

سنتز سبز نانوذرات نقره با استفاده از عصاره آبی بذر بادیان رومی (Pimpinella anisum) و بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی آن

هاشم اخلاقی فیض آباد¹، علی سرداریان^{2*}، وحیدحکیم زاده²

1- گروه علوم صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

2- گروه علوم صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

تاریخ پذیرش: 1396/10/17

تاریخ دریافت: 1396/02/05

چکیده

در این پژوهش، عصاره آبی بادیان رومی برای سنتز سبز نانوذرات نقره با استفاده از احیاء زیستی محلول آبی نیترات نقره استفاده گردید. خواص نانوذرات نقره به وسیله طیف سنجی UV-Vis، تبدیل فوریه طیف سنجی مادون قرمز (FTIR)، آنالیز انکسار اشعه X (XRD)، اسکن میکروسکوپ الکترونی (SEM) و آنالیز پراکنش انرژی اشعه X (EDAX) تعیین گردید. افزایش میزان جذب در طول موج 420 nm برای ثبت تشکیل یک سوسپانسیون کلونیدی از نانوذرات نقره استفاده شد. خصوصیات اتصال نانوذرات نقره اندود سنتز شده از عصاره آبی بذر بادیان رومی به وسیله FTIR آنالیز شدند. مطالعات XRD نشان دادند که بسیاری از نانوذرات بلورین بوده و سیمایی کروی از نظر شکل داشتند. آنالیز SEM، اندازه و شکل نانوذرات نقره را نشان داد و EDAX حضور نقره را تایید کرد. نانوذرات سنتز شده نقره، فعالیت مهار رادیکال های آزاد DPPH را نشان دادند.

واژه های کلیدی: بادیان رومی، نانوذرات نقره، SEM، XRD

1-مقدمه

بادیان رومی با نام علمی *Pimpinella anisum*، گیاه دارویی یک ساله و متعلق به خانواده چتریان (Apiaceae) است. این گونه به صورت گسترده در اروپا، ترکیه، ایران قفقاز، آسیای مرکزی، سوریه و مصر یافت می‌شود. اسانس و بذر بادیان رومی در طب سنتی ایرانی برای اهداف مختلف مورد استفاده قرار می‌گرفته است (1 و 2). در سالهای اخیر، بسیاری از محققان استفاده از عصاره گیاهان را برای سنتز سبز نانوذرات فلزی مورد بررسی قرار داده‌اند. سنتز نانوذرات نقره با استفاده از عصاره‌های گیاهی به دلیل ارتباط با فعالیتهای بیولوژیکی گیاهان، موضوع چند مطالعه اخیر بوده است (10-3). در میان روشهای بسیار زیاد سنتز نانوذرات نقره، روش سبز به علت استفاده از مواد ایمن از نظر زیست محیطی مورد توجه قرار گرفته است (11 و 12). گیاهان زنده به علت وجود ترکیبات طبیعی که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند، در سنتز زیستی نانوذرات نقره ترجیح داده می‌شوند (13 و 14). ویجایاراقاوان و همکاران در سال 2012 از عصاره آبی زنیان (*Trachyspermum ammi*) و نیز گیاه *Papavera somniferum* برای تولید نانو/میکروذرات نقره استفاده کردند. اسانس زنیان حاوی تیمول، پارا-سایمن و گاما-ترپینن بوده و عامل احیاکننده بهتری از عصاره پاپاورا بوده است. عصاره‌های هر دو گیاه در تولید نانوذرات نقره موثر بوده‌اند که اندازه ذرات حاصل از عصاره زنیان در محدوده نانو و به شکل مثلثی بوده درحالیکه اندازه و شکل ذرات حاصل از عصاره پاپاورا در محدوده میکرو و کروی بوده است (15). سونگ و کیم در سال 2009 از عصاره پنچ گیاه برای تولید نانوذرات نقره استفاده کردند. گیاه مگنولیا بهترین راندمان را داشته است. از تکنیک‌های اسپکتروسکوپی پلاسما، اشعه X، میکروسکوپ الکترونی نگاره و گذاره و آنالیز کننده اندازه ذرات جهت تعیین مشخصه‌های نانوذرات استفاده شده است. نشان داده شده که اندازه نانوذرات می‌تواند با تغییر در دمای واکنش، غلظت عصاره و غلظت نترات نقره تغییر یابد (16). آنتونی

