

## Effect of Mobile Radiation and Diabetes on Pituitary-Gonadal Axis Function in Adult Male Rats

Hosseini S.E.\* *PhD*, Ghanaatian Z.<sup>1</sup> *MSc*

\*Biology Department, Science Faculty, Shiraz branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran  
<sup>1</sup>Biology Department, Science Faculty, Shiraz branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

### Abstract

**Aims:** The potential risk of radiations caused by the mobile phones affecting human, as well as the prevalence of diabetes, are of the main concerns in developing and modern societies. The aim of this study was to investigate the effects of radiations caused by the mobile phones on the serum level of sexual hormones in streptozocin-induced diabetic adult male rats.

**Materials & Methods:** In the experimental study, 64 Wistar adult male rats were studied. The rats were divided into 8 groups (n=8 per group) including non-diabetic control, diabetic control, and 6 experimental groups. Control groups received no treatment. Diabetic experimental groups underwent 7-day continuous and cutoff mobile radiations and buzzer sound. At the end of the course, blood sampling having been done, serum levels of LH, FSH, and testosterone were measured. Data was analyzed by SPSS 18 software using one-way ANOVA and Tukey's post-hoc.

**Findings:** Diabetes alone and with continuous and cutoff radiations of the mobile phones and buzzer sound led to a reduction in testosterone level ( $p < 0.05$ ). Diabetes had no effect on LH and FSH. Nevertheless, 2-hour cutoff radiations of the mobile phones led to a significant increase in FSH in the diabetic rats ( $p < 0.005$ ). In addition, 1-hour and 2-hour continuous radiations and 2-hour cutoff radiations of the mobile phones led to significant increases in LH in the diabetic rats ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** In adult male rats, diabetes, radiations of mobile phones and buzzer sound lead to testosterone reduction. In addition, diabetes with mobile phone radiations leads to increases in LH and FSH levels.

### Keywords

Diabetes Mellitus [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68003920>];  
Radiation [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68011827>];  
Testosterone [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68013739>];  
Gonadotrophs [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68052681>]

---

\* Corresponding Author

Tel: +987143311148

Fax: +987143311148

Address: Science Faculty, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Sadra Street, Shiraz, Iran. Postal Code: 71886-566575

[ebrahim.hossini@yahoo.com](mailto:ebrahim.hossini@yahoo.com)

Received: October 12, 2015

Accepted: January 11, 2016

ePublished: March 5, 2016

## اثر امواج موبایل و دیابت بر عملکرد محور هیپوفیز-گونا در موش‌های صحرایی نر بالغ

سیدابراهیم حسینی \* PhD

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

زهرا قناعتیان MSc

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

### چکیده

**اهداف:** خطرات احتمالی امواج ناشی از تلفن همراه روی انسان و شیوع گسترده بیماری دیابت، از نگرانی‌های جدی جوامع در حال رشد و مدرن بشری به حساب می‌آیند. لذا این مطالعه با هدف بررسی اثر امواج ناشی از استفاده از تلفن همراه بر میزان سرمی هورمون‌های جنسی در موش‌های صحرایی نر بالغ دیابتی شده با استرپتوزوسین انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه تجربی، ۶۴ سر موش صحرایی نر بالغ نژاد ویستار به ۸ گروه ۸ تایی شامل گروه‌های شاهد غیردیابتی، شاهد دیابتی و ۶ گروه تجربی تقسیم شدند. گروه‌های شاهد تحت هیچ تیماری قرار نگرفتند و گروه‌های تجربی دیابتی برای مدت ۷ روز تحت تاثیر امواج مداوم و منقطع موبایل و صدای زنگ قرار گرفتند. در پایان دوره پس از خونگیری، میزان سرمی هورمون‌های LH، FSH و تستوسترون اندازه‌گیری شد. نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 و آزمون‌های آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون پیگیری توکی مورد تحلیل قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** دیابت به‌تنهایی و همراه با امواج مداوم و منقطع موبایل و صدای زنگ اخبار باعث کاهش میزان تستوسترون شد ( $p < 0.05$ ). دیابت تاثیر بر میزان LH و FSH نداشت، اما ۲ ساعت امواج منقطع موبایل در موش‌های دیابتی شده باعث افزایش معنی‌دار میزان FSH شد ( $p < 0.005$ ). به‌علاوه ۱ و ۲ ساعت امواج مداوم و ۲ ساعت امواج منقطع موبایل در موش‌های دیابتی شده باعث افزایش معنی‌دار هورمون LH شد ( $p < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** دیابت و امواج موبایل و صدای زنگ اخبار باعث کاهش تستوسترون و دیابت همراه با امواج موبایل باعث افزایش LH و FSH در موش‌های صحرایی نر بالغ می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** دیابت، امواج موبایل، تستوسترون، گنادوتروپ‌ها

