دامستیک؛ دوره ۲۵، شماره ۳ (شماره ۳۴ پیاپی): ۲۸-۲۴

نشریهٔ علمی- ترویجی (حرفه‌ای)

دامِستیک

انجمن علمی- دانشجویی گروه مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران؛ پاییز ۱۴۰۴

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_106883.html

مقاله علمی- ترویجی

مروری بر استفاده از نانو میسل‌ها در انجماد اسپرم حیوانات

طوبی ندری[1*] و آرمین توحیدی[2]

[1] استادیار گرایش فیزیولوژی دام و طیور، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، آذربایجان غربی، ایران

[2] استاد فیزیولوژی دام و طیور، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران

https://doi.org/10.22059/domesticsj.2025.395899.1197

چکیده

استفاده از فناوری نانو و به ویژه نانوذرات در زیست- پزشکی به ویژه در دارورسانی در دهه‌های اخیر به سرعت افزایش یافته است. نانوذرات پتانسیل زیادی در زمینه‌های مختلف، از جمله انجماد اسپرم دارند. این مطالعه به بررسی استفاده از نانو میسل‌ها در انجماد اسپرم حیوانات می‌پردازد. انجماد اسپرم به طور گسترده‌ای جهت ذخیره اسپرم به مدت طولانی استفاده می‌شود که در امر تلقیح مصنوعی و تهیه بانک‌های ژنتیکی از آن استفاده می‌شود. فرایند انجماد و ذوب باعث ایجاد استرس‌های متعددی از جمله تنش سرمایی به اسپرم می‌شود. این آسیب‌ها شامل آسیب به غشای سلول، به هم خوردن تعادل آنتی اکسیدانی، زنده مانی و تحرک اسپرم می‌شود و در نتیجه کیفیت اسپرم را کاهش می‌دهد. طی دهه‌های اخیر استفاده از رقیق‌کننده‌های مختلف از جمله منابع حیوانی مانند زردهٔ تخم‌مرغ و منابع گیاهی از جمله لسیتین سویا مرسوم بوده است. امّا اخیراً استفاده از نانومیسل‌ها پتانسیل زیادی برای بهبود انجماد اسپرم در حیوانات مزرعه، از جمله اسپرم بز، گاو، خروس و بوقلمون نشان داده است. نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که نانومیسل در اندازهٔ ذرات ۱۰۰ نانومتر و کمتر اثرات خوبی بر حفظ کیفیت و باروری آن طی فرایند انجماد و ذوب می‌گذارند. در این مطالعه، پیشرفت‌های حاصل از استفاده از نانومیسل‌ها در ذخیره‌سازی و انجماد و باروری اسپرم بررسی می‌شود.

کلمات کلیدی: انجماد اسپرم، فناوری نانو، میسل، نانوذرات

***نویسنده مسئول:** t.nadri@urmia.ac.ir

بخش: فیزیولوژی دام و طیور **دبیر تخصصی:** دکتر افشین سیفی جمادی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۱ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۴/۰۶/۰۳ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۴/۰۶/۰۵ **تاریخ انتشار آنلاین:** ۱۴۰۴/۰۹/۱۶

رفرنس‌دهی: ندری، ط.، توحیدی، آ. مروری بر استفاده از نانو میسل‌ها در انجماد اسپرم حیوانات. *علمی- ترویجی (حرفه‌ای) دامِستیک*، ۱۴۰۴؛ ۲۵(۳): ۲۴-۲۸.

* این مقاله در اولین همایش بین‌المللی و دومین همایش ملی نشریهٔ دامِستیک دانشگاه تهران پذیرش شده است.

