14(3) 35-40, Autumn 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Effect of different intensities of electromagnetic field on some parameters and stress index in semen Lori Bakhtiari ram

Ruzita Bababasi, Saied Mohammadzadeh *, Seyed Mojtaba Musavi

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran

Key Words

Electromagnetic field
Motility
Semen
TBARS concentration
Viability

Abstract

Introduction: This research is to investigate different electromagnetic intensity on some parameters of ram semen and TBARS stress index as an animal model.

Materials & Methods: After semen collection with the help of an artificial vagina, samples were placed in a device that produces electromagnetic waves with different intensities, including control, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, and 3.5 millitesla (mT). The Semen parameters were evaluated with a microscope equipped with a computer, Computer Assisted Sperm Analysis (CASA). The sperm viability was determined by Dif Quick kit.

Result: The highest motility was at the intensity of 1 mT and the lowest at 2 mT (85% versus 45.5%). The sperm motility increased at 3 mT and reached 74%, but then decreased significantly at 3.5 mT intensity and reached 50.5%. The Sperm viability in 3 and 3.5 mT reached 76.4 and 85.2% respectively. There was a significant decrease in viability at the intensity of 2.5 mT compared to other treatments. The concentration of TBARS significantly decreased at the intensity of 3 mT compared to the control and other treatments.

Conclusion: The Electromagnetic fields decrease motility and viability.

* Corresponding Author's email: mohammadzadehsa@gmail.com

Received: 1 August 2022; Reviewed: 3 September 2022; Revised: 5 November 2022; Accepted: 6 December 2022
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.362925.2887

مقاله پژوهشی

تاثیر شدت‌های مختلف امواج الکترومغناطیس بر فراسنجه‌های اسپرم و شاخص استرس در منی قوچ نژاد لری بختیاری

رزیتا باباعباسی، سعید محمدزاده، سیدمجتبی موسوی*

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

کلمات کلیدی

امواج الکترومغناطیس
تحرک
زنده‌مانی
غلظت TBARS

چکیده

مقدمه: این تحقیق تاثیر شدت امواج الکترومغناطیس بر برخی فراسنجه‌های اسپرم قوچ و شاخص استرس TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) به‌عنوان یک مدل حیوانی را بررسی می کند.

مواد و روش‌ها: نمونه‌های منی گوسفند پس از جمع‌آوری به کمک واژن مصنوعی، در دستگاه تولیدکننده امواج الکترومغناطیس با شدت‌های مختلف شامل شاهد، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۳، و ۳/۵ میلی‌تسلا قرار داده شدند. فراسنجه‌های منی با میکروسکوپ مجهز به کامپیوتر (کاسا) ارزیابی شد. زنده‌مانی اسپرم توسط کیت دیف کوئیک تعیین شد.

نتایج: بیش‌ترین تحرک در شدت ۱ میلی‌تسلا و کم‌ترین آن در ۲ میلی‌تسلا بود (۸۵ در مقابل ۴۵/۵ درصد). تحرک اسپرم در ۳ میلی‌تسلا افزایش و به ۷۴ درصد رسید ولی پس از آن در شدت ۳/۵ به‌طور معنی‌داری کاهش و به ۵۰/۵ درصد رسید. زنده‌مانی در تیمار ۳ و ۳/۵ میلی‌تسلا به‌ترتیب به ۷۶/۴ و ۸۵/۲ درصد رسید. زنده‌مانی در شدت ۲/۵ میلی‌تسلا نسبت به سایر تیمارها کاهش معنی‌داری داشت. غلظت TBARS به‌طوری معنی‌داری در شدت ۳ میلی‌تسلا نسبت به گروه شاهد و سایر تیمارها پائین‌تر آمد.

