مقاله پژوهشی

تأثیر طیف‌های مختلف نوری بر تغییرات ترکیبات متابولیکی نعناع زراعی و پونه

مصطفی خزایی[۱]، فریبا رفیعی[۱*] و محمدرضا سبزعلیان[۲]

[۱] گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

[۲] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۱۲/۱۵، تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۱/۳۰)

چکیده

افزایش روزافزون جمعیت جهان، با کاهش سرانه زمین‌های قابل کشت و تقاضای بیشتر برای منابع غذایی همراه است. بنابراین، کشاورزی عمودی که به زمین زراعی وابسته نیست و قابل استفاده در زمین‌های شهری است، رواج پیدا خواهد کرد. مهم‌ترین عیب این روش، مصرف بالای انرژی برق است. با پیشرفت‌هایی که در "دیودهای ساطع‌کننده نور LED"، از لحاظ راندمان نوری به‌وجود آمده، کشت عمودی چشم‌انداز روشنی دارد، لیکن لازم است کیفیت نور موردنیاز برای هر گونه گیاهی تعیین گردد. از طرف دیگر خانواده نعناعیان، جنس‌های متنوعی را دربرمی‌گیرد که از نظر دارویی و بهداشتی- آرایشی از ارزش اقتصادی بالایی برخوردارند. لذا این پژوهش، به‌منظور تأثیر شش طیف نوری مختلف شامل: قرمز، آبی، ترکیب قرمز (۷۰) و آبی (۳۰)، سفید، لامپ فلورسنت و محیط شاهد (شرایط گلخانه- تحت طیف کامل نور خورشید) بر چگونگی تغییر در ترکیبات متابولیکی دو گونه متعلق به خانواده نعنائیان (نعناع زراعی و پونه) انجام شد. نمونه‌های گیاهی از محیط‌های مختلف رشدی در زمان گلدهی برداشت شدند و با کمک تکنیک نمونه‌برداری در فضای فوقانی و به‌دنبال آن آنالیز GC-MS ترکیبات بیوشیمیایی آنها شناسایی شد. آنالیز داده‌ها نشان‌دهنده تفاوت در غلظت مونوترپن‌های تولیدشده در محیط‌های مختلف نوری در دو گونه مورد مطالعه بود. همچنین، در محیط رشدی مجهز به LED قرمز- آبی شرایط خاصی از نور فراهم شده بود که غلظت ترکیبات مونوترپنی با ارزش اقتصادی، در هر دو گونه بالاتر از سایر محیط‌های نوری بود. این نتیجه نشان می‌دهد که امکان تولید نعناع زراعی و پونه در کشت عمودی وجود دارد و کیفیت روغن نسبت به گلخانه‌های معمول تغییر معنی‌داری نمی‌کند.

کلمات کلیدی: آنالیز GC-MS، ترکیبات فرار، خانواده نعناعیان، تکنیک فضای فوقانی، نور LED

مقدمه

نور به‌عنوان منبع اولیه انرژی یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محیطی برای رشد گیاهان است که گیاهان در واکنش فتوسنتز به‌طور مؤثری از آن استفاده می‌کنند (Fan *et al.*, 2013). در طی این فرآیند فوتوشیمیایی ATP و NADPH تولید می‌شود که درنهایت در تشکیل اتم‌های کربن مولکول‌های آلی مصرف می‌شوند (Darko *et al.*, 2014). اغلب گیاهان فقط طول‌موج‌های ۴۰۰-۷۰۰ نانومتر را جذب می‌نمایند و از آن در عمل فتوسنتز استفاده می‌نمایند (Darko *et al.*, 2014). در کشاورزی، نور فاکتور مهمی است که رشد و عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. سیستم‌های رشدی مجهز به نور مصنوعی کنترل‌شده، آن دسته از طول‌موج‌ها را در اختیار گیاه

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: Fariba.Rafiei@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.6.3]

قرار می‌دهد که افزایش راندمان فتوسنتز را به‌همراه خواهد داشت. از این‌رو، امروزه برای افزایش ظرفیت تولید، سیستم‌های رشدی کنترل‌شده مجهز به انواع متنوعی از نورهای مصنوعی ابداع و رایج شده است. در این سیستم پرورش، راندمان مصرف آب، مواد غذایی و زمین بسیار بالاست به‌طوری‌که میزان تولید در هر واحد کشت‌شده در این سیستم‌ها بیشتر از کشاورزی معمولی پیش‌بینی شده است (Kalantari *et al*., 2017; Pennisi *et al*., 2019). این پیشرفت، مدیون ابداع تکنولوژی "دیودهای ساطع‌کننده نور (Light-emitting diodes: LEDs)" است. لامپ‌های LED حدود ۱۰۰-۸۰ درصد از تشعشع فعال فتوسنتزی را دارند و اندازه کوچک، دوام، عمر طولانی، درجه حرارت تابشی سرد و نیز فراهم آوردن امکان انتخاب طول‌موج‌های خاص برای گیاه موردنظر، آنها را نسبت به سایر منابع نوری برتر ساخته است (Abraham *et al*., 2004). یافته‌ها نشان می‌دهند که نور LED می‌تواند با تحریک متابولیسم گیاهی، کمیت و کیفیت تولید را در گونه‌های مختلف بهبود بخشد (Darko *et al*., 2014). نتایج تحقیقات انجام‌گرفته در زمینه استفاده از منبع روشنایی LED برای پرورش سبزیجات، گیاهان زینتی و نیز کشت درون شیشه‌ای حاکی از اثربخشی نورهای LED در افزایش و بهبود تولید بوده است (Brazaityte *et al*., 2009) از تیمارهای مختلف LED به‌طور موفقیت‌آمیزی در پرورش گیاهان باغی متعددی نظیر کاهو، تربچه، اسفناج، فلفل، گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی استفاده شده است (Brazaitytė *et al*., 2009; Shahkaram *et al*., 2020). در پژوهش‌های داخلی نیز از این منابع نوری به فرم مکمل در پرورش گیاهان زینتی استفاده شده است (Asadi *et al*., 2018; Rashidi *et al*., 2017; Shahkaram *et al*., 2020).

