

## بررسی فراساختاری و مورفومتریک اثرات میدانهای الکترومغناطیسی بر شبکه موش صحرایی

امیر افشین خاکی: گروه علوم تشریح، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز؛ نویسنده رابط

Email: dr.aakhaki@yahoo.com

محمدرضا صدقی پور: گروه چشم، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز  
 امیر عبدالله افتخاری میلانی: گروه چشم، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز  
 لیلا روشنگر: گروه علوم تشریح، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز  
 جعفر سلیمانی راد: گروه علوم تشریح، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز  
 داریوش محمد نژاد: گروه علوم تشریح، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

دریافت: ۸۸/۴/۱۴، پذیرش: ۸۹/۹/۱۶

### چکیده

**زمینه و اهداف:** افزایش استفاده از وسایلی مانند تلفنهای همراه این سوال را پیش می آورد که آیا امواج این وسایل بر روی بافتهای مختلف بدن انسان تاثیر دارند؟ تاکنون مطالعات زیادی در مورد تاثیر گذاری این امواج بر روی ارگانهای مختلف مانند مغز، کلیه و... از نظر فراساختاری انجام یافته است. شبکه نیز با توجه به موقعیت قرارگیری اش، در معرض تابش مستقیم این امواج قرار دارد. هدف ما در این مطالعه بررسی اثر امواج الکترومغناطیسی با فرکانس ۵۰ تا ۶۰ هرتز از نظر تغییرات فراساختاری و مورفومتریک لایه های شبکه می باشد.

**مواد و روش ها:** موشهای صحرایی نر به دو گروه، آزمایش و کنترل تقسیم شدند. گروه آزمایش به مدت ۴ هفته تحت تاثیر میدان مغناطیسی به قدرت ۳ میلی تسلا قرار گرفت. نمونه ها توسط میکروسکوپ نوری و الکترونی مورد بررسی قرار گرفتند.

**یافته ها:** در نتایج آزمایش ۴ هفته، ضخامت کل رتین  $132 \pm 7/78$  بود که در مقایسه با گروه کنترل  $89/47 \pm 3/83$  به طور معنی داری افزایش یافته بود ( $P < 0/001$ ). همچنین ضخامت لایه هسته دار خارجی در گروه آزمایش  $32/23 \pm 3/2$  میکرون بود که در مقایسه با گروه کنترل ( $20/15 \pm 1/43$  میکرون) به طور معنی داری افزایش یافته بود. ( $P < 0/001$ ). در گروه آزمایش تعداد هسته سلولها در هر  $25 \times 25$  میکرون از سطح لام با بزرگنمایی  $720 \times$   $13/64 \pm 0/89$  بود که در مقایسه با گروه کنترل ( $7/30 \pm 0/95$ ) به طور معنی داری افزایش یافته بود ( $P < 0/001$ ). همچنین ابعاد هسته سلولهای گیرنده نور در گروه آزمایش  $3/85 \pm 0/36$  نسبت به گروه کنترل  $2/62 \pm 0/23$  به طور معنی داری افزایش یافته بود ( $P < 0/001$ ).

**نتیجه گیری:** سلولهای گیرنده نور تحت تاثیر میدان مغناطیسی دچار افزایش فعالیت تکثیری می شوند.

**کلید واژه ها:** امواج الکترومغناطیس، شبکه

### مقدمه

اثرات برخورد با امواج الکترومغناطیس کم فرکانس به طور مزمن که تمام محیط اطراف ما را فرا گرفته اند نامشخص می باشد.<sup>۱</sup> پرتوهای الکترومغناطیس ترکیبی است از یک میدان الکتریکی و یک میدان مغناطیسی متغیر که عمود بر هم در فضا انتشار می یابند.<sup>۲</sup> ارتباط مابین میدانهای الکترومغناطیسی و لوسمی در کودکان مطرح

برخورد با مقادیر زیاد امواج الکترومغناطیس با فرکانس بالا به طور حاد مانند اشعه  $\alpha$  و امواج اولترایویوله اثرات ثابت شده ای بر روی شبکه ی چشم انسان دارد.<sup>۱</sup> علی رغم این واقعیت که برخورد حاد با امواج الکترومغناطیس که از اشعه های غیر یونیزان هستند اثرات پاتولوژیک واضحی بر روی شبکه ی چشم انسان دارد،

