

## ***Investigation of different glycerol and Egg Yolk concentration on freezing Bakhtiari Ram Semen***

***Forouzanfar M., Ph.D., Fazilati M., Ph.D., Hosseini SM., D.V.M., Moulavi F., B.Sc., Hajian M., M.Sc., Salehi S.A., B.Sc., Rabiei A., B.Sc., Nasr-Esfahani MH., Ph.D.\****

*\*P.O.Box: 8158968433, Embryology Department, Royan Institute, Esfahan, Iran*

### ***Abstract***

**Purpose:** Glycerol has been the most widely used cryopreservation agent for spermatozoa and a wide range of factors affects its action on sperm viability and fertilizing capacity. Moreover egg yolk is a common constituent of semen diluents, protects the spermatozoa against cold shock and confers protection during freezing and thawing. The aim of this study was to investigate of different glycerol and egg yolk concentration for optimum freezing of ram semen.

**Materials and Methods:** Nine semen extender with different concentration of egg yolk (10%, 15%, 20%) and glycerol (4%,6%,8%) in a Tris-based media were tested for cryopreservation of semen. Semen was collected from Bakhtiari rams by an artificial vagina (38-40°C) two consecutive semen collections from each ram were pooled. The ejaculates were diluted with each extender, cooled to 5°C and left for 2 hours. Thereafter, it was packed in 0.5 ml straws (final cellular concentration 100-200 ×10<sup>6</sup> spz/ml). Then the frozen straws in nitrogen vapors (5 cm above nitrogen liquid). the straws were then stored in liquid nitrogen until further use.

**Results:** The results showed that frozen sperm in all treatment groups had motility after thawing but the percentage of motility in different groups are different.

**Conclusion:** In conclusion the results of present study indicate that the 20% egg yolk – Tris – 8% glycerol extender was significantly superior to other extender, in protecting the sperm during freezing and thawing and saving the motility of spermatozoa. While the 10% egg yolk – Tris – 4% glycerol show the lowest motility after freezing thawing.

**Key word:** Ram, Semen, Glycerol, Freezing and thawing

## بررسی غلظت‌های مختلف گلیسرول و زرده تخم مرغ بر تحرک اسپرم قوچ نژاد بختیاری پس از انجماد - ذوب مایع منی

محسن فروزانفر Ph.D.\*، محمد فضیلتی Ph.D.\*\*، سید مرتضی حسینی DVM\*\*\*، فریا مولوی B.Sc.\*\*  
مهدی حاجیان M.Sc.\*\*\*، سمیه اسدا... صالحی B.Sc.\*\*\*، اسدا... ربیعی B.Sc.\*\*\*، محمد حسین نصر اصفهانی Ph.D.\*\*\*

\* گروه علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی مرودشت

\*\* گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

\*\*\* گروه جنین شناسی پژوهشکده رویان اصفهان

\*\*\*\* ایستگاه توسعه پرورش و اصلاح نژاد گوسفندی لری بختیاری شهرکرد

تاریخ وصول: بهمن ماه ۸۵، تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۸۶

### چکیده

**هدف:** تعیین غلظت‌های بهینه گلیسرول و زرده تخم مرغ به منظور انجماد مایع منی قوچ مواد و روشها: جمع آوری مایع منی توسط واژن مصنوعی انجام شد. از هر قوچ دو انزال پی در پی به صورت یک روز در میان جمع آوری شد. نمونه‌ها با محیط‌های انجماد فوق به روش یک مرحله‌ای رقیق شدند و تا دمای ۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت به صورت تدریجی سرد شدند، سپس به داخل نی‌های انجماد ۰/۵ ml کشیده شدند. نی‌ها به مدت ۱۲ دقیقه در بخار نیتروژن قرار داده شدند و برای ذخیره نهایی در نیتروژن مایع نگهداری شدند.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که هر چند در تمام گروه‌های تیماری، اسپرم‌های قوچ پس از انجماد - ذوب دارای تحرک بودند ولی درصد تحرک در گروه‌های مختلف تیماری با یکدیگر متفاوت است.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر این است که هر چند درصد تحرک اسپرم پس از انجماد - ذوب در تمام گروه‌های تیماری در مقایسه با حالت قبل از انجماد کاهش معنی داری ( $p \leq 0.05$ ) را نشان می‌دهد ولی در بین گروه‌های تیماری، گروه E10G4 (۱۰ درصد زرده تخم مرغ و ۴ درصد گلیسرول)، کمترین (۳/۴ درصد) و گروه E20G8 (۲۰ درصد زرده تخم مرغ و ۸ درصد گلیسرول)، بیشترین (۴۸ درصد) درصد تحرک اسپرم را پس از انجماد ذوب نشان دادند.

