



Phytochemical, antioxidant and anti-Alzheimer evaluation of silver nanoparticles synthesized with aqueous extract of *Alhagi persarum*

Niloofar Vahedpouri¹, Amir Arasteh^{1*} 

¹ Department of Biology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran, Email: arasteh@iau.ac.ir

Article type:

Research article

Abstract

The medicinal plant *Alhagi persarum* is known for its resilience in arid regions and holds an important place in traditional Iranian medicine. This study aimed to investigate the antioxidant properties, phytochemical content, and inhibitory effects of silver nanoparticles (AgNPs), which were synthesized using an aqueous extract of *A. persarum*, on the production of amyloid nanofibers. The compounds present in the extract were analyzed using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), the inhibition rate of free radicals was measured using the DPPH assay, and the inhibition rate of the acetylcholinesterase enzyme was assessed using spectrometric methods. The inhibition of amyloid fibril production was examined using fluorescence spectroscopy and confirmed through scanning electron microscopy. The production of AgNPs was verified by both visible and infrared spectroscopy, and their structure was analyzed using dynamic light scattering (DLS), zeta potential measurements, scanning electron microscopy (SEM), and X-ray diffraction spectroscopy (XRD). The extract contained a variety of compounds, with thiophene, octadecanoic acid, and inositol being the most abundant. There was a direct relationship between the concentration of nanoparticles and antioxidant activity, whereas an inverse relationship was observed between nanoparticle concentration and the inhibitory effects on the acetylcholinesterase enzyme as well as the inhibition of amyloid fibril formation. The *A. persarum* plant extract shows promise as a dietary supplement to help mitigate clinical complications in patients with Alzheimer's disease.

Article history

Received: 14-05-2024

Revised: 27-07-2024

Accepted: 06-09-2024

Keywords

Alhagi persarum

Antioxidant

Acetylcholinesterase

Alzheimer's Disease

Nanoparticle

Cite this article as: Vahedpouri, N., Arasteh, A. (2024). Phytochemical, antioxidant and anti-Alzheimer evaluation of silver nanoparticles synthesized with aqueous extract of *Alhagi persarum*. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants.*, 12(3): 65-82



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch



اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی

شاپا چاپی: ۳۳۳۵-۲۳۲۲
شاپا الکترونیکی: ۴۶۹۷-۲۷۸۳



ارزیابی فیتوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و ضدآلزامیری نانوذرات نقره سنتز شده با عصاره آبی گیاه خارشتر (*Alhagi persarum*)

نیلوفر واحدپوری^۱، امیر آراسته^{۱*}

^۱ گروه زیست شناسی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران، رایانامه: arasteh@iau.ac.ir

نوع مقاله:

چکیده

مقاله پژوهشی

گیاه دارویی خارشتر (*Alhagi persarum*) از گیاهان مقاوم مناطق خشک است که جایگاه ویژه‌ای در طب سنتی ایرانی دارد. هدف از این پژوهش بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی، فیتوشیمیایی و مهارتی نانوذرات نقره سنتز شده با عصاره آبی خارشتر بر تولید نانورشته های آمیلوئیدی بوده است. ترکیبات موجود در عصاره با گاز کروماتوگرافی جرمی و میزان مهار رادیکال‌های آزاد با آزمون DPPH و مهار آنزیم استیل‌کولین استراز با طیف‌سنجی مرئی بررسی گردید. مهار تولید رشته‌های آمیلوئیدی با طیف‌سنجی فلورسانس بررسی و با میکروسکوپ الکترونی گزاره تأیید گردید. تولید نانوذرات نقره با طیف‌سنجی مرئی و مادون قرمز تأیید شد و ساختار آن با روش پراکندگی نور دینامیکی (DLS)، پتانسیل زتا، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و طیف-سنجی پراش پرتو ایکس (XRD) بررسی شد. بیش‌ترین ترکیبات موجود در عصاره تیوفن، اکتادکانوئیک اسید و اینوزیتول بود. غلظت نانوذرات با فعالیت آنتی‌اکسیدانی رابطه مستقیم داشت و با اثرات مهارتی بر آنزیم استیل‌کولین استراز و مهار رشته‌های آمیلوئیدی رابطه عکس نشان داد. عصاره گیاه *A. persarum* می‌تواند به‌عنوان یک ترکیب مکمل غذایی مناسب برای کاهش عوارض بالینی در مبتلایان به آلزایمر مورد استفاده قرار گیرد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۶

واژه‌های کلیدی:

Alhagi persarum

آنتی‌اکسیدان

استیل‌کولین استراز

بیماری آلزایمر

نانوذره

استناد: واحدپوری، نیلوفر؛ آراسته، امیر. (۱۴۰۳). ارزیابی فیتوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و ضدآلزامیری نانوذرات نقره سنتز شده با عصاره آبی گیاه خارشتر (*Alhagi persarum*) فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۱۲ (۳)، ۸۲-۶۵.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسندگان.



صرفه‌تر در مطالعات زیستی مورد استفاده قرار گیرند
(Obayomi *et al.*, 2023).

در این تحقیق از عصاره گیاه *A. persarum* در سنتز نانو ذرات نقره استفاده شد. چون عصاره های گیاهی دارای غلظت‌های مختلف مواد آلی هستند، می‌توانند در ویژگی‌های مختلف نانوذرات تاثیر بگذارند. پس از آن، خواص مختلف نانوذرات تولید شده در کاهش عوارض بیماری آلزایمر، مثل خواص مهاری بر نانورشته های آمیلوئیدی و فعالیت آنزیم استیل کولین استراز و همچنین خواص آنتی‌اکسیدانی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد: در این پژوهش از نیترات نقره ($AgNO_3$)، اورانیل استات و سدیم کلرید ($NaCl$) شرکت مرک آلمان و دی فنیل پیکریل هیدرازیل ($DPPH$)، دی تیونیتروبنزوتیک اسید ($DTNB$)، استیل تیوکولین یدید ($ATCI$) آلبومین سرم گاوی (BSA)، رنگ تیوفلاوین (ThT)، اسید سیتریک و فسفات سدیم (Na_2HPO_4) شرکت سیگما استفاده شد.

شناسایی و تهیه گیاه: گیاه *Alhagi Persarum* در اردیبهشت سال ۱۴۰۰ در استان اصفهان (33.3250° N, 53.3906° E) کشت شد و مقادیر مورد نیاز از آن برای پژوهش خریداری گردید. شناسایی گونه توسط استاد گیاه شناس مستقر در پارک علم و فناوری گیلان انجام شد و تمامی اجزای گیاه به خوبی شسته و در محل مناسب کاملاً خشک شد. پس از خشک کردن، نسبت های مساوی از قسمت‌های ساقه، برگ، خار و میوه آن به کمک هاون دستی و بعد از آن با دستگاه مخلوط کن طی چندین مرحله آسیاب شد تا برای عصاره گیری آماده شود (Al-Shmgani, Mohammed, Sulaiman, & Saadoon, 2017).

بیماری آلزایمر یکی از علل زوال عقل است که در توانایی‌های شناختی افراد ممکن است بروز نماید. این بیماری را می‌توان با نقص در عملکرد سیستم کولینرژیک تشخیص داد (Mahdi *et al.*, 2019). این بیماری عصبی معمولاً به دو شکل خانوادگی (FAD)^۱ و پراکنده (SAD)^۲ دیده می‌شود (Grünblatt *et al.*, 2023). آمیلوئیدها همان رشته‌های غیر طبیعی پروتئین در خارج سلول هستند که در اندام‌ها ته نشین می‌شوند و پروتئین پیش‌ساز آن در مغز به همراه آمیلوئید بتا نقش فیزیولوژیک دارند (Hanseeuw *et al.*, 2019). تجمع آمیلوئیدها در مغز از جمله عوامل مهم در بروز آلزایمر می‌باشد. عدم تعادل در تولید و تخریب آمیلوئیدها موجب تجمع آنها در مغز می‌گردد (Quiroz *et al.*, 2020). در این راستا یکی از گیاهان دارویی که به دلیل داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی مناسب می‌تواند مورد توجه قرار گیرد، *A. persarum* است. گیاه خارشتر دارای پایه چند ساله بوده و در منطقه وسیعی از سطح زمین مشاهده می‌شود. این گیاه به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، خلط‌آوری و ضددردی که دارد، استفاده‌های زیادی دارد (Tavassoli *et al.*, 2020). گیاهان این جنس، درصد پروتئین و مواد معدنی قابل قبولی دارند. این گیاه قابلیت میزبانی حشره‌ای بنام زنجرک را دارد که با لانه‌گزینی خود در گیاه شیرابه‌ای قندی بنام ترنجبین تولید می‌کند. امروزه استفاده از نانوذرات با توجه به نسبت سطح به حجم بیشتری که دارند، استفاده از ترکیبات را برای ما ساده‌تر و کارآمدتر کرده‌اند. بنابراین می‌توان عصاره گیاه خارشتر را که حاوی ترکیبات مختلف است، برای تشکیل نانومواد به کار برد تا به صورت مفیدتر و با

¹ Familial Alzheimer's disease

² Sporadic Alzheimer's disease

دقیقه به عنوان فاز متحرک استفاده شد. Chakou *et al.*, (2021).

