# بررسی اثر میدان الکترومغناطیس بر تخمدان و هورمون‌های جنسی موش صحرایی ماده

دکتر ملیحه‌الزمان منصفی[1]- دکتر امین‌اله بهاءالدینی[2]- منیژه پیروز[3] - صنم حقیقی[3]

## چکیده

**زمینه و هدف:** ازدیاد وسایل الکتریکی و سیستم‌های ارتباطی و شبکه رو به گسترش و وسیع سیستم‌های توزیع نیروی الکتریکی، باعث رشد فزاینده میدانهای الکترومغناطیس در زندگی امروزی شده است. با توجه به گزارشاتی حاکی از اثرات سوء میدان الکترومغناطیس بر موجودات زنده، در مطالعه حاضر اثر این میادین بر تغییرات دستگاه تناسلی ماده که به تولید نسل مرتبط است، مورد تحقیق قرار گرفت.

**روش بررسی:** در این مطالعه تجربی، ۳۲ سر موش صحرایی ماده بالغ که همگی در مرحله دی استروس از سیکل استروس قرار داشتند، به چهار گروه تقسیم شدند؛ در هر گروه ۸ موش قرار گرفت. گروههای مورد MF1 و MF2 به ترتیب به مدت ۵ و ۱۰ روز در میدان الکترومغناطیس با شدت ۴۳ گوس (۴/۳ میلی تسلا) و گروههای شاهد C1 و C2 نیز به ترتیب به مدت ۵ و ۱۰ روز در میدان خاموش قرار گرفتند. بعد از اتمام زمان قرارگیری در میدان، موش‌ها بیهوش شدند و از آئورت پشتی آنها خونگیری و میزان هورمون‌های FSH و LH سرم با استفاده از روش رادیوایمیونواسی و نیز هورمون‌های استروژن و پروژسترون اندازه‌گیری شد؛ سپس تخمدان‌ها خارج شدند و مقاطع سریال طولی به ضخامت ۵ میکرومتر تهیه و با روش هماتوکسیلین- ائوزین (H&E) رنگ‌آمیزی و بلندترین قطر فولیکول‌های تخمدان و جسم زرد اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون آماری Mann- Whitney-U با سطح معنی‌داری $P\leq ۰/۰۵$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:** بین غلظت استروژن و پروژسترون و سطح سرمی FSH و LH و نیز در قطر انواع مختلف فولیکول‌های تخمدان در گروههای مورد و شاهد ۵ روزه و ۱۰ روزه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت اما کاهش در قطر جسم زرد گروه MF1 نسبت به C1 وکاهش قطر فولیکول‌های ثانویه در تخمدان چپ گروه MF1 نسبت به MF2 مشاهده گردید.

**نتیجه‌گیری:** قرار گرفتن در معرض میدانهای الکترومغناطیس الزاماً همیشه با ایجاد اثرات منفی در بدن موجود زنده همراه نخواهد بود و بسته به وضعیت بیولوژیک سلول مورد مطالعه، هدایت بافتی و شعاع سطحی که جریان از آن عبور می‌کند، می‌تواند به صورت مهارکننده یا فعال‌کننده عمل کند.

**واژه‌های کلیدی:** میدان الکترومغناطیس؛ فولیکول؛ جسم زرد؛ هورمون‌های جنسی؛ تخمدان

**مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند (دوره ۱۱, شماره ٤, سال ۱۳۸۳)**

[1] نویسنده مسؤول؛ استادیار گروه آموزشی زیست‌شناسی دانشکده علوم دانشگاه شیراز

آدرس: شیراز- دانشگاه شیراز- دانشکده علوم- بخش زیست‌شناسی تلفن: ۰۷۱۱-۲۲۸۰۹۱۶ نمابر:۰۷۱۱-۲۲۸۰۹۱۶ پست الکترونیکی: monsefi@susc.ac.ir

[2] استادیار گروه آموزشی زیست‌شناسی دانشکده علوم دانشگاه شیراز

[3] کارشناس ارشد رشته علوم جانوری

## مقدمه

امروزه وجود میادین الکترومغناطیس با شدتهای گوناگون اجتناب‌ناپذیر شده است. این میادین در نتیجه حرکت ذرات باردار در محیط رسانا و خلأ به وجود می‌آیند و دارای نوعی انرژی هستند که بر اتم‌ها و ملکول‌ها بر هم‌کنشی ایجاد می‌کند و منجر به جذب یا بازتابش امواج الکترومغناطیسی می‌شود. اثرات این میادین با فرکانس پایین (۱۰۰≤هرتز) بر وظایف و اعمال بیولوژیکی موجودات (ارگانیسم‌های) زنده، خطر وسیعی را نشان می‌دهد که در سلامت زندگی بشری محسوس است (۱). افرادی که در معرض این میادین واقع می‌شوند، دچار خستگی، سر درد و کوفتگی می‌شوند و میل جنسی آنها نیز کاهش می‌یابد؛ طبق گزارش Rannug و همکاران، در سطح بدن موشهایی که در معرض میدان الکترومغناطیس (خاموش- روشن) با فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۵ گوس قرار گرفته‌اند، مجموعه‌ای از تومورهای پوستی ظاهر شده است (۲).

