Protective effect of Nigella sativa on sperm parameters in mice exposed to titanium dioxide during embryonic development

Abouzaripour M[1], Hosaini Bae M[2], Rezaie MJ[3], Nikkho B[4], Allahveisi A[5], Roshani D[6], Khalesro SH[7], Daneshi E[8]

1. Assistant Professor, Cellular and Molecular Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
2. Msc Student of Anatomical Sciences, Cellular and Molecular Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
3. Associate Professor, Infertility Treatment Center, Besat Hospital, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
4. Associate professor, Department of Pathology, School of Medicine, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
5. Assistant Professor, Infertility Treatment Center, Besat Hospital, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
6. Associate Professor, Social Determinants of Health Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
7. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.
8. Assistant Professor, Cellular and Molecular Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran (Corresponding Author), Tel: +98-8733664658, Email: erfan.daneshi@yahoo.com

ABSTRACT

Background and Aim: Nanotechnology is the precise and controlled manipulation of the atomic or molecular structure of nanoscale materials for the preparation of particulate matter with new properties and specific applications. Many in vivo and in vitro studies have shown the negative and destructive effects of nanoparticles on male germ cells.Nanoparticles include primary particles with at least one of their dimensions less than 100 nm.

Material and Method: This study included 20 male and female adult mice (NMRI), between 6 and 8 weeks of age and weight of 25-30 g. We placed every two adult female mice with a male adult mouse in a cage for mating. Pregnant mice were randomly divided into 4 groups.(control,titanium, nigella sativa,titanium +nigella sativa). Animals were sacrificed by cervical spine dislocation under anesthesia. Then, using a neobar lamel and under the optical microscope, number of sperms and their morphology were assessed.

Result : In this study, semen parameters including sperm morphology and number and also weights of organs were assessed. We found decreased number of sperms, increased number of abnormal sperms and decreased weight in the titanium group. But protective effect of Nigella sativa in the treatment group led to a significant difference in the sperm parameters compared to that in the titanium group ($p<0.05$).

Conclusion: TNP reduced sperm count and increased the number of abnormal sperms, Previous studies by Hajshafiha showed the ability of nanoparticles to cross the blood-testicular barrier. Protective and antioxidant effects of Nigella sativa can greatly reduce the toxicity of TNP. NS had a potent protective effect against the toxic effect of TNP on testese.

Keyword: Titanium nanoparticle, Nigella sativa, Parameter

Received: Oct 16, 2018 Accepted: Feb 17, 2019

How to cite the article: Abouzaripour M, Hosaini Bae M, Rezaie MJ, Nikkho B, Allahveisi A, Roshani D, Khalesro SH, Daneshi E. Protective effect of Nigella sativa on sperm parameters in mice exposed to titanium dioxide during embryonic development. SJKU 2019;24(2):66-73.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.29252/sjku.24.2.66]

بررسی اثر محافظتی سیاه دانه بر پارامترهای اسپرم در موش‌های دریافت کننده نانوذره اکسید تیتانیوم در زمان تکامل جنینی

مرتضی ابوذری پور[۱]، مهدی حسینی بای[۲]، محمد جعفر رضایی[۳]، بهرام نیکخو[۴]، عذرا اله ویسی[۵]، دائم روشنی[۶]، شیوا خالص رو[۷]، عرفان دانشی[۸]

۱.استادیار، مرکز تحقیقات سلولی مولکولی، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی استان کردستان، دانشکده پزشکی، سنندج، ایران.

۲.دانشجوی کارشناسی ارشد علوم تشریح، مرکز تحقیقات سلولی مولکولی، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی استان کردستان، دانشکده پزشکی، سنندج، ایران.

۳. دانشیار، مرکز درمان ناباروری، مرکز پزشکی آموزشی و درمانی بعثت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.

۴. دانشیار، گروه پاتولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی استان کردستان، دانشکده پزشکی، سنندج، ایران.

