مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان / دوره بیست و سوم / مهر و آبان 1397/118 -110

# Effects of the long term exposure to mobile phone on testicular histology and serum level of testosterone in mice

**Farjanikish G [1], Esmaeeli-Sani Sh.[2], Mohammadi P. [3]**
1.Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, Lorestan University, Khorramabad, Iran.Tel:066-33120109, Email: farjanikish.gh@lu.ac.ir
2.Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia Branch, Islamic Azad University, Urmia, Iran
3.Student of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, lorestan University, Khorramabad, Iran

Downloaded from sjku.muk.ac.ir at 11:45 +0330 on Tuesday November 20th 2018

## ABSTRACT

**Background and Aim:** The aim of this study was to investigate the effects of mobile phone electro-magnetic field (EMF) on testosterone level and testicular tissue in rats.

**Material and Methods**: A total of 30 male mice were randomly divided into two equal groups ( n=15). Experimental group was exposed to EMF, by using mobile phone continuously for 90 days. Control group was kept under the same condition as the experimental group without EMF exposure. Throughout the study cell phones were placed on the wall of the cages. The cell phones were in standby mode for whole day and in talking mode for 150 min per day. At the end of the exposure period, total testosterone serum level was measured and histological examination of testicular sections were performed. Using GraphPad Prism' software, data were analyzed by t-test. $P<0.0001$ was considered significant.

**Result**: Mean plasma testosterone level in the experimental group was decreased compared to that in the control group ($P<0.0001$). Histological examination of testicular tissue of the mice exposed to electromagnetic field revealed seminiferous tubules cellular necrosis, infiltration of inflammatory cells into the paranchymal tissue, and decreased leydig cell count at interstitial space. In some necrotized tubules, multinucleated cells (syncytium formation) were observed.

**Conclusion**: The results of this study indicated that exposure to mobile phone electro-magnetic waves could result in histopathological changes in the male mice testis. Further studies can cast light on the molecular mechanism underlying cellular and tissue damage induced by exposure to electromagnetic radiation.

**Keywords**: Mobile phone, Mice, Testis, Testosterone

**Received:** Nov 15, 2017 **Accepted:** July 23, 2018

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from sjku.muk.ac.ir at 11:45 +0330 on Tuesday November 20th 2018

# اثرات مواجهه طولانی مدت با تلفن همراه بر روی بافت شناسی بیضه و سطح سرمی تستوسترون موش

**قاسم فرجانی کیش[1]، شیرزاد اسماعیلی ثانی[2]، پوران محمدی[3]**

1. استادیار گروه پاتوبیولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران، تلفن ثابت: 066-33120109، Email: farjanikish.gh@lu.ac.ir

2. استادیار گروه علوم درمانگاهی دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه، ارومیه، ایران

3. دانشجوی دکترای عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

## چکیده

**زمینه و هدف:** هدف از این مطالعه بررسی اثرات میدان الکترومغناطیسی ناشی از تلفن همراه بر سطح تستوسترون و بافت بیضه در موش صحرایی است.

**روش بررسی:** در یک مطالعه تجربی،در مجموع 30 موش نر به طور تصادفی و مساوی به دو گروه (15 حیوان) به عنوان گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند. گروه آزمایش به مدت 90 روز در معرض میدان های الکترومغناطیسی ایجاد شده توسط تلفن همراه قرار گرفت. گروه کنترل تحت شرایطی مشابه گروه آزمایش، ولی در معرض تابش قرار نگرفتند. در طول مطالعه، تلفن همراه بر روی دیوار قفس در حالت آماده به کار برای تمام روز و در حالت صحبت برای 150 دقیقه در روز قرار داده شد. در پایان دوره، میزان تستوسترون سرم و مقاطع بافتی بیضه مورد ارزیابی قرار گرفت. داده ها با استفاده از نرم افزار گراف پد و آزمون آماری با سطح معنی داری $P<0/001$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته ها:** متوسط مقدار تستوسترون در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی داری داشت($P<0/001$). آزمایش بافت شناسی بیضه موش های گروه آزمایش بیانگر نکروز سلولی لوله های منی ساز، نفوذ سلول های التهابی به پارانشیم بافت و کاهش تعداد سلولهای بینابینی بافت بیضه بود. در برخی لوله های نکروزه شده، سلول چند هسته ای به عنوان ایجاد حالت سن-سیتیوم در سلول‌های اسپرماتوژنیک نیز مشاهده شد.

