

تغییرات وزن و سطح قندخون همسترهای ماده در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی گوشی همراه

علیرضا لطفی^{۱*}، حبیب اقدم شهریار^۲

۱. باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر، شبستر، ایران

۲. عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر، شبستر، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات: arloffi@gmail.com

(دریافت مقاله: ۸۸/۱۰/۱۲، پذیرش نهایی: ۸۹/۳/۸)

چکیده

ریزموج‌ها از جمله امواج حاصل از میدان‌های الکترومغناطیسی تلفن همراه می‌توانند با نفوذ به بافت‌ها سبب تغییر در توزیع الکترون‌های غشاء سلولی و اختلال در واکنش‌های متابولیکی شوند. در این مطالعه با توجه به افزایش روزافزون کاربرد گوشی‌های همراه، اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی ۹۰۰ مگاهرتز تلفن‌ها بر وزن و قندخون همسترهای بالغ بررسی شد. ۷۲ همستر ماده به‌طور تصادفی در سه گروه آزمایشی تقسیم شدند. گروه ۱ به عنوان شاهد (بدون تأثیر میدان) در نظر گرفته شد. گروه ۲ به مدت ۱۰ روز (کوتاه مدت) و هر روز یک ساعت و گروه ۳ به مدت ۵۰ روز (بلند مدت) و هر روز یک ساعت در معرض میدان حاصل از گوشی قرار گرفتند. در پایان، حیوانات وزن‌کشی شده، از هر گروه آزمایشی ۸ حیوان انتخاب و نمونه خون از نظر غلظت قندخون بررسی شد. غلظت گلوکز در گروه طولانی مدت (۱۷۸ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کوتاه مدت (۱۱۱/۶ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) و گروه شاهد (۱۰۷ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) بود ($p < 0/01$). گروه طولانی مدت، نسبت به گروه شاهد و کوتاه مدت افزایش وزن معنی‌داری داشت (۱۱۵ در مقایسه با ۱۰۰/۶ و ۱۰۱ گرم) ($p < 0/01$). در این مطالعه مواجهه با امواج میدان الکترومغناطیسی گوشی همراه به مدت طولانی (دوره ۵۰ روزه) باعث افزایش معنی‌دار وزن زنده و قندخون همسترها شد. بنابراین میدان‌های گوشی همراه می‌تواند در طولانی مدت باعث افزایش سطح قندخون و وزن زنده در موش‌سانان گردد.

مجله دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، ۱۳۸۸، دوره ۳، شماره ۴، ۶۸۳-۶۸۴.

کلمات کلیدی: میدان الکترومغناطیسی، گوشی همراه، قندخون، همستر

مقدمه

امروزه، با توسعه فناوری ارتباطات سیار و با وجود خطوط نیرو، دکل‌های مخابراتی و استفاده گسترده از گوشی‌های همراه، قرار گرفتن در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی (EMF) بیولوژیکی EMF‌ها است. گوشی‌های همراه ساطع‌کننده (Electromagnetic fields) اجتناب ناپذیر شده است. این مسأله زمینه‌ساز مطالعات متعددی با هدف بررسی اثرات

بیولوژیکی EMF‌ها است. گوشی‌های همراه ساطع‌کننده قرار گرفتن در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی (EMF) بیولوژیکی

است (۱، ۵ و ۱۸). با وجود اینکه افزایش سطح کورتیزول و بروز تنش در معرض EMF گوشی همراه گزارش شده است (۲ و ۱۲)، اما در بین پژوهش‌های انجام یافته، اطلاعات ناچیزی در مورد اثرات استفاده از گوشی همراه بر غلظت قند خون و وزن بدن وجود دارد. هدف از این مطالعه، بررسی تغییرات وزن و سطح قند خون در همسترهای ماده در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی گوشی همراه (فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز) در دو دوره کوتاه مدت و بلند مدت است.