علیرغم مزایای گفته‌شده در خصوص کاربرد LEDها در افزایش کمی و کیفی محصولات، تحقیقات زیادی در خصوص چگونگی تأثیر آنها در کمیت و کیفیت گیاهان معطر و دارویی انجام نگرفته است. خانواده نعناعیان (Lamiaceae)، دارای طیف وسیع و متنوعی از گونه‌های معطر با ارزش اقتصادی بالا با کاربرد فراوان در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی است که می‌توانند در چرخه اقتصادی کشور نقش چشمگیری ایفا کنند. تحقیقات اولیه در زمینه تأثیر طیف‌های نوری LED بر روی رشد گونه‌های نعناع زراعی، نعناع فلفلی و پونه حاکی از تأثیر مثبت و معنی‌دار نور قرمز و نیز ترکیب نوری قرمز (۷۰ درصد): آبی (۳۰ درصد) LED بر عملکرد تر و خشک شاخ و برگ سه گونه نامبرده بوده است (Heydarizadeh *et al*., 2014; Khazaei *et al*., 2021). مطالعات نشان داده است که مهم‌ترین تفاوت بین اجزاء ترکیبات فرار گیاهان متعلق به جنس نعناع در تعداد ترکیبات مهم تجاری آنها است (Farco and Grundmann, 2013) لیکن، در مطالعات مذکور چگونگی تأثیر نورهای LED بر کیفیت ترکیبات دارویی، که بخش اساسی و تعیین‌کننده ارزش تجاری گیاه است، مطرح نشده است. بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی چگونگی تأثیر طیف‌های مختلف نور LED همراه با نور فلورسنت و شرایط نوری گلخانه بر تغییرات ترکیبات فرار دو گیاه مهم از خانواده نعناعیان (نعناع و پونه) انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر از دو گونه نعناع زراعی (*Mentha spicata* L.) کلون اهواز و پونه (*M. longifolia* L.) کلون نهاوند تکثیر شده در مزرعه باغ اناری دانشگاه صنعتی اصفهان استفاده شد. کشت در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۰ و عمق ۱۲ سانتی‌متر حاوی خاکی با ترکیب ۲۰ درصد پرلیت، ۳۰ درصد ماسه و ۵۰ درصد خاک زراعی انجام‌شده و در هر گلدان سه قطعه ریزوم به طول ۴ سانتی‌متر در آبان‌ماه، کشت گردید. به‌منظور استقرار ریزوم‌ها، گیاهان به‌مدت یک ماه در شرایط محیط گلخانه رشد داده شدند. پس از این مدت، گیاهان در شش محیط نوری شامل ۱) قرمز (۶۶۵-۶۵۰ نانومتر)، ۲) آبی (۴۷۵-۴۶۰ نانومتر)، ۳) ترکیب قرمز (۷۰ درصد) و آبی (۳۰ درصد) ۴) سفید (۷۶۰-۳۸۰ نانومتر)، ۵) نور لامپ فلورسنت و ۶) شرایط گلخانه (گلخانه مزرعه باغ اناری دانشگاه صنعتی اصفهان) با شدت نور حدوداً ۳۰۰ میکرومول فوتون بر مترمربع بر ثانیه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.6.3]

تحت طیف کامل نور خورشید، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار پرورش داده شدند. دو ماه بعد از رشد گیاهان در محیط‌های نوری، در اوایل دوره گلدهی، نمونه‌های برگی کاملاً توسعه‌یافته از هر محیط برای شناسایی ترکیبات فرار برداشت شد. به‌منظور سنجش ترکیبات فرار، از روش کروماتوگرافی گازی فضای فوقانی (Headspace- GC-MS)، استفاده شد. لازم به ذکر است که تحقیقات نشان داده که میزان از دست رفتن ترکیبات فرار و خطاهای انسانی و دستگاهی در این تکنیک به حداقل می‌رسد و روش برتری برای استخراج و به‌دنبال آن شناسایی ترکیبات فرار است (Etter, 1998; Buleandra *et al*., 2016). بدین منظور، ۵ گرم برگ توزین شده، در داخل ویال ۲۰ میلی‌لیتری مخصوص دستگاه قرار داده شد. به‌منظور شناسایی ترکیبات فرار، از دستگاه GC-MS شامل ردیاب جرمی مدل Aglient5975C با منبع یونیزاسیون الکترونی (EI) کوپل‌شده با دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Aglient7890 استفاده شد. دستگاه از ستون HP-5 MS با طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر برخوردار بود. دمای محل تزریق (Inlet) دستگاه کروماتوگرافی گازی ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای منبع یونیزاسیون ردیاب جرمی ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، دمای آنالیزر (کوادروپل) ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد و دمای واسط بین GC- MS ۲۸۰درجه سانتی‌گراد بود. به‌منظور انجام آزمایش، دمای آون مخصوص روش فضای فوقانی (Agitators) دستگاه و سرنگ مخصوص تزریق به‌ترتیب روی ۱۰۰ و ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. جهت برقراری تعادل بین فاز جامد و فاز گازی نمونه به‌مدت ۳۰ دقیقه در این بخش دستگاه قرار داده شد. مقدار ۲۵۰ میکرولیتر گاز توسط سرنگ مخصوص ۲۵۰۰ میکرولیتری به محل تزریق دستگاه injector Splitless/Split تزریق گردید. دمای آون دستگاه به‌مدت ۳ دقیقه روی ۴ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد و در ادامه با سرعت ۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه دما تا ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد افزایش داده‌شد. در پایان ترکیبات فرار نمونه گیاهی توسط کروماتوگرافی گازی جداسازی شده و توسط طیف‌سنج جرمی شناسایی شد و شاخص بازداری کواتس ترکیبات شناسایی‌شده توسط دستگاه GC-MS با توجه به خروج ان-آلکان‌های خطی C8 تا C24 با برنامه دمایی مورد استفاده به دستگاه تزریق و زمان بازداری ترکیب‌ها (Retention time: RT) محاسبه شد. شاخص بازداری کواتس (KI)، با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$KI= 100\times\{n_{min}+ (n_{max}-n_{min})\times(RT_{min}-RT_r)/(RT_{min}-RT_{max})\}$$

در این فرمول، n_{min} تعداد کربن در ان-آلکان کوچکتر، n_{max} تعداد کربن در ان-آلکان بزرگتر، RT_{min} زمان بازداری ان-آلکان کوچکتر، RT_{max} زمان بازداری ان-آلکان بزرگتر، RT_r زمان بازداری ترکیب مجهول و KI شاخص بازداری کواتس است.

