

## بررسی اثر میدان های الکترو مغناطیسی و اثر حفاظتی عنصر روی بر تعداد و حرکت اسپرم های موش صحرایی بالغ

دکتر مجید جاسمی\*، دکتر علیرضا خردمند\*، دکتر قاسم ساکی\*\*، دکتر مجید زینلی\*\*\*

دریافت: ۸۷/۱۱/۶، پذیرش: ۸۸/۷/۲۹

### چکیده:

مقدمه و هدف: در این مطالعه اثرات میدان های مغناطیسی و نقش محافظتی سولفات روی با دوزهای متفاوت بر روند اسپرمتوزن موش صحرایی مورد بررسی قرار گرفت.

روش کار: در این مطالعه تجربی ۳۲ موش صحرایی بالغ نژاد ویستار با سن ۱۰ هفته و با وزن  $200 \pm 10$  گرم بطور کاملا تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند گروه ۱: به عنوان گروه شاهد، گروه ۲: تحت میدان مغناطیسی با قدرت ۱/۷ میلی تسلا قرار گرفتند، گروه ۳: تحت میدان مغناطیسی با قدرت ۱/۷ میلی تسلا قرار گرفتند و روزانه ppm ۲۰۰ سولفات روی روزانه و به صورت خوراکی دریافت کردند. گروه ۴: تحت همان میدان مغناطیسی قرار گرفتند و روزانه ppm ۵۰۰ سولفات روی روزانه و به صورت خوراکی دریافت کردند. پس از گذشت ۴۰ روز موش ها کشته شده، اپیدیدیم آنها استخراج و پس از سوراخ سوراخ شدن توسط نوک سوزن سرنگ انسولین در قطرات ۵۰ میکرولیتری محیط کشت T6+5mg/ml BSA قرار داده شدند و سپس به مدت یک ساعت در انکوباتور و تحت شرایط ۳۷ درجه سانتیگراد و ۵ در صد دی اکسید کربن انکوبه شدند. تعداد و حرکت اسپرم ها بررسی و اطلاعات حاصله در جدول ثبت اطلاعات درج گردیدند. داده ها با استفاده از آزمون ANOVA و آزمون های تکمیلی توکی و دانکن تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج: میانگین تعداد اسپرم ها در گروه های ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برابر  $56/6 \pm 7/96$ ،  $30/2 \pm 1/31$ ،  $38/6 \pm 2/09$  و  $42/5 \pm 6/74$  میلیون در میلی لیتر بود. آنالیز آماری انجام شده نشان داد که تعداد اسپرم ها در گروه دوم بطور معنی داری نسبت به گروه های دیگر کمتر بود ( $p < 0/05$ ) هم چنین تعداد اسپرم ها در دو گروه سوم و چهارم بطور معنی داری از گروه دوم بیشتر بود ( $p < 0/05$ ) در صد اسپرم های با حرکت پیشرونده (رو به جلو) به ترتیب در چهار گروه مورد مطالعه برابر  $52/25 \pm 3/88$ ،  $1/82 \pm 22/35$ ،  $26 \pm 3/17$  و  $49/26 \pm 4/05$  بود. آنالیز آماری انجام شده نشان داد که در گروه دوم در صد اسپرم های متحرک بطور معنی داری از دیگر گروهها کمتر بود ( $p < 0/05$ ).

نتیجه نهایی: میدان الکترومغناطیسی سبب آسیب به روند اسپرمتوزن موش صحرایی می شود و ترکیبات روی می توانند آسیب وارده شده به روند اسپرمتوزن را کم کند.

کلید واژه ها: امواج الکترومغناطیس / تعداد اسپرم / حرکت اسپرم / روی

### مقدمه:

طرف دیگر با توجه به انتقال نیرو از مراکز تولید به مصرف توسط خطوط انتقال نیرو، عموم مردم در معرض مقادیری از این میدان ها قرار می گیرند (۱). با توجه به نقش الکتروسیسته در زندگی بشر، مقادیر زیادی میدان های

در نیروگاه های برق، میدان های الکترومغناطیسی با دامنه بیش از ۲۰ میلی تسلا تولید می شود که کارکنان آنها را در معرض مقادیری از این میدان قرار می دهد. از

\* استادیار گروه ارولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

\*\* دانشیار گروه علوم تشریحی دانشکده پزشکی و مرکز تحقیقات فیزیولوژی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز (ghasemsaki@yahoo.com)