مقدمه

انجماد اسپرم روشی است که در فناوری کمک باروری برای ذخیرهٔ طولانی مدت اسپرم به کار می‌رود. این فرآیند مستلزم سردسازی، انجماد و ذوب اسپرم است که عموماً با استفاده از بخار نیتروژن مایع و ذخیره‌سازی در ازت مایع در مخازن مخصوص حاوی نیتروژن مایع انجام می‌شود (Estudillo *et al.*, 2021; Rozati *et al.*, 2017). در زمینهٔ دامپروری، انجماد اسپرم به یک جزء کلیدی در مدیریت تولیدمثل گاوهای شیری تبدیل شده است و با امکان ذخیره و جابجایی نامحدود مایع منی از نرهای برتر ژنتیکی، ابزاری حیاتی برای بهبود ژنتیکی است (Hezavehei *et al.*, 2021). با این وجود، فرآیند انجماد با تغییرات فیزیکی و شیمیایی مختلفی در اسپرم همراه است. این موارد شامل تشکیل کریستال‌های یخ در داخل و خارج سلول، تنش حرارتی، تغییرات غلظت اسمزی و دهیدراتاسیون سلولی است (Ozkavukcu *et al.*, 2008). تنش اسمزی، همراه با اختلال در تعادل بین اکسیدان‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها، اسپرم‌ها را در برابر گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) آسیب‌پذیر می‌کند. افزایش سطح ROS در طول انجماد، تحرک و زنده‌مانی اسپرم را به طور قابل توجهی مختل می‌کند. علاوه بر این، فرآیند انجماد باعث ایجاد تغییراتی در یکپارچگی و ترکیب غشای پلاسما می‌شود که منجر به فرآیند آسیب‌رسان به اسپرم می‌شود (Bahmyari *et al.*, 2020). در نتیجه، باعث از دست رفتن توانایی لقاح و باروری اسپرم می‌شود. تعامل دمای نگهداری، سرعت سردسازی، ترکیب شیمیایی رقیق‌کننده‌ها، غلظت مواد محافظ انجماد، سطح گونه‌های فعال اکسیژن، ترکیب پلاسمای منی و حفظ بهداشت، نقش‌های محوری در تعیین زنده مانی اسپرم ایفا می‌کنند (Lv *et al.*, 2019; Mahiddine and Kim, 2021).

در دهه‌های اخیر، استفاده از نانوذرات (NPs) در حوزهٔ پزشکی، به ویژه برای اهداف دارورسانی (Drug delivery)، به طرز چشمگیری گسترش یافته است. فناوری نانو یک حوزه به سرعت در حال پیشرفت است. روش‌های دارورسانی کنترل‌شده، مانند نانومولسیون‌ها، نیوزوم‌ها، لیپوزوم‌ها و نانومیسل، پتانسیل خوبی برای تنظیم رهایش دارو و آنتی اکسیدان نشان داده‌اند، پتانسیل افزایش فراهمی زیستی و جذب را دارند و همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عملکرد ترکیب‌های زیست‌فعال مختلف آبگریز را بهبود می‌بخشند. اندازهٔ ذرات کلوئیدی از ۱ تا ۱۰۰۰ نانومتر متغیر است، که داروها یا درون آن‌ها محصور شده یا به سطوح آن‌ها چسبیده‌اند. در این مطالعه، راهکارهای اخیر برای دفاع در برابر یا ترمیم آسیب‌هایی که در طول انجماد اسپرم رخ می‌دهد، همچون استفاده از نانوذراتی مانند نانومیسل‌ها به عنوان یک رویکرد دفاعی و نانووزیکول‌ها از جمله لیپوزوم‌ها به عنوان یک سازوکار ترمیم و دفاعی برای بهبود نتایج انجماد اسپرم در گونه‌های مختلف حیوانی را بررسی می‌شود.

