

## اثرات میدان های الکترومغناطیس بر فراساختمان ارگان های تولید کننده منی

دکتر جعفر سلیمانی راد<sup>۱</sup>، دکتر لیلا روشنگر<sup>۲</sup>، پرستو شیرزادی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت 85/03/23 - تاریخ پذیرش 85/08/17

### چکیده

**پیش زمینه و هدف:** گزارش های متعدد سال های اخیر نشان دهنده اثرات سوء میدان های الکترومغناطیس بر سیستم های بیولوژیک می باشد. میدان های الکترومغناطیس به عنوان یک عامل محیطی توسط وسایل الکتریکی روزمره نظیر تلویزیون و کامپیوتر و وسایل طبی و مولدها تولید می شوند. هدف از بررسی حاضر مطالعه اثرات میدان های الکترومغناطیس بر ارگان های تولید کننده منی در رت هایی است که برای مدت طولانی در معرض میدان الکترومغناطیس قرار بگیرند.

**مواد و روش:** برای انجام بررسی حاضر از فرکانس ۵۰ هرتز جهت ایجاد میدان الکترومغناطیس به شدت 3mT استفاده شد و رت های نر نژاد ویستار به عنوان مدل آزمایشگاهی انتخاب شدند. رت های گروه آزمایش در معرض میدان الکترومغناطیسی به شدت 3mT به مدت ۲ ماه، روزانه ۵ ساعت قرار گرفتند. پس از اتمام دوره آزمایش رت ها در هر دو گروه کنترل و آزمایش کشته شدند و از مجاری اپی دیدیم، پروستات و سمینال وزیکول آنها نمونه برداری انجام و جهت مشاهده با میکروسکوپ الکترونی آماده سازی شدند.

**یافته ها:** بررسی با میکروسکوپ الکترونی نشان دهنده تغییرات زیر در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل بود. در اپی دیدیم، ارتفاع سلول های اپی تلیال و ارتفاع استروسیلیاها افزایش یافته بود ( $P < 0.05$ )، در حالی که تعداد سلول های ترشعی کاسته شده بود ( $P < 0.05$ ). در پروستات، میزان گرانول های ترشعی افزایش یافته بود و هسته به صورت نامنظم نسبت به گروه کنترل مشاهده می شد. در سمینال وزیکول، تراکم و دانسیته گرانول های ترشعی به طور واضحی تغییر یافته بود.

**بحث و نتیجه گیری:** تغییرات ایجاد شده توسط میدان های الکترومغناطیس در بررسی حاضر بیانگر تغییر عملکرد سلول های ترشعی دخیل در تولید منی می باشد که مجموعه این تغییرات احتمالاً می تواند باعث تغییر در کیفیت منی گردد.

**کل واژگان:** میدان های الکترومغناطیس، منی، اپی دیدیم، پروستات، سمینال وزیکول

مجله پزشکی ارومیه، سال هجدهم، شماره دوم، ص ۵۱۰-۵۰۴، تابستان ۱۳۸۶

آدرس مکاتبه: تبریز - دانشگاه علوم پزشکی تبریز، دانشکده پزشکی، گروه علوم تشریحی، دکتر جعفر سلیمانی راد - تلفن ۰۴۱۱-۳۳۴۲۰۸۶

Email: Soleimani@tbzmed.ac.ir

### مقدمه:

به روز افزایش می یابد (۱). این گونه میدان ها توسط ابزارها و وسایل خانگی الکتریکی نظیر تلویزیون، موبایل، وسایل کمک تشخیصی در پزشکی نظیر MRI، CTS و وسایل صنعتی نظیر خطوط فشار قوی و ژنراتورها تولید می گردند که دارای فرکانس های بسیار متفاوتی می باشند (۲ و ۳).

میدان های الکترومغناطیس (EMF) به عنوان یکی از فاکتورهای محیطی آسیب رسان که انسان به طور روزمره با آن مواجه است شناخته شده اند. اثرات این میدان ها در ایجاد اختلالات ساختمانی و عملکردی مشخص شده و آگاهی عمومی در مورد اثرات سوء این عامل محیطی بر روند سلامت انسان روز

<sup>۱</sup> استاد جنین شناسی و بافت شناسی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

<sup>۲</sup> استادیار جنین شناسی و بافت شناسی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

<sup>۳</sup> فوق لیسانس بافت شناسی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

مایع انزالی به درک مکانیسم عمل میدان های الکترومغناطیس در این زمینه کمک خواهد کرد.

