Journal of Vegetables Sciences, Spring & Summer 2023, Vol 7, No 13(1), Pages 198-209

doi: 10.22034/IUVS.2023.1987417.1265 Article Type: Research Online ISSN: 2676-4822

Evaluation of Influence of Wood Vinegar and Light Quality on Growth and Biochemical Traits of Chervil Plant (*Antriscus cerifolium*)

Hasan Maleki-lajayer[1]*

1- Associate Professor, Department of Plant Sciences and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

***Corresponding author:** malekih135@gmail.com

(**Received:** 13 January 2023 **Revise:** 18 January 2023 **Accepted:** 18 January 2023)

Extended Abstract

1. **Introduction:** Several species of Apiaceae family are well known as a source of essential oils which are used for different purposes including nutrition, medicine, beverages, spices, repellents, staining, cosmetics, fragrances and industrial uses. The genus *Anthriscus* with 12 species growing in Europe, eastern North America, Africa, New Zealand and temperate ragions of Asia, belongs to the family Apiaceae. The chervil plants are generally well known for their strong and distinctive flavors and in some cases providing important nutrients which can fortify the consumer's diet to enhance its nutritional value. Some of the *Anthriscus* species are used as flavoring agent and spice for culinary purposes. Wood vinegar is a liquid condensed from carbonized flue gas in producing biochar from agricultural and forestry waste under high temperature and hypoxia. It is a green and environmentally friendly biomass material with sterilization and insect control effects. The conducted analysis demonstrated that wood vinegar contains 10–20 % and more than 200 different types of organic compounds. Better understanding of relations between light quality and plants growth is highly important to produce crops with desired qualitative and quantitative characteristics. There are several studies conducted on the effect of light parameters on crops characteristics, and results have shown that changing the quality and quantity of light can significantly affect physiological, biochemical and productivity of agricultural plants. Studies demonstrated that photosynthesis rate, antioxidant compounds, growth parameters, nutritional value and medicinal characteristics are affected by quality and duration of light radiation. So, in the current study the effect of light quality and wood vinegar application on some of most important characteristics of chervil plant (*Antriscus cerifolium*) was investigated.
2. **Materials and Methods:** In order to investigate the effect of light quality and wood vinegar application on some of most important characteristics of chervil plant, a factorial experiment was performed based on completely randomized design with 4 replications at Department of Horticultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. The chervil seeds were sown on growing media (perlite + coco-peat) in plastic pots. Seeds were kept under dark condition for 3 days. After germination, pots were transferred to growing chamber with light intensity of 3000 lux, and 16/8 h day/night photoperiod. Pots were fertigated with hydroponic solution. Plants were subjected to different light quality conditions (white, red, blue, blue + red). Air temperature ranged between 18 to 20 °C. Seedlings were sprayed with the concentrations of 0, 0.5 and 1 % of wood vinegar at a 7 days intervals. Morphological and physiochemical traits including survival rate, fresh weight, chlorophyll content, phenolic compounds, flavonoid content and antioxidant activity were evaluated after 4 weeks. Analysis of variance and mean comparisons (based on LSD test at 5 % probability level) were performed by SAS software.
3. **Results and Discussion:** Results showed that physiological and biochemical traits of chervil plant were significantly affected by light quality and wood vinegar application. According to the results, there was significant difference between plants treated with different wood vinegar concentrations and light qualities with respect to fresh weight, antioxidant activity, phenol content, flavonoid content, chlorophyll a and b content and survival rate. Results demonstrated that the highest survival percentage was for plants grown under white light condition (100 %). On the other hand, the lowest value of this trait was recorded in plants grown under blue light condition (13 %). Treatment with wood vinegar at the concentrations of 0.5 and 1 % led to a significant increase in survival rate of plants exposed to white light (33 %) and blue light (20 %). Results of the current study indicated that wood vinegar acted as a bio-fertilizer and improved different characteristics of chervil plant under different light quality conditions. Based on reports, wood vinegar has complicated structure, but phenols and acids are its main components. These compounds reduce the intracellular pH, increase cell activity and enhance plant growth. Some studies demonstrated that wood vinegar can act as a hormone-like compound with different effects on molecular

and biochemical pathways of plant cells. Under different treatments of wood vinegar, the plants grown under white light condition showed the highest fresh weight. Also, the lowest fresh weight was recorded in control plants grown under blue light condition. Generally, treatment with wood vinegar at concentrations of 0.5 and 1 % increased plant fresh weight under different light qualities.

4. **Conclusion:** as described above, light quality affected the growth and biochemical performance of chervil plant. Results also showed a positive effect of wood vinegar on alleviating adverse effect of light stress under controlled condition.

Keywords: Hydroponic, Phenolic compounds, Survival percentage, Wood vinegar

Citation: Maleki-lajayer, H. (2023). Evaluation of influence of wood vinegar and light quality on growth and biochemical traits of chervil plant (*Antriscus cerifolium*). *Journal of Vegetables Sciences*, 13(1), 198-209. doi: 10.22034/IUVS.2023.1987417.1265

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/ by/4.0).