**نتیجه گیری:** نتایج این مطالعه نشان داد که قرار گرفتن در معرض اشعه های تلفن همراه می تواند اثرات هیستوپاتولوژیک مخرب بر روی بیضه موش های نر ایجاد کند. مطالعات بیشتر می تواند مکانیزم مولکولی آسیب سلولی و بافتی ناشی از میدانهای الکترومغناطیسی امواج تلفن همراه در بافت بیضه را بیشتر روشن سازد.

**واژگان کلیدی**: تلفن همراه، موش، بیضه، تستوسترون

وصول مقاله:96/8/24 اصلاحیه نهایی:97/4/17 پذیرش:97/5/1

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from sjku.muk.ac.ir at 11:45 +0330 on Tuesday November 20th 2018

**مقدمه**

حیات همواره تحت تاثیر میدان‌های الکترومغناطیسی طبیعی موجود در محیط و میدان‌های دست ساز بشر بوده و هست. این امواج برحسب شدت و مدت تابش و میزان فرکانس، اثرات زیستی متعددی را روی مولکول‌های تحت تابش ایجاد می‌کنند(1). براساس نوع تاثیری که این تشعشعات روی موجودات زنده می‌گذارند آنها را به دو گروه تقسیم بندی کرده اند. امواج یونیزان دارای اثرات بیولوژیکی بوده و سبب تخریب DNA و آسیب به مواد ژنتیکی می‌شوند و برای انسان و موجودات زنده بسیار خطرناک هستند که شامل اشعه X، گاما، اشعه کیهانی، فرابنفش و غیره می‌باشند. امواج غیریونیزان با فرکانس پایین، طول موج بلند و قدرت نفوذ کم که انرژی کافی برای شکستن پیوندهای شیمیایی مولکول‌ها و اتم ها را ندارند، شامل نور مرئی، امواج رادیویی، امواج ماکروویو، امواج حاصل از تلفن همراه، بعضی از ابزارهای تشخیص پزشکی و اکثر لوازم برقی مورد استفاده در خانه و محل کار و غیره می‌باشد(3-1).

امواج مایکروویو که بخشی از امواج الکترومغناطیس هستند دارای محدوده فرکانسی 300 مگاهرتز تا 300 گیگاهرتز می باشند(5و4). تلفن همراه نیز از پرتوهای الکترومغناطیسی در محدوده مایکروویو استفاده می کنند(4). میدان‌های الکترومغناطیسی بر بسیاری از پدیده های حیاتی از جمله افزایش عمومی درجه حرارت بدن، اثر روی رشد و نمو و تمایز سلولی، اختلالات هورمونی، آسیب‌های کروموزومی، اختلالات عصبی، سرطانزایی، تغییر غلظت رادیکالهای آزاد و دستگاه تولیدمثل اثر می-گذارد(6و5).

روند بلوغ و تکامل سلول‌های جنسی نر، در نتیجه رویداد-های هماهنگی است که ژرم‌سل ها و سلول‌های سوماتیکی بیضه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و عوامل مختلف از جمله این امواج با تاثیر بر هر یک از این عناصر ممکن است روند فیزیولوژیک را تغییر دهند. این میدان‌ها قادر به تاثیر بر روی اندام‌ها، بافت‌های سنتزکننده، پروتئین‌های سرم در خون، تغییر در سطح هورمونی و غیره هستند. در نتیجه با توجه به اهمیت سیستم تناسلی در بقای نسل و افزایش میادین الکترومغناطیس در زندگی امروزی ضرورت تحقیقات روی این سیستم اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در مطالعه حاضر اثرات احتمالی امواج الکترومغناطیس تلفن همراه بر میزان هورمون تستوسترون و ساختار بافتی بیضه موش سوری بررسی شد.