و همکاران در سال 2013 از نانوذرات نقره سنتز شده توسط عصاره گیاه *Ficus religiosa* به عنوان عامل ضد تومور در موش استفاده کردند. موش‌های سوئسی آلینو با سلول‌های DAL القا شدند و سپس با 50 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از نانوذرات نقره تیمار شدند. از خون وباقت کبد نمونه برداری شد و تست‌های خون‌شناسی، بیوشیمیایی و ضد سرطان روی آن‌ها انجام گرفت. تست‌های خون‌شناسی و بیوشیمیایی، احیا را نشان داد. تمام تست‌ها درمان DAL را نشان داد (17). چاندران و همکاران در سال 2006 از عصاره آلوئه‌ورا برای تولید نانوذرات نقره و طلا استفاده کرده و خصوصیات آن‌ها را توسط روش‌های دستگاهی مختلف مورد بررسی قرار دادند (18). شنی و همکاران در سال 2012 از اسانس گیاه *Anacardium occidentale* برای تولید نانوذرات نقره استفاده کردند. این نانوذرات به عنوان کاتالیزور در تبدیل پارانیتروفنل به پاراآمینوفنل در دمای اتاق بکار گرفته شد (19). سیلور در سال 2003 مقاومت نسبت به باکتری را برای ترکیبات حاوی نقره مورد بررسی قرار داده است و استفاده درست و نادرست آن‌ها را برشمرده است (20). سوندی در سال 2004 خواص ضد میکروبی نانوذرات نقره را مورد بررسی قرار داده و از باکتری *E. coli* به عنوان مدلی برای باکتری‌های گرم منفی استفاده کرده است. در این تحقیق نشان داده شده که غشای باکتری اکولای تیمار شده با نانوذرات نقره، تغییر شکل داده و نفوذپذیری آن زیاد شده و در نهایت منجر به مرگ سلول شده است (21). سومان و همکاران در سال 2014، تولید نانوذرات طلا را از عصاره ریشه گیاه *Morinda citrifolia* گزارش دادند. برای مشخصه‌یابی نانوذرات از تکنیک‌های XRD، FTIR، FE-SEM، EDX، TEM و اسپکتروسکوپی UV-Vis استفاده کردند. مشخصه سنتز نانوذرات یک پیک در 540 نانومتر بود که توسط اسپکتروسکوپی UV-Vis تعیین شد XRD. ساختار مکعبی را برای نانوذرات طلا نشان داد FTIR. نقش احتمالی پروتئین‌ها را در تشکیل و تثبیت نانوذرات آشکار ساخت FE-SEM. آشکار کرد که شکل ذرات سه

سال 2015 مهاجرت نانوذرات نقره به تعدادی ماده غذایی موجود در بسته بندی های ضد میکروبی حاوی نانوذرات نقره مورد بررسی قرار داده است. اندازه گیری نانوذرات نقره مهاجرت کرده به مواد غذایی توسط روش پلاسما جفت شده القایی متصل به اسپکترومتری جرمی (ICP-MS) انجام شده است. این تحقیق مشخص کرده است که استفاده از بسته بندی مواد غذایی حاوی نانوذرات نقره، شیوه ای نوین در نگهداری و افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی می باشد. بیشترین مقدار مهاجرت نانوذرات نقره اندازه گیری شده در پنیر و سپس سیب بوده و کمترین مقدار در نان مشخص شده است. بطور کلی میزان مهاجرت نانوذرات نقره اندازه گیری شده کمتر از حد مجاز گزارش شده توسط استاندارد اروپا بوده است (26). از آنجایی که اکثر روشهای نگهداری معمول مواد غذایی در مورد غذاهای تازه و آماده مصرف قابل کاربرد نیست برای نگهداری این قبیل محصولات از بسته بندی های ضد میکروبی استفاده می شود این بسته بندی ها نوعی بسته بندی فعال اند که حاوی ترکیبات ضد میکروبی می باشند. به دلیل افزایش مقاومت میکروارگانیسم ها به آنتی بیوتیک ها دانشمندان به دنبال یافتن ترکیبات جایگزین برای آنتی بیوتیک ها هستند نانوذرات فلزی مانند طلا، نقره و مس از این دسته مواد می باشند. نقره به دلیل واکنش با گروه تیول آنزیم های میکروارگانیسم ها باعث دناتوره شدن آنزیم و در نهایت مرگ سلولی می شود بسته بندی های حاوی نانوذرات نقره می تواند در ساختار پدهای جاذب و یا در ترکیب با پلیمرهای پلی اتیلن پلی پروپیلن پلی استایرن به کاررفته و با آزادسازی یونهای نقره باعث کاهش جلوگیری و یا به تاخیر انداختن رشد میکروب ها و در نتیجه افزایش زمان ماندگاری و حفظ کیفیت محصولات غذایی شود (27-30). هر چند استفاده از خاصیت ضد میکروبی نقره طی سالیان متمادی و در جوامع مختلف مرسوم بوده، اما علم امروزه بشر نیز تاثیر آنها را در ضد عفونی کردن و از بین بردن میکروب ها به اثبات رسانده است. در واقع هم اکنون با وجود رشد فناوری و اطلاع از خواص نانو ذرات و مقایسه آن با مواد

