداگانه غیرممکن خواهد بود چرا که پوشش گلخانه هم‌زمان چندین فاکتور محیطی گلخانه را متأثر می‌کند (۸ و ۱۲). از مهم‌ترین مواد پوششی باغبانی در دنیا می‌توان به پلاستیک‌های قابل انعطاف، شیشه و انواع مختلف اسکرین اشاره کرد. فیلم‌های پلاستیکی برای ذخیره انرژی گرمایی و سرمایی استفاده می‌شوند (۷). به‌طور کلی، فیلم‌های پوشش‌دهی می‌توانند برای به دام انداختن گرما در درون سازه و یا کاهش انتقال همرفتی محیطی استفاده شوند. به‌عنوان مثال، پوشش‌های پلاستیک و پلی‌کربنات نه تنها از نظر گرمایی کارآمد محسوب می‌شوند بلکه به‌عنوان مواد با دوام در برابر اشعه UV نیز هستند.

انتگرال نوری روزانه (Daily Light Integral، DLI) مقدار تشعشع فعال فتوسنتزی است که هر روز به‌عنوان تابعی از شدت نور (میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) و مدت زمان (روز) دریافت می‌شود. هر محصول دارای دامنه DLI بهینه است. اگر مقدار نور در هر روز کم‌تر از این مقدار بهینه باشد، تولید کاهش می‌یابد و اگر نور از این مقدار بیش‌تر شود هدر رفته و ممکن است به گیاه آسیب برساند. گوجه‌فرنگی می‌تواند ۳۰-۲۰ مول در مترمربع در روز مصرف کند. گیاه گوجه‌فرنگی بالغ برای بهره‌وری خوب، حداقل ۲۲ مول در مترمربع در روز به نور خورشید نیاز دارد. حتی ۳۰ مول در مترمربع در روز نیز در صورت وجود رطوبت کافی مشکلی ایجاد نمی‌کند (۵۷).

تاکنون اطلاعاتی در ارتباط با اثر مواد پوششی گلخانه‌ای بر فرآیندهای رشدی گوجه‌فرنگی در شرایط آب‌وهوایی ایران گزارش نشده است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر پوشش‌های مختلف گلخانه و میزان تابش نور ایجادشده توسط آنها بر رشد و نمو دو رقم گوجه‌فرنگی است.

مواد و روش‌ها

چهار واحد گلخانه طرح ونلو (Venlo) هر کدام با مساحت

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021

شکل ۱. الف، ب) موقعیت قرارگرفتن واحدهای گلخانه در محوطه باغ گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و ج) مرحله انتقال نشاء گوجه‌فرنگی به واحدهای گلخانه و سیستم آبیاری

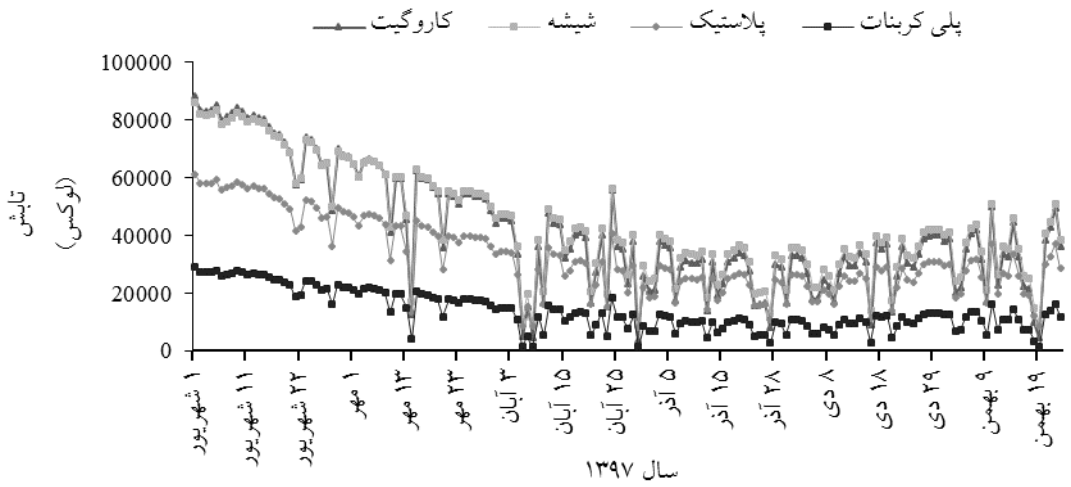
اعداد ۱، ۲، ۳ و ۴ در تصویر (الف) به‌ترتیب واحدهای گلخانه با پوشش‌های پلاستیک، کاروگیت، پلی‌کربنات و شیشه هستند.

۳۰ مترمربع (۶ × ۵ متر) و ارتفاع ۴/۲ متر در محوطه باغ گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (۳۶ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی و ۵۹ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی، ۹۷۰ متر ارتفاع) احداث شد. برای پوشش هر کدام از واحدهای گلخانه از مواد متفاوتی شامل شیشه (تک لایه، ۴ میلی‌متر)، پلاستیک (تک لایه، ۲۰۰ میکرومتر، UV ۵ درصد)، پلی‌کربنات (۲ لایه، ۶ میلی‌متر، UV ۵ درصد) و کاروگیت (تک لایه، ۱ میلی‌متر، UV ۵ درصد) استفاده شد (شکل ۱-الف و ب).

ارقام گوجه‌فرنگی مورد آزمایش دو رقم «سیندا» و «ملودی» بودند. کشت بذر در ماه تیر سال ۱۳۹۷ در سینی نشاء (۲۴ عددی) در گلخانه انجام شد و در ماه مهر زمانی که قطر ساقه‌های گیاهان حدود ۵ میلی‌متر بود انتقال نشاء در گلخانه صورت گرفت (شکل ۱-ج). گیاهان در بستری حاوی خاک غنی‌شده (۱۰ درصد)، ماسه بادی (۱۵ درصد)، کود دامی (۱۰ درصد) و خاک زراعی (۶۵ درصد) با تراکم ۲/۷ بوته در مترمربع کشت شدند. آبیاری با توجه به مرحله رشد گیاه (نیاز آبی) به‌صورت آبیاری تحت فشار برای هر بوته یک نازل (۸ ساعت بر لیتر-سه نوبت در روز) صورت گرفت. میزان تابش داخل واحدهای مختلف گلخانه هر روز (ساعت ۱۳-۱۲) در طول دوره آزمایش با سنسور هوشمند چندمنظوره شیائومی مجهز به سیستم هشداردهنده ثبت شد. دمای روز و شب در تمام طول آزمایش و در تمام واحدهای گلخانه به‌ترتیب ۱ ± ۲۴ در ۱ ± ۱۸ درجه سلسیوس تنظیم شد. از سیستم فن و پد برای سرمایش و از لوله‌های آب گرم برای گرمایش استفاده شد. برای کاهش خطای انسانی و جلوگیری از تغییر نتایج واقعی عملیات داشت شامل هرس شاخه و تنک گل و میوه انجام نشد.

داده‌های میزان تابش و تعداد ساعات آفتابی در ماه‌های شهریور تا اسفند سال ۱۳۹۷ از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک مشهد (کد ۴۰۷۴۵) دریافت شد و انتگرال نوری روزانه (DLI) به روش تورس و لوپز (۵۷) محاسبه شد. صفات رویشی (ارتفاع بوته، قطر ساقه، شاخص سلامت گیاه، تعداد روز از انتقال نشاء تا گل‌دهی، تعداد روز از زمان گل‌دهی تا رسیدن میوه، تعداد خوشه، تعداد گل در خوشه، درصد ماده خشک)، زایشی (تعداد میوه، وزن تازه و خشک میوه، تعداد حفره میوه، وزن هزار دانه و تولید میوه) و بیوشیمیایی (میزان ویتامین ث میوه، میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئید برگ) در دوره رشد و یا پس از پایان دوره رشد (اوایل اسفند ماه سال ۱۳۹۷) ثبت شد. شاخص سلامت گیاه با استفاده از معادله [ماده خشک × $\frac{\text{قطر ساقه}}{\text{ارتفاع بوته}}$ = شاخص سلامت گیاه] محاسبه شد (۲۲). میزان ویتامین ث به روش جاکوبس (۴) و محتوی کلروفیل a، b، کل و کارتنوئید با روش اسپکتوفتومتری (۳) اندازه‌گیری شدند. ارزش فعلی خالص (Net Present Value، NPV) به روش گرونوالد و گوارا (۲۷) محاسبه شد و از روش‌های اقتصاد مهندسی برای محاسبه نرخ بازده داخلی

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021



شکل ۲. میزان تابش درون واحدهای مختلف گلخانه در طول دوره آزمایش.

(Internal Rate of Return، IRR)، نرخ سود و هزینه‌ها استفاده شد (۳۸).

این آزمایش به‌صورت طرح کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی به اجرا در آمد که در آن کرت اصلی شامل پوشش گلخانه در چهار سطح (شیشه، پلاستیک، پلی‌کربنات و کاروگیت) و کرت فرعی شامل رقم گوجه‌فرنگی در دو سطح (رقم «سیندا» و «ملودی») با ۴ تکرار بود. از نرم‌افزار آماری SAS (۵۳) برای تجزیه آماری داده‌ها استفاده شد و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. از نرم‌افزار MS Excel برای رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

داده‌های تابش ثبت‌شده در درون واحدهای گلخانه نشان داد که پوشش شیشه و کاروگیت میزان تابش را به یک میزان تحت تأثیر قرار داده و بیش‌ترین میزان تابش ورودی به گلخانه را دارند درحالی که پوشش پلاستیک میزان تابش بیش‌تری را نسبت به پوشش پلی‌کربنات به درون گلخانه عبور می‌دهد (شکل ۲). به این صورت به‌ترتیب پوشش‌های شیشه و کاروگیت > پلاستیک > پلی‌کربنات بیش‌ترین تا کم‌ترین میزان انتقال نور را نشان دادند.

شکل (۳) نشان می‌دهد که در ابتدای دوره رشد میزان DLI بیش از نیاز گیاه گوجه‌فرنگی بوده و پس از آن در مراحل بعدی رشد گیاه بالغ میزان آن در برخی روزها به کم‌تر از حد بهینه نیز می‌رسد. البته با توجه به درصد مختلف کاهش تابش توسط پوشش سقف گلخانه (شکل ۲) میزان DLI در درون واحدهای گلخانه کم‌تر از میزان نشان داده شده در شکل (۳) است.

