گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۳)، ۹(۲): ۲۷۹-۲۹۸
مقاله پژوهشی

اثر مالچ‌های مختلف کف گلخانه بر رشد رز

سید فاضل فاضلی کاخکی[1*]، مهدی سمنگانی[1]، ناصر بیک‌زاده[1]، مرتضی گلدانی[2]

۱. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد
۲. گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
sf_fazeli@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۹، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۷/۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۲

چکیده

واکنش دستگاه نورساختی به نور بر اساس نحوه آرایش برگ‌ها، ساقه‌ها و نیز شاخه‌های جانبی در جذب انرژی نورانی است و شدت نورساخت، وابسته به شدت جریان فوتون جذب شده بیشتر از نقطه جبران نوری است. برای بررسی اثر پوشش کف گلخانه در میزان رشد گل رز رقم آوالانچ، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در گلخانه تولیدی رز در بهار سال ۱۴۰۰ انجام شد. فاکتور اول چهار سطح مالچ کف گلخانه (فویل آلومینیومی، سرامیک، پلاستیک سفید و بتن (شاهد)) و فاکتور دوم هشت هفته رشدی بود. بیشینه نورساخت ۱۷/۱ میکرومول دی‌اکسید کربن در مترمربع در ثانیه ($\mu mol\ (CO_2.m^{-2}S^{-1})$ از مالچ آلومینیوم در هفته اول رشد و کمینه آن ۴/۰۵ میکرومول دی‌اکسید کربن در مترمربع در ثانیه در هفته چهارم رشد در مالچ بتن مشاهده شد. تغییرات روند هدایت روزنه‌ای مشابه نورساخت در طول هشت هفته رشد گیاه بود، اما مقدار هدایت روزنه‌ای در سطح زیرین برگ‌های پایینی بیشتر از مقدار هدایت روزنه‌ای در سطح زیرین برگ‌های بالایی بود. بیشترین رشد طولی در هفته‌های اول به‌خصوص در دو هفته اول مشاهده شد. هر چند با گذشت زمان رشد ادامه یافت اما طول شاخه گل‌دهنده از رشد آهسته‌ای برخوردار بود و در آخرین هفته نمونه‌برداری مقدار تجمعی آن ۱۱/۱ سانتی‌متر بود. بیشترین مقدار رشد هفتگی از مالچ آلومینیومی (۱۵/۵ سانتی‌متر) به دست آمد. نتایج حاصل از برهمکنش تیمارها نشان داد، بیشترین مقدار رشد هفتگی از کاربرد مالچ آلومینیومی و در هفته اول رشد به مقدار ۱۸/۷ سانتی‌متر به‌دست آمد. مقدار رشد هفتگی در مالچ‌های سرامیک، پلاستیک سفید و بتن به ترتیب ۱۲/۰، ۹/۹۹ و ۹/۲ سانتی‌متر بود. به‌طور کلی نتایج نشان داد استفاده از مالچ‌هایی که دارای ضریب انعکاس نور بالاتری دارند در افزایش توان نورساختی برگ‌های پایین و کمک به افزایش رشد گیاه موثر و قابل‌توجه هستند.

واژه‌های کلیدی: بازتابش نور، نورساخت، سبزینه، هدایت روزنه‌ای.

مقدمه

بهینه‌سازی ریزاقلیم، سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی در شرایط گلخانه می‌شود. تابش خورشیدی در داخل گلخانه، به نسبت سقف پوشیده شده از پانل‌ها و بسته به موقعیت خورشید کاهش می‌یابد. از سویی توزیع نامنظم اشعه‌های خورشیدی در گلخانه با توجه به ساختار گیاه تاثیرات متفاوتی بر رشد می‌گذارد (Dupraz *et al.*, 2011). از این رو

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]
[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

نور جذب شده توسط گیاه عامل کلیدی برای تعیین کارایی گیاه به شمار می‌رود. تبدیل انرژی خورشیدی به ترکیبات آلی، فرآیند پیچیده‌ای است که در دستگاه نورساختی گیاه و طی مراحل انتقال الکترون، فسفوریلاسیون نوری و متابولیسم نورساختی کربن اتفاق می‌افتد. طی واکنش‌های نوری نورساختی، آدنوزین‌تری‌فسفات[۱] و نیکوتین‌آمید آدنین دی‌فسفات[۲] ساخته شده و برای احیای دی‌اکسید کربن به کربوهیدرات در همه یوکاریوت‌های نورساخت کننده استفاده می‌شود (Blankenship, 2002). این فرآیند بیولوژیکی (نورساخت) وابسته به نور است و تعداد کوانتوم‌های جذب شده نسبت به مقدار انرژی جذب شده تاثیر زیادی بر آن دارد. در فرآیند نورساخت و ماده‌سازی سه فرایند متابولیکی شامل رابیسکو، بازسازی ریبولوز بی‌فسفات و متابولیسم تریوز فسفات وجود دارد که فعالیت رابیسکو و بازسازی ریبولوزفسفات در شرایط طبیعی اهمیت بیشتری دارند. چرخه احیای کربن نورساختی وابسته به میکرومول جریان فوتون در متر مربع در ثانیه است که سبب تحریک رنگیزه‌های نورساختی در برگ‌ها می‌شود. غلظت جریان فوتون بر اساس تعداد کوانتوم‌های برخوردی ولتاژی نسبی را تولید می‌کند. شدت جریان فوتون در نور کامل خورشید حدود ۲۰۰ میکرومول در مترمربع در ثانیه است. انرژی نورانی در محدوده طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر که به تشعشعات فعال نورساختی[۳] معروف است (Taiz & Zeiger, 2002). میزان نفوذ این نور وابسته به ساختار برگ‌ها در داخل جامعه گیاهی است. هر چند تنها ۵٪ از انرژی نوری که به زمین تابیده می‌شود توسط برگ‌ها جذب و به کربوهیدرات تبدیل می‌شود، اما نحوه چیدمان برگ‌ها، ساقه‌ها و نیز شاخه‌های جانبی در گیر انداختن این انرژی تاثیر دارند. کانالیزه شدن نور در داخل پوشش جامعه گیاهی و یا در عبور از ساختمان‌های فضایی برگ‌ها و ساقه‌ها مقدار جذب فوتون نوری را مشخص می‌کند. گیاهانی که ساقه دارند نور را بهتر جذب کرده و آرایش برگ‌های آنها به گونه‌ای است که نفوذ نور به برگ‌های پایین نیز ادامه دارد. لذا خصوصیات ساختاری که جذب نور را آسان می‌کنند، هنگامی کارآمدند که سطح برگ‌ها عمود بر جهت تابش نور باشد (Pandy & Sinha, 2005). زمانی که برگ‌های پایین که در سایه و یا نیم‌سایه برگ‌های بالایی قرار دارند تحت تاثیر چشمه‌های نوری[۴] قرار گرفته، دستگاه نورساختی سریع واکنش نشان داده و از نقطه جبران نوری عبور می‌نمایند. این مقدار برای برگ‌های بالایی ۱۰ تا ۲۰ و برای برگ‌های پاینی ۱ تا ۵ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه است. شدت دستگاه نورساختی در عبور از نقطه جبران نوری با شدت جریان فوتون جذب شده تا یک دامنه‌ای از جریان فوتونی رابطه مستقیم دارد و پس از آن با افزایش شدت جریان فوتونی سبب رسیدن به نقطه اشباع نوری و مقدار تثبیت دی کسید کربن ثابت باقی می‌ماند (Marler, 2020). در برگ‌هایی که به آنها شدت جریان فوتون نوری کم می‌رسد یا در محیط‌هایی هستند که کمتر از ۱ ٪ تشعشعات فعال نورساختی قابل دسترس را دریافت می‌کنند مقدار نورساخت و تثبیت دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد به طوری که در اینها مقدار تنفس بر مقدار تولید آسیمیلات پیشی می‌گیرد و برگ‌های طبقات پایین جامعه گیاهی برای نگهداری وضعیت سلامت خود وابسته به آسیمیلات ساخته شده از برگ‌های دیگر که در نور قرار گرفته‌اند، می‌باشد. در مطالعه‌ای بر روی گیاه اسفناج وحشی[۵] نشان داده شد در شدت تابش نوری ثابت، برگ‌های پائینی این گیاه تنها شدت جریان فوتون ۹۲ میکرومول در مترمربع در ثانیه دریافت می‌کنند. در همین زمان مقدار تثبیت دی‌اکسید

۱- Adenosine triphosphate (ATP)
۲- Nicotinamide adenine diphosphate (NADPH)
۳- Photosynthetically active radiation (PAR)
۴- Sunflect
۵- *Atriplex triangularis* L.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