## روش بررسی

مطالعه حاضر یک مطالعه آزمایشگاهی و کاملاً تصادفی است. در این پروژه که با هدف بررسی اثرات احتمالی امواج تلفن همراه در موش سوری صورت گرفت کلیه اصول اخلاقی در مورد نحوه کار با حیوانات آزمایشگاهی مدنظر قرار گرفت. تعداد 30 سر موش سوری نژاد Balb/C با وزن 12 گرم و سن 3 هفتگی انتخاب و به صورت تصادفی در 2 گروه 15 تایی (یک گروه آزمایش و یک گروه کنترل) قرار گرفتند. حیوانات در طول مدت آزمایش تحت شرایط استاندارد (12 ساعت روشنایی و 12 ساعت تاریکی و درجه حرارت 22 تا 25 درجه سانتی گراد) و در قفس های مخصوص نگهداری شدند. همچنین آب و غذا به میزان کافی در اختیار موش ها قرار داده می شد. در ادامه گروه آزمایش به مدت 3 ماه تحت امواج قرار گرفتند و گروه کنترل در محل دیگری با شرایط یکسان از جهت نور و حرارت و رطوبت مشابه با گروه آزمایش قرار داشتند و فقط تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس قرار نمی گرفتند. موش های گروه دریافت کننده امواج هر روز 30 بار و هر بار 5 دقیقه در معرض امواج قرار می گرفتند. جهت ایجاد امواج مایکروویو از گوشی تلفن همراه مارک نوکیا مدل 1200 که به قفس ها متصل می شدند استفاده شد. به منظور ایجاد امواج، گوشی تلفن در حالت مکالمه قرار داده شد. به منظور اندازه گیری هورمون تستوسترون، بعد از پایان دوره، موشها با پنبه آغشته به اتر که در داخل جار مخصوص بیهوشی قرار داده شده بود بی هوش



Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from sjku.muk.ac.ir at 11:45 +0330 on Tuesday November 20th 2018

گردیدند. از حیوان بیهوش شده با سرنگ 2 سی سی از بطن خون گیری به عمل آمد. خون گرفته شده بدون ماده ضد انعقاد درون لوله آزمایش ریخته و به مدت 15 دقیقه در انکوباتور در دمای 37 درجه سانتی گراد قرار داده شدند. سپس لوله ها در دستگاه سانتریفیوژ به مدت 10 دقیقه با سرعت 3500 دور در دقیقه قرار گرفتند. پس از خارج کردن لوله از دستگاه سانتریفیوژ سرم خون با دقت توسط پیپت پاستور جدا و به لوله های اپندورف ریخته شدند و سر لوله ها مسدود و در دمای 20- درجه سانتی گراد قرار داده شدند. برای سنجش هورمون از روش رادیو ایمیونواسی (RIA) و کیت هورمونی تستوسترون استفاده شد

جهت انجام آزمایشهای هیستوپاتولوژیک، موش ها از طریق نخاعی کردن کشته و سپس تشریح شدند. پس از شکافتن پوست و خارج کردن بیضه ها، شستشوی آنها با سرم فیزیولوژی انجام شد و با استفاده از فرمالین بافر 10 درصد فیکس شدند. مراحل آماده سازی بافت شامل آب گیری با استفاد از الکل های با درجه صعودی انجام شد، پس از آن مرحله شفاف سازی با استفاد از گزیلول و خارج کردن الکل انجام شد. نهایتاً مرحله آغشتگی و قالب گیری با استفاد از پارافین مذاب صورت گرفت. پس از تهیه برش های 4 تا 5 میکرونی از قالب ها، رنگ آمیزی متداول هماتوکسیلین - ائوزین(H&E) انجام شد و به وسیله میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفت.داده ها حاصل با استفاده از برنامه گراف پد و تست آماری-T test مورد بررسی قرار گرفتند. سطح آماری معنی دار،$P<0/05$ لحاظ گردید.