۵. استادیار، مرکز درمان ناباروری، مرکز پزشکی آموزشی و درمانی بعثت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.

۶. دانشیار، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.

۷. استادیار، گروه زراعت واصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

۸ استادیار، مرکز تحقیقات سلولی مولکولی، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی استان کردستان، دانشکده پزشکی، سنندج، ایران (مولف مسئول)، تلفن ثابت: ۰۸۷-۳۳۶۶۴۶۵۸، پست الکترونیک: erfan.daneshi@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: نانوتکنولوژی عبارت است از دست‌کاری دقیق و کنترل‌شده ساختار اتمی یا مولکولی مواد در مقیاس نانو به‌منظور تهیه ریز ذراتی با خصوصیات نوظهور و کاربردهای خاص. بسیاری از مطالعات in vivo و in vitro نشان‌دهنده اثرات منفی و مخرب نانو پارتیکلها بر سلول‌های زایای جنس نر است. ذرات نانو عبارت‌اند از ذرات اولیه‌ای که حداقل یکی از ابعاد آن‌ها کمتر از ۱۰۰ نانومتر باشد.

روش بررسی: در این مطالعه ۲۰ سر موش بالغ نژاد (NMRI) سن ۸-۶ هفته با وزن ۳۰-۲۵ گرم استفاده شد. موش‌های بالغ جهت انجام جفت‌گیری به‌صورت ۲ موش ماده بالغ همراه با یک موش نر بالغ در یک قفس قرار داده شدند. موش‌های حامله به‌صورت تصادفی به ۴ گروه (کنترل، تیتانیوم، سیاه‌دانه، تیتانیوم سیاه‌دانه) تقسیم شدند. موش‌ها با تکنیک جابجایی مهره‌های گردنی قربانی شدند. با استفاده از لام نئوبار و در زیر میکروسکوپ نوری شمارش اسپرم‌ها و مورفولوژی اسپرم موردبررسی قرار می‌گیرد.

یافته ها: در این بررسی پارامترهای سیمن ازنظر تعداد اسپرم و مورفولوژی اسپرم و وزن ارگان‌ها مورد مطالعه قرارگرفتند. کاهش تعداد اسپرم‌ها، افزایش اسپرم‌های غیرطبیعی و کاهش وزن در گروه تیتانیوم دیده شد که در گروه درمان به خاطرسیاه دانه این تغییرات جبران شدند($P < ۰/۰۵$).

یافته ها: نانوذره اکسید تیتانیوم می‌تواند باعث کاهش شمارش اسپرم و افزایش اسپرم‌های غیر طبیعی شود در مطالعات قبلی (حاج شفیها و همکاران) نشان دادند که نانو ذرات توانایی عبور از سد خونی- بیضه‌ای را دارند. سیاه دانه با توجه به اثر محافظتی وآنتی اکسیدانی می‌تواند باعث بهبود اثرات سمی اکسید تیتانیوم شود.

نتیجه‌گیری: سیاه دانه به عنوان عامل محافظتی می‌تواند در اثرات سمی ناشی از نانوذره تیتانیوم در بیضه نقش داشته باشد.

کلید واژه ها: نانوذره تیتانیوم، سیاه دانه، پارامتر

وصول مقاله: ۹۷/۷/۲۴ اصلاحیه نهایی: ۹۷/۱۱/۱۷ پذیرش:۹۷/۱۱/۲۸

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.29252/sjku.24.2.66]