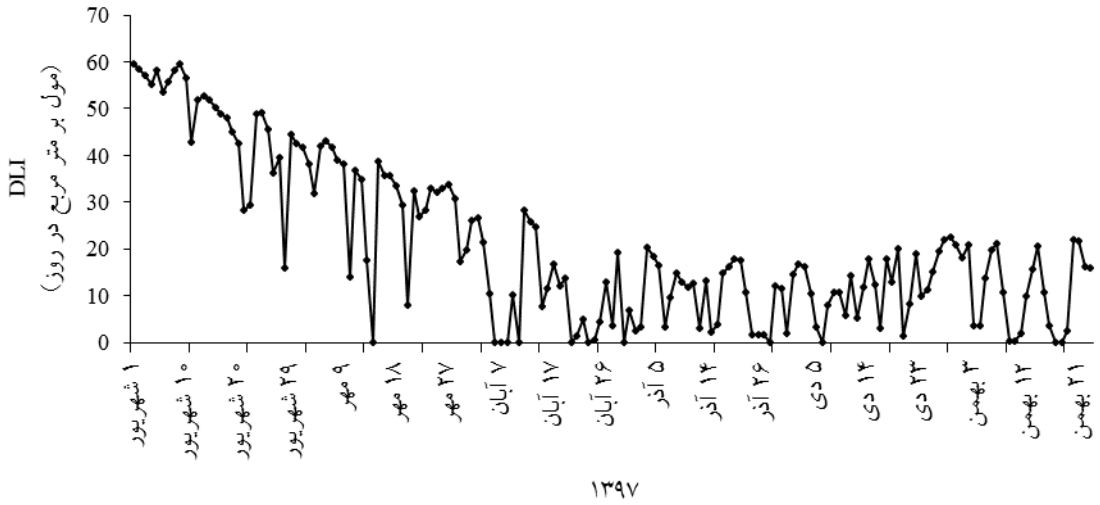
تجزیه واریانس داده‌های حاصل از این آزمایش نشان داد که صفات مورد بررسی به‌طور معنی‌داری نسبت به نوع پوشش، رقم و یا برهم‌کنش پوشش × رقم تأثیرپذیر هستند (جدول ۱). فتومورفوژنز عبارت است از پاسخ‌های فیزیولوژیک به تغییر شرایط تابشی که به‌عنوان مثال، شکل، رنگ، شروع و مدت زمان گل‌دهی در گیاهان (۲۱) یا میزان طویل‌شدن ساقه (۶ و ۵۲) را تعیین می‌کند و می‌تواند بر فاکتورهای رشدی و عملکردی تأثیرگذار باشد.

صفات رویشی

ارتفاع بوته، قطر ساقه و شاخص سلامت گیاه

ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۱$) تحت تأثیر پوشش گلخانه و رقم قرار گرفت درحالی که قطر ساقه و شاخص سلامت گیاه تنها متأثر از نوع پوشش گلخانه ($p \leq ۰/۰۱$) بودند

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021



شکل ۳. مقدار انتگرال نوری روزانه در طول دوره آزمایش.

(جدول ۱). در این آزمایش بیش‌ترین میزان ارتفاع بوته در گیاهان رشدیافته زیر پوشش پلی‌کربنات (۲۶۷/۹ سانتی‌متر) مشاهده شد و پس از آن به‌ترتیب برای پوشش پلاستیک (۲۳۵/۸ سانتی‌متر) و شیشه = کاروگیت (۱۷۸/۳ = ۱۷۶/۶ سانتی‌متر) ثبت شد (شکل ۴- الف). این افزایش در ارتفاع بوته به‌طور معکوس با شدت تابش ورودی به گلخانه (شکل ۲) در ارتباط بود.

غالبیت نور مستقیم و یا پراکنده دریافتی از پوشش گلخانه در ارتفاع گیاه مؤثر است. در شیشه و کاروگیت میزان نور پراکنده کمی کم‌تر از نور مستقیم است (۴۸) درحالی که در پوشش پلاستیک این نسبت برعکس است (۴۲). در خیار گلخانه‌ای و چندین گونه گیاه زینتی نیز مشاهده شد که نور پراکنده باعث افزایش ارتفاع گیاه زیر پوشش پلاستیک نسبت به شیشه شد اگرچه میزان انتقال تشعشع فعال فتوسنتزی از آن ۴ درصد کم‌تر از پوشش شیشه بود (۲۹). طول گیاه از طریق افزایش طول میان‌گره (و نه تعداد گره) تحت تأثیر فاکتور تابش قرار می‌گیرد (۳۴، ۳۷، ۴۴ و ۵۱). گیاهان شعمدانی در زیر پوشش پلی‌کربنات نسبت به پوشش پلاستیک رشد طولی بیش‌تری دارد (۱۰). در کشت‌های رز در جنوب فرانسه، زمانی که انتقال تشعشع فعال فتوسنتزی ۱۵ درصد کم‌تر بود رشد گیاه حدود ۶ سانتی‌متر (طول ساقه) کاهش یافت (۴۸). در شرایط عدم استفاده از نور تکمیلی، ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی رقم Trust در گلخانه‌های آکریلیک نسبت به گلخانه شیشه‌ای به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود (۲۰). علاوه بر فاکتور نور، ژنوتیپ نیز بر ارتفاع گیاه تأثیرگذار است. در این آزمایش ارتفاع گیاه رقم «سیندا» (۲۴۱/۵ سانتی‌متر) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از رقم «ملودی» (۱۹۲/۳ سانتی‌متر) بود (شکل ۴- ب).

قطر ساقه به‌عنوان فاکتور مرتبط با میزان فتوسنتز و بنابراین رشد بررسی می‌شود (۳۵). در این آزمایش همچنین قطر ساقه تحت تأثیر پوشش سقف گلخانه تفاوت معنی‌داری ($p \leq$ ۰/۰۱) را نشان داد (جدول ۱) و به‌طور معکوس با ارتفاع گیاه تحت تأثیر پوشش گلخانه قرار گرفت. قطر ساقه در پوشش کاروگیت (۲/۵ سانتی‌متر) بیش‌ترین میزان را داشت و کم‌ترین میزان آن در پوشش پلی‌کربنات (۱/۵ سانتی‌متر) دیده شد. قطر ساقه زیر پوشش‌های کاروگیت، شیشه، پلاستیک و پلی‌کربنات به‌ترتیب از بیش‌ترین تا کم‌ترین بود (شکل ۴- ج). شاخص سلامت گیاه در پوشش‌های کاروگیت و شیشه (به‌ترتیب ۱/۳۰ و ۱/۱۴) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از پوشش‌های پلاستیک و پلی‌کربنات (به‌ترتیب ۰/۷۰ و ۰/۵۱) ثبت شد (شکل ۴- د).

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021

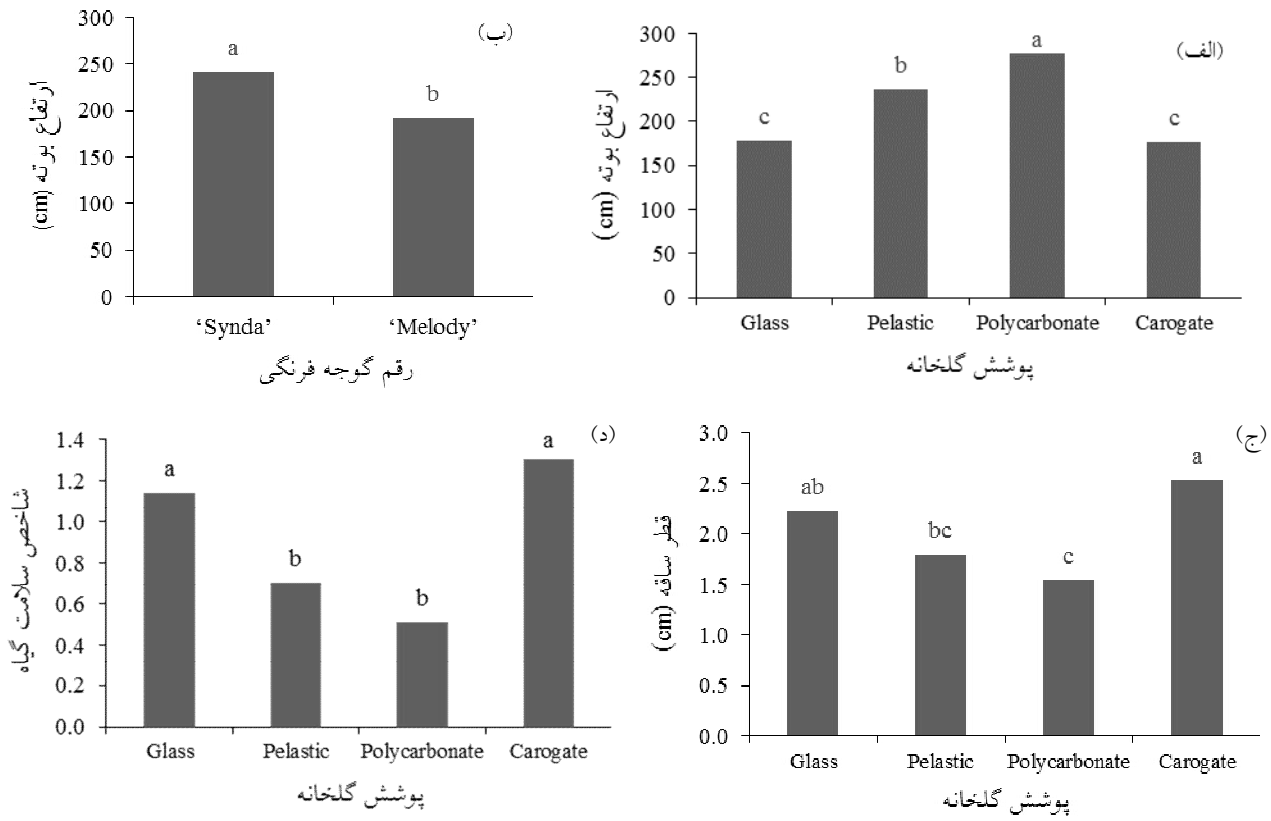
جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات رویشی، زایشی و بیوشیمیایی دو رقم گوجه فرنگی تحت تأثیر پوشش‌های مختلف گلخانه در شرایط آب‌وهوایی مشهد در کشت پاییزه سال ۱۳۹۷

