اثر نوردهی تکمیلی بر رشد، عملکرد و برخی ترکیبات بیوشیمیایی توت فرنگی رقم پاروس تحت تنش شوری

احمد ارشادی*، نوشین بهرامی
دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
*نویسنده مسئول: *Ershadi@basu.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر نوردهی تکمیلی پایان روز بر تحمل به شوری توت فرنگی رقم پاروس در شرایط گلخانه-ای انجام شد. تیمارهای نوردهی شامل ۱- شاهد (عدم نوردهی تکمیلی)، ۲ - نور تکمیلی قرمز ۱۰۰ ٪، ۳- نور تکمیلی با نسبت قرمز ۸۳ ٪ + آبی ۱۷ ٪ و ۴- نور تکمیلی با نسبت قرمز ۶۶٪ + آبی ۳۴ ٪ و سطوح شوری شامل صفر (شاهد) و ۳۵ میلی‌مولار کلرید سدیم بود. نوردهی تکمیلی با استفاده از منبع نور ال‌ای‌دی به مدت ۷۵ روز و هر روز چهار ساعت اعمال شد. گیاهانی که تحت نوردهی تکمیلی قرارگرفته بودند وزن تر، خشک، قطرطوقه و عملکرد بیشتری در مقایسه با تیمار عدم نوردهی داشتند. در شرایط عدم تنش، نور قرمز ۱۰۰٪ باعث بیشترین رشد رویشی گیاهان شد ولی طی تنش شوری کاربرد نور آبی در ترکیب با نور قرمز مانع از کاهش شدید رشد شد. طی تنش شوری، نور دهی تکمیلی موجب افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول، پروتئین‌های محلول، فنل کل و فلاونوئید و کاهش غلظت پراکسید هیدروژن شد و کمترین نشت یونی برگ‌ها در ترکیب نور قرمز ۶۶٪ + آبی ۳۴٪ دیده‌شد. به نظر می‌رسد که نوردهی تکمیلی ضمن افزایش رشد گیاه باعث افزایش در غلظت تنظیم‌کننده‌های اسمزی و تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی شده و از این طریق تحمل گیاهان را به تنش شوری افزایش داد.

کلمات کلیدی: تنش محیطی، عملکرد، فنل کل، کربوهیدرات‌های محلول، نشت یونی

مقدمه

توت فرنگی (*Fragaria×ananassa* Duch.) به دلیل طعم و مزه و خواص شناخته‌شده مثل دارا بودن ترکیبات فنلی، اسیدفولیک، ویتامین C و E، کاروتنوئید، آنتوسیانین، ترکیبات فنلی و نیز آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی ازجمله فلاونوئید ها و گلوتاتیون یکی از میوه‌های محبوب است (Wang *et al*., 2008).

نور از جنبه های مختلفی مانند شدت، کیفیت و طول مدت نوردهی برای گیاهان اهمیت دارد. تحقیقات ثابت کرده است که نور قرمز برای فتوسنتز و تجمع نشاسته در گیاهان دارای اهمیت است در حالیکه نور آبی در شکل گیری کلروفیل، نمو کلروپلاست، باز شدن روزنه و فتومرفوژنز مهم است (Taiz and Zeiger, 2006). مکانیسم عمل گیاهان در مقابل شوری به عواملی مثل خشکی، دما، نور، غلظت عناصر معدنی، تغییرات اقلیمی و اثر سایر تنش های دخیل در متابولیسم گیاهی بستگی دارد (Pessarakli, 1994). تنش شوری ضمن اختلال در جذب آب و عناصر غذایی باعث کاهش رشد و باردهی گیاه می‌شود. اثرات مثبت استفاده از نور تکمیلی در تولید محصولات گلخانه‌ای از جمله توت فرنگی گزارش شده‌است. این پژوهش با هدف بررسی اثر نوردهی تکمیلی پایان روز بر کاهش خسارت ناشی از تنش شوری در توت فرنگی رقم پاروس انجام شد.