مقدمه

با گسترش نانوتکنولوژی و مهندسی مواد، نانو ذرات مختلفی با خصوصیات جدید ساخته شده و علی‌رغم اینکه پتانسیل اثرات سمی آن‌ها در بسیاری از موارد ناشناخته است ولی این مواد کاربردهای روزافزونی یافته‌اند (۱). نانوتکنولوژی عبارت است از دست‌کاری دقیق و کنترل‌شده ساختار اتمی یا مولکولی مواد در مقیاس نانو به‌منظور تهیه ریز ذراتی با خصوصیات نوظهور و کاربردهای خاص. بسیاری از مطالعات invivo و in vitro نشان‌دهنده اثرات منفی و مخرب نانو پارتیکلها بر سلول‌های زایای جنس نر است (۲). ذرات نانو عبارت‌اند از ذرات اولیه‌ای که حداقل یکی از ابعاد آن‌ها کمتر از ۱۰۰nm باشد (۳). اکسیدهای فلزی نانو ذرات در مقیاس وسیعی هم در صنعت و هم در موارد خانگی کاربرد دارند (۴). در بین نانو ذرات اکسید روی و تیتانیوم جزو نانو ذرات مهم هستند که در بسیاری از کشورها در مقیاس صنعتی در حال استفاده می‌باشند (۵). مطالعات زیادی نشان‌دهنده تجمع نانو ذرات در بافت‌های مختلف و همچنین تخریب سد خونی – بیضوی و سد خونی –مغزی است (۶). در زمان‌های قدیم از اکسید تیتانیوم به علت داشتن ثبات ساختاری و قیمت پایین آن در افزودنی‌های غذایی مورداستفاده بود. امروزه از(TNP) Titanium nanoparticle در تولید انواع رنگ، لوازم‌آرایشی و بهداشتی، مکمل‌های غذایی و آب‌نبات، ساخت سرامیک، تصفیه آب و فاضلاب و بسیاری موارد دیگر مانند شیشه پنجره، آسفالت و دیوارها استفاده می‌شود (۷). در سال‌های اخیر پیشرفت‌های سریع فناوری نانو، سبب تحولات بزرگی در زمینه‌های محیط‌زیست، پزشکی، کشاورزی، صنعت و علوم دیگر شده است (۸). و همچنین نانو ذرات نقره و تیتانیوم دی‌اکسید دارای اثر ضدمیکروبی بر باکتری‌های Staphylococcus aureus PTCC 1431 و Listeria monocytogenes می‌باشند (۹). علاوه بر اثرات مفید نانو ذرات با توجه به تحقیقات انجام‌شده نانوذره تیتانیوم می‌تواند اثرات مضری در بافت‌های مختلف در انسان و موش ایجاد کند (۱۰). سیاه‌دانه گیاهی است از خانواده آلاله که اثرات متعدد درمانی برای آن شناخته‌شده است (۱۱). این گیاه در طب سنتی بسیاری از کشورها استفاده می‌گردد (۱۲). سیاه‌دانه حاوی ۳۲ الی ۴۰ در صد روغن جامد و ۰/۴ الی ۰/۴۵ در صد روغن فرار است این گیاه باعث کاهش میزان تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شود. سیاه‌دانه حاوی ترکیبات پروتئین ،چربی، فیبر،فسفر، کلسیم،نیاسین، تیامین،پیرودوکسین و فولیک اسید است (۱۳). تایموکنین یکی از ترکیب اصلی سیاه دانه است که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی است (۱۴).

روش بررسی

حیوان‌ها

در این مطالعه ۲۰ سر موش بالغ نژاد (NMRI) سن ۸-۶ هفته با وزن ۳۰-۲۵ گرم استفاده شد. حیوانات در شرایط استاندارد آزمایشگاهی نگهداری شدند (۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی ۵۰ درصد رطوبت و دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد). قفس موش‌ها تمیز نگه‌داشته شدند, غذا و آب برای موش‌ها فراهم شد.

