لیزر در پزشکی ۱۳۹۹/ دوره ۱۷ / شماره ۴ / صفحات ۴۵-۴۰.

مقاله مروری

# طراحی و مشخصه‌یابی لیزر کم‌توان (LLLT) و بررسی اثر آن بر روی ناباروری مردان / کد۲۹۳

نادره تبریزی[1*]


## چکیده

هدف از این پژوهش بررسی لیزرهای کم‌توان۱ ۱(LLLT) بر روی عملکرد و تحرک اسپرم انسانی و انسجام DNA این سلول‌ها می‌باشد. به دلیل تغییرات شدید کمیت‌ها از فرض محیط یک‌بعدی استفاده می‌شود. این محیط از یک طرف تحت تأثیر لیزر و سطح دیگر به واسطهٔ تماس با قسمت‌های بدن (invivo) در دمای ثابت ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد قرار دارد. همچنین جهت بررسی بدترین حالت تأثیر لیزر بر بافت فرض می‌شود که سطحی که با لیزر در تماس است، آدیاباتیک است و هیچ‌گونه انتقال حرارتی با محیط ندارد. پرتوهای لیزر به صورت پیوسته و عمود بر سطح تابیده می‌شود، از تغییرات پارامترها به واسطهٔ تغییر دما صرف‌نظر شده و مقادیر آن‌ها در طول تابش لیزر ثابت فرض شده‌اند. لازم به ذکر است که مطالعهٔ حاضر را می‌توان به عنوان یک کار ارزشمند پایه‌ای و راهنمای مفید جهت توسعهٔ کاربردهای لیزر در بافت زنده در درمان، جراحی و کارهای تشخیصی در نظر گرفت.


هیئت علمی، گروه فیزیک، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی۳۶۹۷-۱۹۳۹۵ تهران، ایران[1]

**نویسندهٔ مسئول:** نادره تبریزی

پست الکترونیکی:
nadereh_tabrizi84@yahoo.com

شماره تماس: ۰۹۱۲۶۱۲۰۳۵۳

[1]. Low level laser thrapy

[ Downloaded from icml.ir on 2025-07-07 ]

**مقدمه:**

آمارهای جهانی نشانگر این هستند که نزدیک به ۷۲/٤ میلیون زوج از مشکل ناباروری رنج می‌برند، ناباروری، ناتوانی جنسی فعال است. ناباروری به دو صورت اولیه و ثانویه دیده می‌شود[۲]. ناباروری اولیه و ثانویه به ترتیب در ٦۷ تا ۷۱ درصد و ۲۹ تا ۳۳ درصد از بیماران دیده می‌شود[۳]. الگوی ناباروری در کشورهای در حال توسعه با کشورهای پیشرفته کاملاً متفاوت است و بروز ناباروری‌های قابل پیشگیری در کشورهای در حال توسعه بسیار زیاد می‌باشد. ناباروری و عدم توانایی فرد برای انجام طبیعی فرآیند تولید مثل و صاحب فرزند شدن به عنوان یکی از تجربیات تلخ و دردآور زندگی است که زمینه و شرایط روانی و اجتماعی نیز می‌تواند به اهمیت آن بیفزاید و آن را به سمت یک بحران روحی روانی سوق نماید[٦-٤]. در حال حاضر ناباروری حدود ۱۵ درصد از زوجین را تحت‌الشعاع قرار داده است و پیش‌بینی می‌شود در آینده نیز این میزان افزایش یابد. حدود ۵۰ درصد ناباروری‌ها ناشی از ناتوانی جنس نر می‌باشد[۷].

روش‌های رایجی که تاکنون برای بهبود و افزایش باروری در حیوانات و انسان به کاربرده شده است، براساس مصرف دارو و یا تزریق مستقیم اسپرم درون تخمک می‌باشد که این روش‌ها همیشه کارساز نیستند[۸]. تکنیک تزریق نور لیزر به عنوان یک روش جایگزین مؤثری برای استفاده از تزریق متداول با سرنگ می‌باشد زیرا این روش علاوه بر اینکه ایمن و غیرتهاجمی است، برای بیمارانی که ترس از سرنگ دارند نیز روش مناسب و کاربردی می‌باشد[۹].

