اثر منفرد و توأم امواج مایکروویو و صدای شدید بر قابلیت زیست اسپرم و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسما در موش‌های صحرایی نر*

مسعود قنبری[۱]؛ سید باقر مرتضوی[۱]*؛ علی خوانین[۱]؛ مظفر خزاعی[۲]؛ اسد ویسی رایگانی[۳]؛ حسین بنی عامریان[۳]

چکیده

زمینه: نگرانی گسترده از احتمال اثرات سوء امواج مایکروویو ساطع‌شده از تلفن‌های همراه وجود دارد. از طرف دیگر صدای ناخواسته یکی از آلاینده‌های فیزیکی جوامع امروز است. مطالعه حاضر به بررسی تأثیر امواج تلفن‌های همراه و صدا بر قابلیت زیست اسپرم و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون در رت‌های نر بالغ می‌پردازد.

روش‌ها: این مطالعه به روش تجربی بر روی ۲۸ سر رت نر بالغ از نژاد ویستار با وزن ۲۵۰–۲۰۰ گرم انجام شد. حیوانات به‌صورت تصادفی به ۴ گروه ۷ تایی کنترل، گروه مواجهه با امواج شبیه‌سازی شده تلفن‌های همراه، گروه مواجهه با صدا و گروه توأم (مواجهه با امواج شبیه‌سازی‌شده تلفن‌های همراه و صدا) تقسیم شدند. در کلیه گروه‌ها قابلیت زیست اسپرم بر اساس معیارهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) و میانگین ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون با استفاده از متد FRAP تعیین گردید. داده‌ها با استفاده از آزمون واریانس یک‌طرفه و تست توکی و به وسیله نرم‌افزار SPSS 16 تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: قابلیت زیست اسپرم در گروه مواجهه با امواج تلفن‌های همراه و در گروه توأم (مواجهه با امواج تلفن‌های همراه و صدا) نسبت به گروه کنترل کاهش معنادار داشت ($P<۰/۰۵$). میانگین ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون نیز در همه گروه‌های مواجهه نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری داشت ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: مواجهه با امواج تلفن‌های همراه و مواجهه توام امواج تلفنهای همراه و صدای شدید می‌تواند موجب کاهش معنادار قابلیت زیست اسپرم شود. همچنین مواجهه با این دو عامل می‌تواند ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون در رت‌ها را کاهش دهد و زمینه بروز استرس اکسیداتیو را فراهم آورد.

کلیدواژه‌ها: تلفن همراه، صدا، قابلیت زیست اسپرم، استرس اکسیداتیو، رت نر

«دریافت: ۱۳۹۰/۸/۹ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۱۶»

۱. گروه بهداشت حرفه‌ای و محیط، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس

۲. مرکز تحقیقات باروری و ناباروری، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

۳. گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

* **عهده‌دار مکاتبات:** تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده پزشکی، گروه بهداشت حرفه ای و محیط، تلفن: ۸۲۸۸۳۸۲۵-۰۲۱

Email: mortazav@modares.ac.ir

* **این مقاله منتج از پایان‌نامه دانشجویی آقای مسعود قنبری جهت اخذ درجه دکتری بهداشت حرفه‌ای از دانشگاه تربیت مدرس می‌باشد.**

مقدمه

امواج مایکروویو بخشی از طیف وسیع امواج الکترومغناطیس هستند که فرکانس آن‌ها بین ۳۰۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز است (۱). شواهد موجود نشان می‌دهد که این امواج مضر بوده و بسته به شدت، فرکانس، نوع موج و مدت زمان مواجهه، اثرات بیولوژیکی متفاوتی ایجاد می‌کنند (۲). از طرف دیگر، نگرانی گسترده‌ای نیز از احتمال تأثیر سوء امواج مایکروویو ساطع‌شده از تلفن‌های همراه وجود دارد و محققین در مورد اثرات زیانبار این تشعشعات بر بافت‌های مغز (۳)، قلب (۴)، تیروئید (۵)، پوست (۶)، کلیه (۷)، چشم (۸)، کبد (۹) و تولید مثل (۱۰) هشدار داده‌اند. هرچند یافته‌های ضد و نقیضی نیز

توسط Dasdage و همکاران (۱۱)، Ferreira و همکاران (۱۲) و Ahlbom و همکاران (۱۳) گزارش شده است.

بحث دیگری که در خصوص تأثیر امواج مایکروویو بر دستگاه تولید مثل مطرح شده استرس اکسیداتیو است (۱۴ و ۱۵). در بحث استرس اکسیداتیو و آنتی‌اکسیدان‌های حفاظتی و ارتباط این دو با دستگاه تولید مثل، جنبه‌های تازه‌ای از ناباروری انسان‌ها مطرح می‌شود (۱۶). یکی از سلول‌های بدن که در این زمینه بسیار حساس می‌باشد سلول جنسی نر یا همان اسپرم است. غشاء اسپرم پستانداران، غنی از اسیدهای چرب غیراشباع و حساس به اکسیداسیون است. از طرف دیگر، اسپرم‌های غیرنرمال، تولید بیش از حدی از گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) را به‌عهده دارند که همین امر باعث استرس اکسیداتیو شده و به‌عنوان یکی از چند علل ناباروری در جنس نر مطرح است (۱۷).

اصولاً در موقعیت نرمال، پلاسمای منی دارای مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانتی کافی بوده و قادر به خنثی کردن اثر گونه‌های فعال اکسیژن بر اسپرم است اما چنان‌چه به‌هردلیل این تعادل به‌هم بخورد اسپرم دچار تغییر شده و در نتیجه پارامترهای اسپرم (و از جمله قابلیت زیست) نیز در جهت منفی دچار تغییر می‌شوند. از جمله عوامل مؤثر بر این تغییر می‌توان به سن، عوامل محیطی (مانند تشعشعات) و تغذیه اشاره کرد (۱۸). در همین خصوص، مطالعه De luliis و همکاران نشان داد که امواج مایکروویو در شدت و دامنه فرکانسی تلفن‌های همراه قادر است از طریق گونه‌های فعال اکسیژن موجب کاهش میتوکندری‌ها، قدرت تحرک و قابلیت زیست اسپرم شود (۱۹) و مطالعه مشابه دیگری نشان داد که این امواج قادر به افزایش پراکسیداسیون لیپیدی، کاهش غلظت تام تیول‌ها و نیز کاهش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (FRAP) پلاسمای خون هستند و استفاده‌کنندگان از تلفنهای همراه ممکن است دچار استرس اکسیداتیو شوند (۱۴).

مطالعات انجام‌شده در زمینه تأثیر امواج تلفن‌های همراه بر فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی در مدل‌های حیوانی نیز نتایج کم و بیش مشابه مطالعات انسانی را داشته‌اند. در این زمینه، مطالعه Kesari و همکاران (۲۰) نشان داد که مواجهه با این امواج، موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز (GPx) و سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در مغز، کبد و اسپرم رت‌های نژاد ویستار می‌شود.

اما همه تحقیقات انجام‌گرفته، تأییدکننده این تأثیر نیستند. نتیجه مطالعه Achudume و همکاران (۲۱) در خصوص تأثیر امواج آنتن تلفن‌های همراه به‌مدت ۴۰ روز تابش به رت‌های نژاد ویستار، هیچ‌گونه تغییر معناداری را در فعالیت‌های آنزیمی و ماکروملکول‌های بافت کلیه، کبد و مغز نشان نداد. همچنین نتیجه مطالعات Zmyslony و همکاران (۲۲)، Lantow و همکاران (۲۳) و Zeni و همکاران (۲۴) حاکی از این است که امواج مایکروویو در دامنه فرکانسی تلفن‌های همراه، تأثیری بر سیستم آنتی‌اکسیدانی ندارد.

از طرف دیگر، صدای ناخواسته یکی از آلاینده‌های فیزیکی جوامع امروز است و از عوامل مهم زیان‌آور محیط کار می‌باشد، به‌طوری‌که برآورد می‌گردد بیش از ششصد میلیون‌نفر در جهان با صدای بیش از حد مجاز در محیط کار خود مواجهه هستند (۲۵). بررسی‌های مختلفی در خصوص تأثیرات صدا بر سلامتی شاغلین انجام گرفته و نشان داده است که صدا علاوه بر افت شنوایی (۲۶) دارای اثرات دیگری مانند افزایش فشارخون و تأثیر بر ضربان قلب (۲۷) است. همانند تأثیرات احتمالی امواج تلفن‌های همراه، صدا نیز می‌تواند از طریق مکانیسم تولید رادیکال‌های آزاد، تعادل آنتی‌اکسیدانی بدن را به هم زده و به‌عنوان یک منبع استرس اکسیداتیو، زمینه بروز انواع بیماری‌ها و از جمله سرطان را در بدن فراهم آورد (۲۸ و ۲۹). گزارش شده است که تماس با صدای بیش از ۹۰ دسی‌بل به‌عنوان یک منبع استرس اکسیداتیو تلقی می‌شود. صدای شدید می‌تواند موجب افزایش رادیکال‌های آزاد بدن شده و رادیکال‌های آزاد ایجاد شده نیز با حمله به

پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و غشاهای لیپیدی موجب از بین بردن عملکرد نرمال سلول و یکپارچگی آن شده (۲۹) و زمینه بروز استرس اکسیداتیو را فراهم آورد (۳۰ و ۳۱).

در خصوص تأثیر صدا بر دستگاه تولیدمثل نیز مطالعات اندکی انجام گرفته است. در همین خصوص، نتیجه مطالعه Chandralekha و همکاران نشان داد که صدای با شدت ۱۰۰ دسی‌بل قادر به کاهش هورمون‌های جنسی تستوسترون و LH است (۳۲). مطالعه Pramanik و Biswas (۳۳) نیز نشان داد که صدای با شدت ۹۰ دسی‌بل می‌تواند موجب کاهش پارامترهای اسپرم شود. نتایج این مطالعات نشان داد که صدای شدید می‌تواند تأثیر منفی بر باروری اسپرم داشته باشد، هرچند انجام مطالعات بیشتر در این زمینه ضروری به‌نظر می‌رسد.

باتوجه به عدم اثبات قطعی تأثیر امواج تلفن‌های همراه بر دستگاه تولیدمثل و نیز ارتباط استرس اکسیداتیو با قابلیت زیست اسپرم، در مطالعه حاضر به بررسی تأثیر این امواج بر قابلیت زیست اسپرم و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون در رت‌های نر بالغ پرداخته شد. همچنین اثر صدای شدید به‌عنوان منبع استرس اکسیداتیو (۲۹) نیز مورد بررسی قرار گرفت، از طرفی تأثیر توأم امواج تلفن‌های همراه و صدای شدید بر قابلیت زیست اسپرم و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسما در مطالعه حاضر برای اولین‌بار بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌روش تجربی در مدل حیوانی، بر روی ۲۸ سر رت نر بالغ از نژاد ویستار با وزن ۲۵۰-۲۰۰ گرم در مرکز تحقیقات باروری و ناباروری دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه انجام گردید. حیوانات از انستیتو پاستور ایران خریداری و در حیوانخانه دانشکده پزشکی کرمانشاه مطابق با شرایط توصیه شده (۳۴) از نظر دما (۲۳-۲۱ درجه سانتی‌گراد)، نور (۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی)، تهویه و غذا نگه‌داری شدند و دستورالعمل کمیته اخلاقی دانشگاه تربیت مدرس در خصوص کار با حیوانات آزمایشگاهی در مورد آنان رعایت گردید.

رت‌ها مطابق با طرح پژوهش و به‌طور تصادفی به ۴ گروه ۷ تایی تقسیم شدند:

گروه ۱: گروه کنترل، که به مدت ۸ ساعت در روز و ۱۴ روز پیاپی (دو هفته کامل)، در شرایط آزمایش ولی بدون تماس با امواج شبیه‌سازی‌شده تلفن‌های همراه یا صدا بودند.

گروه ۲: به‌مدت ۸ ساعت در روز و ۱۴ روز پیاپی (دو هفته کامل)، در معرض امواج شبیه‌سازی‌شده تلفن‌های همراه (فرکانس ۹۱۵ مگاهرتز) قرار داشتند.

گروه ۳: به‌مدت ۸ ساعت در روز و ۱۴ روز پیاپی (دو هفته کامل)، در معرض صدا با تراز فشار معادل ۱۰۰dB(A) قرار داشتند.

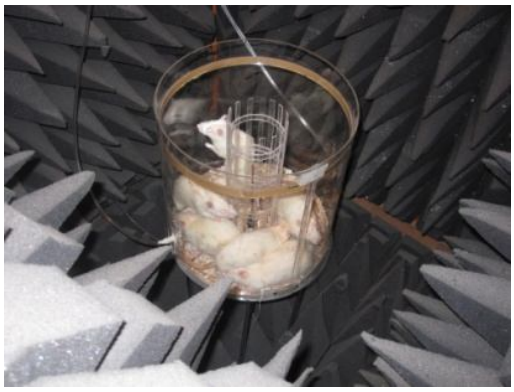
گروه ۴: به‌مدت ۸ ساعت در روز و ۱۴ روز پیاپی (دو هفته کامل)، در معرض توأم امواج شبیه‌سازی‌شده تلفن‌های همراه و صدا قرار داشتند.

برای مواجهه حیوانات با امواج شبیه‌سازی‌شده تلفن‌های همراه و صدا، محفظه‌ای از جنس پلکسی‌گلس و به شکل دو استوانه داخلی و خارجی ساخته شد. استوانه خارجی با شعاع قاعده ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و استوانه داخلی با شعاع قاعده ۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر ساخته شد. حیوانات در مدت آزمایشات در فضای بین استوانه داخلی و خارجی قرار گرفته و دسترسی آزاد به تمام نقاط این فضا را داشتند. علت طراحی استوانه داخلی این بود که حیوانات وارد میدان نزدیک آنتن مونوپل دستگاه شبیه‌ساز (که امواج تلفن همراه از طریق آن ساطع و درست در مرکز استوانه داخلی و به شکل عمودی قرار گرفته بود) نشوند چرا که در فاصله نزدیک، سنجش چگالی میدان از دقت کافی برخوردار نبود. ضمناً شیارهایی عمودی در بدنه استوانه داخلی ایجاد شد تا هنگام ایجاد صدا، شرایط پرطنین در داخل محفظه مواجهه ایجاد شود به‌طوری‌که شدت صدا در داخل محفظه مستقل از فاصله باشد و حیوانات

آزمایش در معرض صدای یکنواختی قرار داشته باشند.

برای جلوگیری از انعکاس امواج مایکروویو ساطع‌شده از آنتن دستگاه شبیه‌ساز، اتاقک تابش (Radiation Chamber) طراحی و ساخته شد. اتاقک به شکل مکعب مربع و به ابعاد ۱۲۰×۱۲۰×۱۲۰ سانتی‌متر از جنس نئوپان طراحی و ساخته شد. برروی دیواره‌های داخلی این اتاقک، هرم‌هایی با پایه مکعبی به ابعاد ۶×۱۰×۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع کل ۳۰ سانتی‌متر از جنس اسفنج طراحی شد. روی این هرم‌ها برای جذب امواج مایکروویو، گرافیت سوار شده بود. دیواره‌های خارجی این اتاقک با فویل آلمینیومی پوشانده شده بود تا از ورود امواج مایکروویو منابع خارجی به داخل اتاقک تابش یا خروج امواج مایکروویو از اتاقک تابش جلوگیری شود (۳۵) (شکل ۱). لازم به ذکر است که محفظه مواجهه در مرکز اتاقک تابش مستقر شده بود.

آنتن عمودی (مونوپل) دستگاه شبیه‌ساز امواج تلفن‌های همراه در مرکز استوانه داخلی محفظه مواجهه قرار داده شد. چگالی توان (شدت میدان) در فاصله‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری از آنتن و در ارتفاع ۵ سانتی‌متری از کف محفظه مواجهه با استفاده از دستگاه پرتابل Holaday (ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد. میانگین چگالی توان در فواصل ذکرشده، ۱/۶۰ میلی وات بر سانتی‌متر مربع بود. رت‌های گروه مواجهه با امواج شبیه‌سازی‌شده تلفن‌های همراه (گروه دوم)، به‌مدت ۸ ساعت در روز و ۱۴ روز پیاپی (دو هفته کامل) در



شکل ۱– محفظه و اتاقک تابش

مواجهه تمام بدن با امواج مایکروویو ۹۱۵ مگاهرتز به‌عنوان موج کریر (سوئیچ کریر ۲۱۷ هرتز و مدولاسیون ۲۰۰ کیلوهرتز) قرار گرفتند.

رت‌های گروه ۳ در معرض صدا با پهنای باند ۵۷۰۰–۷۰۰ هرتز، ترکیب سه صدای اکتاو باند با مرکزیت ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز و با تراز فشار معادل ۱۰۰±۰/۹dB(A) به‌مدت ۸ ساعت در روز و ۱۴ روز پیاپی (دو هفته کامل) قرار گرفتند. با استفاده از نرم‌افزار سیگنال، صدا با ترکیب فرکانسی مورد نظر تولید و از طریق نرم‌افزار Cool Edit بر روی کامپیوتر اجرا شد. صدای تولیدشده از طریق یک آمپلی‌فایر، تقویت و از طریق دو عدد بلندگو در داخل محفظه مواجهه پخش شد. پایش میزان شدت و فرکانس صدا در داخل محفظه مواجهه به‌وسیله دستگاه صداسنج آنالیزوردار مدل CEL– 450 (ساخت کشور انگلستان) انجام گرفت.

حیوانات گروه ۴ به‌مدت ۸ ساعت در روز و ۱۴ روز پیاپی (دو هفته کامل) هم‌زمان در معرض امواج شبیه‌سازی‌شده تلفن‌های همراه و صدا بودند. شرایط مواجهه در این گروه مشابه شرایط مواجهه در گروه‌های ۲ و ۳ بود.

حیوانات هر گروه، روز بعد از پایان دوره آزمایش، با کلروفرم بیهوش شدند. پس از باز کردن قفسه سینه، به‌کمک سرنگ ۵ سی‌سی، از بطن چپ آن‌ها خونگیری شد. متعاقباً با استفاده از سانتریفوژ یخچال‌دار (مدل JOUAN ، ساخت کشور فرانسه) در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، نمونه‌های خون به‌مدت ۱۵ دقیقه با ۲۵۰۰RPM سانتریفوژ شده و پلاسمای جداشده تا زمان اندازه‌گیری ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی، در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. سپس دم اپی‌دیدیم حیوان جدا و در ۵ سی‌سی محیط کشت Ham,s F10 (محتوی ۱۰٪ سرم گاوی) که قبلاً در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و CO_2 ۵ درصد به تعادل رسیده بود قرار داده و کاملاً خرد گردید. پس از ۴۵ دقیقه، از رنگ‌آمیزی فوق حیاتی (Viability test) برای شناسایی اسپرم‌های زنده از مرده استفاده شد (۳۶). برای این منظور یک قطره محیط

کشت حاوی اسپرم روی لام قرار داده شد. سپس آن را با یک قطره کوچک ائوزین B (۰/۵٪ در سالین) مخلوط کرده و بلافاصله لامل را روی قطره قرار داده و در نهایت با بزرگنمایی ×۴۰۰ مطالعه گردید. در این رنگ‌آمیزی سر اسپرم‌های مرده به‌دلیل نقص در غشا، ائوزین را جذب کرده و قرمز می‌شوند درحالی‌که اسپرم‌های زنده، رنگ را به خود نمی‌گیرند. در هر لام حداقل ۱۰۰ عدد اسپرم شمارش شده و درصد اسپرم‌های زنده تعیین گردید. جهت افزایش دقت، برای هر نمونه شمارش دوبار تکرار شد.

اندازه‌گیری ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون رت‌ها با استفاده از آزمون FRAP انجام شد (۳۷). اساس این روش، اندازه‌گیری توانایی پلاسما در کاهش ظرفیت یون فریک (Fe3+) به فرو (Fe2+) است. کمپلکسی که TPTZ (۲ و ٤و٦-تری، پیریدیل، ۱و۳و٥-تری آزین) با یون فرو تشکیل می‌دهد در محیط اسیدی آبی‌رنگ بوده و حداکثر جذب آن در طول موج ۵۹۳ نانومتر است.

ابتدا محلول‌های استاندارد با غلظت ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار از FeSO4.7H2O تهیه شد. سپس جهت تهیه محلول TPTZ، مقدار ۰/۰۲۴۷ گرم پودر TPTZ در ۷/۵ میلی‌لیتر HCl (۴۰ میلی‌مولار) حل گردید. به محلول TPTZ حاصل، ۷/۵ میلی‌لیتر محلول FeCl3.6H2O (۲۰ میلی‌مولار) و ۷۵ میلی‌لیتر محلول بافر استات (با غلظت ۳۰۰ میلی‌مولار و PH=۳/۶) اضافه شد تا محلول کار FRAP به‌دست آید. لازم به ذکر است که مواد شیمیایی مورد استفاده برای آزمون FRAP از شرکت مرک آلمان خریداری گردید.

پس از تهیه محلول کار FRAP، ۱/۵ میلی‌لیتر از آن به ۱۵۰ میکرولیتر آب مقطر اضافه گردید و به‌مدت ۵ دقیقه در بن‌ماری ۳۷ درجه سانتی‌گراد مجهز به Shaker قرار داده شد. سپس ۵۰ میکرولیتر نمونه گروه‌های آزمایش یا استاندارد به لوله‌ها اضافه و مجدداً به‌مدت ۱۰ دقیقه در بن‌ماری ۳۷ درجه سانتی‌گراد مجهز به Shaker قرار داده شد. بلافاصله میزان جذب کمپلکس حاصل در طول موج ۵۹۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Jenway36200 (ساخت کشور انگلستان) قرائت شد. لازم به یادآوری است به‌منظور افزایش دقت آنالیز، کلیه نمونه‌ها به‌صورت دونسخه‌ای تهیه و اندازه‌گیری شدند.

داده‌های به‌دست‌آمده برای هر گروه به‌صورت میانگین±انحراف‌استاندارد بیان گردید و با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و تست توکی در نرم افزار SPSS 16 تجزیه و تحلیل آماری شدند. P<۰/۰۵ به‌عنوان سطح معنادار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف انجام گردید. بر اساس نتایج این آزمون، همگی داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار بودند. قابلیت زیست اسپرم در گروه کنترل ۱/۸۲±۸۷/۶۴ و در گروه‌های دوم، سوم و چهارم به‌ترتیب برابر با ۲/۸۷±۸۱/۱۴ درصد، ۳/۳۲±۸۳/۹۳ درصد و ۳/۹۹±۷۹/۰۰ درصد بود (جدول ۱). این نتایج حاکی از آن است که قابلیت زیست اسپرم در گروه مواجهه با امواج تلفن‌های همراه و در گروه توأم (مواجهه با امواج تلفن‌های همراه و صدا) نسبت به گروه کنترل، کاهش معنادار داشت (P<۰/۰۵). حال آن‌که مواجهه با صدای تنها، موجب کاهش درصد قابلیت زیست اسپرم شد اما این کاهش معنادار نبود. به‌عبارتی مواجهه با صدا با شدت ۱۰۰dB به‌مدت ۲ هفته و روزی ۸ ساعت نمی‌تواند موجب کاهش معنادار قابلیت زیست اسپرم در رت‌های بالغ شود.

پارامتر دیگری که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت، ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون در حیوانات آزمایش بود. این پارامتر در حیوانات گروه‌های مواجهه و کنترل پس از رسم منحنی استاندارد تعیین شد (جدول ۲). میانگین ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون در گروه کنترل ۷۴/۸۱±۸۳۸/۸۰ میکرومول در لیتر و در گروه‌های دوم، سوم و چهارم به‌ترتیب

جدول ۱ - مقایسه میانگین درصد قابلیت زیست اسپرم در گروه‌های مواجهه با کنترل

گروه‌ها	درصد قابلیت زیست اسپرم (mean±SD)	P value
کنترل	۸۷/۶۴±۱/۸۲	-
در معرض امواج شبیه‌سازی‌شده تلفن‌های همراه	۸۱/۱۴±۲/۸۷	۰/۰۳۹
در معرض صدا	۸۳/۹۳±۳/۳۲	۰/۵۳۷
توأماً در معرض امواج شبیه‌سازی‌شده تلفن‌های همراه و صدا	۷۹/۰۰±۳/۹۹	۰/۰۰۲

جدول ۲ - مقایسه میانگین ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون حیوانات گروه‌های مواجهه با کنترل

گروه‌ها	ظرفیت تام آنتی اکسیدانی پلاسمای خون (mean±SD) (mircromole/L)	P value
کنترل	۸۳۸/۸۰±۷۴/۸۱	-
در معرض امواج شبیه‌سازی‌شده تلفن‌های همراه	۶۶۶/۷۶±۷۳/۲۲	۰/۰۰۶
در معرض صدا	۶۹۳/۲۹±۷۶/۱۰	۰/۰۳۱
توأماً در معرض امواج شبیه‌سازی‌شده تلفن‌های همراه و صدا)	۶۰۲/۴۶±۱۱۶/۱۶	<۰/۰۰۱

۶۶۶/۷۶±۷۳/۲۲، ۶۹۳/۲۹±۷۶/۱۰ و ۶۰۲/۴۶±۱۱۶/۱۶ میکرومول در لیتر بود. نتایج حاصله از مقایسه غلظت تام آنتی‌اکسیدانی در گروه‌های مواجهه با گروه کنترل نشان داد که در گروه‌های مواجهه با امواج تلفن همراه و مواجهه با صدا، کاهش معناداری (P<۰/۰۵) در غلظت تام آنتی‌اکسیدان‌ها وجود دارد و بیشترین کاهش (P<۰/۰۱) مربوط به گروه مواجهه توأم می‌باشد.

با توجه به داده‌های دو جدول، به‌نظر می‌رسد ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی سرم در مقایسه با درصد قابلیت زیست اسپرم از تأثیرپذیری بالاتری برخوردار بوده است و مقایسه داده‌های دو جدول نشان می‌دهد که با کاهش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی سرم، قابلیت زیست اسپرم نیز کاهش می‌یابد.

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که امواج تلفن‌های همراه مطابق با شرایط پژوهش حاضر (فرکانس ۹۱۵ مگاهرتز، روزی ۸ ساعت و ۱۴ روز پیاپی مواجهه) می‌تواند حدود ۸ درصد و صدای شدید (با تراز فشار معادل ۱۰۰dB(A) و در فرکانس‌های ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز، روزی ۸ ساعت و ۱۴ روز پیاپی مواجهه) می‌تواند حدود ۴ درصد قابلیت زیست اسپرم در رت‌های آزمایش را کاهش دهد. مواجهه توأم امواج تلفن‌های همراه و صدا حدود ۱۰ درصد قابلیت زیست اسپرم را کاهش میدهد. با فرض تجمعی بودن تأثیر این دو عامل، انتظار می‌رفت که حدود ۱۲ درصد قابلیت زیست اسپرم کاهش یابد اما عملاً کم‌تر از این مقدار مشاهده شد. با توجه به این‌که تاکنون گزارش علمی در خصوص این اثر توأم اعلام نشده است لذا مقایسه نتایج به‌دست‌آمده در این خصوص با نتایج مطالعات دیگر تا حدودی مشکل است و تحقیقات بعدی می‌تواند در این زمینه کمک‌کننده باشد.

در خصوص تأثیر امواج تلفن‌های همراه بر قابلیت زیست اسپرم، نتیجه مطالعه حاضر با نتیجه مطالعات

De luliis و همکاران (۱۹) و Yan و همکاران (۳۸) مطابقت دارد. به‌خصوص در مطالعه Yan نمونه‌های آزمایش رت بود که از این نظر تطابق بیشتری با شرایط مطالعه حاضر دارد. همچنین نتایج به‌دست‌آمده با مطالعات انسانی در همین زمینه نیز تطابق دارد (۱۰ و ۱۶).

در خصوص تأثیر امواج تلفن‌های همراه بر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی و ارتباط آن با استرس اکسیداتیو، نتایج تحقیق حاضر با مطالعه Awanti و همکاران (۱۴) همخوانی دارد و تأییدی بر این مطلب است که استفاده‌کنندگان تلفن همراه ممکن است دچار استرس اکسیداتیو در بدن شوند. البته در مطالعه Awanti نمونه‌های آزمایش، انسانی بودند درحالی‌که در مطالعه حاضر از حیوانات آزمایشگاهی استفاده شد که این تفاوت قابل تأمل است و در تفسیر نتایج، بایستی به تفاوت شرایط فیزیولوژیکی حیوانات با انسان توجه گردد. همچنین، نتایج به‌دست‌آمده با مطالعه Mustafa و همکاران (۳۹) هم‌خوانی دارد. در آن مطالعه، تلفن همراه در وضعیت Stand-by نگه‌داشته و افراد به مدت ۱، ۲ و ۴ ساعت در معرض امواج بودند. نتایج نشان داد که فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز (GSH-Px) و سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در اریتروسیت‌های خون افراد در معرض، کاهش معناداری دارد. با توجه به این‌که آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز جاروب‌کننده رادیکال‌های آزاد در بدن هستند، چنین نتیجه‌گیری شد که میدان‌های رادیوفرکانس تلفن‌های همراه در تقابل با سیستم‌های بیولوژیکی هستند. در مطالعه Mustafa تلفن همراه در وضعیت Stand-by قرار داشت در حالی که در تحقیق حاضر، دستگاه شبیه‌ساز؛ امواج تلفن همراه را در وضعیت مکالمه تابش می‌کرد که باید به این تفاوت توجه شود. همچنین نتایج مطالعه حاضر در راستای مطالعه Kesari و همکاران (۲۰) و مطالعه Meral و همکاران (۴۰) است به‌ویژه آن‌که در مطالعه Meral فرکانس و میزان پالس تابشی به‌کاررفته با شرایط مطالعه حاضر مشابه است.

در مورد صدای شدید، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که صدای با تراز فشار معادل ۱۰۰ dB (A) تأثیر معناداری بر قابلیت زیست اسپرم ندارد حال آن‌که در مطالعه‌ای مشابه (۳۳) صدای با تراز فشار کم‌تر از مطالعه حاضر، بر پارامترهای اسپرم (از جمله قابلیت زیست اسپرم) تأثیر داشته است.

در خصوص تأثیر صدا بر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که صدا با شرایط این مطالعه می‌تواند موجب کاهش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی در پلاسمای خون شود و در نتیجه موجب استرس اکسیداتیو شود. این نتیجه، در راستای تأیید مطالعات Derekoy و همکاران (۴۱) و Yamashita و همکاران (۴۲) در همین زمینه می‌باشد.

نتیجه‌گیری

امواج تلفن‌های همراه ممکن است بر قابلیت زیست اسپرم تأثیر داشته باشد و برای افرادی که از تلفن‌های همراه استفاده طولانی می‌کنند، انجام آزمایشات دوره‌ای مربوط به دستگاه تولیدمثل ضروری به‌نظر می‌رسد. همچنین پیشنهاد می‌گردد توجه بیشتری به صدای شدید و امواج تلفن همراه به‌عنوان منابع استرس اکسیداتیو شود و تا حد امکان تماس با این دو عامل زیان‌آور فیزیکی کم‌تر شود و افرادی که به اقتضای شغل خود در مواجهه توأم با این دو عامل قرار دارند (مانند کارکنان فرودگاه‌ها) از رژیم غذایی سرشار از آنتی‌اکسیدان استفاده کنند (۴۳) تا تأثیر این عامل‌های فیزیکی را از این نظر به حداقل برسانند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس که در انجام این تحقیق، شرایط لازم را فراهم نمودند تشکر و قدردانی نمایند.

References:

1. Verschaeve L, Maes A. Genetic, Carcinogenic and teratogenic effects of radiofrequency. Mutation Research. 1998; 410: 141–65.
2. Banik S, Bandyopadhyay S, Ganguly S. Bioeffects of microwave–A brief review. Bioresource Technology. 2003; 87: 155-9.
3. Lahkola A, Salminen T, Auvinen A. Selection bias due to differential participation in a case-control study of mobile phone use and brain tumors. Ann Epidemiol. 2005; 15: 321–5.
4. Agarwal A. Cell phones: modern man,s nemesis ?. Reproductive BioMedicine Online. 2009; 18(1): 148-57.
5. Koyu A, Cesur G, Ozguner F, Akdogan M, Mollaoglu H, Ozen S. Effects of 900 MHz electromagnetic field on TSH and thyroid hormones in rats. Toxicology Letters. 2005; 157: 257–62.
6. Ayata A, Mollaoglu H, Yilmaz HR, Akturk O, Ozguner F, Altuntas I. Oxidative stress–mediated skin damage in an experimental mobile phone model can be prevented by melatonin. J Dermatol. 2004; 31(11): 878–83.
7. Oktem F, Ozguner F, Mollaoglu H, Koyu A, Uz E. Oxidative damage in the kidney by 900-MHz-emitted mobile phone: protection by melatonin. Arch Med Res. 2005; 36(4): 350-5.
8. Ozguner F, Bardak Y, Comlekci S. Protective effects of melatonin and caffeic acid phenethyl ester against retinal oxidative stress in long-term use of mobile phone: a comparative study. Mol Cell Biochem. 2006; 282 (1-2): 83-8.
9. Meo SA, Arif M, Rashied S, Husain S, Khan MM, Almasri AA, et al . Morphological changes induced by mobile phone radiation in liver and pancreas in wistar albino rats. Eur J Anat. 2010; 14(3): 105–9.
10. Wdowiak A, Wdowiak L, Wiktor H. Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. Ann Agric Environ Med. 2007; 14: 169–72.
11. Dasdag S, Akdag MZ, Aksen F, Yilmaz F, Bashan M, Dasdag MM, et al. Whole body exposure of rats to microwaves emitted from a cell phone does not affect the testes. Bioelectromagnetics. 2003; 24: 182–8.
12. Ferreira AR , Bonatto F, Bittencourt Pasquali MA, Polydoro M, Dal-Pizzol F, Fernandez C, et al. Oxidative stress effects on the central nervous of rats after acute exposure to ultra high frequency electromagnetic fields. Bioelectromagnetics. 2006; 27(6): 487–93.
13. Ahlbom A, Bridges J, Seze R, Hillert L, Juutilainen J, Mattsson MO, et al. Possible Effectss of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health Opinion of the Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Toxicology. 2008; 246: 248-50.
14. Awanti SM, Ingin JB, Jeevangi SR, Patil GA, Awanti BS.The effect of radiofrequency radiation emitted from mobile phones on plasma oxidants and antioxidants in mobile phone users. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2010; 4: 2758–61.
15. Elsaved NM. Antioxidant mobilization in response to oxidative stress: a dynamic environmental nutritional interaction . Nutrition. 2001; 17(10): 828–34.
16. Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G, Li J. Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study . Fertility and Sterility. 2008; 89(1):124-8.
17. Agarwal A, Singh A, Hamada A, Kesari K. Cell phones and male infertility: a review of recent innovations in technology and consequences. International Braz J Urol. 2011; 37(4): 432-54.
18. Sikka SC. Oxidative stress and role of antioxidants in normal and abnormal sperm function. Frontiers in Bioscience. 1996; 1: 78-86.
19. De luliis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa In Vitro. PLoS ONE. 2009; 4(7): e6446.
20. Kesari KK, Kumar S, Behari J. Effects of radiofrequency electromagnetic wave exposure from cellular phones on the reproductive pattern in male Wistar rats. Applied Biochemistry and Biotechnology. 2011; 164(4): 546-59.
21. Achudume AC, Onibere B, Aina F. Bioeffects of electromagnetic base station on glutathione reductase, lipid peroxidation and total cholesterol in different tissues of wistar rats. Biology and Medicine. 2009; 1(3): 33–8.
22. Zmyslony M, Politanski P, Rajkowska W, Szymczak W, Jajte J. Acute exposure to 930 MHz CW electromagnetic radiation in vitro affects reactive oxygen species level in rat lymphocytes treated by iron ions. Bioelectromagnetics. 2004; 25: 324–28.
23. Lantow M, Schuderer J, Hartwing C, Simko M. Free radical release and HSP70 expression in two human immune–relevant cell lines after exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation. Radiat Res. 2006; 165: 88–94.
24. Zeni O, Di Pietro R, dAmbrosio G, Massa R, Capri M, Naarala J, et al. Formation of reactive oxygen species in L929 cells after exposure to 900 MHz RF radiation with and without co–exposure to 3–chloro–4–(dichloromethyl)–5–hydroxyl–2(5H)–furanone. Radiat Res. 2007; 167: 306-11.
25. Kopke RD, Weisskopf PA, Boone JL, Jackson RL, Wester DC, Hoffer ME, et al. Reduction of noise – induced hearing loss using L–NAC and salicylate in the chinchill. Hearing Research. 2000; 149: 138-46.
26. Goines L, Hagler L. Noise pollution : a modern plague. Southern Medical Journal. 2007; 100(3): 287-294.

27. Singhal S,Berendra Y, Hashmi SF, Muzammil MD. Effects of workplace noise on blood pressure and heart rate. Biomedical Research. 2009; 20(2): 122–26.
28. Haase GM, Prasad KN, Cole WC, Baggett–Strehlau JM, Wyatt SE. Antioxidant micronutrient impact on hearing disorders: concept, rationale, and evidence. Am J Otolaryngol. 2001; 32(1): 55-61.
29. Demirel R, Mollaoglu H, Yesilyurt H, Ucok K, Aycicek A, Akkaya M, et al. Noise induces oxidative stress in rat. Eur J Gen Med. 2009; 6(1): 20–24.
30. Yildirim I, Kilinc M, Okur E, Inanc Tolun F, Akif Kilic M, Kurutas EB. The effects of noise on hearing and oxidative stress in textile workers. Industrial Health. 2007; 45: 743-9.
31. Hao WW, Qin SZ, Yu QF, Li MG, Ma GX, Zhao H. Effects of heat and noise environments on lipid peroxidation erythrocyte membrane in pilots. Space Med Med Eng (Beijing). 2000; 13 (1): 52-4.
32. Chandralekha GS, Jeganathan R, Charan JC. Noise exposure effect on testicular histology , morphology and on male steroidogenic hormone. Malaysian Journal of Medical Sciences. 2007; 14(1): 28-35.
33. Pramanik P, Biswas S. Traffic noise: a silent killer of male gamete of albino rats. Al Ameen J Med Sci. 2012; 5 (1): 82-9.
34. Sohrabi D, Alipour M, Mellati AA. Effect of metronidazole on spermatogenesis, plasma gonadotrophins and testosterone in male rats. Iranian Journal of Pharmaccutical Research. 2007; 6(4): 279–83.
35. Microwave absorber selection guide. ETS-Lindgrem, printed in USA 2003; Available from: http://www.emctest.com.
36. World Health Organization. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen.5th ed. Geneva, Switzerland. 2010; 27-9.
37. Benzie IF,strain JJ. The Ferric Reducing Ability of plasma(FRAP)as a measure of “Antioxidant power”; the FRAP Assay. Anal Biochem. 1996; 239:70-6.
38. Yan JG, Agresti M, Bruce T, YAAN yh, Granlund A, Matloub HS. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. Fertility and Sterility. 2007; 88(4): 957-64.
39. Moustafa YM, Moustafa RM, Belacy A, Abou-El-Ela SH, Ali FM. Effects of acute exposure to the radiofrequency fields of cellular phones on plasma lipid peroxide and antioxidase activities in human erythrocytes. J Pharm Biomed Anal. 2001; 26(4): 605–8.
40. Meral I, Mert H, Mert N, Deger Y, Yoruk I, Yetkin A, et al. Effects of 900-MHz electromagnetic field emitted from cellular phone on brain oxidative stress and some vitamin levels of guinea pigs. Brain Research. 2007; 1169: 120–4.
41. Derekoy FS, Dundar Y, Aslsn R, Cangal A. Influence of noise exposure on antioxidant system and TEOAEs in rabbits . Eur Arch Otorhinolaryngol. 2001; 258(10): 518–22.
42. yamashita D, Jiang HY, Schacht J, Miller JM. Delayed production of Free Radicals Following Noise Exposure. Brain Res. 2004; 1019(1-2): 201-9.
43. Cao G, Booth SL, Sadowski JA, Prior RL. Increases in human plasma antioxidant capacity after consumption of controlled diets high in fruit and vegetables. Am J Clin Nutr. 1998; 68: 1081–7.