تولید نانوذرات نقره با استفاده از عصاره: برای این کار، ابتدا در یک بشر آزمایشگاهی حاوی ۹۰ میلی لیتر نیترات نقره‌ی یک میلی مولار، ۱۰ میلی لیتر از عصاره گیاه *A. persarum* ریخته شد و برای مدت ۴ تا ۵ ساعت در دمای ۵۰-۶۰ درجه سانتی‌گراد بر روی دستگاه هیتر-استایر با دور ۱۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت تا رنگ محلول از زرد به قهوه‌ای تیره تغییر کند و فرایند تولید نانوذرات تکمیل گردد. سپس برای ۱۰ دقیقه در ۱۰ هزار دور در دقیقه سانتریفوژ گردید تا نانوذرات تولید شده ته‌نشین گردد. نانوذرات حاصله پس از شستشو با آب مقطر برای ۲۴ ساعت در بن ماری ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و خشک گردید (Hawar *et al.*, 2022). میزان جرم نانوذره به دست آمده از نمونه مایع برای تعیین غلظت نانوذره استفاده شد. این کار در غلظت اشباع کلئیدی انجام گردید.

تائید نانوذرات با طیف‌سنجی مرئی و طیف‌سنجی زیرقرمز: نانوذرات نقره را می‌توان با طیف‌سنجی مرئی به راحتی تشخیص داد. برای این کار در هنگام سنتز نانوذره نقره هر ۲۰ دقیقه یک بار، و با اندازه‌گیری میزان SPR^۱ نانوذرات در حال تشکیل با استفاده از یک اسکن طول موج بین ۲۰۰ الی ۸۰۰ نانومتر، خوانده شد و میزان طول موج ماکزیمم با استفاده از دستگاه SPEKOL 1500 UV VIS Spectrophotometer مورد بررسی قرار گرفت (Hawar *et al.*, 2022). از روش FTIR برای بررسی گروه‌های عاملی حاضر در محلول نانو ذره نقره در مقایسه با عصاره گیاهی استفاده شد. برای این منظور میزان درصد عبور پرتوهای فرسرخ در دستگاه در محدوده عدد موج ۳۵۰ تا ۷۸۰۰ بر سانتی‌متر مورد

عصاره‌گیری آبی و الکلی به روش خیساندن: از روش خیساندن با آب و الکل برای عصاره‌گیری استفاده شد. برای تهیه‌ی عصاره الکلی ۲ گرم از گیاه پودر شده‌ی *A. persarum* در ۳۰ میلی لیتر اتانول ریخته شد و روی هیتر با دمای ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا حجم ۱۵ میلی لیتر با استفاده از یک مگنت به‌هم زده شد. عصاره حاصله در محیط آزمایشگاهی قرار گرفت تا ته‌نشین شود، سپس محلول روایی برای تست کروماتوگرافی جرمی مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه‌ی عصاره آبی ۲۰ گرم از گیاه پودر شده‌ی *A. persarum* در ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطر ریخته شد و با استفاده از یک مگنت، در دمای بین ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد روی هیتر به هم زده شد تا حجم آن به ۱۵۰ میلی لیتر برسد. محلول به دست آمده در محیط آزمایشگاهی قرار گرفت تا ته‌نشین شود، سپس محلول روایی در لوله فالكون ریخته شد و با دور ۶۰۰۰ دور در دقیقه برای ۱۰ دقیقه سانتریفوژ گردید (Al-Shmgani *et al.*, 2017).

کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (GC-Mass): به منظور شناسایی و تعیین درصد ترکیبات موجود در عصاره گیاه، از کروماتوگرافی گازی طیف‌سنجی جرمی با سیستم خودکار-Perkin Elmer XL GC مجهز به ستون DB-5 (۳۰ متر × ۰/۲۵ میلی متر × ۰/۲۵ میکرومتر) استفاده شد. دمای شروع آون روی ۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و پس از ۱۰ دقیقه با سرعت ۳ درجه بر دقیقه تا ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. سپس در دمای ۲۵۰ درجه سانتی-گراد برای مدت ۵ دقیقه باقی ماند. دمای انژکتور و دمای آشکارساز به ترتیب در ۱۸۰ و ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد حفظ شد. طیف جرمی در ۷۰ الکترون ولت و برای مدت زمان ۰/۲۵ ثانیه اندازه‌گیری شد. از گاز حامل هلیوم با سرعت جریان ۱ میلی لیتر بر

¹ Surface plasmon resonance

شد. این دستگاه به صورت یک گزینه در دستگاه‌های SEM و برای تشخیص درصد عناصر مختلف در نمونه‌ها تعبیه شده است. این آنالیز با استفاده از اشعه ایکس کار می‌کند و می‌تواند نوع و درصد وزنی عناصر را تشخیص دهد. با آنالیز EDAX می‌توان عناصر شیمیایی مختلف و همچنین توزیع و پراکندگی آنها را در نمونه تعیین نمود. در این تحقیق، نانوذرات تولید شده با عصاره *A. persarum* با دستگاه SEM مجهز به آنالیز EDAX مورد بررسی قرار گرفت (Hawar et al., 2022).

بررسی ساختاری نانوذرات با پراش اشعه ایکس: در این روش، نمونه نانوذرات خشک شده که برای ۲۴ ساعت در بن ماری ۴۰ درجه سانتیگراد قرار گرفته بودند، به صورت پودر در دستگاه قرار گرفت. ساختار کریستالی نانوذرات سنتز شده با یک منبع پرتوی مجهز به لامپ مسی با طول ۱/۵۴ آنگستروم و در محدوده‌ی زاویه‌ی براگ ۱۰ تا ۹۰ درجه و با یک دستگاه پراش پرتو ایکس مورد بررسی قرار گرفت (Sehrawat, Malik, Sehrawat, Singh, & Kumar, 2021).

بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی با روش DPPH: ابتدا ۲۰ میلی‌گرم (۰/۰۲ گرم) از هر نمونه عصاره، نانوذره و ویتامین C به‌طور جداگانه در ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل گردید. اکنون سه سری میکروتیوپ ۶ تایی برای تهیه غلظت‌های مختلف از عصاره، نانوذره و ویتامین C، آماده شد. برای تهیه نمونه‌ها، در میکروتیوپ اول از نمونه استوک ریخته نشد و در میکروتیوپ دوم ۲۰۰ میکرولیتر از استوک و همین‌طور تا میکروتیوپ ششم ۱۰۰۰ میکرولیتر از استوک ریخته شد. حجم نمونه در هر مورد با آب مقطر به ۲۰۰۰ میکرولیتر رسانیده شد. آزمایش DPPH برای هر غلظت از عصاره، نانوذره و ویتامین C، به صورت مجزا انجام شد. برای این کار سه لوله آزمایشی خشک

بررسی قرار گرفت. ارتعاشات صورت گرفته در نمایشگر دستگاه حضور باندهای مختلف را نشان داد که نمایانگر حضور گروه‌های عاملی مختلف در مولکول‌های پوشش دهنده نانوذرات نقره می‌باشد (Folorunso et al., 2019).

بررسی نانوذرات با روش پراکندگی دینامیکی نور (DLS): در این روش، ذرات نانو تولید شده در محلول پخش کننده قرار گرفت و کلئید حاصله در کووت دستگاه ریخته شد. نور لیزر، پس از عبور از تضعیف کننده با نانوذره نقره، برخورد کرده و به مولکول نیرو وارد می‌نماید. این نیرو موجب ایجاد حرکت براونی می‌شود. برای این اندازه‌گیری پرتوهای مرئی از یک منبع نور نئون-هلیوم با طول موج ۶۳۳ نانومتر تابش شد (Gontijo et al., 2020). در تعیین میزان پتانسیل زتا، میزان اختلاف پتانسیل الکتریکی در فاصله دور از ذرات سنجش گردید. محلول تولید شده، ابتدا برای پایدار سازی در یک تلقیح کننده ریخته شد و سپس در دستگاه قرار گرفت. این دستگاه بر اساس حرکت براونی می‌تواند میزان پتانسیل الکتریکی روی یک سطح نانوذره را اندازه‌گیری نماید (Clogston & Patri, 2011).