منابع تغییر	پوشش گلخانه	خطا (پوشش)	رقم	رقم × پوشش گلخانه	خطا	ضریب تغییرات (درصد)
درجه آزادی	۳	۱۲	۱	۳	۱۲	
ارتفاع بوته	۱۸۸۷۹/۰**	۲۰۵/۱	۱۹۳۷۰/۰**	۴۰۰/۵ns	۱۷۵/۰	۶/۱
قطر ساقه	۱/۵**	۰/۲	۰/۳ns	۰/۱ns	۰/۱	۱۶/۲
شاخص سلامت گیاه	۰/۰۱**	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۰۰۸ns	۰/۰۰۰۳	۱۹/۱
تعداد روز از انتقال نشاء تا گل‌دهی	۸/۲**	۰/۳	۱۲۰/۱**	۲/۵**	۰/۴	۲/۰
تعداد روز از گل‌دهی تا رسیدن میوه	۳۸۰/۲**	۰/۳	۹۸/۰**	۷/۵**	۱/۰	۲/۷
تعداد خوشه	۶/۰ ns	۲/۶	۳۵/۱**	۰/۳ ns	۲/۹	۲۰/۳
تعداد گل در خوشه	۶۶۰/۵**	۷/۹	۱۲۹۲/۲**	۳۷/۴*	۸/۸	۶/۱
تعداد میوه	۹۴۱/۴**	۶/۲	۵۹۶/۲**	۲۷/۴*	۷/۱	۶/۱
وزن تازه میوه	۴۶۹/۸**	۵۲/۶	۶۴۷۸/۹**	۳۵۹/۳**	۳۹/۹	۷/۶
وزن خشک میوه	۳۸/۴**	۰/۴	۳۵/۵**	۲/۶**	۰/۳	۷/۴
درصد وزن خشک	۰/۰۰۰۵*	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۲۵**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۰۰۲	۰/۴
تعداد حفره میوه	۰/۰۸۹ns	۰/۰۷۶	۶/۱**	۰/۰۶ns	۰/۰۴	۵/۲
تولید میوه	۲۸۴۰۶۲۷۲/۰**	۱۲۷۹۷۵/۴	۳۲۴۲۱۹۶۷/۵**	۳۶۵۵۷۳۵/۹**	۹۲۶۳۷/۵	۹/۴
وزن هزار دانه	۰/۵۰**	۰/۰۲	۱/۰۶**	۰/۲۱*	۰/۰۲۹	۵/۴
ویتامین ث میوه	۰/۹۴**	۰/۰۰۵	۰/۶۱۳**	۰/۰۳۶*	۰/۰۰۷	۱۰/۹
کلروفیل a برگ	۷/۶۳*	۱/۴۸	۲۴/۸۲**	۱/۳۲*	۰/۳۵	۲/۶
کلروفیل b برگ	۰/۴۱ns	۲/۱۱	۴/۱۷**	۰/۰۱ns	۰/۰۰۲	۰/۴
کلروفیل کل برگ	۷/۸۵*	۲/۲۱	۶۷/۰۵**	۳/۷۳ns	۱/۳۹	۳/۴
کارتنوئید برگ	۰/۰۱ns	۰/۱۷۰	۰/۱۴۴**	۰/۰۰۰۵ns	۰/۰۰۰۱	۰/۶

*، ** و ns: به‌ترتیب بیان‌گر اثر معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و عدم اثر معنی‌دار است.

کاهش ارتفاع گیاه شب بو (۱)، گل راعی (۱۹)، و باچاریس (۱۱) با افزایش شدت نور نیز گزارش شده است. مشابه با نتایج این پژوهش، جمعیت‌های گل راعی رشدیافته در ارتفاعات بالاتر از ۱۸۶۳ متر از سطح دریا نسبت به سایر جمعیت‌های جمع‌آوری شده فاصله میان‌گره و ارتفاع بوته کم‌تری داشتند (۱۵). شدت نور زیاد موجب ضخیم‌شدن برگ‌ها و کوتاه‌شدن گیاه می‌شود درحالی که در شدت نور کم ساقه‌ها سریع‌تر رشد کرده و طول میان‌گره‌ها بیش‌تر می‌شود که دلیل آن به میزان

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021



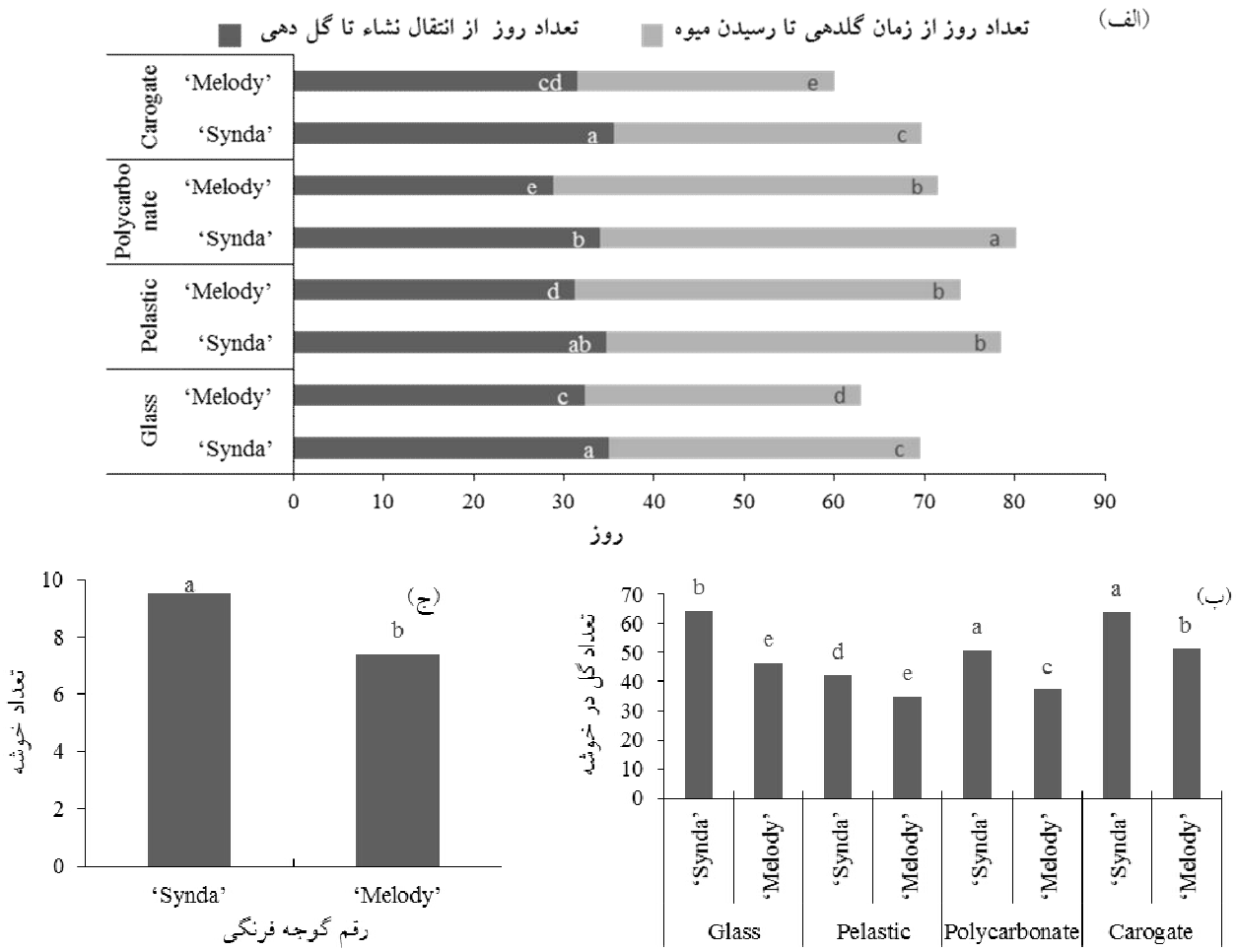
شکل ۴- مقایسه میانگین اثر نوع پوشش گلخانه بر: الف) ارتفاع بوته، ج) قطر ساقه و د) سلامت شاخص سلامت، و ب) مقایسه میانگین اثر رقم بر ارتفاع بوته گیاه گوجه‌فرنگی در شرایط آب‌وهوایی مشهد در کشت پاییزه سال ۱۳۹۷؛ حروف متفاوت بیان‌گر تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است.

زیادتر اکسین و افزایش تقسیم میتوز مرتبط است (۳۲). افزایش فتوسنتز به‌دلیل میزان زیاد نور احتمالاً سبب افزایش اجزای دیواره سلولی می‌شود. از طرف دیگر افزایش تعداد دستجات آوندی و تراکم سلول‌های اسکلرانشیمی در ساقه در شرایط نور بیش‌تر باعث افزایش قطر ساقه می‌شود. در گیاهان رشدیافته در نور کم، تشکیل دستجات آوندی، بافت اسکلرانشیم و ظهور نوار کاسپاری کاهش می‌یابد (۲۵).

افزایش شاخص سلامت گیاه از طریق افزایش قطر ساقه و کاهش طول گیاه تحت تأثیر میزان تابش ناشی از پوشش‌های گلخانه قرار گرفت. فان و همکاران (۲۲) بیان کردند که شدت نور ارتباط مستقیمی با میزان قطر ساقه و شاخص سلامت گیاه در گوجه‌فرنگی گیلاسی دارد و نتایج آنها در ارتباط با میزان تابش ورودی از پوشش‌های مورد بررسی با نتایج این آزمایش نیز هم‌خوانی دارد.

تعداد روز از انتقال نشاء تا گل‌دهی، تعداد روز از گل‌دهی تا رسیدن میوه، تعداد خوشه و تعداد گل در خوشه: زودگل‌دهی و زودرسی میوه از عوامل اقتصادی مهم در انتخاب رقم در منطقه هستند. صفات تعداد خوشه و تعداد گل در خوشه از طریق تأثیر بر عملکرد دارای اهمیت هستند. کنترل این صفات در مدیریت صحیح گلخانه حائز اهمیت است. در این آزمایش تعداد روز از انتقال نشاء تا گل‌دهی، تعداد روز از گل‌دهی تا رسیدن میوه و تعداد گل در خوشه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر پوشش گلخانه، رقم و اثر برهم‌کنش پوشش گلخانه × رقم قرار گرفتند درحالی که تعداد خوشه تنها متأثر از رقم بود (جدول ۱) که نشان می‌دهد این صفت وراثت‌پذیری زیادی داشته و محیط تأثیر کمی بر آن دارد.