### مواد و روش ها:

برای انجام این مطالعه ۳۰ سر موش صحرایی ماده نژاد Wistar به عنوان مدل آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفتند که ۱۵ موش به عنوان گروه آزمایش و ۱۵ موش به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شدند.

جهت تولید میدان الکترومغناطیس از دستگاه مولد میدان الکترومغناطیس که میدانی به شدت ۳ میلی تسلا تولید می کرد و به این منظور طرح ریزی و ساخته شده بود استفاده گردید. دستگاه مولد میدان الکترومغناطیس بر اساس تئوری پیچ هلمهولتز که متشکل از دو سیم پیچ و در جهت مخالف هم می باشد ساخته شده است (۲۱). در این دستگاه از جریان الکتریسیته ۵۰ هرتز استفاده گردیده که می تواند میدان یکنواختی با قدرت ۳ میلی تسلا در فضای مرکزی حد فاصل دو سیم پیچ که محل قرارگیری حیوانات می باشد ایجاد می کند.

رت های مورد آزمایش روزانه ۵ ساعت و به مدت ۲ ماه تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس به شدت ۳ میلی تسلا قرار گرفتند. رت های گروه کنترل در شرایط مشابهی ولی فاقد میدان الکترومغناطیس قرار می گرفتند. پس از اتمام دوره مذکور رت ها در هر دو گروه آزمایش و کنترل با استفاده از کلروفورم بی هوش شدند و از پروستات کیسه منی و اپیدیدیم آنها نمونه برداری شد. نمونه ها پس از فیکساسیون اولیه در گلوئوتارالدئید در تتراکسید اسمیوم قرار داده شدند و پس از انجام مراحل آب گیری، با استفاده از اتانول، شفاف سازی نمونه ها با پروپیلین اکساید انجام گردید و در آخرین مرحله نمونه ها در رزین قالب گیری شدند. مواد لازم برای فیکساسیون و قالب گیری از شرکت تورینگوا (Thuringowa, Australia) تهیه شده بود.

برای مطالعه اولیه با میکروسکوپ نوری برش های نیمه نازک یک میکرونی با استفاده از اولترامیکروتوم (Zeiss, Germany) تهیه و به وسیله تولوئیدین بلو رنگ آمیزی شدند. سپس برش های نازک نقره ای تهیه و به روی گریدها منتقل و پس از آماده سازی با یورانیل استات و سیترات سرب با میکروسکوپ الکترونی عبوری (LEO 906, Germany) بررسی شدند.

بررسی مورفومتریک بر روی فوتو میکروگراف های به دست آمده از برش های نیمه نازک و با کولیس انجام شد و سپس اندازه واقعی با تقسیم بر بزرگنمایی محاسبه و بر حسب میکرون بیان گردید.

قدرت میدان ایجاد شده توسط وسایل خانگی و الکتریکی در محل سکونت و کار از ۰/۱ میلی تسلا تا ۱۵۰ میلی تسلا متغیر است (۴ و ۵). مطالعات انجام شده در خصوص مکانیسم عمل میدان های الکترومغناطیس نشان می دهد که این گونه میدان ها اثرات خود را به طرق مختلف اعمال می کنند که از آن جمله می توان به تغییر در میزان انتشار مواد از غشاء در نتیجه تاثیر بر فسفولیپیدهای غشاء سلول، تخریب باندهای اتصالی پروتئین ها، و اختلال در سنتز ماکرو مولکول ها، اختلال در عملکرد پیام رسان های داخل سلولی و تغییر در DNA هسته می باشد (۶). به طور کلی عقیده بر این است که میدان های الکتریکی و مغناطیسی اطراف ما با طولانی کردن پایداری رادیکال های آزاد، زمینه را برای آسیب DNA فراهم می کنند و یا با تاثیرگذاری بر واکنش های شیمیایی و مولکول های باردار مجاور غشاء، عملکرد میتوکندری ها و فعال نمودن پروتئین های خاص، عملکرد سلول ها را تغییر می دهند (۷).

اثرات میدان های الکترومغناطیس به صورت افزایش میزان بروز لوسمی در کسانی که محل سکونت آنها در نزدیکی خطوط انتقال نیرو قرار دارد (۸ و ۹)، و هم چنین ایجاد اختلال در سیستم ایمنی (۱۰) گزارش شده است.