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۱

\* نویسنده مسئول: ebrahim.hossini@yahoo.com

### مقدمه

امروزه به‌دلیل استفاده روزافزون از تلفن‌های همراه، میلیون‌ها نفر در سراسر دنیا در معرض امواج الکترومغناطیس قرار می‌گیرند. نتایج

یک بررسی نشان می‌دهد که میدان‌های الکترومغناطیس ناشی از تلفن همراه بر حساسیت کانال‌های OmpF (پروتئین غشایی بیرونی F) و بر پتانسیل غشا، بازو بسته‌شدن و تعداد ساختارهای حد واسط آن تاثیر معنی‌داری گذاشته، در حالی که بر رسانایی آن تاثیر ندارند و با حذف میدان‌های الکترومغناطیس، کانال‌ها به‌سرعت در محدوده زمانی میلی‌ثانیه یا کمتر به حالت اولیه باز می‌گردند[1]. براساس نتایج مطالعات مختلف، نمی‌توان به‌طور قاطع در رابطه با اثرات منفی امواج موبایل بر بدن اظهار نظر نمود[2-4].

نشان داده شده است که امواج موبایل بر برخی از پارامترهای تولید مثلی حیوانات نر موثر است[5]. امواج بالاتر از ۳۰ دسی‌بل می‌توانند باعث تغییرات بافتی در قشر مغز، هیپوکامپ، هیپوتالاموس و چشم‌ها شوند[6]. امواج الکترومغناطیس با فرکانس تابش ۹۰۰ مگاهرتز، می‌توانند باعث کاهش بقا و تکثیر سلول‌های مزانشیمی مشتق‌شده از بافت چربی شوند[7]. امواج موبایل، ضمن ایجاد اثر منفی بر کیفیت اسپرم، باعث افزایش هورمون LH (هورمون لوتهینی‌کننده) می‌شوند، در حالی که تاثیر معنی‌داری بر میزان سرمی هورمون‌های FSH (هورمون محرک فولیکول) و پرولاکتین ندارند[8]. نشان داده شده است که امواج الکترومغناطیس تلفن همراه از طریق آسیب به اسپرم و کاهش تعداد آنها و همچنین ایجاد تغییرات بافتی در بیضه‌ها باعث کاهش توان تولید مثلی مردان نیز می‌شوند[9]. استفاده از کامپیوترهای لپ‌تاپ متصل به اینترنت بی‌سیم توسط مردان باعث کاهش در تعداد و اختلال در فعالیت حرکتی اسپرم آنها می‌شود و با افزایش شکست‌های DNA سلول‌های دودمانی اسپرم، قدرت باروری مردان را به خطر می‌اندازد[10]. امواج موبایل در تخمدان موش‌های صحرایی ماده نیز دارای اثرات سیتوتوکسیک است[11]. نشان داده شده است که امواج الکترومغناطیس در محدوده ۸۰۰ مگاهرتز بر عملکرد و ساختار بافتی بیضه تاثیرات منفی فراوانی دارد[12]. در یک مطالعه نشان داده شد که امواج موبایل تاثیر معنی‌داری بر میزان سرمی تستوسترون در خوکچه ندارند[13].

دیابت یکی از بیماری‌های پیچیده‌ای است که در بیشتر افراد مبتلا به این بیماری باعث ایجاد یک شیوه جدید زندگی می‌شود و روابط بیمار را در همه زمینه‌ها تحت تاثیر قرار می‌دهد[14]. دیابت باعث کاهش معنی‌داری در میزان تستوسترون، قطر لوله‌های سمی‌نیفروس، ضریب اسپرمیوزن، ضخامت اپی‌تلیوم، همچنین افزایش معنی‌دار در ضخامت بافت‌های بینابینی بیضه‌ها در موش‌های صحرایی دیابتی شده با استرپتوزوسین می‌شود[15]. احتمالاً در بیماران مبتلا به دیابت، ارتباط محکمی بین عدم تعادل سطوح سرمی هورمون‌های جنسی و اختلالات تولید مثلی مربوط به آن وجود دارد، به‌طوری که در این بیماران اگر چه در میزان سرمی هورمون‌های FSH و LH تغییر معنی‌داری مشاهده نمی‌شود، اما دیابت باعث کاهش میزان سرمی هورمون تستوسترون و وزن

اندازه‌گیری شد. با این حال برای حصول اطمینان بیشتر مبنی بر دیابتی بودن موش‌ها یک هفته بعد از تزریق، خونگیری تکرار شد و موش‌های با قند خون بیش از ۳۰۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر در سرم خون به‌عنوان موش‌های دیابتی شده در نظر گرفته شدند.