در تحقیقی اثرات این میادین به صورت افزایش فضاهای بین لوله‌های سمینیفر و بروز بی‌نظمی در اپیتلیوم این لوله‌ها، کاهش معنی‌دار تعداد سلول‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتید، پیدایش اشکال نکروتیک و هسته‌های پیکنوزه در اپیتلیوم لوله‌ها، افزایش تعداد سلول‌های سرتولی و افزایش ترشحات در لومن توبول‌های سمینیفرگزارش گردیده است (۳). در تحقیق دیگری تعداد سلول‌های لایدیگ بعد از ۱۵ روز قرارگیری در معرض میدان الکترومغناطیس از افزایش معنی‌داری برخوردار شد و سطوح FSH§ و LH** پلاسما نیز به ترتیب ۱/۵ و ۳/۵ برابر افزایش یافت ولی سطح تستوسترون کاهش معنی‌داری نشان داد (۴).

Mailhes و همکاران اثر میادین الکترومغناطیس بر اووسیت‌های موش را بررسی کردند و افزایش هیپرپلوئیدی در متافاز II اووسیت و نیز افزایش تخمک‌گذاری و بلوغ میوزی اووسیت به دلیل فعال شدن سیستم نوروآندوکرینی را گزارش نمودند (۵)؛ ولی تحقیقات کمی بر روی فولیکول‌های تخمدانی و جسم زرد متأثر از میادین الکترومغناطیس انجام شده و تنها رشد فولیکول‌های تخمدانی قبل از تشکیل انتروم به مدت ۵ روز در محیط کشت بررسی شده است که رشد عادی فولیکول‌ها تا ۳ روز اول و کاهش شدید رشد در روز پنجم گزارش گردید؛ فولیکول‌های کم رشد، فاقد انتروم بودند و استرادیول کمتری آزاد می‌کردند و سنتز DNA در سلول‌های گرانولوزا نیز کاهش نشان داد؛ بنابراین میدان الکترومغناطیس توانایی رسیدگی فولیکول‌ها را کاهش می‌دهد (۶). در تحقیق حاضر اثر این میادین بر قطر فولیکول‌های تخمدانی و جسم زرد و نیز سطح پلاسمایی هورمون‌های جنسی و گنادوتروپین‌ها در موش (به عنوان یک مدل آزمایشگاهی) مورد تحقیق قرار گرفت.

## روش بررسی

در این مطالعه تجربی، از ۳۲ سر موش صحرایی ماده بالغ از نژاد Speragu Dawley با وزن تقریبی ۲۲۵ گرم و سن ۷۰ روز استفاده شد. از موش‌ها در حرارت ۲± ۲۵ درجه سانتیگراد و طول شبانه روز ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی نگهداری شد. قبل ازقرارگیری در میدان الکترومغناطیس، از موش‌ها به مدت یک هفته در حیوانخانه نگهداری شد تا کاملاً با محیط جدید سازگار شوند. در تمام طول آزمایش اصول انسانی مراقبت از حیوانات رعایت گردید. با تهیه گستره‌های روزانه از واژن، مرحله سیکل استروس در آنها تعیین شد و موش‌هایی که در مرحله دی‌استروس بودند، مورد استفاده قرار گرفتند. موش‌ها به چهار گروه تقسیم شدند؛ در هر گروه ۸ موش قرار گرفت. گروههای مورد MF1 و MF2 به ترتیب به مدت ۵ و ۱۰ روز در میدان الکترومغناطیس با شدت ۴۳ گوس (۴/۳ میلی تسلا) و گروههای شاهد C1 و C2 نیز به ترتیب به مدت ۵ و ۱۰ روز در میدان خاموش قرار گرفتند.

به منظور ایجاد میدان الکترومغناطیس با شدت ۴/۳

§ Follicular Stimulating Hormone
** Luteinizing Hormone

میلی‌تسلا از سلنوئیدی با ۶۳۰۰ دور سیم لاکی روپوش‌دار ۰/۶ میلیمتری که به دور استوانه‌ای به قطر ۱۶ سانتیمتر و طول ۱۸ سانتیمتر پیچیده شده و ۱۸/۴ کیلوگرم وزن داشت، استفاده شد. این سیم‌پیچ به طور مستقیم به ولتاژ ۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز (برق شهر) متصل شد که در نتیجه میدان مغناطیسی به شدت ۴/۳ میلی تسلا و میدان الکتریکی با ولتاژ ۰/۰۱۴ میلی ولت تولید گردید.