**کلیدواژه‌ها:** اسپرم قوچ، انجماد - ذوب، گلیسرول، زرده

### مقدمه

(Cryoprotectant)، کاهش دما به زیر صفر درجه سانتیگراد،

ذخیره، ذوب و سرانجام حذف ماده محافظ انجماد و بازگشت

به حالت طبیعی فیزیولوژیکی گامت است. امروزه تلاش‌های

حفظ انجمادی (Cryopreservation) گامت، شامل در معرض

قرار دادن ابتدایی گامتها با مواد محافظ انجماد

گلیسرول به مایع منی قبل از انجماد، شامل مرحله موازنه است که طی این مرحله آب درون سلولی اسپرم به واسطه شیب اسمزی خارج شده و گلیسرول جایگزین آن می شود و بدین ترتیب مانع تشکیل کریستالهای یخ درون سلولی شده و سلولها را در برابر آسیب حاصل از تشکیل کریستالهای یخ محافظت می کند [۴، ۵ و ۶]. به علاوه زرده تخم مرغ نیز یک جزء معمول تشکیل دهنده محیط انجمادها است و با عمل روی غشای سلولی، اسپرم را در برابر شوک سرما محافظت می کند [۷]. از طرف دیگر غلظت گلیسرول می تواند توسط میزان زرده تخم مرغ موجود در محیط انجماد تحت تاثیر قرار گیرد [۸]. این تحقیق به منظور بررسی آثار غلظتهای مختلف گلیسرول و زرده تخم مرغ در محیط بر پایه تریس روی کیفیت و تحرک اسپرم قوچ نژاد بختیاری پس از انجماد-ذوب مایع منی انجام شد. بدین منظور تاثیر ۹ محیط انجماد مایع منی با غلظتهای مختلف زرده و گلیسرول در محیط بر پایه تریس، روی کیفیت و توان تحرک اسپرم قوچ پس از انجماد - ذوب مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روشها

### جمع آوری مایع منی

در این تحقیق از سیمن قوچهای نژاد بختیاری (سن بیش از ۲ سال) استفاده شد. جمع آوری مایع منی به صورت هفته ای دو بار، به صورت یک یا دو انزال پی در پی با فاصله ۱۵-۱۰ دقیقه با استفاده از واژن مصنوعی (۴۲-۴۰ درجه سانتی گراد) انجام پذیرفت.

### محیط انجماد

در این تحقیق از محیط انجماد بر پایه تریس و غلظتهای مختلف گلیسرول (۴ و ۶ و ۸ درصد) و زرده تخم مرغ (۱۰ و ۱۵ و ۲۰ درصد) استفاده شد. اجزای تشکیل دهنده محیط انجماد در جدول ۱ خلاصه شده است.

قابل ملاحظه ای روی تکوین تکنیکهای تلقیح مصنوعی در گوسفند با استفاده از اسپرم منجمد شده قوچ در حال انجام است. انجماد و ذخیره مایع منی قوچ، شامل قراردادن مایع منی در ازلت مایع و در نتیجه توقف واکنشهای متابولیکی اسپرم است. بدین وسیله می توان طول زمان باروری (Fertile life) اسپرم را افزایش داد. از مزایای منجمد کردن اسپرم قوچ می توان به بارور نمودن همزمان تعداد زیادی میش با استفاده از اسپرم قوچهای با نژاد برتر، انتقال آسان مایع منی از مرکز تولید و جمع آوری به دورترین دامداریها، ذخیره ژنها برای استفاده آینده و تضمین در مقابل از دست دادن نرهای منحصر به فرد اشاره نمود.