مواد وروش ها

این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار با دو فاکتور و هشت تیمار انجام شد. فاکتور اول سطوح شوری در دو سطح صفر و ۳۵ میلی مولار نمک کلرید سدیم بود. فاکتور دوم تیمارهای نوردهی تکمیلی شامل ۱- شاهد (عدم نوردهی تکمیلی)، ۲ - نور تکمیلی قرمز ۱۰۰ ٪، ۳- نور تکمیلی با نسبت قرمز ۸۳ ٪ + آبی ۱۷ ٪ و ۴- نور تکمیلی با نسبت قرمز ۶۶٪ + آبی ۳۴ ٪ بود. نورهای تکمیلی با استفاده از لامپ LED ، 50/50 SMD و از یک ساعت قبل

IrHC2019

از غروب به مدت چهار ساعت انجام شد. تنش شوری دو هفته پس از شروع نوردهی تکمیلی به صورت تدریجی همراه با تغذیه گیاهان با محلول نیم غلظت هوگلند شروع شده و به مدت دوماه ادامه یافت. در پایان آزمایش برخی ویژگیهای رویشی و عملکرد میوه و همچنین تغییرات برخی ترکیبات بیوشیمیایی در برگ ارزیابی شد.

نتایج وبحث

به طور کلی نوردهی تکمیلی هم در گیاهان تحت تنش شوری و هم در شرایط عدم تنش باعث افزایش رشد گیاهان از جمله وزن تر و خشک شاخساره و ریشه و قطر طوقه گیاه شد. در شرایط عدم تنش بیشترین میزان رشد در بوته‌های با نوردهی تکمیلی با نور قرمز ۱۰۰٪ مشاهده شد و نور آبی باعث کاهش نسبی رشد بوته‌ها شد. تنش شوری باعث کاهش رشد بوته‌های توت‌فرنگی شد. کیفیت نور تکمیلی تاثیر زیادی بر کاهش رشد در شرایط تنش داشت. بوته‌هایی که تحت نوردهی تکمیلی با نور قرمز ۶۶٪ + آبی ۳۴٪ و قرمز ۸۳٪ + آبی ۱۷٪ قرار گرفته‌بودند، کاهش رشد کمتری در شرایط تنش داشتند و اختلاف چندانی از نظر رشد با بوته‌های تحت نور تکمیلی قرمز ۱۰۰٪ تحت تنش شوری نشان ندادند (جدول ۱).

Hung و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی نسبتهای متفاوت نورهای قرمز و آبی گزارش کردند که درمقایسه با شاهد تمام تیمارهای نوری سبب افزایش رشد گیاهان توت فرنگی در شرایط کشت درون شیشه‌ای شد. بیشترین عملکرد میوه در شرایط عدم تنش بدون اختلاف معنی داری در تیمارهای نوردهی تکمیلی قرمز ۱۰۰٪ و عدم نوردهی مشاهده شد. تنش شوری باعث کاهش شدید عملکرد شد ولی این کاهش در عملکرد در بوته‌های بدون نوردهی تکمیلی خیلی بیشتر بود. نوردهی تکمیلی به ویژه با قرمز ۱۰۰٪ و قرمز ۶۶٪ + آبی ۳۴٪ مانع کاهش شدید عملکرد در شرایط تنش شد (جدول ۱).

جدول ۱- تاثیر نوردهی تکمیلی بر ویژگی‌های رویشی و عملکرد توت‌فرنگی پاروس تحت تنش شوری

