**علوم و تحقیقات بذر ایران**
سال هفتم/ شماره چهارم/ ۱۳۹۹ (۴۳۱ - ۴۱۷)

DOI: 10.22124/JMS.2020.4640

# بررسی اثر کیفیت نور بر جوانه‌زنی و برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی گیاهچه‌های سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis*)

**آزاده رشیدی[۱]، رسول نریمانی[۱]، محمد مقدم*[۲]**

تاریخ دریافت: ۹۸/۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۸/۶/۳

**چکیده**

به‌منظور مطالعه اثر کیفیت نور بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و خصوصیات رویشی نشای سنبل‌الطیب، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی باسه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد استفاده شامل ترکیب نور در چهار سطح (قرمز، ۱۵ درصد آبی + ۸۵ درصد قرمز،۳۰ درصد آبی +۷۰ درصد قرمز و نور لامپ‌های فلورسنت) بودند. نتایج این آزمایش نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۶۳ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۴۱/۸۷)، میانگین جوانه‌زنی روزانه (۹/۲۱)، ارزش جوانه‌زنی (۶۸/۸۱)، ارزش حداکثر (۷/۵۰) و کم‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی (۲/۶۶) با کاربرد نور قرمز به‌دست آمد. بیش‌ترین وزن خشک ساقه‌چه (۰/۳۶ میلی‌گرم در گیاهچه)با کاربرد نور قرمز و ترکیب ۱۵درصدآبی + ۸۵ درصد قرمز، بیش‌ترین وزن خشک ریشه‌چه (۰/۳ میلی‌گرم در گیاهچه) با ترکیب۳۰ درصدآبی +۷۰ درصد قرمز و ۱۵ درصدآبی + ۸۵ درصد قرمز، بیش‌ترین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه (۱/۱۸ و ۳/۰۳ سانتی‌متر) با نور قرمز و ترکیب ۱۵درصد آبی + ۸۵ درصد قرمز، بیش‌ترین میزان قند محلول ریشه‌چه و ساقه‌چه (۶۳/۳۷ و ۷۲/۵۴ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) با نور قرمز و ترکیب ۱۵ درصد آبی + ۸۵ درصد قرمز، بیش‌ترین مقدار کلروفیل a، b و کل (۰/۳۷، ۰/۴۷ و ۰/۸۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر)،کارتنوئید (۰/۴۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر) با ترکیب۳۰ درصد آبی +۷۰ درصد قرمز، بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی ریشه‌چه و ساقه‌چه (۶۰/۰۹ درصد و ۷۱/۰۴ درصد) با ترکیب۳۰ درصد آبی +۷۰ درصد قرمز و ۱۵ درصد آبی + ۸۵ درصد قرمز، بیش‌ترین محتویات فنلی ریشه‌چه و ساقه‌چه (۴/۴۰ و ۸/۶۵ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) با ترکیب ۳۰ درصد آبی +۷۰ درصد قرمز و ۱۵ درصد آبی + ۸۵ درصد قرمز به‌دست آمد. نتایج این آزمایش بیانگر امکان بهبود یافتن شاخص‌های جوانه‌زنی و رویشی گیاهچه‌های سنبل‌الطیب با کاربرد ترکیب‌های نورهای آبی و قرمز در مقایسه با نور لامپ فلورسنت بود.

**واژه‌های کلیدی: ترکیبات فنلی، فیتوکروم، طیف نور، کیفیت نور**

۱- دانشجوی دکترا، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
*نویسنده مسئول: m.moghadam@um.ac.ir

**مقدمه**

سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis*) گیاهی چندساله، علفی و دارویی است که مصرف ریشه و ریزوم آن به‌دلیل وجود برخی ترکیبات شیمیایی در کاهش مشکلاتی مانند تنش‌های روحی، بی‌خوابی و فعالیت سلول‌های سرطانی مؤثراعلام شده است (Circosta *et al*., 2007; Murphy *et al*., 2010). از جمله ترکیبات دارویی استخراج شده از این گیاه می‌توان به برخی مشتقات سزکوئی‌ترپنوئیدها همانند اسیدهای والرنیک (Valerenic acids)، استرهای ایریدوئید همانند والپوتریات‌ها (Valepotriates) و سایر مواد حاصل از تجزیه آنان همانند بالدرینال (Baldrinal)، آمینواسیدها همانند آرجینین (Arginine)، گلوتامین (Glutamine) و تیروزین (Tyrosine) و برخی مشتقات آلکالوئیدها (Alkaloids) اشاره کرد (Houghton, 1999; Ekhteraei Tousi *et al*., 2010; Lei *et al*., 2012).

یکی از روش‌های تکثیر گیاهان دارویی کشت بذر است و درصد پایین جوانه‌زنی بذرها به‌دلیل سازگاری اکولوژیک که با شرایط محیطی دارند از جمله مشکلات تولید انبوه این گیاهان اعلام شده است (Kaur *et al*., 1999; Dini Torkamani *et al*., 2013). تاکنون سعی بر آن بوده است تا با استفاده از تیمارهای پرایمینگ از جمله اسموپرایمینگ، هیدروپرایمینگ، پرایمینگ ماتریکس و هورمون پرایمینگ تحت شرایط معمولی و تنش‌زا، شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاهان دارویی مختلف و رشد گیاهچه آنان را افزایش دهند (Badalzadeh *et al*., 2017).

نور از جمله عوامل محیطی است که کیفیت و کمیت آن در چگونگی جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه در گیاهان مختلف تأثیرگذار است (Anjah *et al*., 2013; Lone *et al*., 2014). گیاهان، طیف‌های مختلف نور را توسط دو گروه از رنگدانه‌های گیاهی یعنی رنگدانه‌های فتوسنتزی همانند کلروفیل‌ها، کارتنوئیدها و فیکوبیلین‌ها و رنگدانه‌های گیرنده نوری یعنی فیتوکروم‌ها، کریپتوکروم‌ها و فتوتروپین‌ها دریافت می‌کنند و حضور طیف‌های مختلف نور، میزان فعالیت گیرنده‌های نوری یاد شده را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Takemiya *et al*., 2005; Runkle and Heins, 2006; Ohadi *et al*., 2009). به‌نظر می‌رسد که در بذرهای حساس به نور، نور قرمز اثر مثبتی در تحریک شکل‌گیری نوع فعال فیتوکروم‌ها (Pfr) دارد و این رنگدانه‌ها نقش فعالی در تبدیل نور به سیگنال‌های داخلی (بیوشیمیایی) ایفا می‌کنند (Ohadi *et al*., 2009; Chen and Chory, 2011). علاوه بر رنگدانه‌های فیتوکروم که گیرنده نور قرمز هستند، چگونگی تأثیر رنگدانه‌های گیرنده طیف نور آبی مانند فتوتروپین‌ها و کریپتوکروم‌ها بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاهان مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (Moe and Heins, 1990; Hopkins and Huner, 2004). نتایج برخی از آزمایش‌ها، نور آبی را همانند نور قرمز دور (Far red) دارای اثر منفی بر جوانه‌زنی معرفی کرده‌اند (Wareing, 1958; Poppe, 1998). اما نتایج برخی از آزمایش‌ها حاکی از اثر مثبت نور آبی در افزایش آنزیم نیترات ردوکتاز و در نتیجه افزایش جذب نیترات توسط جنین و افزایش متابولیسم آن و افزایش کیفیت و کمیت جوانه‌زنی بوده است (Rajasakhar and Sopory, 1985; Quinones *et al*., 1999; Lara *et al*., 2014). فیتوکروم‌ها و کریپتوکروم‌ها تحت شرایط متفاوت حضور و کیفیت نور می‌توانند عملکرد یکدیگر را تشدید یا تضعیف نمایند (Castillon *et al*., 2009). احتمالاً به همین دلیل کاربرد طیف‌های مختلف نور مانند آبی و قرمز می‌تواند نتایج متفاوتی را در تغییر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاهان مختلف به‌همراه داشته باشد.