بحث و نتیجه‌گیری: امواج الکترومغناطیس سبب کاهش تحرک و زنده‌مانی اسپرم در قوچ نژاد لر بختیاری می‌شوند.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mohammadzadehsa@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۰ مرداد ۱۴۰۱؛ تاریخ داوری: ۱۲ شهریور ۱۴۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۱۴ آبان ۱۴۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۵ آذر ۱۴۰۱
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.362925.2887

مقدمه

پرتوهای الکترومغناطیسی ترکیبی از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی‌اند که در میدان عمود برهم انتشار می‌یابند. به این ترتیب که هر دو میدان تابعی از زمان و مکان‌اند. بسیاری از پرتوهای ایکس و امواج ماورای بنفش، نور، پرتوهای مادون قرمز، رادار و رادیوئی همگی در حوزه میدان‌های مغناطیسی می‌باشند. از مهم‌ترین ویژگی‌های پرتوهای الکترومغناطیس ماهیت دوگانه آن‌ها است که دارای خاصیت موجی و ذره‌ای، و به آن‌ها دو کیفیت متضاد را ایجاد می‌نماید. در چهار دهه گذشته بررسی تاثیر امواج الکترومغناطیس نظر محققین را به خود جلب نموده است (۱) که با افزایش استفاده همگانی از تکنولوژی مدرن در برخی وسایل که استفاده فراوانی در زندگی روزمره دارند، مسأله حفاظت در مقابل تابش‌های الکترومغناطیسی، به‌عنوان یک مسأله جدید، اهمیت زیادی یافته است. یکی از مسائل مورد ارزیابی در مطالعات انجام شده در سال‌های اخیر، تأثیر احتمالی امواج الکترو مغناطیسی ساطع شده روی سلامت بدن و بروز ناهنجاری‌ها و اختلالاتی مانند نازایی و سقط جنین است (۲). دستگاه‌های بی‌سیم، سیستم‌های ماهواره‌ای، تشخیص پزشکی و صنعت ازجمله منابع مهم تولید امواج الکترومغناطیس و تابش‌های امواج رادیوئی می‌باشند. این میدان‌ها دارای اثر گرمائی و غیرگرمائی‌اند و قادرند تغییراتی را تا بافت و سطح سلول ایجاد کنند. امواج الکترومغناطیس با شدت‌های متفاوت و از منابع گوناگون روزانه بدن موجودات را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد و از نظر زیستی، جزء آلاینده‌های محیط زیست است که سلامت بشری را تهدید می‌کنند. برخی از فرکانس‌های این امواج موجب سرطان به ویژه سرطان خون شده و از این جهت بر سلامتی انسان اثر مخرب دارند (۳). تغییر درعملکرد غشاء سلول (۴)، تغییر بیان ژن (۵)، تولید رادیکال‌های آزاد (۶)، تکثیر بی‌رویه سلولی(سرطان)(۷، ۸)، آسیب به DNA اسپرم (۹) و بروز مشکلات در عملکرد دستگاه تولیدمثل ازجمله عوامل مخرب هستند. امواج الکترومغناطیس موجب تجمع رادیکال‌های آزاد شده و قادرند در حضور اکساینده‌ها، غشاء سلول و اندامک‌های سلولی را اکسید کنند (۱۰). برخی از شدت‌ها نیز اثرات مثبت دارند و می‌توانند رشد سلول‌های سرطانی را مهار کنند. این احتمالاً از طریق افزایش گونه‌های اکسیژن و فعال شدن p38MARK باشد (۱۱، ۱۲). با متاآنالیز (تحلیل آماری است که نتایج چند مطالعه را با هم ترکیب می‌کند) نشان داده شد که امواج الکترومغناطیس ریسک سرطان سینه را افزایش می‌دهد (۱۳) درحالی‌که برخی مطالعات نشان دادند که برخی از شدت‌های این امواج قادرند رشد سلول‌های سرطانی را به‌طور معنی‌داری کاهش دهند (۱۴). ارزیابی توان زیستی با روش‌های مختلف انجام می‌گیرد ازجمله این روش‌ها: ائوزین- نیگروزین، تریپان بلو و پروپیدیم یدید (Eosin Nigrosine، Trypan Blue، Propidium Iodide) است که برای تفکیک اسپرم‌های زنده از نمونه منی استفاده می‌شود. با روش تانل مشخص شد که امواج تلفن همراه موجب قطعه‌قطعه شدن DNA هسته و کاهش تحرک و زنده‌مانی اسپرم انسان می‌شود (۱۵). با تابش امواج الکترومغناطیس با فرکانس پائین، بافت بینابینی بیضه موش تخریب شد ولی تعداد اسپرماتوسیت‌های ثانویه افزایش یافت (۱۶). امواج الکترومغناطیس با شدت ۰/۵ تسلا سبب از بین رفتن سلول‌های زایا در موش شد (۱۷). در موش صحرائی، تابش امواج گوشی همراه تاثیری روی غلظت اسپرم نداشت ولی پراکسیداسیون لیپیدی را افزایش داد (۱۸). مرگ سلول‌های اسپرم در موش‌های بالغ، زمانی که در معرض میدان (دو نوبت به مدت سه ساعت طی هیجده ماه) قرار گرفتند، مشاهده شد (۱۸). امواج الکترومغناطیس در مرحله قبل از جای‌گزینی و رشد جنین تاثیر مخرب داشت (۱۹) نرخ اسپرم طبیعی در افرادی که از تلفن همراه استفاده می‌کردند کاهش یافت (۲۰). با توجه به این‌که افراد، ساعات قابل توجهی از فعالیت‌های روزمره زندگی خود را در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی صرف می‌کنند و این‌که در سال‌های اخیر سوالات زیادی درخصوص اثرات امواج الکترومغناطیسی مطرح شده و نتایج متناقض و نگرانی‌هائی را در مورد ناباروری انسان و دام به‌وجود آورد است، ازطرفی تاکنون تاثیر این امواج در تولیدمثل گوسفند به‌ندرت بوده و در نژادهای داخل کشور مطالعه‌ای انجام نشده است، هدف از انجام این مطالعه تاثیر شدت‌های مختلف امواج الکترو مغناطیسی روی فراسنجه‌های اسپرم در مدل حیوانی با استفاده از گوسفند لری‌بختیاری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این آزمایش تعداد ۴ رأس قوچ بالغ نژاد لری بختیاری انتخاب شدند. قوچ‌ها برای اسپرم‌دهی عادت‌دهی شده و جمع‌آوری منی دوبار در هفته با استفاده از واژن مصنوعی انجام شد. نمونه منی درون لوله‌های مدرج جمع‌آوری و با کمک فلاسک در درجه حرارت ۳۵/۵ سانتی‌گراد به آزمایشگاه انتقال داده شد سپس غلظت نمونه‌ها توسط لام هموسایتومتر تعیین شد. مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از نمونه منی در میکروتیوب پلاستیکی با حجم یک میلی‌لیتر ریخته و سپس ۴۰۰ میکرولیتر از محیط کشت دالبکو DMEM به‌هر تکرار اضافه شد. گروه‌های آزمایشی شامل هفت گروه: شاهد و شدت امواج ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۳، ۳/۵ میلی‌تسلا با چهار تکرار بود. تکرارهای هرتیمار به مدت نیم‌ساعت در معرض میدان الکترومغناطیس قرار داده شد. از دستگاه تولید امواج الکترومغناطیس DEZ-93 استفاده شد (۲۱). تکرارهای هر تیمار در انکوباتور در ۳۵/۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد. فراسنجه‌های