با مقایسه این پارامترها با ترکیب‌های استاندارد و تطبیق آنها با الگوهای کتابخانه‌ای و شاخص‌های موجود در کتاب Adams و سایت‌های مرجع NIST، NCBI، VCF، OFTV و Pherobase ترکیباتی که با شاخص فوق در یک محدوده قرار داشتند به‌عنوان اجزاء سازنده ترکیبات فرار شناسایی شدند. داده‌های حاصل از GC-MS به‌صورت سطح زیر پیک (Peak Area: PA) بر گرم وزن تر (PA/g FW) گزارش شدند. لازم به‌ذکر است که روش‌های مختلفی برای گزارش داده‌های حاصل از آنالیز GC-MS به‌طور نسبی (عدم وجود استاندارد برای گزارش به‌صورت مطلق) در دنیا رایج است که از جمله آنها می‌توان به درصد، سطح زیر پیک بر گرم وزن تر، سطح زیر پیک ادغام‌شده کل در گرم وزن تر، سطح زیر پیک نرمالیزه شده بر گرم وزن تر و مقدار نسبی ماده براساس نزدیکترین ان-آلکن اشاره کرد (Hernandez *et al*., 2016). گزارش کردند سطح زیر پیک بر گرم وزن تر یکی از روش‌های مناسب برای ارائه نیمه کمی داده‌های حاصل از آنالیز GC-MS است که امکان مقایسه میزان ترکیبات تولیدی بین گونه‌های گیاهی مختلف را فراهم می‌آورد و وابسته به تعداد ترکیبات تولیدی در گیاه نمی‌باشد (Hernandez *et al*., 2016; Thalhamer and Himmelsbach, 2014; Khan *et al*., 2017). با توجه به مطالب فوق و با توجه به اینکه پژوهش‌ها ثابت کرده‌اند که سطح زیر پیک ترکیبات شناسایی‌شده بازتاب‌کننده غلظت آنها

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.6.3]

در ترکیبات فرار گیاه است (O'Callaghan *et al.*, 2012) در این پژوهش روش نیمه‌کمی PA/g FW برای گزارش داده‌های حاصل از آنالیز GC-MS نعناع زراعی و پونه و مقایسه بین ترکیبات تولیدی آنها در شرایط مختلف رشدی استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از تعداد ترکیبات شناسایی‌شده توسط آنالیز داده‌های GC-MS در نعناع زراعی و پونه در پاسخ به محیط‌های مختلف نوری نیز در جدول ۱ خلاصه شده است.

همچنین، جزئیات مربوط به ترکیبات فرار شناسایی‌شده در دو گونه نعناع زراعی و پونه در پاسخ به محیط‌های مختلف نوری در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

در نعناع زراعی در کلیه محیط‌های نوری، تعداد ۵۳ ترکیب فرار شناسایی شد که از این تعداد، ۲۹ ترکیب به‌طور مشترک در کلیه محیط‌های نوری حضور داشتند (جدول ۲). در نعناع زراعی بیشترین تعداد ترکیبات شناسایی‌شده مربوط به محیط رشدی مجهز به لامپ آبی LED و کمترین میزان مربوط به محیط مجهز به لامپ قرمز LED بود (جدول ۱). در پونه، کمترین تعداد ترکیبات شناخته‌شده در گیاهان پرورش‌یافته در گلخانه و بیشترین آنها در گیاهان رشدیافته در محیط نوری با لامپ آبی LED به‌دست آمد (جدول ۱).

از لحاظ نوع ترکیبات، در نعناع زراعی و در کلیه محیط‌های نوری، لیمونن (Limonene)، کاروون (Carvone) و پولگن (Pulegone) سهم عمده ترکیبات ترپنی شناسایی‌شده را به‌خود اختصاص دادند. از این میان، کاروون بالاترین سهم را به‌خود اختصاص داد (جدول ۲). در همین ارتباط، گیاهان نعناع افته در محیط نوری قرمز- آبی LED بیشترین میزان کاروون (۷۰۶۴۸۲۶۷۹ PA/g FW) را به‌خود اختصاص دادند و محیط گلخانه از این لحاظ حداقل میزان را به‌خود اختصاص داد (۲۲۵۸۳۹۳۵۴ PA/g FW).

نعناع‌های رشدیافته در محیط‌های رشدی مجهز به نور LED قرمز- آبی بیشترین میزان لیمونن و در محیط گلخانه کمترین میزان لیمونن تولیدی را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۲).

همچنین، دامنه تغییرات برای پولگن که یک ترکیب سمی به‌شمار می‌آید، در محیط نوری گلخانه از کمترین میزان و در محیط مجهز به فلورسنت بیشترین میزان را داشت (جدول ۲).

ترکیب کادینین (γ-cadinene) و ترکیب بتا المن (β-elemene) کمترین سهم ترکیبات مشترک شناسایی‌شده در کلیه محیط‌های رشدی نعناع زراعی را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۲).

در پژوهش حاضر، نتایج آنالیز GC-MS درپونه نشان داد که در کلیه محیط‌های نوری ۴۳ ترکیب ترکیبات شناسایی شد (جدول ۱) که از این تعداد ۱۲ ترکیب به‌طور مشترک در کلیه محیط‌های نوری حضور داشتند (جدول ۳).

در کلیه محیط‌های نوری بجز گلخانه، پیپریتنون (Piperitenone)، بالاترین سهم ترکیبات شناسایی‌شده در پونه را به‌خود اختصاص داد. پیپریتنون اکساید (Piperitenone Oxide) ترکیب غالب شناسایی‌شده در گیاهان پونه رشدیافته در محیط گلخانه بود (جدول ۳). لیمونن یکی دیگر از ترکیبات ترپنی مهم شناسایی‌شده در کیاهان پونه پرورش‌یافته در اغلب محیط‌های نوری بود. بر طبق نتایج بدست آمده از آنالیز GC، مشخص شد که گیاهان پونه پرورش‌یافته در محیط رشدی مجهز به نور قرمز- آبی دارای بالاترین میزان لیمونن تولیدی بودند. از لحاظ این ترکیب، محیط‌های رشدی مجهز به نور آبی، قرمز، فلورسنت، سفید و گلخانه به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۳).