کربن در آن‌ها کمتر از ۱۰ میکرومول دی‌اکسید کربن در مترمربع در ثانیه[۱] بود. در صورتی که در برگ‌های بالایی ۱۰ برابر برگ‌های پایینی جریان فوتون را دریافت کرده و مقدار تثبیت دی‌اکسیدکربن در آن‌ها به بیش از ۳۰ میکرومول دی‌اکسید کربن در مترمربع در ثانیه رسید (Kakani *et al*., 2008). در گلخانه‌ها نور خورشید از شیشه‌های سقف عبور کرده این نور در مسیر نفوذ به سمت پایین از لایه‌های مختلف عبور می‌کند به طوری که در لایه‌های پایین شدت نور غیر مستقیم افزایش می‌یابد. در این لایه‌ها به‌علت فشرده بودن ردیف‌های کشت، سایه اندازی برگ‌ها و ساقه‌ها بیشتر و برگ‌ها در معرض شدت جریان ضعیفی از فوتون‌ها قرار می‌گیرند. نور رسیده به کف گلخانه و یا سایر اجسام به صورت طول موج بلند منعکس می‌شود. این طول موج که در دامنه بیشتر از ۷۰۰ نانومتر قرار دارد قادر به تحریک و برانگیختگی رنگیزه‌های نورساختی (انواع مولکول‌های سبزینه، کارتنوئیدها و ...) که اولین مرحله در شروع واکنش‌های نوری نورساختی می‌باشند، نیستند. لذا تولید آسیمیلات به‌دلیل کاهش عملکرد کوانتومی نورساخت کاهش می‌یابد. لذا افزایش طول موج نور کارایی کمی دارد. گزارش شده است که استفاده از روکش فویل آلومینیومی یا استفاده از پلاستیک‌های سفید در کف گلخانه برای انعکاس نور، منجر به افزایش فرآیند نورساخت و به دنبال آن افزایش رشد گیاه می‌شود و پس از آن استفاده از نورهای مصنوعی در گیاهان مختلف مانند گل رز تاثیر قابل توجهی بر افزایش رشد گیاه داشت (FAO, 2013). مطالعه Greer و Dole (2003) نشان داد که استفاده از مالچ پلی اتیلن سفید سبب افزایش تولید گوجه فرنگی شد. نتایج مطالعه Meyer و همکاران (2012) نشان داد که استفاده از مالچ پلی اتیلن سفید سبب افزایش نور تشعشعات فعال نورساختی انعکاس یافته از کف گلخانه با شدت حدود ۴۰۰ تا ۶۰۰ میکرومول در مترمربع در ثانیه شد که در مقایسه با بستر شنی کف گلخانه، مقدار تشعشعات فعال نورساختی افزایش چشمگیری داشته است. در مطالعه‌ای دیگر، Stasiak و همکاران (1999) مشاهده کردند زمانی که نوری با انرژی معادل ۴۲۰ میکرومول در مترمربع در ثانیه در داخل کانوپی به علاوه نور طبیعی به گیاهان سویا در شرایط کنترل شده تابیده شد سبب افزایش زیست توده (۱۶٪)، تعداد دانه (۱۰٪)، تعداد غلاف (۷۲٪) و وزن برگ (۲۴٪) نسبت به عدم استفاده از نور مکمل داخل کانوپی شد. از انجا که شدت نور انعکاس یافته از کف گلخانه می‌تواند در افزایش نورساخت برگ‌های پایینی گیاه نقش داشته و از این طریق سبب افزایش رشد گیاه شود، بنابراین این مطالعه به منظور بررسی میزان رشد گیاه رز با استفاده از مالچ‌های مختلف انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی پوشش‌های مختلف کف گلخانه در مقدار انعکاس نور و افزایش رشد گل رز رقم آوالانچ[۲]، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار و در مجموعه گلخانه‌های تولیدی گل رز مزرعه سمنگانی در بهار سال ۱۴۰۰ در مشهد اجرا شد. گل رز رقم آوالانچ دارای ساقه محکم و تعداد خار کم بوده و عمر گلجایی ۷ تا ۱۵ روز دارد. این رقم دارای گل‌های شاخه‌بریده به رنگ سفید است و به آفات و بیماری‌ها مقاومت متوسطی دارد. فاکتور اول هفته رشد به عنوان تابعی از زمان در هشت سطح و فاکتور دوم تیمار پوشش‌های مختلف کف گلخانه شامل:آلومینیوم، سرامیک، پلی‌اتیلن سفید و بتن (شاهد) بود. برای این منظور در یکی از گلخانه‌های پرورشی گل رز یک خط طولی اختصاص داده شد (به منظور

۱- $\mu mol\ CO_2 m^{-2} S^{-1}$

۲- Avalanch

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

جلوگیری از خطای ناشی از غیر یکنواختی نور از یک خط استفاده گردید) زیرا اگر از سه خط استفاده می‌شد در نور ورودی به لاین‌های مختلف تفاوت وجود داشت. برای هر تیمار سه جعبه که هر کدام حاوی سه بوته رز بود استفاده شد. بین هر تیمار از جداکننده‌هایی تا ارتفاع یک متری برای عدم تداخل طیف‌های برگشتی از تیمارها استفاده شد. در کنار هر جعبه و در کنار ساقه‌های گل‌دهنده شاخص مدرج طولی نصب شد تا میزان رشد در هر روز به سانتی‌متر قرائت گردد. سامانه رشدی گلخانه به صورت هیدروپونیک بود و تمام مجموعه گلخانه (۳۰۰۰ متر مربعی) براساس سامانه آبیاری قطره‌ای و برنامه غذایی مشخصی (نوع بستر کاشت پرلیت و برنامه غذایی هوگلند آرنون توسعه یافته شده توسط کارشناس فنی گلخانه) کنترل می‌شد. این آزمایش در تاریخ ۱۵ فروردین ماه آغاز و به مدت ۵۶ روز ادامه داشت. هر روز ابتدا در ساعت ۱۰ صبح با استفاده از لوکس‌متر میزان شدت نور ورودی به گلخانه اندازه‌گیری شد سپس شدت نور منکعس شده از هر تیمار مجددا به تفکیک توسط لوکس‌متر نیز اندازه‌گیری شد. در تاریخ ۲۹ فروردین به دلیل افزایش تابش‌های خورشیدی در داخل گلخانه سایبان ۵۰٪ کشیده شد و این سایبان تا پایان آزمایش باقی ماند. هر روز بر اساس ارتفاع ساقه گل‌دهنده میزان رشد به تفکیک اندازه‌گیری شد.

برای بررسی بیشتر درک تغییرات رشدی، برخی صفات فیزیولوژیکی از قبیل مقدار نورساخت، هدایت روزنه‌ای[۱] و رنگیزه‌های نورساختی سبزینه و کارتنوئید اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مقدار هدایت روزنه‌ای از دستگاه هدایت‌سنج برگ[۲] استفاده شد برای این منظور در ساعت ۱۱ قبل‌ازظهر بر روی چهار برگ توسعه یافته از قسمت بالایی گیاه[۳]، قسمت پایینی[۴] و بر روی ساقه‌های خمیده[۵] اندازه‌گیری شد. مقدار نورساخت نیز بر روی همین برگ‌ها با استفاده از دستگاه IRGA LCA 4 در طول هشت هفته اندازه‌گیری شد. مقدار نورساخت و هدایت روزنه‌ای در هر دو سطح زیرین و رویین برگ با تغییر حالت هد دستگاه انجام شد. برای به‌دست آوردن میانگین‌های قابل اعتماد دمای گلخانه ۲۳ درجه سلسیوس، مقدار رطوبت نسبی ۶۵٪ و غلظت دی‌اکسید کربن در شرایط طبیعی در طول انجام آزمایش حفظ شد.

برای اندازه‌گیری رنگیزه‌های نورساختی (سبزینه a و b و کارتنوئید) از برگ‌های پایینی گیاه که در معرض نور برگشتی از مالچ قرار داشت استفاده شد. برای این منظور مقدار ۰/۱ گرم از برگ تازه را در ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ کاملا حل کرده، سپس به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با ۳۵۰۰ دور در دقیقه قرار داده و قسمت مایع برای خوانش مقدار جذب در دستگاه اسپکتوفتومتر[۶] قرار داده شد (Fazli *et al.*, 2020). مقادیر سبزینه a، b و کارتنوئید با استفاده از رابطه ۱ تا ۴ محاسبه شد.

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3 \times A_{663} - 0.86 \times A_{645})\ V/100W \quad (۱)$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3 \times A645\ 3.6 - \times A663)\ V/100W \quad (۲)$$

$$\text{Total Chlorophyll} = \text{Chlorophyll a} + \text{Chlorophyll b} \quad (۳)$$

$$\text{Carotenoids} = 100\ (A_{470}) - 3.27\ (\text{mg chl. a}) - 104\ (\text{mg chl. b})/227 \quad (۴)$$

A: مقدار جذب، W: وزن برگ تازه (۰/۱ گرم) و V: حجم محلول (۱۰ میلی‌لیتر).

داده‌ها با استفاده از نرم افزار Minitab V16 و Mstatc آنالیز و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند.

۱- Stomatal conductance (g_s)
۲- Leaf Porometer Model SC-1
۳- The upper leaves of the plant
۴- The lower leaves of the plant
۵- The bent stem of plant
۶- UNICO 2100 Model

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

نتایج و بحث

ارزیابی روند رشد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مقدار رشد در هفته‌های نمونه‌برداری روند معنی‌داری داشت (جدول ۱). در آغاز طرح که در تاریخ ۱۴۰۰/۱/۲۱ انجام شد روزانه بین تیمارها حدود ۱ تا ۲/۷ سانتی‌متر اختلاف رشد مشاهده شد که روند تجمعی هفتگی آن در جدول ۲ آمده است. بر اساس داده‌های این جدول، بیشترین رشد طولی در هفته‌های اول به‌خصوص در دو هفته اول مشاهده شد. هر چند با گذشت زمان رشد ادامه یافت اما از طول شاخه گل‌دهنده کاسته شد و در آخرین هفته نمونه‌برداری مقدار تجمعی آن ۱۱/۱ سانتی‌متر بود که نسبت به هفته اول ۵/۵ سانتی‌متر رشد نسبی کمتری داشت. با گذشت زمان هر هفته حدود یک سانتی‌متر از رشد طولی ساقه گل‌دهنده کاسته شد. بررسی‌ها نشان می‌دهد سرعت نمو گیاه از منحنی (S) شکل پیروی می‌کند. با این‌حال رشد در گیاه به طور یکنواخت اتفاق نمی‌افتد به طوری‌که رشد اولیه از انتهای اندام‌های هوایی یا ریشه‌ها و در زواید جانبی مانند برگ‌ها و جوانه‌ها رخ می‌دهد. گیاه رز همگام با رشد طولی که در نهایت منجر به ظهور گل‌آذین آن می‌شود، رشد جانبی داشته که منجر به ظهور و توسعه برگ‌ها می‌شود. از طرفی همگام با رشد طولی، افزایش رشد ثانویه که منجر به افزایش قطر می‌شود نیز اتفاق می‌افتد. لذا بخشی از آسیمیلات تولید شده در فرآیند نورساخت صرف تولید ترکیبات ساختمانی و بافت‌های استحکامی از جمله بافت‌های اسکرانشیمی در ساقه می‌گردد. از طرفی دیگر همان گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در ابتدای هفته سوم جهت جلوگیری از بازدارندگی نور و افزایش دما، کل پوشش سقف گلخانه با سایبان پوشش داده شد لذا مقدار تشعشع به شدت افت کرد و رشد نیز در بین بوته‌ها همگام با آن کاهش یافت. بررسی واکنش تولید دستگاه نورساختی به افزایش دما و نور نشان می‌دهد که افزایش دما که تابعی از اثر گلخانه‌ای نور در داخل گلخانه است سبب کاهش بازده کوانتومی در گیاهان سه کربنه مانند رز می‌شود. با افزایش دما سرعت کربوکسیلاسیون افزایش، اما میل ترکیبی رابیسکو با دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد زیرا تحریک تنفس نوری با افزایش دما نیاز به انرژی بیشتر برای تثبیت دی‌اکسید کربن دارد (Ahmad *et al*., 2020). در طول روند رشدی گیاه، تنفس بافت‌ها و یاخته‌ها به منظور تولید ساختارهای جدید نیز ادامه می‌یابد. در واقع در فرآیند تنفس علاوه بر نگهداری فعال بافت‌های زنده گیاهی، ترکیبات متابولیکی اولیه و ثانویه‌ای نیز ساخته می‌شود. لذا همواره بخشی از کربن تثبیت شده در فرآیند نورساخت، بین ۳۰ تا ۶۰٪، بسته به گونه گیاهی، صرف تنفس می‌شود. بنابراین با افزایش دمای شبانه حدود ۷۰ تا ۸۰٪ از نورساخت خالص روزانه به تنفس اختصاص می‌یابد (Moher & Schopfer, 2012). به نظر می‌رسد علت کاهشی روند رشد ناشی از اولاً فعال شدن مسیرهای بیوسنتزی است که منجر به تولید ترکیبات مورد نیاز در جهت افزایش رشد ثانویه و توسعه برگ‌ها شده در نتیجه، سهم یاخته‌ها و بافت‌های راس ساقه برای افزایش رشد کاهش یافته است که این مکانیزم به‌صورت ژنتیکی کنترل می‌شود و ثانیاً افزایش تشعشع می‌تواند سبب بازدارندگی نوری شود که در صورتی که ادامه یابد می‌تواند زوال سبزینه و کم رنگ شدن برگ را به همراه داشته و سبب کاهش فعالیت نورساختی گردد (Cubas *et al*., 2023).

