

## بررسی اثرات ضد باکتری و ضد قارچی نانوذرات نقره حاصل از عصاره آبی گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.)



فاطمه دهقان نیری\*، مریم میرحسینی، سودابه مفاخری و محمد مهدی ضرابی  
قزوین، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه بیوتکنولوژی

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۶

### چکیده

علم و فناوری نانو تولید ماده در ابعاد نانومتری و بهره‌برداری از خواص و پدیده‌های آن در ابزارها و سامانه‌های نوین است. نانوذرات تولید شده به روش زیستی در علوم مختلف پزشکی، اپتیک، الکترونیک و مکانیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مطالعه اثر ضد باکتری و ضد قارچی نانوذرات نقره تولید شده با استفاده از عصاره آبی اندام‌های هوایی کنجد به دو روش دیسک و چاهک بررسی شد. جهت تایید تولید نانوذرات نقره از دستگاه اسپکتروفتومتری با طول موج ۳۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر و جهت اندازه‌گیری ابعاد و شکل نانوذرات از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) استفاده شد. ذرات حاصل کروی بوده و در محدوده ۱۸ تا ۷۰ نانومتر قرار داشتند. به منظور بررسی ترکیبات آلی احتمالی که در سنتز نانوذرات دخالت دارند آنالیز FTIR انجام شد. آبراساس نتایج حاصل از این تحقیق، نانوذرات تولید شده بوسیله عصاره آبی گیاه کنجد فعالیت ضد میکروبی موثری علیه باکتری‌های *Bacillus subtilis*، *Escherichia coli*، *Staphylococcus aureus*، مخمر *Saccharomyces cerevisiae* و قارچ بیماریزای *Candida albicans* نشان دادند. بدین وسیله می‌توان از اندام‌های بدون استفاده کنجد بعنوان یک منبع زیستی مفید برای سنتز نانوذرات نقره در مقیاس صنعتی با هزینه بسیار کم استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: نانوذرات نقره، کنجد، عصاره آبی، اثر ضد باکتری، اثر ضد قارچی

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۸۳۳۹۰۱۱۵۷، پست الکترونیکی: nayeri@ut.ac.ir

### مقدمه

گیاهی می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش‌های فیزیکی و شیمیایی این فرآیند باشد. تولید زیستی نانوذرات، ریسک خطرپذیری برای انسان، هوا و در مجموع اکوسیستم را بسیار پایین می‌آورد. سنتز نانوذرات با استفاده از مواد بیولوژیکی به خاطر ویژگی‌های جدید شیمیایی و فیزیکی و کاربردهای زیاد آنها در علوم مختلف پزشکی، اپتیک، الکترونیک و مکانیک مورد علاقه بسیاری از محققان قرار گرفته است (۱۱).

استفاده مفرط از آنتی‌بیوتیک‌ها برای از بین بردن باکتری- هاسبب مقاوم شدن آنها به آنتی‌بیوتیک و گسترش بیماری- های عفونی شده است (۲۲، ۲۳). بنابراین، جستجوی مواد جدید با خاصیت ضد باکتری (نسل جدید داروهای ضد

به ذرات با اندازه ۱ تا ۱۰۰ نانومتر نانوذرات گفته می‌شود. علم و فناوری نانو (نانوتکنولوژی) توانایی در اختیار درآوردن ماده در ابعاد نانومتری و بهره‌برداری از خواص و پدیده‌های آن در ابزارها و سامانه‌های نوین است (۹). نانوتکنولوژی حوزه‌ای سریعاً در حال رشد است که در آن ساخت و تولید نانوذرات با اندازه، شکل و پراکنش متنوع و کنترل شده است. اگرچه روش‌های فیزیکی و شیمیایی، ممکن است تولید خالص موفق و شناخته شده‌ای داشته باشند، اما به‌طور کلی گران، زمان‌بر و بالقوه برای محیط زیست خطرناک هستند (۱۰). بنابراین با در نظر گرفتن جنبه‌های زیست محیطی تولید نانوذرات، استفاده از میکروارگانیسم‌ها، گیاهان، عصاره‌های گیاهی و یا بیوماس

بذر کرج تهیه شدند. به منظور استریل کردن، دانه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۱٪ قرار گرفتند و سپس ۳ تا ۴ بار با آب مقطر استریل شست‌وشو شدند. دانه‌های استریل برای جوانه‌زنی سریع و یکنواخت روی محیط کشت MS پایه کشت و تا زمان جوانه‌زنی در دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتیگراد در تاریکی قرار داده شدند. پس از جوانه‌زنی، ظروف کشت به شرایط روشنائی با فتوپریود ۱۶ ساعت روشنائی و ۸ ساعت تاریکی در دمای  $25 \pm 2$  انتقال یافتند. پس از گذشت یک ماه از جوانه‌زنی، اندام هوایی حاصل (برگ و ساقه) از محیط کشت خارج و روی کاغذ صافی به مدت دو هفته در مکان سرد و تاریک خشک شدند.

جهت تهیه عصاره آبی کنجد ۶ گرم از اندام هوایی خشک شده آسیاب و در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب در حال جوش ریخته و به مدت ده دقیقه جوشانده شد. سپس به عصاره فرصت داده شد تا بتدریج سرد شود. پس از سرد شدن کامل، عصاره حاصل بوسیله سانتریفیوژ با دور بالا (۲۰۰۰۰ دور در دقیقه) به مدت ۱۵ دقیقه صاف شد. نمونه حاصل در فویل آلومینیومی پیچیده و در یخچال نگهداری شد (۱۷، ۲۲).

