مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

سنتز سبز نانو ذرات نقره با استفاده از عصاره آبی برگ شوید و ارزیابی فعالیت ضد باکتریایی آن

محمد گلباشی*[۱]، بهروز علیزاده بهبهانی[۲]

۱- استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۶

تاریخ داوری: ۱۴۰۳/۱۲/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۶

کلمات کلیدی:

عصاره شوید؛

بیوسنتز؛

نانوذرات نقره؛

فعالیت ضدمیکروبی؛

احیاء کنندگی.

DOI: 10.48311/fsct.2026.83973.0

* مسئول مکاتبات:

Mgolbashy@asnrukh.ac.ir

چکیده

علاقه به بیوسنتز نانوذرات در دوره گذشته توسط محققان افزایش یافته است. نانوذرات کاربردهای متعددی در زمینه‌های مختلف دارند. سنتز نانوذرات با روش‌های سبز برای محیط زیست بی‌خطر است و باید به‌طور عمومی مورد بررسی قرار گیرد، زیرا گیاهان مختلف قابلیت بالایی برای تشکیل این نانوذرات دارند. در این پژوهش، عصاره آبی برگ گیاه شوید جهت بیوسنتز نانوذرات نقره مورد استفاده قرار گرفت. فعالیت ضدمیکروبی نانوذرات نقره در برابر میکروارگانیسم‌های *اروینیا امیلوورا*، *سودوموناس سیرینگه*، *زانتوموناس کمپستریس*، *سالمونلا تیفی*، *استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس* و *لیستریا مونوسیتوژنز* مطابق روش‌های دیسک دیفیوژن آگار، چاهک آگار و حداقل غلظت مهارکنندگی و باکتری‌کشی مورد بررسی قرار گرفت. افزایش غلظت نانوذرات نقره از ۲۰ به ۱۱۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر سبب افزایش قطر هاله عدم رشد از ۷/۷۵ میلی‌متر به ۱۱/۱۷ میلی‌متر در روش دیسک دیفیوژن آگار و از ۸/۰۵ میلی‌متر به ۱۱/۸۵ میلی‌متر در روش چاهک آگار گردید. *زانتوموناس کمپستریس* و *سودوموناس سیرینگه* بعنوان حساس‌ترین و *لیستریا مونوسیتوژنز* و *استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس* بعنوان مقاوم‌ترین سویه‌ها در برابر نانوذرات نقره شناسایی شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که عصاره برگ گیاه شوید قادر به سنتز نانوذرات نقره می‌باشد و نانوذرات تولیدی اثر ضدمیکروبی مناسبی بر سویه‌های بیماری‌زا در شرایط برون‌تنی از خود نشان دادند.

۱-مقدمه

به دلیل اندازه ذرات کوچکتر، اشکال مختلف و افزایش مساحت سطح، نانوذرات خواص بسیار متفاوتی نسبت به مواد اصلی خود نشان می‌دهند و به‌عنوان کاندیدای جالبی برای کاربردهای مختلف، به ویژه در علوم زیست پزشکی شناخته می‌شوند [۱]. تلاش‌هایی برای سنتز این نانوذرات با استفاده از روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی انجام شده است. روش‌های فیزیکی فشار مکانیکی، انرژی حرارتی، انرژی الکتریکی و تشعشعات پرانرژی را برای ایجاد ساییدگی، ذوب، تبخیر یا تراکم مواد برای تولید نانوذرات اعمال می‌کنند. روش‌های شیمیایی مناسب‌ترین روش‌ها برای سنتز نانوذرات فلزی و اکسید فلزی هستند که در آن یون‌های فلزی توسط عوامل کاهنده شیمیایی احیا می‌شوند و از عوامل پوشاننده برای تثبیت نانوذرات استفاده می‌شود. روش‌های بیولوژیکی عمدتاً از عصاره‌های گیاهی (برگ، میوه، ریشه و غیره)، میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها و غیره) و مولکول‌های زیستی به‌عنوان الگوها، به‌عنوان عوامل احیاء کننده و تثبیت‌کننده استفاده می‌کنند. روش سنتز سبز سازگار با محیط زیست، اقتصادی، راحت و یک فرآیند کارآمد است [۲-٤]. استفاده از عصاره‌های گیاهی در احیاء کردن و تثبیت عوامل، علاقه تحقیقاتی را در سنتز نانوذرات، به ویژه در زمینه ایمنی مواد غذایی برانگیخته است. روش مبتنی بر عصاره‌های گیاهی ساده، مقرون به صرفه، سازگار با محیط زیست است و احتمال آلودگی کمتر یا بدون آن است. همچنین، بیوسنتز با واسطه گیاه در مقایسه با سایر روش‌های بیولوژیکی (مبتنی بر میکروارگانیسم‌ها) به دلیل ایمن بودن، سریع، منحصر به فرد، تک مرحله‌ای و قابل تولید در مقیاس بزرگ بهتر است. بخش‌های متعدد گیاه مانند ساقه‌ها، ریشه‌ها، برگ‌ها، گل‌ها، میوه‌ها، دانه‌ها، پوست یا کل گیاهان قادر به سنتز نانوذرات به روش سبز هستند [۵].

در میان نانوذرات فلزی مختلف، نانوذرات نقره در سرتاسر جهان شتاب فزاینده‌ای به دست می‌آورند و از سال ۲۰۰۹ تعداد انتشارات در مورد نانوذرات نقره سنتز شده با عصاره گیاهی به تدریج در حال افزایش است. نقره به شکل نانو در مقایسه با همتای ماکروسکوپی خود فعالیت ضد میکروبی نسبتاً بالاتری دارد. علاوه بر این، نشان داده شده است که نانوذرات نقره دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد سرطانی بهتری هستند و پتانسیل توسعه به‌عنوان عوامل درمانی جدید را دارند [۱, ۲, ٦].