تاکنون مطالعات زیادی تأثیر مثبت تحریک‌کنندگی نور را گزارش کرده‌اند مثل تولید پروکلاژن در کشت فیبروبلاست‌های پوستی انسانی، سنتز آزمایشگاهی DNA استئوبلاستی، تولید سایتوکاین‌ها در کشت سلول‌های تک‌هسته‌ای خون انسان و انتقال کلسیم در سلول‌های اسپرم گاو وحشی[۱۰]. کاربرد لیزرتراپی به عنوان یک روش مؤثر بر تحریک زیستی، تأثیر سلول‌های بنیادی مزانشیمال و افزایش تمایز سلول‌های مزانشیمال مشتق از مغز استخوان به سمت سلول‌های نورونی و استئوبلاستی می‌باشد[۱۱] همچنین چندین مطالعهٔ دیگر تأثیر مثبت تابش نور قرمز با شدت پایین را بر روی بهبود توان باروری و تحرک اسپرم گزارش نموده‌اند.

عملکرد اختصاصی تابش لیزر با شدت پایین بر روی اسپرم در مدل‌های حیوانی بررسی شده است. این یافته‌ها بینشی بر اثرگذاری نور لیزر بر افزایش باروری در انسان نیز ارائه می‌دهد. واکنش نور با بافت حیوانی واکنش ناشناخته‌ای نیست، از این دسته می‌توان واکنش فوتون‌های نوری با مولکول ردوپسین را در شبکیهٔ چشم نام برد که منجر به ایجاد و انتقال ایمپالس عصبی می‌شود و در نهایت حس بینایی به وجود می‌آید. این امر نشان‌دهندهٔ واکنش‌پذیری و تأثیر سلول‌ها از یکدیگر توسط بیوفوتون‌های ساطع‌شده از هستهٔ بیوپلاسم است. این بیوفوتون‌ها روند رشد را در سلول تحریک می‌کنند این پدیده به photobioinduction یا القای نوری حیات معروف است[۱۲و۱۳].

تقسیم‌بندی لیزرهای پزشکی: ۱- لیزرهای پرتوان یا گرم (سخت): لیزرهایی هستند که با افزایش انرژی جنبشی در بافت و ایجاد حرارت اثرات درمانی خود را می‌گذارند، این دسته بالای ۰/۵ وات است.

۲- لیزرهای با توان متوسط: لیزرهایی می‌باشند که بدون ایجاد حرارت بسیار بالا اثر درمانی خود را می‌گذارند و در بافت اثر تحریک نوری ایجاد می‌کنند. توان این دسته ۵۰۰-۲۵۰ میلی‌وات است.

۳-لیزرهای کم‌توان یا سرد (نرم): لیزرهایی می‌باشند که اثر حرارتی بر روی بافت نمی‌گذارند و با تحریک نوری بر روی سلول باعث واکنش‌های نوری در بافت می‌شوند که به آن photobiosimulation می‌گویند. توان این لیزرها معمولاً زیر ۲۵۰ میلی‌وات می‌باشند.

در لیزرهای کم‌توان (LLLT) پارامترهای متعددی مورد بحث قرار می‌گیرند. فاکتور مشخصهٔ اصلی توان دستگاه با دامنهٔ ۳- ۱۰ تا ۱- ۱۰وات می‌باشد. سایر فاکتورهای مهم عبارتند از: طول موج ۱۰٦۰۰-۳۰۰ نانومتر، پهنای پالس بین صفر (موج پیوسته) تا ۵۰۰۰ هرتز، فاصلهٔ بین هر پالس بین ۵۰۰-۱ میلی‌ثانیه، زمان کل تابش ۳۰۰۰-۱۰ ثانیه و چگالی توان یا شدت (توان تقسیم بر مساحت تابش) با دامنهٔ ۲-۱۰ تا ۱۰۰ W/cm و در نهایت (dose) که می‌تواند بین۲- ۱۰ تا ۱۰۲ J/cm متغیر باشد. تفاوت پارامترهای مورد استفاده در مطالعات مختلف امکان مقایسهٔ معنی‌دار نتایج این بررسی‌ها را مشکل می‌کند[۲۱-۵].

