اثر طیف و طول دوره نوردهی مکمل با LED بر برخی صفات فیزیولوژیکی و میزان هایپریسین در گل راعی (*Hypericum perforatum* L.)

الهه غفوریان حضوری اصفهان؛ مجید عزیزی

دانشگاه فردوسی مشهد

DOI: 10.22067/jhs.2021.61538.0

چکیده

به منظور بررسی تاثیر نور مکملLED، بر خصوصیات رشدی و میزان ماده موثره در گیاه دارویی گل راعی رقم توپاز تحقیقی در قالب دو آزمایش مستقل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی اجرا شد. در هر دو آزمایش تاثیر چهار طیف نوری توأم با نور خورشید شامل نور قرمز (L_1)، آبی (L_2)، ۶۷٪ نور قرمز و ۳۳٪ نور آبی (L_3)، سفید (L_4)، صد درصد نور طبیعی (L_5)، با شدت مساوی به میزان (۲۰۰ fc) با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد، اثر نور مکمل (از طلوع تا غروب خورشید) بر صفات رشدی و بیوشیمیایی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است. بیشترین وزن خشک بوته بترتیب در برداشت اول و دوم مربوط به تیمار L_3 (۸/۶۳۸ گرم، ۶۶/۹۲۳ گرم) بود. همچنین بیشترین درصد هایپریسین در برداشت اول مربوط به نور ترکیبی (تیمار L_3) و برابر ۰/۱۷ درصد بر اساس وزن خشک بدست آمد. در آزمایش دوم نور تکمیلی پس از غروب خورشید به منظور افزایش طول روشنایی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد اثر طیف‌های نور مکمل (به مدت ۴ ساعت افزایش طول روز) تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد، برصفات رشدی و بیوشیمیایی دارد. کمترین تعداد روز تا گلدهی مربوط به تیمار L_3 (۱۰۱ روز) بدست آمد که در مقایسه با شاهد ۶ روز زودتر بود. همچنین بیشترین میزان هایپریسین مربوط به تیمار L_3 (۰/۲۶ درصد) بدست آمد. با توجه به نتایج ، تاثیر مثبت نور LED به ویژه طیف ترکیبی نور قرمز و آبی بر خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی و میزان هایپریسین در گیاه دارویی گل راعی کاملا مشهود است و می‌توان از این تیمار برای بهبود کیفیت این گیاه مورد استفاده در صنایع داروسازی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: طول روز، کیفیت نور، گل راعی، مواد موثره، LED

مقدمه

گیاهان دارویی طی قرون متمادی تنها منبع قابل دسترس بشر جهت درمان بوده و تا چند دهه اخیر به عنوان منبع اصلی تامین دارو در نظر گرفته می‌شدند (۹). در حال حاضر نیز در برخی از کشورها بخش پر اهمیت سیستم درمانی به شمار آمده و مصرف آن‌ها نیز در مقایسه با سایر داروهای شیمیایی رونق افزون‌تری دارد (۵۳). تنوع اقلیمی و شرایط اکولوژیک مختلف، باعث تنوع و غنای گیاهان دارویی در سراسر ایران شده است. از سویی مصرف گیاهان‌دارویی یکی از شاخص‌های مهم بهداشتی کشورهای پیشرفته نیز محسوب می‌گردد. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی، امروزه بیش از ۸۰ درصد مردم جهان، برای درمان بیماری‌ها از داروهای گیاهی استفاده می‌کنند و تقریبا یک چهارم داروهای تهیه شده دنیا دارای منشا گیاهی هستند (۲).

گل راعی با نام های فارسی دیگر مانند هوفاریقون، گل شهناز، گل هزار چشم و گل چای (*Hypericum perforatum* L.) متعلق به تیره گل راعی[1] می‌باشد. این خانواده گیاهی شامل ۵۰ جنس و ۱۲۰۰ گونه است. جنس هایپریکوم، بزرگترین جنس متعلق به این خانواده است (۵). به طور کلی گونه‌های موجود در ایران به ۵ جنس *Hypericum, Hirtella, ,Campylosporus, Androsaemum, Taeniocarpium* تعلق دارند (۱) و مهمترین گونه با ارزش آن گونه *perforatum* می‌باشد (۶). از این گیاه در طب سنتی به عنوان ضد التهاب و ورم برونش‌ها، درمان آسیب مجاری صفراوی، سرماخوردگی معمولی، میگرن، سردرد، سیاتیک، زخم معده، اگزما، یرقان، مالاریا، به طور موضعی جهت بریدگی و سوختگی، عفونت‌های میکروبی و ویروسی و نیز به عنوان ضد افسردگی، ادرارآور، ضد درد و ضدعفونی و ترمیم کننده زخم استفاده می‌شود (۴۵، ۱۴، ۴۷،۲۰).

ارتباط نزدیکی بین ویژگی‌های نور و تولید متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی وجود دارد و نقش آن در تولید فرآورده-های مذکور، در تحقیقات اثبات شده است. فعالیت گیاهان در سنتز متابولیت‌های دارویی، تحت تاثیر وضعیت‌های مختلف نوری تغییر می‌کند. طیف، شدت و مدت روشنایی، هریک به تنهایی می‌تواند تاثیر عمده‌ای بر وضعیت متابولیت-

1 - Hypericaceae

های ثانویه بر جای بگذارد (۲). نور یکی از عوامل مهم در فتوسنتز است، شدت و طیف‌های نوری اثرات مهمی در کیفیت و کمیت، عملکرد و سرعت رشد محصولات کشاورزی دارد (۳). تراکم بالای گیاه در واحد سطح باعث کمبود نور شده و در نتیجه، جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه ضعیف خواهد بود (۱۷). نور و درجه حرارت مهمترین عوامل محیطی موثر بر رویش گیاهان دارویی هستند که تاثیر عمده‌ای بر کمیت و کیفیت مواد موثره آن‌ها می‌گذارد (۳۰). در سال‌های اخیر لامپ‌های LED به عنوان منابع جدید نور برای تولید گیاه در محیط‌های کنترل شده و همچنین تحقیقات فیزیولوژی گیاهی مورد توجه قرار گرفته‌اند. از مزیت‌های این لامپ‌ها نسبت به دیگر منابع نوری مرسوم می‌توان به بهره وری بالا، صرفه جویی در مصرف انرژی، حجم کم، عمر طولانی، تولید پایین انرژی حرارتی، شدت و کیفیت نوری قابل تنظیم و عاری بودن از اشعه مضرUV اشاره نمود (۳۸). کاربرد نور مکمل در فصل زمستان و اوایل بهار موجب افزایش کیفیت محصول می‌شود (۱۷). اخیرا پژوهشگران سعی داشته‌اند تا با کاربرد طیف‌های نور LED به شکل تک طیف و یا ترکیبی به نتایج خوبی در زمینه پرورش گیاهان دست پیدا کنند. کاهش نور در طول رویش گیاه استاکیس[1] سبب کاهش اندازه گل‌ها و در نهایت مقدار اسانس موجود در آن‌ها شده است (۷). نتایج تحقیقات برنث (۱۲) نیز نشان داد فعالیت گیاهان در سنتز متابولیت‌های دارویی، تحت تاثیر وضعیت‌های مختلف نوری تغییر می‌کند. به طوری که در بسیاری از گیاهان افزایش زمان نوردهی باعث افزایش ترکیبات و تغییر در ساختار اسانس می‌شود. در مطالعه‌ای به منظور بررسی تاثیر نور بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و تعداد گرهک‌های حاوی هایپریسین در برگ‌های گیاه گل راعی مشخص گردید، نور به عنوان یک عامل محیطی، نقش بسزایی بر این صفات دارد (۱۹). همچنین این نوع لامپ‌ها در سیستم‌های عمودی نسبت به سایر لامپ‌ها گزینه بسیار مناسب‌تری می‌باشند (۸).

با توجه به رشد روز افزون استفاده از گیاهان دارویی و داروهای گیاهی، ضرورت تولید نشاء گیاهان دارویی با کیفیت و دارای درصد بالایی از مواد موثره در شرایط کنترل شده احساس می‌شود. به این منظور تحقیق حاضر با بررسی تاثیر طیف‌های مختلف نور LED و نیز طول مدت تابش آن‌ها همزمان با نور خورشید و یا بعد از غروب خورشید بر خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی به ویژه میزان مواد موثره گیاه دارویی گل راعی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

1-Stachys

۱-۱- مشخصات محل اجرای طرح

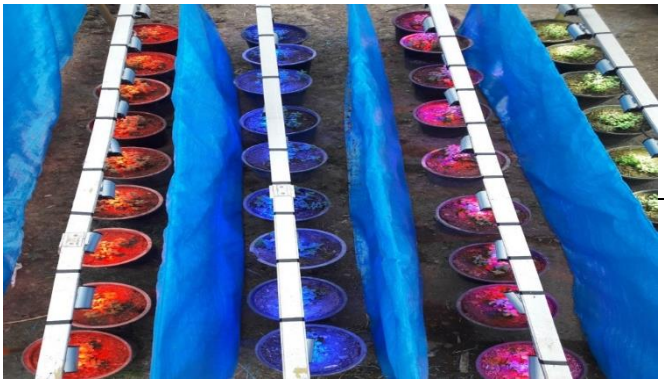
این پژوهش در قالب دو آزمایش مستقل به صورت طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۵ تیمار نوری و ۳ تکرار اجرا گردید. آزمایشات به‌صورت گلدانی و سپس انتقال به زمین اصلی صورت گرفت تیمارهای نوری شامل نور قرمز، نورآبی، ۳۳ درصد نور آبی و ۶۷ درصد نور قرمز، نور سفید و نور طبیعی (شاهد) بود. شدت نور در تمامی مراحل در سطح گیاهان مساوی و برابر با ۲۰۰fc بود. صفحات نوری توسط لامپ‌های ال ای دی با قدرت بالا[1]آماده و بر روی پایه فلزی مستقر گردید. طول دوره نوردهی در این آزمایش، به وسیله یک تایمر (فتوسل) که با طلوع خورشید روشن و با غروب خورشید خاموش شدند کنترل گردید.

