

مقاله تحقیقی

اثر امواج مایکروویو ساطع شده از تلفن های همراه بر باروری، تعداد و وضعیت ظاهری جنین های موش های صحرائی

مریم نظری^۱، وحید حمایت خواه جهرمی^{۱*}، اسماعیل فتاحی^۲، حسین کارگر^۳، حبیب اله جوهری^۴

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جهرم، گروه زیست شناسی، جهرم، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آیت اله آملی، گروه زیست شناسی، آمل، ایران
۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جهرم، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، جهرم، ایران
۴. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد داراب، گروه زیست شناسی، داراب، ایران

* مسؤل مکاتبات: دکتر وحید حمایت خواه جهرمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جهرم، گروه زیست شناسی، جهرم، ایران،
پست الکترونیکی: Dr.hemayatkhah@yahoo.com

محل انجام تحقیق: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جهرم، گروه زیست شناسی

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۱۹

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۲

چکیده

افزایش دستگاه های مولد امواج و به ویژه تلفن های همراه باعث شده که روزانه میلیون ها نفر در معرض این امواج قرار گیرند. اثرات زیستی این امواج بر سلامت انسان و به ویژه قبل از تولد، موضوعی است که فکر بسیاری از پژوهشگران را به خود مشغول کرده است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثرات امواج تلفن های همراه بر جنین های موش های صحرائی است. برای این منظور تعداد ۲۸ سر موش صحرائی ماده بالغ با وزن تقریبی 20 ± 20 گرم و محدوده سنی ۹۰ - ۸۰ روزه، انتخاب و به ۴ گروه مساوی، شامل کنترل، شم، تجربی ۱ و تجربی ۲ تقسیم شد. گروه تجربی ۱ به مدت دو هفته و تجربی ۲ به مدت یک ماه، روزانه ۱۲ بار و هر بار ۱۰ دقیقه در معرض تلفن همراه در حال مکالمه قرار گرفتند. گروه شم، همین مدت در معرض تلفن همراه روشن ولی بدون مکالمه قرار گرفت و گروه کنترل، هیچ گونه امواجی دریافت نکرد. پس از دریافت امواج، از هر گروه، پنج موش ماده، انتخاب و با یک موش نر در یک قفس قرار گرفتند و میزان بارداری موش ها، تعداد جنین های به دنیا آمده زنده و سالم و همچنین جنین های مرده و ناقص، بررسی گردید. نتایج نشان داد که تعداد جنین های به دنیا آمده و همچنین تعداد جنین های زنده و سالم در گروه های تجربی نسبت به گروه های کنترل و شم، کاهش معنی داری ($P < 0.05$) یافته است. تعداد جنین های سقط شده و مرده در گروه های تجربی، افزایش معنی داری ($P < 0.05$) یافت. همچنین، نقص جنینی در گروه تجربی ۲ مشاهده گردید. طبق نتایج این مطالعه، امواج موبایل احتمالاً با تأثیر روی رشد جنین در موش های صحرائی میزان مرگ و میر و نقص جنینی را افزایش می دهد.

واژه های کلیدی: امواج مایکروویو، تلفن همراه، جنین، سقط

امواج موبایل، با فرکانس متوسط حدود ۹۰۰

مگاهرتز تا ۱ گیگاهرتز و قدرت یکوات، از دسته

امواج مایکروویو است (۱). دامنه فرکانس امواج

مقدمه

نتایج پژوهش بهارآرا و همکاران در سال ۲۰۰۷ نشان داد امواج مایکروویو (۹۴۰ مگاهرتز)، علاوه بر تغییرات معنی‌دار هورمون پروژسترون، کاهشی (حدود ۲۵ درصد) در میزان موفقیت جفت‌گیری بین موش‌های ماده تیمار شده با موش‌های نر طبیعی دیده می‌شود. نتایج این تحقیق همچنین نشان می‌دهد امواج مایکروویو (۹۴۰ مگاهرتز)، فراساختار اووسیت‌ها را تغییر می‌دهد و از میزان باروری موش ماده نژاد Balb/C می‌کاهد (۹).