دوفصلنامه علمی علوم سبزی‌ها، سال ۷، دوره ۱۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۲، صفحات (۲۰۹-۱۹۸)

دانشگاه ایلام شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۲-۲۶۷۶ نوع مقاله: پژوهشی doi: 10.22034/IUVS.2023.1987417.1265

بررسی تأثیر سرکه چوب و کیفیت نور بر رشد و خصوصیات بیوشیمیایی جعفری وحشی (*Antriscus cerifolium*)

حسن ملکی لجایر[1*]

۱- دانشیار، گروه علوم گیاهی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

*نویسنده مسئول: malekih135@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۸)

چکیده

گیاه جعفری وحشی (*Antriscus cerifolium*) از گیاهان بسیار ارزشمند دارویی و سبزی محبوب در برخی از مناطق کشور است که به‌صورت خودرو در بخش‌هایی از شمال کشور می‌روید. این مطالعه جهت بررسی اثر سرکه چوب و کیفیت نور بر رشد و فعالیت‌های بیوشیمیایی گیاه جعفری وحشی در شرایط کنترل‌شده انجام شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. فاکتور اول غلظت‌های صفر، ۰/۵ و ۱ درصد سرکه چوب بود که به‌صورت محلول‌پاشی هر هفته یکبار صورت پذیرفت و فاکتور دوم کیفیت نور بود که شامل نورهای سفید، قرمز، آبی و قرمز+آبی می‌شد. گلدان‌ها با بستر کشت حاوی کوکوپیت+پرلایت (۵۰+۵۰ درصد حجمی) پر شده و با محلول هیدروپونیک کود-آبیاری شدند. نتایج نشان داد که تیمارهای مربوط به کیفیت نور و غلظت‌های سرکه چوب به‌طور معنی‌داری رشد و صفات فیزیولوژیکی گیاه جعفری وحشی را تحت تأثیر قرار دادند. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که استفاده از سرکه چوب در غلظت ۰/۵ و یک درصد در شرایط نور آبی، به‌ترتیب وزن‌تر را از ۳ گرم به ۸/۷ و ۵/۴ گرم افزایش داد. همچنین در شرایط نور قرمز، وزن‌تر به‌ترتیب ۵۰ و ۱۰۰ درصد در گیاهان تیمارشده با سرکه چوب ۰/۵ و یک درصد افزایش یافت. علاوه‌بر این سرکه چوب کاهش کلروفیل ناشی از شرایط نور آبی را به‌مقدار قابل توجهی افزایش داد. گیاهان پرورش‌یافته در شرایط نور آبی و قرمز به‌مراتب وزن‌تر، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان فنول کمتری نسبت به نور سفید داشتند.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات فنولی، درصد زنده‌مانی، سرکه چوب، هیدروپونیک

استناد: ملکی لجایر، ح. (۱۴۰۲). بررسی تأثیر سرکه چوب و کیفیت نور بر رشد و خصوصیات بیوشیمیایی جعفری وحشی (*Antriscus cerifolium*). *علوم سبزی‌ها*، ۱۳(۱)، ۲۰۹-۱۹۸.

حق چاپ:

حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به‌صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

مقدمه

از گونه‌های متعلق به جنس *Antriscus* در مناطق مختلف کشور چندین گونه (شامل *A. nemorosa* L.، *A. cerifolium* L. و *A. sylvestris* (M.B) به‌صورت خودرو رشد می‌کنند (Maleki *et al*., 2020). به‌دلیل عدم شناخت نسبت به ارزش دارویی و غذایی این جنس، از گیاهان متعلق به آن استفاده مطلوبی نمی‌شود. این جنس بومی اروپا و آسیا است ولی در قسمت‌های شرقی آمریکای شمالی اهلی شده است. برگ‌ها و ساقه گیاه معمولاً مورداستفاده قرار می‌گیرند و با توجه به اینکه این گیاه در سردترین فصل سال نیز به رشد خود ادامه می‌دهد (در شرایطی که در مناطق سردسیر هیچ گیاه خوراکی قادر به ادامه رشد و نمو نیست)، در اواخر اسفندماه و ایام نوروز از سبزی‌های محبوب مردم منطقه به‌شمار می‌رود. علاوه براین، به‌عنوان گیاه پوششی و زینتی در برخی از کشورهای اروپایی در فضای‌سبز (به‌دلیل سایه پسند بودن در زیر درختان) استفاده می‌شود (Mehmet & Semsettin., 2017).

از لحاظ گیاهشناسی، جعفری وحشی (*A. cerifolium*) گیاهی است یکساله، با ارتفاعی تا ۸۵ سانتیمتر که معمولاً با موهای ریز در ناحیه یقه پوشانده شده است. برگ‌های پایینی، در قسمت بیرون مثلثی بوده و دارای دمبرگی به طول ۲/۵ تا ۶/۱ سانتی‌متر هستند. طول پهنک حدود ۹ سانتی‌متر و نسبت طول پهنک به دمبرگ حدود ۱/۱ است. دمبرگ‌ها معمولاً با موهای طویل کم‌تراکم احاطه شده است. گل‌ها در این گونه سفید و طول گلبرگ‌های کناری حدود ۱/۴ میلی‌متر است. طول میوه حدود۷ الی ۱۰ و عرض آن ۱/۴ الی ۱/۸ میلی‌متر است و میوه به‌شکل باریک و خطی است. گلدهی گیاهان از فروردین تا خرداد است. معمولاً در ناحیه سایه و زیر درختان و در جنگل رشد می‌کنند. البته در شرایط مزرعه و نزدیک محل‌های سکونت نیز قابلیت رشد دارند (Mehmet & Semsettin, 2017).