ترکیبات دی- جرماسیرین (D-Germacrene) و ۸، ۹-دی هیدرو تیمول (8,9-Dehydrothymol) کمترین درصد از ترکیبات مشترک موجود در گیاهان پونه رشدیافته در کلیه محیط‌های نوری را تشکیل دادند (جدول ۳).

بتا-میرسن (β-Myrcene)، ایزومرهای آلفا و بتا-پینین (Pinene)، بتا-کریوفیلن (β-Caryophyllene)، ای-بتا فرنیزن (E)-.β.-Farnesene) و ۳-اکتانول (3-Octanol) سایر ترکیبات

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.6.3]

جدول ۱- تعداد کل ترکیبات شناسایی‌شده در گونه‌های نعناع زراعی و پونه پرورش‌یافته در محیط‌های نوری مختلف

گونه/ محیط	گلخانه	قرمز	آبی	قرمز- آبی	سفید	فلورسنت
نعناع معمولی	۴۴	۴۰	۴۷	۴۳	۴۳	۲۴
پونه	۱۵	۳۵	۳۶	۳۵	۲۹	۴۲

جدول ۲- مقادیر نیمه‌کمی ترکیبات متابولیکی مشترک شناسایی‌شده در نعناع زراعی پرورش‌یافته در کلیه محیط‌های مختلف نوری مورد مطالعه برحسب PA/g FW

Name	RT	KI Ref	KI Cal	گلخانه	قرمز	آبی	قرمز- آبی	سفید	فلورسنت
1R-α-pinene	۸/۹	۹۳۷	۹۲۸	۱۳۹۳۰۱۶	۳۱۶۰۹۱۴	۵۹۴۷۹۰۰	۲۱۸۴۸۶۶۰	۹۸۷۶۷۶۳	۹۲۲۱۰۵۰
Camphene	۹/۴	۹۴۶	۹۴۳	۴۳۸۲۹۸	۶۸۴۷۳۷	۹۸۵۶۷۰	۲۳۰۵۶۹۳	۱۲۳۰۲۹۹	۹۹۹۴۵۴
β-pinene	۱۰/۴	۹۷۳	۹۷۲	۴۳۷۶۳۹۳	۱۲۰۱۷۰۳۹	۲۰۱۵۶۹۷۵	۶۴۱۸۹۶۵۷	۳۵۲۱۴۵۳۸	۳۲۳۴۶۲۶۳
Myrcene	۱۱/۰	۹۹۱	۹۹۰	۳۴۱۱۸۴۰	۹۷۸۳۸۸۴	۱۳۵۱۴۷۸۱	۴۶۵۲۳۸۶۹	۲۵۱۸۵۰۶۴	۲۱۹۴۱۲۱۸
Limonene	۱۲/۴	۱۰۳۱	۱۰۳۵	۳۷۷۴۶۸۷۱	۸۱۳۴۷۸۶۰	۹۰۰۲۳۳۸۱	۲۲۶۶۷۵۱۴۴	۱۴۵۷۲۵۷۵۱	۱۳۱۰۸۲۰۳۱
(Z)-β-ocimene	۱۲/۹	۱۰۵۰	۱۰۴۸	۵۲۳۷۹۴	۶۹۴۶۴۶	۸۲۲۶۵۳	۱۹۴۵۵۰۴	۱۳۷۲۱۴۷	۱۲۹۴۴۵۲
α-terpinolene	۱۴/۲	۱۰۸۴	۱۰۸۵	۶۱۲۸۵۵	۶۷۷۱۲۱	۷۲۲۷۹۲	۱۹۳۷۲۳۶	۱۰۸۰۲۵۷	۹۱۱۸۷۵
iso-Amyl 2-methyl butyrate	۱۴/۵	۱۰۹۹	۱۰۹۶	۴۵۱۹۹۱	۳۶۱۶۹۳	۴۴۰۶۸۸	۱۲۱۷۹۸۴	۴۶۳۷۲۰	۲۸۱۷۶۶
Butyric acid	۱۴/۶	۱۱۰۳	۱۱۰۰	۳۴۴۶۶۱	۲۰۳۱۹۷	۳۲۱۴۴۷	۷۶۳۸۵۱	۳۹۷۵۴۱	۱۸۹۷۰۷
