پاسخ‌های رویشی و فیزیولوژیکی گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) به تنش نور فرابنفش A

سکینه احتشامی*[۱]، حسن ساریخانی[۲]، لیلا خرمشاهی[۳]

۱. دانش آموخته دکتری دانشگاه هرمزگان، ۲

۲. و ۳ به ترتیب استاد و دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینا

*- ایمیل نویسنده مسئول: Ehteshami.phd@Hormozgan.ac.ir

چکیده

پرتو فرابنفش قسمتی از طیف خورشیدی است که دارای انرژی بالایی بوده و باعث تحریک تولید برخی از متابولیت‌های ثانویه در گیاهان می‌شود. در این پژوهش، اثر تابش نور فرابنفش A بر رشد و فیزیولوژی گیاه آویشن در شرایط گلخانه بررسی گردید. گیاهچه‌ها به مدت ۶۰ روز تحت تابش نور فرابنفش روزانه (۰، ۱، ۲ و ۴ ساعت) قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تابش نور فرابنفش باعث کاهش ارتفاع، وزن‌تر شاخساره و ریشه و طول میانگره می‌گردد. در این تحقیق تیمار چهار ساعت نوردهی کمترین ارتفاع بوته، کمترین وزن تر شاخساره و ریشه و بالاترین میزان وزن خشک شاخساره را در بین تیمارها داشت. نور فرابنفش تاثیر معنی‌داری بر طول ریشه، وزن خشک ریشه و تعداد شاخه جانبی نداشت. مقادیر کلروفیل a، b و کل نسبت به شاهد کاهش و کمترین میزان کلروفیل a و کل در تیمار چهار ساعت نوردهی و در کلروفیل b در تیمار دو ساعت نوردهی به دست آمد. در محتوای کربوهیدرات و فنل بین تیمارها و شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید. بیشترین مقدار فنل در تیمار چهار ساعت نوردهی و کربوهیدرات در تیمار دو ساعت نوردهی بدون اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارهای نوردهی به دست آمد و کمترین میزان آن‌ها در تیمار شاهد به دست آمد. نور فرابنفش A در گیاه بعنوان یک عامل تنش عمل می‌کند و گیاه جهت مقابله با این تنش برخی از متابولیت‌های اولیه و ثانویه را افزایش می‌دهد که این افزایش باعث بهبود خصوصیات دارویی گیاه می‌گردد.

کلمات کلیدی: نور فرابنفش، ویژگی‌های رویشی، ترکیبات فنلی،کربوهیدرات.

