



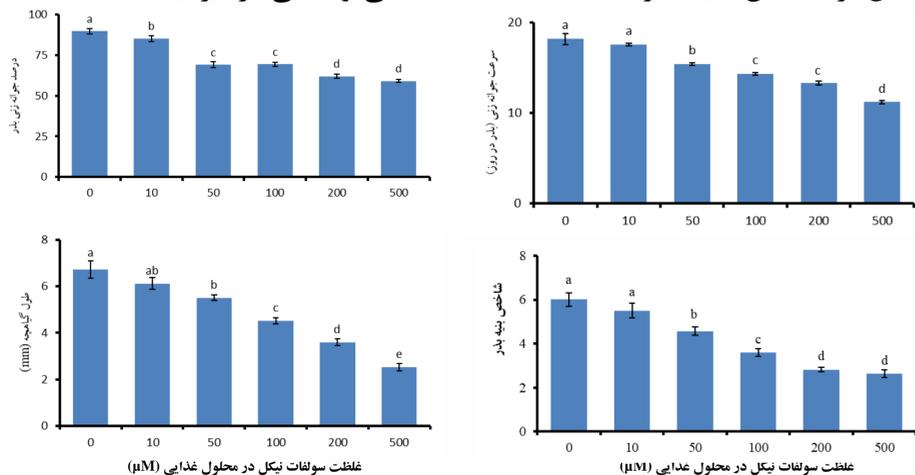
# ارزیابی سمیت سولفات نیکل بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه تربچه (*Raphanus sativus*)

فرشته قربانی<sup>۱</sup>، طهماسب آسمانه<sup>\*</sup>

<sup>۱</sup> گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس نتایج نشان داد که اثر تیمار نیکل، بر شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر تربچه معنی‌دار بود. با توجه به شکل ۱، همه‌ی سطوح نیکل، منجر به کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذر گیاه تربچه نسبت به شاهد گردید. همچنین، اثر سطوح ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ میکرومولار نیکل، منجر به کاهش تدریجی معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد، تا حدود ۳۰ درصد گردید. با افزایش غلظت نیکل از ۵۰ تا ۵۰۰ میکرومولار، طول گیاهچه نیز، نسبت به شاهد به صورت تدریجی تا حدود ۴۲ درصد کاهش یافت. از طرفی دیگر، اثر سطح ۱۰ میکرومولار نیکل بر شاخص بنیه بذر نسبت به شاهد تفاوت معنی‌دار نشان نداد ولی اثر سطوح ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ میکرومولار نیکل بر شاخص بنیه بذر نسبت به شاهد، کاهش و معنی‌دار گردید.



شکل ۱- مقایسه‌ی اثر سطوح مختلف نیکل بر میانگین درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر، طول گیاهچه و بنیه بذر گیاه تربچه (*R. sativus*).

به طور کلی می‌توان گفت سطح ۵۰ میکرومولار نیکل و بالاتر از آن، بر تمام شاخص‌های جوانه‌زنی بذر این گیاه، اثر کاهشی داشته است. بنابراین به نظر می‌رسد حد آستانه سمیت نیکل برای جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه تربچه، غلظت ۵۰ میکرومولار نیکل باشد. تنش نیکل، می‌تواند با مهار فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک موثر در تجزیه ذخایر غذایی بذر و با برهم‌زدن تعادل هورمون‌های محرک و بازدارنده جوانه‌زنی، از تأمین انرژی و پیش‌سازهای لازم برای رشد جنین جلوگیری کند (Begum et al., 2022). در تایید نتایج این پژوهش، سمیت نیکل منجر به کاهش جوانه‌زنی، طول ساقچه و ریشه‌چه و از کار افتادن مکانیسم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی گیاه اسفناج گردید (Pathak et al., 2025). بنابراین، به نظر می‌رسد غلظت ۵۰ میکرومولار نیکل و بالاتر از آن، امکان استقرار گیاه در عرصه طبیعی را نیز، کاهش می‌دهد.

