# تأثیر شدت نور بر فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گل جعفری فرانسوی (*Tagetes patula* L.)

**مهری مهدوی فرد[۱]، صادق موسوی فرد*[۲]**
[۱]دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی دانشگاه لرستان
[۲*]استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه لرستان
*نویسنده مسئول: Mousavifard.s@lu.ac.ir

**چکیده**

گل جعفری، گیاه زینتی متعلق به تیره میناسانان (Asteraceae) بوده و پراکنش آن بیشتر در مناطق معتدله و حاره می‌باشد. نور یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد گیاه است که با تغییرات در تابش، بر رشد، مورفولوژی و آناتومی، جنبه‌های مختلف فیزیولوژی و بیوشیمیایی سلولی و در نهایت زمان گلدهی و عملکرد گیاه اثر می‌گذارد. هدف از این پژوهش بررسی اثرات شدت‌های مختلف نور بر فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گل جعفری فرانسوی بود. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و شامل سه سطح شدت نور ۱۸۰۰، ۱۲۰۰ و ۶۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شدت نور بر فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز و پراکسیداز تأثیر معنی‌داری داشت. با افزایش شدت نور، فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز افزایش و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز کاهش یافت. به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش شدت نور باعث ایجاد تنش در جعفری فرانسوی شده و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی یک راه مقابله با کاهش اثرات تنش بوده است.

***کلمات کلیدی:*** آنزیم آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز، کاتالاز

**مقدمه**

گل جعفری، گیاه زینتی متعلق به تیره میناسانان (Asteraceae) بوده و پراکنش آن بیشتر در مناطق معتدله و حاره می‌باشد (Funk *et al.*, 2007). این گیاه دارای سه گونه مهم یک‌ساله جعفری آفریقایی(*Tagetes erecta* L.) ، جعفری فرانسوی (*Tagetes patula* L.) و جعفری مکزیکی (*Tagetes minuta* L.) می‌باشد. جعفری فرانسوی، به‌عنوان گل جعفری پاکوتاه با ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر شناخته شده است (Sairam and Srivastava, 2001).

نور یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد گیاه است که با تغییرات در تابش، بر رشد، مورفولوژی و آناتومی، جنبه‌های مختلف فیزیولوژی و بیوشیمیایی سلولی و در نهایت زمان گلدهی و عملکرد گیاه اثر می‌گذارد (Deng *et al.*, 2012; Dai *et al.*, 2009) به نظر می‌رسد که کیفیت نور بر روی بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان در طول رشد و توسعه، به‌خصوص فتوسنتز تأثیر می‌گذارد (Hogewoning *et al.*, 2012) رشد مطلوب گیاه نیازمند یک شدت نور مناسب است.

شدت بیش از حد نور یا شدت کم آن، فتوسنتز گیاه را کاهش می‌دهد (Dai *et al*,. 2009؛ Bertamini *et al.*, 2006) در شرایط تابش زیاد، بازدارندگی نوری صورت می‌گیرد؛ دستگاه فتوسنتزی انرژی نوری بیش از حد جذب می‌کند و باعث غیرفعال شدن یا آسیب رساندن به مراکز واکنش فتوسیستم II و در نتیجه کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی می‌شود (Bertaminia, 2006).در مقابل در شرایط تابش کم، ATP کافی برای تثبیت کربن و بیوسنتز کربوهیدرات تولید نمی‌شود که این امر منجر به کاهش رشد گیاه می‌شود (Shao *et al.*, 2014). پژوهش Xu و همکاران (۲۰۱۰) روی اثر محافظتی اکسید نیتریک بر آسیب اکسیداتیو ناشی از نور روی برگ فسکوی بلند *Tall Fescue* نشان داد که فعالیت آنزیم‌های کاتالاز (CAT) و آسکوربات پراکسیداز (APX) با تیمار نور افزایش یافتند. در پژوهش Xu و همکاران (۲۰۱۳) روی گندم

IrHC2019

زمستانه فعالیت آنزیم‌های کاتالاز (CAT) و پراکسیداز (POD) در سایه‌دهی ۲۲٪ افزایش یافت اما در سایه‌دهی ۵۰٪ و ۹۰٪ فعالیت کاتالاز و پراکسیداز کاهش یافت.