حیوانات گروه شاهد غیردیابتی تحت هیچ تیماری قرار نگرفتند و گروه شاهد دیابتی نیز پس از دیابتی شدن تحت تیمار خاص دیگری قرار نگرفتند. گروه‌های تجربی ۱ تا ۶ پس از دیابتی شدن برای مدت ۷ روز به ترتیب تحت تاثیر ۲ ساعت امواج مداوم موبایل، یک ساعت امواج مداوم موبایل، ۲ ساعت امواج منقطع موبایل، یک ساعت امواج منقطع موبایل، ۲ ساعت زنگ اخبار و یک ساعت زنگ اخبار قرار گرفتند. برای ایجاد امواج مایکروویو از دو دستگاه تلفن همراه (نوکیا مدل ۱۲۰؛ هلند) استفاده شد که دارای SAR (نرخ مخصوص جذب) معادل ۱۵/۱ وات بر کیلوگرم برای ناحیه سر و SAR معادل ۰/۶ وات بر کیلوگرم برای کل بدن بودند. گوشی‌های تلفن روی قفس نگه‌داری موش‌ها در فاصله حدود ۵ سانتی‌متری از بدن حیوانات متصل شد و قفس‌های نگه‌داری درون جعبه‌ای از جنس آلومینیوم که تمام وجوه آن به‌جز یک وجه آن بسته بود قرار داده شدند تا امواج ساطع‌شده، خارج نشود. برای ایجاد امواج، گوشی‌های موبایل، طبق برنامه زمان‌بندی شده در حالت مکالمه قرار داده شدند و در گروه‌های دریافت‌کننده صدای زنگ اخبار نیز قفس‌های نگه‌داری موش‌ها همانند گروه‌های تحت تاثیر امواج موبایل عایق‌بندی شد. ولی به‌جای گوشی‌های تلفن همراه از دستگاه زنگ اخبار استفاده شد.

در پایان دوره آزمایش، به‌منظور سنجش میزان سرمی هورمون‌های LH، FSH و تستوسترون پس از بی‌هوش نمودن موش‌ها از قلب آنها خونگیری به‌عمل آمد. میزان هورمون‌های LH و FSH به‌روش الایزا با کیت (Cusabio؛ ایالات متحده) و میزان هورمون تستوسترون به‌روش رادیوایمونواسی (RIA) با استفاده از دستگاه الایزا ریدر مدل NP4 plus (Hiperion؛ آلمان) و با کیت (IBL، GmbH؛ آلمان) اندازه‌گیری شدند.

نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری میزان هورمون‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 و آزمون‌های آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه به‌همراه آزمون پیگیری توکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

## یافته‌ها

بین میزان سرمی هورمون تستوسترون در گروه شاهد دیابتی و گروه دیابتی تحت تاثیر ۲ ساعت صدای زنگ اخبار نسبت به گروه شاهد غیردیابتی کاهش معنی‌داری مشاهده شد ( $p < 0.005$ ). بین میزان سرمی هورمون تستوسترون در گروه‌های تجربی دیابتی تحت تاثیر یک و ۲ ساعت امواج مداوم و منقطع موبایل و یک ساعت زنگ اخبار نیز نسبت به گروه شاهد غیردیابتی کاهش معنی‌دار مشاهده شد ( $p < 0.05$ ).

بیضه‌ها و اختلالاتی در سلول‌های دودمانی اسپرم می‌شود<sup>[16]</sup>. دیابت باعث کاهش معنی‌دار هورمون‌های تستوسترون و LH در موش‌های دیابتی شده با استرپتوزوتوسین می‌شود<sup>[17]</sup>. بیماری دیابت می‌تواند سبب اختلالات جنسی در این بیماران شود، به‌طوری که این بیماری باعث افزایش سطوح سرمی هورمون تستوسترون در موش‌های صحرایی می‌شود<sup>[18]</sup>.