در طی جوانه‌زنی تغییراتی در مواد ذخیره‌ای و ساختار بیوشیمیایی بذرها روی می‌دهد تا مواد مورد نیاز برای تنفس و ساخت سایر ترکیبات جدید مورد نیاز به‌منظور تقسیم سلولی و توسعه رویان تولید شود که این روند، ارزش غذایی بذرها را تغییر می‌دهد و این مسئله در بذرهایی برخی ارقام از انواع لگومینه مانند سویا (*Glycine max*)، عدس (*Lens culinaris*)، نخود (*Cicer arietinum*)، لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) و نخود فرنگی (*Pisum sativum*)، غلات مانند گندم (*Triticum aestivum*)، جو (*Hordeum vulgare*) و یولاف (*Avena sativa*) و بذر برخی سبزیجات مانند یونجه (*Medicago sativa*) و باقلا مصری (*Lupinus albus*) مطرح شده است (Frias *et al*., 2005). به‌عنوان مثال غلظت ترکیبات فنلیک، به‌دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی که دارند، مورد توجه قرار گرفته‌اند (Dicko *et al*., 2005; Lopez-Amoros, *et al*., 2006). با

انجام فرآیند جوانه‌زنی، غلظت ترکیبات فنلیک افزایش یافته که عوامل مؤثر در آن به وضوح مشخص نیست (Duenas *et al*., 2009; Cevallos and Cisneros, 2010).

با توجه به مقالاتی که در حال حاضر در دسترس است اطلاعاتی مبنی بر نحوه اثر نور بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه های گیاه سنبل‌الطیب وجود ندارد. هدف از این آزمایش، بررسی تأثیر ترکیب نورهای مختلف با استفاده از طیف‌های آبی و قرمز، بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر سنبل الطیب است تا علاوه بر نحوه اثر نورهای قرمز و آبی،چگونگی تأثیر سطوح مختلف حضور نور آبی بر کمیت و کمیت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه آن مورد بررسی قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر ترکیب نورهای مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رویش گیاهچه سنبل‌الطیب، آزمایشی به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و دو مشاهده در هر تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در فروردین ماه سال ۱۳۹۸ انجام پذیرفت. بذرها از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد و قبل از قرارگیری در پتری‌دیش‌ها، به‌مدت ۶۰ ثانیه با محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد و سپس سه مرتبه با آب مقطر شستشو داده شدند. پتری‌دیش‌ها نیز با هیپوکلریت سدیم ۵ درصد ضدعفونی و با آب مقطر شستشو داده شدند. قطر دهانه پتری‌دیش‌ها ۹۰ میلی‌متر بود. درون هر کدام از پتری‌دیش‌ها، یک ورقه کاغذ واتمن شماره ۱ قرار گرفت و هر کاغذ با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر مرطوب شد. در هر پتری دیش تعداد ۵۰ بذر که به‌طور تصادفی انتخاب شده بود در ۵ ردیف چیده شد. به‌منظور ساخت نسبت‌های نوری مورد نیاز (قرمز، ۱۵ درصد آبی + ۸۵ درصد قرمز،۳۰ درصد آبی +۷۰ درصد قرمز) از لامپ‌های ال.ای.دی (شرکت SENYANG LIGHT) با طیف قرمز ۶۲۵ نانومتر و طیف آبی ۴۶۷ نانومتر استفاده گردید. برای اختلاط دقیق و مناسب دو طیف آبی و قرمز، تعداد ۴۰۰ لامپ بر روی صفحاتی از جنس پلکسی‌گلس (Plexiglass) نصب گردید که با در نظر گرفتن ۳۴۰ عدد لامپ قرمز و ۶۰ عدد لامپ آبی بر روی یک صفحه پلکسی‌گلس، ترکیب ۱۵ درصد آبی+ ۸۵ درصد قرمز و با کاربرد۲۸۰ عدد لامپ قرمز و ۱۲۰ عدد لامپ آبی بر روی صفحه‌ای جداگانه ترکیب۳۰ درصد آبی+ ۷۰ درصد قرمز به‌دست آمد. برای تهیه نور فلورسنت سفید از یک عدد لامپ ۳۶ وات استفاده شد.

**جدول ۱- روابط محاسباتی شاخص‌های جوانه‌زنی**

**Table 1. Equation of germination indices**

| شماره رابطه (Equation number) | شاخص (Index) | رابطه (equation) | منابع مورد استفاده (References) |
|---|---|---|---|
| (۱) | $GP=\frac{n}{N}\times100$ | درصد جوانی‌زنی Germination percentage | Panwar and Bhardwaj, 2005 |
| (۲) | $MDG=\frac{GP}{T}$ | میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean Daily Germination | Hartmann *et al*., 2005 |
| (۳) | $MTG=\frac{\Sigma(ni.ti)}{\Sigma n}$ | میانگین زمان جوانه‌زنی Mean Time to Germination | Kulkarni *et al*., 2007 |
| (۴) | $PV=\frac{na}{Ta}$ | ارزش حداکثر Peak Value | Hartmann *et al*., 2005 |
| (۵) | $GV=PV\times MDG$ | ارزش جوانه زنی Germination Value | Hartmann *et al*., 2005 |
| (۶) | $GR=\Sigma\frac{ni}{ti}$ | سرعت جوانه زنی Germination rate | Kulkarni *et al*., 2009 |

n=تعداد کل بذرهای جوانه‌زده در طی دوره N=تعداد بذرهای کاشته شده DW= وزن خشک T=طول کل دوره جوانه‌زنی

ni =تعداد بذرهای جوانه زده در یک فاصله زمانی مشخص ti=تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی na=حداکثر تعداد تجمعی بذر در اوج جوانه‌زنیTa=تعداد روز برای رسیدن به نقطه na

n=Total of germinated seeds during period, N=Number of sowed seeds, T=Total germination period, ni=The number of germination seeds at an interval of distinct period, ti=The number of days after the start of germination, na=Maximum number of seeds in germination peak, Ta=The number of days to reach na point

به‌منظور جلوگیری از تاثیر سایر طیف‌های موجود در محیط آزمایش و افزایش دقت در نحوه بررسی عملکرد طیف‌های آبی و قرمز بر شاخص‌های جوانه‌زنی، لامپ‌های ال.ای.دی و لامپ فلورسنت در محفظه‌های بسته و به‌عنوان تنها منبع نور در طی آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. شدت نور محفظه‌ها در سطح پتری‌دیش‌ها یکسان و برابر۲۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه در نظر گرفته شد.

به‌منظور تنظیم و اندازه‌گیری شدت نور از دستگاه نورسنج ال.آی-کُر (LI-COR®) مدل LI-250A استفاده گردید. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه حداقل به‌میزان دو میلی‌متر بود و برای ارزشیابی نحوه جوانه‌زنی بذرها در این پژوهش از رابطه‌هایی به شرح جدول ۱ استفاده شد. اندازه‌گیری وزن خشک گیاهچه‌هایی که سه هفته عمر داشتند با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۰۱ ± انجام شد. برای خشک‌کردن گیاهچه‌ها از آون با دمای ۵±۷۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۴ ساعت استفاده شد. برای استخراج محتویات کلروفیل‌های a، b، کل و کارتنوئید از روش آرنون (Arnon, 1964) و روابط زیر استفاده شد. در این روابط V حجم نمونه استخراج شده و W وزن تر نمونه است (Lichtenthaler and Wellburn, 1983; Saini, 2006).

(رابطه ۷) $C_a\,(mg.gFW^{-1}) = 12.7\,(A_{663}) - 2.69\,(A_{645}) \times V/1000W$

(رابطه ۸) $Cb\,(mg.gFW\text{-}1) = 22.9\,(A_{645}) - 2.69\,(A_{663}) \times V/1000W$

(رابطه ۹) $C_T\,(mg.gFW^{-1}) = 20.2\,(A_{645}) + 8.02\,(A_{663}) \times V/1000W$

(رابطه ۱۰) $Carotenoid\,(mg.gFW^{-1}) = 7.6\,(A_{480}) - 14.9\,(A_{510}) \times VD/1000W$

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی از طریق اندازه‌گیری ظرفیت تخریب رادیکال‌های فعال از روش ایبی (Aebi, 1984) استفاده شد و ظرفیت تخریب رادیکال‌های فعال با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

(رابطه ۱۱) ۱۰۰ × (جذب نمونه شاهد/ جذب نمونه مورد ارزیابی – جذب نمونه شاهد) = درصد تخریب رادیکال‌های فعال

برای اندازه‌گیری فنل کل نمونه‌ها از روش سینگلتون و روسی (Singleton and Rossi, 1965) استفاده شد. در این روش از اسید گالیک به‌عنوان استاندار استفاده و محتوای فنل کل بر اساس معادل اسید گالیک بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تازه نمونه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری قندهای محلول ۵۰۰ میلی‌گرم نمونه برگی توزین شد. سپس طی دو مرحله توسط ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد استخراج عصاره صورت پذیرفت. عصاره‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه در ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس ۳ میلی‌لیتر معرف آنترون به نمونه‌ها اضافه گردید و پس از اعمال ۱۰ دقیقه دمای آب جوش، میزان جذب نور در ۶۳۰ نانومتر قرائت شد. برای تهیه محلول استاندارد در این آزمایش از گلوکز خالص استفاده گردید. برای این منظور به‌ترتیب غلظت‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام تهیه و سپس معرف آنترون به آن‌ها اضافه شد. مطابق این روش اندازه‌گیری، نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفتند و در نهایت میزان جذب نور در طول موج ۶۳۰ نانومتر قرائت شد.

