مقایسه اثر نانوذرات اکسید آهن و کلات آهن بر جوانه‌زنی و شاخص‌های رشد بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)

مریم دهجی‌پور حیدرآبادی*، فاطمه مرتضائی
گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران
*نویسنده مسئول: m.dahaji@vru.ac.ir

چکیده

گیاه بادرنجبویه از تیره نعناع به علت وجود ترکیبات دارویی، به‌ویژه اسانس‌های روغنی از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار است. استفاده از نانوذرات در کشاورزی صنعتی جدید به شمار می‌آید. در این تحقیق تأثیر نانوذرات اکسید آهن (با غلظت ۳ میلی‌گرم بر لیتر) در مقایسه با کلات آهن (با غلظت ۳ میلی‌گرم بر لیتر) بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه بادرنجبویه در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار ارزیابی شد. یافته‌های حاصل از این پژوهش، نشان داد درصد جوانه‌زنی در تیمار نانوذرات آهن و کلات آهن تفاوت معنی‌داری نداشت. درحالی‌که طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در تیمار نانوذرات آهن نسبت به تیمار کلات آهن به ترتیب ۴۰/۸ ٪ و ۴۲/۲ ٪ افزایش یافت. افزایش وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه نیز در مقایسه با تیمار کلات آهن به ترتیب برابر با ۵۲/۱ ٪، ۵۹/۸ ٪، ۷۵/۴ ٪ و ۴۲/۶ ٪ بود.

واژه‌های کلیدی: بادرنجبویه، جوانه‌زنی، رشد، کلات آهن، نانوذرات اکسید آهن

مقدمه

بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) گیاه دارویی چندساله از تیره نعناعیان (Lamiaceae) به دلیل حضور اسانس‌های روغنی و ترکیبات فنلی فراوان دارای خواص دارویی ارزشمندی است (Anon, 2002). فناوری نانو در دهه‌های اخیر به صورت گسترده در جهان به کار گرفته شده است. باتوجه‌به نوظهور بودن فناوری نانو و روند روبه‌رشد تحقیقات در زمینه نانو کودها، گزارش‌های کمی درباره اثر این مواد بر رشد گیاهان موجود است. 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). بررسی‌ها نشان داده است که نانوذرات در غلظت‌های معین در مقایسه با یون‌های فلزی رشد گیاهان را افزایش می‌دهد. این افزایش رشد به خصوصیات نانوذرات مانند حلالیت بیشتر، سبک و کوچک بودن آنها و جذب آسان‌تر آن‌ها نسبت‌داده‌شده است (Agrahari and Dubey, 2020)؛ لذا در این تحقیق تأثیر نانوذرات اکسید آهن در مقایسه با کلات آهن بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه بادرنجبویه بررسی شد.

مواد و روش‌ها

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 اندازه نانوذرات مغناطیسی با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) تعیین شد. بذرهای گیاه بادرنجبویه بعد از ضدعفونی نمودن سطحی آن‌ها با هیپوکلریت سدیم ۰/۰۵٪ و اتانول ۷۰٪ و سه بار با آب مقطر استریل به محیط کشت حاوی آب، آگار و دو نوع آهن با غلظت ۳ میلی‌گرم بر لیتر (نانوذرات آهن یا کلات آهن) جهت جوانه‌زنی منتقل شد. سپس محیط‌های کشت در اتاق رشد با شرایط فتوپریود ۱۶ ساعت نور و ۸ ساعت تاریکی، درجه حرارت ۲۵°C قرار داده شد. درصد جوانه‌زنی بر اساس رابطه ۱ محاسبه گردید .معیار جوانه‌زنی بذرها، خروج ریشه چه و قابل رویت بودن آن حداقل به طول دو میلی‌متر در نظر گرفته شد.