[ Downloaded from icml.ir on 2025-07-07 ]

## شرح آزمایش

در سال ۲۰۰٤، Admkovskaya براساس پارامترهای تابشی مشخصی میزان باروری اسب‌های نر را مورد بررسی قرار داد. تابش روزانهٔ ۸ مرحله‌ای لیزر پالسی با طول موج ۸۹۰ نانومتر، فرکانس ۵۰۰ هرتز و توان ۵ تا ۷ وات بر روی بیضه، فعال‌سازی رفلکس‌های جنسی، افزایش فعالیت اسپرماتوزوا و میزان باروری در اسب‌های نر را نشان داد[۲۲].

در سال ۲۰۰۵، N. laffaldano و همکاران دو آزمایش برای ارزیابی اثرات اشعهٔ لیزر He-Ne در دوزهای مختلف انرژی بر کیفیت سلول‌های اسپرم بوقلمون دخیره‌شده انجام دادند. نمونه‌ها تحت تأثیر انرژی تابشی ۰/۱٤٤ تا ۱۰/۸ ژول بر سانتی‌متر مربع قرار گرفتند. هر نمونه بلافاصله پس از ۲٤ و ٤۸ ساعت تابش برای بررسی میزان تحرک مورد ارزیابی قرار گرفتند. شاخص حرکتی اسپرم۱ (SMI) دردوز انرژی در محدودهٔ ۳/۲٤ تا ۵/٤ ژول بر سانتی‌متر مربع بالاترین میزان را نسبت به گروه کنترل و سایر نمونه‌های تحت تابش با انرژی‌های مختلف نشان داد. دوز انرژی ۳/۹٦ ژول بر سانتی‌متر مربع برای آزمایش ۲ انتخاب شد تا آگاهی بیشتری از اثرات آن بر حفظ اسپرم بوقلمون تا ٦۰ ساعت را ارائه دهد. هر نمونه برای ارزیابی تحرک و زنده بودن سلولی بلافاصله بعد از تابش و سپس در فاصلهٔ زمانی ۱۲ ساعت تا ٦۰ ساعت مورد بررسی قرار گرفت. چگالی انرژی سلول توسط۲ HPLC اندازه‌گیری شد. نتایج نشان دادند که قرار گرفتن در معرض تابش با ۳/۹٦ ژول بر سانتی‌متر مربع میزان بقاء اسپرم و SMI بوقلمون را نسبت به گروه کنترل افزایش داد. چگالی انرژی سلول‌های نمونه مورد بررسی ۲۰۰ درصد بیشتر از کنترل بود. پرتوی لیزر باعث افزایش طول عمر اسپرم‌های بوقلمون شده است و ممکن است یک روش مفید برای افزایش کیفیت مایع در ذخیره‌سازی طولانی مدت باشد[۲۳].

سال ۲۰۰۵ Corral-Baques MI تأثیر لیزر دیودی ٦۵۵ را بر روی قدرت حرکت اسپرم سگ مورد مطالعه قرار دادند. در هر سه زمان تابش (۱۰۳، ۱۵٤ و ۲۵۸ ثانیه) با انرژی‌های ٤، ٦ و ۱۰ ژول بر سانتی‌متر مربع بهبود حرکتی حاصل شد. همچنین میزان تولید اسیدلاکتیک کاهش یافت[۳٦].

در سال ۲۰۰۵ Zan-Bar T و همکاران برای درمان ناباروری گوسفند نر و ماهی از تابش طیف نوری استفاده کردند. میزان تولید ROS در ماهی تحت تأثیر تابش نور سفید و قرمز و در گوسفند تحت تأثیر قرمز کاهش یافت. در نتیجه میزان باروری در ماهی بهبود پیدا کرد و تحرک اسپرم نیز در گوسفندان افزایش یافت[۲٤].

