



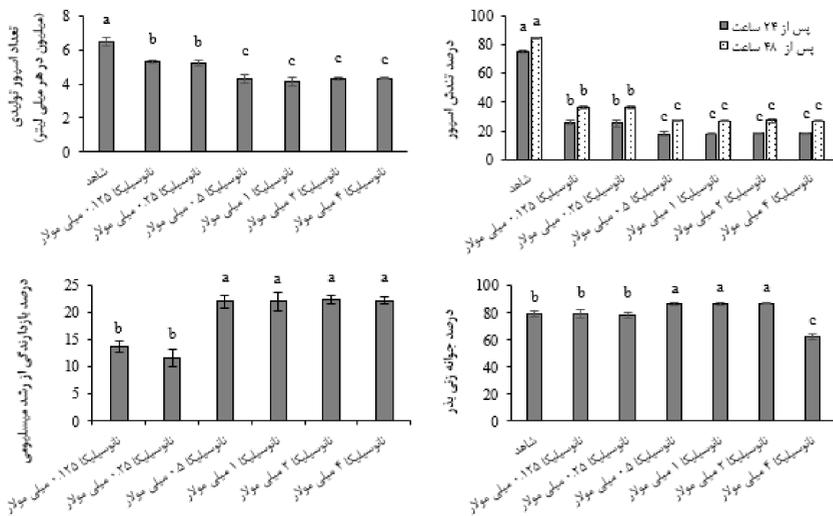
# مطالعه مقدماتی کارایی نانوذرات سیلیکا در مدیریت زامایه بذرزاد بیماری پوسیدگی فوزاریومی طوقه برنج

نسترن جعفری<sup>1\*</sup>، علی ویانی<sup>1</sup>، حدیث شهبازی<sup>2</sup>، ناصر علی‌اصغرزاده<sup>1</sup>  
1- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

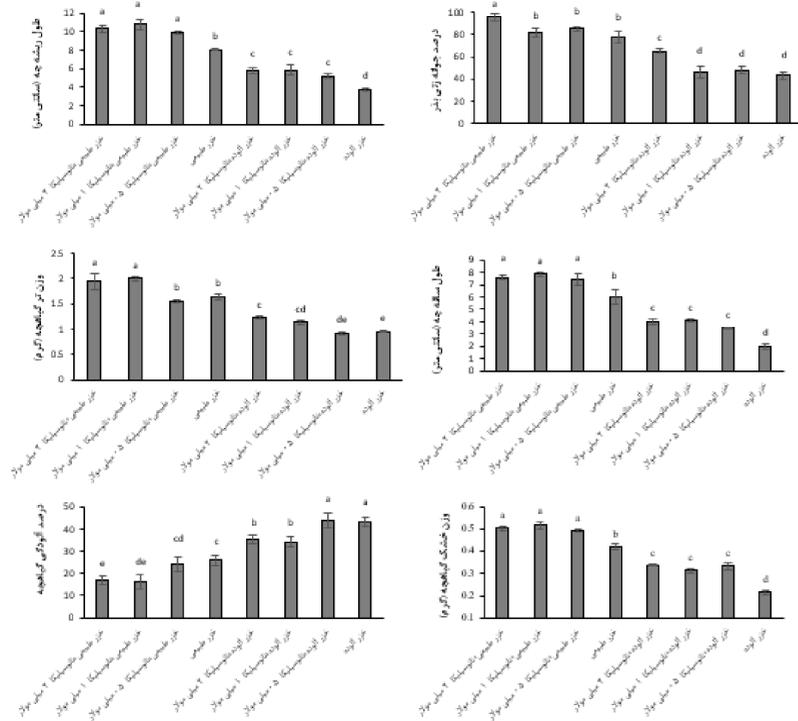
2- موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

## نتایج و بحث

## چکیده



شکل 1- تأثیر غلظت نانوذرات سیلیکا بر جوانه‌زنی بذر برنج و مهار قارچ *Fusarium fujikuroi*.



شکل 2- تأثیر غلظت‌های مختلف نانوذرات سیلیکا (0/5، 1 و 2 میلی‌مولار) بر ویژگی‌های رشدی گیاهچه برنج سالم و آلوده به قارچ *Fusarium fujikuroi*.

در مجموع، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که نانوذرات سیلیکا با اثر همزمان بر رشد قارچ، تندش اسپور، اسپورزایی و کاهش خسارت بیماری و افزایش رشد گیاهچه برنج، پتانسیل بالایی برای استفاده به‌عنوان یک راهکار نوین و پایدار در مدیریت بیماری باکانه بذرزاد دارند. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، اثر نانوذرات سیلیکا در شرایط مزرعه و در ترکیب با سایر روش‌های مدیریتی بررسی شود.

