Journal of Health

Vol. 11, No. 4, Autumn 2020, Pages 468-477

The Effect of Cellular Phone Microwave Radiation on Sperm Fertility Indices (Count, Motility, Viability and Morphology) in Mice

Kaydani M[1], Panahi D[2], Saranjam B[3], Abdollahi M.B[1]

1.Department of occupational health and work safety, shoushtar faculty of medical sciences, sgoushtar, iran
2.Department of occupational health and work safety, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3.Department of occupational Health Engineering, School of Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran
**** Corresponding author.*** Tel/Fax: +98616228593, E-mail: abdollahimb@gmail.com

Received: Oct 23, 2019 Accepted: Mar 15, 2021

ABSTRACT

Background & objectives: Cell phone microwave (MW) is one of the most harmful physical agents in modern society. This study was designed to determine the effects of exposure to cell phone microwaves on mice sperm morphologic indices.
Methods: Animals were divided into two groups including: Microwave (MW) (n=6; exposed to 950-MHz cell phone MW with 5 W output power density and 200 KHz modulation during 10 days for 8 hrs/day) and Control (C) (n=6; similar situation; not exposed to MW) groups. After exposure, all mice were anesthetized; their testis epididymis tails were extracted and put in mix culture of Hams F10 and 10% human albumin. Paraffin blocks with sections of 5 μm thicknesses were prepared and testis tissue indices were determined. The average obtained by three repeats within a group was reported as Mean±S.D and significant level considered P<0.05. Data were analyzed by one-way ANOVA test.
Results: There were significant differences in total sperm motility (MW: 60.70±0.96; Control: 72.4±1.02), the percentage of normal sperm morphology (MW: 45.30±50.58; Control: 73.35±1.60), the percentage of sperm viability (MW: 58.68±1.44; Control: 74.36±1.65), and tubules inner diameter (MW: 97.11±1.79; Control: 66.82±1.02) (p<0.05); while, no significant differences were observed in sperm count per million (MW: 4.11±1.11; Control: 4.51±0.09) and tubules outer diameter (MW: 160.27±1.95; Control: 161.89±1.33).
Conclusions: 950-MHz cell phone MW exposure led to decreased total sperm motility, diminished percentage of normal sperm morphology, reduced percentage of sperm viability (which is expected to increase the possibility of male factor infertility with varying degrees over time), and increased tubules inner diameter (which indicates differentiation and cell death in different classes of germinal cells).
Keywords: Cell Phone Microwave; Sperm Motility; Sperm Viability; Sperm Count; Sperm Morphology Indices; Cell Phone Health Impact; Mice

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-09]

[DOI: 10.29252/j.health.11.4.468]

بررسی تاثیر امواج ماکروویو تلفن همراه بر شاخص‌های باروری اسپرم (تعداد، تحرک، زنده ماندن و ریخت شناسی) موش سوری

معصومه کایدانی[۱]، داود پناهی[۲]، بهزاد سرانجام[۳]، محمد باقر عبدالهی[۱]

۱. گروه بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده علوم پزشکی شوشتر، شوشتر، ایران

۲. گروه بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۳. گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

* نویسنده مسئول. تلفکس: ۰۶۱۶۲۲۸۵۹۳ ایمیل: abdollahimb@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: امواج تلفن همواره به عنوان یکی از عوامل زیان آور فیزیکی در جوامع مدرن مطرح می‌باشد. لذا با توجه به محدودیت‌های موجود در مطالعات انسانی، مطالعه حاضر، با هدف بررسی اثر امواج تلفن همراه بر روی اسپرم موش سوری انجام گرفت.

روش کار: موش‌های سوری در دو گروه مواجهه (n=۶؛ در معرض مواجهه با امواج مایکروویو تلفن همراه با فرکانس ۹۵۰ مگاهرتز با چگالی توان خروجی ۵ وات و مدولاسیون ۲۰۰ کیلوهرتز به مدت ۱۰ روز، روزی ۸ ساعت) و شاهد (n=۶؛ با شرایط مشابه ولی بدون مواجهه) بررسی گردیدند. در پایان سناریوی مواجهه، پس از بیهوشی حیوانات هر گروه، ناحیه دم اپیدیدیم بیضه‌ها استخراج و جهت بررسی اسپرموگرام در محیط کشت ترکیبی Ham's F10 با ۱۰٪ آلبومین انسانی قرار گرفتند. سپس ضمن تهیه قالب‌های پارافینی و برش‌های ۵ میکرونی، سایرآزمایشات مربوط به شاخص‌های بافتی بر روی نمونه ها انجام شد. میانگین سه بار تکرار درون گروهی داده ها با خطای معیار (Mean±SE) با سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ گزارش گردید. داده ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها: اختلاف معنی داری در درصد تحرک اسپرم بین دو گروه (مورد: ۶۰/۷±۰/۹۶؛ شاهد: ۷۲/٤±۱/۰۲)، درصد مورفولوژی طبیعی اسپرم بین دو گروه (مورد: ٤۵/۵۰±۳/۵۸؛ شاهد: ۷۳/۳۵±۱/۶)، درصد زنده ماندن اسپرم بین دو گروه (مورد: ۵۸/۶۸±۱/٤٤؛ شاهد: ۷٤/۳۶±۱/۶۵)، و قطر داخلی لوله های اسپرم ساز بین دو گروه (مورد: ۹۷/۱۱±۱/۷۹؛ شاهد:۶۶/۸۲±۱/۰۲) وجود داشت ($p<۰/۰۵$)؛ در حالی‌که اختلاف معنی داری در تعداد اسپرم برحسب میلیون بین دو گروه (مورد: ٤/۱۱±۱/۱۱؛ شاهد: ٤/۵۱±۰/۰۹) و قطر خارجی لوله های اسپرم ساز بین دو گروه (مورد: ۱۶۰/۲۷±۱/۹۵؛ شاهد: ۱۶۱/۸۹±۱/۳۳) مشاهده نشد.

