اثر امواج تلفن های همراه بر سیستم خون ساز موش نر نابالغ نژاد BALB/c

جواد بهارآرا [۱*]، کاظم پریور [۲]، علیرضا اشرف [۳]، منصوره عزیزی [٤]

خلاصه

سابقه و هدف: در سال‌های اخیر انبوهی از وسایل ساطع کننده مایکروویو مانند تلفن همراه ، رادار، رادیو، تلویزیون، وسایل برقی خانگی و... ساخته شده و مورد استفاده روز افزون انسان‌ها و به خصوص جوانان و نوجوانان قرار گرفته است. لذا، با توجه به انتشار برخی گزارش‌ها در مورد اثرات مخرب امواج الکترومغناطیس این امر باعث جلب توجه وسیع پژوهشگران علوم زیستی به بررسی اثرات آن بر سلامت انسان و نیز بر فرآیندهای رشد و نمو جانوران شده است. در این مطالعه اثرات امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه (۹٤۰ مگاهرتز) بر سیستم خون ساز موش نابالغ نر نژاد BALB/c بررسی شده است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش تجربی از یک سیستم مولد مایکروویو (۹٤۰ مگا هرتز) متشکل از یک قفس ویژه که دو دستگاه تلفن همراه در آن تعبیه شده بود، استفاده گردید. موش‌های نابالغ نر یک ماهه به مدت پانزده روز و هر روز ۳۰ دقیقه در این سیستم تحت امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه فعال قرار داده شدند. پس از انجام دوره تیماری، ابتدا برای ارزیابی پارامترهای خونی، از قلب حیوانات خون گیری و در ادامه کبد، طحال و مغز استخوان برای انجام مطالعات بافت شناسی میکروسکوپی نوری آماده سازی شدند. داده‌های کمی حاصل به کمک آزمون آنالیز واریانس یک طرفه در سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل گردید.

نتایج: نتایج حاصل نشان داد امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه با فرکانس ۹٤۰ مگاهرتز بر تعداد گلبول‌های خونی سفید، مقدار هموگلوبین، مقدار متوسط هماتوکریت، حجم متوسط گلبول قرمز، هموگلوبین متوسط گلبول قرمز و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز در جریان خون بی‌تاثیر است ($p>۰/۰۵$). در طحال، تعداد لنفوسیت‌های پولپ سفید و تعداد مگاکاریوسیت‌ها در نمونه‌های تجربی نسبت به شاهد آزمایشگاهی کاهش ($p<۰/۰۰۱$) دیده شد، ولی تعداد پولپ سفید، قطر طحال و قطر پولپ سفید در دو گروه شاهد آزمایشگاهی و تجربی اختلاف نشان نداد ($p>۰/۰۵$). در کبد موش‌های تجربی تعداد اجتماعات سلولی منونوکلوئر و تعداد سلول‌های کوپفر نسبت به شاهد آزمایشگاهی کاهش ($p<۰/۰۰۱$) نشان داد، ولی از نظر تعداد هپاتوسیت‌ها و ابعاد هپاتوسیت‌ها در دو گروه شاهد آزمایشگاهی و تجربی اختلاف دیده نشد ($p>۰/۰۵$). همچنین، میانگین تعداد کل سلول‌های مغز استخوان و سلول‌های در حال تقسیم مغز استخوان نمونه های تجربی نسبت به شاهد آزمایشگاهی افزایش ($p<۰/۰۰۱$) نشان داد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های حاصل از این تحقیق بیانگر تاثیر امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه بر اجتماعات سلولی مونونوکلئر و تعداد سلول-های کوپفر کبدی و لنفوسیت های پولپ سفید و مگاکاریوسیت‌های طحال و نیز تعداد کل سلول‌های مغز استخوان و سلول‌های در حال تقسیم مغز استخوان موش نر نابالغ نژاد BALB/c می‌باشد.

واژگان کلیدی: تلفن همراه، مایکروویو، موش، سیستم خون ساز، مغز استخوان، کبد، طحال

۱- استادیار گروه زیست شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

۲- استاد گروه زیست شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت معلم تهران

۳- استادیار گروه فیزیک دانشکده علوم پایه دانشگاه فردوسی مشهد

٤- کارشناس ارشد گروه زیست شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

* نویسنده مسوول: جواد بهارآرا

آدرس: مشهد، قاسم آباد، امامیه ٤۲، سازمان مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، حوزه معاونت دانشجوئی

پست الکترونیک: baharara@yahoo.com

تلفن: ٤۸۲۲ ٦۲۲ ۰۵۱۱

دورنویس: ٤۸۲۲ ٦۲۲ ۰۵۱۱

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۲۸

تاریخ پذیرش نهایی: ۸۸/٤/۲۰

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-02]