گوش و اغلب کروی هستند TEM. به وضوح نشان داد که اندازه نانوذرات از 12/17 تا 38/26 نانومتر متغیر می باشد (22). الانگوان و همکاران در سال 2015 فعالیت ضد سرطانی و ضد باکتری نانوذرات نقره حاصل از عصاره آبی برگ گیاه *Andrographis echiodides* را گزارش کردند. مشخصات نانوذرات تولیدی توسط روش های اسپکتروسکوپی UV-Vis، میکروسکوپ الکترونی نگاره با تفکیک بالا، اسپکتروسکوپی تفرق اشعه ایکس، طیف سنجی پراش انرژی پرتو ایکس، میکروسکوپ نیروی اتمی و اسپکتروسکوپی مادون قرمز مورد ارزیابی قرار گرفتند. خاصیت سمیت نانوذرات نقره روی سلول های سرطانی سینه (MCF-7) مورد آزمون قرار گرفت که مشخص شد نانوذرات نقره از رشد سلول های سرطانی ممانعت به عمل می آورند. در ادامه تحقیق خاصیت ضد باکتری نانوذرات نقره علیه باکتری های گرم مثبت و گرم منفی بررسی شد. بیشترین خاصیت ضد باکتری علیه باکتری اشرشیاکولی و استافیلوکوکوس اورئوس بود (23). ریگو و همکاران در سال 2013 از نانوذرات نقره برای درمان زخم استفاده کردند. در این مطالعه پانسمان زخم حاوی نانوذرات نقره به محیط کشت سلولی سه بعدی و نیز محل سوختگی واقعی بیمار بکار رفت. نتایج آزمایشگاهی نشان داد که نانوذرات نقره فعالیت میتوکندری را کاهش داده اند و سلول ها نمرده اند. همچنین نتایج پانسمان روی یک بیمار و اندازه گیری نقره نفوذ کرده در پوست نشان داد که در پوست بالایی و پائینی توزیع متفاوتی از نانوذرات وجود دارد. مشاهدات بالینی و داده های آزمایشگاهی نشان داد که نانوذرات نقره پوشش داده شده روی پانسمان، کاملاً برای درمان زخم بی خطر است (24). مطلق و همکاران در سال 2012 در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که پلی اتیلن سبک حاوی نانوذرات نقره (غلظت بالای 1%) باعث حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری زرشک در مقایسه با پلی اتیلن تنها می شود. آنها پیشنهاد کردند که قبل از تجاری سازی محصول، مشکلات احتمالی سلامت انسان حاصل از نانوذرات نفوذ کرده به زرشک مورد مطالعه قرار گیرد (25). متاک در

نانوذرات نقره با استفاده از عصاره آبی بذر بادیان رومی و بررسی خواص آنتی اکسیدانی عصاره و نانوذرات نقره ارائه می دهد.

2- مواد و روشها

همه مواد مورد استفاده در این مطالعه دارای درجه تجزیه ای بوده و از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

2-1- جمع آوری مواد گیاهی

بذرهای بادیان رومی از یک فروشگاه محلی در سبزوار تهیه شد.

2-2- آماده سازی عصاره گیاه

بذرهای خشک شده بادیان رومی به طور کامل آسیاب شدند. سپس 10 گرم از پودر خشک با 100 mL آب مقطر مخلوط شده و این مخلوط با پروب امواج فراصوت (پردازنده فراصوت Hielscher، مدل UP 50H ساخت کشور آلمان) برای مدت زمان 30 دقیقه با روش فراصوت پالسی در شدت 100% دامنه های موجود، دمای اتاق و فرکانس ثابت 30 kHz عصاره گیری شد. سپس این عصاره با فیلتر کاغذی Whatman (شماره 1) صاف شد و در دمای 4°C برای مطالعات بیشتر ذخیره گردید.

2-3- آماده سازی نانوذرات نقره

10 میلی لیتر عصاره آبی بادیان رومی با 90 میلی لیتر از محلول آبی $AgNO_3$ یک میلی مولار در یک ارلن مایر مخلوط گردید. مخلوط واکنش به مدت یک ساعت در حمام آب گرم 80 درجه سانتیگراد قرار داده شد. تغییر رنگ مخلوط از قهوه ای مایل به زرد به قهوه ای تیره، تبدیل یون Ag^+ به نقره فلزی را نشان می دهد.

2-4- تعیین خصوصیات نانوذرات نقره توسط روش

های دستگاهی

خصوصیات اتصال نانوذرات نقره سنتز شده از عصاره آبی بذرهای بادیان رومی به وسیله طیف سنج FTIR Perkin-Elmer مدل 10.02.00 با محدوده عدد موج 400-4000