منی شامل تحرک، زنده‌مانی و شاخص TBARS به‌صورت زیر اندازه‌گیری شد. جهت تعیین تحرک اسپرم‌ها، ابتدا لام مخصوص (اسپرم چمبر) سیستم آنالیز اسپرم Sperm Analysis (Computer Assisted: CASA)، در انکوباتور با ۳۵/۵ درجه‌سانتی‌گراد قرار داده شد. مقدار ۵ میکرولیتر از تکرارهای هر تیمار روی لام مخصوص ریخته و تحرک اسپرم‌ها حداقل در پنج فیلد ارزیابی شد (۲۲). درصد اسپرم‌های زنده توسط کیت رنگ‌آمیزی دیفکوئیک تعیین شد. ابتدا ۵۰ میکرولیتر از تکرار هر تیمار با سمپلر برداشته و از نمونه گسترش تهیه شد. بعداز خشک شدن لام‌ها در هوای اتاق، رنگ‌آمیزی نمونه‌ها با محلول‌های A، B و C براساس دستورالعمل انجام گرفت. نرخ زنده‌مانی نمونه‌های رنگ‌آمیزی شده با عدسی ۴۰x توسط میکروسکوپ المپوس-ژاپن بررسی و تعیین شد (۲۳). مالون‌دی‌آلدئید (Malondialdehyde) ترکیبی است که از پراکسیداسیون اسیدهای چرب اشباع نشده غشاء حاصل می‌شود (۲۴). این ترکیب قادر است با تیوباربیوتوریک اسید (Thiobarbituric :TBA Acid) واکنش داده و TBARS را تولید نماید به‌همین دلیل یکی از رایج‌ترین روش‌های بررسی نرخ پراکسیداسیون لیپیدی محسوب می‌شود. یک ملکول MDA با دو ملکول تیوباربیوتوریک اسید واکنش می‌دهد و فرآورده این واکنش، ملکول صورتی رنگ است. ترکیب حاصل شده (TBARS)، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر، قابل سنجش است (۲۵). داده‌های آزمایش توسط نرم‌افزار SPSS (Ver. 16.0) در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز و مقایسه میانگین تیمارها (گروه آزمایشی) توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج

با مراجعه به جدول ۱، بیش‌ترین درصد تحرک اسپرم‌ها در تیمار ۲ و کم‌ترین آن در تیمار ۴ بود (۸۵ در مقابل ۴۵/۵ درصد). بین تیمار ۲ و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P>۰/۰۵). اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای شاهد، ۴، ۵، ۷ وجود نداشت (P>۰/۰۵). نرخ تحرک اسپرم‌ها در گروه شاهد ۶۵/۶ درصد بود. نرخ تحرک در میدان الکترومغناطیس با شدت یک میلی‌تسلا به ۸۵ درصد سپس در میدان‌های ۲/۵ و ۲ میلی‌تسلا تحرک اسپرم‌ها به‌شدت کاهش و به ۴۵/۵ و ۵۴ درصد رسید. نرخ تحرک در شدت میدان ۳ میلی‌تسلا به ۷۴/۶ درصد افزایش یافت. در میدان ۳/۵ میلی‌تسلا تحرک اسپرم‌ها به ۵۰/۵ درصد کاهش یافت. با مراجعه به جدول ۱، بیش‌ترین نرخ زنده‌مانی اسپرم‌ها در تیمار۳، ۴ و ۷ و کم‌ترین آن در تیمار ۵ بود (۸۸/۴ در مقابل ۵۲/۲ درصد). اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۵ با شاهد و سایر تیمارها مشاهده شد(P>۰/۰۵). زنده‌مانی اسپرم‌ها در تیمار پنج (۲/۵ میلی‌تسلا) به حداقل مقدار خود یعنی ۵۲/۲ درصد رسید و این مقدار نسبت به سایر تیمارها کاهش معنی‌داری را نشان داد(P>۰/۰۵). شدت‌های ۲،۱/۵ و ۳/۵ موجب افزایش درصد زنده‌مانی شدند. بیش‌ترین غلظت TBARS نمونه‌ها در تیمار ۵ و ۷ مشاهده شد و کم‌ترین غلظت را تیمارهای شاهد و ۶ نشان دادند (۴/۳ در مقابل ۲/۰۷ میکرومول/ میلی‌لیتر). تغییرات غلظت TBARS در نشان می‌دهد که در ابتدا غلظت TBARS با افزایش شدت امواج الکترومغناطیس مقداری افزایش سپس در شدت ۳ میلی‌تسلا غلظت آن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. شدت ۲/۵ میلی‌تسلا، غلظت TBARS را افزایش و به ۴/۳۸ میکرومول در میلی‌لیتر رساند.