مقدمه

مایکروویو بخشی از طیف امواج الکترو مغناطیس است که دامنه فرکانس آن از۳۰۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگا هرتز می باشد. منابع مولد مایکروویو و فرکانس‌های رادیویی شامل سیستم‌های کنترل ترافیک هوایی، رادارهای نظامی و پلیس، سیستم‌های تلویزیونی ماهواره‌ای، تجهیزات تلفنی برای فواصل طولانی و دستگاه‌های دیاترمی پزشکی، تجهیزات تشخیصی و درمانی، فرهای مایکروویو، دستگاه‌های صنعتی و... می‌باشند. فرکانس‌های رادیویی و مایکروویو معمولا در هر محیطی وجود دارند و در نتیجه هر فردی می‌تواند در معرض امواج غیر یونیزان الکترومغناطیسی آنها قرار گیرد [۱]. در سال‌های اخیر نیز انبوهی از وسایل ساطع کننده مایکروویو مانند تلفن همراه، رادار، رادیو، تلویزیون، وسایل برقی خانگی و... ساخته شده و مورد استفاده روزافزون قرار گرفته است [۳،۲]. به این دلیل، مطالعه اثرات زیستی امواج الکترومغناطیس کانون توجه محققین زیست شناسی و علوم پزشکی قرار گرفته است. Zeni و همکارانش پس از بررسی اثرات ژنوتوکسیک مایکروویو ۹۰۰ مگاهرتز بر لنفوسیت‌های خون محیطی انسان تغییری در تعداد ریز هسته‌های نمونه‌های تجربی مشاهده نکردند [٤]. Scarfi و همکارانش نیز پس از بررسی اثرات امواج رادیو فرکانس بر لنفوسیت‌های خون محیطی انسان، هیچ مدرکی دال بر اثرات ژنوتوکسیک یا سایتوتوکسیک به دست نیاوردند [٥]. مطالعه Moulder و همکارانش روی موش‌ها نشان داده است که تاثیر امواج ساطع شده از تلفن همراه در ایجاد سرطان بسیار ضعیف است [٦]. Lin آزمایشاتی را برای بررسی اثرات امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه بر روی سد خونی مغزی و ترشح مواد از خون به مغز در موش‌های صحرایی انجام داد و نشان داد که تحریک با مایکروویو در این حیوانات نفوذپذیری سد خونی مغزی را تغییر می‌دهد [۷]. Garaj-Vrhovac اثرات تابش مایکروویو روی تحرک سلولی و صدمات ژنوم در لنفوسیت‌های خون محیطی را بررسی نموده است. نتایج وی افزایش معنی‌دار در فراوانی ریز هسته‌ها و اختلال در تقسیم میتوز را نشان داده است [۸]. Dasdage و همکاران با مطالعه بر روی موش صحرایی نشان دادند، امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه بر پارامترهای خونی جنین‌های تازه متولد شده اثری ندارد، اما باعث کاهش وزن جنین-های در معرض مایکروویو، می‌شود [۹]. مطالعه دیگری نشان داده است که مایکروویو می‌تواند باعث اثرات زیان بار بر بیضه، چشم و دیگر بافت‌ها گردد [۱۰]. مطالعات McMeeken و Bell بر روی سگ‌ها نیز نشان داده است مایکروویو باعث افزایش ضربان قلب، گرمای مستقیم خون شریانی و بافتی، فشار خون و میزان هدایت فمورال می‌شود [۱۱]. Fritze و همکارانش موش‌های صحرایی را در معرض مایکروویو با فرکانس ۹۰۰ MHz قرار داده و مشاهده نموده‌اند که این امواج باعث افزایش جزئی در نسخه برداری mRNA مربوط به ژن hsp7z در کورتکس مغز می‌شود [۱۲]. Dasdag و همکاران نیز به بررسی اثرات امواج تلفن‌های همراه بر روی ترکیبات لیپیدی و غلظت آلدهیدها و واکنش‌های ایمنی P_{53} و تعداد اسپرم و ساختار مورفولوژیکی و هیستولوژیکی بیضه پرداختند آن‌ها گزارش کرده‌اند که این امواج اثر معنی‌داری ندارند [۱۳]. برخی از مطالعات نیز تاکید دارند که مایکروویو ساطع شده از تلفن‌های همراه، باعث کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی پلاسمای خون خرگوش می‌شود [١٤]. مطالعات انجام شده توسط بهارآرا و همکاران نیز نشان داده است که امواج شبیه سازی شده تلفن‌های همراه بر برخی سلول‌های کبد و طحال جنین موش کوچک آزمایشگاهی اثرات معنی‌دار دارد [۱۵]. با توجه به کاربرد روز افزون تلفن‌های همراه توسط افراد در سنین پائین، ضرورت مطالعه امواج ساطع شده از این دستگاه‌ها بر بافت‌های خون ساز نابالغ کاملا محسوس می باشد. لذا، این مطالعه با هدف بررسی اثرات امواج تلفن‌های همراه (۹٤۰ مگاهرتز) بر سیستم خون ساز موش نر نابالغ نژاد BALB/c انجام شده است.