نانو فناوری

نانو فناوری به مطالعهٔ در محدودهٔ ۱ تا ۱۰۰ نانومتر اشاره دارد (Park *et al.*, 2000). این فناوری از ویژگی‌های منحصر به فرد فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و نوری مواد در مقیاس نانو استفاده می‌کند. در این مقیاس، ماده ویژگی‌های متمایزی را نشان می‌دهد که شامل خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی جدیدی است که به طور قابل توجهی با خواص مشاهده شده در مقیاس‌های بزرگ‌تر متفاوت است. بخشی از این خواص، ناشی از افزایش سطح در این سیستم‌های کوچک هستند. این امر باعث می‌شود تعداد بیشتری از اتم‌ها با مواد مختلف درگیر شوند و منجر به ایجاد موادی در مقیاس نانومتر شوند که در مقایسه با مواد حجیم مشابه، قوی‌تر، مقاوم‌تر و رساناتر هستند (Park *et al.*, 2000). بنابراین، هنگامی که مواد به مقیاس نانومتر کاهش می‌یابند، می‌توانند ویژگی‌های جدیدی را نشان دهند که محققان و متخصصان را قادر می‌سازد تا با نانو مواد درگیر شوند و نتایج جدیدی را در زمینه‌های مختلف، از کالاهای مصرفی گرفته تا مراقبت‌های بهداشتی و کاربردهای زیست- محیطی به دست آورند (Gupta *et al.*, 2012; Kaur *et al.*, 2023).

استفاده از فناوری نانو در انجماد اسپرم

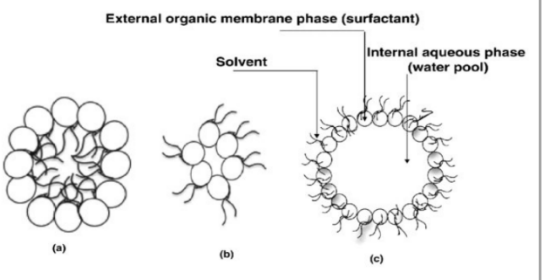
فرآیند انجماد منجر به افزایش سطح گونه‌های فعال اکسیژن و آسیب اکسیداتیو به غشای سلولی اسپرم می‌شود که می‌تواند باعث اختلال در فرآیندهای سلولی از جمله کاهش در تحرک اسپرم، عملکرد میتوکندری، سنتز ATP و میزان باروری اسپرم شود (Niżański *et al.*, 2016). افزایش سطح گونه‌های فعال اکسیژن می‌تواند منجر به آپوپتوز، کاهش متابولیسم سلولی و اختلال در واکنش آکروزومی و افزایش آسیب DNA شود (Niżański *et al.*, 2016).

اندازه‌های کوچک نانوذرات، امکان ادغام بهتری را در فرآیندهای سلولی و مسیرهای فیزیولوژیکی بدون تداخل با سیستم بیولوژیکی طبیعی نشان داده‌اند. نانو مواد مورد استفاده در دارورسانی، پتانسیل بالایی برای حمل مقادیر زیاد و انواع مختلف محموله‌های بیولوژیکی از جمله آنتی‌اکسیدان‌ها دارند.

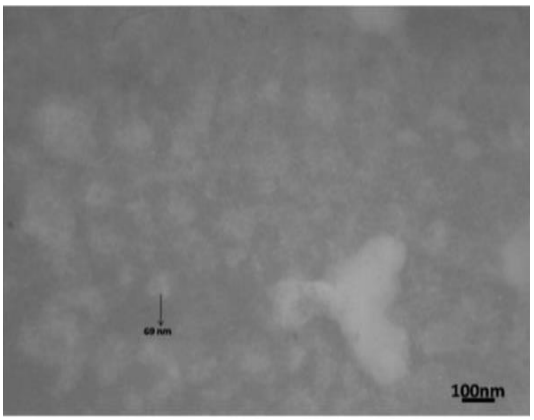
استفاده از نانوذرات (NPs) می‌تواند در حمل و انتقال آنتی‌اکسیدان‌ها به بهبود انجماد اسپرم کمک کند و از بسیاری از این آسیب‌ها جلوگیری یا آن‌ها را کاهش دهد. در بسیاری از مطالعات، اسپرم‌های تیمار شده با نانوذراتی مانند نانومیسل‌ها، سبب افزایش ویژگی‌های اسپرم شد و درصد بیشتری از اسپرم‌های جنبایی پیشرونده و افزایش خطی بودن را نشان داد (Nadri *et al.*, 2019; Nadri *et al.*, 2022). آنتی‌اکسیدان‌ها موادی هستند که اثرات گونه‌های فعال اکسیژن را خنثی یا غیرفعال می‌کنند. در میان بسیاری از مزایای بالقوه، نانوذرات می‌توانند به عنوان کیلیت‌ساز، پروتئین‌های اتصال‌دهنده و مهار تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن و حذف گونه‌های فعال اکسیژن که از قبل وجود دارند، عمل کنند (Agarwal *et al.*, 2014; Bansal and Bilaspuri, 2011).

