

Evaluation of antioxidant, anti-cancer and anti-inflammatory characteristics of bio-synthesized silver nanoparticles produced by waste extract of *Rheum ribes* L.

Naeimi Z, Neamati A*, Homayouni-Tabrizi M

Department of Biology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, I. R. Iran.

Received: 2019/01/20 | Accepted: 2019/05/20

Abstract:

Background: This study was designed to evaluate the antioxidant, anti-inflammation and anti-cancer potency of silver nanoparticles produced by waste *Rheum ribes* L. extract.

Materials and Methods: in this study, 10 gr of dried *Rheum ribes* L powder after 3 hours dissolving at 37°C was filtered and applied for silver nanoparticles preparation. Particle size, X-ray diffractometer (XRD), Fourier transform infrared radiometer (FT-IR) and transmission electron microscope (TEM) methods were used to measurement the properties of silver nanoparticles. The 3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium (MTT) method accompanied by 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) compounds were used to evaluate the cytotoxicity and antioxidant capacity of the nanoparticles.

Results: The size of the produced silver nanoparticles was 28 nm with a uniform distribution and spherical appearance. The effective antioxidant dose for the ABTS and DPPH compounds was 200 µg/ml, and the obtained IC₅₀ on HDF, Huvec, and MCF-7 cells for 24, 48 and 72 hours treatment were 30, 25, 12; 13.2, 11, 10; and 10, 9 and 8 µg/ml, respectively.

Conclusion: The silver nanoparticles produced by waste *Rheum ribes* L. extract can have potential for use as a therapeutic strategy against cancer.

Keywords: *Rheum ribes* L, Silver nanoparticles, Antioxidant, Cancer, Anti-inflammation

*Corresponding Author:

Email: neamati.ali@gmail.com

Tel: 0098 915 504 6940

Fax: 0098 513 843 5050

Conflict of Interests: No

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, August, 2019, Vol. 23, No 3, Pages 241-252

Please cite this article as: Naeimi Z, Neamati A, Homayouni-Tabrizi M. Evaluation of antioxidant, anti-cancer and anti-inflammatory characteristics of bio-synthesized silver nanoparticles produced by waste extract of *Rheum ribes* L. Feyz 2019; 23(3): 241-52.

بررسی خصوصیات آنتی اکسیدانی، ضد سرطانی و ضد التهابی نانوذرات نقره تولید شده با استفاده از عصاره آبی دورریخت گیاه ریواس (*Rheum ribes L.*)

۱ زهرا نعیمی ، ۲ علی نعمتی ، ۳ مسعود همایونی تبریزی

خلاصه:

سابقه و هدف: این مطالعه با هدف ارزیابی توان آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد سرطانی نانوذرات نقره تولید شده با عصاره آبی دورریخت گیاه ریواس (*Rheum ribes L.*) طراحی شد.

مواد و روش‌ها: ۱) گرم پودر دورریخت گیاه ریواس را با ۱۰۰ میلی لیتر آب مفتر در یک بطری به مدت ۱ ساعت پلاستیکی مگنت بر روی هات پلیت استیرور در دمای ۳۷ سانتی گراد به مدت یک ساعت برای تهیه عصاره آبی قرار دادیم. سپس از کاغذ صافی عبور داده، با نیترات نقره مخلوط شده، به مدت ۳ ساعت در هات پلیت استیرور و مگنت جهت تولید نانوذرات نقره قرار گرفت. با روش‌های پارتوکل سایز، (X-Ray Diffractometer) XRD (طیف‌سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز) و TEM (میکروسکوپ الکترونی عبوری) جهت بررسی خصوصیات نانوذرات نقره تولید شده، MTT [۴-۳]-۵-دیمتیل تیازول-۲-تیل-۵-دیفنیل ترازوژلیوم برومید) جهت ارزیابی قدرت سلول‌کشی و ترکیبات ABTS [۲،۲-آزینو-بیس (۳-ایتل بنزوتیازولین-۶-سولفونیک اسید) و DPPH [۱،۱-دیفنیل-۲-پیکریل-هیدرازیل] برای سنجش ظرفیت آنتی اکسیدانی نانوذرات استفاده شد.

نتایج: اندازه نانوذرات نقره سنتز شده ۲۸ نانومتر بود. میزان دوز مؤثر آنتی اکسیدانی برای ترکیبات ABTS و DPPH ۲۰۰ میکرو گرم بر میلی لیتر و میزان دوز سمیت بر سلول‌های رده HDFC-7 برای Huvec و MCF-7 ۴۸، ۲۴ و ۷۲ ساعت تیمار مقدار [۲۵، ۳۰ و ۱۲]؛

نتیجه‌گیری: نانوذرات نقره تولید شده با استفاده از عصاره آبی دورریخت گیاه ریواس می‌تواند دارای پتانسیل جهت استفاده به عنوان یک روش درمانی در مقابله با سرطان باشد.

واژگان کلیدی: نانوذرات نقره، آنتی اکسیدان، سرطان، ضد التهاب، گیاه ریواس

دو ماهنامه علمی - پژوهشی فیض، دوره بیست و سوم، شماره ۳، مرداد و شهریور ۹۸، صفحات ۲۵۲-۲۶۱

درمان سرطان پستان نیاز به استراتژی‌های مختلفی از جمله: عمل جراحی، شیمی درمانی و رادیوتراپی دارد؛ زیرا سلول‌های سرطانی در برابر درمان از خود مقاومت نشان می‌دهند [۴، ۳]. انجام شیمی-درمانی و استفاده از روش‌های درمانی مختلف و تحقیقات فراوان جهت مبارزه با سرطان پستان اگرچه اطلاعات فراوانی در مورد مکانیسم بیماری فراهم نموده و جان انسان‌های زیادی را نجات داده، اما مطالعات نشان داده است سلول‌های سرطانی پس از مراحل اوّلیه نسبت به انجام شیمی درمانی مقاومت پیدا می‌کنند. همچنین داروها و روش‌های مختلف دیگر مورداً استفاده جهت درمان سرطان نیز دارای تأثیرات جانبی فراوانی هستند [۶، ۵]. با وجود این عوارض، تلاش‌ها جهت یافتن روش درمانی مناسب، ارزان قیمت، کارا و دوست‌دار محیط زیست، توسط دانشمندان و محققان ادامه دارد. استفاده از نانوذرات دارای هسته فلزی بدلیل کاربردهای فراوانی که در علوم مختلف از جمله کشاورزی، فیزیک و پزشکی دارند، به طور روزافزون در حال افزایش است. این موضوع سبب توجه عده کثیری از محققان به فناوری نانو و استفاده از آن در گرایشات گوناگون از جمله درمان سرطان شده است [۸، ۷]. مواد در ابعاد نانو خصوصیات بسیار متفاوتی از خود بروز می‌دهند [۹].

مقدمه

بر اساس آمار سازمان جهانی بهداشت (WHO)، سرطان پستان بیشترین میزان ابتلا را در میان زنان جهان داشته، تخمین زده می‌شود هر سال ۱/۳۸ میلیون نفر به مبتلایان افزوده شود. در حالی که ۴۵۰ هزار زن نیز از این بیماری جان خود را از دست خواهند داد [۱]. برخلاف تلاش‌های فراوان در زمینه مبارزه با سرطان و تحقیقات جهت کنترل و درمان این بیماری در زنان، تعداد قابل توجهی از زنان در سنین مختلف بر اثر سرطان پستان جان خود را از دست می‌دهند [۲].