به منظور اندازه‌گیری میدان مغناطیسی از دستگاه گوس‌متر و برای اندازه‌گیری شدت جریان از دستگاه آمپرمتر استفاده شد. دو دهانه سلنوئید توسط توریهای فلزی، پوشیده شد تا هوای داخل سلنوئید تهویه گردد. در هر سلنوئید دو موش نگهداری می‌شد. در مدت زمان قرارگیری موشهای صحرایی در میدان الکترومغناطیسی، مراحل مختلف سیکل استروس به وسیله نمونه‌برداری روزانه از واژن و رنگ‌آمیزی آنها با گیمسا مطالعه شد.

با استفاده از یک قطره‌چکان از ترشحات درون واژن نمونه تهیه و روی لام قرار داده شد؛ پس از خشک شدن لام، مرحله پایداری با الکل اتیلیک و رنگ‌آمیزی با محلول گیمسا به مدت ۱۵ دقیقه انجام گردید. لام‌های رنگ‌شده، بعد از شستشو با آب مقطر، با میکروسکوپ نوری مورد مشاهده قرار گرفتند و با تعیین نوع سلول‌ها مراحل مختلف سیکل استروس تعیین گردید (۷).

بعد از اتمام زمان قرارگیری در میدانهای الکترومغناطیس روشن و خاموش، موش‌های صحرایی بیهوش شدند و بعد از تشریح ناحیه شکمی از آئورت پشتی آنها خونگیری انجام شد؛ سپس خون گرفته‌شده، به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد و سرم خون جدا گردید. سرم‌های جداشده به آزمایشگاه هورمون‌شناسی منتقل و میزان هورمون‌های FSH و LH سرم و نیز سطح سرمی استروژن و پروژسترون با استفاده از روش رادیوایمیونواسی اندازه‌گیری شد.

بعد از اتمام خونگیری از موش‌های صحرایی، تخمدانهای سمت راست و چپ خارج و با استفاده از مراحل آماده‌سازی بافتی (۸)، مقاطع طولی سریال بافتی به ضخامت ۵ میکرومتر تهیه و به روش هماتوکسیلین- ائوزین (H&E) رنگ‌آمیزی شدند. از هر تخمدان ۹ برش طولی با فواصل مشخص و ثابت تهیه گردید و با استفاده از میکرومتر مدرج چشمی و بزرگنمایی ۱۰ برابر میکروسکوپ نوری، بزرگترین قطر فولیکول‌های اولیه، ثانویه، گراف و جسم زرد اندازه‌گیری گردید.

وزن موش‌ها قبل و بعد از قرارگیری در معرض میدان الکترومغناطیس، با استفاده از ترازو با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری گردید.

میانگین اعداد به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون Mann-Whitney-U در سطح معنی‌داری $P\leq ۰/۰۵$ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و اختلافات آماری بین گروههای مورد و شاهد و گروههای مورد با هم و گروههای شاهد با هم سنجیده شد. میانگین وزن موش‌ها در گروههای مختلف نیز با استفاده از آزمون آماری Wilcoxon Signed Ranked مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

## یافته‌ها

با مقایسه گستره‌های واژنی موش‌ها که به طور روزانه از گروههای مورد و شاهد ۵ و ۱۰ روزه تهیه شد، طول مرحله استروس از سیکل استروس در گروه آزمایشی پنج روزه حدوداً تا ۲ روز افزایش یافت؛ همچنین در گروه مورد ۱۰ روزه، افزایش طول مرحله استروس مشاهده گردید؛ به نحوی که در طی ۱۰ روز، سه مرحله استروس که در تعدادی از گروهها طولانی‌تر از حد معمول بود، مشاهده گردید.

در این تحقیق، اثر میدان الکترومغناطیسی بر تغییرات غلظت گنادوتروپین‌ها و استروئیدهای جنسی اختلاف معنی‌داری را از نظر غلظت هورمون‌های مورد نظر بین گروههای مورد و شاهد ۵ و ۱۰ روزه نشان نداد (جدول ۱).

بررسی میکروسکوپ نوری مقاطع تخمدان، هیچ گونه تغییر بافتی را نشان نداد. میدان الکترومغناطیس هیچ تأثیری بر قطر فولیکول‌های اولیه در تخمدان راست و چپ و همچنین مجموع تخمدانها نداشت ولی کاهش قطر فولیکول‌های ثانویه در گروه MF1 نسبت به MF2،کاهش قطر فولیکول‌های ثانویه در گروه C1 در تخمدان راست و چپ و گروه C2 نیز در هر دو تخمدان مشهود بود؛ همچنین میانگین قطر فولیکول‌های گراف در هر تخمدان و میانگین مجموع این فولیکول‌ها در دو تخمدان تغییر معنی‌دار آماری را نشان نداد. اندازه‌گیری اقطار جسم زرد، کاهش قطر در تخمدان راست گروه MF1 نسبت به C1 را نشان داد؛ اما مجموع فولیکول‌های موجود در دو تخمدان، هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری را نسبت به هم نشان ندادند (جدولهای ۲ و۳)؛ همچنین تغییرات وزن قبل و بعد ازقرارگیری در میدان الکترومغناطیس اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۴).

