تاثیر گاز دی‌اکسید گوگرد بر غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی تحت شدت‌های مختلف نور در گیاه داودی

فرداد دیداران[۱]، ساسان علی نیایی فرد*[۲]، مصطفی عرب[۲]، محمود رضا روزبان[۲] محبوبه زارع مهرجردی[۲]
[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران
[۲] گروه علوم باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران
*نویسنده مسئول: aliniaeifard@ut.ac.ir

چکیده

پس از انقلاب صنعتی و افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی به عنوان منبع انرژی، تجمع آلاینده‌ها در جو افزایش یافت. دی‌اکسید گوگرد یکی از مهم‌ترین و خطرناک‌ترین آلاینده‌ها می‌باشد که تجمع آن باعث ایجاد تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در گیاهان می‌شود. از طرفی نور مهم‌ترین پارامتر زیست محیطی است که تاثیر مستقیم بر فتوسنتز گیاهان دارد، در گزارشات گذشته، برهمکنش بین شدت نور و حساسیت به آلاینده‌های گازی مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین در پژوهش حاضر اثرات غلظت‌های دی‌اکسید گوگرد و شدت‌های مختلف نور در قالب طرح خرد شده کاملا تصادفی بر غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه داودی مورد بررسی قرار گرفت. دو غلظت ۰ و ۴۰ ppm گاز دی‌اکسید گوگرد به مدت ۶ ساعت بر گیاه داودی استفاده گردید. شدت‌های نور مورد استفاده در آزمایش شامل شدت صفر، ۳۰۰ و ۶۰۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه بودند. نتایج به دست آمده نشان داد که گاز دی اکسید گوگرد به شدت مقادیر کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها را نسبت به تیمار شاهد بدون نور کاهش داد. سمیت گاز دی اکسید گوگرد بر رنگیزه‌های فتوسنتزی با افزایش شدت نور به شدت بالا رفت و کمترین میزان آسیب این گاز در تاریکی صورت گرفت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش شدت نور، ورود گاز دی‌اکسید گوگرد به داخل گیاه افزایش می‌یابد که باعث ایجاد تنش اکسیداتیو در گیاه شده، که منجر به تخریب رنگیزه‌های فتوسنتزی و در نهایت کاهش عملکرد گیاه می‌شود.

کلمات کلیدی: آلاینده‌های گازی، داودی، کلروفیل a ، کلروفیل b، کاروتنوئید،

مقدمه

عملکرد گیاهان بسیار وابسته به شرایط محیطی است که از مهم‌ترین آنها می‌توان به کیفیت هوا اشاره کرد. کیفیت هوا در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته به دلیل شهر نشینی، صنعتی شدن و همچنین افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی در حال بدتر شدن است. استفاده بی رویه از سوخت‌های فسیلی در گلخانه‌ها، صنایع و بخش حمل و نقل منجر به افزایش غلظت آلاینده‌های گازی نظیر SO_2 و NO_x شده است. در بین آلاینده اتمسفر، دی‌اکسید گوگرد یکی از مهم‌ترین و مضرترین آلاینده‌های جوی می‌باشد. میزان آسیب این گاز بسته به غلظت و مدت زمان قرار گرفتن در معرض آن متفاوت است.

با سرد شدن هوا و افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی در گلخانه‌ها غلظت آلاینده‌های گازی به خصوص دی-اکسید گوگرد افزایش می‌یابد؛ که به طور مستقیم بر رشد و عملکرد گیاهان تأثیر می‌گذارد (Lee *et al.*, 2017). قرارگرفتن در معرض آلاینده‌های گازی باعث کاهش نرخ فتوسنتز، غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی، جوانه‌زنی بذر، طول ساقه و تعداد گل در گیاهان می‌شود. رنگیزه‌های فتوسنتزی بسیار در برابر آلودگی هوا حساس هستند، در زمان قرار گرفتن در معرض گاز SO_2 ممکن است چندین واکنش فتوشیمیایی نظیر اکسیداسیون، کاهش و سفید شدن بدون بازگشت در آنها رخ دهد (Nithamathi *et al.*, 2005). از این رو هر گونه تغییر در غلظت کلروفیل ممکن است رفتار مورفولوژی، فیزیولوژی و بیوشیمیایی گیاه را تغییر دهد.

IrHC2019

نور به عنوان منبع اولیه انرژی، یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی برای رشد گیاه به شمار می‌رود که شدت و کیفیت آن بر خصوصیات رشدی، مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه تأثیر می‌گذارد. شدت نور بر هدایت روزنه‌ای در گیاه تأثیرگذار بوده و شدت‌های نوری مختلف تبادلات گازی گیاه را دستخوش تغییر قرار می‌دهند (Zhang *et al*., 2003).