مطالعه Yan و همکاران در سال ۲۰۰۸ نشان داد که امواج موبایل، میزان مرگ و میر و ایجاد توده‌های غیرطبیعی در اسپرم رت را افزایش می‌دهد (۱۰). همچنین در سال ۲۰۰۸، اثرات امواج موبایل روی متغیرهای اسپرم در تحقیق Agarwal و همکاران بررسی شد. یافته‌های تحقیق مذکور نشان داد که تعداد، حرکت، بقاء و مورفولوژی طبیعی اسپرم، دچار کاهش شده است (۱۱). Chung و همکاران در سال ۲۰۰۴ نشان دادند که پرتوتابی (میدان ۶۰ هرتزی با شدت ۸۳/۳ و ۵۰۰ میکروتسلا) بر موش‌های صحرایی ماده از روز ۶ تا ۲۱ بارداری و روزانه به مدت ۲۱ ساعت، هیچ تأثیر منفی بر موش‌های مادر و نسل‌های اول و دوم ندارد (۱۲).

Zimmermann و Hentschel در سال ۱۹۸۷ نشان دادند که پرتوتابی موش‌ها (از ۷ روز پیش از جفت‌گیری تا روز ۱۸ بارداری) موجب کاهش معنی‌داری در تعداد موش‌های حامله می‌شود (۱۳).

یافته‌های مطالعه AL-Akhras و همکاران در سال ۲۰۰۶ نیز نشان داد که قرارگیری موش‌های صحرایی نر در معرض میدان الکترومغناطیسی با فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۲۵ میکروتسلا، سبب کاهش معنی‌دار در تعداد کل اسپرم‌ها می‌شود. همچنین آن‌ها نشان دادند که تغییرات هورمون FSH بر اثر این میدان، ناچیز است، ولی هورمون LH، افزایش و هورمون تستوسترون، کاهش چشمگیری دارد. در مجموع یافته‌ها نشان می‌دهد که پرتوتابی طولانی مدت می‌تواند موجب تغییر سوء در باروری و تولیدمثل پستانداران شود (۱۴).

مایکروویو نیز که بخشی از امواج الکترومغناطیس است، از ۳۰۰ مگاهرتز شروع می‌شود و تا ۳۰۰ گیگاهرتز تغییر می‌کند و طول موج آنها بین ۱ میلی‌متر تا یک متر متغیر است (۲).

این امواج در لوازم مختلف مورد استفاده در زندگی، مانند یخچال، فریزر، تلویزیون، رادیو، مایکروفر، دستگاه‌های فتوکپی، نمایشگرهای کامپیوتری و از جمله تلفن‌های همراه، کاربرد وسیعی دارد. شناسایی اثرات زیستی 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 بر مولکول‌های تحت تابش ایجاد می‌کند (۳).

گسترش و کاربرد زیاد تلفن‌های همراه که مولد امواج الکترومغناطیس است و گزارش‌های اخیر در مورد اثرات ناهنجاری‌زایی این امواج بر فرآیندهای مختلف رشد و نمو، نگرانی‌های بسیاری، در ارتباط با اثرات زیان‌بار امواج انتشار یافته از تلفن همراه بر سلامت انسان، باعث شده است. مطالعات اپیدمیولوژی، این احتمال را مطرح می‌کند که بین استفاده از این امواج با بیماری‌های خاصی چون لوسمی، سرطان مغز انسان و بیماری‌های قلبی-عروقی، رابطه وجود دارد (۴).

گزارش Feritz در سال ۱۹۹۷ بر القاء پروتئین‌های استرس تحت امواج تلفن‌های همراه (۵) و همچنین تحقیق انجام‌شده توسط Ferreir و همکاران در سال ۲۰۰۶ نشان داد که تشعشعات گوشی‌های موبایل، علاوه بر اثرگذاری بر تحریک-پذیری مغز انسان بر دستگاه باروری و تولیدمثلی چنین نیز اثرات مخرب بر جای می‌گذارد (۶).

Hjollund و همکاران در سال ۱۹۹۹ با مطالعه اثر میدان مغناطیسی بر شاخص‌های باروری گزارش کردند که این امواج بر مقادیر هورمون‌های تولیدمثلی تأثیر معنی‌داری ندارد (۷). Huuskonen و همکاران نیز در سال ۲۰۰۱ با به‌کارگیری میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱۳۰ میکروتسلا، هیچ تغییر معنی‌داری در سطح هورمون‌های استرادیول و پروژسترون مشاهده نکردند (۸).