**جدول ۱- میانگین غلظت سرمی گنادوتروپین‌ها و استروئیدهای جنسی درمرحله دی استروس**

| گروه | استروژن (pg/ml) | پروژسترون (ng/ml) | FSH (Iu/lit) | LH (Iu/lit) |
|---|---|---|---|---|
| C1 | ۲۹/۰۱۵±۹/۹۱۰۳ | ۳۰/۴۷۵۰±۹/۳۲۲۴ | ۰/۲۱۷۵±۰/۱۳۷۷ | ۰/۰۷±۰/۰۲۲۷ |
| MF1 | ۲۲/۳۹۰۰±۱/۳۹۴۲ | ۳۰/۸۷۵۰±۱۲/۵۱۱۵ | ۰/۰۶±۰/۰۱۲۲ | ۰/۰۹۲۵±۰/۰۵۳۱ |
| C2 | ۲۸/۸۱۳۳±۱۰/۹۰۷۶ | ۱۶/۰۳۳۳±۳/۶۰۵۷ | ۰/۰۶۳۳±۰/۰۲۰۲ | ۰/۳۴۶۷±۰/۲۷۷۶ |
| MF2 | ۲۷/۱۶۰۰±۳/۷۲۳۳ | ۲۶/۸۲۵۰±۱۲/۹۷۶۳ | ۰/۰۸±۰/۰۱۴۷ | ۰/۱۲۲۵±۰/۰۴۴۷ |

**جدول ۲- تأثیر میدان الکترومغناطیس بر قطر فولیکول‌ها و جسم زرد موجود در تخمدانهای راست و چپ بر حسب میکرومتر**

| | | فولیکول اولیه | فولیکول ثانویه | فولیکول گراف | جسم زرد |
|---|---|---|---|---|---|
| MF1 | راست | ۱۰۱/۳۸±۱۰/۲۴ | ۲۶۳/۲۹±۲۴/۸۱ | ۳۷۹/۴۸±۵۰/۴۲ | ۵۸۰/۷۹±۳۴/۱۷* |
| | چپ | ۱۴۴/۵۴±۱۹/۲۴ | ۲۲۶/۳۳±۲۲/۶۳▪ | ۴۴۱/۹۴±۵۱/۹۷ | ۶۰۸/۶۸±۷۱/۸۱ |
| C1 | راست | ۱۰۷/۹۱±۷/۸۸ | ۲۶۸/۳۷±۴۰/۵۱ ٨ | ۳۶۲/۵۳±۳۴/۳۹ | ۶۷۰/۵۱±۲۹/۶۴* |
| | چپ | ۱۱۷/۱۳±۷/۴۰ | ۲۶۹/۱۸±۴۱/۶۸ ٨ | ۳۶۶/۱۸±۲۵/۹۰ | ۶۶۴/۴۵±۴۳/۰۷ |
| MF2 | راست | ۱۴۶/۸۹±۱۲/۴۲ | ۲۷۰/۳۹±۲۷/۲۸ | ۳۳۷/۰۷±۲۸/۰۹ | ۶۳۸/۹۹±۳۸/۵۱ |
| | چپ | ۱۷۹/۴۵±۲۷/۵۲ | ۲۷۸/۵۲±۴۳/۵۱▪ | ۳۹۰/۴۲±۵۴/۳۴ | ۶۰۲/۷۹±۲۹/۲۸ |
| C2 | راست | ۱۰۶/۳۳±۶/۱۸ | ۲۱۹/۲۳±۵۳/۳۱ + | ۳۹۲/۸۶±۳۸/۸۴ | ۵۹۶/۵۵±۲۹/۷۸ |
| | چپ | ۱۶۱/۶۶±۴۷/۷۰ | ۲۹۴/۶۳±۳۵/۲۱ + | ۳۷۲/۲۳±۴۴/۹۸ | ۶۲۶/۸۶±۲۴/۵۶ |

علائم مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار P≤۰/۰۵ می‌باشد.

