

## آپوتوز متعاقب تجویز نانو ذره آرسنیت سدیم و آرسنیت سدیم معمولی در سلول های کبدی موش صحرایی

حسین نجف زاده<sup>(PhD)\*۱</sup>، محسن رضایی<sup>(PhD)۲</sup>، علی اشرفی<sup>(PhD)۳</sup>، آذین صمیمی<sup>(DVM)۴</sup>

۱- گروه فارماکولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- گروه سم شناسی دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

۳- گروه مهندسی مواد، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۴- دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز

دریافت: ۹۲/۷/۲۳، اصلاح: ۹۲/۱۰/۱۵، پذیرش: ۹۳/۲/۲۴

### خلاصه

**سابقه و هدف:** آرسنیک سر دسته سموم، شبه فلزی سرطان‌زا است که به عنوان یک سم محیطی در نظر گرفته می شود. آسیب میتوکندری، افزایش گونه‌های فعال اکسیژن، القای مرگ برنامه ریزی شده سلول و کمک به برنامه مناسب در مقابله با برخی حالات تکثیری از جمله مکانیسم‌های آرسنیک هستند. از آنجایی که آرسنیک یک سم مهم و از طرفی یک داروی ضد تومور محسوب می شود، در این مطالعه به منظور مقایسه وقوع آپوتوز ناشی از نانو ذرات آرسنیک که به شیوه جدید طراحی شده و با حالت معمول آن انجام گردید تا مشخص شود کوچکتر شدن ذرات آرسنیک در مقیاس نانو چه تاثیری بر وضعیت آپوتوز در مدل سلول های تازه دارند.

**مواد و روشها:** در این مطالعه تجربی سلول‌های تازه کبد از ۳۰ سر موش صحرایی نژاد ویستار با محدوده وزنی ۱۸۰-۲۰۰ گرم، توسط روش پرفیوژن کلاژناز جدا شده و پس از ثابت شدن در دوار، سلول های کبدی در معرض غلظت های صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۱۰۰ میکرومولار نانوارسنیت سدیم و هم چنین شکل معمولی آن به مدت ۱ ساعت قرار گرفتند. گروه بندی بر اساس غلظت نانو آرسنیت سدیم و شکل معمولی آن و در سه تکرار و یک گروه بعنوان شاهد (سرم فیزیولوژی) بوده است. بقا و آپوتوز تعیین شده توسط تکنیک ستاره دنباله دار (Comet assay) بدست آمد. درصد سلول های دچار آپوتوز بصورت نمره دهی بین غلظت ها و گروه ها مقایسه شد.

**یافته ها:** با تجویز آرسنیت سدیم معمولی و نانوارسنیت سدیم درصد سلول‌های دچار آپوتوز در مقایسه با گروه شاهد افزایش پیدا کرد ( $p < 0.05$ ) بطوری که در امتیاز ۳، میزان آپوتوز در غلظت ۱۰۰ میکرومول آرسنیت معمولی حدود ۲۲ درصد و در غلظت ۱۰۰ میکرومول نانو آرسنیت ۵۶ درصد بود. این افزایش در سلول‌های در معرض نانوارسنیت سدیم به صورت وابسته به غلظت بیشتر از سلول‌های در معرض آرسنیت سدیم معمولی بود.

**نتیجه گیری:** نتایج مطالعه نشان داد که نانو ذرات آرسنیت سدیم و افزایش غلظت آن میزان آسیب سلولی و آپوتوز بیشتری را نسبت به شکل معمولی آن ایجاد می کنند و می توانند سمی تر باشند.

**واژه های کلیدی:** نانو ذرات، آرسنیت سدیم، سلول های کبدی، موش صحرایی.

### مقدمه

و باعث تشکیل رادیکال‌های آزاد شده و واکنش‌های زنجیره‌ای اکسیداسیون را در بدن تسهیل می‌نماید (۳). آرسنیک دارای اشکال متنوعی بوده و از منابع مهم آلودگی با آن می‌توان به آب خصوصاً آب‌های زیرزمینی، خاک، چوب‌ده‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها و داروهای ضدکنه اشاره کرد. بعلاوه ترکیبات آرسنیک‌دار در درمان لوسمی و برخی از بیماری‌های انگلی استفاده می‌شوند (۴و۵). آرسنیک با اثراتی از قبیل میتلاسیون DNA و تغییرات هیستون ها موجب تغییرات ژنتیکی، موتاژنی