اثر پوشش کف (مالچ) گلخانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مالچ‌های مختلف تاثیر معنی‌داری بر میزان رشد گیاه داشتند (جدول ۱). بیشترین مقدار رشد هفتگی از مالچ آلومینیوم (۱۵/۵ سانتی‌متر) به‌دست آمد و به ترتیب مقدار رشد در نتیجه کاربرد مالچ‌های سرامیک، پلاستیک

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

سفید و بتن(شاهد) کاهش یافت (جدول ۲). نتایج حاصل از برهمکنش مالچ در زمان معنی‌دار شد. بیشترین مقدار رشد از کاربرد مالچ آلومینیومی و در هفته اول رشد به مقدار ۱۸/۷ سانتی‌متر به‌دست آمد که نسبت به شاهد در همین زمان حدود چهار سانتی‌متر رشد بیشتری را نشان داد. در هفته هشتم رشد نیز همین روند مشاهده شد هر چند مقدار رشد گیاه در همه تیمارها کاهش یافت با این حال در هفته هشتم نیز بیشترین مقدار رشد مربوط به مالچ آلومینیوم با مقدار ۱۳/۳ سانتی‌متر به دست آمد و مقدار رشد هفتگی در مالچ‌های سرامیک، پلاستیک سفید و بتن به ترتیب ۱۲/۰، ۹/۹۹ و ۹/۲ سانتی‌متر را نشان دادند (شکل ۲). نتایج مطالعه Lu و همکاران (2012) نشان داد که در کشت گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی با تراکم بالا استفاده از نورهای فلورسنت در لایه‌های پایین سبب افزایش عملکرد و محتوای قند گوجه فرنگی شد.

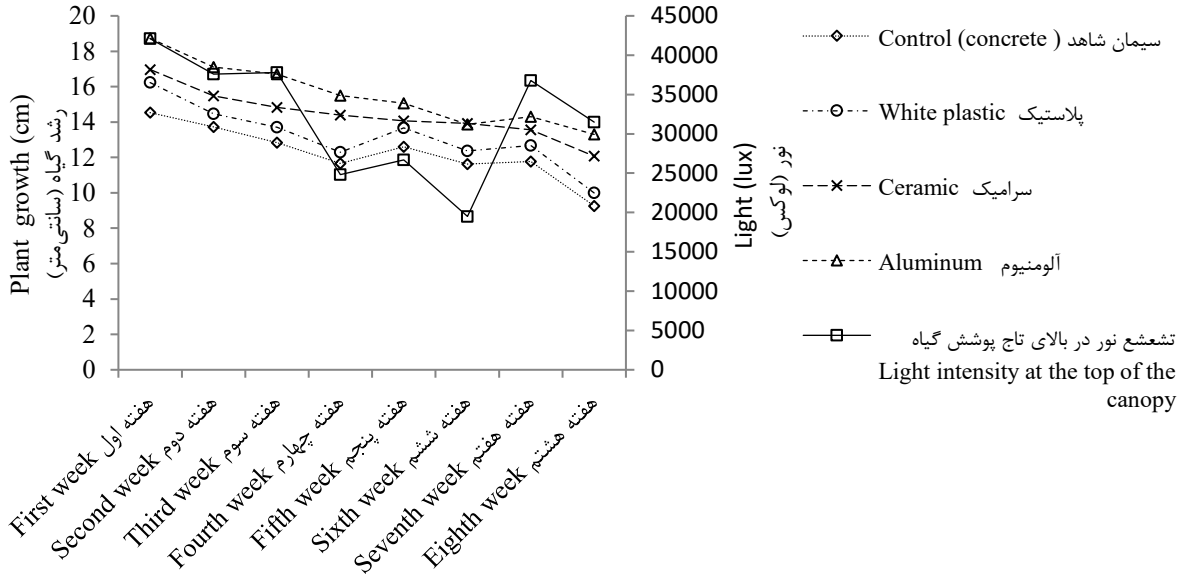
جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تاثیر مالچ کف گلخانه و هفته رشد بر رشد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک رز.

Table 1- Analysis of variance (mean square) of the effect of greenhouse floor mulch and growth week on the growth and some physiological characteristics of rose.

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی DF	رشد گیاه Plant growth	نور انعکاس یافته از مالچ کف Light reflected from the floor mulch	سبزینه کل Total Chlorophyll	کارتنوئید Carotenoid	نورساخت Photosynthesis	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance (g_s)
هفته رشد Growth week	7	32.0**	1474990**	0.25^{ns}	0.05^{ns}	65.0**	18.0**
نوع مالچ Mulch type	3	50.2**	107680757**	5.56**	1.17**	105.0**	62.1**
برهمکنش نوع مالچ و هفته رشد Interaction of mulch type and growth week	21	0.595**	198005**	0.31^{ns}	0.07^{ns}	26.4**	1.16**
خطا Error	64	0.114	2593	0.441	0.041	0.387	0.211
ضریب تغییرات CV		14.5	11.7	9.56	8.13	13.8	13.8

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]



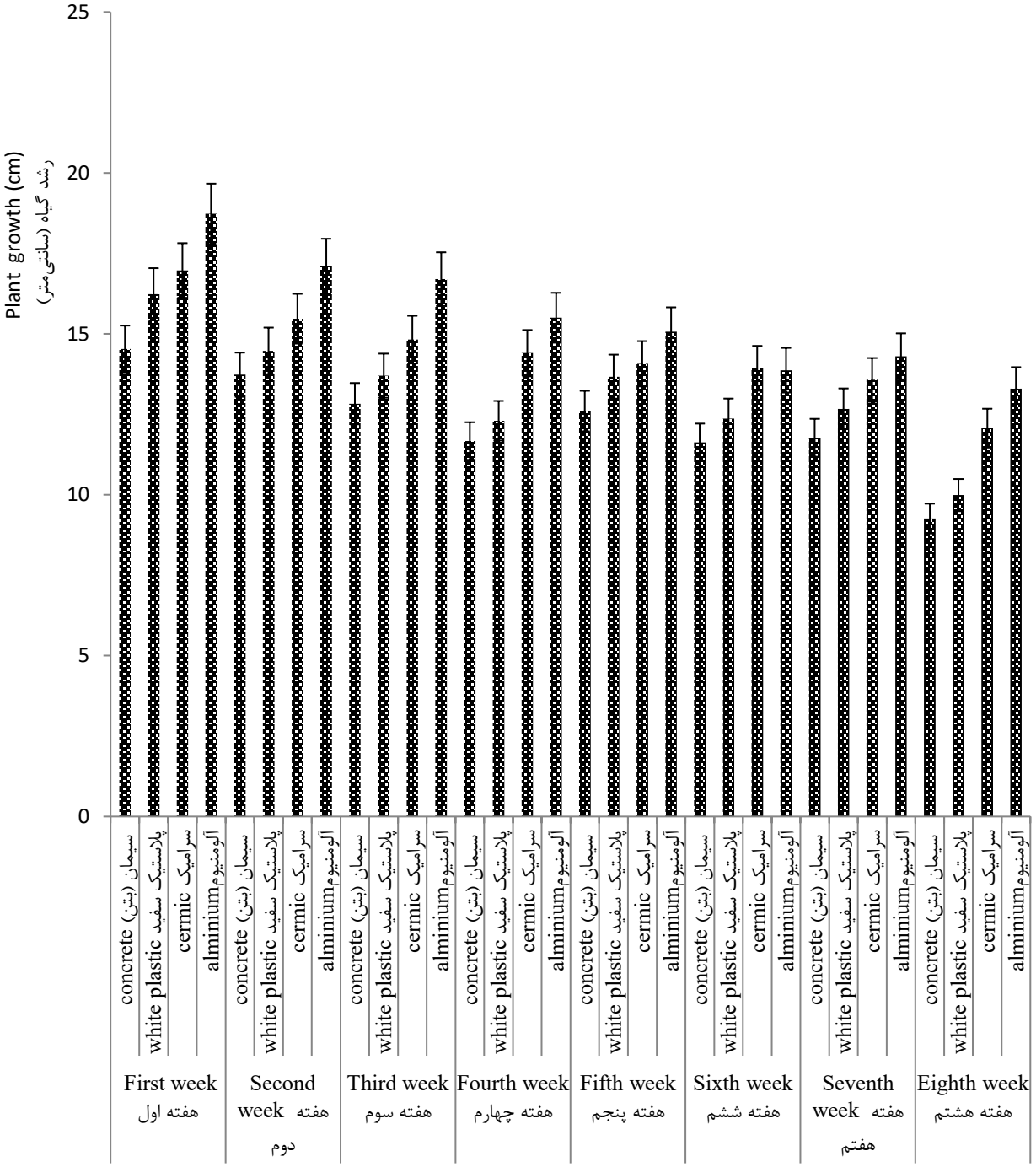
شکل ۱- روند رشد در مجموعه تیمارهای مورد آزمایش همگام با تغییرات تشعشع ورودی. با توجه به تراکم نمودارها، حروف‌گذاری نشده ولی روند تغییرات در هر نمودار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بوده است.

Figure 1- Growth trend in the set of tested treatments with changes in incoming radiation. Due to the density of the graphs, they are not labeled, but the trend of changes in each graph was significant at the 5% probability level based on the LSD test.