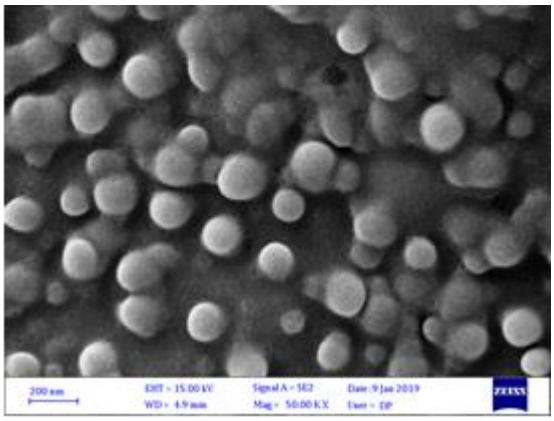
رابطه (۱) درصد جوانه‌زنی = تعداد بذرهای جوانه‌زده شده/تعداد کل بذرهای کشت شده ×۱۰۰

در پایان آزمایش پس از اتمام شمارش نهایی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. بعد از اندازه‌گیری وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت درآون خشک و در نهایت وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با ترازویی

با دقت ۰/۰۰۰۱ اندازه‌گیری شد. جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

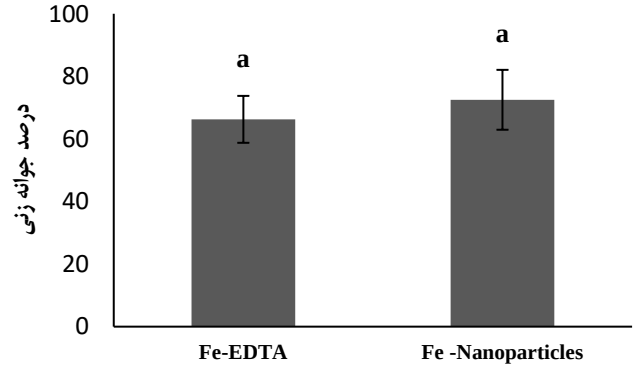
نتایج و بحث

ساخت نانوذرات: نتایج میکروسکوپ الکترونی نگاره نشان داد نانوذرات اکسید آهن با اندازه متوسط ۱۳۰ نانومتر و با پوشش سطحی پلی‌اتیلن گلیکول سنتز شده‌اند (شکل ۱).



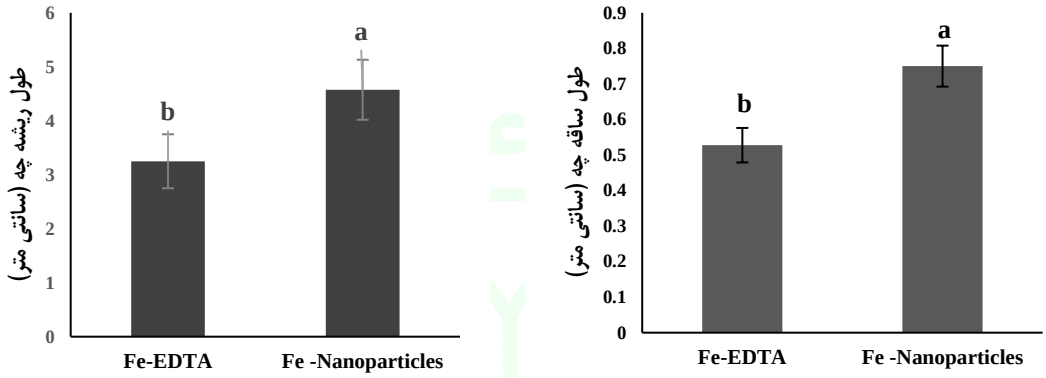
شکل ۱. تصویر نانوذرات آهن سنتز شده با میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM)

اثر نانوذرات بر جوانه‌زنی: بر اساس نتایج مشاهده شده در شکل ۲ درصد جوانه‌زنی در تیمار نانوذرات آهن و کلات آهن از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری ($P\leq0.05$) نسبت به یکدیگر نشان ندادند. تأثیر نانوذرات بر جوانه‌زنی به‌عنوان اولین و حساس‌ترین مرحله در دوره زندگی گیاه، برای محققین از اهمیت خاصی برخوردار است. اثر نانوذرات مختلف بر جوانه‌زنی باتوجه‌به غلظت‌های بکار رفته به دو صورت محرک و بازدارنده در مطالعات زیادی نشان‌داده‌شده است (Acharya et al., 2020).