آزمایش اول

جهت بهبود سرعت و درصد جوانه زنی، ابتدا بذور گل راعی رقم توپاز به مدت ۲۴ ساعت در آب جاری شسته شدند. سپس بذور با کمی ماسه بادی مخلوط و به صورت سطحی در گلدان‌ها کشت شد، همچنین بذور با لایه ای سطحی از پیت ماس پوشیدند و بلافاصله آبیاری شدند. اعمال تیمارهای نوری پس از رسیدن ارتفاع گیاهچه‌ها به ۱۰ سانتی‌متر، آغاز شد. اعمال تیمار نور دهی به مدت ۹۰ روز ادامه یافت و در نهایت در مرحله قبل از گلدهی به زمین اصلی منتقل شدند. قبل از انتقال نشاء ها به زمین اصلی نمونه‌های برگ برای اندازه گیری میزان کلروفیل کل جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل شد.. اندازه گیری سایر صفات در مرحله گلدهی کامل و در برداشت اول صورت گرفت. پس از برداشت نمونه‌ها در شرایط طبیعی سایه خشک شدند. لازم به ذکر است با توجه به رشد مجدد گیاهان در چین دوم نیز داده برداری گیاهان این مرحله نیز صورت گرفت و در نهایت داده‌ها بصورت اسپلیت پلات در زمان مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

آزمایش دوم

کلیه عملیات کاشت تا مرحله قبل از اعمال تیمارهای نوری مانند آزمایش اول صورت پذیرفت . در این آزمایش با غروب خورشید لامپ‌ها روشن و طول روز به مدت ۴ ساعت افزایش پیدا کرد.



1-High Power LED

شکل ۱- ترکیبات نوری مورد استفاده در آزمایش

Figure 1- Light combination treatments used in this experiment

کلیه صفات در این آزمایش در مرحله نشاء و قبل از انتقال به زمین اصلی اندازه گیری شد. همچنین سطح برگ با استفاده از نرم افزار Image J اندازه گیری شد.

اندازه گیری‌های فیتوشیمیایی

کلروفیل کل: برای اندازه گیری کلروفیل کل از روش دری و همکاران (۱۸) و با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۵۳ و ۶۶۶ نانومتر به ترتیب برای کلروفیل a و b اندازه گیری و میزان کلروفیل کل گزارش شد.

$$Chl\ a = 15.65\ A_{666} - 7.340\ A_{653}$$

$$Chl\ b = 27.05\ A_{653} - 11.21\ A_{666}$$

$$Chl\ total = Ca + Cb$$

Chl a، Chl b ، Chl total به ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b وکلروفیل کل می‌باشد.

ترکیبات فنولی: برای اندازه‌گیری ترکیبات فنولی از روش فولین سیکالتو استفاده شد (۲۵).جهت تهیه عصاره به منظور اندازه گیری کلیه فاکتور های بیوشیمیایی از روش وجدی لو و همکاران(۵۴) استفاده شد. در این روش نمونه‌های برگی خشک، آسیاب شده مقدار یک گرم وزن شد و سپس توسط ۱۰ میلی لیتر متانول ۸۰ درصد استخراج عصاره به روش خیساندن صورت پذیرفت. جذب نمونه‌های عصاره گیری شده در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد. میزان ترکیبات فنولی براساس منحنی استاندارد گالیک‌اسید و بصورت میلی گرم هم ارز گالیک اسید[1] در هر گرم وزن تر نمونه بیان شد.

فعالیت آنتی اکسیدانی: میزان فعالیت آنتی اکسیدانی با روش خنثی شدن DPPH تعیین شد. جهت اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی از روش بورتیس و بوکر(۱۵) استفاده شد. قرائت در طول موج ۵۱۷ نانومتر صورت گرفت.

میزان هایپریسین: جهت تعیین میزان هایپریسین از روش ارائه شده توسط عزیزی و همکاران (۶) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد.

1- Galic Acid Equivalent (GAE)

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه آماری داده‌های حاصل از صفات اندازه گیری شده با نرم افزار JMP8 انجام شد. برای مقایسه میانگین از آزمون LSD استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

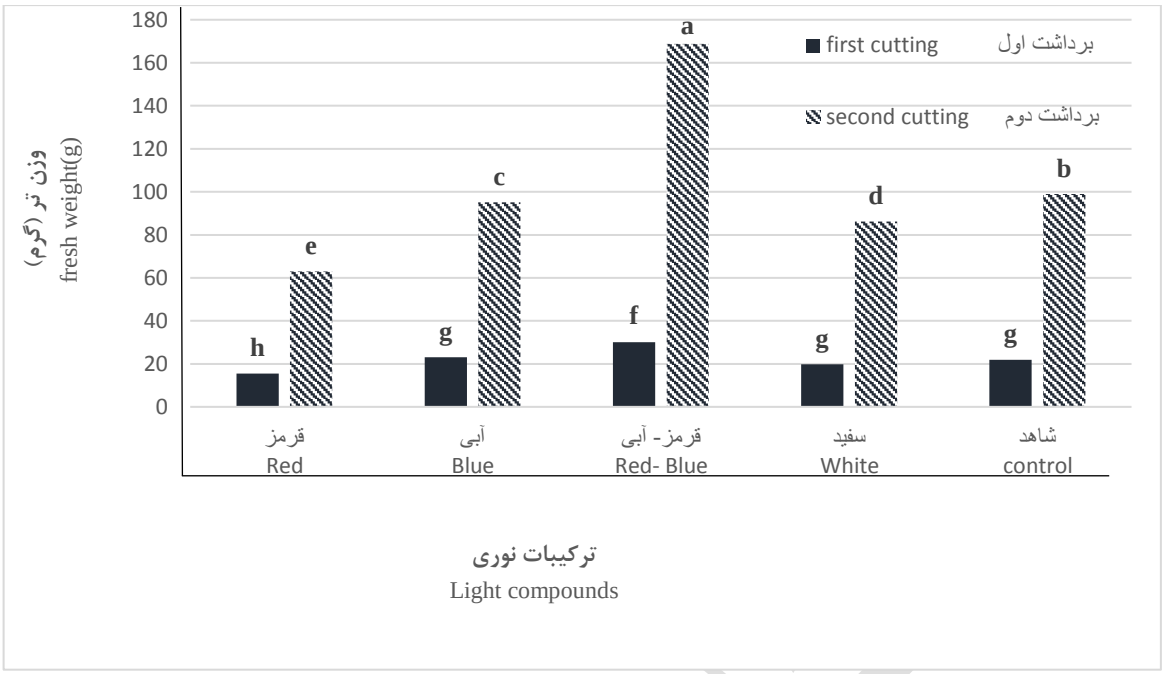
نتایج و بحث

اثر تیمار ها بر صفات اندازه گیری شده در آزمایش اول

۱-وزن تر بخش هوایی

طیف نور اثر معنی داری بر وزن تر بخش هوایی در سطح احتمال ۱ درصد در برداشت اول و دوم داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر طیف نور نشان داد تیمار نوری L_3 (قرمز- آبی) در هر دو برداشت بیشترین و تیمار نوری L_1 (قرمز)، کمترین میزان وزن تر بخش هوایی را دارا بودند (شکل ۲). اثر متقابل طیف نور و زمان برداشت بر میزان وزن تر بخش هوایی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین طیف نور زمان برداشت بر میزان وزن تر بخش هوایی نشان داد وزن تر (بخش هوایی) برداشت دوم (T_2) نسبت به برداشت اول (T_1) با اختلاف معنی دار بیشتر مشاهده شد (شکل ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل طیف نور در زمان برداشت نیز نشان داد بیشترین میزان وزن تر بخش هوایی با اختلاف معنی دار در تیمار L_3T_2 (۱۶۸/۷۲گرم) مشاهده شد (شکل ۲).

کمترین میزان وزن تر بخش هوایی با اختلاف معنی دار در تیمار L_1T_1 (۱۵/۴۵گرم) مشاهده شد (شکل ۲). استفاده از ترکیب نور قرمز و آبی موجب رشد بهتر گیاه از نظر وزن تر بخش هوایی در مقایسه با کاربرد نور قرمز به تنهایی گردید که مشابه نتایج راندال (۴۳) در گیاه اطلسی بود. بیشترین وزن تر گیاه در ترکیب نور LED قرمز و آبی در گیاه داوودی گزارش شد (۳۶). بیشترین وزن تر کاهو رشد یافته تحت تیمار ترکیب نور قرمز و آبی بدست آمد (۳۳).