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021

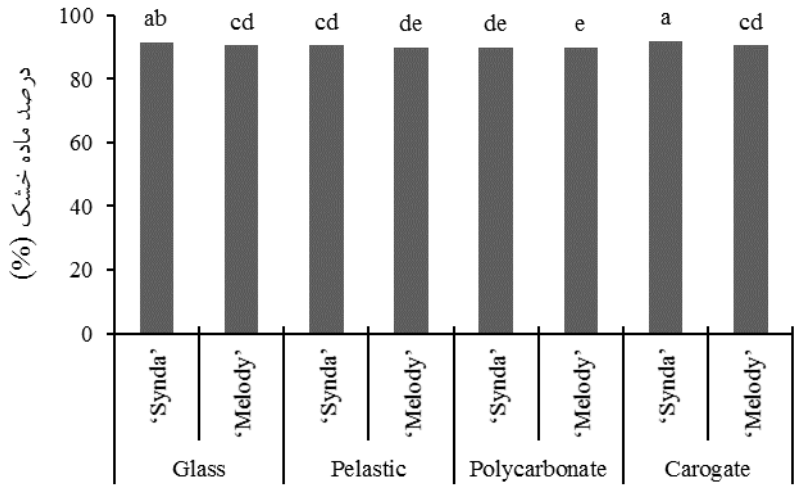


شکل ۵- مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش پوشش گلخانه × رقم بر: الف) تعداد روز از انتقال نشاء تا گل‌دهی و تعداد روز از گل‌دهی تا رسیدن میوه و ب) تعداد گل در خوشه، و ج) مقایسه میانگین اثر رقم بر تعداد خوشه گوجه‌فرنگی در شرایط آب‌وهوایی مشهد در کشت پاییزه سال ۱۳۹۷؛ حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است.

بیش‌ترین تعداد روز از انتقال نشاء تا گل‌دهی رقم «سیندا» در پوشش‌های کاروگیت و شیشه (به‌ترتیب ۳۵/۵ و ۳۵ روز) و در رقم «ملودی» بیش‌ترین روز تا گل‌دهی در پوشش شیشه (۳۲/۲ روز) و کم‌ترین روز از انتقال نشاء تا گل‌دهی برای هر دو رقم در پوشش پلی‌کربنات (به‌ترتیب ۳۳ و ۲۸/۷ روز) ثبت شد (شکل ۵- الف). بر اساس نتایج این آزمایش، پلی‌کربنات نسبت به سایر پوشش‌ها باعث تسریع گل‌دهی می‌شود که به‌نظر می‌رسد به‌دلیل کاهش نور ورودی به گلخانه، افزایش طول گیاه و تمایل آن برای ورود به فاز زایشی و تولید بذر است. بر اساس نتایج این آزمایش رقم «ملودی» زودگلده تر از رقم «سیندا» بود.

طولانی‌ترین دوره رسیدن میوه در ارقام «سیندا» و «ملودی» به‌ترتیب در پوشش پلی‌کربنات (۴۶/۲ روز) و در پوشش‌های پلی‌کربنات و پلاستیک (۴۲/۷۵ روز) و کم‌ترین دوره در ارقام «سیندا» و«ملودی» به‌ترتیب در پوشش‌های کاروگیت و شیشه (۳۴/۵-۳۴/۲ روز) و پوشش کاروگیت (۲۸/۵ روز) مشاهده شد (شکل ۵- الف). تعداد روز تا رسیدن میوه در رقم «ملودی» در پوشش کاروگیت (۶۰ روز) کم‌ترین و در رقم «سیندا» در پوشش پلی‌کربنات (۸۰/۲۵ روز) بیش‌ترین میزان بود. برای هر دو رقم، پوشش کاروگیت و شیشه باعث کاهش تعداد روز از گل‌دهی تا رسیدن میوه شد که نشان‌دهنده این

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021



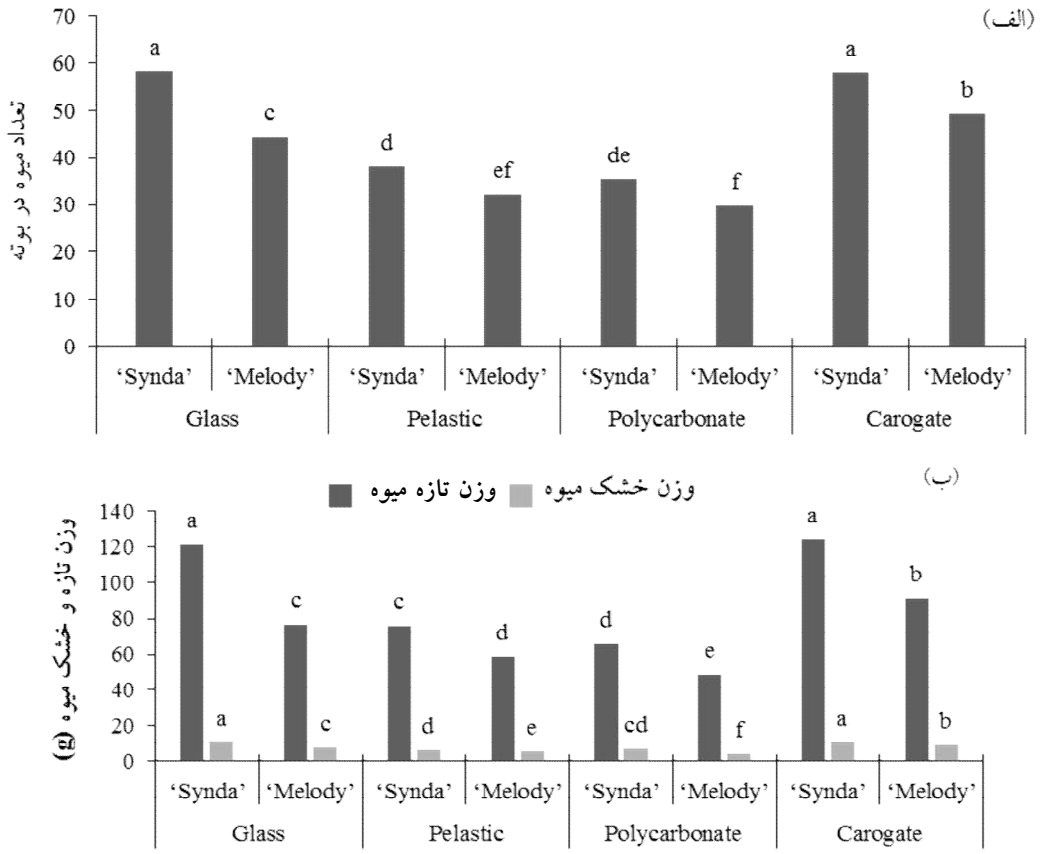
شکل ۶. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش پوشش گلخانه × رقم بر درصد ماده خشک گوجه‌فرنگی در شرایط آب‌وهوایی مشهد در کشت پاییزه سال ۱۳۹۷؛ حروف متفاوت بیان‌گر تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است.

است در گیاهان زیر این پوشش به‌دلیل تابش دریافتی زیادتر و تولید مواد فتوسنتزی بیش‌تر نسبت به سایر پوشش‌ها میوه‌ها زودتر به مرحله رسیدن می‌رسند. دما و نور از فاکتورهای مؤثر در سنتز لیکوپن هستند. رنگ میوه به‌عنوان شاخص برداشت وابسته به میزان لیکوپن در پوست است. در این آزمایش به‌نظر می‌رسد با افزایش میزان تابش رنگیری میوه سرعت یافته است. معنی‌دار بودن اثر برهم‌کنش رقم× پوشش بر این صفت نشان می‌دهد که برای انتخاب رقم باید به پوشش گلخانه توجه شود و نوع پوشش در تعیین رقم عامل اساسی محسوب می‌شود.

در این آزمایش تعداد خوشه مشابه نتایج به‌دست آمده توسط گول و همکاران (۲۸) برای گوجه‌فرنگی رقم 'Climberley' تحت تأثیر پوشش گلخانه قرار نگرفت درحالی که این صفت وابسته به ژنوتیپ بوده و در رقم «سیندا» (۹/۵) بیش‌تر از رقم «ملودی» (۷/۴) بود (شکل ۵- ب). بیش‌ترین تعداد گل در خوشه در هر دو رقم «سیندا» و «ملودی» در پوشش شیشه (به‌ترتیب ۶۴/۱۷ و ۴۶/۴۵) و کاروگیت (به‌ترتیب ۶۳/۷۲ و ۵۱/۴۰) مشاهده شد درحالی که کم‌ترین تعداد آن در رقم «سیندا» زیر پوشش پلاستیک (۴۲/۱۵) و در رقم «ملودی» زیر پوشش پلی‌کربنات (۳۷/۱۷) و پلاستیک (۳۴/۹۰) ثبت شد (شکل ۵- ج). تعداد گل در خوشه کم در گیاهان رشدیافته زیر پوشش پلی‌کربنات شاید به‌دلیل ریزش شدید گل در اثر رقابت ایجادشده بین اندام‌های مختلف گیاه بر سر جذب مواد غذایی در شرایط کاهش نور ورودی به گلخانه است (۵).