قرارگرفتن روزانه ۳ ساعت و برای مدت ۱۸ هفته در معرض امواج موبایل باعث افزایش مرگ‌ومیر سلول‌های اسپرم می‌شود<sup>[19]</sup>. همچنین امواج موبایل تاثیر معنی‌داری بر میزان سرمی هورمون تستوسترون در موش‌های صحرایی نر بالغ نداشته، اما باعث کاهش میزان سرمی هورمون استروژن و افزایش هورمون پروژسترون در این حیوانات می‌شود. اما تاثیر معنی‌داری بر میزان سرمی هورمون‌های استروژن، پروژسترون و تستوسترون در موش‌های صحرایی ماده بالغ ندارد<sup>[20]</sup>. امواج مایکروویو ناشی از اجاق میکروفر سبب کاهش تولید تستوسترون در موش‌های نر بالغ می‌شود که این کاهش می‌تواند به‌دلیل اثر مستقیم بر سلول‌های لایدیگ بیضه یا اثر غیرمستقیم بر هیپوفیز و هیپوتالاموس باشد<sup>[21]</sup>.

با توجه به پیشرفت‌های چشمگیر در سیستم‌های مخابراتی و ارتباطی و استفاده میلیاردی نفر از انسان‌ها در سراسر دنیا از تلفن همراه از یک سو و شیوع گسترده بیماری دیابت در نقاط مختلف دنیا از سوی دیگر، خطرات احتمالی امواج ناشی از تلفن همراه روی انسان، یکی از نگرانی‌های جدی جوامع در حال رشد و مدرن بشری به‌حساب می‌آید.

لذا این مطالعه با هدف بررسی اثر امواج ناشی از استفاده از تلفن همراه بر میزان سرمی هورمون‌های جنسی در موش‌های صحرایی نر بالغ دیابتی شده با استرپتوزوتوسین انجام شد.

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه تجربی در سال ۱۳۹۴ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، از ۶۴ سر موش صحرایی نر بالغ نژاد ویستار در محدوده وزنی ۲۰۰-۱۹۰ گرم و سن ۹۰-۱۰۰ روز استفاده شد. در طول دوره آزمایش، همه حیوانات از آب و غذای یکسان و بدون محدودیت برخوردار بودند و در یک اتاق مخصوص در دمای  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  و در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی نگه‌داری شدند و آب و غذا به‌میزان کافی در اختیار آنها قرار گرفت. نمونه‌ها به ۸ گروه ۸تایی شامل گروه‌های شاهد غیردیابتی، شاهد دیابتی و ۶ گروه تجربی تقسیم شدند.

به‌منظور دیابتی کردن موش‌ها، از تزریق درون‌صفاقی ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم داروی استرپتوزوتوسین (STZ) (Upjohn؛ ایالات متحده) استفاده شد<sup>[22]</sup>. پس از ۷۲ ساعت، ضمن خونگیری از ناحیه دم حیوانات، با استفاده از نوار گلوکویاب و دستگاه سنجش گلوکز (Super Sensor؛ کره‌جنوبی)، میزان قند خون نمونه‌ها

LH در گروه دیابتی تحت تاثیر یک ساعت امواج مداوم موبایل نسبت به گروه شاهد غیردیابتی و شاهد دیابتی افزایش معنی دار مشاهده شد ( $p < 0.005$ ). افزایش میزان سرمی هورمون LH در گروه‌های تجربی ۲ ساعت امواج منقطع و مداوم موبایل نسبت به گروه شاهد غیردیابتی نیز معنی دار بود ( $p < 0.05$ ; جدول ۱).

بین میزان سرمی هورمون‌های FSH و LH در گروه‌های شاهد دیابتی و غیردیابتی اختلاف معنی داری وجود نداشت، در حالی که بین میزان سرمی هورمون FSH در گروه تجربی دیابتی تحت تاثیر ۲ ساعت امواج منقطع موبایل با گروه شاهد غیردیابتی افزایش معنی داری مشاهده شد ( $p < 0.005$ ). بین میزان سرمی هورمون

جدول ۱) مقایسه میانگین آماری میزان هورمون‌های تستوسترون، FSH و LH موش‌های صحرایی نر بالغ در گروه‌های مختلف