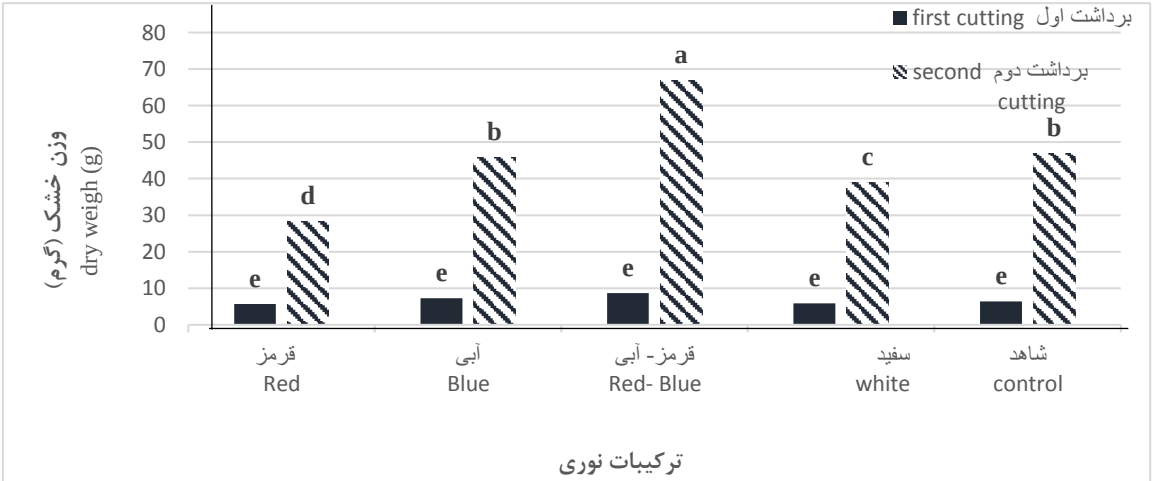
شکل ۲: اثر متقابل طیف نور و زمان برداشت اول و دوم در وزن تر بخش هوایی در سطح بوته

Figure 2- Interaction effects of light quality and harvest time on *Hypericum* fresh weight

۲-وزن خشک بخش هوایی

طیف نور اثر معنی‌دار بر میزان وزن خشک بخش هوایی در سطح احتمال ۱ درصد در برداشت اول و دوم داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین طیف نور در برداشت اول و دوم نشان داد، بیشترین وزن خشک بخش هوایی در تیمار L_3 (قرمز- آبی) و کمترین میزان وزن خشک بخش هوایی در تیمار L_1 (قرمز) مشاهده شد (شکل ۳). زمان برداشت نیز اثر معنی دار بر میزان وزن خشک بخش هوایی در سطح احتمال ۱ درصد داشت به‌طوری که مقایسه میانگین طیف نور زمان برداشت بر میزان وزن خشک بخش هوایی نشان داد وزن خشک (بخش هوایی) برداشت دوم (T_2) نسبت به برداشت اول (T_1) با اختلاف معنی دار بیشتر مشاهده شد (شکل ۳).

اثر متقابل طیف نور و زمان برداشت بر میزان وزن خشک بخش هوایی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (شکل ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل طیف نور و زمان برداشت نشان داد بیشترین میزان وزن خشک بخش هوایی با اختلاف معنی دار در تیمار L_3T_2 (۶۶/۹۲ گرم) و کمترین میزان وزن خشک در تیمار L_1T_1 (۵/۶۹ گرم) مشاهده شد (شکل ۳)



شکل ۳: اثر متقابل طیف نور و زمان برداشت بر وزن خشک بخش هوایی گل راعی

Figure 3- Interaction effects of light spectrum and harvest time on Hypericum dry herb weight

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارها بر برخی صفات گل راعی در آزمایش اول و برداشت اول

Table 1- Analysis of variance of *Hypericum perforatum* traits under supplementary light in first experiment

منابع تغییرات (SV)	درجه آزادی (df)	تعداد گرهک سیاه (Black node number)	تعداد روز تا گلدهی (Days to flowering)	سطح برگ (Leaf area)	کلروفیل کل (Total chlorophyll)	هایپریسین (Hypericin)
تکرار (Replication)	۲	۹/۲۷۶	۱/۸۶	۰/۰۰۳	۰/۹۸۶	۰/۰۰۰۳۲
نور (Light)	۴	۹۲/۶۷**	۲۰۴/۸۶**	۰/۰۵۵**	۴۱/۸۴۹**	۰/۰۰۳۵**
خطای آزمایش Error	۸	۳/۰۱۴	۷/۲۷	۰/۰۰۳	۰/۹۸	۰/۰۰۰۳۶

جدول ۲ تجزیه واریانس اثر تیمارها بر وزن تر و خشک گل راعی در آزماش اول

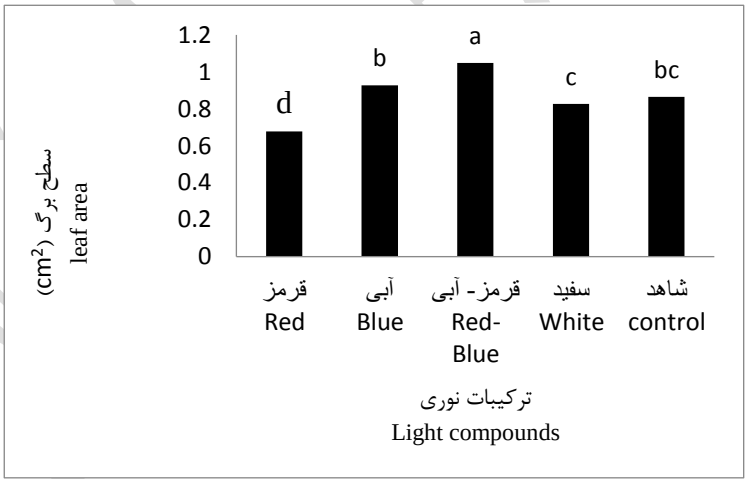
Table 2- Analysis of variance of fresh and dry weight of *Hypericum perforatum* traits under supplementary light in first experiment

منابع تغییرات (SV)	درجه آزادی (df)	وزن تر (Fresh weight)	وزن خشک (Dry weight)
نور (Light)	۴	۳۰۲۰/۱۷**	۳۵۰/۷۹**
خطای‌عامل اصلی (Main plot error)	۱۰	۶/۲۱	۵/۸۸

زمان (Time)	۱	۴۸۴۲۰/۲**	۱۱۹۱/۸۸**
اثر متقابل نور×زمان (Light ×Time)	۴	۱۷۸۰/۱۵**	۲۵۴/۱۸**
خطای‌عامل فرعی (Sub plot error)	۱۰	۳/۹۸	۶/۱۷

۳-سطح برگ

طیف نور سبب تغییر معنی‌دار سطح برگ در آزمایش اول در سطح احتمال ۱ درصد شد (جدول ۱). مقایسه میانگین طیف نور بر میزان سطح برگ نشان داد بیشترین میزان سطح برگ در تیمار نوری L_3 (قرمز- آبی) و کمترین سطح برگ مربوط به تیمار قرمز بود (شکل ۴). افزایش سطح برگ در کاربرد ترکیب نور قرمز و آبی در برگ‌های کاهو، تربچه، سویا، گندم و گیاه رز مطرح شده است (۴۸، ۴۶،۵۰). از مسائل قابل توجه در این آزمایش بدشکلی برگ‌های گل راعی رشد کرده تحت تیمار، نور قرمز (L_1) بود که برگ‌ها ریز و کوچک مانده و رشد گیاه محدود شد، این امر در نتایج مربوط به کمترین میزان سطح برگ کاملا مشهود است.

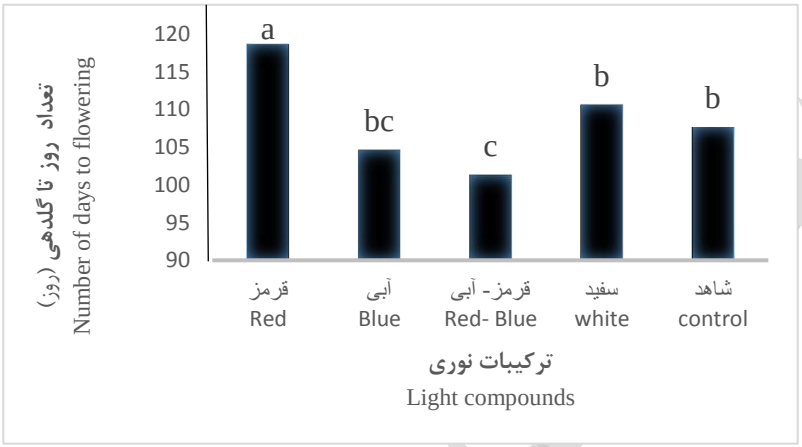


شکل ۴: اثر طیف نور بر متوسط سطح هر برگ

Figure 4- Light quality impact on mean leaf area

٤-تعداد روز تا گلدهی

طیف نور اثر معنی‌دار بر گلدهی آزمایش اول در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین طیف نور نیز نشان داد بیشترین مدت زمان از اعمال تیمار نوری تا گلدهی مربوط به تیمار نور L_1 (۱۳۰ روز) و کمترین مدت زمان گلدهی مربوط به ترکیب نوری تیمار L_3 (۱۰۴ روز) و در تیمار شاهد L_5 (۱۱۴ روز) مشاهده شد.