شده است.<sup>۴</sup> همچنین ارتباط EMF با کاهش حافظه و سردرد در استفاده کنندگان از تلفن همراه دیده شده است.<sup>۵</sup> علاوه بر این، مطالعات گسترده‌ای بر روی تاثیر این میدانها بر سیستم عصبی وجود دارد. رتین نیز با توجه به اینکه جزء سیستم عصبی محسوب می‌شود، می‌تواند تحت تاثیر این میدانها قرار گیرد. رتین عصبی از خارج به داخل از لایه‌های مختلف تشکیل شده است. هر کدام از این لایه‌های فوق‌الذکر می‌توانند در معرض امواج الکترومغناطیسی قرار گیرند. مخصوصاً با توجه به این که آناتومی و موقعیت قرار گیری خاص چشم، این عضو مهم را در معرض مستقیم امواج الکترومغناطیسی قرار می‌دهد.<sup>۶</sup> تاثیر امواج الکترومغناطیسی مخصوصاً با فرکانسهای بالا در ایجاد بیماریهای سگمان قدیمی چشم مثل کاتاراکت نشان داده شده است.<sup>۸</sup> هدف ما در این مطالعه بررسی تاثیر امواج الکترومغناطیسی به صورت *in vivo* (بر شبکه‌ی موش صحرائی) است و از میدانهای مغناطیسی با فرکانس پایین استفاده شده است. (۵۰ تا ۶۰ هرتز) که تمامی افراد به صورت روزانه با آن سرو کار دارند افزایش استفاده از امواج میکروویو (که منجر به ایجاد میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس پایین) مخصوصاً در تلفنهای همراه و رادار موجب افزایش تماس افراد با این امواج و ایجاد نگرانیهای زیادی در این زمینه شده است.<sup>۷</sup> در تحقیقی که Korkzala -Zwischka و همکاران بر روی تاثیر امواج الکترومغناطیسی با فرکانس پایین (۳۰۰-۲۰۰ هرتز) به صورت *Invitro* بر روی سلولهای آدیپوسیت انجام دادند، دریافتند که این امواج ترجمه و همانند سازی ژنی را تغییر داده و سرعت تمایز سلولی و فعالیت آنزیمی را تحت تاثیر قرار می‌دهند.<sup>۹</sup>

در یک مطالعه‌ی دیگر Jowanovic و همکاران نشان دادند که میدانهای الکتریکی که به بافت مغز اثر می‌کنند، در شرایط سلولی آن تاثیر می‌گذارند.<sup>۱۱</sup> Mathie و همکاران در مطالعه‌ی تاثیر میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس پایین (۶۰ هرتز) را بر روی کانالهای یونی سلولهای عصبی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که مواجهه با میدان مغناطیسی ناشی از فرکانسهای ۶۰ هرتز یک فرایند وابسته به آهن را واسطه‌گری می‌کند (مثل واکنش fenton) که باعث افزایش رادیکالهای آزاد در سلولهای مغزی می‌شود و آن هم باعث مرگ سلولی و شکست زنجیره DNA می‌گردد.<sup>۱۱</sup> در روسیه Merkloua تاثیر پالس الکترومغناطیسی را بر روی گانگلیون نخاعی رت از نظر تغییرات فرا ساختاری مورد بررسی قرار داد. مشخص شد که EMF موجب به هم خوردن ارگانیزاسیون عملکردی-آناتومیکی سلولهای نوروگلیون و سلولهای عروق خونی در گانگلیون نخاعی می‌شود.<sup>۱۲</sup> باز هم در یک بررسی دیگر در روسیه AMedaved ev و همکاران تاثیر امواج الکترو مغناطیسی بر هیپوتالاموس گربه بررسی کرده و نشان دادند که تغییرات سه مرحله‌ای *destructive-reactive* در هیپوتالاموس گربه مشاهده می‌شود.<sup>۱۳</sup>

## مواد و روشها

جمعیت مورد مطالعه در این بررسی موشهای رت نژاد (wistar) بودند که از حیوانخانه‌ی دانشکده‌ی داروسازی تهیه شدند. برای انجام این بررسی از دستگاه مولد میدان مغناطیسی که میدانی به شدت ۳ میلی تسلا تولید می‌کند و در بخش بافت شناسی طراحی و ساخته شده بود استفاده گردید. دستگاه مولد میدان بر اساس تئوری پیچهای هلمهولتز ساخته شده که در رابطه با این انتخاب مواردی از قبیل نیاز به دستیابی به یک میدان یکنواخت و با شدت معین و نیز محدودیت‌های مختلف همچون لزوم تهیه‌ی محل نسبتاً مناسبی برای زیست رت ها در داخل دستگاه از امور تعیین کننده بود. با توجه به شدت جریان مصرفی مولد و مدت