امروزه مسمومیت و آلودگی با آرسنیک یک نگرانی جدی برای سازمان‌های بهداشتی و سلامت عمومی محسوب می‌شود. گزارشاتی از آسیب‌زایی آن در انسان در اثر آشامیدن آب‌های آلوده خصوصاً در هندوستان، بنگلادش و برخی نواحی خاورمیانه در دست است. همچنین گزارش‌های پراکنده‌ای از آلودگی و آسیب‌زایی آرسنیک در انسان در دست است که عمدتاً در نتیجه اثر بر روی سیستم آنتی-اکسیدان بدن می‌باشد (۱و۲). آرسنیک بر روی سیستم آنتی‌اکسیدان بدن اثر کرده

این مقاله حاصل پایان نامه آذین صمیمی دانشجوی دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز می باشد.

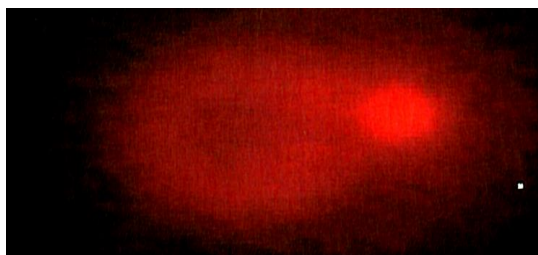
\* مسئول مقاله: دکتر حسین نجف زاده

آدرس: اهواز، دانشگاه شهید چمران، دانشکده دامپزشکی، گروه فارماکولوژی، تلفن: ۰۶۱۱-۳۳۳۰۰۷۳

e-mail: najafzadeh@scu.ac.ir

تهیه بافرهای استخراج و Comet، هپاتوسیت‌ها به روش پرفیوژن از کبد رت جدا شدند. برای تهیه سلول، حیوان تحت القای بیهوشی با کتامین و زایلازین قرار گرفت و ناحیه شکم باز شد. سیاهرگ باب کانونه و کبد به مدت ۱۰ دقیقه با بافر شست و شو داده شد. سپس این کار به مدت ۱۲ دقیقه با بافر کلاژناز ادامه یافت. کبد به ظرفی دیگر منتقل و سلول‌ها جداسازی شدند (۱۱).

سوسپانسیون سلولی بدست آمده به مدت ۵ دقیقه سانتیفریوژ و رسوب بدست آمده برای سنجش توان زیستی مورد استفاده قرار گرفت که برای دارو دهی تعداد سلول‌های زنده باید در هر میلی لیتر ۱۰ به توان ۶ باشد. سپس سلول‌های جدا شده در فلاسک‌های ته گرد در یک حمام آب با درجه ثابت ۳۷ و تحت یک اتمسفر ثابت به مدت نیم ساعت قرار گرفتند و دوزهای ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۱۰۰ میکرومولار از نانو آرسنیت سدیم و آرسنیت سدیم معمولی به فلاسک‌ها اضافه شد. حداقل ۳ مرتبه برای هر دوز تکرار گردید. مدت زمانی که سلول‌ها در معرض دارو قرار گرفتند یک ساعت بود. سوسپانسیون سلولی مخلوط شده با LMPA ۱٪ بر روی اسلایدها ریخته و لامل بر روی آن‌ها قرار گرفت. اسلایدها به مدت ۲۰ دقیقه در جایی یخچال قرار گرفته و ۵ دقیقه پس از خروج، لامل از روی آن‌ها برداشته شد. سپس به مدت یک ساعت در محلول لیز کننده در یخچال قرار گرفتند و پس از آن ۲۰ دقیقه الکتروفورز شدند. از سوسپانسیون سلولی رقیق شده با بافر انکوباسیون که در معرض قرار نگرفته بود به عنوان کنترل منفی استفاده شد (۱۲ و ۱۳). در مرحله آخر اسلایدها با قرار گرفتن در محلول اتیدیوم بروماید به مدت ۵ دقیقه رنگ آمیزی و بوسیله میکروسکوپ فلورسانس نتایج بررسی شد. در ارزیابی الگوهای Comet به منظور تشخیص آپوپتوز، سلول‌ها با نمره صفر و ۱ به عنوان سلول سالم در نظر گرفته می‌شوند و نمره‌های ۲ و ۳ فراوانی سلول‌های آپوپتوتیک را نشان می‌دهد. به سلول دارای دنباله متوسط (طول ۲-۳ برابر عرض سر) نمره ۲ و دنباله بلند (طول بیشتر از ۳ برابر عرض سر) نمره ۳ داده می‌شود (تصویر ۱) (۱۴).



