

## Study on the effects of mobile phones waves on the number of ovarian follicles and level of FSH, LH, estrogen and progesterone hormones in adult rats

Hemayatkah Jahromi V, Ph.D<sup>1\*</sup>, Fatahi E, Ph.D<sup>2</sup>, Nazari M, M.Sc<sup>3</sup>, Jowhary H, Ph.D<sup>3</sup>, Kargar H, M.Sc<sup>3</sup>

1- Department of Biology, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran

2- Department of Biology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran

3- Department of Biology, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran

\* Email Corresponding author: [Dr.Hemayatkah@yahoo.com](mailto:Dr.Hemayatkah@yahoo.com)

Received: 20 Jan. 2011

Accepted: 6 Apr. 2011

---

### Abstract

**Aim:** The effects of mobile phones waves investigated on rat ovary.

**Materials and Methods:** 28 rats with weight of  $200\pm 20$ g and age of 80-90 days selected and divided into four groups including control, sham, exposed number 1 and 2. For two weeks and one month, experimental 1 and 2 groups were exposed to mobile calls 12 times a day and each time for 10 minutes. The sham group was exposed to non-calling switched-on mobile phones. The concentration of hormones measured using ELISA method. The number of follicles calculated with physical dissector technique.

**Results:** The results showed no significant difference in the ovarian weight and number of primary follicles and corpus luteum. In different groups the number of secondary follicles decreased significantly in the exposed and sham groups compared to the control group. The number of Graffian follicles decreased significantly in the exposed group number 1 and sham in comparison to the control group while the number of atretic follicles increased significantly in both exposed groups in compared to the control and sham groups. The level of LH increased significantly in exposed group number 1 in compared to the control group while the level of FSH increased significantly in the exposed group number 2 when compared to the control and sham groups. The level of estrogen and progesterone increased significantly in the exposed groups in compared to the control and sham groups.

**Conclusion:** The mobile phone waves may increase ovarian follicles atresia, disrupt the regulation of hormonal secretion and affect the fertility rate.

**Key words:** Microwaves, Mobile phone, Ovary, Reproductive, Hormones, Rat.

## بررسی اثر امواج موبایل بر تعداد فولیکول های تخمدان و میزان هورمون های LH، FSH، استروژن و پروژسترون در

## موش های صحرائی بالغ

وحید حمایت خواه جهرمی.<sup>۱</sup>Ph.D.\*، اسماعیل فتاحی.<sup>۲</sup>Ph.D.، مریم نظری.<sup>۳</sup>M.Sc.، حبیب اله جوهری.<sup>۴</sup>Ph.D.،

حسین کارگر.<sup>۵</sup>M.Sc.

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جهرم، گروه زیست شناسی، جهرم، ایران

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آیت الله آملی، گروه زیست شناسی، آمل، ایران

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جهرم، گروه زیست شناسی، جهرم، ایران

\* پست الکترونیک نویسنده مسئول: [Dr.Hemayatkhah@yahoo.com](mailto:Dr.Hemayatkhah@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۳۰

## چکیده

هدف: اثر امواج تلفن های همراه بر بافت تخمدان موش های صحرائی بررسی شد.

**مواد و روش ها:** ۲۸ سر موش صحرائی نژاد ویستار با وزن  $20 \pm 200$  گرم و سن ۹۰-۸۰ روزه انتخاب و به ۴ گروه (کنترل، شاهد، تجربی ۱ و تجربی ۲) تقسیم شدند. گروه تجربی ۱ دو هفته و تجربی ۲ یک ماه روزانه ۱۰ دقیقه در مجاورت تلفن همراه در حال مکالمه قرار گرفتند. گروه شاهد همین مدت در مجاورت تلفن همراه روشن بدون مکالمه قرار گرفتند. غلظت هورمون ها به روش الیزا اندازه گیری شد. تعداد فولیکول های تخمدان با تکنیک دیسکتور فیزیکی شمارش شد.

**نتایج:** تفاوت معنی داری در وزن تخمدان، تعداد فولیکول های اولیه و جسم زرد در گروه های مختلف مشاهده نشد. تعداد فولیکول های ثانویه در گروه های تجربی ۱ و ۲ و شاهد نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری و تعداد فولیکول های گراف در گروه تجربی ۱ و شاهد نسبت به کنترل کاهش معنی داری ولی تعداد فولیکول آترتیک در گروه های تجربی ۱ و ۲ نسبت به کنترل و شاهد افزایش معنی داری نشان داد. میزان هورمون LH در گروه تجربی ۱ نسبت به کنترل و هورمون FSH در گروه تجربی ۲ نسبت به گروه های کنترل و شاهد افزایش معنی داری نشان دادند. هورمون های استروژن و پروژسترون در گروه های تجربی ۱ و ۲ نسبت به کنترل و شاهد افزایش معنی داری نشان دادند.