خطرات ناشی از پرتوهای میدان های الکترومغناطیس بر فرآیند تولید مثل به صورت کاهش باروری، کاهش معنی دار میزان لانه گزینی، و بروز برخی ناهنجاری های مادرزادی گزارش شده است (۱۴-۱۱) در خصوص سیستم تناسلی جنس مونث اثرات EMF به صورت کاهش رشد فولیکول ها و جلوگیری از اووژنز (۱۵) و در مورد جنس مذکر به صورت ظاهر شدن تغییرات مورفولوژیک در لوله های منی ساز گزارش شده است. علاوه بر این اثرات این میدان ها بر فعالیت جنسی افراد مذکر به صورت اختلال در نعوظ (erection) و دفع انزال (ejaculation) که در نهایت می تواند منجر به نازایی شود (۱۶) و همچنین مختل شدن فرآیند اسپرماتوژنز گزارش شده است (۱۷).

بررسی های قبلی در این آزمایشگاه نه تنها بیانگر اثرات سوء میدان های الکترومغناطیس بر اسپرماتوژنز بلکه نشان دهنده تغییرات مایع منی به صورت از بین رفتن پدیده سرخسی شدن (Ferning) مایع انزالی و کاهش نسبی میزان ترشحات پروستات نیز می باشد (۱۸). از آنجا که تغییرات مایع منی می تواند منجر به آنزمالی پارامترهای مایع انزالی و اسپرم گردیده و باعث اختلال در باروری شود (۱۹ و ۲۰)، هدف از بررسی حاضر مطالعه فراساختاری ارگان های دخیل در تولید مایع منی است. در این راستا، تطبیق تغییرات و آسیب های ناشی از EMF در سطح سلولی با تغییرات

شمارش سلول ها بر روی مقاطع نیمه نازک و در زیر میکروسکوپ نوری انجام گرفت. برای این منظور تعداد سلول ها در ده میدان میکروسکوپی از هر نمونه شمارش و سپس میانگین تعیین شد. توضیح اینکه هر میدان حدود نیمی از یک لوله سمینی فر را شامل می شد. داده های حاصل در دو گروه با استفاده از T-test مورد آنالیز آماری قرار گرفتند. جهت انجام آنالیز آماری از نرم افزار آماری SPSS استفاده شد و  $P \leq 0.05$  به عنوان سطح معنی دار در نظر گرفته شد.

### نتایج:

لوله های اپیدیدیم در موش به وسیله پوششی از نوع استوانه ای مطبق کاذب که راس لومینال آنها حاوی تعداد زیادی مژه ثابت (Stereocilia) است پوشیده شده است. در بین سلول های استوانه ای سلول های ترشخی به طور پراکنده قرار گرفته اند سیتوپلاسم راسی آنها حاوی وزیکولهای ریز و روشن می باشد. در مطالعه حاضر بررسی مورفومتریک نشان داد که میانگین ارتفاع سلول های اپی تلیال در لوله های اپیدیدیم موش های گروه کنترل  $0.11 \pm 0.04$  میکرومتر و میانگین ارتفاع مژه های ثابت آنها  $0.12 \pm 0.03$  میکرومتر می باشد. در مقایسه با گروه کنترل، میانگین ارتفاع سلول های اپی تلیالی در گروه تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس  $0.03 \pm 0.05$  میکرومتر و میانگین ارتفاع مژه های ثابت آنها  $0.08 \pm 0.02$  میکرومتر بود که تفاوت بین این دو گروه از نظر آماری معنی دار می باشد ( $P < 0.05$ ). از طرف دیگر، تراکم مژه های ثابت در گروه آزمایش کمتر از گروه کنترل بود، بدین معنی که مژه های ثابت در گروه کنترل به صورت لایه ای پیوسته ولی در گروه آزمایش به صورت جدا از هم و فاصله دار دیده می شدند. همچنین سلول های ترشخی در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل کمتر و پراکنده تر بودند، به طوری که میانگین تعداد سلول های ترشخی در هر میدان میکروسکوپی در گروه کنترل  $0.20 \pm 0.08$  و در گروه آزمایش  $0.10 \pm 0.04$  بود که این تفاوت از نظر آماری معنی دار بود ( $P < 0.05$ ).