مواد و روش کار

۷۲ سر همستر سوری (*mesocricetus auratus*) ماده با وزن مشابه حدود 1 ± 97 گرم به طور تصادفی در سه گروه آزمایشی (در هر گروه ۲۴ سر) شامل:

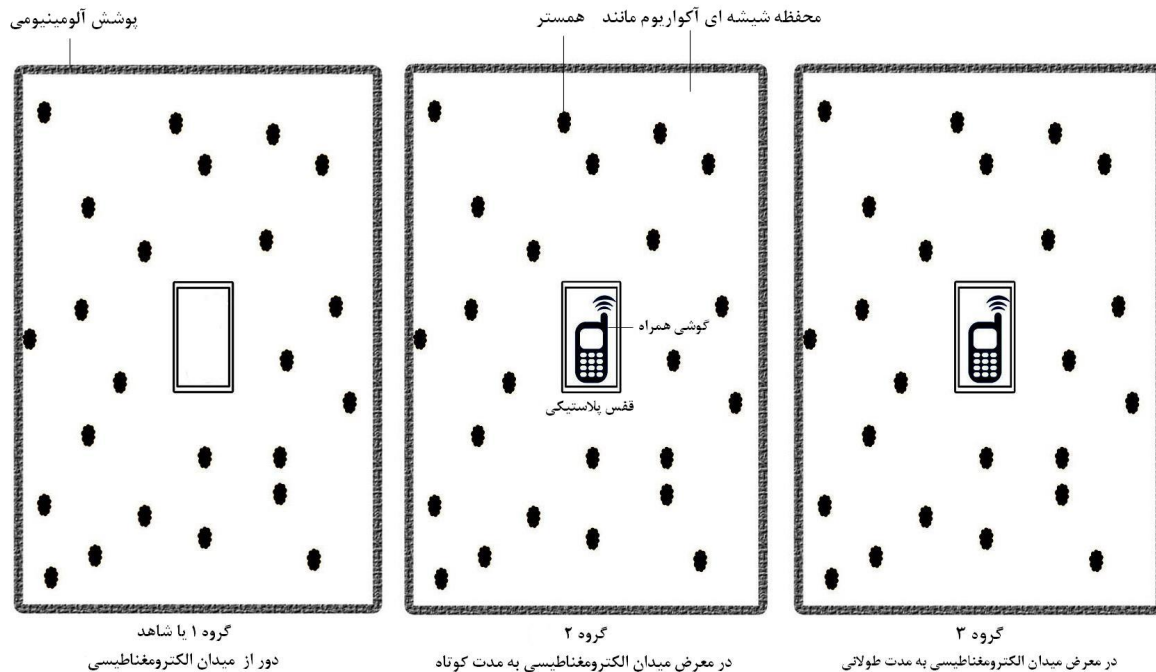
(۱) شاهد بدن تأثیر میدان

(۲) گروه در معرض یک ساعت EMF گوشی همراه به مدت ۱۰ روز

(۳) گروه در معرض یک ساعت EMF گوشی همراه به مدت ۵۰ روز

توزیع گردیدند. قبل از شروع آزمایش، حیوانات به مدت یک هفته بدون هیچگونه مداخله، در محیط آزمایشی با دسترسی آزاد به آب و غذا و دمای ۲۲-۲۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا به محیط آزمایشی عادت کنند. حیوانات در قفس‌های آکواریوم مانند شیشه‌ای به‌طور جداگانه نگهداری شده و شرایط نور، دما و دسترسی به غذا برای گروه‌ها یکسان بود. اطراف قفس‌ها با ورق آلومینیومی پوشانده شده بود تا امواج و میدان الکترومغناطیسی صرفاً در محیط داخلی قفس بوده و خارج نگردد. حیوانات تحت آزمایش EMF، در اتاق جداگانه‌ای دور از گروه شاهد نگهداری شده تا تأثیر EMF بر گروه شاهد به حداقل برسد. در این مطالعه حداکثر عوامل تنش‌زا (به غیر از EMF گوشی همراه) از محیط حذف شده بود و شرایط آزمایشی کاملاً شبیه به شرایط معمول نگهداری همسترها در اتاق حیوانات و یا به عنوان حیوان خانگی بود (نگاره ۱).

