مجله ایمنی زیستی
دوره ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵

تاثیر نانو ذره‌های نقره زیستی بر عوامل بیماری‌زای گیاهی

سپیده سالاری[۱]، صدیقه اسمعیل زاده بهابادی[۲*]، فروغ یوسف زائی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲-استادیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۳- دانش آموخته فیزیولوژی گیاهی گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

esmaeilzadeh@uoz.ac.ir

چکیده

علم نانو به گسترش کاربردهای کم هزینه فناوری نانو برای افزایش رشد گیاه منتهی شده است. تاریخ استفاده بشر از فلز نقره، به بیش از ۵۰۰۰ سال قبل می‌رسد. تاثیر نانوذره‌های نقره در بازدارندگی رشد و تکثیر قارچ‌های بیماری‌زا و باکتری‌ها به اثبات رسیده است. در مطالعه حاضر اثرهای نانوذره‌های نقره بر عوامل بیماری‌زای گیاهی و سازوکار عمل آن‌ها بررسی شده است. در زمینه بر هم کنش گیاه- عامل بیماری‌زا، فناوری نانوذره‌ها راه حل‌های نوینی را برای تیمار گیاهان فراهم کرده است. استفاده موفقیت‌آمیز از نانو ذره‌های نقره به عنوان معرف‌های ضد قارچی و ضد باکتریایی، به کاربرد آن‌ها در کنترل عوامل بیماری‌زای گیاهی منتهی می‌شود.

کلید واژه: نانوتکنولوژی، بیماری‌های گیاهی، سازوکارعمل

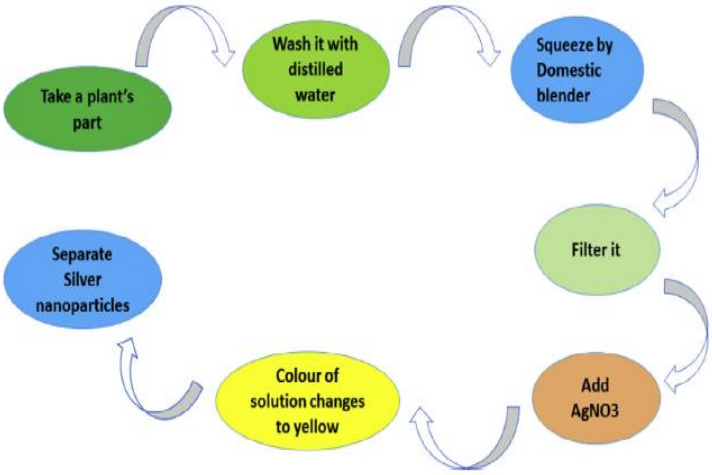
مقدمه

نانو تکنولوژی دستکاری دقیق و کنترل شده ساختار اتمی یا مولکولی مواد در مقیاس نانو به منظور تهیه ریز ذراتی با ویژگی‌های جدید و کاربردهای خاص است. فناوری نانو مربوط به موادی با ابعاد کوچک است که معمولا دارای اندازه‌ای در محدوده‌ی یک تا صد نانومتر است. هنگامی که حداقل یکی از ابعاد ماده به کمتر از ۱۰۰ نانومترکاهش یابد، خواص مکانیکی، حرارتی، نوری، مغناطیسی و دیگر خواص با رسیدن به اندازه‌ای خاص (در محدوده ذکرشده) که برای هر ماده متفاوت است، تغییر می‌کنند. بنابراین می‌توان گستره وسیعی از خواص را در یک ماده به دست آورد (۹). عنصر نقره به طور گسترده از گذشته برای هدف‌های مختلف استفاده شده است. نقره سابقه ضد میکروبی طولانی دارد. برای از کار انداختن آلودگی میکروب‌ها، فنیقی‌ها از نقره به عنوان آفت‌کش طبیعی برای درپوش بطری‌های شیر استفاده می‌کردند. نقره به عنوان یک عامل ضدمیکروبی خوب در برابر محدوده گسترده‌ای بیش از ٦٥٠ ریز موجودات زنده از کلاس‌های مختلف باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی، قارچ‌ها یا ویروس‌ها شناخته شده است.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-12-31]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.8.0]