شوید گیاهی است یک ساله از خانواده *Apiaceae*، جنس *Anethum* و گونه *A. graveolens*. این گیاه غنی از پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها، آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد معدنی ضروری و ویتامین‌های حیاتی مانند اسید فولیک، ریبوفلاوین، نیاسین، ویتامین A، بتا-کاروتن و ویتامین C می‌باشد [۷]. گزارش شده است که اسانس و عصاره شوید طیف وسیعی از فعالیت ضد باکتریایی را علیه *استافیلوکوکوس اورئوس*، *اشرشیا کلی*، *سودوموناس ائروژینوزا*، *سالمونلا تیفی موریوم* و *شیگلا فلکسنری* نشان می‌دهد [۷-۹].

با توجه به اینکه مطالعات بسیار اندکی در مورد نقش عصاره شوید در سنتز نانوذرات در منابع علمی وجود دارد و همچنین خواص بیولوژیکی مثبت عصاره شوید، در مطالعه حاضر، نقش عصاره آبی برگ شوید به‌عنوان یک عامل احیاء کننده برای سنتز نانوذرات نقره با کاربردهای زیست پزشکی احتمالی، با تمرکز بر فعالیت ضدمیکروبی آن بر میکروارگانیسم‌های پاتوژن بررسی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲- ۱- تهیه عصاره

برای استخراج آبی، ۲۰ گرم برگ خشک شوید را با ۲۰۰ میلی‌لیتر آب ترکیب و به مدت ۱۰ دقیقه جوشانده شد. پس از خنک شدن مخلوط، آن را صاف کرده و عصاره به دست آمده به حجم نهایی ۱۰۰ میلی‌لیتر تغلیظ شد [۱۰].

۲- ۲- تهیه نانوذرات نقره

روش متداول یک مرحله‌ای برای تولید نانوذرات نقره استفاده شد. برای این منظور، ۲/۵ میلی‌لیتر عصاره شوید به ۵۰ میلی‌لیتر از محلول آبی ۱ میلی‌مولار $AgNO_3$ (مرک، آلمان) اضافه و محلول بدست آمده در دمای ۳۳ درجه سانتی‌گراد گرمخانه گذاری شد. تبدیل رنگ محلول از بی رنگ به زرد نشان دهنده تشکیل نانوذرات نقره است. گرمخانه گذاری تا ٦٠ دقیقه ادامه یافت تا تمام معرف‌ها در واکنش مصرف شده و نانوذرات پایدارتری تشکیل شوند [۷].

۲- ۳- فعالیت ضدمیکروبی

فعالیت ضدمیکروبی نانوذرات نقره در برابر میکروارگانیسم‌های *اروینیا امیلوورا*، *سودوموناس سیرینگه*، *زانتوموناس کمپستریس*، *سالمونلا تیفی*، *استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس* و *لیستریا مونوسیتوژنز* مطابق روش‌های دیسک دیفیوژن آگار، چاهک آگار و حداقل غلظت مهارکنندگی و باکتری‌کشی ارائه شده توسط سوسنی غریبوند و همکاران (۱٤۰۱) با تغییرات مورد نیاز بررسی گردید [۱۱]. تمامی سویه‌های میکروبی در محیط کشت مولر هینتون آگار (مرک، آلمان) کشت داده شدند و به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه گذاری شدند. در ادامه، سوسپانسیون میکروبی با کدورت ۰/۵ مک‌فارلند (معادل $۱/۵ \times ۱۰^{۸}$ CFU/ml) از باکتری‌ها تهیه گردید.

۲-۳- ۱- دیسک دیفیوژن آگار

در این روش، ۱۰۰ میکرولیتر سوسپانسیون میکروبی روی سطح محیط کشت مولر هینتون آگار کشت داده شد. در ادامه، دیسک‌های کاغذی با نانوذرات نقره در غلظت‌های ۲۰، ۵۰، ۸۰ و ۱۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر آغشته و سپس در فواصل مشخص روی سطح آگار قرار داده شدند. در مرحله بعد، پلیت‌های تلقیح شده در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت گرمخانه گذاری شدند. در نهایت، قطر ناحیه بازدارنده رشد در اطراف دیسک‌ها بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

۲- ۳- ۲- چاهک آگار

در این آزمون، چاهک‌هایی با عمق ٦ میلی‌متر بر روی سطح محیط کشت مولر هینتون آگار ایجاد شد. سوسپانسیون میکروبی معادل ۰/۵ مک فارلند به‌طور مساوی در سطح آگار پخش گردید. در ادامه، ۵۰ میکرولیتر نانوذرات سنتز شده در غلظت‌های ۲۰، ۵۰، ۸۰ و ۱۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به چاهک‌ها اضافه و پتری دیش‌ها به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه گذاری شدند. پس از آن، قطر ناحیه بازدارنده رشد در اطراف چاهک‌ها با استفاده از خط کش برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

۲- ۳- ۳- حداقل غلظت مهارکنندگی

برای تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی، از پلیت استریل ۹٦ خانه‌ای و روش میکرودایلوشن براث استفاده شد. در ابتدا رقت‌های سریالی نانوذرات نقره تهیه (۲، ٤، ۸، ۱٦، ۳۲، ٦٤، ۱۲۸، ۲۵٦ و ۵۱۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) و سپس ۱۰۰ میکرولیتر از هر غلظت به چاهک‌های میکروپلیت اضافه شد و به دنبال آن ۲۰ میکرولیتر سوسپانسیون میکروبی معادل ۰/۵ مک فارلند به هر چاهک اضافه شد. میکروپلیت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت گرمخانه گذاری شد. پس از گرمخانه گذاری، ۱۰ میکرولیتر از محلول ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تری‌فنیل‌تترازولیوم کلرید به هر چاهک اضافه گردید. اولین غلظتی که رشد باکتری را نشان نداد (که با عدم تغییر رنگ قرمز یا بنفش مشخص می‌شود) به‌عنوان حداقل غلظت مهارکنندگی نانوذره ثبت شد.