**نتیجه گیری:** امواج موبایل آترزی فولیکول های تخمدانی را افزایش و با اختلال در ترشح هورمون ها باروری را تحت تأثیر قرار می دهد.

**واژگان کلیدی:** امواج مایکروویو، تلفن همراه، تخمدان، تولید مثل، موش صحرائی

## مقدمه

تشعشع الکترومغناطیس که اغلب به صورت اشعه EM یا EMR (Electromagnetic radiation) خلاصه می‌شود، پدیده‌ای است که به صورت امواج نثری درخلاً و یا ماده گسترش می‌یابد. این امواج شامل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی است که در فاز مربوط به خود نوسان کرده و عمود بر مسیر انرژی هستند. تشعشع الکترومغناطیس را با توجه به فرکانس امواجش طبقه بندی کرده‌اند که طیف آن شامل امواج رادیویی، امواج رادار و مایکروویو، اشعه زیر قرمز، نور مرئی، اشعه ماورای بنفش، اشعه‌های X و گاما است (۱). این امواج در دستگاه‌ها و لوازم مختلف مورد استفاده در زندگی روزمره نظیر یخچال، فریزر، تلویزیون، رادیو، مایکروفر، دستگاه‌های فتوکپی، نمایشگرهای کامپیوتری، لامپ‌های هالوژن و چاپگرها کاربرد وسیعی دارد (۲).

امواج مایکروویو نیز بخشی از طیف امواج الکترو مغناطیس است که دامنه فرکانس آن از ۳۰۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگا هرتز متغیر است و طول موج آن نیز از ۱ میلی متر تا ۱ متر متغیر است (۳). امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه با فرکانس متوسط حدود ۹۰۰ مگاهرتز تا ۱ گیگاهرتز در این محدوده فرکانس قرار دارند (۴). بر اثر تابش این امواج روی مولکول‌ها انرژی آن جذب مولکول شده و سبب تغییر ارتعاش مولکول و یا تغییر درجه حرارت آن می‌شود. شناسایی اثرات زیستی امواج مایکروویو پیچیده و بحث انگیز است و شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد این امواج بر حسب شدت تابش و فرکانس مدت تابش، اثرات زیستی مختلفی در مولکول‌های تحت تابش ایجاد می‌کنند (۵). گسترش استفاده روز افزون از دستگاه‌های مولد امواج الکتریکی به ویژه تلفن‌های همراه و گزارش‌های متعددی که در سال‌های اخیر در مورد اثرات ناهنجاری زایی این امواج بر فرایندهای مختلف رشد و نمو ی وجود دارد باعث بروز نگرانی‌های بسیاری در ارتباط با اثرات زیانبار امواج تلفن‌های همراه بر سلامت انسان شده است. در حال حاضر تعدادی از اثرات مهم زیستی غیر حرارتی شامل تغییر عملکرد سلول‌ها از جمله تغییر در سرعت تکثیر یا تغییر در حالت بیان ژنی که باعث مرگ سلولی می‌شود، کاهش در تولید ملاتونین و تغییر در الکتروانسفالوگرام انسان توسط آنتن‌های تلفن‌های همراه خانگی و سیارگزارش شده است (۶).

در ارتباط با اثر امواج موبایل بر روی سیستم تولید مثلی نر و ماده مطالعه‌هایی انجام شده است که از جمله آنها عبارتند از :

Mailhes در سال ۱۹۹۷ نشان داد اثر پرتوتابی بر جانوران باعث افزایش هایپرپلوئیدی در اووسیت‌های پستانداران می‌شود (۷). نتیجه مطالعه Klug (۸) و Cao (۹) نشان داد که پرتو تابی باعث اختلال در اسپرمیوژن می‌شود. هم چنین نتایج مطالعه AL-Akhras (۱۰) نیز نشان داد که قرار گیری موش‌های صحرایی در معرض میدان الکترومغناطیسی با فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۲۵ میکروتسلا سبب کاهش معنی داری در تعداد کل اسپرم‌ها شد. علاوه بر آن هورمون محرک فولیکولی (FSH) به طور ناچیز کاهش ولی غلظت هورمون لوتئینی (LH) افزایش و هورمون تستوسترون کاهش چشمگیری دارد.