در پژوهشی با عنوان تاثیر گاز SO_2 بر محتوی کلروفیل و دمای برگ در ژنوتیپ‌های متفاوت گیاه سیب زمینی، بیان شد که قرار گرفتن در معرض این گاز باعث کاهش غلظت کلروفیل می‌شود. برگ‌ها به دلیل تبادلات گازی که از طریق روزنه‌ها انجام می‌دهند بیشترین حساسیت را نسبت به این آلاینده گازی دارند. به دنبال کاهش رنگریزه‌های فتوسنتزی، کاهش رشد و عملکرد در گیاهان دیده شده است (Singh *et al*., 2013).

بررسی‌های انجام شده در گیاه انار تحت غلظت‌های مختلف دی‌اکسید گوگرد نشان داد که تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر، وزن خشک و کلروفیل گیاه تحت تاثیر این گاز قرار داشتند. غلظت کلروفیل، نرخ فتوسنتز و در پی آن سطح تولید کربوهیدرات با افزایش غلظت گاز به طور کاملا معنی‌دار کاهش یافت (Swain and Padhi 2015).

با وجود اینکه ورود آلاینده‌های گازی تحت کنترل واکنش‌های روزنه‌ای می‌باشد و نور از جمله عوامل محیطی تعیین‌کننده در باز و بسته شدن روزنه‌ها است ولی تاکنون پژوهشی در زمینه برهمکنش این دو عامل محیطی صورت نگرفته است. بنابراین اهداف پژوهش حاضر ارزیابی تأثیرات آلاینده گازی SO_2 در شدت‌های مختلف نور بر واکنش‌های گیاهی است که در گیاه داودی به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان زینتی مورد بررسی قرار گرفت.

موادوروش‌ها

مواد گیاهی:

قلمه‌های تازه ریشه‌دار شده رقم Zembela lime گل داودی شاخه بریده (*Chrysanthemum morifolium*cv.Zembela lime) در بستری از کوکوپیت و پرلیت (به نسبت حجمی ۱:۱) با دمای روزانه ۲۴ وشبانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد کشت شدند. از برگ‌های بالغ و جوان توسعه یافته جهت انجام آزمایش استفاده گردید.

اعمال تیمارها:

تیمارهای نوری شامل شدت‌های صفر، ۳۰۰ و ۶۰۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه نور سفید (۴۰۰-۷۰۰ nm) بودند که با استفاده از ماژول‌های LED (ایران گرولایت) تأمین شدند. جهت تأیید و تعیین شدت و طول موج از دستگاه اسپکتروفوتومستر (Sekonic C-7000) استفاده گردید. به منظور محاسبه غلظت تیمار گازی از روش واندروالس با فرض ایده‌آل بودن گاز در دما و فشار ثابت استفاده شد. گاز مورد نیاز از طریق کپسول گاز SO_2 با درصد خلوص ۹۹/۹۹ درصد مجهز به رگلاتور، به داخل محفظه عایق به تبادلات گازی در حجم ۲ لیتر تزریق گردید. برگ گیاهان به مدت ۶ ساعت در محفظه قرار گرفتند و پس از آن بررسی‌ها انجام شد.

اندازه‌گیری میزان رنگیزه‌ها:

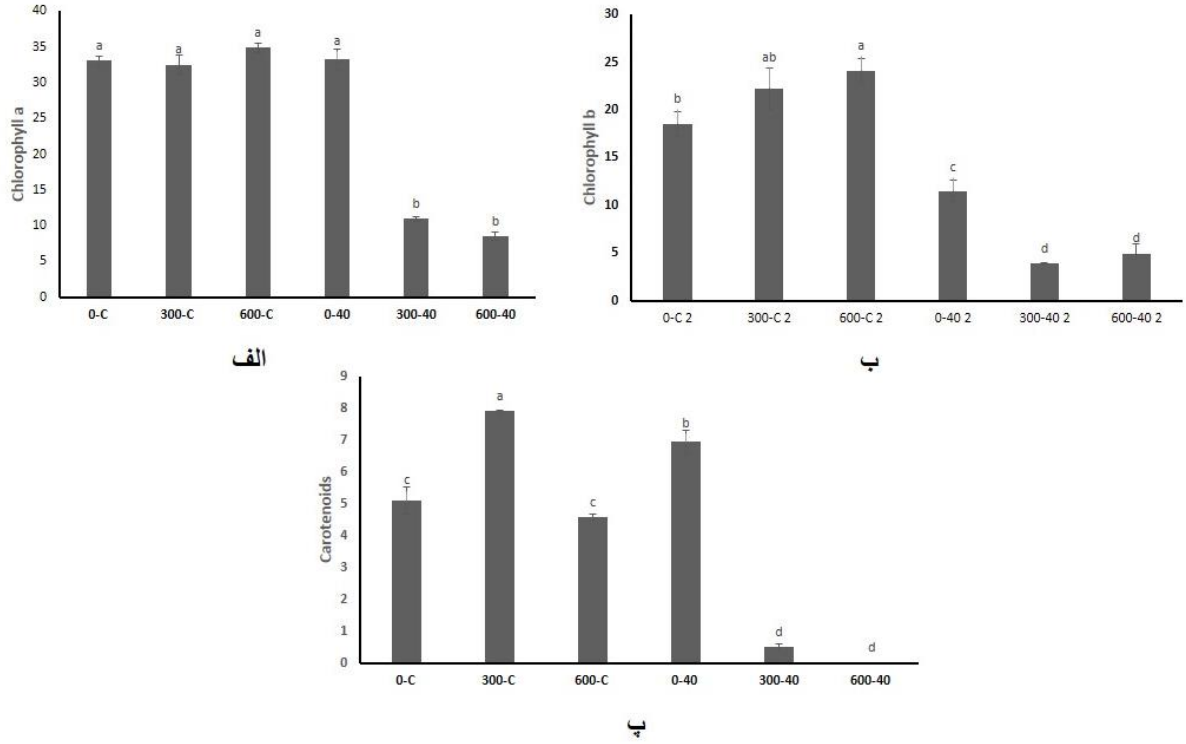
به منظور اندازه‌گیری میزان کلروفیل a ، کلروفیل b و مجموع کاروتنوئیدهای موجود در برگ، ۰/۱ گرم از بافت تازه برگ توزین و در ۲ میلی لیتر اتانول ۹۶ ٪ سائیده شد. مخلوط حاصل به مدت ۵ دقیقه در ۸۰۰۰ دور سانتریفیوژ گردید. ۱ میلی لیتر از فاز رویی برای قرائت در دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موجهای ۶۶۶ ، ۶۶۵ و ۴۷۰ نانومتر استفاده شد. در نهایت غلظت کلروفیل a و b و کاروتنوئیدها با توجه به رابطه ۱-۱ محاسبه گردید (Lichtenthaler, 1987).

$$Ca=15.65A666-7.340A653$$

$$Cb= 27.05A653-11.21A666$$

$$CX+C= 1000A470-2.860\ Ca-81.4\ Cb/230$$

IrHC2019



نتایج وبحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده از آزمایش اثرات شدت نور و دی‌اکسید گوگرد بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ در مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و مجموع کاروتنوئیدها در تیمار دی‌اکسید گوگرد، نور و اثرات متقابل آن‌ها بود. (جدول ۱).

جدول «۱» نتایج تجزیه واریانس داده‌های

منابع تغییرات	درجه زادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئیدها
نور	۲	۲۶۱/۵۰ **	۹۹۴/۲۴ **	۵۱/۴۰**
خطای a	۸	۰/۰۰۰۱	۲/۰۵۹	۰/۱۶
SO_2	۱	۱۱۴۲/۳۶**	۶/۲۷ns	۲۱/۰۲**
نور * SO_2	۲	۳۰۰/۱۱**	۶۸/۹۱**	۳۳/۸۸**
خطای b	۴	۰/۹۴۸	۱۱/۱۴	۰/۱۸

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها غلظت کلروفیل a در پی تیمار با دی‌اکسید گوگرد در تمامی تیمارهای نوری کاهش یافت که این کاهش در شدت‌های نوری ۳۰۰ و ۶۰۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه چشمگیر بود. اما در تیمار دی‌اکسید گوگرد در تاریکی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (نمودار ۱ الف).

همچنین غلظت کلروفیل b و مجموع کاروتنوئیدها در نمونه‌هایی تیمار دی‌اکسید گوگرد در معرض نور منجر به کاهش قابل توجهی در مقادیر این شاخص‌ها گردید که چنین پاسخی در شرایطی که از دی اکسید گوگرد استفاده نشده بود مشاهده نشد (نمودار ۱ قسمتهای ب-پ).