بررسی نانوذرات با میکروسکوپ الکترونی نگاره: در انجام این آزمایش از میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM استفاده گردید. نمونه‌ها در ابتدا در یک بشر حاوی الکل، استون یا آب مقطر قرار داده شد و به مدت ۲۰ دقیقه با التراسونیک هموژن گردید. سپس رسانا سازی توسط پوشش دار کردن نمونه با طلا انجام شد و نمونه‌ها با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا یک کاوشگر الکترونی سطح نمونه (لایه ظرفیت) را مورد بررسی قرار داد و با گسیل پرتو، تصویر سازی توسط رایانه فوق سریع انجام گردید و پس از آن پردازش این تصویر در آشکارساز دستگاه EDAX نمایش داده

شد (Zhao et al., 2022).

درصد فعالیت آنتی اکسیدانی

$$= \frac{(A_{Control} - A_{Sample})}{A_{Control}} \times 100$$

بررسی اثر مهار رشته‌های آمیلوئیدی: در یک میکروتیوپ ته گرد دو میلی لیتری حاوی ۲۵ میلی گرم (۰/۰۲۵ گرم) آلبومین سرم گاوی، یک میلی لیتر بافر سیترات-فسفات با pH برابر ۳ ریخته شد. مطابق جدول (۱)، در شش میکروتیوپ، هر یک صد میکرولیتر از این محلول ریخته شد و ۳۰۰ میکرولیتر بافر سیترات - فسفات به هر یک اضافه گردید. در مرحله بعد، یکصد میکرولیتر باقی مانده، با محلول نانو ذره و بافر تا حجم نهایی ۵۰۰ میکرولیتر تکمیل شد. این کار به منظور تولید رشته‌های آمیلوئیدی در حضور عصاره گیاه انجام گرفت.

و تمیز انتخاب شد. برای تهیه نمونه ابتدا ۱ میلی لیتر از نانوذره با ۲ میلی لیتر از محلول ۰/۱ میلی مولار DPPH در متانول ترکیب شد و برای ساخت کنترل ۱ میلی لیتر آب مقطر به همراه ۲ میلی لیتر از محلول ۰/۱ میلی - مولار DPPH در متانول ترکیب شده و در نهایت برای ساخت بلانک ابتدا ۱ میلی لیتر نمونه نانوذره به همراه ۲ میلی لیتر متانول ترکیب شدند. لوله ها برای ۳۰ دقیقه تا اینکه رنگ آنها از ارغوانی به زرد کمتر تبدیل شود، در یک محیط تاریک قرار گرفتند. سپس با تنظیم دستگاه روی ۵۱۸ نانومتر و صفر نمودن آن با محتویات لوله بلانک (B)، جذب لوله‌های کنترل (A) و نمونه (A Sample) اندازه‌گیری گردید. درصد فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از فرمول زیر محاسبه

جدول ۱: آماده سازی میکروتیوپ‌ها با غلظت‌های مختلف نانوذره برای تولید رشته‌های آمیلوئیدی

شماره میکروتیوپ	محلول ذخیره BSA از ۲۵mg/ml (µl)	بافر سیترات-فسفات pH=۳ (µl)	نمونه نانوذره (µl)	بافر سیترات-فسفات pH=۳ (µl)
۱	۱۰۰	۳۰۰	-	۱۰۰
۲	۱۰۰	۳۰۰	۲۰	۸۰
۳	۱۰۰	۳۰۰	۴۰	۶۰
۴	۱۰۰	۳۰۰	۶۰	۴۰
۵	۱۰۰	۳۰۰	۸۰	۲۰
۶	۱۰۰	۳۰۰	۱۰۰	-

بررسی و با روش میکروسکوپ الکترونی گذاره تأیید شد (Arasteh, Habibi-Rezaei, Ebrahim-Habibi, & Moosavi-Movahedi, 2012). تیوفلاوین T (ThT) می تواند در بین زنجیره های بتا قرار گیرد و باعث افزایش نشر آنها گردد. برای این سنجش، حجم ۲۹۰۰ میکرولیتر محلول تیوفلاوین T به همراه صد میکرولیتر نمونه ی پروتئینی (با غلظت ۵ میلی گرم بر

اکنون در هر میکروتیوپ یک مگنت کوچک نیم سانتی متری قرار داده شد و دور درب آن با پارافیلیم بسته شد تا رطوبت خارج نشود. میکروتیوپ ها را برای ۷۲ ساعت روی هیتر استیرر با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و با دور ۱۰۰ (دور در دقیقه) به هم زده شدند. سپس میزان تولید رشته‌های آمیلوئیدی در هر یک با طیف‌سنجی فلورسانس

نانوذره به همراه میزان ۳۰۰ میکرولیتر از محلول دی تیونیتروبنزوئیک اسید (بافرفسفات با pH برابر ۷ حاوی DTNB و بی کربنات سدیم) و ۱۰۰ میکرولیتر از آنزیم استیل کولین استراز (۲ واحد بین المللی بر میلی‌لیتر) تهیه گردید. سپس نمونه‌ها برای ۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و پس از آن به هر یک ۱۰۰ میکرولیتر از محلول سوبسترا (استیل تیوکولین یدید) اضافه شد و دوباره برای مدت پنج دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. میزان جذب در طول موج ۴۱۲ نانومتر و با دستگاه طیف سنج مرئی اندازه‌گیری شد و میزان درصد مهار آنزیم استیل کولین استراز با فرمول زیر محاسبه گردید (Khatoon et al., 2018).

$$\text{درصد مهار آنزیم} = 100 - \left[\frac{\text{Abs. S}}{\text{Abs. C}} \times 100 \right]$$

میلی لیتر)، برای ۳ دقیقه با هم تلفیق شده و در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند. سپس نشر فلورسانس در طول موج تحریک ۴۵۰ و نشر ۴۵۰ تا ۶۰۰ نانومتر قرائت شد. برای بررسی رشته‌های آمیلوئیدی از آز میکروسکوپ الکترونی گذاره (TEM) استفاده گردید. به سادگی، حجم ۵ میکرولیتر از نمونه نانوذره بر روی گرید مسی پوشش دار شده با کربن قرار گرفت و بعد از ۴۵ ثانیه با آب دو بار تقطیر شسته شد. سپس برای ۲ تا ۵ دقیقه با محلول اورانیل استات ۲ درصد رنگ آمیزی گردید. گریدهای تهیه شده، پس از خشک شدن در دمای آزمایشگاه و با ولتاژ ۷۵ کیلوولت تصویر برداری شدند (Arasteh & Salehzadeh, 2016).

بررسی اثر مهاری نانوذرات بر فعالیت آنزیم استیل کولین استراز: برای این کار مطابق جدول (۲)، در میکروتیوب‌های ۲ میلی لیتری، پنج نمونه مختلف از

جدول ۲: تهیه نمونه‌ها برای بررسی فعالیت آنزیم استیل کولین استراز

میکروتیوب	محلول نانوذره (میکرولیتر)	آب مقطر (میکرولیتر)	محلول DTNB (میکرولیتر)	محلول ۲ IU/ml از آنزیم (میکرولیتر)
بلانک (B)	-	۱۵۰۰	۳۰۰	-
کنترل (C)	-	۱۵۰۰	۳۰۰	۱۰۰
نمونه ۱ (S ₁)	۳۰۰	۱۲۰۰	۳۰۰	۱۰۰
نمونه ۲ (S ₂)	۶۰۰	۹۰۰	۳۰۰	۱۰۰
نمونه ۳ (S ₃)	۹۰۰	۶۰۰	۳۰۰	۱۰۰
نمونه ۴ (S ₄)	۱۲۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۱۰۰
نمونه ۵ (S ₅)	۱۵۰۰	-	۳۰۰	۱۰۰

نتایج

نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی-طیف سنجی جرمی (GC-Mass): کروماتوگرافی جرمی می‌تواند مواد فرار موجود در نمونه را با مقایسه طیف به دست آمده با طیف مواد پیش فرض، شناسایی نماید. معمولاً ترکیب مورد نظر با بیانی از احتمال صحت و درستی