در حال مکالمه قرار گرفت. گوشی، به یک وجه قفس در فاصله کمتر از ۱۰ سانتی متر متصل شد و قفس موش‌ها درون جعبه آلومینیومی قرار گرفت و روی آن نیز با ورقه آلومینیومی پوشانده شد تا امواج خارج نشود. همچنین قفس مربوط به گروه‌های تجربی، به بخش دیگر حیوان خانه منتقل شد تا از گروه‌های کنترل و شم دور باشند. البته تمام شرایط از لحاظ دما، رطوبت و دوره تاریکی و روشنایی در هر دو مکان ذکر شده کاملاً یکسان بود. پس از گذشت زمان تابش، از هر گروه، پنج موش ماده جدا شدند و هر دو موش ماده با یک موش نر بالغ در یک قفس جداگانه برای آمیزش و بررسی میزان باروری قرار داده شدند. پس از مشاهده درپوش واژنی موش‌های حامله در قفس‌های جدا قرار گرفتند. در هر مورد، تعداد جنین‌های متولدشده، تعداد جنین‌های سالم و همچنین جنین‌های مرده، ناقص یا سقط‌شده، مشخص شدند و از نمونه‌ها به کمک فتواستریومیکروسکوپ، عکس تهیه شد.

آنالیز آماری

داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS، آزمون‌های آنالیز واریانس یک‌طرفه ANOVA و Duncan ارزیابی شد و جداول و نمودارهای مربوط توسط نرم‌افزار Excell رسم گردید.

نتایج

بررسی‌های بالینی در ارتباط با جنین‌های متولد شده در گروه‌های کنترل، شم، تجربی ۱ و تجربی ۲ نشان داد که در گروه‌های کنترل و شم، ۱۰۰ درصد جنین‌های متولد شده، زنده و سالم بودند، ولی در مورد گروه‌های تجربی ۱ و ۲، تنها ۴۵ درصد نوزادان، سالم و زنده و ۵۵ درصد، مرده و ناقص متولد شدند که از این میان در گروه تجربی ۱، ۴۲ درصد جنین‌ها سالم و ۵۸ درصد ناقص و در گروه تجربی ۲، ۳۶ درصد سالم و ۶۴ درصد ناقص و مرده به دنیا آمدند. تجزیه و تحلیل‌های آماری نیز نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار ($p < 0/05$) در تعداد جنین‌های گروه‌های تجربی ۲ نسبت به گروه‌های کنترل و شم است (نمودار ۱). همچنین کاهش معنی‌داری ($p < 0/01$)

در سال‌های اخیر بیش از ۵۰ مطالعه برای بررسی اثر ناشی از پرتو تابشی بر جانوران مختلف انجام شده است (۱۵). یافته‌های این بررسی‌ها بیانگر افزایش هایپرپلوئیدی ناشی از القاء شیمیایی در اووسیت‌های پستانداران (۱۶)، کاهش باروری (۱۳)، اختلال در اسپرمیوژنز (۱۷) و کاهش تعداد جنین‌های زنده در موش است (۱۸). چون بررسی امواج مغناطیسی به‌عنوان یک کار جدید و نو در دنیا می‌تواند بسیار مفید و آموزنده باشد، در تحقیق حاضر سعی شده است با استفاده از گوشی تلفن همراه و قرار دادن آن در حال مکالمه و دفعات و فواصل زمانی متفاوت به‌نحوی که افراد جامعه، به طور معمول از تلفن همراه استفاده می‌کنند، شرایطی ایجاد گردد تا اثرات امواج موبایل بر تعداد جنین، مرگ و میر و نقص جنینی در موش‌های صحرایی، مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تحقیق به‌صورت آزمایشگاهی و کاملاً تصادفی است.

