هفتمین کنفرانس ملی
فیزیولوژی گیاهی ایران
10-11 شهریور 1400، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
7th Iranian Conference of Plant Physiology
1-2 September 2021, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

بررسی رشد و برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی کاکوتی-کوهی (*Ziziphora clinopodioides* Lam.) در شرایط تیمار با نانوذره تیتانیوم دی‌اکسید

آمنه اسدی[1]، منیره چنیانی[2،*]

[1] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، فیزیولوژی‌گیاهی، گروه زیستشناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی‌مشهد، مشهد
[2،*] استادیار، فیزیولوژی‌گیاهی، گروه زیستشناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی‌مشهد، مشهد
[*] Cheniany@um.ac.ir

چکیده

در این پژوهش تاثیر ذرات‌نانوتیتانیوم‌دی‌اکسید (TiO_2) با شیوه اسپری‌پاشی بر رشد و صفات مورفوفیزیولوژیکی (تغییرات طول و وزن اندام‌هوایی و ریشه، محتوای انواع کلروفیل و کاروتنوئید و شاخص‌پایداری‌غشاء) گیاه "کاکوتی‌کوهی" (*Ziziphora clinopodioides*) مورد بررسی قرار گرفت. گیاهان سه ماهه با غلظت‌های 0، 10، 60 و 120 میلی‌گرم درلیتر TiO_2 اسپری‌پاشی برگی شدند؛ سپس برداشت و بررسی صفات در دو زمان 7 و 14 روز پس از آخرین تیمار صورت گرفت. نتایج نشان داد که غظت 60 میلی‌گرم در لیتر ذرات‌نانو موجب بیشینه طول و وزن بخش‌هوایی و ریشه، محتوای کلروفیل‌کل، کلروفیل‌های a، b و کاروتنوئیدها در برداشت دوم شد ولیکن غلظت 10 میلی‌گرم در لیتر این تیمار در هر دو زمان برداشت، موجب بیشترین نسبت کلروفیل a/b گردید. تیمار با ذرات‌نانوTiO_2 موجب کاهش شاخص پایداری غشاء (نسبت به گیاهان شاهد) گردید. مستند بر نتایج، تیمار با غلظت مناسب و وابسته به گونه ذرات نانو TiO_2 می‌تواند به‌عنوان راهی کارآمد در جهت افزایش رشد کاکوتی‌کوهی پیشنهاد گردد.

واژگان کلیدی: کاکوتی‌کوهی، ذرات نانو تیتانیوم دی‌اکسید، رشد، اسپری برگی.

مقدمه

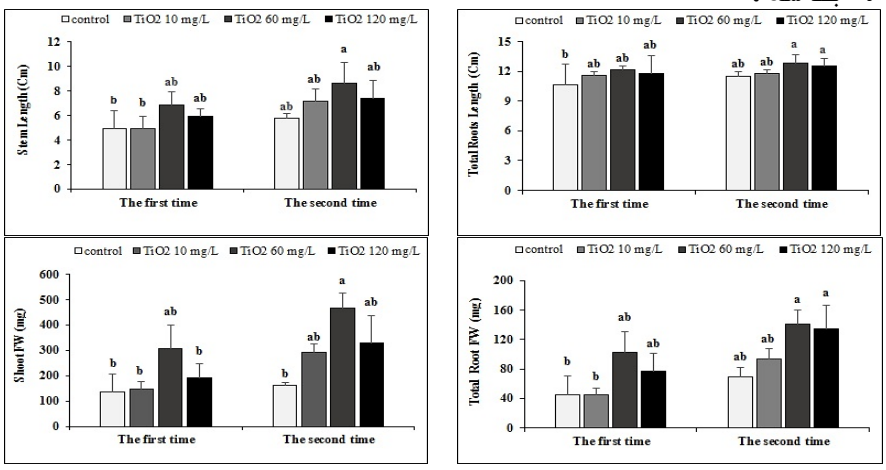
جنس کاکوتی (*Ziziphora sp.*) متعلق به تیره‌ی نعناع، گیاهی یکساله تا چندساله می‌باشدکه به‌عنوان اشتهاآور و ملین، مقوی‌معده، ضدنفخ و رفع دل درد استفاده می‌شود. این گیاه دارای خواص ضدباکتری، ضدالتهاب و ضدقارچی است و در درمان سرماخوردگی، ورم غدد لنفاوی، روماتیسم، فشارخون بالا، درمان زخم، بی‌خوابی، آبسه ریه، آسم، برونشیت و تپش قلب نیز کاربرد دارد [5]. TiO_2 به‌عنوان یک الیسیتور غیرزیستی دارای ویژگی‌های بی‌نظیر مانند توانایی فوتوکاتالیزوری، آبدوستی زیاد و هدایت-پذیری بالا است [7]. مشخص شده است که ذرات‌نانوTiO_2 باعث بهبود جذب نور و فعالیت آنزیم روبیسکو [8]، تاثیر مثبت بر فتوسیستم 2 و غشاهای تیلاکوئید، افزایش جذب نیترات و تسریع تبدیل مواد غیرآلی به آلی و بهبود رشد [11] می‌شوند. مطالعه در گیاه اسفناج (*Spinacea oleracea* L.) نشان داده است که تیمار با ذرات‌نانوTiO_2 موجب افزایش جذب مواد مغذی معدنی و افزایش متابولیسم نیتروژن در این گیاه می‌شود [14]. چنین تیماری بر گیاه توتفرنگی (*Fragaria ananassa* c.v. Queen Elisa) نیز موجب افزایش محتوای کلروفیل و وزن‌تر بوته این گیاه شد [6]. مطالعه تاثیر الیسیتور TiO_2بر رشد گیاه کاکوتی‌کوهی می‌تواند مقدمه‌ای برای مطالعه و کاربرد الیسیتورهای مختلف به هدف افزایش و بهینه سازی رشد و تولید انبوه کاکوتی‌کوهی باشد.