در تحقیق Agarwal (۱۱) اثرات امواج موبایل روی متغیرهای اسپرم بررسی شد. یافته‌ها نشان داد که تعداد، حرکت، بقا و مورفولوژی طبیعی اسپرم کاهش یافته است. مطالعه‌ی دیگر که توسط Yan (۱۲) انجام شد، مشخص شد که امواج موبایل، میزان مرگ و میر و ایجاد توده‌های غیر طبیعی در اسپرم رت را افزایش داده است. علاوه بر این، تابش مداوم امواج الکترومغناطیس ممکن است مرگ سلولی را در سلول‌های زاینده بیضه موش القاء کند.

بنابراین با توجه به نتایج تحقیقات ذکر شده و به دلیل ساختار فعال و بسیار حساس بافت‌های زاینده از جمله تخمدان و دستگاه تولید مثلی به عوامل خارجی، در مطالعه حاضر به بررسی اثر امواج موبایل بر بافت تخمدان، میزان باروری و سطح هورمون‌های استروژن، پروژسترون، LH و FSH در موش‌های صحرایی ماده بالغ پرداخته شده است.

## مواد و روش‌ها

این یک مطالعه آزمایشگاهی و کاملاً تصادفی است. در راستای انجام این تحقیق کلیه اصول اخلاقی در مورد نحوه کار با حیوانات آزمایشگاهی مد نظر قرار گرفته است. جهت انجام این پژوهش از تعداد ۲۸ سرموش صحرایی ماده ۹۰-۸۰ روزه و وزن تقریبی  $20 \pm 20$  گرم تهیه شده از مرکز پرورش و نگهداری حیوانات آزمایشگاهی شیراز استفاده شد. این حیوانات جهت سازگاری با محیط دو هفته قبل از شروع آزمایش در خانه حیوانات دانشگاه آزاد اسلامی جهرم نگهداری شدند. جهت تغذیه حیوانات از غذای فشرده شده که از شرکت سهامی خوراک دام و طیور شیراز تهیه شده بود استفاده شد. درجه حرارت محیط  $22 \pm 2$  درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۵۵-۵۰ در صد بود. هم چنین دوره ی نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت

شدند. برای محاسبه تعداد فولیکولها (محاسبه استریولوژیک تعداد فولیکولهای تخمدانی) از تکنیک دیسکتور فیزیکی استفاده گردید. برای انجام این تکنیک، تصویر دو مقطع بافتی پشت سر هم توسط دو پروژکتور روی میز کار انداخته شد (۱۳). تصویر مقطع اول به عنوان مرجع و مقطع دوم به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. سپس برای شمارش، یک ترانسپرنٹ متشکل از فریم‌هایی با ابعاد ۱۳×۱۳ میلی متر بطور تصادفی روی نمونه قرار گرفت. این فریم دارای یک خط آزاد (نقطه چین) و یک خط ممنوعه (پر رنگ) می باشد. برای شمارش، تعداد اوسیت‌های فولیکول‌ها مبنای شمارش قرار گرفت و اوسیت‌هایی شمارش می شدند که اولاً با خط ممنوعه برخورد نداشته باشند ثانیاً در تصویر مقطع شاهد هم مشاهده نشوند (۱۴). بر این اساس تعداد فولیکولها شمارش گردید و با استفاده از فرمول زیر تعداد فولیکولهای تخمدانی محاسبه گردید و با ضرب نمودن تعداد فولیکولها در حجم مرجع، تعداد کل فولیکولها بدست آمد (۱۵).

تخمین تعداد کل یک جزو از یک نمونه (بافت):

$$N = N_v \times V_{(Ref)}$$

N = تعداد کل

$N_v$  = تعداد اجزاء در واحد حجم

$V_{(Ref)}$  = حجم کل بافت (نمونه)

$V_{(Ref)}$  نتیجه استفاده از روش کوالیری است.

$$V = \sum_{i=1}^n P \times a(P) \times t$$

V = حجم

$\sum P$  = مجموع نقاط برخورد کرده با قسمت مورد نظر

a(p) = مساحت اطراف هر نقطه

t = ضخامت برش‌ها

حجم متعلق به فضای اطراف یک نقطه تقاطعی =  $a(p) \times t$

به کمک میکروسکوپ نوری نیکون مدل  $\lambda ii$  ساخت ژاپن تعداد فولیکول‌های اولیه، ثانویه، گرآف، آترتیک و جسم زرد در تمام گروهها شمارش شد. نتایج به کمک نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و آزمون‌های آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و دانکن، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین و انحراف معیار داده‌ها محاسبه شدند و مقدار  $P < 0.05$  به عنوان سطح معنی‌داری آماری در نظر گرفته شد. طبق روش دانکن (۱۶) در هر گروه اگر یک حرف مشترک وجود داشته باشد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. نمودارهای مربوط توسط نرم افزار Excel رسم گردید.