شکل ۱: تصویر میکروسکوپی الگوی Comet (Score ۳) سلولهای کبدی در مواجهه با آرسنیت سدیم (بزرگنمایی ۴۰x)

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی LSD تجزیه و تحلیل شدند و  $p \leq 0.05$  معنی دار تلقی شد.

### یافته‌ها

در این مطالعه با تجویز آرسنیت سدیم در غلظت ۱۰ میکرو مولار، در سلول تازه کبد موش صحرایی، میانگین  $\pm$  خطای استاندارد درصد سلول‌های دنباله دار سلول‌های کبدی در گروه شاهد، در نمره‌های صفر تا ۳ به ترتیب  $1/73 \pm 9/4\%$ ؛

و سرطان زایی می‌شود (۴). نانو داروها نسبت به داروهای معمولی از مزیت بیشتری برخوردارند، از جمله انتخابی‌تر عمل کردن دارو برای رسیدن به بافت هدف، خلوص بالاتر، جذب بیشتر دارو، افزایش اثر دارو در بدن، تجویز مقادیر کمتر دارو همراه با کاهش دفعات تجویز. در واقع خصوصیت مهم نانو داروها بالاتر بودن نسبت سطح به حجم آن‌ها در مقایسه با داروهای معمولی است که این افزایش نسبی، به افزایش حلالیت، سرعت جذب و عبور راحت‌تر آنها از سد خونی مغزی کمک می‌کند. از طرفی کوچکتر شدن اندازه ذره، واکنش شیمیایی و بیولوژیکی آن را با سایر مواد موجود در بدن تسهیل می‌کند که می‌تواند باعث تولید بیشتر رادیکال‌های آزادی از جمله رادیکال آزاد اکسیژن شود. به همین دلیل توجه به عوارض و سمیت نانو داروها نیز از جمله موارد مهمی است که در به کارگیری آنها، باید مورد توجه خاص قرار گیرد (۷ و ۶).

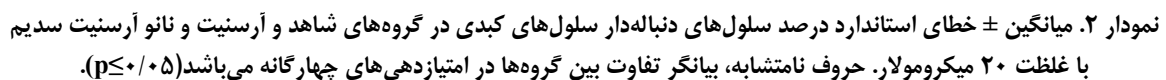
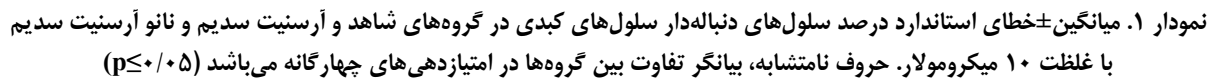
آرسنیک از طریق کاهش پتانسیل غشای میتوکندری و رهاسازی سیتوکروم C به سیتوپلاسم، منجر به فعال شدن پروکاسپاز ۹ می‌گردد که کاسپازهای فعال ۸ و ۹ با انتقال پیام به کاسپازهای موثری مانند کاسپازهای ۳، ۶ و ۷ آن‌ها را فعال کرده و منجر به القای آپوپتوز می‌گردند (۸). تری اکسید آرسنیک به شکل نانولیپوزوم خواص فارماکوکینتیکی بهتری را نشان داده و اثرات ضد توموری موثرتری در سلول‌های سرطانی پستان داشت (۹). با توجه به اهمیت آرسنیک و خواص توکسیکولوژیک آن و از آنجایی که آرسنیک یک سم مهم و از طرفی یک داروی ضد تومور محسوب می‌شود، در مطالعه حاضر اثر القای آپوپتوز توسط آرسنیت سدیم معمولی با نانوذره آرسنیت سدیم به روش Comet Assay مقایسه شد تا مشخص شود کوچکتر شدن ذرات آرسنیک در مقیاس نانو چه تاثیری بر وضعیت آپوپتوز در مدل سلول‌های تازه دارند تا بتوان در ارزیابی میزان آپوپتوز ناشی از آرسنیک قضاوت دقیق تری داشت.

