NCMBJ
Research article

New Cell Mol Biotech
j.12/46 , 2022

Scan online to view this article

The effect of silver nanoparticles on the viability of normal skin cells (MHFB-1)

Mohamad Hemati [1] ,Zahra Keshtmand[1*], Katayoun Borhani[2].

1.Department of Biology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2.Department of Environment and Food industry Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstrac

Aim and Background: Silver nanoparticles (AgNPs) have been considered by researchers as a very strong inhibitor due to their biological properties and have many applications in prevention and treatment. However, there is little information about the effect of nanoparticles on healthy cells.The aim of this study was to investigate the effect of silver nanoparticles on the viability percentage of normal skin cell line MHFB-1.

Material and methods: In this study, during 24, 48 and 72 hours, different concentrations of silver nanoparticles (1.56, 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50 and 100 µg / ml on MHFB-1 cell line was evaluated by MTT method.Data obtained from the test were statistically analysed using SPSS software, one-way ANOVA, Tukey test and significance level of $P < 0.05$.

Results: Treatment of normal *MHFB-1* cells with different concentrations of silver nanoparticles after 24, 48 and 72 hours by MTT method showed a significant reduction in the viability of cells at concentrations of 25, 50 and 100 µg /ml.

Conclusion: Conclusion: The results of this study showed a dose-dependent inhibitory effect of silver nanoparticles on normal skin cell line (MHFB-1).

Keywords: Silver nanoparticles,Viability, assay ,Normal skin cells line, Iau Science.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2025-12-09]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1401.12.46.5.0]

Corresponding author:
Department of Biology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Email: Zkeshtmand2001@gmail.com

مجله تازه های بیوتکنولوژی سلولی مولکولی
دوره ۱۲ - شماره۴۶ - بهار ۱۴۰۱
NCMBJ
مقاله پژوهشی

برای مشاهده این مقاله به صورت آنلاین اسکن کنید

تأثیر نانوذرات نقره بر زنده مانی سلول‌های نرمال پوست (*MHFB-1*)

محمد همتی[1]، زهرا کشتمند*[1]، کتایون برهانی[3]

۱.گروه زیست شناسی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲.گروه مهندسی محیط زیست و صنایع غذایی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

سابقه و هدف: نانوذرات نقره (AgNPs) به‌واسطه اندازه کوانتومی خود خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به‌فردی دارند که منجر به طیف گسترده‌ای از کاربردهای زیست پزشکی قابل توجه می‌گردد. با این وجود اطلاعات اندکی در رابطه با تأثیر نانوذرات بر سلول‌های سالم وجود دارد. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر نانوذرات‌نقره بر درصد زنده مانی رده سلول نرمال پوست *MHFB-1* انجام‌گرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، در طی۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت، غلظت‌های مختلف نانوذرات‌نقره (۱/۵۶، ۳/۱۲۵، ۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰ و۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) بر رده سلولی *MHFB-1* با روش MTT بررسی شد. داده‌های حاصل از تست مذکور با استفاده از نرم‌افزار SPSS،آزمون .واریانس یک‌طرفه، تست توکی و سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج:تیمار سلول‌های نرمال *MHFB-1* با غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره بعداز ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت با روش MTT، کاهش معنی‌دار بقاء سلول‌ها را در غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر را نشان داد.

نتیجه‌گیری: نتایج این بررسی تأثیر مهاری وابسته‌به دوز نانوذرات نقره بر رده سلول نرمال پوست (*MHFB-1*) را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: نانوذرات نقره، زنده‌مانی، روش رنگ‌سنجی سمیت سلولی (MTT)، رده سلول نرمال پوست. Iau . Science

مقدمه

منحصر به‌فرد بودن خواص فیزیکی نانوذرات فلزی، آن‌ها را به‌عنوان کاندیدای مورد توجه برای رساندن بسیاری از بیومولکول‌های بزرگ و کوچک دارویی معرفی‌کرده است (۱). این نانوذرات طی سالیان گذشته به‌دلیل ویژگی‌های خاص از قبیل رسانایی مناسب (۲) خواص ضد میکروبی (۳)، درمان بیماری‌های مختلف، زخم‌ها و التیام سوختگی‌های شدید (۴) به‌عنوان محصولی مهم در نانوتکنولوژی مورد استفاده قرار داده است، از این رو سنتز نانوذرات نقره با روش‌های مختلفی از جمله فیزیکی، شیمیایی انجام می‌شود (۳).