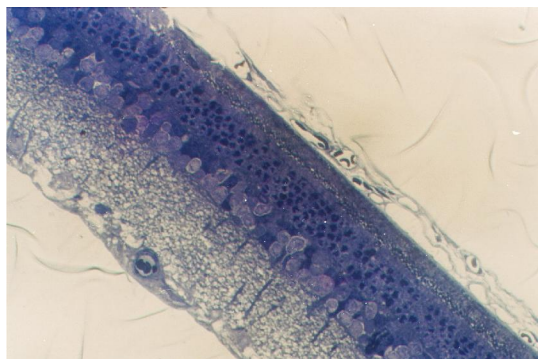
ساختاری مورد بررسی قرار دادند و متوجه شدند که ۲۰ تا ۳۰ درصد این سلولها در مواجهه با این میدان واکنش نشان می‌دهند. این واکنش به صورت یک افزایش واضح در ترشح آپوکرین این سلولها بود.<sup>۱۴</sup> Dini L و همکاران در سال ۲۰۰۵ در دانشگاه لچه ایتالیا تاثیر امواج الکترو مغناطیسی با قدرت متوسط در محیط‌های کشت سلولی مورد بررسی قرار دادند و به نتایج جالب توجهی در این زمینه دست یافتند که به خاطر عدم اتباط با سلولهای عصبی و سلول‌های حساسه رتین که موضوع بحث ما می‌باشد که از ذکر آنها در این قسمت خودداری می‌گردد.<sup>۱۵</sup> Merkulova LM علاوه بر بررسی تغییرات فراساختاری امواج EMF بر روی سلولهای گانگلیونی نخاع نشان داد که از نظر بیوشیمیایی نیز نسبت هیستامین به سروتونین در این ارگان به دنبال مواجهه با EMF تغییر می‌کند.<sup>۱۶</sup> بررسی تغییرات ناشی از تماس مزمن با امواج میکروویو با فرکانس بالای ۲۴۵۰ مگاهرتز تغییرات الکترو انسفالوگرافیک در مدل‌های حیوانی نشان داد. این تغییرات مربوط به اثرات غیر حرارتی این امواج بود.<sup>۱۷</sup> در مطالعه‌ی ای که در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه فلوریدا در سال ۲۰۰۳ انجام شد اثرات چشمی امواج الکترو مغناطیسی بررسی شد. در این مطالعه ایجاد کاتاراکت در چشم خرگوش با تماس با میدان الکترو مغناطیسی با فرکانس بالا ۲۴۵۰ مگاهرتز برای بیش از ۳۰ دقیقه نشان داده شد. ولی کاتاراکت در چشم میمونها با همین میزان انرژی ایجاد نشد. ولی تغییرات قرینه‌ای و تغییرات عملکردی رتین در این مطالعه به دنبال تماس با این سطح انرژی مشاهده نشد.<sup>۱۸</sup> در مقاله‌ی ای که در مجله‌ی *Ophthalmologica* در سال ۲۰۰۸ چاپ شده است تاثیر امواج میکروویو بر روی سلولهای گانگلیونی در محیط کشت مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج به این قرار بود که در همه گروههایی که تحت رادیاسیون قرار گرفته بودند تغییر در مورفولوژی سلولی مشاهده شد و میزان بقای سلولها هم کاهش پیدا کرده و آپوپتوزیس زودرس در سلولهایی که تحت امواج میکروویو قرار گرفته بودند مشاهده شد.<sup>۱۹</sup> در مجله‌ی *Jpn J. Ophthalmol* در نوامبر ۲۰۰۷ مقاله‌ی ای به چاپ رسیده است که تاثیر امواج میکروویو را بر روی سلولهای اپی پیتال عدسی چشم بررسی می‌کند.<sup>۲۰</sup>

Bardasono و همکاران تاثیر میدان الکترو مغناطیسی ۶۰ هرتز یکنواخت را بر روی سلول‌های پینه آل نوعی کبوتر از نظر فرا