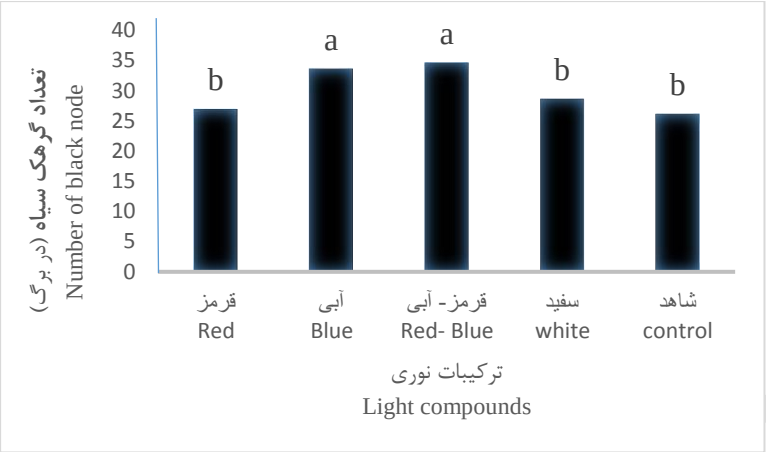


شکل ۵: اثر طیف نور بر تعداد روز تا گلدهی

Figure 5- Light quality impact on days to flowering

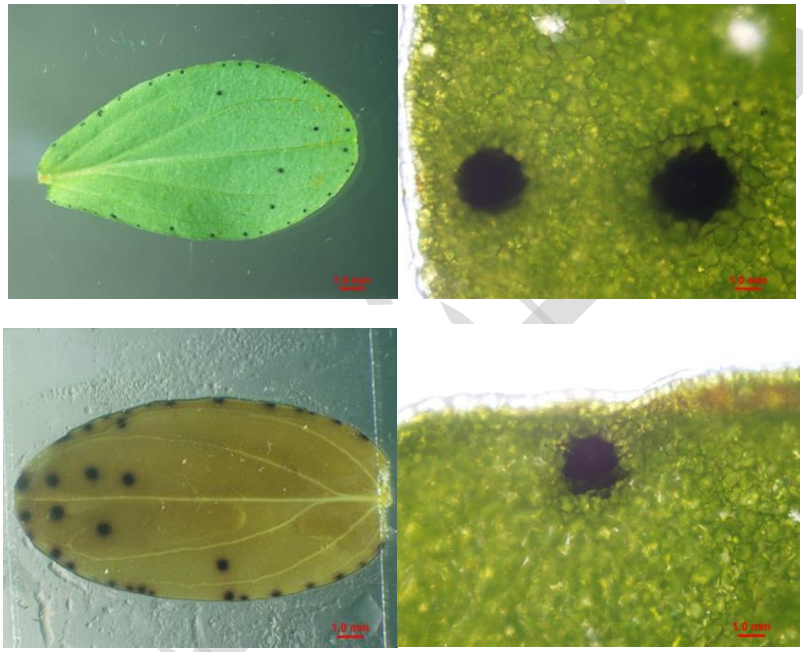
۵-تعداد گرهک سیاه در برگ

تاثیر طیف‌های مختلف نور LED بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر طیف نور بر این صفت نشان داد، بیشترین تعداد گرهک سیاه مربوط به تیمار L_3 و L_2 (به ترتیب ۳۳ و ۳۱ گره در هر برگ) و کمترین میزان گرهک سیاه در تیمار L_4 (۲۵ گره در هر برگ) مشاهده شد (شکل ۶) با توجه به نتایج آزمایش‌ها چنین برمی‌آید که حضور ترکیب نور قرمز و آبی در افزایش میزان گرهک‌های سیاه مملو از هایپریسین موثر است، اما تفاوت در نحوه و مدت زمان اعمال نور می‌تواند نتایج متفاوتی را به همراه داشته باشد.



شکل ۶: اثر طیف نور بر متوسط تعداد گرهک سیاه در هر برگ در سطح بوته

Figure 6- Light quality impact on black nodes on leaf per plant

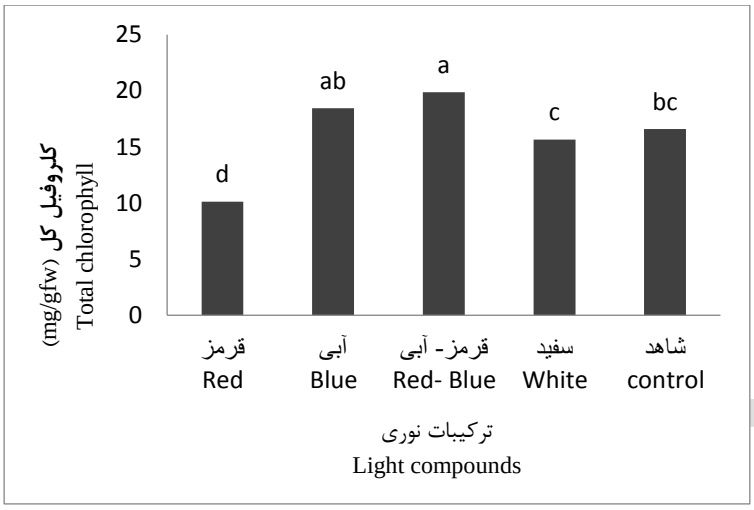


شکل ۷: گرهک های سیاه در برگ

Fig 7. Black nodes in leaves

٦-کلروفیل کل

طیف نور اثر معنی داری بر میزان کلروفیل کل در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر طیف نور نشان داد تیمار نوری L_3 منتج به بیشترین میزان کلروفیل کل گردید در حالی که گیاهان تیمار شده با نور قرمز (L_1) کمترین میزان کلروفیل کل را به خود اختصاص داد (شکل ۸).



شکل ۸ : اثر طیف نور بر کلروفیل کل
Figure 8- Light quality impact on total chlorophyll content

۷-درصد هایپریسین

درصد هایپریسین به طور معنی داری (در سطح احتمال ۱ درصد) تحت تاثیر طیف نور LED قرارگرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر طیف نور نشان داد تیمار نوری L_3 با اختلاف معنی‌دار بیشترین میزان درصد هایپریسین را به خود اختصاص داد. کمترین میزان درصد هایپریسین نیز مربوط به تیمارهای L_4 و L_5 مشاهده شد (شکل ۹). بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق، تیمار ترکیب نور LED قرمز و آبی نه تنها باعث بهبود شاخص‌های رشدی گیاه گل راعی می‌شود بلکه بر میزان درصد ماده موثره این گیاه نیز موثر است. جدول آنالیز واریانس نشان می‌دهد، طیف-های نور LED بر میزان هایپریسین معنی‌دار است. مقایسه میانگین داده به دست آمده نشان داد که بیشترین میزان هایپریسین در گیاهان تیمار شده با نور ترکیبی قرمز-آبی (۰/۱۷) بدست آمد.

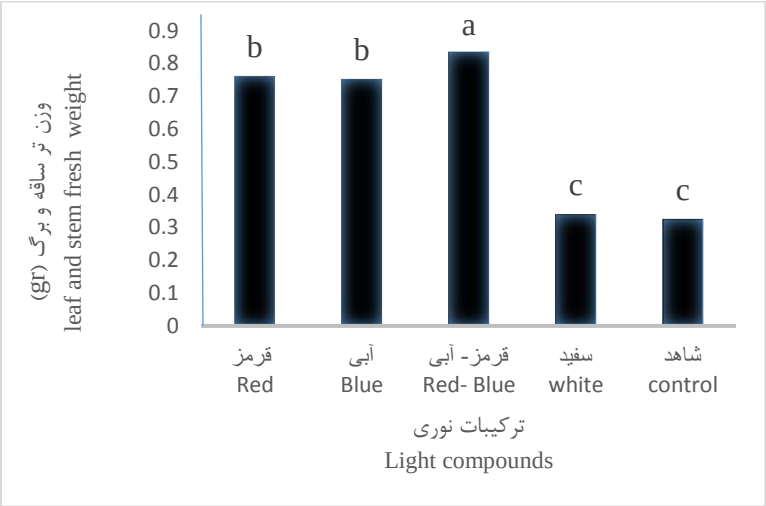
این نتایج نشان می‌دهد که از نظر میزان هایپریسین بین تیمار ترکیبی قرمز و آبی با نور قرمز اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. کمترین میزان هایپریسین برابر (۰/۰۹) در گیاهان تیمار شده با نور سفید بدست آمد. بین تیمار شاهد با گیاهان تیمار شده با نور سفید از نظر میزان هایپریسین نیز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

شکل ۹: اثر طیف نور بر میزان هایپریسین
Figure 9- Light quality impact on hypericin content

اثر تیمار ها برصفات اندازه گیری شده در آزمایش دوم

۱-وزن تر بخش هوایی

طیف نور اثر معنی‌داری بر وزن تر بخش هوایی در سطح احتمال ۱ درصد، داشت (جدول۳). مقایسه میانگین طیف نور نشان داد، بیشترین وزن تر بخش هوایی در تیمار L_3 و کمترین وزن تر بخش هوایی در تیمارهای L_4 و L_5 مشاهده شد (شکل ۱۰). افزایش میزان حضور نور و در نتیجه افزایش انتگرال نور روزانه می‌تواند منجر به افزایش خصوصیات رشد رویشی در گیاهان گردد (۴۰).



