اثرات مایکروویو(۹۴۰ مگاهرتز) بر تخمدان و باروری موش مادهٔ نژاد Balb/C

جواد بهارآرا: دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد
شهربانو عریان: دانشگاه تربیت معلم
علیرضا اشرف: دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

کاربرد روزافزون دستگاه‌های مولد مایکروویو، از جمله تلفن‌های همراه و لوازم خانگی، موجب نگرانی بسیاری در زندگی روزمره شده است. در این پژوهش، با طراحی سیستم آزمایشگاهی ویژه مولد موج، اثرات مایکروویو (۹۴۰ مگاهرتز) بر غدد تناسلی و باروری موش مادهٔ نژاد Balb/C بررسی شده است۰ بدین منظور موش‌های ماده (باکره) بالغ به مدت چهار روز و هر روز شش ساعت در دستگاه مولد مایکروویوقرار داده شدند، تغییرات میزان FSH,LH،استرادیول و پروژسترون بررسی و با پژوهش‌های میکروسکوپی نوری و الکترونی(TEM) ساختار و فراساختار تخمدان‌ها، تعداد و انواع فولیکول‌های تخمدانی موش‌های تیمارشده و بالغ نسل اول بررسی شد. یافته‌ها نشان دادند مایکروویو بر وزن و اندازهٔ تخمدان‌ها، تعداد و انواع فولیکول‌ها وهمچنین مقدار FSH,LH و استرادیول اثرات معنی‌دار ندارد(P>۰/۰۵). اما تغییرات پروژسترون معنی‌دار بود(P>۰/۰۵). همچنین بررسی‌های میکروسکوپی الکترونی تغییرات وسیعی را در فولیکول‌ها، هسته اووسیت‌ها وتعداد اندامك‌ها نشان داد۰ افزون بر این، کاهشی(حدود ۲۵%) در میزان موفقیت جفت‌گیری بین ماده‌های تیمارشده با موش‌های نر طبیعی دیده شد۰ نتایج حاصل از این تجربه نشان می‌دهد، مایکروویو(۹۴۰ مگاهرتز) فراساختار اووسیت‌ها را تغییر می‌دهد و از میزان باروری موش مادهٔ نژاد Balb/C می‌کاهد.

مقدمه

مایکروویو بخشی از طیف امواج الکترومغناطیس است که دامنه فرکانس آن از ۳۰۰ مگاهرتز شروع می‌شود و تا ۳۰۰ گیگاهرتز تغییر می‌کند. بر اثر تابش روی مولکول‌ها انرژی آن جذب مولکول می‌شود و سبب تغییر انرژی ارتعاشی مولکول و یا تغییر درجهٔ حرارت آن می‌شود. شناسایی اثرات بیولوژیک مایکروویو پیچیده و بحث‌انگیز است و شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد این امواج بر حسب شدت تابش، فرکانس و مدت تابش اثرات زیستی مختلفی در مولکول‌های تحت تابش ایجاد می‌کند[۱]. نگاهی گذرا به محیط زندگی انسان

واژه‌های کلیدی:باروری، مایکروویو،تخمدان، موش نژادBalb/C
دریافت ۸۵/۳/۲۰ پذیرش۸۷/۱/۳۱

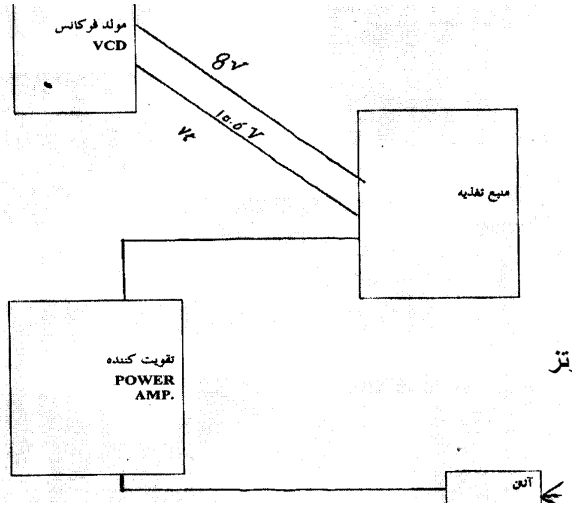
[Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-10-30]

بیان‌گر گسترش و کاربرد فزایندهٔ دستگاه‌های مولد مایکروویو به‌ویژه تلفن‌های همراه است. گزارش‌های متنوع و متعدد انتشار یافته در سال‌های اخیر موجب نگرانی‌های بسیاری در بارهٔ اثر زیان‌بار احتمالی این امواج بر سلامت انسان شده و این خود توجه بسیاری از پژوهش‌گران را در سطح جهان به خود جلب کرده است[۲] برای نمونه نتایج حاصل از پژوهش‌های Imaida [۳] نشان داده است که مایکروویو(۹۲۹ مگاهرتز) اثرات معنی‌دار بر شروع سرطان زایی کبد دارد. بر اساس پژوهش Fesenko [۴] تحت تابش امواج۱۰-۸ گیگاهرتز با شدت یک وات افزایش معنی‌داری در تولید فاکتور نکروزیس توموری در ماکروفاژهای پریتونئال و لنفوسیت‌های T طحال، ایجاد می‌شود. Feritz [۵] گزارش کرده است امواج تلفن‌های همراه باعث القای پروتئین‌های استرس می‌شود. تابش مایکروویو بر توجه، یادگیری، دقت[۶]، میزان شنوایی[۷]، فعالیت‌های مغز[۸]، شاخص‌های هورمونی و سیستم قلبی عروقی[۹] و فیبرهای عضلانی[۱۰] ا ثر دارد. با این‌که گزارش‌های علمی بسیاری در مورد اثرات امواج الکترو مغناطیس با فرکانس پایین برغدد تناسلی و باروری منتشر شده است[۱۱]،[۱۲]، اما اثرات مایکروویو بر غدد تناسلی و باروری جانوران بررسی نشده و فقط در سال‌های اخیر گزارش‌های معدود و پراکنده‌ای از اثر این امواج بر بیضه رت[۱۳] و رشد و نمو و باروری لارو نماتود منتشر شده است[۱۴]. موارد یاد شده نیاز به بررسی همه جانبهٔ، اثرات این امواج بر موجودات زنده-- به ویژه انسان را-- مشخص می‌کند. در این پژوهش، بنا به ضرورت یاد شده، اثرات مایکروویو(۹۴۰ مگاهرتز) بر غدد تناسلی و باروری موش ماده نژاد Balb/C بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

موش‌های مادهٔ(باکره) نژاد Balb/C در اتاق پرورش حیوانات تکثیر، با درجه حرارت ۲±۲۱ سانتی‌گراد، رطوبت ۶۵ تا ۷۰ درصد و پریود نوری طبیعی در قفس‌های ویژه ای که هر هفته دو بار شستشو و ضد عفونی می‌شدند، نگه‌داری شدند و برای تغذیه از غذای آمادهٔ استاندارد استفاده شد. آب کافی با بطری شیشه‌ای دراختیار آن‌ها قرارگرفت. برای اطمینان از بلوغ، از حیوانات ۳-۲/۵ ماهه با وزن بدن ۲۸-۲۴ گرم استفاده شد. دربخش‌هایی از تجربیات که به آمیزش موش نر و ماده نیاز بود، يك موش مادهٔ باکره بالغ با يك موش نر بالغ در يك قفس قرار داده شدند(مونوگامی) و روز مشاهده درپوش واژنی به عنوان روز صفر حاملگی در نظر گرفته شد. برای تولید امواج، از سیستم آزمایشگاهی ویژه مولد مایکروویو استفاده شد(طراحی و ساخت در آزمایشگاه تحقیقاتی گروه زیست‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد به دست مجریان و با همکاری متخصصان برق و الکترونیك دانشگاه صنعتی شریف انجام گرفت) که مدار آن شامل منبع تغذیه، مولد فرکانس، تقویت کننده، آنتن، اتاقك و سیم‌های رابط بود و مایکروویو با فرکانس ۹۴۰ مگاهرتز با توان خروجی یک وات تولید شد(شکل۱).

[Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-10-30]



شکل ۱. مدار مولد مایکروویو با فرکانس ۹۴۰ مگاهرتز

برای انجام آزمایش‌ها در سه مرحله و در هر مرحله ۸ موش ماده بالغ باکره در يك قفس پلاستیکی قرارداده و در داخل اتاقك دستگاه مولد موج، جای داده شد. غذا در داخل قفس و آب از طریق بطری شیشه‌ای در اختیار موش‌ها قرارگرفت. برای هر گروه آزمایشی موش‌های مادهٔ باکرهٔ بالغ به عنوان کنترل صفر(در اتاق حیوانات و در شرایط طبیعی نگه‌داری شدند) و شاهد آزمایشگاهی(sham-exposed) که به میزان مدت زمان تیمار در اتاقک دستگاه مولد موج در حالت خاموش قرار داده شدند در نظر گرفته شد. با توجه به تجربیات دسداج [۱۳] موش‌های گروه آزمایشی به مدت چهار روز متوالی و هر روز۶ ساعت(ساعت ۸-۱۴) در اتاقك دستگاه مولد موج، وارد شده و تحت تأثیر تابش مایکروویو با فرکانس ۹۴۰ مگاهرتز(فرکانس تلفن‌های همراه) قرار داده شدند. چهار روز پس از تیمار، نیمی از موش‌ها تشریح واز قلب تعدادی ازآن‌ها با سرنگ انسولین خون‌گیری شد (با تهیهٔ گسترش مهبلی، مرحله دی‌استروس سیکل جنسی تشخیص داده شد). پس از انجام سانتریفوژ (با دور ۳۰۰۰ RPM و به مدت ۲۰ دقیقه)، سرم جدا شد، نمونه‌های سرمی برای بررسی‌های بعدی در فریزر نگه‌داری و در مراحل بعد میزان FSH,LH، استرادیول و پروژسترون (به روش رادیو ایمنواسی با کیت کاوشیاران) تعیین شد. پس از خون‌گیری، با استفاده از ابزار تشریح، تخمدان‌ها خارج و به سرم فیزیولوژیك منتقل شدند و چربی‌های زائد اطراف تخمدان حذف شد. ابتدا با استرئومیکروسکوپ بررسی مورفولوژیک شد، در ادامه ابعاد تخمدان‌ها با کولیس و وزن آن‌ها با ترازوی آنالتیکال اندازه‌گیری شد. نیمی از تخمدان‌ها و رحم‌ها برای بررسي‌هاي بافت‌شناسی میکروسکوپی نوری با روش هماتوکسیلین- ائوزین هاریس (H&E) آماده‌سازی شد. تعدادی دیگر از نمونه‌های تخمدانی نیز برای بررسی‌های میکروسکوپی الکترونی (TEM) با گلوتارآلدئید ۳% تثبیت و پس از آماده‌سازی فراساختار فولیکول‌ها، اووسیت‌ها و تغییر اندامك‌های سلولی بررسی شد باقی ماندهٔ موش‌های گروه آزمایشی با موش‌های نر بالغ در قفس قرار داده شدند، پس از مشاهده درپوش واژنی، موش‌های مادهٔ حامله در قفس‌های ویژه نگه‌داری شدند و بعد از زایمان، جنسیت فرزندان در۱-۱/۵ ماهگی بررسی شد و

[Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-10-30]

نسبت جنسی تعیین، سپس از یک‌دیگر تفکیک و در قفس‌های جداگانه نگه‌داری شدند. پس از بلوغ، تخمدان موش‌های ماده، مطابق روش یاد شده بررسی مورفومتریک و بافت‌شناسی میکروسکوپی نوری شد. تمام تجربیات یاد شده برای موش‌های گروه‌های کنترل صفر و شاهد آزمایشگاهی (sham-exposed) نیز انجام شد. داده‌های کمی حاصل از تجربیات به کمک آزمون‌های t و Mann-Whitney، با نرم افزار SPSS نسخه ۱۱ در سطح معنی‌دار P< ۰/۰۵ تحلیل شد.

نتایج

نتایج اندازه‌گیری‌های وزن و ابعاد تخمدان‌ها، سنجش‌های هورمونی و نتایج حاصل از بررسی میکروسکوپی نوری و الکترونی(TEM) تخمدان‌های موش‌های گروه کنترل صفر و شاهد آزمایشگاهی هیچ‌گونه تغییر معنی‌دار نشان نداد (P>۰/۰۵). از همین روی در ارزیابی و تحلیل‌های بعدی نتایج گروه آزمایشی فقط با گروه شاهد آزمایشگاهی (sham-exposed) مقایسه شد.

الف. اثرات مایکروویو(۹۴۰ مگا هرتز) بر اندازه و وزن تخمدان‌های موش‌های مادهٔ تیمار شده و فرزندان مادهٔ نسل اول

تجزیه و تحلیل آماری نتایج اندازه‌گیری‌های وزن و ابعاد تخمدان‌ها در موش‌های مادهٔ تیمار شده و وزن تخمدان موش‌های مادهٔ نسل اول نسبت به شاهد آزمایشگاهی تغییر معنی‌دار(P>۰/۰۵) نشان نداد، امّا ابعاد تخمدان‌های موش‌های مادهٔ نسل اول نسبت به شاهد آزمایشگاهی تغییر معنی‌دار در سطح P>۰/۰۵ داشت.

ب. بررسی بافت شناسی میکروسکوپی نوری و الکترونی (TEM)

هیچ‌گونه تغییر معنی‌دار(P>۰/۰۵) درساختار بافتی تخمدان‌ها، تعداد فولیکول‌های بنیادی، فولیکول‌های اولیه، فولیکول‌های ثانویه، فولیکول گراآف موش‌های مادهٔ تیمارشده و موش‌های مادهٔ بالغ نسل اول نسبت به شاهد آزمایشگاهی دیده نشد(شکل۲).

بررسی آماری ضخامت آندومتر و تعداد غدد رحمی موش‌های مادهٔ تیمار شده و فرزندان مادهٔ نسل اول هیچ‌گونه تغییر معنی‌دار نسبت به شاهد آزمایشگاهی نشان نداد(P>۰/۰۵). بررسی میکروسکوپی الکترونی تخمدان موش‌های مادهٔ تیمار شده، بیانگر تغییر در فراساختار سلول‌های فولیکولر و اووسیت‌هاست که به شکل تحلیل سلول‌های فولیکولی، تخریب هسته‌ها، واکوئله شدن سیتوپلاسم و کاهش اندامک‌های سلولی نسبت به شاهد آزمایشگاهی دیده شد (شکل‌های۳و۴و۵).

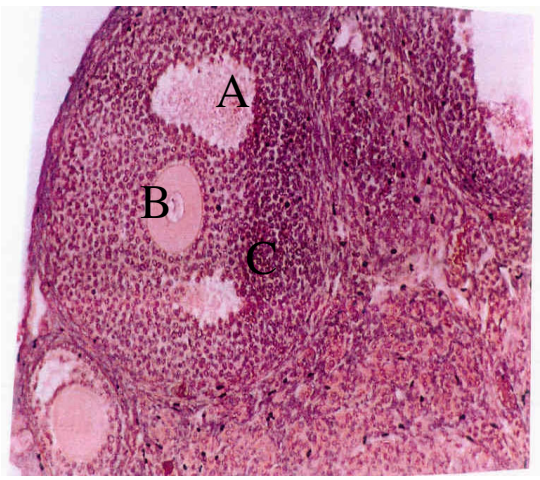
[Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-10-30]

ج. بررسی سنجش هورمونی مقادیر FSH, LH و استرادیول و پروژسترون

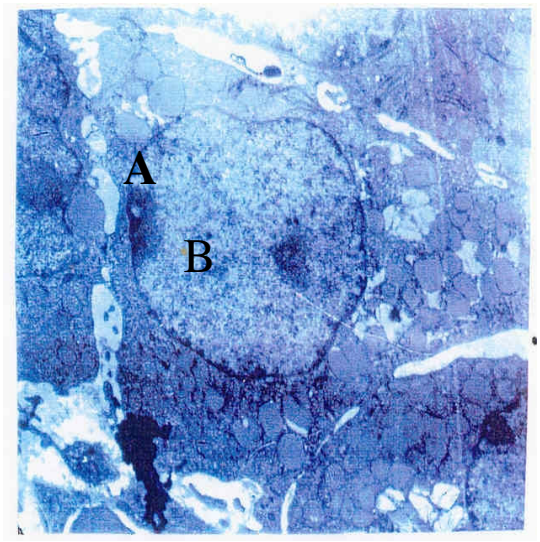
پس از تهیهٔ سرم به روش رادیو ایمنواسی، سنجش هورمونی FSH, LH، استرادیول و پروژسترون انجام و نتایج با گروه شاهد آزمایشگاهی مقایسه شد. نتایج حاصل نشان داد تحت شرایط تجربی مقدار پروژسترون نسبت به گروه شاهد آزمایشگاهی کاهش معنی‌دار دارد(P>۰/۰۵). امّا مقادیر FSH, LH و استرادیول تغییر معنی‌دار(P>۰/۰۵) نشان نداد.

د. بررسی میزان جفت‌گیری در موش‌های مادهٔ تیمارشده و نسبت جنسی در فرزندان نسل اول

بررسی نتایج میزان موفقیت در جفت‌گیری و مشاهده درپوش واژنی در موش‌های مادهٔ تیمار شده با نرهای بالغ نسبت به گروه بیان‌گر کاهشی حدود ۲۵% تحت شرایط تجربی است. بررسی نسبت جنسی در فرزندان نسل اول هیچ‌گونه تغییر معنی دار در نسبت جنسی نر و ماده نشان نداد(P>۰/۰۵).

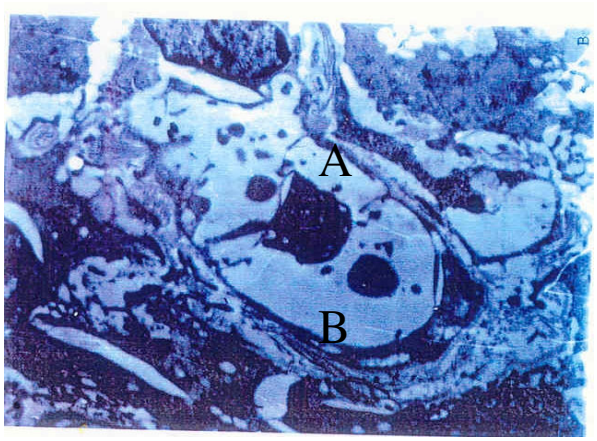


شکل۲. برش تخمدان موش تیمار شده با مایکروویو (بزرگ‌نمایی ۲۰۸ x) A- فولیکول وزیکوله B- سیتوپلاسم اووسیت C- تک

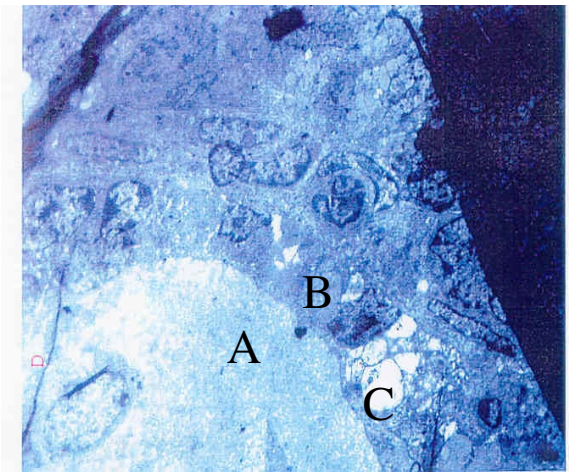


شکل ۳. میکروگراف از تخمدان شاهد آزمایشگاهی (بزرگ‌نمایی ۸۰۰۰ x) A- هتروکروماتین B- یوکروماتین

[Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-10-30]



شکل ۴. میکروگراف از تخمدان موش آزمایشی (بزرگ‌نمایی ۶۳۰۰ x) A- فولیکول دژنره شده B- اووسیت در حال تخریب



شکل ۵. میکروگراف از تخمدان موش آزمایشی (بزرگ‌نمایی ۲۰۰۰ x) A- هسته اووسیت B- سلول فولیکولر C- واکوئل

بحث و نتیجه‌گیری

کاربرد تشعشات مایکروویو به عنوان منبع انرژی در سال‌های اخیر افزایش چشمگیری یافته است و وجود منابع ساطع کنندهٔ این امواج با قدرت زیاد، نظیر سیستم‌های ماهواره‌ای و تلویزیون، رادار و دستگاه‌های حرارتی هم در محیطهای عمومی و هم در محیطهای صنعتی و نیز کاربرد وسیع تلفن‌های همراه این پرسش را مطرح کرده است که آیا امواج ساطع شده از این سیستم‌ها بر سلامت و فرایندهای رشد و نمو تأثیر دارد یا خیر؟[۱۵]. هدف از این تحقیق آگاهی یافتن از اثرات مایکروویو بر غدد تناسلی و باروری موش مادهٔ نژاد Balb/C بود. در این پژوهش هیچ نشانه‌ای دال بر کشته شدن و یا از بین رفتن موش‌های مادهٔ تیمار شده با مایکروویو مشاهده نشد. نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر آن است که مایکروویو اثر معنی‌دار بر وزن و اندازه تخمدان‌های موش مادهٔ تیمار شده و نیز وزن تخمدان موش‌های مادهٔ نسل اول ندارد($P>۰/۰۵$). این نتیجه با گزارش Elebetieha [۱۶] مغایرت دارد، وی موش‌های بالغ نر و ماده را قبل از اینکه با هم آمیزش داده شوند، تحت تأثیر میدان

[Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-10-30]

مغناطیسی قرار داد و مشاهده کرد، وزن تخمدان‌ها به‌طور معنی‌دار افزایش یافته است به نظر وی علت افزایش وزن تخمدان هیپرپلازی و هیپرتروفی قسمت‌هایی از بافت تخمدان است به هرحال به‌نظر می‌رسد، علت این تناقض احتمالاً به شرایط متفاوت این دو تجربه به ویژه تفاوت در فرکانس پرتو تابیده شده مرتبط است. بررسی‌های بسیاری بر تأثیرگذاری امواج الکترومغناطیس با فرکانس پایین برغدد تناسلی تأکید دارد که از جمله می‌توان به اثر این امواج بر سلول‌های جنسی[۱۷] و غدد تناسلی نر در Ratها [۱۸] و نیز بر تولید مثل[۱۹]، مورفولوژی اسپرم[۲۰]، موفقیت تولید مثلی[۲۱] و باروری[۱۶] اشاره کرد. بررسی ساختار بافتی تخمدان‌های موش‌های ماده تیمار شده و نیز موش‌های ماده نسل اول با میکروسکوپ نوری و مقایسهٔ آن با شاهد نشان داد که هیچ‌گونه تغییر معنی‌دار در تعداد و انواع فولیکول‌ها ایجاد نشده است(P>۰/۰۵). این نتایج با گزارش Banik مطابقت دارد وی معتقد است امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه (۹۴۰ مگاهرتز) اثر چندانی بر روند تقسیمات فولیکولی ندارد[۱] . از دیگر یافته‌های این پژوهش می‌توان به کاهش باروری تحت تأثیر مایکروویو در موش نژاد Balb/C اشاره کرد که با نتایج حاصل از Elebetieha [۱۶] در تناقض است وی نشان داده است میدان‌های مغناطیسی با فرکانس پایین بر باروری موش‌های بالغ نر و ماده سویسی اثر معنی‌دار ندارد در حالی‌که یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر مبنی بر کاهش باروری تحت تأثیر امواج مایکروویو با نتایج Norton [۲۲] که بر کاهش باروری تحت امواج الکترومغناطیس تأکید می‌کند مطابقت دارد. به نظر می‌رسد این گونه نتایج ضد و نقیض از سویی به دلیل تفاوت در شرایط بررسی و از سوی دیگر همان‌گونه که Hyland [۲] پیشنهاد می‌کند شدت پاسخ نمونه به تیمار، بستگی زیادی به ویژگی‌های فیزیولوژیک جانور در طی مدت پرتوگیری دارد. مطابق این پیشنهاد، جانوران در برخی شرایط فیزیولوژیک، استعداد بیش‌تری برای تأثیرپذیری از پرتوهای تأبیده شده دارند و پرتوگیری در این مواقع، تغییرات غیرطبیعی در ساختار سلولی آن‌ها ایجاد می‌کند. از دیگر نتایج این تحقیق، عدم تغییر معنی‌دار مقادیر استرادیول و LH وFSH است، که با نتایج برخی پژوهش‌گران نظیر Furuya[۲۳] و Huuskonen[۲۴] مطابقت دارد. لیکن مشاهدهٔ تغییر معنی‌دار پروژسترون(P>۰/۰۵) در این تجربه با برخی گزارش‌های علمی نظیر Nakamura[۲۵] و Huuskonen [۲۴] مغایرت دارد. این پژوهش‌گران نشان داده‌اند میدان‌های الکترومغناطیسی بر مقدار هورمون‌های تولید مثل تأثیری ندارد، به نظر می‌رسد تفاوت در نتایج ممکن است به واسطه تفاوت در فرکانس پرتو تأبیده شده و یا مطابق پیشنهاد Hyland [۲] به شرایط فیزیولوژیک جانور در طی پرتوتابی بستگی داشته باشد. بهر حال از مجموع نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که مایکروویو اثر شدیدی روی تقسیمات میتوزی و تعداد فولیکول‌های تخمدانی ندارد. اما این امواج بر فراساختار برخی سلو لهای فولیکولی و اووسیت‌ها اثرات عمیق دارد، به‌ویژه تحلیل یافتن سلول‌های فولیکولی و تخریب هسته‌ها و کاهش اندامک‌ها را می‌توان ذکر

[Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-10-30]

کرد. این مشاهدات با نتایج Norton[۲۲] که نشان داده است امواج الکترومغناطیس باعث تخریب فولیکول‌ها و شکست آن‌ها در رشد و نمو بعدی می‌شود، مطابقت دارد. لیکن مشاهده نشدن این تغییرات در همهٔ نمونه‌های آزمایشی ممکن است به دلیل تفاوت در شرایط فیزیولوژیک و استعداد تأثیرپذیری آن‌ها در طی پرتوگیری باشد که سبب ایجاد تغییرات غیرطبیعی فراساختار سلولی می‌شود. به هرحال یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که مایکروویو بر فراساختار سلول‌های جنسی و فولیکولی مؤثر بوده و ضمناً باعث کاهش باروری می‌شود. هرچند برای توضیح مکانیسم این اثرات باید بررسی‌های بیش‌تری انجام شود؛ به‌خصوص بررسی اثرات این امواج بر محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- گناد پیشنهاد می‌شود.

تقدیر و تشکر

ازمعاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، بخش میکروسکوپ الکترونی پژوهشکدهٔ بوعلی سینای مشهد، دانشکده مهندسی برق داشگاه صنعتی شریف و آزمایشگاه تشخیص طبی فردوس مشهد تشکر و سپاس‌گزاری می‌شود.