مقدمه

آویشن (*Thymus vulgaris* L.) گونه‌ای ازخانواده نعناعیان می‌باشد. این گونه گیاهی بوته‌ای و دارای ساقه مستقیم و علفی یا چوبی می‌باشد (Burnie, 1995). نور از جنبه‌های مختلف مانند شدت، کیفیت و مدت اهمیت دارد و تغییرات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و آناتومیکی متعددی را در گیاهان باعث می‌شود. نور علاوه بر تأمین انرژی به‌عنوان یک سیگنال مهم تأثیرگذار در مراحل رشدی و تکوین از جوانه‌زنی تا گلدهی در گیاهان مطرح می‌باشد. طول موج‌های ۳۸۰ تا ۷۶۰ نانومتر از نور خورشید در برخی از فعالیت‌های گیاهی شرکت دارند. نور مطلوب برای فتوسنتز در محدوده‌ی آبی و قرمز طیف مرئی می‌باشد. امواج فرابنفش با محدوده ۲۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر به سه دسته فرابنفش A (۴۰۰-۳۲۰) ، B (۳۲۰-۲۸۰) و C (کمتر از ۲۸۰ نانومتر) تقسیم بندی می‌شوند. این امواج تقریباً ۶ درصد از انرژی خورشیدی در سطح زمین را شامل می‌شوند. پرتوهای فرابنفش B وC برای گیاهان و جانوران مخرب هستند و در صورتی که در معرض قرارگیری با آنها طولانی باشد سبب از بین رفتن بافت‌ها می‌شوند. اشعه فرابنفش چندین فرایند اکولوژیکی و فیزیولوژیکی را در اکوسیستم‌های گیاهی تنظیم می‌کند. اما افزایش در تابش پرتو فرابنفش باعث تغییرات مورفولوژیکی مانند ایجاد میانگره‌های کوچک، کاهش وزن، کاهش ماده خشک، کاهش سطح برگ، کاهش تولید مثل، ممانعت از رشد و طویل شدن هیپوکوتیل می‌شود .در بین پرتوهای فرابنفش، امواج فرابنفش A اثرات مخرب کمتری دارند و می‌توانند توسط گیرنده‌های نور آبی و فرابنفش جذب شوند و روی فعالیت‌های گیاه مؤثر باشند (Briggs and Huala, 1999). در این راستا، در پژوهش حاضر تأثیر تنش پرتو فرابنفش A طی فصل رشد بر برخی ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی آویشن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این آزمایش گیاهچه‌های بذری یک ساله از آویشن از باغ گیاهان دارویی بوعلی سینا وابسته به مرکز آموزش، تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان تهیه گردید. گیاهچه‌ها در گلدان‌های پلاستیکی ۵ لیتری، با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۳ سانتی‌متر و در مخلوط خاکی با نسبت یکسان از خاک برگ، خاک باغچه و ماسه کشت شدند و پس از کاشت برای سازگاری گیاهچه‌ها، به مدت ۲ ماه به آن‌ها اجازه داده شد تا در گلخانه با پوشش شیشه‌ای با شرایط نور طبیعی رشد کنند. در تیرماه پس از حذف تمامی شاخساره‌ها در گلخانه در شرایط محیطی کنترل شده با پوشش شیشه‌ای در معرض تیمارهای نور فرابنفش حاصل از دیودهای ساطع کننده نور (LED) با طول موج ۳۶۵ نانومتر با شدت ۷/۵ میکرومول بر متر مربع در ثانیه در چهار تیمار، شاهد (بدون نور فرابنفش)، ۱، ۲ و ۴ ساعت نوردهی فرابنفش به صورت تکمیلی در طول روز با زمان شروع یکسان نوردهی از ساعت ۱۰ صبح مورد تیمار قرار گرفتند نوارها با فاصله ۵۰ سانتی‌متر از گیاه قرار گرفتند. برای کنترل تیمارها و عدم تاثیر

آن‌ها، علاوه بر ایجاد فاصله بین تیمارها، از ورقه‌هایی آلومینیومی استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و تعداد سه بوته در هر تکرار انجام شد. پس از گذشت دو ماه تیمار نوری فرابنفش بوته‌ها از گلدان خارج و پس از جداسازی بخش ریشه و شاخساره، ارتفاع بوته و طول ریشه، وزن تر و خشک شاخساره اندازه‌گیری شد. تعداد شاخه‌های جانبی شمارش شده و طول میانگره‌ها اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌های برگی از بخش‌های میانی شاخساره برداشته شد. همچنین سنجش کلروفیل (Porra, 2002))، کربوهیدارت ((Paquin and Lechasseur, 1979)) و فنل کل (Singleton and Rossi, 1965) انجام گردید. تجزیه آماری داده‌ها به روش ANOVA با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته، طول ریشه، تعداد شاخه‌های جانبی و طول میانگره

تابش نور فرابنفش A تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر ارتفاع گیاه داشت، تاثیر این تیمار بر صفت طول ریشه و تعداد شاخه‌های جانبی معنی‌دار نگردید اما تاثیر آن بر طول میانگره در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید. بیشترین کاهش رشد طولی در تیمار چهار ساعت نوردهی فرابنفش مشاهده گردید. حداقل طول میانگره در تعداد ۴ ساعت نوردهی بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار دو ساعت نوردهی به دست آمد (جدول ۲). نور فرابنفش ارتفاع گیاهان را کاهش می‌دهد و از آنجا که رشد و نمو گیاهان ارتباط نزدیکی با غلظت برخی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مانند ایندول استیک اسید دارد این امکان وجود دارد که کاهش رشد در نتیجه کاهش غلظت این تنظیم کننده رشد گیاهی باشد (Tevini, 1998). گزارش‌ها نشان می‌دهد کاربرد نور فرابنفش A در گیاه نعناع فلفلی باعث کاهش رشد طولی در این گیاه شد (ساریخانی ، ۱۳۹۳).