امروزه یکی از اهداف علوم پزشکی در استفاده از نانوذرات، ترمیم زخم در زمان کوتاه بدون عوارض جانبی است(۵) و از میان نانوذرات مختلف نقره سال‌ها است که برای پیشگیری و درمان انواع بیماری‌ها استفاده می‌شود (۶). علاوه‌بر خواص ضدمیکروبی شناخته‌شده آن‌ها، برخی مطالعه‌های خواص ترمیمی نقره را گزارش‌کرده‌اند (۷). از سویی نقره به‌عنوان قوی‌ترین ماده ضدعفونی‌کننده در دسترس دارای سمیت کمی نسبت‌به بافت پستانداران بوده و تحت شرایط سیستم فیزیولوژی بدن به یون نقره تغییر پیدا می‌کند(۸).

در قرن نوزدهم استفاده از نیترات نقره برای درمان سوختگی رواج داشت اما با معرفی آنتی‌بیوتیک‌ها استفاده

نویسنده مسئول:
گروه زیست شناسی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
پست الکترونیکی: Zkeshtmand2001@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۲۲

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2025-12-09]
[DOR: 20.1001.1.22285458.1401.12.46.5.0]

از آن کاهش یافت (۷). امروزه با توجه‌به مقاومت باکتری-های مختلف به انواع آنتی‌بیوتیک‌ها و پیشرفت نانو-بیوتکنولوژی استفاده مجدد از نانوذرات نقره مورد توجه قرار گرفته است، ورود پانسمان‌های حاوی نقره به بازار، عرضه بانداژهای آغشته به نقره با فعالیت ضدباکتریایی گرم مثبت و منفی و یا کرم حاوی سولفادیازین نقره از جمله مثال‌های استفاده مجدد از نقره در دنیای پزشکی است (۹).

از جمله مکانیسم‌های پیشنهادی اثر ضدباکتریایی نقره، توقف فعالیت آنزیم‌های زنجیره تنفسی و درنهایت تولید ATP، جلوگیری از همانندسازیDNA، آسیب به غشاء و تولید گونه‌های اکسیژن آزاد است (۱۱،۱۰).

از آنجا که در حال حاضر نقره و ترکیب‌های آن به‌عنوان یک راه حل مناسب برای درمان عفونت درسوختگی‌ها، زخم‌های باز و زخم‌های مزمن‌کاربرد دارد و هم‌چنین بعد از جذب، در بافت‌های مختلف توزیع می‌شوند از این‌رو بررسی سمیت آن بعد از جذب در بافت‌ها و سلول‌های مختلف نیاز به مطالعه بیش‌تر دارد.

با پیشرفت وگسترش فناوری نانو، نانوذرات‌نقره به‌دلیل کاربردهای فراوان در زمینه‌های مختلف جهت تولید و استفاده مورد استقبال قرار گرفته‌اند اما، علیرغم کاربردهای درمانی نانوذرات نقره، ممکن است خطرات و عوارض جانبی پیش‌بینی نشده‌ای برای سلامتی انسان داشته باشند؛ لذا با افزایش توجه‌به سمیت بالقوه آن‌ها و با توجه‌به این‌که مطالعه‌ها نشان داده‌اند که تأثیر نانوذرات نقره با ا فزایش وقوع استرس اکسیداتیو در سلول‌های در معرض قرار گرفته همراه است (۱۲) اما از آنجا که اطلاعات کمی درباره سمیت این مواد برسلول‌های نرمال وجود دارد، در این مطالعه برای اولین بار اثرغلظت‌های مختلف نانوذرات نقره بر قدرت زنده‌مانی سلول‌های نرمال پوست *MHFB-1* بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

تهیه رده سلولی کشت:

در این مطالعه تجربی، رده سلولی*MHFB-1* از بانک سلولی انستیتوپاستور ایران تهیه گردید. سلول‌های این رده سلولی در محیط کشت.۱۶۴ RPMI (Roswell Park Memorial Institute)، غنی شده با ۱۰ درصد سرم جنین گاوی (FBS:Fetal Bovine Serum)، پنی-سیلین۱۰۰ واحد بر میلی‌لیتر واستریتومایسین ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر(گیبکو، آمریکا) در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد با فشار ۵ درصد دی‌اکسید کربن و میزان رطوبت ۸۰ درصد در انکوباتور (ممرت،آلمان) کشت‌داده شدند (۱۳).