هر چند در اغلب گاوداریهای سنتی، نیمه صنعتی و صنعتی کشورمان تلقیح مصنوعی، به طور معمول از اسپرم منجمد شده گاو استفاده می شود، با این حال استفاده از این روش در گوسفند با مشکلاتی از جمله بقاء و تحرک کم اسپرمها بعد از فرایند انجماد-ذوب همراه است. بقای اسپرم قوچ پس از انجماد - ذوب متاثر از فاکتورهای متعددی از قبیل نوع و غلظت اجزای مورد استفاده در محیط انجماد مایع منی، غلظت گلیسرول یا سایر مواد محافظ کننده در برابر انجماد، کیفیت روش انجماد - ذوب و همچنین کیفیت مایع منی مورد استفاده برای انجماد است [۲، ۱ و ۳]. بنابراین استفاده از محیط انجماد مناسب مایع منی قوچ که بتواند از اسپرمها در برابر آسیبهای انجماد-ذوب محافظت کند و بقای و تحرک اسپرم را بعد از انجماد - ذوب حفظ کند، گام مهمی در جهت استفاده از تلقیح مصنوعی در گوسفند است.

تمام روشهای انجماد سلولی بر اساس استفاده از یک یا چند ماده محافظ انجماد است. گلیسرول، دی متیل سولفوکساید (DMSO) و اتیلن گلیکول، عوامل محافظ انجمادی درون سلولی یا نفوذ کننده هستند، که وزن مولکولی آنها نسبتاً کم است ( $MW < 100$ ). اسپرم گونه های پستانداران عموماً به کمک گلیسرول به عنوان ماده محافظ انجماد، منجمد می شود. گلیسرول یک ماده قابل نفوذ به درون سلول است. افزودن

جدول ۱. مقدار و نوع اجزا تشکیل دهنده محیط پایه انجماد

اسمولاریته (m.osm)	pH	اسید سیتریک (gr/l)	گلوکز (gr/l)	تریس (gr/l)	اجزای تشکیل دهنده
325	7/2	18/253	5/0456	36/342	دوز

### پردازش مایع منی

حجم بین ۲-۰/۷۵ میلی لیتر، غلظت بیشتر از  $3/5 \times 10^9$  اسپرم در میلی لیتر، تحرک بیشتر از ۷۰ درصد و مرفولوژی کمتر از ۱۰ درصد اسپرم غیر طبیعی، در هر انزال به عنوان مایع منی نرمال در نظر گرفته شد، در غیر این صورت مایع منی های جمع آوری شده حذف شدند. بلافاصله بعد از جمع آوری مایع منی، رقیق سازی به نسبت ۱ حجم مایع منی و ۲۰ حجم محیط های انجماد فوق الذکر در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد انجام شد. سپس لوله مایع منی در ظرف محتوی ۱۰۰ سی سی آب ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شد و در عرض ۳۰ دقیقه به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه پس از آنالیز اولیه فاکتورهای اسپرمی (غلظت، مرفولوژی و تحرک اسپرمها)، در صورت مناسب بودن فاکتورهای فوق، برای سرد شدن تدریجی و انکوباسیون با محیط انجماد (به ویژه گلیسرول)، ظرف آب محتوی لوله اسپرمی به مدت ۲ ساعت در یخچال ۵ درجه سانتی گراد نگهداری شد. غلظت نهایی اسپرم به میزان ۲۰۰-۱۰۰ میلیون اسپرم در هر میلی لیتر تعیین شد. پس از گذشت ۲ ساعت جهت حفظ دمای مایع منی، ظرف آب محتوی مایع منی روی کریستالهای یخ قرار داده شد و بلافاصله در داخل نینهای انجماد ۰/۲۵ میلی لیتر کشیده شد.

### انجماد- ذوب مایع منی

ابتدا نینها به مدت ۱۲ دقیقه در بالای سطح ازت مایع (۵ سانتی متر) قرار گرفتند و سپس به سرعت در ازت مایع انتقال

داده شدند. برای ذوب - مایع منی، نیها از ازت مایع خارج و به مدت ۱ دقیقه در حمام آب ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شدند، سپس پارامترهای اسپرم ارزیابی شد.

### طراحی آزمایش

شکل ۱ مراحل آماده سازی کلی محیط های انجماد مورد استفاده این تحقیق را نشان می دهد. در این تحقیق به ازای هر یک از گروه های تیماری سه بار تکرار انجام شد و در هر تکرار ۱۰ نی منجمد و پس از ذوب ارزیابی آماری انجام شد.