گروه‌ها	هورمون تستوسترون (نانوگرم در میلی‌لیتر)	هورمون FSH (واحد در دسی‌لیتر)	هورمون LH (واحد در دسی‌لیتر)
شاهد			
غیردیابتی	۴/۳۰±۱/۴۰	۲/۳۰±۰/۳۴	۲/۸۰±۰/۲۵
دیابتی	۰/۷۶±۰/۴۴**	۲/۸۰±۰/۱۹	۲/۷۰±۰/۲۴
دیابتی + امواج مداوم موبایل			
۲ ساعت	۱/۶۰±۰/۶۷*	۱/۸۰±۰/۳۱	۴/۵۰±۰/۹۹*
یک ساعت	۱/۱۰±۰/۳۳*	۲/۱۰±۰/۳۵	۷/۷۰±۰/۲۰***
دیابتی + امواج منقطع موبایل			
۲ ساعت	۱/۸۰±۰/۰۳*	۱۱/۱۰±۵/۳**	۵/۳۰±۱/۱۰*
یک ساعت	۲/۱۰±۰/۱۸*	۱/۸۰±۰/۳۵	۴/۱۰±۰/۵۰
دیابتی + صدای زنگ اخبار			
۲ ساعت	۰/۳۱±۰/۱۲**	۴/۷۰±۱/۰۹	۲/۳۰±۰/۴۲
یک ساعت	۱/۲۰±۰/۰۶*	۲/۹۵±۰/۶۳	۱/۳۰±۰/۳۱

\* $p < 0.05$  و \*\* $p < 0.005$  نسبت به گروه شاهد غیردیابتی و # $p < 0.005$  نسبت به گروه شاهد دیابتی

## بحث

محافظ سبب کاهش هیپرگلیسمی و اختلالات ناشی از آن می‌شوند و می‌توانند سبب کاهش عوارض جانبی دیابت و استرس اکسیداتیو در بیضه شوند<sup>[25]</sup>. دیابت تجربی علاوه بر کاهش وزن موش‌ها سبب کاهش وزن، حجم و ابعاد بیضه نیز می‌شود<sup>[26]</sup>. دیابت وابسته به انسولین با اثر بر بافت بیضه باعث تضعیف عملکرد سلول‌های لیدیک و در نتیجه کاهش تولید تستوسترون می‌شود که در نتیجه آن، اثر فیدبک منفی هورمون مذکور بر ترشح هورمون‌های FSH و LH کاهش می‌یابد<sup>[27]</sup>.

تأثیر محدودی برخلاف نتایج حاصل از این مطالعه، در یک بررسی مشخص شده است که امواج موبایل باعث کاهش میزان سرمی هورمون LH می‌شود و بر میزان هورمون‌های FSH و پرولاکتین تأثیر معنی دار ندارد<sup>[28]</sup>. همچنین برخلاف نتایج این بررسی در یک مطالعه دیگر مشخص شد که امواج موبایل تأثیر معنی داری بر میزان سرمی هورمون تستوسترون در موش‌های صحرایی نر بالغ ندارد<sup>[29]</sup>. تأثیر محدودی همسو با نتایج این مطالعه در یک بررسی نشان داده شد که اگر چه دیابت بر میزان سرمی هورمون‌های FSH و LH تأثیر معنی داری ندارد، ولی دیابت به دلیل آسیب به بافت بیضه باعث کاهش میزان سرمی هورمون تستوسترون می‌شود<sup>[30]</sup>. همسو با مطالعه حاضر، در پژوهشی دیگر مشخص شد که دیابت باعث کاهش معنی دار هورمون تستوسترون و ناهمسو با داده‌های این

بر اساس نتایج این بررسی، در موش‌های دیابتی شده و همچنین در موش‌های دیابتی تحت تاثیر امواج مداوم و منقطع موبایل و استرس صوتی ناشی از صدای زنگ اخبار، کاهش معنی داری در میزان سرمی هورمون تستوسترون مشاهده شد، در حالی که قرار گرفتن در معرض استرس صوتی و امواج موبایل در موش‌های دیابتی شده، تأثیر معنی داری بر کاهش میزان سرمی هورمون تستوسترون القاشده با دیابت نداشت. همچنین دیابت تأثیری بر میزان سرمی هورمون‌های LH و FSH نداشت، در حالی که در موش‌های دیابتی شده قرار گرفتن در معرض امواج منقطع موبایل به مدت ۲ ساعت باعث افزایش هورمون FSH و قرار گرفتن در معرض امواج مداوم و منقطع موبایل به مدت ۲ ساعت در موش‌های دیابتی شده باعث افزایش هورمون LH شد که احتمالاً به دلیل کاهش هورمون تستوسترون و حذف اثر فیدبکی منفی آن بر ترشح هورمون‌های گنادوتروپینی است.