## منتخب منابع

Bashyal, B.M., Aggarwal, R., Sharma, S., Gupta, S., Rawat, K., Singh, D., Singh, A.K., and Krishnan, S.G. (2016). Occurrence, identification and pathogenicity of *Fusarium* species associated with bakanae disease of Basmati rice in India. *European Journal of Plant Pathology*, 144: 457-466. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0783-8>

Rastogi, A., Tripathi, D.K., Yadav, S., Chauhan, D.K., Živčák, M., Ghorbanpour, M., El-Sheery, N.I., and Brestic, M. (2019). Application of silicon nanoparticles in agriculture. *Biotech*, 9(3): 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1626-7>

Chen, S. Y., Lai, M. H., Tung, C. W., Wu, D. H., Chang, F. Y., Lin, T. C., & Chung, C. L. (2019). Genome-wide association mapping of gene loci affecting disease resistance in the rice-*Fusarium fujikuroi* pathosystem. *Rice* 12, 85. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12284-019-0337-3>

Wulff, E.G., Sørensen, J.L., Lübeck, M., Nielsen, K.F., Thrane, U., and Torp, J. (2010). *Fusarium* spp. associated with rice Bakanae: Ecology, genetic diversity, pathogenicity and toxigenicity. *Environmental Microbiology*, 12(3): 649-657. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2009.02105.x>

بیماری پوسیدگی طوقه برنج ناشی از قارچ *Fusarium fujikuroi* یکی از مهمترین بیماری‌های بذرزاد این محصول است که موجب کاهش قدرت جوانه‌زنی بذر و افزایش مرگومیر گیاهچه‌های برنج در خزانه می‌شود. در این پژوهش، تأثیر غلظت‌های مختلف نانوذرات سیلیکا بر تندش اسپور، میزان اسپورزایی، ممانعت از رشد میسلیمی قارچ عامل بیماری، جوانه‌زنی بذر برنج و درصد آلودگی گیاهچه و همچنین ویژگی‌های رشدی گیاهچه برنج در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. نتایج نشان داد که غلظت‌های 0/5، 1، 2 و 4 میلی‌مولار نانوذرات سیلیکا موجب کاهش معنی‌دار درصد اسپورهای تندش‌یافته قارچ بیمارگر (از 75/17 تا 75/26 درصد در مقایسه با 75/74 در تیمار شاهد بعد از 24 ساعت و از 27 تا 25/36 درصد در مقایسه با 75/84 در تیمار شاهد بعد از 48 ساعت) و اسپورزایی (از 14/4 تا 32/5 میلیون اسپور در مقایسه با 51/6 در تیمار شاهد) و همچنین رشد میسلیمی قارچ عامل بیماری (از 22/42 تا 631/11 درصد) نسبت به تیمار شاهد شدند. از سوی دیگر، مشاهده شد که استفاده از غلظت‌های 0/5، 1 و 2 میلی‌مولار نانوذرات سیلیکا موجب افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذر برنج شدند، بنابراین، این سه غلظت به‌عنوان غلظت‌های منتخب نانوذرات سیلیکا برای آزمون کشت مرطوب انتخاب شدند. نتایج آزمون کشت مرطوب نیز نشان داد که استفاده از غلظت‌های 1 و 2 میلی‌مولار نانوذرات سیلیکا هم در گیاهان طبیعی و هم در گیاهچه‌های آلوده به *F. fujikuroi* موجب افزایش جوانه‌زنی بذر، طول ریشه و ساقه، وزن تر و خشک گیاهچه و کاهش درصد آلودگی گیاهچه‌ها در مقایسه با شاهد شدند. این نتایج بیانگر پتانسیل نانوذرات سیلیکا در مدیریت بیماری باکانه بذرزاد در مراحل اولیه رشد است.

## مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از مهمترین محصولات زراعی و منبع اصلی تأمین غذای بیش از نیمی از جمعیت جهان به‌شمار می‌رود. بیماری‌های قارچی یکی از مهمترین عوامل محدودکننده تولید برنج محسوب می‌شوند که در این میان بیماری پوسیدگی طوقه برنج ناشی از قارچ *Fusarium fujikuroi* species complex (FFSC) Nirenberg، به‌عنوان یکی از مخربترین بیماری‌های بذرزاد برنج شناخته می‌شود (Bashyal et al., 2016). کنترل این بیماری به‌طور عمده متکی بر استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی به‌صورت ضدعفونی بذر است، اما مصرف مداوم این ترکیبات باعث آلودگی محیط زیست، بروز مقاومت در جمعیت‌های قارچی و تهدید سلامت انسان شده است. از این‌رو، توسعه روش‌های نوین، ایمن و پایدار برای مدیریت این بیماری ضروری به نظر می‌رسد. در سال‌های اخیر، نانوذرات سیلیکا به‌عنوان گزینه‌های نوین در کنترل بیماری‌های گیاهی مورد توجه قرار گرفته‌اند. بررسی‌ها نشان داده‌اند که نانوذرات سیلیکا می‌توانند رشد میسلیمی، تندش اسپور و اسپورزایی قارچ‌های بیماری‌زا را کاهش داده و همچنین نقش مهمی در افزایش تحمل برنج به تنش‌های زیستی ایفا کنند (Rastogi et al., 2019). با وجود این، اطلاعات موجود در خصوص غربالگری غلظت‌های مؤثر نانوذرات سیلیکا و اثر آن‌ها بر *F. fujikuroi* همچنان محدود است. بر این اساس، این پژوهش به منظور مطالعه کارایی غلظت‌های مختلف نانوذرات سیلیکا در مدیریت زامایه بذرزاد بیماری پوسیدگی طوقه برنج انجام شد.

