تأثیر نانوذرات آهن بر برخی خصوصیات گیاهچه‌ای بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) در کشت درون شیشه‌ای

مریم دهجی‌پور حیدرآبادی[1*]، هدی حکمت‌آرا[2]

[1] استادیار گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

استادیار گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: m.dahaji@vru.ac.ir

چکیده

استفاده از نانوذرات به‌عنوان مواد مغذی نقش مهمی در افزایش رشد و زیست‌توده در گیاهان ایفا می‌کند. در این پژوهش اثر نانوذرات آهن بر خصوصیات گیاهچه‌ای بادرنجبویه در محیط MS دارای دو نوع آهن به صورت سولفات آهن یا نانوذرات آهن بررسی شد. نتایج نشان داد شاخص‌های مختلف گیاهچه‌ای از جمله طول ریشه و طول ساقه، وزن تر ریشه و بخش هوایی، به ترتیب به میزان ۶۵٪، ۷۳٪، ۲۵٪ و ۴۱٪ تحت تأثیر نانوذرات آهن افزایش‌یافته است. همچنین افزایش میزان کلروفیل کل (۳۱٪) در حضور نانوذرات آهن نسبت به سولفات آهن مشاهده شد. بر اساس نتایج این تحقیق، نانوذرات آهن به‌عنوان محرکی مناسب جهت افزایش رشد پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بادرنجبویه، خصوصیات گیاهچه‌ای، کلروفیل، نانوذرات آهن

مقدمه

فناوری نانو یکی از پیشرفت‌های بدیع و نوظهوری است که با استفاده از نانوذراتی که تغییرات فیزیکی و شیمیایی اساسی، در آن‌ها ایجاد شده جایگاه برجسته‌ای در علوم مختلف از جمله کشاورزی پیدا کرده است. واکنش سلول گیاهی به نانوذرات با اصلاح بیان ژن‌ها و مسیرهای بیولوژیکی مرتبط، رشد و توسعه گیاه را موجب می‌شود (Agrahari and Dubey, 2020). آهن از عناصر ضروری کم‌مصرف است که در فتوسنتز، تنفس، تثبیت نیتروژن و فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها موردنیاز است. استفاده از نانوذرات آهن به طور قابل‌توجهی رشد گیاه را نسبت به گیاه شاهد افزایش داد (Palmqvist *et al*., 2017). بر اساس نتایج مظاهری‌نیا و همکاران (۲۰۱۰)، کاربرد نانوذرات آهن نسبت به اکسید آهن افزایش عملکرد گندم را موجب شده است. این افزایش به خصوصیات نانوذرات مانند حلالیت بیشتر، سبک و کوچک بودن آنها و شانس برخورد بیشتر ریشه‌ها به نانوذرات نسبت داده می‌شود؛ بنابراین جذب نانوذرات توسط گیاه آسان‌تر خواهد بود. بررسی‌ها نشان داده است که نانوذرات در غلظت‌های معین در مقایسه با یون‌های فلزی رشد گیاهان را افزایش می‌دهد. نانوذرات آهن دارای سطح زیاد و واکنش‌پذیری بالایی بوده و در مقایسه با سایر نانوذرات فلزی، ثبات بیشتر، ارزان‌تر و سمیت کمتری دارند (Mazaherinia *et al*., 2010). بادرنجبویه، گیاه دارویی مهم از خانواده نعناعیان می‌باشد و در درمان بیماری‌های گوناگون مانند افسردگی، انواع سرطان و ایدز مورداستفاده قرار می‌گیرد (Anon, 2002). هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر تغذیه نانوذرات آهن در مقایسه با کلات آهن، بر خصوصیات گیاهچه‌ای بادرنجبویه در کشت درون شیشه‌ای (in vitro) بود.

مواد و روش‌ها

تهیه نانوذرات اکسید آهن (Fe_2O_3): ساخت نانوذرات اکسید آهن به روش هم رسوبی شیمیایی نمک کلرید آهن در یک محلول قلیایی در حضور پوشش پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) انجام شد. سپس خصوصیات نانوذرات مغناطیسی با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) و پراش اشعه ایکس (XRD) تعیین شد. پخش نانوذرات با استفاده از محلول دی متیل سولفوکسید ۰/۰۵ درصد و سپس قراردادن به مدت ۲۵ دقیقه در حمام فراصوت با توان ۱۰۰ وات و فرکانس ۴۰ کیلوهرتز انجام شد.