در هفته‌های مختلف اندازه‌گیری، مقدار نور منعکس‌شده از کف گلخانه تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). در اولین هفته اجرای طرح، بیشترین مقدار نور بازتابش شده از کف گلخانه (۳۸۶۲ لوکس) ثبت گردید و با گذشت زمان از شدت بازتابش نور کاسته شد و مقدار آن در هفته هشتم اندازه‌گیری به ۲۹۷۱ لوکس رسید (جدول ۲). مقایسه این نتایج با شکل ۱ نشان می‌دهد که روند بازتابش شدت نور از کف گلخانه همبستگی مثبتی با مقدار تشعشع ثبت شده در بالای تاج پوشش گیاهی دارد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار بازتابش از تیمار مالچ آلومینیومی و در هفته اول رشد (۶۴۵۰ لوکس) به‌دست آمد که نسبت به شاهد و در همین زمان حدود ۹۰٪ افزایش نشان داد (شکل ۳). در تمامی هفته‌های اندازه‌گیری کمترین مقدار بازتابش از تیمار بتن (تیمار شاهد) حاصل شد و دامنه آن بین ۴۰۰ تا ۶۵۰ لوکس بود در صورتی که در تیمار پلاستیک سفید این دامنه بین ۱۹۰۰ تا ۲۷۰۰ لوکس، در تیمار سرامیک بین ۳۸۰۰ تا ۵۵۴۰ لوکس و در تیمار آلومینیوم بین ۴۴۰۰ تا ۶۴۵۰ لوکس قرار داشت. محققان گزارش کردند که ۱۰ تا ۳۵٪ از مقدار نور گلخانه ناشی از استفاده از مالچ‌ها در گیاهان مختلف بوده است. بر اساس نتایج مطالعه Meyer و همکاران (2012) استفاده از مالچ پلی‌اتیلن سفید در کف گلخانه توت‌فرنگی سبب افزایش تولید محصول می‌شود.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]



شکل ۲- برهمکنش زمان و نوع مالچ بر مقدار رشد طولی رز. ستون‌هایی که مقدار اختلاف آن‌ها از SE=1.97 کمتر است در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری باهم ندارند. علامتی که در انتهای هر ستون گذاشته شده مربوط به خطای استاندارد است.

Figure 2- Interaction effects of time and mulch type the amount of longitudinal growth of the rose. The columns whose difference value is less than SE=1.97 do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test. The symbol at the end of each column corresponds to the standard error.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

جدول ۲- اثر هفته‌های نمونه‌برداری بر صفات مورد اندازه‌گیری.*

Table 2- The effect of sampling weeks on measured traits*

تیمار: هفته های رشد Treatment: growth weeks	مقدار رشد تجمعی گیاه Amount of cumulative plant growth	مقدار نور انعکاس یافته تجمعی از مالچ کف گلخانه (لوکس) Cumulative amount of reflected light from the greenhouse floor mulch (Lux)
1	16.6 [a]	3862 [a]
2	15.1 [b]	3338 [b]
3	14.5 [c]	3080 [c]
4	13.4 [d]	3042 [c]
5	13.8 [de]	3039 [c]
6	12.9 [ef]	2911 [d]
7	13.0 [f]	3067 [c]
8	11.1 [g]	2971 [e]

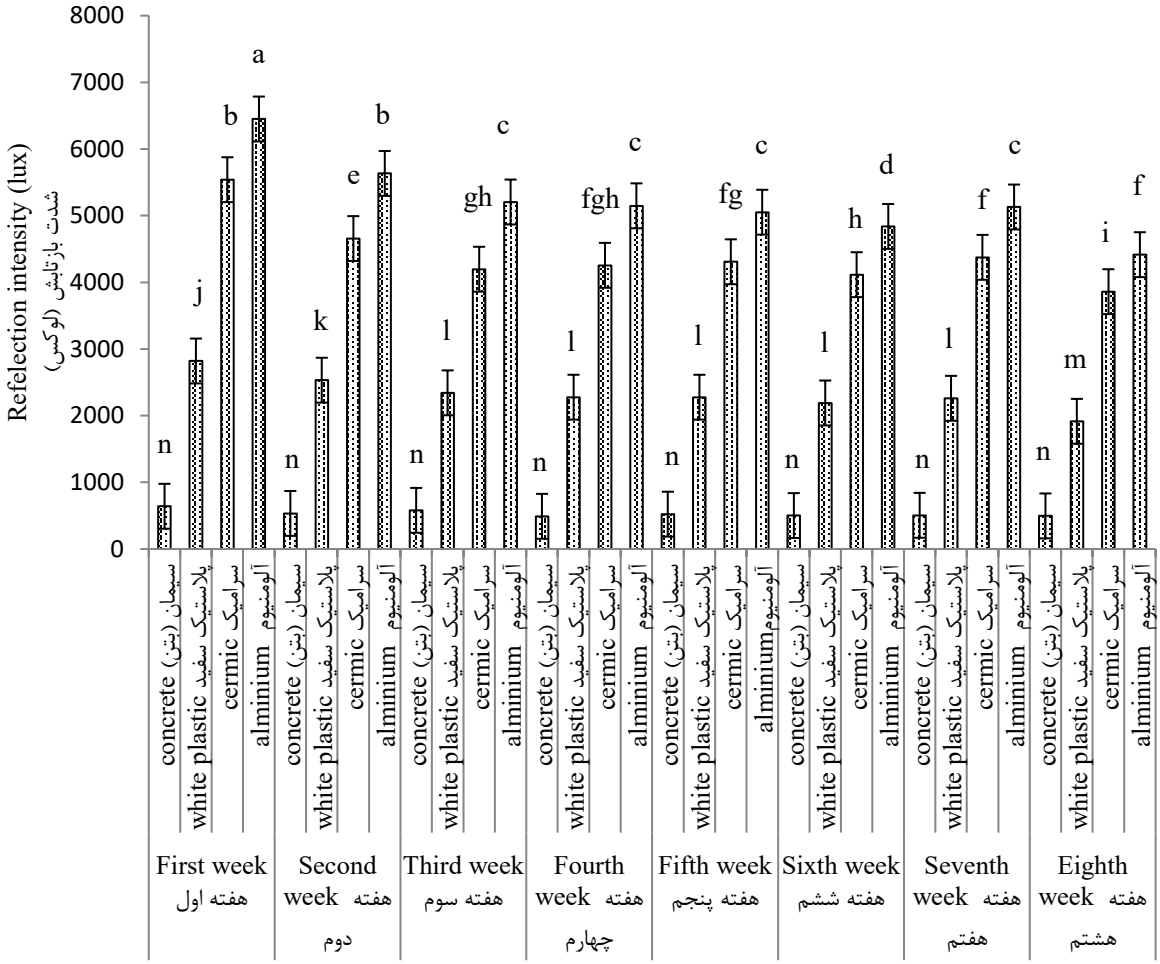
*: میانگین های که دارای دستکم یک حرف مشترکند بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

*Means that have at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% level based on the LSD test.

بررسی بیشتر پاسخ رشدی گیاه رز به نور بازتابش شده در هفته‌های مختلف نشان‌دهنده یک روند منطقی در رشد با توجه به مقدار رشد نور بازتابش شده از کف گلخانه است (شکل ۴). بر اساس داده‌های این گراف، مشاهده می‌شود که در هر زمان، در هر تیماری که بیشترین مقدار بازتابش را داشت، مقدار رشد، سیر صعودی را نشان داد و این روند در تمامی هفته‌های انجام آزمایش صادق بود و همبستگی مثبتی در مقدار رشد و مقدار نور بازتابش شده مشاهده شد. بر اساس معادله خطی مقدار نور بازتابش شده از کف مشخص شد که با گذشت زمان، در مجموع، کل نور بازتابش شده از کف روند کاهشی داشته و رشد هم از این روند پیروی می‌کند. نتایج مطالعه Meyer و همکاران (2012) بر روی گیاه توت‌فرنگی نشان داد که استفاده از مالچ پلاستیک سفید با ضخامت شش میلی‌متر سبب افزایش مقدار تشعشع فعال نورساختی و افزایش تولید در طی زمستان در گلخانه شد در صورتی که مالچ قرمز رنگ، نصف مالچ سفید و مالچ سبز و سیاه مقدار تشعشعات فعال نورساختی خیلی کمی را تولید کردند.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

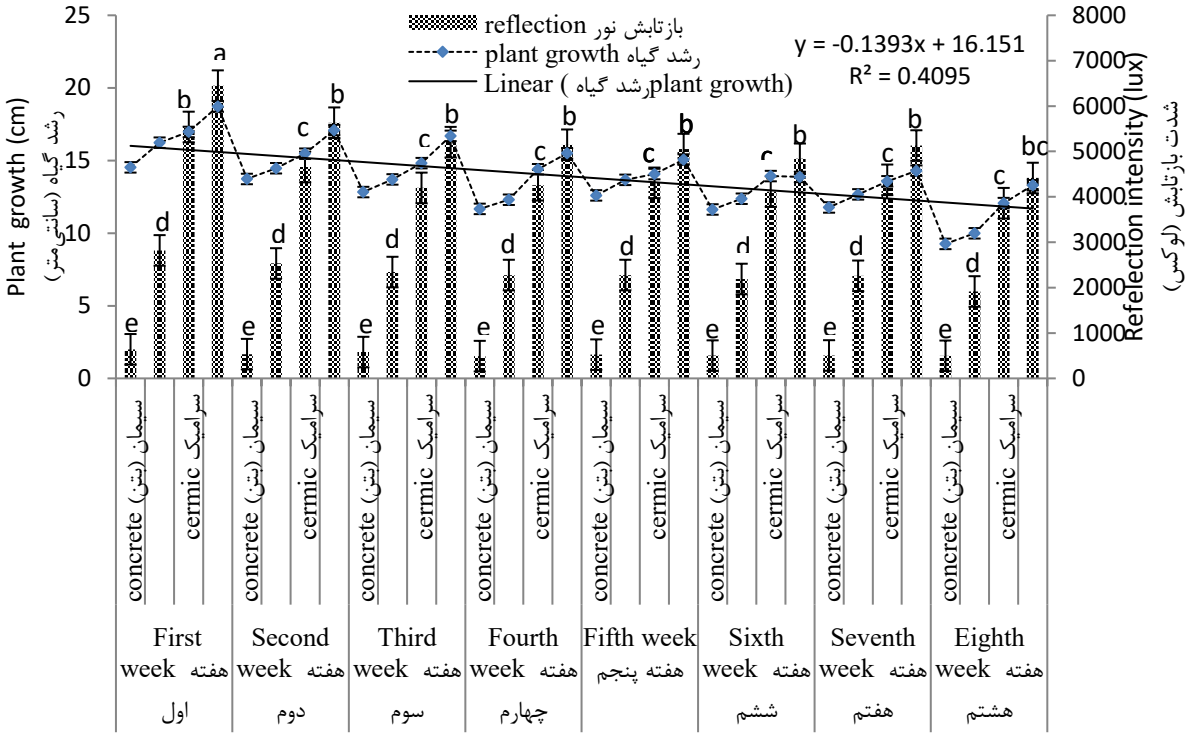


شکل ۳- نتایج برهمکنش زمان و نوع مالچ بر مقدار شدت نور بازتابش شده از کف گلخانه. ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بدون اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون LSD می‌باشند. علامتی که در انتهای هر ستون گذاشته شده مربوط به خطای استاندارد است.

Figure 3- Interaction effects of time and mulch type the light intensity reflected from the greenhouse floor. Columns with common letters have no significant difference at the 5% probability level with the LSD test. The symbol at the end of each column corresponds to the standard error.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]



شکل ۴- نتایج تلفیق پاسخ رشدی رز به مقدار بازتابش نور در هفته‌های مختلف. در نمودار خطی، نقاطی که مقدار اختلاف آن‌ها کمتر از SE=2.01 باشد، از نظر اماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند و ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. علامتی که در انتهای هر ستون گذاشته شده مربوط به خطای استاندارد است.