ب- سنتز نانوذرات نقره و تعیین ویژگی‌های آن: جهت سنتز نانوذرات نقره ابتدا استوک نیترات نقره با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر تهیه شد. سپس از این استوک جهت تهیه ۵۰ میلی‌لیتر محلول ۱ میلی‌مولار نیترات-نقره استفاده شد. به این محلول ۵ میلی‌لیتر از عصاره آبی اضافه و در دمای محیط روی شیکر با دور ۱۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. جهت جداسازی نانوذرات از محلول، از سانتریفیوژ با دور ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه و مدت زمان ۳۰ دقیقه استفاده شد (۱۰، ۱۷).

برای تایید تولید نانوذره نقره از دستگاه اسپکتروفتومتری با طول موج ۳۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر و جهت اندازه‌گیری ابعاد و شکل نانوذرات از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی

باکتری) به منظور ممانعت از رشد باکتری‌ها بسیار ضروری می‌باشد. نانوذرات نقره، طلا و پلاتین فعالیت ضد باکتری چشمگیری از خود نشان می‌دهند. این خاصیت ناشی از اندازه بسیار ریز و نسبت سطح به حجم بالای اینذرات می‌باشد. بنابراین با توجه به فعالیت ضد باکتری بالای نانوذرات، می‌توان از آنها جهت بالا بردن سطح ایمنی در بسته‌بندی مواد غذایی و همچنین در ساخت نسل جدیدی از داروهای ضد باکتری استفاده نمود (۸، ۲۴). گزارش‌های متعددی در رابطه با استفاده از سنتز زیستی نانوذرات نقره و فعالیت ضد میکروبی آنها وجود دارد. بعنوان مثال، چهاردولی و خدادادی (۲۰۱۳) از نانوذرات نقره حاصل از عصاره میوه بلوط علیه باکتری‌های ایجاد کننده عفونت‌های بیمارستانی استفاده کردند (۳). همچنین خاتمی و همکاران (۲۰۱۵) اثر ضد میکروبی نانوذرات نقره سنتز شده بوسیله تراوش‌های بذر علف هرز جغجغه را گزارش کردند (۴).

کنجد (*Sesamum indicum* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است که توسط انسان کشت می‌شود (۱۲). کنجد گیاهی دیپلوئید از راسته Personata، تیره Pedaliaceae، جنس *Sesamum* و گونه‌های *indicum* و *inolica orientale* است. کنجد گیاهی یکساله با رشد نامحدود و خودگرده‌افشان، رشد بوته‌ای، سیستم ریشه‌ای قوی و گسترده، ساقه مستقیم، دارای شیارهای طولی و در برش عرضی چهار گوش است (۶). این گیاه حاوی مواد آنتی-اکسیدان قوی مانند لیگنان‌های سزامین و سزامول، توکوفرول، احیاکننده‌ها و اکسنده‌های طبیعی است (۱۲). هدف از این تحقیق بررسی اثر ضد باکتری و ضد قارچی نانوذرات نقره تولید شده توسط عصاره اندام‌های هوایی گیاه کنجد بود.

## مواد و روشها

الف- تهیه عصاره آبی از اندام‌های هوایی کنجد: دانه‌های کنجد مورد استفاده در این مطالعه (رقم کرج ۱) از بخش دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و

ب- طیف‌سنجی ماوراءبنفش: نتایج حاصل از آنالیز اسپکتروفتومتری با نور ماوراءبنفش در نمونه شاهد (عصاره به تنهایی) و پس از سنتز نانوذرات نقره در شکل ۲ آورده شده است. افزایش جذب در محدوده ۴۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر بیانگر سنتز نانوذرات نقره است (شکل ۲b).

ج- عکس‌برداری الکترونی روبشی (SEM): نتایج بدست آمده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) سنتز نانوذرات نقره را تایید کرد. ذرات نقره حاصل کروی بوده و در محدوده ۱۸ تا ۷۰ نانومتر قرار داشتند (شکل ۳).

د- طیف‌سنجی FTIR: آزمون طیف‌سنجی FTIR به منظور شناسایی گروه‌های فعال و گروه‌های احیاءکننده یون‌های نقره در محدوده  $500-3500 \text{ cm}^{-1}$  انجام شد. نتایج این آنالیز قبل و بعد از انجام واکنش با نیترات نقره در شکل ۴ نشان داده شده است. مقایسه دو نمودار طیف‌سنجی توان زیستی عصاره آبی کنجد در احیای یون‌های نقره را نشان می‌دهد. پیک‌های مربوط به ارتعاشات در طول موج‌های ۵۹۹، ۶۷۴، ۱۱۵۱، ۲۳۵۷ و ۳۴۴۶ وجود دارند که به ترتیب مربوط به گروه‌های آلکیل، آلکن، گروه‌های کربونیل (CO)، CO<sub>2</sub> و هیدروکسیل (OH) هستند (۲۲، ۲۳).

ه- اثر ضد میکروبی نانوذرات نقره: در این مطالعه اثر ضد میکروبی نانوذرات نقره حاصل از عصاره آبی اندام‌های هوایی گیاه کنجد بر باکتری‌های *S. aureus*، *E. coli*، *B. subtilis* و مخمر *S. cerevisiae* و قارچ بیماریزای *C. albicans* به روش هاله عدم رشد (روش‌های دیسک و چاهک) مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج حاصل از این مطالعه، نانوذرات تولید شده بوسیله عصاره آبی گیاه کنجد فعالیت ضد میکروبی موثری نشان دادند (شکل ۵ و ۶).