## مواد و روش‌ها

جدایه قارچی *F. fujikuroi* از کلکسیون قارچ‌های بیمارگر برنج از موسسه تحقیقات برنج کشور تهیه شده و روی محیط کشت PDA (Merck, Germany) کشت داده شد. نانوذرات سیلیکا ( $SiO_2$ ) به شکل پودر از شرکت Biochem (آلمان) با خلوص 99/5٪ و اندازه ذرات 20 نانومتر تهیه و برای یکنواخت‌سازی محلول‌ها، از دستگاه اولتراسونیک استفاده شد. بذرهای برنج گواهی‌شده رقم خزر (حساس به بیماری پوسیدگی فوزاریومی) از موسسه تحقیقات برنج کشور تهیه شد.

**تأثیر غلظت‌های مختلف نانوذرات سیلیکا بر رشد میسلیمی، تولید اسپور و تندش اسپورهای *F. fujikuroi*:** به منظور یافتن غلظت مؤثر نانو سیلیکا بر بازدارندگی از رشد میسلیمی و اسپورزایی قارچ بیمارگر، غلظت‌های مختلف آن (0، 0/125، 0/25، 0/5، 1، 2 و 4 میلی‌مولار) با محیط PDA مخلوط شدند. قرصی به قطر 0/5 سانتی‌متر از حاشیه جوان کشت 5 روزه *F. fujikuroi* در مرکز تشتک‌های پتری قرار گرفته و در دمای  $25 \pm 2$  درجه سلسیوس نگهداری شدند. پس از گذشت 7 روز، رشد میسلیمی قارچ بیمارگر اندازه‌گیری و پس از گذشت 14 روز در دمای  $25 \pm 2$  درجه سلسیوس، اسپورهای تولیدشده در هر تشتک پتری جمع‌آوری و با استفاده از لام هماسیتومتر مورد شمارش قرار گرفت.

به منظور مطالعه اثر نانوذرات سیلیکا بر تندش اسپور قارچ عامل بیماری، غلظت‌های مختلف (0، 0/125، 0/25، 0/5، 1، 2 و 4 میلی‌مولار) در محیط کشت آب-آگار (WA) تهیه و یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون قارچ بیمارگر با غلظت  $10^2$  اسپور در هر میلی‌لیتر، روی تشتک‌های پتری پخش و در دمای  $25 \pm 2$  درجه سلسیوس نگهداری شد. پس از گذشت 24 و 48 ساعت، اسپورهای جوانه‌زده شمارش و درصد جوانه‌زنی اسپورها محاسبه شد.

**تأثیر نانوذرات سیلیکا بر جوانه‌زنی بذر، فاکتورهای رشدی و درصد بیماری در گیاهچه‌های برنج:** بذور رقم خزر (حساس به بیماری پوسیدگی طوقه) با سوسپانسیون  $2 \times 10^5$  اسپور در هر میلی‌لیتر *F. fujikuroi* مایه‌زنی و به عنوان بذر آلوده در این آزمایش استفاده شدند. بذرهای آلوده و بذرهای سالم (شاهد) به مدت 15 دقیقه در محلول نانوذرات سیلیکا (0/5، 1 و 2 میلی‌مولار) تیمار و سپس در تشتک‌های پتری سترون (با قطر 15 سانتی‌متر) حاوی دو لایه کاغذ صافی سترون قرار گرفتند. تشتک‌های پتری در انکوباتور در دمای  $25 \pm 2$  درجه سلسیوس قرار نگهداری شدند (Wulff et al., 2010). تیمارها روزانه مورد بازدید قرار گرفته و در صورت خشک بودن کاغذ صافی، به آنها آب مقطر سترون اضافه شد. درصد جوانه‌زنی و تعداد بذر مرده با تشکیل پرگنه قارچ، مورد مطالعه قرار گرفته و پس از 10 تا 14 روز فاکتورهای رشدی شامل طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه اندازه‌گیری شده و تعداد گیاهچه‌های سالم و آلوده شمارش و درصد وقوع بیماری محاسبه شد (Chen et al., 2019). این آزمایش‌ها در شرایط آزمایشگاه در چهار تکرار در قالب طرح کامل تصادفی اجرا شد و واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد انجام شد.