Figure 4- Combining the growth response of rose to the amount of light reflection in different weeks. In the linear graph, the points whose difference value is less than SE=2.01 are statistically not significantly different from each other, and the columns that have common letters are not significantly different from each other based on the LSD test at the 5% probability level. The symbol at the end of each column corresponds to the standard error.

نور یکی از مهمترین عوامل محیطی در رشد و نمو گیاه است. مقدار تابش نوری در داخل گلخانه بین ۱۹۵۰۰ لوکس در هفته ششم و ۴۲۱۰۰ لوکس در هفته اول متغیر بود (شکل ۱). بررسی‌ها نشان می‌دهد بین شدت نور و شدت نورساخت رابطه خطی وجود دارد و از نظر تئوری نورساخت در هر شدت نوری با شدت و ضعف متفاوت انجام می‌گیرد. مقدار نورساخت تنها در شدت نور بیش از ۵۰۰۰ لوکس می‌تواند سبب افزایش ماده خشک گیاه شود و این شدت نور تا ۱۱۰۰۰ لوکس می‌تواند ادامه داشته باشد (Koocheki & Nasiri Mahalati, 1994). این مقدار مربوط به برگ‌های بالایی و یا برگ‌های آفتابی گیاه است. در سامانه‌های فشرده و وجود بوته‌های با ارتفاع بالا همواره برگ‌های پایینی در سایه برگ‌ها، ساقه‌ها و شاخه‌های جانبی قرار می‌گیرند. بر اساس بررسی‌ها، انتقال و عبور تشعشعات فعال نورساختی ۱۰٪ تشعشع ورودی در تاج پوشش گیاه است. با این حال، مقداری نور سایه روشن نیز به لایه‌های پایین کانوپی می‌رسد (Hikosaka, 2005). ظرفیت نورساختی گیاهان رز در ۳۰۰ میکرومول در مترمربع در ثانیه چگالی شار فوتونی[1] و در ۳۷۰ میکرومول بر مول دی‌اکسید کربن اشباع می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در طول روز از ساعت ۱۰ قبل از ظهر تا ساعت پنج بعد از ظهر، به‌طور روزانه حدود

۱- Photon flux density (PFD)

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

٪۴۰ به مقدار کربن مبادله شده افزوده می‌شود و نشان می‌دهد که در طی این مدت گیاهان حدود ٪۷۰ تشعشعات فعال نورساختی را دریافت می‌کنند (Mortensen, 2014). از طرفی برگ‌هایی که در سایه قرار دارند، از نظر آناتومیکی و بیوشیمیایی اختلافی با برگ‌های که در معرض آفتاب هستند دارند، به طوری‌که در اینها کلروپلاست کمتر، حجم استرمای کمتر و مقدار آنزیم‌های چرخه کالوین کمتری در واحد سطح برگ دارند. هر چند در این‌ها مقدار تثبیت کم است ولی سرعت نورساخت بیشتری در نور پایین داشته که دلیل آن مقدار تنفس کمتر آن‌ها در واحد سطح برگ است. بنابراین علت تاثیر بازتابش‌ها انجام شده بر مقدار رشد گیاه این‌گونه تفسیر می‌شود که برگ‌هایی که در سایه قرار دارند با پرتوهای بازتابش شده نیاز غذایی خود را تامین نموده و مواد اسیمیلات شده در لایه‌های بالا صرف تسریع فرآیندهای رشدونمو در مکان‌های مریستمی شده است.

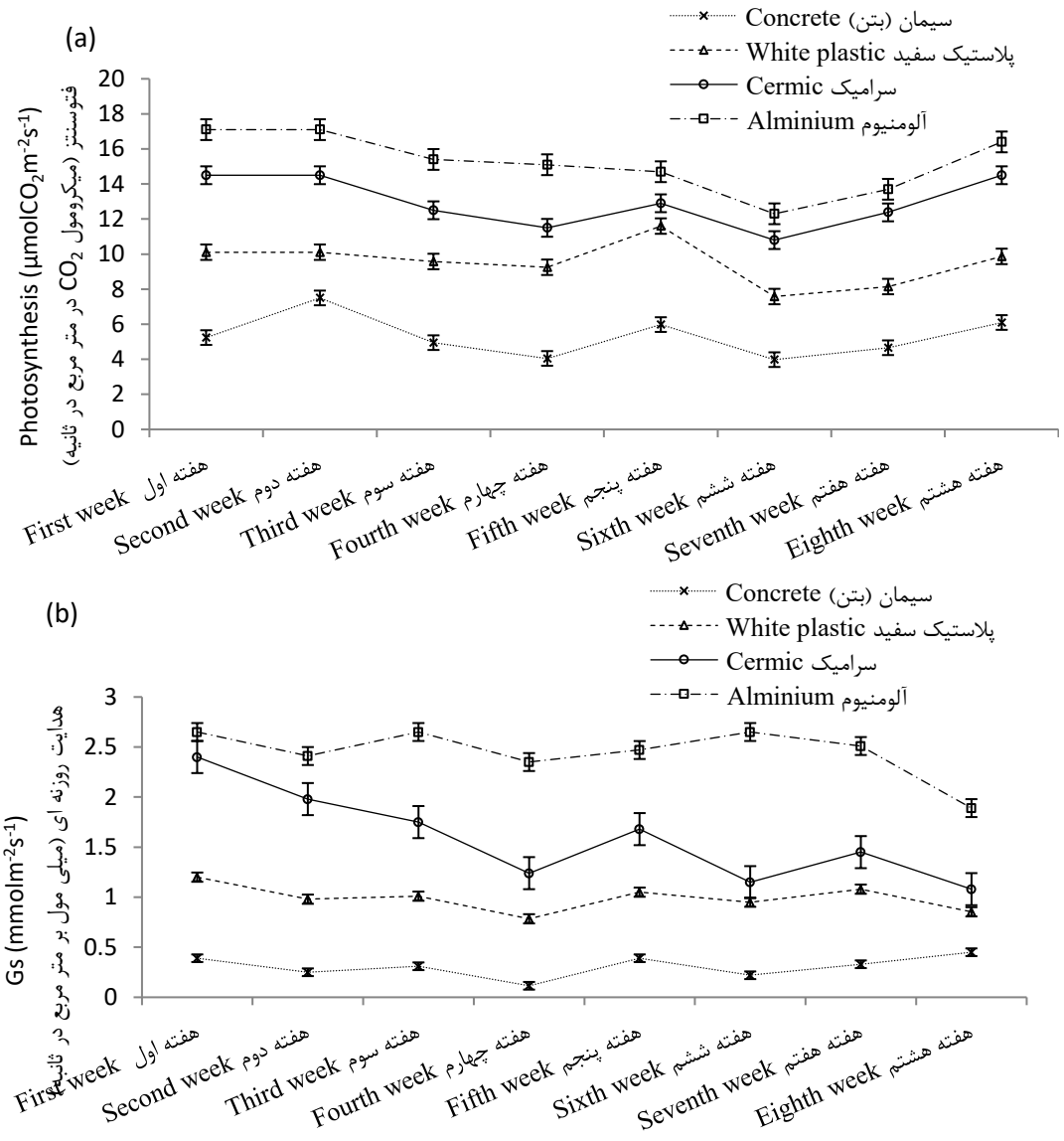
ویژگی‌های فیزیولوژیک

نورساخت

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که مقدار نورساخت تحت تاثیر نوع مالچ، هفته رشد و برهمکنش آن‌ها معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین مقدار نورساخت ۱۷/۱ میکرومول دی‌اکسید کربن در مترمربع در ثانیه در هفته اول رشد و از مالچ آلومینیومی حاصل شد و کمینه مقدار نورساخت **۴/۰۵** میکرومول دی‌اکسید کربن در مترمربع در ثانیه در هفته چهارم رشد و از پوشش بتنی کف گلخانه به دست آمد. مقایسه میزان نورساخت ثبت شده در اثر انعکاس نور از کف گلخانه در برگ‌های گیاه رز، نشان داد که پس از آلومینیوم، مالچ‌های سرامیکی، پلاستیکی و سیمانی در رتبه‌های بعدی تأثیرگذاری بر میزان نورساخت قرار دارند (شکل ۵a). نتایج تحقیقات Gonzales-Real و همکاران (2007) نشان داد که در پرورش گیاه رز با فناوری شاخساره خمیده (بنت)، مقدار نورساخت شاخه‌های خم شده نقش مهمی در بیشینه جذب خالص دی‌اکسید کربن در برگ‌های پایه نسبت به برگ بالایی دارد، به طوری که سهم آن‌ها بیش از مقدار برگ‌های بالایی در مقدار نورساخت است. به‌طور طبیعی، برگ‌های بالایی در معرض نور بیشتری قرار می‌گیرند و نور آبی و قرمز بیشتری دریافت می‌کنند و در نهایت کارایی نورساختی بیشتری نسبت به برگ‌های پایینی دارند، اما مقدار نور منعکس‌شده از کف گلخانه با مالچ‌های اعمال‌شده افزایش یافته و تاثیر مستقیمی بر مقدار نورساخت برگ‌های پایین داشته است. در برگ‌های پیر که در لایه‌های زیرین تاج پوشش قرار دارند، با افزایش میزان بازتابش نور جذب شده، سرعت تثبیت دی‌اکسید کربن به طور نامتقارن افزایش می‌یابد (Larcher, 2003). از سوی دیگر، نتایج آزمایش نشان داد که مقدار نورساخت در برگ‌های خمیده (سطوح زیرین و رویین برگ) روندی مشابه با منحنی‌های نورساخت در برگ‌های بالایی دارد (شکل‌های ۶ و ۷) که می‌تواند به دلیل موقعیت خوب برگ‌های خمیده و افزایش میزان بازتاب نور از کف باشد. این مورد به وضوح در اعمال مالچ آلومینیومی در کف گلخانه مشاهده شد (شکل ۷). نتایج ضریب همبستگی نشان داد که میزان نورساخت با میزان نور بازتابی از کف گلخانه همبستگی مثبت و معنی‌داری (**r=۰/۸۹) دارد که نشان می‌دهد با افزایش تابش نور به برگ، مقدار نورساخت افزایش می‌یابد. تحقیقات Larcher (2003) نیز نشان داد که شیب منحنی نورساخت به نور روندی افزایشی دارد و طبیعتاً بازده کوانتومی نیز افزایش می‌یابد، این روند تا زمانی ادامه داشت که کربوکسیلاسیون عامل محدودکننده در میزان تثبیت دی‌اکسید کربن باشد.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