سرکه چوب یک ترکیب آلی است که مناسب استفاده در کشاورزی ارگانیک است. بیشتر از ۲۰۰ ماده شیمیایی در سرکه چوب خام وجود دارد. محلول سرکه چوب حاوی عناصر پرمصرف از جمله منیزیم، گوگرد، فسفر، کلسیم و پتاسیم، همراه با عناصر کم‌مصرف است. با استفاده از سرکه چوب روی گیاهان، این ترکیبات دوباره به خاک برگردانده می‌شوند. گزارش شده است که سرکه چوب کیفیت خاک را بهبود می‌بخشد، آفات را از بین می‌برد، رشد گیاه را تسریع می‌کند و به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد یا بازدارنده رشد گیاه عمل می‌کند. این ماده برای کنترل میکروب‌ها مانند بیماری‌های باکتریایی و قارچی در گیاهان زراعی مختلف استفاده شده است. همچنین، سرکه چوب حاوی مقدار کمی ماده مغذی بوده که مستقیماً توسط گیاهان جذب می‌شود. علاوه بر این، سرکه چوب دارای مواد ضد باکتری و مواد ضد کرم است. سرکه چوب، عمدتاً از اسیدهای آلی و گروه‌های آلدهید، کتون، فنول و فوران تشکیل شده است (Zhang *et al*., 2019). طبیعت اسیدی سرکه چوب pH خاک را تنظیم می‌کند و باعث بهبود قابلیت دسترسی مواد مغذی برای گیاهان می‌شود (Zhu *et al*., 2021). این ماده همچنین باعث بهبود جذب آمونیوم می‌شود (Grewal & Abbey, 2018). ترکیبات شیمیایی تشکیل‌دهنده سرکه چوب شامل اسیدهای آلی (۲۷ درصد)، کتون‌ها (۱۰/۵ درصد)، استرها (۳/۸۵ درصد)، آلکان‌ها (۳/۳۶ درصد)، فوران (۱/۴۸ درصد)، فنول‌ها (۴۳ درصد) و ترکیبات نیتروژنی (۱/۴۶ درصد) می‌باشد. لذا سرکه چوب یک ماده خام ارزشمند است و دارای کاربردهای بالقوه در صنایع غذایی، شیمیایی، دارویی، آرایشی و کشاورزی است (Zhu *et al*., 2021).

مطالعات قبلی نشان داده است که این ماده می‌تواند به‌عنوان شبه‌هورمون در نظر گرفته شود، چون در صورت مصرف در غلظت و مقدار مناسب اثرات مثبتی روی محصولات دارد (Simma *et al*., 2017). این ماده اگر در غلظت مناسب استفاده شود، علاوه بر اثرات مثبت روی رشد گیاه، می‌تواند مقاومت گیاه نسبت به تنش‌های غیرزیستی، بیماری‌ها و حشرات مهاجم را افزایش دهد و از این طریق باعث بهبود عملکرد گیاه شود

(Chalermsan & Peerapan, 2009). مطالعات قبلی روی برنج نشان داده است که سرکه چوب می‌تواند عملکرد، میزان پروتئین، میزان فتوسنتز، تعداد پانیکل و پنجه‌ها را افزایش دهد (Simma *et al.*, 2017). خیساندن بذر گندم با این ماده، گیاه را نسبت به تنش خشکی مقاوم می‌کند (Wang *et al.*, 2019). کاربرد سرکه چوب به صورت اسپری روی توتون، عملکرد، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، پروتئین محلول و محتوای پتاسیم در گیاه را افزایش داده است (Wang *et al.*, 2019).

درک تعاملات بین نور و رشد گیاه برای یک تولید موفق بسیار مهم است (Lu, 2021). نور شکلی از تابش الکترومغناطیسی است که برای چشم انسان قابل مشاهده است. تابشی که ما به‌عنوان نور خورشید یا طیف مرئی درک می‌کنیم بخش کوچکی از طیف الکترومغناطیسی کل است که شامل اشعه گاما، اشعه ایکس و امواج رادیویی می‌شود. نور خورشید اثرات چندگانه‌ای روی گیاهان دارد. گیاهان برگ‌هایشان را در معرض نور خورشید قرار می‌دهند تا انرژی خورشیدی را به انرژی شیمیایی تبدیل کنند. هم‌چنین گیاهان از نور خورشید به‌عنوان دامنه گسترده‌ای از سیگنال‌های نموی بهره می‌برند که با استفاده از آن‌ها فتوسنتز را بهینه کرده و تغییرات فصلی را تشخیص می‌دهند. از آنجا که طیف جذب رنگدانه‌های کلروفیل به‌طور عمده به نور قرمز (۶۶۳ نانومتر و ۶۴۲ نانومتر) و آبی (۴۳۰ نانومتر و ۴۵۳ نانومتر) اختصاص دارد، این طول موج‌ها اصلی‌ترین بخش مؤثر نور بر رشد گیاه هستند (Lin *et al.*, 2013). نور قرمز با استفاده از گیرنده‌های فیتوکروم در گیاهان جذب می‌شود و دو فرم فیتوکروم قرمز (Pr) و فیتوکروم قرمز دور (Pfr) قابل تبدیل را ایجاد می‌کند و پاسخ‌های مربوط به جوانه‌زنی، رشد طولی ساقه، توسعه برگ، القای گل و غیره را ایجاد می‌کند (Pinho, 2008). کشت گیاهان تحت مکمل نور قرمز ممکن است منجر به افزایش زیست توده، محتوای بیشتر ترکیبات فنولیک و فعال شدن سیستم آنتی‌اکسیدانی شود. ضمناً، نور آبی ممکن است منجر به افزایش سنتز کلروفیل، محتویات فنولیک و میزان ویتامین C در گونه‌های مختلف گیاهی شود (Olle & Viršil, 2013). نور قرمز با حداکثر جذب کلروفیل‌ها مطابقت دارد، در حالی که نور آبی باعث باز شدن روزنه‌ها می‌شود و بنابراین، امکان تثبیت CO_2 را فراهم می‌کند. مطالعات زیادی در مورد تأثیر کیفیت نور بر رشد و ارزش غذایی سبزیجات و مایکروگرین‌ها انجام شده است. در پژوهشی مشخص شده است که محتوای فنول کل جوانه‌های کلم پیچ چینی و جوانه‌های گندم سیاه معمولی تحت نور قرمز LED به‌طور قابل توجهی کاهش و در زیر نور آبی در مقایسه با نور سفید به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد (Nam *et al.*, 2018). در مطالعه دیگری گزارش شده است که کیفیت‌های مختلف نور اثرات متفاوتی بر بیوسنتز آنتوسیانین‌ها دارد و نورهای با طول موج کوتاه، مانند نور آبی و نور فرابنفش، ممکن است بر افزایش محتوای آنتوسیانین مؤثر باشند (Qian *et al.*, 2016).