داده‌های حاصل از آزمایش، با استفاده از نرم‌افزار JMP8 تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد و محاسبات با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

## نتایج و بحث

### شاخص‌های جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر کیفیت نور بر شاخص‌های جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۲). نتایج جدول مقایسه میانگین بیانگر بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۶۳ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۴۱/۸۷)، میانگین جوانه‌زنی روزانه (۹/۲۱)، ارزش جوانه‌زنی (۶۸/۸۱)، ارزش حداکثر (۷/۵۰) و کم‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی (۲/۶۶) با کاربرد نور قرمز بود (جدول ۴). شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاهان تحت تاثیر کیفیت و کمیت نور قرار می‌گیرد (Anjah, *et al*., 2013; Lone, *et al*., 2014). اثر مثبت نور قرمز در بهبود وضعیت جوانه‌زنی بذرهای حساس به نور امری اثبات شده است. حضور طیف نور قرمز منجر به ساخت فرم فعال فیتوکروم (Pfr) می‌گردد که حضور آن برای جوانه‌زنی بذرها لازم است (Ortega-Base and Arechiga, 2007). با بررسی نتایج جدول مقایسه میانگین مشخص شد که کاربرد نور آبی و افزایش میزان حضور آن در ترکیب‌های نوری مورد مطالعه، اثر منفی معنی‌دار بر شاخص‌های جوانه‌زنی داشت (جدول۳).

**جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کیفیت نور بر شاخص‌های جوانه‌زنی سنبل‌الطیب**

**Table 2.Analysis of variances (Mean sqares) of light combinationseffects on germination indices of valerianseed**

| S.O.V | منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات Mean square | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | میانگین جوانه‌زنی روزانه | ارزش جوانه‌زنی | میانگین زمان جوانه‌زنی | ارزش حداکثر | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | وزن خشک ساقه‌چه | وزن خشک ریشه‌چه |
| | | df | Germination percentage | Germination rate | Mean daily germination | Germination value | Mean time to germination | Peak value | Radiclelength | Plumulelength | Plumule dry weight | Radicle dry weight |
| Light | نور | 3 | 1336.57** | 262.65** | 8.02** | 1446.25** | 0.89** | 8.28** | 0.4649** | 0.5597** | 0.0062* | 0.0160** |
| Error | خطا | 8 | 1.54 | 1.48 | 0.1742 | 3.24 | 0.0610 | 0.1270 | 0.0200 | 0.0082 | 0.0009 | 0.0018 |
| CV% | ضریب تغییرات(٪) | | 3.15 | 4.07 | 5.88 | 4.23 | 7.58 | 6.46 | 6.96 | 16.78 | 9.67 | 15.28 |

* و ** به‌ترتیب بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد

* and ** means significant difference at $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively.

**جدول ۳- تجزیه واریانس اثر کیفیت نور بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی گیاهچه سنبل‌الطیب**

**Table 3.Analysis of variances (Mean sqares) of light combinations effects on some biochemical traits of valerian seedling**

| S.O.V | منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات Mean square | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | کلروفیل کل | کلروفیل a | کلروفیل b | کارتنوئید | قند محلول ساقه‌چه | قند محلول ریشه‌چه | فعالیت آنتی‌اکسیدانی ساقه‌چه | فعالیت آنتی‌اکسیدانی ریشه‌چه | فنل کل ساقه‌چه | فنل کل ریشه‌چه |
| | | df | Total chlorophyll | Chlorophyll a | Chlorophyll b | Carotenoids | Plumule soluble sugar | Radicle soluble sugar | Plumule antioxidant activity | Radicle antioxidant activity | Plumule total phenolic compound | Radicle total phenolic compound |
| Light | نور | 3 | 0.2883** | 0.0661** | 0.0706** | 0.0427** | 34.27** | 8.56** | 69.16** | 31.35** | 6.18** | 2.64** |
| Error | خطا | 8 | 0.00014 | 0.00005 | 0.00010 | 0.00010 | 0.6359 | 0.8041 | 1.46 | 1.21 | 0.2497 | 0.0124 |
| CV% | ضریب تغییرات(٪) | | 1.90 | 1.99 | 3.67 | 2.77 | 1.16 | 1.44 | 1.85 | 1.92 | 7.58 | 3.09 |

* و ** به‌ترتیب بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

* and ** means significant difference at $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively

**جدول۴- مقایسه میانگین اثر کیفیت نور بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاهچه سنبل‌الطیب**

**Table 3.Mean comparison of light combinationseffects on germination indices of valerian seed**

| تیمار نوری | سرعت جوانه‌زنی‌درصد جوانه‌زنی | | میانگین جوانه‌زنی روزانه | رزش جوانه‌زنی | میانگین زمان جوانه‌زنی | ارزش حداکثر | طول ریشه‌چه (cm) | طول ساقه‌چه (cm) | وزن خشک ساقه‌چه (mg) | وزن خشک ریشه‌چه (mg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Light treatmen | Germination percentage | Germination rate | Mean Daily Germination | GerminationValue | Mean Time to Germination | eak Valu | Radicle length | Plumule length | Plumule dry weight | Radicle dry weight |
| R | 63.00[a] | 41.87[a] | 9.21[a] | 68.81[a] | 2.66[c] | 7.50[a] | 2.48[c] | 1.18[a] | 0.30[ab] | 0.18[bc] |
| 85%R+15%B | 51.33[b] | 30.03[b] | 7.32[b] | 50.15[b] | 3.12[bc] | 6[b] | 3.03[a] | 0.44[b] | 0.36[a] | 0.30[a] |
| 70%R+30%B | 22.66[c] | 28.57[b] | 6.51[c] | 33.03[c] | 3.26[b] | 5.01[c] | 2.75[b] | 0.22[c] | 0.35[a] | 0.26[ab] |
| F | 20.50[c] | 19.06[c] | 5.33[d] | 17.89[d] | 3.98[a] | 3.55[d] | 2.10[d] | 0.34[bc] | 0.26[b] | 0.14[c] |

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال $p<0.05$ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with the similar letter(s) in each column show insignificant difference according to LSD test, $p<0.05$

R: نور قرمز، B: نور آبی و F: نور لامپ فلورسنت

اگرچه گیرنده اصلی طیف آبی در گیاهان کریپتوکروم‌ها و فتوتروپین‌ها معرفی شده‌اند (Hopkins and Huner, 2004; Runkle and Heins, 2006; Jeong, *et al*., 2014). اما شدت‌های پایین نور آبی می‌تواند فعالیت فیتوکروم‌ها و ساخت فرم فعال فیتوکروم (Pfr) را تغییر داده و در نتیجه شاخص‌های جوانه‌زنی را تحت تاثیر قرار دهد (Poppe, *et al*., 1998; Castillon, *et al*., 2009).

نور آبی می‌تواند اثرات متفاوتی بر فرم‌های فعال و غیرفعال فیتوکروم A و فیتوکروم B داشته باشد که نتیجه آن واکنش متفاوت بذر گیاهان مختلف در مبحث جوانه‌زنی آنان است (Wareing, 1958; Poppe *et al*., 1998; Goggin *et al*., 2008; Castillon *et al*., 2009). در مطالعه مالکوست و همکاران (Malcoste, *et al*., 1972) در رابطه با بذر گیاه نموفیلا (*Nemophila insignif*)، جاکوبسن و همکاران (Jacobsen *et al*., 2013) در مورد بذر در حال رکود گندم، جالا (Jala, 2011) در مورد بذر گیاه نپنتیس (*Nepenthes mirabilis*) و تانو (Tanno, 2006) در رابطه با بذر پوشش‌دار گیاه لاپورتی (*Laportea bulbifera*) به کاهش جوانه‌زنی بذر در اثر افزایش میزان حضور نور آبی اشاره شده است. در حالی که راجاساخار و سوپوری (Rajasekhar and Sopory, 1985) در رابطه با بذر سورگوم (*Sorghum bicolor*) و راندال و جیل (Ranade and Gil, 2016) در مورد بذر کاج اسکاتلندی (*Pinus sylvestris*) به اثر مثبت حضور نور آبی بر خصوصیات جوانه‌زنی اشاره کرده‌اند.