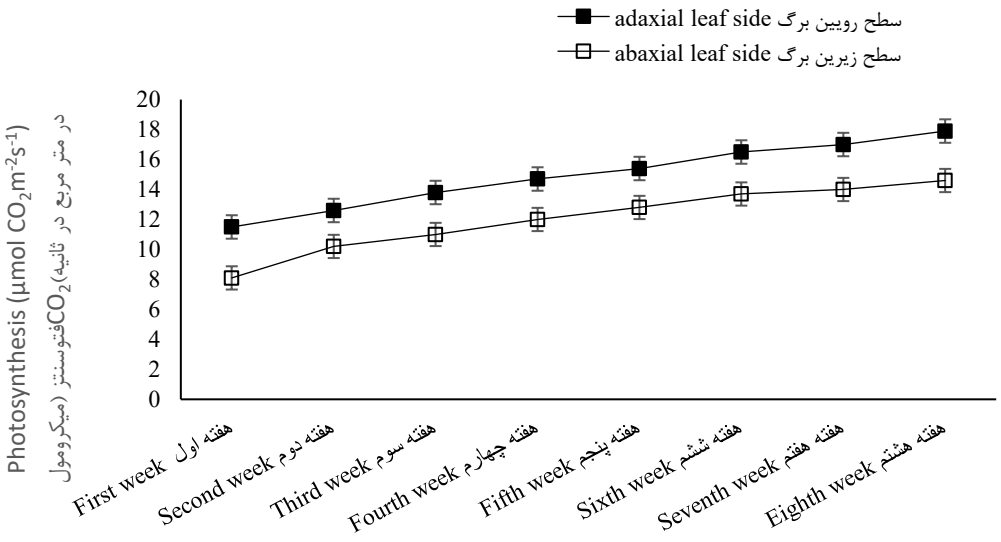


شکل۵ - اثر مالچ‌های مختلف کف گلخانه در هفته‌های مختلف رشد بر مقدار فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در رز. در نمودار a، نقاطی که اختلاف آن‌ها در آلومینیوم از مقدار SE=1.58، در سرامیک از مقدار SE=1.34، در پلاستیک از مقدار SE=1.16 و در بتن از مقدار SE=1.11 کمتر باشد، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. در نمودار b، نقاطی که اختلاف آن‌ها در آلومینیوم از مقدار SE=0.336، در سرامیک از مقدار SE=0.423، در پلاستیک از مقدار SE=0.121 و در بتن از مقدار SE=0.101 کمتر باشد، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. علامتی که در انتهای هر نقطه روی نمودار گذاشته شده مربوط به خطای استاندارد است.

Figure 5- The effect of different greenhouse floor mulches on the amount of photosynthesis and stomatal conductance in different weeks of growth in rose plants. In diagram a, the points whose difference is less than SE=1.58 in aluminum, SE=1.34 in ceramic, SE=1.16 in plastic, and SE=1.11 in concrete are not significantly different from each other. In diagram b, the points whose difference is less than SE=0.336 in aluminum, SE=0.423 in ceramic, SE=0.121 in plastic, and SE=0.101 in concrete are not significantly different from each other. The symbol at the end of each point on graph corresponds to the standard error.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]



شکل ۶- مقدار فتوسنتز اندازه‌گیری شده در دو سطح رویین و زیرین برگ‌های بالایی رز. در نمودار سطح زیرین برگ، نقاطی که مقدار SE در آن‌ها کمتر از ۲/۰۷ باشد، با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند. همین روند در نمودار سطح رویین برگ با مقدار SE=2.05، صادق است. علامتی که در انتهای هر نقطه روی نمودار گذاشته شده مربوط به خطای استاندارد است

Figure 6- The amount of measured photosynthesis in the upper and lower surfaces of the upper leaves of the rose. In the diagram of the lower surface of the leaf, the points where the SE value is less than 2.07 are not significantly different from each other. The same trend is true in the diagram of the upper surface of the leaf with the value of SE=2.05. The symbol at the end of each point om graph corresponds to the standard error.

هدایت روزنه‌ای

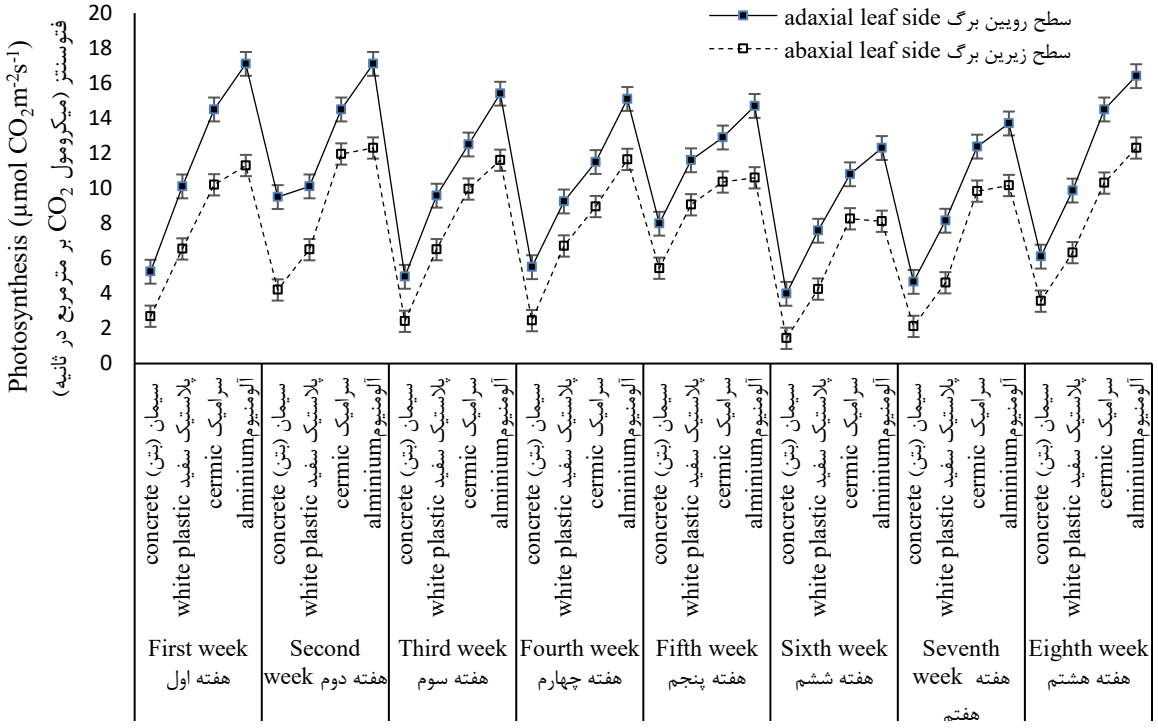
تاثیر تیمارهای آزمایشی بر مقدار هدایت روزنه‌ای مشابه صفت مقدار نورساخت بود (جدول ۱). بیشترین مقدار هدایت روزنه‌ای ۲/۶۵ میلی‌مول آب در مترمربع در ثانیه[۱] از تاثیر مالچ آلومینیومی در طی هشت هفته رشد مشاهده شد و کمترین مقدار هدایت روزنه‌ای که بین ۰/۱۱ تا ۰/۴۵ میلی‌مول آب در مترمربع در ثانیه قرار داشت از تاثیر مالچ بتنی در طی هشت هفته رشد به‌دست آمد (شکل 5b). واکنش کلروپلاست‌های یاخته‌های نگهبان در برگ‌های خمیده یا برگ‌های شاخه‌های پایینی گیاه به نور، مشابه واکنش کلروپلاست‌های یاخته‌های مزوفیل به نور در برگ‌های لایه بالایی گیاه است، یعنی زمانی که مقدار نور جذب شده در غشای کلروپلاست از نقطه جبران نور فراتر می‌رود، میزان تثبیت دی‌اکسید کربن افزایش می‌یابد و مقدار مالات لازم برای کاهش فشار اسمزی در سلول نگهبان روزنه افزایش یافته که منجر به افزایش جذب آب از یاخته‌های کمکی روزنه به داخل یاخته‌های نگهبان روزنه در نتیجه سبب افزایش گشودگی دهانه روزنه و افزایش هدایت روزنه‌ای شده است (Medeiros *et al*., 2019). اگرچه طیف نور جذبی در این فرآیند دخیل است، اما بازتاب نور از کف گلخانه در همان طیف ساطع شده با شدت کمتری در این امر دخالت دارد. نتایج نشان داد که با افزایش سرعت رشد و سطوح تابش، مقدار هدایت روزنه‌ای در دو طرف برگ‌های پایینی افزایش یافت (شکل ۸). همچنین نتایج نشان داد که مقدار هدایت روزنه‌ای در سطح پایینی برگ‌های پایینی نزدیک به روند تغییرات هدایت روزنه‌ای در سمت رویین برگ طی هشت هفته رشد بود (شکل

۱- mmolH2O.m-2.s-1

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

۹). مقایسه شکل‌های ۸ و ۹ نشان می‌دهد که مقدار هدایت روزنه‌ای در سطح زیرین برگ‌های پایینی بیشتر از مقدار هدایت روزنه‌ای در سطح زیرین برگ‌های بالایی بوده که می‌توان آن را به نور منعکس‌شده از مالچ‌های کف گلخانه نسبت داد. افزایش برخورد پرتوهای انعکاس‌یافته از کف گلخانه بر روی سطوح زیرین برگ‌ها و نفوذ آنها در ساختار برگ باعث ایجاد تغییراتی در مقدار نورساخت، هورمون و عناصر تغذیه‌ای در برگ شده که باعث تسریع در توزیع ماده جذب و افزایش سرعت هدایت روزنه‌ای در سطوح زیرین برگ می‌شود. در مطالعه Lu و همکاران (2012) نشان داده شد که شدت و کیفیت نور و دسترسی به دی‌اکسید کربن بر مقدار نورساخت تأثیر دارد. افزایش دی‌اکسید کربن در اتاقک زیر روزنه و انتشار آن به محل کربوکسیلاسیون باعث افزایش ماده نورساختی و تغییرات کمی و کیفی در تولید محصول می‌شود. بر اساس مطالعه Jin و همکاران (2016)، نورساخت برگ‌های میانی و پایینی گیاه ضعیف است که این موضوع بر روی کمیت و کیفیت عملکرد گیاه تاثیرگذار است. بنابراین گذاشتن لایه بازتابنده نور نه تنها می‌تواند ریزاقلیم مناسبی را در زیر تاج پوشش فراهم کند، بلکه بازارپسندی محصول را نیز تنظیم کند اگرچه شاخه‌های خمیده (بنت‌ها) و برگ‌های پایینی در شرایط طبیعی هدایت روزنه‌ای کمتری دارند، اما زمانی که مقدار نور بازتابی افزایش می‌یابد، مقدار پاسخ هدایت روزنه‌ای نیز تغییر و عملکرد نورساخت بهبود می‌یابد.