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع تجربی است و در آزمایشگاه تحقیقاتی تکوین جانوری گروه زیست شناسی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد انجام شده است. موش نژاد Balb/C از موسسه سرم سازی رازی مشهد خریداری و در اتاق پرورش حیوانات تکثیر و در درجه حرارت ۲±۲۱، و دوره نوری طبیعی (۱۲ ساعت نور و ۱۲ ساعت تاریکی) در قفس های ویژه ای که هر هفته دو بار شستشو و ضد عفونی می‌شدند، نگهداری و برای تغذیه آنها از غذای آماده استاندارد استفاده شد. آب کافی توسط بطری شیشه‌ای در اختیار آنها قرار داده شد. در این مطالعه از موش‌های نر نابالغ یک ماهه با حدود وزنی ۲۵- ۲۰ گرم استفاده شد. همچنین برای انجام آزمایش‌ها، قفس ویژه‌ای از جنس پلاستیک مات به طول ۳۷، عرض ۲۵ و ارتفاع ۳۵ سانتی متر تهیه و در ارتفاع ۱۵ سانتی متری از کف این قفس یک لایه توری فلزی دارای پوشش پلاستیکی نازک و شفاف تعبیه گردید و موش‌های مورد مطالعه در این قسمت قرار داده می‌شدند. برای تولید امواج مایکروویو با فرکانس ۹٤۰ مگا هرتز از دو دستگاه تلفن همراه فعال (Sony Ericsson China), که در قسمت تحتانی قفس به فاصله ۳۰ سانتی متری از یکدیگر به نحوی که مانیتور آنها به سمت بالا باشد استفاده گردید.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-02]

حیوانات: موش‌های نر نابالغ یک ماهه به صورت تصادفی به سه گروه به شرح ذیل تقسیم بندی شدند:

گروه کنترل: موش‌های نر نابالغ یک ماهه (۱۲ سر) که در اتاق پرورش حیوانات در شرایط طبیعی نگهداری شدند.

گروه شاهد آزمایشگاهی (sham-exposed): موش‌های نر نابالغ یک ماهه (۱۶سر) این گروه به مدت پانزده روز متوالی، هر روز ۳۰ دقیقه در شرایط آزمایشگاهی در سیستم فوق الذکر در حالت خاموشی تلفن‌های همراه و بدون امواج قرار داده شدند.

گروه تجربی: موش‌های نر نابالغ یک ماهه (۲۴سر) این گروه به مدت ۱۵ روز متوالی، هر روز به مدت ۳۰ دقیقه درون قفس ویژه بوسیله تلفن‌های همراه فعال در معرض امواج با فرکانس ۹۴۰ مگا هرتز قرار داده شدند.

روش انجام آزمایش: پس از پایان دوره تیماری، تمامی موش‌های گروه تجربی و نیز نمونه‌های گروه‌های کنترل و شاهد آزمایشگاهی پس از بیهوش شدن با کلروفرم، تشریح شدند. ابتدا توسط سرنگ انسولین از قلب آنها خون گیری انجام شد و بلافاصله برای ارزیابی پارامترهای خونی به آزمایشگاه تشخیص طبی ارسال شد. در ادامه کبد، طحال و استخوان ران به طور کامل برداشته شد. نمونه‌های کبد و طحال ابتدا به وسیله فرمالین ده درصد تثبیت و سپس آبگیری و قالب گیری شدند. به وسیله میکروتوم برش‌های سریال ٦ میکرونی فراهم گردید و به روش هماتوکسیلین- ائوزین رنگ آمیزی و لام‌های دائمی تهیه شد. برای آماده سازی نمونه‌های استخوان ران پای موش‌ها نیز ابتدا استخوان کاملا در سرم فیزیولوژی شستشو داده شد، سپس دو سر آن قطع گردید و توسط یک سرنگ یکبار مصرف و مقدار ۳ میلی لیتر سرم جنینی گاو با فشار تمامی محتویات مغز استخوان تخلیه شد. در ادامه محلول حاصل به مدت ۱۰ دقیقه و ۱۰۰۰ rpm سانتریفوژ گردید. محلول قسمت بالا به کمک یک میکروپیپت تخلیه و از باقیمانده گسترش مغز استخوان انجام و با روش رایت و گیمسا رنگ آمیزی گردید.

بافت شناسی: پس از تهیه لام‌های دائمی، در هر لام مربوط به کبد، ابتدا ساختار کلی بررسی و سپس در مقاطع سهمی میانی تعداد سلول‌های کوپفر، هپاتوسیت‌ها و اجتماعات سلولی منونوکلوئر و همچنین در مقاطع سهمی میانی طحال، تعداد مگاکاریوسیت‌ها، تعداد لنفوسیت‌ها در پولپ سفید، تعداد پولپ سفید، قطر پولپ سفید و قطر طحال و همچنین در نمونه‌های مغز استخوان، تعداد کل سلول‌ها و تعداد سلول‌های در حال تقسیم شمارش شدند. برای جلوگیری از هر گونه خطا در شمارش به طور تصادفی سلول‌ها در نواحی ۳، ٦، ۹، ۱۲ و مرکز لام‌ها شمارش شدند. تمامی موارد انجام شده فوق الذکر برای نمونه های شاهد آزمایشگاهی و کنترل نیز انجام گردید.