### تجزیه و تحلیل آماری

ارتباط بین پارامترها با استفاده از آنالیز آماری chi square بررسی شد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار spss انجام گرفت.

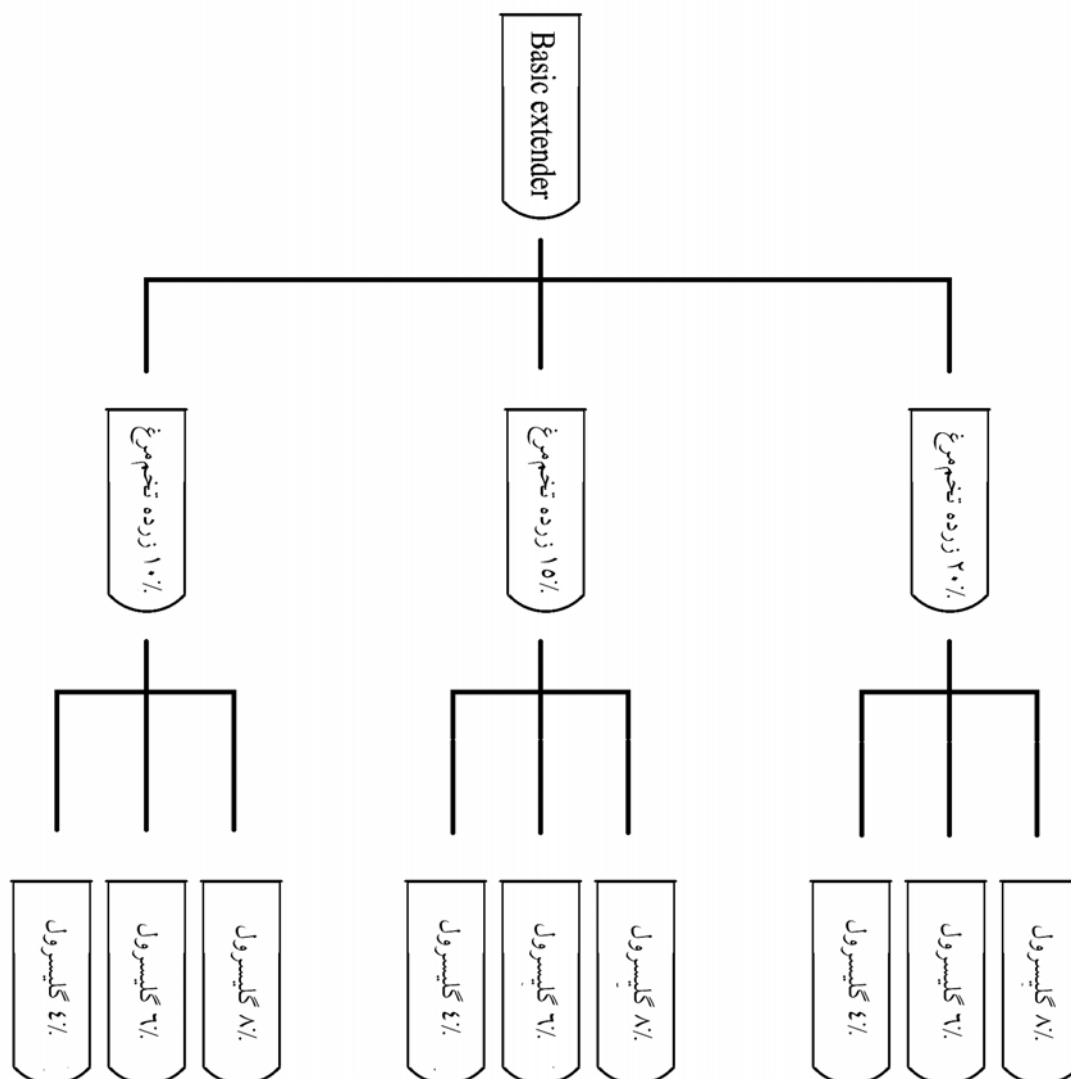
### یافته ها

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در غلظت ۱۰ درصد زرده و غلظتهای ۴، ۶ و ۸ درصد گلیسرول، تحرک اسپرم پس از انجماد - ذوب روند افزایشی را به ترتیب در گروه های تیماری E10G4، E10G6 و E10G8 نشان می دهد که این افزایش در بین گروه های تیماری E10G4 با E10G6 و E10G8 از نظر آماری معنی دار ( $p \leq 0.05$ ) است (شکل ۲). تیمار مایع منی قوچ با غلظت ۱۵ درصد زرده و غلظتهای ۴،

( $p \leq 0.05$ ) است (شکل ۴).