جدول۱ : تاثیر شدت‌های مختلف امواج الکترومغناطیسی روی تحرک، زنده‌مانی و TBARS در نمونه منی قوچ

تیمار	شدت (میلی‌تسلا)	درصد تحرک درصد	خطای استاندارد درصد	درصد زنده‌مانی درصد	خطای استاندارد درصد	تیوباربیتوریک اسید (میکرومول در میلی‌لیتر)	خطای استاندارد درصد
۱	۰	۶۵/۶۰c	۷/۶۲	۷۵/۴b	۳/۲۷	۲/۸۶c	۰/۰۵
۲	۱	۸۵/۰۰a	۳/۴۳	۶۹/۸c	۲/۹۹	۳/۲۷b	۰/۰۲
۳	۱/۵	۷۰/۶۶b	۲/۲۵	۸۷/۲۰a	۳	۳/۷۵b	۰/۰۸
۴	۲	۴۵/۵۰d	۱۵/۳	۸۸/۴۰a	۳/۴	b۵۲/۳	۰/۰۳
۵	۲/۵	۵۴/۰۰d	۵/۴۳	۵۲/۲۰d	۳/۴۳	۴/۳۸a	۰/۰۶
۶	۳	۷۴/۶۶b	۹/۵۷	۷۶/۴۰b	۳/۸۸	۲/۰۷c	۰/۰۳
۷	۳/۵	۵۰/۵۰d	۷/۵۳	۸۵/۲۰a	۱/۵۹	۴/۰۲a	۰/۰۱

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P>۰/۰۵).

بحث

اگرچه اثرات امواج الکترومغناطیس نیز در باروری جنس ماده مطالعه شده ولی بیش‌تر مطالعات تولیدمثلی در جنس نر صورت گرفته است. ازجمله اثرات امواج، نازک شدن غشای پلاسمائی، مرگ تخمک و افزایش تعداد ماکروفاژها (گلبول‌های سفید) است. از سوی دیگر قرارگرفتن در میدان الکترومغناطیس باعث افزایش استرس، دو برابر شدن ریسک ناباروری و طولانی‌تر شدن شروع زمان باروری می‌شود. تحرک اسپرم انسان در مجاورت امواج الکترومغناطیس و رادیوئی ناشی از شبکه بی‌سیم به‌مدت ۴ ساعت، به‌طور معنی‌داری کاهش و آسیب DNA افزایش یافت ولی از نظر زنده‌مانی اختلاف معنی‌داری بین گروه تیمار و شاهد مشاهده نشد (۲۶). اثرات متفاوتی درخصوص تاثیر امواج الکترومغناطیسی روی سیستم‌های بیولوژیک گزارش شده است. برخی از این تحقیقات اثرات مثبت و بسیاری نیز جنبه‌های منفی آن را بیان نموده‌اند. با توجه به خصوصیت القائی امواج الکترومغناطیس برخی از این امواج در شدت‌های خاص سبب ساخت پروتئین، رونویسی RNA و تحریک رشد می‌شود (۲۷). نتایج تحقیق حاضر نیز بیانگر این است که پرتودهی با امواج الکترومغناطیس با شدت‌های مختلف اثرات متفاوتی را در تحرک، زنده‌مانی اسپرم و شاخص استرس یعنی TBARS ایجاد کرد. در شدت ۲ میلی‌تسلا، تحرک اسپرم به‌شدت کاهش و به ۴۵ درصد رسید. این نتیجه با نتایج Agarwal و همکاران مطابقت داشت به‌طوری‌که این محققین اذعان داشتند که امواج الکترومغناطیسی گوشی تلفن همراه، باعث کاهش اسپرم‌های متحرک و زنده‌مانی اسپرم می‌شود (۲۸). تحرک اسپرم‌ها در شدت‌های ۲/۵ و ۳/۵ میلی‌تسلا نیز کاهش یافت ($P>0/05$). هم‌چنین تاثیر امواج الکترومغناطیس حاصل از تلفن همراه در محیط آزمایشگاه بر تحرک اسپرم انسان اثر مخرب ایجاد کرد (۲۹) که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. هم‌چنین امواج الکترومغناطیس تلفن همراه با ایجاد استرس اکسیداتیو به‌طور معنی‌داری تحرک اسپرم را کاهش دادند (۳۰). نکته قابل توجه این‌که در میدان الکترومغناطیس با شدت یک میلی‌تسلا (تیمار دو) و سه میلی‌تسلا (تیمار شش) تحرک اسپرم‌ها افزایش یافت. بیش‌ترین تاثیر میدان الکترومغناطیس در تحرک اسپرم را، شدت یک میلی‌تسلا ایجاد کرد. به‌نظر می‌رسد این شدت از امواج الکترومغناطیس نقش تحریکی را در تولید انرژی سلولی توسط میتوکندری ایفا نمود ولی در سایر شدت‌ها چنین تاثیری مشاهده نشد. برخی اختلاف‌ها در تحقیقات را می‌توان به نوع منبع تولید امواج، شدت و طول زمان امواج‌دهی مرتبط داد. با توجه به خطرات احتمالی امواج ساطع شده از تجهیزات، شناخت علمی این اثرات و ارائه راهکارهای مناسب برای ایمن‌سازی این نوع دستگاه‌ها، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است بنابراین پیشنهاد می‌شود به‌منظور جلوگیری از بروز این‌گونه خطرات، مراکز پرورشی را در مناطق دورتر از تجهیزات مدرن و منابع تولید این نوع امواج تعبیه و تاسیس کرد.