شکل ۱۰- اثر طیف نور بر وزن تر بخش هوایی در نشا

Figure 10- Light quality impact on transplant fresh aerial weight

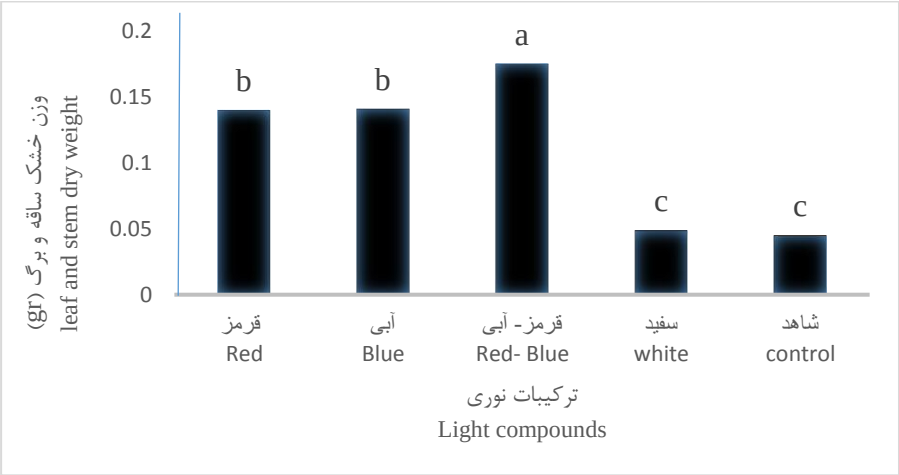
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمار ها بر صفات رویشی و مورفولوژیکی گل راعی

Table 3- analysis of variance from light impact on some growth and morphological traits of *Hypericum perforatum*

منابع تغییرات (SV)	درجه آزادی (df)	وزن تر بخش هوایی (Shoot fresh weight)	وزن‌خشک بخش هوایی (Shoot dry weight)	طول ساقه (Plant height)	تعداد گرهک سیاه (Black node number)	آنتی اکسیدان (Antioxidant)	فنل کل (Total phenol)	هایپریسین (Hypericin)
تکرار (Replication)	۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲۱۷	۰/۲۲۱	۱/۲۷	۹/۳۸۶	۱/۰۸۳	۰/۰۰۰۰۴۶
نور (Light)	۴	۰/۱۸۶**	۰/۰۰۶۷**	۴۴/۱۷۱**	۵۲/۰۱**	۵۲۸/۹۶۶**	۱۳/۶۰۱**	۰/۰۱۰**
خطای آزمایش Error	۸	۰/۰۰۱۱۵	۰/۰۰۰۱۲	۱/۴۴۹	۰/۷۶۵	۱۵/۷۹۸	۰/۸۵۲	۰/۰۰۰۲

۲-وزن خشک بخش هوایی

طیف نور اثر معنی‌دار بر وزن خشک بخش هوایی در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین طیف نور نشان داد، بیشترین وزن خشک بخش هوایی در در تیمار L_3 و کمترین وزن خشک بخش هوایی مربوط به تیمار L_4 و L_5 مشاهده شد و در سه تیمار دیگر شامل تیمار L_1، L_2، L_5 تفاوت معنی‌داری از نظر وزن خشک بخش هوایی باهم نداشتند (شکل ۱۱).

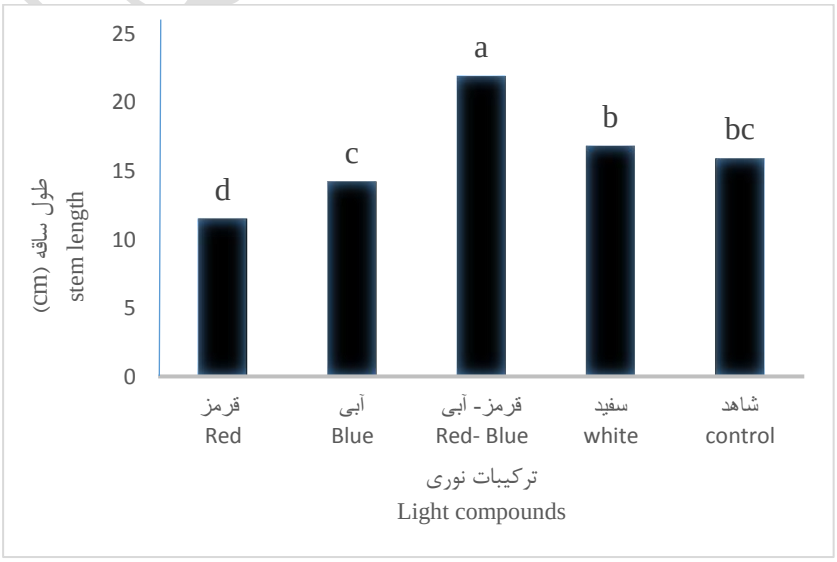


شکل ۱۱: اثر طیف نور بر وزن خشک بخش هوایی در نشا

Figure 11- Light quality impact on transplant stem and leaf dry weight

۳-طول ساقه

طیف نور سبب تغییر معنی دار طول ساقه در سطح احتمال ۱ درصد شد (جدول ۳). با توجه به نتایج بدست آمده صفت ارتفاع گیاه تحت تاثیر ترکیبات نور قرار گرفت. به طوری که بیشترین طول ساقه مربوط به تیمار نوری L_3 و کمترین ارتفاع مربوط به تیمار L_1 مشاهده شد (شکل ۱۲).

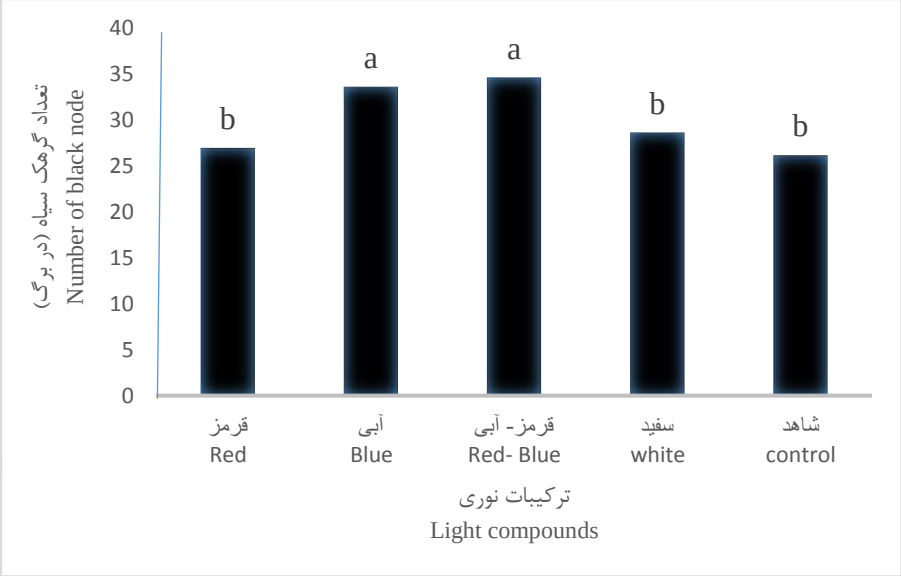


شکل ۱۲: اثر طیف نور بر طول ساقه در مرحله نشا

Figure 12- Light quality impact on transplant height

٤-تعداد گرهک سیاه در برگ

این صفت در سطح احتمال ۱ درصد در آزمایش دوم معنی دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین طیف نور نشان داد، بیشترین تعداد گرهک سیاه در تیمار قرمز – آبی (L_3)، و آبی مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و کمترین میزان گرهک سیاه بدون اختلاف معنی دار نیز در تیمار قرمز (L_1) و شاهد (L_5) و سفید (L_4) مشاهده شد (شکل ۱۳). با توجه به نتایج آزمایش‌ها چنین بر می‌آید که حضور ترکیب نور قرمز و آبی در افزایش میزان گرهک‌های سیاه مملو از هایپریسین موثر است، اما تفاوت در نحوه و مدت زمان اعمال نور می‌تواند نتایج متفاوتی را به همراه داشته باشد. حضور نور مکمل همراه نور LED سفید کمترین میزان گرهک سیاه را در آزمایش اول در بر دارد، درحالی‌که با توجه به نتایج آزمایش دوم افزایش طول روز به مدت ۴ ساعت به وسیله نور LED سفید باعث افزایش میزان گرهک‌های سیاه می‌شود.

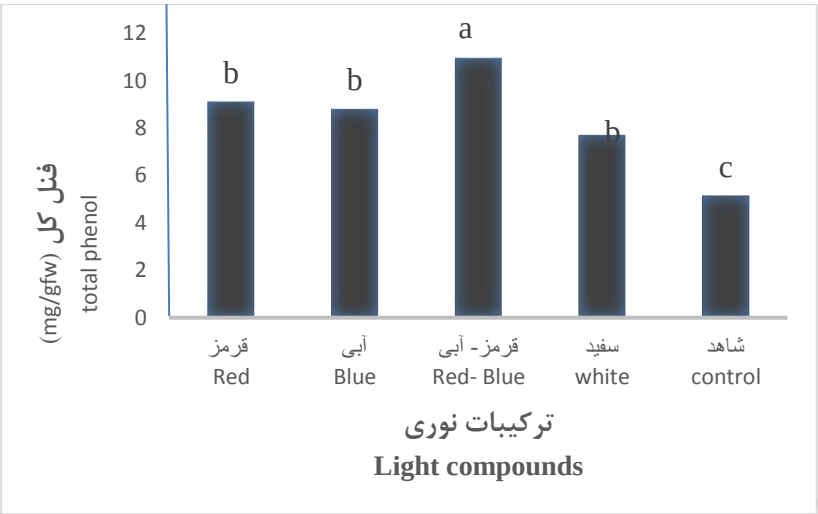


شکل ۱۳: اثر طیف نور بر متوسط تعداد گرهک سیاه در هر برگ

Figure 13- Light quality impact on number of black nodes/leaf in *Hypericum* transplant

٥-میزان ترکیبات فنولی

طیف نور اثر معنی‌دار بر میزان ترکیبات فنولی در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول۳). مقایسه میانگین طیف نور نشان داد تیمار L_3 بالاترین میزان ترکیبات فنولی و تیمار L_5، پایین‌ترین میزان را دارا بود (شکل ۱۴). نور قرمز میزان ترکیبات فنولی را درگیاه توت فرنگی افزایش داد (۱۶).