درصد ماده خشک: وزن خشک گیاه پارامتر کمّی معمول برای سنجش رشد گیاه است که در این آزمایش متأثر از نوع پوشش گلخانه، رقم و اثر برهم‌کنش پوشش گلخانه × رقم ($p \leq$ ۰/۰۱) بود (جدول ۱). بیش‌ترین درصد ماده خشک برای رقم «سیندا» در پوشش کاروگیت (۹۱/۷۵ درصد) و برای رقم «ملودی» در پوشش کاروگیت و شیشه (۹۰/۵۰ درصد) و کم‌ترین میزان ماده خشک برای هر دو رقم «سیندا» و «ملودی» در پوشش پلی‌کربنات (به‌ترتیب ۹۰/۰۰ و ۸۹/۷۵ درصد) به‌دست آمد (شکل ۶). درصد ماده خشک زیاد در زیر پوشش شیشه و کاروگیت برای هر دو رقم به شدت نور ورودی زیاد به گلخانه مرتبط است. چنانچه سیلویسترینی و همکاران (۵۴) نیز بیان کردند که وزن خشک گیاه در شدت‌های زیاد نور به‌طور معنی‌داری نسبت به شرایط نوری ضعیف بیش‌تر بود. بهبود تجمع ماده خشک در شدت نور زیاد احتمالاً به افزایش جذب نور، توزیع بهتر نور درون کانوپی و افزایش سرعت فتوسنتز

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021



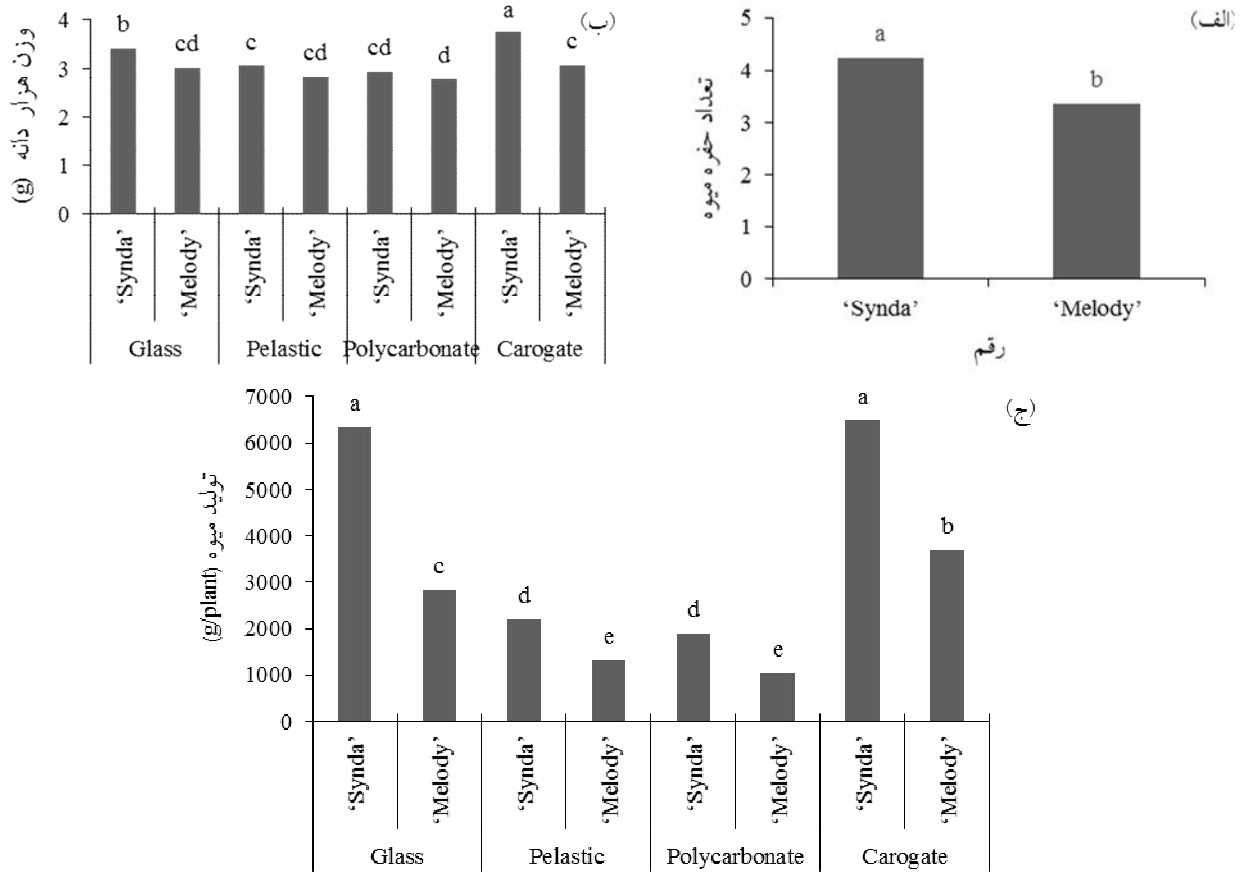
شکل ۷- مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش پوشش گلخانه × رقم بر: الف) تعداد میوه و ب) وزن تازه و خشک میوه گوجه‌فرنگی در شرایط آب‌وهوایی مشهد در کشت پاییزه سال ۱۳۹۷؛ حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است.

مرتبط است (۵۵). فراهم‌شدن نور مطلوب در راستای گسترش سطح برگ و متعاقباً فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی بیش‌تر از دلایل افزایش زیست‌توده برگ در شرایط نور بیش از حد مورد نیاز بیان شده است (۱۴).

صفات زایشی

تعداد میوه، وزن تازه و خشک میوه: تعداد میوه و وزن تازه و خشک میوه در سطوح مختلف به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر پوشش گلخانه، رقم و اثر برهم‌کنش پوشش گلخانه × رقم قرار گرفتند (جدول ۱). رقم «سیندا» زیر پوشش شیشه و کاروگیت (به‌ترتیب ۵۸/۴ و ۵۷/۹۹) و رقم «ملودی» زیر پوشش کاروگیت (۴۹/۳۴) بیش‌ترین تعداد میوه را تولید کردند درحالی که کم‌ترین تعداد برای رقم «سیندا» و «ملودی» در پوشش پلی‌کربنات (به‌ترتیب ۳۵/۵۹ و ۷۴/۲۹) ثبت شد (شکل ۷- الف). بیش‌ترین میزان وزن تازه و خشک میوه برای رقم «سیندا» تحت پوشش شیشه (۱۲۱/۴۱ و ۱۰/۹۳ گرم) و کاروگیت (۱۲۴/۳۲ و ۱۰/۴۳ گرم) ثبت شد درحالی‌که کم‌ترین وزن تازه و خشک میوه را رقم «ملودی» به‌ترتیب در پوشش پلی‌کربنات (۴۸/۴۲ گرم) و پوشش پلاستیک (۵/۵۶ گرم) تولید کرد (شکل ۷- ب). ال- نمر (۱۸) دریافت که افزایش تراکم سایه‌دهی وزن میوه را کاهش داد که به‌دلیل کاهش فتوسنتز مرتبط با کاهش تابش بود. به‌علاوه کاهش تابش مسئول تنظیم کاهشی ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها و در نتیجه نرخ اشباع نوری کم‌تر در مقایسه با حالت کنترل‌شده است (۲).

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021



شکل ۸- الف) مقایسه میانگین اثر رقم بر تعداد حفره میوه، و مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش پوشش گلخانه × رقم بر: ب) وزن هزار دانه و ج) میزان تولید میوه گوجه‌فرنگی در شرایط آب‌وهوایی مشهد در کشت پاییزه سال ۱۳۹۷؛ حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است

تعداد حفره میوه، وزن هزار دانه و تولید میوه

تعداد حفره میوه تنها متأثر از رقم بود درحالی که وزن هزار دانه و تولید میوه به‌طور معنی‌داری در سطوح مختلف تحت تأثیر پوشش گلخانه، رقم و اثر برهم‌کنش پوشش گلخانه × رقم قرار گرفتند (جدول ۱). افزایش تعداد حفره میوه در اندازه میوه گوجه‌فرنگی مؤثر است که ناشی از حفره گل‌ها است. تعداد حفره میوه در گوجه‌فرنگی از نظر خاصیت انبارداری و شکل میوه قابل توجه است. تعداد زیاد حفره میوه منجر به قطر و وزن خالص بیش‌تر میوه می‌شود اگرچه افزایش بیش از حد تعداد حفره باعث ایجاد بدشکلی در میوه می‌شود. تعدادی از ژن‌های کنترل‌کننده تعداد حفره میوه در میوه گوجه‌فرنگی شناسایی شده است (۴۵). در این آزمایش نیز تعداد حفره میوه تنها متأثر از رقم بود و میوه رقم «سیندا» (۴/۲) تعداد حفره بیش‌تری نسبت به رقم «ملودی» (۳/۴) داشت (شکل ۸- الف).

وزن هزار دانه ارقام «سیندا» و «ملودی» هر دو در پوشش کاروگیت (به‌ترتیب ۳/۷۵ و ۳/۰۶ گرم) بیش‌ترین بود و پوشش پلی‌کربنات (به‌ترتیب ۲/۹۳ و ۲/۷۸ گرم) کم‌ترین وزن هزار دانه را تولید کرد (شکل ۸- ب). افزایش در وزن هزار دانه به وجود ماده فتوسنتزی بیش‌تر در گیاهان رشدیافته در پوشش کاروگیت در ارتباط است.

تولید میوه در رقم «سیندا» در پوشش‌های کاروگیت (۶۵۰۳/۶ گرم بر بوته) و شیشه (۶۳۳۷/۳ گرم بر بوته) بیش‌ترین میزان بود و در رقم «ملودی» در پوشش‌های پلاستیک (۱۳۱۴/۲ گرم بر بوته) و پلی‌کربنات (۱۰۲۷/۱ گرم بر بوته) کم‌ترین میزان را نشان داد (شکل ۸- ج). کاک‌شال و همکاران

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021

(۱۲) به‌طور نمونه نشان دادند هنگامی که سایر متغیرهای محیطی بدون تغییر باقی می‌مانند عملکرد میوه گوجه‌فرنگی تقریباً متناسب با دریافت تابش خورشید افزایش می‌یابد. نتایج مشابه توسط گلن و همکاران (۲۶) برای کاهو و اسفناج به‌دست آمد. یافته‌های سایر پژوهشگران نیز با نتایج به‌دست آمده در این آزمایش هم‌خوانی دارد. سمک و همکاران (۱۰) آثار پلی‌اتیلن‌های مختلف را به‌عنوان پوشش گلخانه بر رشد و باروری بادمجان بررسی کردند. آنها گزارش کردند که گیاهان زیر پوشش دولایه پلی‌اتیلنی رشد و نمو سریع‌تر و عملکرد بیش‌تری نسبت به گیاهان زیر پوشش پلی‌اتیلن تثبیت‌کننده UV، پلی اتیلن جاذب IR و پلی‌اتیلن تک لایه داشتند.