میزان هاله عدم رشد باکتری و قارچ برحسب میلی‌متر به دو روش دیسک و چاهک در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. نانوذرات حاصل از عصاره آبی گیاه کنجد فعالیت ضد باکتریایی زیادی از خود نشان دادند. مخمر *S.*

(SEM) استفاده شد. همچنین از روش FTIR به منظور بررسی ترکیبات آلی احتمالی موجود در عصاره کنجد که در سنتز نانوذرات دخالت دارند استفاده گردید (۱۰، ۱۱).

ج- سویه‌های باکتری و قارچ و روش بررسی اثر نانوذرات نقره بر آنها: به منظور بررسی خواص ضد قارچ و ضد باکتری نانوذرات نقره تولید شده روی باکتری‌های *Staphylococcus aureus*، *Escherichia coli*، *Bacillus subtilis* مخمر *Saccharomyces cerevisiae* و قارچ بیماریزای *Candida albicans* از دو روش دیسک و چاهک استفاده شد. ابتدا مایه میکروبی دارای کدورت ۰/۵ مک فارلند ( $10^8 \times 1/5 \text{ CFU/mL}$ ) تهیه شد. سپس در روش دیسک از مایه میکروبی توسط سواپ بطور یکنواخت روی محیط کشت مغذی کشت داده شد. دیسک‌های دیفیوژن بلانک (قطر ۶ میلی‌متر) آغشته به نانوذرات نقره روی محیط کشت قرار داده شد. محیط‌های کشت به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد قرار گرفت. پس از گذشت این زمان هاله عدم رشد باکتری و قارچ اطراف دیسک‌ها محاسبه شد (۱۹، ۲۶).

در روش چاهک، ابتدا چاهک‌هایی به قطر ۶ میلی‌متر در محیط کشت مغذی حاوی آگار ایجاد شد. سپس مایه میکروبی بصورت متراکم روی محیط، کشت داده شد و نانوذره تولید شده به میزان ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۵۰ میکرولیتر از استوک ۱ میلی‌مولارد در چاهک ریخته و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد نگهداری شد و هاله عدم رشد بعد از ۲۴ ساعت بررسی گردید (۱۹، ۲۶).

## نتایج

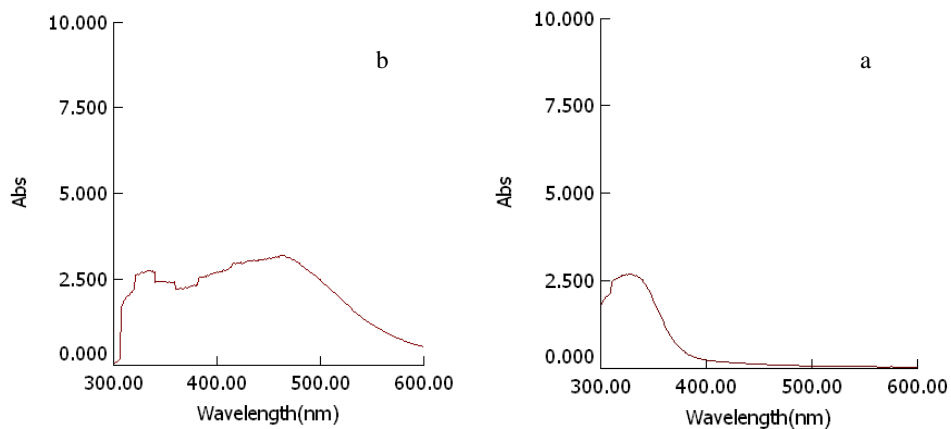
الف- سنتز نانوذرات نقره: نانوذرات نقره بوسیله عصاره آبی کنجد از محلول نیترات نقره سنتز شد. تغییر رنگ از زرد کم‌رنگ تا قهوه‌ای تیره نشان دهنده تولید نانوذره است. این فرآیند در مطالعه حاضر با سرعت بالا انجام شد و در حدود دو ساعت پایان یافت (شکل ۱).

کنجد هم روی باکتری‌های گرم مثبت و هم روی باکتری‌های گرم منفی اثر باکتریوساییدی خود را نشان داد ولی باکتری گرم منفی *E. coli* حساسیت بیشتری از باکتری گرم مثبت *B. subtilis* نشان داده و هاله عدم رشد بزرگتری را ایجاد کرد.

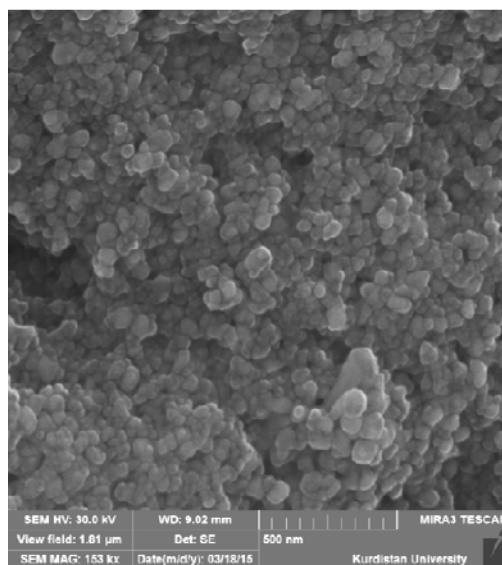
*cerevisiae* بیشترین میزان حساسیت به نانوذره را داشت. میزان هاله عدم رشد باکتری‌های *S. aureus*، *E. coli*، *B. subtilis* به ترتیب ۱۰، ۱۳، ۱۲/۷۵ میلی‌متر محاسبه شد (جدول ۲). براساس نتایج حاصل از این آزمایش، نانوذره نقره حاصل از عصاره آبی