شکل ۱ الکترون میکروگرافی از اپی تلیوم مجرای اپیدیدیم در گروه کنترل را نشان می دهد. به طوری که ملاحظه می گردد سلول های اپی تلیالی حاوی استروسیل های متعدد هستند. هسته سلول ها ترشخی کاملاً یوکروماتیک بوده و سلول ها حاوی میتوکندری های متعدد هستند. سلول ها، حاوی دو نوع گرانول

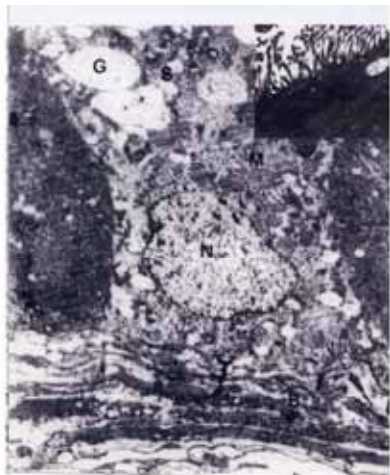
ترشخی به صورت کوچک و تیره و بزرگ و روشن می باشند. گرانول های کوچک و تیره در سلول های غیر ترشخی و گرانول های بزرگ و روشن فقط در سلول های ترشخی دیده می شوند. در گروه آزمایش سلول های ترشخی فاقد میکروویلی بودند و از تعداد سلول های ترشخی روشن کاسته شده بود (شکل ۲).

در بررسی هیستولوژیک پروستات میانگین ارتفاع اپی تلیوم غددی پروستات با احتساب هر سه نوع استوانه ای، مکعبی ساده و مطبق در گروه کنترل  $0.04 \pm 0.08$  میکرومتر و در گروه آزمایش  $0.03 \pm 0.04$  میکرومتر بود که این تفاوت از نظر آماری معنی دار نمی باشد ( $P > 0.05$ ). در گروه کنترل لومن غدد مملو از ترشحات ولی در گروه آزمایش لومن غدد اکثراً فاقد ترشحات و خالی بودند. از نظر فراساختاری، سلول های اپی تلیالی پروستات در گروه کنترل محتوی هسته ای بیضوی با توده های کروماتین پراکنده، شبکه اندوپلاسمی دانه دار و گرانول های ترشخی پراکنده بودند. سطح راسی و آزاد سلول ها دارای میکروویلی های کوتاه و پراکنده بودند (شکل ۳).

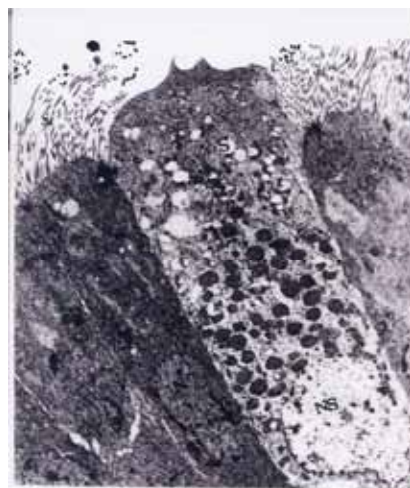
در گروه تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس سلول های استوانه ای و بلند دارای هسته ای قاعده ای و نامنظم با هستک قابل مشاهده بودند. شبکه اندوپلاسمی دانه دار کل سلول را اشغال کرده بود و میتوکندری ها به صورت پراکنده دیده می شدند. سیتوپلاسم سلول ها در نزدیک سطح لومینال حاوی گرانول های ترشخی تیره بودند (شکل ۴).

در بررسی هیستولوژیک کیسه منی میانگین ارتفاع سلول های اپی تلیالی در گروه کنترل  $0.11 \pm 0.08$  میکرومتر و در گروه تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس  $0.02 \pm 0.03$  میکرومتر بود که این تفاوت از نظر آماری معنی دار نبود ( $P > 0.05$ ).