### مواد و روشها

در این مطالعه تجربی که بر روی سلول‌های تازه جدا شده از کبد موش صحرایی نژاد ویستار با محدوده وزنی ۲۰۰-۱۸۰ گرم انجام شد، سلول‌ها توسط روش پرفیوژن کلاژناز جدا شدند و تست Comet Assay برای ارزیابی میزان آپوپتوز سلولی استفاده شد. Comet Assay متدی پیشرفته در آشکارسازی آسیب‌های DNA در مطالعات سم شناسی ژنتیکی است. اساس این تکنیک حرکت سریع‌تر قطعات شکسته شده DNA در یک میدان الکتریکی نسبت به DNA سالم و تشکیل تصاویر مشابه ستاره دنباله‌دار می‌باشد (۱۰). این روش دارای مزیت‌هایی چون حساسیت بالا، تشخیص سطوح پایین آسیب دیدگی DNA، امکان استفاده از انواع سلول‌ها تقریباً با منشا نامحدود، انجام آزمایش با مقادیر نسبتاً کم سلول، جمع‌آوری اطلاعات در سطح سلول منفرد، ارزیابی تعداد زیادی نمونه در زمان نسبتاً کوتاه و ارائه نتایج به صورت کیفی و کمی است.

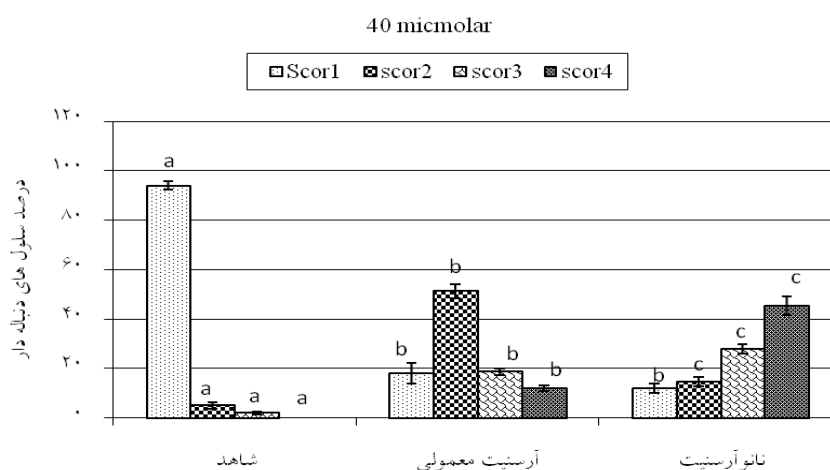
در این مطالعه ابتدا برای سنتز نانو ذره آرسنیت سدیم از روش آسیاب کاری مکانیکی استفاده شد. که این سنتز در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. برای سنتز آن از فرآیند آسیاب کاری درون آسیاب سیاره‌ای به مدل FRETH استفاده شده است. سرعت چرخش برابر با ۳۰۰ rpm انتخاب و نسبت گلوله به ماده درون آسیاب برابر با ۳۰ بوده است. جنس گلوله مورد استفاده آلومینا با قطر ۵mm و زمان آسیاب کاری برای پودر مورد نظر ۴۸ ساعت انتخاب شد. پس از

با تجویز آرسنیت سدیم در غلظت ۲۰ میکرو مولار در سلول تازه کبد موش صحرایی، تعداد سلول های آسیب دیده (دچار آپوپتوز) در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی داری یافت بطوری که میانگین تعداد سلول های آسیب دیده با نمره ۱، ۲ و ۳ افزایش پیدا کرد ( $p \leq 0.05$ ). میانگین  $\pm$  خطای استاندارد درصد سلول های دنباله دار سلول های کبدی در گروه شاهد در نمره های صفر تا ۳ به ترتیب  $94.9 \pm 1.7\%$ ،  $15.5 \pm 1.5\%$ ،  $5.7 \pm 2.0\%$ ، صفر بوده است (نمودار ۲). در حالی که در