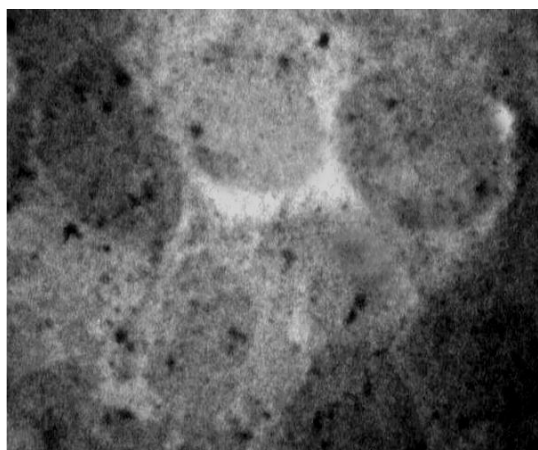
## یافته ها

در مورد ضخامت کل رتین میانگین این ضخامت در گروه آزمایش ۴ هفته برابر با  $132/7$  میکرون با انحراف معیار  $7/8$  می باشد ( $max=144/1$  و  $min=119/2$ ). میانگین ضخامت کل رتین در گروه کنترل  $89/47$  میکرون با انحراف معیار  $3/83$  می باشد ( $max=100/6$  و  $min=83/4$ ) مقایسه آماری ضخامت کل رتین بین گروه آزمایش ۴ هفته و کنترل نشان می دهد که ضخامت کل رتین در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری افزایش پیدا کرده است. ( $P < 0/001$ ) طبقه ی هسته دار خارجی که مربوط به هسته ی سلولهای فوتورسپتور می باشد به طور واضح در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل افزایش ضخامت پیدا کرده است. میانگین ضخامت این لایه در گروه آزمایش  $32/23$  میکرون با انحراف معیار  $3/2$  میکرون می باشد ( $minimum=26/30$  و  $maximum=37/7$ ) در حالی که این مقادیر برای گروه کنترل به شرح زیر می باشد: میانگین ضخامت طبقه ی هسته دار خارجی در گروه کنترل  $20/15$  با انحراف معیار  $1/43$  میکرون می باشد. ( $minimum=17/10$  و  $maximum=23/4$ ) مقایسه آماری ضخامت طبقه ی هسته دار خارجی بین دو گروه با  $P < 0/001$  نشان می دهد که به طور معنی داری ضخامت طبقه ی هسته دار خارجی در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل افزایش پیدا کرده است.  $P < 0/001$  علاوه بر مقایسه ی ضخامت بین طبقه ی هسته دار خارجی در گروه آزمایش و شاهد تراکم هسته ی سلولهای فوتورسپتور نیز در ۵ فیلد مختلف از هر کدام از ۱۰ لام تهیه شده مورد مقایسه قرار گرفت. برای این هدف تعداد هسته ی سلولها در کادرهای  $25 \times 25$  میکرون در لامهای با بزرگنمایی ۷۲۰ مورد شمارش قرار گرفت. در گروه آزمایش ۴ هفته تعداد هسته ی سلولها در هر کادر  $13/64$  با انحراف معیار  $0/89$  بود. در حالی که در گروه کنترل این تعداد برابر با  $7/30$  با انحراف معیار  $0/95$  بود. مقایسه ی آماری این داده ها نشان می دهد که به طور واضحی در گروه آزمایش تراکم هسته ی سلولهای فوتورسپتور نیز نسبت به گروه کنترل افزایش یافته است ( $P < 0/001$ ). شکل ۱ و ۲ تغییرات مربوط به افزایش ضخامت رتین و طبقه ی هسته دار خارجی و تراکم هسته ی سلولهای فوتورسپتور را بین دو گروه نشان می دهد. به تبع افزایش تعداد سلولهای فوتورسپتور و افزایش ضخامت طبقه ی هسته دار داخلی ضخامت لایه ی بخش خارجی سلولهای استوانه ای و مخروطی نیز افزایش یافته است. در طبقه ی هسته دار داخلی بین سلولهای پشتیبان و سلولهای عصبی تعداد زیادی واکوئل در گروه آزمایش قابل رویت می باشد در حالی که در گروه کنترل این حالت قابل مشاهده نیست. همچنین در گروه آزمایش در مابین سلولها فضاهایی مشاهده می شود که در گروه کنترل وجود ندارد. در گروه آزمایش در مورد طبقه ی سلولهای گانگلیونی نیز در سیستوپلاسم سلولها تعداد زیادی واکوئل قابل مشاهده می باشد و در مابین سلولها فضاهایی مشاهده می شود که در گروه کنترل وجود ندارد (با بزرگنمایی ۷۲۰). از نظر مورفولوژیک

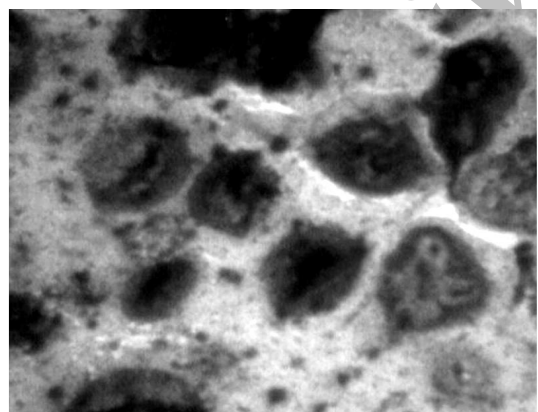
زمان طولانی استفاده از آن در طی روز لازم است که برای جلوگیری از گرم شدن دستگاه و تهویه ی مناسب داخل آن از پنکه که در بالای دستگاه نصب گردیده استفاده شود. به طور کلی دستگاه مولد شامل دو سیم پیچ در جهت مخالف هم می باشد که میدان یکنواختی را در مرکز دستگاه که محل قرارگیری حیوانات می باشد ایجاد می نماید. برای تولید میدان از جریان متناوب ۵۰ هرتز استفاده می شود. در این بررسی از موشهای رت نژاد wistar استفاده شده است که بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم وزن و ۵ هفته سن داشتند. رت ها به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند و در هر گروه ۱۰ موش تحت مطالعه قرار گرفتند. در گروه آزمایش رت ها روزانه ۵ ساعت و برای مدت ۴ هفته تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس به شدت ۳ میلی تسلا قرار گرفتند. پس از اتمام مدت ۴ هفته با استفاده از بیهوشی کشته شدند و نمونه برداری انجام گرفت. گروه کنترل: شرایط زیست و تغذیه در این گروه کاملاً مشابه با گروه آزمایش بود و فقط تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس قرار نمی گرفتند. در این گروه نیز همانند گروههای آزمایش ۱۰ رت وجود داشت که پس از ۴ هفته کشته شدند و نمونه برداری مثل گروههای آزمایش انجام شد. در ابتدا رت ها توسط پنبه ی آغشته به کلروفرم در یک ظرف پلاستیکی در بسته بیهوش شدند. سپس سر حیوان را در ناحیه ی گردن از بدن توسط قیچی جدا کرده و هر دو چشم حیوان را با روشی مشابه انوکلاسیون چشم انسان از فضای اربیت خارج می کنیم و گلوبها توسط محلول بافر فسفات ۰/۱ مولار شستشو داده می شود. سپس نمونه های لازم برای بررسی توسط میکروسکوپ نوری و الکترونی تهیه و به ترتیب تحت رنگ آمیزی تولوئیدن بلو و سترات سرب قرار گرفتند. نمونه های نیمه نازک (۴۵۰ نانومتری) با استفاده از میکروسکوپ نوری o/ymmps/3H-2 و با بزرگنمایی ۴۰ و ۱۰۰ مورد مطالعه قرار می گرفتند و جهت فتومیکروگرافها از میکروسکوپ ذکر شده و فیلم فوجی ASA=400 استفاده می شد. همچنین نمونه های نازک (۶۰ نانومتری) با استفاده از میکروسکوپ ترانزیشنال مورد مطالعه قرار گرفتند. برای تهیه ی الکترون میکروگرافها از میکروسکوپ ذکر شده و از Sheet film استفاده شده است. جمع آوری داده های کمی با شمارش سلولها و اندازه گیری ضخامت لایه های رتین و مورفومتری و با انتقال تصویر به کامپیوتر و با استفاده از نرم افزار فتوشاپ انجام گرفت. جهت انجام آنالیز آماری داده های مورفومتریک از روشهای آماری توصیفی، شاخصهای مرکزی (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) و شاخصهای پراکندگی و جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون آماری Kolmogorov-Smirnov استفاده شده و به دلیل عدم نرمال بودن توزیع داده ها جهت انجام مقایسه ی بین گروهها (گروه کنترل با گروه آزمایش ۴ هفته و گروه آزمایش ۴ هفته با ۱۰ هفته) از آزمون آماری U.mann-Whitney Test استفاده گردیده و در تمامی موارد  $P < 0/05$  معنی دار تلقی شده است.