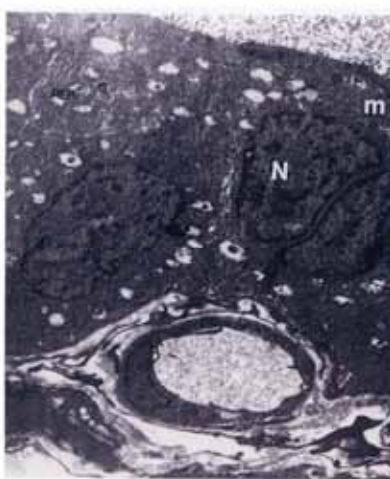
بررسی فرا ساختاری کیسه منی نشان داد که سلول های اپی تلیالی در گروه کنترل دارای هسته ای بیضوی و گرد و گرانول های ترشخی پراکنده می باشند (شکل ۵). در مقایسه با گروه کنترل، در گروه تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس گرانول های ترشخی تغییراتی را به صورت افزایش تراکم و پیدایش هاله روشن در اطراف گرانول های ترشخی نشان می دادند. علاوه بر این، گرانول ها در این گروه نسبت به گروه کنترل فراوان تر به نظر می رسیدند (شکل ۶).



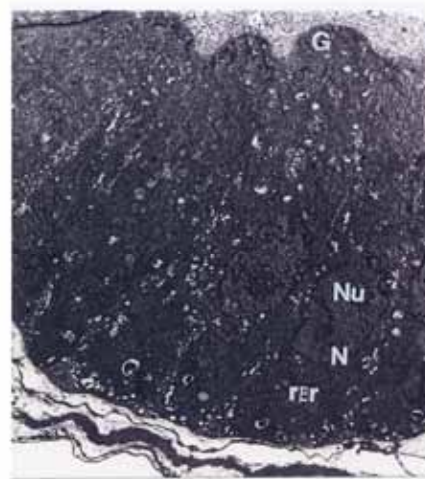
**شکل ۲** - الکترون میکروگرافی از اپی تلیوم اپی دیدیم رت گروه آزمایش. به سلول های اپی تلیال و یک سلول ترشچی (S) در بین سلول های اپی تلیال توجه نمایید، هسته سلول های اپی تلیال (N) و مژه های ثابت سلول های اپی تلیال (St)، هسته سلول ترشچی (NS)، گرانول های ترشچی به صورت روشن دیده می شوند. بزرگنمایی ۱۳۹۲۰ برابر.



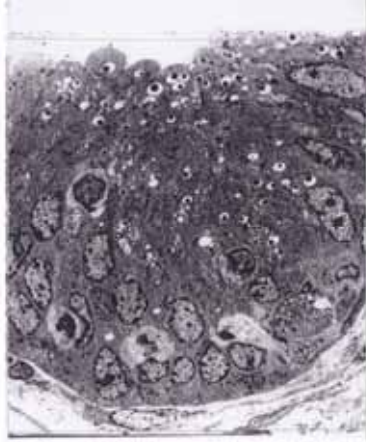
**شکل ۱** - الکترون میکروگرافی از اپی تلیوم مجرای اپی دیدیم رت گروه کنترل. در تصویر دو سلول پوششی و یک سلول ترشچی (S) دیده می شوند. در سلول ترشچی هسته روشن (N)، گرانول های ترشچی (G)، میتوکندری ها (M) به وضوح قابل مشاهده اند. غشاء پایه (B) در تصویر به طور مشخص دیده می شود. در گوشه بالا و راست تصویر تکه ای از سلول های پوششی حاوی آستروسیل فراوان دیده می شود. بزرگنمایی ۲۲۲۳۰ برابر.



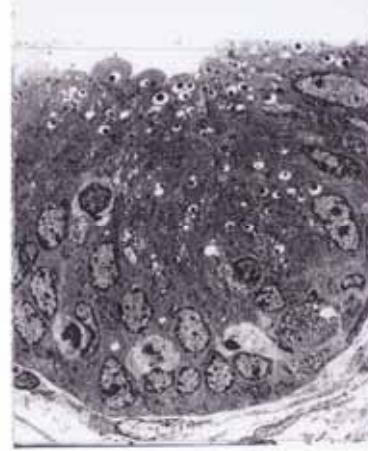
**شکل ۴** - الکترون میکروگرافی از غده پروستات رت گروه آزمایش. هسته با اشکال نامنظم (N)، هستک (NU)، شبکه آندوپلاسمیک دانه دار (RER)، گرانول های ترشچی (G) در تصویر دیده می شوند. بزرگنمایی ۱۰۵۲۰ برابر.



**شکل ۳** - الکترون میکروگرافی از اپی تلیوم غدده پروستات رت گروه کنترل. هسته سلول (n)، گرانول های ترشچی (g)، میتوکندری (m)، شبکه آندوپلاسمی دانه دار (RER) در تصویر دیده می شوند. بزرگنمایی ۲۲۲۳۰ برابر.