**یافته ها**

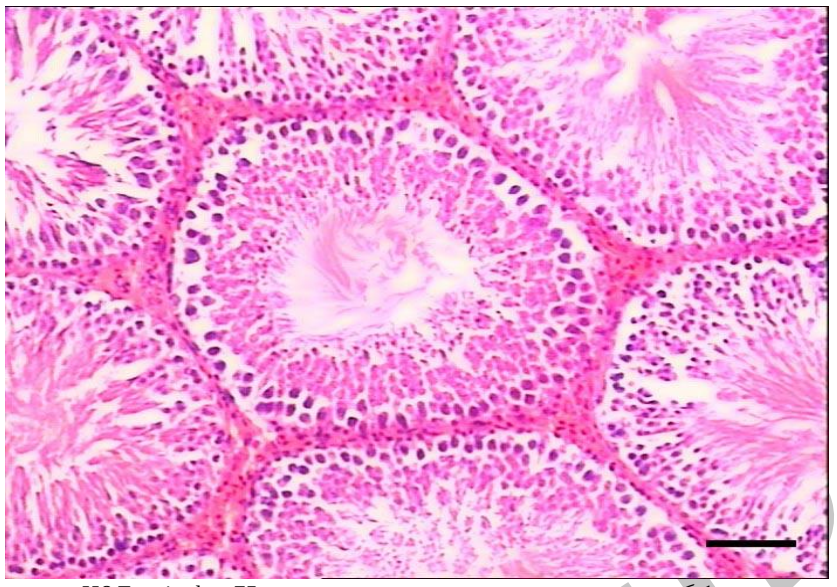
غلظت هورمون تستوسترون در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری در سطح $P <0/001$ داشت. مقایسه مقاطع میکروسکوپی نشان داد که در گروه کنترل، بافت بیضه و لوله های منی ساز وضعیت طبیعی داشتند و تجمع نسبی اسپرم ها در بخش میانی لوله های منی ساز دیده شد(تصویر 1)، در حالی که در نمونه های گروه آزمایش بهم ریختگی در نظم لوله های منی ساز اسپرماتوژن مشاهده شد و در اکثر لوله ها فضای لومن تخلیه شده بود. از طرفی مقایسه بافت بینابینی و سلول های لیدیگ نشان داد که نظم و ترتیب موجود در نمونه های کنترل، در نمونه های گروه آزمایش دیده نشده و در بسیاری از موارد ادم و خونریزی در بافت بینابینی جایگزین بافت هم بند شده بود. لوله های منی ساز دچار آتروفی شده و بیشتر لوله ها از سلول تخلیه شده بودند(تصویر 2). در بیشتر نمونه ها نکروز انعقادی سلولهای لوله های منی ساز مشهود بود و نفوذ سلول های التهابی در بافت بینابینی دیده می شد(تصویر 3). در برخی موارد وجود سلولهای چندهسته ای بزرگ یا ایجاد حالت سن‌سیتیوم (Syncytium formation) در سلول‌های اسپرماتوژنیک نیز چشمگیر بود(تصویر 4).

Archive of SID

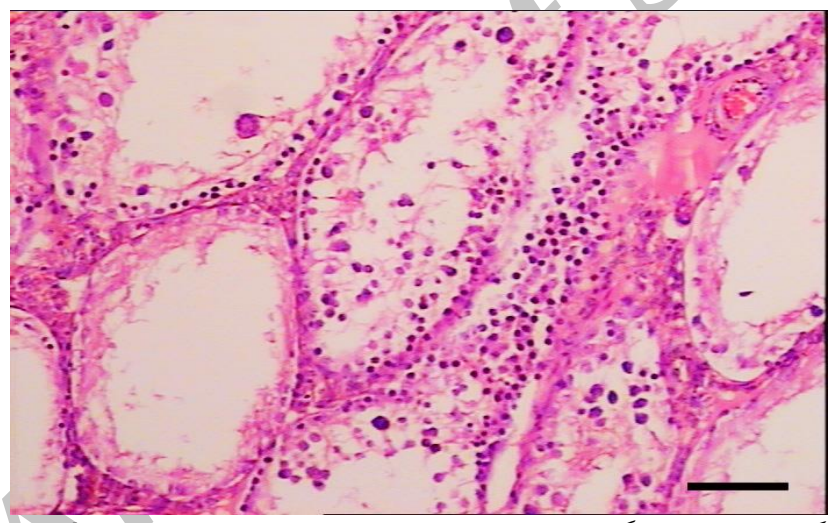


www.SID.ir

Downloaded from sjku.muk.ac.ir at 11:45 +0330 on Tuesday November 20th 2018



تصویر 1: گروه کنترل. وضعیت طبیعی بافت بیضه و لوله های منی ساز (H&E stain, bar:75).