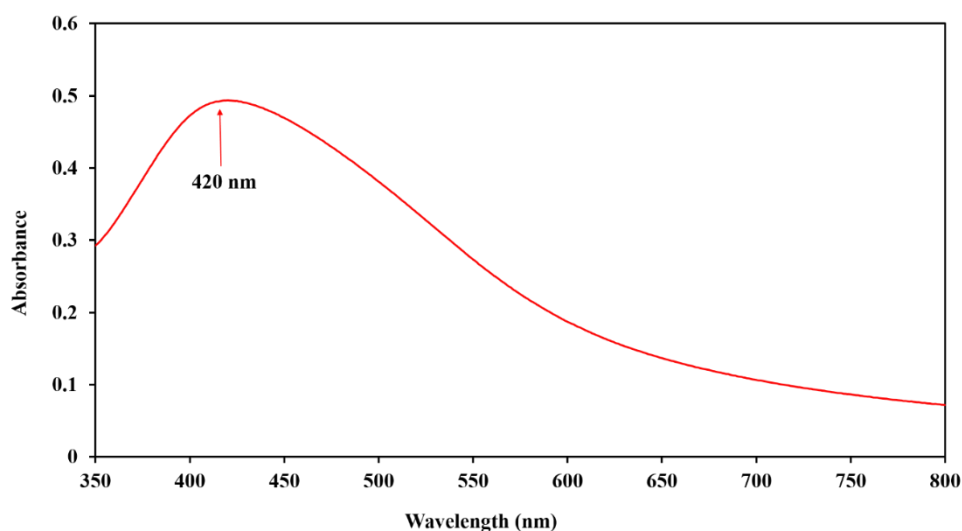
تشخیص گزارش می‌گردد. ترکیبات موجود در عصاره گیاه *A. persarum*، پس از تزریق به دستگاه، با استفاده از طیف‌سنجی گازی مجهز به طیف نگار جرمی مورد شناسایی قرار گرفت. شکل (۱)، طیف جرمی ترکیبات موجود در عصاره گیاه را نشان می‌دهد. جدول ۳، نتایج تجزیه و تحلیل طیف جرمی حاصله را نشان داده است.

جدول ۳: ترکیبات ردیابی شده در عصاره *A. persarum* با کروماتوگرافی گازی-طیف سنجی جرمی (GC-MS)

شماره پیک	نام ترکیب شناسایی شده	زمان شناسایی (دقیقه)	شاخص بازداری (Kovats index)	احتمال ضور (درصد)	درصد حضور
۱	p-Xylene	۶/۴۳۴	۹۵۸۳	۹۵	۲/۸۴
۲	2-Methoxy-4-vinylphenol	۱۶/۶۴	۱۵۱۵/۸	۷۶	۰/۵۰
۳	trans-Isoeugenol	۱۷/۴۹۵	۱۵۷۲	۴۹	۰/۳۸
۴	Fumaric acid	۱۸/۷۵	۱۶۵۸	۴۶	۰/۲۴
۵	Propanamide	۱۸/۷۸	۱۶۶۰/۵	۹۱	۰/۲۹
۶	Benzonitrile	۲۱/۱۶	۱۸۳۴/۷	۶۴	۰/۶۴
۷	Di-N-decylsulfone	۲۱/۷۴	۱۸۷۹/۳	۹۳	۰/۳۰
۸	Inositol	۲۲/۶۸۶	۱۹۵۳/۶	۵۰	۱۱/۰۴
۹	Thiophene	۲۲/۸۵۴	۱۹۶۷/۳	۴۴	۲۵/۱۴
۱۰	9,11-Octadecadienoic acid	۲۲/۸۸۵	۱۹۶۹/۷	۴۶	۱۹/۷۱
۱۱	1-butylonylbenzene	۲۵/۴۲	۲۱۸۵	۹۵	۲/۳۲
۱۲	Phthalic acid	۲۵/۹۵	۲۲۳۱/۱	۵۰	۱/۳۸
۱۳	Pentadecane	۲۶/۵۱	۲۲۸۱/۷	۴۵	۱/۰۹
۱۴	Dibutyl phthalate	۲۷/۲۶	۲۳۵۱	۸۶	۱/۱۹

نتایج حاصل از طیف سنجی مرئی و فروسرخ: مطابق نتایج به دست آمده، طول موج های ۴۰۰ تا ۴۵۰ نانومتر بیشترین جذب را نشان دادند که به صورت

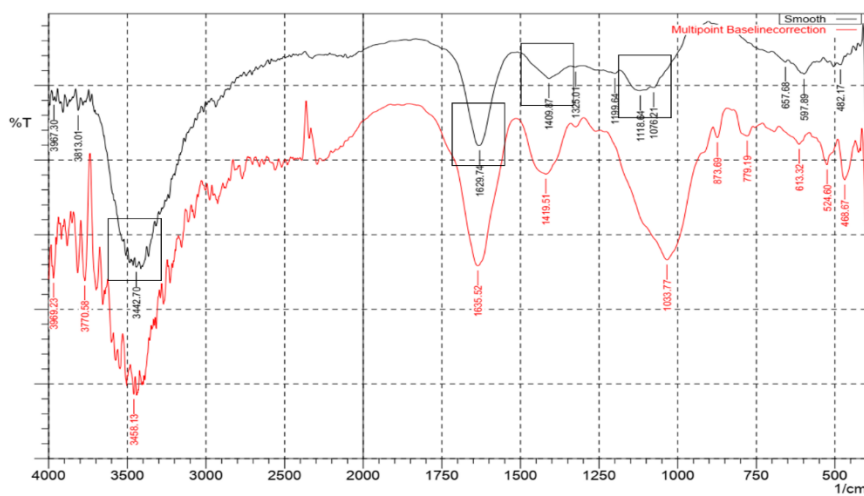
یک پیک بزرگ نشان دهنده ایجاد نانوذرات نقره می-باشد. این موضوع بیانگر قدرت گیاه *A. persarum* برای تولید نانوذرات نقره بوده است (شکل ۱).



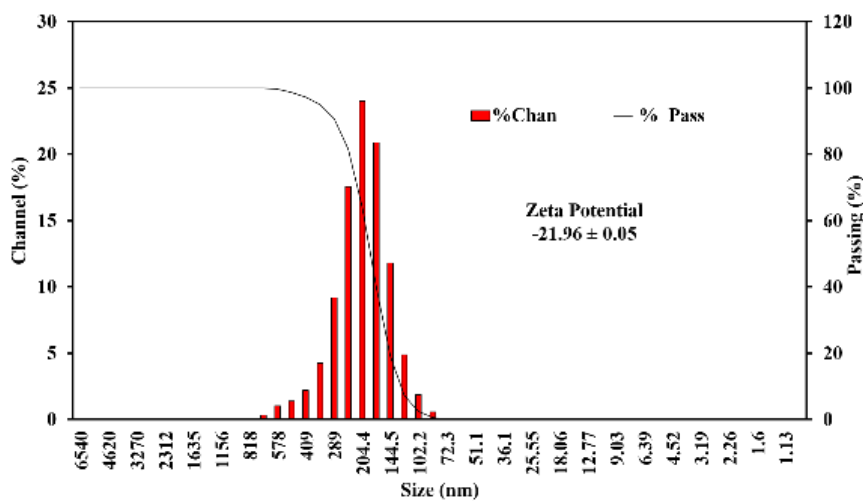
شکل ۱: طیف جذبی نانوذرات سنتز شده با عصاره آبی گیاه *A. persarum* بین طول موج ۲۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر

های عاملی کربونیل است (C=O). پیک در محدوده ۱۴۰۰ مربوط به گروه عاملی کربن و هیدروژن است (گروه آلکانها)، که در محدوده ۱۰۳۳ مربوط به الکل نوع دوم است و به دلیل تثبیت عصاره گیاه به روی نانوذره این پیک دیده می‌شود (Folorunso *et al.*, 2019). محل عدد موج مشخصه نانوذرات نسبت به عصاره در شکل مشخص شده است.