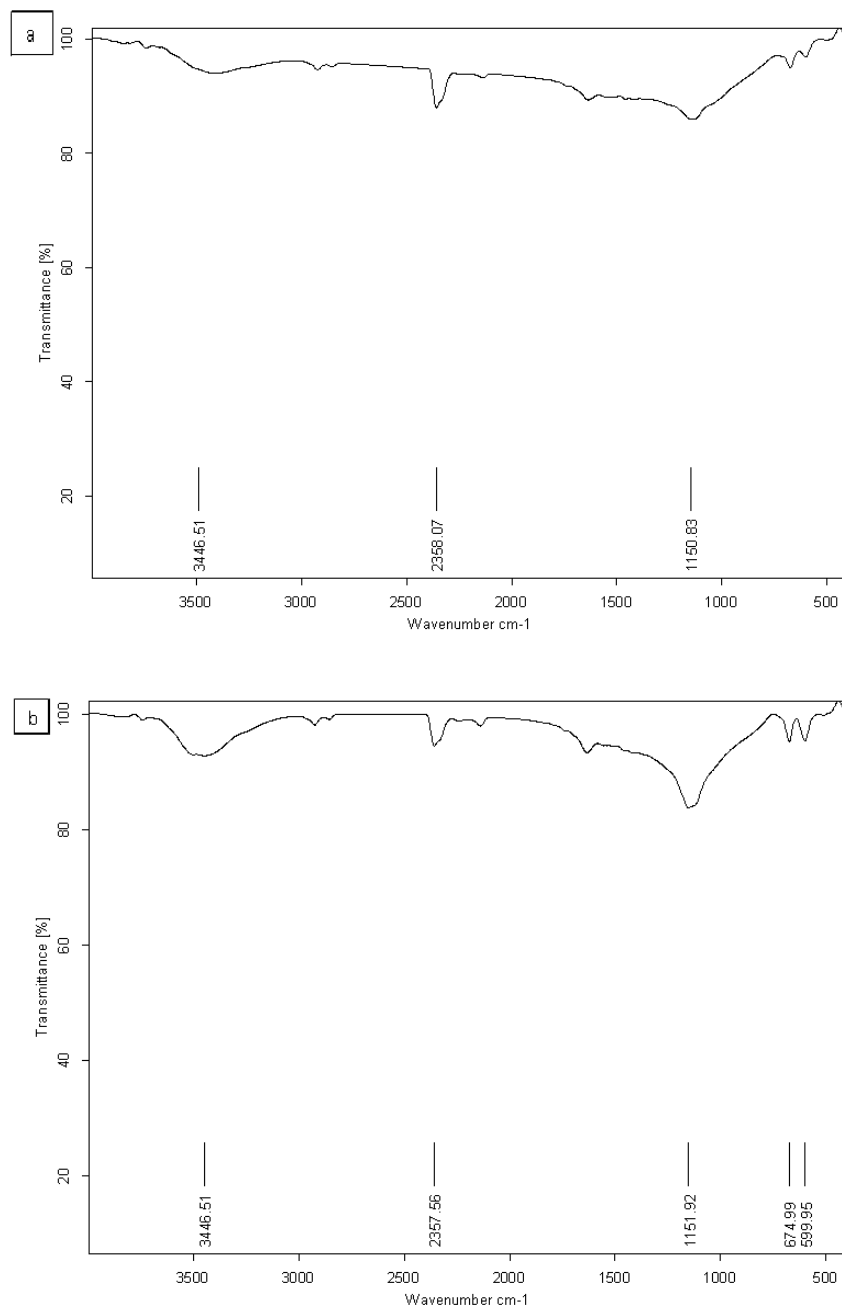
شکل ۱- از چپ به راست مراحل مختلف تغییر رنگ و اکندش و تولید نانوذرات نقره با استفاده از عصاره آبی گیاه کنجد



شکل ۲- نمودار اسپکتروفتومتری با اشعه ماوراءبنفش در زمان‌های (a) صفر و (b) دو ساعت



شکل ۳- تصویر نانوذرات نقره بدست آمده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)



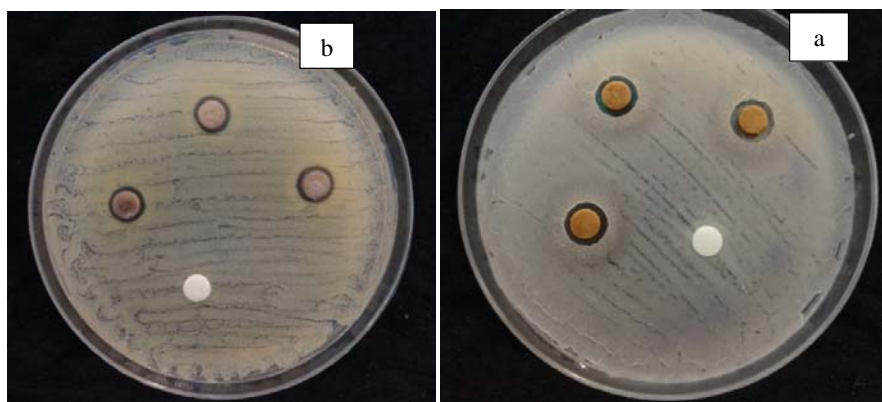
شکل ۴- طیف‌سنجی FTIR (a) عصاره خالص گیاه کنجد، (b) پس از انجام واکنش عصاره با نیترات نقره