**طول ریشه‌چه و ساقه‌چه**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر کیفیت نور بر طول ساقه‌چه در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین طول ساقه‌چه (۱/۱۸ سانتی‌متر) از تیمار نور قرمز حاصل شد که در مقایسه با نور فلورسنت از افزایش ۷۱/۱۸ درصدی برخوردار بود. کاربرد نور آبی و افزایش سطح حضور آن، کاهش معنی‌دار طول ساقه‌چه را به‌همراه داشت. به‌طوری‌که با کاربرد ترکیب‌های ۱۵ درصد آبی + ۸۵ درصد قرمز و۳۰ درصد آبی + ۷۰ درصد قرمز، طول ساقه‌چه به‌ترتیب ۶۲/۷۱ و ۸۱/۳۵ درصد نسبت به نور قرمز کاهش یافت (جدول ۴).

در برخی مطالعات به کاهش ارتفاع هیپوکوتیل خیار (*Cucumis sativus*) و کاهو (Shinkle and Jones, 1988)، داوودی(*Chrysanthemums* spp.) (Shimizu *et al*., 2006)، آرابیدوپسیس (*Arabidopsis thaliana*) (Folta and Spalding, 2001) و بنت‌القنسول (*Euphorbia pulcherrima*) (Islam *et al*., 2012) و افزایش ارتفاع هیپوکوتیل بادمجان (*Solanum melongena*) (Hirai *et al*., 2006) و اطلسی (*Petunia hybrida*) (Fukuda and Olsen, 2011) در اثر نور آبی گزارش شده است. وجود نورهای آبی و قرمز، فعالیت رنگدانه‌های کریپتوکروم و فیتوکروم و برهمکنش آنان را تحت تاثیر قرار می‌دهند. این رنگدانه‌ها توانایی اثرگذاری بر فعالیت ژن‌های دخیل در شکل‌گیری فرم‌های فعال و یا غیرفعال جیبرلین‌ها را دارند و میزان غلظت این هورمون نتیجه برهمکنش این دو گروه

از رنگدانه‌ها است که در نهایت ارتفاع گیاهچه را تعیین می‌کنند (Ahmad and Cashmore, 1997; Ahmad *et al*., 2002; Fukuda and Olsen, 2011).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر کیفیت نور بر طول ریشه‌چه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین طول ریشه‌چه (۳/۰۳ سانتی‌متر) در ترکیب ۱۵ درصد آبی+ ۸۵ درصد قرمز و کم‌ترین در نور فلورسنت (۲/۱۰ سانتی‌متر) به‌دست آمد. افزایش سطح نور آبی و کاربرد ترکیب ۳۰ درصد آبی + ۷۰ درصد قرمز منجر به کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه (۹/۲۴ درصد) در مقایسه با ترکیب ۱۵ درصد آبی + ۸۵ درصد قرمز شد. نور آبی به‌خصوص در نواحی ماورا بنفش از طریق تحریک فعالیت فتوتروپین‌ها (phototropin-1) منجر به رشد عمودی ریشه‌ها می‌شود تا از سطح خاک به عمق بروند و از خشکی سطح دور شوند.

**وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادتاًثیر کیفیت نور بر وزن‌خشک ساقه‌چه در سطح احتمال ۵ درصد و بر وزن خشک ریشه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۲). بررسی نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد که کم‌ترین وزن خشک ساقه‌چه (۰/۲۶ میلی‌گرم در گیاهچه) و کم‌ترین وزن خشک ریشه‌چه (۰/۱۴ میلی‌گرم در گیاهچه) متعلق به تیمار نور فلورسنت بود (جدول ۴). بیش‌ترین وزن خشک ساقه‌چه (۰/۵۶ میلی‌گرم در گیاهچه) با کاربرد ترکیب ۱۵درصد آبی +۸۵ درصد قرمز بدون اختلاف معنی‌دار با ترکیب ۳۰ درصد آبی +۷۰ درصد قرمز به‌دست آمد. بیش‌ترین وزن خشک ریشه‌چه (۰/۳ میلی‌گرم در گیاهچه) با ترکیب ۱۵ درصد آبی + ۸۵ درصد قرمز بدون اختلاف معنی‌دار با نسبت ۳۰ درصد آبی +۷۰ درصد قرمز به‌دست آمد (جدول ۴).

فعالیت رنگدانه‌های فتوسنتزی از جمله کلروفیل‌ها، کارتنوئیدها و فیکوبلین‌ها در افزایش وزن توده گیاهی مؤثر است و فعالیت این رنگدانه‌ها در طیف‌های مختلف نور، متفاوت از یکدیگر می‌باشد (Franklin and Whitelam, 2005; Hirai *et al*., 2006). با توجه به این‌که حداکثر جذب و فعالیت رنگدانه‌های کلروفیل a و کلروفیل b در حضور نورهای قرمز و آبی انجام می‌گیرد (Brown *et al*., 1995; Nhut *et al*., 2003) و حضور طیف‌های آبی، قرمز و قرمز دور منجر به تحریک و افزایش فعالیت دیگر رنگدانه‌های گیاهی از جمله فتوتروپین‌ها و یا کریپتوکروم‌ها می‌شود (Folta *et al*., 2005). بنابراین می‌توان انتظار داشت که کاربرد نورهای آبی و قرمز، افزایش عمل فتوسنتز و توسعه و رشد گیاهان را به همراه داشته باشد (Fan *et al*., 2013; Islam *et al*., 2012). اگرچه نتایج این آزمایش بیانگر افزایش معنی‌دار وزن‌های خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با کاربرد طیف‌های آبی و قرمز در مقایسه با نور فلورسنت بود اما کاربرد طیف‌های آبی و قرمز در مورد گیاهان مختلف می‌تواند نتایج متفاوتی به‌همراه داشته باشد. برخی از محققان، اثر مثبت نورهای آبی و قرمز در افزایش وزن کاهو (*Lactuca sativa*)، تربچه (*Raphanus sativus*)، اسفناج (*Spinacia oleracea*) و فلفل دلمه (*Capsicum annum*) را گزارش کردند (Yorio Brown *et al*., 1995; Pinho *et al*., 2004; *et al*., 2001). برخی از پژوهش‌ها نیز به عدم تاًثیر نور آبی در افزایش وزن تربچه، سویا و گندم (Cope and Bugbee, 2013) و یا اثر منفی آن در وزن بنفشه (*Viola arvensis*) و گل جعفری (*Tagets erecta*) اشاره کرده‌اند (Heo *et al*., 2002; Randall and Lopez, 2014).

تحقیقات در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که فیزیولوژی و توسعه ریشه گیاهان تحت تاًثیر کیفیت نور قرار می‌گیرد (Van Gelderen *et al*., 2018)کیفیت نور به‌عنوان نوعی سیگنال در ساخت و انتقال هورمون‌های گیاهی از جمله اکسین تاًثیرگذار می‌باشد. اگرچه حضور نور سفید و قرمز در توسعه ریشه‌ها مؤثر اعلام شده است اما نقش دقیق آنان و همچنین جایگاه نور آبی در این میان هنوز به‌خوبی مشخص نشده است (Kumar and Panigrahi, 2019).

**محتوای کلروفیل‌ها و کارتنوئید**

نتایج این آزمایش بیانگر اثر معنی‌دار کاربرد طیف‌های آبی و قرمز بر محتوای کلروفیل‌ها و کارتنوئید بود (جدول ۳). کم‌ترین مقادیر کلروفیل a (۰/۰۶ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر) ،کلروفیل b (۰/۴۱ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر)، کلروفیل کل (۰/۱۸ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر) و کارتنوئید (۰/۱۷ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر) با کاربرد نور فلورسنت به‌دست آمد (شکل۱). در میان رنگدانه‌های فتوسنتزی، کلروفیل b و کارتنوئیدها نقش مهمی در جذب نور و انتقال آن به کلروفیل a دارند (Agarwal

and Pendy, 2004). کارتنوئیدها جاذب نور آبی هستند که انرژی حاصل از جذب آن در فتوسنتز استفاده می‌شود (Franklin and Whitelam, 2005) شدت‌های پایین از نور آبی می‌تواند وضعیت قرارگیری کلروپلاست‌ها را به شکل عمود بر زاویه تابش نور تغییر دهد تا حداکثر جذب نور انجام شود که این مسئله می‌تواند اثری مثبت بر انجام فتوسنتز گیاه به‌همراه داشته باشد (Sakai *et al*., 2001; Adams *et al*., 2008).