نتایج حاصل از بررسی تولید نانوذرات با روش FTIR در شکل (۲) نشان داده شده است. باندهایی که در منطقه ۳۵۰۰ تا ۳۸۰۰ مشاهده می‌شود، نشان دهنده باندهای کششی O-H می‌باشد. محدوده ۳۴۰۰ مربوط به گروه‌های آمین نوع اول می‌باشد که با O-H نیز هم پوشانی دارند که در محدوده ۳۴۴۲ گزارش شده است. محدوده ۱۶۰۰ مربوط به گروه-



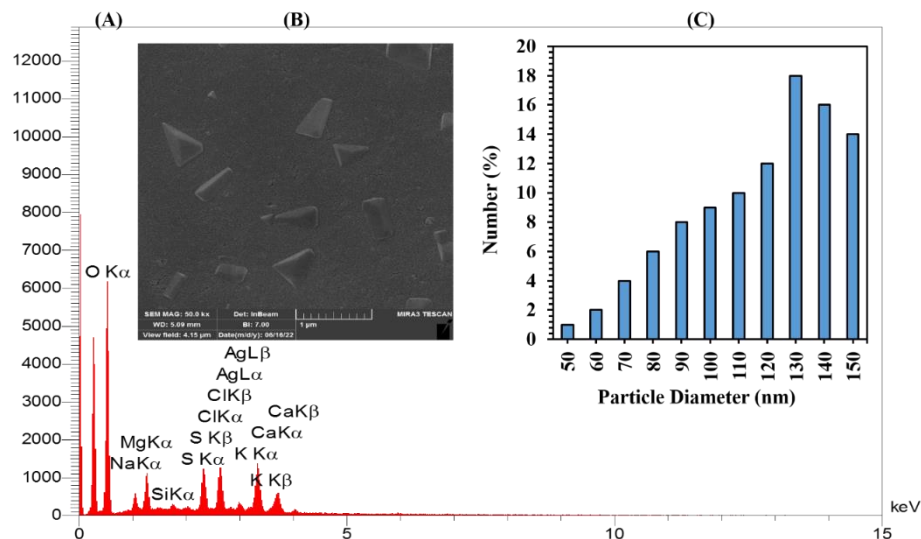
شکل ۲: طیف FTIR حاصل از نانوذرات نقره سنتز شده با عصاره *A. persarum*. طیف سیاه رنگ مربوط به نانوذره و طیف قرمز مربوط به عصاره در حلال آب می‌باشد.



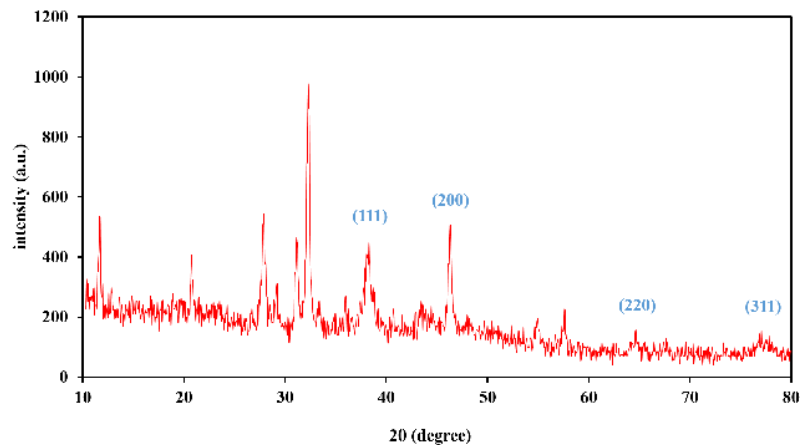
شکل ۳: نمودار توزیع اندازه نانوذرات سنتز شده با عصاره آبی *A. persarum* و پتانسیل زتای سطحی نانوذرات

نتایج حاصل از بررسی ساختاری نانوذرات با روش SEM: آنالیز میکروسکوپ الکترونی روبشی، نانوذرات سنتز شده با کمک عصاره *A. persarum* را به شکل مثلثی و بین ۵۰ تا ۱۵۰ نانومتر نشان داد. نمودار EDX که مربوط به فراوانی اتم‌های تشکیل دهنده موجود در نانوذرات سنتز شده از عصاره *A. persarum* می‌باشد، نشان دهنده‌ی این است که نقره پیکری در حدود ۲/۵ کیلو الکترون ولت دارد (شکل ۴).

نتایج حاصل از بررسی ساختاری نانوذرات با روش DLS و پتانسیل زتا: نتایج حاصل از آزمایش DLS نشان می‌دهد که اندازه ذرات حاصل از عصاره گیاه *A. persarum* بین ۷۰ تا ۵۰۰ نانومتر متغیر است. ضریب پراکندگی اندازه ذرات (PDI) برابر ۰/۷۰۳ می‌باشد. میزان پتانسیل زتا برابر $21/96 \pm 0/05$ میلی ولت است (شکل ۳).



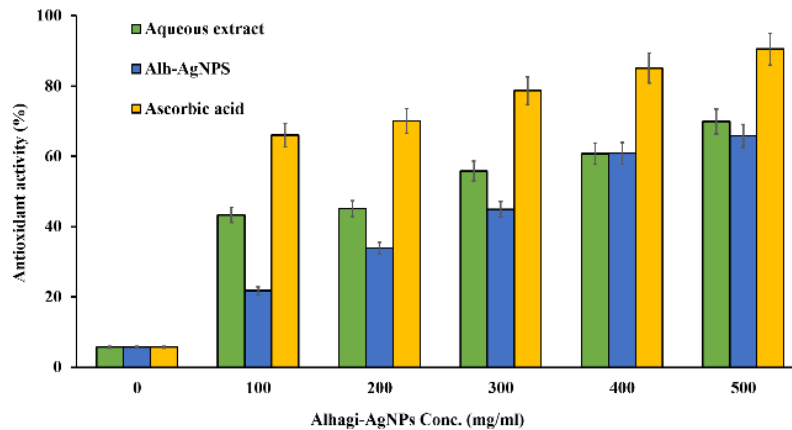
شکل ۴: (A) فراوانی اتم‌های موجود (EDX) در نمونه نانوذره سنتز شده از عصاره *A. persarum* و (B) تصویر میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) با بزرگ نمایی ۵۰ هزار برابر و (C) هیستوگرام توزیع اندازه ذرات



شکل ۵: نمودار الگوی کریستالی اشعه ایکس (XRD) نانوذرات سنتز شده با عصاره گیاه *A. persarum*

نتایج حاصل از بررسی ساختاری نانوذرات با روش XRD: ماهیت کریستالی نانوذرات آلی-فلزی حاوی نقره توسط XRD در (شکل ۵) تایید شده و پیک های اشعه X از XRD در ۳۸/۳، ۴۴/۴، ۶۵/۵، ۷۷/۰۵ مشاهده شد که به ترتیب مربوط به الگوی پیک‌های مربوط به بازتابش براگ در ۱۱۱، ۲۰۰، ۲۲۰ و ۳۱۱ می باشد که متعلق به شبکه بلورین نانوذرات سنتز شده می باشد.

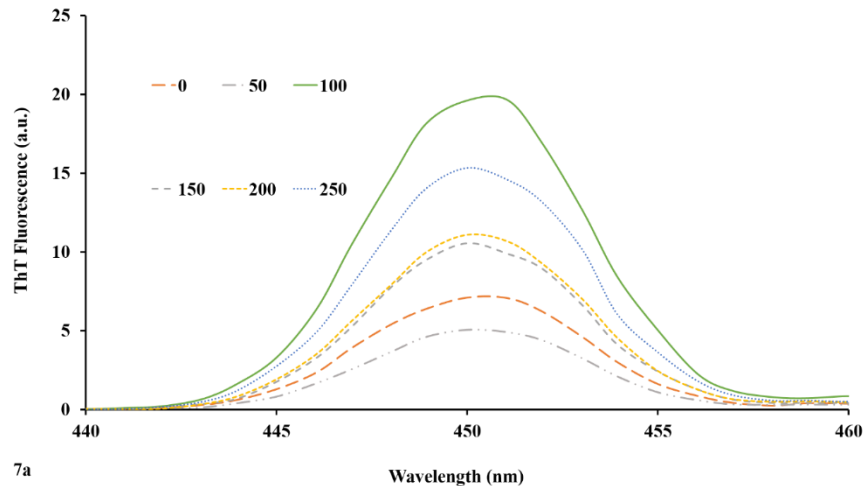
نتایج حاصل از بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی: مشاهده شد که در این تست با افزایش غلظت نانوذره خاصیت آنتی‌اکسیدانی افزایش پیدا می‌کند و بیشترین خواص آنتی‌اکسیدانی مربوط به ویتامین C می‌باشد (شکل ۶). نانوذرات سنتز شده از عصاره گیاه *A. persarum* نیز در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بیشترین خواص آنتی‌اکسیدانی را نشان داد ($P < 0.05$).