از طریق تلفن همراه در طی ۲۸ روز در موش صحرائی موجب بروز استرس اکسیداتیو در بیضه و اپیدیدیم شد (۲۹). به‌نظر می‌رسد کاهش تحرک اسپرم در تیمار ۵ به‌دلیل کاهش توان آنتی‌اکسیدانی اسپرم‌ها باشد زیرا در این غلظت TBARS افزایش یافت. غلظت TBARS در این آزمایش، در کلیه تیمارها به‌جز تیمار ۵ (شدت ۲/۵ میلی‌تسلا) پائین بود و اسپرم‌ها در این شدت دچار استرس اکسیداتیو شدند. تابش میدان الکترومغناطیس با شدت ۹۰۰ مگاهرتز در موش‌های نر، موجب شد تا سلول‌های جنسی در بخش وسیعی از لوله‌های اسپرم‌ساز دچار مرگ برنامه‌ریزی شوند و تحرک اسپرم‌ها نسبت به گروه شاهد کاهش یافت (۱). در این آزمایش نرخ زنده‌مانی اسپرم در شدت ۲/۵ میلی‌تسلا (تیمار ۵) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد این شدت روی ساختار غشاء پلاسمائی اسپرم تاثیر منفی داشت و سبب آسیب سلولی و افزایش نفوذپذیری غشاء پلاسمائی اسپرم و کاهش زنده‌مانی آن گردید. امواج تلفن همراه روی منی موجب افزایش نرخ اسپرم با حرکت درجا و کاهش درصد اسپرم‌های غیرمتحرک شد به عبارتی امواج الکترومغناطیسی اثرات مثبتی روی اسپرم‌های زنده غیر متحرک ایجاد کرد. این محققین اذعان داشتند که امواج تلفن همراه از طریق تولید گرما در تحرک اسپرم دخالت دارند (۳۱). نکته قابل توجه این‌که در میدان الکترومغناطیس با شدت ۱ میلی‌تسلا (تیمار ۲) و ۳ میلی‌تسلا (تیمار ۶) تحرک اسپرم‌ها افزایش یافت. بیش‌ترین تاثیر میدان الکترومغناطیس در تحرک اسپرم را، شدت ۱ میلی‌تسلا ایجاد کرد. به‌نظر می‌رسد این شدت از امواج الکترومغناطیس نقش تحریکی را در تولید انرژی سلولی توسط میتوکندری ایفا نمود ولی در سایر شدت‌ها چنین تاثیری مشاهده نشد. برخی اختلاف‌ها در تحقیقات را می‌توان به نوع منبع تولید امواج، شدت و طول زمان امواج‌دهی مرتبط داد. با توجه به خطرات احتمالی امواج ساطع شده از تجهیزات، شناخت علمی این اثرات و ارائه راهکارهای مناسب برای ایمن‌سازی این نوع دستگاه‌ها، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است بنابراین پیشنهاد می‌شود به‌منظور جلوگیری از بروز این‌گونه خطرات، مراکز پرورشی را در مناطق دورتر از تجهیزات مدرن و منابع تولید این نوع امواج تعبیه و تاسیس کرد.