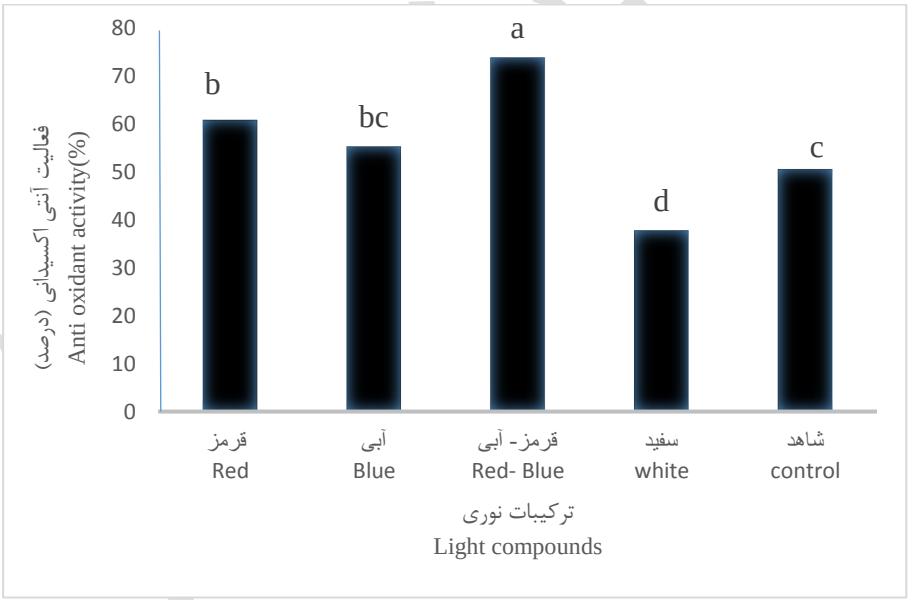


شکل ۱۴: اثر طیف نور بر میزان ترکیبات فنلی کل در نشا گل راعی

Figure 14- Light quality impact on transplant total phenolic compounds (mg GAE/gfw)

٦-فعالیت آنتی اکسیدانی

طیف نور اثر معنی داری بر فعالیت آنتی اکسیدانی در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۳). بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به تیمار L3 و کمترین مربوط به تیمار L4 مشاهده شد (شکل ۱۵).



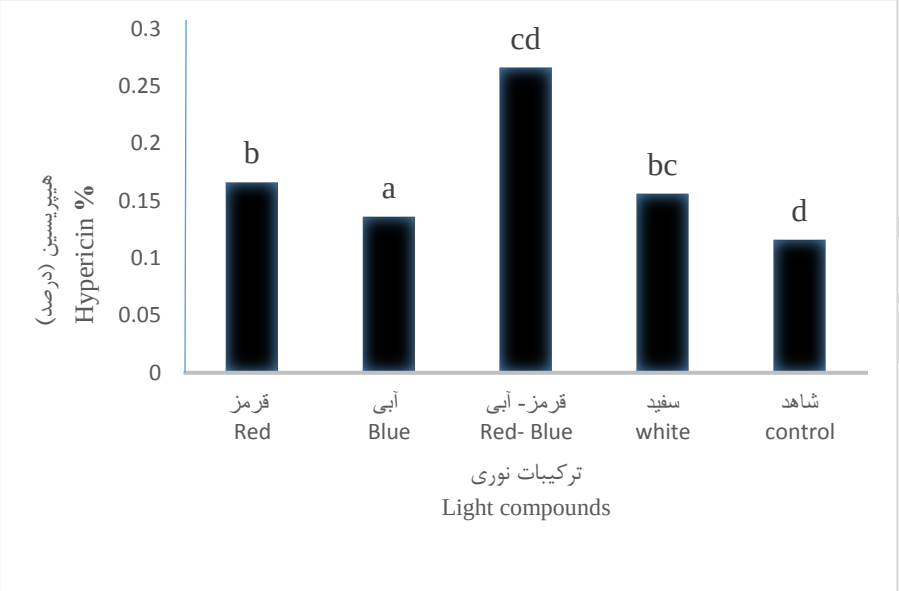
شکل ۱۵: اثر طیف نور بر فعالیت آنتی اکسیدانی در نشا

Figure 14- Light quality impact on transplant antioxidant activity

۷-درصد هایپریسین

درصد هایپریسین به طور معنی داری در این آزمایش تنها تحت تاثیر نور LED ترکیبی قرمز و آبی (L_3) با اختلاف نسبت به تیمارهای دیگر در سطح احتمال ۱ درصد قرارگرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین طیف نور نشان داد تیمار نوری L_3 با اختلاف معنی‌دار بیشترین میزان درصد هایپریسین را به خود اختصاص داد. کمترین میزان درصد

هایپریسین در تیمار L_5 مشاهده شد (شکل ۱۶). بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق، تیمار ترکیب نور LED قرمز و آبی نه تنها باعث بهبود شاخص‌های رشدی گیاه گل راعی می‌شود بلکه بر میزان درصد ماده موثره این گیاه نیز موثر است.



شکل ۱۶: اثر طیف نور بر درصد هایپریسین در نشا

Figure 15- Light quality impact on transplant hypericin percentage

بکارگیری نور قرمز در کنار نور آبی در مقایسه با کاربرد هر یک از این تیمارها به‌تنهایی نتیجه بهتری در افزایش وزن خشک برگ‌های سوزنی گیاهچه‌های کاج نروژی و کاج اسکاتلندی به‌همراه داشت (۴۴). همچنین در گیاه مریم گلی، کاهو، تربچه و اسفناج ترکیب نور قرمز و آبی باعث افزایش وزن خشک بخش هوایی شد (۲۸،۵۵). در گیاه آرابیدوپسیس نیز بدشکلی برگ‌های نمونه‌هایی که تحت نور تمام قرمز رشد کرده بودند گزارش شده است (۲۷). به نظر می‌رسد نور آبی تحریک کننده ژن‌هایی است که بیان آن باعث تمایزیابی مریستم به سرآغازه‌های گل می‌شوند (۳۰). نور قرمز عامل تبدیل فیتوکروم Pr به شکل فعال فیتوکروم یعنی Pfr است (۱۰). فعالیت فیتوکروم‌ها همراه با کریپتوکروم‌ها در رشد رویشی و گل انگیزی گیاهان نقش دارند (۴۹). محققانی همچون کنت (۳۵)، فوکودا (۲۳) و گوتام (۲۶) اظهار کردند، کاهش میزان نور قرمز دور در محیط و نور قرمز به تنهایی، منجر به تاخیر و یا جلوگیری از گلدهی می‌شود که مطابق نتایج بدست آمده در این آزمایش بود. نتایج این آزمایش نشان داد، نور آبی به همراه قرمز گلدهی را سرعت می‌بخشد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت، نور آبی در تحریک گلدهی این گیاه نقش موثری دارد. تاثیر نور آبی و قرمز بر گلدهی به دلیل اثر آنان بر عملکرد رنگدانه‌های فیتوکروم B و کریپتوکروم‌ها است (۲۳). نسبت نور قرمز به آبی

بسیار مهم است و نسبت ۳ به ۱ در ترکیب قرمز و آبی رشد قابل قبولی را در گیاه توت‌فرنگی نسبت به هر کدام به‌تنهایی تضمین کرد (۲۴). طیف‌های مختلف نور LED بر رشد و تکامل گیاهان تاثیر می‌گذارد (۵۲). نور آبی LED سبب افزایش میزان کلروفیل در گیاه نخود فرنگی شد (۵۴). ترکیب نور LED قرمز و آبی در افزایش میزان کلروفیل گیاه توت‌فرنگی موثر واقع شد و عملکرد میوه را افزایش داد (۱۶).

اخیرا مشخص شده هر دو نور قرمز و آبی می‌توانند با تاثیر بر تولید سایر متابولیت‌های ثانویه، تجمع آن‌ها را در بافت‌های مختلف گیاهان افزایش دهند (۵۱). در تحقیقات لفسرود و همکاران (۳۷) در گیاه کلم (*Brassica oleracea*) تحت نورهای LED پرورش یافته بود، نور قرمز منجر به افزایش معنی‌دار لوتئین و گلیکوزینولات در برگ گردید.