۲- ۳- ٤- حداقل غلظت باکتری کشی

حداقل غلظت باکتری‌کشی بر اساس نتایج آزمایش قبلی و از چاهک‌های فاقد رشد میکروبی تعیین شد. برای این منظور، ۱۰۰ میکرولیتر از رقت نانوذره در محیط مولر هینتون آگار کشت داده شد. سپس ظروف پتری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت قرار داده شدند. اولین غلظت نانوذراتی که ۹۹/۹ درصد از رشد باکتری را مهار کرد به‌عنوان حداقل غلظت کشندگی در نظر گرفته شد.

۲- ٤- آنالیز آماری

آزمایش‌ها در سه نوبت انجام شد و نتایج با استفاده از نرم‌افزار Minitab (نسخه ١٦) با آزمون توکی ($p < 0.05$) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

نانوذرات نقره ترکیبات ضد میکروب کارآمدی می‌باشند. مطابق نتایج روش دیسک دیفیوژن آگار ارائه شده در شکل ۱، نوع باکتری و غلظت نانوذرات نقره بر قطر هاله عدم رشد تأثیر معناداری نشان داد ($p < 0.05$). افزایش غلظت نانوذره از ۲۰ به ۱۱۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر سبب افزایش قطر هاله عدم رشد از ۷/۷۵ میلی‌متر به ۱۱/۱۷ میلی‌متر گردید. علاوه بر این، *سودوموناس سیرینگه* با قطر هاله عدم رشد ۱۰/۱۵ میلی‌متر و *لیستریا مونوسیتوژنز* با قطر هاله عدم رشد ۸/۷۵ میلی‌متر به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین سویه‌ها نسبت به نانوذره نقره بودند. نتایج اثر متقابل نشان داد که بیشترین (۱۲/۲۰ میلی‌متر) و کمترین (۷/۲۰ میلی‌متر) قطر هاله عدم رشد به ترتیب مربوط به *سودوموناس سیرینگه* و *لیستریا مونوسیتوژنز* می‌باشد ($p < 0.05$).

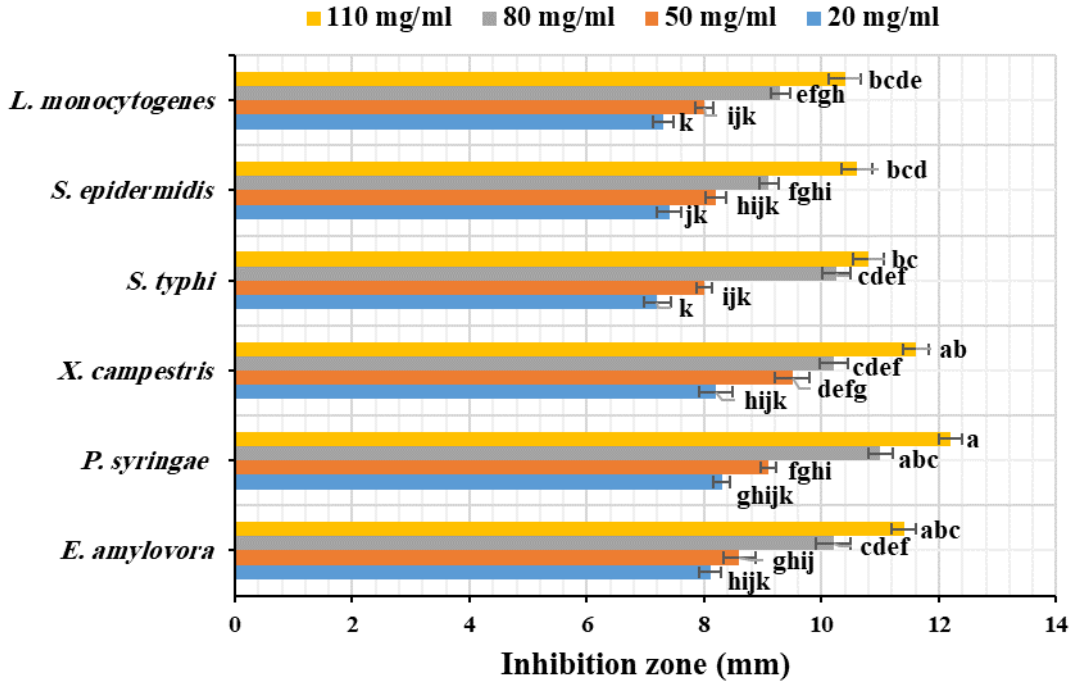

Figure 1. The antibacterial activity of silver nanoparticles based on disc diffusion agar method. Treatments labeled with different letters show significant differences at $p < 0.05$.