منابع

1. **Odacı, E., Hancı, H., Yuluğ, E., Türedi, S., Aliyazıcıoğlu, Y. and Kaya, H., 2016.** Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on 60-day old rat testis and epididymal sperm quality. 91(1): 9-19.

2. **Pecoraro, R., Pavone, S.C., Scalisi, E.M., Sica, C., Ignoto, S. and Contino, M., 2022.** Biological effects of non-ionizing electromagnetic fields at 27 GHz on sperm

quality of Mytilus galloprovincialis. 10(4): 521.

3. **Masoudi-Khoram, N. and Abdolmaleki, P., 2022.** Effects of repeated exposure to 50 Hz electromagnetic field on breast cancer cells. Electromagnetic Biology and Medicine. 41(1): 44-51.

4. **Verschaeve, L., Heikkinen, P., Verheyen, G., Van Gorp, U., Boonen, F. and Vander Plaetse, F., 2006.** Investigation of co-genotoxic effects of radiofrequency electromagnetic fields in vivo. 165(5): 598-607.

5. **Velizarov, S., Raskmark, P. and Kwee, S.J.B., 1999.** Bioenergetics. The effects of radiofrequency fields on cell proliferation are non-thermal. 48(1): 177-180.

6. **Spadaro, J.A. and Bergstrom, W.H., 2002.** In vivo and in vitro effects of a pulsed electromagnetic field on net calcium flux in rat calvarial bone. Calcified tissue international. 70(6): 496-502.

7. **Lantow, M., Schuderer, J., Hartwig, C. and Simko, M., 2006.** Free radical release and HSP70 expression in two human immune-relevant cell lines after exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation. Radiation research. 165(1): 88-94.

8. **Wolf, F.I., Torsello, A., Tedesco, B., Fasanella, S., Boninsegna, A. and D'Ascenzo, M., 2005.** 50-Hz extremely low frequency electromagnetic fields enhance cell proliferation and DNA damage: possible involvement of a redox mechanism. 1743(1-2): 120-129.

9. **Agarwal, A., Desai, N.R., Makker, K., Varghese, A., Mouradi, R. and Sabanegh, E., 2009.** Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. Fertility and sterility. 92(4): 1318-1325.

10. **Eibert, T.F., Alaydrus, M., Wilczewski, F. and Hansen, V.W., 1999.** Electromagnetic and thermal analysis for lipid bilayer membranes exposed to RF fields. IEEE transactions on bio-medical engineering. 46(8): 1013-1021.

11. **Destefanis, M., Viano, M., Leo, C., Gervino, G., Ponzetto, A., Silvagno, F.J.I. and Jo, R.B., 2015.** Extremely low frequency electromagnetic fields affect proliferation and mitochondrial activity of human cancer cell lines. 91(12): 964-972.

12. **Yang, M.l., Ye, Z.M.J. and Jo, Z.U., 2015.** Extremely low frequency electromagnetic field induces apoptosis of osteosarcoma cells via oxidative stress. 44(3): 323-328.

13. **Zhao, G., Lin, X., Zhou, M., Zhao, J.J. and Ejogo, J., 2014.** Relationship between exposure to extremely low frequency electromagnetic fields and breast cancer risk: a meta-analysis. 35(3): 264-269.

14. **Zimmerman, J.W., Pennison, M.J., Brezovich, I., Yi, N., Yang, C.T. and Ramaker, R., 2012.** Cancer cell proliferation is inhibited by specific modulation frequencies. 106(2): 307-313.