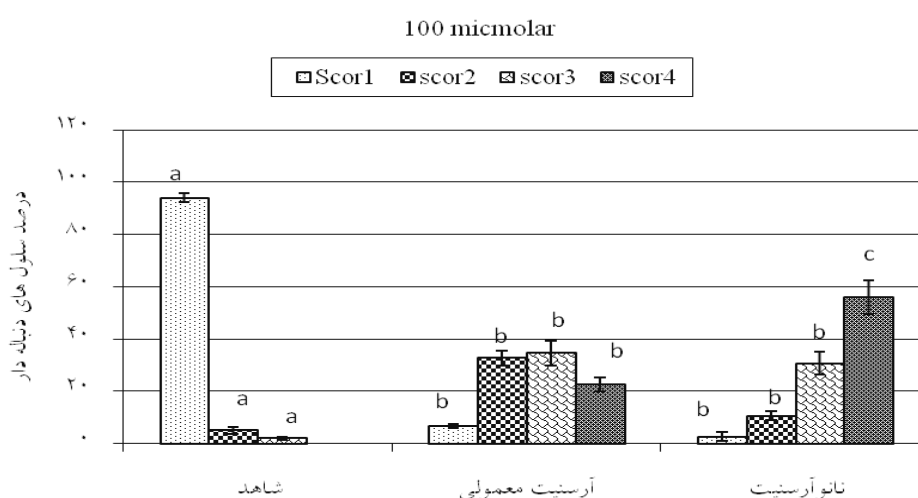


ترتیب  $94 \pm 1/73\%$ ،  $5 \pm 1/15\%$ ،  $2 \pm 0/57\%$ ، صفر بوده است (نمودار ۴). در حالی که در گروه دریافت کننده آرسنیت سدیم معمولی این میانگین به ترتیب نمرات،  $67 \pm 0/66\%$ ،  $32 \pm 2/66\%$ ،  $34 \pm 4/66\%$ ،  $22 \pm 2/66\%$  و در گروه دریافت کننده نانو آرسنیت سدیم میانگین نمرات به ترتیب  $67 \pm 1/76\%$ ،  $10 \pm 1/76\%$ ،  $30 \pm 4/37\%$ ،  $56 \pm 6/42\%$  بود.

با تجویز آرسنیت سدیم در غلظت ۱۰۰ میکرو مولار در سلول تازه کبد موش صحرایی، تعداد سلول‌های آسیب دیده (دچار آپوپتوز) در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی داری یافت. بطوری که میانگین تعداد سلول‌های آسیب دیده با نمره ۲ و ۳ افزایش پیدا کرد ( $p \leq 0/05$ ). میانگین  $\pm$  خطای استاندارد درصد سلول‌های دنباله‌دار سلول‌های کبدی در گروه شاهد در نمره‌های صفر تا ۳ به



نمودار ۳. میانگین  $\pm$  خطای استاندارد درصد سلول‌های دنباله‌دار سلول‌های کبدی در گروه‌های شاهد و آرسنیت و نانو آرسنیت سدیم با غلظت ۴۰ میکرومولار. حروف نامتشابه، بیانگر تفاوت بین گروه‌ها در امتیازدهی‌های چهارگانه می‌باشد ( $p \leq 0/05$ ).



نمودار ۴. میانگین  $\pm$  خطای استاندارد درصد سلول‌های دنباله‌دار سلول‌های کبدی در گروه‌های شاهد و آرسنیت و نانو آرسنیت سدیم با غلظت ۱۰۰ میکرومولار. حروف نامتشابه، بیانگر تفاوت بین گروه‌ها در امتیازدهی‌های چهارگانه می‌باشد ( $p \leq 0/05$ ).

## بحث و نتیجه گیری

برنامه ریزی شده‌ی سلول (آپوپتوز) داشت که این میزان برای آرسنیت سدیم معمولی  $57/34\%$  و برای نانو آرسنیت سدیم  $86/67\%$  بود. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که نانو آرسنیت سدیم توان ایجاد آپوپتوز (Score ۳ و بیشتر) نسبت به آرسنیت سدیم معمولی دارد که این میزان برای دوزهای  $40 \mu\text{m}$  و  $100 \mu\text{m}$  از آرسنیت سدیم معمولی به ترتیب  $30/67\%$  و  $57/34\%$  و برای نانو آرسنیت سدیم به ترتیب  $42/67\%$  و  $86/67\%$  بود. به نظر می‌رسد به لحاظ کوچک