جدول ۱. مقایسه میانگین اثر نور فرابنفش A بر برخی ویژگی‌های رشدی آویشن بعد از ۶۰ روز نوردهی

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	طول میان گره (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی
شاهد	37.83 a	12.13 a	0.77 a	22.7 a
یک ساعت	34.50 b	12.30 a	0.63 ab	22.0 a
دو ساعت	34.33 b	11.70 a	0.58 b	22.0 a
چهار ساعت	31.92 c	10.87 a	0.48 b	23.0 a

حروف همسان در هر ستون نشان دهنده‌ی عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

وزن تر، وزن خشک

اثر نور فرابنفش A بر وزن‌تر شاخساره در سطح یک درصد و بر وزن خشک آن در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین تاثیر آن بر وزن تر ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود اما بر وزن خشک آن معنی‌دار نبود. بیشترین وزن‌تر در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار چهار ساعت نور فرابنفش مشاهده گردید. بیشترین وزن خشک در تیمارهای چهار و دو ساعت نور فرابنفش بدون اختلاف معنی‌دار و کمترین آن در تیمار شاهد و یک ساعت نور فرابنفش مشاهده گردید. حداقل وزن تر ریشه در تیمار ۴ ساعت نوردهی بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار دو ساعت به دست آمد (جدول ۲). بیشتر گیاهان وقتی تحت تأثیر اشعه فرابنفش قرار می‌گیرند در آن‌ها تغییراتی ایجاد می‌شود که این تغییرات شامل کاهش سطح برگ و افزایش ضخامت آن، کاهش رشد و چوبی شدن بافت‌ها می‌باشد که به احتمال زیاد چوبی شدن بخش‌های شاخساره گیاه در تیمار فرابنفش به دلیل کاهش رشد رویشی منجر به افزایش درصد ماده خشک شاخساره در این تیمارها نسبت به تیمار شاهد شده است (ساریخانی، ۱۳۹۳). همچنین اشعه فرابنفش می‌تواند فتوسنتز را از طریق محافظت از دستگاه فتوسنتزی تحت شرایط تنش‌های غیر زیستی افزایش دهد. برخی محافظت‌های مربوطه به فعالیت‌های القا شده بوسیله این نور، اتلاف انرژی (گرما) از طریق چرخه زانتوفیل، افزایش سطوح رنگدانه‌های جذب یو وی و آنتی‌اکسیدان‌ها را شامل می‌شود (Stroch *et al.*, 2015) که می‌تواند علی‌رغم کاهش کلروفیل منجر به افزایش میزان ماده خشک تحت شرایط تنش فرابنفش گردد. تابش نور فرابنفش A در گیاه تربچه باعث افزایش وزن تر برگ گردید که این افزایش در وزن را می‌توان به افزایش اندازه برگ و در نتیجه افزایش فعالیت شبکه فتوسنتزی تحت این شرایط نسبت داد (Tezuka *et al.*, 1994). همچنین کاربرد این نور در گیاه کنگرفرنگی باعث افزایش درصد وزن خشک گیاهان نسبت به شاهد گردید (شاهبداغلو و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر نور فرابنفش A بر وزن آویشن بعد از ۶۰ روز نوردهی

تیمار	شاخساره (گرم)	ریشه (گرم)

	وزن تر	وزن خشک	وزن تر	وزن خشک
شاهد	20.44 a	4.93 b	11.35 a	5.32 a
یک ساعت	17.98 b	4.10 b	11.22 ab	5.26a
دو ساعت	17.21 bc	5.63 a	11.14 b	5.19 a
چهار ساعت	16.22 c	6.18 a	11.09 b	5.18 a

حروف همسان در هر ستون نشان دهنده‌ی عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