تاریکی در نظر گرفته شد. هوای اتاق توسط دو دستگاه تهویه که در دو طرف خانه حیوانات جا سازی شده بودند تهویه می شد. حیوانات در قفس‌های ویژه ای نگهداری می شدند که هر ۳ روز یک بار تمیز و ضد عفونی می شدند. موش‌ها به ۴ گروه ۷ تایی شامل کنترل، شاهد، تجربی ۱ و ۲ تقسیم شدند. جهت ایجاد امواج مایکروویو از ۳ عدد تلفن همراه سونی اریکسون استفاده شد که به یک طرف قفس متصل شدند و قفس‌های نگهداری موش‌ها درون جعبه آلومینیومی که تمام وجوه آن به جزء یک وجه آن باز بود قرار داده شد تا امواج ساطع شده، خارج نشود. جهت ایجاد امواج، گوشی‌های تلفن در حالت مکالمه قرار داده شد و برای اطمینان بیشتر از خارج نشدن امواج هنگام تابش، روی قفس‌ها ورقه‌ی آلومینیومی قرار داده می شد. گروه کنترل هیچ گونه امواجی دریافت نکرد. در گروه شاهد دستگاه تلفن همراه روشن ولی بدون مکالمه استفاده شد. در گروه تجربی ۱ به مدت ۲ هفته و گروه تجربی ۲ به مدت یک ماه روزانه ۱۲ بار و هر بار ۱۰ دقیقه، تلفن همراه در حالت مکالمه در مجاورت قفس موش‌ها قرار داده می شد.

پس از گذشت دوره‌ی تابش امواج، با تهیه اسمیر واژنی، مرحله سیکل جنسی موش‌ها بوسیله میکروسکوپ نوری تشخیص داده شد. برای تهیه گسترش مهیلی، به کمک سرسمپلر و سمپلر، یک یا دو قطره آب به واژن موش‌ها وارد گردید و سپس آب موجود تخلیه و مجدداً برداشت و روی لام گسترش داده و زیر میکروسکوپ، مطالعه گردید. موش‌هایی که در مرحله‌ی پرواستروس سیکل جنسی بودند از قلب آنها به کمک سرنگ انسولینی خونگیری و سپس تشریح شدند. نمونه‌های خون جمع آوری شده با دور ۳۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ و سرم آن جدا گردید. نمونه‌های سرمی جهت بررسی بعدی در داخل فریزر نگهداری شدند. در مراحل بعد سطح هورمون‌های LH، FSH، استروژن و پروژسترون در آزمایشگاه تشخیص طبی جهرم به روش الیزا (کیت پیش تاز طب ایران به شماره سریال‌های LOT 89001 و LOT 88005) تعیین شد. پس از خونگیری، موش‌ها تشریح و تخمدان‌ها از شکم آنها خارج گردید. پس از حذف چربی‌ها وزن تخمدان توسط ترازوی دیجیتالی مدل AND ساخت ژاپن با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و پس از شستشو با سرم فیزیولوژی به فرمالین ۱۰ درصد انتقال داده شدند. پس از مراحل مختلف تثبیت، آگیری (توسط اتانول)، شفاف‌سازی، قالب‌گیری، مقاطع بافتی به ضخامت ۵ میکرون به کمک میکروتوم تهیه شد و با هماتوکسیلین-ائوزین رنگ آمیزی

### نتایج

در نتایج حاصل از وزن موش‌ها تغییر معنی داری در گروه‌های مختلف مشاهده نشد (جدول ۱). نتایج حاصل از وزن تخمدان‌های راست و چپ، اختلاف معنی داری در گروه‌های مختلف نشان نداد (جدول ۱). تعداد فولیکول‌های ثانویه در گروه تجربی ۱ و ۲ نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری را نشان داد. تعداد فولیکول‌های گراف در گروه تجربی ۱ در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کاهش ولی تعداد فولیکول آترتیک در گروه تجربی ۱ و ۲ در