تیمار حیوانات

موش‌های بالغ جهت انجام جفت‌گیری، ۲ موش ماده بالغ همراه با یک موش نر بالغ در یک قفس قرار داده شدند. روز بعد پس از مشاهده پلاک واژینال به عنوان روز اول حاملگی در نظر گرفته شد. موش‌های حامله به صورت تصادفی به ۴ گروه تقسیم شدند. گروه اول که کنترل بود نرمال سالین با همان حجم تیتانیوم و سیاه دانه و از طریق گاواژ داده شد. گروه دوم به موش‌ها mg/kg ۵ نانوذره اکسید تیتانیوم به‌صورت گاواژو به مدت ۷ روز داده شد. گروه سوم: به

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.29252/sjku.24.2.66]

موش‌ها mg/kg ۳۰۰ تیتانیوم و mg/kg ۵ سیاه‌دانه به‌صورت گاواژ به مدت ۷ روز داده شد. در گروه چهارم که گروه سیاه دانه بود mg/kg ۵ سیاه دانه به مدت ۷ روز داده شد.(از روز ۱۳ حاملگی تا زمان زایمان، به موش‌ها، طبق گروه‌بندی‌های مختلف نانوذره اکسید تیتانیوم و سیاه‌دانه داده شد). بعد از زایمان موش‌های نوزاد نر جداشده و تحت شرایط استاندارد تا سن بلوغ (هفته ۸-۶) نگهداری شدند. سپس موش‌ها جهت انجام آزمایش با تکنیک جابجایی مهره‌های گردنی قربانی شدند.

پارامترهای اسپرم

بعد از قربانی کردن موش‌ها به طریق جابه‌جایی مهره‌های گردنی، شکم آن‌ها را بازشده و با مشخص کردن بیضه‌ها و مشخص نمودن اپی دیدیم، دم اپی دیدیم را جهت خروج اسپرم‌ها ۳ برش مایل زده شد. اسپرم‌های خارج شده در محیط Human Tubal Fluid(HTF) به مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۳۷°C قرار گرفتند تا متفرق گردند و با استفاده از لام نئوبار ودر زیر میکروسکوپ نوری شمارش اسپرم‌ها و مورفولوژی اسپرم مورد بررسی قرار گرفت.

تحلیل آماری

پس از کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از روش تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و در صورت معنی‌دار بودن از آزمون خی دو استفاده شد. عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخهٔ ۲۰ اجرا شد و سطح معنی داری ($p<۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

یافته ها

وزن ارگان‌ها

بررسی وزن بدن و بیضه‌ها در چهار گروه انجام شد. وزن بدن و بیضه موش‌ها در موش‌های گروه کنترل و سیاه‌دانه یکسان بودند و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها نبود. در گروه تیتانیوم وزن بدن و بیضه موش‌ها کاهش داشته که این کاهش در گروه درمان توسط سیاه‌دانه جبران شد ($p<۰/۰۵$)(جدول ۱).

جدول ۱: تغییرات وزنی بدن و بیضه در گروه‌های مختلف، میانگین ± انحراف معیار $p<۰/۰۵$

گروه	وزن بدن (گرم)	وزن بیضه (میلی‌گرم)
کنترل	۳۲/۵ ± ۴/۲۲	۱۱۰/۱± ۱۰/۲
سیاه‌دانه	۳۳/۴ ±۳/۳	۱۱ ۱/۶ ± ۹/۵
اکسید تیتانیوم	۲۸/۱۲ ± ۴/۳	۹۶/۵ ± ۹/۳۰
سیاه دانه+اکسید تیتانیوم	۳۰ ± ۲/۵	۱۰۶/۳ ± ۹/۶