میسل

میسل‌ها ساختارهای خود تجمعی هستند که توسط آرایی مولکول‌های دوگانه دوست، مانند مواد سطحی فعال، تشکیل می‌شوند. معمولاً در کاربردهای دارویی برای افزایش حلالیت و پایداری ترکیبات آبگریز استفاده می‌شوند. ساختارهای قابل توجه میسل شامل میسل‌های کروی، میسل‌های استوانه‌ای، وزیکول‌های دولایه، فازهای لایه‌ای و میسل‌های معکوس هستند. میسل‌های معکوس، به ویژه، نقش مهمی در ساخت نانوذرات با مورفولوژی و اندازه‌های متنوع، بسته به شرایط تشکیل، ایفا می‌کنند (Lombardo *et al.*, 2015; Parks and Graham, 1992). اندازهٔ میسل توسط عوامل مختلفی از جمله ابعاد مولکولی و ویژگی‌های هندسی مواد سطحی فعال به کار رفته تعیین می‌شود. به منظور ساخت میسل، مقادیر لازم از لسیتین سویا در بافر بر پایهٔ تریس حل می‌شود و سپس با استفاده از مخلوط‌کننده جهت یکنواختی امولسیون به مدت ۴۵ دقیقه هم زده می‌شود (ندری و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۱- نمایش شماتیک؛ (a) میسل‌ها، (b) میسل‌های معکوس، (c) امولسیون آب در روغن (Gangadharappa *et al.*, 2017).



شکل ۲- نانومیسل‌ها در رقیق‌کنندهٔ انجماد اسپرم بز بر پایهٔ نانومیسل‌های لسیتین (ندری و همکاران، ۱۳۹۸)

مطالعات مختلف نشان داده است که استفاده از نانو ذارت لسیتین سویا سبب افزایش جنبایی، زنده مانی، بهبود فعالیت غشای اسپرم و باروری آن در اسپرم بز (Nadri *et al.*, 2019) و اسپرم گاو (رضایی و همکاران، ۱۳۹۹؛ ندری و همکاران، ۱۳۹۸) شده است.

نتیجه‌گیری کلی

فناوری نانو می‌تواند با محافظت و رساندن آنتی‌اکسیدان‌ها به سلول‌ها و افزایش این اثرات، مزایایی را به همراه داشته باشد. در این راستا، درک تغییرات سلولی و مولکولی فناوری نانو که در فرآیند انجماد به کار می‌رود، به منظور افزایش کارایی انجماد اسپرم، مفید است. امروزه محققان علوم نانو به دنبال ابزارهای با خصوصیات مناسب برای محافظت بیشتر از اسپرم می‌باشند. یکی از این ابزارهای مهم و نوین میسل‌ها هستند که از تراکم مولکول‌های مواد سطحی فعال انتشار یافته در یک مایع کلوئیدی تشکیل می‌شوند. نتایج تحقیقات انجام شده نشان داده است که میسل‌ها ابزارهای مفیدی برای حفاظت از غشای اسپرم، حفظ جنبایی و زنده‌مانی اسپرم حیوانات مختلف هستند.