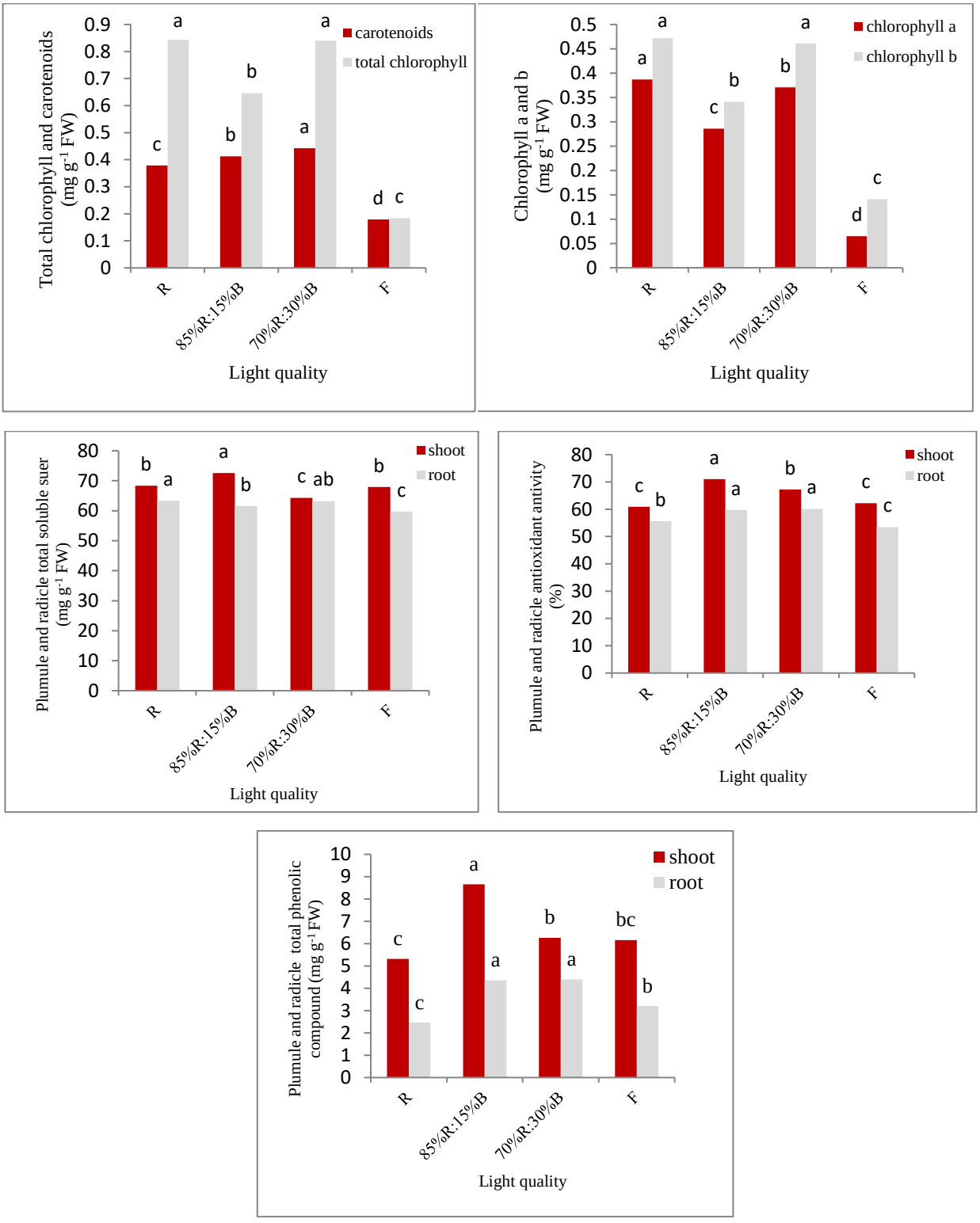
**میزان قند محلول ریشه‌چه و ساقه‌چه**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر کیفیت نور بر میزان قند محلول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین میزان قند محلول ساقه‌چه از ترکیب نوری ۱۵ درصد آبی + ۸۵ درصد قرمز (۷۲/۵۴ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) و بیش‌ترین میزان قند محلول ریشه‌چه به‌طور مشترک از تیمارهای نور قرمز و ترکیب نوری ۱۵ درصد آبی + ۸۵ درصد قرمز با میانگین‌های به‌ترتیب ۶۳/۳۷ و ۶۳/۲۲ میلی‌گرم در گرم وزن تازه به‌دست آمد (شکل ۱). نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد ترکیبی خاص از طیف‌های آبی و قرمز در مقایسه با نور فلورسنت، در افزایش تجمع قندهای محلول در ریشه‌چه و ساقه‌چه مؤثرتر بود (شکل ۱). از آن‌جایی‌که طیف‌های آبی و قرمز بیش‌ترین تأثیر را در فعالیت رنگدانه‌های فتوسنتزی دارند، می‌توان انتظار داشت که با حضور آنان، انجام عمل فتوسنتز و ساخت قندهای محلول در مقایسه با سایر ترکیبات نوری افزایش یابد (Pan and Chen, 1992). شین و همکاران (Shin *et al*., 2008) در رابطه با کشت درون شیشه‌ای گیاه ارکیده (Doritaenopsis) و لین و همکاران (Lin *et al*., 2013) و وجیچوکا و همکاران (Wojciechowska *et al*., 2015) در رابطه با گیاهچه‌های کاهو نیز به اثربخشی حضور همزمان طیف‌های آبی و قرمز در افزایش ساخت قندهای محلول اشاره کرده‌اند که با نتایج این آزمایش همخوانی داشت. این در حالی بود که در مطالعات لی و همکاران (Li *et al*., 2017) به اثر بخشی نور قرمز در افزایش قندهای محلول گیاهچه کتان (*Gossypium hirsutum* L.) و وانگ و همکاران (Wang *et al*., 2015) به اثربخشی نور زرد در افزایش قندهای محلول گیاهچه دم مارمولک (*Houttuynia Cordata*) اشاره شده است. اگرچه اثر نور بر رشد ریشه را می‌توان ناشی از افزایش عمل فتوسنتز، ساخت قندها و انتقال آنان به ریشه‌ها و تحریک رشد آنان دانست (Van Geldern *et al*., 2018) اما تاثیر کیفیت نور بر ساخت قندهای محلول، از مسیرهای دیگری نیز رشد ریشه‌هارا تحت تأثیر قرار می‌دهد و از نظر برخی از پژوهشگران، قندهای محلول فعالیت فاکتورهای تعاملی فیتوکروم‌ها را (Phytochrome-Interacting Factors (PIFs)) تحریک می‌کند و فعالیت این فاکتورها تولید هورمون‌های گیاهی از جمله اکسین و جیبرلین را به‌همراه دارد (Sairanen *et al*., 2012; Lastdrager *et al*., 2014). از آن‌جایی‌که اکسین در ریشه‌زایی مؤثر است، بنابراین شرایطی که منجر به افزایش غلظت قندها شود، می‌تواند در شکل‌گیری ریشه‌ها و رشد آنان نقش مثبت داشته باشد (Correa *et al*., 2005).

**ترکیب فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر کیفیت نور بر محتوای ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج این آزمایش نشان داد که ترکیب نور آبی و قرمز منجر به افزایش معنی‌دار فعالیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش حضور ترکیبات فنلی در ریشه‌چه و ساقه‌چه شد (شکل ۱). لی و همکاران (Lee *et al*., 2014) در رابطه باجوانه گندم سیاه(*Fagopyrum esculentum*)، وو و همکاران (Wu *et al*., 2007) در رابطه با گیاهچه نخود فرنگی و بلیزنیکاس و همکاران (Bliznikas *et al*., 2012) در رابطه با گیاهان بالغ شوید (*Anethum graveolens*) و جعفری (*Petroselinum crispum*)، بیش‌ترین مقدار فنل کل و تجمع آنتی‌اکسیدان‌ها را با کاربرد نور قرمز مکمل به‌دست آوردند. کیم و همکاران (Kim *et al*., 2014) در رابطه با گیاهچه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) نیز به بیش‌ترین مقدار فنل کل و تجمع آنتی اکسیدان‌ها با کاربرد نور آبی اشاره کردند. اما نتیجه به‌دست آمده در این آزمایش با نتیجه سان و همکاران (Son *et al*., 2012) که گزارش کردند بالاترین مقدار ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی از ترکیب نور آبی و قرمز در گیاهچه گوجه‌فرنگی و ارقام مختلف گیاهچه کاهو به‌دست می‌آید، مطابقت داشت. نتایج این آزمایش بیانگر واکنش متفاوت ساقه‌چه و ریشه‌چه در برابر افزایش سطح حضور نور آبی و میزان

۱ تجمع ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود، به-
۲ نحوی‌که در ساقه‌چه افزایش سطح حضور نور آبی منجر به
۳ کاهش معنی‌دار فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتویات
٤ ترکیبات فنلی گردید، اما این مسئله در ریشه‌چه مشاهده
٥ نشد.