**شکل ۶** - الکترون میکروگرافی از مخاط کیسه منی رت گروه آزمایش. هسته سلول ها و گرانول های ترشحي داراي ناحیه تراکم مرکزی و با هاله روشن در تصویر دیده می شوند. بزرگنمایی ۵۰۰۰ برابر.



**شکل ۵** - الکترون میکروگرافی از مخاط کیسه منی رت گروه کنترل. هسته روشن و گرانول های ترشحي حاوی ناحیه تراکم مرکزی و با هاله روشن در اطراف به وضوح در تصویر دیده می شوند. بزرگنمایی ۸۳۵۰ برابر.

## بحث

با توجه به اینکه عوامل محیطی مختلف در روند بارورسازی انسان می توانند نقش داشته باشند در این مطالعه، اثرات میدان های الکترومغناطیس به عنوان یک فاکتور آسیب رسان محیطی بر ارگان های تولید کننده منی، مورد بررسی قرار گرفته اند. نتایج حاصل از بررسی حاضر نشان داد که در سلول های پوششی کانال اپیدیدیم تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس، تراکم مژه های ثابت کاهش می یابند و تعداد سلول های ترشحي نیز نسبت به گروه کنترل به طور عمده کاهش می یابد ( $P < 0.05$ ).

تغییر در تراکم مژه های ثابت در گروه آزمایش، می تواند ناشی از اثرات غشایی و کاهش فعالیت متابولیسی سلول های تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس باشد. در تایید یافته فوق نشان داده شده که EMF می تواند بر متابولیسم سلولی و ساختار اسکلت سلولی سلول اثر سوئی داشته باشد (۲۲ و ۲۳). به طور کلی نشان داده شده، قرارگیری کوتاه مدت سلول های کشت شده در معرض میدان الکترومغناطیس ۵۰ HZ باعث کاهش دینامیک لیپیدهای غشایی می گردد (۲۴). یافته های بررسی حاضر بیانگر این است که علی رغم کاهش تراکم مژه های ثابت، اندازه سلول ها و مژه های ثابت افزایش می یابند، به نظر می رسد تغییر در اندازه این ساختمان ها ناشی از جلوگیری از تقسیم سلولی تحت تاثیر EMF و طولانی شدن فاصله بین دو تقسیم باشد که در این خصوص اثرات مضر EMF بر ساختار اسکلت سلولی (۲۳)، کروموزوم های مرحله متافازی و شکست کروموزومی در محیط

کشت (۲۵) و همچنین تغییر در ساختار کروماتین (۲۶) قبلاً گزارش شده است. به طور کلی تغییرات ایجاد شده در سلول های اپی تلیال اپیدیدیم، تحت تاثیر EMF، می تواند در میزان باز جذب مواد تشکیل دهنده مایع منی در مراحل اولیه اثر گذاشته باعث تغییر در ترکیب مایع منی شود. از طرف دیگر کاهش سلول های ترشحي و از بین رفتن میکروویلی های آنها نشان دهنده اثرات EMF بر کاهش فعالیت ترشحي این سلول ها است که می تواند عاملی برای تغییر ترکیب مایع منی بوده و دلیلی بر تغییرات مورفولوژی آن باشد. از طرف دیگر، کاهش تعداد سلول های ترشحي نیز بیانگر اختلال در تقسیم سلول ها می باشد، چون سلول های ترشحي در اثر تقسیم و تمایز سلول های قاعده ای حاصل می شوند و می توان گفت EMF با اثرگذاری بر عوامل تمایز سلولی مانع از تمایز سلول های ترشحي شده و در نتیجه باعث کاهش تعداد آنها می گردد. به طوری که اشاره شد، میدان های الکترومغناطیس از عواملی هستند که می توانند با اثرگذاری بر اسکلت سلولی (۲۳) و ساختار ژنتیکی سلول ها (۲۶) تمایز سلولی را دچار اختلال سازند.