\*\*\* دستیار گروه ارولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

### روش کار:

در این مطالعه تجربی ۳۲ موش صحرایی نر با سن ۱۰ هفته از نژاد ویستار با وزن بین  $10 \pm 200$  گرم مورد مطالعه قرار گرفتند. کلیه این حیوانات از مرکز تکثیر و پرورش حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه علوم پزشکی اهواز خریداری و در مرکز نگهداری حیوانات آزمایشگاهی گروه علوم تشریحی و در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و در دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتیگراد نگهداری شدند. حیوانات مورد مطالعه ابتدا بطور تصادفی به ۴ گروه ۸ تایی تقسیم شده بطوری که گروه اول یا شاهد گروهی بوده که نه تحت امواج مغناطیس قرار گرفته و نه به آنها روی داده شد گروه دوم: گروهی بوده که موش ها به مدت ۴۰ روز، روزانه و به مدت ۲ ساعت در یک میدان الکترو مغناطیسی به قدرت ۱/۷ میلی تسلا قرار گرفته اند (۱۹). اندازه گیری قدرت دستگاه مولد امواج الکترومغناطیس توسط همکاران محترم در گروه فیزیک پزشکی دانشکده پزشکی دانشگاه جندی شاپور اهواز و با استفاده از دستگاه تسلا متر صورت گرفته است. گروه سوم: گروهی بوده که علاوه بر قرار گرفتن در میدان الکترومغناطیسی با قدرت متوسط ۱/۷ میلی تسلا روزانه ۲ ساعت به مدت ۴۰ روز،  $200 \text{ ppm}$  سولفات روی به صورت خوراکی روزانه به آنها داده شد. لازم به ذکر است که روی به صورت سولفات و محلول در آب آشامیدنی، به موش ها داده شده است. گروه چهارم: گروهی بوده که علاوه بر قرار گرفتن در میدان الکترومغناطیسی با قدرت متوسط ۱/۷ میلی تسلا برای مدت ۴۰ روز، و هر روز ۲ ساعت، روزانه  $500 \text{ ppm}$  سولفات روی به صورت خوراکی به آنها داده شد. پس از گذشت ۴۰ روز (۱۹، ۱۸، ۱۱) موش های هر گروه به طور جداگانه با استفاده از محلول اتر کشته شده و بیضه سمت راست هر موش خارج و دم اپی دیدیم استخراج گردید، با استفاده از نوک سوزن سرنگ انسولین دم اپی دیدیم سوراخ سوراخ شده، سپس در قطرات ۵۰ میکرولیتری محیط کشت  $6+5 \text{ mg/ml BSA}$  قرار داده شد و به مدت ۱ ساعت و تحت شرایط ۵ درصد دی اکسید کربن و دمای ۳۷ درجه سانتی گراد در انکوباتور انکوبه شدند، بعد از این مدت نمونه ها از انکوباتور خارج شده و مورد مطالعه قرار گرفتند (۲۰).

بررسی تحرک و تعداد اسپرم: جهت بررسی تحرک اسپرم مقدار ۱۰ میکرولیتر از اسپرمهای استخراج شده از اپی دیدیم

الکترومغناطیسی با فرکانس خیلی پایین در محیط کار و محل سکونت انسان ایجاد شده است که این مقادیر اساسا بیشتر از میدان های الکترومغناطیسی است که در اطراف زمین وجود دارد. گزارشات متعدد اپیدمیولوژیک و تجربیات آزمایشگاهی در مورد اثرات سوء الکتریسیته به سیستم های بیولوژیک وجود دارد (۴-۲). در خصوص تاثیرات میدان های الکترومغناطیسی بر دستگاه تولید مثل نر تحقیقات مختلفی صورت گرفته است. در این تحقیقات ارتباط بین میدان های مغناطیسی با افزایش درصد وقوع آپوپتوزیس و مرگ سلول های نطفه ای (germ cell) در بیضه (۵)، باز شدن و فاصله گرفتن لوله های منی ساز از یکدیگر، بروز بی نظمی در اپی تلیوم لوله منی ساز، کاهش معنی داری تعداد اسپرماتوسیت های اولیه و اسپرماتید، افزایش تعداد سلول های سرتولی (۶)، اثرات سوء روی تکثیر و تمایز سلول های اسپرماتوگونی (۷)، اثرات سمی روی سلولهای اسپرماتوژنز و کاهش باروری (۸) و کاهش مایع منی (۹) نشان داده شده است. از طرفی دیگر روی یک عنصر حیاتی و اساسی بوده که ارتباط نزدیکی با فعالیت اندوکرینی داشته است (۱۰) و برای فعالیت بیش از ۳۰۰ آنزیم بخصوص RNA پلیمرز و DNA پلیمرز و سایر متالوآنزیمها (۱۱) سنتز پروتئین ها و نوکلئیک اسید ها و تقسیم سلولی و هم چنین فعالیت تولید مثل، اسپرماتوژنز و پایدار ماندن ساختمان کروماتین در هسته سلولی (۱۱) دارای نقش بسزایی است به طوری که کمبود روی می تواند سبب تاخیر در رشد و بلوغ جنسی و کاهش کارکرد گناد ها بشود (۱۴-۱۱). غلظت روی در اعضای همچون پروستات، بیضه و مایع سمینال بالاست و این مطلب نشان دهنده نقش روی در دستگاه تولید مثل می باشد که به صورت تقویت اسپرماتوژنز، بلوغ اسپرماتوزوا و حفظ اپی تلیوم زاینده می باشد (۱۵، ۱۲) همچنین روی یک عنصر آنتی اکسیدانی است و نقش مهم و محافظت کننده ای در برابر رادیکالهای آزاد دارد (۱۶، ۱۷).