دیابت با ایجاد استرس اکسیداتیو و تولید رادیکال‌های آزاد باعث کاهش سلول‌های مختلف بیضه‌ها و کاهش میزان هورمون تستوسترون می‌شود<sup>[23]</sup>. بیماری دیابت آثار مخربی در عملکرد تولید مثلی و جنسی بر جای می‌گذارد و باعث بروز ناتوانی جنسی می‌شود<sup>[24]</sup>. در بیماری دیابت ساختار و عملکرد اندام‌های زیادی از جمله ساختار بافتی بیضه تغییر می‌یابد. برخی از عوامل ضددیابتی و

تستوسترون می‌شود. همچنین دیابت با امواج موبایل باعث افزایش LH و FSH در موش‌های صحرایی نر بالغ می‌شود که احتمالاً به دلیل حذف اثر فیدبک منفی هورمون تستوسترون بر ترشح هورمون‌های LH و FSH است.

**تشکر و قدردانی:** نویسندگان مقاله بر خود واجب می‌دانند تا از همکاری‌های معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز که در انجام این پژوهش از هیچ کوششی دریغ نوریزدند، تقدیر و تشکر بنمایند.

**تاییدیه اخلاقی:** در تمام مراحل آزمایش، روش‌های استاندارد مربوط به ملاحظات اخلاقی کار با حیوانات رعایت شد.

**تعارض منافع:** موردی از طرف نویسندگان بیان نشده است.

**منابع مالی:** این پژوهش با حمایت مالی حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز انجام گرفته است.

## منابع

- 1- Mohammadzadeh M, Mobasheri H. The effects of cell phone electromagnetic fields on the behavior of single OmpF nanochannel forming protein: A practical approach. *Tehran Univ Med J.* 2013;71(2):79-89. [Persian]
- 2- Behari J. Biological responses of mobile phone frequency exposure. *Indian J Exp Biol.* 2010;48(10):959-81.
- 3- Hosain K, Samad F, Samsuddoha Alam M. Effects of electromagnetic fields on Mammalian cells. *Int J Electr Comput Eng.* 2012;2(2):267-76.
- 4- Hardell L, Sage C. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards. *Biomed Pharmacother.* 2008;62(2):104-9.
- 5- Dasdag S, Taş T, 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(1):37-42.
- 6- Christ A, Gosselin MC, Christopoulou M, Kühn S, Kuster N. Age-dependent tissue-specific exposure of cell phone users. *Phys Med Biol.* 2010;55(7):1767-83.
- 7- Ahmadi Z, Shahbazi-Gahrouei D, HashmbeniB, Karbalaee M. Effects of exposure to 900-MHz mobile-telephony radiation on growth and metabolism of human-adipose-derived stem cells. *J Isfahan Med Sch.* 2015;32(316):2269-78.
- 8- Gutsch T, Mohamad Al-Ali B, Shamloul R, Pummer K, Trummer H. Impact of cell phone use on men's semen parameters. *Androl.* 2011;43(5):312-16.
- 9- Eroglu O, Oztas E, Yildirim I, Kir T, Aydur E, Komesli G, et al. Effects of electromagnetic radiation from a cellular phone on human sperm motility: An vitro study. *Arch Med Res.* 2006;37(7):840-3.
- 10- Avendano C, Mata A, Sanchez Sarmiento CA, Doncel GF. Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation. *Fertil Steril.* 2012;97(1):39-45.
- 11- Gul A, Celebi H, Ugras S. The effects of microwaves emitted by cellular phones on ovarian follicles in rats. *Arch Gynecol Obstet.* 2009;280(5):729-33.

تحقیق باعث کاهش معنی‌دار هورمون‌های LH و FSH در موش‌های دیابتی شده با استرپتوزوتوسین می‌شود[28].