پاپادوپولوس وهائو (۵۰) تأثیر سه پوشش گلخانه (شیشه یک لایه، پلی‌اتیلن دولایه و آکریلیک) را بر رشد، باروری و استفاده انرژی در گوجه‌فرنگی در دو فصل رشدی بهاره بررسی کردند. تفاوت معنی‌داری برای اولین عملکرد قابل فروش بین پوشش پلی‌اتیلن دولایه و شیشه مشاهده نشد. عملکرد میان‌فصل در زیر پوشش پلی‌اتیلن نسبت به شیشه کم‌تر بود. عملکرد نهایی در پلی‌اتیلن و آکریلیک مشابه پوشش شیشه بود. اندازه میوه در ابتدا و اواسط فصل در پوشش پلی‌اتیلن کم‌تر از گلخانه‌های شیشه‌ای و آکریلیک بود درحالی که در گلخانه‌های شیشه‌ای و آکریلیک مشابه بود. در کشت پاییزه شیوع بیش‌تری از پوسیدگی انتهای گل در گلخانه‌ی شیشه‌ای نسبت به پلی‌اتیلن و آکریلیک ثبت شد که احتمالاً به‌دلیل ذخیره بیش‌تر انرژی گرمایی (۳۰ درصد) این پوشش‌ها نسبت به پوشش شیشه است. سمک و همکاران (۱۰) گزارش کردند که عملکرد گیاهان بادمجان در زیر پوشش پلی‌اتیلن دولایه که مانند کاروگیت عمل می‌کند از پلی‌اتیلن تک لایه (پلاستیک) بیش‌تر بود.

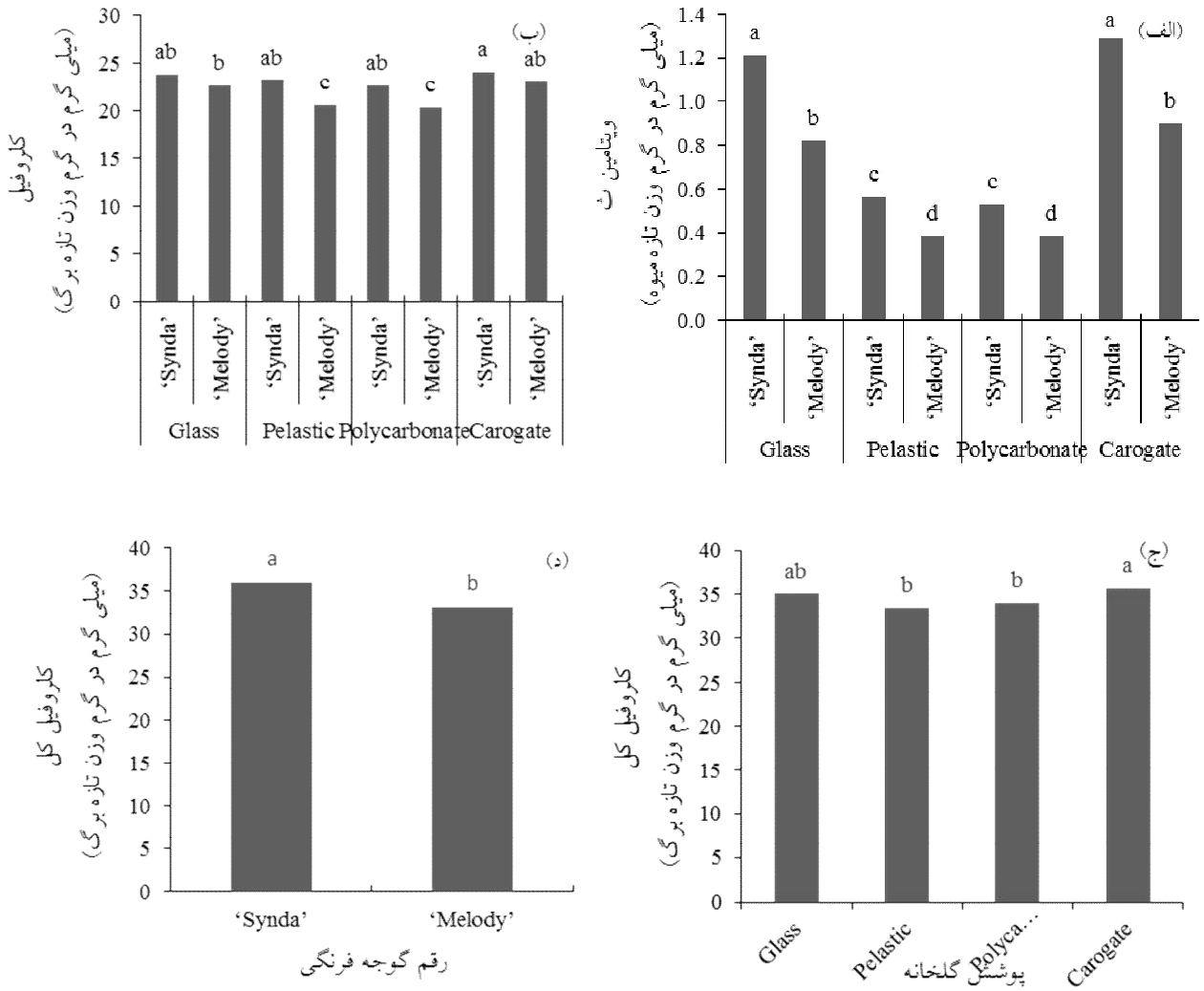
صفات بیوشیمیایی

میزان ویتامین ث میوه: تغییرات محیطی (نور و دما)، ممکن است محتوای کارتنوئیدها و ویتامین ث میوه را تغییر دهد (۲۹، ۳۱ و ۴۳). میزان ویتامین ث میوه تحت تأثیر پوشش گلخانه، رقم و اثر برهم‌کنش پوشش گلخانه × رقم قرار گرفت (جدول ۱). میوه‌های ارقام «سیندا» و «ملودی» در پوشش‌های کاروگیت (به‌ترتیب ۱/۳ و ۰/۹ mg g^{-1} FW Fruit) و شیشه (به‌ترتیب ۱/۲ و ۰/۸ mg g^{-1} FW Fruit) حاوی بیش‌ترین میزان ویتامین ث بودند و در پوشش‌های پلاستیک (به‌ترتیب ۰/۵۶ و ۰/۳۸ mg g^{-1} FW Fruit) و پلی‌کربنات (به‌ترتیب ۰/۵۲ و ۰/۳۸ mg g^{-1} FW Fruit) کم‌ترین میزان را نشان دادند (شکل ۹- الف). بر اساس نتایج این آزمایش، محتوای ویتامین ث در میوه‌های بوته‌های گوجه‌فرنگی که در طول کشت در معرض تابش‌های بیش‌تر قرار گرفته بودند بیش‌تر بود (۲۴، ۳۶ و ۴۱). به‌طور مشابه میوه‌های گوجه‌فرنگی رشدیافته در شدت‌های نور زیاد در دوره کوتاه و یا در شدت نور کم در دوره طولانی نور ایجادشده توسط لامپ‌های LED باعث افزایش میزان ویتامین ث شد (۵۹). همچنین محتوی ویتامین ث پریکارپ میوه‌های گوجه‌فرنگی بالغ سبز جداشده که در زیر نور رسیده بودند تا ۵ برابر نسبت به میوه‌هایی که در تاریکی رسیده بودند بیش‌تر بود (۴۶ و ۴۷). این‌چنین پاسخ‌ها به افزایش فعالیت فتوسنتزی ناشی از نور (۴۰ و ۴۷) و سیگنالینگ مستقیم از تأثیر نور در ژن‌های وابسته به بیوسنتز ویتامین ث (GME۱ و VTC۲) مرتبط است (۴۱).

میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئید برگ: کلروفیل‌ها یک گروه از رنگ‌دانه‌های اصلی مرتبط با عکس‌العمل‌های نوری گیاهان هستند که در فرآیند فتوسنتز درگیر هستند (۶۱). پوشش گلخانه، رقم و اثر برهم‌کنش پوشش گلخانه × رقم به‌طور معنی‌داری در سطوح مختلف بر میزان کلروفیل a برگ تأثیرگذار بود (جدول ۱).

بیش‌ترین میزان کلروفیل a در رقم «سیندا» در پوشش کاروگیت (۲۴ میلی‌گرم بر گرم) و پس از آن در پوشش شیشه (۲۳/۷ میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد و رقم «ملودی» در پوشش‌های پلی‌کربنات و پلاستیک (۲۰/۳ و ۲۰/۵ میلی‌گرم بر گرم) کم‌ترین محتوی کلروفیل a را داشتند (شکل ۹- ب). محتوی کلروفیل b و کارتنوئید تنها تحت تأثیر رقم قرار گرفت

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021



شکل ۹- مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش پوشش گلخانه × رقم بر: الف) میزان ویتامین ث و ب) میزان کلروفیل a، و ج و د) مقایسه میانگین به‌ترتیب اثر پوشش گلخانه و رقم بر میزان کلروفیل کل گوجه‌فرنگی در شرایط آب‌وهوایی مشهد در کشت پاییزه سال ۱۳۹۷؛ حروف متفاوت بیان‌گر تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است

(جدول ۱) و در رقم «سیندا» (به‌ترتیب ۱۲/۳ و ۲/۳ میلی‌گرم بر گرم) بیش‌تر از رقم «ملودی» (به‌ترتیب ۱۱/۵ و ۲/۱ میلی‌گرم بر گرم) بود. میزان کلروفیل کل اندازه‌گیری شده تحت تأثیر رقم و پوشش قرار گرفت (جدول ۱) و به‌ترتیب ابتدا در پوشش کاروگیت (۳۵/۷ میلی‌گرم بر گرم) و سپس در پوشش شیشه (۳۵/۰ میلی‌گرم بر گرم) بیش‌ترین بود و پوشش پلاستیک (۳۳/۵ میلی‌گرم بر گرم) کم‌ترین میزان آنها را نشان داد (شکل ۹- ج و د).