نانوذره‌های نقره (Nano silver particles) یکی از دستاوردهای شگرف علمی از فناوری نانو بوده است. خواص فیزیکی و شیمایی نقره زمانی که به ابعاد نانو تبدیل می‌شود، از جمله اندازه شکل و مساحت سطحی تغییر می‌کند که به افزایش خاصیت ضد میکروبی آن می‌انجامد. خاصیت ضد میکروبی نانوذره‌های نقره به اندازه و شرایط محیطی (pH، استحکام یونی) و عامل پوششی بستگی دارد (۸). برای تولید نانوذره‌ها روش‌های مختلفی مانند واکنش‌های شیمیایی ، تجزیه حرارتی ترکیب‌ها با کمک گرفتن از پرتوها، روش‌های الکتروشیمیایی، پردازش با امواج میکرو و ... وجود دارد. یکی از روش‌های تولید نانوذره‌ها، تولید به روش زیستی است و توجه به این روش برای تولید نانوذره‌های رو به افزایش است (شکل۱). گیاهان، جلبک‌ها، قارچ‌ها، مخمرها، باکتری‌ها و ویروس‌ها در تولید زیستی نانوذره‌ها کاربرد دارند (۲۸، ۲۵و ۱۷). گیاهان به علت فراوانی و عدم نیاز به شرایط و مواد غذایی خاص برای رشد و سازگاری با محیط گزینه‌های مناسب برای تولید نانوذره‌ها به روش زیستی محسوب می‌شوند.



شکل ۱- خلاصه‌ای از تولید نانوذره‌های نقره با استفاده از عصاره گیاهی.

فناوری نانو در علوم کشاورزی به عنوان یک فناوری قدرتمند، توانایی ایجاد انقلاب و دگرگونی‌های عظیمی در سیستم تامین مواد غذایی و کشاورزی در گستره جهان را دارا است. امنیت سیستم‌های غذایی و کشاورزی، غنی‌سازی و بهبود کیفیت فرآورده‌های کشاورزی، سیستم‌های رسانش هوشمند جهت درمان بیماری‌های گیاهی و دامی، از راه‌های جدید برای زیست‌شناسی ملکولی، مواد جدید جهت آشکارسازی عوامل بیماری‌زا (پاتوژن‌ها) و حفاظت محیط زیست، مثال‌هایی از پتانسیل فناوری نانو در علوم کشاورزی هستند (۱). استفاده موفقیت‌آمیز از نانوذره‌های نقره به عنوان شناساننده‌های ضد قارچی و ضد باکتریایی، به کاربرد آن‌ها در کنترل عوامل بیماری‌زای گیاهی منتهی می‌شود. نانوذره‌های نقره با طیف گسترده‌ای از فعالیت ضد میکروبی، بیماری‌های گیاهی مختلف را که بوسیله‌ی اسپورهای تولید کننده عوامل بیماری‌زای

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.8.0]

قارچی ایجاد شده‌اند، کاهش می‌دهد.