کلرید سدیم (mM)	تیمارهای نوری	وزن تر شاخساره (g)	وزن خشک شاخساره (g)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	عملکرد (g)	قطر طوقه (cm)
صفر	عدم نوردهی تکمیلی	۱۹/۶۶^{d}	۴/۳۵^{d}	۱۷/۲۳^{c}	۲/۸۱^{cd}	۴۲۰/۹^{ab}	۱/۷۴^{c}
	۱۰۰٪ قرمز	۳۳/۵۶^{a}	۹/۶۴^{a}	۳۳/۸۳^{a}	۵/۹۲^{a}	۴۳۰/۵^{a}	۲/۰۴^{a}
	۶۶٪ قرمز+۳۴٪ آبی	۲۶/۰۶^{b}	۶/۳۴^{c}	۲۰/۹۶^{b}	۳/۱۸^{c}	۴۰۷/۷^{b}	۱/۸^{c}
	۸۳٪ قرمز+۱۷٪ آبی	۲۳/۷ ^{c}	۷/۹۲^{b}	۲۰/۴۶^{b}	۴/۶۷^{b}	۳۸۴/۹^{c}	۱/۹۳^{ab}
۳۵	عدم نوردهی تکمیلی	۱۱/۷^{f}	۲/۷۸^{e}	۱۵/۳۶^{d}	۱/۹۵^{e}	۱۴۴/۲^{g}	۱/۴۸^{d}
	۱۰۰٪ قرمز	۱۸/۶۶^{d}	۴/۴۹^{d}	۱۸/۷۶^{bc}	۳/۱۱^{c}	۲۳۴/۳^{d}	۱/۸۹^{ab}
	۶۶٪ قرمز+۳۴٪ آبی	۱۸/۱۶^{d}	۴/۳۵^{d}	۱۸/۳۳^{bc}	۲/۳۲^{d}	۱۹۹/۲^{e}	۱/۶^{c}
	۸۳٪ قرمز+۱۷٪ آبی	۱۵/۶ ^{e}	۴/۳۵^{d}	۱۶/۸۶^{c}	۲/۰۷^{d}	۱۶۱/۴^{f}	۱/۷۱^{c}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ است.

تنش شوری باعث افزایش غلظت پراکسید هیدروژن در برگ‌ها شد. نوردهی تکمیلی به بوته‌ها تحت تنش شوری باعث شد که غلظت پراکسید هیدروژن در برگ افزایش کمتری نسبت به گیاهان بدون نوردهی تکمیلی شود (جدول ۲). افزایش پراکسید هیدروژن در بافت گیاه دلالت بر تنش اکسایشی دارد که سبب پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء و خروج الکترولیت‌ها از غشء سلولی می‌شود. تنش شوری باعث افزایش درصد نشت یونی برگ‌ها شد و نوردهی تکمیلی باعث کاهش درصد نشت یونی در این شرایط شد، کمترین درصد نشت یونی تحت تنش شوری با تیمارهای نور تکمیلی در تیمارهای قرمز۸۳٪ + آبی ۱۷٪ و قرمز ۶۶٪ + آبی ۳۴٪ مشاهده شد (جدول ۲). مقادیر بالای نشت یونی نشان‌دهنده عدم توانایی غشاء در حفظ ترکیبات درون‌سلولی، خروج بیشتر الکترولیت‌ها از غشاء و خسارت به غشاء سلولی است. نوردهی تکمیلی در شرایط تنش شوری موجب کاهش نشت یونی برگ‌ها شد که می‌توان آن را به اثر نور آبی در بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاه نسبت داد. مطالعات ثابت کرده است که ترکیب نور قرمز وآبی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی را درگیاه افزایش می‌دهد (Stutte *et al.,2009*).

IrHC2019

بالاترین غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ در شرایط تنش شوری و عدم تنش در برگ بوته‌های با نوردهی تکمیلی به ویژه نور قرمز ۱۰۰٪ و قرمز ۸۳٪ + آبی ۱۷٪ مشاهده شد (جدول ۲) که می‌توان آن‌را به افزایش سرعت فتوسنتز و درنهایت تخصیص کربوهیدرات بیشتر در بوته مربوط دانست (Li *et al*., 2012). Barro وهمکاران (۱۹۸۹) ثابت کردند که تحت تیمارهای نور قرمز وآبی غلظت کربوهیدرات‌ها در گیاه سویا نسبت به سایر تیمارهای نوری افزایش یافت و تجمع کربوهیدرات-های برگ در نور قرمز بیشتر از نور آبی بود.

نوردهی تکمیلی اثر چندانی بر غلظت پروتئین‌های محلول در شرایط عدم تنش نداشت. نوردهی تکمیلی قرمز ۶۶٪ + آبی ۳۴٪ و قرمز ۸۳٪ + آبی ۱۷٪ باعث افزایش پروتئین‌های محلول برگ در شرایط تنش شوری شد (جدول ۲).