**جدول ۳- تأثیر میدان الکترومغناطیس بر قطرمجموع فولیکول‌ها و جسم زرد موجود درهر دو تخمدان بر حسب میکرومتر**

| گروه | فولیکول اولیه | فولیکول ثانویه | فولیکول گراف | جسم زرد |
|---|---|---|---|---|
| MF1 | ۱۳۱/۵۵±۲۶/۳۴ | ۲۵۷/۰۵±۳۱/۱۷ | ۳۶۳/۷۵±۳۳/۹۷ | ۵۸۳/۲۱±۳۹/۴۲ |
| C1 | ۱۴۸/۵۵±۲۶/۰۳ | ۲۲۹/۵۲±۳۲/۹۱ | ۳۸۲/۵۴±۳۰/۰۹ | ۶۱۱/۷۰±۲۲/۸۶ |
| MF2 | ۱۱۳/۹۲±۱۴/۸۹ | ۱۵۷/۶۲±۳۴/۸۷ | ۳۸۳/۱۰±۳۳/۶۳ | ۵۹۴/۷۳±۴۲/۹۵ |
| C2 | ۱۱۲/۵۲±۶/۰۴ | ۱۸۴/۹۰±۲۹/۴۲ | ۳۶۴/۳۵±۲۰/۰۰ | ۶۶۷/۴۵±۳۲/۵۱ |

**جدول ٤- میانگین وزن در گروههای مورد و شاهد ۱۰ روزه بر حسب گرم**

| گروه | وزن قبل از قرارگیری در معرض میدان | وزن بعداز قرارگیری در معرض میدان |
|---|---|---|
| C1 | ۱۷۹/۵±۸/۱۶ | ۱۷۲/۰۲±۷/۶۰ |
| MF1 | ۱۷۶/۵±۵/۶۰ | ۱۷۸/۴۲±۶/۵۰ |
| C2 | ۱۶۷/۸۷±۶/۹۲ | ۱۶۷/۰۷±۶/۸۳ |
| MF2 | ۱۸۳/۲۵±۴/۳۱ | ۱۸۶/۹۱±۴/۳۲ |

## بحث و نتیجه‌گیری

وسایل مولد و مصرف‌کننده جریان برق، به دو شکل جریان مستقیم و متناوب وجود دارد. در صورت مستقیم بودن جریان، پدیده تابش در آنها وجود ندارد؛ ولی در صورتی که جریان متناوب باشد، هر دو انرژی تابش و میدان را تولید می‌کند. در این تحقیق میدان الکترومغناطیس از نوع متناوب بود. بررسیهای تئوریک و عملی توسط محققان نشان می‌دهد که تأثیر این امواج بر بدن، از طریق القای پدیده‌های فیزیکی می‌باشد که به صورت تغییرات بیولوژیکی و حتی اختلال در عملکرد اندامها نمایان می‌شود. سیستم مغز و اعصاب و گردش خون به دلیل داشتن فعالیت الکتریکی، به طور خاص نسبت به اثرات EMF آسیب‌پذیر می‌باشند. با توجه به اهمیت سیستم تناسلی در بقای نسل و افزایش میادین الکترومغناطیس در زندگی امروزی ضرورت تحقیقات روی این سیستم اجتناب‌ناپذیز می‌باشد.

یافته‌های به دست آمده از تحقیق حاضر نشان می‌دهد که میزان پلاسمایی هورمون FSH و LH در گروههایی که در معرض EMF با شدت ۴۳ گوس و فرکانس ۵۰ هرتز قرار داشته‌اند، در مقایسه با گروه شاهد، اختلاف معنی‌داری نشان نمی دهد. McGivern و همکاران، موشهای صحرایی نری را که ۱۲۰ روز از عمر آنها می‌گذشت و در معرض EMF باشدت ۸ گوس قرار داشتند را مطالعه و گزارش کردند که این میدان بر غلظت FSH و LH تأثیری نداشته است (۹).

در بررسی اثرات [††] EMF بر اسپرماتوژنز، مطالعات سنجش FSH نشان داد که سطح این هورمون یک روز پس از پایان میدان‌دهی تغییری نشان نمی‌دهد (۴).

Margonato و همکاران تحقیقی بر روی ۲۴۰ موش صحرایی نر بالغ که به مدت ۸ ساعت در روز، در معرض میدان الکتریکی ۲۵ Kv/m و ۱۰۰ Kv/m با فرکانس ۵۰ هرتز برای مدت ۲۸۰،۴۴۰ و۱۲۴۰ ساعت قرار داشتند، انجام دادند و گزارش کردند که از نظر مدت‌زمان قرارگرفتن در معرض میدان، شدت میدان و نوع میدان در وزن بدن و سطح هورمون FSH و LH و تستوسترون درگروههای مورد و شاهد اختلاف اساسی وجود ندارد (۱۰).

Selmaoui و همکاران با مطالعه بر روی میزان هورمون‌های FSH و LH در ۳۲ مرد جوان ۲۰-۳۰ ساله که در معرض میدان الکترومغناطیس با شدت ۱۰ میکروتسلا و فرکانس ۵۰ هرتز چه به صورت مداوم و چه به صورت میدان خاموش و روشن قرارداشتند، متوجه عدم تأثیر معنی‌دار میدان الکترومغناطیس براین هورمون‌ها شد (۱۱).