آنالیز آماری: داده‌های کمی حاصل از بررسی پارامترهای خونی و شمارش سلول‌ها و اندازه گیری ابعاد توسط نرم افزار SPSS و به کمک آزمون آنالیز واریانس یک طرفه، درسطح $p<۰/۰۵$ تحلیل گردید. محققین در مراحل مختلف تحقیق نظیر پرتودهی و نیز بیهوش نمودن و تشریح حیوان متعهد به رعایت اصول اخلاقی پژوهش بودند.

نتایج

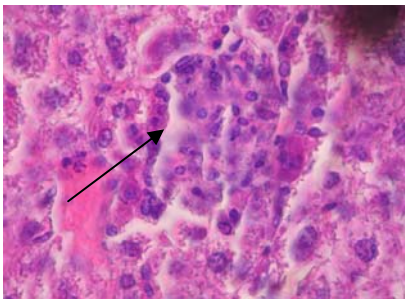
مقایسه آماری نتایج حاصل از مطالعه سلول‌های خونی: بافت شناسی کبد و طحال نمونه های کنترل و شاهد آزمایشگاهی انجام و تفاوتی مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$)، لذا درآنالیز های بعدی نمونه‌های تجربی با شاهد آزمایشگاهی مقایسه و ارزیابی شدند؛ بررسی تعداد سلول های خونی: ارزیابی نتایج حاصل از بررسی خون‌های جمع آوری شده از نمونه های شاهد آزمایشگاهی و تجربی بیان گر آن است که میانگین تعداد گلبول‌های سفید، متوسط مقدار هموگلوبین و هماتوکریت و همچنین میانگین حجم متوسط گلبول قرمز و نیز هموگلوبین متوسط گلبول قرمز در گروه تجربی نسبت به شاهد آزمایشگاهی تفاوتی ندارد ($p>۰/۰۵$).

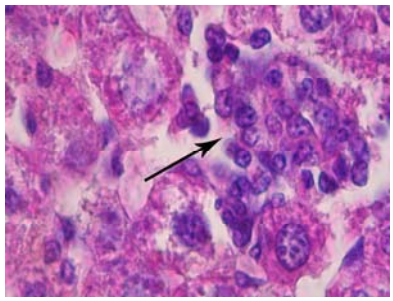
ارزیابی سلول‌های مغز استخوان: بررسی مقاطع بافتی مغز استخوان نشان داد که امواج تلفن‌های همراه باعث افزایش میانگین تعداد کل سلول‌های مغز استخوان (۳/۹۷ ±۱۰۹/۱٦) و همچنین میانگین تعداد سلول‌های در حال تقسیم مغز استخوان (۰/۹۹±۲۳/۰۸) در گروه تجربی نسبت به میانگین تعداد کل سلول‌های مغز استخوان (۲/۳٤ ±٤۳/۸۹) و تعداد سلول‌های در حال تقسیم (۰/۹۳±۱٦/۳۹) گروه شاهد آزمایشگاهی شده است ($p<۰/۰۰۱$) (نمودارهای شماره ۱و۲، جدول شماره ۱).

مطالعه مقاطع بافتی کبد و طحال: تغییرات سلول‌های کبدی و طحال در بررسی‌های تراتوژنیک اهمیت بسیار دارند و در تحقیق حاضر بررسی مقاطع بافتی نشان داد که میانگین تعداد اجتماعات سلولی منونوکلوئر (۰/۵۳±۲۹/۷۳) و متوسط تعداد سلول‌های کوپفر (۰/۱٤ ±۷/۳۲) در گروه تجربی نسبت به متوسط تعداد اجتماعات سلولی (۰/۷۸±۳۸/۷۵) و تعداد سلول‌های کوپفر (۰/۱۸±۱۲/۱۰) شاهد آزمایشگاهی کاهش یافته است ($p<۰/۰۰۱$)، ولی میانگین تعداد و اندازه هپاتوسیت‌ها در گروه تجربی نسبت به شاهد آزمایشگاهی اختلاف نشان نداد ($p>۰/۰۵$) (شکل‌های شماره ۱ و ۲، جدول شماره ۱). همچنین، مطالعه و ارزیابی مقاطع بافتی طحال

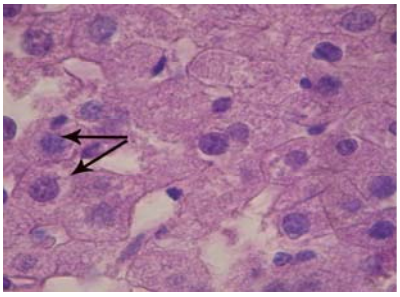
[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-02]

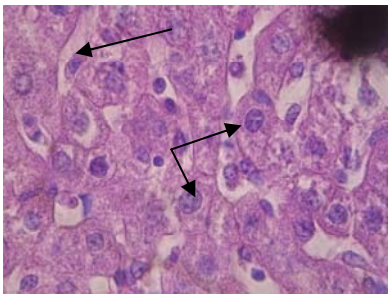
بیان گر کاهش میانگین تعداد لنفوسیت‌های پولپ سفید (۰/۱٤± ۵/۲۳) و مگاکاریوسیت‌ها (۲/۲۹± ۷۱/۷۱) در گروه تجربی نسبت به میانگین تعداد لنفوسیت‌های پولپ سفید (۰/۵۲±۸/۹٤) و مگاکاریوسیت‌های (۳/۷۷±۱۰۵/۵۹) گروه شاهد آزمایشگاهی (p<۰/۰۰۱) بود. این در حالی بود که میانگین تعداد پولپ سفید و میانگین قطر طحال در گروه شاهد آزمایشگاهی نسبت به نمونه‌های تجربی تفاوتی نشان نداد (p>۰/۰۵) (جدول شماره ۲).



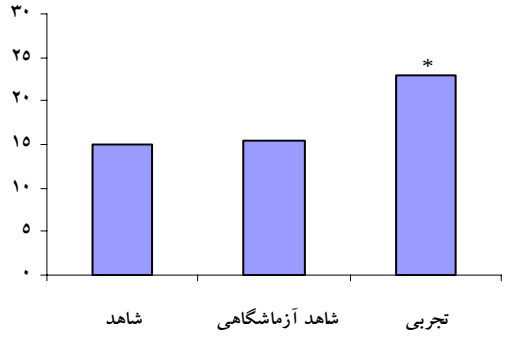


شکل شماره ۱- اجتماعات سلولی منونوکلوئر در مقطع سهمی از کبد موش نابالغ در نمونه شاهد آزمایشگاهی(سمت چپ) و تجربی(سمت راست). کاهش تعداد اجتماعات سلولی منونوکلوئر در گروه تجربی در این مقاطع قابل رویت است (p<۰/۰۰۱). درشتنمایی× ٤۰۰، رنگ آمیزی H&E

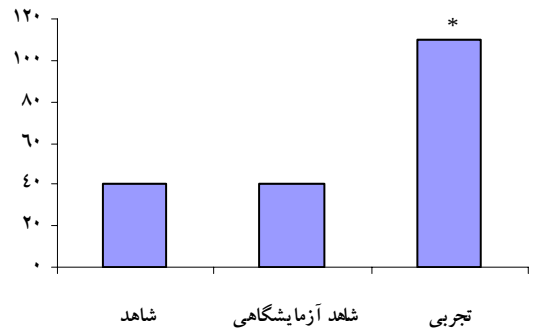




شکل شماره ۲- سلول های کوپفر و هپاتوسیت‌ها در مقطع سهمی از کبد موش نابالغ نمونه شاهد آزمایشگاهی (سمت چپ) و تجربی (سمت راست). کاهش تعداد سلول‌های کوپفر در گروه تجربی مشاهده می شود (p<۰/۰۰۱). درشتنمایی × ۱۰۰۰، رنگ آمیزی H&E



نمودار شماره ۱- میانگین تعداد سلول‌های در حال تقسیم مغز استخوان در گروه‌های کنترل، شاهد آزمایشگاهی، تجربی. مقایسه آماری تعداد کل سلول‌های درحال تقسیم بیان گر افزایش تعداد کل سلول‌های مذکور در گروه تجربی می‌باشد (p<۰/۰۰۱).



نمودار شماره ۲- نمودار میانگین تعداد کل سلول‌های مغز استخوان در گروه‌های کنترل، شاهد آزمایشگاهی، تجربی. مقایسه آماری تعداد کل سلول‌های مغز استخوان بیان گر افزایش تعداد کل سلول‌های مذکور در گروه تجربی می باشد (p<۰/۰۰۱).

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-02]

جدول شماره ۱- نتایج بررسی اثرات امواج تلفن‌های همراه بر مغز استخوان و کبد موش نر نابالغ نژاد BALB/c

گروه	شاخص					
	تعداد کل سلول‌های مغز استخوان	تعداد سلول‌های میتوتیک مغز استخوان	تعداد اجتماعات منونوکلوئر کبدی	تعداد سلول‌های کوپفر	تعداد هپاتوسیت ها	اندازه هپاتوسیت‌ها (µ)
شاهد	۴۳/۰۴±۲/۷۷	۱۵/۵۸±۰/۹۰	۳۷/۵۵±./۸۳	۱۲/۱۰±./۲۳	۴۳/۱۳±۰/۳۱	۱۵/۶۷±./۵۷
شاهد آزمایشگاهی	۴۳/۸۹±۲/۳۴	۱۶/۳۹±۰/۹۳	۳۸/۷۵±۰/۷۸	۱۲/۱۰±./۱۸	۴۴/۴۱±۰/۳۰	۱۴/۶۶±./۶۶
تجربی	۱۰۹/۱۶±۳/۹۷	۲۳/۰۸±۰/۹۹	۲۹/۷۳۹±./۵۳	۷/۳۲±./۱۴	۴۴/۱۷±./۳۷	۱۴/۸۹±./۸۳
P	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۱	۰/۶۸۱	۰/۸۲۴

* تفاوت معنی داری بین گروه های تجربی و شاهد

جدول شماره ۲- نتایج بررسی اثرات تلفن‌های همراه بر طحال موش نر نابالغ نژاد BALB/c

گروه	شاخص				
	تعداد لنفوسیت ها در پولپ سفید	تعداد پولپ های سفید	قطر پولپ سفید (µ)	تعداد مگاکاریوسیت ها	قطر طحال (mm)
شاهد	۹/۱۸±۰/۵۲	۱۶/۴۸±۵۰	۴/۵۷±۰/۰۷	۱۰۵/۷۰±۴/۰۲	۴/۶۴±۰/۱۰
شاهد آزمایشگاهی	۸/۹۴±۰/۵۲	۱۶/۸۴±۰/۵۶	۴/۷۱±۰/۱۵	۱۰۵/۵۹±۳/۷۷	۴/۳۹±۰/۱۲
تجربی	۵/۲۳±۰/۱۴	۱۵/۷۵±۰/۲۹	۴/۵۷±۰/۰۷	۷۱/۷۱±۲/۲۹	۴/۴۷±۰/۱۵
P	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۵۸	۰/۳۷۰	* ۰/۰۰۱	۰/۷

* تفاوت معنی داری بین گروه های تجربی و شاهد

بحث

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثرات امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه بر سیستم خون ساز موش نابالغ نر نژاد BALB/c انجام شد و نتایج آن نشان داد، امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه با فرکانس ۹۴۰ مگا هرتز اثری بر تعداد گلبول-های سفید خون، مقدار هموگلوبین، مقدار متوسط هماتوکریت، حجم متوسط گلبول قرمز و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز ندارد. این نتایج با گزارش Selmaoui مطابقت دارد. وی با مواجه کردن مردان جوان سالم با میدان مغناطیسی ۵۰ Hz به صورت حاد هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری در غلظت هموگلوبین، مقدار متوسط هماتوکریت، تعداد کل لکوسیت‌ها، مونوسیت‌ها، لنفوسیت‌ها، ائوزینوفیل‌ها، نوتروفیل‌ها و پلاکت‌ها مشاهده ننمود [۱۶]. Sommer نیز با بررسی اثرات میدان‌های الکترومغناطیس (EMFs) ساطع شده از تلفن‌های همراه بر مقدار لکوسیت‌ها و هماتوکریت خون موش‌های AKR/J هیچ گونه اثر معنی‌دار مشاهده نکرد [۱۷] که با بخشی از نتایج حاصل از تحقیق حاضر مبنی بر افزایش تعداد کل سلول‌ها و همچنین افزایش تعداد سلول-های میتوتیک مغز استخوان در گروه تیمار شده با امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه مطابقت ندارد. علت این ناسازگاری در نتایج شاید به واسطه تفاوت در فرکانس موج الکترو مغناطیس به کار برده شده در این دو تحقیق باشد. اثرات عمیق میدان‌های الکترومغناطیس بر ویژگی‌های تقسیم سلولی از جمله سرعت تقسیم سلولی، طرح های تسهیم و جهت یابی مجدد دستگاه میتوزی، توسط تعدادی از محققین مورد بررسی قرار گرفته است [۱۹،۱۸]. برخی گزارشات نیز در ارتباط با افزایش تقسیمات میتوزی در سلول‌های جنسی اولیه و همچنین افزایش تعداد فولیکول‌های تخمدانی تحت تاثیر امواج الکترومغناطیس تاییدی دیگر بر نتایج حاصل از این تحقیق مبنی بر افزایش تعداد برخی از انواع سلولی می‌باشد [۲۰]. همچنین، مطالعات انجام شده در مورد اثرات امواج شبیه سازی شده تلفن‌های همراه بر غدد تناسلی موش نر نشان داده است که تعداد اسپرماتوگونی‌ها، اسپرماتوسیت‌های اولیه، اسپرماتیدها و اسپرم‌ها افزایش می‌یابد، در حالی که تعداد سلول‌های سرتولی در موش‌های تیماری کاهش معنی‌دار دارد [۲۱]. مشاهده این نوع پاسخ‌ها، بیانگر اثرات متنوع بخش‌های مختلف طیف الکترو مغناطیس بر فرایندهای رشد و نموی موجودات زنده می‌باشد. از دیگر نتایج پژوهش حاضر کاهش تعداد مگاکاریوسیت‌ها و لنفوسیت‌های موجود در پولپ سفید طحال و نیز کاهش تعداد اجتماعات سلولی منونوکلوئر و سلول‌های کوپفر در کبد بود که با نتایج محسنی کوچصفهانی و همکاران سازگاری ندارد؛ این محققین با مطالعه اثرات امواج الکترومغناطیس سینوسی با فرکانس ۵۰ هرتز بر رشد و نمو قبل و بعد از تولد سیستم خون ساز موش نشان داده‌اند که تحت شرایط به کار برده شده، مواجهه درون

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-02]

رحمی با میدان‌های الکترومغناطیسی سینوسی با فرکانس برق شهر در دوران جنینی موجب بروز ناهنجاری در جنین‌ها و یا تغییر در تکوین سیستم های خون ساز در قبل و بعد از تولد موش نمی-شود، در حالی که تعداد سلول‌های کوپفر در کبد و تعداد لنفوسیت‌ها در پولپ سفید طحال بعد از تولد افزایش می‌یابد [۲۲]. Antonopoulos و همکاران نیز با مطالعه بر روی لنفوسیت‌های خون محیطی انسان که در شرایط درون تنی کشت شده بود و تحت تاثیر امواج الکترومغناطیس با فرکانس‌های ۳۸۰، ۹۰۰، ۱۸۰۰ مگا هرتز قرار گرفته بودند، هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری در سیکل سلولی و فرکانس تغییرات در کروماتیدهای خواهری این سلول‌ها گزارش نکردند [۲۳]. تناقض‌های بین این پژوهش‌ها ممکن است به علت اختلاف در فرکانس موج الکترومغناطیس و نیز دوره متفاوت تیماری و شرایط مطالعه باشد و بیان گر این مطلب مهم است که پاسخ بافت‌ها به بخش‌های مختلف طیف الکترومغناطیس یکسان نمی‌باشد. همچنین، زمان رشد و نموی موجود زنده نیز در موقع پرتوگیری از عوامل بسیار مهم و تعیین کننده در نوع پاسخ می‌باشد. داده‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه تغییری در مورفولوژی کبد و طحال، تعداد هپاتوسیت‌ها در کبد، تعداد پولپ سفید طحال، همچنین، قطر پولپ‌های سفید و قطر طحال ایجاد نمی‌نماید. در مورد مکانیسم اثر گذاری امواج الکترو مغناطیس تاکنون پیشنهادات متعددی ارائه شده است؛ از جمله Adey به افزایش فعالیت نسخه برداری اسید ریبونوکلئیک و افزایش سنتز پروتئین تحت تاثیر امواج الکترومغناطیس که باعث کوتاه شدن چرخه سلولی و افزایش سنتز اسید دزوکسی ریبونوکلئیک می‌شود، اشاره می‌نماید [۲٤]. برخی مطالعات نیز با بررسی اثرات حرارتی و غیر حرارتی امواج ساطع شده از تلفن-های همراه، پیشنهاد نموده است که مایکروویو بر تقسیم سلولی موثر می‌باشد؛ لیکن این تجربیات بر این موضوع تاکید دارد که شدت پاسخ به تیمار، بستگی زیادی به شرایط فیزیولوژیک موجود زنده در موقع پرتوگیری دارد [۲۵،۲].

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه، بر میزان تقسیم سلولی در مغز استخوان موثر می‌باشد. همچنین باعث تغییر معنی‌دار تعداد اجتماعات سلولی مونونوکلئر، سلول‌های کوپفر کبدی و نیز لنفوسیت‌های پولپ سفید و مگاکاریوسیت‌های طحال و همچنین تعداد کل سلول‌های مغز استخوان و سلول‌های در حال تقسیم آن می‌شود. لذا، علی‌رغم آن که بسیاری از موسسات تجاری بر ایمن بودن امواج ساطع شده تلفن‌های همراه تاکید دارند، به نظر می‌رسد با توجه به گزارشات متعدد در ارتباط با تاثیر این امواج بر فرایندهای رشد و نموی، تا کسب اطمینان قطعی از ایمن بودن این امواج بایستی تدابیر احتیاطی لازم از جمله کوتاه کردن زمان مکالمه و رعایت فاصله مناسب دستگاه از بدن و نیز حتی الامکان عدم استفاده کودکان و نوجوانان اتخاذ گردد.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد و نیز کارشناسان محترم آزمایشگاه تحقیقاتی تکوین جانوری گروه زیست شناسی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد تشکر و قدردانی می-شود. همچنین، از همکاری ارزنده جناب آقای مجید امیری مدیرعامل محترم شرکت صنایع ریزبینی ایران و همکاران محترم آنها در بخش بافت شناسی سپاسگزاری می‌شود.

References:

[1] Hossman Ka, Hermann DM. Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on the central nervous system. ***Bioelectromagnetics*** 2003;24(1):49-62.
[2] Hyland GJ. Physics and biology of mobile telephony. ***Lancet*** 2000;356(9244):1782-3.
[3] Sri Nageswari K. Biological effects of microwaves and mobile telephony. ***Electromagnetic fields and our health*** 2003;79:321-5.
[4] Zeni O, Chiavoni AS, Sannino A, Antolini A, Foriqo D, Bersani F, et al. Lack of genotoxic effects (micronucleus induction) in human lymphocytes exposed in vitro to 900 MHz electromagnetic fields. ***Radiat Res*** 2003;160(2):152-8.
[5] Scarfi MR, Freseqna AM, Villani P, Pinto R, Marino C, Sarti M, et al. Exposure to radiofrequency radiation (900 MHz, GSM signal) does not affect micronucleus frequency and cell proliferation in human peripheral blood lymphocytes: an interlaboratory study. ***Radiat Res*** 2006;165(6):655-63.
[6] Moulder JE, Erdreich LS, Malyapa RS, Merritt J, Pickard WF, Vijayalaxmi. Cell phones and cancer: what is the evidence for a connection? ***Radiat Res*** 1999;151(5):513-31.
[7] Lin JC. Microwave radiation and leakage of albumin from blood to brain. ***Microwave Magazine, IEEE*** 2004;5(3):22–8.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-02]

[8] Garaj-Vrhovac V. Micronucleus assay and lymphocyte mitotic activity in risk assessment of occupational exposure to microwave radiation. ***Chemosphere*** 1999;39(13):2301-12.
[9] Dasdage S, A kdag M Z, Ayyidze O, Demirates OC, Yayla M, Sert C. Do cellular phones alter blood parametrers and birth weight of rat? ***Electromag Boil*** 2000;19:107-13.
[10] Nakamura H, Matsuzaki I, Hatta K, Nobukuni Y, Kambayashi Y, Oqino K. Nonthermal effects of mobile-phone frequency microwaves on uteroplacental functions in pregnant rats. ***Reprod Toxical*** 2003;17(3):321-6.
[11] McMeeken JM, Bell C. Effects of microwave irradiation on blood flow in the dog hindlimb. ***Exp Physiol*** 1990;75(3):367-74.
[12] Fritze K, Wiessner C, Kuster N, Sommer C, Gass P, Hermann DM, Kiessling M, Hossmann KA. Effect of global system for mobile communication microwave exposure on the genomic response of the rat brain. ***Neuroscience*** 1997;81(3):627-39.
[13] Dasdag S, Zulkuf Akdag M, Aksen F, Yilmaz F, Bashan M, MutluDasdag M, SalihCelik M. Whole body exposure of rats to microwaves emitted from a cell phone does not affect the testes. ***Bioelectromagnetics*** 2003;24(3):182-8.
[14] Khavanin A, Zaravashani V, Rezaie A, Mortazavie B, Mirzaie R, Hasani J. Study of biological microwave effect of mobile phone on Rabbite blood antioxidants. ***Medicine Science Journal of Iran medicine science university*** 2006,9:244-9.
[15] Baharara J, Parivar K, Ashraf Al, Majidi B. The effect of cell phone waves (940 MHz) on development of hematopoisis system of Balb/C mouse. ***Medicine Science Journal of Shahre Kord university*** 2008,10;1-18.
[16] Selmaoui B. Acute exposure to 50 HZ magnetic field does not affect hematologic or immunologic functions in healthy young men: a circadian study. ***Bioelectromagnetics*** 1996;17(5):364-72.
[17] Sommer AM, Bitz AK, Streckert J, Hansen VW, Lerchl A. Lymphoma development in mice chronically exposed to UMTS-modulated radiofrequency electromagnetic fields. ***Radiat Res*** 2007;168(1):72-80.
[18] Denegre JM, Valles JM. Cleavage planes in frog eggs are altered by strong magnetic fields. ***Proc natl Acad Sci U S A*** 1998;95(25):14729-32.
[19] Panac C, Genevier M. No effects of DC and 60-HZ Ac magnetic fields on the first mitosis of two species of sea urchin embryos. ***Bioelectromagnetics*** 1998;19:494-7.
[20] Baharara J, Parivar K, Oryn Sh, Ashraf Al. The effects of low electromagnetic waves on gonads of mouse. ***Rah Avard Danesh*** 2006;2:20-5.
[21] Baharara J,Ashraf Al, Jafari M, Helalat H. The effects of simulating cell phone waves on gonads of male mouse. ***Rah Avard Danesh*** 2007,3:8-16.
[22] Mohseni Kochesfahani H, Parivar K, Golestanian N. The effect of electromagnetic fields (50Hz) with solenoid on development of hematopoisis system Balb/C mouse. ***Science Journal of Tehran university*** 2000;26:1-15.
[23] Antonopoulos A, Eisenbrandt H, Obe G. Effects of high frequency electromagnetic fields on human lymphocytes in vitro. ***Mutat Res*** 1997;395(2-3):209-14.
[24] Adey WR. The cellular microenvironment and signaling through cell membranes. ***Prog Clin Biol Res*** 1988;257:81-106.
[25] Baharara J, Parivar K, Oryan Sh, Ashraf Al. The effect of long term exposure of simuliating cell phone wave on gonads of Balb/C mouse. ***Fertil Infertil*** *J* 2004;217-26.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-02]