از آنجایی که استفاده از سرکه چوب در کشاورزی در مراحل ابتدایی خود قرار دارد و گزارش‌های کمی در این مورد منتشر شده است و همچنین، با توجه به اینکه گیاهان به‌ویژه گیاهان وحشی در صورت کشت تحت شرایط کنترل‌شده در معرض تنش نوری قرار می‌گیرند و واکنش گیاهان نسبت به کیفیت نور وابسته به گونه گیاهی و عوامل دیگر است، این مطالعه در جهت بررسی اثرات سرکه چوب بر کاهش اثرات منفی تنش نوری و یا بهبود کارآیی گیاه جعفری وحشی در شرایط کنترل-شده انجام شد.

مواد و روش ها

تهیه ماده گیاهی و کشت: بذر گیاهان در اواخر خرداد ماه از روستای لجایر، بخش اجارود شرقی، شهرستان گرمی جمع‌آوری شد. سپس در گلدان‌های پلاستیکی حاوی نسبت مساوی از پرلایت و کوکوپیت کشت گردید. پس از جوانه‌زنی، تعداد ۳ گیاه در هر گلدان نگهداری و بقیه حذف شدند. برای تغذیه گیاهان از محلول هیدروپونیک با غلظت‌های ۱۵۰، ۴۰، ۱۶۰، ۱۴۰، ۵۰، ۵۰، ۲/۳، ۰/۳۱، ۰/۱۱، ۰/۳۸، ۰/۱۱، ۰/۰۷۵ پی‌پی‌ام

به‌ترتیب از ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، آهن، منگنز، بور، روی، مس و مولیبدن استفاده شد. میزان محلول استفاده‌شده در هر بار آبیاری برای همه گلدان‌ها یکسان بود و آبیاری تا زمانیکه که ۱۰ درصد محلول استفاده‌شده از پایین گلدان خارج شود، ادامه می‌یافت. گلدان‌ها بعد از هر ۳ بار آبیاری با محلول هیدروپونیک یکبار با آب معمولی آبیاری می‌شدند. گیاهان در شرایط نوری با شدت نور ۳۰۰۰ لوکس و در شرایط نوری سفید، آبی، قرمز و آبی + قرمز با طول مدت روشنایی-تاریکی ۱۶-۸ ساعت قرار داده شدند. برای تأمین نور از لامپ‌های LED با رنگ‌های سفید، آبی و قرمز استفاده شد. بعد از استقرار کامل گیاه و در مرحله ۵ برگی گیاهان هر هفته یکبار با سرکه چوب صفر، ۰/۵ و ۱ درصد اسپری شدند. بعد از ۴ هفته، درصد گیاهان زنده ثبت و سپس گیاهان از ناحیه طوقه برداشت شده و شاخص‌های موردمطالعه اندازه‌گیری شدند.

درصد زنده‌مانی: درصد زنده‌مانی (S) از تقسیم تعداد بوته‌های زنده‌مانده (N_2) به تعداد بوته‌های کشت‌شده (N_1) محاسبه شد (رابطه۱) (Maleki *et al*., 2020).

رابطه ۱: $$S = \frac{N2}{N1} \times 100$$

وزن تر گیاه: برای این منظور، بوته‌ها از سطح خاک با چاقوی تیز قطع‌شده و در ظرف پلاستیکی تا زمان اندازه‌گیری وزن گیاه نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری وزن از ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده شد.

عصاره‌گیری: برای عصاره‌گیری ۱۰۰ میلی‌گرم ماده گیاهی خشک‌شده وزن گردید، سپس به آن ۳-۱ میلی-لیتر متانول ۸۰ درصد اضافه شد و در دمای اتاق به‌مدت یک شبانه روز نگهداری شد، سپس با سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. از این عصاره در اندازه‌گیری‌های بعدی استفاده شد (Al-Hassan *et al*., 2015).

محتوای کلروفیل: ابتدا ۵۰ میلی‌گرم از بافت تازه برگ با یک میلی‌لیتر استون (۸۰ درصد) مخلوط و به‌مدت ده دقیقه با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و در نهایت عصاره استونی شفاف از آن جدا شد. پس از نیم ساعت تاریکی، مقدار کلروفیل با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول‌موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. مقدار کلروفیل‌های a و b با استفاده از رابطه‌های ۲ و ۳ تعیین شد (Al-Hassan *et al*., 2015).

