

بررسی اثرات ناشی از تشعشعات تلفن همراه و ارائه راهکارهایی برای کاهش آن

یحیی سفیدبخت^۱

چکیده

استفاده روزافزون از دستگاه های الکترونیکی از جمله تلفن های همراه، با موجی از گزارش های ضد و نقیض درباره اثرات مضر محتمل آن ها همراه شده است. اثراتی که ناشی از قرار گرفتن کاربران تلفن همراه و همسایگان ایستگاه های مخابراتی در معرض میدان های الکترومغناطیس است. با توجه به حجم بالای استفاده از سیستم های تلفن همراه، حتی اثرات مضر احتمالی بر سلامت افراد می تواند مشکلات عمده ای را پیرامون بهداشت و سلامت عموم به همراه داشته باشد. در این مقاله سعی شده است تا با مروری بر مطالعات انجام گرفته، در محدوده دانش فعلی، آگاهی عموم را نسبت به اثرات زیستی و پزشکی حاصل از قرارگرفتن در معرض میدان های الکترومغناطیس تلفن همراه افزایش داده و در ضمن با دادن آگاهی از نگرانی های اغراق آمیز افراد جامعه کاست. مطالعاتی که در این جا بطور مختصر به آن ها پرداخته شده بطور عمده مربوط به سرطان، تولید مثل، اثر روی پروتئین ها و DNA است. در انتها نیز پیشنهادهایی برای کاهش اثرات احتمالی امواج تلفن های همراه ارائه شده است.

واژگان کلیدی: میدان های الکترومغناطیس، تلفن همراه، اثرات احتمالی.

* . استادیار، مرکز تحقیقات پروتئین و دانشکده مهندسی و فن آوری های نوین، دانشگاه شهید بهشتی
تلفن: ۲۹۹۰۵۰۲۱ (+۹۸۲۱)، فاکس: ۲۲۴۳۴۵۰۰ (+۹۸۲۱)، نشانی الکترونیکی: y_sefidbakht@sbu.ac.ir

مقدمه

و سلولی و در نتیجه سبب ایجاد و یا تسریع برخی بیماری‌ها شوند. اهمیت این مسئله از آنجا مشخص می‌شود که سازمان جهانی حفاظت در برابر پرتوهای غیر یونساز^۱ (ICNIRP) از سال ۱۹۹۲ میلادی معادل با سال ۱۳۷۱ شمسی از سازمان جهانی حفاظت در برابر تشعشع^۲ (IRPA) مستقل شد. تعداد کاربران تلفن همراه به صورت تصاعدی افزایش یافته است. برآوردها نشان می‌دهد که حدود ۱/۶ میلیارد کاربر در سراسر جهان از تلفن همراه استفاده می‌کنند [۳].

نرخ جذب ویژه (SAR)

نرخ جذب ویژه اندازه نرخ انرژی جذب شده توسط بافت‌های بدن هنگامی که در معرض میدان الکترومغناطیس RF قرار می‌گیرند. واحد SAR وات بر کیلوگرم است. براساس FCC مقدار مجاز سطح SAR برای قرارگرفتن در معرض امواج تلفن همراه در حدود ۱/۶ kg است [۴].

این مقدار استاندارد ایمنی تنها برای محافظت از اثرات گرمایی پرتوهای مایکروویو، یا به عبارتی اثرات حرارتی این دستگاه‌ها تعیین شده است. بنابراین، اگر پرتو مایکروویو باعث افزایش دمای بیش از یک درجه سانتی-گراد نگردد قرارگرفتن در معرض امواج مایکروویو بی‌ضرر در نظر گرفته می‌شود [۲].

حداقل SAR با اثر زیستی (MSBE)^۴

به‌منظور یافتن مزیت‌ها و مکانیسم‌های برهم‌کنشی میدان‌های الکترومغناطیسی، حداقل SAR یا شدت که می‌تواند اثر زیستی داشته باشد به طبع نسبت به میدان‌های با شدت بالا ارزش بیشتری برای مطالعه و بررسی دارد.

بطور احتمال چنین بررسی‌هایی می‌توانند بر اثرات پرتوهای غیر یونساز و قابلیت‌های سلولی متمرکز شود (برای نمونه قابلیت پاسخ به تنش اکسایشی توسط سلول‌ها). علاوه بر این محتمل‌تر است که پیچیدگی اهداف برهم‌کنشی میدان‌های الکترومغناطیسی در محیط‌های کشت سلولی را با پایین آوردن توان در معرض گذاری کاهش دهیم تا حداقل مانع از افزایش کلی دما شویم. این پارامتر ممکن است وابسته به شرایط فیزیکی و زیستی هدف در معرض گذارده شده باشد و براساس مورد تحت بررسی تفاوت کند [۵].

در نمودار زیر آماری از بررسی‌هایی که تاکنون در مورد اثرات مختلف ناشی از قرارگیری در معرض امواج تلفن‌های همراه انجام گرفته، ارائه شده است [۶].

مسئله اثرات احتمالی و بررسی آنها از آنجا شروع می‌شود که، محیط الکترومغناطیس شامل پرتوهای طبیعی و میدان‌های الکترومغناطیسی^۱ ساخت انسان (مصنوعی) است که از طریق سیستم‌ها و دستگاه‌های الکتریکی تولید می‌شوند.