گزارش‌هایی هم وجود دارد که نشان می‌دهد نور آبی نیز می‌تواند تولید برخی از متابولیت‌های گیاه را افزایش دهد. به عنوان مثال، پارک و همکاران (۴۲) درگیاه جینسینگ گزارش کردند نور آبی منجر به افزایش ترکیبات اسید و انیلیک، اسید کوماریک و اسید فرولیک گردید. برخی از متابولیت‌ها که در اثر نورهای تک موج افزایش پیدا می‌کنند ممکن است ارزش‌های اقتصادی خاصی هم داشته باشند. در جلبک (*Haematococcus pluvialis*) (۳۴)، با استفاده از نور آبی LED توانستند ترکیبی به نام آستاگزانتین را افزایش دهند. آستاگزانتین یکی از ترکیبات موثر علیه سرطان محسوب می‌شود که به عنوان افزودنی غذایی (رنگ) نیز قابل مصرف است. اضافه کردن نور LED آبی همراه با نور طبیعی باعث افزایش متابولیت‌های ثانویه در گیاه ریحان شد (۱۱،۴۱). استفاده از ترکیب نور قرمز و آبی موجب رشد بهتر گیاه از نظر وزن تر بخش هوایی در مقایسه با کاربرد نور قرمز به تنهایی گردید که مشابه نتایج راندال (۴۳) در گیاه اطلسی بود. بیشترین وزن تر گیاه در ترکیب نور LED قرمز و آبی در گیاه داوودی گزارش شد (۳۶). بیشترین وزن تر کاهو رشد یافته تحت تیمار ترکیب نور قرمز و آبی بدست آمد (۳۳). در گیاه اسطوخودوس وزن خشک شاخه‌های این گیاه با افزایش انتگرال نور روزانه ۲ برابر شد (۲۲). وجود نور آبی و قرمز در ترکیبات نوری در مطالعات بر روی گیاه گل جعفری، کاهو، بادمجان، گیاه داوودی سبب افزایش ارتفاع شد (۲۸، ۳۶، ۲۹، ۳۲). در این آزمایش کاربرد نور قرمز باعث کاهش ارتفاع گل راعی شد که با نتایج فوکودا (۲۳) در رابطه با گیاه اطلسی هم‌خوانی دارد. اثر نور آبی و قرمز بر تغییر ارتفاع گیاه اطلسی ناشی از اثر نور آبی تحریک کریپتوکروم‌ها است که این تاثیر منجر به تولید پیام‌هایی می‌گردد که تولید جیبرلین و در نتیجه افزایش ارتفاع ساقه را تحریک می‌کند و این باعث تغییر در میزان حضور نور آبی در محیط و افزایش یا کاهش آن منجر به بروز تغییر در ترشح جیبرلین و در نتیجه تغییر ارتفاع گیاه می‌گردد (۲۳). مطالعه باتیس و

اوزونیس (۱۱). اضافه کردن نور LED آبی همراه با نور طبیعی باعث افزایش متابولیت‌های ثانویه در گیاه ریحان شد (۱۱،۴۱). ترکیب نور قرمز و نور LED آبی باعث افزایش میزان فنول کل در گیاه ریحان شد (۱۱). ترکیب نور قرمز و آبی در افزایش آنتوسیانین در برگ کاهو قرمز موثر بود (۴۸). فان و همکاران(۲۱) نشان دادند گوجه فرنگی می‌تواند تحت ترکیب نور قرمز و آبی میوه کامل با محتوای متابولیسمی بالایی نسبت به شرایط نور طبیعی تولید کند. نور LED قرمز میزان آنتی اکسیدان‌های گیاه نخود فرنگی را به صورت معنی‌دار تا ۲ برابر افزایش می‌دهد(۵۴). ترکیب نور قرمز و آبی در افزایش میزان آنتوسیانین موثر بود (۱۶). همچنین در کلم، (۳۷)، گزارش کردند میزان ترکیبات آنتوسیانین گیاه که از انواع آنتی اکسیدان‌ها محسوب می‌شوند تحت نور قرمز LED، افزایش یافت. مطالعه (۴) روی گیاه دارویی نعناع فلفلی نشان داد، از نظر درصد و عملکرد اسانس تیمار ترکیب نور قرمز و آبی نسبت به شرایط مزرعه‌ای برتری داشت.

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج صفات مشترک، در هر دو آزمایش، تاثیر مثبت اعمال نور LED ترکیب قرمز و آبی برروی خصوصیات رشدی به ویژه درصد هایپریسین در گیاه دارویی گل راعی کاملا مشهود است. بنابراین اعمال نور مکمل قرمز – آبی در نشا به صورت افزایش طول روز، با توجه به صرف انرژی کمتر و تاثیرات مشابه در مقایسه با آزمایش اول (افزایش خصوصیات رشدی و درصد ماده موثره) قابل توصیه می‌باشد. در آزمایش دوم مقایسه گیاهان شاهد با گیاهان تحت تیمار نوری نشان داد افزایش مدت زمان حضور نور(افزایش طول روز) منجر به افزایش معنی‌دار صفات رویشی و بیوشیمیایی گیاه دارویی گل راعی می‌گردد. و بهترین نتایج مربوط به کاربرد ترکیب نور قرمز و آبی به مدت ۴ ساعت بعد از غروب خورشید در مقایسه با سایر تیمارهای نوری با اختلافی معنی‌دار حاصل شد.

منابع

1- Iran flora, 2000. Hypericaceae family (Guttiferae), No. 27, Research Institute of Forests and Rangelands. (In Persian)

2- Omid Beigi, R. 1999. Production and processing of medicinal plants. 4th Ed. Astan Qods Razavi Press, Mashhad. In Persian.

3- Shakeri, M. Farzane, A. 2010. The effects of light quality and quantity (light management) on growth and yield of greenhouse plants. The preoceeding of the first national hydroponic and greenhouse productions. Isfahan industrial university.

4- Heydarizade, P. Zahedi, M. Sabzalian, M. 2013. LED light effects on yield, essential oil percentage and antioxidant enzymes activity in peppermint (*Mentha piperita*). 13-24. (In persian)

5- Azizi, M. Omid Beigi, R. 2000. Study of some environmental and physiological factors on yield and amount of active ingredients of Hypericum in field and in vitro conditions. PhD thesis. Tarbiat Modares University. (In persian)

6- Azizi, M. Omid Beigi, R. 2000. Study of nitrogen and phosphorous levels on growth and development, yield and Cd accumulation in Hypericum. Soil and water institute. 12 (9). (In persian)
7- Aalipoor, N. Mahdavi, N. Mahmoodi and Ghelichnia. 2015. Environmental conditions effect on essential oil quality and quantity of *Stachys laxa*. Plant Research. 28 (3).
8- Al-Chalabi, Malek. 2015. Vertical farming: Skyscraper sustainability, Sustainable Cities and Society, 18: 74–77.
9- Arrieta, J., Reyes, B., Calzada, F., Cedillo-Riverra, R, and Navarrete, A. 2001. Amoebicidal and giardicidal compounds from the leaves of *Zanthoxylum liebmannianum.* Fitoterapia, 72(3):295-297.
10- Baba-kasai, A., Hara, N., and Takano., M. 2014. Tissue-specific and light-dependent regulation of phytochrome gene expression in rice. Plant, Cell and Environment.37, 2654–2666.
11- Bantis, F., Ouzounis, T. and Radoglou, K., 2016. Artificial LED lighting enhances growth characteristics and total phenolic content of *Ocimum basilicum*, but variably affects transplant success. Scientia Horticulturae, *198*, pp.277-283.
12- Bernath, J., 2000. Medicinal and aromatic plant, Mezo. Publ. Budapest, PP.667.
13- Bombardelli, E. and Morzzoni, P. 1995. *Hypericum peforatum*. Fitoterapia, 66; 43-68.
14- Bruneton, J., 1995. Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants. Lavoisier Publ. Londres, New York, 405-466.
15- Burits, M., & Bucar, F. 2000. Antioxidant activity of Nigella sativa essential oil. *Phytotherapy research*, *14*(5), 323-328.
16- Choi, H.G., Moon, B.Y. and Kang, N.J., 2015. Effects of LED light on the production of strawberry during cultivation in a plastic greenhouse and in a growth chamber. Scientia Horticulturae, 189, pp.22-31
17- Currey,J.,and Lopez,R.G. 2013. Cutting of Impatient, *Pelargunium* and *Petunia* Propagated under Light-emitting Diodes and High-pressure Sodium lamp Have vomparable Growth Morphology, Gas Exchange and post transplant Performance. *HortScience, 48(4):428-434.*
18- Dere, S. Gunes, T. Sivaci, R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll - a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Journal of Botany, 22: 13-17.
19- Donald, P. B., and Gawienowski, M.C., 2001. Differential effects of light and nitrogen on production of hypericins and leaf glands in *Hypericum perforatum*. Plant physiology and Biochemistry, 39(12), pp.1075-1081.
20- Dias, A.C., 2003. 10 The potential of in vitro cultures of *Hypericum perforatum* and of *Hypericum androsaemum* to produce interesting pharmaceutical compounds. *Hypericum:* The genus Hypericum, p.137.
21- Fan, X. X., Xu Z. G., Liu X.Y., Tang C. M., Wang L.W. and Han, X. L., 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.
22- Fausey, B.A., Heins, R.D. and Cameron, A.C., 2005. Daily light integral affects flowering and quality of greenhouse-grown *Achillea*, Gaura, and *Lavandula.* HortScience, 40(1), pp.114-118.
23- Fukuda, N., and Olsen, J.E., 2011. Effects of light quality under red and blue light emitting diodes on growth and expression of FBP28 in petunia. Acta Horticulturae, 907: 361–366.

24- Folta, K.M., Childers, K.S., 2008. Light as a growth regulator: controlling plant biology with narrow band width solid-state lighting systems. HortScience 43, 1957–1964.

25- Gao X, Bjork L, Trajkovski V, Uggla M. 2000. Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems. J Agric Food Chem;80:2021–2027.

26- Gautam, P., Terfa, M.T., Olsen, J.E. and Torre, S., 2015. Red and blue light effects on morphology and flowering of Petunia× hybrida. Scientia Horticulturae, 184, pp.171-178.

27- Goins, G.D., Yorio, N.C., Sanwo-Lewandowski, M.M., and Brown, C.S. 1998. Life cycle experiments with Arabidopsis grown under red light-emitting diodes (LEDs). Life Support and Biosphere Science: International Journal of Space Science and Engineering, 5:143– 149.

28- Heo, J., Lee, C., Chakrabarty, D. and Paek, K., 2002. Growth responses of marigold and salvia bedding plants as affected by monochromic or mixture radiation provided by a light-emitting diode (LED). Plant Growth Regulation, 38(3), pp.225-230.