حیوانات

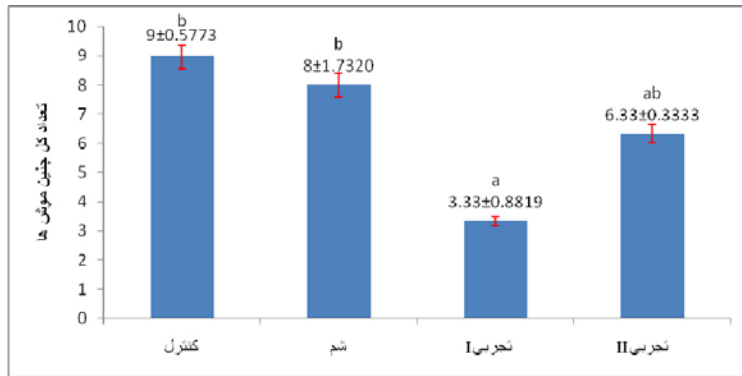
تعداد ۲۸ سر موش صحرایی ماده بالغ نژاد ویستار در محدوده سنی ۹۰-۸۰ روزه و وزن تقریبی 20 ± 200 گرم تهیه شده از مرکز پرورش حیوانات شیراز استفاده شد. سپس، موش‌ها به مدت دو هفته در خانه حیوانات دانشگاه آزاد اسلامی جهرم با درجه حرارت 22°C ، رطوبت نسبی ۵۵-۵۰ درصد و دوره ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی، درون قفس‌های مخصوص نگهداری شدند.

گروه‌های مورد مطالعه

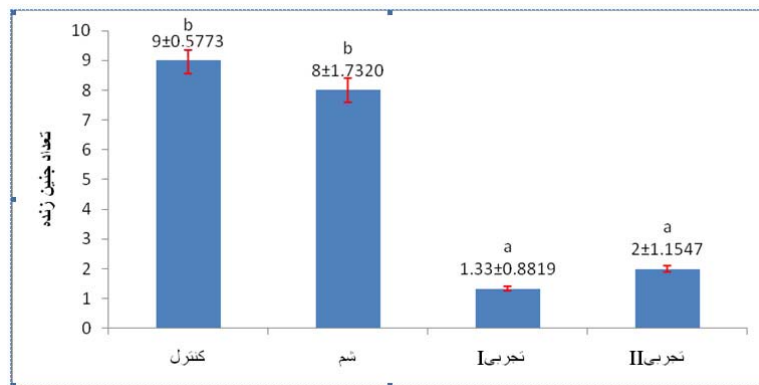
موش‌های ماده به‌صورت تصادفی به ۴ گروه تقسیم شدند. گروه کنترل هیچ امواجی دریافت نکرد. گروه شم در معرض تلفن همراه روشن بدون مکالمه قرار گرفت. موش‌های گروه تجربی ۱، به مدت دو هفته و تجربی ۲، به مدت یک ماه هر روز ۱۲ بار و هر بار ۱۰ دقیقه در معرض گوشی تلفن همراه

داد (نمودار ۳). همچنین در گروه تجربی ۲ ناهنجاری‌هایی شامل هیدروسفالی، پلی-هیدروآمینوس، میکروسفالی و میکروفتالمیا مشاهده گردید که این تغییرات در گروه کنترل دیده نشد (تصاویر ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶).

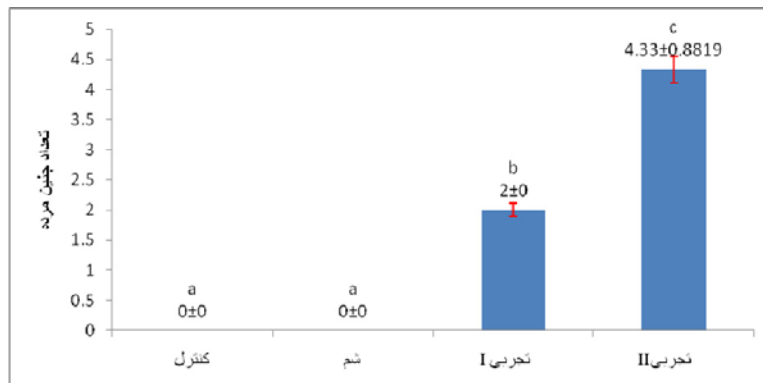
در تعداد جنین‌های سالم در گروه‌های تجربی ۱ و ۲ نسبت به گروه‌های کنترل و شم مشاهده می‌شود (نمودار ۲). از طرفی، تعداد جنین‌های سقط‌شده و ناقص، افزایش معنی‌دار ($p < 0/05$) در گروه‌های تجربی ۱ و ۲ نسبت به گروه‌های کنترل و شم نشان



نمودار ۱ - اثر امواج موبایل بر تعداد کل جنین‌های متولدشده در گروه‌های کنترل، شم، تجربی ۱ و تجربی ۲ گروه‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.