۱. کارشناسی ارشد بیوفیزیک، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

۲. دانشیار فیزیولوژی، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

۳. استادیار بیوشیمی، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

***لیلان نویسنده مسئول:**

مشهد، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، گروه زیست‌شناسی
تلفن: ۰۹۱۵۵۰۴۶۹۴۰؛ دوچرخه: ۰۵۱ ۳۸۴۳۵۰-۵

پست الکترونیک: neamati.ali@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۳۰؛ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۱۰/۳۰

هدف از انجام این مطالعه تهیه نانوذرات نقره از عصاره برگ‌های گیاه ریواس به روش سبز می‌باشد. خصوصیات مختلف سمیت و آنتی اکسیدانی این نانوذرات پس از ارزیابی خصوصیات ظاهری آن مورد بررسی قرار گرفت. همچنین توان ضدالتهابی این نانوذرات با استفاده از مدل حیوانی *In situ* (درون‌جا) بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت کارآزمایی بنیادی- کاربردی بر روی مدل سلولی و مدل حیوانی به انجام رسید. رده‌های سلولی از انستیتو پاستور (تهران، ایران) و مواد لازم جهت انجام آزمایش بر سلول‌های کشت شده از شرکت Gibco تهیه شد. موش‌های مورد مطالعه از نژاد موش سوری بوده ($25 \pm 5/6$ گرم) و از خانه حیوانات مؤسسه واکسن و سرم‌سازی رازی (مشهد، ایران) تهیه شدند. کاراژینان (Carrageenan) از شرکت سیگما (ایالات متحده) و ایندومتاسین (Indomethacin) از شرکت داروسازی آریا (تهران، ایران) تهیه شد.

۱- ساخت نانوذرات نقره

ابتدا جهت تهیه عصاره احیاکننده، گیاه ریواس از کوهپایه‌های شهرستان نیشابور در استان خراسان رضوی تهیه و جهت شناسایی و تعیین گونه به هریاریوم دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی مشهد تحويل داده شد. پس از تعیین گونه ۱۰ گرم از پودر خشک شده دورریخت گیاه ریواس در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در بستر و مگنت در هات پلیت استیرر قرار گرفت. سپس از کاغذ صافی (Whatman) عبور داده شد و عصاره، جهت تولید نانوذرات نقره مورد استفاده قرار گرفت. میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول نیترات نقره (۱ میلی‌مولار) به ۱۵ میلی‌لیتر از عصاره آبی گیاه ریواس افزوده شد و در هات پلیت استیرر و مگنت به مدت ۳ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از گذشت زمان، رنگ محلول تیره (تصویر ۱) (نشانه تشکیل نانوذرات نقره) و ساتریفیوژ شد. رسوب حاصل ۳ مرتبه ساتریفیوژ شده (جهت شستشو) و جهت تأیید ساختار، ابعاد و شکل نانوذرات مورد آنالیز قرار گرفت.
[۲۳]

داروها در ابعاد نانو می‌توانند به راحتی و با سرعت از غشاهای بیولوژیک عبور نموده، کاربردهای درمانی خود را در مناطقی که قبل از تولید نانوذرات دور از دسترس داروها بود، به انجام رسانند [۱۰]. خصوصیات فارموکولوژیک ترکیبات شیمیایی در ابعاد نانومتر به دلیل افزایش نسبت سطح به حجم به طور چشمگیری تغییر می‌کند [۱۱]. فلز نقره از نظر تاریخی دارای کاربردهای فراوان ضدمیکروبی و ضدقارچی بوده، به عنوان عنصر ضدآلفونی کننده در طبخ غذا و درمان استفاده فراوان داشت [۱۲، ۱۳]. نانوذرات نقره به دلیل توان ضدمیکروبی، آنتی اکسیدانی و درمانی خود رواج فراوانی در عرصه نانوپیوتکنولوژی یافته، توجه محققان را به خود معطوف نموده‌اند [۱۴]. این ترکیبات می‌توانند توسط روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک تولید شوند. در روش‌های بیولوژیک که اصطلاحاً به نام روش سبز شناخته می‌شود، نانوذرات با صرفه اقتصادی و حجم تولید بیشتر، خطرات زیست محیطی کمتر، حلالیت بهتر و تأثیر بیشتر تولید می‌شوند [۱۵]. در این روش از ترکیب آلی به دست آمده از عصاره گیاه به عنوان ترکیب کاهنده استفاده می‌شود. در روش فوق شرایط انجام واکنش تولید نانوذرات از جمله: دما، فشار و pH واکنش قابل کنترل بوده در نتیجه نانوذرات با اندازه بسیار کوچک تولید می‌شوند که از پایداری مناسب و عملکرد بالای برخوردار هستند [۱۶]. ریواس که همچنین به نام ریباس یا با نام علمی *Rheum ribes L.* نیز شناخته می‌شود؛ از تیره گیاهان هفت‌بند (ترشک)‌ها دارای ۷۰ گونه مختلف است که در مناطق سردسیر در کشورهای ایران، پاکستان، هند و چین دیده می‌شود [۱۷]. بخش‌های مختلف این گیاه از جمله: ساقه و برگ‌ها دارای ترکیبات شیمیایی از جمله: اگزالات، ترکیبات فلاونوئیدی، ویتامین‌های A، B، C، اسید اگزالیک، اسید سینامیک، رئین، نشاسته و بتاگلوکالین است [۱۸، ۱۹]. یافته‌های بالینی نشان می‌دهد ریواس سبب تحریک و تنظیم ترشح نمک‌های صفرایی شده و به جذب چربی و ویتامین‌های محلول در چربی از روده کمک می‌نماید [۱۸]. از این گیاه در درمان هموروئید، دیابت و اسهال استفاده شده است [۲۰] و مطالعات نشان داده‌اند این گیاه در درمان ضعف، افسردگی، کم‌خونی و بی‌اشتهاای مؤثر است [۲۱، ۲۲]. از پودر خشک شده ریواس در درمان دیابت، کم‌خونی، معالجه آبسه چرکی و قانقاریا استفاده شده است [۱۸].

استفاده شد. جهت ارزیابی قدرت سایتوکسیک نانوذرات نقره از روش MTT استفاده شد. این روش آزمونی کمی جهت ارزیابی توان آنزیم های میتوکندریایی سلول در احیا کردن ترکیب MTT {۴- دیمتیل تیازول -۲ - ۵- ۵- دیفنیل ترازاولیوم برومید) به کریستال های نامحلول آبی رنگ فورمازان که فقط در سلول های زنده این واکنش قابل انجام بود، صورت پذیرفت. بنابراین این روش جهت ارزیابی قدرت سمیت ترکیبات مختلف بر سلول ها می باشد. در این روش تعداد 10^4 سلول در هر چاهک از پلیت ۹۶ خانه ای کشت شده، پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سلسیوس، هر رده سلولی با غلظت های ۵۰، ۲۵، ۱۲/۵ و $6/25$ میکرو گرم بر میلی لیتر از نانوذرات نقره به مدت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در سه پلیت جداگانه تیمار شدند. پس از اتمام زمان انکوباسیون محیط رویی تخلیه شده و به هر چاهک میزان ۲۵ میکرولیتر محلول ۵ میلی گرم بر میلی لیتر MTT افزوده و در تاریکی انکوبه شد. پس از طی زمان ۴ ساعته انکوباسیون، محیط تخلیه و 100 میکرولیتر DMSO به هر چاهک افزوده و میزان جذب هر چاهک در طول موج 570 نانومتر قرائت شد [۲۴].

۳- سنجش فعالیت آنتی اکسیدانی

۱- ارزیابی قدرت حذف رادیکال ABTS

در این آزمایش پس از تهیه نمودن محلول رقیق شده رادیکال ABTS با غلظت $0/514$ میلی مولار، میزان 1 میلی لیتر از آن با میزان برابر از غلظت های مختلف نانوذره نقره تولید شده مخلوط شده و به مدت 60 دقیقه در دمای 37 درجه سلسیوس انکوبه شد. سپس میزان جذب محلول در طول موج 734 نانومتر قرائت شد. غلظت های مختلف 60 دقیقه در دمای 37 درجه سلسیوس 1000 میکرو گرم بر میلی لیتر از نانوذرات نقره تولید شده به صورت 3 بار تکرار مورد آنالیز قرار گرفتند. در این آزمایش از ترکیب گلوتاتیون به عنوان ترکیب استاندارد استفاده شد [۲۵].