از آن جای که گل جعفری از ارزش زینتی بالایی برخوردار است (Tian *et al.*, 2012)، اگر بتوان این گیاهان را در شرایط سایه و نیم‌سایه (اطراف درختان و حاشیه‌کاری‌ها) کشت کرد، ارزش فضای سبز آن‌ها بیشتر خواهد شد. بنابراین در پژوهش حاضر تأثیر سطوح مختلف شدت نور بر فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان به‌منظور تعیین سطح بهینه شدت نور بررسی شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان واقع در شهر خرم‌آباد صورت گرفت.

بذرهای F1 گل جعفری فرانسوی (*Tagetes patula*) از شرکت تولید بذر شکوفه اصفهان تهیه و در ۱۹ اردیبهشت‌ماه سال ۹۵ در محیط کشت شامل خاک (لومی رسی)، ماسه و کود دامی پوسیده به نسبت مساوی در گلدان پلاستیکی کشت شد. با توجه به در نظر گرفتن ظرفیت زراعی خاک، طی یک ماه اول کشت، آبیاری به‌صورت دو روز یک‌بار و در ماه‌های بعدی روزانه صورت گرفت. آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار شامل سه سطح شدت نور (۱۸۰۰، ۱۲۰۰ و ۶۰۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) بود. تیمار شدت نور ۱۸۰۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه در شرایط نور کامل (شاهد)، تیمار ۱۲۰۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه با پوشش ساران (سایبان) سبزرنگ یک لایه و تیمار ۶۰۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه با پوشش ساران سبزرنگ دولایه اجرا شد. سایه‌دهی از زمان ظهور دو برگ حقیقی تا انتهای آزمایش و در تمام مدت شبانه روز اعمال گردید. اندازه‌گیری صفات در زمان گل‌دهی انجام شد.

### اندازه‌گیری آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز

برای استخراج آنزیم کاتالاز طبق روش Chance و Maehly (۱۹۸۱) و تغییرات جذب نور در طول موج ۲۴۰ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد. برای استخراج آنزیم پراکسیداز از روش MacAdam و همکاران (۱۹۹۲) و تغییرات جذب نور در طول موج ۴۷۵ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد. برای اندازه‌گیری آنزیم آسکوربات پراکسیداز روش Nakano و Asada (۱۹۸۱) و ثبت تغییرات جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۲۹۰ نانومتر انجام گردید. در نهایت مقدار فعالیت آنزیم بر حسب میزان آب‌اکسیژنه غیرفعال شده در یک دقیقه در هر گرم وزن تازه بافت بیان شد.

### تجزیه و تحلیل آماری

تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS (نسخه‌ی ۹,۱) تحلیل واریانس شد. مقایسه میانگین ویژگی‌های مورد مطالعه با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج و یک درصد انجام شد.

## نتایج

### آسکوربات پراکسیداز

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که سطوح مختلف شدت نور بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ داشت. مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش شدت نور میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز افزایش یافت. تیمار شدت نور ۱۸۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه با میانگین (۱/۰۴) بیشترین و شدت نور ۶۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه با میانگین (۰/۵۶) کمترین فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز را دارا بودند (شکل ۱).

### کاتالاز

نتایج تجزیه واریانس میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (جدول ۱) نشان داد که تأثیر شدت نور بر ویژگی مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که با افزایش شدت نور،

IrHC2019

فعالیت آنزیم کاتالاز کاهش یافت. تیمار شدت نور ۶۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه با میانگین (۵/۹۴) بیشترین و شدت نور ۱۸۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه با میانگین (۲/۷۹) کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز را دارا بودند (شکل ۱).