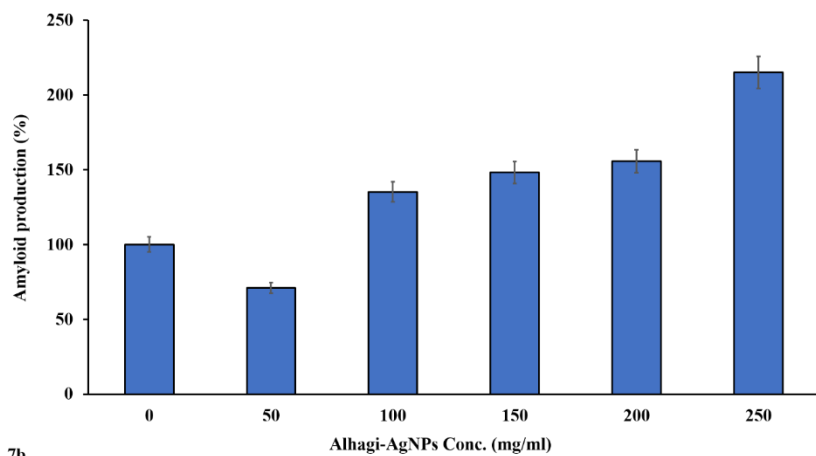
شکل ۶: نمودار درصد خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره و نانوذرات نقره سنتز شده با گیاه *A. persarum* در مقایسه با اسید آسکوربیک به عنوان کنترل مثبت

نتایج حاصل از بررسی اثر مهار بر رشته‌های آمیلوئیدی: در این آزمون، نانوذره تولید شده با کمک عصاره گیاه *A. persarum* در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر دارای پائین‌ترین میزان تولید نانورشته‌های آمیلوئیدی (یعنی بیشترین میزان مهار) و در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، بیشترین میزان تولید نانورشته‌های آمیلوئیدی را نشان دادند ($P < 0.05$).

نتایج حاصل از بررسی اثر مهار بر رشته‌های آمیلوئیدی: در این آزمون، نانوذره تولید شده با کمک عصاره گیاه *A. persarum* در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر دارای پائین‌ترین میزان تولید نانورشته‌های آمیلوئیدی (یعنی بیشترین میزان مهار) و در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، بیشترین میزان تولید نانورشته‌های آمیلوئیدی (یعنی کمترین میزان



7a



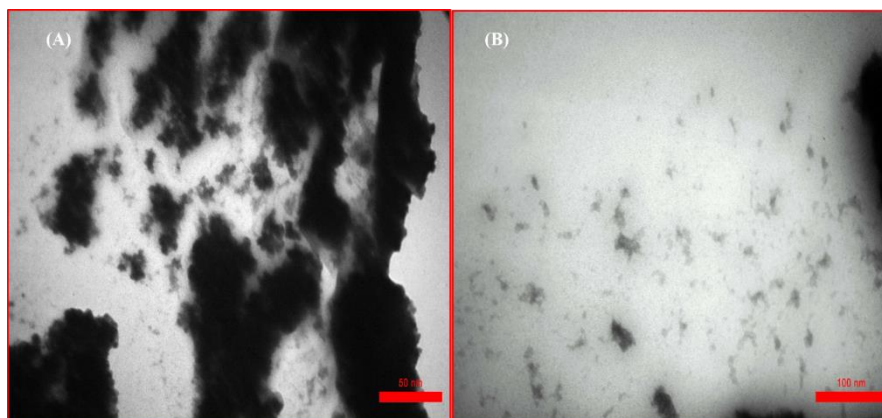
7b

شکل ۷: (a) نمودار شدت نشر فلورسانس و (b) درصد تولید رشته‌های آمیلوئیدی در غلظت‌های مختلف (صفر تا ۲۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) از نانوذرات سنتز شده با عصاره گیاه *A. persarum* ($P < 0.05$)

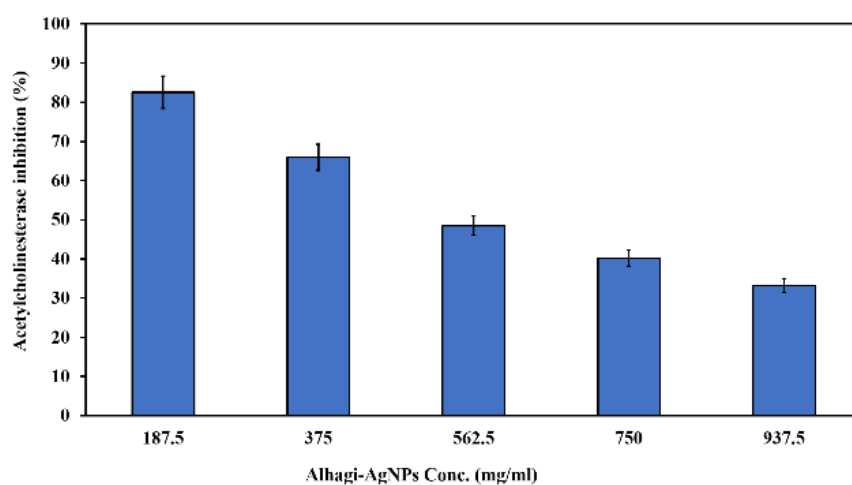
است و رشته‌های آمیلوئیدی کمتری قابل رویت هستند.

نتایج حاصل از بررسی اثر مهارى نانوذرات بر فعالیت آنزیم استیل کولین استراز: طبق شکل (۹)، مشاهده شد که نانوذرات سنتز شده از عصاره گیاه *A. persarum* در غلظت ۱۸۷/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بیش‌ترین اثر مهارى بر آنزیم استیل کولین استراز را دارند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از بررسی ویژگی‌های ساختار رشته‌های آمیلوئیدی به روش میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM نانوذرات با اندازه‌ی حدود ۱۰۰ نانومتر مشاهده شد که بیش‌ترین نانوذرات دارای اندازه‌ای برابر ۱۳۰ نانومتر و کم‌ترین نانوذرات دارای اندازه برابر با ۵۰ نانومتر داشتند که با نتایج حاصل از روش SEM همخوانی دارد. شکل (۸) رشته‌های آمیلوئیدی را در غیاب و در حضور نانوذرات نقره سنتز شده با عصاره *A. persarum* نشان می‌دهد. همانطور که در تصاویر مشخص است، حضور نانوذرات از میزان تولید رشته‌های آمیلوئیدی کاسته



شکل ۸: رشته‌های آمیلوئیدی (A) در غیاب و (B) در حضور نانوذرات نقره سنتز شده با عصاره *A. persarum* همانطور که در تصاویر مشخص است، حضور نانوذرات از میزان تولید رشته‌های آمیلوئیدی کاسته است.



شکل ۹: میزان مهار آنزیم استیل کولین استراز در غلظت‌های مختلف از نانوذرات نقره سنتز شده با عصاره *A. persarum*

ماده موثره موجود در گیاه آنالیز شده می باشد (Nishanbaev *et al.*, 2016). و همچنین طبق نتایج حاصل از همین مولف و همکارانش در سال ۲۰۲۰ بر روی عصاره هیدروالکلی *A. persarum* متفاوت بود که ترکیبات نارینجینین (naringenin)، ایزورامتین (isorhamnetin)، ایزومایرسیتین (isomyricetin)، ناریسیسین (narcissin) و جنیستین (genistin) یافت شدند (Nishanbaev *et al.*, 2020). تفاوت در نوع ترکیب به دست آمده، می تواند به دلیل استفاده از قسمتهای متفاوت از گیاه در این پژوهش و پژوهش حاضر برای تولید نانوذرات باشد.

بحث

نتایج نشان داد که ترکیبات فرار موجود در عصاره شامل بنزن با ۹۵ درصد احتمال حضور، ۲--methoxy 4-vinylphenol با ۷۶ درصد احتمال حضور و Phthalic acid با ۵۰ درصد احتمال حضور از ترکیبات فرار مهم موجود در عصاره *A. persarum* بود که با نتایج حاصل از مطالعات قبلی بر روی عصاره *A. persarum* هیدروالکلی متفاوت بود زیرا طبق این آنالیز sigastrol با ۳۱ درصد و Vitamin E با ۴۹/۸ درصد و Benzopeyren با ۴۲/۶۷ درصد از مهمترین

در بررسی نتایج با تست XRD، نانوذرات نقره سنتز شده از عصاره گیاه *A. persarum* پیک های شاخصی در نقاط ۳۸/۳، ۴۴/۴، ۶۵/۵، ۷۷/۰۵ داشتند که به ترتیب مربوط به الگوی کریستالی نانوذرات نقره در (۱۱۱)، (۲۰۰)، (۲۲۰) و (۳۱۱) است. این نتایج با تحقیقات پیشین که پیک های الگو را در ۳۸/۱، ۴۴/۱، ۶۷/۸ و ۷۸/۱ مشاهده کردند و نیز Al-Khedhairy و همکاران در سال ۲۰۲۲ مطابقت دارد (Annadurai, 2013; Vanaja & Wahab, 2022).