اثرهای ضد قارچی یون‌های نقره و نانوذره‌های نقره

اولین گزارش از اثر ضد قارچی نقره در سال ۱۸۶۹ میلادی مبنی بر عدم رشد قارچ *Aspergillus niger* Tiegh در ظروف نقره‌ای منتشر شده است. تاثیر نانوذره‌های نقره در بازدارندگی رشد و تکثیر قارچ‌های بیماری‌زا ازجمله (*Podosphaera pannosa* Wallr.) de Bary (سفیدک پودر رز) نیز به اثبات رسیده است. نانوذره‌های نقره اثرهای ضد قارچی در برابر محدوده وسیعی از قارچ‌های معمولی مثل *Aspergillus*، *Candida* و *Sacharomyces* دارد (۲۷). دو کنیدی تولیدی قارچ، *Bipolaris sorokiniana* (Sacc) که باعث زنگ گیاهی جوانه، پوسیدن ریشه، پوسیدن کلاهک و خال لک برگ روی گونه‌های متنوعی ازگندمیان و *Magnaporthe grisea* (Herbert) که باعث بادزدگی روی برنج (*Oryza sativa* L.) و کبودی لک برگ بر روی علف چمن می‌شوند، عوامل بیماری‌زای مهم اقتصادی علفی‌ها هستند. در شرایط *in vitro* یون‌های نقره و نانو ذره‌های نقره تاثیرهای معنی‌داری روی این دو عامل بیماری زا داشتند. غلظت‌های موثر از ترکیب‌های نقره از تشکیل کلونی با ۵۰ درصد (EC50) جلوگیری کردند که برای *Bipolaris sorokiniana* نسبت به *Magnaporthe grisea* بالاتر بوده است. تاثیر بازدارندگی روی تشکیل کلونی به طور معنی‌دار، بعد از خنثی کردن کاتیون‌های نقره با یون‌های کلراید کاهش یافت. یون و نانو ذره‌های نقره بطور معنی‌داری این دو بیماری قارچی را روی علف‌های چاودار چند ساله (*Lolium perenne*) کاهش دادند (۵) کپک‌های پودری یک گروه از عوامل بیماری‌زا هستند که می‌توانند در یک محدوده گسترده‌ای از شرایط محیطی باعث بیماری شوند (۱۰). کپک پودری، در گیاهان مختلف از جمله کدو توسط دو گونه قارچ *Golovinomyces Cichoracearum* یا *Sphaerotheca Fusca* ایجاد می‌شود. نانوذره‌های نقره در غلظت‌های ۵۰ppm و۱۰۰ppm بازدارندگی معنی‌داری در برابر کپک پودری داشتند. به طور عمومی، ذره‌های با اندازه ۱ تا ۵ نانومتر سیلیکا ممکن است از میان غشای پروتوپلاسمی رد شوند و به خوبی به داخل قارچ جذب می‌شوند (۲۶). وقتی که نانو سیلیس-نقره‌ای به داخل سلول‌های قارچی جذب می‌شوند، اعمال نانو ذره‌های نقره فعالیت ضدعفونی کنندگی را افزایش می‌دهد و سیلیکا، که مقاومت حرکتی به بیماری را فراهم می‌کند، مقاومت را افزایش می‌دهد و به شکل یک مانع فیزیکی برای قارچ بیماری‌زا عمل می‌کند (۶). اندازه‌ی کوچک عناصر فعال (قطر) ۱-۵ نانومتر به طور موثری بیماری‌های قارچی مانند کپک گردآلود را کنترل می‌کند (۱۵). اثر نانو ذره‌های نقره می‌تواند به کار بردن صحیح آن‌ها قبل از نفوذ کلونی شدن اسپورهای قارچی در میان بافت‌های گیاهی بهبود یابد.

اثرهای ضدباکتریایی یون‌های نقره و نانوذره‌های نقره

نقره در حالت یونی فعالیت ضد میکروبی بالایی نشان می‌دهد (۲۴و ۱۶). نانوذرات نقره به عنوان عوامل باکتری‌کش مناسب پیشنهاد می‌شوند (۲۶و ۱۳).

پژوهش‌ها روی نقره به عنوان یک جایگزین برای کلر یا دیگر میکروب‌کش‌های سمی در حال پیشرفت است. به علاوه، تنوع عوامل ضد میکروبی غیر آلی که از نقره استفاده می‌کنند امروزه در حال پیشرفت است (۱۲و ۱۶). یون‌های نقره خیلی واکنش‌پذیر هستند.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-12-31]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.8.0]

آن‌ها از تنفس و سوخت و ساز و رشد میکروب‌ها جلوگیری می‌کنند. به علاوه یون‌های نقره ممکن است به داخل DNA باکتری نفوذ کنند (۱۰).

