

تأثیر ترکیب‌های طیف‌های آبی و قرمز و شدت نور بر رشد رویشی نشای اطلسی

آزاده رشیدی^۱، علی تهرانی فر^{۲*} و سید حسین نعمتی^۳

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، پردیس بین‌الملل، دانشگاه فردوسی مشهد

۲ و ۳. استاد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۲۵)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کیفیت و شدت نور بر ویژگی‌های رویشی نشای اطلسی (*Petunia × hybrida* 'Super cascade Blue')، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام پذیرفت و نشای این گیاه به مدت چهار هفته تحت تأثیر دو سطح از شدت نور شامل $40 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ و $60 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ و نسبت‌های نوری ۰ درصد آبی: ۱۰۰ درصد قرمز، ۱۵ درصد آبی: ۸۵ درصد قرمز، ۳۰ درصد آبی: ۷۰ درصد قرمز و نور فلورسنت قرار گرفتند. نتایج بیانگر بیشترین وزن‌های تر و خشک برگسار و ریشه، سطح برگ، قطر ساقه با کاربرد نسبت نوری ۱۵ درصد آبی: ۸۵ درصد قرمز با شدت $60 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ بود. همچنین نتایج نشان داد، امکان جبران سطح شدت پایین تر نور با کاربرد نسبت خاص نور وجود دارد زیرا صفات مورد بررسی با کاربرد نسبت نوری ۱۵ درصد آبی: ۸۵ درصد قرمز با شدت $40 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ در مقایسه با ترکیب‌های تیماری ۰ درصد آبی: ۱۰۰ درصد قرمز، ۳۰ درصد آبی: ۷۰ درصد قرمز و نور فلورسنت با شدت $60 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ با اختلافی معنی دار برتر بود.

واژه‌های کلیدی: ال.ای.دی، سبزینه، کارتنوئید، نورساخت، نور مصنوعی.

The effect of blue and red spectrum combinations and light intensity on vegetative growth of *Petunia* seedling

Azadeh Rashidi¹, Ali Tehranifar^{2*} and Seyed Hossein Nemati³

1. Former M. Sc. Student, Faculty of Agriculture, International Campus, University of Mashhad, Iran

2, 3. Professor and Assistant Professor, Faculty of Agriculture, University of Mashhad, Iran

(Received: Jan. 2, 2017 - Accepted: May 15, 2017)

ABSTRACT

To investigate the effect of light intensity and light combinations on vegetative characteristics of *petunia* seedling (*Petunia × hybrida* 'Super cascade Blue'), an experiment was conducted as factorial in Completely Randomized Design with three replications. Seedlings were treated for four weeks under two levels of light intensity includes $40 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ and $60 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ and three combinations of blue and red spectrum with ratios of 0% blue: 100% red, 15% blue: 85% red, 30% blue: 70% red and Fluorescent light. The result showed that fresh weight and dry weight, leaf area and stem caliper were superior less than $65 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ of 15% blue: 85% red ratio. Our results implied that specific light combination was able to compensate the negative effects of low light intensity because using 15% blue: 85% red ratio with $40 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ compared to 0% blue: 100% red, 30% blue: 70% red and Fluorescent light at $60 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ light intensity lead to seedlings with superior vegetative characteristics.

Keywords: Artificial light, carotenoids, chlorophyll, LED, photosynthesis.

مقدمه

نور از عامل‌های محیطی تأثیرگذار بر رشد و نمو گیاهان است (Currey & Lopez, 2013). پاسخ‌دهی گیاهان در برابر نور موجود در محیط رویش، به عملکرد رنگدانه‌های نورساختی (فتوسنتزی) و رنگدانه‌های گیرنده نور بستگی دارد و سطح فعالیت رنگدانه‌های یادشده در حضور طیف‌های مختلف نور، متفاوت از یکدیگر است (Franklin & Whitelam, 2005). و بیشترین تأثیر مربوط به حضور نورهای آبی و قرمز اعلام شده است که می‌تواند در رشد و سلامت گیاهان نقش مثبت ایفا کند (Nhut *et al.*, 2003). تاکنون گزارش‌هایی مبنی بر تأثیر مثبت افزایش مدت‌زمان حضور نور بر بهبود وضعیت رشد برخی از گیاهان زینتی ارائه شده است اما چگونگی تأثیر طیف‌های اختصاصی نور و سطح شدت نور بر چگونگی رشد رویشی نشای گیاهان زینتی کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Fukuda *et al.*, 2016). هدف از این تحقیق بررسی تأثیر سه ترکیب متفاوت از دو طیف آبی و قرمز به همراه دو سطح از شدت نور در چهار هفته اولیه رشد نشای اطلسی و بررسی کیفیت و کمیت رشد آنان با استفاده از کاربرد طیف‌های اختصاصی نوری است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر شدت و کیفیت نور بر چگونگی رشد رویشی نشای اطلسی 'Petunia × hybrida Super' 'cascade Blue' تحقیقی به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل شدت نور در دو سطح $1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ و $40 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (شاهد) و ترکیب‌های نوری در چهار سطح ۰ درصد آبی: ۱۰۰ درصد قرمز، ۱۵ درصد آبی: ۸۵ درصد قرمز و ۳۰ درصد آبی: ۷۰ درصد قرمز و نور فلورسنت (شاهد) بود. شدت نور با دستگاه نورسنج ال‌آی-کُر (LI-COR®) مدل LI-250A اندازه‌گیری و از لامپ‌های ال‌آی‌دی (شرکت SENYANG LIGHT) با طیف قرمز (۶۲۵ نانومتر) و طیف آبی (۴۶۷ نانومتر) به شمار ۴۰۰ عدد استفاده شد که روی صفحه‌های پلکسی‌گلس (Plexiglass)