بیوستنز و تخریب کلروفیل توسط مسیرهای سلولی و مولکولی پیچیده‌ای کنترل می‌شود. افزایش میزان کلروفیل کل موجود در برگ گیاهان با افزایش میانگین مقدار نور دریافت‌شده توسط آنها گزارش شده است (۶۰) که به‌دلیل نقش احتمالی نور در سنتز ترکیبات کلروفیلی است. تغییر میزان نور از طریق تغییر در آرایش کلروپلاست درون سلول‌های گیاهی مقادیر کلروفیل برگ را تحت تأثیر قرار می‌دهد به‌طوری که علاوه بر اینکه در شرایط شدت نور کم میزان کلروفیل کاهش یافته و سبزینگی برگ‌ها نیز کم‌تر می‌شود کلروپلاست‌ها هم عمود بر زاویه تابش و موازی دیواره سلولی قرار می‌گیرند که این نیز باعث تغییر در مقادیر کلروفیل می‌شود (۱۳ و ۵۶).

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021

جدول ۲. فاکتورهای اقتصادی برای پوشش‌های مختلف گلخانه

فاکتورهای اقتصادی	پوشش‌های گلخانه			
	شیشه	کاروگیت	پلی‌کربنات	پلاستیک
ارزش فعلی خالص پروژه (NPV)	۲۴۰۲۷۴۲۲/۴۵	۲۳۴۳۶۸۴۴/۹۰	-۱۳۹۰۸۷۹۵۳/۰۶	-۱۲۴۳۲۴۶۱۶/۳۳
نرخ بازده داخلی پروژه (IRR)	۲۸ درصد	۲۶ درصد	-	-
نرخ سود	۲۴۱۳۹۲۷۲۸/۵۷	۲۳۷۹۵۲۱۵۱/۰۲	۷۶۹۲۷۳۵۳/۰۶	۹۰۱۹۰۶۸۹/۸۰
هزینه	۲۱۷۳۶۵۳۰۶/۱۲	۲۳۲۵۱۵۳۰۶/۱۲	۲۱۶۰۱۵۳۰۶/۱۲	۲۱۴۵۱۵۳۰۶/۱۲
محاسبه نرخ سود به هزینه	۱/۱۱	۱/۰۱	۰/۳۶	۰/۴۲

با توجه به برآوردهای اقتصادی و تجزیه و تحلیل توجیه اقتصادی پوشش‌های مختلف (جدول ۲)، پوشش پلی‌کربنات و پلاستیک به‌علت منفی‌بودن ارزش فعلی خالص بازدهی اقتصادی ندارند و پوشش‌های شیشه و کاروگیت هر دو به‌علت مثبت‌بودن ارزش فعلی خالص و بازدهی بیش‌تر از نرخ تنزیل دارای توجیه اقتصادی هستند و از بین دو پوشش شیشه و کاروگیت، پوشش شیشه به‌علت بزرگ‌تربودن ارزش فعلی خالص و نرخ بازده داخلی (۲۸ درصد در برابر ۲۶ درصد) نسبت به پوشش کاروگیت دارای توجیه اقتصادی بیش‌تری است.

نتیجه‌گیری

انتخاب مواد پوشش گلخانه‌ای به عوامل زیادی از جمله سرمایه‌گذاری اولیه، هزینه نگهداری، تأثیر آن بر بهره‌وری محصولات گلخانه‌ای، آب‌وهوای محلی و پشتیبانی فناوری بستگی دارد (۴۹). پوشش گلخانه از طریق تأثیری که بر کمّیت و کیفیت نور ورودی به درون گلخانه می‌گذارد می‌تواند رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. با بررسی اثر چهار نوع پوشش گلخانه (شیشه، پلاستیک، پلی‌کربنات و کاروگیت) بر ویژگی‌های رشدی دو رقم گوجه‌فرنگی در شرایط آب‌وهوایی شهر مشهد در فصل رشد پاییزه مشخص شد که نوع پوشش انتخابی مناسب در منطقه برای کشت گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی پوشش‌های کاروگیت و شیشه است. این پوشش‌ها به‌دلیل انتقال نور بیش‌تر باعث افزایش میزان کلروفیل، قطر ساقه، شاخص سلامت گیاه، تعداد گل در خوشه، تعداد میوه، وزن تازه و خشک میوه و در نهایت باعث افزایش تولید میوه نسبت به پوشش‌های پلاستیک و پلی‌کربنات می‌شوند. برخی از صفات بررسی‌شده تحت تأثیر ژنوتیپ بوده و بیان‌گر مناسب‌بودن رقم «سیندا» نسبت به رقم «ملودی» در منطقه است و برخی از صفات از جمله تعداد گل و میوه در خوشه و تعداد حفره میوه تنها تحت تأثیر ژنوتیپ یا رقم بودند که نشان‌دهنده وراثت‌پذیری زیاد این صفات است.

به‌علت ارزش فعلی خالص و نرخ بازده داخلی بیش‌تر، پوشش شیشه نسبت به پوشش کاروگیت دارای توجیه اقتصادی بیش‌تری است. از این‌رو رقم «سیندا» و پوشش شیشه برای کشت پاییزه گوجه‌فرنگی در شرایط آب‌وهوایی مشهد پیشنهاد می‌شود. در مورد برخی از صفات مهم اثر برهم‌کنش قوی مشاهده شد که نشان می‌دهد نوع پوشش گلخانه در انتخاب رقم در کشت گلخانه‌ای عامل مهمی است و باید به آن توجه داشت.

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021

منابع مورد استفاده

1. Abbasnejad, R., Z. Jabbarzadeh and M. Razavi. 2017. Effect of different light intensities on some morphological and physiological characteristics of *Matthiola incana* L. J. Plant Res. 30 (2): 408–419. (in Farsi)
2. Abdrabbo, M.A.A., A.A. Farag and M.K. Hassanein. 2009. Irrigation requirements for cucumber under different mulch colors. Egypt. J. Hortic. 36: 333–346.
3. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th edition. Arlington, V.A.O.A.C.
4. AOAC. 2005. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, W.D.C.U.
5. Ascough, G.D., N. Nogemane, N.P. Mtshali, J. van Staden and C.H. Bornman. 2005, Flower abscission: environmental control, internal regulation and physiological responses of plants. S. Afr. J. Bot. 71 (3-4): 287–301.
6. Bertram, L. and P. Karlsen. 1994. Patterns in stem elongation rate in chrysanthemum and tomato plants in relation to irradiance and day/night temperature. Sci. Hortic. 58: 139–150.
7. Blaga, A. 1978. Use of Plastics in Solar Energy Applications. Sol. Energy 21: 338.
8. Blom, T.J. and F.J. Ingratta. 1985. The use of polyethylene film as greenhouse glazing in North America. Acta Hortic. 170: 69–80.
9. Bowes, G., W.L. Ogren and R.H. Hageman. 1971. Light saturation, photosynthesis rate, RuDP carboxylase activity, and specific leaf weight in soybeans grown under different light Intensities. ASA. 1: 77–79.
10. Cemeka, B., Y. Demira, S. Uzunb, and V. Ceyhan. 2006. The effects of different greenhouse covering materials on energy requirement, growth and yield of aubergine. Energy 31: 1780–1788.
11. Chen, J.W., S.B. Kuang, G.Q. Long, S.C. Yang, Z.G. Meng, L.G. Li, Z.J. Chen and G.H. Zhang. 2016. Photosynthesis, light energy partitioning, and photoprotection in the shade-demanding species *Panax notoginseng* under high and low level of growth irradiance. Funct. Plant Biol. 43: 479–491.
12. Cockshull, K.E., C.J. Graves and C.R.J. Cave. 1992. The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. Hortic. Sci. 67: 11–24.
13. Dana, E. and M.J. Guiamet. 2004. Distortion of the SPAD 502 chlorophyll meter readings by changes in irradiance and leaf water status. Agron. J. 24: 41–46.
14. Dwyer, L.M. 2003. Row spacing and fertilizer nitrogen effects on plant growth and grain yield of maize. Can. J. Plant Sci. 83: 241–248.
15. Ebadi, A., M. Morshedloo, M. Fatahi Moghaddam and D. Yazdani. 2012. Evaluation of some population of *Hypericum perforatum* L. using agro-morphological traits and most components of essential oil. Manage Sci. 3: 1–14.
16. Elgood, Z., W.D. Robertson, S.L. Schiff and R. Elgood. 2010. Nitrate removal and greenhouse gas production in a stream-bed denitrifying bioreactor. Ecol. Eng. 36 (11): 1575–1580.
17. Ellis, R.H., P. Hadley, E.H. Roberts and R.J. Summerfield. 1990. Quantitative relations between temperature and crop development and growth in climatic change and plant genetic resources. London and New York: Belhaven Press.
18. El-Nemr, M.A. 2006. Effect of mulch types on soil environmental conditions and their effect on the growth and yield of cucumber plants. Res. J. Appl. Sci. 2(2): 67–73.
19. Emarat-pardaz, J., S.Moharramnejad, J. Panahandeh, M. Chamani, M. R. Zadeh Esfahlan and H. Karbalaei Khiavi. 2019. Effect of light intensity on growth traits, photosynthetic and total hypericin in Topaz cultivar and Mishu ecotype of *Hypericum perforatum*. EJMP. 7(3): 53–63. (in Farsi)
20. Erhioui, B.M., A. Gosselin, X. Hao, P.P. Papadoulos and M. Dorias. 2002. Greenhouse covering materials and supplemental lighting affect growth, yield, photosynthesis, and leaf carbohydrate synthesis of tomato plants. J. Am. Soc. Hortic. Sci.127(5): 819–824.
21. Espi, E., A. Salmeron, A. Fontecha, Y. Garcıa and A.I. Real. 2006. Plastic films for agricultural applications. J. Plast. Film Sheeting. 22: 85–102.
22. Fan, X.X., Zh. G. Xu, X.Y. Liu, C.M. Tang, L.W. Wang and X.L. Han. 2013. Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. Sci. Hortic. 153: 50–55.
23. Ghanadha, M.R., M. Zahravi and K. Vahdati. 2003. Breeding of Horticultural Crops. Dibagaran Tehran publish. 344 pages.
24. Gautier, H., C. Massot, R. Stevens, S. Sérino and M. Génard. 2008. Regulation of tomato fruit ascorbate content is more highly dependent on fruit irradiance than leaf irradiance. Ann. Bot. 103: 495–504.
25. Gislerød, H.R., I.M. Eidsten and L.M. Mortensen. 2003. The interaction of daily lighting period and light intensity on growth of some greenhouse plants. Hortic. Sci. 38: 295–304.
26. Glenn, E.P., P. Cardran and T.L. Thompson. 1984. Seasonal effects of shading on growth of greenhouse lettuce and spinach. Sci. Hortic. 24: 231–239.