Sondi و همکاران (۲۰۰٤) اثر غلظت‌های ۱۰ تا ۱۰۰ میکروگرم / میلی‌لیتر نانوذره‌های نقره را روی باکتری *اشرشیاکلای* بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که هر چه مقدار و غلظت نانو ذره‌های نقره افزایش یابد، رشد باکتری به تاخیر افتاده و در نهایت مهار می‌شود (۲۳). با توجه به سمیت بالای یون نقره برای جانداران، ترکیب سیلیکا–نانو نقره آن نیز استفاده شده است، که در غلظت ۱۰ppm مانع از رشد باکتری‌هایی چون *Colletotrichum*، *Globisporangium ultimum* *gloeosporioides* و *Botrytis cinrea* و در غلظت ۱۰۰ ppm مانع از رشد باکتری‌های *Bacillus subtilus*، *Azotobacter chroococcum*، *Pseudomonas syringe* و *Xanthomonas axonopodis* به میزان ۱۰۰ درصد بازدارندگی گردیده است (۲۱).

ساز و کار اثر نانوذره‌های نقره

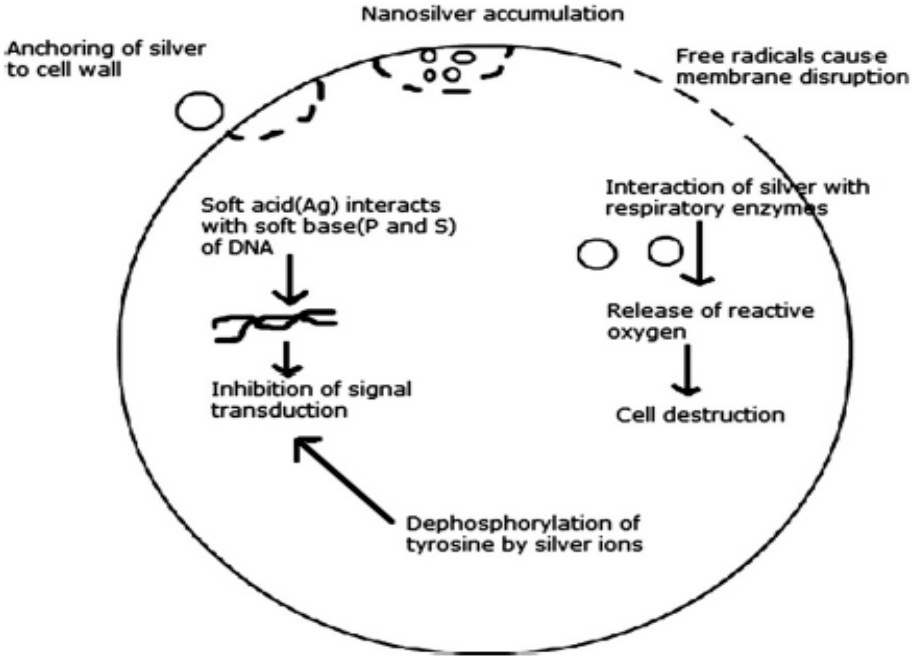
نانو ذره‌ها، یون‌های نقره را در سلول‌های باکتری و قارچ آزاد می‌کنند، که فعالیت باکتری‌کشی و ضد قارچی آن‌ها را افزایش می‌دهد (۲۲و۱٤). ساز و کار دقیق نانوذره‌های نقره که منجر به اثرهای ضد باکتریایی و ضد قارچی می‌شود، کاملا مشخص نیست. با این حال نظریه‌های مختلفی در خصوص ساز و کار عمل نانوذره‌های نقره بر میکروب‌ها ارائه شده است (شکل ۲) (۱۹). غشا سلولی ریز موجودات زنده، بار منفی دارد و نانو ذره‌های نقره بار مثبت دارند و وقتی بارهای مثبت نانو ذره‌های نقره روی بارهای منفی غشای سلولی جمع می‌شوند، سبب وقوع تغییر در ساختار غشا می‌شوند و سرانجام کنترل تراوایی غشا از بین می‌رود و منجر به مرگ سلولی می‌شود (٤و۲۰). نانوذره‌های نقره به زنجیره تنفسی حمله می‌کنند و سرانجام منجر به مرگ سلولی می‌شوند (۱۱). نانو ذره‌های نقره که بی‌بو، بی‌رنگ، بی‌خطر و غیر سمی برای انسان می‌باشند، با نفوذ به داخل سلول به مرور زمان، یون‌های Ag^+ را از خود آزاد می‌کنند که به گروه‌های تیول (-SH) آنزیم‌ها متصل می‌شوند و باعث غیر فعال‌سازی آنزیم‌های غشای سلولی که درگیر در انتقال انرژی غشا و حمل و نقل یون هستند، می‌شوند. به هم پیوستن Ag^+ با گروه‌های عاملی پروتئین‌ها، نتیجه آن از هم پاشیدگی پروتئین است (۳و۱۸).