فرکانس رادیویی الکترومغناطیسی (۹۰۰ مگاهرتز: GSM) (Global System for Mobile telecommunications) و غیریونیزه‌کننده می‌باشد. EMF می‌تواند به بافت‌های جانوری اثر کرده و پتانسیل الکتریکی غشای سلول‌ها را تغییر دهد. این تغییرات ممکن است باعث بروز اختلال در واکنش‌های بیوشیمیایی درون سلولی شود (۱۳). نشان داده شده است که ریزموج‌ها می‌توانند باعث ایجاد گرما و پخش انرژی در بافت‌های زنده گردند (۸). مطالعات انجام یافته بر روی حیوانات آزمایشگاهی نشانگر بروز تغییر در سطوح برخی از هورمون‌های آندوکروینی، لیپیدهای پلاسما و تنش اکسیداتیوی در معرض EMF های گوشی همراه بوده است (۲، ۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۷). Kolomiytseva و همکاران (۱۹۸۷) طی مطالعه‌ای که روی موش‌سانان انجام دادند، گزارش کردند که پرتوهای غیریونیزه‌کننده می‌توانند سبب ذخیره بیشتر لیپیدها در بافت چربی و متعاقباً افزایش وزن گردند (۱۱). نتایج موجود در منابع منتشر شده در رابطه با اثرات میدان‌های مغناطیسی (MF) (Magnetic Fields) و EMF بر وزن بدن انسان و حیوانات آزمایشگاهی، متفاوت است. به عنوان مثال، Kato و همکاران (۱۹۹۳)، بین وزن موش‌های گروه شاهد و گروه در معرض MF: ۵۰ هرتز اختلاف معنی‌داری را مشاهده نکردند (۱۰). همچنین Abbasi و همکاران (۲۰۰۷)، تفاوتی را در وزن و سطوح قندخون موش‌های در معرض MF با شدت ۰/۰۵ تسلا گزارش نکردند (۱). اما نتایج مربوط به EMF ساطع شده از گوشی همراه (۹۰۰ مگاهرتز) حاکی از افزایش معنی‌دار وزن موش‌سانان در معرض میدان است (۱۴). در مطالعات مربوطه، اثرات بیولوژیکی EMF گوشی همراه با افزایش طول دوره آزمایش، معنی‌دارتر بوده است (۲، ۱۲، ۱۴ و ۱۵). در مورد اثر MF بر افزایش طول دوره آزمایش افزایش بسیار معنی‌داری را در وزن زنده سبب شده است (۵). مطالعات انجام یافته با MF دارای فرکانس پایین (مانند ۵۰ هرتز) نتایج مختلفی را در مورد وزن بدن و غلظت قند خون نشان داده



نگاره ۱ - تصویر شماتیک وضعیت قرارگیری همسترها در معرض گوشی همراه

دو مؤلفه وزن و قندخون بعد از دوره آزمایشی است. در این

مطالعه با توجه به اینکه در ابتدای آزمایش وزن زنده همسترهای ماده بالغ در تمامی گروه‌ها تقریباً یکسان بود، بین وزن گروه ۱ (شاهد) و گروه ۲ (کوتاه مدت) که ۱۰ روز در معرض EMF بودند، تقریباً اختلافی مشاهده نشد (به ترتیب ۱۰۰/۶ و ۱۰۱ گرم)، در حالی که وزن متوسط گروه ۳ (طولانی مدت) که ۵۰ روز در معرض EMF بود، تفاوت معنی داری با گروه شاهد و گروه کوتاه مدت داشت (جدول ۱). بین غلظت قندخون گروه شاهد و گروه کوتاه مدت نیز تفاوت، معنی دار نبود (به ترتیب ۱۰۷ و ۱۱۱/۶ میلی گرم در دسی لیتر) اما غلظت قندخون گروه در معرض طولانی مدت (۱۷۸ میلی گرم در دسی لیتر) در مقایسه با گروه شاهد و گروه کوتاه مدت به طور معنی داری بیشتر بود (جدول ۱).