روش جدید برای به کارگیری میدان مغناطیسی بر روی مغز، بدون احتیاج به عمل جراحی انجام می‌گیرد که به TMS [‡‡] معروف می‌باشد؛ در مطالعه Hedges و همکاران، با استفاده از این روش در انسان، غلظت بسیاری از هورمون‌ها از جمله FSH و LH اختلاف معنی‌داری را با گروه شاهد نشان نداد (۱۲).

نتایج این تحقیقات از نظر عدم تأثیر EMF بر غلظت پلاسمایی FSH و LH با نتایج تحقیق فعلی مطابقت دارد.

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق اختلاف معنی‌دار آماری در قطر انواع مختلف فولیکول‌های تخمدان بین گروههای مورد و شاهد مشاهده نمی‌شود. باید به این نکته توجه داشت که میادین الکترومغناطیس بسته به وضعیت بیولوژیک سلول مورد مطالعه و شاخصهای میدان می‌توانند اثرات متفاوتی را القا کنند (۱۴،۱۳).

[††] Electromagnetic Field
[‡‡] Transcranial Magnetic Stimulation

نکته قابل توجه دیگر این کـه چگـالی جریـان حاصـل از میدانهای الکترومغناطیس علاوه بر قدرت میـدان، فرکـانس و هدایت بافتی به شعاع سطحی که جریان از آن عبور مـی‌کنـد نیز بستگی دارد (۱۴)؛ بنابراین برای تعمیم نتـایج حیـوانی بـه انسان می‌بایست عوامل مربوط به ابعاد بدن نیز در نظر گرفتـه شود (۱۵).

در تحقیقی بر روی فولیکول‌هـای جـدا شـده از تخمـدان موش و بررسی رشد آنها در محیط کشـت، گـزارش شـد کـه میدان الکترومغناطیس بـا شـدت بـین ۰–۲/۸ میلـی تسـلا و فرکانس ۳۳ هرتز، رشد فولیکول‌ها را بـه صـورت معنـی‌داری کاهش می‌دهد و فولیکول‌ها بـه کنـدی بـه مرحلـه حفـره‌دار شدن می‌رسند؛ اما این کندی رشد در فرکانس ۵۰ هرتز بسیار نامحسوس می‌باشد (۶)؛ به همین دلیل شدت ۴/۳ میلی تسلا میدان الکترومغناطیس با فرکانس ۵۰ هرتز به کار گرفته شده در این تحقیق، تأثیری بر قطر فولیکول‌های تخمدانی نداشـته اسـت. کـاهش معنـی‌دار قطـر فولیکـول‌هـای ثانویـه بـین تخمدان‌هـای سـمت راسـت و چـپ گروههـای C1 و C2 را می‌توان ناشی از یکسان نبودن فعالیت تخمـدانها دانسـت. در شرایط معمولی نیـز در مـوش صـحرایی و سـایر پسـتانداران، تخمدانهای چـپ و راسـت از نظـر تخمـک‌گـذاری و میـزان فعالیت بـا یکـدیگر متفاوتنـد. ایـن تفاوتهـا در گروههـای در معرض میدان قرار گرفته، نسبت به گروه شـاهد تقلیـل یافتـه است که احتمالاً به تأثیر میدان بر طول دوره جنسی از جملـه مراحل استروس و دی اسـتروس ارتبـاط دارد. در ایـن راسـتا طول مدت قرارگیری در میدان الکترومغناطیس نیز قابل توجه می‌باشـد؛ چنانچـه مقایسـه دو گـروه MF1 و MF2 بـا هـم اختلاف آماری معنی‌دار نشان مـی‌دهنـد امـا مقایسـه ایـن دو گروه با گروههای شاهد فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد. قطر جسم زرد در گروه MF1 نسبت به گـروه C1 کـا هـش معنی‌دار را نشان می‌دهد. با توجه به اندازه بزرگتـر جسـم زرد نسبت به انواع فولیکول‌ها، شاید بتوان این کاهش را ناشـی از مواجهه بیشترجسم زرد با میدان دانست؛ زیرا مـرگ برنامـه‌دار سلول‌ها[§§] در سلول‌های گرانولوزای تخمدان در معرض میدان الکترومغناطیس گزارش گردیده است (۶)؛ همچنین میـدانهای الکترومغناطیسی با داشتن امواج دارای انـرژی بـالا از طریـق ایجاد رادیکال‌های آزاد اثرات تخریبی خود را اعمال مـی‌کننـد (۳).