تهیه مواد گیاهی و اعمال تیمار: این آزمایش در شرایط کنترل شده در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان اجرا شد. جوانه‌زنی بذرهای گیاه بادرنجبویه بعد از ضدعفونی نمودن سطحی آنها در محیط کشت حاوی آب و آگار انجام

شد. پس از گذشت یک هفته گیاهچه‌های یکنواخت که دارای طول ریشه‌چه ۵ میلی‌متر بودند، انتخاب و به محیط MS دارای دو نوع آهن به صورت سولفات آهن (شاهد) یا نانوذرات آهن با غلظت ppm ۳ با اسیدیته معادل ۶ منتقل شدند. سپس به مدت ۴۰ روز در اتاقک‌های رشد با شرایط فتوپریود ۱۶ ساعت نور و ۸ ساعت تاریکی، درجه حرارت ۲۵°C قرار داده شد. پس از برداشت طول ریشه از ناحیه یقه تا نوک ریشه و طول ساقه از ناحیه یقه تا نوک جوانه انتهایی با استفاده از خط‌کش میلیمتری و وزن تر ریشه و بخش‌های هوایی با استفاده از ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

سنجش میزان کلروفیل کل: برای سنجش میزان کلروفیل از روش آرنون (۱۹۴۹) استفاده شد. ۰/۱ گرم از نمونه را در ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد درون هاون چینی ساییده شد. پس از صاف کردن محتوای هاون توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۱، حجم کلی نمونه با استفاده از استون ۸۰ درصد به ۱۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. شدت جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Analytik Jena) در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر خوانده شد. میزان کلروفیل با استفاده از رابطه زیر بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه شد.

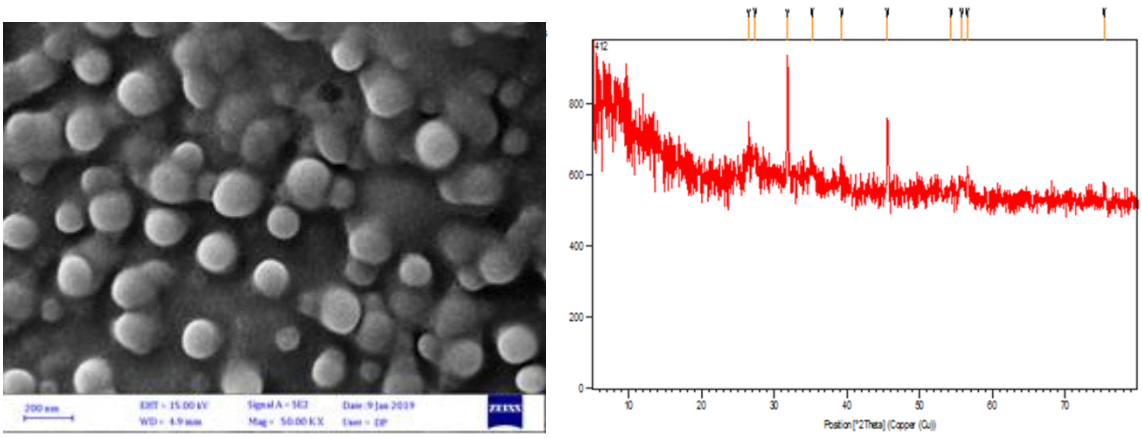
کلروفیل کل (mg g^{-1}) = [(A۲۰/۲) ۶۴۵ - (A۸/۰۲) ۶۶۳] ×V/ (W)۱۰۰۰)]

در رابطه بالا، V حجم نمونه استخراج شده برحسب میلی‌لیتر و W وزن تر نمونه برحسب گرم است.

آنالیز آماری داده‌ها: آنالیز داده‌ها بر اساس مدل طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS، با تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن در سطح احتمال آماری $P<0.05$ و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL انجام شد.

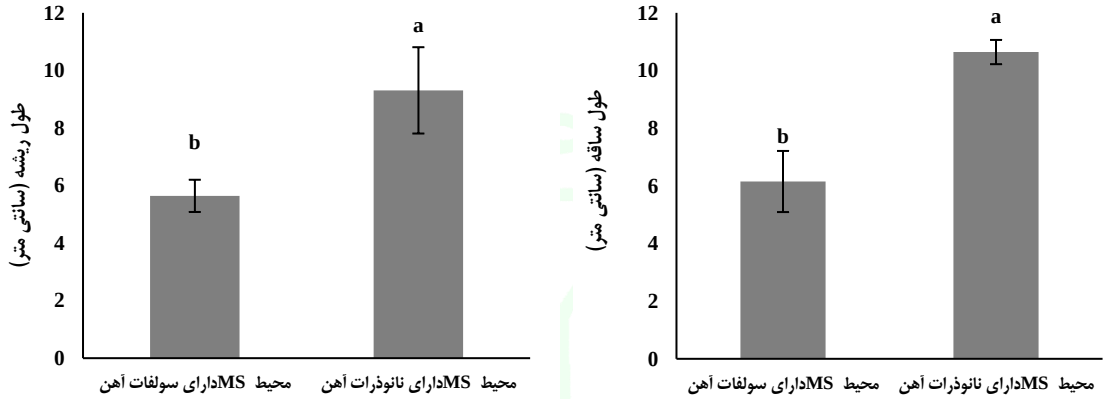
نتایج و بحث

ساخت نانوذرات: نتایج میکروسکوپ الکترونی نگاره و پراش اشعه ایکس نشان داد نانوذرات اکسید آهن با اندازه ۱۳۰ نانومتر و با مورفولوژی کروی سنتز شده‌اند (شکل ۱).