نتایج آزمون پراکندگی دینامیکی نور (DLS)، نانوذرات با میانگین قطر برابر ۱۷۹ نانومتر را نشان داد. شاخص پراکندگی در این آزمایش که مبین میزان یکدست بودن اندازه ذرات است، برابر برابر ۰/۷۰۳ تعیین گردید که نشاندهنده میزان پراکندگی قابل قبول نانوذرات در هنگام انجام آزمایش می باشد. شاخص پراکندگی اندازه ذرات، هر چه کمتر باشد، نشان دهنده تنوع کمتر در اندازه ذرات موجود در سیستم مورد آزمایش و یکدست بودن اندازه ذرات است و شرایط بهتری را برای انجام آزمایش DLS نشان می دهد. در تحقیق دیگری در سال ۲۰۱۸، اندازه نانوذرات نقره سنتز شده با روش DLS، ۷۹ نانومتر گزارش شد (Verma & Maheshwari, 2018). مطالعات تعیین بار سطحی زتا در نانوذرات تولید شده، عدد ۲۱/۹۶- میلی ولت را نشان داد و مشخص نمود که نانوذرات سنتز شده دارای سطح با بار منفی هستند که به دلیل قرار گیری ترکیبات موثره گیاهی در سطح نانوذرات می باشد و نانوذرات را از حالت خنثی ناشی از احیای یون نقره به سمت بار منفی برده اند و می توان از آن برای جذب ترکیبات با بار مثبت استفاده نمود.

پیک مربوط به طیف سنجی مرئی نانوذرات نقره سنتز شده با *A. persarum* در محدوده ی ۴۰۰ الی ۴۵۰ نانومتر ظاهر می شود. نقره در حالت توده ای دارای پیک جذبی در طول موج ۳۱۶ نانومتر می باشد، در حالی که پیک تشکیل شده در طول موج ۴۰۰ تا ۴۵۰ نانومتر می باشد که نشان می دهد نانوذرات نقره تشکیل شده که این به القای الکترون های آزاد در نانوذرات نسبت داده می شود. نتایج این پژوهش تغییرات جذبی در طول موج ماکزیمم را از حدود ۳۰۰ به ۴۵۰ نانومتر نشان می دهد که با نتایج تحقیقات قبلی که بر روی گیاه *A. persarum* انجام شد مطابقت دارد ک تاییدی بر آزمایش های انجام گرفته می باشد (Hawar et al., 2022). طیف سنجی FTIR، باندهای حاصل از ارتعاشات گروه های C-H، C-N، C=O و O-H، C-O، C=C را نشان داد حضور گروه های عاملی موثر در سنتز نانو نقره را تایید می نماید. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق هاوار و همکاران که در سال ۲۰۲۲ روی همین جنس از گیاه انجام دادند، مطابقت دارد (Hawar et al., 2022). نتایج به دست آمده از آزمایش میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) نشان داد که سطح نانوذره سنتز شده با عصاره *A. persarum* به شکل توده های مثلثی شکل و در ابعاد ۵۰ تا ۱۰۰ نانومتر می باشد. این نتایج با نتایج مطالعات قبلی مثل مطالعه هاوار و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت دارد و آن ها نیز شکل توده های مثلثی را در محدوده ۵۰ تا ۱۰۰ نانومتر را مشاهده کردند (Hawar et al., 2022). با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش EDX که برای شناسایی عناصر تشکیل دهنده نانوذرات می باشد، عنصر اصلی موجود در نمونه نانوذره، عنصر نقره است که در ۲/۵ کیلو الکترون ولت دارای پیک اختصاصی می باشد.

(2017). تصاویر میکروسکوپ الکترونی گذاره (TEM) به دست آمده از نانورشته‌های آمیلوئیدی، حضور رشته‌هایی با قطر تقریبی ۱۰ نانومتر را نشان داد که تا حدود ۳۰۰ نانومتر طول داشتند. این تصاویر تولید نانورشته‌های آمیلوئیدی را به اثبات می‌رساند و کاهش تولید نانورشته‌های آمیلوئیدی را در حضور نانوذرات نقره سنتز شده با عصاره آبی *A. persarum* به وضوح نشان می‌دهند. در تحقیق Dehvari و همکاران نیز کاهش میزان تولید نانورشته‌های آمیلوئیدی در تصاویر میکروسکوپ الکترونی به وضوح مشخص است. Dehvari & Ghahghaei, (2018).

نتایج حاصل از بررسی اثر مهار استیل‌کولین استراز، در غلظت ۱۸۷/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر حدود ۸۰ درصد می‌باشد که بیش‌ترین درصد مهار آنزیم استیل‌کولین استراز است. این مطلب نشان می‌دهد که نانوذرات سنتز شده با عصاره *A. persarum* در محدوده ۱۸۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر دارای اثرات مهار بر آنزیم استیل‌کولین استراز است و اثرات ضد آلزایمری این ترکیبات به خصوص ماده موثره ایزو-اوترنول در مهار آنزیم استیل‌کولین استراز را نشان می‌دهد (Topal, 2019).

نتیجه‌گیری نهایی

در این تحقیق از عصاره آبی *A. persarum* در سنتز نانوذرات نقره استفاده شد. حضور نانوذرات نقره با طیف‌سنجی مرئی و طیف‌سنجی مادون قرمز تأیید شد و ساختار آن با روش پراکندگی نور دینامیکی (DLS)، پتانسیل زتا، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و طیف‌سنجی پراش پرتو ایکس (XRD) مورد بررسی قرار گرفت. ترکیبات موجود در عصاره با کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (GC-

مقایسه میزان مهار تولید رادیکال‌های آزاد توسط اسید آسکوربیک، عصاره، نانوذرات سنتز شده با عصاره آبی *A. persarum* نشان داد که با افزایش غلظت تا ۵۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا می‌رود و این روند در هر سه گروه مورد آزمایش مشخص است. نانوذرات تولید شده با اختلاف کمی از عصاره *A. persarum* اثرات آنتی‌اکسیدانی را نشان دادند که مبین قرارگیری مناسب ترکیبات آنتی‌اکسیدان بر روی سطح نانوذرات سنتز شده می‌باشد. در دو تحقیق مربوط به سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۰، مشخص شد که این گیاه دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی فراوانی است و با افزایش درصد عصاره، خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن نیز افزایش می‌یابد. افزایش غلظت نانوذرات هم به دلیل تقویت پوشش آلی و هم بخش فلزی نقره موجب افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود (Mutailifu et al., 2022; Saleem et al., 2020).

نتایج مهار رشته‌های آمیلوئیدی نشان داد که بیش‌ترین مهار تولید نانورشته‌های آمیلوئیدی در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از نانوذرات دیده می‌شود. غلظت‌های مختلف نانوذرات پس از تهیه و خشک شدن برای کلونید سازی مجدد مورد استفاده قرار گرفت. این مطلب نشان می‌دهد نانوذرات نقره سنتز شده با عصاره *A. persarum* قادرند در این محدوده غلظتی از تولید نانورشته‌های آمیلوئیدی به‌عنوان یک عامل اصلی بیماری آلزایمر ممانعت کنند. این ویژگی نانوذرات تولید شده با عصاره آبی *A. persarum* می‌تواند ترکیبات موجود در عصاره گیاه را به‌عنوان یک کاندیدای جدید برای کاهش عوارض ناشی از بیماران مبتلا به بیماری آلزایمر مطرح سازد. این موارد با نتایج تحقیقات پیشین نویسندگان تطابق دارد (Arasteh et al., 2012; Dubey, Anand, Shekhawat, & Kar,

مکمل غذایی در کاهش عوارض جانبی و احتمالاً پیشگیری از بیماری آلزایمر مورد استفاده قرار گیرد.

تعارض منافع

بدینوسیله نویسندگان، عدم تعارض منافع خود را اعلام می دارند.