نتایج مشابهی در آزمون چاهک آگار مشاهده گردید (شکل ۲). غلظت نانوذرات تأثیر معناداری بر میانگین قطره هاله عدم رشد نشان داد؛ بطوریکه، قطر هاله عدم رشد بطور معناداری از ۸/۰۵ میلی‌متر به ۱۱/۸۵ میلی‌متر به ترتیب در حضور غلظت‌های ۲۰ و ۱۱۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر افزایش یافت. نوع باکتری هم تأثیر معناداری در قطر هاله عدم رشد نشان داد و باکتری‌های *زانتوموناس کمپستریس* (۱۰/۸۷ میلی‌متر) و *سودوموناس سیرینگه* (۱۰/٦٥ میلی‌متر) بعنوان حساس‌ترین و *لیستریا مونوسیتوژنز* (۹/۱۷ میلی‌متر) و *استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس* (۹/۲٦ میلی‌متر) بعنوان مقاوم‌ترین سویه‌ها در برابر نانوذرات نقره شناسایی شدند. لازم به ذکر است که میانگین قطر هاله عدم رشد در روش چاهک آگار بطور قابل‌توجهی بزرگتر از روش دیسک دیفیوژن آگار بود. این حالت می‌تواند ناشی از تماس مستقیم نانوذرات در روش چاهک آگار با سویه‌های میکروبی باشد،

در حالیکه در روش دیسک دیفیوژن آگار، ماده ضدمیکروبی بایستی از دیسک به محیط کشت انتشار یابد تا اثر ضدمیکروبی خود را نشان دهد [۱۲-۱۵].

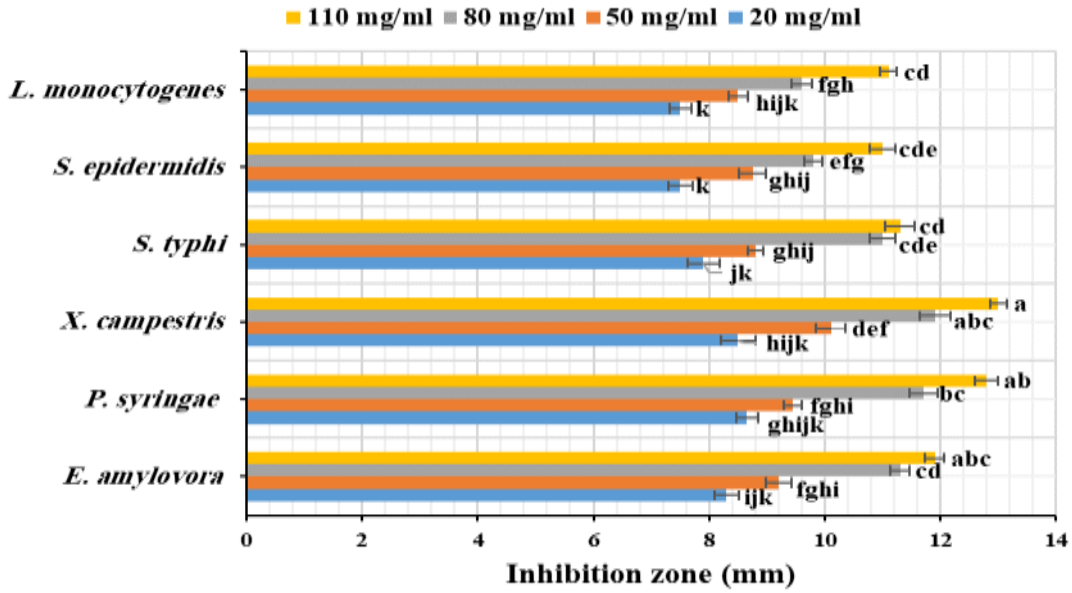

Figure 2. The antibacterial activity of silver nanoparticles based on well diffusion agar method. Treatments labeled with different letters show significant differences at $p < 0.05$.

نتایج آزمون حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) در شکل ۳ نشان داده شده است. مطابق نتایج، پایین‌ترین میزان MIC (٤ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) برای باکتری *سودوموناس سیرینگه* و بالاترین میزان (۳۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) برای باکتری‌های *سالمونلا تیفی*، *استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس* و *لیستریا مونوسیتوژنز* مشاهده گردید.

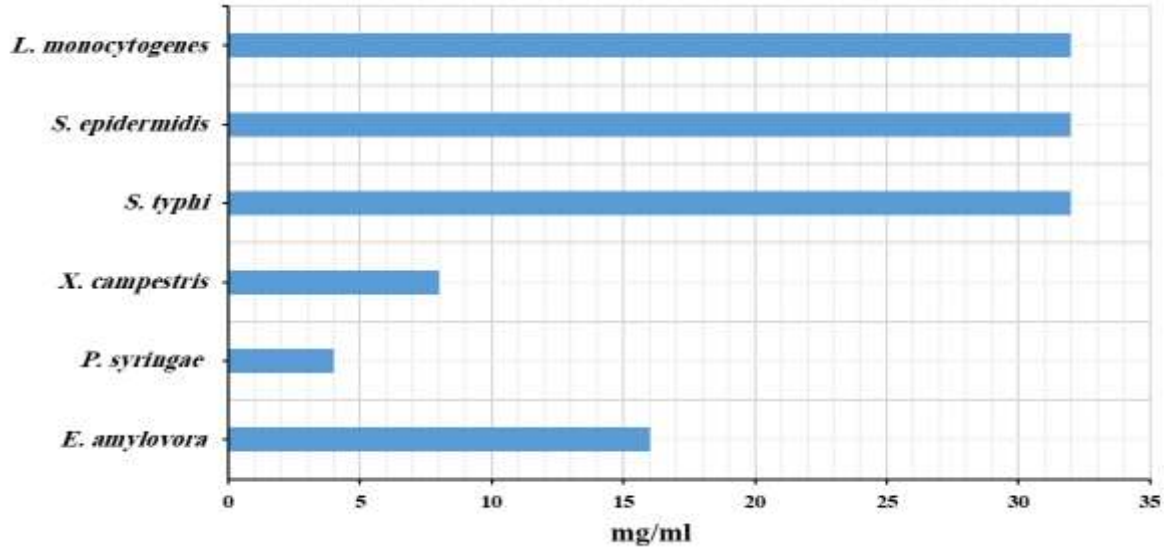

Figure 3. The antibacterial activity of silver nanoparticles based on minimum inhibitory concentration (MIC) method.