در این مطالعه با مواجهه کردن سلول‌های کبد موش صحرایی در غلظت‌های مختلف آرسنیت سدیم معمولی و نانو آرسنیت سدیم مشاهده گردید که این دو ماده به طور وابسته به غلظت می‌توانند موجب آپوپتوز سلول‌های کبدی گردند. به طوریکه با افزایش غلظت، درصد سلول‌های دچار آپوپتوز که به روش Comet سنجیده شدند افزایش معنی داری یافت. آرسنیت سدیم نشان داد که بر روی سلول‌های کبد موش صحرایی در غلظت  $100 \mu\text{m}$  بیشترین تاثیر را بر روی مرگ

اکسیداتیو در میتوکندری است و استرس اکسیداتیو ناشی از آرسنیت، نقش مهمی در آپوپتوز سلول‌های کبدی دارد (۱۹). Wang و همکاران نشان دادند که نانوتوری اکسید آرسنیک با القای آپوپتوز در سلول‌های سرطانی اثرات ضد سرطانی بهتری داشته است (۲۰). همچنین Zeng و همکاران مشاهده کردند که نانوارسنیت با القای آپوپتوز اثرات ضد توموری قابل توجهی در سرطان پانکراس دارد (۲۱). همچنین در بررسی ما مشاهده گردید که نانو آرسنیت سدیم در غلظت برابر با آرسنیت سدیم معمولی قدرت بیشتری در ایجاد آپوپتوز دارد به طوریکه در بین غلظت‌های استفاده شده، در صد سلول‌های دچار آپوپتوز را به طور معنی داری افزایش داد. به نظر می‌رسد که هر چه اندازه نانو ذرات کاهش بیشتری داشته باشد، تغییر در رفتار این مواد نیز بیشتر خواهد شد، چرا که کاهش اندازه ذرات، پیدایش خواص جدیدی از جمله افزایش واکنش پذیری، افزایش خواص جذب، افزایش بر همکنش‌های فیزیکی در سطح ذره، کاهش دمای ذوب و تغییر خواص الکتریکی را بدنبال خواهد داشت.

در این مطالعه با تجویز آرسنیت سدیم معمولی و نانوارسنیت سدیم در صد سلول‌های دچار آپوپتوز در مقایسه با گروه شاهد افزایش پیدا کرد. این افزایش در سلول‌های در معرض نانوارسنیت سدیم به صورت وابسته به غلظت بیشتر از سلول‌های در معرض آرسنیت سدیم معمولی بود. بنابراین با کاهش اندازه‌ی مولکولی آرسنیت سدیم و افزایش غلظت آن میزان آسیب سلولی و آپوپتوز به طور قابل توجهی افزایش یافت که این موضوع می‌تواند در زمینه‌ی استفاده از این عامل به عنوان دارو در درمان بدخیمی مورد استفاده قرار گیرد.

### تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز بخاطر تامین اعتبار مالی این مطالعه سپاسگزاری می‌شود.

شدن ذره و افزایش سطح به حجم نانو ذره‌ی آرسنیت ورود آن به داخل سلول و ایجاد سمیت در مقایسه با آرسنیت معمولی بیشتر باشد. به همین دلیل آسیب سلولی آپوپتوز ناشی از آن هم بیشتر می‌باشد. از روش Comet سایر محققان هم برای بررسی آپوپتوز سلولی استفاده کردند. به عنوان مثال Yasuhara و همکاران از روش Comet در تشخیص آپوپتوز القا شده در سلول‌های عضلانی استفاده کرده و بیان نمودند که نتایج بدست آمده از این تکنیک با سایر تکنیک‌ها مطابقت دارد (۱۵).

Nesslany و همکاران از این روش برای تشخیص عامل ژنوتوکسیک سرطان‌زا از عامل ایمنی‌زنی سرطان‌زا در سلول‌های تازه‌ی کلیه استفاده کرده و بیان نمودند که این روش برای ارزیابی آپوپتوز سلولی مناسب می‌باشد (۱۶). همچنین نتایج تحقیقات Ueno و همکاران برای تعیین خطی بودن منحنی استاندارد و تعیین میزان آسیب دیدگی DNA در ارگان‌های مختلف موش در معرض اشعه X نشان داد که برای ایجاد سرعت جذب  $1-1/3$  Gy/min یا بیشتر، به DNA های آسیب دیده قابل اندازه‌گیری در بسیاری از اندام‌ها به روش Comet نیاز است (۱۷). در همین راستا Brink و همکاران در طی مطالعاتی که برای تعیین میزان آسیب دیدگی DNA و آپوپتوز ناشی از آرسنیت سدیم در زمان‌های مختلف انجام دادند، بیان نمودند که با افزایش زمان، میزان آسیب دیدگی افزایش یافته و آسیب DNA ناشی از آرسنیت سدیم بدون روش Comet و آنالیز استاندارد، قادر به تفسیر آپوپتوز ناشی از آن نخواهد بود (۱۸).