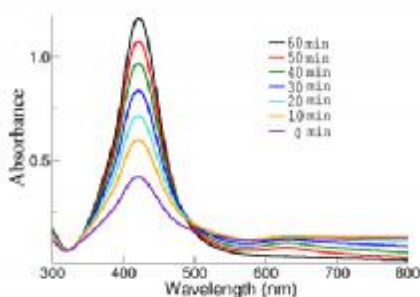
توده ای، توجه زیادی به ستر ذرات نقره شده است که به نظر می رسد این توجه ویژه به دلیل خواص منحصر به فرد (نقره) از جمله خاصیت ضد میکروبی این فلز در مقیاس نانو باشد بطور کلی نانو ذرات سطح زیادی را دارا بوده لذا این افزایش سطح باعث می شود تا یک گرم از نانو ذرات نقره برای ضد باکتری نمود یک صد متر مربع از سطح یک ماده کافی باشد (31). ظروف جدیدی که دارای نانو ذرات نقره هستند ذاتا خاصیت ضد میکروبی در این فرآیند می توان از مواد نانو نقره بصورت یک افزودنی در فرآیند فیلم ها و ظروف بسته بندی با اندازه مناسب استفاده کرد با اجرای این طرح ظروف و فیلم های تهیه شده مواد غذایی وابسته را تا چهار برابر تازه تر نسبت به حالت معمولی نگه میدارند همچنین این ظروف قادر هستند میوه ها، سبزیجات، داروها، نان ها و گوشت را برای مدت طولانی بدون تغییر در رنگ، مزه و خواص غذایی نگهداری کنند و در مقایسه با ظروف معمولی در 24 ساعت اولیه میزان رشد باکتری ها 98 درصد کاهش یافته و همچنین جهت حفظ بیشتر ارزش غذایی به همراه بو، مزه آن و به تاخیر انداختن و کاهش سرعت فساد مواد غذایی، این ظروف دارای درپوش سیلیکونی غیر قابل نفوذ جهت سامانه بسته بندی است (32 و 33). مهمترین هدف این تحقیق استفاده از شیمی سبز (green chemistry) در سنتز نانو ذرات نقره با استفاده از عصاره ی آبی و اسانس گیاه دارویی بادیان رومی و بررسی خواص آنتی اکسیدانی عصاره آبی و همچنین نانو ذرات حاصل از عصاره آبی می باشد. به طور کلی اسانس و عصاره ی آبی گیاهان دارویی به علت وجود مواد احیا کننده (مانند آنتی اکسیدان ها)

می توانند منبع خوبی برای تولید انبوه نانو ذرات نقره باشند. این روش جایگزینی برای روش های شیمیایی و فیزیکی است که معمولا باعث آلودگی طبیعت می شوند. با استفاده از نتایج این پژوهش می توان استفاده از نانوذرات نقره در بسته بندی مواد غذایی و نیز پوشش دهی هیدروکلوئیدی مواد غذایی را مورد ارزیابی قرار داد. این مطالعه، روشی ساده، سازگار با طبیعت و مقرون به صرفه را برای سنتز

با میزان خطای $P < 0/05$ به عنوان معنی دار در نظر گرفته شد.

3- نتایج و بحث

تبدیل یونهای نقره به وسیله عصاره آبی بادیان رومی به نانوذرات نقره با ثبت طیف جذب نانوذرات نقره سنتز شده در برابر آب مقطر خالی به عنوان تابعی از زمان به وسیله نمونه برداری دوره ای از 0/2 میلی لیتر از مقادیر مساوی رقیق شده با 2 میلی لیتر آب مقطر انجام گرفت (شکل 1).



شکل 1- طیف جذبی UV-Vis نانوذرات نقره تشکیل شده به وسیله تبدیل نیترات نقره آبی 1 میلی مولار در فواصل 10 دقیقه ای.

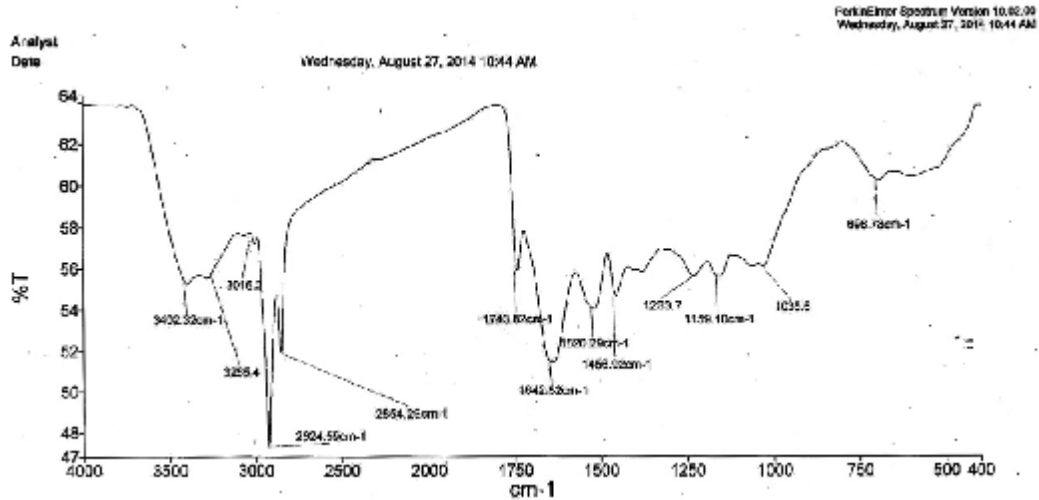
3-1- آنالیز FTIR نانوذرات نقره

نتایج حاصل از طیف سنجی FTIR در شکل 2 نشان داده شده است. نانوذرات نقره سنتز شده از عصاره آبی بذر بادیان رومی به علت هیدروژن پیوند خورده به گروه های هیدروکسیل دارای پیک وسیعی در 3402.32 cm^{-1} است. پیک $1642/82 \text{ cm}^{-1}$ گروه کربونیل C=O را نشان می دهد. طیف سنجی FTIR تایید می کند که تبدیل یونهای نقره به نانوذرات نقره به علت تبدیل زیستی توسط مواد پوشیده شده عصاره بذر بادیان رومی انجام شده است.