3-Octanol, acetate	۱۵/۳	۱۱۲۳	۱۱۲۱	۱۵۰۳۶۱۱	۱۰۹۳۶۸۶	۱۲۳۵۷۴۵	۱۴۹۲۵۲۱	۷۸۲۷۲۰	۷۵۴۸۱۹
Alloocimene	۱۵/۶	۱۱۲۸	۱۱۲۹	۲۴۴۷۵۶۱	۳۶۸۸۹۵۹	۳۵۸۱۱۹۸۲	۷۵۰۹۱۵۱	۴۲۱۴۸۷۹	۳۶۷۴۱۳۴
Menthone	۱۶/۴	۱۱۴۱	۱۱۵۳	۱۵۹۳۸۳	۵۰۰۲۱۴	۳۸۳۳۴۷	۶۳۲۶۴۵	۷۰۶۵۳۸	۶۱۹۱۹۸
Isomenthone	۱۶/۷	۱۱۵۴	۱۱۶۴	۱۹۸۸۲۲۸	۸۲۰۹۸۴۶	۴۶۳۲۱۵۵	۱۰۱۶۱۶۲۹	۱۱۱۵۸۲۰۳	۹۲۳۳۶۳۶
Dihydrocarvone	۱۷/۸	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۴۸۸۹۶۲	۱۱۶۲۸۷۶۴	۱۱۸۱۵۶۳۶	۲۴۹۱۴۸۲	۲۹۸۵۵۲۲	۲۲۲۳۰۹۲
Neodihydrocarveol	۱۸/۰	1220	۱۲۱۲	۶۰۳۷۱۳۵	۱۳۹۲۱۳۵۱	۱۷۴۵۰۳۷۸	۸۳۷۱۸۱۹	۵۴۱۸۷۴۹	۷۳۲۴۳۴۴
Pulegone	۱۹/۲	۱۲۴۹	۱۲۴۸	۲۱۴۵۵۶۹۶	۳۱۵۸۷۵۱۱	۴۹۷۸۱۵۷۴	۸۲۱۳۴۸۸۴	۶۱۷۹۵۸۲۴	۴۵۲۴۰۰۲۶
Carvone	۱۹/۶	۱۲۵۷	۱۲۶۰	۴۵۱۶۷۸۷۱	۹۶۹۳۲۰۷۰	۸۰۸۶۱۲۷۲	۱۴۱۲۹۶۵۳۶	۱۱۷۹۱۸۲۶۵	۹۶۰۲۶۲۷۷
Bornyl Acetate	۲۰/۴	۱۲۸۳	۱۲۸۲	۳۶۶۴۰۵	۶۶۴۷۲۸	۷۰۷۵۵۹	۳۴۵۸۷۷	۴۰۶۸۹۹	۲۰۷۱۱۹
Piperitenone	۲۲/۱	۱۳۴۲	۱۳۴۳	۴۲۱۶۲۶	۷۶۹۸۳۲	۱۶۰۱۷۴۶	۳۳۸۴۳۴	۱۳۳۷۶۹۹	۱۰۵۶۴۴۱
Eugenol	۲۲/۷	۱۳۶۲	۱۳۶۰	۸۷۳۸۱	۶۴۷۳۹۴	۵۶۴۵۱۰	۲۹۷۴۷۳۱	۴۸۴۲۷۸	۳۳۶۸۹۶
β-elemene	۲۳/۴	۱۳۹۱	۱۳۸۹	۲۳۰۸۵۴	۲۶۲۵۰۱	۲۱۹۵۸۵	۳۲۱۹۹۳	۲۴۸۰۱۰	۱۷۷۱۶۷
α-gurjunene	۲۳/۸	۱۴۰۳	۱۴۰۴	۱۱۴۶۶۸۱۴	۲۱۴۹۲۲	۱۸۷۳۸۹	۲۷۲۴۴۰	۲۰۸۶۵۶	۱۵۳۸۵۱
β-caryophyllene	۲۴/۳	۱۴۲۰	۱۴۲۰	۸۳۰۷۰۲	۱۳۸۵۱۷۸۸	۱۲۱۱۵۴۸۸	۲۰۱۷۳۹۹۹	۱۳۴۸۱۸۸۸	۱۰۰۲۵۹۴۰
Isogermacrene D	۲۴/۴	۱۴۳۶	۱۴۲۶	۲۹۴۰۶۱	۱۵۱۸۸۹۴	۹۷۲۴۷۹	۱۹۳۷۹۷۴	۱۰۵۵۴۵۴	۹۲۳۱۳۵
epi-Bicyclosesquiphellandrene	۲۵/۰	۱۴۵۱	۱۴۴۵	۱۵۷۲۲۱۰	۱۱۶۷۶۷۲	۱۰۹۵۸۳۹	۱۸۳۴۳۵۰	۱۲۵۳۶۳۳	۹۱۲۴۴۴
α- Caryophyllene	۲۵/۱	۱۴۵۲	۱۴۵۲	۷۶۴۲۹۱	۲۳۸۹۶۴۷	۱۹۲۱۷۹۶	۳۳۹۷۱۴۰	۲۰۷۸۳۵۹	۱۵۴۲۰۹۸
(Z)-Muurola-4(15),5-diene	۲۵/۴	۱۴۶۲	۱۴۵۶	۵۱۲۱۳۸	۱۲۶۵۸۳۷	۱۰۸۸۹۸۸	۱۶۲۰۷۵۱	۱۱۱۰۰۵۷	۸۷۱۵۸۰
Germacrene A	۲۶/۳	۱۴۹۶	۱۴۹۶	۲۹۵۸۱۰	۵۰۴۳۸۲	۴۰۶۳۵۵	۶۳۹۵۰۰	۴۳۰۶۸۶	۳۰۳۸۶۶
γ-cadinene	۲۶/۸	۱۵۱۲	۱۵۱۱	۹۳۷۳۷	۱۴۷۵۳۴	۱۳۱۰۵۳	۲۰۵۰۴۲	۱۴۶۰۸۴	۱۵۳۱۴۶