29- Hirai, T., Amaki, W. and Watanabe, H., 2006, June. Action of blue or red monochromatic light on stem internodal growth depends on plant species. In *V International Symposium on Artificial Lighting in Horticulture 711 (pp. 345-350).*

30- Hoenecke, M.E., Bula,R.J., and Tibbitts, T.W.1992. Importance of Blue Photon Levels for Lettuce Seedling Grown under Red-light-emitting Diodes. *HortScience, 27(5):427-430*.

31- Izhaki, A., Swain, S., Tseng, T., Borochov, Olszewski, N. and Weiss, D. 2001. The role of SPY and TPR domain in the regulation of gibberellin action throughout the life cycle of *Petunia hybrida* plants. The Plant Journal. 28(2):181-190.

32- Jeong, S.W., Hogewoning, S.H., and Ieperen, W.V. 2014. Responses of supplemental blue light on flowering and stem extension growth of cut chrysanthemum. Scientia Hirticulture, 165: 69-74.

33- Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hashida, S., Yoshihara, T., 2010. Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. HortScience 45, 1809–1814.

34- Katsuda, T., Shimahara K., Shiraishi H., Yamagami K., Ranjbar R. and Katoh, S., 2006. Effect of flashing light from blue light emitting diodes on cell growth and a staxanthin production of *Haematococcus pluvialis*. Journal of Bioscience and Bioengineering 102: 442–446.

35- Kenneth, E., 1992. Light-quality effects on Arabidopsis development. Red, blue and far-red regulation of flowering and morphology. Physiologia Plantarum, 86(3), pp.439-444.

36- Kim, H.H., Goins, G.D., Wheeler, R.M. and Sager, J.C. 2004. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red-and blue-light-emitting diodes. HortScience, 39(7), pp.1617-1622.

37- Lefsrud, M. G., Kopsell, D. A. and Sams, C. 2008. Irradiance from distinct wave-length light emitting diodes affect secondary metabolites in kale. HortScience 43: 2243–2244.

38- Li, H., Tang, C., Xu, Z., 2013. The effects of different light qualities on rapeseed (*Brassica napus* L.) plantlet growth and morphogenesis in vitro. Sci. Hortic. 150, 117–124.

39- Lopez, R.G., and Runkle, E.R. 2008. Photosynthetic daily light integral during propagation influences rooting and growth of cuttings and subsequent development of New Guinea impatiens and petunia. HortScience, 43:2052-2059.

40- Oh. W., Runkel, E.S., and Warner, R.M. 2010. Timing and Duration of Supplemental Lighting during the Seedling Stage Influence Quality and Flowering in Petunia and Pansy. Hort Science, 45(9):1332–1337.
41- Ouzounis, T., Fretté, X., Ottosen, C.O. and Rosenqvist, E., 2015. Spectral effects of LEDs on chlorophyll fluorescence and pigmentation in Phalaenopsis 'Vivien'and 'Purple Star'. Physiologia plantarum, 154(2), pp.314-327.
42- Park, S. Y., Lee, J. G., Cho, H. S., Seong, E. S., Kim, H. Y., Yu, C. Y., & Kim, J. K. (2013). Metabolite profiling approach for assessing the effects of colored light-emitting diode lighting on the adventitious roots of ginseng (*'Panax ginseng'CA Mayer*). Plant Omics, 6(3), 224.
43- Randall, W.C., and Lopez, R.G. 2014. Comparison of Supplemental Lighting from High-pressure Sodium Lamps and Light-emitting Diodes during. Bedding Plant Seedling Production. HortScience, 49(5):589–595.
44- Riikonen, J., Kettunen,N., Gritsevich,M., Hakala,T., Sarkka, L.,and Tahvonen, R. 2016. Growth and development of Norway spruce and Scots pine seedlings under different light spectra. Environmental and Experimental, 121:112-120.
45- Salehi Sourmaghi و MH. 2007. Medicinal herbs and plants therapy. Tehran*:* Donyayeh Taghzyeh, [in Persian].
46- Samuoliene, G., Sirtautas, R., Brazaityte, A., Sakalauskaite, J., Sakalauskiene, S., and Duchovskis, P. 2011. The impact of red and blue light emitting diode illumination on radish physiological indices. Central European Journal of Biology, 6(5):821-828.
47- Singh A, Pal A. 2006. Hypericin-A naphthodianthrone from *Hypericum perforatum*. Eur J Clin Pharmacol, 62:225-33.
48- Stutte, G.W., Edney, S. and Skerritt, T., 2009. Photoregulation of bioprotectant content of red leaf lettuce with light-emitting diodes. HortScience, 44(1), pp.79-82.
49- Takemiya, A., Inoue, S.I., Doi, M., Kinoshita, T. and Shimazaki, K.I., 2005. Phototropins promote plant growth in response to blue light in low light environments. The Plant Cell, 17(4), pp.1120-1127.
50- Terfa, M.T., Solhaug, K.A., Gislerod, H.R., Olsen, J.E., and Torre, S. 2013. A high proportion of blue light increases the photosynthesis capacity and leaf formation rate of Rose × *hybrida* but does not affect time to flower opening. Physiologia Plantarum, 148:146-159.
51- Urbonaviciute, A., Samuoliene, G., Brazaityte, A., Ulinskaite, R., Jankauskiene, J., Duchovskis, P. and Zukauskas, A., 2008. The possibility to control the metabolism of green vegetables and sprouts using light emitting diode illumination. Sodininkyste ir Darzininkyste, 27: 83-92.
52- Whitelam, G., Halliday, K., 2007. Light and Plant Development. Blackwell Publishing, Oxford, p.313.
53- Word Health Organization Review. 1998. Regulatory situation of herbal medicines.
54- Wojdyło, A., Oszmiański, J. and Czemerys, R., 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. Food chemistry, 105(3), pp.940-949.
55- Wu, M.C., Hou, C.Y., Jiang, C.M., Wang, Y.T., Wang, C.Y., Chen, H.H. and Chang, H.M., 2007. A novel approach of LED light radiation improves the antioxidant activity of pea seedlings. Food Chemistry, 101(4), pp.1753-1758.

The Impact of LED Spectrum and Supplementary Lighting Duration on Some Physiological Traits and Hypericin content of *Hypericum perforatum*

Introduction

Medicinal plant are very importnat in health care for today societies and the need for it is increasing. Greenhouse production of transplants face different limitations including light. LED lights are introduced for solving the problem. An LED lamp or LED light bulb is an electric light for use in light fixtures that produces light using one or more light-emitting diodes (LEDs). LED lamps have a lifespan many times longer than equivalent incandescent lamps, and are significantly more efficient than most fluorescent lamps. Experiments revealed surprising performance and production of vegetables and ornamental plants under LED light sources. Many plant species have been assessed in greenhouse trials to make sure that the quality of biomass and biochemical ingredients of such plants is at least comparable with those grown in field conditions. Plant performance of mint, basil, lentil, lettuce, cabbage, parsley and carrot was measured by assessing both the health and vigor of the plants and the success of the LEDs in promoting growth. Also noticed was profuse flowering of select ornamentals including primula, marigold and stock.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of supplementary LED light on the growth parameters and the amount of active ingredient in *Hypericum perforatum* L. "Topaz" cultivar, a research was conducted in two independent experiments. The research was set up in a completely randomized design with three replications. The first experiment experienced the extended of day length with 4 hours at the end of the day (started from sunrise to sunset). LED treatments were started at 10 cm height of the transplants. The second experiment examined the light types. In this order the considered treatments consisted of four levels of red light (L_1), blue light (L_2), combination of 67% red light and 33% blue light (L_3), white (L_4), 100% natural light (L_5), with an intensity equal to (200 fc). Measurement of traits in the first experiment was carried out at flowering stage. Aerial part fresh and dry weights, number of black nodules, days to flowering, leaf area, total chlorophyll, antioxidant activity, total phenol, plant height and hypericine percentage were determined within both experiments.

Results and Discussion: The results showed that the simple effect of supplementary combination red and blue light (started from sunrise to sunset) on growth, morphological, physiological and biochemical traits was significant at 1% probability level. The highest plant dry weight was detected in L_3 in the first and second harvests respectively (8.63 g, 66.29 g). Also, the highest percentage of Hypericin in the first harvest was obtained in L_3 (0.17%). Measurement of the traits in the second experiment was carried out at the seedling stage. Results showed that the simple effect of supplementary combination light (sun exposure and

day length increased for 4 hours) had a significant effect ($p \leq 0.01$) on growth rate, physiological, morphological and biochemical properties. So that the lowest number of days to flowering (early flowering) was obtained from L_3 treatment (101 day), and the highest percentage of Hypericin was related to L_3 treatment (0.156% dry weight basis). Black nodule numbers and total phenol content were increased by 27 and 53 % with supplementary light treatments respectively. Antioxidant activity was also raised and enhanced from 33 % to 75 % with LED light application. Plant height and total chlorophyll content were enhanced from 13 to 23 cm and 12 to 22 mg/g FW as well. Regarding studied traits and the obtained results of the both experiments, the positive effect of applying LED light, red and blue on the growth and biochemical properties, especially the Hypericin percentage and yield of St. John's wort is quite evident.

Different reactions were observed in response to supplementary light treatments for St. John's wort. Most of the enhancements observed were mainly due to optimized photosynthesis activities and more metabolic production processes.

Conclusions: Regarding studied traits and the obtained results of the both experiments, the positive effect of applying LED light, red and blue on the growth and biochemical properties, especially the Hypericin percentage and yield of St. John's wort is quite evident. It seems that a combination of red and blue light could be suggested for solving the light limitations and increasing the medicinal plant production for future.

Keywords: Supplementry light, light quality, *Hypericum perforatum*, Hypericin