شکل ۲: فتومیکروگرافی از کل رتین رت گروه کنترل، بزرگنمایی ۳۶۰ برابر



شکل ۳: الکترومیکروگرافی از سلول فتورسپتور در رت گروه آزمایش ۴ هفته با بزرگنمایی ۳۰۰۰

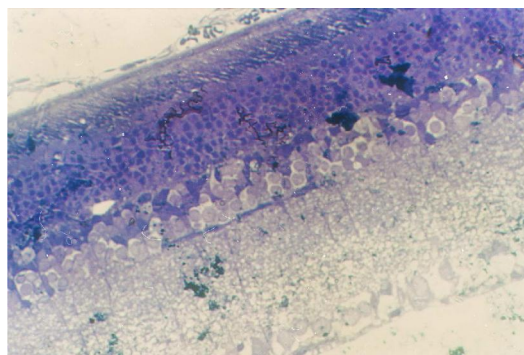


شکل ۴: الکترومیکروگرافی از سلول فتورسپتور در رت گروه کنترل با بزرگنمایی ۳۰۰۰

### بحث

به خوبی شناخته شده است که امواج حاصل از میدانهای الکترومغناطیسی باعث تغییرات اساسی در سلول می‌شوند.<sup>۲۲</sup> در مطالعه ای که Zhou XR و همکاران در دانشکده پزشکی هاربین بر روی سلولهای گانگلیونی در محیط کشت انجام دادند

اختلاف واضحی بین طبقه ی مشبک داخلی بین دو گروه مشاهده نمی شود. در بررسی لایه ی سلولهای دانه دار داخلی و سلولهای گانگلیونی به وسیله ی میکروسکوپ الکترونی، افزایش فواصل بین سلولی و واکوئلیزاسیون داخل سلولی در گروه آزمایش قابل مشاهده است (در هر ۱۰ نمونه ی بررسی شده با میکروسکوپ الکترونی) در حالی که چنین حالتی یعنی وجود واکوئیلیزاسیون داخل سلولی و افزایش فواصل بین سلولی در هیچ یک از نمونه های تمام ضخامت مربوط به گروه کنترل قابل مشاهده نیست. هسته ی سلولهای دانه دار داخلی و سلولهای گانگلیونی از نظر میزان کروماتینیسیته در گروههای آزمایش و کنترل تفاوتی با هم ندارند. در لایه ی دانه دار خارجی که همان هسته ی سلولهای فوتورسپتور می باشد هسته ی سلولهای گروه آزمایش روشتتر و یوکروماتین تر به نظر می رسد و همچنین از نظر اندازه قطر هسته ی سلولهای گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل افزایش پیدا کرده است که نشانگر درجه ی بالای فعالیت بیولوژیک این سلولها می باشد. اندازه گیری اقطار بزرگ و کوچک هسته در میکروگراف های الکترونی نشان داد که میانگین قطر هسته در سلولهای فوتورسپتور در گروه ۴ هفته ۳/۸۵ میکرون با انحراف معیار ۰/۳۶ می باشد، در حالیکه در گروه کنترل این میزان برابر با ۲/۶۲ میکرون با انحراف معیار ۰/۲۳ می باشد. مقایسه آماری این مقادیر نشان می دهد که میانگین اقطار هسته ی سلولهای فوتورسپتور در گروه ۴ هفته در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری افزایش یافته است ( $P < 0/001$ ) (شکل ۳ و ۴). اندازه گیری اقطار بزرگ و کوچک هسته در میکروگراف های الکترونی نشان داد که میانگین قطر هسته در سلولهای گانگلیونی در گروه ۴ هفته ۵/۴۲ میکرون با انحراف معیار ۰/۴ می باشد، در حالی که در گروه کنترل این میزان برابر با ۵/۴۳ میکرون با انحراف معیار ۰/۴۳ می باشد. این داده ها دارای توزیع نرمال بودند و مقایسه ی آنها با روش Independent samples T-Test نشان می دهد که تفاوت معنی داری بین اندازه ی هسته ی سلولهای گانگلیونی در گروه ۴ هفته در مقایسه با گروه کنترل وجود ندارد ( $P = 0/92$ ).