**شکل ۱- اثر ترکیبات نوری بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی گیاهچه‌های سنبل‌الطیب. R: نور قرمز ، B : نور آبی و F: نور فلورسنت**

**Figure 1. Light combination effects on some biochemical traits of valerianseedlings. R: Red light, B: Blue light and F: Fluorescent light**

همچنین تحت کاربرد نور فلورسنت که در ترکیبات طیفی خود محتوای نور آبی است، فنل کل ساقه‌چه و ریشه‌چه بیش از زمانی بود که گیاهچه‌ها تحت نور قرمز رشد کرده بودند (شکل ۱). در همین ارتباط، سان و همکاران (Son *et al*., 2012; Son and Oh, 2013) و استات و همکاران (Stutt *et al*., 2009) در رابطه با گیاهچه‌های گوجه فرنگی و کاهو گزارش کردند که افزایش درصد حضور نور آبی منجر به افزایش ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان تحت تیمار شد. همچنین نور سفید که حاوی مقادیری از نور آبی است در مقایسه با نور قرمز، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و تجمع ترکیبات فنلی بیش‌تری را موجب شد. علت تأثیر طیف نور آبی بر افزایش ترکیبات فنلی، این‌گونه تفسیر شده است که اصولا طیف‌های نور آبی نزدیک به ماورابنفش است و می‌تواند همانند آن، نوعی تنش محسوب شود. تنش‌های زنده و غیرزنده می‌توانند افزایش مقدار ترکیبات فنلی را در بافت‌های گیاهان به‌همراه داشته باشند (Dicko *et al*., 2005). سلول‌های گیاهی برای جلوگیری از آسیب‌های ناشی از حضور گونه‌های فعال اکسیژن، فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و تولید ترکیبات فنلی خود را فزایش می‌دهد (Dicko *et al*., 2005; Kim *et al*., 2014) گزارش شده است که اسیدهای فنلی در میوه گوجه‌فرنگی با تابش اشعه یو وی افزایش می‌یابد (Bian *et al*., 2014). با توجه به نتایج این آزمایش، به‌نظر می‌رسد که نور آبی در ساخت متابولیت‌های ثانویه از جمله ترکیبات فنلی و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی مؤثر باشد.

ریشه‌ها همانند بخش‌های هوایی یک گیاه دارای گیرنده‌های مختلف نور هستند و تحریک گیرنده‌ها با توجه کیفیت نور دریافتی در چگونگی رشد و عملکرد ریشه‌ها مؤثر است. اثر مدت زمان حضور نور بر ترکیبات مختلف فنلی مختلف در ریشه‌های گیاه قاشقک (*Scutellaria lateriflora*) گزارش شده است (Marsh *et al*., 2014). در مقایسه با ساختارهای هوایی گیاه، نحوه عملکرد ریشه‌ها در برابر نور هنوز به‌خوبی مشخص نشده است.

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد نورهای آبی و قرمز بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر، کیفیت رشد رویشی و برخی ویژگی‌های شیمیایی و رویشی گیاهچه سنبل‌الطیب مؤثر بود. کیفیت و کمیت جوانه‌زنی بذرها و عملکرد گیاهچه‌های مورد آزمایش در صفاتی همچون وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، محتویات فنل کل و قند ریشه‌چه و ساقه‌چه، فعالیت آنتی‌اکسیدانی ریشه‌چه و ساقه‌چه به نسبت ترکیبی نور آبی و قرمز و سطح حضور نور آبی بستگی داشت. اگرچه افزایش سطح حضور نور آبی، منجر به کاهش برخی صفات شد، اما به‌طور کل کاربرد نورهای قرمز و آبی در مقایسه با لامپ‌های فلورسنت که به‌عنوان منابع نور مصنوعی متداول مورد استفاده قرار می‌گیرد، گیاهچه‌هایی با کیفیت بالاتر و خصوصیات رویشی مناسب‌تر تولید کرد.

## تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئول آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد قدردانی می‌گردد.

## منابع

Adams, S.R., Valdes,V.M. and Langton, F.A. 2008. Why does low intensity, long-day lighting promote growth in Petunia, Impatiens, and tomato? Journal of Horticultural Science and Biotechnolog, 83(5): 609–615.**(Journal)**

Aebi, H.E. 1984. Catalase in vitro. Methods Enzymology, 105: 121-126.**(Journal)**

Agarwal, S. and Pandy, V. 2004. Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in *Cassia angustifolia.* Biologia Plantarum, 48: 555-560. **(Journal)**

Ahmad, M. and Cashmore, A. 1997. The blue-light receptor cryptochrome 1 shows functional dependence on phytochrome A or phytochrome B in *Arabidopsis thaliana*. The Plant Journal, 11(3): 421-427. **(Journal)**

Ahmad, M., Grancher, N., Heil, M., Black, R., Giovani, B., Galland, P. and Lardemer, D. 2002. Action spectrum for cryptochrome-dependent hypocotyl growth inhibition in *Arabidopsis*. Plant Physiology, 129(2): 774-785. **(Journal)**

Anjah,G.M., Focho, A.D. and Dondjang, J.P. 2013. The effects of sowing depth and light intensity on the germination and early growth of *Ricinodendron heudelotii*. African Journal of Agricultural Research, 8(46): 5854-5858. **(Journal)**

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Poly phenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24(1): 1-150. **(Journal)**

Badalzadeh, A., Danesh Shahraki, A. and Beheshti, S. 2017. Effect of osmopriming on germination characteristic of *Valeriana officinalis* L. seed under drought stress. International Journal of Farming and Allied Sciences, 6(3): 72-79. **(Journal)**

Bian, Z.H., Yang, Q.C. and Liu, W.K. 2014. Effects of light quality on the accumulation of phytochemicals in vegetables produced in controlled environments: a review. Journal of The Science of Food and Agriculture, 95(5): 869-877. **(Journal)**

Bliznikas, Z., Zukauskas, A., Samuolienė, G., Virsile, A., Brazaitytė, A., Jankauskienė, J., Duchovskis, P. and Novičkovas, A. 2012. Effect of supplementary pre-harvest LED lighting on the antioxidant and nutritional properties of green vegetables. Acta Horticulturae, 939: 85–91. **(Journal)**

Brown, C.S., Schuerger, A.C. and Sager, J.C. 1995. Growth and photomorphogenesis of pepper plants under red light-emitting-diodes with supplemental blue or far-red lighting. Journal of American Society for Horticultural Science, 120: 808-813. **(Journal)**

Castillon, A., Shen, H. and Huq, E. 2009. Blue light induces degradation of the negative regulator phytochrome interacting factor 1 to promote photomorphogenic development of *Arabidopsis*seedlings. Genetics, 182: 161–171. **(Journal)**

Cevallos-Casals, B.A. and Cisneros-Zevallos, L. 2010. Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species. Food Chemistry, 119(4): 1485–1490. **(Journal)**

Chen, M. and Chory, J. 2011. Phytochrome signaling mechanism and the control of plant development. Trens Cell Biology, 21(11): 664-671. **(Journal)**

Circosta, C., De Pasquale, R., Samperi, S., Pino, A. and Occhiuto, F. 2007. Biological and analytical characterization of two extracts from *Valeriana officinalis*. Journal of Ethnopharmacology, 112(2): 361–367. **(Journal)**

Cope, K.R. and Bugbee, B. 2013. Spectral effects of three types of white light-emitting diodes on plant growth and development, absolute versus relative amount of blue Light. HortScience, 48(4): 504-509. **(Journal)**

Correa, L.D.R., Paim, D.C., Schwambach, J. and Fett-Neto, A.G. 2005. Carbohydrates as regulatory factors on the rooting of *Eucalyptus saligna* Smith and *Eucalyptus globulus* Labill. Plant Growth Regulation, 45(1): 63–73. **(Journal)**