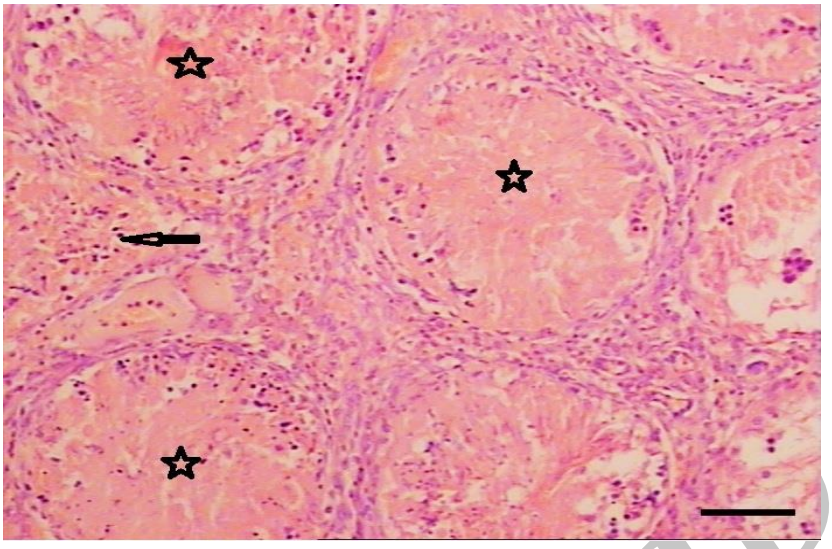


تصویر 2: گروه آزمایش. بهم ریختگی و آتروفی لوله های منی ساز و تخلیه شدن لوله ها از سلول (H&E stain, bar:75).

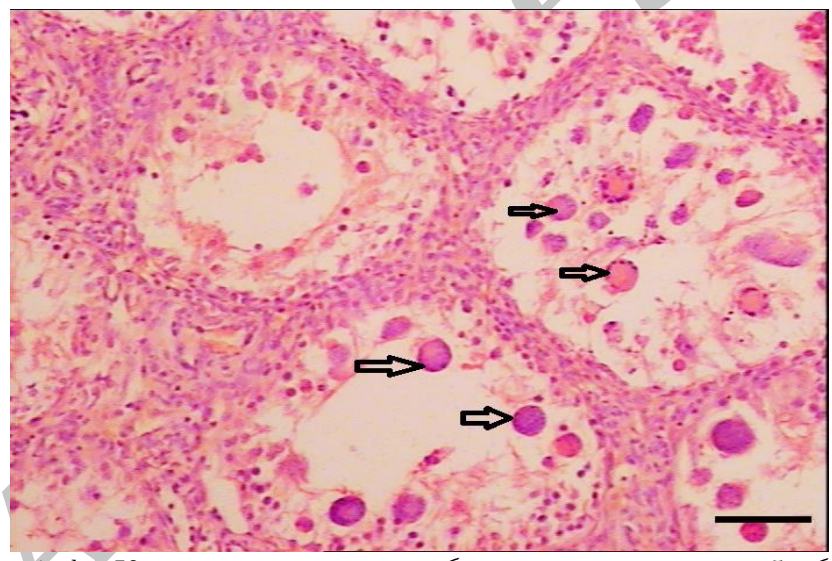


www.SID.ir

Downloaded from sjku.muk.ac.ir at 11:45 +0330 on Tuesday November 20th 2018



تصویر 3: گروه آزمایش. نکروز انعقادی لوله های منی ساز ( اشکال ستاره ای) و نفوذ سلول های التهابی در بافت بینابینی (نوک پیکان) ( H&E stain, bar:100).



تصویر 4: گروه آزمایش. وجود سلولهای چندهسته ای بزرگ یا ایجاد حالت سن‌سیتیوم در لوله ها (H&E stain, bar:50).

## بحث

با توجه به افزایش دستگاه‌های ساطع کننده‌ی امواج الکترومغناطیس در محیط زندگی و همچنین کاربرد وسیع تلفن‌های همراه، این پرسش مطرح می‌شود که امواج ساطع شده از این سیستم‌ها بر سلامت و فرآیندهای رشد و نمو چه تاثیری می‌گذارند. از این رو مطالعه بر روی اثرات زیستی این امواج مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. از مطالعات انجام شده می‌توان به مورفولوژی و مورفومتری اسپرم‌های موش، غدد تناسلی و باروری، آسیب‌های کروموزومی، اثرات روی رشد و نمو رت‌ها، پتانسیل ژنومیک و غیره اشاره نمود(9).