در سلول‌های فیبروبلاستی انسان و گرانولوزای موش‌های صحرایی که در برابر سیگنال‌های تلفن همراه ۱۸۰۰ مگاهرتزی قرار گرفته‌اند، القای شکسته‌شدن یک‌رشته‌ای یا دورشته‌ای DNA مشاهده می‌شود و به نظر می‌رسد که استفاده منقطع به علت ایجاد استرس اثرات تخریبی بیشتری ایجاد می‌کند[31]. لذا احتمالاً امواج موبایل از طریق فعالیت زئوتوکسیک و با کاهش تعداد سلول‌های لایدیگ باعث کاهش هورمون تستوسترون شده است. نشان داده شده که قرارگیری در معرض امواج موبایل باعث ایجاد استرس اکسیداتیو و افزایش گونه‌های فعال اکسیژن در بیضه می‌شود[29]. لذا به نظر می‌رسد که امواج موبایل با ایجاد استرس اکسیداتیو و کاهش تعداد سلول‌های لایدیگ باعث کاهش میزان سرمی هورمون تستوسترون شده باشد.

همسو با بخشی و برخلاف بخش دیگری از نتایج این بررسی، داده‌های حاصل از یک تحقیق دیگر نشان داد که امواج ساطع شده از موبایل باعث ایجاد تغییرات معنی‌دار در میزان هورمون‌های LH، FSH و تستوسترون نمی‌شود[30]. در یک بررسی دیگر نشان داده شده است که امواج موبایل باعث کاهش میزان سرمی هورمون تستوسترون و افزایش FSH می‌شود[31]. سروصدا و استرس صوتی بر ترشح انسولین و بر سلول‌ها و عملکرد درون‌ریز بیضه موثر است[32]. همسو با بخشی از نتایج این مطالعه، داده‌های یک بررسی دیگر بیانگر آن است که استرس‌های صوتی در موش‌های صحرایی نر بالغ غیردیابتی باعث کاهش میزان هورمون‌های تستوسترون، FSH و LH می‌شود[33]. همچنین روشن شده است که استرس‌های صوتی باعث کاهش میزان هورمون‌های جنسی در موش‌های غیردیابتی می‌شود[34]. نتایج مطالعه دیگری مشخص نمود که استرس باعث کاهش اندازه و وزن بیضه‌ها و همچنین کاهش عملکرد ترشحاتی و اسپرماتوژنز می‌شود[35]. بنابراین استرس صوتی احتمالاً از طریق کاهش عملکرد ترشحاتی بیضه باعث کاهش میزان سرمی هورمون تستوسترون شده است.

با توجه به محدودیت‌های این تحقیق که از جمله آنها می‌توان به حضور امواج الکترومغناطیس ساطع شده از سایر دستگاه‌ها از قبیل دکل‌های مخابراتی موجود در محدوده جغرافیایی آزمایشگاه و پارازیت‌های ماهواره‌ای و غیره اشاره نمود، اظهار نظر در رابطه با تاثیر امواج موبایل بر عملکرد محور هیپوفیز- گونا در موش‌های صحرایی نر بالغ نیاز به مطالعات بیشتر در آزمایشگاه‌هایی دارد که از هر نظر در خصوص نفوذ امواج الکترومغناطیس عایق شده باشند.

## نتیجه‌گیری

دیابت و قرارگرفتن در معرض امواج موبایل و استرس صوتی ناشی از زنگ اخبار در موش‌های دیابتی باعث کاهش هورمون