تهیه نانوذرات نقره و تیمار رده سلولی*MHFB-1*

نانو ذرات نقره با ابعاد زیر۱۰۰ نانومتر، با خلوص ۹۹ درصد از شرکت پیشگامان نانو مواد ایرانیان (مشهد) خریداری شد. رده سلولی*MHFB-1* به گروه‌های کنترل و گروه‌های تحت تأثیرغلظت‌های مختلف نانو ذرات نقره تقسیم‌بندی شدند.

اثر نانوذرات نقره بر قدرت زنده‌مانی رده سلولی *MHFB-1*

برای انجام آزمایش، حجم۱۰۰ میکرولیتر محیط کشت حاوی سلول MHFB-1 (حدود ۱۰۰۰۰ سلول) به هر چاهک پلیت ۹۶ خانه‌ای (SPL،کره) اضافه‌شده و انکوباسیون با غلظت‌های مختلف ۱/۵۶، ۳/۱۲۵، ۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر از نانوذرات نقره تجاری طی ۴۸،۲۴و ۷۲ ساعت در محیط کشت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۹۸ درصد و فشار دی‌اکسیدکربن ۵٪ در چاهک‌های پلیت ۹۶ خانه، روی سلول‌ها انجام شد (۱۴).

بعد از ۲۴ ساعت، به‌منظور بررسی اثر نانوذرات نقره تجاری بر قدرت زنده‌ماندن سلول‌های نرمال از کیت MTT (سیگما، آلمان) استفاده‌گردید. در ادامه، به هر خانه پلیت، ۱۰۰میکرولیتر رنگMTT، با غلظت ۰/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر اضافه و به‌مدت چهار ساعت در انکوباتور دارای CO_2 و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. پس از گذشت مدت زمان مورد نظر، محیط-کشت حاوی MTT به دقت خارج شده و به هر خانه پلیت، جهت حل نمودن کریستال‌های فرمازان ارغوانی رنگ، حجم ۲۰۰ میکرولیتر دی متیل‌سولفوکساید (DMSO) (مرک،آلمان) اضافه گردید. بعد از گذشت۳۰ دقیقه انکوباسیون، جذب نوری هر چاهک با دستگاه الایزا (cetoiB،آمریکا) در طول موج۵۷۰ نانومتر خوانده شد (۱۵).

تست MTT در این مطالعه در سه تکرار انجام و در نهایت درصد زنده‌مانی سلول‌ها از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{درصد میزان بقای سلول} = \frac{\text{میزان جذب نوری حاصل تیماراز هر غلظت}}{\text{جذب نوری کنترل}} \times 100$$

MTT (۴،۵،۳ دی متیل تیازول) ۲، ۵ دی فنیل بروماید تترازولیوم)، یکی از روش‌های رنگ سنجی و

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2025-12-09]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1401.12.46.5.0]

آزمایش متداول برای بررسی میزان سمیت مواد بر حیات سلول است، که با سنجش قدرت احیاء رنگ تترازولیوم توسط آنزیم‌های سلولی و تبدیل آن به بلورهای فورمازان با رنگ بنفش مورد بررسی‌قرار می‌گیرد. در نتیجه فرآیند احیا، بلورهای بنفش رنگ فورمازون تشکیل می‌شود، سپس این بلورها در حلال مناسب حل شده و به‌وسیله روش‌های اسپکتروفوتومتری مقدار سنجی می‌شود. مقدار بلور فورمازون ایجاد شده می‌تواند نشان‌دهنده درصد سلول‌های زنده باشد(۱۶).