در سال۲۰۱۰ N. laffaldano و همکاران اسپرم خرگوشی تحت تابش لیزر پیوسته با طول موج ٦۳۳ نانومتر و توان ٦ میلی‌وات با انرژی‌های مختلف (۳/۹٦، ٦/۱۲، ۹ ژول بر سانتی‌متر مربع) قرار دادند. نمونه‌های تحت تابش در محیط invitro، طی ذخیره‌سازی در مایع، میزان بقاء تحرک و انسجام آکروزومی خود را به خوبی حفظ کردند و نتایج حاکی از این بود که تحرک زنجیرهٔ تنفسی میتوکندریایی به روش لیزردرمانی میزان بقاء اسپرم را افزایش می‌دهد[۲۵].

در سال ۲۰۱۱ Abdel-Salam Z اثر تابش پیوستهٔ نور سبز (۵۳۲ نانومتر، ۱ میلی‌وات) به مدت ۱ تا ۵ دقیقه بر روی اسپرم بوفالو را مورد آزمایش قرار دادند. نتایج نشان داد پارامترهای کیفی semen افزایش می‌یابد و بیشترین بهبود بعد از ٤ دقیقه مشاهده شد[۲٦].

در مطالعه‌ای که توسط Moskvis SV در سال ۲۰۱٤ انجام شد، تعیین اثرات نور پس‌زمینهٔ لیزر در سطح اولیگوسپرمیک یا آستنواسپرمیک طبقه‌بندی شدند. نمونه‌ها تحت درمان با یک پالس۳۰ ثانیه‌ای لیزر مادون قرمز ۹۰۵ نانومتر و ۳۰ مگاوات بر سانتی‌متر مربع قرار گرفتند که به نظر می‌رسد قرار گرفتن در معرض نور لیزر در سطح پایین، تأثیر مثبت کوتاه‌مدت بر تحرک اسپرماتوزوئیدهای درمان‌شده داشته و هیچ‌گونه افزایش در میزان آسیب DNA در طی ۲ ساعت بعد از درمان دیده نشده است[۲۷].

در سال ۲۰۱٤ R Salman Yazdi و همکاران اسپرم بیمارانی که مبتلا به آستنوزواسپرمیا بودند تحت تابش پیوسته با طول موج ۸۳۰ نانومتر و توان ۱۰۰ میلی‌وات با زمان و انرژی تابشی مختلف قرار دادند. نتایج تحقیق نشان داد که اسپرم‌ها قادر به حرکت کردن در ٤ ژول بر سانتی‌متر مربع با مدت تابش ٦۰ ثانیه و ٦ ژول بر مترمربع به مدت تابش ٤۵ ثانیه بودند[۲۸].

در سال ۲۰۱۵ Ban Frangaz و همکاران در این مطالعه تأثیر LED با طول موج‌هایی در محدودهٔ ٤۷۰ تا ۸۵۰ نانومتر بر روی مردان مبتلا به آستنواسپرمی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که هنگام تحریک تابشی invitro تحرک اسپرم در مردان مبتلا به این بیماری، مستقل از طول موج منبع نوری به طور متوسط

[ Downloaded from icml.ir on 2025-07-07 ]

٤ تا ٥ برابر افزایش یافت همچنین کاهشی در میزان اسپرم‌های immotile مشاهده شد[۳۱].

در سال ۲۰۱۵ مطالعه‌ای توسط Korolev YuN و همکاران صورت گرفت. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر نور قرمز با شدت پایین بر روی برخی پارامترهای کلینیکی اسپرم سگ‌های گله است. محتوای اسپرمی در چهار گروه بررسی شد. گروه اول به مدت ٦٠ ثانیه قبل از خنک شدن و بعد از ذوب، گروه دوم درست قبل از خنک‌سازی و گروه سوم فقط پس از انجماد تحت تأثیر نور قرمز (طول موج ٦٦٠ نانومتر و ۱۰۰ میلی‌وات) قرار گرفتند و گروه چهارم بدون هیچ تابشی به عنوان گروه شاهد بودند. نتایج حاصل نشان دادند که بعد از ۳۰ دقیقه تابش، اثرات نور قرمز در گروه اول و دوم قابل توجه بود و تأثیر مخربی بر تحرک اسپرم سگ گله نداشت[۲۹].