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.6.3]

جدول ۳- مقادیر نیمه کمی ترکیبات متابولیکی مشترک شناسایی‌شده در پونه‌های پرورش‌یافته در کلیه محیط‌های مختلف نوری مورد مطالعه برحسب PA/g FW

Name	RT	KI_{Ref}	KI_{Cal}	گلخانه	قرمز	آبی	قرمز- آبی	سفید	فلورسنت
α-pinene	۸/۹	۹۳۷	۹۲۹	۵۱۲۵۴/۶	۲۱۹۹۷۳۶/۶	۱۹۰۱۶۴۷/۴	۳۴۴۷۰۰۰	۱۶۸۰۲۶۳	۱۵۵۴۹۶۲
β-pinene	۱۰/۴	۹۷۳	۹۷۲	۲۶۵۳۷/۲	۴۰۸۵۳۶۳/۲	۳۶۲۹۴۴۸/۸	۸۲۴۸۶۹۳/۶	۳۱۲۵۲۰۰/۶	۲۶۰۹۷۳۰
β-Myrcene	۱۱/۰	۹۹۱	۹۹۰	۶۷۵۳۶/۸	۳۹۶۳۴۹۲/۸	۳۵۹۹۹۹۵/۶	۱۰۰۵۰۴۰۸/۸	۲۵۹۹۰۰۵/۲	۲۲۹۴۳۵۴
3-Octanol	۱۱/۴	۱۰۰۴	۱۰۰۴	۲۷۰۶۹/۲	۱۳۷۲۰۰۴/۲	۶۸۱۱۱۲/۸	۱۴۷۳۰۵۱	۲۵۶۶۴۱/۸	۱۸۶۰۴۳
Limonene	۱۲/۳	۱۰۳۱	۱۰۲۹	۸۲۹۹۳/۴	۱۰۷۴۲۸۰۲/۲	۱۱۶۳۱۶۷۶	۳۶۵۵۱۰۶۸/۲	۴۰۱۶۹۸۷/۶	۷۶۹۰۸۷۰
Alloocimene	۱۵/۶	۱۱۲۸	۱۱۳۰	۴۵۷۲۴	۵۸۵۳۲۶	۴۸۳۹۹۶/۴	۷۷۲۵۹۹/۸	۱۹۴۰۱۶/۶	۲۱۴۷۲۴
8,9-Dehydrothymol	۱۹/۰	۱۲۴۱	۱۲۳۶	۱۲۰۰۲۲/۲	۲۴۳۱۲۸	۱۹۵۱۸۶/۸	۲۲۰۴۹۸	۳۳۵۱۸۹/۶	۲۹۱۱۴۶
Piperitenone	۲۲/۶	۱۳۴۲	۱۳۴۵	۴۰۳۵۷۴	۴۵۵۸۷۸۴۵/۲	۳۶۸۸۴۱۲۷	۶۸۵۷۱۱۷۴	۵۵۱۵۰۶۴۵	۲۲۰۰۰۰۰۰
Piperitenone oxide	۲۳/۱	۱۳۵۱	۱۳۵۱	۱۵۸۱۲۰۰۳/۲	۱۳۵۱۸۹۸۴/۶	۸۵۵۸۳۵۳	۱۶۸۳۴۸۰۳/۶	۷۹۱۴۰۶۶	۱۴۰۰۰۰۰۰
β-caryophyllene	۲۴/۳	۱۴۲۰	۱۴۲۰	۷۸۸۳۵۷/۶	۲۹۹۵۳۱۸/۸	۴۴۹۱۵۲۳/۶	۷۱۸۸۴۰۵/۱	۶۲۴۰۷۸۱/۴	۶۰۵۲۷۶۷
α-pinene	۲۴/۵	۱۴۵۰	۱۴۵۰	۳۸۶۲۰/۲	۲۲۰۰۶۰/۴	۲۷۳۱۷۱/۴	۳۴۳۷۷۰/۲	۳۵۰۸۸۷/۴	۳۰۱۰۵۸
β-pinene	۲۵/۲	۱۴۵۱	۱۴۵۲	۱۴۴۱۳۷/۸	۷۵۶۴۲۲/۲	۱۰۲۱۹۱۰/۸	۱۳۹۴۱۸۱	۱۴۱۱۴۶۷	۱۳۸۳۲۴۲

شناسایی‌شده در گیاهان پونه رشدیافته در کلیه محیط‌های نوری را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۳).

بحث

نعناع، جنسی متعلق به خانواده معطر نعناعیان است که نعناع زراعی و پونه از مهم‌ترین گونه‌های آن از لحاظ کیفیت روغن (ترکیبات فرار) و نقش آفرینی در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی- آرایشی هستند (Bensabah *et al.*, 2013). محققان از روش‌های متعددی از جمله تکنیک کشت‌بافت، به‌کارگرفتن الیسیتورهای زیستی و غیرزیستی، و مهندسی ژنتیک برای افزایش کیفیت و کمیت تولید در گیاهان دارویی استفاده کرده‌اند. تکنولوژی‌های نوری جدید همچون LEDs این امکان را برای ما فراهم کرده‌اند تا نه تنها نیازمندی‌های گیاهان را از لحاظ شدت تابش و طول‌موج مرتفع گردد، بلکه با شدت بخشیدن به طول‌موج نوری خاص بتوان به کمیت و کیفیت‌های خاصی در مراحل مختلف رشدی گیاه دست یافت (Darko *et al.*, 2014). نتایج پژوهش حاضر که به‌منظور تأثیر محیط رشد نوری بر روغن فرار نعناع و پونه انجام گرفت، نشان داد که نور می‌تواند کمیت و کیفیت ترکیبات تولیدی در دو گونه نامبرده را تغییر دهد. این دو گونه، دارای ترکیبات مؤثره مشترکی هستند که در گزارشات متعددی به چاپ رسیده‌اند. بسته به گونه مورد مطالعه، نوع ژنوتیپ، مرحله رشدی، شرایط پرورش، و روش مورد استفاده برای شناسایی، تعداد، نوع و میزان ترکیبات مؤثره موجود در ترکیبات فرار می‌تواند متفاوت باشد. در محیط رشدی مجهز به نور قرمز- آبی شرایط خاصی از نور فراهم شده بود که گیاهان نعناع پرورش‌یافته در این محیط، غلظت بالاتری از لحاظ اغلب ترکیبات ترپنی مفید را در ترکیبات فرار خود تجمع دادند. بر همین اساس، گیاهان نعناع معمولی پرورش‌یافته در محیط مجهز به نور قرمز- آبی، دارای بالاترین میزان لیمونن، کاروون، آلفا و بتاپینن، میرسن و بتا- کاریوفیلن قابل شناسایی بودند. بنابراین این محیط نوری می‌تواند برای اهداف تولید در محیط‌های کشت عمودی در مناطق شهری که پیشتر به آن اشاره شد، مطلوب و ایده‌ال باشد. تغییر در ترکیب روغن نعناع در اثر تغییر در شرایط محیطی در مطالعات قبلی گزارش شده است. در مطالعه‌ای که به‌منظور شناسایی تأثیر نوع محیط رشدی (شرایط خاکی در مزرعه در برابر شرایط بدون خاک در بستری از چوب و پرشده از زئولیت در گلخانه)، بر روی گونه نعناع معمولی، انجام شده

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.6.3]

بود، دو ترکیب: ۱و ۸-سینئول، و پولگون را به‌عنوان ترکیبات اصلی روغن گزارش گردید (Al-Tawaha *et al*., 2013). در تحقیق ایشان، میزان ۱و ۸-سینئول در نمونه‌های رشدیافته در مزرعه به‌طور چشمگیری بیشتر از نمونه‌های رشدیافته در زئولیت بود، بلعکس غلظت پولگن که ترکیبی سمی است، در گیاهان پرورش‌یافته در محیط رشد زئولیت به‌طور معنی‌داری بیشتر از شرایط مزرعه بود. بنابراین، درمی‌یابیم که محیط رشدی می‌تواند فاکتوری بسیار تأثیرگذار بر روی میزان اجزاء تشکیل‌دهنده ترکیبات فرار باشد.