آنالیز آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل اطلاعات به‌دست آمده، با استفاده از نرم-افزار SPSS با ورژن ۱۹ (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) و آزمون آماری واریانس یک‌طرفه صورت گرفت. نتایج براساس انحراف معیار ± میانگین واختلاف معنادار بین گروه‌ها P< ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. هم‌چنین توزیع طبیعی داده‌ها توسط آزمون‌کولوموگروف-اسمیرنوف صورت گرفته است(P> ۰/۰۵).

یافته‌ها

غلظت‌های مختلف ۱/۵۶،۳/۱۲۵، ۵/۲۵، ۱۲/۶، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میکروگرم برمیلی‌لیترنانوذرات نقره با استفاده از تست MTT طی مدت ۴۸، ۲۴ و۷۲ ساعت برسلول‌های نرمال رده سلول MHFB-1 انجام‌شد.

در غلظت‌های۵۰، ۲۵ و ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر کاهش معنی‌دار بقای سلولی نسبت‌به گروه کنترل مشاهده شد. چنان‌چه در نمودار ۱ نشان داده شده‌است، کاهش‌درصدزنده‌ماندن سلول‌های نرمال سلول MHFB-1 وابسته‌به غلظت نانوذرات نقره، است. براساس نتایج حاصل در هر سه مدت زمان ۴۸،۲۴ و ۷۲ ساعت، نانوذرات نقره با غلظت ۲۵ میکروگرم برمیلی‌لیترکم‌ترین (P<۰/۰۵) و غلظت۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر، بیش‌ترین مهار بقای سلولی را در مقایسه با گروه کنترل را به‌صورت معنادار نشان داد (P<۰/۰۰۱).

بحث

در این مطالعه برای اولین بار تأثیر غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره تجاری بر قدرت زنده‌مانی رده‌سلولی MHFB-1 مورد بررسی قرار گرفت. تیمار رده‌سلولی نرمال *MHFB-1* با غلظت‌های مختلف ۱/۵۶،۳/۱۲۵، ۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر نانوذرات نقره با استفاده از تست MTT طی مدت ۴۸،۲۴ و ۷۲ ساعت انجام شد. در غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میکروگرم برمیلی‌لیتر کاهش معنی‌دار زنده‌مانی سلول‌های تیمارشده در مقایسه با گروه کنترل نشان‌داده‌شد. نانوذرات نقره در غلظت۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر بیش-ترین تأثیر را بر درصد بقا سلول‌ها داشته و نسبت‌به گروه کنترل نتایج معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۰۱). کم-ترین میزان کشندگی معنادار سلول‌های تیمارشده با نانوذرات نقره، در غلظت ۲۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر نشان داده شد.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد نانوذرات نقرات به‌صورت وابسته‌به غلظت، درصد زنده‌زمانی را در سلول-های نرمال پوست MHFB-1 کاهش می‌دهند.

گسترش و پیشرفت‌های حاصل از علم نانوتکنولوژی، بستر مناسبی را برای کشف اثر درمانی نانوذرات فلزی فراهم کرده است. اعتقاد بر این است که نانوذرات فلزی به‌دلیل اندازه کوچک، نسبت سطح به حجم بالایی دارد که باعث تماس بیش‌تر با محیط و در نتیجه تأثیر ضد میکروبی و درمانی بیش‌تر خواهد داشت (۱۷،۱۸)

هم‌چنین گزارش شده است که نانوذرات نقره می‌تواند در اندام‌های مختلف در شرایط آزمایشگاهی و هم‌چنین در مدل‌های جانوری پستانداران در محیط زنده سمیت ایجاد نمایند (۱۹) و سبب ایجاد آسیب در اندام‌ها و سلول‌ها گردد (۲۰) که نتایج حاصل از این مطالعه نیز تأثیر نانوذرات نقره بر کاهش درصد زنده‌مانی سلول‌های نرمال پوست (MHFB-1) را نشان داد که همسو با نتایج قبلی بود.