در شرایط فتوسنتز نور آبی اتصال CO_2 را به آمینو اسیدها و اسیدهای آلی فعال می‌کند درحالی که نور قرمز تثبیت CO_2 به نشاسته و ساکارز را افزایش میدهد. ازطرفی نور آبی سنتز پیروات کیناز و فسفوانول پیروات کربوکسیلاز را فعال میکند و سطوح بالای این آنزیم ها منجر به تشکیل بیشتر اسیدهای آلی و افزایش سنتز آمینو اسیدها و پروتئین ها می‌شود (Kowallik and Schätzle,1980).

تنش شوری باعث افزایش غلظت فنل کل و فلاونوئید برگ شد. نوردهی تکمیلی در مقایسه با عدم نوردهی باعث افزایش فنول کل و فلاونوئید برگ شد که بین سه تیمار نوردهی در افزایش فنل کل برگ اختلاف معنی‌داری نبود ولی تیمار قرمز ۸۳٪ + آبی ۱۷٪ باعث بالاترین غلظت فلاونوئید برگ شد (جدول ۲).

نور تجمع ترکیبات فنلی را از طریق افزایش تولید Malonyl CoA و Coumaroyl CoA که به عنوان پایه برای بیوسنتزترکیبات فنلی هستند را افزایش می‌دهد (kim *et al*., 2006). Wojciechowska و همکاران (۲۰۱۵) ثابت کردند که تحت تیمار نوری ۱۰٪ نورآبی و ۹۰٪ نور قرمز میزان فنل کل در کاهو افزایش پیدا کرد. در آرابیدوپسیس تیمار نور آبی منجر به افزایش فلاونویید در برگ شد که این مقدار ۵۱٪ بیشتر از شاهد بود (Ren *et al*., 2014). به طور کلی نوردهی تکمیلی ضمن افزایش رشد گیاهان باعث تقویت سیستم آنتی اکسیدانی و غلظت تنظیم کننده‌های اسمزی در گیاه شده و از این طریق تحمل گیاهان را به تنش شوری افزایش داد.

جدول ۲- تاثیر نوردهی تکمیلی بر درصد نشت یونی و برخی ترکیبات بیوشیمیایی برگ توت‌فرنگی پاروس تحت تنش شوری

کلرید سدیم (mM)	تیمارهای نوری	نشت یونی (%)	پراکسید هیدروژن (mg g^{-1})	کربوهیدرات‌های محلول (mg g^{-1})	پروتئین های محلول (mg g^{-1})	فنل کل (mg 100 g^{-1})	فلاونوئید (mg 100 g^{-1})
صفر	عدم نوردهی تکمیلی	۲۲/۳^{de}	۱۶۳/۷۴^{e}	۶۵/۸^{e}	۵۲/۸۷^{d}	۳۵۷/۷۶^{d}	۶۱/۵^{e}
	۱۰۰٪ قرمز	۱۹/۸^{e}	۲۰۱/۵۸^{c}	۸۴/۱^{bc}	۵۳/۲۵^{c}	۳۷۲/۰۳^{c}	۶۹/۱۲^{e}
	۶۶٪ قرمز+۳۴٪ آبی	۱۷/۴^{f}	۲۰۳/۰۸^{c}	۷۴/۶^{d}	۵۳/۱۹^{c}	۳۹۳/۸۵^{ab}	۸۵/۸۹^{d}
	۸۳٪ قرمز+۱۷٪ آبی	۱۶/۶^{f}	۱۹۲/۰۶^{d}	۸۲/۳^{c}	۵۳/۸۴^{c}	۳۶۸/۱۲^{c}	۱۱۹/۴۳^{b}
۳۵	عدم نوردهی تکمیلی	۴۸/۴^{a}	۲۹۶/۳۰^{a}	۸۷/۱^{b}	۵۱/۰۰^{d}	۳۸۸/۱۲^{b}	۹۸/۶۴^{cd}
	۱۰۰٪ قرمز	۴۳/۸^{b}	۲۲۱/۸۸^{b}	۹۳/۵^{a}	۵۳/۳۳^{c}	۴۰۱/۳۱^{a}	۱۰۶/۶۳^{c}
	۶۶٪قرمز+۳۴٪ آبی	۳۲/۳^{c}	۲۲۹/۲۷^{b}	۹۰/۵^{b}	۵۹/۶۳^{a}	۳۹۶/۹۶^{a}	۱۱۴/۰۴^{b}
	۸۳٪قرمز+۱۷٪ آبی	۲۶/۱^{d}	۲۲۴/۶۳^{b}	۹۳/۳^{a}	۵۶/۴۱^{b}	۳۹۲/۶۲^{ab}	۱۴۹/۵۴^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ است.