همسترهای گروه‌های آزمایشی تحت فرکانس گوشی همراه سونی اریکسون مدل K 750i (GSM : ۹۰۰ مگاهرتز) با ضریب جذب اختصاصی SAR=۰/۶۶ w/kg (Specific absorption rate) قرار داشتند. در پایان آزمایش تمام ۲۴ قطعه همستر در هر گروه وزن گیری شد، سپس ۸ حیوان از هر گروه به طور تصادفی انتخاب و پس از سه ساعت گرسنگی، خون گیری از قلب حیوان به عمل آمد و آزمایش سنجش غلظت قندخون انجام شد. برای سنجش قندخون از دستگاه اتوالایزر (ALYSON[®] 300, USA) استفاده شد. داده‌های به دست آمده از آزمایشات توسط بسته نرم افزاری SAS تجزیه و تحلیل شد و میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. اختلافات در سطح $p < 0/05$ معنی دار تلقی شدند.

نتایج

میانگین وزن زنده و غلظت قندخون همسترها در گروه‌های آزمایشی در جدول ۱ آورده شده است. نتایج بیانگر افزایش هر

جدول ۱- میانگین وزن زنده و غلظت قندخون در گروه‌های تحت آزمایش

گروه آزمایشی	وزن زنده (گرم)	گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)
گروه ۱ یا شاهد (دور از معرض EMF)	۱۰۰٫۶ ± ۳/۱۳ a	۱۰۷ ± ۳/۶۱ a
گروه ۲ (۱۰ روز در معرض EMF)	۱۰۱ ± ۲/۹۱ a	۱۱۱/۶ ± ۳/۳۴ a
گروه ۳ (۵۰ روز در معرض EMF)	۱۱۵ ± ۳/۶۹ b	۱۷۸ ± ۵/۲۸ b

a و b: حروف غیریکسان نشانگر اختلاف معنی‌دار است ($p < 0/01$).

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه Öcal و همکاران (۲۰۰۸) موش‌های صحرایی در معرض MF: ۵۰ هرتز، در طول دوره آزمایش در مقایسه با گروه شاهد (دور از MF) افزایش وزن بیشتری داشتند (۱۶). آنها پیشنهاد کردند که تغییرات متابولیکی حاصل از MF منجر به افزایش بیشتر وزن در گروه در معرض میدان گشته است. همچنین در مطالعه Bellossi (۱۹۹۲)، موش‌های آزمایشگاهی در دوره رشد، در معرض ۴۶۰ هرتز (۳۰ دقیقه در روز به مدت دو هفته) سنگین‌تر از گروه شاهد بودند، اما در مطالعه آنها با فرکانس ۱۲ هرتز MF در طول دوره آزمایش، اثر معنی‌داری بر وزن بدن موش‌ها نگذاشته بود (۴). در مطالعه Lerchl و همکاران (۲۰۰۸) دو گروه از همسترها که در معرض دو فرکانس مختلف ۳۸۳ و ۹۰۰ مگاهرتز قرار داشتند بعد از دوره آزمایشی ۶۰ روزه، به ترتیب ۴ و ۶ درصد افزایش وزن بیشتری نسبت به گروه شاهد (دور از میدان) داشتند (۱۴). غالباً در مطالعاتی که با فرکانس‌های ۵۰ هرتز و بالاتر انجام یافته است، افزایش وزن معنی‌دار در گروه در معرض میدان گزارش شده و افزایش وزن در دوره‌های آزمایشی طولانی‌تر و معنی‌دارتر بوده است (۴، ۱۴ و ۱۶). در مطالعه حاضر، فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز گوشه‌ی همراه در طولانی مدت (۵۰ روز) سبب افزایش معنی‌دار وزن زنده در همسترها گردید، در حالی‌که در کوتاه مدت (۱۰ روز) تأثیر معنی‌داری نداشت.