Dicko, M.H., Gruppen, H., Traore, A.S., van Berkel, W.J.H. and Voragen, A.G.J. 2005. Evaluation of the effect of germination on phenolic compounds and antioxidant activities in sorghum varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(7): 2581–2588. **(Journal)**

Dini Torkamani, M.R., Abbaspour, N. and Samadi, A. 2013. Study of two treatments on the germination of *Valeriana officinalis* L. seeds in two growth media. African Journal of Basic and Applied Sciences, 5(5): 232-236. **(Journal)**

Dueñas, M., Hernández, T., Estrella, I. and Fernández, D. 2009.Germination as a process to increase the polyphenol content and antioxidant activity of lupine seeds (*Lupinus angustifolius* L.). Food Chemistry, 117(4): 599–607. **(Journal)**

Ekhteraei Tousi, S., Radjabian, T., Ebrahimzadeh, H. and Niknam, V. 2010. Enhanced production of valerenic acids and valepotriates by *in vitro* cultures of *Valeriana officinalis* L. International Journal of Plant Production 4(3): 209-222. **(Journal)**

Fan, X., Xu, Z., Liu, X., Tang, C. and Wang, L. 2013. Effect 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. **(Journal)**

Folta, K.M. and Spalding, E.P. 2001. Unexpected roles for cryptochrome 2 and phototropinrevealed by high-resolution analysis of blue light-mediated hypocotyl growth inhibition. Plant Journal, 26: 471-478. **(Journal)**

Folta, K.M., Koss, L.L., McMorrow, R., Kim, H., Kenitz, J.D., Wheeler, R. and Sager, J. 2005. Design and fabrication of adjustable red-green-blue LED light arrays for plant research. BMC Plant Biology, 5: 17-28. **(Journal)**

Franklin, K.A. and Whitelam, G.C. 2005. Phytochromes and shade-avoidance responses in plants. Annals of Botany, 96:169-175. **(Journal)**

Frias, J., Miranda, M., Doblando, R. and Vidalvalverde, C. 2005. Effect of germination and fermentation on the antioxidant vitamin content and antioxidant capacity of *Lupinus albus* L. var. Multolupa. Food Chemistry, 92(2): 211–220. **(Journal)**

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. **(Journal)**

Goggin, D.E., Steadman, K.J. and Poweles, S.B. 2008. Green and blue light photoreceptors are involved in maintenance of dormancy in imbibed annual ryegrass (*Lolium rigidum*) seeds. New Phytologist, 180: 81-89. **(Journal)**

Hartman, H.T., Kester, D.E., Davis, F. and Geneve, R. 2005. Plant Propagation Principles and Practices.6th Ed. Prentice-Hall. U.S.A. **(Book)**

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 Regulators, 38: 225-230. **(Journal)**

Hirai, T., Amaki, W. and Watanabe, H. 2006. Action of blue or red monochromatic light on stem internodal growth depends on plant species. Acta Horticulture, 711: 345-349. **(Journal)**

Hopkins, W.G. and Huner, N.P.A. 2004. Introduction to Plant Physiology. John Wily and Sons, Inc., New Jersey. **(Book)**

Houghton, P.J. 1999. The scientific basis for the reputed activity of valerian. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 51: 505–512. **(Journal)**

Islam, M.A., Kuwar, G., Clarke, J., Blystad, D.R., Gislerod, H.R., Olsen, J.E. and Torre, S. 2012. Artificial light from light emitting diodes (LEDs) with a high portion of blue light results in shorter poinsettias compared to high pressure sodium (HPS) lamps. Scientia Horticulturae, 147:136-143. **(Journal)**

Jacobsen, J., Barrero, J.M., Hughes, T., Julkowska, Taylor, J.M., Xu, Q. and Gubler, F. 2013. Roles for blue light, jasmonate and nitric oxide in the regulation of dormancy and germination in wheat grain (Triticum aestivum L.). Planta, 238(1):121-138. **(Journal)**

Jala, A. 2011. Effect of different light treatment on the germination of nepenthes mirabilis. International Tranaction Journal of Engineering Management and Applied Science and Technologied, 2(1):83-91. **(Journal)**

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**. (Journal)**

Kaur, R., Sood, M., Chander, S., Mahajan, R., Kumar, V. and Sharma, D.R. 1999. In vitro propagation of *Valeriana jatamani*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 59: 227–229. **(Journal)**

Kim, E., Park, S., Park, B., Lee, Y. and Oh, M. 2014. Growth and antioxidant phenolic compound in cherry tomato seedlings grown under monochromatic light emitting diodes. Horticulture Environmental Biotechnology, 55(6): 506-513**. (Journal)**

Kulkarni, M.G., Street, R.A. and Staden, J.V. 2007. Germination and seedling growth requirements for propagation of *Diosscorea dregeana* (Kunth) Dur. and Schinz-A tuberousmedicinal plant. South African Journal of Botany, 44: 646-649. **(Journal)**

Kumar, S. and Panigrahi, K.C.S. 2019. Light and auxin signaling cross-talk programme root development in plants. Journal of Biosciences, 44: 26. **(Journal)**

Lara, T.S., Lira, J.M. S., Rodrigues , A.C., Rakocevic, M. andAlvarenga, A.A. 2014.Potassium nitrate priming affects the activity of nitrate reductase and antioxidant enzymes in tomato germination. Journal of Agricultural Science, 6(2):72-80.**(Journal)**

Lastdrager, J., Hanson, J. and Smeekens, S. 2014. Sugar signals and the control of plant growth and development. Journal of Experimental Botany, 65(3): 799–807. **(Journal)**

Lee, S.W., Seo, J.M., Lee, M.K., Chun, J-H., Antonisamy, P., Arasu, M.V., Suzuki, T., Al-Dhabi, N. and Kim, S.J. 2014. Influence of different LED lamps on the production of phenolic compounds in common and Tartary buckwheat sprouts. Industrial Crops and Products, 54: 320–326. **(Journal)**

Lei, C., Zhen-Yu, W. and Xiu-Hua, Z. 2012. Optimization of elicitors and precursors to enhance valtrate production in adventitious roots of *Valerianaamurensis*. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 108:411- 420. **(Journal)**

Li, H.M., Tang, C.M. and Xu, Z.G. 2017. Photosynthetic characteristic and chloroplast ultrastructure of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seedlings. photosynthetic characteristic and chloroplast ultrastructure of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seedlings. Emirates Journal of Food and Agriculture, 29(2): 104-13. **(Journal)**

Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A.R. 1983.Determinations of total carotenoids and chlorophyllsaandbof leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11(5): 591–592. **(Journal)**

Lin, K.H., Huang, M.Y., Huang, W.D., Hsu, M.H., Yang, Z.W. and Yang, C.M. 2013. Theeffects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth,development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*). Scientia Horticulturea, 150: 86–91. **(Journal)**

Lone, B.A., Unemoto, L.K., Ferrari, E.A.P., Sadayo, L.T., Takahashi, A. and Faria, R. T. 2014. The effects of light wavelength and intensity on the germination of pitaya seed genotypes. Australian Journal of Crop Science, 8(11): 1475-1480. **(Journal)**

Lopez-Amoros, M.L., Hernandez, T. and Estrella, I. 2006. Effect of germination on legume phenolic compounds and theirantioxidant activity. Journal of Food Composition and Analysis, 19: 277–283. **(Journal)**

Malcoste, R., Tzanni, H., Jacques, R. and Rollin, P. 1972. The influence of blue light on dark-germinating seeds of *Nemophila insignis*. Planta (Berl.), 103: 24-34. **(Journal)**

Marsh, Z., Yang, T., Nopo-Olazabal, L., Wu, S., Ingle, T., Joshee, N. and Medina-Bolivar, F. 2014. Effect of light, methyl jasmonate and cyclodextrin on production of phenolic compounds in hairy root cultures of *Scutellaria lateriflora*. Phytochemistry, 107: 50–60. **(Journal)**

Moe, R. and Heins, R. 1990. Control of plant morphogenesis and flowering by light quality and temperature. Acta Horticulture, 272: 81-89. **(Journal)**

Murphy, K., Kubin, Z.J., Shepherd, J.N. and Ettinger, R.H. 2010. Valeriana officinalis root extracts have potent anxiolytic effects in laboratory rats. Phytomedicine, 17(8-9): 674–678. **(Journal)**

Nhut, D.T., Takamura,T., Watanabe, H., Okamoto, K. and Tanaka, M. 2003. Responses of strawberry plantlets cultured in vitro under superbright red and blue light-emitting diodes (LEDs). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 73:43-52. **(Journal)**