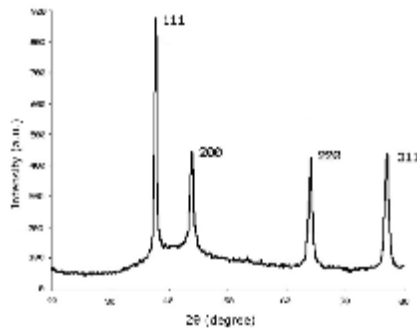
cm^{-1} بررسی گردیدند. نانوذرات خشک شده و پودر شده نقره برای تولید قرص با برومید پتاسیم مخلوط شدند. اندازه گیری های XRD بر روی ابزار پیشرفته BrukerD8 استفاده از تابش $\text{Cu K}(\alpha)$ ($\lambda=0.15406$) با ولتاژ 45 کیلو وات و یک جریان 40 میلی آمپری بر روی اسلاید شیشه ای پوشیده شده از یک قطره محلول نانوذرات انجام شد. نانوذرات روی درپوشهای آزمون با میکروسکوپ الکترونی تابشی (SEM؛ VEGA3 TESCAN، جمهوری چک) آشکار شدند و آنالیز عنصری (EDAX) با استفاده از Sirius SD EDS متصل شده به SEM انجام پذیرفت. میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، فیلیس مدل CM120، هلند) مورفولوژی و محدوده اندازه نانوذرات را نشان داد.

2-5- سنجش آنتی اکسیدان

فعالیت آنتی اکسیدانی نانوذرات نقره با استفاده از 1.1 دی فنیل-2-پیکریل هیدرازل (DPPH) اندازه گیری شد (34). به طور خلاصه 1 میلی لیتر از محلول DPPH (0/1 میلی مولار در متانول) به 1/5 میلی لیتر از محلول نانوذرات با غلظتهای مختلف (20، 40، 60 و 80 میکروگرم در میلی لیتر) اضافه گردید. همین روند برای محلول آبی آنتی اکسیدان مصنوعی بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) به صورت کنترل استاندارد و مثبت تکرار شد. همه لوله های آزمایش تکان داده شدند و برای 30 دقیقه در تاریکی و دمای اتاق ثابت نگه داشته شدند و سپس میزان جذب در طول موج 517 نانومتر در برابر بلانک (بدون محلول نانوذرات) اندازه گیری شدند. این سنجش در سه تکرار انجام گرفت. نمونه بلانک، 1 میلی لیتر محلول DPPH و 1/5 میلی لیتر متانول بود. تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 22 و آنالیز واریانس یک طرفه (One Way Anova)



شکل 2- طیف سنجی FTIR نانوذرات نقره



شکل 3- الگوی XRD نانوذرات نقره

XRD-2-3

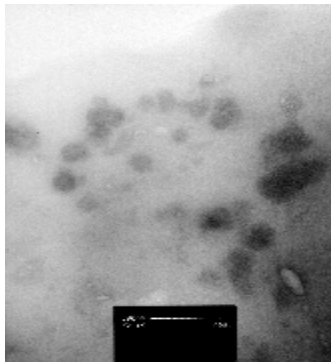
نانوذرات نقره سنتز شده از عصاره بذر بادیان رومی با انکسار اشعه X آنالیز شدند (شکل 3). داده های پهنای کامل در نیمه حداکثر (FWHM) با توجه به فرمول Scherer برای تعیین اندازه متوسط ذرات مورد استفاده قرار گرفتند. معادله به صورت زیر است:

$$d = 0.9\lambda / \beta \cos\theta$$

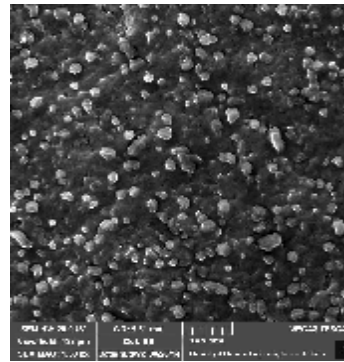
که d اندازه کریستال نانوذرات نقره است، λ طول موج منبع تابش اشعه X است و β ، FWHM زاویه ای پیک XRD در انکسار براگ زاویه θ است. طیف سنجی XRD (شکل 3)، چهار نقطه پیک انکسار را در $46/304$ ، $38/155$ ، $64/585$ و $77/182$ نشان میدهد که به عنوان سطوح کریستالی (111)، (200)، (220) و (311) نقره نانو نشان داده شده اند. الگوی XRD به وضوح نشان میدهد که نانوذرات نقره بلورین هستند.