در مطالعه Gerardi و همکاران (۲۰۰۸) افزایش وزن موش‌های صحرایی که به مدت ۱۸۲ روز در معرض فرکانس پایین ۳۱ هرتز بودند، در مقایسه با گروه شاهد (دور از هر نوع میدان) تقریباً دو برابر بود و سطح گلوکز خون گروه در معرض میدان به طور معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود (۵) (جدول ۲). در مورد افزایش وزن در گروه در معرض EMF نتایج مطالعه حاضر با نتایج Gerardi و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد (۵).

مطالعات انجام شده با فرکانس‌ها و شدت‌های پایین MF نشانگر وجود اثر افزایشده آن بر سطح قندخون است (۱، ۳ و ۱۹). با وجود این، در مطالعه Abbasi و همکاران (۲۰۰۷)، اختلاف سطح قندخون بین گروه شاهد و گروه در معرض میدان، معنی‌دار نبود (۱). اما در مطالعه حاضر (با فرکانس بالای EMF و دوره آزمایش طولانی‌تر) و مطالعه Gerardi و همکاران (۲۰۰۸) (با فرکانس پایین EMF و دوره آزمایش طولانی) افزایش معنی‌دارتری در غلظت قندخون گروه در معرض EMF در مقایسه با گروه شاهد، مشاهده شد (۵) (جدول ۱ و ۲). با وجود تطابق نتایج مطالعه اخیر با مطالعه Gerardi و همکاران (۲۰۰۸) به نظر می‌رسد اثرات EMF در افزایش قندخون بیشتر از MF باشد و این اثر در فرکانس‌های بالا (مانند ۹۰۰ مگاهرتز) ساطع شده از گوشه‌های

همراه) و افزایش طول مدت قرار گیری در معرض آن، بیشتر است (۵).

جدول ۲- افزایش سطوح قندخون در معرض MF و EMF در مطالعات مختلف (میلی گرم بر دسی لیتر)

منبع	گروه در معرض میدان	گروه شاهد (دور از معرض میدان)	نوع میدان (شدت یا فرکانس) طول دوره آزمایش	حیوان آزمایشگاهی
Sihem و همکاران (۲۰۰۶)	۱۲۲	۱۰۲	مغناطیسی (۱۲۵ میکروتسلا) ۱ ساعت در روز / ۱۰ روز متوالی	موش صحرایی
Amara و همکاران (۲۰۰۶)	۱۶۳	۱۲۳	مغناطیسی (۱۲۵ میکروتسلا) ۱ ساعت در روز / ۵ روز متوالی	موش صحرایی
Abbasi و همکاران (۲۰۰۷)	۱۱۴/۳۶	۱۱۳/۸۲	مغناطیسی (۰/۰۵ تسلا) ۱۰ ساعت در روز / ۱۰ روز متوالی	موش
Gerardi و همکاران (۲۰۰۸)	۲۴۰	۱۴۰	الکترومغناطیسی (۴۰ میکروتسلا و ۳۱/۶ هرتز) کل دوره ۱۸۲ روزه	موش صحرایی
مطالعه حاضر	۱۷۸	۱۰۷	الکترومغناطیسی (GSM : ۹۰۰ مگاهرتز) ۱ ساعت در روز / ۵۰ روز متوالی	همستر