۲- ارزیابی قدرت حذف رادیکال DPPH

در این آزمایش نیز از غلظت های 125 ، 62.5 ، 25 ، 500 و 1000 میکرو گرم بر میلی لیتر از نانوذرات نقره تولید شده به صورت 3 بار تکرار استفاده شد. میزان 1 میلی لیتر از غلظت های مختلف نانوذرات نقره همراه با حجم برابر از ترکیب 10 درصد DPPH به مدت 30 دقیقه در دمای اتاق انکوبه شد. سپس میزان جذب آنها در طول موج 517 نانومتر قرائت شد. در این بخش نیز از گلوتاتیون به عنوان کنترل و جهت ارزیابی درصد حذف رادیکال های ABTS و DPPH از فرمول زیر استفاده شد [۲۶].



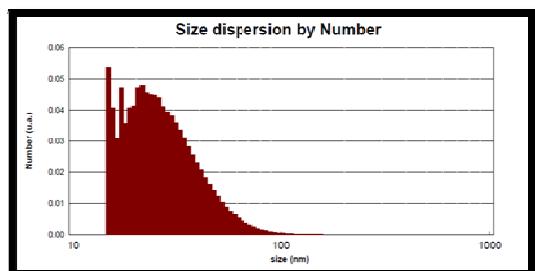
شکل شماره ۱-A: نانوذرات نقره تولید شده با استفاده از عصاره برگ گیاه ریواس، B: عصاره برگ گیاه ریواس

۲- تعیین مشخصات نانوذرات نقره

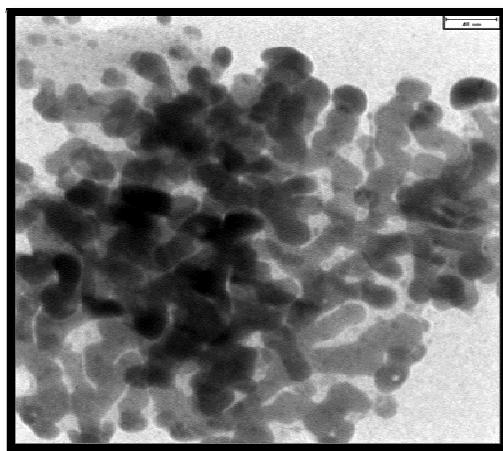
در این بخش با استفاده از روش های سنجش اندازه نانوذرات (Particle size)، تصویربرداری با استفاده از XRD و FT-IR (TEM)، میکروسکوپ الکترونی عبوری (XRD)، ۳۰ میلی لیتر نانوذرات نقره تولید شده به مدت 10 دقیقه با سرعت 15000 rpm در دمای 25 درجه سلسیوس سانتریفیوژ شده، رسوب حاصل در 30 میلی لیتر آب مقطر دیونیزه 3 مرتبه شستشو و خشک شد و مورد آنالیز قرار گرفت. جهت آنالیز با روش طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR) که جهت ارزیابی مولکول ها و گروه های عاملی استفاده می شود. میزان 10 میلی لیتر عصاره برگ گیاه ریواس و 10 میلی لیتر نانوذرات نقره به مدت 10 دقیقه در 6000 rpm سانتریفیوژ شده، پس از خشک شدن مورد آنالیز قرار گرفت. جهت عکس برداری با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری، 5 میلی لیتر عصاره برگ گیاه ریواس به مدت 5 دقیقه با استفاده از دستگاه اوپتراسونیک مخلوط شدند. سپس مقدار مناسب از آنها بر روی فیلم کربنی در مجاورت جریان هوا خشک شد. سپس جهت تصویربرداری استفاده شد. این روش جهت ارزیابی شکل، تعیین اندازه و پراکندگی نانوذرات به کار گرفته شد.

۳- سنجش سمیت سلولی

در این مطالعه از رده سلولی MCF-7 به عنوان رده سرطانی و مدلی جهت بررسی تأثیرات سایتوکسیک نانوذرات فوق بر سلول های سرطان پستان استفاده شد. همچنین رده های سلولی HDF و Huvec به عنوان رده سلولی طبیعی غیر سرطانی



نمودار شماره ۱- نتایج حاصل از نمودار Particle size نشان می- دهد اندازه نانوذرات نقره تولیدشده ۲۸ نانومتر می‌باشد.



شکل شماره ۲- تصاویر به دست آمده از میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) نشان‌دهنده ساختار کروی و پراکنش مناسب نانوذرات نقره تولیدشده می‌باشد.

یافته‌های حاصل از روش پراش اشعه X (XRD) نیز دال بر صحت تولید نانوذرات نقره می‌باشد (شکل شماره ۳). وجود لیگاند های آلی سبب تقویت پایداری نانوذرات نقره تولیدشده است که میزان گسترش نانوذرات تولیدشده را کنترل نموده، در حالی که وجود ترکیبات آلی موجب احیا شدن یون نقره به نانوذرات نقره Ag^{2+} to Ag^0 شده است. یافته‌های روش FT-IR تعاملات بین عصاره برگ ریواس و نیترات نقره را نشان داد. باندهای دارای اندازه‌های مختلف در طول موج‌های گوناگون، تعاملات و گروه‌های عاملی مؤثر در تولید نانوذرات نقره را نشان می‌دهد (شکل شماره ۴). این باندها در 3430 cm^{-1} نشان‌دهنده گروه‌های هیدروکسیل (OH^-), $1715-1065\text{ cm}^{-1}$ مربوط به گروه‌های C=O , C-O , C-N است [۲۸].

$$= \frac{\text{درصد مهار رادیکال}}{\text{DPPH}} \times 100$$

DPPH

- سنجش فعالیت ضدالتهابی

این آزمایش بر روی $30^\circ\pm 5$ عدد موش سوری با وزن 22 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد، نور 12 ساعت روشناختی و 12 ساعت تاریکی) با دسترسی کامل به آب تازه و غذا انجام شد. پس از یک هفته موش‌ها به صورت تصادفی به شش گروه پنج- تایی تقسیم شدند. ۱: گروه کنترل که تزریق بر آن‌ها انجام نشد؛ ۲: گروه کنترل منفی که 30 دقیقه قبل از تزریق زیرجلدی در ناحیه کف پا میزان 50 میکرولیتر کاراژینان و 500 میکرولیتر نرم‌مال سالین به صورت صفاقی به آنان تزریق شد؛ ۳: گروه کنترل مثبت که 60 دقیقه قبل از تزریق کاراژینان 500 میکرولیتر ایندوماتسین به صورت صفاقی دریافت کردند. گروه‌های چهارم، پنجم و ششم 30 دقیقه قبل از تزریق کاراژینان، به ترتیب مقدار 50 , 100 و 150 میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوذرات نقره به صورت صفاقی دریافت کردند. همچنین تمام تزریقات داخل صفاقی در حجم 10 میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن حیوان و تزریق زیرجلدی کف پا طبق تحقیقات قبلی در فاصله زمانی مشخص انجام گرفت [۲۷]. در تمامی مراحل آزمایش اصول اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی مورد توجه قرار گرفت.

- آنالیزهای آماری

جهت انجام آنالیزهای آماری از نرم‌افزار SPSS ویرایش 16 (شیکاگو، ایالات متحده) استفاده شد. میزان $P<0.05$ معنی‌داری در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین گروه‌های مختلف توسط آزمون ANOVA و LSD مورد تحلیل قرار گرفت.