جدول ۱- هاله عدم رشد به روش دیسک

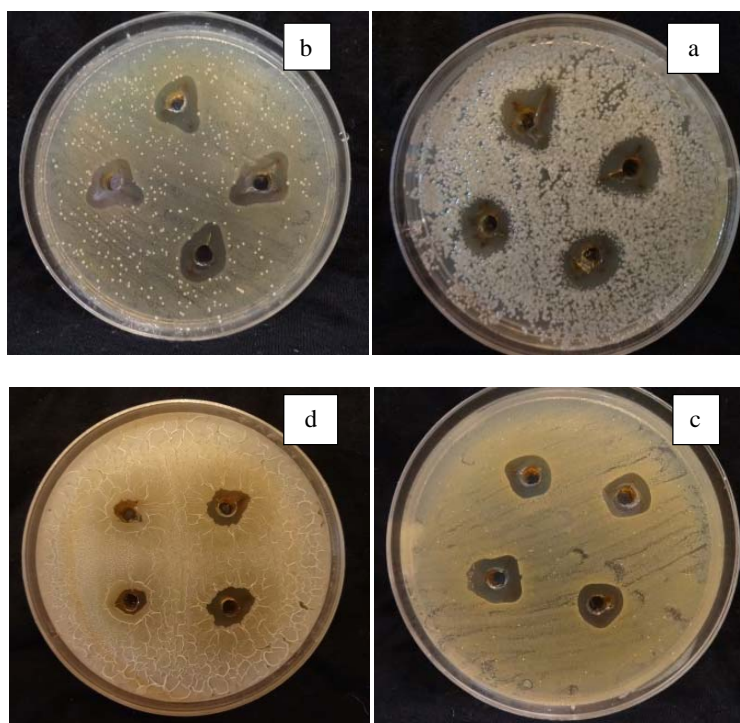
میکروارگانیزم	هاله عدم رشد (میلی‌متر)
<i>B. subtilis</i>	۱۱
<i>S. aureus</i>	۹
<i>C. albicans</i>	۱۱

جدول ۲- هاله عدم رشد به روش چاهک

میزان نانوذره در هر چاهک (میکرولیتر)				میکروارگانیسم
۵۰	۴۰	۲۰	۱۰	
۱۰	۹	۷/۵	۷/۳	<i>B. subtilis</i>
۱۲/۷۵	۱۲/۲۵	۱۱	۹/۵	<i>S. aureus</i>
۱۳	۱۳	۱۲	۱۱	<i>E. coli</i>
۱۴	-	-	-	<i>S. cerevisiae</i>



شکل ۵- هاله عدم رشد (a) *B. subtilis* (b) *S. aureus* به روش دیسک. دیسک سفید شاهد و حاوی آب مقطر استریل است.



شکل ۶- هاله عدم رشد. (a) *S. cerevisiae*، (b) *E. coli*، (c) *S. aureus*، (d) *B. subtilis*

## بحث

های اخیر توجه بیشتری به این روش تولید نانوذرات با عنوان شیمی سبز معطوف شده است (۱۵). در این تحقیق تولید نانوذرات نقره بوسیله عصاره آبی کنجد و خواص ضد باکتری و ضد قارچی نانوذرات نقره تولید شده مورد مطالعه قرار گرفت. اساس تولید نانوذره، احیای نمک نترات نقره توسط عصاره گیاهی و خنثی شدن بار الکتریکی آن است. خاصیت ضد باکتریایی نانوذرات نقره در پروژه‌های تحقیقاتی زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است که دلایل متنوعی برای این پدیده ذکر شده است. حمله به سطح غشای باکتری از طریق تعامل با پروتئین‌های حاوی گوگرد (۱۸)، اختلال در نفوذپذیری و تنفس سلول و در نتیجه مرگ سلولی (۲۶)، مهار آنزیم‌های تنفسی سلول-های باکتری با ترکیب شدن با گروه تیول (۲۱) و همچنین بازداشتن سلول از همانندسازی DNA و در نتیجه جلوگیری از تولید مثل (۱۹) از جمله دلایلی هستند که برای خاصیت ضد باکتریایی نانوذرات نقره ذکر شده است. تاکنون با استفاده از عصاره گیاهان متعددی مبادرت به تولید نانوذرات مختلف شده است. بعنوان مثال، کریمی و محسن‌زاده (۱۳۹۱) تولید گیاهی نانوذرات نقره توسط گیاه دارویی بومادران را مورد مطالعه قرار دادند و از عصاره گیاه بومادران به عنوان عامل کاهنده برای تولید زیستی نانوذرات نقره استفاده کردند. تشکیل نانوذرات نقره با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری در طول موج ۴۵۰ نانومتر تایید شد و اندازه و مورفولوژی این نانوذرات توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره تعیین شد (۲۲). شکل ذرات کروی و اندازه متوسط آنها ۱۱۰ نانومتر بود (۱۰).

در مطالعه حاضر عصاره آبی گیاه کنجد به عنوان عامل کاهنده مورد استفاده قرار گرفت و واکنش در دمای محیط انجام شد. جهت بررسی تغییر رنگ محلول با گذشت زمان از آنالیز اسپکتروفتومتری استفاده شد. همانطور که در شکل ۲(b) مشاهده می‌شود با گذشت ۲ ساعت از شروع واکنش میزان جذب در محدوده ۴۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر افزایش یافت که بیانگر تولید نانوذرات نقره می‌باشد. با استفاده از