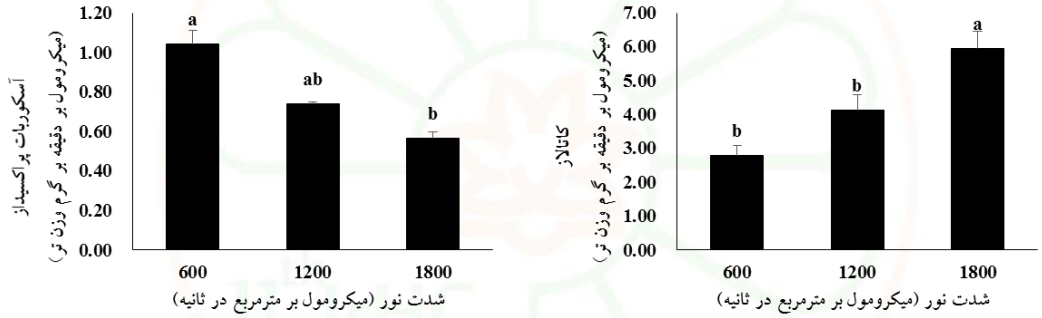
**پراکسیداز**

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که تأثیر شدت نور بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز تأثیر معنی‌داری در سطح آماری ۰/۰۱ داشت. مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (۱/۶۷ میکرومول بر دقیقه بر گرم وزن تر) مرتبط با شدت نور ۶۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه و کمترین (۰/۲۷ میکرومول بر دقیقه بر گرم وزن تر) مربوط به شدت نور ۱۸۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه بود که نشان می‌دهد با کاهش شدت نور مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز افزایش یافته است (شکل ۲).

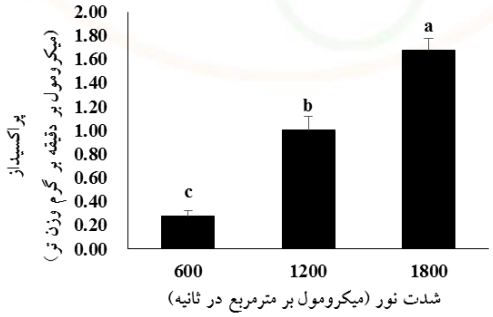
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های بیوشیمیایی جعفری فرانسوی

| منابع تغییرات | درجه آزادی | آسکوربات پراکسیداز | کاتالاز | پراکسیداز |
|---|---|---|---|---|
| شدت نور | ۲ | ۰/۱۷* | ۷/۴۹** | ۱/۴۷** |
| خطا | ۶ | ۰/۰۲۹ | ۰/۵۴ | ۰/۰۲ |
| ضریب تغییرات (٪) | | ۲۱/۷۹ | ۱۷/۱۵ | ۱۵/۷۱ |

ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار، * و ** اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱




شکل ۱. اثرات شدت نور بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز. میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD نیستند. نوارهای عمودی نشان‌دهنده‌ی خطای استاندارد (n=۳ ) می‌باشد.




شکل ۲. اثرات شدت نور بر فعالیت آنزیم پراکسیداز. میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD نیستند. نوارهای عمودی نشان‌دهنده‌ی خطای استاندارد (n=۳ ) می‌باشد.

**بحث**

در یک بافت سیستمیک، به‌منظور به حداقل رساندن تنش اکسیداتیو حاصل از افزایش گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن (ROS)، گیاهان سازوکارهای سم‌زدایی شامل ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و برخی از آنزیم‌های مهار ROS مانند

IrHC2019

پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، آسکوربات پراکسیداز (APX) را ایجاد کرده‌اند (Sharma *et al.*, 2012). نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش شدت نور فعالیت آنزیم‌های APX افزایش و آنزیم CAT و پراکسیداز (POD) کاهش یافت. در پژوهش Shao و همکاران (۲۰۱۴) روی گیاه *Anoectochilus roxburghii* که ۴۰ روز در سایه قرار داشت سطوح POD در گیاهان در تابش ۵٪، ۲۰٪ و ۳۰٪ نور طبیعی به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاهان در تابش ۵۰٪ بود درحالی که فعالیت CAT کمتر بود. پژوهش Xu و همکاران (۲۰۱۰) روی برگ فسکوی بلند (*Tall Fescue*) نشان داد که فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در تیمار نوری ۵۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه افزایش یافتند. گزارش شده است که فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در اسفناج در شدت نور زیاد و دمای پایین افزایش می‌یابد (Schoner and Krause, 1990). در پژوهش Xu و همکاران (۲۰۱۳) روی گندم زمستانه فعالیت کاتالاز و پراکسیداز در سایه‌دهی ۲۲٪ افزایش و در سایه‌دهی ۵۰٪ و ۹۰٪ کاهش یافت.

## منابع

Bertamini, M., Muthuchelian, K., Rubinigg, M., Zorer, R., Velasco, R. and Nedunchezhian, N. 2006. Low-night temperature increased the photo inhibition of photosynthesis in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) leaves. Environmental and Experimental Botany, 57(1): 25-31.

Chance, B. and Maehly, A. C. 1995. Assay of catalas and proxidase. In: Colowick, S. P. and Kaplan, N.D. (eds). Methods in Enzymology. Academic Press. New York. 2: 764-775.