سپاسگزاری

نویسندگان از تمام دانشجویان آزمایشگاه بیوشیمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

(Mass) و مهار رادیکال‌های آزاد با آزمون DPPH و میزان مهار آنزیم استیل کولین استراز با روش طیف-سنجی بررسی شد. گیاه *A. persarum* توانایی بالایی در سنتز نانوذرت نقره دارد که با آزمایش‌های FTIR و طیف سنجی مرئی تأیید شد. همچنین آزمون‌های SEM، TEM در محدوده ۵۰ تا ۱۰۰ و DLS میانگین اندازه ذرات را به میزان ۱۷۹ نانومتر مشخص می‌سازد. آزمایش تعیین میزا خاصیت آنتی‌اکسیدانی، اثرات مهاری رادیکال‌های آزاد را مورد تأیید قرار داده و مهار تولید نانورشته‌ها نشان می‌دهد که عصاره در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، بیش‌ترین مهار را از خود نشان داده است. گیاه *A. persarum* با اثرات ضدآلزایمری خوبی که دارد، می‌تواند به‌عنوان یک

References

- Al-Khedhairy, A. A., & Wahab, R. (2022). Silver nanoparticles: An instantaneous solution for anticancer activity against human liver (HepG2) and breast (MCF-7) cancer cells. *Metals*, 12(1), 148.
- Al-Shmgani, H. S., Mohammed, W. H., Sulaiman, G. M., & Saadoon, A. H. (2017). Biosynthesis of silver nanoparticles from *Catharanthus roseus* leaf extract and assessing their antioxidant, antimicrobial, and wound-healing activities. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, 45(6), 1234-1240.
- Arasteh, A., Habibi-Rezaei, M., Ebrahim-Habibi, A., & Moosavi-Movahedi, A. A. (2012). Response surface methodology for optimizing the bovine serum albumin fibrillation. *The protein journal*, 31(6), 457-465. Retrieved from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10930-012-9422-9.pdf>
- Arasteh, A., & Salehzadeh, A. (2016). Effect of environmental factors on aggregation and fibrillation of kappa casein. *New Biotechnology*(33), S204.
- Chakou, F. Z., Boual, Z., Hadj, M. D. O. E., Belkhalifa, H., Bachari, K., Alaoui-Talibi, E., . . . Abdelkafi, S. (2021). Pharmacological Investigations in Traditional Utilization of *Alhagi maurorum* Medik. in Saharan Algeria: In Vitro Study of Anti-Inflammatory and Antihyperglycemic Activities of Water-Soluble Polysaccharides Extracted from the Seeds. *Plants*, 10(12), 2658.
- Clogston, J. D., & Patri, A. K. (2011). Zeta potential measurement. *Characterization of nanoparticles intended for drug delivery*, 63-70.
- Dehvari, M., & Ghahghaei, A. (2018). The effect of green synthesis silver nanoparticles (AgNPs) from *Pulicaria undulata* on the amyloid formation in α -lactalbumin and the chaperon action of α -casein. *International Journal of Biological Macromolecules*, 108, 1128-1139.
- Dubey, K., Anand, B. G., Shekhawat, D. S., & Kar, K. (2017). Eugenol prevents amyloid formation of proteins and inhibits amyloid-induced hemolysis. *Scientific reports*, 7(1), 1-11.
- Folorunso, A., Akintelu, S., Oyebamiji, A. K., Ajayi, S., Abiola, B., Abdusalam, I., & Morakinyo, A. (2019). Biosynthesis, characterization and antimicrobial activity of gold

- nanoparticles from leaf extracts of *Annona muricata*. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 9, 111-117.
- Gontijo, L. A. P., Raphael, E., Ferrari, D. P. S., Ferrari, J. L., Lyon, J. P., & Schiavon, M. A. (2020). pH effect on the synthesis of different size silver nanoparticles evaluated by DLS and their size-dependent antimicrobial activity. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 25.
- Grünblatt, E., Homolak, J., Babic Perhoc, A., Davor, V., Knezovic, A., Osmanovic Barilar, J., . . . Salkovic-Petrisic, M. (2023). From attention-deficit hyperactivity disorder to sporadic Alzheimer's disease—Wnt/mTOR pathways hypothesis. *Frontiers in Neuroscience*, 17, 1104985.
- Hanseeuw, B. J., Betensky, R. A., Jacobs, H. I., Schultz, A. P., Sepulcre, J., Becker, J. A., . . . Mormino, E. C. (2019). Association of amyloid and tau with cognition in preclinical Alzheimer disease: a longitudinal study. *JAMA neurology*, 76(8), 915-924.
- Hawar, S. N., Al-Shmgani, H. S., Al-Kubaisi, Z. A., Sulaiman, G. M., Dewir, Y. H., & Rikisahedew, J. J. (2022). Green synthesis of silver nanoparticles from *Alhagi graecorum* leaf extract and evaluation of their cytotoxicity and antifungal activity. *Journal of Nanomaterials*, 2022, 1-8.
- Khatoun, A., Khan, F., Ahmad, N., Shaikh, S., Rizvi, S. M. D., Shakil, S., . . . Ahmed, A. B. F. (2018). Silver nanoparticles from leaf extract of *Mentha piperita*: eco-friendly synthesis and effect on acetylcholinesterase activity. *Life sciences*, 209, 430-434.
- Mahdi, O., Baharuldin, M. T. H., Nor, N. H. M., Chiroma, S. M., Jagadeesan, S., & Moklas, M. A. M. (2019). Chemicals used for the induction of Alzheimer's disease-like cognitive dysfunctions in rodents. *Biomed Res Ther*, 6(11), 3460-3484.
- Mutailifu, P., Nuerxiati, R., Lu, C., Huojiaihemaiti, H., Abuduwaili, A., & Yili, A. (2022). Extraction, purification, and characterization of polysaccharides from *Alhagi pseudoalhagi* with antioxidant and hypoglycemic activities. *Process Biochemistry*, 121, 339-348.
- Nishanbaev, S., Bobakulov, K. M., Narbutaeva, D., Aripova, S., Khushbaktova, Z., & Abdullaev, N. (2020). Flavonoids from the aerial part of *Alhagi persarum* of the flora of uzbekistan and their biological activity. *Chemistry of Natural Compounds*, 56, 729-731.
- Nishanbaev, S., Bobakulov, K. M., Nigmatullaev, A., Sham'yanov, I., Okhundedaev, B., & Abdullaev, N. (2016). Volatile compounds from the aerial parts of four *Alhagi* species growing in Uzbekistan. *Chemistry of Natural Compounds*, 52, 167-170.
- Obayomi, K. S., Lau, S. Y., Mayowa, I. E., Danquah, M. K., Jianhua, Z., Chiong, T., . . . Rahman, M. M. (2023). Recent advances in graphene-derived materials for biomedical waste treatment. *Journal of Water Process Engineering*, 51, 103440.
- Quiroz, Y. T., Zetterberg, H., Reiman, E. M., Chen, Y., Su, Y., Fox-Fuller, J. T., . . . Villada, M. (2020). Plasma neurofilament light chain in the presenilin 1 E280A autosomal dominant Alzheimer's disease kindred: a cross-sectional and longitudinal cohort study. *The Lancet Neurology*, 19(6), 513-521.
- Saleem, H., Sarfraz, M., Khan, K. M., Anwar, M. A., Zengin, G., Ahmad, I., . . . Ahemad, N. (2020). UHPLC-MS phytochemical profiling, biological propensities and in-silico studies of *Alhagi maurorum* roots: a medicinal herb with multifunctional properties. *Drug development and industrial pharmacy*, 46(5), 861-868.
- Sehrawat, A. R., Malik, A., Sehrawat, K. D., Singh, A., & Kumar, D. (2021). Antimicrobial and in vitro efficacy of green silver nanoparticles in tissue culture of *Alhagi maurorum*. *Nelumbo*, 63(1), 243-253.
- Tavassoli, A. P., Anushiravani, M., Hoseini, S. M., Nikakhtar, Z., Baghdar, H. N., Ramezani, M., . . . Emami, S. A. (2020). Phytochemistry and therapeutic effects of *Alhagi* spp. and tarangabin in the Traditional and modern medicine: a review. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 86-104.
- Topal, F. (2019). Anticholinergic and antidiabetic effects of isoeugenol from clove (*Eugenia caryophyllata*) oil. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 583-592.

- Vanaja, M., & Annadurai, G. (2013). Coleus aromaticus leaf extract mediated synthesis of silver nanoparticles and its bactericidal activity. *Applied Nanoscience*, 3, 217-223.
- Verma, P., & Maheshwari, S. K. (2018). Preparation of silver and selenium nanoparticles and its characterization by dynamic light scattering and scanning electron microscopy. *Journal of microscopy and ultrastructure*, 6(4), 182.
- Zhao, W., Wang, L., Chen, H., Qi, L., Yang, R., Ouyang, T., & Ning, L. (2022). Green synthesis, characterization and determination of anti-prostate cancer, cytotoxicity and antioxidant effects of gold nanoparticles synthesized using *Alhagi maurorum*. *Inorganic Chemistry Communications*, 141, 109525.