SEM-3-3 و EDAX

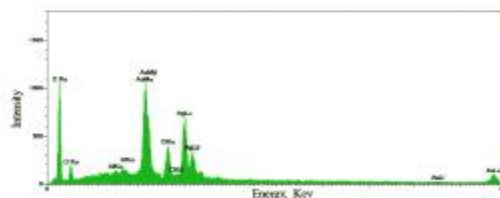
نانوذرات نقره تولید شده به وسیله تبدیل $AgNO_3$ با عصاره آبی بذر بادیان رومی با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی مورد بررسی قرار گرفت (شکل 4). تصاویر، نانوذرات تقریباً هم شکل را نشان داد. آنالیز نمونه ها با EDAX، نقطه پیکی را در $3\ keV$ نشان داد که تاییدی بر حضور نقره است.



شکل 7- تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری از نانوذرات نقره سنتز شده با عصاره آبی بذرهای بادیان رومی (نوار مقیاس 200 نانومتر)



شکل 4- تصاویر SEM از نانوذرات نقره تشکیل شده به وسیله تبدیل از نیترات نقره 1 میلی مولار و عصاره آبی بذر بادیان رومی



شکل 5. طیف سنجی EDAX از نانوذرات نقره سنتز شده که نشان دهنده حضور نقره است.

3-5- فعالیت آنتی اکسیدانی

سنجش فعالیت آنتی رادیکالی بر اساس تبدیل 1.1-دی فنیل-2-پیکریل هیدرازیل (DPPH) انجام می گیرد. به دلیل حضور یک الکترون غیرعادی در DPPH، محلولهای DPPH، جذب حداکثر قوی را در 517 نانومتر نشان می دهند. همانطور که این الکترون در حضور یک دهنده هیدروژنی مثل یک رادیکال آزاد مهار کننده آنتی اکسیدان جفت می شود، قدرت جذب کاهش مییابد. رنگ زدایی حاصله به طور مستقیم متناسب با تعداد الکترونها گرفته شده است (35). در تحقیق حاضر، ویژگیهای آنتی اکسیدانی نانوذرات سنتز شده با استفاده از روش سنجش رادیکالهای آزاد DPPH مهار کننده تعیین شدند. درصد مهار فعالیت DPPH به وسیله رابطه زیر محاسبه میشود:

$$\text{DPPH درصد مهار فعالیت} = \frac{(\text{Abs}_{\text{blank}} - \text{Abs}_{\text{sample}})}{\text{Abs}_{\text{blank}}} \times 100$$

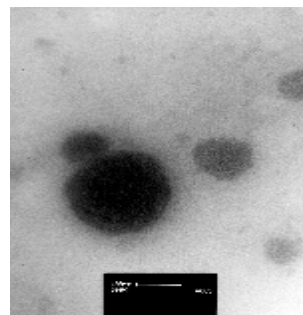
$\text{Abs}_{\text{blank}}$: جذب بلانک

$\text{Abs}_{\text{sample}}$: جذب نمونه

مقدار جذب با افزایش غلظت نانوذرات نقره نیز کاهش می یابد. نتایج به صورت جدول ارائه شده اند (جدول 1). در تمامی غلظت ها، توانایی آنتی اکسیدان سنتزی BHT، بیشتر از نانوذرات نقره است. مقادیر IC_{50} کمتر BHT، موید این مطلب می باشد. مقدار IC_{50} بالاتر به معنی مصرف بیشتر عصاره ها برای مهار 50% از رادیکالهای آزاد DPPH است.

3-4-TEM

توزیع اندازه و مورفولوژی نانو ذرات نقره به طور گسترده توسط میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) به عنوان یک ابزار قدرتمند مورد مطالعه قرار گرفته است. این امر نشان می دهد که بخش عمده ای از نانوذرات، ظاهری کروی دارند که در آن تعدادی از نانوذرات مترکم بودند (شکل 6، شکل 7). با مقایسه اندازه نوار مقیاس، نانوذرات نقره در محدوده 20 تا 200 نانومتر بودند.



شکل 6- تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری از نانوذرات نقره سنتز شده با عصاره آبی بذرهای بادیان رومی (نوار مقیاس 100 نانومتر)

به علت این که نانوذرات نقره دارای پوششی از عصاره گیاه می باشند که هنگام احیاء یون نقره به نقره فلزی و تولید نانوذرات، عمل پوشش دهی صورت گرفته است، خاصیت آنتی اکسیدانی و نیز آنتی باکتریال بالاتری نسبت به عصاره دارند (15-26).

جدول 1. مقایسه مقادیر IC_{50} نانوذرات نقره و BHT

عوامل تبدیل	درصد مهار فعالیت DPPH				IC_{50}
	20 ppm ^a	40 ppm ^a	60 ppm ^a	80 ppm ^a	
نانوذرات نقره	23.5±1.2	30.6±1.2	35.7±0.8	48.9±1.6	87.7±1.1
BHT	76.0±4.8	93.8±0.8	94.6±1.1	96.7±0.9	14.9±0.9

^a غلظت نانوذرات و BHT

3. Dipankar, C., Murugan, S. 2012. The green synthesis, characterization and evaluation of the biological activities of silver nanoparticles synthesized from Iresine herbstii leaf aqueous extracts. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 98, 112– 119.