در این تحقیق اختلاف معنی‌داری در مورد تغییـرات وزن بدن در گروههای مورد و شاهد مشاهده نشد. Margonato و همکاران، روند افزایش وزن بدن گروههای مـورد و شـاهد در میدان الکترومغناطیس ۵ میکرو تسـلا و ۵۰ هرتـز را یکسـان گزارش کردند (۱۰).

Zocca و همکاران نیز با به کارگیری میدانهای ۵ و ۱۰۰ میکروتسلا و فرکانس ۵۰ هرتز تغییرات وزن گروههای مـورد و شاهد را یکسان گزارش نمودند (۱۶).

در مطالعـه‌ای دیگـر، تـأثیرات میـدان الکترومغناطیسـی سینوسی ۵۰ هرتز بـا پولاریتـه خطـی و چگـالی ۱۰۰ و ۴۰۰ میکروتسلا بر موشهای صحرایی نر بالغ بررسی شد و تفـاوت معنی‌داری در گروههای مورد مطالعه گزارش نگردید (۱۷).

قرارگیری در میدان الکترومغناطیس با شدت به کار گرفته شده در کوتاه مـدت تغییـر در غلظـت سـرمی هورمـون‌هـای جنسی و تغییرات بافتی در تخمـدان را ایجـاد نمـی‌نمایـد امـا سبب کاهش قطر جسم زرد می‌گردد.

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیـق، مـی‌تـوان چنین نتیجه گیری کرد که قرار گرفتن در معـرض میـدانهای الکترومغناطیس الزاماً همیشه با ایجـاد اثـرات منفـی در بـدن موجود زنده همراه نخواهد بود و باید به این نکته توجـه کـرد که میدانهای الکترومغناطیسی بسـته بـه وضـعیت بیولوژیـک سلول مورد مطالعه، هدایت بافتی، شعاع سطحی که جریـان از آن عبور می‌کند، همچنین شاخصهای میـدان شـامل چگـالی جریـان حاصـل از میـدانهای مغناطیسـی، قـدرت میـدان و فرکانس آن، می‌توانند به صـورت مهارکننـده یـا فعـال‌کننـده عمل کنند؛ بنابراین بر این اساس بایستی بـرای تعمـیم نتـایج

§§ Apoptosis

حیوانی به انسان، عوامل مربوط به ابعاد بدن نیز در نظر گرفته شود (۱۸)؛ پس شاید دور از انتظار نباشد کـه در چگـالی‌هـای بسیار پایین‌تـر از چگـالی مـورد نظـر در ایـن تحقیـق شـاهد تأثیرات میدان بر میزان گنادوتروپین‌ها و هورمونهـای جنسـی ماده باشیم.

## منابع:


1- De Vita R, Cavallo D, Raganella L, Eleuteri P, Grollino MG, Calugi A. Effects of 50 Hz magnetic fields on mouse spermatogenesis monitored by flow cytometric analysis. Bioelectromagnetics. 1995; 16 (5): 330-34.

2- Rannug A, Holmberg B, Ekstrom T, Mild KH, Gimenez-Conti I, Slaga TJ. Intermittent 50 Hz magnetic field and skin tumor promotion in SENCAR mice. Carcinogenesis. 1994; 15 (2): 153-57.

۳- سلیمانی‌راد جعفر، دیبارز فریبا، اهرابیان قاسم. بررسی اثرات میدان الکترو مغناطیسی بر فرایند اسپرماتوژنز در رت. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز. سال ۱۳۷۸؛ دوره ۳۱ (شماره۳۶): صفحات ۵۵-۵۶.

۴- قلیان اول علی. بررسی اثرات میدانهای مغناطیسی با فرکانس پایین بر بیضه‌ها و غدد ضمیمه دستگاه تناسلی موش‌های بالغ نژاد balb/c. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت معلم، ۱۳۷۳.

5- Mailhes JB, Young D, Marino AA, London SN. Electromagnetic fields enhance chemically-induced hyperploidy in mammalian oocytes. Mutagenesis. 1997; 12 (5): 347-51.

6- Cecconi S, Gualtieri G, Di Bartolomeo A, Troiani G, Cifone MG, Canipari R. Evaluation of the effects of extremely low frequency electromagnetic fields on mammalian follicle development. Hum Reprod. 2000; 15 (11): 2319-25.

7- Fox RR, Laird CW. Sexual Cycles in Reproduction and Breeding Techniques for Laboratory Animals. Philadelphia: CC& Febiger; 1970: 115-17.

8- Smith A, Bruton J. A Colour Atlas of Histological Staining Techniques. 2nd ed. USA: Wolf Medical Publication. 1978: 133-63.

9- McGivern RF, Sokol RZ, Adey WR. Prenatal exposure to a low-frequency electromagnetic field demasculinizes adult scent marking behavior and increases accessory sex organ weights in rats. Teratology. 1990; 41 (1): 1-8.