مواد و روش‌ها

بذرهای گیاه کاکوتی‌کوتی پس از استریل شدن، در بخش سطحی گلدان‌های پلاستیکی پرشده از خاک- ماسه (با نسبت 1:1) کشت شدند و در شرایط گلخانه قرار گرفتند. بخش‌های هوایی گیاهان سه ماهه، تحت تیمار با غلظت‌های مختلف الیسیتور TiO_2 (10، 60 و 120 میلی‌گرم درلیتر) قرار گرفتند. نمونه کنترل (شاهد) نیز با 10 میلی‌لیتر آب مقطر دیونیزه اسپری شد. یک و دو هفته بعد از اعمال آخرین تیمار، گیاهان برداشت و بخش‌های هوایی و ریشه آن‌ها از هم مجزا شدند و صفات طول و وزن‌تر آن‌ها اندازه‌گیری شد. محتوای کلروفیل a (Chla)، کلروفیل b (Chlb)، کلروفیل‌کل (ChlT) و کاروتنوئید (Car) با استفاده از روش [4] وبا اسپکتروفتومتر در طول موج‌های 470، 645 و 663 اندازه‌گیری شد. ارزیابی شاخص پایداری غشاء نیز براساس روش [12] صورت گرفت. تجزیه آماری داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS (نسخه 25) و مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال خطای 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی نتایج نشان داد تیمار با غلظت‌های مختلف ذرات‌نانو TiO_2 تاثیر معنی‌دار بر طول ساقه و مجموع طول ریشه‌ها و وزن‌تر آن‌ها داشت؛ به‌طوری‌که در تیمار 60 میلی‌گرم در لیتر ذرات‌نانو در هردو مرحله برداشت، بیشترین اثر مثبت و در شرایط بدون تیمار، کمترین اثر برطول ساقه و ریشه‌ها مشاهده شد (شکل1). Moaveni و همکاران [10] بیان نمودند که طول ساقه ذرت درپاسخ به تیمارهای مختلف نانو TiO_2 افزایش می‌یابد. این درحالی است که دربرخی از گزارشات، غلظت‌های بالا ذرات‌نانو TiO_2 موجب کاهش طول ریشه برنج و طول ریشه و ساقه گندم گردید [2،3]. مسلم شده است که ذرات‌نانو TiO_2 سبب افزایش تحریک ریشه در جهت جذب آب و مواد معدنی می‌شود که ماحصل آن، افزایش وزن گیاه می‌باشد. افزایش‌جذب و متابولیسم نیتروژن توسطTiO_2 نیز در سوابق پژوهشی گزارش شده است [15] که پیامد آن می‌تواند افزایش رشد در بخش‌های مختلف گیاه باشد.