شکل ٤، نتایج آزمون حداقل غلظت کشندگی (MBC) نانوذرات نقره در برابر باکتری‌های پاتوژن را نشان می‌دهد. حداقل غلظت کشندگی برای باکتری‌های *اروینیا امیلوورا*، *سالمونلا تیفی* و *لیستریا مونوسیتوژنز* برابر با ۵۱۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر و برای باکتری‌های *استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس*، *زانتوموناس کمپستریس* و *سودوموناس سیرینگه* ۲۵٦ میلی‌گرم در میلی‌لیتر مشاهده گردید.

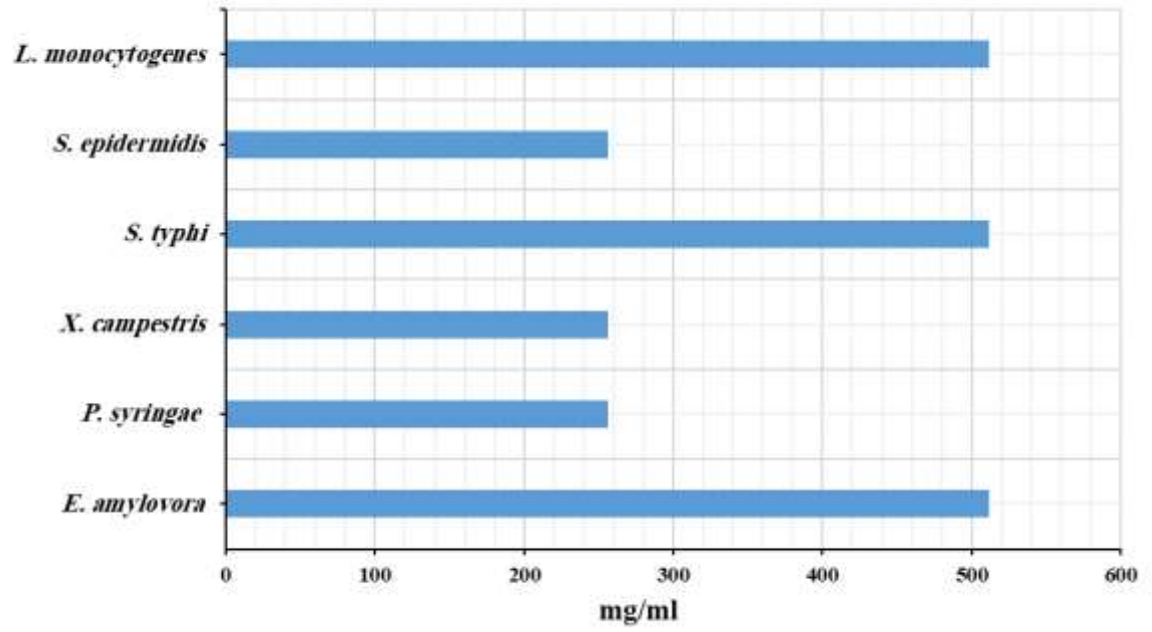

Figure 4. The antibacterial activity of silver nanoparticles based on minimum bactericidal concentration (MBC) method.

گیاه شوید حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، فنولی و فلاونوئیدی فراوانی است که قادر به احیاء یون‌های فلزی و تبدیل آنها به نانو ذرات فلزی می‌باشند [۷, ۹]. گزارش‌ها نشان می‌دهند که وقتی نانوذرات نقره با میکروارگانیسم‌ها تماس پیدا می‌کنند، باعث آزاد شدن رادیکال‌های آزاد می‌شوند. این رادیکال‌های آزاد می‌توانند به غشای سلولی آسیب برسانند و در نهایت منجر به مرگ سلولی شوند. علاوه بر این، تصور می‌شود که یون‌های نقره با گروه‌های تیول آنزیم‌های ضروری متصل می‌شوند و آنها را غیرفعال می‌کنند. یون‌های نقره همچنین می‌توانند به دیواره سلولی باکتری نفوذ کنند و باعث دناتوره شدن پروتئین و در نتیجه مرگ سلولی با پارگی دیواره سلولی شوند. علاوه بر این، نانوذرات می‌توانند بر انتقال سیگنال در باکتری‌ها تأثیر بگذارند. تحقیقات نشان داده است که فسفوریلاسیون سوبستراهای پروتئینی بر انتقال سیگنال باکتریایی تأثیر می‌گذارد و دفسفوریلاسیون به‌طور خاص در باقیمانده تیروزین در باکتری‌های گرم منفی رخ می‌دهد. نانوذرات پروفایل فسفوتیروزین پپتیدهای باکتریایی را تغییر می‌دهند و همچنین باعث افزایش فسفوریلاسیون سوبستراهای پپتیدی بر روی باقیمانده‌های تیروزین می‌شوند که از انتقال سیگنال و در نتیجه مانع رشد میکروارگانیسم‌ها می‌شود [۱۱, ۱٦].