نمودار«۱» نمودار تغییرات در الف) کلروفیل a ب) کلروفیل b پ) مجموع کاروتنوئیدها

یکی از اثرات مهم نور بر فرآیندهای گیاهی تغییر در میزان گشودگی روزنه‌ها و در نتیجه تغییر در تبادلات گازی بین گیاه و محیط پیرامون آن است، علاوه بر این نور مهمترین عامل راه‌اندازی سیستم فتوسنتزی در گیاهان و موجودات فتوسنتز کننده است (Zhang, Ma *et al.* 2003). تغییر در میزان شدت نور منجر به تغییر در واکنش‌های

IrHC2019

روزنه‌ای در گیاهان می‌شود که به واسطه آن میزان ورود و خروج گازها در گیاهان تغییر می‌کند. در بین گازهای موجود در اتمسفر دی‌اکسید گوگرد به عنوان یکی از مهمترین و خطرناک‌ترین آلاینده‌های هوا منجر به ایجاد خسارت-های فیزیولوژیک به گیاهان می‌شود. با افزایش غلظت دی‌اکسید گوگرد درون بافت گیاهی، افزایش یون‌های سولفیت (SO_3^{2})، بیسولفیت (HSO_3^{-}) و هیدروژن باعث ایجاد تنش اکسیداتیو در گیاه می‌شود که در نهایت موجب از بین رفتن رنگیزه‌های فتوسنزی و در غلظت‌های بالاتر مرگ گیاه می‌شود (Swanepoel *et al*., 2007). نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان داد که در برگ هایی که در معرض دی‌اکسید گوگرد و نور قرار داشتند، با افزایش شدت نور و به همراه آن افزایش ورود گاز به داخل گیاه کاهش چشمگیری در غظلت رنگیزه‌ها اتفاق افتاد.

منابع:

Lee, H. K., Khaine, I., Kwak, M. J., Jang, J. H., Lee, T. Y., Lee, J. K., Kim, I. R., Kim, W. I., OH, K. S. and Woo, S. Y. 2017. The relationship between SO_2 exposure and plant physiology: A mini review. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 58**,** 523-529.

Lichenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in enzymology. Elsevier.

Ntthamathi, C., Indira, V. J. T. C. I. J. O. E. and ECOPLANNING 2005. Impact of air pollution on *Ceasalpinia sepiaria* Linn. 10**,** 449-452.

Singh, R., Trioathi, P., Kuamr, A., Gupta, A., Singh, K. J. U. O. A. and, FAIZABAD, INDIA 2013. Effect of SO_2 on chlorophyll content and leaf temperature on leaves of potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. 224-229.

Swanepole, J., KRÜGER, G. and Van heerden, P. J. J. O. A. E. 2007. Effects of sulphur dioxide on photosynthesis in the *succulent Augea* capensis Thunb. 70**,** 208-221.

Zhang, S., MA, K. & Chen, L. 2003. Response of photosynthetic plasticity of *Paeonia suffruticosa* to changed light environments. Environmental and Experimental Botany, 49**,** 121-133.

Effect of sulfur dioxide on the concentration of photosynthetic pigments under different light intensities in the chrysanthemum plants

Fardad Didaran[1], Sasan Aliniaeifard[2]*, Mostafa Arab [2],Mahmoud Reza Roozban[2], Mahboobeh Zare Mehrjerdi[2]

[1*]Master Student of Ornamental plants, Horticulture Department, Aburaihan Campus, Tehran University

[2]Horticulture Department, Aburaihan Campus, Tehran University

[*]*Corresponding Author:* Sasan Aliniaeifard*: aliniaeifard@ut.ac.ir*

Abstract

Upon the industrial revolution and increase in the consumption of fossil fuels as a source of energy, the accumulation of pollutants in the atmosphere started. Sulfur dioxide is one of the most important and hazardous pollutants, which its accumulation in live tissues result in alterations in physiological and biochemical processes in plants. Although light is one of the most important environmental cues that have a direct influence on photosynthesis, interactions between light intensity and sensitivity to air pollutants were overlooked in the past reports. Therefore, to investigate the effects of sulfur dioxide concentrations and different light intensities on photosynthetic pigment concentrations in a chrysanthemum, an experiment was conducted based on a split plot design with three light intensities including 0, 300 and 600 µmol m^{-2} s^{-1} and two concentrations of 0 and 40 ppm Sulfur oxide for 6 hours. The results showed that exposure to sulfur dioxide considerably reduced the concentrations of chlorophyll a, b and carotenoids as compared to their concentration in control plant without light exposure. Sulfur dioxide toxicity was significantly increased by exposure to higher light intensity; in a way that the lowest pollutant injury was observed under darkness. Therefore, it can be concluded that exposure to light can facilitate entrance of sulfur dioxide into the leaf that causing oxidative stress, ultimately results in the destruction of photosynthetic pigments and reduced plant yield.

Keywords: Air pollutant, chrysanthemum, Chlorophyll a, Chlorophyll b, Carotenoid

IrHC2019