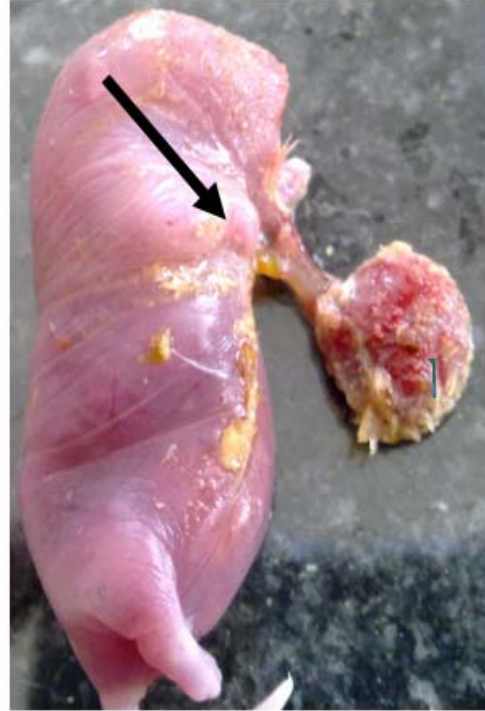
نمودار ۲ - اثر امواج موبایل بر تعداد جنین‌های متولدشده زنده در گروه‌های کنترل، شم، تجربی ۱ و تجربی ۲ گروه‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.



نمودار ۳ - اثر امواج موبایل بر تعداد جنین‌های مرده متولدشده در گروه‌های کنترل، شم، تجربی ۱ و تجربی ۲ گروه‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.



تصویر ۲: ناهنجاری‌های ایجاد شده بر اثر امواج موبایل در جنین‌های گروه تجربی ۲ (پای هیپروآمینوس) (بزرگنمایی ۱۰X)



تصویر ۱: ناهنجاری‌های ایجاد شده بر اثر امواج موبایل در جنین‌های گروه تجربی ۲ (هیدروسفال) (بزرگنمایی ۱۰X)



تصویر ۴- ناهنجاری‌های ایجاد شده بر اثر امواج موبایل در جنین‌های گروه تجربی ۲ (میکروسفالی) (بزرگنمایی ۱۰X)



تصویر ۳- ناهنجاری‌های ایجاد شده بر اثر امواج موبایل در جنین‌های گروه تجربی ۲ (میکروفتالمیا) (بزرگنمایی ۱۰X)



تصویر ۶: جنین یک روزه گروه شم (بزرگنمایی ۱۰X)



تصویر ۵: جنین یک روزه گروه کنترل (بزرگنمایی ۱۰X)

بحث

که در این مطالعه هم نشان داده شد تعداد مرده‌زایی در گروه تجربی، بیشتر بود و اختلاف معنی‌داری بین گروه کنترل و گروه تجربی وجود دارد (۲۱).

این امر ممکن است بر اثر تاثیراتی که این امواج بر مقادیر هورمون‌های تیروئیدی TSH، سطح پایین هورمون T_3 و T_4 در بدن موش مادر دارند، باشد که می‌تواند با تاثیرگذاری بر جنین، باعث نقص، سقط و مرگ جنینی شود. همچنین، در تحقیقی که توسط Mortazavi و همکاران در سال ۲۰۰۹ انجام شد، معلوم گردید که امواج موبایل روی مقادیر هورمون‌های تیروئید اثر گذاشته و باعث افزایش بالاتر از سطح نرمال هورمون تحریک‌کننده تیروئید (TSH) می‌شود و به همان نسبت، غلظت T_4 افزایش می‌یابد. اما بعد از مدتی به صورت فیدبک منفی با تاثیر بر هیپوتالاموس و کاهش ترشح TRH در نهایت باعث کاهش ترشح TSH و در نتیجه کاهش T_4 می‌شود (۲۲).