نصب شدند. با استفاده ۳۴۰ عدد لامپ قرمز و ۶۰ عدد لامپ آبی، نسبت نوری ۱۵ درصد آبی: ۸۵ درصد قرمز و با کاربرد ۲۸۰ عدد لامپ قرمز و ۱۲۰ عدد لامپ آبی نسبت نوری ۳۰ درصد آبی: ۷۰ درصد قرمز به دست آمد. لامپ‌های ال‌آی‌دی در محفظه‌های بسته و به ابعاد $60 \times 60 \times 70$ سانتی‌متر و لامپ‌های فلورسنت در محفظه به ابعاد $60 \times 60 \times 120$ سانتی‌متر استفاده شد. برای هر ترکیب تیماری سه سینی کاشت با ۲۰ حفره در نظر گرفته شد که با کوکوپیت مرطوب پر شدند و در هر حفره یک بذر کاشته شد و سینی‌ها در دمای $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ و رطوبت ۶۰ درصد و اتاقتی با نور طبیعی به‌شدت $20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ قرار گرفتند و پس از مشاهده نخستین شواهد جوانه‌زنی در ۹۰ درصد از حفره‌های کاشت، به محفظه‌های نوری منتقل شدند. دمای روزانه $21 \pm 1^\circ\text{C}$ و شبانه $16 \pm 1^\circ\text{C}$ و مدت‌زمان حضور نور از ساعت ۶ صبح الی ۲۲ بود و پس از گذشت چهار هفته داده‌برداری انجام شد. اندازه‌گیری ارتفاع با خط‌کش، اندازه‌گیری وزن تر و خشک قسمت‌های برگسار و ریشه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱، اندازه‌گیری قطر ساقه از میکرومتر، اسکن سطح برگ با اسکنر شرکت اچ‌پی (hp) مدل G3110 و اندازه‌گیری سطح برگ با نرم‌افزار ImageJ-Win32، خشک‌کردن بافت‌ها با استفاده از آون با دمای 70°C به‌مدت ۴۸ ساعت انجام پذیرفت. استخراج و اندازه‌گیری سبزینه (کلروفیل)های a، b و کل و کارتنوئیدها با استفاده از روش آرنون (۱۹۴۹) انجام پذیرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab 16 انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد و رسم نمودار به کمک نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

کاربرد نسبت نوری ۱۵ درصد آبی: ۸۵ درصد قرمز با شدت $1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ در صفات وزن تر کل، وزن تر و خشک برگسار و وزن تر و خشک ریشه به ترتیب منجر به افزایش ۸۷/۷۶، ۸۶/۳۳، ۹۴/۸۵، ۲۱/۴۱ درصدی و در صفات سطح برگ و قطر ساقه