از دیگر یافته های این بررسی تغییرات ایجاد شده در پروستات، به صورت پیدایش اشکال نامنظم هسته و افزایش گرانول های تیره و کوچک در قسمت راسی سلول ها بود. نامنظم شدن هسته می تواند ناشی از اثرات EMF بر غشای هسته، و DNA هسته (۲۲) و همچنین ناشی از تغییرات اسکلتی هسته (۹) باشد. افزایش تعداد گرانول ها بدون بروز تغییرات محسوس در



است که نشان داده است قرارگیری رت ها در معرض میدان الکترومغناطیس باعث از بین رفتن پدیده سرخسی شدن (Ferning) در مایع منی آنها می گردد. پدیده سرخسی شدن (Ferning) در ترشحات واژینال انسان مشاهده می گردد و به نظر می رسد در رت مایع انزالی نیز چنین پدیده ای را نشان می دهد (۱۸).

به عنوان نتیجه گیری کلی می توان گفت که بر اساس یافته های به دست آمده در بررسی حاضر میدان الکترومغناطیس با قدرت ۳ میلی تسلا در طولانی مدت در سلول های ارگان های دخیل در ترشح مایع منی تغییراتی را سبب می شود که این تغییرات عمدتاً می تواند منجر به تغییرات متابولیکی و ترشحاتی سلول گردند. تغییرات حاصله در مجموع می توانند باعث تغییر در کیفیت مایع منی گردند. بنابراین تغییر خصوصیات مایع منی در رت های تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس حاصل تغییر در عملکرد مجموعه ارگان های دخیل در ترشح مایع منی است. این امر می تواند دارای اثرات منفی در عملکرد فیزیولوژیک مایع منی و باروری باشد.

ارگانل های دخیل در سنتز می تواند نشان دهنده کاهش ترشح و تجمع گرانول ها در داخل سلول باشد که با از بین رفتن میکروویلی های سطحی سلول ها و فقدان ترشحات در لومن غده نیز مطابقت دارد. علاوه بر این، در تایید این یافته ها نشان داده شده است که میدان های الکترومغناطیس می تواند موجب تغییر در هموستاز کلسیم و تغییر در سنتز برخی آنزیم ها و همچنین کاهش ATP (۲۷ و ۲۸) شود که همه این عوامل دارای نقش انکارناپذیری در عمل ترشح هستند. از آنجا که پروستات سهم عمده ای از ترشحات مایع منی را عهده دار است تغییرات ساختمانی در اپی تلیوم ترشحاتی این بافت می تواند در حجم و ویسکوزیته مایع منی نقش داشته باشد.

در مورد کیسه منی نیز کاهش تعداد گرانول های ترشحاتی و آن هم به صورت هاله دار و پدایش گرانول های درشت و روشن می تواند ناشی از تغییرات متابولیکی و نقص در بلوغ و Maturation گرانول های ترشحاتی باشد که می تواند به نوبه خود زمینه ساز تغییراتی در ماهیت و کیفیت مایع منی گردد. در مجموع یافته های فوق توجیه کننده نتایج به دست آمده از کارهای قبلی

## References:

01. Michael H, Ropacholi B, Greene Baum B. Interaction of static and extremely low frequency electric and magnetic fields with living systems: Health effects and research needs. J Bioelectromagnet 1999; 20: 133-160.
02. Riminesi C, Andreuccehi D, Fossi R, Pezzatim. ELF magnetic field exposure in a neonatal intensive care unit. J Bioelectromagnet 2004; 25:481-491.
03. Brent RL, Gordan WE, Bennett WR, Beckman DA. Reproductive and teratogenic effects of electromagnetic field. J Reprod Toxicol 1993; 7: 535-580.
04. National Research Council: possible health effects of exposure to residential electric and magnetic fields. Washington; National Academy Press: 1996.
05. Guttman JL, Zaffanella LE. Studies of residential transients and wire configuration codes. Palo Alto. Electric Power Research Institute TR- 105984, 1996.
06. Barnes FS. Some engineering models for interactions of electric and magnetic fields with biological systems. J Bioelectromagnet 1992; Sup1: 67-85.
07. Stevens RG. Biologically based epidemiological studies of electric power and cancer, environ Health Perspect 1993; 101 Suppl 4:93-100.
08. Savitz DA. Incited commentary: electromagnetic fields and cancer in railway workers. Am J Epidemio 2001; 153 (9): 836-838.
09. Liburdy RP. Biological interactions of cellular systems with time varying magnetic fields. J Ann Ny Acad Sci 1992; 649: 74-95.
۱۰. محمدنژاد د، سلیمانی راد ج. اثرات مهاری ویتامین E بر تغییرات ناشی از EMF در طحال - تیموس - کبد، مجله پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، زیر چاپ.
11. Chernoff N, Rogevs JM, Kavet R. A riview other literature on potential reproductive and developmental toxicity of electric and magnetic fields. J Toxicology 1992; 14: 91-126.