بر اساس مطالعه‌های صورت‌گرفته، نانوذرات نقره می‌تواند سبب آسیب غشاء سلولی (۲۱)، نکروز سلولی (۲۲)،کاهش عملکرد میتوکندری (۲۳) و کاهش بقاء سلول (۲۴) گردد. نانوذرات با وارد شدن به میتوکندری (۲۵) و با تولید گونه‌های اکسیژنی فعال (ROS) هم در محیط زنده و هم در شرایط آزمایشگاهی و نیز تولید رادیکال‌های آزاد می-توانند سبب آسیب درون سلولی شوند (۲۶،۲۷).

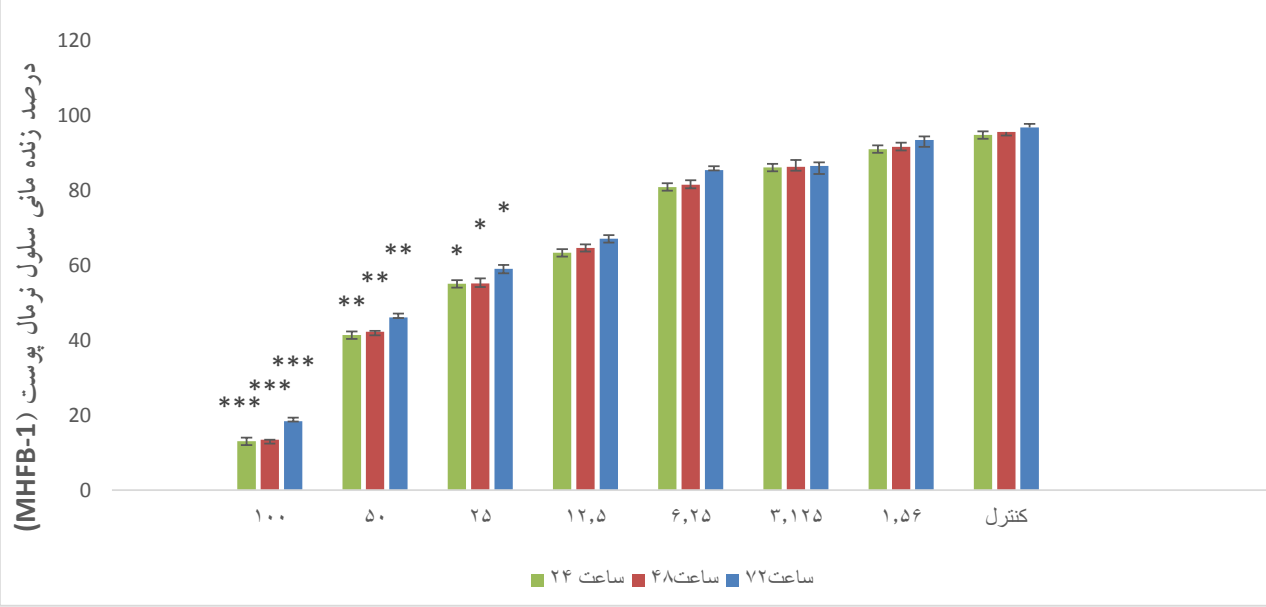
Kim و همکاران براساس نتایج حاصل از کار خود در سال ۲۰۱۱ گزارش دادند که سمیت سلولی القاء شده توسط نانوذرات نقره به‌دلیل استرس اکسیداتیو حاصل از این یون‌ها است که با تجمع در سیتوپلاسم و هسته سلول‌ها منجر به تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود (۲۸).

پژوهش‌های گذشته نشان‌می‌دهد، اثرات مهاری نانوذرات زیستی و تجاری در رده سلول سرطانی و نرمال قابل

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2025-12-09]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1401.12.46.5.0]

مشاهده بوده اما درصد کاهش زنده‌مانی درسلول‌های سرطانی در مقایسه با نرمال بیش‌تر است (۳۱-۲۹).



نمودار ۱. مقایسه غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره بر درصد زیست مانی رده سلولی نرمال پوست (*MHFB-1*) در مدت زمانه‌ای مختلف۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت.

مقادیر براساس خطای انحراف ± میانگین معیار بیان شد.

علامت * P<۰/۰۵ در مقایسه با گروه با کنترل.

علامت** P<۰/۰۱ در مقایسه با گروه با کنترل.

علامت*** P<۰/۰۰۱ در مقایسه با گروه با کنترل.