احمد و همکاران (۲۰۲۵) از فناوری پلاسمای سرد برای تهیه نانوذرات اکسید نقره توسط عصاره برگ شوید به‌عنوان یک عامل احیاء کننده طبیعی استفاده نمودند [۱۷]. ویژگی‌های ضد باکتری و آنتی بیوفیلم نانوذرات تهیه شده ارزیابی گردید. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که نانوذرات اکسید نقره تهیه‌شده دارای خواص ضد باکتریایی قوی بوده و دارای فعالیت ضد باکتریایی علیه گروه متفاوتی از باکتری‌های عامل بیماری‌هایی مانند *کلبسیلا پنومونیه*، *اشرشیا کلی* و

استافیلوکوکوس اورئوس هستند. نتایج همچنین اثربخشی نانوذرات را در جلوگیری از تشکیل بیوفیلم‌های باکتریایی نشان داد، زیرا بیشترین میزان بازداری مربوط به باکتری گرم مثبت *استافیلوکوکوس اورئوس* بود [۱۷].

علمداری پلنگی و همکاران (۲۰۲۰)، نانوذرات نقره کروی شکل با اندازه متوسط ۳۰ نانومتر با استفاده از عصاره برگ شوید به‌عنوان منبع سبز، مقرون به صرفه، غیر سمی و سازگار با محیط زیست سنتز کردند [۱۸]. میکروسکوپ الکترونی عبوری، آنالیز اندازه ذرات و تبدیل فوریه فروسرخ برای مشخص کردن نانوذرات نقره سنتز شده انجام شد. فعالیت ضد باکتریایی نانوذرات نقره سنتز شده در برابر پاتوژن های باکتریایی گرم مثبت و منفی مورد ارزیابی قرار گرفت. حداقل غلظت بازدارندگی در غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره برای ارزیابی خواص ضد باکتریایی آن‌ها در برابر پاتوژن‌های *استافیلوکوکوس اورئوس*، *انتروکوکوس فکالیس*، *اشرشیا کلی* و *سودوموناس ائروژینوزا* استفاده شد. نتایج خاصیت ضد باکتریایی مطلوب نانوذرات نقره را نشان داد و استفاده از آن را به‌عنوان عوامل ضد باکتریایی احتمالی را پیشنهاد نمود. علاوه بر این، اثر ضد سرطانی نانوذرات نقره سنتز شده سبز در برابر رده سلولی MCF-7 مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد که زنده‌مانی سلول به غلظت نانوذرات نقره بستگی دارد [۱۸].

در این مطالعه زارع بیدکی و همکاران (۲۰۲٤)، عصاره دانه شوید به‌عنوان یک عامل پوشاننده و احیاء کننده برای سنتز نانوذرات نقره را استفاده نمودند [۱۹]. مشاهده رزونانس پلاسمون سطحی نانوذرات نقره در حدود ٤۲۰ نانومتر، همراه با تغییر رنگ سوسپانسیون به قهوه‌ای تیره، سنتز نانوذرات را تأیید کرد. تجزیه و تحلیل از طریق پراش پرتو ایکس، طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه، پراکندگی نور دینامیکی، پتانسیل زتا و میکروسکوپ الکترونی عبوری تولید خالص، همگن، کروی و پایدار نانوذرات نقره با اندازه‌های ۲۰ تا ٤۰ نانومتر با استفاده از عصاره شوید را تأیید کرد. نانوذرات تولیدی فعالیت ضد میکروبی قابل‌توجهی را در برابر هر دو سویه باکتریایی گرم مثبت (*استافیلوکوکوس اورئوس*، *استرپتوکوکوس موتانس* و *انتروکوکوس فکالیس*) و گرم منفی (*کلبسیلا پنومونیه* و *اشرشیا کلی*) نشان داد. ارزیابی‌های آنتی‌اکسیدانی نشان داد که نانوذرات نقره در غلظت ۲۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر، ۹۲ درصد رادیکال‌های آزاد DPPH را مهار می‌کنند و در آزمون قدرت احیاء کنندگی، عصاره دانه شوید و نانوذرات نقره به ترتیب ٤۸/۷ درصد و ۷۱ درصد یون‌های آهن فریک را به آهن فروس احیاء نمودند. بررسی خواص ضد سرطانی در برابر رده سلولی سرطان ریه (A-549) IC_{50} برابر با ۲٤۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر را نشان داد. نتایج آزمایش فلوسیتومتری و سنجش لاکتات دهیدروژناز مرگ سلول‌های سرطانی را نشان داد [۱۹].

در مطالعه‌ای دیگر، عصاره گیاهان *Ocimum tenuiflorum*، *Solanum tricobatum*، *Syzygium cumini*، *Centella asiatica* و *Citrus sinensis* برای سنتز نانوذرات نقره از محلول نیترات نقره استفاده شدند [۲۰]. فعالیت ضد میکروبی نانوذرات زیستی نقره با روش چاهک آگار بر علیه *استافیلوکوکوس اورئوس*، *سودوموناس ائروژینوزا*، *اشرشیا کلی* و *کلبسیلا پنومونیه* انجام شد. بیشترین فعالیت ضد میکروبی نانوذرات نقره سنتز شده توسط عصاره‌های *S. tricobatum* و *O. tenuiflorum* به ترتیب در برابر استافیلوکوکوس اورئوس (۳۰ میلی‌متر) و *اشرشیا کلی* (۳۰ میلی‌متر) مشاهده شد. نانوذرات نقره سنتز شده در این فرآیند دارای فعالیت ضد میکروبی کارآمدی در برابر باکتری‌های بیماری‌زا بودند [۲۰-۲٤].