## منابع

- Begum, W., Rai, S., Banerjee, S., Bhattacharjee, S., Mondal, M.H., Bhattarai, A., and Saha, B. (2022). A comprehensive review on the sources, essentiality and toxicological profile of nickel. *Royal Society of Chemistry Advances*, 12(15): 9139–9153. <https://doi.org/10.1039/d2ra00378c>
- Pathak, G.C., Singh, N. and Dwivedi, R. (2025). Impact of excess nickel on the seed germination, their growth and other physiological characteristics of *Spinach*. *International Journal of Plant and Environment*, 11(02): 395–400. <https://doi.org/10.18811/ijpen.v11i02.20>

## چکیده

فلز سنگین نیکل، در غلظت‌های زیاد، مضر و در زمره‌ی آلاینده‌های زیست‌محیطی به‌شمار می‌رود. در این پژوهش، اثر تیمار سولفات نیکل (سطوح صفر، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ میکرومولار)، بر جوانه‌زنی بذر گیاه تربچه (*R. sativus*)، در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی، مورد بررسی قرار گرفت. بررسی نتایج نشان داد که سطح ۱۰ میکرومولار سولفات نیکل، بر اغلب شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاه تربچه و رشد اولیه گیاهچه آن، نسبت به شاهد اثر معنی‌داری نداشت ولی، سطح ۵۰ میکرومولار نیکل و بالاتر از آن، بر شاخص‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر، بنیه‌ی بذر و طول گیاهچه، اثر کاهشی داشته است. بنابراین به نظر می‌رسد حد آستانه سمیت نیکل برای جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه تربچه، غلظت ۵۰ میکرومولار نیکل باشد. همچنین احتمال می‌رود که غلظت‌های بالای نیکل، با کاهش جوانه‌زنی و بنیه‌ی بذر، امکان استقرار گیاه در شرایط کشت زراعی را نیز، کاهش دهد.

## مقدمه

فلز سنگین نیکل، به‌دلیل کاربردهای گسترده در صنایع مختلف و نیز نقش دوگانه آن به‌عنوان یک عنصر کم‌مصرف ضروری در غلظت‌های پایین و یک عامل سمیت‌زا در غلظت‌های بالا، مورد توجه جدی پژوهشگران قرار گرفته است (Begum et al., 2022). مرحله جوانه‌زنی بذر، به‌عنوان یکی از حساس‌ترین و بحرانی‌ترین مراحل چرخه زندگی گیاه، شاخص رایج و معتبری برای سنجش پاسخ گیاه به تنش می‌باشد (Bewley et al., 2013). گیاه تربچه (*R. sativus*)، متعلق به تیره شب‌بو می‌باشد که شامل بیشترین گونه‌های گیاهی بیش‌انباشتگر نیکل است (Van der Ent et al., 2013). بنابراین در پژوهش حاضر، اثر غلظت‌های افزایشی سولفات نیکل بر شاخص‌های مهم جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه تربچه بررسی گردید. نتایج این پژوهش می‌تواند در ارزیابی سمیت نیکل در مراحل اولیه رشد این گیاه و نیز سنجش مقاومت آن به نیکل مؤثر واقع شود.

## مواد و روش‌ها

بذر گیاه تربچه، از جهاد کشاورزی شهرستان بویراحمد تهیه گردید. بذرهای سالم، با محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به مدت ۳ دقیقه ضدعفونی گردید و سپس با آب مقطر شست و شو داده شدند. بذرهای پتری دیش‌های با قطر ۹ سانتی‌متر بر روی کاغذ صافی قرار داده شدند و سولفات نیکل با شش سطح (۰، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ میکرومولار) به پتری‌دیش‌ها اضافه گردید. پتری‌دیش‌ها در شرایط نوری ۱۶ ساعت نور و ۸ ساعت تاریکی و دمای متناوب ۱۷/۲۳ درجه سانتی‌گراد، در اتاق رشد نگهداری شد. در زمان آزمایش به مدت ۸ روز تعداد بذرهایی که ایجاد گیاهچه‌ی سالم کرده بودند و جوانه زدند شمارش گردید. درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) و شاخص بنیه‌ی بذر (mm) محاسبه گردید. در پایان آزمایش، طول گیاهچه‌ها و وزن تر و خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. آزمایش در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در شش تکرار که هر تکرار شامل ۵۰ عدد بذر تربچه بود صورت گرفت. در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت.