دوماهنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست-پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال بیست و سوم، شماره ۴، صفحه ۲۹۱ - ۲۸۰ (مهر و آبان ۱۳۹۹)

Iran South Med J 2020; 23(4): 280-291

بررسی اثر هم‌افزائی پرتوهای گامای تکنسیوم ۹۹ام و امواج غیر یونیزان وای فای برروی شمارش، شکل و میزان تحرک اسپرم‌های موش صحرائی: مطالعه تجربی

فرشید قیصری (MD)[1*]، محمد عاطفی (MSc)[1**]، عارف معصومی‌راد (MD)[1]

[1] مرکز تحقیقات حفاظت در برابر پرتوهای یونساز و غیریونساز، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

(دریافت مقاله: ۹۸/۱/۶ پذیرش مقاله: ۹۹/۴/۱۷)

چکیده

زمینه: با توجه به اثرات تابش‌گیری با پرتوهای یونیزان بر بافت‌های بیولوژیک و عوارض غیرقابل برگشت آن، هدف از این مطالعه تعیین اثر هم‌افزایی پرتوهای گامای تکنسیوم ۹۹ ام و امواج غیر یونیزان Wi-Fi بر روی خصوصیات اسپرم‌های موش صحرایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه ۶۰ سرموش رات نر، بالغ در محدوده وزنی ۲۵۰-۲۰۰ گرم، به صورت تصادفی به ۴ گروه (۳ گروه آزمون و یک گروه کنترل) تقسیم شدند. گروه آزمون اول از طریق تزریق درون صفاقی تکنسیوم ۹۹ ام دریافت کردند، گروه دوم روزانه به مدت ۱ ساعت تا یک هفته در معرض امواج Wi-Fi قرار گرفتند. گروه سوم همزمان Wi-Fi و تکنسیوم ۹۹ام دریافت کردند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: تعداد اسپرم، درصد اسپرم‌های متحرک و دارای مورفولوژی نرمال به طور معناداری نسبت به گروه شاهد به ترتیب (از بیشترین به کمترین) در گروه Wi-Fi، گروه TC99-m و گروه TC99-m+Wi-Fi کاهش یافته (p<۰/۰۰۱) و اختلاف میان سه گروه مورد آزمون معنادار می‌باشد (p<۰/۰۵). بیشترین میزان کاهش تعداد اسپرم، درصد اسپرم‌های متحرک و درصد اسپرم دارای مورفولوژی نرمال در گروه TC99-m+Wi-Fi مشاهده شد (p<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج مطالعه حاضر قرار گرفتن غدد و سایر نقاط حساس بدن موجود زنده در نزدیکی یک منبع تولید کننده امواج الکترومغناطیسی، می‌تواند به فعالیت طبیعی آن‌ها لطمه زده و عملکرد نرمال آنان را مختل نماید.

واژگان کلیدی: تکنسیوم ۹۹ ام، Wi-Fi، موش صحرایی، اسپرم، حرکت اسپرم، مورفولوژی

**شیراز، مرکز تحقیقات حفاظت در برابر پرتوهای یونساز و غیریونساز، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
Email: Mohammad.atefi@yahoo.com
*ORCID: 0000-0002-1113-3744
**ORCID: 0000-0002-3135-9919

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/ismj.23.4.280]

مقدمه

در صورت ایجاد آسیب در اثر تابش‌گیری و عدم ترمیم کامل آن ممکن است از ادامه بقا یا تولید مثل سلول ممانعت به عمل آید: یا نتیجه، سلول زنده تغیر یافته‌ای باشد که متحمل یک تغییر یا جهش ناشی از تابش‌گیری شده است. به این ترتیب موارد مذکور برای شخصی که این سلول‌ها بخشی از وجود او می‌باشد، دو نتیجه کاملاً متفاوت را به بار می‌آورند. بیشتر اندام‌ها یا بافت‌های بدن با از دست دادن چند سلول تأثیر نمی‌پذیرند اما اگر تعداد سلول‌های از بین رفته به اندازه کافی زیاد می‌باشد موجب عدم عملکرد صحیح بافت و بروز آسیب می‌شود. احتمال بروز چنین آسیبی در دزهای کم اشعه صفر است اما بالاتر از حد معینی به نام دز آستانه احتمال با افزایش دز تا صد درصد افزایش می‌یابد. بالاتر از دز آستانه، شدت آسیب نیز با دز افزایش می‌یابد. این نوع آثار در گذشته، اثر غیراحتمالی (غیر تصادفی) نامیده می‌شد اما امروزه آن را آثار قطعی می‌نامند. یک اثر قطعی از یک دز آستانه برخوردار است. شدت اثر به میزان دز بستگی دارد. کاتاراکت ناشی از تشعشع یک نمونه و مثال از اثر قطعی به شمار می‌رود (۱).

اگر سلول تابش دیده زنده اما تغییر یافته باشد، نتیجه بسیار متفاوت است. سرطانزایی و آثار وراثتی در این زمره قرار می‌گیرند. در صورت تحت تابش قرار گرفتن سلول‌های سوماتیک احتمال بروز سرطان با دز اشعه افزایش می‌یابد. این اثر احتمالاً بدون آستانه است اما شدت سرطان وابسته به دز نیست. سرطان ایجاد شده با ۱ گری (۱۰۰rad) بدتر از سرطان القا شده با ۰/۱ گری (۱۰ rad) نیست اما البته احتمال القای آن افزایش می‌یابد. این نوع از آثار اثر احتمالی نامیده می‌شوند. انسان همواره در معرض تابش‌هایی از محیط اطراف خود بوده است. این تابش‌ها از دو بخش تشکیل شده‌اند: بخش اول تابش‌هایی هستند که از مواد رادیواکتیو اطراف و داخل بدن دریافت می‌شود و بخش دوم شامل تابش‌هایی است که از منابع مصنوعی گسیل می‌شود. بشر می‌داند مواجهه با پرتوهای یونیزان برای موجودات زنده زیانبار بوده و در مقادیر و شدت‌های کافی می‌تواند آسیب‌های زیستی غیرقابل برگشتی چون سرطان وحتی مرگ موجود زنده را به دنبال داشته باشد (۱).

نتایج مطالعات گذشته نشان داده است که مورد تابش قرار گرفتن با پرتوهای یونیزان اثرات زیان باری بر بافت‌های بیولوژیک بر جای می‌گذارد و در مقادیر و شدت‌های بالا و متوالی می‌تواند باعث آسیب بافتی غیرقابل برگشتی چون سرطان و حتی مرگ انسان شود (۱). به عنوان مثال اشعه ایکس حتی در صورت کم می‌تواند جهش‌هایی در بسیاری از انواع سلول‌ها از قبیل سلول‌های تناسلی ارگان‌های تناسلی ایجاد کند. لی یو (Liu G) و همکاران در مطالعه‌ای بیان کردند جهش Germ cell از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. آسیب وارده بر سلول‌های ژرمینال مردان و یا زنان سبب انتقال آن به نسل‌های آینده شود (۲).

در مطالعات گوناگون اثرات طول موج، مدت در معرض امواج بودن، فاصله نسج با موج در تکثیر سلولی و جزئیات تکثیر بررسی شده است. همان‌طور که از نتایج به‌دست آمده برداشت می‌شود امواج غیر یونیزان سبب اختلال در تکثیر سلولی در مرحله ساخت DNA و نیز باعث افزایش بروز نقایص مادرزادی و اختلالات باروری و جهش‌های مختلف می‌شوند و این اختلالات متناسب با مدت مجاورت با میدان الکترومغناطیسی[1] و نوع موج است (۲). در مطالعه دوویک (Wdowiak) و همکاران بر روی تأثیر امواج یونیزان بر روی اسپرم موش صحرایی

[1] Electromagnetic Field

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/ismj.23.4.280]

و تأثیر بر روی DNA در بین مردانی که در معرض امواج یونیزان قرار دارند ، کاهش تحرک اسپرم و درصد اسپرماتوزوا از نظر مرفولوژیکی و همچنین تشدید خلاء کاهش یافته است. مواد ژنتیکی موجود در اسپرم باعث تکه تکه شدن و متیلاسیون DNA ژنومی بالاتر شد (۳).

از سوی دیگر در دو دهه اخیر استفاده از فناوری‌های جدیدی چون وایرلس و وای‌فای در حال افزایش می‌باشد. به کارگیری شبکه‌های وایرلس در منازل، محل‌های کار، اماکن عمومی و مدارس در زندگی روزمره گسترش یافته‌اند (۴). موج‌های ساطع شده از تلفن‌های همراه با فرکانس متوسط حدود ۹۰۰ مگاهرتز تا ۱ گیگاهرتز در این محدوده فرکانس موج‌های مایکروویو می‌باشند (۵). تابش این موج‌ها روی مولکول‌ها انرژی خود را به مولکول می‌دهد و سبب تغییر ارتعاش مولکول و یا تغییر درجه حرارت آن می‌گردد. نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهند که این موج‌ها بر حسب شدت تابش و فرکانس مدت تابش، موجب ایجاد اثرات زیستی متفاوتی در مولکول‌های تحت تابش می‌شوند (۶).

پیش از این مطالعات عملی روی اثرات زیان‌بار میدان‌های مغناطیسی ساطع شده از تلفن همراه متمرکز بوده، اما امروزه مطالعات به سمت اثرات زیان‌بار تجهیزات بی‌سیم مانند وای‌فای تغییر کرده است (۴). در مطالعه‌ای نتیجه‌گیری شده است که افزایش ارتعاشات الکترومغناطیسی بر کیفیت اسپرم مؤثر است و چنانچه فرد در میدان مغناطیسی باشد تعداد و کیفیت اسپرم‌ها کاهش می‌یابد (۴).

همچنین در مطالعه تاس (Tas) و همکاران، رابطه اثرات طولانی مدت استفاده از امواج مغناطیسی تلفن همراه بر روی بافت بیضه موش‌ها مورد بررسی قرار گرفت و اسپرم‌ها از نظر غلظت، تحرک و هیستولوژی بافت بیضه میان دو گروه آزمون و شاهد مقایسه شدند. بررسی‌ها در این پژوهش نشان دادند که ضخامت غشای بافت بیضه در موش‌هایی که در معرض امواج قرار داشتند، در مقایسه با گروه شاهد، کاهش پیدا کرده بود (۷).

در ارتباط با اثر امواج موبایل بر روی سیستم تولید مثلی نر و ماده مطالعات متعددی انجام شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعه مایهاس (Mailhes) و همکاران، اشاره کرد ایشان در سال ۱۹۹۷ اثبات کردند که در معرض امواج بودن در جانوران باعث افزایش هایپرپلوئیدی در اووسیت‌های پستانداران می‌گردد (۷) علاوه بر آن نتیجه مطالعه کو و کلاگ (Coa & Klug) اثبات کرد که در معرض امواج بودن باعث اختلال در اسپرماتوژنز می‌گردد (۸ و ۹).

همچنین نتایج مطالعه الاخراص (AL-Akhras) نیز بیان کرد که قرارگیری موش‌های صحرایی در معرض میدان الکترومغناطیسی با فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۲۵ میکروتسلا موجب کاهش در تعداد اسپرم‌ها می‌شود. همچنین هورمون محرک فولیکولی (FSH) به مقدار کمی کاهش اما غلظت هورمون لوتئینی (LH) افزایش و هورمون تستوسترون کاهش می‌یابد (۱۲-۱۰).

در نهایت در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۲ انجام شد، اوندنو (Avendaño) و همکاران، به بررسی رابطه بین استفاده از لپ‌تاپ‌هایی که از طریق وای‌فای به اینترنت متصل می‌شوند و کاهش تحرک اسپرم انسان و افزایش قطعه قطعه شدن DNA اسپرم پرداختند. در این پژوهش از اسپرم‌هایی که قابلیت تحرک داشتند، استفاده گردید و اسپرم‌ها را به دو گروه آزمایش شونده و شاهد تقسیم کردند. اسپرم‌های گروه آزمایش شونده به مدت چهار ساعت در معرض لپ‌تاپ متصل به اینترنت از طریق وای‌فای قرار گرفتند، در حالی که گروه شاهد تحت شرایط یکسان در انکوباتور بدون اینکه تحت

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/ismj.23.4.280]

تأثیر لپ‌تاپ قرار گرفته باشند، بررسی شدند. نتایج آزمایشات نشان داد که اسپرم‌های مواجه شده با لپ‌تاپ متصل به اینترنت وای‌فای، کاهش چشمگیری در حرکت اسپرم و افزایش قطعه قطعه شدن DNA اسپرم را دارا بودند (۱۳). با توجه به مطالب ذکر شده و بررسی متون گذشته اثرات پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان بر سلول‌های جنسی و اسپرم‌ها کاملاً مشهود و مشخص می‌باشد، اما بررسی اثر سینرژیستیک ۲ نوع متفاوت پرتو تاکنون انجام نشده است. بنابراین هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر هم‌افزایی پرتوهای گامای تکنسیوم ۹۹ام و امواج غیر یونیزان Wifi بر روی شمارش، شکل و میزان تحرک اسپرم‌های موش صحرایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعهٔ تجربی (Experimental)، از ۶۰ سرموش رات نر، بالغ، هم‌خون در محدوده وزنی ۲۵۰–۲۰۰ گرم استفاده شد. این موش‌ها از مرکز حیوانات آزمایشگاهی دانشکده پزشکی شیراز تهیه شدند و در قفسه‌های پلاستیکی در یک اتاق کنترل شده با میانگین رطوبت ۵۰ درصد و دمای ۲۴–۲۲ درجه سانتی‌گراد، در یک سیکل روشنایی تاریکی ۱۲ ساعته و با تهویه مناسب نگهداری شدند. حیوانات دسترسی آزاد به آب وغذا داشته و از غذای فشرده آزمایشگاهی جهت تغذیه آن‌ها استفاده گردید. موش‌ها به صورت تصادفی به ۴ گروه (۳ گروه آزمون و یک گروه کنترل) تقسیم شدند (در هر گروه ۱۵ سر موش قرار گرفت). به منظور جلوگیری از بروز هر گونه مداخله در مطالعه، موش‌ها کدبندی (علامت‌گذاری) شده و تنها پس از اتمام آزمایش کدبرداری صورت گرفت. پس از کدبندی، موش‌های گروه آزمون اول به ازای هر موش مقدار ۵ میلی‌کوری تکنسیوم به حجم ۰/۵ سی‌سی از طریق تزریق درون صفاقی تزریق شد. گروه دوم با استفاده از مودم TD-LTE وایرلس ایرانسل که به صورت روزانه به مدت ۱ ساعت تا یک هفته در معرض امواج قرار داده شدند. مودم TD-LTE در نزدیک قفس موش‌ها طوری قرار داده شد، که به صورت ایزودوز به همه موش‌ها اشراف داشت (بالای قفس موش‌ها به فاصله ۲۰ سانتی‌متر). و بدین‌ترتیب با این آرایش هندسی همه موش‌ها به صورت یکسان در معرض أمواج مودم قرار گرفتند. جهت جلوگیری از پرتوگیری سایر قفس‌ها قفس مورد نظر در اتاق جداگانه‌ای قرارداده شد.

گروه سوم به صورت ترکیبی TC99-m + Wi-Fi دریافت کردند، بدین‌صورت که به هر موش مقدار ۵ میلی‌کوری تکنسیوم به حجم ۰/۵ سی‌سی درون صفاقی تزریق شد و سپس به مدت یک هفته با آرایش هندسی مشابه گروه دوم در معرض امواج مودم TD-LTE قرار گرفتند. گروه چهارم گروه کنترل بودند. در هر چهار گروه بعد از یک هفته بیضه موش‌ها را در آورده و لوله‌های اپی‌دیدیم را تخلیه کردیم و در زیر میکروسکوپ از لحاظ تعداد (Count)، شکل (morphology) و میزان تحرک (motility) بررسی شدند.

بر اساس بررسی‌های انجام شده توسط آزمایشگاه فتونیک دانشگاه شیراز (گروه برق و مخابرات) خصوصیات امواج مودم TD-LTE ایرانس به شرح ذیل می‌باشد:

مقادیر فرکانس: ۲۴۵۰ مگا هرتز

نرخ جذب مخصوص: ۱۵ وات بر کیلوگرم

پهنای پالس: ۳ میکروثانیه، نرخ تکرار ۹۰ پالس در ثانیه

شدت میدان الکتریکی: ۸/۸ ولت بر متر

شدت میدان مغناطیسی: ۰/۰۲ آمپرمتر

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/ismj.23.4.280]

همچنین دوز جذبی TC 99-m بر اساس نژاد و فاکتورهای وزنی موش صحرایی مورد آزمایش با استفاده از نرم‌فزار MIRD محاسبه می‌گردد، در مطالعه حاضر دوز جذبی تکنسیوم ۹۹ام در ناحیه بیضه‌ها ۹/۸ سانتی‌گری (Cgy) بوده است.

کلیه داده‌های به‌دست آمده در نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۰ وارد شدند و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. از آمار توصیفی جهت توصیف گروه‌های مختلف استفاده گردید. جهت بررسی و مقایسه گروه‌های مختلف از آزمون آماری تحلیل واریانس One-way ANOVA استفاده گردید. به منظور انجام این آزمون کلیه مفروضات زیر مورد ارزیابی واقع شدند و در نهایت با توجه به نتایج مفروضات، آزمون تحلیل واریانس انجام گرفت.

جهت تعیین داده‌های دور افتاده (Outlier) نمودار Box-Plot رسم گردید. همچنین توزیع طبیعی (Normal Distribution) متغییرهای وابسته به وسیله آزمون شاپیرو–ویلک (Shapiro-Wilk) مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمون همگنی واریانس‌ها (Levene's Test of Homogeneity of Variances) جهت ارزیابی یکنواخت بودن واریانس گروه‌های مختلف انجام شد. سطح معنی‌داری آزمون‌ها $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج آنالیز اسپرم شامل تعداد اسپرم به میلیون (Sperm Count)، درصد اسپرم‌های متحرک (Motile Sperms) و درصد اسپرم‌های دارای مرفولوژی نرمال و سالم (Normal Shape) در کلیه گروه‌های مورد مطالعه شامل گروه شاهد، گروه مواجهه شده با TC99-m، گروه مواجهه شده با Wi-Fi و گروه مواجهه شده با هردو TC99-m و Wi-Fi به صورت آمار توصیفی در ادامه آورده شده است. (جدول ۱).

جدول ۱) نتایج آنالیز اسپرم شامل تعداد اسپرم، درصد اسپرم‌های متحرک و اسپرم‌های با شکل نرمال در گروه‌های مختلف و آمار توصیفی مربوط به هر گروه

	عنوان	تعداد	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	حداقل	حداکثر
تعداد اسپرم	گروه کنترل	۱۵	۶۷/۶	۲/۰۱۶	/۵۲۰	۶۴/۰۰	۷۰/۰۰
	گروه TC99-m	۱۵	۵۳/۳۳	۲/۶۳۶	/۶۸۰.	۴۹/۰۰	۵۸/۰۰
	گروه Wi-Fi	۱۵	۶۰/۸۶	۴/۲۴۰	۱/۰۹۴	۵۴/۰۰	۶۹/۰۰
	گروه TC99-m+Wi-Fi	۱۵	۴۵/۲۰	۸/۵۵۴	۲/۲۰۸	۲۷/۰۰	۶۰/۰۰
اسپرم‌های متحرک	گروه کنترل	۱۵	۶۹/۷۳	۶/۸۷۰	۱/۷۷۴	۶۰/۰۰	۸۰/۰۰
	گروهTC99-m	۱۵	۴۹/۰۶	۳/۶۳۴	/۹۳۸.	۴۴/۰۰	۵۴/۰۰
	گروه Wi-Fi	۱۵	۵۷/۰۶	۲/۷۳۷	/۷۰۶.	۵۱/۰۰	۶۱/۰۰
	گروه TC99-m + Wi-Fi	۱۵	۴۲/۶۶	۵/۳۱۳	۱/۳۷۲	۳۲/۰۰	۵۲/۰۰
اسپرم با شکل نرمال	گروه کنترل	۱۵	۷۲/۰۶	۱/۷۹۱	/۴۶۲.	۶۹/۰۰	۷۵/۰۰
	گروه TC99	۱۵	۴۹/۳۳	۱/۷۵۹	/۴۵۴.	۴۶/۰۰	۵۲/۰۰
	گروه Wi-Fi	۱۵	۶۳/۳۳	۱/۷۵۹	/۴۵۴.	۶۰/۰۰	۶۶/۰۰
	گروه TC99+ Wi-Fi	۱۵	۴۱/۰۰	۲/۲۹۹	/۵۹۳.	۳۷/۰۰	۴۵/۰۰

به منظور بررسی همگن بودن واریانس گروه‌های مختلف از تست آماری Levene استفاده شد. مقدار p در آزمون Levene، برای متغیرهای تعداد اسپرم و میزان اسپرم‌های متحرک کمتر از ۰/۰۵ محاسبه گردید،

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.52547/ismj.23.4.280]

بنابراین میزان واریانس گروه‌های مورد مطالعه این متغیرها نسبت به یکدیگر همگن و یکنواخت نمی‌باشد و برای تحلیل این دو متغیر از آزمون Welch ANOVA استفاده شد. اما مقدار p در آزمون Levene، برای متغیر اسپرم با شکل نرمال بیشتر از ۰/۰۵ محاسبه گردید، بنابراین میزان واریانس گروه‌های مورد مطالعه این متغیر نسبت به یک دیگر همگن و یکنواخت می‌باشد و تحلیل این متغیر با استفاده از آزمون One-way ANOVA انجام شد. نتایج مقایسه گروه‌ها با یکدیگر و ارزیابی معنادار بودن اختلاف‌های تعداد اسپرم به میلیون (Sperm Count) در میان گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. برای متغیر normal shape از نتایج آزمون آماری One-way ANOVA استفاده گردید، ولی در مورد متغیرهای sperm count و motile sperm به علت همگن نبودن واریانس‌ها از نتایج آزمون آماری welch ANOVA با برابری میانگین‌ها (Equality Of Means) استفاده شد. نتایج آزمون Welch ANOVA نشان داد که اختلاف آماری کاملاً معناداری در میزان sperm count در گروه‌های مورد مطالعه دیده می‌شود (p<۰/۰۰۱).

جدول ۲) مقایسه گروه‌ها با یکدیگر و ارزیابی معنادار بودن اختلاف‌های تعداد اسپرم به میلیون (Sperm Count) در میان گروه‌های مورد مطالعه

متغیر وابسته	عنوان گروه	مقایسه با گروه	میانگین اختلاف	خطای استاندارد	P
تعداد اسپرم	کنترل	TC99-m	۱۳/۷۳	۰/۸۵۷	<۰/۰۰۱*
		Wi-Fi	۶/۲۰	۱/۲۱۲	<۰/۰۰۱*
		TC99-m+ Wi-Fi	۲۱/۸۶	۲/۲۶۹	<۰/۰۰۱*
	TC99-m	Wi-Fi	۷/۵۳-	۱/۲۸۹	<۰/۰۰۱*
		TC99-m+ Wi-Fi	۸/۱۳	۲/۳۱۱	۰/۰۱۳*
	Wi-Fi	TC99-m+ Wi-Fi	۱۵/۶۶	۲/۴۶۵	<۰/۰۰۱*

همان‌طور که در جدول ۱ و ۲ مشاهده می‌گردد، میانگین تعداد اسپرم به‌طور معناداری از ۲/۰۱±۶۷/۰۶ در گروه شاهد به ۲/۶۳±۵۳/۳۳ در گروه TC99-m، ۴/۲۴±۶۰/۸۶ در گروه Wi-Fi و ۸/۵۵±۴۵/۲۰ در گروه TC99-m+Wi-Fi کاهش یافته است (p<۰/۰۰۱). همچنین اختلاف میان گروه‌های TC99، Wi-Fi و TC99-m+Wi-Fi به طور قابل ملاحظه‌ای معنادار می‌باشد (p<۰/۰۵). میزان اثر TC99-m بر کاهش تعداد اسپرم در مقایسه با گروه کنترل به‌طور معنادار از Wi-Fi بیشتر می‌باشد (p<۰/۰۰۱). بیشترین میزان کاهش تعداد اسپرم در مقایسه با گروه کنترل در گروه TC99-m+Wi-Fi مشاهده می‌گردد که نشان دهنده اثر سینرجیستیک این دو مواجهه می‌باشد و از لحاظ آماری معنادار است (p<۰/۰۵). نتایج آزمون آماری Welch ANOVA در زمینه Motile sperm به شرح ذیل می‌باشد: (p<۰/۰۰۱).

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/ismj.23.4.280]

جدول ۳) نتایج مقایسه گروه‌ها با یک دیگر و ارزیابی معنادار بودن اختلاف‌های درصد اسپرم ها متحرک (Motile Sperms) در میان گروه‌های مورد مطالعه

متغیر وابسته	عنوان گروه	مقایسه با گروه	میانگین اختلاف	خطای استاندارد	P
اسپرم‌های متحرک	کنترل	TC99-m	۲۰/۶۶	۲/۰۰۶	<۰/۰۰۱*
		Wi-Fi	۱۲/۶۶۶	۱/۹۰۹	<۰/۰۰۱*
		TC99-m+ Wi-Fi	۲۷/۰۶	۲/۲۴۲	<۰/۰۰۱*
	TC99-m	Wi-Fi	۸/۰۰-	۱/۱۷۴	<۰/۰۰۱*
		TC99-m+ Wi-Fi	۶/۴۰	۱/۶۶۲	۰/۰۰۴*
	Wi-Fi	TC99-m+ Wi-Fi	۱۴/۴۰	۱/۵۴۳	<۰/۰۰۱*

همان‌طور که در جدول ۱ و ۳ مشاهده می‌گردد، درصد اسپرم‌های متحرک به طور معناداری از ۶/۸۷±۶۹/۷۳ در گروه شاهد به ۳/۶۳±۴۹/۰۶ در گروه TC99، ۲/۷۳±۵۷/۰۶ در گروه Wi-Fi و ۵/۳۱±۴۲/۶۶ در گروه TC99-m+Wi-Fi کاهش یافته است (p<۰/۰۰۱). همچنین اختلاف میان گروه‌های TC99-m، Wi-Fi و TC99-m+ Wi-Fi کاملاً معنادار می‌باشد (p<۰/۰۵). میزان اثر TC99-m بر کاهش درصد اسپرم‌های متحرک به‌طور معنادار از Wi-Fi بیشتر می‌باشد (p<۰/۰۰۱). بیشترین میزان کاهش درصد اسپرم‌های متحرک در مقایسه با گروه کنترل در گروه TC99-m+Wi-Fi مشاهده می‌گردد که نشان دهنده اثر سینرجیستیک این دو مواجهه می‌باشد و از لحاظ آماری معنادار است (p<۰/۰۵). همچنین اختلاف معناداری در میزان Normal Shape میان گروه‌های مورد مطالعه بر اساس نتایج آزمون One-way Anova دیده می‌شود (p<۰/۰۰۱).

جدول ۴) نتایج مقایسه گروه‌ها با یک دیگر و ارزیابی معنادار بودن اختلاف‌های درصد اسپرم‌های دارای مورفولوژی نرمال و سالم (Normal Shape) در میان گروه‌های مورد مطالعه

متغیر وابسته	عنوان گروه	مقایسه با گروه	میانگین اختلاف	خطای استاندارد	P
اسپرم دارای مورفولوژی نرمال	کنترل	TC99-m	۲۲/۷۳	۰/۶۹۹	<۰/۰۰۱*
		Wi-Fi	۸/۷۳	۰/۶۹۹	<۰/۰۰۱*
		TC99-m+ Wi-Fi	۳۱/۰۶	۰/۶۹۹	<۰/۰۰۱*
	TC99-m	Wi-Fi	۱۴/۰۰-	۰/۶۹۹	<۰/۰۰۱*
		TC99-m+ Wi-Fi	۸/۳۳	۰/۶۹۹	<۰/۰۰۱*
	Wi-Fi	TC99-m+ Wi-Fi	۲۲/۳۳	۰/۶۹۹	<۰/۰۰۱*

همان‌طور که در جداول ۱ و ۴ مشاهده می‌گردد، میانگین درصد اسپرم‌های دارای مرفولوژی نرمال و سالم به طور معناداری از ۱/۷۹±۷۲/۰۶ در گروه شاهد به ۱/۷۵±۴۹/۳۳ در گروه TC99-m، ۱/۷۵±۶۳/۳۳ در گروه Wi-Fi و ۲/۲۹±۴۱ در گروه TC99-m+Wi-Fi کاهش یافته است (p<۰/۰۰۱). همچنین اختلاف میان گروه‌های TC99-m، Wi-Fi و TC99-m+Wi-Fi به طور قابل ملاحظه‌ای معنادار می‌باشد (p<۰/۰۰۱). میزان اثر TC99-m بر کاهش درصد اسپرم‌های دارای مرفولوژی نرمال و سالم به‌طور معنادار از Wi-Fi بیشتر می‌باشد (p<۰/۰۰۱). بیشترین میزان کاهش درصد اسپرم‌های دارای مرفولوژی نرمال و سالم در مقایسه با

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.52547/ismj.23.4.280]

گروه کنترل در گروه TC99-m+Wifi مشاهده می‌گردد که نشان دهنده اثر سینرجیستیک این دو مواجهه می‌باشد و از لحاظ آماری معنادار است (p<۰/۰۰۱).

بحث

بررسی اسپرم و ناهنجاری‌های آن در مراحل مختلف اسپرماتوژنز زمانی که فرد در معرض پرتو قرار می‌گیرد، اهمیت قابل توجهی دارد. آسیب وارد شده به اسپرم در مراحل مختلف اسپرماتوژنز به صورت‌های متفاوتی خود را نشان می‌دهد و قابل بررسی است. در مطالعه حاضر نیز این آسیب‌ها به‌صورت تغییرات مورفولوژیک، تعداد و حرکت اسپرم‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

در مطالعه ورسشاکو (Vereschako) سیستم تولید مثلی موش‌های نر بعد از تابش در دوز ۲ گری پرتو گاما، استرس بی‌حرکتی (۶ ساعت در روز به مدت ۷ روز) و اثرات ترکیبی آن بررسی شد. ۳۰ روز پس از درمان ترکیبی (۳۷ روز پس از تابش) وزن بیضه‌ها تقریباً به میزان ۵۰ درصد در مقایسه با کنترل کاهش داشت و همچنین ضایعات مرتبط با روند اسپرماتوژنز مشاهده شد. کاهش تعداد کلی اسپرم و درصد اسپرم‌های نرمال بعد از دوره کوتاه به وضوح دیده شد (۱۴). همچنین در مطالعه شکری و همکاران اثرات امواج Wi-Fi (۲/۵ مگا هرتز) بر روی آپوپتوز، پارامترهای اسپرم و بیضه در موش بررسی شد، بر اساس نتایج ایشان در موش‌های که به مدت ۱ ساعت و ۷ ساعت روزانه به مدت دو ماه در معرض امواج Wi-fi تمامی پارامترهای اسپرم کاهش پیدا کرده بود. همچنین تعداد سلول‌های آپوپتوز- مثبت و فعالیت caspase-3 در طول زمان افزایش نشان داد. وزن seminal vesicle به‌طور قابل توجهی در گروه ۱ ساعت و ۷ ساعت در مقایسه با گروه کنترل کاهش پیدا کرده بود (۱۵).

بر اساس نتایج به‌دست آمده میانگین تعداد اسپرم به‌طور معناداری نسبت به گروه شاهد، در گروه‌های TC 99-m، Wi-Fi و TC 99-m+ Wi-Fi کاهش یافت، همچنین اختلاف میان گروه‌های مورد بررسی از نظر آماری معنادار بود. همچنین نتایج مطالعه نشان داد که میزان اثر TC99 بر کاهش تعداد اسپرم در مقایسه با گروه کنترل به طور معنادار از Wi-Fi بیشتر می‌باشد. بیشترین میزان کاهش تعداد اسپرم در مقایسه با گروه کنترل در گروه TC99-m+ Wi-Fi مشاهده شد.

به‌طور مشابه در مطالعه کونوپلیا (Conoplia) و ارزیابی کمی بافت‌شناسی بر روی بیضه موش‌های آلبینو در معرض تابش گاما اسکروتال ۲/۵ گری، نشان داد که در نتیجه تابش، کاهش تدریجی وزن بیضه اتفاق می‌افتد. میزان آسیب با فاصله پس از درمان و افزایش دوز افزایش می‌یابد. شمارش سلول‌های ژرمینال در مرحله هفتم اپیتلیوم اسپرم، نشان داد که اسپرماتوسیت بیش‌تر از سایر سلول‌ها نسبت به تابش حساس می‌باشد. تعداد اسپرم اپیدیدیم پس از مواجهه کاهش یافت، در حالی که نسبت اسپرم غیرمورفولوژیک و اسپرم غیرطبیعی افزایش یافت (۱۶). بنابراین می‌توان با توجه به نتایج پژوهش حاضر و مطالعات مشابه بر زیان بار بودن امواج الکترومغناطیسی بر اسپرماتوژنز تأکید کرد، اما به منظور تعیین اثرات دقیق کوتاه مدت و بلند مدت این أمواج بر فرآیند تولید اسپرم مطالعات گسترده‌تر و با مدت زمان طولانی‌تر بایستی طراحی و اجرا گردد.

در ادامه بیان شد که درصد اسپرم‌ها متحرک به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به گروه شاهد در گروه‌های آزمون کاهش پیدا کرده است، که روند کاهشی آن میان ۳ گروه آزمون از نظر آماری متفاوت بوده است. باز هم میزان

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/ismj.23.4.280]

اثر TC99-m بر کاهش درصد اسپرم‌های متحرک به‌طور معنادار از Wi-Fi بیشتر می‌باشد. همچنین بیشترین میزان کاهش درصد اسپرم‌های متحرک در مقایسه با گروه کنترل در گروه TC99-m+Wi-Fi مشاهده شد، که اثر هم‌افزایی این دو موج متفاوت را ثابت می‌کند. همان‌طور که در مطالعه‌ای که آگراوال (Agarwal) انجام داد اثرات امواج موبایل روی متغیرهای اسپرم بررسی شدند. یافته‌ها نشان دادند که تعداد، حرکت، بقا و مورفولوژی طبیعی اسپرم کاهش پیدا کرده است (۱۷).

در مطالعه دیگری که توسط پارسانژاد و همکاران انجام شد، اثرات امواج radiofrequency که از تلفن همراه ساطع می‌شود، بر روی اسپرم انسان بررسی شد. نتایج مطالعه ایشان نشان داد، نمونه‌های اسپرم انسان که در معرض jammer و swim-up قرار گرفته بودند به طور قابل ملاحظه‌ای دچار کاهش حرکت شده بودند و از طرف دیگر تعداد شکست (fragmentation)های DNA افزایش قابل توجهی داشت (۱۸).

در نهایت درصد اسپرم‌های دارای مرفولوژی نرمال و سالم به طور معناداری نسبت به گروه شاهد، در سه گروه دیگر کاهش یافته بود. اختلاف میان گروه‌های TC99-m، Wi-Fi و TC99-m+Wi-Fi از نظر مورفولوژی اسپرم به‌طور قابل ملاحظه‌ای معنادار بود. مانند نتایج فوق‌الذکر میزان اثر TC99-m بر کاهش درصد اسپرم‌های دارای مرفولوژی نرمال و سالم به‌طور معنادار از Wi-Fi بیشتر بود. همچنین اثر هم‌افزایی TC99-m+Wi-Fi باعث شد کاهش درصد اسپرم‌های دارای مرفولوژی نرمال و سالم به‌طور قابل توجه بیشتر از سایر گروه‌ها باشد. به طور مشابه در پژوهشی که اوداک (Odacı) و همکاران انجام دادند. کیفیت مایع اپیدیدیم و سطح اکسیداسیون لیپید و دی ان ای، شاخص آپوپتوزی و آسیب هیستوپاتولوژیک به بیضه، شکل، حرکت و تعداد اسپرم‌های موش صحرایی متعاقب دریافت امواج ۹۰۰ مگاهرتز را مورد مطالعه قرار دادند و نتایج نشان داد که تغییرات کاملاً معنادار هستند (۱۹). به‌طور مشابه در مطالعه دادفر و همکاران بررسی اثر امواج الکترومغناطیسی ساطع شده از تبلت متصل به اینترنت بر میزان حرکت و تعداد اسپرم‌ها در موش صحرایی نر بالغ انجام گرفت. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که أمواج الکترومغناطیسی ساطع شده از تبلت متصل به اینترنت تقسیم باعث کاهش معنادار تعداد کل اسپرم و قدرت تحرک آن‌ها می‌شود. به‌طوری که در گروه تیمار درصد اسپرم‌های آسیب دیده افزایش معناداری را نسبت به گروه کنترل نشان داد، ولی درصد اسپرم‌های نیمه متحرک در دو گروه آزمایشی اختلاف معناداری نداشت (۲۰).

در نهایت نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر تأیید کننده نتایج مطالعات پیشین می‌باشد بر اساس آنالیز صورت گرفته همان‌طور که مشاهده گردید، اختلاف آماری کاملاً معناداری از نظر تعداد اسپرم، تحرک و شکل اسپرم‌ها میان گروه‌های مورد مطالعه وجود داشت. در تمام گروه‌های آزمون تعداد اسپرم، شکل و تحرک اسپرم ها روند کاهشی داشت. اما به علت اثر هم‌افزایی TC 99-m و امواج Wi-Fi بیشترین میزان کاهش و اختلال در گروه سوم آزمون (TC 99-m+Wi-Fi) گزارش گردید.

نتیجه‌گیری

ویژگی منحصر به فرد این مطالعه بررسی اثرات سینرژیستیک دو جنس متفاوت پرتو با انرژی‌های کاملاً متفاوت بر اسپرماتژنز موش صحرایی می‌باشد که برای اولین بار انجام شده است.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/ismj.23.4.280]

اگر چه از رواج تلفن همراه و شبکه‌های وای‌فای کمتر از دو دهه می‌گذرد و نیاز به تحقیقات طولی بیشتری در این زمینه می‌باشد اما آثار زیان بار بیولوژیکی ناشی از امواج میدان الکترومغناطیس غیرقابل اغماض است، قرار گرفتن مغز، غدد و سایر نقاط حساس بدن انسان در نزدیکی یک منبع تولید کننده امواج الکترومغناطیسی، می‌تواند به فعالیت طبیعی آن‌ها لطمه زده و عملکرد عادی آن را مختل نماید.

سپاس و قدردانی

این مقاله از قسمتی از پایان‌نامه دکتر عارف معصومی‌راد فارغ التحصیل پزشکی عمومی دانشگاه علوم پزشکی شیراز تلخیص و نگارش شده است.

تمامی هزینه‌ها توسط معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز تأمین شده است.

تضاد منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References:

1.Bamdad K, Safar Z, Alavi M. Radioprotective Effect of Selenium and Gamma Rays on Cyclosporine-Immunosuppressed Wistar Rats. J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2017; 24(11): 938-51. (Persian)

2.Liu G, Gong P, Zhao H, et al. Effect of low-level radiation on the death of male germ cells. Radiat Res 2006; 165(4):379-89.

3.Wdowiak A, Skrzypek M, Stec M, et al. Effect Of Ionizing Radiation On The Male Reproductive System. Ann Agric Environ Med 2019; 26(2): 210-6.

4.Kurd N, Garkaz A, Aliabadi M, et al. Study Of Public Exposure To Microwave Radiation From Wireless (Wifi) Systems In Hamadan University Of Medical Sciences. Iran J Ergon 2014; 1(3): 11-7. (Persian)

5.Panagopoulos DJ, Karabarbounis A, Margaritis LH. Effect Of GSM 900-Mhz Mobile Phone Radiation On The Reproductive Capacity Of Drosophila Melanogaster. Electromagn Biol Med 2004; 23(1): 29-43.

6.Banik S, Bandyopadhyay S, Ganguly S. Bioeffects Of Microwave -- A Brief Review. Bioresour Technol 2003; 87(2): 155-9.

7.Tas M, Dasdag S, Akdag MZ, et al. Long-Term Effects Of 900 Mhz Radiofrequency Radiation Emitted From Mobile Phoneon Testicular Tissue And Epididymal Semen Quality. Electromagn Biol Med 2014; 33(3): 216-22.

8.Nakamura H, Matsuzaki I, Hatta K, et al. Nonthermal Effects Of Mobile-Phone Frequency Microwaves On Uteroplacentalfunctions In Pregnant Rats. Reprod Toxicol 2003; 17(3): 321-6.

9.Mailhes JB, Young D, Marino AA, et al. Electromagnetic Fields Enhance Chemically-Induced Hyperploidy In Mammalian Oocytes. Mutagenesis 1997; 12(5): 347-51.

10.Klug S, Hetscher M, Giles S, et al. The Lack Of Effects Of Nonthermal RF Electromagnetic Fields On The Development Of Rat Embryos Grown In Culture. Life Sci 1997; 61(18): 1789-802.

11.Cao YN, Zhang Y, Liu Y. Effects Of Exposure To Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields On Reproduction Of Female Mice And Development Of Springs. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi 2006; 24(8): 468-70.

12.Al-Akhras MA, Darmani H, Elbetieha A. Influence Of 50 Hz Magnetic Field On Sex Hormones And Other Fertility Parameters Of

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/ismj.23.4.280]

Adult Male Rats. Bioelectromagnetics 2006; 27(2): 127-31.
13.Avendaño C, Mata A, Sanchez Sarmiento CA, et al. Use Of Laptop Computers Connected To Internet Through Wi-Fi Decreases Human Sperm Motility And Increases Sperm DNA Fragmentation. Fertil Steril 2012; 97(1): 39-45.
14.Vereschako GG, Tshueshova NV, Gorokh GA, et al. Effect Of External Irradiation And Immobilization Stress On The Reproductive System Of Male Rats. Radiats Biol Radioecol 2016; 56(1): 56-63.
15.Shokri S, Soltani A, Kazemi M, et al. Effects Of Wi-Fi (2.45 Ghz) Exposure On Apoptosis, Sperm Parameters And Testicular Histomorphometry In Rats: A Time Course Study. Cell J 2015; 17(2): 322-31.
16.Konoplia EF, Vereshchako GG, Khodosovskaia AM, et al. Morphofunctional State Of The Rat Male Reproductive System After Chronic Low Intensity Irradiation At A Dose Of 1.0 Gy. Radiats Biol Radioecol 2002; 42(2): 136-40.
17.Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, et al. Effect Of Cell Phone Usage On Semen Analysis In Men Attending Infertility Clinic: An Observational Study. Fertil Steril 2008; 89(1): 124-8.
18.Parsanezhad ME, Mortazavi SM, Doohandeh T, et al. Exposure To Radiofrequency Radiation Emitted From Mobile Phone Jammers Adversely Affects The Quality Of Human Sperm. Int J Radiat Res 2017; 15(1): 63-70.
19.Odacı E, Hancı H, Yuluğ E, et al. Effects Of Prenatal Exposure To A 900 Mhz Electromagnetic Field On 60-Day-Old Rat Testis And Epididymal Sperm Quality. Biotech Histochem 2016; 91(1): 9-19.
20.Dadfar F, Bamdad K, Samani Pour M. Effect Of Electromagnetic Waves Emitted From Tablets Connected To The Internet On Count And Motility Of Male Rat Sperms. Pars J Med Sci 2018; 16(2): 42-8. (Persian)

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/ismj.23.4.280]

Iran South Med J 2020; 23(4): 280-291

Original Article

Synergic Effect of TC99-m Gamma Radiation and Non-ionizing Radiation of Wi-Fi on Count, Morphology and Motility of Sperms in Rats: An Experimental Study

F. Gheisari *(MD)*[1*] ***M. Atefi*** *(MSC)*[1**]***, A. Masoumirad*** *(MD)*[1]

[1] ***Ionizing and Non-Ionizing Radiation Protection Research Center (INIRPRC), School of Paramedical Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran***

(Received 26 Mar, 2019 Accepted 7 Jul, 2020)

Abstract

Background: Given the effects of ionizing radiation on biological tissues and their irreversible tissue damage, this project aimed to determine the synergic effect of TC99-m gamma radiation and non-ionizing radiation of Wi-Fi on sperm characteristics in rats.

Materials and Methods: Sixty adult male rats, weighing 250-200 g randomly divided into four groups (three experimental groups and one control group). The first experimental group received TC99-m through intraperitoneal injection. The second experimental group was exposed to Wi-Fi radiation daily for one hour in one week. The third experimental group received TC99-m and wireless simultaneously. Data were analyzed in SPSS v. 20.

Results: Sperm count, motility and normal morphology significantly decreased respectively in Wi-Fi group, TC99-m group and TC99-m + Wi-Fi group ($p < 0.001$) compared to the control group. The three experimental groups were significantly different ($p < 0.05$). The highest reduction rate in sperm count, motility and normal morphology was observed in TC 99-m + Wi-Fi group ($p < 0.05$).

Conclusion: Based on our results, if glands and other sensitive parts of animals are placed close to electromagnetic wave sources, their normal function will be disturbed.

Keywords: Technetium 99, Wi-Fi, Rat, Sperm, Motility, Morphology

©Iran South Med J.All right sreserved

Cite this article as: Gheisari F, Atefi M, Masoumirad A. Synergic Effect of TC99-m Gamma Radiation and Non-ionizing Radiation of Wi-Fi on Count, Morphology and Motility of Sperms in Rats: An Experimental Study. Iran South Med J 2020; 23(4): 280-291

Copyright © 2020 ***Gheisari***, et al This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

Address for correspondence: Ionizing and Non-Ionizing Radiation Protection Research Center (INIRPRC), School of Paramedical Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran. Email: Mohammad.atefi@yahoo.com

*ORCID: 0000-0002-1113-3744

**ORCID: 0000-0002-3135-9919

Website: http://bpums.ac.ir

Journal Address: http://ismj.bpums.ac.ir

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/ismj.23.4.280]