۸۵ درصد قرمز بود (جدول ۲). برخی از پژوهشگران در نتایج بررسی‌های خود سطح فعالیت کریتوکروم‌ها و فیتوکروم‌ها را به هم مربوط و همراهی نور قرمز با آبی در سطح فعالیت هورمون جیبرلین و ایجاد تغییر در ارتفاع گیاهان مؤثر می‌دانند (Ahmad & Cashmore, 1997). با توجه به نتایج به نظر می‌رسد میزان نور آبی نقش مؤثرتری از نور قرمز در کاهش ارتفاع داشته است و افزایش شدت نور نیز این مسئله را تشدید کرده است (جدول ۲). نتایج نشان داد، صفات وزن کل، وزن تر و خشک برگسار، وزن تر و خشک ریشه، سطح برگ و قطر ساقه نشاهای پرورش‌یافته تحت نسبت نوری ۱۵ درصد آبی: ۸۵ درصد قرمز با شدت $40 \mu\text{mol.m}^{-2}.s^{-1}$ در مقایسه با نمونه‌های تحت تیمار نور ۱۰۰ درصد قرمز یا نور فلورسنت با شدت $65 \mu\text{mol.m}^{-2}.s^{-1}$ با اختلافی معنی‌دار بیشتر بود که این مسئله بیانگر تأثیر جبرانی نوع ترکیب نور بر شدت پایین نور است (جدول ۱). به نظر می‌رسد که نور آبی با شدت پایین در عملکرد بهتر گیاهان و افزایش وزن آنان تأثیر مثبت دارد (Takemiya et al., 2005). با این وجود نتایج این پژوهش نشان داد، سطح حضور نور آبی نقش تعیین‌کننده در ویژگی‌های رویشی نشاهای تحت تیمار داشت به‌گونه‌ای که افزایش میزان آن (نسبت نوری ۳۰ درصد آبی: ۷۰ درصد قرمز) منجر به ضعیف‌تر شدن نتایج در صفات مورد بررسی شد و این مسئله در شدت نور پایین‌تر $40 \mu\text{mol.m}^{-2}.s^{-1}$ شدیدتر بود.

منجر به افزایش ۷۶/۲۷ و ۴۷/۹۷ درصدی در مقایسه با کاربرد نور فلورسنت با شدت $40 \mu\text{mol.m}^{-2}.s^{-1}$ (شاهد) شد (جدول ۱). طیف‌های آبی و قرمز منجر به افزایش عملکرد رنگدانه‌های نورساختی و بهبود عملکرد آنان و در نتیجه افزایش رشد گیاهان می‌شوند (Wang et al., 2016). با این وجود واکنش گیاهان مختلف در برابر کاربرد طیف‌های آبی و قرمز در محیط متفاوت از یکدیگر گزارش شده است (Randall & Lopez, 2014). نتایج این پژوهش اگرچه بیانگر تأثیر مثبت کاربرد نور آبی به همراه قرمز در ویژگی‌های مورد بررسی بود اما افزایش سطح حضور نور آبی تأثیر منفی و معنی‌دار در صفات مورد بررسی نشان داد (جدول ۱). بیشترین ارتفاع با کاربرد نسبت نوری ۱۵ درصد آبی: ۸۵ درصد قرمز با شدت $40 \mu\text{mol.m}^{-2}.s^{-1}$ و با افزایش ۵۲/۱۷ درصدی نسبت به شاهد به دست آمد (جدول ۲). فعالیت رنگدانه‌های کریتوکروم به دلیل نقش آنان در تحریک و یا جلوگیری ساخت هورمون جیبرلین، در تنظیم ارتفاع هیپوکوتیل نقش مؤثر دارد (Ahmad et al., 2002). شدت نور آبی و مدت‌زمان حضور آن (Jeong et al., 2014; Fukuda et al., 2016)، و همچنین حضور نور قرمز به دلیل تحریک فیتوکروم‌ها (Folta & Spalding, 2001) در میزان عملکرد کریتوکروم‌ها مؤثر است. نتایج این تحقیق بیانگر کاهش ۶/۲۵ درصدی ارتفاع تحت شدت نور $65 \mu\text{mol.m}^{-2}.s^{-1}$ در مقایسه با شدت نور $40 \mu\text{mol.m}^{-2}.s^{-1}$ در نسبت نوری ۱۵ درصد آبی:

جدول ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل شدت و ترکیب‌های نور بر صفات مورد بررسی

Table 1. Mean Comparison interaction of light intensity and light combination on studied characteristics

Light intensity×Light component	Total weight (mg)	Foliage fresh weight (mg)	Root fresh weight (mg)	Root dry weight (mg)	Foliage dry weight (mg)	Leaf area (cm ²)	Stem caliper (mm)	Plant height (cm)
L ₁ I ₁	977.9c	799.64c	178.277c	4.9c	24c	2.3104c	0.9592c	2.30c
L ₁ I ₂	929.1d	761.81d	167.297d	4.6d	22.9d	2.1954d	0.9208d	2.30c
L ₂ I ₁	1221.3a	1010.44a	210.859a	8.6a	28.8a	4.5120a	1.2116a	3b
L ₂ I ₂	1160.4b	958.31b	201.001b	8.3b	27.6b	4.2867b	1.1633b	3.2a
L ₃ I ₁	126.8e	121.01e	5.725f	0.3f	3.2e	0.7466e	0.5644e	0.8f
L ₃ I ₂	120.6g	112.99f	5.607f	0.3f	3.7fg	0.7099f	0.5418f	1de
L ₄ I ₁	126.1f	115.29e	10.802e	0.5e	3.8f	0.5774g	0.5199g	0.90ef
L ₄ I ₂	119.6g	109.28f	10.32e	0.5e	3.5g	0.5487h	0.4992h	1.10d