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر آن است که درصد تحرک اسپرم قوچ نژاد بختیاری پس از انجماد- ذوب، در تمام گروه‌های تیماری در مقایسه با قبل از انجماد کاهش معنی داری ( $p \leq 0.05$ ) را نشان داد. همچنین گروه تیماری E10G4 کمترین و گروه تیماری E20G8 بیشترین درصد تحرک اسپرم را پس از انجماد - ذوب در مقایسه با سایر گروه‌های تیماری نشان دادند.

۶ و ۸ درصد گلیسرول (شکل ۳) منجر به افزایش درصد تحرک اسپرم پس از انجماد- ذوب شد که این افزایش در بین گروه‌های تیماری E15G4 با E15G8 و E15G6 با E15G8 از نظر آماری معنی دار ( $p \leq 0.05$ ) است. همچنین در غلظت ۲۰ درصد زرده و غلظت‌های ۴، ۶ و ۸ درصد گلیسرول نیز یک روند افزایش در درصد تحرک اسپرم پس از انجماد ذوب مشاهده شد که این افزایش بین گروه‌های تیماری E20G4 و E20G6 با گروه تیماری E20G8 از نظر آماری معنی دار

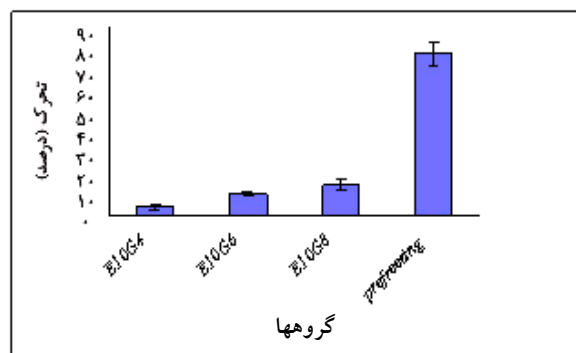


شکل ۱. طراحی آزمایش جهت بررسی تاثیر همزمان گلیسرول و زرده تخم مرغ بر روی کیفیت تحرک اسپرم قوچ پس از انجماد - ذوب

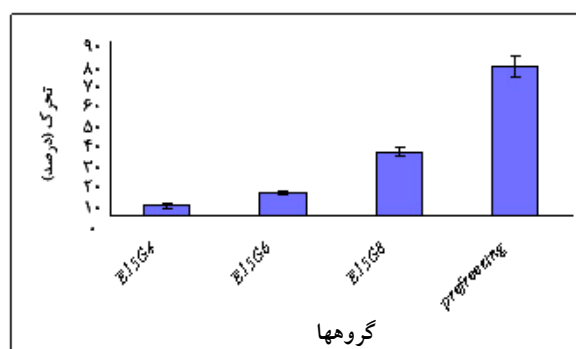
## بمٹ

از انجماد طولانی مدت مایع منی قوچ برای بارور نمودن همزمان تعداد زیادی میش، ذخیره ژن‌ها برای استفاده آینده و تضمین در مقابل از دست دادن قوچ‌های منحصر به فرد استفاده می‌شود. همچنین اسپرم منجمد شده را می‌توان به راحتی در مسافت‌های طولانی حمل و نقل نمود.