در سال ۲۰۱٦ نیز Dreyer TR و Siqueira AF تقریباً همان پارامترها را با انرژی کمتر بر روی اسپرم گاوی مورد بررسی قرار دادند. مدولاسیون در عملکرد اسپرم گاوی با تابش ۱۰ دقیقه‌ای مشاهده شد همچنین پارامترهای حرکتی و پتانسیل میتوکندریایی افزایش یافت[۳۰].

Moskvin SV و همکاران در سال ۲۰۱٦ آزمایش دیگری انجام دادند. در این مطالعه چگونگی تأثیر تابش اشعهٔ لیزر He-Ne (۳/۹٦ تا ۹ ژول بر سانتی‌متر مربع) بر روی نمونه‌های اسپرم گوسفند منجمد در بهبود کیفیت اسپرم مورد بررسی قرار گرفت. پس از درمان لیزری، نمونه‌های اسپرم ذوب‌شده براساس پارامترهای متشکل از میزان بقاء، جرم و تحرک اسپرم، مقاومت اسمزی و همچنین یکپارچگی DNA و آکروزوم مقایسه شدند. در پاسخ به تابش در ٦/۱۲ ژول بر سانتی‌متر مربع تحرک اسپرم و میزان بقاء و محتوای ATP آن‌ها افزایش یافت ولی سایر پارامترهای مورد مطالعه تغییرات قابل ملاحظه‌ای ایجاد نکردند. درمان لیزر منجر به افزایش کلی اکسیداز (COX) شد و فعالیت COX و محتوای ATP همبستگی مثبتی با تحرک اسپرم داشتند که نشان می‌دهد افزایش کیفیت اسپرم مشاهده‌شده مرتبط با برهمکنش نور لیزر و میتوکندری می‌باشد[۳۲].

در سال ۲۰۱٦ Alves MB و همکاران اثرات رژیم‌های مختلف نور قرمز بر روی کیفیت اسپرم و عملکرد تولید مثل گراز وحشی مورد مطالعه قرار دادند. در روش فتواستیمولیشن بهترین الگوی تابشی شامل ۱۰ دقیقه نور، ۱۰ دقیقه استراحت و ۱۰ دقیقه نور بیشتر بود. این الگو باعث افزایش شدید و گذرا در اکثر پارامترهای حرکتی بدون اصلاح قدرت بقاء اسپرم و یکپارچگی آکروزوم شد. همچنین پتانسیل غشای میتوکندریایی اسپرم افزایش یافت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که استفاده از یک روش تحریکی دقیق می‌تواند باعث افزایش توان باروری اسپرم گراز وحشی تحت تأثیر افزایش عملکرد میتوکندری شود[۳٤].

در سال ۲۰۱۸ C.Philip Gable و همکاران اثر درمانی لیزر سطح پایین را بر روی عملکرد و تحرک اسپرم انسانی و انسجام DNA این سلول‌ها بررسی نمودند. با توجه به این که تأثیرات، وابسته به میزان پرتوی تابشی و زمان تابش بود نتایج حاصل، افزایش چهاربرابری تولید ATP در اسپرماتوزوآ و حرکت آن‌ها نسبت به گروه کنترل نشان دادند. همچنین سنجش آسیب DNA به روش۱ SCSA هیچ‌گونه تغییری در کروماتین اسپرم نشان نداد. لیزری که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت از نوع GaALA با طول موج ۸۱۰ نانومتر و توان ۲۰۰ میلی‌وات بود[۳٥و۳٦].

## نتیجه‌گیری

در نتیجه، تجزیه و تحلیل مایع منی مطابق با استانداردهای WHO پس از ۱٥ جلسهٔ درمانی بهبود یافته است. طبق جدول فوق، تحرک اسپرم ۲۳ درصد و مورفولوژی اسپرم ۲٤ درصد تغییر یافته است. علاوه بر این، تعداد اسپرم و حجم اسپرم به طور قابل توجهی افزایش یافته است. تجزیه و تحلیل نتایج علمی نشان می‌دهد که لیزردرمانی باید تا حد امکان در معالجهٔ پیچیدهٔ مردان مبتلا به ناباروری مورد استفاده قرار گیرد برای پرتودهی با لیزر به ورید جریان خون بهتر است از LILI به طور انحصاری پالس‌دار، قرمز (٦۳٥ نانومتر) و مادون قرمز (۹۰٤ نانومتر) برای روشنایی موضعی استفاده شود همچنین با موج پیوسته به طول موج ٦۳٥ نانومتر (طیف قرمز) و ۳٦٥ نانومتر (ماوراء بنفش) برای داخل وریدی استفاده شود.