با توجه به مسلم بودن اثرات منفی میدان های مغناطیسی بر روند تولید اسپرم طی دوره اسپرماتوژنز و هم چنین اثر منفی بر ساختمان کروماتین و فعالیت آن تصمیم گرفته شد تا در اثر تجویز عنصر روی با دو غلظت  $200 \text{ ppm}$  و  $500 \text{ ppm}$  (۱۸، ۱۱) در کاهش این آثار تخریبی مطالعه ای انجام شود.

نشان داد که امواج الکترو مغناطیس تاثیر قابل توجهی بر روی حرکت رو به جلوی اسپرم ها داشته است بطوری که ارزش  $p$  در مقایسه گروه دوم با اول برابر  $0/001$ ، دوم با سوم برابر  $0/031$  و دوم با چهارم برابر  $0/033$  بوده است ولی در مقایسه گروه اول با گروه سوم و چهارم این تفاوت معنی دار نبوده است. مقایسه گروه سوم و چهارم نیز نشان می دهد که دوز روی مصرفی تأثیری تقریباً مشابه بر حرکت رو به جلوی اسپرم ها داشته است بطوری که ارزش  $p$  برابر  $0/374$  بوده است.

ب- حرکت در جای اسپرم ها: در صد اسپرمهای با تحرک درجا در گروه های اول تا چهارم به ترتیب برابر با  $27/11 \pm 2/11$ ،  $28/42 \pm 5/09$ ،  $26/12 \pm 1/66$  و  $24/12 \pm 2/43$  می باشد. آنالیز آماری انجام شده نشان می دهد که در چهار گروه مورد مطالعه اختلاف معنی داری در اسپرم های با تحرک در جا وجود ندارد.

ج- اسپرم های بدون حرکت: در صد اسپرم های بدون حرکت در چهار گروه مورد مطالعه به ترتیب برابر با  $30/63 \pm 2/30$ ،  $20/63 \pm 3/17$ ،  $49/23 \pm 3/17$ ،  $24/62 \pm 4/23$  و  $30/57 \pm 2/63$  می باشد. نتایج حاصله نشان می دهد که در گروه دوم اسپرم های بدون حرکت نسبت به ۳ گروه دیگر افزایش داشته و این افزایش معنی دار است (ارزش  $p$  کمتر از  $0/05$ ). ولی در مقایسه سه گروه دیگر اختلاف معنی داری در تعداد اسپرم های بدون تحرک مشاهده نشد.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار تعداد و حرکت اسپرم های استخراج شده از اپیدیدیم موش های صحرایی مورد مطالعه در

#### چهار گروه مختلف

میانگین در صد	میانگین درصد	میانگین در صد	میانگین درصد
کنترل (۱)	۵۶/۶±۷/۹۶	۳/۸۸±۵۲/۲۵	۲۷/۱۲±۲/۱۱
تجربی (۲)	۳۰/۲±۱/۳۱	۱/۸۲±۲۲/۳۵	۲۸/۴۲±۵/۰۹
تجربی (۳)	۳۸/۶±۲/۰۹	۳/۱۷±۴۹/۲۶	۲۶/۱۲±۱/۶۶
تجربی (۴)	۴۲/۵±۶/۷۴	۴/۰۵±۴۶/۱۱	۲۴/۱۲±۲/۴۳