٤- نتیجه‌گیری نهایی

یافته‌های این مطالعه نشان داد که عصاره برگ گیاه شوید به‌طور مؤثری نانوذرات نقره را سنتز می‌کند. نانوذرات تولید شده از برگ گیاه شوید خاصیت ضد میکروبی قوی از خود نشان دادند. این نانوذرات سنتز شده با روش سبز به‌عنوان عوامل ضد میکروبی برای مقابله با بیماری‌های عفونی ناشی

از طیف وسیعی از سویه‌های میکروبی نویدبخش هستند. با این حال، تحقیقات گسترده بیشتری در شرایط آزمایشگاهی، در مدل‌های حیوانی و از طریق مطالعات درون‌تنی مورد نیاز است. علاوه بر این، بررسی روش‌های جایگزین سنتز سبز و بهینه‌سازی شرایط برای افزایش بازده و پایداری نانوذرات نقره می‌تواند به عوامل ضد میکروبی مؤثرتری منجر شود. انجام مطالعات بیشتر برای درک مکانیسم‌های دقیقی که توسط آن نانوذرات نقره اثرات ضد میکروبی خود را اعمال می‌کنند. همچنین، بررسی اثرات هم‌افزایی نانوذرات نقره با سایر عوامل ضد میکروبی برای افزایش کارایی و مقاومت در برابر مبارزه در باکتری‌های بیماری‌زا نیز بایستی بررسی گردد.

۵- تقدیر و تشکر

مقاله حاضر مستخرج از طرح پژوهشی با کد ۱۴۰۳/۳۸ می باشد، لذا از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت های مادی و معنوی صمیمانه تشکر و قدردانی میگردد.

تأمین مالی

نویسنده اعلام می‌کند که هیچ بودجه‌ای دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام فعالیت‌ها توسط نویسنده انجام شده است.

منافع رقابتی

نویسنده تأیید می‌کند که هیچ گونه تضاد منافع مالی یا منافع رقابتی در این مطالعه ندارد.

٦-منابع

[1] Rajan, R., Chandran, K., Harper, S. L., Yun, S.-I. , & Kalaichelvan, P. T. (2015). Plant extract synthesized silver nanoparticles: An ongoing source of novel biocompatible materials. *Industrial Crops and Products*, *70*, 356-373. DOI: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.03.015.

[2] Kumar, S., Basumatary, I. B., Sudhani, H. P. K., Bajpai, V. K., Chen, L., Shukla, S. , & Mukherjee, A. (2021). Plant extract mediated silver nanoparticles and their applications as antimicrobials and in sustainable food packaging: A state-of-the-art review. *Trends in Food Science & Technology*, *112*, 651-666. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.031.

[3] Shaik, M. R., Khan, M., Kuniyil, M., Al-Warthan, A., Alkhathlan, H. Z., Siddiqui, M. R. H., Shaik, J. P., Ahamed, A., Mahmood, A., Khan, M. , & Adil, S. F. (2018). Plant-Extract-Assisted Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Origanum vulgare L. Extract and Their Microbicidal Activities. *Sustainability, 10*(4). DOI: 10.3390/su10040913.

[4] Bhardwaj, A., Ritika , & Singh, A. K. (2024). Murraya koenigii plant extract mediated green synthesis of metallic nanoparticles and their applications: A review. *Plant Nano Biology*, *8*, 100076. DOI: https://doi.org/10.1016/j.plana.2024.100076.

[5] Jafarzadeh, S., Nooshkam, M., Zargar, M., Garavand, F., Ghosh, S., Hadidi, M. , & Forough, M. (2024). Green synthesis of nanomaterials for smart biopolymer packaging: challenges and outlooks. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, *14*(2), 113-136. DOI: 10.1007/s40097-023-00527-3.

[6] Firoozi, S., Jamzad, M. , & Yari, M. (2016). Biologically synthesized silver nanoparticles by aqueous extract of Satureja intermedia CA Mey and the evaluation of total phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, *6*, 357-364.

[7] Kalangi, S. K., Dayakar, A., Gangappa, D., Sathyavathi, R., Maurya, R. S. , & Narayana Rao, D. (2016). Biocompatible silver nanoparticles reduced from Anethum graveolens leaf extract augments the antileishmanial efficacy of miltefosine. *Experimental Parasitology*, *170*, 184-192. DOI: https://doi.org/10.1016/j.exppara.2016.09.002.

[8] Singh, G., Maurya, S., de Lampasona, M. P. , & Catalan, C. (2005). Chemical Constituents, Antimicrobial Investigations, and Antioxidative Potentials of Anethum graveolens L. Essential Oil and Acetone Extract: Part 52. *Journal of Food Science*, *70*(4), M208-M215. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07190.x.

[9] Fathi, M. , & Heydari, M. (2016). Effects of Dill (Anethumgraveolens) Aqueous Extracts on Blood & Ascetics Parameters and Growth Performance in Broiler. *Journal of Animal Production*, *18*(4), 821-830. DOI: 10.22059/jap.2016.58789.

[10] Sahib, A. S., Mohammed, I. H. , & Sloo, S. A. (2014). Antigiardial effect of Anethum graveolens aqueous extract in children. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, *3*(3), 109-112. DOI: 10.5455/jice.20140523104104.

[11] Sosani Gharibvand, Z., Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M. , & Jooyandeh, H. (2022). Green synthesis of silver nanoparticles using Callistemon citrinus leaf extract and evaluation of its antibacterial activity. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, *18*(1), 151-163. DOI: 10.22067/ifstrj.2021.68173.1008.

[12] Tabatabaei Yazdi, F., Nooshkam, M., Shahidi, F., Asadi, F. , & Alizadeh Behbahani, B. (2018). Evaluation of antimicrobial activity and antioxidant potential of chitosan Maillardbased conjugates in vitro. *Applied Microbiology In Food Industries*, *4*(3), 1-15.