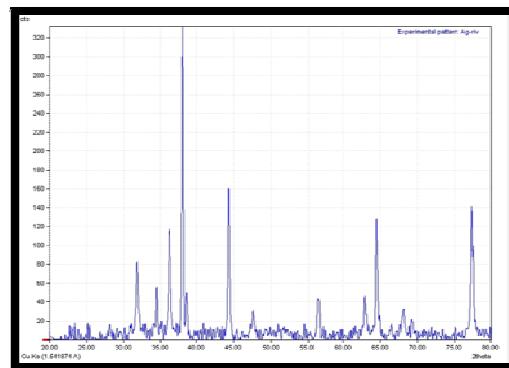
نتایج

۱- مشخصات نانوذرات تولیدشده

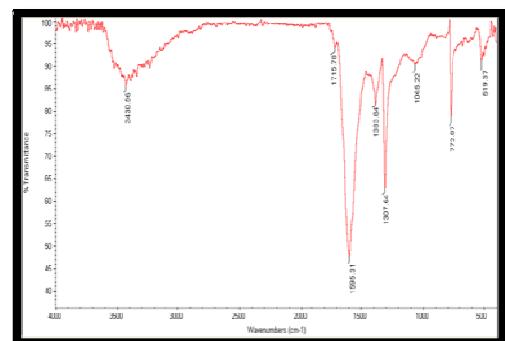
تهییه نانوذرات نقره با استفاده از عصاره برگ‌های گیاه ریواس به روش سبز به انجام رسید. نتایج حاصل از روش اندازه- گیری اندازه (Particle size) نانوذرات تولیدشده نشان داد که اندازه این نانوذرات، 28 نانومتر می‌باشد (نمودار شماره ۱). همچنین تصاویر به دست آمده از روش عکس‌برداری با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبور (TEM) نشان داد شکل نانوذرات تولیدشده کروی بوده، دارای پراکندگی مناسبی می‌باشد (شکل شماره ۲).

۱- سنجش سمیت سلولی

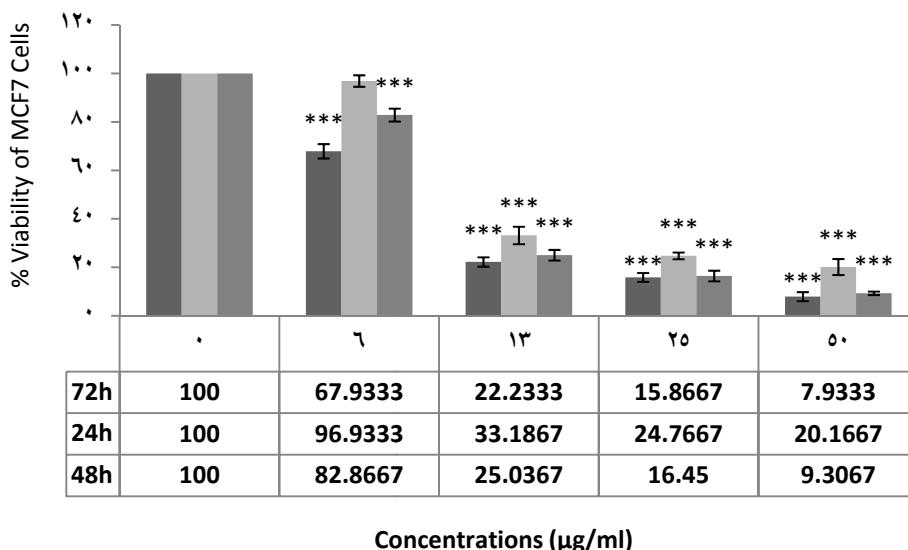
نتایج بدست آمده از آزمون MTT نشان داد نانوذرات نقره تولید شده با عصاره برگ های گیاه ریواس می تواند سبب کاهش معنی دار در تکثیر سلول های رده MCF-7 به صورت وابسته به غلظت و وابسته به زمان شود. غلظت ۵۰ میکرو گرم بر میلی لیتر نانوذرات نقره تولید شده اثرات چشمگیری بر سلول های سرطانی داشته، به نحوی که میزان IC_{50} به دست آمده در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت به ترتیب حدود ۱۰، ۹ و ۸ میکرو گرم بر میلی لیتر است (نمودار شماره ۲). همچنین تأثیر نانوذرات نقره تولید شده بر سلول های فیبروبلاست پوست رده HDF نشان داد این سلول ها به نانوذرات تولید شده مقاوم تر هستند. میزان IC_{50} به دست آمده در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در این سلول ها به ترتیب حدود ۳۰، ۳۰ و ۱۲ میکرو گرم بر میلی لیتر است (نمودار شماره ۳). یافته های Huvec به دست آمده از تأثیر این نانوذرات بر سلول های نرم ال رده HDF به نشان می دهد این سلول ها در مقایسه با سلول های رده HDF به نانوذرات تولید شده حساس تر هستند. این سلول ها با غلظت های ۲۵، ۱۲/۵، ۲۵ و ۶/۲۵ میکرو گرم بر میلی لیتر به مدت ۷۲ ساعت تیمار شدند و میزان IC_{50} به دست آمده به ترتیب حدود ۱۱ و ۱۰ میکرو گرم بر میلی لیتر است (نمودار شماره ۳).



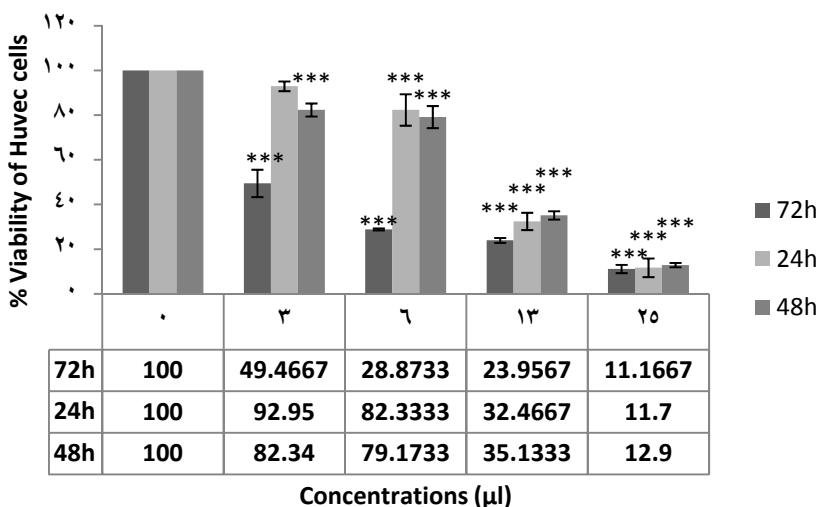
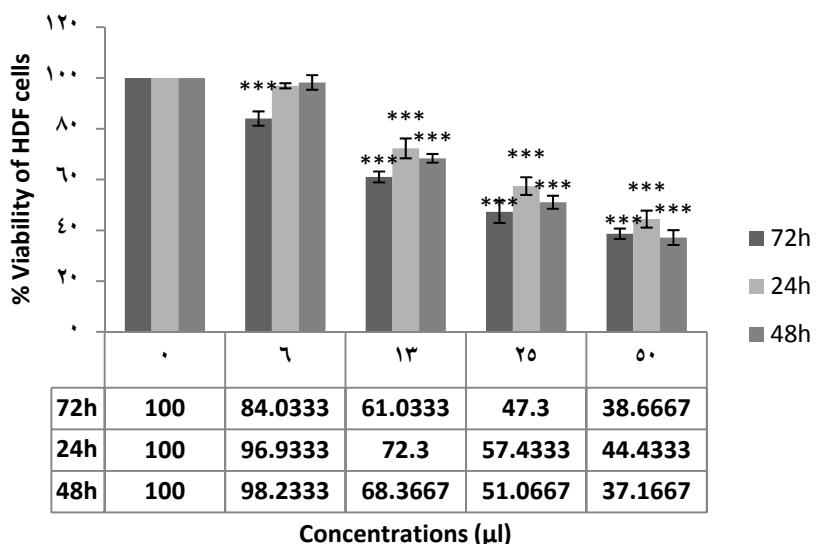
شکل شماره ۲- زاویه پیک های XRD نشان دهنده نوع ترکیبات موجود و تأیید کننده صحت تولید نانوذرات نقره می باشد.