پارامترهای سیمن

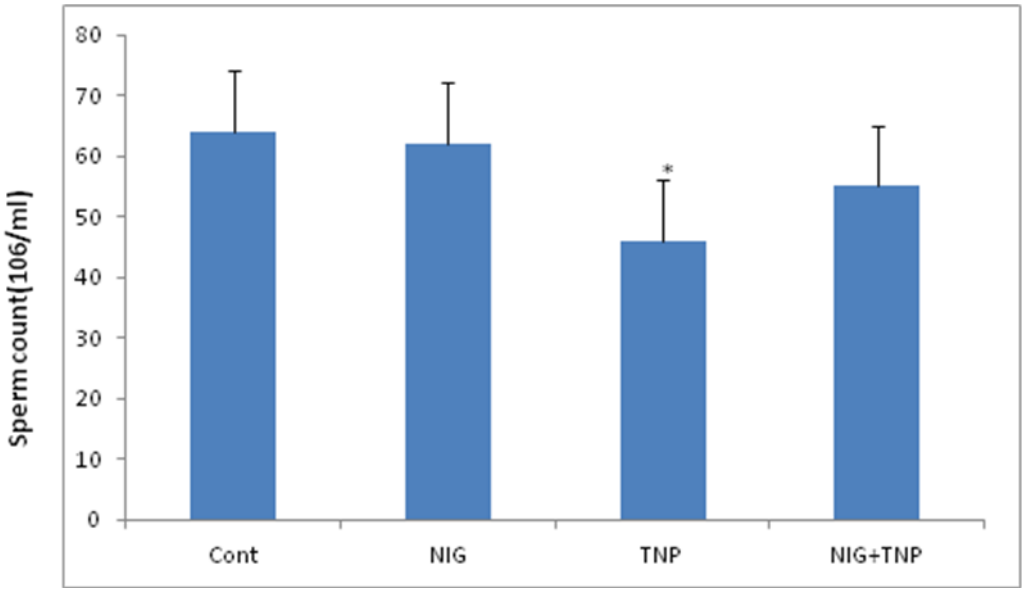
در این بررسی پارامترهای سیمن ازنظر تعداد اسپرم و مورفولوژی اسپرم مورد مطالعه قرارگرفتند. جهت تعیین تعداد و مورفولوژی اسپرم‌ها با استفاده از لام نئو بار و در ۵ میدان مختلف مورد بررسی قرار گرفت. در گروه سیاه دانه تعداد اسپرم‌ها اختلاف معنی‌داری به نسبت گروه کنترل دیده نشد ولی کاهش تعداد اسپرم‌ها در گروه تیتانیوم به نسبت گروه کنترل دیده شد که این کاهش تعداد در گروه درمان توسط سیاه‌دانه جبران شد (نمودار۱).

از نظر مورفولوژی اسپرم، اسپرم‌های گروه کنترل و سیاه دانه اختلاف معنی داری با هم نداشتند ولی در گروه تیتانیوم اسپرم‌های غیرطبیعی افزایش معنی‌داری به نسبت گروه

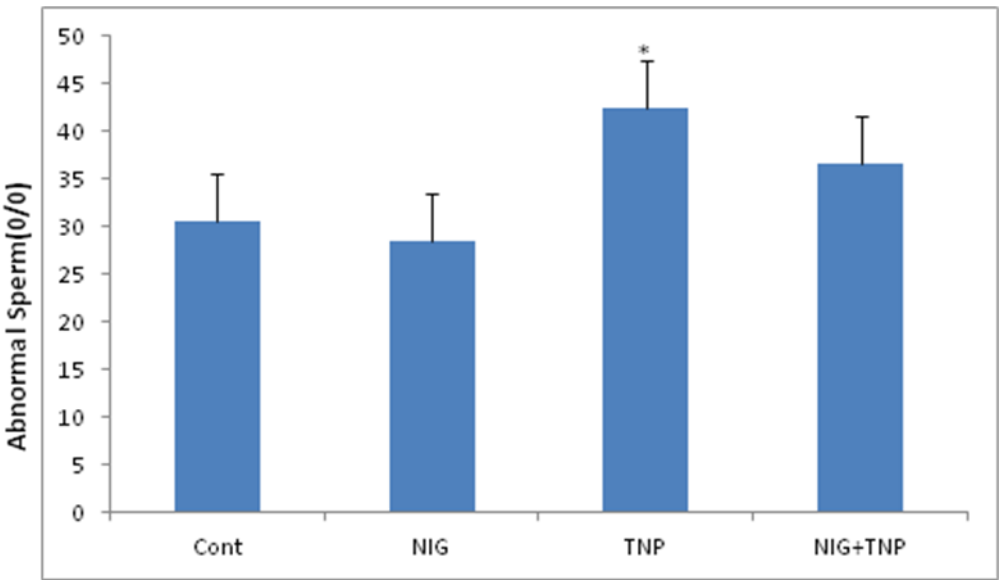
[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.29252/sjku.24.2.66]

کنترل داشتند که در گروه درمان این افزایش توسط سیاه‌دانه کمتر شده بود ($p<۰/۰۵$)(نمودار۲).