گیاهان دارویی به دلیل داشتن متابولیت‌های ثانویه با ارزش و خواص دارویی فراوان مورد توجه ویژه محققین قرار دارند. طی سال‌های گذشته تحقیقات بسیاری روی جنبه‌های مختلف این گیاهان صورت گرفته است. یکی از مواردی که مورد توجه زیادی قرار گرفته است اثرات درمانی و تأثیرات قابل توجه گیاهان دارویی نسبت به داروهای شیمیایی است. بعنوان مثال عصاره هیدروالکلی گل گلرنگ در پیشگیری از دیابت مؤثر است. تأثیر این عصاره به دلیل وجود متابولیت‌های ثانویه از گروه فلاونوئیدها و خواص آنتی‌اکسیدانی آنها است (۷). همچنین عصاره الکلی عروسک پشت پرده بر بارداری و تخمک‌گذاری موش صحرایی ماده و بعضی از شاخص‌های رشد کمی جنین موش صحرایی تأثیر منفی می‌گذارد (۱۳). خواص ضد میکروبی گیاهان دارویی از دیگر جنبه‌های قابل توجه این گیاهان است. در این رابطه پپتیدهای ضد میکروبی ابزار جالب و مفیدی برای درمان عفونت‌های باکتریایی و قارچی هستند. دانشمند (۱۳۹۳) در گیاه دارویی عناب پپتیدی شناسایی و معرفی کرده است که فعالیت بسیار بالایی در مهار رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها دارد (۵). همچنین براساس گزارش بابایی و همکاران (۱۳۹۲) عصاره استنی گیاه آلوئه‌ورا فعالیت ضد قارچی دارد (۱). اثر ضد میکروبی عصاره اتانولی سیر علیه جدایه‌های استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌های مختلف نیز توسط بکائیان و همکاران (۱۳۹۴) گزارش شده است. مقاومت آنتی‌بیوتیکی اهمیت جایگزین نمودن روشهای درمانی گیاهی با عوارض جانبی کمتر را نسبت به داروهای رایج نشان می‌دهد (۲).

یکی دیگر از جنبه‌های تحقیقاتی گیاهان استفاده از آنها در تولید نانوذرات بجای روش‌های شیمیایی است که روشی سریع‌تر و ارزان‌تر از روش‌های شیمیایی بوده و خطر کمتری برای انسان و محیط زیست دارد. از اینرو در سال-

احیاء یون‌های فلزی و تثبیت نانوذرات سنتز شده می‌شوند. احتمالاً این مولکول‌ها با و یا بدون عامل احیاء‌کننده دیگر (قندها) در این فرآیند موثر هستند. ترپنوئیدها گروه بزرگ و متنوعی از متابولیت‌ها هستند که از واحدهای ساختمانی پنج کربنی ایزوپرنی ساخته شده‌اند و انواع متفاوتی دارند. از آنجائیکه این مواد بیشترین گروهی از محصولات طبیعی هستند که تقریباً در همه موجودات زنده وجود دارند بنابراین احتمال می‌رود که بسیاری از عصاره‌های گیاهی به علت وجود ترپنوئیدها و احیاء قندها در آنها می‌توانند در سنتز نانوذرات فلزی مورد استفاده قرار گیرند (۲۷).

در بررسی منابع موجود، گزارشی از بررسی خواص ضد باکتری و ضد قارچی نانوذرات حاصل از اندام‌های هوایی گیاه کنجد یافت نشد. براساس نتایج حاصل از این آزمایش، نانوذرات نقره رشد باکتری، قارچ و مخمر را متوقف کردند. مخمر *S. cerevisiae* حساسیت بیشتری به نانوذرات حاصل نشان داد. همانطور که انتظار می‌رفت با افزایش میزان نانوذرات هاله عدم رشد بزرگتر شد و بازدارندگی بیشتری نشان داد. در مطالعه‌ای که توسط Savithramma و همکاران در سال ۲۰۱۱ صورت گرفت مشاهده شد که گونه‌های قارچی به نانوذرات حاصل از عصاره گیاهی حساسیت بیشتری نسبت به باکتری‌ها داشتند (۲۶). براساس نتایج حاصل از این آزمایش، باکتری‌های *B. subtilis*، *S. aureus*، *E. coli*، *S. cerevisiae* و قارچ بیماری‌زای *C. albicans* نسبت به نانوذرات نقره حاصل از عصاره آبی اندام‌های هوایی گیاه کنجد حساسیت نشان دادند. Harjai و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه خواص آنتی-باکتریال نانوذرات حاصل از عصاره گیاه چریش دریافتند که نانوذرات نقره اثر آنتی‌باکتریال روی باکتری‌های *Staphylococcus aureus* و *Pseudomonas aeruginosa* دارد (۱۶). Khalil و همکاران (۲۰۱۳) دریافتند که نانوذرات حاصل از عصاره برگ زیتون اثر آنتی‌باکتریال روی باکتری‌های *S. aureus*، *E. coli* و *P. aeruginosa* دارد (۱۷).

میکروسکوپ الکترونی اندازه نانوذرات سنتز شده بین ۱۸ تا ۷۰ نانومتر تعیین و شکل ذرات کروی مشاهده گردید. اگرچه شکل این ذرات بسیار مشابه با شکل نانوذرات نقره‌ای است که توسط گیاهان دیگر سنتز شده است ولی اندازه نانوذرات بدست آمده در تحقیق حاضر، کمتر از نتایج بسیاری از محققین که غالباً بیش از ۷۰ نانومتر گزارش شده‌اند می‌باشد. Machado و همکاران (۲۰۱۳) تولید نانوذرات آهن با استفاده از عصاره آبی برگ ۲۶ گونه درختی و خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره آنها را مورد مطالعه قرار دادند. آنها دریافتند که خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره زمانی که از برگ خشک بدست آمده باشد بیشتر از عصاره حاصل از برگ تر است. براساس نتایج میکروسکوپ الکترونی روبشی، قطر ذرات کروی حاصل از این آزمایش ۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر بود (۲۰). Elia و همکاران (۲۰۱۴) تولید نانوذرات طلا را با استفاده از عصاره گیاهان مریم‌گلی، به‌لیمو، شمع‌دانی عطری و انار مطالعه کردند. نانوذرات تولید شده با استفاده از عصاره مریم‌گلی، به‌لیمو و شمع‌دانی عطری کوچک و در محدوده ۱ تا ۸ نانومتر بود در حالی که انار نانوذراتی در حدود ۳۰ تا ۷۰ نانومتر تولید کرد (۱۴).