شکل ۱: فتومیکروگرافی از کل رتین رت گروه آزمایش ۴ هفته، بزرگنمایی ۳۶۰ برابر

آندومتر گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل ضخیم‌تر شده و حاوی تعداد زیادی غدد رحمی می‌گردد که مرحله‌ی پیشرفته تری از فاز پرولیفراسیون را نشان می‌دهد.<sup>۲۷</sup> نتیجه‌ی این مطالعه نیز تایید کننده‌ی مطالعه‌ی ما است که افزایش تکثیر سلولی در لایه‌ی فتو رسپتور رتین را نشان داد. در مطالعه‌ی ما افزایش تعداد سلولهای لایه‌ی دانه دار خارجی (لایه‌ی فتو رسپتور ها) در واحد سطح و همچنین افزایش ضخامت این لایه و در نتیجه‌ی آن افزایش ضخامت کل رتین در گروه آزمایش ۴ هفته مشاهده شد. از سوی دیگر همان طور که می‌دانیم تئوری‌هایی وجود دارد که رتینوبلاستوم را سرطان سلولهای فتو رسپتور می‌داند؛ از جمله این که سلولهای توموری رتینوبلاستوم مواد خارج سلولی مثل *Inter photo receptor retinoid binding protein* را که یک ماده‌ی تولیدی سلولهای لایه‌ی فتو رسپتور نرمال است، تولید می‌کنند. همچنین سلولهای رتینوبلاستوما کشت داده شده در محیط کشت ژن فتو پیگمان سبز و قرمز را بروز می‌دهند که این موارد حمایت کننده از منشا فتو رسپتوری رتینوبلاستوما می‌باشد.<sup>۲۸</sup> مشاهده‌ی افزایش تکثیر (افزایش اندازه‌ی هسته‌ی سلولهای فتو رسپتور [لایه‌ی دانه دار خارجی]) در مطالعه‌ی ما این سوال بسیار مهم را بر می‌انگیزد که آیا ارتباطی ما بین رتینوبلاستوما و EMF وجود دارد یا خیر؟ مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده‌اند، در کودکانی که نزدیک به بعضی از انواع خطوط نیرو زندگی می‌کنند میزان ابتلا به لوسمی بالاتر از حد نرمال است.<sup>۲۹</sup> مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده است که میدانهای الکترومغناطیس در اطراف منابع برق با فشار بالا باعث ایجاد سرطان می‌شوند.<sup>۲۹</sup> جالبتر از همه‌ی این مطالعات، درمورد ارتباط بین EMF و کانسر مقاله‌ی *Scientists link Eye cancer to mobile phone* در سال ۲۰۰۹ انتشار یافته است. محققان این مقاله بر این باورند که ارتباط نزدیکی بین ملانوم، دیگر سرطان شایع چشمی با امواج الکترومغناطیس تولید شده توسط موبایل موجود است. مکانیسمی که با آن علت ایجاد ملانوم توسط امواج الکترو مغناطیس شرح داده شود دقیقاً مشخص نیست، ولی مکانیسمی که توضیح داده شده است این است که محیط آبکی چشم (زجاجیه و زلالیه) به جذب امواج امواج رادیاسیون کمک می‌کنند و در نتیجه با جذب بیشتر امواج الکترومغناطیس سلولهای ملانوسیتی کورویید تحریک به تقسیم بیشتر و در نتیجه سرطانی شدن، می‌شوند.<sup>۳۰</sup> این تئوری در مورد سلولهای لایه‌ی فتو رسپتور که نسبت به سلولهای ملانوسیتی نزدیکتر به ویتروس قرار گرفته‌اند، محتمل تر است.

### نتیجه گیری

با توجه به تکثیر لایه‌ی هسته دار خارجی در اوایل زندگی رتھا و ارتباط این مساله با ایجاد رتینوبلاستوما، مطالعه‌ی ما امکان وجود ارتباط ما بین رتینوبلاستوما و افزایش استفاده از امواج الکترو مغناطیسی را مطرح می‌کند و مانند بسیاری دیگر از مطالعات که در مورد ارتباط امواج الکترو مغناطیسی با به خطر افتادن سلامتی