4. Farooqui, M.A., Chauhan P.S., Krishnamoorthy, P., Shaik, J. 2010. Extraction of silver nanoparticles from the leaf extracts of Clerodendrum incense. *Dig. J. Nanomater. Biostruct.* 5, 43-49.

5. Hafez, E.E., Kabeil, S.S. 2013. Antimicrobial Activity of nano-silver Particles Produced by Micro Algae. *J Pure Appl Microbiol.* 7, 35-42.

6. Sathishkumar, M., Sneha K., Won S.W., Cho C.W., Kim S., Yun Y.S. 2009. Cinnamon zeylanicum bark extract and powder mediated green synthesis of nano-crystalline silver particles and its bactericidal activity. *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces.* 73(2), 332-338.

7. Alaraidh, I.A., Ibrahim, M.M., El-Gaaly, G.A. 2014. Evaluation of green synthesis of Ag nanoparticles using Eruca sativa and Spinacia oleracea leaf extracts and their antimicrobial activity. *Iran J Biotechnol.* 12(1), e12392.

8. Kumar P.P.N., Vijay Pammi S.V.N., Kollu P., Satyanarayanad, K.V.V., Shameem, U. 2014. Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using Boerhaavia diffusa plant extract and their antibacterial activity. *Industrial Crops and Products.* 52, 562-566.

9. Thirunavoukkarasu, M., Balaji, U., Behera, S., Panda, P.K., Mishra, B.K. 2013. Biosynthesis of silver nanoparticle from

4- نتیجه گیری

استخراج به وسیله روش فراصوت زمان پردازش را کاهش داد. نانوذرات نقره سنتز شده به شکل کریستالی و کروی در شرایط محیطی و بدون استفاده از هرگونه ماده شیمیایی یا سورفاکتانت به عنوان عوامل تبدیلی یا پوشش دهنده تهیه شدند. این دیدگاه سبز، سازگار با محیط زیست، کم هزینه و آسانتر از روشهای سنتز شیمیایی مرسوم است. خصوصیات نانوذرات نقره با استفاده از FTIR، UV-Vis، XRD، SEM، EDAX و TEM تعیین شدند. نانوذرات نقره فعالیت آنتی اکسیدانی نیز از خود نشان دادند. این سنتز سریع و راحت می تواند برای تولید سایر نانوذرات فلزی در مقیاس بزرگ مورد استفاده قرار بگیرد و می تواند در کاربردهای زیست محیطی، بیوتکنولوژیکی، دارویی و پزشکی با ارزش باشد.

5- سپاسگزاری

از دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار به خاطر حمایت‌های مالی سپاسگزارم.

6- منابع

1. Mozaffarian, V. 2013. Identification of medicinal and aromatic plants of Iran. Farhang Moaser Publications. Tehran, Iran. Pp 1201-1202.