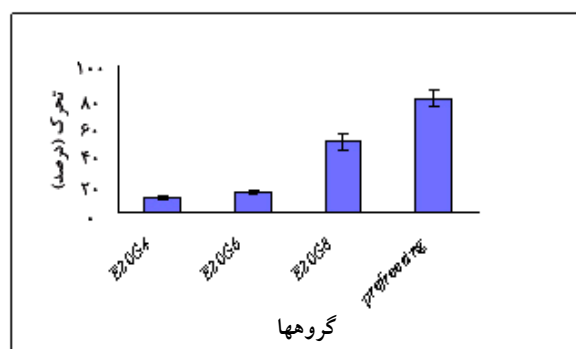
تحقیقات نشان داده که طی فرایند انجماد-ذوب مایع منی پارامترهای اصلی مایع منی شامل تعداد اسپرم‌ها، مرفولوژی و تحرک اسپرم تحت تاثیر قرار می‌گیرد. یکی از مهمترین پارامترها برای ارزیابی کیفیت محیط انجماد مایع منی و همچنین کارایی روش مورد استفاده برای انجماد-ذوب، بررسی توانایی تحرک اسپرم پس از انجماد-ذوب است. از علل کاهش تحرک اسپرم می‌توان به آسیب به فراساختار اسپرم اشاره نمود. گزارش شده است که حفظ انجمادی موجب تغییراتی در مرفولوژی اسپرم، آسیب به آکروزوم، آسیب میتوکندریایی و آسیب به دم اسپرم می‌شود [۹ و ۱۰]. بنابراین درصد کمی از اسپرم‌ها بعد از انجماد-ذوب دارای غشای سالم و فعالیت طبیعی میتوکندری و دم هستند [۱۱]. تحرک اسپرم بعد از انجماد-ذوب نیز تا حدودی به تغییرات فوق حساس است [۱۲]. سونمز (Sonmez) و همکاران تاثیر غلظت‌های مختلف گلیسرول و اسید اسکوربیک را در محیط بر پایه تریس جهت انجماد مایع منی قوچ بررسی نمودند. نتایج تجربیات آنها نشان داد که تحرک اسپرم پس از انجماد ذوب در گروه‌های تیماری مختلف بین ۱-۴۴ درصد بود [۱۳]. گابریلا (Gabriella) و همکاران تاثیر محیط انجماد شیر-لاکتوز - زرده تخم مرغ را روی تحرک اسپرم قوچ، پس از انجماد-ذوب در فصول مختلف سال بررسی نمودند. نتایج تجربیات آنها نشان داد که تحرک اسپرم پس از انجماد-ذوب در فصول مختلف سال بین ۳۶/۹-۱۱/۱ درصد بود [۱۴]. با وجودی اینکه عموماً پذیرفته شده است که تحرک اسپرم طی



شکل ۲. تاثیر تیمار غلظت ۱۰ درصد زرده و غلظت‌های ۴، ۶ و ۸ درصد گلیسرول در محیط پایه تریس بر تحرک اسپرم قوچ پس از انجماد-ذوب مایع منی. هر سه گروه تیماری با گروه قبل از انجماد و گروه E10G4 با گروه‌های E10G6 و E10G8 تفاوت معنی داری را نشان می‌دهد ( $p \leq 0.05$ ).



شکل ۳. تاثیر تیمار غلظت ۱۵ درصد زرده و غلظت‌های ۴، ۶ و ۸ درصد گلیسرول در محیط پایه تریس بر تحرک اسپرم قوچ پس از انجماد-ذوب مایع منی. هر سه گروه تیماری با گروه قبل از انجماد و گروه‌های E15G4 و E15G6 با گروه E15G8 تفاوت معنی داری را نشان می‌دهد ( $p \leq 0.05$ ).



شکل ۴. تاثیر تیمار غلظت ۲۰ درصد زرده و غلظت‌های ۴، ۶ و ۸ درصد گلیسرول در محیط پایه تریس بر تحرک اسپرم قوچ پس از انجماد-ذوب مایع منی. هر سه گروه تیماری با گروه قبل از انجماد و گروه‌های E20G4 و E20G6 با گروه E20G8 تفاوت معنی داری را نشان می‌دهد ( $p \leq 0.05$ ).

جایگزین نمود، با این حال در مورد انجماد مایع منی قوچ، زرده به واسطه خاصیت محافظتی روی غشای سلولی، یکی از اجزای مهم محیط انجماد است [۷]. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزایش غلظت زرده تخم مرغ تا میزان ۲۰ درصد و افزایش غلظت گلیسرول تا میزان ۸ درصد حجم کلی محیط انجماد، آثار مثبتی روی توان حرکت اسپرم قوچ پس از انجماد - ذوب دارد.

در طی فرایند انجماد - ذوب سلولها و بافتها یکی از مهمترین مشکلات ایجاد کریستالهای یخ درون سلولی است که این کریستالها به نوبه خود می توانند موجب مرگ سلول شوند به نظر می رسد که در گروه تیماری E20G8 عمل جایگزینی آب با گلیسرول در مقایسه با سایر گروه های تیماری به نحو بهتری صورت گرفته به علاوه غلظت ۲۰ درصد زرده تخم مرغ در این محیط نیز کارایی مناسبی در محافظت از غشای سلولی در مقایسه با سایر سلولهای تیماری داشته است.