[ Downloaded from icml.ir on 2025-07-07 ]

## References:

1. WHO Manual for the Standardized Investigation, Diagnosis and Management of the Infertile Male. Cambridge: Cambridge Univer-sity Press. 2000; 91.

2. Shcheplev PA, Apolikhin OI. Male infertility. Consensus discus-sion. Bull of Reprod Health. 2010; 3-4: 37-44.

3. Nuti F, Krausz C. Gene polymorphisms/ mutations relevant to abnormal spermatogenesis. Reprod. Biomed. Online 2008; 16(4): 504-13.

4. Miktadova AV, Mashkina EV, Volosovtscova GI, Koygerova ES, Sarayev KN, Shkurat TP. Polymorphism of folate cycle genes and male infertility. Valeologiya. 2014; 1: 38-44.

5. Moskvin SV, Khadartsev AA. Laser light - it can harm them? (lit-erature review). J New Med Technol. 2016; 23(3): 265-83.

6. Alyayev YuG, Grigoryan VA, Chalyy ME. Impairment of sexual and reproductive function in men. Moscow: Litterra, 2006.

7. Bozhedomov VA. The male factor in childless marriage - problem-solving strategies. Urologiya. 2016; S1: 29-35.

8. Chalyi ME, Akhvlediani ND, Kharchilava RR. Male infertility. Urologiya. 2017; S2: 4-19.

9. Nieschlag E, Behre HM, Nieschlag S. Andrology: Male Reproduc-tive Health and Dysfunction. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg; 2010.

10. Naumenko VA, Kushch AA. Herpes viruses and male infertility - is there any relationship? Probl virology. 2013; 58(3): 4-9.

11. Naumenko VA, Tyulenev YuA, Pushkar DYu, Segal AS, Kovalev VA, Kurilo LF. Effect of Herpes Simplex virus on spermatogenesis. Urologiya. 2011; 6: 32-6.

12. Schuppe HC, Pilatz A, Hossain H, Wagenlehner F, Weidner W. Urogenital infection as a risk factor for male infertility. Dtsch Arztebl Int. 2017; 114(19):339-46. doi:10.3238/arztebl.2017.0339.

13. Al-Shukri SH, Kuzmin IV, Slesarevskaya MN, Sokolov AV. The effect of low-intensity laser radiation on semen parameters in pa-tients with chronic prostatitis. Urolog vedom. 2015; 5(4): 8-12.

14. Tyuzikov IA. Metabolic syndrome and male infertility (review). Androl Gen Surg. 2013; 2: 5-10.

15. Arnol'di EK. Chronic prostatitis: problems, experience, prospects. Rostov-na-Donu, 1999.

16. Imshinetskaya LP. The role of hormonal changes in the pathogen-esis of sexual disorders and infertility in chronic nonspecific pros-tatitis [Abstract of the thesis]. Kiev. 1983.

17. Mikhaylichenko VV. Pathogenesis, clinic, diagnosis and treatment of copulative and reproductive disorders in men with congestion in the genitourinary venous plexus [Abstract of the thesis]. Saint Petrsburg, 1996.

18. Satybaldyyev ShR. Medical rehabilitation of patients with chronic prostatitis with reproductive dysfunction [Abstract of the thesis]. Bishkek, 2000.

19. Fedorova TA, Moskvin SV, Apolikhina IA. Laser therapy in ob-stetrics and gynecology. Moscow-Tver': Triada, 2009.

20. Ivanchenko LP, Kozdoba AS, Moskvin SV. Laser therapy in urol-ogy. Moscow–Tver': Triada, 2009.

21. Moskvin SV, Gorbani NA. Laser-vacuum massage. Moscow– Tver': Triada, 2010.

22. Adamkovskaya MV. Influence of temperament, behavioral charac-teristics and other factors on the reproductive qualities of stallions: [Abstract of the thesis]. Divovo, 2004.