نتیجه گیری: مواجهه با امواج مایکروویو ۹۵۰ مگاهرتز تلفن همراه می‌تواند سبب کاهش در تحرک کل، درصد مورفولوژی طبیعی و درصد زنده ماندن اسپرم‌ها (که انتظار می رود این مقدار کاهش با گذشت زمان امکان ایجاد درجات مختلفی از ناباروری با فاکتور مردانه را افزایش دهد) و نیز افزایش در قطر داخلی لوله های اسپرم ساز (حاکی از تمایز و مرگ سلولی در تعداد زیادی از سلول‌های زایای رده های مختلف) گردد.

واژه‌های کلیدی: امواج مایکروویو تلفن همراه، شاخص‌های مورفولوژی اسپرم، اثرات بهداشتی تلفن همراه، موش سوری

دریافت: ۹۸/۸/۱ **پذیرش:** ۹۹/۱۲/۲۵

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-09]

[DOI: 10.29252/j.health.11.4.468]

مقدمه

بی تردید سبک کنونی زندگی بشر سبب گردیده که افراد با هر نوع سبک زندگی در معرض مواجهه با امواج ماکروویو قرار گیرند که این مواجهات و آثار بیولوژیک مرتبط با آن روی بافت‌های مختلف بدن مورد بحث می‌باشد که علت آن نیز استفاده از وسایل و تجهیزاتی مانند تلویزیون، تلفن همراه، کامپیوتر و غیره است که سبب به وجود آمدن این میدان‌ها می‌شوند (۱،۲).

در نتیجه استفاده روزمره از لوازم الکتریکی سبب افراد بطور فزاینده‌ای درمعرض امواج الکترومغناطیس قرار دارند (۳). امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه در محدوده فرکانسی حدود ۹۱۵ الی ۹۵۰ مگاهرتز قرار دارند (٤). استفاده از تلفن همراه به طور فزاینده ای در سراسر جهان محبوب شده است و تقریباً تمام گروه‌های جمعیتی از آن به صورت روزانه استفاده می‌نمایند. تخمین زده شده است که گروه‌های خاص جمعیتی از جمله تاجران و نوجوانان تقریباً نیمی از روز خود را در نزدیکی تلفن‌های همراه در حالت فعال یا آماده به کار می‌گذرانند (۵).

گسترش روز افزون تعداد کاربران تلفن‌های همراه که مولد امواج مایکروویو می‌باشند، بعلاوه گزارش‌های متعدد سال‌های اخیر در مورد اثرات سوءِ این امواج بر ارگان‌های مختلف بدن انسان، باعث ایجاد نگرانی‌های بسیاری شده است، بسیاری از مطالعات بیانگر اثرات سوءِ آن بر موجود زنده است. از جمله آثار سوءِ میدان‌های الکترومغناطیس تأثیر بر شاخص‌های باروری (۶،۷) و آسیب به DNA سلول‌های مغزی (۸) می‌باشد.

ناباروری نوعی اختلال نسبتاً شایع می‌باشد که روی ۱۵-۱۰ درصد از زوجین آمریکایی و ۲۰ درصد از زوجین در سنین تولید مثل در سراسر جهان موثر می‌باشد (۹). مطابق قوانین سازمان بهداشت جهانی از هر ۵ نفر مرد جوان سالم بین سنین ۲۵-۱۸ سال یک نفر شماری اسپرم غیرطبیعی تولید می‌کند و تنها ۱۵-۵ درصد اسپرم آنها در دسته اسپرم‌های نرمال طبقه بندی می‌شود و همین امر ثابت می‌کند ناباروری تنها یک مشکل زنانه نیست. در واقع مشکل باروری مردانه در ٤۰ درصد جفت‌ها یک مسئله مهم است. EMFها (میدان‌های الکتریکی- مغناطیسی) توسط توزیع و استفاده از الکتریسیته با فرکانس پایین از تکنولوژی Wireless و موبایل‌ها، فرکانس‌های بالا، فرکانس‌های رادیویی، ماکروویو تولید می‌شوند. این نگرانی همواره درباره غیر ایمن بودن EMFها وجود دارد. حدود مواجهات توسط دولت‌ها برای جلوگیری از شوک‌های الکتریکی یا پخت و پز تعیین شده است. هیچ قانونی توسط سازمان‌ها، در زمینه جلوگیری از اثرات سلامتی ناشی از سطوح خیلی پایین مواجهه وضع نشده است. در پژوهشی که در سال ۲۰۰۶ انجام پذیرفت، گزارش شده است که مواجهه اسپرم‌های انسان با میدان مغناطیسی با فرکانس بی‌نهایت پایین با شدت ۵ میلی تسلا و فرکانس ۵۰ هرتز منجر به تقویت حرکت اسپرم‌ها می‌شود (۱۰،۱۱).