12. Ahmed E, Mohd Ali A, Homa D. Long term exposure of male and female mice to 50 Hz magnetic field: effects on fertility. *J Bioelectromagnet* 2002; 23: 168-172.
13. Huuskonen H, Juutilainen J, Komulainen H. Effects of low frequency magnetic fields on fetal development in rats. *J Bioelectromagnet* 1993; 14: 205-213.
14. Chiang H, Wu RY, Shao BJ, Fu YD, Yao GD, Lu DJ. Pulsed magnetic field from video display terminals enhances teratogenic effects of cystosine arabinoside in mice. *J Bioelectromagnet* 1995; 16: 70-74.
۱۵. روشنگر ل، سلیمانی راد ج، اثرهای میدان الکترومغناطیسی بر روند فولیکولوژنز در تخمدان، مجله علوم تشریح ایران، ۱۳۸۱، سال اول، شماره اول، ص ۴۷-۵۲.
16. Shafik A. Effects of electromagnetic field exposure on spermatogenesis and sexual activity. *Asian J Androlog* 2005; 7(1): 106.
۱۷. سلیمانی راد ج، کاتبی م، دیبازر ف. بررسی اثرهای میدان الکترومغناطیس بر فرآیند اسپرماتوژنز در رت، مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، سال سی و یکم، ۱۳۷۶، شماره ۲۶، ص ۵۵-۶۰.
۱۸. ترابی غ، سلیمانی راد ج، صائین قلعه ف. بررسی تاثیر میدان الکترومغناطیس بر مورفولوژی و تحرک اسپرم و پروستات و مخاط کانال دفران. کنگره علوم تشریح - تهران - ۱۳۸۰
19. Avowojolu AO, Akinloye O, Shittu OB, Adejuwon CA. Correlations between seminal plasma hormones and sperm biophysical parameters in infertile males in Ibadan. *Tropic J Obstet and Gynaecol*, 2003, 20:1.
20. Katnik- prastowska I, kratz EM, Faundez R, Chelmonska- Sovta A. Lower expression of the alpha 2, 3- Sialylated fibronectin glycoform and appearance of the asialo- fibronectin glycoform are associated with high concentration of fibronectin in human seminal plasma with abnormal semen parameters. *Clin Chem. Lab Med*, 2006; 44 (g): 1119- 25.
۲۱. نجم آبادی ف: فیزیک تشعشع و رادیولوژی - چاپ دوم، انتشارات دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی، تهران، صفحات ۴۴-۳۲، ۱۳۶۶.
22. Robison JG, Pendleton AR, Monson KO, Murray BK, Oneill KL. Decreased DNA repair rates and protection from heat induced apoptosis mediated by electromagnetic field exposure. *J Bioelectromagnet* 2002, 23 (2): 106-12.
23. Di Carlo A, White N, Guo F, Garrett P, Litovitz T. Chronic electromagnetic field exposure decreases HSP70 levels and lowers cytoprotection. *J Cell Biochem* 2002; 84 (3): 445-54.
24. Blumenthal NC, Ricci J, Breger L, Zychlinsky A, Solomon H, Chen GG, et ai. Effects of low-intensity AC and / or DC electromagnetic fields on cell attachment and induction of apoptosis, *J Bioelectromagnet* 1997; 18 (3): 264-72.
25. Volpe P, Parasassi T, Esposito C, Ravagan G, Giusti AM, Pasquarelli A, et al. Cell membrane lipid molecular dynamics in a solenoid versus a magnetically shielded room. *J Bioelectromagnet* 1998; 19 (2): 107-11.
26. Estecio MR, Silva AE. Chromosome abnormalities caused by computer video display monitors radiation. *Rev Saude Publica* 2002; 36 (3): 330-36.
27. Belyaev SYA, Kravchenko VG. Resonance effect of low- intensity millimeter waves on the chromatin conformational state of rat thymocytes. *Z Naturforsch {C}* 1994; 49 (5-6): 352-58.
28. Chiang H, Yao GD, Zhou SY. Effect of microwave exposure at various power densities on mitochondrial enzymes in mouse brain. *J Bioelectr* 1984; 7: 189-194.