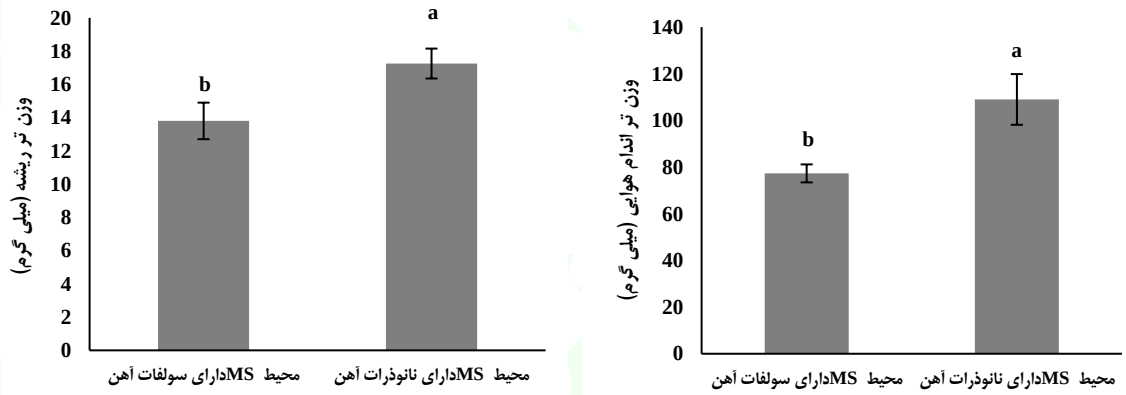
شکل ۱. خصوصیات نانوذرات آهن

اثر نانوذرات بر خصوصیات گیاهچه‌ای: طول ریشه و ساقه گیاه بادرنجبویه تحت تأثیر نانوذرات آهن نسبت به کلات آهن (شاهد) به ترتیب به میزان ۶۵٪ و ۷۳٪ افزایش نشان داد (شکل ۲).



شکل ۲. اثر نانوذرات آهن بر پارامترهای طول ساقه و طول ریشه گیاه بادرنجبویه. مقادیر نشان‌داده‌شده میانگین ۳ تکرار و انحراف معیار می‌باشد. میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر تیمار از نظر آماری در سطح ($p\leq0.05$) تفاوت معنی‌دار ندارند.

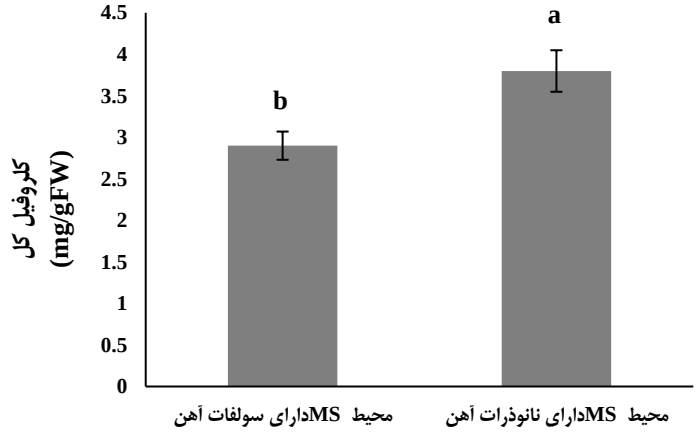
همان‌طور که در شکل ۳ نشان‌داده‌شده است نانوذرات آهن وزن تر ریشه و اندام هوایی را نسبت به کلات آهن به میزان ۲۵٪ و ۴۱٪ افزایش داد.



شکل ۳. اثر نانوذرات آهن بر وزن تر اندام هوایی و وزن تر ریشه گیاه بادرنجبویه. مقادیر نشان‌داده‌شده میانگین ۳ تکرار و انحراف معیار می‌باشد. میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر تیمار از نظر آماری در سطح ($p\leq0.05$) تفاوت معنی‌دار ندارند.