www.SID.ir

Downloaded from sjku.muk.ac.ir at 11:45 +0330 on Tuesday November 20th 2018

Varma و همکاران 1975 امواج رادیویی را بر روی بافت بیضه اثر داده و در خصوص اثرات زیستی آن گزارش نمودند که این امواج موجب بی نظمی‌های مورفولوژیکی در لوله‌های منی ساز و سلول‌های سرتولی می‌شوند(10). از این رو امواج رادیویی می‌توانند باعث القای تغییر در بافت بیضه شوند. همچنین در مطالعه دیگری Kowalczuk و همکاران1983 اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی را روی اسپرماتوژنز موش بررسی نمودند و نشان دادند که امواج 1/7 و 2/45 گیگاهرتز می‌تواند روی اپیتلیوم منی ساز، شمارش و مورفولوژی اسپرم و اسپرماتوسیت‌های اولیه در موش تاثیرگذار باشند. میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس 100 هرتز موجب تغییراتی در لوله منی ساز از جمله تخلیه فضای لومن لوله‌ها و تخریب بافت چربی و افزایش معنی دار اسپرماتوسیت‌های ثانویه گردید.در مطالعه حاضر اثر امواج بر روی لوله های اسپرم ساز باعث آتروفی برخی لوله ها و تخلیه این لوله ها از سلول شده بود(11). Ozguner در سال 2005 امواج الکترومغناطیس با شدت 0.5 میلی تسلا و فرکانس 50 هرتز را روی موش‌های نر اثر داد و کاهش معنی دار قطر اپیدیدیم و سلول‌های اپیتلیال اپیدیدیم و مجرای دفران، همچنین کاهش وزن بیضه و قطر لوله‌های منی ساز را مشاهده کرد که همگی می‌تواند در روند تکامل و قدرت باروری اسپرم اختلال ایجاد کند(12) . Kumlin و همکاران (2005) و پریور و همکاران (2011) در دو مطالعه میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس 100 هرتز اعمال کردند که موجب تغییرات در لوله منی ساز از جمله تخلیه فضای لومن لوله‌ها، تخریب بافت چربی، افزایش معنی‌دار سلول‌های اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت ثانویه، ایجاد حالت سن‌سیتیوم در سلول‌های اسپرماتوژنیک، تخریب بافت بینابینی بیضه شد و در نتیجه کاهش باروری را در موش مشاهده کردند(14و13). در مطالعه حاضر اثر امواج موبایل باعث تخریب بافت بینابینی بیضه و کاهش شدید سلول های بینابینی بیضه شد و در برخی لوله های اسپرم ساز سلولهای چندهسته ای بزرگ یا ایجاد حالت سن‌سیتیوم (Syncytium formation) در سلول‌های اسپرماتوژنیک نیز مشاهده شد.

پذیره و همکاران (2009) با قرار دادن موش‌های نر در میدان مغناطیسی با فرکانس 50 هرتز اثرات میدان را روی غدد تناسلی و هورمون‌های جنسی به صورت کاهش معنی دار قطر و وزن بیضه و تعداد لوله‌های منی ساز، افزایش ضخامت تونیکاآلبوژینه، کاهش تعداد اسپرماتیدها و اسپرم-ها، افزایش غلظت هورمون LH، کاهش معنی‌دار غلظت تستوسترون و عدم تغییر معنی‌دار در غلظت FSH، همچنین جدا شدن دودمان‌های اسپرم‌ساز از سلول‌های سرتولی و تجمع آنها در مرکز لوله، بهم‌ریختگی انسجام سلولی درون لوله‌ها را مشاهده کردند(15). در مطالعه حاضر میزان هورمون تستوسترون در موش های گروه در معرض امواج موبایل نیز در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی داری داشت. همچنین حمایت خواه جهرمی و همکاران (2012) کاهش معنی‌دار در میزان هورمون تستوسترون را در اثر مجاورت با امواج حاصل از ماکروویو در موش سوری نر بالغ را مشاهده کردند که این کاهش هورمون تستوسترون می‌تواند به دلیل اثر مستقیم این امواج بر بافت بیضه و سلول-های بینابینی باشد(16). آهنگرپور و همکاران دریافتند که میدان الکترومغناطیسی باعث ایجاد اختلالاتی در محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گناد در موش صحرایی نر می‌شود که باعث کاهش معنی‌دار در میزان هورمون‌های تستسترون و FSH می‌شود اما بر میزان LH اثری ندارد(17).

در گروه تجربی مطالعه حاضر تغییرات معنی داری در هورمون تستوسترون مشاهده شد که این یافته با مطالعه Ozguner و همکاران (2005) و لوئی منفرد و همکاران(2016) همسو و با مطالعه ضیا و حسینی(2017) و Dasdag و همکاران (2015) همخوانی نداشت (-20 18و12).



www.SID.ir

Downloaded from sjku.muk.ac.ir at 11:45 +0330 on Tuesday November 20th 2018

khayyat در سال 2005 تابش الکترومغناطیسی با فرکانس 3.9 هرتز و 5.7 هرتز اعمال کرد و تحلیل لوله-های اسپرم‌ساز و بافت بینابینی بیضه در فضای بین سلول‌های اسپرم‌ساز، نکروز سلول‌های اپیتلیال ژرمینال لوله‌های اسپرم-ساز، کاهش سلول‌های سرتولی، کاهش سرعت اسپرماتوژنز و انحطاط سلول‌های جوانه را مشاهده کرد که میزان این آسیب‌ها با گذشت زمان افزایش می‌یابد(21).