پیشنهاد شده است که غلظت اپتیمال گلیسرول در محیط انجماد سیمن همچنین به غلظت نسبی اسپرماتوزوآ بستگی دارد [۲۴]. به نظر می رسد که در غلظت استفاده شده اسپرماتوزوآ در این تحقیق ( $106 \times 200 - 100$  اسپرم/میلی لیتر) تداخل غلظت ۲۰ درصد زرده، همراه با غلظت ۸ درصد گلیسرول در محیط انجماد بر پایه تریس و گلوکز (گروه تیماری E20G8) در روش یک مرحله ای انجماد بهترین کارایی را برای حفظ تحرک اسپرم قوچ نژاد بختباری داشته و به عنوان مناسب ترین محیط برای انجماد پیشنهاد می شود.

## تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از مدیریت محترم پژوهشکده رویان بابت فراهم نمودن امکانات و تجهیزات و همچنین از مدیریت محترم سازمان حفاظت محیط زیست اصفهان که هزینه های مادی انجام این طرح را فراهم نمودند، سپاسگزاری می نمایند.

انجماد - ذوب کاهش می یابد، اما مکانیسمی که به موجب آن این امر صورت می گیرد، به طور کامل مشخص نشده است [۱۶و۱۵].

تحقیق حاضر نیز بیانگر کاهش معنی دار ( $p \leq 0.05$ ) درصد تحرک اسپرم قوچ نژاد بختباری پس از انجماد - ذوب، در مقایسه با قبل از انجماد در تمام گروه های تیماری است. هر چند این کاهش در برخی از گروه های تیماری از قبیل E10G4, E10G6, E10G8, E15G4 و E15G6 فوق العاده چشمگیر است ولی در گروه تیماری E15G8 و به ویژه گروه تیماری E20G8 (به ترتیب ۳۳/۴ و ۴۸ درصد) کاهش نسبتاً معمولی را نشان می دهد.

گلیسرول معمولترین عامل محافظ انجمادی مورد استفاده برای انجماد مایع منی قوچ است. گلیسرول را می توان بلافاصله بعد از جمع آوری مایع منی (در یک مرحله) یا در ۵ درجه سانتی گراد (در دو مرحله) به مایع منی اضافه کرد [۱۷و۷]. غلظت نهایی گلیسرول در محیط انجماد برای انجماد مایع منی قوچ، در نهایت به وسیله خاصیت سمی آن محدود می شود [۱۹و۱۸]. که به نوبه خود به میزان خنک سازی و انجماد [۲۰]، نوع و غلظت اجزای تشکیل دهنده محیط انجماد [۲۱] و روش اضافه کردن گلیسرول [۲۲] بستگی دارد. غلظت اپتیمال گلیسرول اضافه شده به رقیق کننده مایع منی قوچ، همچنین به میزان زرده تخم مرغ موجود در آن بستگی دارد [۸]. زرده تخم مرغ یکی از اجزای معمول مورد استفاده در محیط انجماد مایع منی است و اسپرمها را در برابر شوک سرما محافظت می کند و در طی انجماد - ذوب مایع منی نقش محافظتی برای اسپرم دارد. عقیده بر این است که زرده در سطح غشای پلاسمایی سلول عمل می کند.

غلظت اپتیمم زرده در رقیق کننده مایع منی قوچ بستگی به اجزای تشکیل دهنده رقیق کننده دارد [۲۳]. گرچه زرده تخم مرغ را بعضی مواقع می توان با ماده دیگری با فعالیت مناسب