Mevisen و همکاران در سال ۱۹۹۴ نشان دادند که پرتوتابی پیوسته (فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۳۰ میلی‌تسلا) بر موش‌های صحرایی ماده حامله از روز اول تا ۲۰ بارداری، باعث کاهش تعداد جنین‌های زنده می‌شود (۱۸). همچنین، Ubada و همکاران در سال ۱۹۹۴ گزارش کردند که پرتوتابی (۱۰۰ هرتز و شدت ۱ میکروتسلا) به جنین‌های جوجه در طی ۴۸

با وجود پیشرفت‌های بسیار زیاد تکنولوژی در زمینه میدان‌های الکترومغناطیسی، اثر میدان‌های الکترومغناطیسی بر زیست‌شناسی بافت‌ها جزو بحث-برانگیزترین موضوعات است. استاندارد سلامت و بهداشت، قرارگرفتن در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی را در حدود ۲/۵ مگاهرتز اعلام و به-عنوان استاندارد جهان، پذیرفته است و میدان‌های الکترومغناطیسی بالاتر از این مقدار خطرناک هستند (۱۹).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاهش معنی‌دار تعداد جنین‌ها و همچنین جنین‌های سالم گروه‌های تجربی نسبت به گروه‌های کنترل و شم وجود دارد. همچنین، تعداد جنین‌های مرده و ناقص، افزایش معنی‌داری در گروه‌های تیمار نشان می‌دهد که این امر با تحقیق انجام شده توسط AL-Akhras و همکاران در سال ۲۰۰۱ که نشان-دهنده اثر مخرب امواج الکترومغناطیسی بر دستگاه باروری و تولیدمثلی است، مطابقت دارد (۲۰). تحقیق حاضر، همچنین با پژوهش انجام شده توسط بیات و دارابی در سال ۲۰۰۹ که نشان دادند در معرض قراردادن موش‌های باردار با امواج الکترومغناطیسی ضعیف، سبب افزایش مرگ جنین داخل رحمی شده است، مطابقت دارد (۲۱).

یکی از اثرات احتمالی امواج الکترومغناطیسی ضعیف بر بدن موجودات زنده، افزایش مرده‌زایی است

آزاد شده و سنتز DNA سلول‌های گرانولوزا در این فولیکول‌ها می‌شود و در نهایت، اعلام کردند که ممکن است میدان مذکور از طریق کاهش توانایی رسیدن فولیکول‌ها به مراحل بالای تکاملی، سبب عدم موفقیت در تولیدمثل شود (۲۸).

یافته‌های مطالعه‌های ذکر شده، همگی در راستای یافته‌های مطالعه حاضر هستند، ولی در مقابل، Kowalczyk و همکاران در سال ۱۹۹۴ پس از پرتوتابی ۵۰ هرتزی با شدت‌های ۷، ۷۰ و ۳۵۰ میکروتسلا به موش‌های حامله (در روزهای ۱۲-۸ و ۷-۵ بارداری) روزانه به مدت ۲۲ ساعت، تغییری در میزان سقط جنین در مرحله بعد از لانه‌گزینی و تعداد جنین‌ها در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نکردند (۲۹).

تفاوت بین یافته‌های مطالعه حاضر و مطالعه دیگران می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع جانور مورد آزمایش و یا شدت میدان انتخاب شده باشد، چنان که تفاوت در مدت زمان پرتودهی، رده سلولی و بافت پرتوتابی شده از جمله مواردی است که سبب می‌شود یافته‌های مختلفی در مطالعه‌های مختلف به دست آید.

می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه در حال مکالمه احتمالاً می‌تواند مرگ و میر و نقص جنینی را در موش‌های صحرایی افزایش دهد. پیشنهاد می‌شود تحقیقات جدیدی در زمینه اثر امواج تلفن همراه بر جنین در دوره‌های مختلف بارداری و همچنین اثر امواج موبایل روی سلول‌های بنیادی و مرگ سلولی انجام شود.

تشکر و قدردانی

از مسئولین محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم، به ویژه پرسنل محترم آزمایشگاه که در اجرای این طرح پژوهشی همکاری داشتند، تقدیر و سپاسگزاری می‌شود.

ساعت اولیه انکوباسیون، باعث افزایش مرگ در مراحل اولیه جنینی می‌شود (۲۳).