مقایسه با گروه‌های کنترل افزایش معنی داری نشان داد (جدول ۱). میزان هورمون‌های LH در گروه تجربی ۱ در مقایسه با کنترل افزایش معنی دار داشته در حالی که هورمون FSH در گروه تجربی ۲ در مقایسه با گروه‌های کنترل و شاهد افزایش معنی دار نشان داد. هورمون‌های استروژن و پروژسترون در گروه‌های تجربی ۱ و ۲ در مقایسه با گروه کنترل و شاهد افزایش معنی داری را نشان دادند (جدول ۱).

جدول ۱ - مقایسه گروه‌های کنترل، شاهد، تجربی ۱، و تجربی ۲ از نظر پارامترهای مورد بررسی

پارامتر	گروه	کنترل	شاهد	تجربی ۱	تجربی ۲
وزن موش‌ها (گرم)	۱۷۸a	۲۰۲a	۲۱۶a	۲۰۴a	
وزن تخمدان راست (گرم)	۰/۰۳۳b	۰/۰۵۴b	۰/۰۳۶b	۰/۰۳۹b	
وزن تخمدان چپ (گرم)	۰/۰۳۶b	۰/۰۵۴b	۰/۰۳۹b	۰/۰۴۰b	
LH (IU/L)	۰/۰۴b	۰/۰۵ab	۰/۰۶a	۰/۰۵ab	
FSH (IU/L)	۰/۰۷b	۰/۰۷b	۰/۰۷b	۰/۰۴۶a	
استروژن (ng/ml)	۲۲/۱c	۲۱/۶c	۳۳/۶b	۴۵/۴a	
پروژسترون (ng/ml)	۱۷/۱c	۱۸/۲c	۲۳/۵b	۳۶a	
تعداد جسم زرد	۶/۸a	۵/۲a	۶a	۵/۶a	
تعداد فولیکول اولیه	۴/۲a	۳/۲a	۱/۸a	۳/۶a	
تعداد فولیکول ثانویه	۷/۲a	۳/۶b	۱/۲b	۴b	
تعداد فولیکول گراف	۴/۶a	۲/۲b	۲/۸b	۳/۲ab	
تعداد فولیکول آترتیک	۱/۶c	۲bc	۳/۴ab	۴a	

میانگین‌های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی داری با هم ندارند.

### بحث

با توجه به افزایش دستگاه‌های ساطع کننده امواج مایکروویو در محیط زندگی و هم چنین کاربرد وسیع تلفن‌های همراه این پرسش مطرح می‌شود که امواج ساطع شده از این سیستم‌ها بر سلامت و فرایندهای رشد و نمو چه تأثیری می‌گذارد. هدف از این تحقیق آگاهی یافتن از اثرات امواج موبایل بر تخمدان و هورمون‌های محور هیپوفیز - گناد در موش‌های صحرایی ماده بالغ بود. در این پژوهش هیچ گونه مرگ و میری در موش‌های گروه تجربی مشاهده نشد. نتایج حاصل از این پژوهش بیان گر آن است که امواج موبایل اثر معنی داری بر وزن موش‌ها ندارد و این موضوع با تحقیق بهار آرا و همکاران (۱۷) که نشان دادند

تابش طولانی مدت امواج شبیه سازی شده تلفن همراه بر وزن و ابعاد تخمدان‌های موش‌های ماده تیمار شده تغییر معنی دار ندارد، مطابقت دارد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه بر وزن تخمدان‌های حیوانات گروه‌های تجربی ۱ و ۲ اثر معنی داری ندارد که با تحقیقات بهار آرا و همکاران مطابقت دارد ولی با تحقیق Elebetieha (۱۸) در تناقض می‌باشد که علت آن می‌تواند شرایط متفاوت آزمایش باشد. هم چنین در مطالعه ای که توسط Ozguner (۱۹) روی بیضه انجام گرفت مشاهده شد که امواج الکترومغناطیسی باعث افزایش وزن بیضه می‌شود که دلیل تناقض نتایج می‌تواند تفاوت بافت بیضه