## References

1. **Fiser PS, Ainsworth L, Fairfull RW.** Evaluation of new diluent and different processing procedures for cryopreservation of ram semen. *Theriogenology* 1987; 28:599-607.
2. **Evans G, Maxwell WMC.** Salamon's Artificial Insemination of Sheep and Goats. Butterworths Sydney 1987, pp194.
3. **Salamon S, Maxwell WMC.** Frozen storage of ram semen. I. Processing, freezing, thawing and fertility after cervical insemination. *Anim Reprod Sci* 1995; 37:185-249.
4. **Abdelhakeam AA, Graham EF, Vazquez IA.** Studies on the presence and absence of glycerol in unfrozen and frozen ram semen: fertility trials and the effect of dilution methods on freezing ram semen in the absence of glycerol. *Cryobiology* 1991; 28:36-4
5. **Anel L, de Pas P, Alvares M, Chamorro CA, Boixo JC, Manso A, et al.** Field and in vitro assay of three methods for freezing ram semen . *Theriogenology* 2003; 60:1293-308.
6. **Adrienne E, Crosier AB, Budhan S, Pukazhenthia, Josephine N, Henghali b, et al.** Cryopreservation of spermatozoa from wild-born Namibian cheetahs and influence of glycerol on cryosurvival. *Cryobiology* 2006; 52:169-181.
7. **Salamon S, Maxwell WMC.** Storage of ram semen. *Anim Reprod Sci* 2000 ; 62:77-111.
8. **Watson PF, Martin ICA.** Regions of the freezing curve causing changes in structure and viability of ram sperm. *Nature Lond* 1974; 251:315-6.
9. **Wooley DM, Richardson DW.** Ultrastructural injury to human spermatozoa after freezing and thawing . *J Reprod Fert* 1978; 53:389-94.
10. **Connel MO, McClure N, Lewis SEM.** The effect of cryopreservation on sperm morphology, motility and mitochondrial function. *Human Reproduction* 2002; 17(3 pp):704-709.
11. **Holt WV.** Alternative strategies for the long term preservation of spermatozoa. *Reprod Fert Dev* 1997; 9:309-19.
12. **Henry MA, Nioles EE, Gao D, Mazure P, Critser JK.** Cryopreservation of human spermatozoa, IV The effects of cooling and warming rates on the maintenance of motility, plasma membrane integrity, and mitochondrial function. *Fertil Steril* 1993; 60:911-8.
13. **Sonmez M, Demirci E.** The effect of ascorbic acid on the freezability of ram semen diluted with extenders containing different proportion of glycerol. *Turk J Vet Anim Sci* 2003; 28:893-9.
14. **Gabriella A, Martemucci G.** Post- thaw survival and acrosome integrity of spermatozoa of leccese rams frozen in different seasons with a milk-egg yolk extender. *Ital J Anim Sci* 2005; 4:139-48.
15. **Sharma RK, Agarwal A.** Sperm quality improvement in cry preserved human semen. *J Urol* 1996; 156:1008-12.
16. **Centala GM, Raubertas RF, Whittingham DJ.** Cryopreservation of human semen – comparison of cryopreservatives, sources of variability , and prediction of post thaw survival. *J Androl* 1992; 13:283-8.
17. **Salamon S, Maxwell WMC.** Frozen storage of ram semen, Processing, freezing, thawing and fertility after cervical insemination. *Anim Reprod Sci* 1995; 37:185-249.
18. **Hammerstedt RH, Graham JK.** Cryopreservation of poultry sperm: the enigma of glycerol. *Cryobiology* 1992; 29:26-38.
19. **Fahy GM.** The relevance of cryoprotectant toxicity to cryobiology. *Cryobiology* 1986; 23:1-13.
20. **Fisher PS, Fairfull RW.** The effect of glycerol concentration and cooling velocity on cryosurvival of ram spermatozoa frozen in straws. *Cryobiology* 1984; 21:542-51.
21. **Pontbriand D, Howard JG, Schiewe MC, Stuart LD, Wildt DE.** Effect of cryoprotective diluent and method of freeze – thawing on survival and



- acrosomal integrity of ram spermatozoa. *Cryobiology* 1998; 26: 341-54.
22. **Colas G.** Effect of initial freezing temperature, addition of glycerol and dilution on the survival and fertilizing ability of deep – freezing ram semen. *J Reprod Fertil* 1975; 42:277-85.
23. **Salamon S, Lightfoot RJ.** Freezing of ram spermatozoa by the pellet method I. The effect of diluent composition on survival of spermatozoa. *Aust J Biol Sci* 1969; 22:1527-46.
24. **Gabriella A., Martemucci G.** Post-thaw survival and acrosome integrity of spermatozoa of leccese ram frozen in different seasons with a milk-egg yolk extendex. *Ital J Anim Sci* 2005; 4: 139-4.