نمودار۱: ارزیابی شمارش اسپرم در گروه‌های آزمایش. علامت * نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار گروه تیتانیوم با گروه کنترل است، میانگین ± انحراف معیار.$P^{*}<۰/۰۱$



نمودار۲: ارزیابی مورفولوژی اسپرم در گروه کنترل و گروهای دیگر.علامت * نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار گروه تیتانیوم با گروه کنترل است، میانگین ± انحراف معیار. $p<۰/۰۵$*

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.29252/sjku.24.2.66]

بحث

در سال‌های اخیر در بسیاری از مطالعات اثرات سمی نانو ذرات موردبررسی قرارگرفته است اما تا به حال در جهت کاهش اثرات سمی آن پژوهش‌های کمتری صورت گرفته است. در این تحقیق اثر محافظتی سیاه‌دانه بر اثرات مخرب نانوذره اکسید تیتانیوم بر پارامترهای اسپرم (شمارش اسپرم و مورفولوژی اسپرم) مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان داد که نانوذره اکسید تیتانیوم می‌تواند باعث کاهش شمارش اسپرم و افزایش اسپرم‌های غیرطبیعی شود که این نتایج شبیه مطالعه‌ای است که در آن حاج شفیع و همکاران نشان دادند که نانو ذرات توانایی عبور از سد خونی- بیضه‌ای را دارند و تعدادی از آن‌ها اثرات مخرب و سمی بر سلول‌های زایا بر جا می‌گزارند (۱۵) همچنین این یافته‌ها با نتایج آقای Guo و همکاران مطابقت داشت که نشان دادند TNP در رت باعث کاهش شمارش اسپرم و حرکات اسپرم می‌شود (۱۶). حرکات اسپرم می‌تواند مارکری باشد برای تأثیر مواد سمی بر اسپرم‌ها باشد (۱۷). بنابراین احتمال دارد نانوذره اکسیدتیتانیوم با تخریب سد خونی -بیضه‌ای وارد لوله منی ساز شده و مستقیماً سلول‌های زایا یا سرتولی را تحت تأثیر قرار داده باشد. kim همکارانش در سال ۲۰۰۶ با مطالعه بر روی نانو ذرات مغناطیسی به روش تزریق داخل صفاقی نشان دادند که این نانو ذرات از سد خونی -بیضه‌ای عبور می‌کنند (۱۸). مطالعات قبلی نشان دادند نانو ذرات تأثیرات مخرب بر سلول‌های زایای جنس نر دارند. Gromadzka-Ostrowsk و همکاران نشان دادند که نانوذره نقره اثر مخرب بر سلول‌های زایا دارد و باعث کاهش کیفیت اسپرم می‌گردد (۱۹). Yoshida و همکاران نشان دادند که نانو ذرات دیزلی باعث تخریب سلول‌های لایدیگ و کاهش تولید اسپرم می‌گردد (۲۰). مطالعات in vivo و in vitro مشخص کرده‌اند که نانو ذراتی مانند اکسید تیتانیوم، طلا، سیلیکا، کربن سیاه، آلومینیوم و مولیبیدیوم تری اکسید دارای اثرات سوء بر فرآیند اسپرماتوژنز هستند و باعث تغییرات هیستوپاتولوژی در بافت بیضه می‌شوند و همچنین سلول‌های لیدیگ و سلول‌های بنیادی اسپرماتوگونی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۱). در این تحقیق همچنین مشخص شد که سیاه‌دانه به‌طور مؤثری باعث افزایش شمارش اسپرم و کاهش اسپرم‌های غیرطبیعی می‌شود که بیانگر اثرات مفید سیاه دانه است. مطالعات قبلی نیز اثرات مفید و مؤثر سیاه دانه را بر سیستم تولید مثل موش نشان داده اند (۲۲). هالی و همکاران در سال ۲۰۱۱ مشخص کردند که دریافت روغن سیاه‌دانه با دوز ۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به مدت ۴ هفته دارای اثر حفاظتی در برابر آسیب بیضه‌ای ناشی از سدیم والپروات است که سبب بهبود کیفیت و کمیت مایع منی و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی در بیضه رت شده است (۲۳). می‌توان گفت اثر محافظتی سیاه‌دانه می‌تواند به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی آن باشد. پارامترهای اسپرم اپیدیدیم توسط سیاه دانه تغییرات مثبتی داشته است. در تحقیقات قبلی ثابت شده است که سیاه دانه باعث بهبود حرکت اسپرم و افزایش حیات اسپرم می‌شود (۲۴). احمد الساعدی وهمکاران نشان دادند که استفاده از سیاه‌دانه منجر به بهبود اسپرماتوژنز و همچنین باعث افزایش اندازه و ضخامت دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز و تعداد سلول‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه، ثانویه، اسپرماتید و اسپرم ها در لومن لوله های اسپرم ساز شده است (۲۵).