[13] Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M. , & Falah, F. (2020). The combined effect of the combined Fennel and Clove essential oils on Staphylococcus

epidermidis, Bacillus cereus, Salmonella typhi and Enterobacter aerogenes using Checkerboard assay (fractional inhibitory concentration index). *Journal of food science and technology(Iran)*, *17*(106), 75-83. DOI: 10.52547/fsct.17.106.75.

[14] Alizadeh Behbahani, B., Falah, F., Vasiee, A. , & Tabatabaee Yazdi, F. (2021). Control of microbial growth and lipid oxidation in beef using a Lepidium perfoliatum seed mucilage edible coating incorporated with chicory essential oil. *Food science & nutrition*, *9*(5), 2458-2467.

[15] Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M. , & Jooyandeh, H. (2020). Improving oxidative and microbial stability of beef using Shahri Balangu seed mucilage loaded with Cumin essential oil as a bioactive edible coating. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *24*, 101563.

[16] Abada, E., Mashraqi, A., Modafer, Y., Al Abboud, M. A. , & El-Shabasy, A. (2024). Review green synthesis of silver nanoparticles by using plant extracts and their antimicrobial activity. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *31*(1), 103877. DOI: https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2023.103877.

[17] Ahmed, R. S., Dahham, A. M., Abdalameer, N. K. , & Mohammed, R. S. (2025). Optical, Structural and Biological Properties of Reduced Silver Oxide Nanoparticles from Anethum Graveolens Leaf Extract by Nonthermal Plasma. *Nano LIFE*, *15*(05), 2450025. DOI: 10.1142/S1793984424500259.

[18] Alamdari-Palangi, V., Shojazadeh, A., Hosseini, F., Khalaf, N., Dianatinasab, A. , & Ameri, M. (2020). Biosynthesis, characterization, antibacterial activity and anticancer effect of silver nanoparticles using Anethum graveolens leaf extract. Journal of Environmental Treatment Techniques, 8(4), 1625-1629.

[19] Zare-Bidaki, M., Mohammadparast-Tabas, P., Khorashadizade, M., Mohammadparast-Tabas, P., Alemzadeh, E., Saberi, A., Kabiri-Rad, H. , & Eghbali, S. (2024). Bio-synthesized AGS@AgNPs for wound healing, antioxidant support, antibacterial defense, and anticancer intervention. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 61, 103402. DOI: https://doi.org/10.1016/j.bcab.2024.103402.

[20] Logeswari, P., Silambarasan, S. , & Abraham, J. (2015). Synthesis of silver nanoparticles using plants extract and analysis of their antimicrobial property. Journal of Saudi Chemical Society, 19(3), 311-317. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jscs.2012.04.007.

[21] Shalileh F, Shamani N, Golbashy M, Dadmehr M, Hosseini M. Synergistic applications of quantum dots and magnetic nanomaterials in pathogen detection: A comprehensive review. Nanotechnology. 2024;36(5). doi:10.1088/1361-6528/ad8751

[22] Abdul-Sahib AM, Golbashy M, Abbass JA. Effect of date palm wastes, perlite, and magnesium on growth and flowering in gerbera plants (Gerbera jamesonii L.). Int J Hortic Sci Technol. 2023;10(3):375–386. doi:10.22059/ijhst.2022.340752.552

[23] Rezapour K, Mousavizadegan M, Mortazavi SMR, Golbashy M, Hosseini M. Enhanced antibacterial effect of kanamycin-stabilized nanoclusters. ChemistrySelect. 2024;9(48):e202403849. doi:10.1002/slct.202403849

[24] Namjoo F, Shalileh F, Golbashy M, Sabahi H, Hosseini M. Gold nanorod etching for sensitive aptamer-mediated colorimetric detection of Escherichia coli in water. Microchem J. 2025;208:112368. doi:10.1016/j.microc.2024.112368

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous extract of dill leaves and evaluation of its antibacterial activity

Mohammad Golbashy[1*], Behrooz Alizadeh Behbahani[2]

1–Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

2 –Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2025/01/21

Review: 2025/03/19

Accepted: 2025/04/05

Keywords:

Dill extract;
Biosynthesis;
Silver nanoparticles;
Antimicrobial activity;
Reducing activity.

DOI: **10.48311/fsct.2026.83973.0**

*Corresponding Author E-

Mgolbashy@asnrukh.ac.ir

ABSTRACT

Interest in the biosynthesis of nanoparticles has increased in recent years by researchers. Nanoparticles have numerous applications in various fields. Synthesis of nanoparticles by green methods is environmentally safe and should be widely investigated, because different plants have a high ability to form these nanoparticles. In this study, the aqueous extract of dill (Anethum graveolens) leaves was used for the biosynthesis of silver nanoparticles. The antimicrobial activity of silver nanoparticles against microorganisms Erwinia amylovora, Pseudomonas syringae, Xanthomonas campestris, Salmonella typhi, Staphylococcus epidermidis and Listeria monocytogenes was investigated according to the disk diffusion agar, well diffusion agar, and minimum inhibitory concentration and bactericidal concentration methods. Increasing the concentration of silver nanoparticles from 20 to 110 mg/ml increased the diameter of the zone of inhibition from 7.75 mm to 11.17 mm in the disk diffusion agar and from 8.05 mm to 11.85 mm in the well diffusion agar method. X. campestris and P. syringae were identified as the most sensitive strains, and L. monocytogenes and S. epidermidis were identified as the most resistant strains to silver nanoparticles. The results of this study showed that dill leaf extract is capable of synthesizing silver nanoparticles and the produced nanoparticles showed a suitable antimicrobial effect on pathogenic strains in vitro.