کلروفیل و کربوهیدرات کل

تأثیر نوردهی فرابنفش بر میزان کلرفیل a و b و کل در سطح یک درصد معنی‌دار و بر میزان کربوهیدرات کل گیاه آویشن در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. نوردهی فرابنفش باعث کاهش میزان کلروفیل در گیاه آویشن گردید. بالاترین میزان کلروفیل در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمارهای نور دهی بدون اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید. کمترین میزان کربوهیدرات کل در تیمار شاهد به دست آمد و بیشترین میزان در تیمار دو ساعت نوردهی به دست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی‌دار با دو تیمار دیگر نداشت (جدول ۳). کاربرد نور فرابنفش A در گیاه *Xanthoria parietina* نشان داد این پرتو باعث کاهش میزان کلروفیل a و b می‌گردد که به نظر می‌رسد افزایش میزان رادیکال‌های آزاد اکسیژن، پراکسید هیدروژن و سوپراکسیدازها تحت تأثیر نور فرابنفش در گیاه می‌تواند باعث آسیب به بافت‌های گیاهی و در نهایت کاهش میزان کلروفیل و فتوسنتز گردد (Kovacik *et al.*, 2011). همچنین تابش نور فرابنفش A در گیاه نعناع فلفلی (ساریخانی، ۱۳۹۳) و کنگر فرنگی (شاهبداغلو و همکاران، ۱۳۹۵) نشان داد این نور باعث کاهش میزان کلروفیل a، b و کل می‌گردد. کاربرد نور فرابنفش A در گیاه فلفل و بادمجان نشان داد کاربرد این نور از زمان کاشت تا برداشت در گیاه فلفل باعث کاهش میزان کربوهیدرات کل گردید در حالی‌که در گیاه بادمجان نسبت به شاهد اختلافی مشاهده نشد (Dader *et al.*, 2014).

فنل کل

تأثیر نور فرابنفش بر محتوای فنل کل در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. بالاترین میزان فنل کل در تیمار چهار ساعت نوردهی و کمترین آن در تیمار شاهد دیده شد که از نظر آماری با دو تیمار یک و دو ساعت نوردهی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳). در مقایسه با دیگر طول موج‌ها مانند فرابنفش B، نور آبی و نور قرمز مطالعات کمتری روی اثرات فرابنفش A بر متابولیت‌های گیاهی صورت گرفته است. با توجه با اثرات متمایز نور فرابنفش روی محتوای فنل کل نیاز به بررسی نقش نور فرابنفش و فتوکروم‌های نور آبی یا مسیر سیگنالی برای تجمع متابولیت‌های القا شده می‌باشد.کاربرد نور فرابنفش A در گیاه نعناع فلفلی محتوای ترکیبات فنلی را افزایش داد که به دلیل حساسیت گیاه نعناع فلفلی به نور فرابنفش A می‌باشد و این افزایش در محتوای ترکیبات فنلی برای مقابله با تنش می‌باشد و این تنش ملایم در گیاه با کاهش اندک عملکرد می‌تواند منجر به افزایش در متابولیت‌های ثانویه شود (سارخانی، ۱۳۹۳). همچنین کاربرد نور فرابنفش با افزایش میزان برخی ترکیبات فنلی باعث افزایش محتوای این ترکیبات در برخی ژنوتیپ‌های کنگرفرنگی گردید (شاهبداغلو و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر تابش نور فرابنفش A روی برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی آویشن پس از ۶۰ روز نوردهی

	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کربوهیدرات (mg/ gr FW)	فنل کل (mg GA /gr FW)
شاهد	0.19 a	0.03 a	0.22 a	0.044 b	1.77 b
یک ساعت	0.12 b	0.01 b	0.13 b	0.26 a	2.52 ab
دو ساعت	0.12b	0.01 b	0.14 b	0.20 a	2.44 ab
چهار ساعت	0. 11 b	0.01 b	0.13 b	0.13 ab	3.00 a

حروف همسان در هر ستون نشان دهنده‌ی عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد گیاه آویشن نسبت به تنش نور فرابنفش A حساس می‌باشد. افزایش در میزان نور فرابنفش ارتفاع بوته، طول میانگره، وزن‌تر شاخساره و وزن‌تر ریشه و محتوای کلروفیل را در گیاه کاهش می‌دهد. در مقابل کاربرد این نور میزان وزن خشک شاخساره، محتوای ترکیبات فنلی را افزایش می‌دهد که این افزایش در ترکیبات فنلی می‌تواند از نظر خواص دارویی در گیاه آویشن مورد توجه قرار گیرد و بعنوان یک روش برای افزایش میزان متابولیت‌های ثانویه تحت شرایط کنترل شده مورد استفاده قرار گیرد.