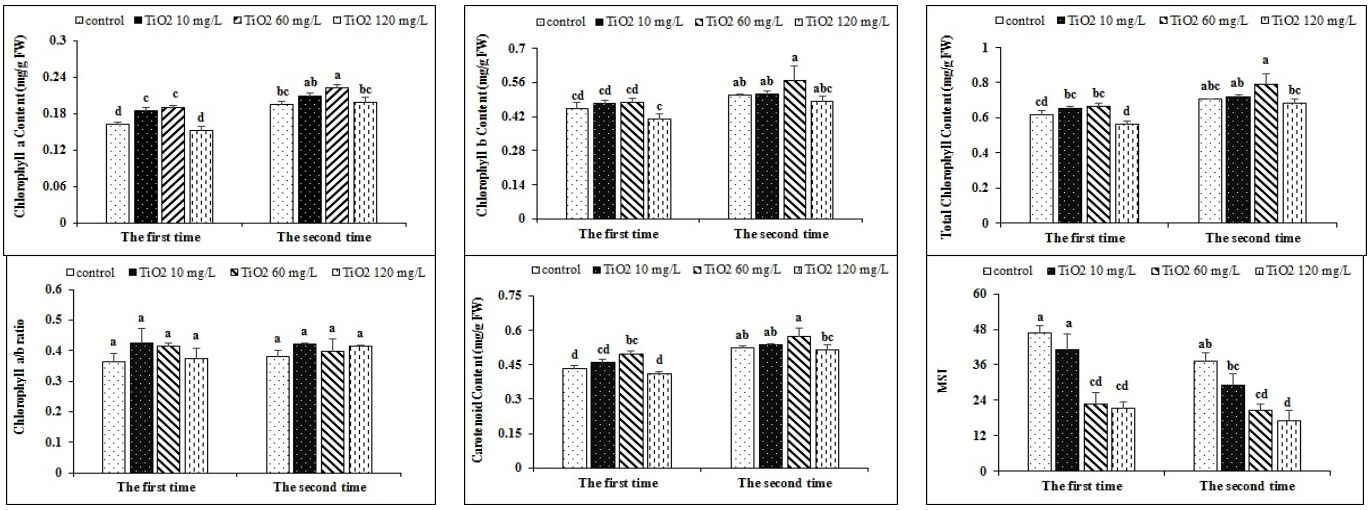


شکل 1- تغییرات طول ساقه، مجموعه طول ریشه ها، وزن تر بخش هوایی و وزن تر ریشه ها در نتیجه تیمار با TiO_2 در دو زمان برداشت. حرف یا حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج‌درصد-برمبنای آزمون دانکن- می‌باشد.

بررسی محتوای کلروفیل a، b و کل (شکل2) نشان داد که در برداشت اول، تفاوت چندانی در اثرات افزایشی تیمارهای 10 و 60 میلی‌گرم در لیتر ذرات‌نانو TiO_2 وجود ندارد. اما در نتیجه اسپری‌پاشی با غلظت 60 میلی‌گرم در لیترTiO_2 در برداشت دوم، افزایش معنی‌دار و قابل‌توجه‌ای در محتوای این رنگدانه‌ها مشاهده شد. محتوای کاروتنوئیدها در گیاهان برداشت‌شده در هر دو زمان برداشت، ابتدا افزایشی و سپس کاهشی بود؛ به این نحو که بیشترین افزایش در تیمار با غلظت 60 میلی‌گرم در لیتر ذرات‌نانو مشاهده شد وبعد از آن کاهش یافت. تیمار با غلظت 10 میلی‌گرم در لیتر TiO_2 در برداشت اول و دوم موجب بالاترین نسبت کلروفیل a/b در برگ‌های گیاهان