شکل شماره ۴- باندهای ایجاد شده در روش FT-IR تعاملات بین عصاره گیاهی و نیترات نقره و گروه های عاملی زیستی مسؤول تولید نانوذرات را نشان می دهد.



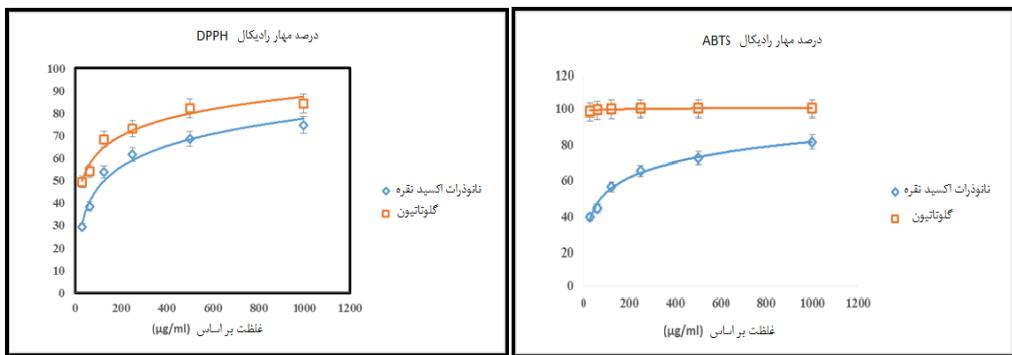
نمودار شماره ۲- نتایج حاصل از آزمون MTT بر سلول های رده MCF-7 که نشان دهنده اثر سایتو توکسیک نانوذرات نقره تولیدی به صورت وابسته به غلظت و وابسته به زمان است. ($P<0.001=***$)



نمودار شماره ۳- ارزیابی سمیت نانوذرات نقره تولیدشده بر رده‌های فیبروبلاست پوست (HDF) و رده Huvec؛ تأثیرات به صورت وابسته به غلظت و وابسته به زمان می‌باشد. ($P<0.001=***$ در مقایسه با غلظت صفر به عنوان کنترل)

ریواس می‌تواند رادیکال‌های فوق را با $\text{IC}_{50}=200 \mu\text{l}$ مهار نماید. فعالیت آنتی اکسیدانی نانوذرات فوق به صورت وابسته به غلظت بوده به طوری که در غلظت ۱ میلی‌مولار از نانوذرات میزان درصد مهار رادیکال ABTS و DPPH به ترتیب برابر با ۸۰ و ۷۵ درصد بود.

۳- سنجش فعالیت آنتی اکسیدانی در این مطالعه به منظور ارزیابی قدرت آنتی اکسیدانی نانوذرات نقره تولیدشده، توان این نانوذرات در مهار رادیکال‌های DPPH و ABTS مورد سنجش قرار گرفتند (نمودار شماره ۴). یافته‌های این آزمایش نشان داد نانوذرات نقره تولیدشده با عصاره برگ

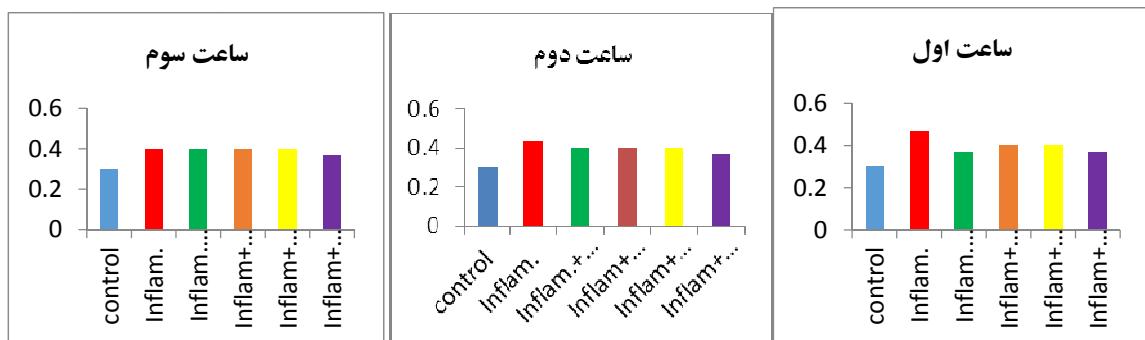


نمودار شماره ۴- ارزیابی قدرت جذب رادیکال‌های DPPH و ABTS توسط نانوذرات نقره در مقایسه با گلوتاتیون به عنوان کنترل

های ما نشان می‌دهد نانوذرات نقره با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش در مدت زمان ۳ ساعت پس از ترزیق بیشترین تأثیر ضدالتهابی را در مقایسه با غلظت‌های کمتر ایجاد نموده است.

۴- سنجش فعالیت ضدالتهابی

ارزیابی قدرت ضدالتهابی نانوذرات نقره تولیدشده با استفاده از عصاره برگ ریواس بر مدل حیوانی نشان داد ترکیب نانوذرات توانسته است میزان التهاب را کاهش دهد (نمودار شماره ۵). یافته-



نمودار شماره ۵- ارزیابی قدرت ضدالتهابی نانوذرات نقره نشان می‌دهد بیشترین قدرت ضدالتهابی مربوط به بیشترین غلظت نانوذرات بوده است.

(کنترل=control، ترکیب التهاب زا=Inflam، ایندوماتاسین=Indo)، غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوذرات نقره = Nano ۰.۵، غلظت ۱۰۰ میلی-

گرم بر کیلوگرم = Nano ۱، غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم = Nano ۱.۵

MCF-7 داشته باشد (IC_{50} 24 hours=10 µg/ml). تأثیر MCF-7 نانوذرات بر سلول‌های نرمال رده HUVEC و HDF نشان داد نانوذرات تولیدی تأثیر سمتی کمتری بر رده‌های نرمال در مقایسه به رده سرتانی دارند. میزان IC_{50} در تیمار ۲۴ ساعته بر رده‌های HDF و HUVEC به ترتیب ۳۰ و ۱۲/۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر می‌باشد که بیشتر از میزان بدست‌آمده در مورد رده سرتانی MCF-7 است. همچنین یافته‌های ما در مدل حیوان آزمایشگاهی نشان داد نانوذرات تولیدشده از خصوصیات ضدالتهابی جهت کاهش التهاب برخوردار هستند. یافته فوق می‌تواند نشان دهد نانوذرات تولیدشده از عصاره برگ‌های گیاه ریواس دارای پتانسیل ضدالتهابی هستند. در مطالعه حاضر از عصاره برگ‌های گیاه ریواس (Rheum ribes. L.) جهت تولید نانوذرات نقره استفاده شد. این عصاره دارای ویتامین‌های A، C و E و مواد معدنی از

بحث

توان آنتی‌اکسیدانی و سمتی نانوذرات نقره تولیدشده به روش سبز از عصاره برگ‌های گیاه ریواس نشان می‌دهد این نانوذرات قادرند از تکثیر سلول‌های سرتانی جلوگیری کرده، در حالی که از ظرفیت مناسب آنتی‌اکسیدانی برخوردار هستند. یافته‌های حاصل از روش‌های سنجش ساختار نانوذرات نقره تولیدی از جمله FT-IR.XRD.Particle size الکترونی (TEM) مشخص نمود نانوذرات تولیدشده از ساختار کروی، اندازه کوچک و پراکنده یکنواختی برخوردار هستند. همچنین، نانوذرات تولیدشده دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالا در مقایسه با ترکیب گلوتاتیون ($IC_{50}=200$ µg/ml) در مهار رادیکال‌های ABTS و DPPH هستند. این نانوذرات می‌توانند در غلظت‌های پایین توان سایتو توکسیک بالایی در مهار سلول‌های رده