سوم و پنجم کشت، تغییری در فولیکول‌ها ایجاد نمی‌کند ولی این پژوهشگران در ادامه نشان دادند که میدان ۳۳ هرتزی سبب کاهش چشمگیری در تعداد فولیکول‌ها می‌شود. هم چنین معلوم گردید که میدان الکترومغناطیسی با فرکانس ۳۳ هرتز، سبب آسیب‌های شدیدی در ساختمان آنتروم و کاهش مقدار استرادیول آزاد شده و سنتز DNA در سلول‌های گرانولوزا می‌شود و ممکن است میدان مذکور از طریق کاهش توانایی بلوغ فولیکول‌ها سبب عدم موفقیت در تولید مثل شود. از طرفی تحقیق حاضر با تحقیق انجام شده توسط زیارانی (۲۵) در تناقض می‌باشد که می‌تواند به دلیل تفاوت در شرایط و فرکانس امواج مورد استفاده در تحقیق باشد.

از نتایج دیگر پژوهش حاضر تأثیر امواج مایکرو و یو ساطع شده از تلفن‌های همراه بر هورمون‌های استروژن، پروژسترون، FSH و LH بود که مطالعه نشان داد غلظت این هورمون به طور معنی داری افزایش یافتند. نتایج این مطالعه با تحقیق انجام شده توسط بهار آرا و همکاران (۱۷) در تناقض می‌باشد. در تحقیق انجام شده توسط این محقق که با قرار دادن موش‌های گروه تجربی تحت امواج شبیه سازی شده تلفن همراه، انجام گرفته است نتایج هورمونی نشان داد که مقدار پروژسترون در گروه‌های تجربی کاهش معنی داری دارد ولی مقادیر هورمون‌های LH، FSH و استروژن تغییر معنی داری نشان نداد. این نتیجه، می‌تواند مربوط به تفاوت سیستم تولید امواج باشد که به وسیله ساخت دستگاه تولید کننده امواج الکترومغناطیس، امواجی شبیه به امواج موبایل ایجاد گردیده است ولی در تحقیق ما از خود گوشی تلفن همراه در حال مکالمه برای ایجاد امواج استفاده شد. Hjoellund و همکاران (۲۶)، با مطالعه اثر میدان‌های الکترومغناطیسی بر شاخص‌های باروری گزارش کردند که این امواج بر مقادیر هورمون‌های تولید مثلی تأثیر معنی داری ندارد. هم چنین Huuskonen و همکاران (۲۷) با به کارگیری میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱۳۰ میکروتسلا هیچ تغییری در سطح هورمون‌های استرادیول و پروژسترون مشاهده نکردند.

تفاوت یافته‌های پژوهشگران دیگر با یافته‌های مطالعه حاضر می‌تواند به دلیل تفاوت در فرکانس و شدت میدان‌های مورد مطالعه باشد. تفاوت در مدت زمان پرتو دهی، رده سلولی و بافت پرتو دهی شده از جمله مواردی است که سبب می‌شود یافته‌های مختلفی در مطالعه‌های مختلف بدست آید. احتمالاً این تغییر می‌تواند به دلیل تأثیری که امواج موبایل در سطح بالایی مغز (هیپوتالاموس) ایجاد کرده و میزان ترشح GnRH را تحت تأثیر

نسبت به تخمدان باشد که این بافت بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد.