هفتمین کنفرانس ملی
فیزیولوژی گیاهی ایران
10-11 شهریور 1400، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
7th Iranian Conference of Plant Physiology
1-2 September 2021, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تیمارشده گردید. گزارش شده است که با افزایش غلظت ذرات‌نانو TiO_2 تا 100 میلی‌گرم در لیتر، محتوای کلروفیل a ، b و کل مریم‌گلی معمولی افزایش می‌یابد [8]؛ ولیکن غلظت‌های بالاتر ذرات‌نانو TiO_2 (300 میلی‌گرم درلیتر)، اثر کاهشی بر محتوای کلروفیل های a و b نعناع‌فلفلی دارد [13]. گزارش شده است که ذرات‌نانو TiO2 با افزایش جذب موادی مانند نیتروژن و منیزیم، میزان سنتز و محتوای کلروفیل در گیاهان را بهبود می‌بخشند [14،15]. اگر چه تاثیرات منفی ذرات‌نانو بر فتوسنتز و کلروپلاست می‌تواند به دلیل تنش اکسیداتیو و پراکسیداسیون غشاء ناشی از غلظت‌های بالای این ذرات باشد.



شکل 2- تغییرات محتوای کلروفیل a (Chla)، کلروفیل b (Chlb)، کلروفیل‌کل (ChlT)، نسبت کلروفیل a به b، کاروتنوئید (Car) و شاخص پایداری غشاء در نتیجه تیمار با TiO_2 در دو زمان برداشت. حرف یا حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج‌درصد-برمبنای آزمون دانکن-می‌باشد.

تیمار با غلظت‌های ذرات‌نانو نشان داد که شاخص پایداری غشاء در هر دو زمان برداشت، روند کاهشی داشت و این روند در زمان برداشت دوم کاهشی تر از اولین زمان برداشت بود (شکل 2). تیمارذرات‌نانوسیلیکات پتاسیم (در غلظت های 500 و 1000 میلی‌گرم در لیتر) موجب کاهش شاخص پایداری غشاء گیاه یونجه و اسپرس شد [1،9]. درگیاهانی که درمعرض‌تنش‌هاي محیطي قرارگرفته اند، نفوذپذیري غشاهاي سلولي به دلیل صدمات ناشي از تجمع ROSها افزایش مي‌یابد که این امر منجر به کاهش تمامیت غشاها مي‌شود. به همین دلیل توان غشاي‌سلولي براي کنترل ورود و خروج مواد نیز کاهش مي‌یابد [15].

نتیجه‌گیری کلی

تاثیرات ذرات‌نانو TiO_2 بر رشد رویشی کاکوتی‌کوهی موجب گردید تا صفات مورفولوژیکی (طول و وزن ترساقه، ریشه‌ها، محتوای رنگیزه‌ها) به طور معنی‌داری افزایش یابد. با این وجود تاثیر غظت‌های بالاتر ذرات‌نانو در کاهش موارد ذکر شده، قابل توجه است. از این رو، تیمار با غلظت مناسب و وابسته به گونه TiO_2 به عنوان راهی کارآمد در جهت افزایش رشد و تولید سریع‌ترکاکوتی کوهی پیشنهاد می گردد.

منابع

1. **Alijafari, E., Moameri, M. & Ghorbani, A. (2020).** "Effect of some growth facilitators on the growtu parameters *Onobrychis sativa* Lam". In greenhouse. Journal of Research (Iranian Journal of Biology), 32(4): 886-895.
2. **Boonyanitipong, P., Kositsup, B., Kumar, P., Baruah, S. & Dutta, J. (2011).** "Toxicity of ZnO and TiO_2 Nanoparticles on Germinating Rice Seed *Oryza sativa* L." International Journal of Bioscience Biochemistry and Bioinformatics, 1(4): 4–7.
3. **Feizi, H., Moghaddam, P.R., Shahtahmassebi, N. & Fotovvat, A. (2012).** "Impact of bulk and nanosized titanium dioxide (TiO_2) on *wheat* seed germination and seedling growth". Biological Trace Element Research, 146(1): 101-106.

هفتمین کنفرانس ملی
فیزیولوژی گیاهی ایران
10-11 شهریور 1400، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
7th Iranian Conference of Plant Physiology
1-2 September 2021, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