Cao و همکاران نیز در سال ۲۰۰۶، موش‌های باردار را روزانه به مدت ۸ ساعت در معرض میدان الکترومغناطیسی با فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۱/۲ میلی‌تسلا قرار دادند. یافته‌ها نشان داد که سقط جنین و تعداد جنین‌های ناهنجار، افزایش و تعداد جنین‌ها کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است (۱۷).

این نتایج، نشان‌دهنده تاثیر امواج الکترومغناطیسی بالا بر رشد و نمو جنین است. این امواج، عوامل تعیین‌کننده سرنوشت جنینی را دچار اختلال کرده، تغییرات غیرقابل برگشت در روند القاء و رشد جنینی ایجاد می‌کند (۲۳). همچنین، تحقیقات نشان می‌دهد میدان مغناطیسی استاتیک با فرکانس بالا ممکن است باعث از بین رفتن جنین شود (۱۷).

در مطالعه Huuskonen و همکاران در سال ۲۰۰۱ اعلام شد که میدان مغناطیسی ۵۰ هرتزی باعث افزایش میزان مرگ و میر جنین‌های گروه مورد در روز اول می‌شود (۲۴). همچنین، Juutilainen در سال ۱۹۹۱ نشان داد قرارگیری در معرض امواج رادیویی با توان ۱۶۸ و ۱۰۵۳ وات بر سانتی‌متر مربع، موجب کاهش معنی‌داری در تعداد جنین می‌شود (۲۵).

در نهایت شاید بتوان اثرات مخرب امواج الکترومغناطیسی را ناشی از افزایش درجه حرارت بدن به‌عنوان عامل آسیب‌رسان بر بافت‌های بدن به خصوص سیستم باروری در نظر گرفت (۲۶). Torres و همکاران در سال ۲۰۰۸ اعلام کردند که شوک حرارتی، اثر مخربی بر فولیکول‌های تخمدانی و اووسیت‌های گاو دارد و باعث تأخیر در تکامل بلاستوسیت‌ها می‌شود (۲۷).

Cecconi و همکاران نیز در سال ۲۰۰۰ دریافتند میدان ۳۳ هرتزی، سبب کاهش چشمگیری در تعداد فولیکول‌ها و نیز کاهش میزان استرادیول