آنالیز FTIR به منظور بررسی ترکیبات آلی احتمالی که در سنتز نانو ذرات دخالت دارند انجام شد. براساس شکل ۴ پس از واکنش با نیترات نقره مقداری جابجایی در محل و ارتفاع پیک‌ها بوجود آمده است. این جابجایی بطور واضح در محل پیک‌های ۳۴۴۶ و ۱۱۵۱ مربوط به شکسته شدن پیوندهای گروه‌های هیدروکسیل و کربونیل، آزاد شدن هیدروژن و کربن و نقش آنها در کاهش بار و احیای یون-های نقره است. نتایج این تحقیق نشان داد که گروه‌های OH و CO موجود در عصاره آبی کنجد از ترکیبات احتمالی احیای نیترات نقره به نانوذرات نقره هستند. مکانیزیم قطعی تشکیل نانوذرات طی سنتز سبز هنوز مشخص نشده است. با وجود این اعتقاد برخی از محققین بر این است که سطح فعال مولکول‌های ترپنوئیدی باعث



## نتیجه‌گیری

*B. subtilis* نشان داده و هاله عدم رشد بزرگتری را ایجاد کرد. براساس نتایج حاصل، سنتز نانوذرات نقره با استفاده از اندام‌های هوایی کنجد بدون نیاز به مواد اولیه گران قیمت قابلیت تولید در مقیاس صنعتی را دارد. با توجه به خاصیت ضد میکروبی این ذرات روی سویه‌های مورد آزمایش می‌توان از آنها بعنوان ماده ضد عفونی کننده موثر برای استریل کردن محیط بیمارستان و گندزدایی پسماندهای بیمارستانی استفاده نمود (۲۵).

در این تحقیق امکان تولید نانوذرات نقره بوسیله عصاره اندام‌های هوایی گیاه کنجد و اثر ضد باکتری و ضد قارچی آن مطالعه شد. براساس نتایج حاصل از این تحقیق، نانوذرات تولید شده بوسیله عصاره آبی گیاه کنجد اندازه قابل قبولی داشته و همچنین فعالیت ضد میکروبی موثری نشان دادند. این ذرات باعث عدم رشد مخمر و هر دو نوع باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی شدند بطوریکه باکتری گرم منفی *E. coli* حساسیت بیشتری از باکتری گرم مثبت

## منابع

- ۱- بابایی، ا.، منافی، م.، طوافی، ح. ۱۳۹۴. اثر عصاره برگ آلوئه‌ورا بر رشد، تولید آفلاتوکسین B1 و الگوی پروتئین‌های خارج سلولی اسپرژیلوس فلاووس در شرایط آزمایشگاهی. مجله پژوهش‌های سلولی و مولکولی (مجله زیست‌شناسی ایران). (۱): ۲۸-۳۵-۴۴.
- ۲- بکائیان، م.، فرازمنند، ر.، کی قبادی، س.، سعیدی، س. ۱۳۹۴. بررسی اثر ضد میکروبی عصاره اتانولی سیر (*Allium sativum*) بر روی سویه‌های استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌های مختلف. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران). (۱): ۲۸-۳۴-۴۱.
- ۳- چهاردولی، م.، خدادادی، ا. ۱۳۹۲. تولید نانوذرات نقره به روش زیستی با استفاده از عصاره میوه بلوط و بررسی فعالیت ضد میکروبی آن بر علیه عوامل ایجاد عفونت‌های بیمارستانی. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ۲۲: ۳۳-۲۷.
- ۴- خاتمی، م.، پورسیدی، ش.، خاتمی، م.، کیکاوسی، ک. ۲۰۱۵. اثر ضد میکروبی نانوذرات نقره سنتز شده با استفاده از ترواش‌های بذر علف هرز بر آسیتوباکتر بامانی و باسیلوس سرئوس. مجله دنیای میکروب‌ها، (۱): ۲۵-۱۸.
- ۵- دانشمند، ف. ۱۳۹۴. استخراج و خالص‌سازی پپتید ضد میکروبی جدید از گیاه عناب (*Ziziphus jujuba*). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران). (۲): ۲۷-۲۱۱-۲۲۳.
- ۶- سیدشریفی، ر. ۱۳۸۸. گیاهان صنعتی، کتاب. انتشارات عمیدی-دانشگاه محقق اردبیلی- اردبیل. ۱۳۵۴ صفحه.
- ۷- عسگری، ص.، رحیمی، پ.، مدنی، ح.، محزونی، پ.، کبیری، ن. ۱۳۹۲. اثر عصاره هیدروالکلی گل گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) در پیشگیری از دیابت قندی نوع اول در رت‌های نر بالغ. مجله زیست‌شناسی ایران. (۱): ۲۶-۱۵۳-۱۴۵.
- ۸- عقیقه، م. ۱۳۹۱. فعالیت ضد باکتری نانوذرات نقره، طلا و پلاتین. سومین همایش ملی بیوتکنولوژی کشاورزی ایران (گیاهی، دامی و صنعتی).
- ۹- قائدی، ک. ۱۳۸۸. تولید ذرات نانو طلا و نقره توسط میکروارگانیسم‌ها و کاربردهای آن. مجله ژنتیک در هزاره سوم، (۱): ۷-۱۵۸۱-۱۵۸۸.
- ۱۰- کریمی، ج.، محسن‌زاده، س. ۱۳۹۱. تولید گیاهی نانوذرات نقره توسط گیاه دارویی بومادران. مجله علوم پزشکی رازی، (۱۱۱): ۲۰-۶۷-۶۴.
- ۱۱- کشاورزی، م. ۱۳۹۱. بررسی امکان بیوسنتز نانوذرات نقره در بیوماس گیاه یونجه در شرایط این‌ویترو. اولین کنفرانس ملی نانو فن‌آوری و کاربرد آن در کشاورزی و منابع طبیعی.
- ۱۲- مالک، ف. ۱۳۸۹. دانه‌های روغنی و روغن‌های نباتی (ویژگی‌ها و فرآوری)، کتاب. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ۵۸۶ صفحه.
- ۱۳- نسیمی، م.، حیدری نصرآبادی، م.، شیروی، ع. ۱۳۹۱. اثرات عصاره الکلی میوه عروسک پشت پرده (*Physalis alkekengi*) بر تولیدمثل و جنین در موش صحرایی نژاد ویستار. مجله زیست‌شناسی ایران. (۲): ۲۵-۲۸۵-۲۷۶.