احتمالاً این عارضه به دلیل تحریک مصرف خوراک، افزایش اشتها و در نتیجه فراهم شدن مقادیر بیشتری چربی در بدن بروز می‌کند، به طوری که ظرفیت متابولیکی بدن برای اکسیداسیون و موبیلیزاسیون سطوح بالای چربی کافی نبوده و در نهایت عارضه چاقی پدید می‌آید (۷). به نظر می‌رسد MF و EMF در طولانی مدت باعث تغییراتی در متابولیسم لیپیدها شده، سطح لیپیدهای پلاسما را کاهش داده (۱۵) و روند ذخیره سازی لیپیدها در بافت‌های چربی و سایر بافت‌های بدن را تشدید می‌کنند. لذا افزایش وزن همسترها در گروه طولانی مدت، می‌تواند به دلیل عارضه چاقی و وجود سطوح بالای ذخایر لیپیدی در بافت‌ها باشد.

در نتیجه، مطالعه حاضر نشان می‌دهد که میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز گوشه همراه می‌تواند، در طولانی مدت باعث افزایش سطح قندخون و افزایش وزن زنده در موش سانان گردد که این نتیجه می‌تواند

Gorczyńska و Wegrzynowics (۱۹۹۱)، افزایش قندخون در گروه در معرض میدان مغناطیسی را به دلیل تغییر در فعالیت پانکراس، کاهش انسولین و افزایش گلوکاگون دانسته‌اند (۶).

مشخص شده است که بروز تنش‌های محیطی، سطح قندخون را افزایش می‌دهد (۲۰)، در مطالعه قبلی مشاهده شد که EMF گوشه همراه باعث افزایش معنی‌دار سطح کورتیزول خون در همسترها می‌شود (۲). با توجه به اثرات گلوکوکورتیکوئیدها در افزایش سطح قندخون، در این مطالعه نیز افزایش قندخون، می‌تواند به دلیل وجود اثر تنش‌زایی EMF گوشه همراه و افزایش ترشح کورتیزول باشد.

بنابراین، افزایش وزن بدن در همسترها نیز می‌تواند به دلیل ترشح مقادیر بالای کورتیزول بوده باشد. زیرا، افزایش سطح ترشح کورتیزول می‌تواند باعث کاهش موبیلیزاسیون اسیدهای چرب از بافت آدیپوز شده و در نتیجه منجر به چاقی شود.

به دلیل تشابه خصوصیات فیزیولوژیکی همستر با انسان، در شرایط بدنی انسان نیز صادق باشد. در هر حال به نظر می‌رسد، انجام مطالعات متابولیکی بیشتر در ارتباط با اثرات EMF برای

شفاف سازی هر چه بیشتر اثرات آن بر فرآیندهای متابولیکی ضروری باشد.