#### بحث:

مطالعات انجام شده در مورد نقش امواج الکترو مغناطیس بر روی اسپرماتوزن موش صحرایی نشان داده

موش های مورد مطالعه در چهار گروه را روی حفره شمارش اسپرم (Makler Chamber) قرار داده و تحرک اسپرم ها به کمک میکروسکوپ معکوس ارزیابی شد. بدین ترتیب که ابتدا تعداد کل اسپرم ها شمارش و سپس تعداد اسپرم های دارای حرکت رو به جلو (اسپرم هایی که حرکت انتقالی داشته باشند)  $(a+b)$ ، حرکت در جا (اسپرم هایی که حرکت انتقالی نداشته اما ضربان دم قابل رویت است)  $(c)$ ، و بدون حرکت (این اسپرم ها نه حرکت انتقالی دارند و نه ضربان دم قابل رویت است)  $(d)$  موجود در ۱۰ خانه بطور تصادفی شمارش گردید. تحرک اسپرم ها در هر گروه با استفاده از فرمول زیر به صورت در صد نشان داده شد (۲۱).

$100 \times$  تعداد اسپرم های شمارش شده در هر نوع حرکت در ۱۰ خانه  
تعداد کل اسپرم های شمارش شده در ۱۰ خانه

آنالیز آماری: داده ها با استفاده از آزمون ANOVA و آزمون های تکمیلی توکی و دانکن تجزیه و تحلیل شدند. برای این منظور از نرم افزار spss version 15 استفاده شد. در تمام موارد ارزش  $p$  کمتر از پنج صدم معنی دار در نظر گرفته شد.

#### نتایج:

تعداد اسپرم: در چهار گروه مورد مطالعه تعداد اسپرم ها به ترتیب برابر  $56/6 \pm 7/96$ ،  $30/2 \pm 1/31$ ،  $38/6 \pm 2/09$  و  $42/5 \pm 6/74$  می باشد. آنالیز آماری انجام شده نشان داد که در گروه دوم یعنی موش هایی که تحت امواج الکترومغناطیس قرار گرفته اند نسبت به سه گروه دیگر تعداد اسپرم ها کاهش قابل توجهی را نشان می دهد به طوری که ارزش  $p$  در مقایسه گروه دوم با گروه اول برابر  $0/001$  بوده است. تعداد اسپرم هادر گروه سوم و چهارم بطور معنی داری کمتر از اسپرم های گروه اول می باشند بطوری که ارزش  $p$  در مقایسه گروه اول با گروه سوم برابر  $0/02$  و گروه اول با گروه چهارم برابر  $0/033$  بوده است. مقایسه بین دو گروه سوم و چهارم نیز نشان داد که گرچه تعداد اسپرم ها در گروه چهارم بیشتر از گروه سوم است اما این اختلاف معنی دار نیست (ارزش  $p$  برابر  $0/899$  بوده است).

حرکت اسپرم: الف- حرکت پیشرونده اسپرم ها: درصد اسپرم های با حرکت پیشرونده در گروه های اول تا چهارم به ترتیب برابر  $3/88 \pm 52/25$ ،  $1/82 \pm 22/35$ ،  $28/42 \pm 5/09$  و  $24/62 \pm 4/23$  بود. آنالیز آماری انجام شده

خصوصیات اسپرم می باشد (۱۴). در یک مطالعه ای دیگر نشان داده شده است که روی در حفظ سلامتی اسپرم دارای نقشی اساسی است و سبب حفظ ساختمان اسپرم و کروماتین هسته، افزایش فعالیت اسپرم و حرکت رو به جلوی اسپرم می شود و کمبود آن سبب از بین رفتن واکنش آکروزومی و اختلال در قدرت باروری تخمک می شود (۲۵). در مطالعه حاضر مشخص شد که روی می تواند اثرات مخرب امواج الکترومغناطیس را کم کند به طوری که در این مطالعه با تجویز سولفات روی به میزان ۲۰۰ ppm و ۵۰۰ ppm به صورت خوراکی به موشها مشاهده شد که هم تعداد و هم حرکات رو به جلو بطور قابل ملاحظه ای بهبود یافته اند.