14- Elia, P., Zach, R., Hazan, S., Kolusheva, S., Porat, Z., Zeiri, Y. 2014. Green synthesis of

- gold nanoparticles using plant extracts as reducing agents. *International Journal of Nanomedicine*, 9:4007-4021.
- 15- Feng, Q.L., Wu, J., Chen, G.Q., Cui, F.Z., Kim, T.N., Kim, J.O. 2000. A mechanistic study of the antibacterial effect of silver ions on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Biomedical Materials Research*, 52: 662–668.
- 16- Harjai, K., Bala, A., Gupta, R.K., Sharma, R. 2013. Leaf extract of *Azadirachta indica* (neem): a potential antibiofilm agent for *Pseudomonas aeruginosa*. *Pathogens and Disease*, 69: 62–65.
- 17- Khalil, M., Ismail, E., El-Magdoub, F. 2013. Biosynthesis of Au nanoparticles using olive leaf extract. *Arabian Journal of Chemistry*, 5: 431–437.
- 18- Kvittek, L., Panacek, A., Soukupova, J., Kolar, M., Vecerova, R., Pucek, R., Holecova, M., Zboril, R. 2008. Effect of surfactants and polymers on stability and antibacterial activity of silver nanoparticles (NPs). *The Journal of Physical Chemistry C*, 112: 5825–5834.
- 19- Li, W.R., Xie, X.B., Shi, Q.S., Duan, S.S., Ou-Yang, Y.S., Chen, Y.B. 2011. Antibacterial effect of silver nanoparticles on *Staphylococcus aureus*. *Biometals*, 24: 135–141.
- 20- Machado, S., Pinto, S.L., Grosso, J.P., Nouws, H.P.A., Albergaria, J.T., Delerue-Matos, C. 2013. Green production of zero-valent iron nanoparticles using tree leaf extracts. *Science of the Total Environment*, 445: 1–8.
- 21- Morones, J.R., Elechiguerra, J.L., Camacho, A., Holt, K., Kouri, J., Ramirez, J.T., Yacaman, M.J. 2005. The bactericidal effect of silver nanoparticles. *Nanotechnology*, 16: 2346–2353.
- 22- Nakanishi, K. 1962. *Infrared absorption spectroscopy - Practical*, Holden-Day, Inc., San Francisco. 233 pp.
- 23- Pavia, D.L., Lampman, G.M., Kriz, G.S. 2001. *Introduction to Spectroscopy: A Guide for students in organic chemistry college publishing*. 3<sup>rd</sup> edition, 579 pp.
- 24- Rai, M., Yadav, A., Gade, A. 2009. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnology Advances*, 27: 76-83.
- 25- Rai, R. Bai, J.A. 2011. Nanoparticles and their potential application as antimicrobials. *Science against Microbial Pathogens: Communicating Current Research and Technological Advances*, 1: 197-209.
- 26- Savithramma, N., LingaRao, M., Rukmini, K., Suvarnalathadevi, P. 2011. Antimicrobial activity of silver nanoparticles synthesized by using medicinal plants. *International Journal of ChemTech Research*, 3 (3): 1394-1402.
- 27- Song, J.Y., Kwon, E.Y., Kim, B.S. 2010. Biological synthesis of platinum nanoparticles using *Diopyros Kaki* leaf extract. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 33(1):159-64.

## Antibacterial and antifungal effects of silver nanoparticles synthesized by the aqueous extract of sesame (*Sesamum indicum* L.)

Dehghan Nayeri F., Mirhosseini M., Mafakheri S. and Zarrabi M.M.

Biotechnology Dept., Faculty of Agricultural and Natural Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, I.R. of Iran

### Abstract

Nanoscale science and technology is production of structures with nanoscale dimensions and utilization of their properties in modern tools and systems. The nanoparticles produced by biomedical sciences are used in medicine, optics, electronics and mechanics. In this study the antimicrobial and antifungal effects of silver nanoparticles from aerial parts of sesame were studied by diffusion disc and well methods. Spectrophotometer with a wavelength of 300 to 600 nm and scanning electron microscope (SEM) were used to verify the production of silver nanoparticles and to measure size and shape of the nanoparticles, respectively. Produced silver nanoparticles were spherical in the range of 18 to 70 nm. FTIR was done to indicate the potential role of different functional groups in the synthetic process. Based on the results of this study, nanoparticles produced by aqueous extract of sesame showed effective antimicrobial activity against *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Saccharomyces cerevisiae* and pathogenic fungi, *Candida albicans*. Therefore useless organs of sesame can be used as a biological source for the synthesis of nanoparticles in an industrial scale with a very low cost.

Key words: Silver nanoparticles, sesame, aqueous extract, antibacterial effect, antifungal effect.