رابطه ۲: $$\text{Chl a} = [12.7\ (A663) - 2.69(A645)] \times V/(1000 \times W)$$

رابطه ۳: $$\text{Chl b} = [22.9\ (A645) - 4.68\ (A663)] \times V/(1000 \times W)$$

که در روابط بالا A645 و A663، به‌ترتیب جذب نور در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ می‌باشد و V و W به‌ترتیب حجم عصاره صاف‌شده و وزن‌تر نمونه برحسب گرم است.

فنول کل: برای اندازه‌گیری فنول کل ابتدا ۰/۱ میلی لیتر نمونه‌های رقیق‌شده همراه با دو میلی‌لیتر کربنات سدیم در لوله آزمایش به‌مدت دو دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از واکنش‌گر فولین سیوکالتو (۵۰ درصد) به آن افزوده شد. مخلوط واکنش به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و در تاریکی نگهداری و سپس میزان جذب در طول موج ۷۲۰ نانومتر دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Genway اندازه‌گیری شد (Al-Hassan *et al*., 2015).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: مخلوط واکنش شامل ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره و ۲ میلی‌لیتر محلول متانولی DPPH (۰/۲ میلی‌مولار) بود. مخلوط واکنش در شرایط تاریکی و دمای اتاق به‌مدت ۳۰ دقیقه نگهداری شده و میزان جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Genway در طول موج ۵۱۷ اندازه‌گیری شد. درصد بازدارندگی رادیکال آزاد DPPH با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Maleki *et al*., 2020):

رابطه ۴: $$(\%)\ I = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100$$

I (%): درصد بازدارندگی

A_0: جذب شاهد (حاوی محلول DPPH + متانول)

A_1: جذب محلول (حاوی محلول DPPH+ عصاره گیاهی)

اندازه‌گیری ترکیبات فلاونوئیدی: برای این منظور ۵۰ میکرولیتر از عصاره استخراج شده به ۲۵۰ میکرولیتر

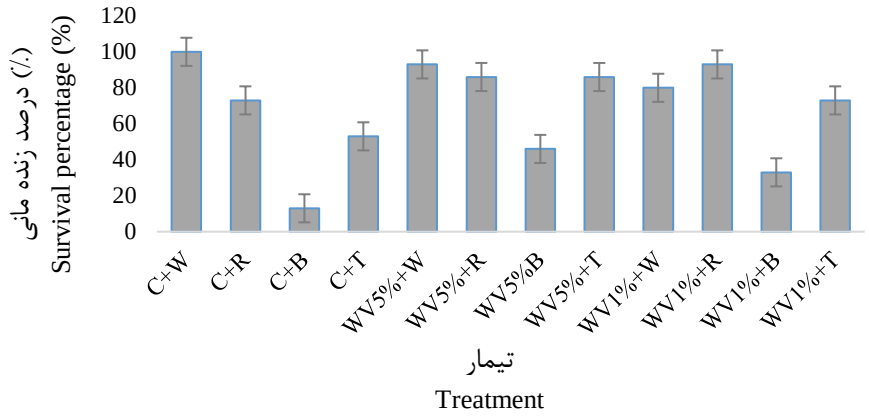
متانول ۸۰ درصد اضافه شد، سپس ۴۴۰ میکرولیتر آب مقطر و ۳۰ میکرولیتر نیتریت سدیم اضافه شد، بعد از ۵ دقیقه، ۳۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد (به‌منظور واکنش با گروه‌های کاتکول فلاونوئیدها) اضافه شد و بعد از ۶ دقیقه، ۲۰۰ میکرولیتر هیدروکسید سدیم یک مولار به آن اضافه شد و به‌خوبی تکان داده شد. در محلول بلانک به‌جای اضافه کردن عصاره، از متانول ۸۰ درصد استفاده شد (Zhishen *et al*., 1999).

آنالیز آماری: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسات میانگین (آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد) به‌کمک نرم‌افزار SAS صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