- 24- Sudnikovich E, Maksimchik Y, Zabrodskaya S, Kubyshev V. Melatonin attenuates metabolic disorders due to streptozotocin induced diabetes in rat. *Eur J Pharmacol*. 2007;569(3):180-7.
- 25- Erfani Majd N, Bahrami M, Morovati H, Najafzadehvarzi H. The protective effect of Aloe vera on histological and histometrical structure of diabetic rat testi. *Sci Res Iran Vet J*. 2013;9(2):78-87. [Persian]
- 26- Prasad SK, Kulshreshtha A, Qureshi TN. Antidiabetic activity of some herbal plants in streptozotocin induced diabetic albino rats. *Pak J Nutr*. 2009;8(5):551-7.
- 27- Florence NT, Théophile D, Paul Désiré DD, Bertin V, Etienne D, Beauwens R, et al. Antidiabetic activities of methanol-derived extract of *Dorstenia picta* twigs in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Asian J Tradit Med*. 2007;2(4):140-8.
- 28- Ozguner M, Koyu A, Cesur G, Ural M, Ozguner F, Gokcimen A, et al. Biological and morphological effects on the reproductive organ of rats after exposure to electromagnetic field. *Saudi Med J*. 2005;26(3):405-10.
- 29- Diem E, Schwarz C, Adlkofer F, Jahn O. Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutat Res*. 2005;583(2):178-83.
- 30- Kesari KK, Kumar S, Behari J. Effects of radiofrequency electromagnetic wave exposure from cellular phones on the reproductive pattern in male wistar rats. *Appl Biochem Biotechnol*. 2011;164(4):546-59.
- 31- Sarookhani MR, Asiabanha Rezaei M, Safari A, Zaroushani Z, Ziaeiha M. The influence of 950 MHz magnetic field (mobile phone radiation) on sex organ and adrenal functions of male rabbits. *Afr J Biochem Res*. 2011;5(2):65-8.
- 32- Swami CG, Ramanathan J, Charan Jeganath C. Noise exposure effect on testicular histology, morphology and on male steroidogenic hormone. *Malays J Med Sci*. 2007;14(2):28-35.
- 33- Saki Gh, Jalali MS, Sarkaki AR, Karami Kh. Effect of supplementation of zinc on fertilization capacity of male rats exposed to noise stress. *Sci J Ilam Univ Med Sci*. 2013;21(1):25-35. [Persian]
- 34- Saki Gh, Nasri S, Jalali M, Gholami M. The effect of noise pollution on Pituitary-Gonadal hormones in male rat. *Yafteh*. 2014;15(4):44-51. [Persian]
- 35- Rai J, Pandey SN, Srivastava RK. Effect of immobilization stress on spermatogenesis of albino rats. *J Anat Soc India*. 2003;52(1):52-7.
- 12- Salama N, Kishimoto T, Kanayama HO. Effects of exposure to a mobile phone on testicular function and structure in adult rabbit. *Int J Androl*. 2010;33(1):88-94.
- 13- Kismali G, Ozgur E, Sayiner S, Alpaslan B, Guler G, Seyhan N, et al. The evaluation of Epigallocatechin Gallate and N-acetylcysteine on serum testosterone levels in male guinea pigs exposed to cell phone microwave. *J Anim Vet Adv*. 2009;8(6):1149-51.
- 14- Hosseini SE, Tavakoli F, Karami M. Medicinal plants in the treatment of diabetes mellitus. *J Clin Excell*. 2014;2(2):64-89. [Persian]
- 15- Ashraf A, Khaneshi F, Rafiee Raki F, Nejati V. Evaluation of aqueous extract of berberis integerrima root on the testis tissue and testosterone levels in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Qom Univ Med Sci*. 2013;7(4):28-35. [Persian]
- 16- Kazeminiya SM, Ebrahimi Vasati Kalayi S, Nasri S. Effect of dietary intake alcoholic extract of palm pollen (*Phoenix dactylifera*) on pituitary-testicular axis in male diabetic rats. *J Mazandaran Univ Med Sci*. 2014;23(1):167-75. [Persian]
- 17- Ostovanpi F, Gol A, Olomi H. Effects of Citrullus Colocynthis pulp on serum testosterone and LH levels in streptozotocin-induced diabetic rats. *Physiol Pharmacol*. 2014;18(3):347-53.
- 18- Ahangarpour A, Oroojan AA, Heydari H. Effect of hydro-alcoholic extract of dorema aucheri on serum levels of testosterone, fsh and sperm count in Nicotinamide-stz- induced diabetic rat models. *J Zanjan Univ Med Sci*. 2013;21(87):22-31. [Persian]
- 19- Dasdag S, Akdag MZ, Ulukaya E, Uzunlar AK, Yegin D. Mobile phone exposure does not induce apoptosis on spermatogenesis in rats. *Arch Med Res*. 2008;39(1):40-4.
- 20- Hajiun B. effects of garlic (*Allium Sativum* L.) hydroalcoholic extract on estrogen, progesterone and testosterone levels in rats exposed to cell phone radiation. *Zahedan J Res Med Sci*. 2014;16(12):19-24.
- 21- Jelodar G, Zare Y. Effect of radiation leakage of microwave oven on rat serum testosterone at pre and post pubertal stage. *J Shahid Sadoughi Univ Med Sci*. 2008;15(4):64-8. [Persian]
- 22- Lenzen S. The mechanisms of alloxan- and streptozotocin-induced Diabetes. *Diabetol*. 2008;51(2):216-26.
- 23- Guneli E, Tugyan K, Ozturk H, Gumustekin M, Cilaker S, Uysal N. Effect of melatonin on testicular damage in streptozotocin-induced diabetes rats. *Eur Surg Res*. 2008;40(4):354-60.