در مطالعات دیگران، آسیب سلولی ناشی از آرسنیت معمولی ارزیابی شد و بیان گردید که این ماده در سلول‌های بدن، بسته به غلظت و مدت زمان تماس سلول با این سم، ایجاد آپوپتوز یا نکروز سلولی می‌کند. در این زمینه Santra و همکاران به بررسی آپوپتوز سلول‌های موش در مواجهه با آرسنیت سدیم پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که آسیب کبدی ایجاد شده همراه با افزایش استرس

## Apoptosis following Conventional and Nano-Particles of Sodium Arsenite Treatment in Hepatocytes of Rat

H. Najafzadeh (PhD)<sup>1\*</sup>, M. Rezaei (PhD)<sup>2</sup>, A. Ashrafi (PhD)<sup>3</sup>, A. Samimi (DVM)<sup>4</sup>

1. Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, I.R. Iran

2. Department of Toxicology, Faculty of Pharmacy, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, I.R. Iran

3. Department of Materials Engineering, Faculty of Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, I.R. Iran

4. Department of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, I.R. Iran

J Babol Univ Med Sci; 16(8); Aug 2014; pp: 39-45

Received: Oct 15<sup>th</sup> 2013, Revised: Jan 5<sup>th</sup> 2014, Accepted: May 14<sup>th</sup> 2014.

### ABSTRACT

**BACKGROUND AND OBJECTIVE:** Arsenic, the king of poisons, is a carcinogenic metalloid and considered as an environmental toxicant. Mitochondrial damage, reactive oxygen species elevation and eventually apoptosis induction are some mechanisms of action and also contributed to its convenient application against some proliferative states. Since arsenic is important toxin and as a antineoplasm agent, in this study, apoptosis induction of a newly designed arsenic nanoparticles were evaluated and compared to the conventional form in order to evaluate its effect of more small size as nanoparticles on apoptosis in fresh cells.

**METHODS:** In this experimental study, fresh hepatocytes of 30 Wistar rats (with 180-200 gram weight) was isolated by two step collagenase perfusion method and following stabilization in rotary, exposed to 0, 10, 20, 40 and 100 microM sodium arsenite nanoparticles and also conventional form for 1 hour. Groups were divided base on type and concentration of arsenite and control (normal saline) group and treatment was triple. Viability was obtained and apoptosis determined by modified comet assay and scored accordingly and compared between groups.

**FINDINGS:** Percent of apoptotic cells was significantly increased by conventional and nano particles of sodium arsenite ( $p<0.05$ ) in comparison to control group. While apoptosis percent in score 3 was 22% in 100 microM concentration of conventional sodium arsenite; it was reached to 56% by 100 microM concentration of nanoparticles of sodium arsenite. Apoptosis was clearly more prominent in hepatocytes exposed to arsenic nanoparticles.

**CONCLUSION:** Our results showed that arsenic nanoparticles robustly induced apoptosis that can potentially make it more toxic than conventional form.

**KEY WORDS:** Nanoparticles, Sodium Arsenite, Hepatocytes, Rat.

### Please cite this article as follows:

Najafzadeh H, Rezaei M, Ashrafi A, Samimi A. Apoptosis following conventional and nano-particles of sodium arsenite treatment in hepatocytes of rat. J Babol Univ Med Sci 2014;16(8):39-45.

\* Corresponding Author; H. Najafzadeh (PhD)