درصد زنده‌مانی

براساس نتایج، بیشترین درصد زنده‌مانی در گیاهان پرورش‌یافته در شرایط نور سفید حاصل شد (۱۰۰ درصد). گیاهانی که در شرایط نور آبی پرورش یافته بودند، کمترین زنده‌مانی را داشتند (۱۳ درصد)، ولی این گیاهان زمانی که با سرکه چوب در غلظت ۰/۵ و ۱ درصد اسپری شدند، به‌ترتیب درصد زنده‌مانی آن‌ها ۳۳ و ۲۰ درصد افزایش یافت. سرکه چوب درصد زنده‌مانی گیاهان پرورش‌یافته در زیر نور قرمز را نیز ۱۳ و ۲۰ درصد افزایش داد. در شرایط نور ترکیبی نیز گیاهان اسپری‌شده با سرکه چوب (۸۶ درصد در ۰/۵ درصد سرکه چوب و ۷۳ درصد در ۱ درصد سرکه چوب) درصد زنده‌مانی بیشتری نسبت به گیاهان تیمار نشده داشتند (۵۳ درصد) (شکل ۱). این نتایج نشان می‌دهد که سرکه چوب می‌تواند در تولید گیاهان در شرایط کنترل‌شده که گیاه ممکن است با تنش نوری مواجه شود، به‌عنوان یک ماده موثر در کاهش اثرات تنش مورد استفاده قرار گیرد. در این مطالعه مشخص شد که سرکه چوب قادر است رشد و فعالیت بیوشیمیایی گیاه جعفری وحشی را در شرایط نوری مختلف تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به اینکه اجزای تشکیل‌دهنده سرکه چوب به‌نسبت پیچیده است، ولی نتایج مطالعات قبلی نشان داده است که بیشترین قسمت از ترکیبات سرکه چوب را اسیدها و فنول‌ها تشکیل می‌دهند. اسیدها و فنول‌ها در دسته ترکیبات فعال بیولوژیکی قرار دارند. وقتی یون H^+ وارد بافت برگ می‌شود، pH درون سلول را اسیدی‌تر می‌کند، فعالیت سلول را بیشتر می‌کند و درنتیجه قدرت رشد گیاه را افزایش می‌دهد (Zhu *et a*l., 2021). مطالعات قبلی نشان داده است که ماده اصلی موجود در سرکه چوب که باعث افزایش جوانه‌زنی و رشد دانهال‌ها می‌شود، ترکیبات اسیدی موجود در آن است (Kondo *et al*., 2002). همچنین ترکیبات فنولی موجود در سرکه چوب نیز می‌توانند باعث بهبود رشد گیاه شوند. مطالعات قبلی نشان داده است که استفاده از سرکه چوب، میزان اکسین، جیبرلین، فعالیت آنزیم‌ها، رشد گیاه و جذب نیتروژن را افزایش داده و این اثرات مثبت را به وجود ترکیبات فنولی در سرکه چوب نسبت داده‌اند (Zhang *et al*., 2019). همچنین ماده فوران (Furan) و مشتقات آن که در سرکه چوب وجود دارد، یک ماده شبه‌هورمونی بوده که می‌تواند رشد گیاه را تحریک کند (Zhai *et al*., 2015). مطالعات قبلی نیز نشان‌دهنده اثرات مثبت این ماده روی رشد گیاه است، که با نتایج این پژوهش هم راستا است. براساس گزارش‌ها این ماده اگر در غلظت مناسب مورد استفاده قرار گیرد، علاوه بر اثرات مثبت روی رشد گیاه، می‌تواند مقاومت گیاه نسبت به تنش‌های غیرزیستی، بیماری‌ها و حشرات مهاجم را افزایش دهد و از این طریق باعث بهبود عملکرد گیاه تحت شرایط تنش شود (Chalermsan & Peerapan, 2009). مطالعات قبلی روی برنج نشان داده است که سرکه چوب می‌تواند عملکرد، میزان پروتئین، میزان فتوسنتز، و تعداد پانیکل و پنجه‌ها را افزایش دهد (Simma *et al*., 2017). خیساندن بذر گندم با این ماده، گیاه را نسبت به تنش خشکی مقاوم می‌کند (Wang *et al*., 2019). کاربرد سرکه چوب به صورت اسپری روی توتون، عملکرد، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، پروتئین محلول و محتوای پتاسیم در گیاه را افزایش داده است (Zhu *et a*l., 2021).



شکل ۱- اثر متقابل کاربرد سرکه چوب و کیفیت نور بر درصد زنده‌مانی جعفری وحشی. C: شاهد، W: نور سفید، R: نور قرمز، B: نور آبی، T: نور آبی+ قرمز، WV5%: سرکه چوب با غلظت ۵ درصد و WV10%: سرکه چوب با غلظت ۱۰ درصد

Figure 1- Interaction of wood vinegar application and light quality on survival percentage of chervil plant. C: control, W: white light, R: red light, B: blue light, T: blue + red light, WV5%: wood vinegar at 5 % concentration and WV10%: wood vinegar at 10 % concentration

محتوای فلاونوئید

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سرکه چوب و کیفیت نور نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید در گیاهان تحت شرایط نور ترکیبی و بدون تیمار با سرکه چوب حاصل شد. کمترین مقدار فلاونوئید هم در شرایط نور آبی و تیمار با سرکه چوب ۰/۵ درصد حاصل شد (جدول ۱ و شکل ۲).

محتوای فنول

نتایج نشان داد که بیشترین میزان فنول در گیاهان رشدیافته تحت شرایط نوری سفید و ترکیبی و بدون تیمار با سرکه چوب بدست آمد (بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر). همچنین، کمترین مقدار از این صفت در گیاهان رشدیافته تحت نور قرمز و تیمارشده با سرکه چوب ۰/۵ درصد مشاهده شد که با مقدار این صفت در گیاهان رشد یافته تحت نور قرمز و تیمارنشده با سرکه چوب تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۱).

ظرفیت آنتی اکسیدانی

بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهان رشدیافته تحت نور سفید و تیمارشده با سرکه چوب ۰/۵ و ۱ درصد (بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر) به‌ثبت رسید (شکل ۲). همچنین، شرایط نور قرمز و تیمار با سرکه چوب ۰/۵ درصد منجر به ثبت کمترین میزان از فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهان موردمطالعه گردید (جدول ۱).

محتوی کلروفیل

کمترین مقادیر به‌ثبت‌رسیده از کلروفیل a تحت تیمار نوری آبی (در سطوح مختلف تیمار با سرکه چوب) مشاهده گردید. در این بین، گیاهان رشد یافته تحت شرایط نور آبی و بدون تیمار با سرکه چوب دارای کمترین میزان کلروفیل a بودند (شکل ۲). همچنین، بیشترین میزان این صفت در گیاهان در معرض نور ترکیبی و تیمارشده با سرکه چوب ۱ درصد به‌ثبت رسید. نتایج بدست‌آمده برای صفت کلروفیل b نیز مانند نتایج ثبت‌شده برای کلروفیل a بود (از نظر بیشترین و کمترین مقدار) (جدول ۱).