10- Margonato V, Nicolini P, Conti R, Zecca L, Veicsteinas A, Cerretelli P. Biologic effects of prolonged exposure to ELF electromagnetic fields in rats: II. 50 Hz magnetic fields. Bioelectromagnetics. 1995; 16 (6): 343-55.

11- Selmaoui B, Lambrozo J, Touitou Y. Endocrine functions in young men exposed for one night to a 50-Hz magnetic field. A circadian study of pituitary, thyroid and adrenocortical hormones. Life Sci. 1997; 61 (5): 473-86.

12- Hedges DW, Salyer DL, Higginbotham BJ, Lund TD, Hellewell JL, Ferguson D, et al. Transcranial magnetic stimulation (TMS) effects on testosterone, prolactin, and corticosterone in adult male rats. Biol Psychiatry. 2002; 51 (5): 417-21.

13- Petrini M, Polidori R, Ambrogi F, Valini Zaniol P, Ronca G, Conte A. Effect of different low frequency electromagnetic field on lymphocyte activation: at which cellular level. Bioelectromagnetics. 1990; 9: 159-66.

14- Walleczek J, Liburdy RP. Nonthermal 60 Hz sinusoidal magnetic-field exposure enhances 45Ca2+ uptake in rat thymocytes: dependence on mitogen activation. FEBS Lett. 1990; 271 (1-2): 157-60.

15- Wilson BW, Matt KS, Morris JE, Sasser LB, Miller DL, Anderson LE. Effects of 60 Hz magnetic field exposure on the pineal and hypothalamic-pituitary-gonadal axis in the Siberian hamster (Phodopus sungorus). Bioelectromagnetics. 1999; 20 (4): 224-32.

16- Zecca L, Mantegazza C, Margonato V, Cerretelli P, Caniatti M, Piva F, et al. Biological effects of prolonged exposure to ELF electromagnetic fields in rats: III. 50 Hz electromagnetic fields. Bioelectromagnetics. 1998; 19 (1): 57-66.

۱۷- زحمتکش مریم. تأثیرات میدان الکترومغناطیسی سینوسی ۵۰ هرتز با پولاریته خطی و چگالی ۱۰۰ و ۴۰۰ میکروتسلا بـر غـده تیروئیـد مـوش صحرایی نر بالغ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. شیراز: دانشگاه علوم پزشکی شیراز. ۱۳۷۹، صفحه۱۰۳.

18- Margonato V, Nicolini P, Conti R, Zecca L, Veicsteinas A, Cerretelli P. Biologic effects of prolonged exposure to ELF electromagnetic fields in rats: II. 50 Hz magnetic fields. Bioelectromagnetics. 1995; 16 (6): 343-55.

# Effect of electromagnetic field on ovary and sex hormones of female rat

**M. Monsefi*, A. Baha-al-dini*, M. Pirooz**, S. Haghighi****

* Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran
** M.Sc in Biology

## Abstract

**Background and Aim:** Increased electrical tools, communicating systems and extending network of electrical power distribution has caused increased growth of electromagnetic field in today's life. Regarding reports indicating side-effects of electromagnetic fields on living organisms, in present research due to the lack of complete report the effect of these fields on the female reproductive system during estrus cycle was taken into account.

**Materials and Methods:** In this experimental study, 32 female rats were divided into 4 equal groups including: case group 1(MF1) to be located for a 5 day period in 43 gauses (4.3 mT) and 50 Hz frequency field, control group 1(C1) for a 5 day period in an off-field ,case group 2(MF2) for a 10 day period in an electromagnetic field as case group 1, and control group 2 (C2) for a 10 day period in an off-field. All animals were in diestrus phase, when locating in the field. After the end of exposing time, rats were anesthetized, blood sample was collected from dorsal aorta, and the amount of FSH and LH were measured by a radioimmunoassay technique. Also, estrogen and progesterone concentrations were measured. Then ovaries were extracted and 5 micrometer longitudinal serial sections were prepared. Sections were stained with hematoxyline-eosin method. In each section, the highest diameter of follicles and corpus luteum were measured. Results were statistically analyzed by Mann-Whitney-U- test considering significant level at $P \leq 0.05$.

**Results:** There were no statistical significant differences between concentrations of estrogen, progesterone, FSH, LH and diameter of different ovarian follicles in the five and ten day control and experimental groups but the diameter of corpus luteum in MF1, and C1 and diameter of secondary follicles in the left ovary in MF1, compared with MF2, had decreased.

**Conclusion:** Exposure to electromagnetic field is not necessarily associated with negative effects in a living organism; and-with respect to biologic condition of the cell under study-tissue adduction, the radius of the surface through which the current is passing through can have an inhibitory or activating role.

**Key Words:** Electromagnetic field; Follicle; Corpus luteum; Sex hormones; Ovary