نشان دادند که امواج الکترومغناطیس منجر به آپوپتوزیس سلولهای گانگلیونی می‌گردند ولی در مطالعه‌ی ما چنین اثری بر روی سلولهای گانگلیونی مشاهده نشد. در مطالعه‌ی ما در بررسی فراساختاری تنها تغییر مشاهده در سلولهای گانگلیونی، افزایش فضاها بین سلولی و ایجاد واکوئلیزاسیون در سیتوپلاسم این سلولها بود. تفاوت اساسی که بین این دو مطالعه وجود دارد این است که در مطالعه‌ی مذکور از امواج الکترومغناطیس با فرکانس بالا و به صورت حاد استفاده شده بود (۲۴۵۰ MHz) در حالیکه در مطالعه‌ی ما از امواج الکترومغناطیس با فرکانس پایین (۵۰ Hz) و به صورت تماس تدریجی استفاده شده است. از سوی دیگر مطالعه‌ی انجام گرفته در دانشگاه هارین به صورت *in vitro* و در محیط کشت انجام گرفته ولی مطالعه‌ی ما به صورت *in vivo* بوده است.<sup>۱۹</sup> Shin-Tsu Lu و همکاران که در یک مرکز تحقیقاتی در تگزاس تاثیر امواج *high peak power* را بر روی شبکه‌ی میمون به نام Rhesus بررسی کردند متوجه ایجاد تغییرات دژنراتیو در بخش خارجی فتو رسپتورها، واکوئلیزاسیون لایه‌ی خارجی شبکه‌ی کاریولیز فتو رسپتورها و تغییرات پیکنوتیک در اپیتلیوم دانه دار در شبکه‌ی میمون شدند. تفاوت مهمی که این مطالعه با تحقیق ما دارد، همانند مورد قبل فرکانس بالای امواج الکترومغناطیس استفاده شده در این مطالعه می‌باشد. با وجود اینکه برخورد حاد با امواج الکترومغناطیس با فرکانس بالا موجب کاریولیز فتو رسپتورها می‌شود ولی برخورد مزمن با امواج الکترومغناطیس با فرکانس پایین که به طور روزمره در زندگی همه‌ی افراد اتفاق می‌افتد (مانند امواج موبایل) موجب افزایش تکثیر سلولهای فتو رسپتور می‌شود.<sup>۳۳</sup> در مطالعه‌ی ما واکوئلیزاسیون سلولهای دو قطبی و لایه‌ی گانگلیونی مشاهده شد. در بررسی مشابه دیگری که بر روی ساختمان کلیه در رت‌هایی که به مدت ۵۲ روز و روزی یک ساعت در معرض میدان مغناطیسی با فرکانس پایین قرار گرفتند انجام شد، در بررسی با میکروسکوپ نوری و الکترونی، واکوئلیزاسیون اپیتلیوم توبولهای کلیه در ناحیه‌ی راسی و نیز تغییرات دژنراتیو در گلو مریولهای کلیه دیده شد که در بررسی با میکروسکوپ الکترونی نیز این واکوئلیزاسیون منطبق بر تورم ارگانل های داخل سیتوپلاسمی غشاء دار مانند میتوکندری و شبکه‌ی آندوپلاسمی بود.<sup>۳۴</sup> قبلا هم گزارش شده که در استروسیت‌های در معرض EMF به دلیل تاثیر شوک حرارتی میکروویزیکولها افزایش می‌یابد که جهت برآورده کردن نیازهای تغذیه‌ی ای می‌باشد.<sup>۳۵</sup> در یک مطالعه‌ی دیگر افزایش تعداد ماکروفاژهای موجود در استرومای تخمدان رت‌های تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس نشان داده شده است که مشابه یافته‌ی ما در مطالعه بر روی رتین است که امواج EMF می‌توانند موجب افزایش تعداد سلولهای لایه‌ی فتو رسپتور گردند.<sup>۳۶</sup> همچنین بررسی اثرات میدانهای الکترومغناطیس بر روی رحم و لوله‌های رحمی بر روی رت‌های بالغی که به مدت ۳ ماه (۹۰ روز) روزانه ۴ ساعت تحت تاثیر EMF با شدت 50GHz قرار داشتند، نشان داده شد که طبقه‌ی

گسترده از این امواج در زندگی روزمره خودداری کرد.

انسان وجود دارد، این مساله را مطرح می‌کند که باید در استفاده‌ی

## References:

1. Thomas J, Gregory L, Louis B. *American academy of ophthalmology, Retina and Viterous*, 12<sup>th</sup> ed, San Francisco 2007; PP: 305-309.
2. Kultursay N, Koprubasi N. Video display terminal-The risk of trisomy 18. *Clin Genet* 1994; **45**: 270-271.
3. Khaki AA, Zarrintan S, Khaki A, Zahedi A. The effects of electromagnetic field on the microstructure of seminal vesicles in rat: a light and transmission electron microscope study. *Pak J Biol Sci*. 2008; **11**(5):692-701.
4. Wayne, Overbeck. 2000 Electromagnetic fields and your health. October 23, 2003, from <http://www.arrl.org> Edlestyn, Nicola, Oldeershow, Anna: The acute effects of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention. *J neuroreport* 2002; **13**(1): 119-121.
5. Thomas J, Gregory L, Louis B. *American academy of ophthalmology, Fundamental and principles of ophthalmology*, 2<sup>nd</sup> ed. The Eye M.D. Association, San Francisco, 2007; PP: 77.
6. Vignal R, Crouzier D, Dabouis V, Debouzy JC. Effects of mobile phones and radar radiofrequencies on the eye, *Pathol Bio* 2008; **24**(2); 271-275.
7. Elder JA. Ocular effects of radiofrequency energy. *Bioelectromagnetics* 2003; **6**(3): 148-161.
8. Zwirski K, Korczala K, Adamczyk S. Effect of extremely low frequency electromagnetic fields on cell proliferation antioxidative enzyme activities and lipid peroxidation. *Journal of physiology and pharmacology* 2005; **11**(3): 170-176.
9. Jelenkovic A, Jowanovic DM, Vasiljevic I. Effect of low frequency magnetic field in the brain of rat. *Brain research bulletin* 2005; **68**(5): 355-360.
10. Mathie A, Kennard LE, Veal EL. Neuronal ion channels and their sensitivity to extremely low frequency weak electric field effects. *Radiation Protection Dosimetry* 2003; **106**: 311-315.
11. Merkulova LM, Sysoeva LA. Reaction of the ultrastructure of the rat spinal ganglion to exposure to a pulsed electromagnetic field. *Arkh Anat Gistol Embriol* 1988; **95**(11): 38-42.
12. Medvedeva MV, Kucherenko RP, Usova IP, Suvorov NB, Ur'iash VV. Ultra structure of cells of the lateral field of the hypothalamus of the cat after exposure to electromagnetic radiation. *Arkh Anat Gistol Embriol* 1985; **89**(7): 5-10.
13. Bardasano JL, Meyer AJ, Picazo L. Ultra structure of the pineal cells of the homing pigeon *Columba livia* and magnetic fields (first trials). *J Hirnforsch* 1985; **26**(4): 471-475.
14. Dini L, Abbro L. Bioeffects of moderate-intensity static magnetic fields on cell cultures. *Micron* 2005; **36**(3): 195-217.
15. Merkulova LM. The effect on an impulse electromagnetic field on the bioamine allowance of the spinal ganglion in rats under whole-body exposure. *Radiobiologii* 1990; **30**(2): 252-255.
16. Sinha RK, Aggarwal Y, Upadhyay PK, Dwivedi A, Keshri AK, Das BN. Neural network-based evaluation of chronic non-thermal effects of modulated 2450 MHz microwave radiation on electroencephalogram. *Ann Biomed Eng* 2008; **36**(5): 839-851.
17. Doyrat A, Berenson R, Bormusov E, Lahav A. Localised effects of microwave radiation on the intact eye lens in culture conditions. *Bioelectromagnetics* 2005; **26**: 398-405.
18. Zhou XR, Yuan HP, Qu W, Ma CY, Li HY, Wang Y. The study of retinal ganglion cell apoptosis induced by different intensities of microwave irradiation. *Ophthalmologic* 2008; **222**(1): 6-10.
19. Li HW, Yao K, Jin HY, Sun LX, Lu DQ, Yu YB. Proteomic analysis of human lens epithelial cells exposed to microwaves. *Jpn J Ophthalmology* 2007; **51**(6): 412-416.
20. Yang R, Chen J, Deng Z, Liu X. Effect of vitamin E on morphological variation of retinal ganglion cells after microwave radiation. *Wei Sheng Yan Jiu* 2001; **30**(1): 31-33.
21. Bellavite P, Signorini A: Biological effects of electromagnetic field, in: fundamental research in ultra high – dilution and homeopathy (J Schulte and P.C. En dler, eds). Kluwer Acad. Puble, dordrech, *the Netherlands* 2003; 127 – 142.
22. Lu ST, Mathur SP, Stuck B, Zwick H, D'Andrea JA, Zirix JM, Merritt JH, Luty G, McLeod DS, Johnson M. Effect of high peak power microwaves on the retina of rhesus monkey. *Bioelectromagnetics* 2000; **21**(6): 439-454.
23. Nergiz Y, Ketani A, Akdag Z, Resitersay A, Celik S. Effect of low intensity microwave radiation on rat kidney: an ultra structural study. *Turk J Medsci* 2000; **30**: 223-227.
24. Golfert F, Hofer A, Thummler M, Baucer H, Funk RH. Extremely low frequency electromagnetic fields and heat shock can increase microvesicle motility in astrocytes. *Bioelectromagnetics* 2001; **22**(2): 71-78.
25. Khaki AA, Tubbs RS, Shoja MM. The effects of an electromagnetic field on the boundary tissue of the seminiferous tubules of the rat: A light and transmission electron microscope study. *Folia Morphol (Warsz)*. 2006; **65**(3): 188-94.

26. Solimani rad J, Roshangar L, Karimi K. The effect of electromagnetic field on fallopian tube, IFFS selected free CD mmunicotions, Melbourne (Australia). Monduzzi editore, International proceedings division 2001; 25-30.
27. Thomas J, Gregory L, Louis B. *American Academy of Ophthalmology, Ophthalmic Pathology and Intraocular Tumors*. 4<sup>th</sup> ed. The Eye M.D. Association, San Francisco, 2007; PP: 171-172.
28. Kavet R. The possible role of contact current in cancer risk associated with residential magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 2000; **21**(7): 538-553.
29. Jonathan Leake. Scientists link eye cancer to mobile phones. 2001. <http://www.emf-health.com/reports-eyecancer.htm> (Accessed 10 June 2009).

Archive of SID