در این مطالعه مشخص شد که کیفیت نور نقش مهمی در رشد و فعالیت بیوشیمیایی گیاه دارد و ایجاد شرایط بهینه نوری به‌خصوص برای گونه‌های وحشی امری ضروری به‌نظر می‌رسد. گیاهانی که در شرایط نور آبی و قرمز پرورش یافته بودند، به مراتب رشد کمتر و ترکیبات شیمیایی کمتری نسبت به گیاهانی که در شرایط نور سفید پرورش یافته بودند، داشتند. مطالعات

زیادی در جهت بهینه‌سازی شرایط نوری برای بسیاری از گیاهان انجام شده است ولی نتایج متناقضی حاصل شده است. پاسخ‌های رشدی گیاهان به نور قرمز و آبی به عوامل مختلفی بستگی دارد که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به نوع گونه گیاهی و شرایط کشت اشاره کرد. در پژوهشی بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای ترکیبات فنولی در گیاه *Valerianella locusta* تحت نور قرمز مشاهده گردید (Wojciechowska *et al*., 2015)، اما در گیاه گشنیز فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نسبت‌های بالاتر نور قرمز کاهش یافت (Naznin *et al*., 2016). بیش‌ترین محتوای فنولی در ساقه‌ها و برگ‌های گوجه‌فرنگی تحت نور آبی گزارش شده است (Kim *et al*., 2013). در ریحان سبز نیز تجمع ترکیبات فنولی و رزمارینیک اسید به‌ترتیب با کاربرد نور سفید و ترکیبی از نور قرمز و آبی مشاهده گردید (Shiga *et al*., 2009). در مطالعه دیگری، میزان تأثیر کیفیت نور بر سنتز مواد فنولی بسته به نوع گیاه کشت‌شده متفاوت بود، به‌طوریکه در رقم سبز تاج خروس، نور قرمز و در رقم قرمز تاج خروس، نور آبی باعث تجمع بیشتر مواد فنولی گردید (Lobiuc *et al*., 2017).

وزن‌تر

گیاهان رشدیافته در معرض نور سفید بیشترین میزان از این صفت را تحت تیمارهای مختلف سرکه چوب از خود نشان دادند. همچنین، کمترین میزان از این صفت، تحت نور آبی و عدم تیمار با سرکه چوب مشاهده گردید. تیمار گیاهان با سرکه چوب در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد موجب افزایش معنی‌دار حداقل میزان ثبت‌شده از وزن تر (در گیاهان تیمارنشده) گردید (جدول ۱ و شکل ۲).

جدول ۱- اثر متقابل کاربرد سرکه چوب و کیفیت نور بر صفات جعفری وحشی

Table 1- Interaction of wood vinegar application and light quality on traits of chervil plant.

سرکه چوب (٪) Wood vinegar (%)	کیفیت نور Light quality	فلاونوئید (میلی‌گرم کوئرسیتین بر گرم وزن تر) Flavonoid (mg QE g^{-1} FW)	فنول (میلی‌گرم گالیک‌اسید بر گرم وزن تر) Phenol (mg GAE g^{-1} FW)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (٪) Antioxidant activity (%)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) Chlorophyll a (mg g^{-1} FW)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) Chlorophyll b (mg g^{-1} FW)	وزن تر (گرم) Fresh weight (g)
0	W	1.07^{ab}	1.3^{a}	26.5^{a}	23.6^{a}	11^{a}	42.9^{a}
	R	1.11^{ab}	0.77^{c}	22.7^{cd}	20.3^{a}	9.5^{a}	10.9^{efg}
	B	0.96^{ab}	0.95^{b}	25.4^{ab}	3.9^{c}	1.8^{c}	3^{h}
	T	1.3^{a}	1.3^{a}	26^{a}	19.5^{a}	9^{a}	13.1^{ef}
0.5	W	1.09^{ab}	1.24^{a}	26.8^{a}	21.9^{a}	10^{a}	35.4^{b}
	R	1.2^{ab}	0.72^{c}	21^{d}	19.9^{a}	9.5^{a}	16.6^{de}
	B	0.78^{b}	1.27^{a}	26^{a}	13.4^{b}	6.2^{b}	8.7^{fg}
	T	0.99^{ab}	1.18^{a}	25.6^{ab}	20.2^{a}	9.3^{a}	20^{cd}
1	W	1.25^{a}	1.28^{a}	26.8^{a}	18.9^{a}	8.9^{a}	30.5^{b}
	R	1.2^{ab}	1^{b}	25.2^{ab}	19.2^{a}	9^{a}	24^{c}
	B	0.96^{ab}	0.9^{b}	23.8^{bc}	11.9^{b}	5.8^{b}	5.4^{gh}
	T	1.18^{ab}	1.23^{a}	26^{a}	24.3^{a}	11.3^{a}	21^{cd}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد). W: نور سفید، R: نور قرمز، B: نور آبی و T: نور آبی+ قرمز.

In each column, means followed by the same letters are not significantly different (LDS test at 5 % probability level). W: white light, R: red light, B: blue light, T: blue + red light

شکل ۲- گیاهان پرورش‌یافته در شرایط نور سفید (الف) و نور آبی (ب)، که با غلظت‌های صفر، ۰/۵ و ۱ درصد سرکه چوب تیمار شده بودند

Figure 2- Plants grown under white light (a) and blue light (b) conditions, which had been treated with 0, 0.5 and 1 % of wood vinegar

نتیجه‌گیری کلی

کشت و پرورش گیاه جعفری وحشی در شرایط نوری مختلف می‌تواند رشد و فعالیت بیوشیمیایی آن را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین، محلوپاشی سرکه چوب در غلظت مناسب می‌تواند به‌عنوان یک تیمار ارزان‌قیمت و قابل‌دسترس برای بهبود کارآیی گیاه در شرایط کنترل-شده، مدنظر قرار گیرد.