منابع مورد استفاده

1. Hyland, G., 2000. Physics and biology of mobile telephone. *Lancet* 1: 325-335.
2. Baniks, B. S., 2003. Bio-effects of microwave. *Brief Review. Bioresource Technology* 1: 155-159.
3. Bethwaite, P., Cook, A., Kennedy, Y., Pearce, N., 2001. Acute leukemia in electrical workers: A Newzealand case control study. *Cancer Causes Control* 12: 683-689.
4. Loomis, A., Kromhout, H., Kleckner, R. C., Savitz, D. A., 1998. Effects of the analytical treatment of exposure data on associations of cancer and occupational magnetic field exposure. *Am J Ind Med* 34: 49-59.
5. Fritze, K., Wiessner, C., Kuster, N., 1997. Effect of global system for mobile communication microwave exposure the genomic response of the rat brain. *Neuroscience* 81: 627-693.
6. Ferreri, F., Carcio, G., Pasquale, T., Gemnaro, L., Fini, R., Rossini, P. M., 2006. Mobile phone emissions and human brain excitability. *Ann Neurology* 60: 188-196.
7. Hjollund, N. H., Skotte, J. H., Kolstad, H. A., Bonde, J. P., 1999. Extremely low frequency magnetic fields and fertility: a follow up study of couples planning first pregnancies the Danish first pregnancy planner study team. *Occup Environ Med* 56: 253-255.
8. Huuskonen, H., Saastamoinen, V., komulainen, H., Laitinen, J., Juutilainen, J., 2001. Effects of low frequency magnetic fields on implantation in rats. *Reprot Toxicol* 15: 49-59.
9. Baharara, J., Oryan, S., Ashraf, A., 2007. Effects of microwave (940 MHZ) on ovary and fertility of female Balb/C). *Journal of Science University* 7: 931-940.
10. Yan, J. G., Agresti, M., Ruce, T., Yan, Y. H., Granlund, A., Matloub, H. S., 2008. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertil Steril* 88: 957-964.
11. Agarwal, A., Deepinder, F., Sharma, R. K., Ranga, G. L., 2008. Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study. *Fertil Steril* 89: 124-128.
12. Chung, M. K., Kim, J. C., Myung, S. H., 2004. Lack of adverse effects in pregnant/lactating female rats and their offspring pre-and postnatal exposure to ELF magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 25:236-244.
13. Zimmermann, B., Hentschel, D., 1987. Effect of static magnetic field on the reproductive behavior of mice on the embryo and fetal development and selected hematologic parameters. *Digitale Bilddiagn* 7: 155-161.
14. Al-Akhras, M. A., Darmani, H., Elbetieha, A., 2006. Influence of 50 Hz magnetic field on sex hormones and other fertility parameters of adult male rats. *Bioelectromagnetics* 24: 127-131.
15. Robert, E., 1996. Teratogen update: electromagnetic fields. *Teratology* 24: 305-313.
16. Mailhes, J. B., Young, D., Marino, A. A., London, S. N., 1997. Electromagnetic fields enhance chemically-induced hyperploidy in mammalian oocytes. *Mutagenesis* 12: 347-351.
17. Cao, Y. N., Zhang, Y. L., 2006. Effects of exposure to extremely low frequency electromagnetic fields on reproduction of female mice and development of offsprings. *Zhonghua Lao Dong Wei sheng Zhi Ye Bing Za Zhi* 24: 468-470.
18. Mevissen, M., Buntenkotter, S., Loscher, W., 1994. Effects of static and time-varying (50-Hz) magnetic fields on reproduction and fetal development in rats. *Teratology* 50: 229-237.
19. Pesic, V., Janac, B., Jelenkovic, A., Vorobyov, V., Prolic, Z., 2004. Non-linearity in combined effects of ELF magnetic field and amphetamine on motor activity in rats. *Behav Brain Res* 150: 223-227.
20. AL-Akhras, M. A., Elbetieha, A., Hasan, M. K., AL-omari, I., Darmani, H. Albiss, B., 2001. Effects of fertility of adult male and female rats. *Bioelectromagnetic* 22: 340-349.
21. Bayat, C., Darabi, M., 2009. Effect of weak electromagnetic field on die intrauterine fetal and neonatal bone marrow megakaryocyte mice NMRI. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences* 11: 8-12.
22. Mortazavi, S., Habib, A., Ganj, K. A., Samimi, D. R., Pourabedi, A., Babaie, A., 2009. Alterations in TSH and thyroid hormones following mobile phone use. *OMJ* 24: 274-278.
23. Ubeda, A., Trillo, M. A., Chacon, L., Blanco, M. J., Leal, J., 1994. Chick embryo development can be irreversibly altered by early exposure to weak

- extremely-low-frequency magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 15: 85-98.
24. Huuskonen, H., Juutilainen, J., Komulainen, H., 2001. Development of preimplantation mouse embryos after exposure to a 50 Hz magnetic field in vitro. *Toxicol Lett* 122: 149-155.
 25. Juutilainen, J., 1991. Effects of low-frequency magnetic fields on embryonic development and pregnancy. *Scand J Work Environ Health* 17: 149-158.
 26. Thalau, H. P., Raczek, J., Marx, B., Hombach, V., Cooper, J., 2003. Temperature changes in chicken embryos exposed to a continuous wave 1.25 GHz radiofrequency electromagnetic field. *Radiat Res* 159: 685-692.
 27. Torres, J. R., Pires Med, F. W., Ferreira Ade, M., Viana, J. H., Camargo, L. S., 2008. Effect of maternal heat-stress on follicular growth and oocyte competence in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology* 69: 155-166.
 28. Cecconi, S., Gualtieri, G., Bartolomeo, A., Troiani, G., Cifone, M. G., Canipari, R., 2000. Evaluation of the effects of extremely low frequency electromagnetic fields on mammalian follicle development. *Hum Reprod* 15: 2319-2325.
 29. Kowalczyk, C. L., Robbins, L., Thomas, J. M., Butland, B. K., Saunders, R. D., 1994. Effects of prenatal exposure to 50 Hz magnetic fields on development in mice: Implantation rate and fetal development. *Bioelectromagnetics* 15: 349-361.