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021

27. Grünwaldt, E.G. and J.C. Guevara. 2011. Rentabilidad del Engorde a Corral de Bovinos de Carne en la Provincia de Mendoza. Rev. Fac. Cienc. Agrar. 43(2): 21–34.
28. Gul, A., F. Sen and M. Bonakdarzedeh. 2015. Does greenhouse covering material affect fruit quality of hydroponic tomatoes? Acta Hortic. 1107(1107): 237–244.
29. Hamner, K.C., L. Bernstein and L.A. Maynard. 1945. Effect of light intensity, day length, temperature and other environmental factors on the ascorbic acid content of tomatoes. *Journal of Nutrition* 29: 85–97.
30. Hemming, S., T. Dueck, J. Janse and F. Van Noort. 2008. The effect of diffuse light on crops. Acta Hortic. 801(2): 1293–1300.
31. Hobson, G. E. and J. N. Davies. 1971. The Biochemistry of Fruits and Their Products. Vol. 2. Academic Press, London, UK. 788 pages.
32. Jalili Marandi, R. 2010. Physiology of Environmental Stress & Resistance Mechanisms in Horticultural Plants. Jahad Daneshgahi Urmia Publications, 1285 pages. (in Farsi)
33. Khatib, K.A. and G.M. Paulsen. 1989. Enhancement of thermal injury to photosynthesis in wheat plants and thylakoids by high light intensity. J. Plant Physiol. 90: 1041–1048.
34. Khattak, A.M., S. Pearson and C.B. Johnson. 2004. The effects of far red spectral filters and plant density on the growth and development of chrysanthemums. Sci. Hortic. 102: 335–341.
35. Kumar, S., M.C. Singh, S. Yadav and D.K. Sharma. 2017. Effect of photosynthetically active radiation (PAR) from leds on growth and development of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. cv. Zembla. Int. J. Curr. Microbiol. Applied Sciences. 6(9): 458–465.
36. Labrie, C. and W. Verkerke. 2012. Healthy harvest from the greenhouse. In: Proceedings of the X International Symposium on Vaccinium and Other Superfruits, Maastricht, The Netherlands: 423–426.
37. Li, S., N.C. Rajapakse and R.E. Young. 2003. Far-red light absorbing photo selective plastic films affect growth and flowering of chrysanthemum cultivars. Hortic. Sci. 38: 284–287.
38. Lohmann, J.R. 1988. The IRR, NPV and the fallacy of the reinvestment rate assumptions. Eng. Econ. 33 (4): 303–330.
39. Long, S.P., S. Humphries and P.G. Falkowski. 1994. Photo inhibition of photosynthesis in nature. Ann. Rev. Plant Physiol. 45: 633–662.
40. Madhusudhan, R., T. Ishikawa, Y. Sawa, S. Shigeoka and H. Shibata. 2003. Characterization of an ascorbate peroxidase in plastids of tobacco BY-2 cells. Physiol. Plant. 117: 550–557.
41. Massot, C., R. Stevens, M. Génard, J. Longuenesse and H. Gautier. 2012. Light affects ascorbate content and ascorbate-related gene expression in tomato leaves more than in fruits. Planta. 235: 153–163.
42. Max, J.F.J., U. Schurr, H.J. Tantau, U.N. Mutwiwa, T. Hofmann and A. Ulbrich. 2012. Greenhouse Cover Technology. Horticultural Reviews V. 40, 1st Ed. John Wiley & Sons, Inc.
43. McCollum, J.P. 1954. Effects of light on the formation of carotenoids in tomato fruits. Food Res. 19: 182–189.
44. McMahon, M.J. and J.W. Kelly. 1999. $CuSO_4$ filters influence flowering of chrysanthemum cv. Spears. Sci. Hortic. 79: 207–215.
45. Munos, S., N. Ranc, E. Botton, A. Berard, S. Rolland, Ph. Duffe, Y. Carretero, M. Le Paslier, C. Delalande, M. Bouzayen, D. Brunel and M. Causse. 2011. Increase in tomato locule number is controlled by two single-nucleotide polymorphisms located near *WUSCHEL*. Plant Physiol. 156: 2244–2254.
46. Ntagkas, N., Q. Min, E.J. Woltering, C. Labrie, C.C.S. Nicole and L.F.M. Marcelis. 2016. Illuminating tomato fruit enhances fruit vitamin C content. Acta Hortic. 1134: 351–356.
47. Ntagkas, N., E. Woltering, C. Nicole, C. Labrie and L.F.M. Marcelis. 2018. Light regulation of vitamin C in tomato fruit is mediated through photosynthesis. Environ. Exp. Bot. 158: 180–188.
48. Papadakis, G., D. Briassoulis, G. Scarascia Mugnozza, G. Vox, P. Feuilloley and J.A. Stoffers. 2000. Radiometric and thermal properties of, and testing methods for, greenhouse covering materials. J. Agric. Eng. Res. 77: 7–38.
49. Papadopoulos, A.P. and X. Hao. 1997. Effects of greenhouse covers on seedless cucumber growth, productivity, and energy use. Sci. Hortic. 68: 113–123.
50. Papadopoulos, A.P. and X. Hao. 1997. Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity, and energy use. . Sci. Hortic.70: 165–178.
51. Rajapakse, N.C., R.E. Young, M.J. McMahon and R. Oi. 1999. Plant height control by photo selective filters: Current status and future prospects. Hort. Technology. 9: 618–624.
52. Runkle, E.S. and R.D. Heins. 2002. Stem extension and subsequent flowering of seedlings grown under a film creating a far-red deficient environment. Sci. Hortic. 96: 257–265.
53. SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6. 4th Edition, Volume 2. SAS Institute, Inc., Cary.
54. Silvestrini, M., I.F.M. Válio, and E.A.D. Mattos. 2007. Photosynthesis and carbon gain under contrasting light levels in seedlings of a pioneer and a climax tree from a Brazilian semi-deciduous tropical forest. Rev. Bras. Bot. 30: 463–474.
55. Slafer, G.A. 1993. Genetic Improvement of Field Crops. CRC Press, 488 Pages.

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]

Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021

56. Todd, A., T.M. Peterson, D.D. Blackmer, J. Francis and S. Schepers. 2005. Using a chlorophyll meter to improve N management. Soil Sci. 93:1171–1177.
57. Torres, A.P. and R.G. Lopez. 2016. Measuring daily light integral in a greenhouse. Purdue Extension, Purdue University. 1–10.
58. Uzun, S. 2007. The effect of temperature and mean cumulative daily light intensity on fruiting behavior of greenhouse-grown tomato. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 132(4): 459–466.
59. Verkerke, W., C. Labrie and T. Dueck. 2015. The effect of light intensity and duration on vitamin C concentration in tomato fruits. Acta Hortic. 1106: 49–54.
60. Wei, H., J. Zhao, J. Hu and B.R. Jeong. 2019. Effect of supplementary light intensity on quality of grafted tomato seedlings and expression of two photosynthetic genes and proteins. Agron. 9 (339): 1–15.
61. Whatley, J.M. and F.R. Whatley. 1984. Luz y Vida Vegetal. Ediciones Omega, Barcelona.
62. Zhang, S., K. Ma and L. Chen. 2003. Response of photosynthetic plasticity of *Paeonia suffruticosa* to changed light environments. Environ. Exp. Bot. 49: 121–133.

J. Soil and Plant Interactions, Vol. 11, No. 3, fall 2020, Isfahan Univ. Technol., Isf., Iran.

[DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932]
Downloaded from jspi.iut.ac.ir at 12:55 IRDT on Monday September 13th 2021

Quantitative and Qualitative Characteristics of Two Tomato Cultivars in Autumn Cultivation as Affected by Different Greenhouse Covers

S. Ahooi*, S. H. Nemati, H. Arouiee and A. Tehranifar

(Received: 6 March 2020; Accepted: 24 October 2020)
DOI: 10.47176/jspi.11.3.10932

Abstract

Choosing the best covering material for the greenhouse roof is a very important factor influencing the quantity and quality of light entering the greenhouse. Some vegetative and reproductive traits and biochemical characteristics of two tomato cultivars ('Synda' and 'Melody') grown in some greenhouse units roof-covered with four covering materials (glass, plastic, polycarbonate and corrugated polyethylene) were investigated for autumn cultivation in the Research Greenhouses of Ferdowsi University of Mashhad. This experiment was designed in a split plot (main-plot: greenhouse cover; sub-plot: cultivar) based on a completely randomized design. The highest to lowest radiation rates were recorded in corrugated polyethylene, glass, plastic and polycarbonate covers, respectively. The ANOVA results showed that vegetative, reproductive and biochemical traits were significantly affected by greenhouse cover, cultivar, or greenhouse cover × cultivar interaction. Raising the plant health index through increasing the stem diameter and decreasing plant length was influenced by the amount of the irradiation provided by greenhouse covers; it was significantly higher in the corrugated polyethylene and glass covers rather than the plastic and polycarbonate ones. The maximum numbers of days from transplanting to flowering stage were obtained in the corrugated and glass covers (35.5 and 35 days, respectively) for the 'Synda' cultivar, and in glass cover (32.2 days) for the 'Melody' cultivar. The lowest fruit ripening (60 days) was observed in the 'Melody' cultivar under the corrugated polyethylene cover, while the highest value (80.25 days) was recorded in 'Synda' cultivar under the polycarbonate cover. Fruit production was the highest in the 'Synda' cultivar under corrugated polyethylene (6503.6 g/plant) and glass (6337.3 g/plant) covers, while 'Melody' under plastic and polycarbonate covers (1314.2 and 1027.1 g/plant, respectively) showed the lowest amount. According to the results of this experiment, from an economic point of view, based on Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IIR) factors, the greenhouse cultivation of 'Synda' cultivar under glass cover is recommended in Mashhad climatic conditions.

Keywords: Corrugated polyethylene, Glass, Internal Rate of Return, Light, Plastic, Net Present Value.

1. Department of Gardening, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
* Corresponding Author, Email: nemati@um.ac.ir