در سال ۲۰۱۶ تأثیر نانوذرات نقره بر رده سلول نرمال فیبروبلاست (P4) توسط *Vieria* و همکارن گزارش داده شد (۲۹).

هم‌چنین نتایج پژوهش‌های Salehzadeh و همکاران تأثیر وابسته‌به غلظت نانوذرات نقره سنتزشده از جلبک قرمز *L.caspica* بر رده‌های سلول سرطانی MRC-5 و نرمالTD47 را نشان داد (۱۶).

در مطالعه Devi و همکارانش پس از سنتز نانوذرات نقره از طریق احیای گیاهی *Lactuca Ulva* با اندازه بین ۲۰ تا ۵۶ نانومتر، اثرات ضدسرطانی آن روی رده‌های‌سلولی سرطانی‌کبد (HepG-2)، پستان (MCF-7)، کولون (HT29) و سلول نرمال Vero گزارش داده شد (۳۰) که در این پژوهش نیز، تأثیر نانوذرات نقره بر رده سلول نرمال پوست (MHFB-1) همسو با مطالعه‌های پیشین بود.

نتایج بررسی‌ها نشان‌داده است که تأثیر نانوذرات بر سلول‌های ناسالم در مقایسه با سلول سالم بیش‌تر بوده که به‌احتمال به‌دلیل تغییرات ایجاد شده در ظاهر سلول‌های سرطانی در مقایسه با سلول‌سالم است (۳۱). به‌دلیل افزایش اندازه منافذ در غشای سلول‌های سرطانی در مقایسه با سلول‌های سالم، ورود نانوذرات به داخل سلول-های سرطانی با سهولت بیش‌تری انجام‌گرفته، این تغییرها، بستر مناسب برای تأثیرگذاری بیش‌تر نانوذرات نقره بر سلول‌های ناسالم نسبت‌به سلول‌های سالم را فراهم‌می‌کند (۳۲).

هم‌چنین، با توجه‌به این‌که در سلول‌های سرطانی نسبت‌به سلول‌های طبیعی، فرآیند تنفس‌سلولی میتوکندریایی دارای فعالیت بیش‌تر است، و از سوی دیگر، نانوذرات نقره از طریق تأثیر بر این مسیر نیز عمل می‌کنند؛ بنابراین، شرایط تأثیرگذاری بیش‌تر نانوذرات نقره بر سلول‌های غیرطبیعی، در مقایسه با سلول سالم فراهم می‌شود. به-طور کلی القاء مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی یکی از مکانیسم‌های مورد توجه در حوزه نانو به‌شمار می-رود. مسیر مرگ سلولی می‌تواند شامل فعال‌سازی رویدادهای پروآپوپتوتیک اندامک میتوکندری در سلول باشد که با آزادسازی سیتوکروم c آغاز می‌شود. علاوه-بر این اثرات نانوذرات نقره در افزایش بیان ژن پروتئاز کاسپاز ۳ در سلول‌های سرطانی و القاء مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی در مطالعه‌های مختلف نشان داده شده‌است (۳۳).

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2025-12-09]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1401.12.46.5.0]

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان‌می‌دهد، تاثیر غلظت‌های مختلف نانوذرات‌نقره مورد مطالعه بر زنده‌مانی رده‌سلول نرمال پوست (*MHFB-1*) وابسته‌به غلظت است. از این‌رو به‌نظر می‌رسد توجه‌به غلظت‌های نانوذرات، به‌خصوص در حوزه درمان، تحویل‌دارو، تأثیرگذاری بر سلول بیمار و سمی نبودن آن بر سلول‌های نرمال در معرض، دارای اهمیت است. اگرچه نتایج این پژوهش نیازمند بررسی‌های دقیق-تر، تست‌های تکمیلی بیش‌تر و مطالعه‌های In vivo و in vitro است.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل بخشی ازپایان‌نامـه دانـشجویی در مقطع کارشناسی ارشد با کـد پایان‌نامه ۱۰۱۳۰۵۶۰۹۷۲۰۰۳ است که با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهـران مرکزی اجـرا شده است

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2025-12-09]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1401.12.46.5.0]

منابع

1. Abbai R, Mathiyalagan R, Markus J, Kim YJ,Wang C, Singh P, Ahn S, El-Agmy Farh M, Yang DC, Green synthesis of multifunctional silver andgold nanoparticles from the oriental herbal adaptogen: Siberian ginseng. Int J Nanomed 2016;11: 3131–143.