در مطالعه حاضر، تعداد فولیکول‌های اولیه و جسم زرد کاهش معنی داری را نشان ندادند. کاهش تعداد فولیکول‌های ثانویه به ویژه در گروه تجربی ۱ و همچنین کاهش فولیکول‌های گرآف، معنی دار بود. همچنین تعداد فولیکول‌های آترتیک به طور معنی دار افزایش نشان داد. چون بیشتر حجم بدن را آب تشکیل می‌دهد تابش امواج الکترومغناطیسی بر آن می‌تواند ایجاد رادیکال‌های آزاد در بدن کند و این رادیکال‌های آزاد با ماکرومولکول‌ها و میکرومولکول‌ها واکنش می‌دهد که ممکن است با تغییر مختصر در یک مولکول باعث تغییر ژنتیکی شود (۲۰). همچنین این تغییرات موجب شکستن پیوند‌های شیمیایی شده که این خود می‌تواند باعث آسیب‌های زیستی گردد. اگر رادیکال‌های آزاد با اکسیژن ترکیب شوند و پراکسید هیدروژن تشکیل دهند، این آسیب‌ها تشدید می‌شود. اکسیژن باعث تثبیت ضایعات حاصله از تابش می‌شود. پراکسیدهای رادیکال‌های آزاد در آسیب وسیع غشایی و آسیب DNA دخالت دارند. در تحقیق حاضر نیز احتمالاً رادیکال‌های آزاد ایجاد شده بر اثر تابش امواج موبایل در بدن باعث تأثیر بر بافت تخمدان و مرگ سلولی در فولیکول‌های تخمدانی و افزایش فولیکول‌های آترتیک شده اند (۲۰). از طرفی این امواج باعث کاهش تشکیل آنتروم، نقصان در تکثیر سلول‌های گرانولوزا، کاهش تولید ۱۷-بتا استرادیول و ناتوانی اووسیت‌ها در کامل کردن بلوغ هسته ای می‌گردد (۲۱). کاهش در تکثیر سلولی و تولید ۱۷-بتا استرادیول می‌تواند مرتبط با فرایند مرگ سلولی باشد. احتمالاً امواج الکترومغناطیس باعث افزایش بیان برخی از ژن‌های آنکوژنی مثل C-mgC می‌شوند که پروتئین تولید شده توسط این ژن باعث تسهیل تکثیر سلول و تسهیل سنتز DNA در مرحله اینترفاز می‌گردد (۲۲). این عامل و هم چنین افزایش دما که بر اثر این امواج در بدن حیوان ایجاد می‌شود از طریق افزایش جریان خون، تکثیر سلول‌های فولیکولی را زیاد کرده و باعث تبدیل فولیکول‌های اولیه به ثانویه و گرآف و در نهایت باعث افزایش فولیکول‌های آترتیک شده که با کاهش تخمک گذاری، تأثیر منفی در میزان باروری ایجاد می‌کند (۲۳).

این نتایج با تحقیق Gul (۲۴) که اثرات امواج با شدت کم و با فرکانس‌های ۳۳ و ۵۰ هرتز را بر روی فولیکول‌ها به صورت *Invitro* بررسی کردند مطابقت دارد. Cecconi و همکاران (۲۱)، دریافتند میدان ۵۰ هرتزی تا روز

3. Baniks BS. Bioeffects of microwave brief review. *Bio Resource Technology*. 2003; 155-159.
4. Hyland G. Physics and biology of mobile telephone. *Lancet*. 2000; 356-25.
5. Bahar ara J, Oryan Sh, Ashraf A. [Effects of microwave (940 MHZ) on ovary and fertility of female Balb/C]. *Jornal of Science University*. 2007; 931- 940.
6. Nakamura H, Matsuzaki I. Nonthermal effects of mobile phone frequency microwave on uteroplacental functions in pregnant rat. *Reprod Toxcol*. 2003; 17:321-326.
7. Mailhes JB, Yaung D, Marino AA, London SN. Electromagnetic fields enhance chemically induced hyperploids in mammalian oocytes. *Mutagenesis*. 1997; 12 (5):347-51.
8. Klug S, Hetscher M, Giles S, Kohlsmann S, et al. The lack of effects of non thermal RF electromagnetic fields on the development of rat embryos grown in culture. *Life Sci*. 1997; 61:1789-802.
9. Cao YN, Zhang YL. Effects of exposure to extremely Low frequency electromagnetic fields on reproduction of female mice and development of offspring's. *Zhonghua Lao Dong Wei sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2006; 24:468 -70
10. Al-Akhras MA, Darmani H, Elbetieha A. Influence of 50Hz magnetic field on sex hormones other fertility parameters of adult male rats. *Bio electromagnetic*. 2006; 27(2):127-31.
11. Agarwal A, Deepinder F, Sharma R K, Ranga G L. Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study. *Fertil Steril*. 2008; 89(1):124-8.
12. Yan JG, Agresti M, Bruce T, Yan YH, et al. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertil Steril*. 2007; 88(4):957-64.
13. Miller PB, Charleston JS, Battaglia DE, Klein NA, et al. An accurate, simple method for unbiased determination of primordial follicle number in the primate ovary. *Bio Reprod*. 1997; 56(4):909-5.
14. Howard CV, Reed MG. Unbiased stereology: three dimensional measurements in microscopy, first published, Priscilla Goldby, BIOS scientific. 1998; 15.
15. Nyengaard JR. Stereological methods and their application in kidney research. *J Am Soc Nephrol*. 1999; 10(5): 1100-23.
16. Bassiri A. Statistical designs in agricultural sciences. Shiraz University Press. 1999; 50-56.