مطالعه نشان می‌دهد استفاده از روش سبز در تولید نانوذرات نقره می‌تواند سبب افزایش توان سمیت نانوذرات باشد. عوامل مختلفی در افزایش قدرت سمیت نانوذرات نقش دارند. اندازه کوچک نانوذرات و پراکنش آنها از عوامل مهم در حفظ پایداری نانوذرات است. یافته‌های مطالعه Ellis و همکارانش نشان می‌دهد استفاده از ترکیبات احیاکننده در تولید نانوذرات فلزی سبب کاهش تأثیرات سمی آنها بر محیط زیست می‌شود [۳۵]. این نانوذرات توسط ترکیبات احیاکننده عصاره گیاهی یا بیولوژیک پوشش دار شده و این پوشش سبب پایداری بیشتر نانوذرات و ایجاد شکل کروی می‌شود. شکل کروی ایجاد شده سبب نفوذ سریع‌تر و راحت‌تر نانوذرات به سلول‌های سرطانی می‌شود. در مطالعه ما وجود گروه‌های عاملی (گروه هیدروکسیل و گروه کربونیل) بر سطح نانوذرات نقره توسط نتایج حاصل از روش FT-IR و XRD نشان می‌دهد عمل احیا شدن به درستی صورت پذیرفته است. نانوذرات نقره پس از ورود به درون سلول‌های سرطانی با تغییر تعادل میان اکسیدانها و آنتی اکسیدانها و افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن سبب ایجاد استرس اکسیداتیو و فعال شدن مسیرهای آپوپوتیک در این سلول‌ها می‌شوند. استرس اکسیداتیو به دلیل ناتوانی آنتی اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی سلول در حذف و خشی سازی گونه‌های فعال و رادیکال‌های آزاد روی داده و در بروز بیماری‌های مختلفی نقش دارد [۳۶-۳۸]. استفاده از عصاره‌های گیاهی در تولید نانوذرات نقره به منظور بررسی تأثیر درمانی و آنتی اکسیدانی آن نشان می‌دهد نانوذرات تولید شده از این طریق ظرفیت آنتی اکسیدانی بالایی از خود نشان می‌دهند. در مطالعه Reddy و همکاران، قدرت آنتی اکسیدانی نانوذرات نقره تولید شده با عصاره میوه Piper longum به منظور مهار رادیکال DPPH و آنیون سوپر اکسید مورد ارزیابی قرار گرفت. یافته‌های این مطالعه نشان داد نانوذرات فوق قادرند ۶۵ درصد از رادیکال DPPH را در غلظت‌های ۱۰۰-۶۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر مهار نمایند [۳۹]. نانوذرات تولید شده در مطالعه ما نیز دارای $IC_{50}=200 \mu\text{g/ml}$ برای مهار رادیکال‌های DPPH و ABTS می‌باشد. مشاهدات Ranjitham و همکاران نشان داد نانوذرات تولید شده با عصاره گل کلم قادرند در غلظت‌های ۵۰-۲۵۰ میکروگرم در میلی‌لیتر میزان ۱۵/۹-۶۲/۸ درصد رادیکال‌های DPPH را مهار نماید [۴۰]. گزارشات به دست آمده از مطالعه Kokila و همکارانش نشان داد نانوذرات نقره تولید شده از عصاره پوست موز (Cavendish banana peel) ۷۱ درصد از رادیکال‌های DPPH و درصد از رادیکال‌های ABTS را در غلظت ۲۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر مهار نماید [۳۸]. نانوذرات نقره

جمله: سلنیوم، کلسیم، آهن، پتاسیم، منیزیم، سدیم، روی و فسفر می‌باشد که علاوه بر تأثیرات آنتی اکسیدانی، در بهبود اختلالات متابولیکی، کم خونی و بی‌اشتهای نیز مؤثر است [۲۱، ۲۲، ۲۹، ۳۰]. یکی از مهم‌ترین عرصه‌های بهره‌گیری از نانوذرات تولید شده توسط عصاره‌های گیاهی، استفاده در بخش‌های دارویی و پزشکی جهت مبارزه با سرطان است. علی‌رغم تلاش‌های گسترده جهت پیشگیری و درمان سرطان، این بیماری پس از امراض قلبی-عروقی، بیشترین میزان مرگ‌ومیر را به خود اختصاص داده در حالی که سرطان پستان شایع‌ترین و مهلك‌ترین نوع سرطان در زنان است [۳۱، ۳۲]. تاکنون، مطالعات مختلف به منظور بررسی تأثیر نانوذرات نقره بر سرطان پستان و رده‌های سلولی مرتبط به آن به انجام رسیده است و از عصاره‌های گیاهی مختلف و روش‌های سنتزی مختلف جهت تولید نانوذرات استفاده شده است. در این مطالعات، گونه‌های باکتریایی و جلبک‌های دریایی به کار گرفته شده است. در مطالعه انجام شده توسط Gurunathan و همکاران، جهت سنتز نانوذرات نقره از عصاره باکتری Bacillus funiculus استفاده شد. میزان غلظت مهارکننده ۵۰ درصد (IC_{50}) بر سلول‌های Rde MDA-MB-231 در این مطالعه ۸/۷ $\mu\text{g/ml}$ بود، در حالی که این میزان برای سلول‌های سرطانی Rde HT29 میزان ۲۷ $\mu\text{g/ml}$ بود [۱۶]. در مطالعه ما میزان IC_{50} در تیمارهای ۴۸ و ۷۲ ساعته بر سلول‌های Rde ۱۰ MCF-7 و ۹ $\mu\text{g/ml}$ و برای Rde ۱۱ و ۱۲ $\mu\text{g/ml}$ ۲۵ و ۳۰ HDF و برای Rde ۱۰ $\mu\text{g/ml}$ HUVEC حاصل شد که نشان‌دهنده خصوصیت سمیت وابسته به زمان و واپسی به غلظت نانوذرات نقره می‌باشد. در مطالعه فوق IC_{50} به دست آمده برای سلول سرطانی Rde HT29 بیشتر از میزان به دست آمده در مطالعه ما برای سلول‌های Rde MCF-7 بود. در حالی که میزان IC_{50} برای سلول‌های Rde MDA-MB-231 قربت بیشتری با نتایج به دست آمده در مطالعه ما داشت. این موضوع می‌تواند احتمالاً نشان دهد اثر نانوذرات نقره بر رده‌های سلولی سرطانی پستان بیشتر از رده سلولی سرطان کولون است. به طور کلی یافته‌های هر دو مطالعه نشان‌دهنده اثرات سمیت مشابه نانوذرات نقره بر سلول‌های رده سرطان پستان دارد. مطالعه انجام شده توسط قندهاری و همکارانش نشان داد نانوذرات نقره تولید شده به روش سبز با استفاده از برگ‌های گیاه روناس (*Rubia tinctorum*) می‌تواند در تیمار ۷۲ ساعته تأثیر سایتوکسیک معنی‌داری بر سلول‌های Rde Zanette MDA-MB-231 با میزان $IC_{50} \sim 3 \mu\text{g/ml}$ ایجاد نماید [۳۳]. در مطالعه Zanette و همکارانش، نتایج ارزیابی اثرات سمیت نانوذرات نقره بر کراتینوسیت‌های انسانی میزان $IC_{50}=6.8 \mu\text{m}$ حاصل شد [۳۴]. این

نیازمند مطالعات بیشتر در این زمینه است. نتایج مطالعه ما نشان داد نانوذرات نقره قادرند در غلظت 250 ppm در حجم $0/5 \text{ میلی لیتر}$ اثرات ضدالتهابی مشابه با 20 میلی لیتر ترکیب ایندوماتاسین از خود بروز دهند. علاوه بر این، مشخص شد با افزایش زمان و غلظت نانوذرات نقره، اثرات ضدالتهابی آن افزایش می‌یابد [۴۳]. مطالعات انجام شده در حوزه استفاده از نانوذرات جهت درمان سرطان نشان می‌دهد این روش نتایج امیدوارکننده‌ای در پی دارد. سلول‌های سرطانی به دلیل متابولیسم بالا سبب تولید رادیکال‌های آزاد و گونه‌های مخرب اکسیژن شده در حالی که نانوذرات تولید شده با استفاده از عصاره‌های گیاهی، به دلیل توانایی در مهار رادیکال‌های آزاد و گونه‌های پرانفرزی تأثیر قابل توجهی در روند درمان خواهند داشت [۴۴]. همچنین، تولید نانوذرات با استفاده از عصاره‌های گیاهی موجب تولید نانوذرات با اندازه‌های کوچک و ساختار کروی و پایدار شده که موجب می‌شود به راحتی از غشای سلول‌های سرطانی عبور نموده، با نفوذ به سیتوپلاسم و هسته، اثرات سایتوکسیک و آپوپتویک خود را اعمال نماید [۴۵].

نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های این مطالعه می‌توان نتیجه‌گیری نمود تولید نانوذرات نقره با استفاده از عصاره آبی برگ‌های گیاه ریواس علاوه بر داشتن قدرت بالای آنتی‌اکسیدانی و اثرات سمیت‌علیه سلول‌های رده MCF-7 مرتبط با سرطان پستان، دارای قدرت ضدالتهابی می‌باشد. این اثرات که به صورت واپسیت به غلظت و واپسیت به زمان می‌باشد، می‌تواند زمینه‌ساز استفاده از نانوذرات نقره در عرصه‌های دارویی و پزشکی باشد.

تشکر و قدردانی

نویسنده‌گان این مقاله کمال تشکر و قدردانی خود را از گروه زیست‌شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، جهت تهیه امکانات لازم ابراز می‌نمایند.

References:

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin* 2018; 68(6): 394-424.
- [2] El-Sayed MA. Some interesting properties of metals confined in time and nanometer space of different shapes. *Accounts Chem Res* 2001; 34(4): 257-64.
- [3] Volders JH, Negenborn VL, Spronk PE, Krekel NM, Schoonmade LJ, Meijer S, et al. Breast-conserving surgery following neoadjuvant therapy-a systematic review on surgical outcomes. *Breast Cancer Res Treatment* 2018; 168(1): 1-12.
- [4] Poggio F, Bruzzone M, Ceppi M, Pondé N, La Valle G, Del Mastro L, et al. Platinum-based neoadjuvant chemotherapy in triple-negative breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Ann Oncol* 2018; 29(7): 1497-508.

تولید شده در مطالعه ما دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در مهار رادیکال ABTS و DPPH به ترتیب برابر با 80 و 75 درصد در غلظت 1 میلی مولار بودند. یکی از مهم‌ترین دلایل بالارفتن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نانوذرات، استفاده از عصاره گیاهی در آنان وجود گروه‌های کربونیل و هیدروکسیل است که با دادن هیدروژن و جذب پروتون قادر به خشتمودن رادیکال‌ها و گونه‌های فعال می‌باشند. خصوصیات گوناگون آنتی‌اکسیدانی، سمیت، ضدالتهابی و ضدسرطانی نانوذرات تولید شده با استفاده از عصاره‌های گیاهی به دلیل تأثیرات مختلف این ترکیبات بر مسیرها و مکانیسم‌های مختلف سلولی است. این خصوصیات سبب استفاده‌های کاربردی از این نانوذرات در بخش درمانی شده است. به عنوان مثال، از نانوذرات نقره جهت تولید پانسمان‌های ضدمیکروبی در ترمیم زخم، پارچه‌های پنبه‌ای مقاوم در برابر گونه‌های باکتریایی مختلف گرم منفی و گرم مثبت و تولید کرم استفاده شده است. اثرات ضدالتهابی نانوذرات نقره نیز سبب استفاده از آن در عرصه‌های درمانی شده است. در مطالعه انجام شده توسط Hebeish و همکارانش مشخص شد نانوذرات نقره تولید شده قادرند اثرات ضدالتهابی قابل توجهی در مدل حیوانی نشان دهند. مطالعه انجام شده توسط Trickler و همکارانش نشان می‌دهد نانوذرات نقره قادرند سبب تحریک مسیرهای التهابی شوند. به عبارت دیگر، نتایج این مطالعه مشخص نمود مسیرهای پیام‌رسانی درونسلولی مرتبط با IL1b و TNF-alpha، NF-kb با توجه نانوذرات نقره فعال شده، سبب بروز پاسخ التهابی می‌شوند [۴۱]. در مقابل، نتایج بدست آمده از مطالعه Crisan و همکارانش نشان می‌دهد نانوذرات نقره قادرند اثرات ضدالتهابی در بیماری پزوریازیس از خود بروز دهند. بر اساس یافته‌های این مطالعه نانوذرات نقره قادرند از شدن مسیرهای IL 12، TNF-alpha، CD 68+، NF-kb در پلاک‌های پزوریازیس شوند [۴۲]. نتایج مطالعات مختلف در زمینه ارزیابی خصوصیات التهابی و ضدالتهابی نانوذرات نقره به صورت بحث‌انگیزی متناقض بوده،