فهرست منابع

- 1- Abbasi, M., Nakhjavani, M., Hamidi, S., Tarafdari, A.M. and Esteghamati, A. (2007): Constant magnetic field of 50 mT does not affect weight gain and blood glucose level in BALB/c mice. *Med. Sci. Monit.*, 13: 151-154.
- 2- Aghdam shahryar, H., Lotfi, A.R., Bahojb, M. and Karami bonary A.R. (2009): Effects of 900 MHz electromagnetic fields emitted from a cellular phone on the T3, T4, and cortisol levels in Syrian hamsters. *Bulletin of Veterinary Institute in Pulawy*. 53: 233-236.
- 3- Amara, S., Abdelmelek, H., Ben Salem, M., Abidi, R. and Sakly, M. (2006): Effects of Static Magnetic field exposure on Hematological and Biochemical parameters in Rats. *Brazilian Archive of Biology and Technology*. 49: 889-895.
- 4- Bellossi, A. (1992): Effect of a 12 Hz and of a 460 Hz Pulsed magnetic field on the weight of AKR mice. *Biotherapy*. 4: 277-283.
- 5- Gerardi, G., De Ninno, A., Prosdociami, M., Ferrari, V., Barbaro, F., Mazzariol, S. et al. (2008): Effects of electromagnetic fields of low frequency and low intensity on rat metabolism. *Biomagnetic Research and Technology*, 6: 3.
- 6- Gorczynska, E. and Wegrzynowics, R. (1991): Glucose homeostasis in rats exposed to magnetic fields. *Invest. Radiol.*, 26: 1095-1100.
- 7- Guyton, C. and Hall, E. (2006): *Textbook of Medical Physiology*. 11th ed., Elsevier Inc, Philadelphia, Pennsylvania, pp: 952.
- 8- Hirata, A., Watanabe, H. and Shiozawa, T. (2002): SAR and temperature increase in the human eye induced by obliquely incident plane waves. *IEEE Transaction Electromagnetic Compatibility*, 4: 592-594.
- 9- Irmak, MK., Fadılloğlu, E., Güleç, G., Erdogan, H., Yagmurca M. and Akyol, Ö. : Effects of electromagnetic radiation from a cellular telephone on the oxidant and antioxidant levels in rabbits. *Cell. Biochem. Funct.*, 20: 279-283.
- 10- Kato, M., Homna, K.I., Shigemitsu, T. and Shiga, Y. (1993): Effects of exposure to circularly polarized, 50Hz magnetic fields on melatonin levels in rats. *Bioelectromagnetics*, 14: 97-106.
- 11- Kolomiytseva, I.K., Novoselova, E.G., Kulagina, T.P. and Kuzin, A.M. (1987): The effect of ionizing radiation on lipid metabolism in lymphoid cells. *Int. J. Radiat. Biol. Relat. Stud. Phys. Chem. Med.*, 51: 53-58.
- 12- Koyu, A., Cesur, G., Özgüner, F., Akdogan, M., Mollaoglu, H. and Özen, Ş. (2005): Effects of 900 MHz electromagnetic field on TSH and thyroid hormones in rats. *Toxicology Letters*, 157: 257-262.
- 13- Lee, J.S., Ahn, S.S., Jung, K.C., Kim, Y.W. and Lee, S.K. (2004): Effects of 60 Hz electromagnetic field exposure on testicular germ cell apoptosis in mice. *Asian Journal of Andrology*, 6: 29-34.
- 14- Lerchl, A., Krüger, H., Niehaus, M., Streckert, J.R., Bitz, A.K. and Hansen, V. (2008): Effects of mobile phone electromagnetic fields at non thermal SAR values on melatonin and body weight of Djungarian hamsters (*phodopus sungorus*). *Journal of Pineal Research*, 44: 267-272.
- 15- Lotfi, AR. and Aghdam shahryar, H. (2009): Effects of 900 MHz electromagnetic fields emitted by cellular phone on total cholesterol and triglyceride levels of plasma in Syrian hamsters (*mesocricetus auratus*). *Journal of Applied Biological Sciences*, 2: 85-88.
- 16- Öcal, I., Kalkan, T. and Günay, I. (2008): Effects of alternating magnetic Field on the metabolism of the healthy and diabetic organisms. *Brazilian Archive of Biology and Technology*, 51: 523-530.
- 17- Oral, B., Guney, M., Ozguner, F., Karahan, N., Mungan, T., Comlekci, S., et al. (2006): Endometrial apoptosis induced by a 900-MHz mobile phone: Preventive effects of vitamins E and C. *Advances in Therapy*, 23: 957-973.
- 18- Sadeghi, H., Zare, S., Hayatgeibi, H., Alivandi, S. and Ebadi, A.G. (2006): Biological effect of power frequency magnetic fields on serum biochemical parameters in Guinea pigs. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6: 1083-1087.

- 19- Sihem, C., Hafedh, A., Mohsen, S., Marc, P.J. and Khmais, BR. (2006): Effects of sub-acute exposure to magnetic field on blood hematological and biochemical parameters in female rats. Turkish Journal of Hematology, 23: 182-187.
- 20- Squires, E.J. (2003): Applied Animal Endocrinology. 1st ed., CABI Publishing, London, pp: 209-210.