شاهد شاخص گیاهان رشدیافته در محیط استاندارد MS شامل سولفات آهن بود؛ بنابراین، اثر مثبت نانوذرات آهن بر رشد رویشی گیاه بادرنجبویه در غلظت خیلی پایین‌تر از غلظت یون‌های آهن (تقریباً نصف) در محیط قضایی MS مشاهده شد. این افزایش رشد می‌تواند به دلیل افزایش فعالیت تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها باشد (Stampoulis *et al*., 2009). این نتایج در راستای نتایج گزارش شده توسط سایر محققین بود (Nechitailo *et al*., 2018; Yuan *et al*., 2018).

اثر نانوذرات بر میزان کلروفیل کل: کلروفیل کل در حضور نانوذرات آهن نسبت به کلات آهن به میزان ۳۱٪ افزایش یافت (شکل ۴).



شکل ٤. تأثیر نانوذرات آهن بر میزان کلروفیل کل در گیاهچه‌های بادرنجبویه تحت تنش شوری. مقادیر نشان‌داده‌شده میانگین ۳ تکرار ± انحراف استاندارد است. میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر تیمار از نظر آماری در سطح ($p\leq0.05$) تفاوت معنی‌دار ندارند.

آهن از عناصر ضروری کم‌مصرف است که در فتوسنتز، تنفس و تثبیت نیتروژن نقش دارد و در بخش کاتالیزوری بسیاری از آنزیم‌های اکسیداسیون و احیا قرار گرفته و برای سنتز کلروفیل موردنیاز است (Balk and Schaedler, 2014). نانوذرات آهن با افزایش میزان کلروفیل، تأثیر بسزایی در افزایش کارایی بیوشیمیایی و آنزیمی واکنش‌های فتوسنتزی و در نتیجه پارامترهای رشد در گیاهان دارد (Ghafariyan *et al*., 2013). در نهایت، باتوجه‌به نتایج این پژوهش، استفاده از نانوذرات آهن به‌عنوان محرک مناسب جهت افزایش رشد در شرایط کشت درون شیشه پیشنهاد می‌شود.

منابع

Agrahari, S. and Dubey, A., 2020. Nanoparticles in plant growth and development. In Biogenic Nano-Particles and Their Use in Agro-Ecosystems. Springer, Singapore: 9-37.

Anon, N. 2002. Iranian herbal pharmacopoeia.Tehran: Ministry of Health Publication, 1: 114-121.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24: 1-15.

Balk, J. and Schaedler, T.A. 2014. Iron cofactor assembly in plants. Annual Review of Plant Biology, 65: 125-153.

Ghafariyan, M.H., Malakouti, M.J., Dadpour, M.R., Stroeve, P., Mahmoudi, M. 2013. Effects of magnetite nanoparticles on soybean chlorophyll. Environmental Science and Technology, 47(18): 10645-10652.

Mazaherinia, S., Astaraei, A.R., Fotovat, A., Monshi, A. 2010. Nano iron oxide particles efficiency on Fe , Mn , Zn and Cu concentrations in wheat plant. World Applied Sciences Journal, 7(1): 36- 40.

Nechitailo, G. S., Bogoslovskaya, O. A., Ol'khovskaya, I. P., Glushchenko, N.N. 2018. Influence of iron, zinc, and copper nanoparticles on some growth indices of pepper plants. Nanotechnologies in Russia, 13(3): 161-167.

Palmqvist, N.M., Seisenbaeva, G.A., Svedlindh, P., Kessler, V.G. 2017. Maghemite nanoparticles acts as nanozymes, improving growth and abiotic stress tolerance in *Brassica napus*. Nanoscale Research Letters, 12(1): 631.

Yuan, J., Chen, Y., Li, H., Lu, J., Zhao, H., Liu, M., Nechitaylo, G.S., Glushchenko, N.N. 2018. New insights into the cellular responses to iron nanoparticles in *Capsicum annuum*. Scientific Reports, 8(1): 1-9.

Effect of iron nanoparticles on some seedling characteristics of *Melissa officinalis* L. in vitro culture

Maryam Dahajipour[1] *, Hoda Hekmatara[2]
[1]Department of Genetics and Plant Production, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
[2]Department of Physics, Science College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
[*]*Corresponding Author: m.dahaji@vru.ac.ir*

Abstract

The use of nanoparticles as nutrients plays an important role in increasing growth and biomass in plants. In this study, the effect of iron nanoparticles on seedling characteristics of lemon balm in MS medium containing two types of iron as iron sulfate or iron nanoparticles was investigated. The results showed that different seedling indices such as root length, stem length, root fresh weight and shoot fresh weight increased by 65%, 73%, 25%, and 41% in the application of iron nanoparticles, respectively. Also, total chlorophyll content (31%) was increased in iron nanoparticles compared to iron sulfate. Based on the results of this study, iron nanoparticles are suggested as a suitable stimulus to increase growth.

***Keywords*:** Chlorophyll, Fe nanoparticles**,** Lemon balm, seedling characteristics