Cecconi و همکاران (2000) نیز گزارش کردند که عوامل متعددی در ایجاد اثرات بیولوژیک امواج الکترومغناطیس دخالت دارند که مهم‌ترین آن‌ها مشخصات فیزیکی میدان، مدت زمان تابش و نوع بافت در معرض امواج قرار گرفته می‌باشد(22). مطالعات انجام شده توسط Ozguner و همکاران (2005)، Al-Glaib و همکاران (2005) و Bayazit (2009) نشان دادند که قرار گرفتن موش نر در معرض EMF باعث کاهش سرعت اسپرماتوژنز و انحطاط جوانه سلول‌ها، کاهش تعداد سلول‌های اسپرماتوگونی و اسپرماتید و اسپرم، افزایش قابل توجه در تعداد اولیه اسپرماتوسیت‌ها می‌شود. همچنین قرار گرفتن موش در معرض امواج غیر یونیزه به مدت 12 روز موجب تشدید تغییرات هیستوپاتولوژیک در بیضه می‌شود (24-22).

تحقیقات قبلی اثبات کرده است که میدان‌های الکترومغناطیسی بر روی غدد تناسلی و هورمون‌های جنسی موش نر باعث کاهش قطر و وزن بیضه (تحلیل بیضه)، کاهش تعداد لوله‌های منی ساز و سرتولی، کاهش تعداد اسپرماتیدها و اسپرم، کاهش چسبندگی بین لوله های منی ساز، افزایش معنی دار غلظت هورمون LH، کاهش شدید غلظت تستوسترون و تغییر ناچیز در تعداد اسپرماتوگونی‌ها و اسپرماتوسیت‌ها و همچنین تغییر غلظت FSH می شود. این یافته‌ها نشان‌دهنده‌ی این است که میدان‌های الکترومغناطیسی به‌عنوان عامل القاکننده موجب تغییر در اسپرماتوژنز می‌گردند. با توجه به مطالعات انجام شده توسط پژوهشگران مختلف به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که میدان های الکترومغناطیسی قادر به ایجاد تغییر در فرآیند اسپرماتوژنز و ایجاد آسیب و بروز حالات شدید پاتولوژیک در غدد جنسی می‌باشند. چرا که میدان‌های مذکور قادرند بافت بینابینی بیضه را تحت تاثیر قرار داده و نظم و قرارگیری سلول‌های لیدیگ را بهم بزنند و از طرف دیگر موجب تسریع تخلیه اسپرم ها از داخل فضای میانی لوله‌های منی ساز گردند(14و13).

## نتیجه گیری

یافته های پژوهش حاضر نشان داد که مواجهه طولانی مدت بافت بیضه با امواج ساطع شده از موبایل باعث تغییرات ساختاری و عملکردی بیضه می شود. مطالعات بیشتر می تواند مکانیزم مولکولی در برابر آسیب سلول و بافت را در لوله های اسپرم ساز پس از قرار گرفتن در معرض تابش الکترومغناطیسی روشن سازد.

## تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب شورای پژوهشی دانشگاه لرستان با کد ۹۵۳۰۲۲۱۹۹۶ بود. نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه لرستان به دلیل تأمین مالی این طرح اعلام می دارند.

## Reference

1. Kang GH, Lee CH, Seo JW, Sung RH, Chung YH, Lee SK, Suh Y, Chi JG. In-vivo study on the harmful effect of the extremely low frequency unipolar pulsating magnetic field in mice. J Korean Med Sci 1997; 12: 128-34.

2. Khurana VG, Teo C, Kundi M, Hardell L, Carlberg M. Cell phones and brain tumors: a review including the long-term epidemiologic data. Surg Neurol Int 2009; 72: 205-14.



Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from sjku.muk.ac.ir at 11:45 +0330 on Tuesday November 20th 2018

3. Kundi M, Hardell L, Sage C, Sobel E. Electromagnetic fields and the precautionary principle. Environ Health Perspect 2009; 117: A484-5.
4. Hossman KA, Herman DM. Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on central nervous system. Bioelectromagnetic 2003; 24:49-62.
5. 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; 3:931-8.
6. Banik S, Bandyopadhyay S, Ganguly S. Bioeffect of microwave, A brief review. Bioresource Technol 2003; 2: 155-9.
7. Focke F, Schuermann D, Kuster N, Schär P. DNA fragmentation in human fibroblasts under extremely low frequency electromagnetic field exposure. Mutation Res 2010; 683: 74-83.
8. Franzellitti S, Valbonesi P, Ciancaglini N, Biondi C, Contin A, Bersani F, et al. Transient DNA damage induced by high-frequency electromagnetic fields (GSM 1.8 GHz) in the human trophoblast HTR-8/SVneo cell line evaluated with the alkaline comet assay. Mutation Res 2010; 683: 3542.
9. Tablado L, Pérez-Sánchez F, Soler C. Is sperm motility maturation affected by static magnetic fields?. Environ Health Perspect 1996; 104: 1212-6.
10. Varma MM, Traboulay EA. Biological effects of microwave radiation on the testes of Swiss mice. Experiential 1975; 31: 301-2.
11. Kowalczuk CI, Saunders RD, Stapleton HR. Sperm count and sperm abnormality in male mice after exposure to 2.45 GHz microwave radiation. Mutat Res 1983; 122: 155-6.
12. Ozguner M, Koyu A, Cesur G, Ural M, Ozguner F, Gokcimen A, Delibas N. Biological and morphological effects on the reproductive organ of rats after exposure to electromagnetic field. Saudi Med J 2005; 26: 405-10.
13. Kumlin T, Keilkkinen P, Laitinen JT, Juutilanin J. Exposure of 50 HZ magnetic field induces a circulation rhytm in 6-hydroxymelatonin sulfate excretion in mice. J Radiat Res 2005; 46: 313-8.
14. Parivar K, Nabiuni M, Golestanian N, Amini E. Effect of low frecuency electromagnetic fields on the spermatogenesis and blood serum protein of Balb/c mice. Journal of Cell & Tissue 2011; 2: 47-56. [In Persian]
15. Pazireh N, Abbasnia, V.S, Keramati, K, Dalalat B, Dorani, D. The Effect of Electromagnetic Field (50HZ) on Gonads and Sex Hormone Levels in Male NMRI Mice. Veterinary Research 2009; 5: 21-9. [In Persian]
16. Hemayatkhah Jahromi V, Karimi Jashni H, Mosallanezhad M, Mosallanejad M, Jamali H, Izadpanah P. The Effect of Microwave Ovens Radiation Leakage on Testis Tissue and Sex Hormones in Immature Mice. J Fasa Univ Med Sci 2012; 2: 6-11. [In Persian]
17. Ahangarpour A, Fathimoghaddam H, Tahmasebi MJ. Shahbazian H, Badavi M. Hypothalamic-pituitary-gonadal axis responses of the male rats to short and long time alternative magnetic fields (50 Hz) exposure. J Res Med Sci 2009; 14: 231-8.
18. Dasdag S, Taş M, Akdag MZ, Yegin K. Effect of long-term exposure of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on testes functions. Electromagn Biol Med 2015; 34: 37-42.
19. Louiemonfared A, Hamonavard S, Nooraie A. Effects of Mobile Phone Radiation on the Histological and Anatomical Parameters of Testis and Serum Levels of Testosterone in Mice. JIUMS 2016; 24: 110-118. [In Persian]



Archive of SID
www.SID.ir

20. Zia Z, Hosseini SE. Effect of cell-phone radiation during pregnancy on serum level of the testosterone, FSH, LH and sex cell lines in 60-day old offspring male rats. J Gorgan Univ Med Sci 2017 18(4): 56-61. [In Persian]
21. Khayyat Latifa. The histopathological effects of an electromagnetic field on the kidney and testis of mice. EurAsian Journal of Biosciences 2011; 5: 103-9.
22. Cecconi S, Gualtieri, Di Bartoiani G, Troiani G, Cifone MG, Canipari R. Evaluation of the effect of extremely low frequency electromagnetic field on mammalian follicle development. Hum Reprod 2000; 15: 2319-25.
23. Al-Glaib B, Al-Dardfi M, Al-Tuhami A, Elgenaidi A, Dkhil M. A technical report on the effect of electromagnetic radiation from a mobile phone on mice organs. Libyan J Med 2007; 1: 8-9.
24. Bayazit V. Evaluation of potential carcinogenic effects of electromagnetic fields (EMF) on tissue and organs. AJBAS 2009; 3: 1043-59.

Downloaded from sjku.muk.ac.ir at 11:45 +0330 on Tuesday November 20th 2018

Archive of SID



www.SID.ir