References

- Al-Hassan, M., Martínez Fuertes, M., Ramos Sánchez, F. J., Vicente, O. & Boscaiu, M. (2015). Effects of salt and water stress on plant growth and on accumulation of osmolytes and antioxidant compounds in cherry tomato. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43, 1-11.
- Chalermsan, Y. & Peerapan, S. (2009). Wood vinegar: By-product from rural charcoal kiln and its role in plant protection. *Asian Journal of Food Agriculture*, 2, 189-195.
- Grewal, A. & Abbey G.L.R. (2018). Production, prospects and potential application of pyroligneous acid in agriculture. *Journal of Analytical and applied Pyrolysis*, 135, 152-159.
- Kim, K., Kook, H. S., Jang, Y. J., Lee, W.H., Kamala-Kannan, S., Chae, J.-C. & Lee, K. J. (2013). The effect of blue-light emitting diodes on antioxidant properties and resistance to *Botrytis cinerea* in tomato. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 3(4), 49.
- Kondo, S., Tsuda, K., Muto, N. & Ueda, J. E. (2002). Antioxidative activity of apple skin or flesh extracts associated with fruit development on selected apple cultivars. *Scientia Horticulturae*, 96(1-4), 177-185.

- Lin, K.H., Huang, M.Y., Huang, W.D., Hsu, M.H., Yang, Z.W. & Yang, C.M. (2013) The effects 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 Horticulture*, 150, 86-91.
- Lobiuc, A., Vasilache, V., Oroian, M., Stoleru, T., Burducea, M., Pintilie, O., Zamfirache, M.M. (2017). Blue and red led illumination improves growth and bioactive compounds contents in acyanic and cyanic *ocimum basilicum* L. microgreens. *Molecules*, 22(12), 2111.
- Lu, N. (2021). Light environment and plant growth in plant factories. The international Conference on Smart and Innovative Agriculture. IOP Conf. Series: *Earth and Environmental Science* 686, 012002. doi:10.1088/1755-315/686/1/012002
- Maleki, H., Reza, N. & Shahi-Gharahlar, A. (2020). Essential oil components, phenolic content and antioxidant activity of *Anthriscus cerefolium* and *Anthriscus sylvestris* from Iran. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 3(2), 355-366.
- Mehmet, T. & Semsettin, C. (2017). A taxonomic revision of the genus *Anthriscus* in Turkey. *Phytotaxa*, 302, 1-26.
- Nam, T. G., Kim, D. O. & Eom, S. H. (2018). Effects of light sources on major flavonoids and antioxidant activity in common buckwheat sprouts. *Food Science and Biotechnology*, 27, 169-176.
- Naznin, M. T., Lefsrud, M., Grave, V. & Hao, X. (2016). Different ratios of red and blue LED light effects on coriander productivity and antioxidant properties. *Acta Horticulture*, 1134, 223-229
- Olle, M. & Viršil, A. (2013). The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. *Food Science*, 22, 223-234.
- Pinho, P. (2008). Usage and control of solid-state lighting for plant growth. Ph.D. thesis, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland, ISBN 9789512295012.
- Qian, H., Liu, T., Deng, M., Miao, H., Cai, C., Shen, W. & Wang, Q. (2016). Effects of light quality on main health-promoting compounds and antioxidant capacity of Chinese kale sprouts. *Food Chemistry*, 196, 1232-1238.
- Shiga, T., Shoji, K., Shimada, H., Hashida, S.N., Goto, F. & Yoshihara, T. (2009). Effect of light quality on rosmarinic acid content and antioxidant activity of sweet basil, *Ocimum basilicum* L. *Plant Biotechnology*, 26, 255-259.
- Simma, B. Polthanee, A. & Goggi, A.S. (2017). Wood vinegar seed priming improves yield and suppresses weeds in dryland direct-seeding rice under rainfed production. *Agronomy for Sustainable Development*, 37, 56.
- Wang, Y., Qiu, L., Song, Q., Wang, S., Wang, Y. & Ge, Y. (2019). Root proteomics reveals the effects of wood vinegar on wheat growth and subsequent tolerance to drought stress. *International Journal of Molecular Science*, 20, 943.
- Wojciechowska, R., Dugosz-Grochowska, O., Koton, A. & Zupnik, M. (2015). Effects of LED supplemental lighting on yield and some quality parameters of lamb's lettuce grown in two winter cycles. *Scientia Horticulture*, 187, 80-86.
- Zhai, M., Shi, G. Wang, Y. Mao, G., Wang, D. & Wang, Z. (2015). Chemical compositions and biological activities of pyroligneous

acids from walnut shell. *Bioresources*, 10, 1715-1729.
- Zhang, L., Wang, L., Liu, X. & Guo, D. (2019). The effect of wood vinegar as foliar fertilizer on tomato growth. *Zhejiang Agricultural Science*, 2, 231-233.
- Zhishen, J., Mengcheng, T. & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64, 555-559.
- Zhu, K., Gu, S., Liu, J., Luo, T., Khan, Z., Zhang, K. & Hu, L. (2021). Wood vinegar as a complex growth regulator promotes the growth, yield, and quality of rapeseed. *Agronomy*, 11, 510. https://doi.org/10.3390/agronomy11030510.