نتیجه‌گیری

نانو ذره تیتانیوم در دوران جنینی می‌تواند اثر مخرب بر سیستم تناسلی داشته باشد که سیاه‌دانه به عنوان عامل محافظتی می‌تواند در کاهش اثرات منفی این نانوذره نقش داشته باشد.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.29252/sjku.24.2.66]

تشکر و قدردانی

بودجه این تحقیق که حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشجو مهدی حسینی بای،مصوب با کد ۹۶/۸۸ در تاریخ ۹۶/۱۰/۱۲ است و محل انجام طرح آزمایشگاه سلولی و مولکولی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی استان کردستان بوده است. این طرح از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کردستان در سال ۱۳۹۶ تأمین‌شده است و که بدین‌وسیله از این معاونت تشکر می‌گردد.

Reference

1. Seaton A. Nanotechnology and the occupational physician. Occup Med 2006;56:312- 6.
2. Braydich LK, Lucas B, Schrand A, Murdock RC, Lee T, Schlager JJ, et al. Silver nanoparticles disrupt GDNF/Fyn kinase signaling in spermatogonial stem cells. Toxicol Sci 2010;116:577–89.
3. Donaldson K, Tran L, Jimenez LA, Duffin R, Newby DE, Mills N, et al. Combustion-derived nanoparticles: A review of their toxicology following inhalation exposure. Part Fibre Toxicol 2005;2:10.
4. Chow JC. Nanoparticles and environment. J Air Waste Manag Assoc 2005;55:706-7.
5. Heinlaan M, Ivask A, Blinova I, Dubourguier HC, Kahru A. Toxicity of nanosized and bulk ZnO,CuO and TiO2 to bacteria Vibrio fischeri and crustaceans Daphnia magna and Thamnocephalus platyurus. Chemosphere 2008;71:1308-16.
6. Borm PJ, Kreyling W. Toxicological hazards of inhaled nanoparticles potential implications for drug delivery. J NanosciNanotechnol 2004;4:521–31.
7. Lee J, Mahendra S, Alvarez PJ. Nanomaterials in the construction industry: a review of their applications and environmental health and safety consider-ations. ACS Nano 2010;4:3580-90.
8. Gogos A, Knauer K, Bucheli TD. Nanomaterials in plant protection and fertilization: current state, foreseen applications, and research priorities. J Agric Food Chem 2012;60:9781–92.
9. Mohammad N, Iman P, Rasoul K, Elham E. Antimicrobial effect of zinc oxide and silver nitrate nanoparticles against S. aureus, A. baumannii and P. aeruginosa. JBCP 2019;7:17-30.
10. Liu H, Ma L, Zhao J, Liu J, Yan J, J Ruan, et al. Biochemical toxicity of nano-anatase TiO2 particles in mice. Biol Trace Elem Res 2009;129:170-80.
11. Amin B, Hosseinzadeh H. Black Cumin (Nigella sativa) and its active constituent, thymoquinone: an overview on the analgesic and anti-inflammatory effects. Planta Med 2016;82:8-16.
12. Weinstein RA. Controlling antimicrobial resistance in hospitals: infection control and use of antibiotics. Emerg Infect Dis 2001;7:188–92.
13. Kanter M, Coskun O, Korkmaz A, Oter S. Effects of Nigella sativa on oxidative stress and beta-cell damage in streptozotocin-induced diabetic rats. Anat Rec ADiscov Mol Cell Evol Biol 2004;279:685-91.
14. Mosaddegh M, Naghibi F, editors. Iranian traditional medicine, past and present. International Seminar on "Integration of Traditional Medicine (Complementary/Alternative) and Modern Medicine"2002 Oct. 12-15, Cairo, Egypt, 2002. 2-20