- [5] Brown K. Breast cancer chemoprevention: risk-benefit effects of the antioestrogen tamoxifen. *Expert Opinion Drug Safety* 2002; 1(3): 253-67.
- [6] Smith LL, Brown K, Carthew P, Lim CK, Martin EA, Styles J, et al. Chemoprevention of breast cancer by tamoxifen: risks and opportunities. *Critical Reviews Toxicol* 2000; 30(5): 571-94.
- [7] Foldbjerg R, Dang DA, Autrup H. Cytotoxicity and genotoxicity of silver nanoparticles in the human lung cancer cell line, A549. *Arch Toxicol* 2011; 85(7): 743-50.
- [8] Sanpui P, Chattopadhyay A, Ghosh SS. Induction of apoptosis in cancer cells at low silver nanoparticle concentrations using chitosan nanocarrier. *ACS Appl Mater Interfaces* 2011; 3(2): 218-28.
- [9] Chung IM, Park I, Seung-Hyun K, Thiruvengadam M, Rajakumar G. Plant-mediated synthesis of silver nanoparticles: their characteristic properties and therapeutic applications. *Nanoscale Res Lett* 2016; 11(1): 40.
- [10] Sharma H, Mishra PK, Talegaonkar S, Vaidya B. Metal nanoparticles: a theranostic nanotool against cancer. *Drug Discov Today* 2015; 20(9): 1143-51.
- [11] Chen XJ, Zhang XQ, Liu Q, Zhang J, Zhou G. Nanotechnology: a promising method for oral cancer detection and diagnosis. *J Nanobiotechnol* 2018; 16(1): 52.
- [12] Bharathi D, Josebin MD, Vasantharaj S, Bhuvaneshwari V. Biosynthesis of silver nanoparticles using stem bark extracts of *Diospyros montana* and their antioxidant and antibacterial activities. *J Nanostructure Chem* 2018; 8(1): 83-92.
- [13] Kumar P, Yuvakkumar R, Vijayakumar S, Vaseeharan B. Cytotoxicity of phloroglucinol engineered silver (Ag) nanoparticles against MCF-7 breast cancer cell lines. *Materials Chem Physics* 2018; 220: 402-8.
- [14] Falinski MM, Plata DL, Chopra SS, Theis TL, Gilbertson LM, Zimmerman JB. A framework for sustainable nanomaterial selection and design based on performance, hazard, and economic considerations. *Nat Nanotechnol* 2018; 13: 708-14.
- [15] Malik MA, O'Brien P, Revaprasadu N. A simple route to the synthesis of core/shell nanoparticles of chalcogenides. *Chem Materials* 2002; 14(5): 2004-10.
- [16] Gurunathan S, Han JW, Eppakayala V, Jeyaraj M, Kim JH. Cytotoxicity of biologically synthesized silver nanoparticles in MDA-MB-231 human breast cancer cells. *BioMed Res Int* 2013; 2013.
- [17] Turkmen O, Crka M, Suat E. Initial evaluation of a new edible wild rhubarb species (*Rheum ribes L.*) with a modified weighted scaling index method. *Pakistan J Biological Sci* 2005; 8(5): 763-5.
- [18] Fallah Huseini H, Heshmat R, Mohseni F, Jamshidi AH, Alavi S, Ahvazi M, et al. The efficacy of rheum ribes L. stalk extract on lipid profile in hypercholesterolemic type II diabetic patients: a randomized, double-blind, placebo-controlled, clinical trial. *J Medicinal Plants* 2008; 3(27): 92-7.
- [19] Bown D. The Royal Horticultural Society encyclopedia of herbs & their uses: Dorling Kindersley Limited; 1995.
- [20] Naqishbandi AM, Josefson K, Pedersen ME, Jäger AK. Hypoglycemic activity of Iraqi *Rheum ribes* root extract. *Pharmaceutical Biol* 2009; 47(5): -3.
- [21] Ozbek H, Ceylan E, Kara M, Ozgokce F, Koyuncu M. Hypoglycemic effect of *Rheum ribes* roots in alloxan induced diabetic and normal mice. *Scandinavian J Laboratory Animal Sci* 2004; 31(2): 113-5.
- [22] Sayyah M, Boostani H, Pakseresht S, Malayeri A. Efficacy of hydroalcoholic extract of *Rheum ribes* L. in treatment of major depressive disorder. *J Medicinal Plants Res* 2009; 3(8): 573-5.
- [23] Abdelmoteleb A, Valdez-Salas B, Carrillo-Beltran M, Hernandez DD, Gonzalez-Mendoza D. Green synthesis of silver nanoparticles using *Pluchea sericea* a native plants from Baja California, Mexico and their potential application as antimicrobials. *Iran J Sci Technol Transactions A: Sci* 2018; 1-7.
- [24] Wijesinghe W, Jeon YJ, Ramasamy P, Wahid MEA, Vairappan CS. Anticancer activity and mediation of apoptosis in human HL-60 leukaemia cells by edible sea cucumber (*Holothuria edukis*) extract. *Food Chem* 2013; 139(1-4): 326-31.
- [25] Ghorbani P, Hamidialamdar D, Namvar F, Yaghmaei P. Investigating the Antioxidant Properties of Silver Nano Particle (Sumac Fruit) Synthesized by Green Method. *Sci J Ilam Univ Med Sci* 2016; 23(7): 181-9.
- [26] Velammal SP, Devi TA, Amaladhas TP. Antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of silver and gold nanoparticles synthesized using *Plumbago zeylanica* bark. *J Nanostructure Chem* 2016; 6(3): 247-60.
- [27] Pourpak Z, Alebouyeh M, Ahmadiani A. Anti-inflammatory effects of Morphine on Carrageenan induced Hind Paw edema in mice model of acute inflammation. *J Tehran Univ Med Sci* 2002; 60(4): 262-76.
- [28] Falcão L, Araújo ME. Tannins characterization in historic leathers by complementary analytical techniques ATR-FTIR, UV-Vis and chemical tests. *J Cultural Heritage* 2013; 14(6): 499-508.
- [29] Munzuroglu O, Karatas F, Gur N. A study of the levels of vitamins A, E and C and Selenium in Rhubarb (*Rheum ribes L.*). *Turkish J Biol* 2000; 24(3): 397-404.
- [30] Musa Özcan M, Dursun N, Arslan D. Some nutritional properties of *Prangos ferulacea* (L.) and *Rheum ribes* L. stems growing wild in Turkey. *Int J Food Sci Nutrition* 2007; 58(2): 162-7.

- [31] Nazir S, Hussain T, Ayub A, Rashid U, MacRobert AJ. Nanomaterials in combating cancer: therapeutic applications and developments. *Nanomedicine: Nanotechnol Biol Med* 2014; 10(1): 19-34.
- [32] Torre LA, Bray F, Siegel RL, Ferlay J, Lortet-Tieulent J, Jemal A. Global cancer statistics, 2012. *CA: Cancer J Clin* 2015; 65(2): 87-108.
- [33] Ghandehari S, Tabrizi MH, Ardalan P, Neamati A, Shali R. Green synthesis of silver nanoparticles using *Rubia tinctorum* extract and evaluation the anti-cancer properties in vitro. *IET Nanobiotechnol* 2018.
- [34] Zanette C, Pelin M, Crosara M, Adami G, Bovenzi M, Larese FF, et al. Silver nanoparticles exert a long-lasting antiproliferative effect on human keratinocyte HaCaT cell line. *Toxicol Vitro* 2011; 25(5): 1053-60.
- [35] Ellis LJ, Baalousha M, Valsami-Jones E, Lead JR. Seasonal variability of natural water chemistry affects the fate and behaviour of silver nanoparticles. *Chemosphere* 2018; 191: 616-25.
- [36] Moloney JN, Cotter TG, editors. ROS signalling in the biology of cancer. Seminars in cell & developmental biology; 2018: Elsevier.
- [37] Avval FZ, Mahmoudi N, Tirkani AN, Jarahi L, Alamdari DH, Sadjadi SA. Determining Pro-Oxidant Antioxidant Balance (PAB) and Total Antioxidant Capacity (TAC) in Patients with Schizophrenia. *Iran J Psychiatry* 2018; 13(3): 222.
- [38] Pouya VT, Hashemy SI, Shoeibi A, Tirkani AN, Tavallaei S, Avval FZ, et al. Serum Pro-Oxidant-Antioxidant Balance, Advanced Oxidized Protein Products (AOPP) and Protein Carbonyl in Patients With Stroke. *Razavi Int J Med* 2016; 4(2).
- [39] Reddy NJ, Vali DN, Rani M, Rani SS. Evaluation of antioxidant, antibacterial and cytotoxic effects of green synthesized silver nanoparticles by *Piper longum* fruit. *Materials Sci Engineering C* 2014; 34: 115-22.
- [40] Ranjitham AM, Suja R, Caroling G, Tiwari S. In vitro evaluation of antioxidant, antimicrobial, anticancer activities and characterisation of *Brassica oleracea* var. Bortrytis. L synthesized silver nanoparticles. *Int J Pharm Pharm Sci* 2013; 5(4): 239-51.
- [41] Trickler WJ, Lantz SM, Murdock RC, Schrand AM, Robinson BL, Newport GD, et al. Silver nanoparticle induced blood-brain barrier inflammation and increased permeability in primary rat brain microvessel endothelial cells. *Toxicological Sci* 2010; 118(1): 160-70.
- [42] Crisan D, Scharffetter Kochanek K, Crisan M, Schatz S, Hainzl A, Olenic L, Filip A, Schneider LA, Sindrilaru A. Topical silver and gold nanoparticles complexed with Cornus mas suppress inflammation in human psoriasis plaques by inhibiting NF-κB activity. *Experimental Dermatol* 2018; 27(10): 1166-9.
- [43] Hebeish A, El-Rafie M, El-Sheikh M, Seleem AA, El-Naggar ME. Antimicrobial wound dressing and anti-inflammatory efficacy of silver nanoparticles. *Int J Biological Macromolecules* 2014; 65: 509-15.
- [44] Vaidyanathan R, Kalishwaralal K, Gopalram S, Gurunathan S. Retracted: Nanosilver—The burgeoning therapeutic molecule and its green synthesis. Elsevier; 2009.
- [45] Basavaraja S, Balaji S, Lagashetty A, Rajasab A, Venkataraman A. Extracellular biosynthesis of silver nanoparticles using the fungus *Fusarium semitectum*. *Materials Res Bulletin* 2008; 43(5): 1164-70.