قرارداده است باشد. زیرا تغییر در غلظت GnRH در نهایت باعث تغییر در غلظت هورمون‌های استروژن، پروژسترون، FSH و LH می‌گردد. در تحقیق ما به دلیل عدم دسترسی به کیت GnRH، غلظت این هورمون اندازه‌گیری نشد. بهتر است در آینده تحقیقات بیشتری از جمله اندازه‌گیری غلظت هورمون GnRH در این ارتباط انجام گیرد.

### نتیجه گیری

از نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که امواج ساطع شده از موبایل ممکن است با اختلال در مسیرهای کنترل کننده هورمون‌ها، تعداد فولیکول‌های ثانویه و گراف را کاهش و هم چنین تعداد فولیکول‌های آترتیک را افزایش دهد که این حالت می‌تواند تأثیر منفی بر باروری موش‌های ماده ایجاد کند. همچنین بر اساس مطالعات انجام گرفته می‌توان چنین گفت که در تحقیق حاضر نیز احتمالاً رادیکال‌های آزاد ایجاد شده بر اثر تابش امواج موبایل در بدن باعث تأثیر بر بافت تخمدان و مرگ سلولی در فولیکول‌های تخمدانی و افزایش فولیکول‌های آترتیک شده‌اند (۲۰).

### تشکر و قدردانی

نتایج این پژوهش بر اساس پایان نامه کارشناسی ارشد خانم مریم نظری دانشجوی رشته علوم جانوری گرایش زیست شناسی سلولی تکوینی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم با عنوان بررسی اثر امواج موبایل بر تخمدان و غلظت هورمون‌های LH، FSH، استروژن و پروژسترون در موش‌های صحرایی بالغ ارائه گردیده است. بدین وسیله از مسوول محترم آزمایشگاه تکوینی که در اجرای این طرح همکاری صمیمانه‌ای داشته‌اند تقدیر و سپاسگزاری می‌شود.

### منابع

1. Serway RA, Ujewett JW. Physics for scientists and engineers (6 thed). BilaalFarah ISBNO. 2004; 534:40842-7.
2. Dimitris J, Panagoulos H, Margaritis P. Effects of electromagnetic field on the reproductive capacity of *Drosophila melanogaster* in biological effects of electromagnetic fields, mechanism modelin, biological effects, Starroulakis, P Isted, createBerlin, New York. 2003; 438-52.

17. Baharara J, Parivar K, Oryan Sh, Ashraf A. [The effect long time of mobile phone radiation of stimulation female reproductive glands in mice (Balb/C)]. *biotechnology*. 2004; 3:931-938.
18. Elebetieha A, Al-Akhras M. Long-term exposure of male and female mice to 50Hz magnetic field: effects on fertility. *Bioelectromagnetics*. 2002; 23:168-172.
- 19- Ozguner IF Dindar HY Agmurlu A Savas C Gokcora IH Yucesan S. The effect of electromagnetic field on undescended testis after orchiopexy. *Int Urol Nephrol*. 2002; 33(1):87-93.
20. Ferreri F, Carcio G, Pasquale T, Gemnaro L, et al. Mobile phone emissions and human brain excitability. *Ann Nearol*. 2006; 60(2): 188-196.
21. Cecconi S, Gualtieri G D, Bartolomeo A, Troiani G, et al. Evaluation of low extremely low frequency electromagnetic field on mammalian follicle development. *Hum Reprod*. 2000; 15(11):2319-25.
22. Fedrowitz M, Westermann J, Loscher W. Magnetic field exposure increases cell proliferation but does not affect melatonin levels in the mammary gland of female *Sprague dawley* rats. *Cancer Res*. 2002; 62(5):1356-63.
23. Knave B. Electric and magnetic fields and health outcomes. An overview. *Scand J Work Environ Health*. 1994; 20:78-89.
24. GuL A, Celebi H, Ugras, S. The effects of microwave emitted by cellular phones on ovarian follicles in rats. *Arch Gynecol Obstet*. 2009; 5:729-33.
25. Zyarani SF, Borhani N, Rajai F, Esmaili MH. [Effects of low frequency electromagnetic field on the ovarian tissue and fertility rate in preimplantation in mice (Balb/C)]. *Medical university*. 2009; 10(5):647-652.
26. Hjollund NH, Skotte JH, Kolstad H A, Bonde JP. 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*. 1999; 56(4):253-5.
27. Huuskonen H, Saastamoinen V, Komulainen H, Laitinen J, et al. Effects of low-frequency magnetic fields on implantation in rats. *Reprod Toxicol*. 2001; 15(1):49-59.