### نتیجه نهایی:

در نهایت می توان چنین استنباط کرد که امواج الکترومغناطیس دارای اثرات سوء و مخربی بر اسپرماتوژنز موش صحرایی می باشد و روی به عنوان یک عامل محافظت کننده و پیشگیری کننده در برابر این اثرات مخرب مطرح می باشد. پیشنهاد می شود که منازل مسکونی و محل کار افراد دور از مدارهای الکتریکی و خطوط انتقال نیرو باشد هم چنین پیشنهاد می شود که در افراد با ریسک بالا یعنی افرادی که در معرض میدان های الکترومغناطیس به میزان بالاتری هستند روزانه مقادیر مشخص روی به رژیم غذایی آنها اضافه شود.

### سپاسگزاری:

این مقاله بخشی از پایان نامه (به شماره ۲۲۵۳) مجید زینلی دستیار ارولوژی بیمارستان گلستان دانشگاه جندی شاپور اهواز است. نگارندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه به دلیل تامین مالی این طرح اعلام می دارند.

### منابع:

1. Verschaev I. Can non ionizing radiation induce cancer? *Cancer J* 1995; 8:51-56.
2. Lacy HA, Metcalf JC, Hesketh R. Biological response to electromagnetic fields. *Faseb J* 1998; 12:395-420.
3. Milica M, Vesna R, Gordana U. Studies on the possible endocrinological effect of a 50 HZ. Electromagnetic field. *CEJOEM* 2000;6:183-188
4. Furuya Z, Thuroczy G, Paksy K. Effect of sinusoidal 50 HZ magnetic field on the testosterone production of mouse primary leydig cell culture. *Bioelectromagnetics* 1998; 19:429-431.
5. Lee IS, Ahm SS, Lung KC, Kim YW, Lee SK.

است که این امواج دارای اثرات سوء و مخرب بر روند اسپرماتوژنز می باشد. در مطالعه ای که توسط جین سانگ لی در سال ۲۰۰۳ در مورد نقش امواج الکترومغناطیس بر روی مرگ سلولی سلول های زاینده در بیضه صورت گرفته بود نشان داده است که میدان های الکترومغناطیس با شدت ۰/۵ میلی تسلا سبب القاء مرگ سلولی در سلولهای زاینده موش شده است (۲۲) و یا در مطالعه ای دیگر که توسط ویتا و همکارانش در سال ۱۹۹۵ در مورد نقش امواج الکترومغناطیس در اسپرماتوژنز موش صورت گرفته، نشان داده است که میدان های الکترومغناطیس با شدت ۱/۷ میلی تسلا برای مدت حدود ۳۵ روز دارای اثرات سیتوتوکسیک بر روی اسپرماتوگونی می باشد (۱۹). در مطالعه ای دیگر که توسط احمد شفیق در سال ۲۰۰۵ صورت گرفته، نشان داده شده است که افرادی که در معرض میدان های الکترومغناطیسی قرار گرفته اند، دچار کاهش اسپرماتوژنز یس و فعالیت جنسی شده اند، به طوری که تماس با میدان های الکترومغناطیسی سبب کاهش تعداد اسپرمها، کاهش اسپرمهای متحرک و افزایش اشکال غیر طبیعی اسپرم شده است و نمونه های بیویوسی بیضه نیز نشان دهنده تغییرات دژنراتیو می باشد (۲۳). مطالعه حاضر همانند مطالعات قبلی تاثیر مخرب و منفی امواج الکترومغناطیس با قدرت ۱/۷ میلی تسلا بر روند اسپرماتوژنز موش صحرایی به اثبات رسانده است بطوری که در این مطالعه در موش هایی که تحت تاثیر امواج الکترومغناطیسی قرار گرفته اند هم تعداد به طور معنی داری کاهش یافته و هم حرکات رو به جلوی اسپرمها کاهش یافته است. از طرف دیگر مطالعات مختلفی در مورد نقش روی در اسپرماتوژنیز صورت گرفته است. در یک مطالعه که توسط کریش نامورتی و همکاران در سال ۱۹۹۸ در مورد نقش محافظتی روی بر اسپرماتوژنز موش صحرایی صورت گرفته است نشان داده شده که استفاده از آسپارات روی می تواند سلولهای اسپرماتوگونی را در برابر مرگ سلولی ناشی از تابش اشعه محافظت کند (۱۱). در مطالعه ای دیگر که توسط اونین ماچی و همکارانش صورت گرفته نشان داده شده است که مصرف روی می تواند از آسیب بیضه و توکسیسیتی ناشی از کرومیوم جلوگیری کند (۲۴) و یا در مطالعه دیگری که توسط اولیورا و همکارانش صورت گرفته نشان داده شده است که روی یک عنصر حیاتی جهت حفظ