نتایج آنالیز ترکیبات فرار کلون نهاوند پونه نشان داد که محیط رشدی مجهز به نور قرمز- آبی برای پرورش پونه از لحاظ دستیابی به غلظت بالاتر ترکیبات ترپنی با ارزش، متناسب‌تر از سایر محیط‌های نوری است. به‌طوری‌که گیاهان پونه پرورش‌یافته در محیط مجهز به نور قرمز- آبی، دارای بالاترین میزان لیمونن، کاروون، آلفا و بتاپینن، میرسن، پیپریتنون، پیپریتنون اکسید و بتا-کاریوفیلن هستند. بلعکس، گلخانه شرایطی را برای گیاهان پونه فراهم آورده بود که غلظت ترکیبات لیمونن، کاروون، آلفا و بتاپینن، میرسن، پیپریتنون و بتا-کاریوفیلن نسبت به سایر محیط‌های نوری، از کمترین میزان قابل شناسایی برخوردار بود و بنابراین محیط رشدی مناسبی برای رشد پونه نیست. گزارشات متعددی در خصوص اجزای تشکیل‌دهنده ترکیبات فرار در پونه نشان داده که پیپریتون، پیپریتون اکسید، کاروون، منتون، لیمونن، ۱و۸-سینئول، فلاونوئیدها و تانن‌ها، ترکیبات اصلی روغن در پونه است (Stanisavljevic *et al*., 2014). Monfared و همکاران (۲۰۰۲) با تجزیه ترکیبات فرار در ژنوتیپ پونه بومی ایران دریافتند که کاروون بخش اعظم ترکیبات فرار در روغن فرار پونه را تشکیل می‌دهد و لذا آنرا به‌عنوان یک کموتایپ غنی از کارون معرفی نمودند. در مطالعه انجام‌گرفته توسط Kokkini و Papageorgiou (۱۹۸۸)، چندین کموتایپ از پونه معرفی گردید که اجزای اصلی تشکیل‌دهنده روغن آن‌ها را پیپریتون اکسید، کاروون، دی‌هیدروکاروون، لینالول، منتون و ایزومنتون تشکیل داده بود.

به‌طورکلی، روغن‌های ضروری مخلوطی مایع از ترکیبات فرار هستند که برای آنها فواید بیولوژیکی فراوانی همچون فعالیت‌های ضدویروسی، ضدمیکروبی، ضدالتهاب و نیز اثرات آنتی‌اکسیدانتی‌شان گزارش شده است (Wu *et al*., 2019). فاکتورهای محیطی همراه با مرحله رشدی- نموی گیاه تأثیر به‌سزایی بر میزان ترکیبات روغن و نیز فعالیت‌های زیستی آن‌ها دارد. همچنین پژوهش‌های مختلف نشان داده است که روش استخراج روغن می‌تواند بر میزان و تنوع ترکیبات شناسایی‌شده تأثیر به‌سزایی داشته باشد. در مطالعه حاضر از تکنیک نمونه‌برداری بر فضای فوقانی همراه با آنالیز GC-MS استفاده شد که مشخص شده بیشترین ترکیبات را به دام انداخته و به‌خاطر ماشینی‌شدن و تسهیل در استخراج، کمترین میزان خطا را به‌همراه دارد (Etter, 1998; Farco and Grundmann, 2013; Buleandra *et al*., 2016). در مطالعه‌ای که Buleandra و همکارانش (۲۰۱۶) به‌منظور مقایسه ترکیبات شناسایی‌شده توسط فن فضای قوقانی و تقطیر آبی انجام دادند، توانستند با کمک روش فضای فوقانی ۳۲ ترکیب را در نمونه گیاهی نعناع فلفلی و ۲۲ ترکیب را در نمونه گیاهی نعناع معمولی شناسایی کنند درحالی‌که روش دوم توانستند به‌ترتیب ۱۷ و ۲۰ ترکیب در روغن نعناع فلفلی و روغن نعناع معمولی شناسایی کنند.

نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه، نتایج تحقیق حاضر نشان‌دهنده اثربخشی تیمارهای مختلف نوری بر تعداد و تنوع ترکیبات فرار در نعناع زراعی و پونه است. همچنین محیط رشد مجهز به ترکیب نوری قرمز- آبی LED شرایطی را برای نعناع و پونه فراهم آورده بود که میزان ترکیبات با ارزش اقتصادی در این دو گونه از بالاترین میزان برخوردار بود و بر همین اساس می‌توان این ترکیب نوری را به‌عنوان یک محیط رشدی با پتانسیل مطلوب برای تولید نعناع زراعی و پونه در شرایط محدودیت زمین، نور خورشید برای کشت طبقاتی معرفی کرد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.6.3]

منابع

Abraham, E. M., Huang, B., Bonos, S. A. and Meyer, W. A. (2004) Evaluation of drought resistance for *Texas bluegrass*, *Kentucky bluegrass*, and their hybrids. Crop Science 44: 1746-1753.

Al-Tawaha, A., Al-Karaki, G. and Massadeh, A. (2013) Comparative response of essential oil composition, antioxidant activity and phenolic contents spearmint (*Mentha spicata* L.) under protected soilless vs. open field conditions. Advances in Environmental Biology 7: 902-910.

Asadi, A., Kafi, M., Nabati, J. and Goldani, M. (2018) Effect of different light sources in in vitro on growth, morphology and minituber production of potato (*Solanum tuberosum* L.) in hydroponic conditions. Iranian Journal of Horticulture Science 48: 933-941.

Bensabah, F., Houbairi, S., Essahli, M., Lamiri, A. and Naja, J. (2013) Chemical composition and inhibitory effect of the essential oil from *Mentha spicata* irrigated by wastewater on the corrosion of aluminum in 1 molar hydrochloric acid. Portugaliae Electrochimica Acta 31: 195-206.

Thalhamer, B. and Himmelsbach, M. (2014) Characterization of quillaja bark extracts and evaluation of their purity using liquid chromatography–high resolution mass spectrometry. Phytochemistry Letters 8: 97-100.