Ohadi, H., Rahimian Mashhadi, H., Tavakkol Afshari, R. and Baheshtian, M. 2009. Modelling the effect of light intensity and duration of exposure on seed germination of *Phalaris minor* and *Poa annua*. European Weed Research Society Weed Research, 50: 209–217. **(Journal)**

Ortega-Base, P. and Arechiga, M. 2007. Seed germination of *Trichocereus terscheckii* (Cactaceae): Light, temperature and gibberellic acid effects. Journal of Aird Encironments, 69(1): 169-179. **(Journal)**

Pan, R.C. and Chen, F.G. 1992. Retardation of senescence in detached leavesof mung bean seedling by blue light. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 1:67–72. **(Journal)**

Panwar, P. and Bhardwaj, S.D. 2005. Handbook of Practical Forestry. Agrobios, India. **(Book)**

Pinho, P., Oskari, M., Eino, T. and Lisa, H. 2004. Photobiological aspects of crop plants grown under light emitting diodes. Proc CIE Expert Symposium. LED Light Sources. Tokyo, Japan. 7-8 June. pp. 71-74. **(Conference)**

Poppe, C., Sweere, U., Drumm-Herrel, H. and Schafer, E. 1998. The blue light receptor cryptochrome 1 can act independently of phytochrome A and B in *Arabidopsis thaliana*. The Plant Journal, 16(4): 465–471. **(Journal)**

Quinones, M., Galvan, A., Fernandez, E. and Aparicio, P. 1999. Blue-light requirement for the biosynthesis of an $NO_2$-transport system in the *Chlamydomonas reinhardtiinitrate* transport mutant S10*. Plant, Cell and Environment, 22: 1169–1175. **(Journal)**

Rajasekhar, V.K. and Sopory, S. 1985.The blue light effect and its interaction with phytochrome in the control of nitrite reductase activity in *Sorghum bicolor* Willd. New Phytologist, 101(2): 251-258. **(Journal)**

Ranade, S. and Gil, M.R. 2016. Application of monochromatic blue light during germination and hypocotyl development improved outplanted Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees performance. Forest Ecology and Management, 361: 368-374. **(Journal)**

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. **(Journal)**

Runkle, E.S. and Heins, R.D. 2006. Manipulating the light environment to control flowering and morphogenesis of herbaceous plants. Acta Horticulturea, 711:51-59. **(Journal)**

Saini, R.S. 2006. Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture. Agrobios, India. **(Book)**

Sairanen, I., Novak, O., Ikeda, Y., Jones, B., Sandberg, G. and Ljung, K. 2012. Soluble carbohydrates regulate auxin biosynthesis via PIF proteins in Arabidopsis. Plant Cell, 24: 4907-4916. **(Journal)**

Sakai, T., Kagawa, T., Kasahara, M., Swartz, T.E., Christie, J.M., Briggs, W.R., Wada, M. and Okada, K. 2001. Arabidopsis nph1 and npl1: Blue light receptors that mediate both phototropism and chloroplact relocation. Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America, 98(12): 6969-6974. **(Journal)**

Shimizu, M., Ma, Z. and Douzono, M. 2006. Blue light inhibits stem elongation of chrysanthemum. Acta Horticulturae, 711: 363–368. **(Journal)**

Shin, K.S., Murthy, H.N., Heo, J.W., Hahn, E.J. and Paek, K.Y. 2008. The effect of light quality on the growth and development of in vitro cultured Doritaenopsis plants. Acta Physiologiae Plantarum, 30(3): 339–343. **(Journal)**

Shinkle, J.R. and Jones, R.J. 1988. Inhibition of stem elongation in cucumis seedlings by blue light requires calcium. Plant Physiology, 86:960-966. **(Journal)**

Singleton, V.L. and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic and phosphotungstic acid reagent. American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158. **(Journal)**

Son, K.H. and Oh, M.M. 2013. Leaf shape, growth, and antioxidant phenolic compounds of two lettuce cultivars grown under various combinations of blue and red light-emitting diodes. Hortscience, 48(8):988–995**. (Journal)**

Son, K.H., Park, J.H., Kim, D. and Oh, M.M. 2012. Leaf shape index, growth, and phytochemicals in two leaf lettuce cultivars grown under monochromatic light-emitting diodes. Korean Journal of Horticultural Science and Technology, 30:664-672. **(Journal)**

Stutte, G.W., Edney, S. and Skerritt, T. 2009. Photoregulation of bioprotectant content of red leaf lettuce with light-emitting diodes. HortScience, 44:79–82. **(Journal)**

Takemiya, A., Inoue, S., Doi, M. and Kinoshita, T. 2005. Phototropins Promote Plant Growth in Response to Blue Light in Low Light Environments. Plant Cell, 17: 1120–1127. **(Journal)**

Tanno, N. 2006. Blue light induced inhibition of seed germination:The necessity of the fruit coats for the blue light response. Physiologia Plantarum, 58(1): 18-20. **(Journal)**

Van Gelderen, K., Kang, C. and Pierik, R. 2018. Light signaling, root development and plansticity. Plant Physiology. 176: 1049-1060. **(Journal)**

Wang, Z., Tian, J., Yu, B., Yang, L. and Sun, Y. 2015. LED light spectrum affects the photosynthetic performance of *Houttuynia Cordata* seedlings. American Journal of Optics and Photonics, 3(3): 38-42. **(Journal)**

Wareing, P.F. 1958. Similar effects of blue and infra-red rdiation on light-sensitive seeds. Nature, 181(4620):1420-1421. **(Journal)**

Wojciechowska, R., Długosz-Grochowska, O., Kołton, A. and Żupnik, M. 2015. Effects of LED supplemental lighting on yield and some quality parameters of lamb's lettuce grown in two winter cycles. Scientia Horticulturae, 187(13): 80-86. **(Journal)**

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, 101:1753–1758. **(Journal)**

Yorio, N.C., Goins, G.D., Kagie, H.R., Wheeler, R.M. and Sager, J.C. 2001. Improving spinach,radish and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation. HortScience, 36:380-383. **(Journal)**

# The effect of light quality on germination and some physicochemical characteristics of valerian (*Valeriana officinalis*) seedlings

**Azadeh Rashidi[1], Rasoul Narimani[1], Mohammad Moghaddam[*2]**

Received: May 14, 2019 Accepted: August 25, 2019

**Abstract**

To investigate the effect of light quality on germination indices and some vegetative traits of valerian seedlings, a research was conducted as completely randomized design with three replications and light combinations in four levels (R light, 15% B + 85% R , 30% B + 70% R and fluorescent light) were used. The results showed that the highest percentage of germination (63%), germination rate (%41.87), mean daily germination (9.21), germination value (68.81), peak value (7.50) and lowest mean time to germination (2.66) were obtained under R light.The highest dry weight of plumule (0.36 mg/seedling) were obtained under R light and 15%B + 85%R ratio. The highest dry weight of radicle (0.3 mg/seedling) were acquired under30%B + 70% R and 15%B + 85%R ratios. The highest length of plumule and radicle (1.18 and 3.03 cm, respectively) were obtained under R light and 15%B + 85%R ratio. The highest amount of radicle and plumule soluble sugar (63.37 and 72.54 $mgg^{-1}$ FW, respectively) were acquiredunder R light and 15%B + 85%Rratio. The highest amount of chlorophyll a, b, totalchlorophyll (0.37, 0.47, 0.84 mg $g^{-1}$FW, respectively) and carotenoids (0.44 mg $g^{-1}$ FW) were obtained under 30%B + 70%Rratio, the highest amount of radicle and plumule antioxidant activity (60.09% and 71.04%) under 30%B + 70%R and 15%B + 85%Rratios and the highest amount of radicle and plumule phenolic compounds (4.40 and 8.65 mg $g^{-1}$ FW, respectively) under 30%B + 70%R and 15%B : 85%Rratios were obtained. The results of this experiment showed that it is possible to improve germination indices and biochemical and vegetative traits of valerian seedlings by the usage of the R and B spectra compare with fluorescent light.

**Keywords: Light quality; Light spectrum; Phenolic compounds; Phytochrome**

**How to cite this article**

Rashidi, A., Narimani, R. and Moghaddam, M. 2021. The effect of light quality on germination and some physicochemical characteristics of valerian (*Valeriana officinalis*) seedlings. Iranian Journal of Seed Science and Research, 7(4): 317-341. (In Persian)(**Journal)**

DOI: 10.22124/JMS.2020.4640

**COPYRIGHTS**

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Ph.D. Student, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Associate Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*Corresponding author: m.moghadam@um.ac.ir