2. Wan G, Ruan I, Yin Y, Yang T, Ge M, Cheng X, Effects of silver nanoparticles in combination with antibiotics on the resistant bacteria Acinetobacter baumannii, Int J Nanomedicine 2016;11: 3789–3800.

3. Faraha MA, Alib MA, Chen SM, Li Y, Al-Hemaid FM, Abou-Tarboush FM, et al. Silver nanoparticles synthesized from Adenium obesum leaf extract induced DNA damage, apoptosis and autophagy via generation of reactive oxygen species. Colloids Surf B Biointerfaces 2016; 141:158–69.

4. Huang L, Dai T, Xuan Y, Tegos GP, Hamblin MR. Synergistic combination of chitosan acetate with nanoparticle silver as a topical antimicrobial:efficacy against bacterial burn infections. Antimicrob Agents Chemother 2011; 55(7): 3432–38.

5. Mohammed AE, Al-Qahtani A, Al-Mutairi A, Al-Shamri B, Aabed KF. Antibacterial and cytotoxic potential of biosynthesized silver nanoparticles by some plant extracts. Nanomaterials (Basel).; 2018; 8(6):36-42.

6. Rojas K, Stuckey A. Breast cancer epidemiology and risk factors. Clin Obstet Gynecol.2016; 59(4):651-72.

7. Tian J, Wong KK, Ho CM, Lok CN, Yu WY, Che CM, et al. Topical delivery of silver nanoparticles promotes wound healing. Chem Med Chem. 2007; 2(1): 129-36.

8. Wright JB, Lam K, Buret AG, Olson ME, Burrell RE. Early healing events in a porcine model of contaminated wounds: effects of nanocrystalline silver on matrix metallo proteinases,cell apoptosis, and healing. Wound Repair Regen. 2002; 10(3): 141-51

9. Sundaramoorthi C, Devarasu S. Antimicrobial and wound healing activity of silver nanoparticles. international journal of pharmaceutical research and development. Int J Pharm Res Develop. 2011; 2(12): 69-75.

10. Ge L, Li Q, Wang M, Ouyang J, Li X, XingMM. Nanosilver particles in medical applications:synthesis, performance, and toxicity. Int J Nanomed; 2014; 9(1):2399-407.

11. Zhang XF, Liu ZG, Shen W, Gurunathan S.Silver nanoparticles: synthesis, characterization,properties, applications, and therapeutic approaches.Int J Mol Sci.2016; 17(9).

12. Jeng HA, Swanson J. Toxicity of metal oxide nanoparticles in mammalian cells. J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 2006; 41(12): 2699-711.

13. Salehzadeh A, Sadatshandiz A ,Sadatnaeemi A..Cytotoxicity Effect of Biosynthesized Silver Nanoparticles Using Macro Algae Laurencia caspica Extract against Breast Cancer T47D Cell Line. SJIMU.2018;26(1): 52-61. [In Persian]

14. Dastgir Y , Keshtmand Z, Borhan K .The Effect of Silver Nanoparticles on the Viability of Lung Fibroblast Cell Line (MRC-5). ASCIJ. 2020; 13(2): 21-27.

15. Faraha MA, Alib MA, Chen SM, Li Y,Hemaid FM, Aboutarboush FM., et al., 2016.Silver nanoparticles synthesized from Adenium obesum leaf extract induced DNA damage apoptosis and

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2025-12-09]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1401.12.46.5.0]

autophagy via generation of reactive oxygen species. Colloids and Surfacce B: Biointerfaces . 141;158-69.

16. Salehzadeh A, Sadat Shandiz A, Naeemi AS.Cytotoxicity effectiveness of biosynthesized silver nanoparticles on breast cancer T47D cell line, using macro algae Laurencia caspica extract. Sci J Ilam Uni Med Sci. 2018;26(1):52-61.