Brazaitytė, A. and Duchovskis, P. (2009) After-effect of light-emitting diodes lighting on tomato growth and yield in greenhouse. Sodininkystė Ir Darzininkystė 28: 115-126.

Buleandra, M., Oprea, E., Popa, D. E., David, I. G., Moldovan, Z., Mihai, I. and Badea, I. A. (2016) Comparative chemical analysis of *Mentha piperita* and *M. spicata* and a fast assessment of commercial peppermint teas. Natural Product Communications 11: 1934578X1601100.

Darko, E., Heydarizadeh, P., Schoefs, B. and Sabzalian, M. R. (2014) Photosynthesis under artificial light : The shift in primary and secondary metabolism. Philosophical Transactions of the Royal Society B 369: 20130243.

Etter, L. S. (1998) Headspace gas chromatography. An ideal technique for sampling and analysis of volatile compounds present in non-volatile matrices. Abstracts of Papers of the American Chemical Society 216: 9-32.

Fan, X., Xu, Z., Liu, X., Tang, C., Wang, L. W. and Han, X. (2013) Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. Scientia Horticulturae 153: 50-55.

Farco, J. and Grundmann, O. (2013) Menthol - pharmacology of an important naturally medicinal "cool". Mini Reviews in Medicinal Chemistry 13: 124-131.

Heydarizadeh, P., Zahedi, M. and Sabzalian, M. (2014) The effect of LED lights on growth, essential oil content and activity of antioxidant enzymes in pepper mint (*Mentha piperita* L.). Journal of Plant Process and Function 3: 13-24.

Kalantari, F., Mohd Tahir, O., Mahmoudi Lahijani, A. and Kalantari, S. (2017) A review of vertical farming technology: A guide for implementation of building integrated agriculture in cities. Advanced Engineering Forum 24: 76-91.

Khazaei, M., Rafiei, F., Sabzalian, M. and Houshmand, S. (2021) Effect of light emitting diodes irradiations on morpho-physiological traits of three *Mentha* Spp. Iranian Journal of Horticulture Science 52: 461-471.

Kokkini, S. and Papageorgiou, V. P. (1988) Constituents of essential oils from *Mentha longifolia* growing wild in Greece. Planta Medica 54: 59-60.

Monfared, A., Nabid, M. R. and Rustaiyan, A. (2002) Composition of a carvone chemotype of *Mentha longifolia* (L.) Huds. from Iran. Journal of Essential Oil Research 14: 51-52.

O'Callaghan, S., De Souza, D. P. and Isaac, A. (2012) PyMS: a Python toolkit for processing of gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) data. Application and comparative study of selected tools. BMC Bioinformatics 13: 115.

Pennisi, G., Blasioli, S., Cellini, A., Maia, L., Crepaldi, A., Braschi, I. and Gianquinto, G. (2019) Unraveling the role of red: blue LED lights on resource use efficiency and nutritional properties of indoor grown sweet basil. Frontiers in Plant Science 10: 305.

Rashidi, A., Tehranifar, A. and Nemati, S. H. (2017) The effect of blue and red spectrum combinations and light intensity on vegetative growth of Petunia seedling. Iranian Journal of Horticulture Science 48: 443-446.

Hernandez, R., Eguchi, T., Deveci, M. and Kubota, C. (2016) Tomato seedling physiological responses under different percentages of blue and red photon flux ratios using LEDs and cool white fluorescent lamps. Scientia Horticulturae 213: 270-280.

Shahkaram, L., Khaleghi, A., Khadivi, A. and Solgi, M. (2020) Effects of long-day treatment using different supplemental light intensities on quantitative and qualitative traits of *Rosa hybrida* 'Dolce vita. Iranian Journal of Horticulture Science 51: 403-412.

Stanisavljevic, D., Dordevic, S., Milenkovic, M., Velickovic, D., Randelovic, N. and Zlatkovic, B. (2014) Antimicrobial and antioxidant activity of the essential oils obtained from *Mentha longifolia* L . Hudson, dried by three different techniques. Records of Natural Products 8: 61-65.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.6.3]

Khan, W., Chester, K., Anjum, V., Ahmad, W., Ahmad, S., Narwaria, A., Kumar, D. P. and Katiyar, C. K. (2017) Chromatographic profiling of Pancharishta at different stages of its development using HPTLC, HPLC, GC–MS and UPLC–MS. Phytochemistry Letters 20: 391-400.

Wu, Z., Tan, B., Liu, Y., Dunn, J., Martorell Guerola, P., Tortajada, M. and Ji, P. (2019) Chemical composition and antioxidant properties of essential oils from peppermint, native spearmint and scotch spearmint. Molecules 24: 2825.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.6.3]

The effect of different light wavelengths on metabolomic changes of mint and pennyroyal

M. Khazaei[1], F. Rafiei[1*] and M. Sabzalian[2]

[1] Department of Plant Breeding and Biotechnology, Collage of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

[2] Department of Plant Breeding, Collage of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

(Received: 06/03/2022, Accepted: 19/04/2022)

Abstract

Increasing trend in global population and climate changes are driving forces to shift toward the use of vertical farms with artificial lighting (VFALs). The main downside of VFALs is inefficient electrical usage. High efficiency and economy cost of light-emitting diodes (LED) are going to make VFALs a promising type of farming in future. Each individual species needs unique light treatment in order to achieve maximal qualitative and quantitative production. Lamiaceae family includes plant species with high economic value and applications in medicinal and cosmetic industry. In the present study, we selected six light treatments including LED (red, blue, red-blue (70:30), white), florescent, and natural light to evaluate metabolomic changes in two species of Lamiaceae family (mint and pennyroyal). At flowering stage, fresh leaves were collected from plants to analyze for metabolic constituents using Head Space sampling technique and GC-MS. The results indicated light treatment had effect on metabolic profile of mint and pennyroyal plants. It was found that the application of red-blue LED maximized the concentration of beneficial monoterpenes suggesting that the production of selected genotypes is possible in environments without natural light such as VFAL systems.

Keywords: Analysis of GC-MS, Head space sampling technique, Lamiaceae, LED light, volatile compounds

Corresponding author, Email: Fariba.Rafiei@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.6.3]