23. Iaffaldano N, Meluzzi A, Manchisi A, Passarella S. Improvement of stored turkey semen quality as a result of He–Ne laser irradia-tion. Anim Reprod Sci. 2005; 85(3-4): 317-25.

24. Zan-Bar T, Bartoov B, Segal R, Yehuda R, Lavi R, Lubart R. Influence of visible light and ultraviolet irradiation on motility and fertility of mammalian and fish sperm. Photomed Laser Surg. 2005; 23(6): 549-55.

25. Iaffaldano N, Rosato MP, Paventi G, Pizzuto R, Gambacorta M, Manchisi A. The irradiation of rabbit sperm cells with He–Ne laser prevents their in vitro liquid storage dependent damage. Anim Reprod Sci. 2010; 119: 123-9. doi: 10.1016/ j.anireprosci. 2009.10.005

[ Downloaded from icml.ir on 2025-07-07 ]

26. Abdel-Salam Z, Dessouki SH, Abdel-Salam SA, Ibrahim MA, Harith MA. Green laser irradiation effects on buffalo se-men. Theriogenology. 2011; 75(6): 988-94. doi: 10.1016/ j.theriogenology. 2010.11.005.

27. Moskvin SV, Geynits AV, Kochetkov AV, Gorbani NA, Ryazanova EA. Laser-vacuum massage LAZMIK in medicine and cos-metology. Moscow–Tver': Triada, 2014.

28. Salman Yazdi R, Bakhshi S, Jannat Alipoor F, Akhoond MR, Borhani S, Farrahi F. Effect of 830-nm diode laser irradiation on human sperm motility. Lasers Med Sci. 2014; 29(1): 97-104. doi: 10.1007/s10103-013-1276-7.

29. Korolev YuN, Bobrovnitsky IP, Geniatulina MS. The com-bined action of drinking mineral water and low-intensity electro-magnetic radiation under the immobilization stress conditions (an experimental study). Voprosy Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult. 2015; 6: 37-41

30. Siqueira AFP, Maria FS, Mendes CM, Hamilton TR, Dalmazzo A, Dreyer TR. Effects of photobiomodulation therapy (PBMT) on bovine sperm function. Lasers Med Sci. 2016; 31(6): 1245-50.

31. Ban Frangez H, Frangez I, Verdenik I, Jansa V, Virant Klun I. Pho-tobiomodulation with light-emitting diodes improves sperm motil-ity in men with asthenozoospermia. Lasers Med Sci. 2015; 30(1): 235-40. doi: 10.1007/s10103-014-1653-x

32. Moskvin SV. Basics of laser therapy. Series "Effective laser thera-py". Moscow–Tver': Triada; 2016, 1.

33. Taha MF, Valojerdi MR. Quantitative and qualitative changes of the seminiferous epithelium induced by Ga. Al. As. (830 nm) laser radiation. Lasers Surg Med. 2004; 34(4): 352-9.

34. Alves MB, de Arruda RP, Batissaco L, Florez-Rodriguez SA, de Oliveira BM, Torres MA, et al. Low-level laser therapy to recovery testicular degeneration in rams: effects on seminal characteristics, scrotal temperature, plasma testosterone concentration, and testes histopathology. Lasers Med Sci. 2016; 31(3): 695-704.

35. Gabel, C.P.,Carroll,J.,Harrision, K. sperm motility is enhanced by Low Level Laser and light Emitting Diode photobiomodulation with a dose-dependent response and differential effects in fresh and frozen samples, Laser Theraphy, 2018; 27: 131-6.

36. Corral-Baqués MI, Rigau T, Rivera M, Rodríguez-Gil JE Rigau J. Effect of 655-nm diode laser on dog sperm motility. La-sers Med Sci. 2005; 20(1): 28-34. doi: 10.1007/s10103-005-0332-3

[ Downloaded from icml.ir on 2025-07-07 ]