یون‌های Ag^+ با گروه‌های فسفر و سولفور مولکول DNA متصل می‌شوند و باعث اختلال در رونویسی و در نتیجه مرگ سلولی می‌شوند. یون‌های Ag^+ بین جفت بازهای پورین و پیریمیدین نفوذ می‌کند، باندهای هیدروژن بین دو رشته موازی ناهمسو را می‌شکند و مولکول DNA تخریب می‌شود. تحلیل سلول باکتریایی می‌تواند یکی از دلایل برای خاصیت ضد باکتریایی آن باشد. تاثیر ضد باکتریایی وابسته به غلظت و غیروابسته به مقاومت اکتسابی به وسیله باکتری‌ها در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها است (۲). از دیگر سازو کارهای پیشنهاد شده، تشکیل رادیکال‌های آزاد می‌باشد که به طور متعاقب تخریب غشا را تحریک می‌کند و خاصیت ضد میکروبی موثر نانو ذره‌های نقره را موجب می‌شود (۷). یون‌های نقره، گونه‌های فعال اکسیژن را از طریق واکنش آن‌ها با اکسیژن تولید می‌کنند، که برای سلول‌ها زیان‌آور هستند و باعث خسارت به پروتئین‌ها، لیپیدها و

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-12-31]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.8.0]

نوکلئیک اسیدها می‌شوند (۱۰). در مطالعه‌های قبلی مشاهده شده که نانو ذره‌های نقره سیستم‌های انتقالی، شامل جریان یون را به هم زدند. به هم خوردن جریان یون می‌تواند باعث انباشه شدن یون‌های نقره شود، که فرآیندهایی مثل ساز و کار و تنفس سلول را متوقف می‌کند. گزارش شده است نانوذره‌های نقره می‌توانند باعث تنظیم انتقال پیام (signal transduction) در باکتری شوند. فسفریلاسیون سوبستراهای پروتئین‌ها در باکتری بر مسیر انتقال پیام در باکتری اثر می‌گذارد. دفسفریلاسیون تنها در باقیمانده‌های تیروزین باکتری‌های گرم منفی اتفاق می‌افتد. فسفریلاسیون پپتیدهای باکتریایی به وسیله نانوذره‌ها تغییر می‌کند. نانوذره‌ها سوبستراهای پپتیدها را در باقیمانده‌های تیروزین دفسفریله کرده که منجر به مهار انتقال سیگنال و هم در نتیجه مهار رشد می‌شود (۱۹). به طور کلی مطالعه‌های بیشتر جهت مشخص شدن سازو کارهای دقیق اثر نانو ذره‌های نقره بر میکروب‌ها مورد نیاز است.



شکل ۲- ساز و کارهای مختلف عمل نانوذره‌های نقره روی باکتری.