فهرست منابع

شاهبداغلو، علیرضا.، عزیزی، علی.، ساریخانی، حسن و م. رجبی.۱۳۹۵. پیامدهای پرتودهی با نور فرابنفش A بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، سینارین و برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک سه رقم آرتیشو (*Cynara scolymus* L.). مجله روابط خاک و گیاه. ۹۷: ۱۱۰-۹۷.

حسن. ساریخانی (۱۳۹۳). تأثیر نور فرابنفش A بر رشد و برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی نعناع فلفلی (*Mentha piperita*). دوفصلنامه فنآوری تولیدات گیاهی. ۵(۲): ۴۴-۳۵.

Briggs, W.R., and Huala, E. 1999. Blue-light receptors in higher plants. Annual Review of Cell and Developmental Biology, 15: 33-62.

Burnie, D. 1995. Wild flowers of mediterranean. Dorling Kinderseley. P: 320.

Dader, B., Gwynn-Jones, D., Moreno, A., Winters, A., and Fereres, A. 2014. Impact of UV-A radiation on the performance of aphids and whiteflies and on the leaf chemistry of their host plants. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 138: 307-316.

Kovacik, J., Klejdus, B., Stork, F., and Malcovska, S. 2011. Sensitivity of *Xanthoria parietina* to UV-A: Role of metabolic modulators. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 103: 243–250.

Paquin, R., Lechasseur, P., 1979. Observations sur la methode de dosage de la proline libredans les ex traits de plantes. Canadian Journal Botany. 57:1851-1854

Porra, R.J. 2002. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. Photosynthesis Research, 73: 149-156.

Singleton, V.L., and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158.

Stroch, M., Materova, Z., Verbal, D., Karlicky, V., Sigut, L., Nezval, J., and Spunda, V. 2015. Protective effect of UV-A radiation during acclimation of the photosynthetic apparatus to UV-B treatment. Plant Physiology and Biochemistry, 96: 90- 96.

Tevini, M., 1998. Effects of increase solar ultraviolet radiation on terrestrial ecosystems. Photochemistry and Photobiology. 46, 40- 52.

Tezuka, T., Yamaguchi, F., and Ando, Y. 1994. Physiological activation in radish plants UV-A radiation. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 24: 33-40.

Vegetative and physiological responses of thyme (*Thymus vulgaris* L.) plant to UV-A stress

Sakineh Ehteshami[1*], Hasan Sarikhani[2], Leila Khoramshahi[3]
[1]PhD graduate of University of Hormozgan
[2]Assistant Professors of Bu- Ali Sina University
[3]Master graduate of Bu- Ali Sina University
[*]*Corresponding author: Ehteshami.phd@hormozgan.ac.ir*

Abstract
Ultraviolet radiation is part of a high-energy solar spectrum that stimulates the production of some secondary metabolites in plants. In this study, the effect of UV-A on the growth and physiology of thyme in greenhouse conditions was investigated. The thyme seedlings were planted in a pot and grown for 2 months. Then plants treated with four levels of UV-A daily (0, 1, 2, and 4 hours) for 60 days by light emitting diodes (LEDs) at Wavelength of 365 nm with an intensity of 7.5 (µmol /s). Result showed that UV-A reduces plant height, shoot and root fresh weight and length internode. In this study, 4 hour treatment had lowest plant height, shoot fresh weight, root fresh weight and also were observed the highest dry weight in this treatment. Content of chlorophyll a, b and total decreased compared to control. The highest amount of phenol in the four hours treatment were observed and highest amount of carbohydrate was obtained in two hour treatment without any significant difference with other UV-A treatments and the lowest amount was obtained in control treatment. Overall, our results showed the use of this light increases the amount of phenolic and carbohydrate. Then, it can be used as a method for increasing the amount of secondary metabolites under controlled conditions.
Keywords: UV light, Vegetative properties, Phenolic compound, Carbohydrate.