منابع

رضائی، ز. زین الدینی، س. باغ‌شاهی، ح. حجت. توحیدی، آرمین. فرجی. (۲۰۲۱)."اثر افزودن پیریدوکسین به رقیق کننده بر پایه لسیتین سویا بر پارامترهای کیفی مایع منی بز پس از فرآیند انجماد-یخ زدایی". *مجله تحقیقات دامپزشکی ایران*، ۲۲(۳)، ۲۳۴-۲۳۸.

ندری، ط. الدینی، ز. توحیدی، آ. ریاضی، ق. ژندی،م. و شرفی، م.(۲۰۲۰). "اثر افزودن گلوتاتیون احیا به رقیق کننده بر پایه نانوذره لسیتین بر انجمادپذیری اسپرم گاو". *تولیدات دامی*، ۲۲(۳)، ۴۷۱-۴۷۷.

Agarwal, A., Virk, G., Ong, C., and Du Plessis, S. S. (2014). "Effect of oxidative stress on male reproduction." *The World Journal of Men's Health*, *32*(1), 1-17 .

Bahmyari, R., Zare, M., Sharma, R., Agarwal, A., and Halvaei, I. (2020). "The efficacy of antioxidants in sperm parameters and production of reactive oxygen species levels during the freeze-thaw process: A systematic review and meta-analysis." *Andrologia*, *52*(3), e13514 .

Bansal, A. K., and Bilaspuri, G. (2011). "Impacts of oxidative stress and antioxidants on semen functions." *Veterinary Medicine International*, *2011*(1), 686137 .

Estudillo, E., Jiménez, A., Bustamante-Nieves, P. E., Palacios-Reyes, C., Velasco, I., and López-Ornelas, A. (2021). "Cryopreservation of gametes and embryos and their molecular changes." *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(19), 10864 .

Gangadharappa, B. S., Dammalli, M., Rajashekarappa, S., Pandurangappa, K., and Siddaiah, G. B. (2017). "Reverse micelles as a bioseparation tool for enzymes." *Proteins Proteomics*, *8*(2), 105-120 .

Gupta, V. K. N., Mehra, A., and Thaokar, R. (2012). "Worm-like micelles as templates: Formation of anisotropic silver halide nanoparticles." *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, *393*, 73-80 .

Hezavehei, M., Sharafi, M., Fathi, R ,.Shahverdi, A., and Gilani, M. A. S. (2021). "Membrane lipid replacement with nano-micelles in human sperm cryopreservation improves post-thaw function and acrosome protein integrity." *Reproductive BioMedicine Online*, *43*(2), 257-268 .

Kaur, M., Guleria, P. and Kumar, V. (2023). "Nanomaterials for Diagnosis and Treatment of Lung Cancer: A Review of Recent Patents." *Recent Patents on Anti-Cancer Drug Discovery*, *18*(2), 114-124 .

Lombardo, D., Kiselev, M. A., Magazù, S., and Calandra, P. (2015). "Amphiphiles self-assembly: basic concepts and future perspectives of supramolecular approaches." *Advances in Condensed Matter Physics*, *2015*(1), 151683 .

Lv, C., Wu, G., Hong, Q., and Quan, G. (2019). "Spermatozoa cryopreservation: state of art and future in small ruminants." *Biopreservation and Biobanking*, *17*(2), 171-182 .

Mahiddine, F. Y., and Kim, M.-J. (2021). "Overview on the antioxidants, egg yolk alternatives, and mesenchymal stem cells and derivatives used in canine sperm cryopreservation." *Animals*, *11*(7), 1930 .

Nadri, T., Towhidi, A., Zeinoaldini, S., Martínez-Pastor, F., Mousavi, M., Noei, R., Tar, M., and Sangcheshmeh, A. M. (2019). "Lecithin nanoparticles enhance the cryosurvival of caprine sperm." *Theriogenology*, *133*, 38-44 .