نتیجه‌گیری

بیشتر مطالعه‌های نانوذره‌های نقره روی باکتری‌ها و ویروس‌های بیماری‌زای حیوانات انجام شده است. گزارش‌های کمی درباره اثرهای نقره روی قارچ‌های بیماری‌زای زیستی موجود است. نانو ذره‌های نقره در اتصال با باکتری و قارچ‌ها، بر ساز و کار سلولی اثر می‌کنند و مانع رشد سلولی می‌شوند. استفاده از نانو ذره‌های نقره به عنوان شناساننده‌های ضد قارچی و ضد باکتریایی، در کنترل عوامل بیماری‌زای گیاهی پیشنهاد می‌شود.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-12-31]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.8.0]

منابع مورد استفاده References

۱- رهایی م.، سرافرازی ع.م. و خدایاری م. ۱۳۸۸.کاربردهای فناوری نانو درحوزه علوم زیستی (کشاورزی). *ماهنامه* زیست فناوری ٦: ۱۳.

2- **Ankanna S., Prasad T.N.V.K.V., Elumalai E.K. and Savithramma N. (2010).** Production of biogenic silver nanoparticles using *Boswelliao valifoliolata* stem bark. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures 5: 369–72.

3- **Guzman M., Dille J. & Godet S. (2012).** Synthesis and antibacterial activity of silver nano particles against gram positive and gram negative bacteria. Nanomedicine:Nanotechnology Biology and Medicine 8: 37-45.

4- **Hamouda T. and Baker Jr J.R. (2000).** Antimicrobial mechanism of action of surfactant lipid preparations in enteric gram-negative bacilli. Journal of Applied Microbiology 89: 397-403.

5- **Jo Y.K., Kim B.H. and Jung G. (2009).** Antifungal activity of silver ions and nanoparticles on phytopathogenic fungi. Plant Disease 93: 1037-104

6- **Kim S.G., Kim K.W., Park E.U. and choi D .(2002).** Silicon induced cell wall fortification of *rice* leaves: a possible cellular mechanism of enhanced host risistance to blast. Phytopatology 92: 1095-1103.

7- **Kim T.N., Feng Q.L., Kim J.O., Wu J., Wang H., Chen G.C. and Cui F.Z. (1998).** Antimicrobial effects of metal ions (Ag^{+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}) in hydroxyapatite. Journal of Materials Science 9: 129-134.

8- **Klueh U., Wagner V., Kelly S., Johnson A. and Bryers J.D. (2000).** Efficacy of silver-coated fabric to prevent bacterial colonization and subsequent device-based biofilm formation. Journal of Biomedical Materials Research Part B Applied Biomaterials 53: 621–631.

9- **Kulkarni S. K. (2007).** Nanotechnology: principles and practices, Capital publishing company.

10- **Lamsal k., Kim S.W., Jung J.H., Kim Y.S., Kim K.S. and Lee Y.S. (2011).** Inhibition Effects of Silver Nanoparticles against Powdery Mildews on *Cucumber* and *Pumpkin*. The Korean Society of Mycology 39 (1): 26-32.

11- **Mahendra R., Alka Y. and Aniket G. (2009).** Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. Biotechnology Advances 27:76–83.

12- **Mallick K., Witcomb M.J. and Scurrell M.S. (2004).** Polymer stabiliyed silver nanoparticles: A photochemical synthesis rout. Journal Materials Science 39: 4459-4463.

13- **Matthew D., Schaeublin Nicole M., Farrington Karen E., Hussain Saber M. and Johnson G.R. (2009).** Lysozyme catalyzes the formation of antimicrobial silver nanoparticles. American Chemical Society Nano 3 (4): 984–94.

14- **Morones J.R., Elechiguerra J.L., Camacho A., Holt K., Kouri J.B., Ramfrez J.T. and Yacaman M.J. (2005).** The bactericidal effect of silver nanoparticles. Nanotechnology 16: 2346–2353.