15. **De Iuliis, G.N., Newey, R.J., King, B.V. and Aitken, R.J.J.P.O., 2009.** Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. 4(7): e6446.

16. **Parivar, K., Nabiuni, M., Golestanian, N. and Amini, E., 2011.** Effect of low frecuency electromagnetic fields on the spermatogenesis and blood serum protein of Balb/c mice.

17. **Lee, J.S., Ahn, S.S., Jung, K.C., Kim, Y.W. and Lee, S.K., 2004.** Effects of 60 Hz electromagnetic field exposure on testicular germ cell apoptosis in mice. Asian J Androl. 6(1): 29-34.

18. **Mailankot, M., Kunnath, A.P., Jayalekshmi, H., Koduru, B. and Valsalan, R., 2009.** Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) from GSM (0.9/1.8GHz) mobile phones induces oxidative stress and reduces sperm motility in rats. Clinics (Sao Paulo, Brazil). 64(6): 561-565.

19. **Odaci, E., Hanci, H., Yulug, E., Turedi, S., Aliyazicioglu, Y. and Kaya, H., 2016.** Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on 60-day old rat testis and epididymal sperm quality. Biotechnic & histochemistry : official publication of the Biological Stain Commission. 91(1): 9-19.

20. **Wdowiak, A., Wdowiak, L. and Wiktor, H., 2007.** Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM. 14(1): 169-172.

21. **Hong, R., Zhang, Y., Liu, Y., Weng, E.J.Z.l.D., Wszy, B. and Jo, I.H., 2005.** Diseases O. Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on DNA of testicular cells and sperm chromatin structure in mice. 23(6): 414-417.

22. **Mostafapor, S. and Ardebili, F.F., 2014.** Effects of diluting medium and holding time on sperm motility analysis by CASA in ram. Veterinary research forum: an international journal. Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran. (In Persian)

23. **Askari, F., Mohammadzadeh, S. and Alirezai, M., 2017.** Effect of vitamin E on semen characteristics in Lori ram, *Agranaya nayka*. Animal husbanbari in Siberia, kazakhstan, Mongolia, Belarus and Bulgaria. (In Persian)

24. **Habib, A., Amir, K., Maghsoud, B., Vahid, V. and Namdar, K., 2021.** Antioxidant effect of Artemisia (*Artemisia incana*) extract on the quality of frozen-thawed semen of Moghani ram (*Artemisia incana*). Journal of Animal Environment. 13(2): 87-94. (In Persian)

25. Esterbauer H, Cheeseman KH. Determination of aldehydic lipid peroxidation products: malonaldehyde and 4-hydroxynonenal. Methods Enzymol. 1990;186:407-21.

26. **Avendano, C., Mata, A., Sanchez Sarmiento, C.A. and Doncel, G.F., 2012.** Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation. Fertility and

sterility. 97(1): 39-45 e2.

27. **Pool, R.J.S., 1990.** Electromagnetic Fields: the Biological Evidence: Researchers now accept that even relatively weak EMFs have biological effects, but the evidence for health effects remains" iffy". 249(4975): 1378-1381.

28. **Agarwal, A., Desai, N.R., Makker, K., Varghese, A., Mouradi, R. and Sabanegh, E., 2009.** Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. 92(4): 1318-1325.

29. **Mailankot, M., Kunnath, A.P., Jayalekshmi, H., Koduru, B. and Valsalan, R.J.C., 2009.** Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) from GSM (0.9/1.8 GHz) mobile phones induces oxidative stress and reduces sperm motility in rats. 64: 561-565.

30. **Avendano, C., Mata, A., Sarmiento, C.A.S. and Doncel, G.F.J.F., 2012.** Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation. 97(1): 39-45. e2.

31. **Farahani, A., Marefatpour, E., Hamidi Madani, A., Faraji, R., Heidarzadeh, A,. and Bahadori, M.J.J.G.U.M.S., 2015.** The Effects of Cellular Phone Electromagnetic Exposure on Human Sperm Viability, Motility and DNA Integrity (in Vitro Study). Clin Exp Reprod Med. 24(94): 29-35.