متاسفانه در خصوص اثرات بیولوژیک ناشی از مواجهه با امواج ماکروویو گزارشات متافوتی وجود دارد که علت وجود این تناقض می‌تواند ناشی از مکانیسم تعامل بین میکروویو و سیستم بیولوژیک باشد (۱۲).

در آزمایشی اثر میدان‌های مغناطیسی (ELF) روی مقدار اسپرم و سایر پارامترها بررسی شد. ۱۶ موش نر به عنوان نمونه و ۸ تا به عنوان گروه شاهد انتخاب شدند که طول دوره مواجهه 2h/day و 7day/2month با فرکانس ۵۰ هرتز و چگالی شار مغناطیسی ۱/۳۵ میلی تسلا در نظر گرفته شد. هیچ تغییر معنی‌داری در پارامترهای اندازه‌گیری شده در این مطالعه مشاهده نشد (۲). در این آزمایش اثرات مواجهه مستقیم منی بوقلمون با روشنایی مصنوعی روی کیفیت اسپرم‌ها بررسی شد. منی رقیق شده و رقیق نشده با روشنایی و تاریکی به مدت چهار تا شش ساعت مواجهه داده شد. تعداد اسپرم‌های نرمال در منی‌ای که مورد مواجهه با روشنایی بود به طور

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-09]
[DOI: 10.29252/j.health.11.4.468]

معنی‌داری بیشتر بود و یک افزایش معنی‌دار در تعداد اسپرم‌های مرده و غیرطبیعی در نمونه‌هایی که در تاریکی نگهداری شده بودند مشاهده گردید. منی رقیق نشده‌ای که به مدت طولانی با نور آبی (پیک= ۴۵۰ نانومتر) مورد مواجهه قرار گرفت، تعداد بیشتری اسپرم‌های نرمال داشت در حالی که تعداد اسپرم‌های غیرنرمالش نسبت به منی‌ای که در مواجهه با نور قرمز بود بعد از ٤ و ۶ ساعت مواجهه کمتر بود. همچنین ظرفیت لقاح اسپرم‌های موردمواجهه با نور نسبت به اسپرم‌های در مواجهه با تاریکی بیشتر بود و نتیجه اینکه، روشنایی،کیفیت منی بوقلمون‌ها را در طول دوره کوتاهی تقویت می‌کند (۳). همچنین از نظر مورفولوژیکی برای اینکه بتوان یک اسپرم را طبیعی نامید، باید هر دوی سر و دم آن طبیعی باشد، همه شکل‌های بینابینی را باید غیرطبیعی در نظر گرفت (۱۳).

لذا با توجه به فراوانی مواجهه با امواج ماکروویو تلفن همراه در تمامی زندگی و با عنایت به اهمیت موضوع و محدودیت‌های مطالعه در نمونه‌های انسانی از جمله کنترل‌کردن مداخله‌گرها و مسائل اخلاقی، مطالعه حاضر جهت بررسی تاثیر امواج ماکروویو تلفن همراه بر شاخص‌های باروری اسپرم (تعداد، تحرک، زنده ماندن و ریخت شناسی) موش سوری انجام گرفت.

روش کار

مدل حیوانی

جامعه مورد بررسی موش‌های سوری نرِ سالمِ بالغِ هم سن (هفت هفته) با میانگین وزنی تقریباً یکسان (وزن متوسط ۲/۵±۲۷/۵ گرم) بود که از حیوانخانه دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تأمین گردید.

اتاقک و شرایط مواجهه

حیوانات در حین آزمایش در ظروفی از جنس پلکسی گلاس پلی کربناته و در پایان آزمایش در قفس‌های مخصوص نگهداری گردیدند. غذا و آب مورد نیاز بصورت کامل در اختیار آنها قرار می‌گرفت. شرایط فیزیکی و بهداشتی محل نگهداری و همچنین حیوانخانه محل نگهداری قابل قبول بود. در مدت ۱۰ روز آزمایش روزانه در ۳ نوبت صبح، ظهر و عصر شرایط جوی اتاق (شامل دمای خشک اتاق، دمای تر، دمای خشک چرخان، دمای تر چرخان، سرعت جریان باد) با استفاده از دستگاه‌های مخصوص مورد بررسی قرار می‌گرفت که بر اساس آن میزان دمای خشک اتاق ۲۱-۱۸ درجه سانتیگراد، دمای تر ۱۹-۱۶درجه سانتیگراد، دمای خشک چرخان ۱۹-۱۷ درجه سانتیگراد و دمای تر چرخان ١٤-۱۶ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شد. اتاقک مواجهه به دلیل ایزوه شدن فاقد هرگونه روشنایی طبیعی یا مصنوعی بوده ولی میزان شدت روشنایی در زمان‌های نگهداری در حیوان خانه ۱۰۰ لوکس اندازه گیری گردید. از بین ۱۲ عدد موش سوری تحت مطالعه تعداد ۶ سر بعنوان گروه مورد و ۶ سر بعنوان گروه شاهد در نظر گرفته شدند. موش‌های سوری تحت مطالعه در شرایط کنترل شده‌ای درون یک محفظه عایق شده مخصوص (جهت جلوگیری از هرگونه نشت پرتو)، با امواج شبیه سازی شده مایکروویو و با فرکانس ۹۵۰ مگاهرتز با توان خروجی ۵ وات و مدولاسیون ۲۰۰ و به مدت ۱۰ روز و روزانه ۸ ساعت مواجهه یافتند. پس از اتمام آزمایش حیوانات به مدت ۳۵ روز در حیوانخانه نگهداری شده و سپس به آزمایشگاه پاتولوژی انتقال داده شدند و ابتدا بیهوش و سپس کشته شدند.

مطالعه شاخص‌های اسپرموگرام

در ادامه آزمایش ناحیه دم اپیدیدیم بیضه‌ها استخراج و جهت بررسی اسپرموگرام در محیط کشت ترکیبی Ham's F10 با ۱۰٪ آلبومین انسانی و یا در ۱ میلی‌لیتر محلول PBS قرار گرفتند. سپس ضمن تهیه قالب‌های پارافینی و برش‌های ۵ میکرونی، سایرآزمایشات مربوط به شاخص‌های بافتی بر روی نمونه بیضه انجام شد.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-09]

[DOI: 10.29252/j.health.11.4.468]

مطالعه بافت شناسی بیضه

در ابتدا حیوانات با تزریق کتامین (۶۰ mg/kg) و زایلازین (۶ mg/kg) بیهوش شدند. سپس با استفاده از تیغ بیستوری و قیچی یک شکاف طولی در امتداد خط میانی بدن ایجاد شد، سپس با استفاده از بیهوشی کشته شدند. بیضه‌های طرف چپ حیوانات خارج و وزن شد و بعد برای تثبیت بافتی در محلول فرمالین ۱۰ درصد به مدت ٤٨ ساعت قرار داده شد. بعد از این مرحله به منظور آبگیری و شفاف سازی، نمونه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در دستگاه پاساژ بافتی (Shandon-Citadel 1000, UK) قرار گرفتند. بعد از طی این مرحله نمونه‌ها با استفاده از پارافین قالب‌گیری و سپس توسط دستگاه میکروتوم دوار (Shandon, UK) برش‌های ۵ میکرونی سریالی تهیه شد. در نهایت از هر نمونه ۵ برش با فاصله (برش‌های ۵ و ۸ و ۱۱ و ١٤ و ١٧) به منظور پرهیز از شمارش مجدد یک سلول، انتخاب و برای بررسی میکروسکوپی با هماتوکسیلن- ائوزین رنگ‌آمیزی شدند. جهت بررسی‌های مورفومتریک، دو میدان دید از هر لام بطور تصادفی در زیر میکروسکوپ (Olympus, AH2, Japan) انتخاب و توسط دوربین دیجیتال (Coolpix-4500, Japan) عکس تهیه شد و عکس‌ها به کامپیوتر منتقل و با استفاده از نرم افزار کامپیوتری Image J Tools، قطر لوله سیمنی فروس (فاصله قاعده یک سلول تا قاعده سلول روبروی آن در مقطع عرضی) اندازه‌گیری شدند. همچنین توسط میکروسکوپ نوری و با بزرگ نمایی ٤٠٠ شمارش سلول‌های اسپرم انجام گرفت.

همچنین در این مطالعه جهت بررسی شکل اسپرم، اسپرم‌ها رنگ‌آمیزی شدند. اسپرم طبیعی در ناحیه سر، گردن و دم هیچ مشکلی ندارد، درحالی‌که اسپرم غیرطبیعی با دم پیچ خورده، سر ماکروسفال یا میکروسفال یا اسپرم دو سر یا اسپرم بدون سر مشخص می‌شود. جهت تعیین میزان اسپرم‌های نرمال از نظر شکل ۵ میدان دید میکروسکوپی در نظر گرفته شد و اسپرم‌های نرمال و غیرنرمال شمارش شدند و سپس درصد اسپرم‌های نرمال از نظر مورفولوژی محاسبه شد (۱۳). پس از تعیین میانگین، پارامترهای فوق مورد آنالیز آماری قرارگرفتند.

مشخصات دستگاه مولد ماکروویو

دستگاه مولد امواج مایکروویو دارای بخش‌های مختلفی شامل نمایشگر، مدار الکتریکی، مولد مایکروویو، سوئیچ تنظیمات دستگاه و آنتن پخش امواج (که در داخل یک محفظه یکسوکننده قرار گرفته است) می‌باشد (شکل ۱). پس از روشن نمودن دستگاه، می‌توان با استفاده از صفحه کلید موجود بر روی دستگاه مقدار فرکانس، مدولاسیون و توان خروجی را تعیین نمود، بدین شکل که پس از انتخاب هر گزینه، یعنی انتخاب گزینه Mode و شروع فلشر، با استفاده از کلید افزایش یا کاهش که در کنار صفحه کلید قرار گرفته نسبت به انتخاب عدد مورد نظر اقدام کرد. تنها برای تعیین مقدار فرکانس می‌بایستی مستقیماً عدد مورد نظر را تایپ نمود. لازم به ذکر است محدوده مورد نظر برای فرکانس بین ۹۶۰-۸۵۰ مگاهرتز، مدولاسیون بین ۲۰۰-۱۰۰ کیلوهرتز و چگالی توان خروجی تولیدی توسط این دستگاه ۶-۱ وات می‌باشد. چگالی توان خروجی مورد استفاده در این تحقیق به دلیل نزدیکی توان مذکور با توان خروجی گوشی‌های موبایل، ۵ وات در نظر گرفته شده است. حیوانات داخل ظرفی از جنس پلکسی گلاس پلی کربناته قرار داشته و جهت جلوگیری از بازتاب اشعه‌های تولیدی توسط دستگاه به بیرون بدنه داخلی دیواره‌های اصلی را با یونولیت به اشکال هرمی (برای شکست اشعه‌های بازتابی و کاهش احتمال پخش) پوشانیده شده بود. برای تابش امواج در محدوده فرکانسی مورد بحث نیز از یک آنتن که در بالای اتاقک و در مرکز آن تعبیه گردیده بود استفاده گردید به گونه‌ای که امواج به‌صورت کاملاً مساوی به به دورن ظرف حاوی حیوانات ساتع می‌گردید.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-09]
[DOI: 10.29252/j.health.11.4.468]

شکل ۱. نمایی از دستگاه مولد امواج ماکروویو. تصویر مانیتور و دکمه‌های تنظیم فرکانس و مدولاسیون امواج

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

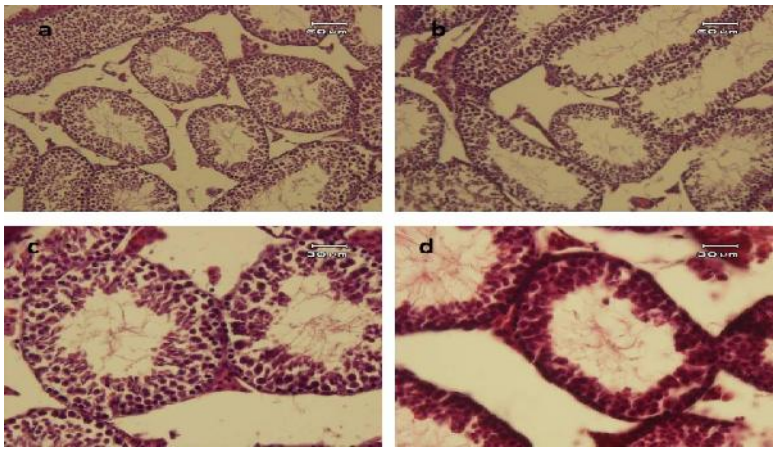
داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS-21 و آزمون آماری آنالیز واریانس یکطرفه[1] و متعاقب آن، آزمون تعقیبی تأیید تفاوت معنی‌دار توکی[2] تجزیه و تحلیل گردیدند. همچنین داده‌ها بصورت میانگین± خطای معیار[3] در جداول آورده شده است.

[1] One-way ANOVA
[2] Tukey Honesty Significant Difference (HSD)
[3] Mean ± SE

یافته‌ها

همانگونه که در جدول ۱ نشان داده شده است، در مقدار قطر داخلی لوله‌های اسپرم ساز بین دو گروه مورد و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p<۰/۰۵$)، در حالی‌که در مقایسه بین قطرهای خارجی دو گروه مورد بررسی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. لازم به ذکر است، قطر داخلی و خارجی لوله‌های اسپرم ساز با استفاده از نرم افزارهای Measurement و Image J Software محاسبه گردید (شکل ۲). نتایج به دست آمده دو گروه مورد و شاهد در جدول ۱ آورده شده اند.

همچنین بررسی مورفولوژی یا ریخت شناسی نمونه‌های اسپرم در ادامه آورده شده است (شکل ۳). همانگونه که در شکل نشان داده شده است سمت چپ اسپرمی از گروه نمونه می‌باشد که ساختار آن از حالت طبیعی خارج شده و دارای سر و گردن در هم تنیده می‌باشد و در مقابل، گروه کنترل که حالت طبیعی داشته و سر و گردن در امتداد بدن قرار دارند (نمونه شاهد سمت راست).



شکل ۲. مقایسه نمای میکروسکوپی برش بافتی لوله‌های اسپرم ساز بین دو گروه شاهد و مورد با رنگ آمیزی هماتوکسیلن- ائوزین. a) گروه شاهد با بزرگنمایی معمولی، b) گروه مورد با بزرگنمایی معمولی، c) گروه شاهد با بزرگنمایی بالا، d) گروه مورد با بزرگنمایی بالا. همانطوری که مشاهده می‌شود قطر داخلی لوله‌های اسپرم ساز در گروه‌های مورد مطالعه در مقایسه با گروه شاهد تغییراتی را نشان می‌دهد. تخریب بافتی، بهم ریختگی نظم سلول‌های اسپرماتوژنز تخلیه بخش میانی لوله‌های اسپرم ساز در گروه مورد در مقایسه با گروه شاهد مشاهده می‌شود.

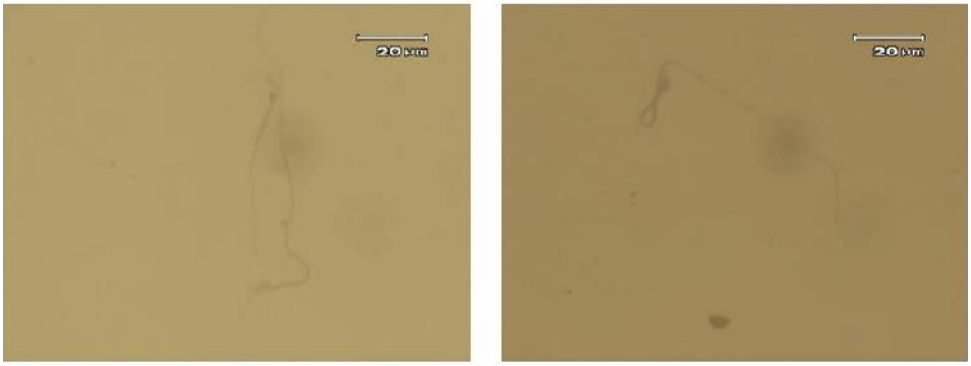
[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-09]
[DOI: 10.29252/j.health.11.4.468]

جدول ۱. مقایسه قطر لوله‌های اسپرم ساز داخلی و خارجی در گروه‌های مورد و شاهدتحت مطالعه*

گروه	**قطر داخلی لوله‌ها	قطر خارجی لوله‌ها
شاهد	۶۶/۸۲±۱/۰۲	۱۶۱/۸۹±۱/۳۳
مورد	۹۷/۱۱±۱/۷۹	۱۶۰/۲۷±۱/۹۵

* میانگین به صورت Mean±SD ارائه گردیده است.

** متغیرهای با این علامت در یک ستون تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهند (P<۰/۰۵)



شکل ۳. مقایسه مورفولوژی و شکل ظاهری اسپرم در گروه شاهد (سمت چپ) و مورد (سمت راست) تحت مطالعه.

جدول ۲. مقایسه درصد کل تحرک، درصد مورفولوژی طبیعی، درصد زنده ماندن و تعداد اسپرم برحسب میلیون، در گروه مورد و شاهد*

گروه	درصد کل تحرک اسپرم**	درصد مورفولوژی اسپرم**	درصد زنده ماندن اسپرم**	تعداد اسپرم برحسب میلیون
شاهد	۷۲/٤±۱/۰۲	۷۳/۳۵±۱/۶	۷٤/۳۶±۱/۶۵	٤/۵۱±۰/۰۹
مورد	۶۰/۷±۰/۹۶	٤۵/۵۰±۳/۵۸	۵۸/۶۸±۱/٤٤	٤/۱۱±۱/۱۱

* میانگین بصورت Mean±SD ارائه گردیده است.

** متغیرهای با این علامت در یک ستون تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهند ($p<۰/۰۵$).

همچنین یافته‌های نشان داده شده در جدول ۲ نیز چهار مورد از تفاوت‌های احتمالی میان گروه‌های مورد و شاهد را بررسی کرده است که در بین آنها درصد کل تحرک اسپرم، درصد مورفولوژی اسپرم و درصد زنده ماندن اسپرم در بین دو گروه مورد و شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بوده ($p<۰/۰۵$) ولی تعداد اسپرم (برحسب میلیون)، اختلاف معنی‌داری را نشان نمی دهد.

بحث

تاکنون مطالعات زیادی در خصوص امواج ماکروویو و اثرات سوء و مخرب آن بر روی قسمت‌های مختلف بدن انسان صورت گرفته است که در بیشتر موارد دارای نتایج مشابهی بوده ولی بعضاً دارای نتایج متضادی می‌باشند.

مطالعه حاضر نشان داد که مواجهه با امواج ماکروویو سبب کاهش تحرک اسپرم‌ها و همچنین کاهش درصد زنده ماندن اسپرم‌ها می‌گردد. نتایج به دست آمده در این مورد با نتایج به دست آمده توسط شفیق و همکاران با عنوان اثر مواجهه با میدان‌های الکترومغناطیسی روی اسپرماتوژنز و فعالیت‌های جنسی که بر روی خرگوش انجام پذیرفت مشابه می‌باشد (١٤).

همچنین دوویاک و همکاران در تحقیقاتی که روی مردان داشتند به این نتیجه رسید که درصد اسپرم‌هایی با ساختار غیرطبیعی افزایش یافته و تحرک اسپرم‌ها در ارتباط با طول مواجهه با تشعشعات الکترومغناطیس کاهش می‌یابد که با نتایج حاصله از این پژوهش مشابه می‌باشد (١۵).

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-09]

[DOI: 10.29252/j.health.11.4.468]

همچنین مطالعه حاضر نشان داد که تعداد اسپرم در دو گروه مورد و شاهد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند که با نتایج حاصل داسداگ و همکاران در خصوص تاثیر مواجهه تمام بدن با تشعشعات ماکروویو ناشی از تلفن همراه روی تعداد اسپرم‌های رت مشابهت دارد (۱۶). در مطالعه‌ای که توسط لی و همکاران بر روی رت و با هدف فقدان تغییرات هیستولوژیکی سلولی CDMA در اثر مواجهه با فرکانس رادیویی در محدوده تلفن همراه (۱۷) و همچنین داسداگ و همکاران انجام پذیرفت (۱۸)، نویسندگان نتیجه‌گیری کردند که مواجهه مزمن با اشعه رادیوفروکانس تاثیر معنی‌داری بر اسپرماتوژنزیس رت و ساختار و عمکرد تستیکولار ندارد که با نتایج حاصل از این پژوهش احتمالاً به دلیل متغیربودن نوع فرکانس، نوع حیوان و مدت مواجهه مطابقت ندارد.

نتایج پژوهش اوتیتولوجو و همکاران نشان داد که غیرنرمال‌شدن سر اسپرم نتیجه مواجهه با تشعشعات موبایل است (۱۹) که با غیرنرمال بودن سر اسپرم در گروه مواجهه یافته در این پژوهش همخوانی دارد.

از آنجایی که در مطالعه حاضر امواج مایکروویو با فرکانس ۹۵۰ مگاهرتز استفاده گردید، احتمالاً این امواج باعث مرگ سلول‌ها و در نتیجه کاهش شاخص‌های باروری اسپرم می‌گردد؛ که در تایید این نتیجه می‌توان به مطالعات مشابهی که در این خصوص صورت گرفته است اشاره نمود. از جمله در مطالعه‌ای که توسط میلانکوت انجام شد، موش‌ها با تشعشعات تلفن همراه به مدت ۱ساعت در روز به مدت ۲۸ روز متوالی تحت مواجهه قرار گرفتند، که در نتیجه کیفیت مایع منی آنها کاهش یافته و محققان به این باور رسیدند که همین امر می‌تواند باروری مردان را مختل کند (۲۰).

همچنین مطالعه‌ای اثرات مواجهه عملکرد بیضه‌ها و ساختار در رشد آنها را در موش‌هایی که با میدان‌های الکترومغناطیسی که ۱/۸ تا ۰/۹ گیگا هرتز مواجهه داشتند مورد بررسی قرار داد که در آن رت‌ها از نژاد ویستار[1] و آلبینو بودند و به مدت دو ساعت به‌طور مداوم به مدت ۳۵ روز مواجهه داشتند. نتایج این پژوهش نشان داد که درصد اسپرم‌های اپی دیدم و حرکت آن‌ها نیز به طور معنی‌داری بیشتر از گروهی بود که با ۱۸۰۰ مگا هرتز EMF مواجهه داشت. مورفولوژی اسپرم رت‌ها در گروهی که با ۹۰۰ مگاهرتز مواجهه داشتند طبیعی‌تر بود و همچنین غیرطبیعی‌بودن دم اسپرم‌ها و درصد کل میزان اسپرم‌های غیرطبیعی در گروهی که با ۹۰۰ مگاهرتز مواجهه داشتند کمتر بود، در نتیجه مطالعه ۳ نشان داد که مواجهه با امواج EMF منجر به ایجاد یک افزایش در سطح تستوسترون، تحرک اسپرم‌های اپی‌دیدم و مورفولوژی طبیعی اسپرم‌های موش می‌شود. همچنین EMF در گستره ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ مگاهرتز منجر به بلوغ زودرس در رشد موش‌ها می‌شود (٤) که با نتایج حاصل از این پژوهش اساساً مغایر می‌باشد. مطالعه حاضر نشان داد که امواج مایکروویو با فرکانس ۹۵۰ مگاهرتز می‌توانند باعث ایجاد تغییر در شاخص‌های مورفولوژی اسپرم در موش سوری شوند. لذا با توجه به این نکته که مطالعه حاضر هم از نظر فرکانس مورد استفاده و هم از نظر مدت زمان مواجهه حیوانات با امواج ماکروویو با دیگر مطالعات دارای اختلاف بود و همچنین حیوان مورد استفاده در این تحقیق با حیوانات در پژوهش‌های دیگر مشابه نبوده است، می‌توان نتیجه گرفت تفاوت‌های مشاهده شده غیرمعمول و دور از انتظار نخواهد بود. به طوری که در مطالعه حاضر حیوانات به مدت ۱۰ روز و روزانه به مدت ۸ ساعت تحت امواج مایکروویو با فرکانس ۹۵۰ مگاهرتز قرار گرفتند، اما در مطالعات دیگر هم زمان مواجهه و هم فرکانس مورد استفاده با مطالعه حاضر تفاوت داشت.

[1] Wistar

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-09]

[DOI: 10.29252/j.health.11.4.468]

نتیجه گیری

نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر نشان داد که امواج مایکروویو قادر به ایجاد تغییر در فرآیند اسپرماتوژنز می‌باشد چرا که این امواج قادرند نظم و قدرت باروری اسپرم را بهم بزنند. یافته‌هایی مثل کاهش درصد کل تحرک اسپرم‌ها، درصد مورفولوژی و زنده ماندن اسپرم‌ها نشان‌دهنده این بود که امواج مایکروویو به عنوان عامل القاکننده، موجب تغییر در اسپرماتوژنز می‌گردند، که با این تفاسیر، باروری می‌تواند به خطر بیفتد. انجام مطالعاتی نظیر این مطالعه، روی مدل‌های انسانی می‌تواند نتایج به مراتب نزدیک‌تری به واقعیت نمایان کند. همچنین افزایش مدت زمان مطالعه حتی بر روی نمونه حیوانی و بررسی هورمون‌های جنسی نیز از دیگر محدودیت‌هایی است که می‌تواند در مطالعات دیگر لحاظ گردد.

همان‌گونه که نتایج این تحقیق نشان داد، و همچنین بر اساس نتایج حاصل از پژوهش‌های مشابه، پیشنهاد می‌شود به منظور کاهش اثرات مخرب امواج مایکروویو بر روی سیستم باروری حتی المقدور از استفاده غیرضروری دستگاه‌های مولد این امواج خصوصاً تلفن همراه اجتناب شود. همچنین با توجه به قانون عکس مجذور فاصله می‌توان در مواقع عدم استفاده از تلفن همراه مانند زمان‌های خواب و استراحت، تلفن همراه را در فاصله دورتری از بدن قرار داد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه محمدباقر عبدالهی دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی است. پایان نامه فوق نیز بخشی از یک طرح پژوهشی مصوب ۲۸-۹۲/۱۰/۳ شورای پژوهشی کمیته پژوهشی دانشجویان دانشگاه است که به تصویب کمیته پژوهشی دانشگاه رسیده است. بدین وسیله از دانشکده بهداشت و معاونت پژوهشی دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1- Rosen A, Vorst AV. Introduction to the Special Issue on Medical Application and Biological Effects of Micro. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. 1996;44(10):1753.
2- Valjus J, Hongisto M, Verkasalo P, Järvinen P, Heikkilä K, Koskenvuo M. Residential exposure to magnetic fields generated by 110-400 kV power lines in Finland. Bioelectromagnetics. 1995;16(6):365-76.
3- Woldanska-Okonska M, Karasek M, Czernicki J. The influence of chronic exposure to low frequency pulsating magnetic fields on concentrations of FSH, LH, prolactin, testosterone and estradiol in men with back pain. Neuroendocrinology Letters. 2004;25(3):201-6.
4- Hyland GJ. Physics and biology of mobile telephony. The Lancet. 2000;356(9244):1833-6.
5- Houston B, Nixon B, King BV, De Iuliis GN, Aitken RJ. The effects of radiofrequency electromagnetic radiation on sperm function. Reproduction. 2016;152(6):R263-R76.
6- Kesari KK, Behari J. Effects of microwave at 2.45 GHz radiations on reproductive system of male rats. Toxicological and Environ Chemistry. 2010;92(6):1135-47.
7- Altun G, Deniz ÖG, Yurt KK, Davis D, Kaplan S. Effects of mobile phone exposure on metabolomics in the male and female reproductive systems. Environmental research. 2018;167:700-7.
8- Lai H, Singh NP. Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. Bioelectromagnetics. 1995;16(3):207-10.
9- Parsanezhad M, Mortazavi S, Doohandeh T, Jahromi BN, Mozdarani H, Zarei A, et al. Exposure to radiofrequency radiation emitted from mobile phone jammers adversely affects the quality of human sperm. Int J Radiat Res. 2015.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-09]
[DOI: 10.29252/j.health.11.4.468]

10- Erogul O, Oztas E, Yildirim I, Kir T, Aydur E, Komesli G, et al. Effects of electromagnetic radiation from a cellular phone on human sperm motility :an in vitro study. Archives of medical research. 2006;37(7):840-3.
11- Fernie KJ, Reynolds SJ. The effects of electromagnetic fields from power lines on avian reproductive biology and physiology: a review. Journal of toxicology and environmental health ,part b. 2005;8(2):127-40.
12- Chen T, Wang W. Morinda officinalis extract repairs cytoxan-impaired spermatogenesis of male rats. Zhonghua nan ke xue= National journal of andrology. 2015;21(5):436-42.
13- Lu J-C, Huang Y-F, Lü N-Q. WHO Laboratory Manual for the Examination and Processing of Human Semen: its applicability to andrology laboratories in China. Zhonghua nan ke xue= National journal of andrology. 2010;16(10):867-71.
14- Shafik A. Effect of electromagnetic field exposure on spermatogenesis and sexual activity. Asian journal of andrology. 2005;7(1):106.-
15- Wdowiak A, Mazurek PA, Wdowiak A, Bojar I. Effect of electromagnetic waves on human reproduction. Annals of Agricultural and Environmental Medicine. 2017;24(1):13-8.
16- Dasdag S, Ketani M, Akdag Z, Ersay A, Sari I, Demirtas Ö, et al. Whole-body microwave exposure emitted by cellular phones and testicular function of rats. Urological Research. 1999;27(3):219-23.
17- Lee HJ, Pack JK, Kim TH, Kim N, Choi SY, Lee JS, et al. The lack of histological changes of CDMA cellular phone-based radio frequency on rat testis. Bioelectromagnetics. 2010;31(7):528-34.
18- Dasdag S, Zulkuf Akdag M, Aksen F, Yılmaz F, Bashan M, Mutlu Dasdag M, et al. Whole body exposure of rats to microwaves emitted from a cell phone does not affect the testes. Bioelectromagnetics. 2003;24(3):182-8.
19- Otitoloju A, Obe I, Adewale O, Otubanjo O, Osunkalu V. Preliminary study on the induction of sperm head abnormalities in mice, Mus musculus, exposed to radiofrequency radiations from global system for mobile communication base stations. Bulletin of environmental contamination and toxicology. 2010;84(1):51-4.
20- Mailankot M, Kunnath AP, Jayalekshmi H, Koduru B, Valsalan R. Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) from GSM (0.9/1.8 GHz) mobile phones induces oxidative stress and reduces sperm motility in rats. Clinics. 2009;64(6):561-5.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-09]

[DOI: 10.29252/j.health.11.4.468]