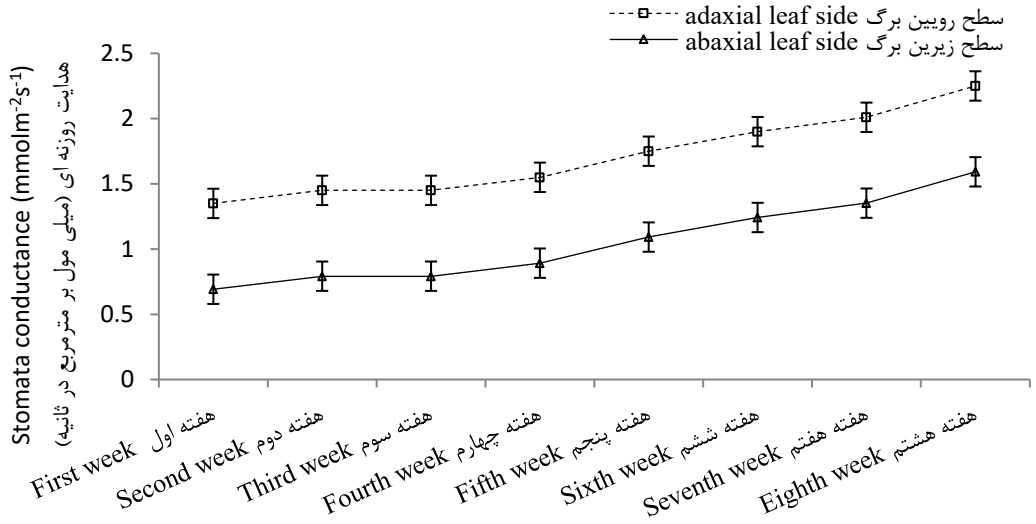


شکل ۷- مقدار فتوسنتز اندازه‌گیری شده در دو سطح رویین و زیرین برگ بر روی شاخه‌های خمیده رز. در نمودار سطح زیرین برگ، نقاطی که مقدار SE در آن‌ها کمتر از ۳/۳۸ باشد، با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند. همین روند در نمودار سطح رویین برگ با مقدار SE=3.91، صادق است. علامتی که بر روی هر نقطه روی نمودار گذاشته شده مربوط به خطای استاندارد است.

Figure 7- The amount of measured photosynthesis in the upper and lower surface of the leaf on the bent branches of the rose. In the diagram of the lower surface of the leaf, the points where the SE value is less than 3.38 are not significantly different from each other. The same trend is true in the diagram of the upper surface of the leaf with the value of SE=3.91. . The symbol placed on each point on the graph corresponds to the standard error.

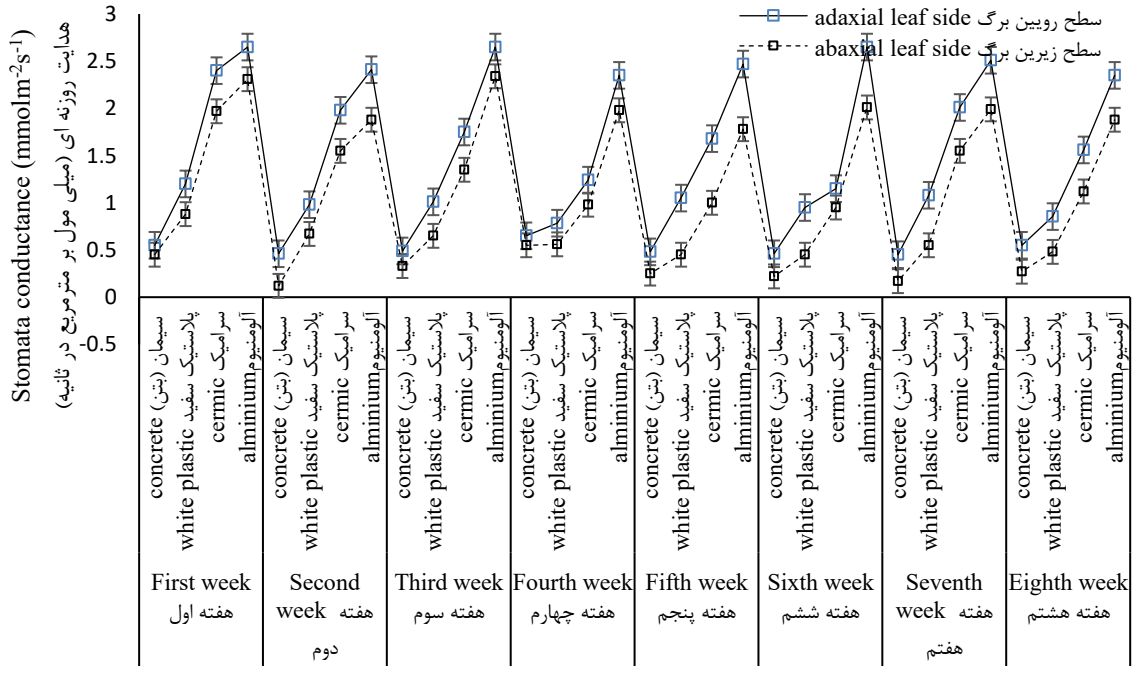
[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]



شکل ۸- مقدار هدایت روزنه‌ای در دو سطح رویین و زیرین برگ های بالایی رز. در نمودار سطح زیرین برگ، نقاطی که مقدار SE در آن‌ها کمتر از ۰/۲۳۶ باشد، با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند. همین روند در نمودار سطح رویین برگ با مقدارِ SE=0.237، صادق است. علامتی که بر روی هر نقطه روی نمودار گذاشته شده مربوط به خطای استاندارد است.

Figure 8- The amount of stomatal conductance in the upper and lower surfaces of the upper leaves of the rose. In the diagram of the lower surface of the leaf, the points where the SE value is less than 0.236 are not significantly different from each other. The same trend is true in the diagram of the upper surface of the leaf with the value of SE=0.237. The symbol placed on each point on the graph corresponds to the standard error.



شکل ۹- مقدار هدایت روزنه‌ای در دو سطح رویین و زیرین برگ بر روی شاخه‌های خمیده رز. در نمودار سطح زیرین برگ، نقاطی که مقدار SE در آن‌ها کمتر از ۰/۷۰۱ باشد، با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند. همین روند در نمودار سطح رویین برگ با مقدارِ SE=0.781، صادق است. علامتی که روی هر نقطه در نمودار گذاشته شده مربوط به خطای استاندارد است.

Figure 9- The amount of stomatal conductance in the upper and lower surfaces of the leaves on the bent branches of the rose. In the diagram of the lower surface of the leaf, the points where the SE value is less

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

than 0.701 are not significantly different from each other. The same trend is true in the diagram of the upper surface of the leaf with the value of SE=0.781. The symbol placed on each point on the graph corresponds to the standard error.

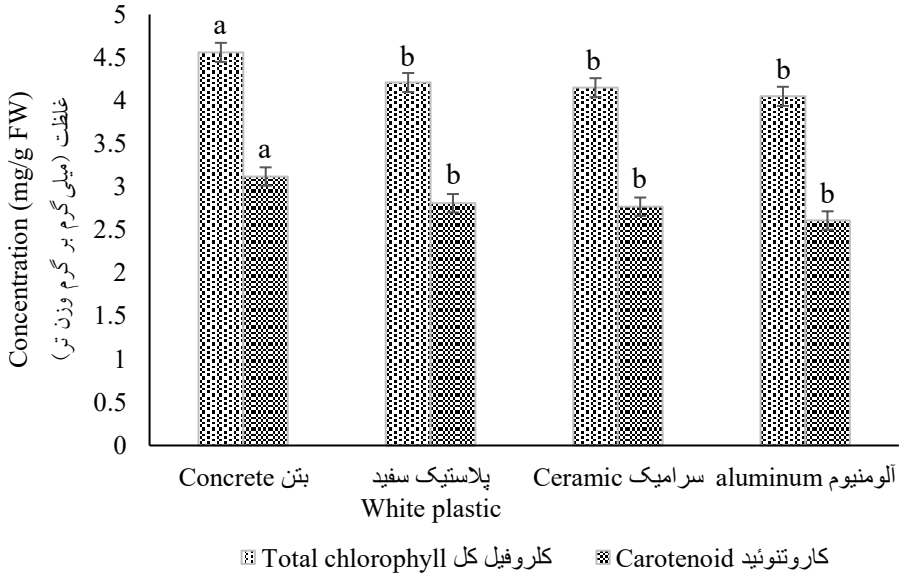
سبزینه کل و کاروتنوئید

ترکیب رنگدانه برگ تأثیر مهمی بر جذب، انتقال و تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتروشیمیایی دارد (Pan *et al*., 2020). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع مالچ تأثیر معنی‌داری بر سبزینه کل و کاروتنوئید داشت (جدول ۱). بیشترین مقدار سبزینه کل ۴/۵۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر[۱] از تاثیر مالچ بتن به‌دست آمد و استفاده از مالچ‌های پلاستیکی، سرامیکی و آلومینیومی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (شکل ۱۰). نتایج مطالعه Hatamian و همکاران (2014) نشان داد که میزان سبزینه در برگ هر دو رقم رز با کاهش شدت نور افزایش یافت. وقتی میزان تابش نور کاهش می‌یابد، مقدار سبزینه در برگ‌ها افزایش می‌یابد تا جذب نور افزایش یابد. در مطالعه‌ای دیگر، Jeong و همکاران (2007) گزارش کردند که مقدار سبزینه کل در بگونیا تحت شرایط کاهش نور افزایش یافت. مقدار کاروتنوئید تحت تاثیر مالچ معنی‌دار شد (جدول ۱). دامنه مقدار کاروتنوئید بین ۲/۱۶ تا ۳/۱۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر قرار داشت. بیشینه مقدار کاروتنوئید از تاثیر مالچ بتنی و کمینه آن از کاربرد مالچ آلومینیومی حاصل شد (شکل ۱۰). نتایج مطالعه Niinemets و Valladares (2004) نشان داد که محتوای رنگدانه در غشای تیلاکوئید تحت تابش کم به دلیل افزایش برداشت نور برای برانگیختن مولکول‌های مرکز واکنش افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد با کاهش مقدار نور، مقدار سبزینه کل و کاروتنوئید افزایش می‌یابد تا سامانه نورساختی راه‌اندازی شود به طوری که در هر دو دستگاه نورساختی PSII و PSI دارای رنگدانه‌های آنتنی مختلفی (سبزینه‌ها، کاروتنوئیدها و ...) هستند که مقدار آن‌ها در شرایط نوری مختلف تغییر می‌کند، به طوری که در نور کم می‌توان تعداد تحریکات رنگدانه را در هر مرکز واکنش افزایش داد. در شرایطی که نور زیاد است، افزایش مقدار رنگدانه‌های آنتنی از بازدارندگی نوری (حفاظت نوری از طریق فروکش کردن سریع حالت برانگیختگی سبزینه در مرکز واکنش فتوسیستم II) جلوگیری می‌کند در صورتی که این عمل اتفاق نیفتد سبب انتقال الکترون‌های حالت برانگیخته به اکسیژن مولکولی و تشکیل رادیکال سوپر اکسید شده که توانایی تخریب مولکول‌های چربی غشاها را داشته و کارکرد غشاهای بیولوژیکی از بین می‌رود (Croce & Amerongen, 2014). بنابراین نتایج این آزمایش با یافته‌های این محققین همخوانی دارد. به نظر می‌رسد، هرچند این مکانیسم از نظر ژنتیکی کنترل می‌شود با این حال با افزایش تابش، مهار نوری رخ داده که در صورت تداوم می‌تواند منجر به تخریب سبزینه، تغییر رنگ برگ و کاهش روند فعالیت نورساختی شود (Biswal *et al*., 2011).