Dai, Y., Shen, Z., Liu, Y., Wang, L., Hannaway, D. and Lu, H. 2009. Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg. Environmental and Experimental Botany, 65(2-3): 177-182.

Deng, Y. M., Li, C. C., Shao, Q.S., Ye, X.Q. and She, J. M. 2012. Differential responses of double petal and multi petal jasmine to shading: I. Photosynthetic characteristics and chloroplast ultrastructure. Plant Physiology and Biochemistry, 55: 93–102.

Funk V.A., Chan R. and Holland A. 2007. Cymbonotus (Compositae: Arctotideae, Arctotidinae): an endemic Australian genus embedded in a southern African clade. Botanical Journal of the Linnean Society, 153: 1-8.

Hogewoning, S.W., Trouwborst, G., Meinen E. and Van Ieperen, W. 2012. Finding the optimal growth-light spectrum for greenhouse crops. Acta Horticulture, 956: 357–363.

MacAdam, J.W., Nelson, C.J. and Sharp, R.E. 1992. Peroxidase Activity in the leaf elongation zone of tall fescue I. Spatial distribution of ionically bound peroxidase activity in genotypes differing in length of the elongation zone. Plant Physiology, 99 (3): 872-878.

Nakano, Y. and Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant Cell Physiology, 22: 867-880.

Romagnoli C., Bruni R., Andreotti E., Rai M.K., Vicentini C.B. and Mares D. 2005. Chemical characterization and antifungal activity of essential oil of capitula from wild Indian *Tagetes patula* L. Protoplasma, 225(1-2): 57-65.

Schoner, S. and Krause, G. H. 1990. Protective systems against active oxygen species in spinach: response to cold acclimation in excess light. Planta, 180 (3): 383-389.

Shao, Q., Wang, H., Guo, H., Zhou, A., Huang, Y., Sun, Y. and Li, M. 2014. Effects of shade treatments on photosynthetic characteristics, chloroplast ultrastructure, and physiology of *Anoectochilus roxburghii*. Plos One, 9(2): e85996.

Sharma, P., Jha A. B., Dubey, R. S. and Pessarakli, M. 2012. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. Journal of Botany, 1-26.

Tian Z., Wang F., Zhang W., Liu C. and Zhao X. 2012. Antioxidant mechanism and lipid peroxidation patterns in leaves and petals of marigold in response to drought stress. Horticulture, Environment and Biotechnology, 53(3): 183-192.

Xu, C., Yin, Y., Cai, R., Wang, P., Ni, Y., Guo, J. and Yang, D. 2013. Responses of photosynthetic characteristics and antioxidative metabolism in winter wheat to post-anthesis shading. Photosynthetica, 51 (1): 139-150.

Xu, Y., Sun, X., Jin, J. and Zhou, H. 2010. Protective effect of nitric oxide on light induced oxidative damage in leaves of tall fescue. Journal of Plant Physiology, 167: 512-518.

IrHC2019

# Effect of light intensity on some antioxidant enzymes activity of *Tagetes patula* L.

**Mahdavi-Fard M.[1], Mousavia-Fard S[*2].**
[1*] Ph.D student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
[2*] Assistant professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
[*]*Corresponding Author: Mousavifard.s@lu.ac.ir*

## Abstract

Marigold species (*Tagetes* spp.) are ornamental plants which belong to Asteraceae and their geographical dispersal occur mainly in temperate regions. Light is one of the most important factors affecting on plant growth, that with changes in radiation effects on growth, morphology and anatomy, various aspects of cell physiological and biochemical and finally flowering time and plant function. The aim of this study was investigate the effect of different light intensities on some antioxidant enzymes activity of *Tagetes patula* L. The experiment was conducted in the basis of completely randomized design with three replications and consisted of three light intensity levels (600, 1200 and 1800 µmol $m^{-2}$ $s^{-1}$). Analysis of variance was showed that light intensity had a significant effect on ascorbate peroxidase, catalase and peroxidase enzymes activity. As light intensity increase, ascorbate peroxidase enzyme activity increased and catalase and peroxidase enzymes activity decreased. Overall, the results of this study was showed that increasing light intensity induced stress in *Tagetes patula* L. and increase antioxidant activity was a way of opposition with decreased the stress effects.

***Keywords*:** Ascorbate Peroxidase Enzyme, Catalase, Peroxidase

IrHC2019