منابع

Barro, F., De La Haba, P., Maldonado, J. M., & Fontes, A. G. (1989). Effect of light quality on growth, contents of carbohydrates, protein and pigments, and nitrate reductase activity in soybean plants. Journal of plant physiology, 134(5), 586-591.

IrHC2019

Hung, C. D., Hong, C. H., Jung, H. B., Kim, S. K., Van Ket, N., Nam, M. W., ... & Lee, H. I. (2015). Growth and morphogenesis of encapsulated strawberry shoot tips under mixed LEDs. Scientia Horticulturae, 194, 194-200.

Kim, E. H., Kim, S. H., Chung, J. I., Chi, H. Y., Kim, J. A., & Chung, I. M. (2006). Analysis of phenolic compounds and isoflavones in soybean seeds (Glycine max (L.) Merill) and sprouts grown under different conditions. European Food Research and Technology, 222(1-2), 201.

Kowallik, W. (1987). Blue light effects on respiration. Annual Review of Plant Physiology, 33(1), 51-72. Kowallik, W., & Schätzle, S. (1980). Enhancement of carbohydrate degradation by blue light. In The blue light syndrome (pp. 344-360). Springer, Berlin, Heidelberg.

Li, H., Tang, C., Xu, Z., Liu, X., & Han, X. (2012). Effects of different light sources on the growth of non-heading Chinese cabbage (Brassica campestris L.). Journal of Agricultural Science, 4(4), 262.

Pessarakli M,1994. Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker, New York.

Stutte, G. W., Edney, S., & Skerritt, T. (2009). Photoregulation of bioprotectant content of red leaf lettuce with light-emitting diodes. HortScience, 44(1), 79-82.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). Photosynthesis: physiological and ecological considerations. Plant Physiology, 9, 172-174.

Ren, J., Liang, J. P., Zhou, R., Feng, Q. J., Jia, M. L., Wang, X. X., et al. (2014).Effects of different light qualities on growth and accumulation of medicinal components in Astragalus membranaceus. J. Shanxi Agric. Sci. 42, 1078–1081.

Wang, S. Y., Bowman, L., & Ding, M. (2008). Methyl jasmonate enhances antioxidant.activity and flavonoid content in blackberries (Rubus sp.) and promotes antiproliferation of human cancer cells. Food Chemistry, 107, 1261–1269.

Wojciechowska, R., Długosz-Grochowska, O., Kołton, A., & 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, 80-86.

Effect of supplementary lighting on growth, yield and some biological compounds of strawberry cv. ‘Paros’ under salinity stress

Ahmad Ershadi*, Nooshin Bahrami
Associate professor and MSc student, Department of Horticultural Science, University of Bu-Ali Sina, Hamedan
*Corresponding Author: Ershadi@basu.ac.ir

Abstract

This study aimed to investigate the effect of supplementary lighting on growth, yield and biochemical changes in strawberry cultivar ‘Paros’ in the greenhouse. Supplementary lighting treatments were 1- control (no Supplementary light) 2- supplementary light of 100% red 3- supplementary light of %83 red + %17 blue 4- supplementary light of 66% red + 34% blue and two salinity levels (0 and 35 mM NaCl). Supplementary lighting was performed four hours per day using light emission diodes for 75 days. Supplementary lighting resulted in higher plant fresh and dry weight, crown diameter and yield over the controls. Supplementary lighting of 100% red caused the highest growth in non-stressed plants; however, blue + red light treatments more effectively diminished adverse effects of salinity stress on plant growth. Under salinity stress, supplementary lighting resulted in the increased amounts of soluble carbohydrates, soluble proteins, total phenols, flavonoids but lower concentrations of hydrogen peroxide; the least electrolyte leakage was seen in plants treated with 66% red + 34% blue light. Supplementary lighting seems to enhance salinity tolerance of plants through increasing growth, osmoregulant concentrations and antioxidant system of plants.

Keywords: Yield, Environmental stress, Total phenol, Soluble carbohydrates, Ion leakage.

IrHC2019