2. Emami, A., Ardakani M.R.S., Naeini, N.N. 2004. Herbal treatment, Rah Kamal Publications. Tehran, Iran.

- using Aloe vera plant extract, *Biotechnology Progress*. 22(2), 577-583.
19. Shen, D.S., Mathew, J, Philip, D. 2012. Synthesis characterization and catalytic action of hexagonal gold nanoparticles using essential oils extracted from *Anacardium occidentale*, *Spectrochimica Acta PART A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 97, 306-310.
 20. Silver, S. 2003. Bacterial silver resistance: molecular biology and uses and misuses of silver compounds, *FEMS Microbiol Rev*. 27(2-3), 341-53.
 21. Sondi, I., Salopek-Sondi, B. 2004. Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E. coli* as a model for Gram-negative bacteria, *J Colloid Interface Sci*. 275(1), 177-82.
 22. Suman, T.Y., Radhika Rajasree, S.R., Ramkumar, R., Rajthilak, C., Perumal, P. 2014. The Green synthesis of gold nanoparticles using an aqueous root extract of *Morinda citrifolia L.*, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 118, 11-16.
 23. Elangovan, K., Elumalai, D., Anupriya, S., Shenbhagaraman, R., Kaleena, P.K., Murugesan, K. 2015. Phytomediated biogenic synthesis of silver nanoparticles using leaf extract of *Andrographis echiodes* and its bio-efficacy on anticancer and antibacterial activities, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 151, 118-124.
 24. Rigo, C., Ferroni, L., Tocco, I., Roman, M., Munivrrana, I., Gardin, C., Cairns, W.R.L., Vindigni, V., Azzena, B., Barbante, C., Zavan, B. 2013. Active Silver Nanoparticles for Wound Healing, *Int J Mol Sci*. 14(3), 4817-4840.
 25. Motlagh, N, Mosavian, M, Mortazavi, S, Tamizi, A. 2012. Beneficial Effects of Polyethylene Packages Containing Micrometer-Sized Silver Particles on the Quality and Shelf Life of Dried Barberry (*Berberis vulgaris*). *Journal of Food Science*. 71(1), 1-8.
 26. Metak, A.M. 2015. Effects of Nanocomposite Based Nano-Silver and Nano-Titanium Dioxide on Food Packaging Materials, *Int. J. Applied Sci. and Technol*. 5(2), 26-40.
 27. Costa, C., Conte, A., Buonocore, G.G., Lavorgna, M., Del Nobile, M. A. 2012. Calcium-alginate coating loaded with silver-leaf extract of *Desmodium gangeticum (L.) DC.* and its biomedical potential. *Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 116, 424-427.
 10. Pasupuleti, V.R., Prasad, T.N.V.K.V., Shiekh, R.A., Balam, S.K., Narasimhulu, G., Reddy C.S., AbRahman, I., Gan, S.H. 2013. Biogenic silver nanoparticles using *Rhinacanthus nasutus* leaf extract: synthesis, spectral analysis, and antimicrobial studies. *Int J Nanomed*. 8, 3355-3364.
 11. Bunghez, R., Ghiurea, M., Faraon, V., Ion R.M. 2011. Green synthesis of silver nanoparticles obtained from plant extracts and their antimicrobial activities. *J Optoelectron Adv Mater*. 13(7), 870-873.
 12. Jegadeeswaran, P., Shivaraj, R., Venckatesha, R. 2012. Green synthesis of silver nanoparticles from extract of *Padinatra stromatica* leaf. *Dig J Nanomater Bios*. 7(3), 991-998.
 13. Gardea-Torresdey, J.L., Gomez, E., Peralta-Videa, J.R., Parsons, J.G., Troiani, H., Jose-Yacaman, M. 2003. Alfalfa Sprouts: A Natural Source for the Synthesis of Silver Nanoparticles. *Langmuir*. 19, 1357-1361.
 14. Gardea-Torresdey, J.L., Rodriguez, E., Parsons-Jason, G., Peralta-Videa, J.R., Meitzner, E.G., Cruz-Jimenez, G. 2005. Use of ICP and XAS to determine the enhancement of gold phytoextraction by *Chilopsis linearis* using thiocyanate as a complexing agent. *Anal Bioanal Chem*. 382(2), 347-352.
 15. Vijayaraghavan, K., Kamala Nalini, S.P., Udaya Prakash, N., Madhankumar, D. 2012. One step green synthesis of silver nano/microparticles using extracts of *Trachyspermum ammi* and *Papaver somniferum*, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 94, 114- 117.
 16. Song, J.Y., Kim, B.S. 2009. Rapid biological synthesis of silver nanoparticles using plant leaf extracts, *Bioprocess Biosyst Eng*. 32, 79-84.
 17. Antony, J.J., Sithika, M.A.A., Joseph, T.A., Suriyakala, U., Sankarganesh, A., Siva, D., Kalaiselvi, S., Achiraman, S., 2013. In vivo antitumor activity of biosynthesized silver nanoparticles using *Ficus religiosa* as a nanofactory in DAL induced mice model, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 108, 185- 190.
 18. Chandran, S.P., Chaudhary, M., Pasricha, R., Ahmad, A., Sastry, M. 2006. Synthesis of gold nanotriangles and silver nanoparticles

- montmorillonite nanoparticles to prolong the shelf-life of fresh-cut carrots. *Food Res. Int.* 48, 164–169.
28. Dhall, R.K. 2013. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 53, 435–450.
29. Cushen, M., Kerry, J., Morris, M., Cruz-Romero, M., Cummins, E. 2014. Evaluation and simulation of silver and copper nanoparticle migration from polyethylene nanocomposites to food and an associated exposure assessment. *J. Agric. Food Chem.* 62 (6), 1403–1411.
30. Emamifar, A., Kadivar, M., Shahedi, M., Soleimani-Zad, S. 2010. Evaluation of nanocomposite packaging containing Ag and ZnO on shelf life of fresh orange juice. *Innovative Food Sci. Emerg. Technol.* 11, 742–748.
31. Berekaa, M.M. 2015. Nanotechnology on food industry; advances in food processing, packaging and food safety. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 4, 345–357.
32. Duncan, T.V. 2011. Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors. *J. Colloid Interface Sci.* 363, 1–24.
33. Echegoyen, Y., Neri'n, C. 2013. Nanoparticle release from nano-silver antimicrobial food containers. *Food Chem Toxicol.* 62, 16–22.
34. Mahdavi, B., Yaacob, W.A., Din, L.B., Jahangirian, H. 2013. Antioxidant activity of consecutive extracts of the base, stem and leaves of *etlingera brevilabrum*. *Asian J Chem.* 25(7), 3937-3941.
35. Tirzitis, G., Bartosz, G. 2010. Determination of antiradical and antioxidant activity: basic principles and new insights. *Acta Biochimica Polonica.* 57(1), 139–142.