Nadri, T., Towhidi, A., Zeinoaldini, S., Riazi, G ,.Sharafi, M., Zhandi, M., Kastelic, J., and Gholami, D. (2022). "Supplementation of freezing medium with encapsulated or free glutathione during cryopreservation of bull sperm." *Reproduction in Domestic Animals*, *57*(5), 515-523 .

Niżański, W., Partyka, A., and Prochowska, S. (2016). "Evaluation of spermatozoal function—useful tools or just science." *Reproduction in Domestic Animals*, *51*, 37-45 .

Ozkavukcu, S., Erdemli, E., Isik, A., Oztuna, D., and Karahuseyinoglu, S. (2008). "Effects of cryopreservation on sperm parameters and ultrastructural morphology of human spermatozoa." *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, *25*, 403-411 .

Park, D.-G., Kim, W.-J., and Yang, S.-M. (2000). "Shear-induced microstructure and rheology of cetylpyridinium chloride/sodium salicylate micellar solutions." *Korea-Australia RheologyJournal*, *12*(3_4), 143-149 .

Parks, J. E., and Graham, J. K. (1992). "Effects of cryopreservation procedures on sperm membranes." *Theriogenology*, *38*(2), 209-222 .

Rozati, H., Handley, T., and Jayasena, C. (2017). "Process and pitfalls of sperm cryopreservation." *Journal of Clinical Medicine*, *6*(9), 89 .

.

Publisher Note

Animal Science Students Scientific Association, Campus of Agriculture and Natural Resources at the University of Tehran

Submit Your Manuscript:
https://domesticsj.ut.ac.ir/contacts?_action=loginForm

Domestic; 25 (3): 24-28

Scientific-Extensional (Professional) Journal

Domestic

Animal Science Students Scientific Association at the University of Tehran, Autumn 2025

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_106883.html

Scientific-Extensional Article

A review on using nanomicelles in freezing animal sperm

Touba Nadri[1]* and Armin Towhidi[2]

[1] Assistant Professor of Animal and Poultry Physiology, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at the Urmia University, Urmia, West Azerbaijan, Iran

[2] Professor of Animal and Poultry Physiology, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran

https://doi.org/10.22059/domesticsj.2025.395899.1197

Abstract

The use of nanotechnology, and especially nanoparticles (NPs), in biomedicine, especially in drug delivery, has increased rapidly in recent decades. Nanoparticles have great potential in various fields, including sperm cryopreservation. This study investigates the use of nanomicelles in animal sperm cryopreservation. Sperm cryopreservation is widely used for long-term sperm storage, which is used in artificial insemination and genetic bank preparation. The freezing and thawing process causes several stresses, including cold shock, to sperm. These damages include damage to the cell membrane, disruption of the sperm antioxidant balance, its viability and motility, and consequently reduce sperm quality. In recent decades, the use of various diluents, including animal sources such as egg yolk and plant sources such as soy lecithin, has been common. However, recently, the use of nanomicelles has shown great potential for improving sperm freezing in farm animals, including goat, cow, rooster and turkey sperm. The results of various studies have shown that nanomicelles with particle sizes of 100 nm and less have good effects on maintaining its quality and fertility during the freezing and thawing process. In this study, the advances made by the use of nanomicelles in sperm storage and fertility are reviewed.

Keyword(s): Micelles, Nanoparticles, Nanotechnology, Sperm freezing

***Corresponding Author E-mail:** t.nadri@urmia.ac.ir

Section: Animal and Poultry Physiology **Associate Editor:** Dr. Afshin Seifi-Jamadi

Received: 01 Jun 2025 **Revised:** 25 Aug 2025 **Accepted:** 27 Aug 2025 **Published online:** 07 Dec 2025

Citation: Nadri, T., Towhidi, A. A review on using nanomicelles in freezing animal sperm. *Professional Journal of Domestic*, 2025; 25(3): 24-28.

* This article was accepted at the 1st International & 2nd National Conference of Domestic Journal, University of Tehran.