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.29252/sjku.24.2.66]

15. Hajshafiha M, Ghareaghaji R, Salemi S, Sadegh-Asadi N, SadeghiBazargani H. Association of body mass index with some fertility markers among male partners of infertile couples. Int J Gen Med 2013;6:447–5.
16. Guo LL, Liu XH, Qin DX, Gao L, Zhang HM, Liu JY, et al. Effects of nanosized titanium dioxide on the reproductive system of male mice. Zhonghua Nan Ke Xue 2009;15:517-22.
17. El-Demerdash FM, Yousef MI, Kedwany FS, Baghdadi HB. Role of α-tocopherol and β-carotene in ameliorating the fenvalerate-induced changes in oxidative stress, hemato-biochemical parameters, and semen quality of male rats. J Environ Sci Health B 2004;39:443–59.
18. Kim JS, Yoon TJ, Yu KN, Kim BG, Park SJ, Kim HW, et al. Toxicity and tissue distribution of magnetic nanoparticles in mice. Toxicol Sci 2006;89:338-47.
19. Gromadzka-Ostrowskaa J, Dziendzikowskaa K, Lankoffb A, Dobrzyńska M, Instanes C, Brunborg G, et al. Silver nanoparticles effects on epididymal spermin rats. Toxicol Lett 2012;214:251-8.
20. Yoshida S, Sagai M, Oshio S, Umeda T, Ihara T, Sugamata M, et al. Exposure to diesel exhaust affects the male reproductive system of mice. Int J Androl 1999;22:307-15.
21. Talebi AR, Khorsandi L, Moridian M. The effect of zinc oxide nanoparticles on mouse spermatogenesis. J Assist Reprod Genet 2013;30:1203–9.
22. Ali BH and Blundeh G. Pharmacological and toxicological properties of Nigella sativa. Pytother Res 2003;17:299-305.
23. Hooley RP, Paterson M, Brown P, Kerr K, Saunders PTK. Intratesticular injection of adenoviral constructs results in Sertolicellspecific gene expression and disruption of the seminiferous epithelium. Reproduction 2009;137:361–70.
24. Ghlissi Z, Hamden K, Saoudi M, Sahnoun Z, Zeghal KM, El Feki A, et al. Effect of Nigella sativa seeds on reproductive system of male diabetic rats. Afr J Pharm Pharmacol 2012;6:1444-50.
25. Ahmad A, Husain A, Mujeeb M, Khan SA, Najmi AK, Siddique NA, et al. A review on therapeutic potential of Nigella sativa: A miracle herb. Asian Pac J Trop Biomed 2013;3:337-52.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.29252/sjku.24.2.66]