4. **Ghanati, F. & Bakhtiarian, S. (2014).** "Effect of methyl jasmonate and silver nanoparticles on production of secondary metabolites by *Calendula Officinalis* L (Asteraceae)". Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 13(11): 1783–1789.
5. **Ghavi Andam Bovanloo, A. & Mazandarani, M. (2017).** "Aut ecology and phytochemical survey of *Ziziphora clinopodioides* Lam. with ethnopharmacology and floristic spectrum of medicinal plants in Bovanlou region (Northern Khorasan province)". Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 5(6): 63-74.
6. **Hashemi-Dehkordi, A., Mousavi, M., Moalemi, N. & Ghafarian-Moghareb M. H. (2016).** "Effect of Titanium Dioxide (Anatase) Nanoparticles on Physiological Characteristics of Strawberry in *Fragaria ananassa* c.v.Queen Elisa under Hydroponic Cultures". Plant Process and Function, 5(16): 79-71.
7. **Kurepa, J., Nakabayashi, R., Paunesku, T., Suzuki, M., Saito, K., Woloschak, G. E. & Smalle, J. A. (2014).** "Direct isolation of flavonoids from plants using ultra-small anatase TiO_2 nanoparticles". Plant Journal, 77(3): 443–453.
8. **Mazarie, A., Mousavi-nik, S., Ghanbari, A. & Fahmideh, L. (2019). "**Effect of different spraying concentrations of jasmonic acid and titanium dioxide nanoparticles on some physiological traits and antioxidant system activity of Sage (*Salvia officinalis* L.)". Iranian Journal of Plant Biology, 11(1): 39 -4.
9. **Moameri, M., Andalibi, L., Alijafari, E. & Ghorbani, A. (2019).** "Effects of appliation of some treatments on growth characteristics of Medicago sativa Lam. in greenhouse conditions". Journal of Rangeland, 13(3): 522-536.
10. **Moaveni, P., Lotfi, M., Aliabadi Farahani, H. & Maroufi, K. (2011).** "Effect of spraying TiO_2 nano particles on some of physiological and chemical parameters in maize (*Zea mays*)". International Journal of Biological Sciences, 1(4): 63- 67.
11. **Nair, R., Varghese, S. H., Nair, B. G., Maekawa, T., Yoshida, Y. & Kumar, D. S. (2010).** "Nanoparticulate material delivery to plants". Plant Science, 179: 154-163.
12. **Sairam, R.K. & Saxena, D.C (2000).** "Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance". Journal of Agronomy and Crop Science, 184: 55-61.
13. **Samadi, N., Branch, D., Yahyaabadi, S., & Rezayatmand, Z. (2014).** "Effect of TiO_2 and TiO_2 Nanoparticle on Germination, Root and Shoot Length and Photosynthetic Pigments of *Mentha Piperita* L.". International Journal of Plant and Soil Science, 3(4): 408-418.
14. **Yang, F., Hong, F., You, W., Liu, C., Gao, F., Wu, C. & Yang, P. (2006).** "Influence of nanoanatase TiO_2 on the nitrogen metabolism of growing *spinach*". Biological Trace Elemental Research, 110(2): 179-190.
15. **Yang, F., Liu, C., Gao, F., Su, M., Wu, X., Zheng, L. & Hong, F. P. (2007).** "The improvement of spinach growth by nano-anatase TiO_2 treatment is related to nitrogen photoreduction". Biological Trace Element Research, 119: 77–88.

Effects of Titanium dioxide (TiO_2) nanoparticles on growth and some morphophysiological properties s of *Ziziphura clinopodioides* Lam.

Ameneh Asadi [1], Monireh Cheniany [2,*]

[1] Department of Biology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
[2*] Department of Biology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
* *Cheniany@um.ac.ir*

Abstract

This study investigated the effect of Titanium dioxide nanoparticles (TiO_2 NPs) on some physiological properties of *Ziziphura clinopodioides*. TiO_2 NPs were sprayed on *Z. clinopodioides* with four concentrations (0, 10, 60, and 120 mg L^{-1}). After one and two weeks of treatment, samples were collected for analysis of growth parameters. The results showed that treatment of TiO_2 NPs at 60 mg L^{-1} had the highest increase in the length and fresh weight of roots and shoot as well as chlorophyll a, b, total chl and carotenoid contents in the second harvest; while the concentration of 10 mg $L^{-1}$of the treatment caused the highest chlorophyll a/b ratio at both harvest times. Treatment with TiO_2 NPs reduced the membrane stability index (compared to controls). Based on the results, treatment with an appropriate concentration of TiO_2 NPs can be suggested as an efficient way to increase the growth of *Z. clinopodioides*.

Keywords: "Kakuti-e kuhi", Titanium dioxide nanoparticles, Growth, Leaf spray.