Address: Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, I.R. Iran

Tel: + 98 611 3330073

E-mail: najafzadeh@scu.ac.ir

## References

- 1.Wang SL, Chiou JM, Chen CJ, et al. Prevalence of non-insulin dependent diabetes mellitus and related vascular disease in southwestern arseniasis-endemic and nonendemic areas in Taiwan. *Environ Health Perspect* 2003;111(2): 155-9.
- 2.Walton FS, Harmon AW, Paul DS, Patel YM, Styblo M. Inhibition of insulin-dependent glucose uptake by trivalent arsenicals: possible mechanism of arsenic-induced diabetes. *Toxicol Appl Pharmacol* 2004;198(3):424-33.
- 3.Lim KT, Shukor MY, Wasoh H. Physical, chemical, and biological methods for the removal of arsenic compounds. *Biomed Res Int* 2014;2014:503784.
- 4.Martinez-Zamudio R, Ha HC. Environmental epigenetics in metal exposure. *Epigenetics* 2011;6(7):820-7.
- 5.Druwe IL, Vaillancourt RR. Influence of arsenate and arsenite on signal transduction pathways: an update. *Arch Toxicol* 2010;84(8):585-96.
- 6.Donaldson K, Tran L, Duffin R, et al. Combustion derived nanoparticles: A review of their toxicology following inhalation exposure. *Particle Fibre Toxicol* 2005;2:10.
7. Medina C, Santos-Martinez MJ, Radomski A, Corrigan OI, Radomski MW. Nanoparticles: pharmacology and toxicology significance. *Br J Pharmacol* 2007;150(5): 552-8.
- 8.Kitamura K, Minami Y, Yamamoto K, et al. Involvement of CD95-independent caspase 8 activation in arsenic trioxide-induced apoptosis. *Leukemia* 2000;14(10):43-50.
- 9.Ahn RW, Chen F, Chen H, et al. A novel nanoparticulate formulation of arsenic trioxide with enhanced therapeutic efficacy in a murine model of breast cancer. *Clin Cancer Res* 2010;16(14):3607-17.
- 10.Giovannelli L. Measurement of DNA breaks and oxidative damage in polymorphonuclear and mononuclear white blood cells: a novel approach using the comet assay *Mutat Res* 2003;538(1-2): 71-80.
- 11.Rezaei M, Rasekh HR, Ahmadiani A, Pourahmad J. Involvement of sub cellular organelles in inflammatory pain-induced oxidative stress and apoptosis in the rat hepatocytes. *Arch Iran Med* 2008;11(4):407-17.
- 12.Lee AJ, Hodges NS, Chipman JK. Modified comet assay as a biomarker of sodium dichromate-induced oxidative DNA damage: optimization and reproducibility. *Biomarkers* 2004;9(2):103-15.
- 13.Błasiak J, Kowalik J. A comparison of the in vitro genotoxicity of tri and hexavalent chromium. *Mutat Res* 2000; 469(1):135-45.
- 14.Kobayashi H, Sugiyama C, Morikawa Y, Hayashi M, Sofuni T. A comparison between manual microscopic analysis and computerized image analysis in the single cell gel electrophoresis assay. *MMs Commun* 1995;3:103-15.
- 15.Yasuhara S, Zhu Y, Matsui T, et al. Comparison of comet assay, electron microscopy, and flow cytometry for detection of apoptosis. *J Histochem Cytochem* 2003;51(7):837-85.
- 16.Nessler F, Zennouche N, Simar-Meintières S, Talahari I, Nkili-Mboui EN, Marzin D. In vivo comet assay on isolated kidney cells to distinguish genotoxic carcinogens from epigenetic carcinogens or cytotoxic compounds. *Mutat Res* 2007;630(1-2):28-41.
- 17.Ueno S, Kashimoto T, Susa N, et al. Assessment of DNA damage in multiple organs of mice after whole body x-irradiation using the comet assay. *Mutat Res* 2007;634(1-2):135-45.
- 18.Brink A, Schulz B, Kobras K, Lutz WK, Stopper H. Time dependent effect sodium arsenit on DNA breakage and apoptosis observed in the comet assay. *Mutat Res* 2006;603(2):121-8.
- 19.Santra A Chowdhung A, Ghatak S, Biswas A, Dhali GK. Arsenic induces apoptosis in mouse liver is mitochondria dependent and is abrogated by N-acetylcysteine. *Toxicol Applied Pharmacol* 2007;220(2):146-55.
- 20.Wang L, Zhang J, An Y, Wang Z, Liu J, Li Y, Zhang D. A study on the thermochemotherapy effect of nanosized As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/MZF thermosensitive magnetoliposomes on experimental hepatoma in vitro and in vivo. *Nanotechnology* 2011;22(31):315102
- 21.Zeng L, Li J, Wang Y, et al. Combination of siRNA-directed Kras oncogene silencing and arsenic-induced apoptosis using a nanomedicine strategy for the effective treatment of pancreatic cancer. *Nanomedicine* 2014;10(2):463-72.