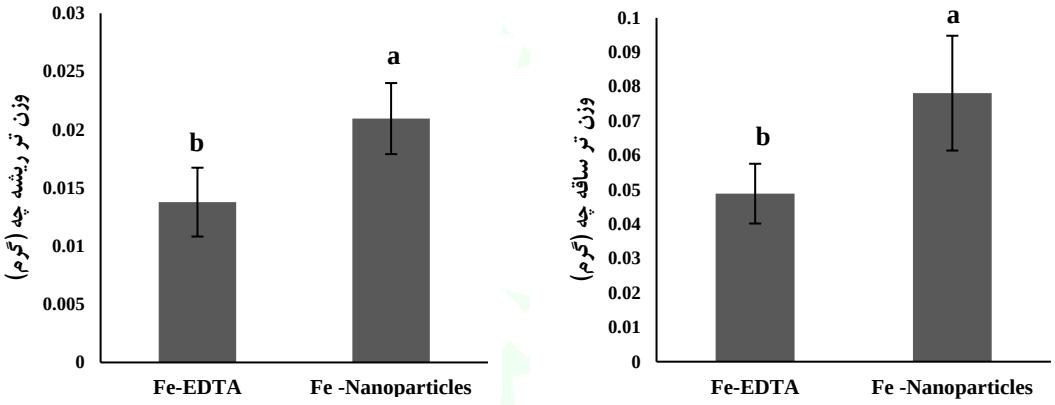
شکل ۲. اثر نانوذرات آهن و کلات آهن بر درصد جوانه‌زنی بذر گیاه بادرنجبویه.
مقادیر نشان‌داده‌شده میانگین ٤ تکرار و انحراف معیار می‌باشد. میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر تیمار از نظر آماری در سطح ($p\leq0.05$) تفاوت معنی‌دار ندارند.

اثر نانوذرات بر خصوصیات گیاهچه‌ای: کاربرد نانوذرات آهن طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را نسبت به کلات آهن به میزان ۴۰/۸ ٪ و ۴۲/۲ ٪ افزایش داد (شکل ۳).



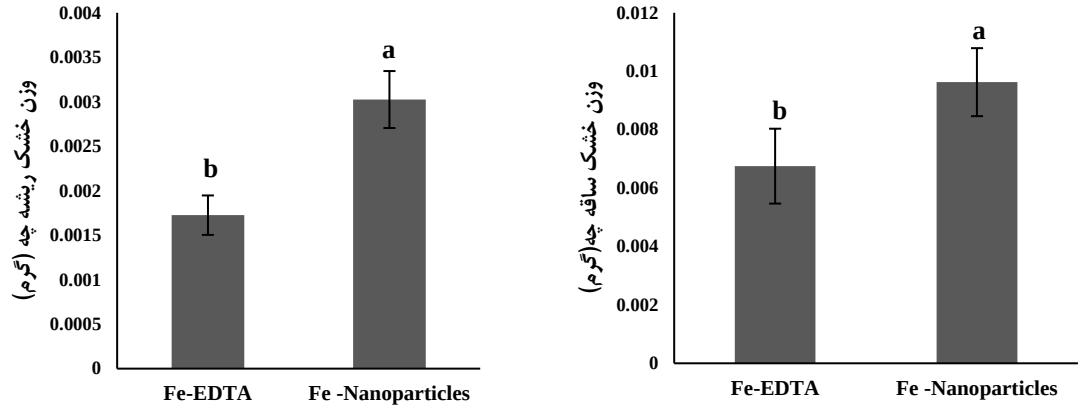
شکل ۳. اثر نانوذرات آهن و کلات آهن بر پارامترهای طول ساقه و طول ریشه گیاه بادرنجبویه.
مقادیر نشان‌داده‌شده میانگین ٤ تکرار و انحراف معیار می‌باشد. میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر تیمار از نظر آماری در سطح (p≤0.05) تفاوت معنی‌دار ندارند.