- Effect of 60 HZ electromagnetic field exposure on testicular germ cell apoptosis in mice. *Asian J Androl* 2004;6:29-34.
6. Soleimani J, Dibaz F, Ahrabian Gh, Katebi M. [Study of the effects of electromagnetic field on rat spermatogenesis process]. *Med J Tabriz Univ Med Sci* 1999;36:55-60. (Persian).
  7. Furuya H, Aikawa H, Hagino T. Flowcytometric analysis of the effects of 50 HZ magnetic field on mouse spermatogenesis. *Nippon Eisigaku Zasshi* 1998;53:420-425.
  8. Al-akhras M, Elbeteha A, Hasan M, AL Omari I, Daramani H, Al biss B. Effects of extremely low frequency magnetic field on fertility of adult male and female rates. *Bioelectromagnetics* 2001;22:340-344.
  9. Iregens A, Kruger K. The effect of male Occupational exposure in infertile couples in Norway. *J Occup Environ* 1999;41:1116-1120.
  10. Kvist U, Bjorndahl L. Zinc preserves an inherent capacity for human sperm chromatin decongestion. *Acta Physiol Scand* 1985;124: 195-200.
  11. Krishnamurthy H, Jagetia GC, Jyothi P. Radioprotective effect of zinc aspartate on mouse spermatogenesis: a flow cytometric evaluation. *Mutat Res* 1998; 401:111-120.
  12. Masters DG, HE Fels. Effect of zinc supplementation on reproductive performance of grazing Merion ewes. *Biol Trace Elem Res* 1980; 7:89-92
  13. Fournier GR, Macaninch JW. Sonography in the staging of testicular trauma. In: *Traumatic and reconstructive urology*. Philadelphia : W.B. Saunders, 1996: 727-732.
  14. Olivera CEA, Badu CA, Ferreira WM, Lana AMQ. Effect of dietary zinc supplementation on spermatoc characteristics of Rabbit Breeders. *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, September 7-10, 2005.
  15. Valle BL, Falchuk KH, The biochemical basis of zinc physiology. *Physiol Rev* 1993; 79-118.
  16. Roussel AM, Facn AK, Zouari N, Mahjoub S, Matheau JM, Anderson RA. Antioxidant Effects of Zinc Supplementation in Tunisians with Type 2 Diabetes Mellitus. *J Am College Nutr* 2003; 22:316-321.
  17. Jain A, Varma M, Agrawal BK, Jadhav AA. Serum zinc and malondialdehyde concentrations and their relation to total antioxidant capacity in protein energy malnutrition. *J Nutr Sci Vitaminol* 2008; 54:392-395.
  18. Saki Gh, Radan K, Radmard Sh.M, Rashidi I, Rahim F. [The Effect of Unilateral Testicular Blunt Trauma and Protective Effect of Zinc on Spermatogenesis of Contra Lateral Testis of Pre-pubertal Wistar Rat]. *J Qum Univ Med Sci* 2009;3(1): 35-40. (Persian)
  19. De Vita R, Cavallo D, Raganella L, Eleuteri P, Grollino MG, Calugi A. Effect of 50 HZ magnetic fields on mouse spermatogenesis monitored by flow cytometric analysis. *Bioelectromagnetics* 1995;16:330-334.
  20. Saki G, Safikhani Z, Sobhani A, Salehnia M. The in vitro fertilization rate of mouse ova in the absence or presence of recombinant human leukemia inhibitory factor. *Pakistan J Med Sci* 2006;22(4):438-441.
  21. Giraud MN, Motta C, Boucher D, Grizard G. Membrane fluidity predicts the outcome of cryopreservation of human spermatozoa. *Hum Reprod* 2000; 15(10):2160-2164.
  22. Jin SL, Sang SA, Kyeong CJ, Yoon WK, Sang KL. Effect of 60 HZ electromagnetic field exposure on testicular apoptosis in mice. *Asian J Androl* 2003; 6:29-34.
  23. Ahmed S. Effect of electromagnetic field exposure on spermatogenesis and sexual activity. *Asian J Androl* 2005; 7:106-109.
  24. Onyenmachi J, Afonne OJ, Orisakwe OE, Ekanem IOA, Akumka DD. Zinc protects chromium-Induced testicular injury in mice. *Indian J Pharmacol* 2002;34:26-31.
  25. Shiva Saksena S, White MJ, Mertzlufft J, Lau I. Prevention of cadmium-induced sterility by zinc in the male rat. *Contraception* 1993;27:521-30