A B S T R A C T

Pre-sowing seed priming and seedling inoculation with bioelicitor improve growth and phytochemical constituents of medicinal plants. This study was aimed to investigate the role of seed priming with silicon nanoparticles (nSi, 0, 100 and 500 mg/L) and inoculation of seedling originated from primed seeds with rhizobacteria strains (Pseudomonas fluorescens and P. putida) on physiological and metabolic attributes of Melissa officinalis L. Foliar application of P. putida on plants raised from nSi-primed (at 500 mg/L) seeds showed the wider deposition of nSi on root surface compared with that of P. fluorescens, however, P. fluorescens application on plants grown from nSiprimed (at 100 mg/L) seeds showed more open stomata on leaf surface than non-inoculated controls. Individual treatments of seed priming and seedling inoculation significantly (P < 0.05) increased plant biomass indices, leaf relative water content, photosynthetic pigments values, total soluble protein and phenolic contents, essential oil yield and their all (except thymol) major constituents, neral, geranial, and geranyl acetate compared with the control. However, the maximum increase in measured traits was recorded in mixed treatment of seed priming and inoculation of plants raised from primed seeds with rhizobacteria. Furthermore, the employed treatment combinations enhanced the free radical scavenging activities of plant extracts compared with the individual treatment and untreated control samples. According to the multivariate analyses, the treatments applied in combinations (especially seed priming at 100 mg nSi/L and seedling inoculation with P. putida) scores were substantially farther from the other treatments mean. Overall, seed priming with nSi along with seedling inoculation with pseudomonas strains play vital role in the increase in both primary and secondary metabolites of lemon balm plants.

Keywords: Melissa officinalis L. Beneficial microorganisms Bioelicitor Nanoparticles Oxygenated monoterpenes

**ترجمه فارسی:**

**چکیده**

پرایمینگ بذر پیش از کاشت و تلقیح دانه رُست با بیوالیسیتور[[1]](#footnote-1)، سبب بهبود رشد و اجزای فیتوشیمیایی گیاهان دارویی می شود. هدف از انجام این مطالعه، ارزیابی نقش پرایمینگ بذر با نانوذرات سیلیکونی (mg/L 500، 100، 0= nSi) و سپس تلقیح دانه رُست های حاصل از این بذرهای پرایم شده با سویه های ریزوباکتر (*Pseudomonas* *fluorescens* و *P*. *putida*) بر ویژگی های فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاه *Melissa* *officinalis* L. بود. محلول پاشی برگی *P*. *putida* بر روی گیاهانی که از بذرهای پرایم شده با nSi (با غلظت mg/L 500) بدست آمده بودند، نشان داد که میزان رسوب nSi در سطح ریشه در مقایسه با محلول پاشی *P*. *fluorescens* گسترده‌تر است؛ اِعمال *P*. *fluorescens* بر روی گیاهان رشد یافته از بذرهای پرایم شده با nSi (با غلظت mg/L 100) نیز نشان داد که نسبت به شاهدِ تلقیح نشده، تعداد روزنه های باز در سطح برگ بیشتر است. تیمارهای جداگانه­ی پرایمینگ بذر و تلقیح دانه رُست به میزان معنی داری (05/0 > P) باعث افزایش شاخص زیست توده گیاهی، محتوای نسبی آب برگ، مقادیر رنگدانه های فتوسنتزی، کل پروتئین های محلول و محتوای فنل، عملکرد اسانس و همه اجزای اصلی آن (به جز تیمول)، نرال[[2]](#footnote-2)، ژرانیال و ژرانیل استات در مقایسه با تیمار شاهد شدند. بیشترین افزایش در صفات اندازه گیری شده، برای تیمار مخلوط پرایمینگ بذر و تلقیح گیاهان حاصل از بذرهای پرایم شده با ریزوباکترها ثبت گردید. همچنین ترکیب تیمارهای اِعمال شده، افزایش فعالیت های عصاره های گیاهی برای جاروب کردن رادیکال های آزاد را در مقایسه با تیمارهای جداگانه و شاهدِ تیمار نشده به دنبال داشت. طبق آنالیزهای چند متغیره، مقادیر بدست آمده برای تیمارهای اِعمال شده به صورت ترکیبی (مخصوصاً پرایمینگ بذر با mg/L 100 nSi و تلقیح دانه رُست با *P*. *putida*) به میزان قابل ملاحظه ای با میانگین تیمارهای دیگر فاصله داشتند. به طور کلی پرایمینگ بذر با nSi همراه با تلقیح دانه رُست با سویه های سودوموناس، نقشی حیاتی در افزایش متابولیت های اولیه و ثانویه گیاه بادرنجبویه دارد.

**کلمات کلیدی**: *Melissa* *officinalis* L.، میکروارگانیسم های مفید، بیوالیسیتور، نانو ذرات، مونوترپن های اکسیژن دار.

1. bioelicitor [↑](#footnote-ref-1)
2. neral [↑](#footnote-ref-2)