منابع

1. S. Banik, S. Bandyopadhyay, Bioeffects of microwave-a brief review, Bioresource Technology, 87 (2003) 155-159.
2. G. Hyland, Physics and biology of mobile telephony, The Lancet, 356 (2000) 25.
3. K. Imaida, Lake of promoting effects of the electromagnetic near field used for cellular phones (929.4 MHZ) on rat liver carcinogenesis in medium-term liver bioassay. Carcinogenesis,19(1998) 311-4.
4. E. Fesenko, Microwave and cellular immunity, Bioenergetics, 49 (1999) 29-35.
5. K. Fritze, C. Wiessner, N. Kuster, Effect of global system for mobile communication (GSM) microwave exposure on blood-brain barrier permeability in rat. *Acta Neuropathol.* (1997) 627-693.
6. J. Andrea, Behavioral evaluation of microwave irradiation, Bioelectromagnetics,20(1999) 64-74.
7. D.L. Hamblin, AW. Wood, Effects of mobile phone emission on human brain activity and sleep variable. Int. J. Radiat Biol.78 (2002) 659-69.
8. O. Ozturan, T. Erde, Effects of the electromagnetic field of mobile telephones on hearing. Acta Otolaryngol. 122 (2002) 269-93.

[Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-10-30]

9. S. Braune, A. Riedel, J. Schulte-Monting, J. Raczek, Influence of radiofequentcy electromagnetic field on cardiovascular and hormonal parameters of the autonomic nervous system in healthy individuals. Radiat. Res.158 (2002) 352-6.

10. N. Radichera, Effect of microwave electromagnetic field on skeletal musle fiber activity.Arch physiol biochem. 110 (2002) 203-14.

۱۱. بها رآرا ج، پریور ک، عریان ش، اشرف ع، اثرات تابش امواج الکترومغناطیس ضعیف بر غدد تناسلی و باروری موش ماده مجله دانشگاه غلوم پزشکی اراک، ۱۳۸۵، سال نهم، شماره دوم.

12. L.Tablado, Effect of exposure to static magnetic fields on the morphology and morphometry of mouse epididymal sperm, Bioelectromagnetics, 19 (1998) 377-383.

13. S. Dasdage, MA. Ketani, Z. Akdag, AR. Ersay, I. Sari, ÖC. Demirtas, MS. Celik,Whole-body microwave exposure emitted by cellular phones and testicular function of rats. *Urol Res* 27 (1997) 219-223.

14. HTPP//WWW.BBC NEWS,6 Feb(2002)23:51.

15. J. Radovanovic, M. Winterhalter, R. Jadric, Effect of microwave irradiation on biological systems, Med Art 48930 (1994) 101-4.

16. A. Elebetieha, Long-term exposure of male and female mice to 50HZ magnetic field :effects on fertility, Bioelectromagnetics , 23 (2002) 168-172.

17.JB. Mailhes, D. Young, Electromagnetic fields enhance chemically induced hyperploidy in mammalian oocytes, mutagenesis,12 (1997) 347-51.

18. O. Soeradi, MK. tadjudin, Congenital anomalies in the offspring of rats after exposure of the testis to an electrostatic field, Int J Androl. 9(1989) 152-60.

19. M. Mevissen, S. Buntenkotten, Effects of static and time-varing magnetic fields on Reproduction and fetal development in Rats, Teratology 50(1994) 229-37.

20. F. Tablado, Lperez-Sanchez, Effect of exposure to static magnetic fields on the morphology and morphometry of mouse epididymal sperm و Bioelectromagnetics, 19 (1998) 377-383.

21. Kj. Fernie, DM. Bird, Effects of electromagnetic fields on the reproductive success of American Kestres, Biochem Zool. 73(2000) 60-5.

22. C. Norton, Computers and other electrical applicances may threaten fertility. Dialy (2000) 1-2.

[Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-10-30]

23. H. Furuya, H. Aikawa, Flow cytometric analysis of the effects of 50Hz magnetic field on mouse spermatogenesis, Nippon Eiseigaku Zasshi. 53 (1998) 420-5.
24. H. Huuskonen, V. Saastamoinen, Effects of low-frequncy magnetic fields on important in rats Reprod. Toxical. 15 (2001) 49-59.
25. H. Nakamura, Nonthermal effects of mobile-phone frequency micrwaves on uteroplacental functions in pregnant rat, Reproduction Toxicology,17(2003) 321-326.

[Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-10-30]