17.Liu JJ, Lin M, Yu JY, Liu B, Bao JK. Targeting apoptotic and autophagic pathways for cancer therapeutics. Cancer Lett. 2011;300(2):105-14.

18. Sánchez-Moreno P, de Vicente J, Nardecchia S, Marchal JA, Boulaiz H. Thermo-Sensitive Nanomaterials: recent advance in synthesis an biomedical applications. Nanomaterials (Basel). 2018; 8(11):10-16.

19. Pronk MEJ, Wijnhoven SWP, Bleeker EAJ, Heugens EHW, Peijnenburg WJGM, Luttik R,et al. Nanomaterials under REACH. Nanosilver as a case study. RIVM report. 2009.

20. Patra JK,Baek KH. Biosynthesis of silver nanoparticles using aqueous extract of silky hairs of corn and investigation of its antibacterial and anticandidal synergistic activity and antioxidant potential. IET Nanobiotechnol. 2016;10(5):326-33.

21.Song XL, Li B, Xu K, Lu J , Ju W, Wang J , Liu X D, et al. Cytotoxicity of water-soluble mPEG-SH-coated silver nanoparticles in HL-7702 cells. Cell Biol Toxicol .2012; 28: 225-37.

22. Ahmadi F, Branch S. Impact of different levels of silver nanoparticles (Ag-NPs) on performance, oxidative enzymes, and blood parameters in broiler chicks. Pak Vet J. 2012;32: 325-28.

23. Hussain SM, Hess KL, Gearhart JM, Geiss KT , Schlager JJ. In vitro toxicity of nanoparticles in BRL 3A rat liver cells. Toxicol in Vitro .2005; 19: 975-83.

24. Korani M , Rezayat SM , Gilan K i, Arbabi Bidgoli S , Adeli S .Acute and subchronic dermal toxicity of nanosilver in guinea pig.Int J Nanomedicine. 2011; 6:855-62.

25. Li N, Sioutas C,Cho A , Debra S , Chandan M, Joan S,et al. Ultrafine particulate pollutants induce oxidative stress and mitochondrial damage. Environ Health Perspect .2003; 111: 455-60.

26. Oberdörster E. Manufactured nanomaterials (fullerenes, C60) induce oxidative stress in the brain of juvenile largemouth bass. Environ Health Perspect .2004; 112: 1058-062.

27. Rastogi ID. Nanotechnology: safety paradigms. J Toxi-col Environ Health 2012; 4:1-12

28. Kim S,Choi JE,Choi J,Chung KH,Park K, Yij J, et al. Oxidative Stress-Dependent Toxicity of Silver NanoparticlesIn Human Hepatoma Cells. Toxicol In Vitro.2009; 23(6):1076-084.

29. Vieira AP, Stein EM, Andreguetti DX,Colepicolo P,Ferreira AMC.Preparation of silver nanoparticles usingaqueous extracts of the red algae Laurencia oldingensis and Laurenciella sp. and theircytotoxic-activities.J.Appl.Phycol. 2016;28(4): 2615-622.

30. Devi JS, Bhimba BV .Anticancer Activity of Silver Nanoparticles Synthesized by the Seaweed Ulva lactuca Invitro. Sci Rep 2012;1(4)242-47.

31. Rashmezad MA,Ali-Asgary E,Tafvizi F,Shandiz SA,Mirzaie A. Comparative study on cytotoxicity effect of biological and commercial synthesized nanosilver on human gastric carcinoma and normal lung fibroblast cell lines. *TUMS.2015;72* (12):799-07. [In Persian]

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2025-12-09]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1401.12.46.5.0]

32. Koyyati R,Nagati V,Ramchander M,Manthurpafigya P. Biological synthesis of silver nanoparticles using Raphanus sativus var. *Longipinnatus* leaf extract and evalution of their antioxidant and antibacterial activity. IJPSM *.2013; 3(4): 89-100.*

33. Zhu B, Li Y, Lin Zh, Zhao M, Xu T, Wang Ch, et al. Silver nanoparticles induce HePG-2 cells apoptosis through ROS-mediated signaling pathways. Nanoscale Res Lett.2016; 11:198-206.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2025-12-09]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1401.12.46.5.0]

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2025-12-09]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1401.12.46.5.0]