۱- mg/g FW

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]



شکل ۱۰- اثر مالچ‌های مختلف کف گلخانه بر غلظت سبزینه کل و کارتنوئید در رز. ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بدون اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون LSD می‌باشند علامتی که روی هر ستون گذاشته شده مربوط به خطای استاندارد است.

Figure 10- Effect of different greenhouse floor mulches on total chlorophyll and carotenoid concentration in rose plant. Columns with common letters have no significant difference at the 5% probability level with the LSD test. The symbol placed on each clumn corresponds to the standard error.

نتیجه‌گیری

در سامانه‌های فشرده به‌دلیل وجود بوته‌هایی با ارتفاع بالا، همواره برگ‌های پایینی در سایه برگ‌ها، ساقه‌ها و شاخه‌های جانبی قرار می‌گیرند و کارایی تولید آن‌ها به‌واسطه کاهش شدت جریان نور تابیده‌شده به برگ‌ها کاهش می‌یابد. در نتیجه این مطالعه، بیشترین مقدار رشد از کاربرد مالچ آلومینیوم در طول دوره رشد گیاه گل رز حاصل شد که علت آن، انعکاس بیشتر نور از مالچ آلومینیوم و برخورد بیشتر پرتوهای نوری با برگ‌ها بود. با کاهش مقدار انعکاس نور از کف گلخانه در مالچ‌های سیمانی، سرامیکی و پلاستیک سفید، در مقدار نورساخت، هدایت روزنه‌ای و رنگدانه‌های نورساختی تغییراتی ایجاد گردید که در نهایت منجر به کاهش رشد شد. به‌طور کلی با افزایش نور بازتابش‌یافته از کف گلخانه و عبور مقدار نورساخت از نقطه جبران نوری، تولید مواد نورساختی افزایش می‌یابد و در نتیجه برگ‌های شاخه‌های خمیده از حالت نگهداری به حالت تولیدی تغییر جهت داده و مواد غذایی لازم را برای افزایش رشد گیاه فراهم می‌نمایند. بنابراین پیشنهاد می‌شود برای افزایش بهره‌وری از منابع تولید و افزایش رشد و عملکرد در سامانه‌های کشت فشرده، یا کف گلخانه‌ها با مالچ با ضریب انعکاس نوری بالا پوشانده شوند یا از نورهای تکمیلی در دامنه تشعشعات فعال نورساختی استفاده شود.

منابع

Ahmad, P., Ahanger, M.A., Alyemeni, M.N., Alam, P. (2019). Photosynthesis, Productivity, and Enviromental Stress. Willey Backwell Publisher. 352p.

Biswal, B., Joshi, P.N., Raval, M.K., Biswal, U.C. (2011). Photosynthesis, a global sensor of environmental stress in green plants: stress signaling and adaptation. *Current Science*, *101*, 47-56.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

Björkman, O. (1981). Responses to different quantum flux densities. In: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B., Zeigler, H. (eds.). Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, Vol. 12A, Springer, Berlin, pp 57–107.

Blankenship, R.E. (2002). Molecular Mechanisms of Photosynthesis. Blackwell Science, Oxford. 321p.

Carpenter, W.J., Rodriguez, R.C. (1971). Supplemental lighting effects on newly planted and cut-back greenhouse roses. *Horticulture Science*, *6*, 207-208.

Croce, R., Amerongen, H. (2014). Natural strategies for photosynthetic light harvesting. *Nature Chemical Biology*, *10*, 492-501.

Cubas, L.C., Gabriel Sales, C.R., Vath, R.L., Bernardo, E.L., Burnett, A., Kromdijk, J. (2023). Lessons from relatives: C4 photosynthesis enhances CO_2 assimilation during the low-light phase of fluctuations. *Plant Physiology*, *193*, 1073-1090.

Dupraz, C., Marrou, H., Talbot, G., Dufour, L., Nogier, A., Ferard, Y. (2011). Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy*, *36*, 2725-32.

Fazli, M., Ahmadi, N., Babaei, A.R. (2020). Improving the postharvest quality characteristics of cut rose (*Rosa×hybrida* L.) 'Red Alert' in response to light intensity. *Flower and Ornamental Plants*, *4*, 74 -86. (In Persian).

Food and Agriculture Organization (FAO) (2013). Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops. FAO Publication. https://www.fao.org/3/i3284e/i3284e.pdf.

Greer, L., Dole, J.M. (2003). Aluminum foil, aluminum-painted, plastic, and degradable mulches increase yields and decrease insect vectored viral diseases of vegetables. *HortTechnology*, *13*, 276- 284.

Hatamian, M., Rab, M., Roozban, M.R. (2014). Photosynthetic and nonphotosynthetic pigments of two rose cultivars under different light intensities. *Journal of Crops Improvement*, *16*, 259-270. (In Persian).

Hikosaka, K. (2005). Leaf canopy as a dynamic system: ecophysiology and optimality in leaf turnover. *Annals of Botany*, *95*, 521-533.

Jeong, K.Y., Pasian, C.C., Tay, D. (2007). Response of six begonia species to different shading levels. *Acta Horticuturae*, *761*, 215-220

Jin, H., Li, M., Duan, S., Fu, M., Dong, X., Liu, B., Feng, D., Wang, J., Wang, H-B. (2016). Optimization of light-harvesting pigment improves photosynthetic efficiency. *Plant Physiology, 172*, 1720-1731.

Kakani, V.G., Surabhi, G.K., Reddy, K.R. (2008). Photosynthesis and fluorescence responses of C4 plant *Andropogon gerardii* acclimated to temperature and carbon dioxide. *Photosynthetica*, *46*, 420-430.

Koocheki, A., Nasiri Mahalati, M. (1994). Crops Ecology. Jahad Daneshgahi Press, Iran, Mashhad. 291p. (In Persian).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

Larcher, W. (2003). Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups. Springer publisher. 285p.

Lu, N., Maruo, T., Jophkan, M., Hohjo, M., Tsukagoshi, S., Ito, Y., Ichimura, T., Shinohara, Y. (2012). Effects of supplemental lighting within the canopy at different developing stages on tomato yield and quality of single-truss tomato plants grown at high density. *Environmental Control in Biology*, *50*, 1-11.

Marler, T.E. (2020). Artifleck: The study of artifactual responses to light flecks with inappropriate leaves. *Plants (Basel), 9*, 905. doi: 10.3390/plants9070905.

Medeiros, D.B., da Luz, L.M., Oliveria, H.O., Araujo, W.L., Daloso, D.M., Fernie, A.R. (2019). Metabolomics for understanding stomatal movements. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, *31*, 91-102.

Meyer, G.E., Paparozzi, E.G., Walter-Shea, E.T., Blankenship, E.A., Adams, S.A. (2012). An investigation of reflective mulches for use over capillary mat systems for winter-time greenhouse strawberry production. *Applied Engineering in Agriculture, 28*, 271-279.

Moher, H., Schopfer, P. (2012). *Plant Physiology*. Springer Berlin, Heidelberg. 629p.

Mortensen, L.M. (2014). The effect of wide-range photosynthetic active radiations on photosynthesis, growth and flowering of *Rosa* sp. and *Kalanchoe blossfeldiana*. *American Journal of Plant Sciences*, *5*, 1489-1498.

Niinemets, U., Valladares, F. (2004). Photosynthetic acclimation to simultaneous and interacting environmental stresses along natural light gradients: optimality and constraints. *Plant Biology*, *6*, 254-268.

Pan, X., Cao, P., Su, X., Liu, Z., Li, M. (2020). Structural analysis and comparison of light-harvesting complexes I and II. *Biochimica* et *Biophysica Acta* (BBA) – *Bioenergetics, 1861*, 148038. doi: 10.1016/j.bbabio.2019.06.010.

Pandy, S.N., Sinha, B.K. (2005). Plant Physiology. Vikas Publishing Private Limited, India. 671p.

Stasiak, M., Cote, RT., Grodzinski, B., Dixon, M. (1999). Light piping to the inner plant canopy enhances plant growth and increases O_2, CO_2, H_2O and ethylene gas exchange rates. SAE Technical Paper 1999-01-2103. 8p. DOI: 10.4271/1999-01-2103.

Taiz, L., Zeiger, E. (2002). Plant Physiology. Sunderland: Sinauer Associates. 690p.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]

Flower and Ornamental Plants (2024), 9(2): 279-298
Research article

The impact of various greenhouse floor coverings on the growth of roses

Seyyed Fazel Fazeli Kakhki[*1], Mahdi Samangani[1], Nasser Beikzadeh[1], Morteza Goldani[2]

1. Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad
2. Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad

sf_fazeli@yahoo.com

Received: 2024/06/29, Revised: 2024/09/22, Accepted: 2024/09/23

Abstract

The reaction of the photosynthetic apparatus in capturing light energy depended on the arrangement of the leaves, stems, and side branches. This process accelerates in the substrate when the intensity of the absorbed photon flow passes from the light compensation point. To evaluate the effect of greenhouse floor covering on the growth rate of roses, an experiment was conducted as factorial based on a randomized complete design with three replications in a rose production greenhouse in the spring of 2020. The experimental factors included greenhouse floor mulch in four levels (aluminum foil, ceramic, white plastic, and concrete (control)) and the second factor of eight weeks of growth. The results showed that the maximum photosynthesis (17.1 µmol $CO_2m^{-2}S^{-1}$) was recorded from aluminum mulch in the first growth week and the minimum of it (4.05 µmol $CO_2.m^{-2}.s^{-1}$) was observed in the fourth growth week in concrete mulch. The trend changes in stomatal conductance (g_s) was similar to the photosynthesis during the eight weeks of plant growth, but in the abaxial lower leaves, the stomatal conductance was higher than the value of abaxial in upper leaves. The maximum amount of weekly growth (18.7 cm) was due to the application of aluminum mulch in the first week of growth. The amount of plant growth was slow in all treatments, however, in the eighth week, the maximum amount of weekly growth with the amount of 13.3 cm was related to aluminum mulch, and the amount of weekly growth in ceramic, white plastic, and concrete mulches was recorded 12.0, 9.99 and 9.2 cm, respectively. In general, the results showed that the use of mulches that have a higher light reflection coefficient is effective and significant in increasing the photosynthetic power of lower leaves and helping to increase plant growth.

Keywords: Chlorophyll, Light reflected, Photosynthesis, Stomata Conductance.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-07-11]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.277]