15- **Nair R., Varghese S.H., Nair B.G., Maekawa T., Yoshida Y. & Sakthi Kumar D. (2010).** Plant Science 179 :154–163

16- **ONeill M., Vine M.G., Beezer G., Bishop A.E., Hadgraft A.H., Labetoulle J., Walkeer M. and Bowler P.G. (2003).** Antimicrobial properties of silver-containing wound dressings: a microcalorimetric study International Journal of Pharmaceutics 263: 61-68.

17- **Panigrahi T. (2013).** Synthesis and characterization of silver nanoparticles using leaf extract of Azadirachta indica 0–69.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-12-31]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.8.0]

18- Park H.J., Sung H. K., Hwa J. K. and Seong H. C. (2006). A new composition of nanosized silicasilver for control of various plant diseases. Journal of Plant Pathology 22 (3): 295-302.

19- Prabhu S., Poulose E.K. (2012). Silver nanoparticles: mechanism of antimicrobial action, synthesis, medical applications, and toxicity effects. International Nano Letters 2 (32): 1-10.

20- Ramamurthy C.H., Padma M.I., Samadanam D.M., Mareeswaran R., Uyavaran A., Suresh Jayesh, P., Ruparelia, A., Kumar, Chatterjee., Siddhartha, P., Duttagupta, Suparna Mukherji. (2008). Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles. Innovation Centre for Applied Nanotechnology 707-716.

21- Sharma K., Sharma R., Shit S. and Gupta S. (2012). Nanotechnological application on diagnosis of a plant disease. Proceedings of International Conference on Advances in Biological and Medical Sciences 149-150.

22- Sondi I. and Salopek-Sondi B. (2004). Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E. coli* as a model for Gram-negative bacteria. Journal of Colloids Interface Science 275: 177–182.

23- Sondi I. and Sondi B. S. (2004). Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E. coli* as a model for gram negative bacteria. Journal of Colloid and Interface Science 275 (1):177–182.

24- Thomas S. and Mc Cubin P. (2003). Acomparison of the antimicrobial effects of four silver-containing dressings on three organisms. Journal of Wound Care 12: 101-107.

25- Vijay Kumar P.P.N., Pammi S.V.N., Kollu P., Satyanarayana K.V.V. and Shameem U. (2014). Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using *Boerhaavia diffusa* plant extract and their anti-bacterial activity. Industrial Crops and Products 52: 562–566.

26- Wright J.B., Lam K., Hanson D. and Burrell R.E. (1999). Efficacy of topical silver against fungal burn wound pathogens. American Journal of Infection Control 27 (4): 344–350.

27- Yu H., Chen M., Rice P.M., Wang S.X., White R.L. and Sun S. (2005). Dumbbell-like bifunctional Au-Fe_3O_4 nanoparticles. Nano Letters 5 (2): 379–382.

28- Zhang Y., Yang D., Kong Y., Wang X., Pandoli O. and Gao G. (2010). Synergetic antibacterial effects of silver nanoparticles @ *AloeVera* prepared via a green method Nano Biomedical and Engineering 2 (4):252–257.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-12-31]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.8.0]

Effect of bio Nano silver particles on plant pathogens

Sepideh Salari[1], Sedigheh Esmaeilzadeh Bahabadi[2]*, Forough Yosefzaei[3]
1- Master's degree of Plant Physiology, Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Zabol University, Zabol, Iran
2- Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Zabol University, Zabol, Iran
3- Graduated of Plant Physiology Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, Urmia, Iran

esmaeilzadeh@uoz.ac.ir

Abstract

Nanoscience to develop low-cost applications of nanotechnology have led to increased plant growth. Human use of silver dates back more than 5,000 years ago. The effect of nano silver particles in inhibition of the growth of fungi and bacteria was proved .In this study, effect of nano silver particles on plant pathogens and their action mechanisms was studied. Nano technology has provided new solutions for treatment of plants in plant- pathogen interaction. Successful use of silver nanoparticles as anti-fungal and anti-bacterial agents, leads its application in controlling plant pathogens.
key words: Nanotechnology, plant diseases, action mechanism

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-12-31]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.8.0]