* حرف‌های همسان در هر ستون تیمار نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد بر پایه آزمون LSD است. L: نور (L₁): ۰ درصد آبی: ۱۰۰ درصد قرمز، L₂: ۱۵ درصد آبی: ۸۵ درصد قرمز، L₃: ۳۰ درصد آبی: ۷۰ درصد قرمز، L₄: فلورسنت (I: شدت نور (I₁): $65 \mu\text{mol.m}^{-2}.s^{-1}$; I₂: $40 \mu\text{mol.m}^{-2}.s^{-1}$).

* In each column of treatment group, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSD test.

L: light (L₁: %0Blue: %100Red, L₂: %15Blue: %85Red, L₃: %30Blue: %70Red, L₄: Fluorescent) I: light intensity (I₁: $65 \mu\text{mol.m}^{-2}.s^{-1}$, I₂: $40 \mu\text{mol.m}^{-2}.s^{-1}$)

نتیجه‌گیری کلی

نسبت مناسبی از حضور دو طیف آبی و قرمز، امکان جبران شدت نور پایین محیط وجود دارد. بنابراین کاربرد نسبت‌های خاص از ترکیب‌های طیف‌ها به‌جای نور فلورسنت به‌منظور بهبود وضعیت رویشی نشای این گیاه قابل پیشنهاد است.

نتایج این تحقیق نشان داد، اگرچه وجود نور آبی منجر به بهبود صفات مورد بررسی نشای اطلسی شد اما افزایش سطح این طیف تأثیر منفی بر صفات یادشده داشت. همچنین این نتیجه به دست آمد که با انتخاب

REFERENCES

- Ahmad, M. & Cashmore, A. R. (1997). The blue-light receptor cryptochrome 1 shows functional dependence on phytochrome A of phytochrome B in *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal*, 11, 421-427.
- Ahmad, M., Grancher, N., Heil, M., Black, R. C., Giovani, B., Galland, P. & Lardemer, D. (2002). Action spectrum for cryptochrome-dependent hypocotyl growth inhibition in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 129, 774-785.
- Cope, K. R. & 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.
- Currey, J. & Lopez, R. G. (2013). Cutting of Impatiens, Pelargonium and Petunia Propagated under Light-emitting Diodes and High-pressure Sodium lamp Have Comparable growth, Morphology, Gas Exchange and post transplant Performance. *HortScience*, 48(4), 428-434.
- Folta, K. M. & Spalding, E. P. (2001). Opposing roles of phytochrome A and phytochrome B in early cryptochrome-mediated growth inhibition. *The Plant Journal*, 28, 333-340.
- Franklin, K. A. & Whitelam, G. C. (2005). Phytochromes and shade-avoidance responses in plants. *Annals of Botany*, 96, 169-175.
- Fukuda, N., Ajima, C., Yukawa, T. & Olsen, J. (2016). Antagonistic action of blue and red light on shoot elongation in petunia depends on gibberellin, but the effects on flowering are not generally linked to gibberellin. *Environmental and Experimental Botany*, 121, 102-111.
- Jeong, S. W., Hogewoning, S. H. & Ieperen, W. V. (2014). Responses of supplemental blue light on flowering and stem extension growth of cut chrysanthemum. *Scientia Horticulturae*, 165, 69-74.
- Nhut, D. T., Takamura, T., Watanabe, H., Okamoto, K. & Tanaka, M. (2003). Responses of strawberry plantlets cultured in vitro under super bright red and blue light-emitting diodes (LEDs). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 73, 43-52.
- Pinho, P., Oskari, M., Eino, T. & Lisa, H. (2004). Photobiological aspects of crop plants grown under light emitting diodes. Proc CIE Expert Sym. LED Light Sources. Tokyo, Japan. 7-8 June. p. 71-74.
- Randall, W. C. & 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.
- Takemiya, A., Inoue, S., Doi, M. & Kinoshita, T. (2005). Phototropins Promote Plant Growth in Response to Blue Light in Low Light Environments. *The Plant Cell*, 17, 1120-1127.
- Wang, J., Lu, W., Tong, Y. & Yang, Q. (2016). Leaf morphology, photosynthetic performance chlorophyll Fluorescence, stomatal development of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Frontiers in Plant Science*, 7, 250.