شاخص‌های رشد مانند وزن تر ریشه‌چه و وزن تر ساقه‌چه در تیمار نانوذرات آهن نسبت به کلات آهن به ترتیب ۵۲/۱ ٪، ۵۹/۸ ٪ افزایش نشان داد. همچنین افزایش میزان وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار نانوذرات آهن نسبت به تیمار کلات آهن ۷۵/۴ ٪ و ۴۲/۶ ٪ بود (شکل ۴ و ۵). این نتایج با نتایج منصوری و همکاران (۱۳۹۶) مطابقت داشت.



شکل ٤. اثر نانوذرات آهن و کلات آهن بر وزن تر ریشه‌چه و وزن تر ساقه‌چه گیاه بادرنجبویه.
مقادیر نشان‌داده‌شده میانگین ٤ تکرار و انحراف معیار می‌باشد. میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر تیمار از نظر آماری در سطح (p≤0.05) تفاوت معنی‌دار ندارند.

بر اساس مطالعات صورت‌گرفته افزایش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در حضور نانوذرات با افزایش فعالیت تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها و اکسین‌ها ارتباط دارد (Stampoulis *et al*., 2009). همچنین نانوذرات آهن با افزایش میزان سنتز کلروفیل و در نتیجه افزایش کارایی فتوسنتز، افزایش پارامترهای رشد را در گیاهان موجب می‌شوند (Ghafariyan *et al*., 2013). باتوجه‌به نتایج این تحقیق، استفاده از نانوذرات آهن به‌عنوان یک جایگزین مناسب کلات آهن، در پژوهش‌های بعدی پیشنهاد می‌شود.



شکل ۵. اثر نانوذرات آهن و کلات آهن بر وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه گیاه بادرنجبویه.

مقادیر نشان‌داده‌شده میانگین ٤ تکرار و انحراف معیار می‌باشد. میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر تیمار از نظر آماری در سطح ($p\leq0.05$) تفاوت معنی‌دار ندارند.

منابع

منصوری، ع.، احمدی، ا. و امیدی، ح. ۱۳۹۶. اثر نانوذرات کیتوزان و اکسید آهن بر جوانه‌زنی و شاخص‌های رشد اولیه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط تنش شوری. نشریه تحقیقات بذر. ۷(۳): ۸۰-۷۲.

Acharya, P., Jayaprakasha, G.K., Crosby, K.M., Jifon, J.L., Patil, B.S. 2020. Nanoparticle-mediated seed priming improves germination, growth, yield, and quality of watermelons (*Citrullus lanatus*) at multi-locations in Texas. Scientific Reports, 10(1): 1-16.

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.

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.

Stampoulis, D., Sinha, S.K., White, J.C. 2009. Assay-dependent phytotoxicity of nanoparticles to plants. Environmental Science and Technology, 43: 9473-9479.

Comparison of the effect of Fe nanoparticles and Fe chelate on germination and growth indices of *(Melissa officinalis* L.)

Maryam Dahajipour *, Fatemeh Mortazaei
Department of Genetics and Plant Production, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
**Corresponding Author: m.dahaji@vru.ac.ir*

Abstract

Lemon balm (Lamiaceae family) is of great economic importance due to medicinal compounds, especially essential oils. The use of nanoparticles in agriculture is a new industry. In this study, the effect of iron oxide nanoparticles (with a concentration of 3 mg L^{-1}) compared to iron chelate (with a concentration of 3 mg L^{-1}) on germination and lemon balm's early growth characteristics were evaluated a completely randomized design with four replications. This study showed that the germination percentage was not significantly different in the iron nanoparticles and iron chelate treatments. While, root and shoot lengths increased by 40.8% and 42.2% compared to iron chelate treatment, respectively. The increase in fresh root weight, stem fresh weight, dry root weight, and stem dry weight compared with iron chelate treatment was 52.1%, 59.8%, 75.4%, and 42.6%, respectively.

***Keywords*:** Fe chelate, Fe nanoparticles, Germination, Growth, Lemon balm