محیط الکترومغناطیس طبیعی ناشی از منابع زمینی و فرازمینی مانند تخلیه بار الکتریکی در جو زمین، پرتوهای خورشید و فضا است. اندازه این میدان‌های طبیعی پایین‌تر از سطح میدان‌های ایجاد شده توسط دستگاه‌های ساخت انسان است [۱].

تلفن‌های همراه یک نوع پرتو^۲ به نام میدان الکترومغناطیس را در هوا منتشر می‌کنند که متشکل از امواج الکتریکی و مغناطیسی است. انواع مختلف انرژی‌های الکترومغناطیسی با طول موج‌ها و فرکانس‌های آنها طبقه‌بندی می‌شوند. فرکانس‌های تابش مختلف در فناوری‌های گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرند. امواج رادیویی و مایکروویو ساطع شده از آنتن‌های انتقال‌دهنده شکلی از انرژی الکترومغناطیسی هستند که در مجموع به عنوان انرژی رادیوفرکانس (RF) در نظر گرفته می‌شوند.

بخش رادیوفرکانس^۳ طیف الکترومغناطیس شامل فرکانس‌هایی در محدوده (۳ kHz) تا (۳۰۰ GHz) است. امواج رادیوفرکانس در خدمات مخابراتی، از جمله رادیو و تلویزیون، اینترنت، تلفن بی‌سیم و همراه، دستگاه‌های GPS، ارتباطات رادیویی (نظیر خدمات شهری)، ارتباطات ماهواره‌ای (نظیر خدمات بانکی و مسافرتی) استفاده می‌شود. منابع غیر ارتباطی امواج رادیوفرکانس شامل خطوط برق، اجاق‌های مایکروویو خانگی، رادار، و مصارف پزشکی (تصویر برداری رزونانس مغناطیسی) و صنعتی هستند [۲].

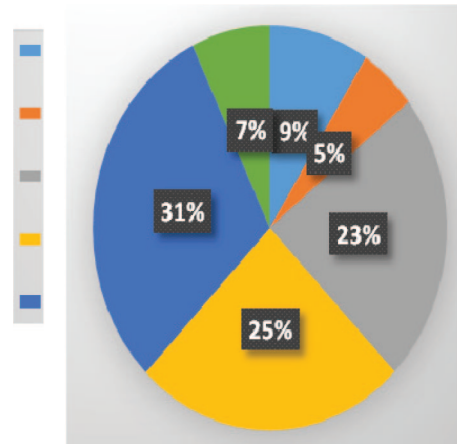
لازم به ذکر است که طیف الکترومغناطیس کامل را به دو بخش عمده پرتوهای یونساز و غیر یونساز تقسیم می‌کنند. پرتو غیر یونساز اشاره به هر نوع پرتو الکترومغناطیسی دارد که به اندازه کافی انرژی برای حذف یک الکترون از یک اتم یا یک مولکول را ندارد [۳]. پرتوهای یونساز امواجی با فرکانس بالا هستند که دارای انرژی کافی بوده و می‌تواند به ساختار سلول‌های بدن (از جمله DNA) آسیب بزند.

پرتوهای یونساز به‌طور طبیعی از طریق رادون، اورانیوم و دیگر عناصر رادیواکتیو ساطع می‌شوند و در تصویر برداری اشعه ایکس، پزشکی هسته‌ای و اسکن‌های مغزی کاربرد دارند. امروزه در مجامع علمی مطرح می‌شود که پرتوهای الکترومغناطیسی غیر یونساز با وجود اینکه مثل پرتوهای یونساز انرژی بالا ندارند اما به احتمال می‌تواند منجر به پیامدهایی چون تغییر در عملکرد اجزاء مولکولی

1. Electromagnetic Fields
2. Radiation
3. Radio Frequency

4. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
5. International Radiation Protection Association
6. Minimum SAR with Biological Effect

سلول‌ها (مثل: مرگ سلولی، چرخه سلول، تکثیر)
عملکرد سلول (مثل: فعالیت آنزیم‌ها، غلظت کلسیم)
ژن، DNA (مثل: بیان ژن‌ها و پروتئین‌ها)
مغز (مثل: خواب، تشخیص، EEG، سد خونی مغزی)
سلامت (مثل: سرطان و تولید مثل)



شکل ۱. نمودار دایره‌ای مقالات منتشر شده اثرات زیستی امواج الکترومغناطیس تلفن همراه برحسب موضوع مورد مطالعه. همانطور که دیده می‌شود سلامت (۳۱٪) با ۳۶۱ مقاله چاپ شده و همچنین بررسی‌های مربوط به اثر بر رفتار مغز بیشترین سهم را دارند (تا تاریخ ۱۳۹۴/۶، آمار برگرفته از پایگاه emf-portal.de).

دسته بندی اثرات امواج

رادیوفرکانس روی درشت مولکول‌های زیستی همچون پروتئین‌ها یا DNA انجام شده است. فرض مورد نظر بررسی جذب انرژی توسط این مولکول‌ها است که می‌تواند ساختار و یا شاید رفتار آن‌ها را تغییر دهد [۱۱]. از جمله مطالعاتی که بر روی آنزیم‌ها انجام گرفته مربوط به بررسی اثر میدان‌های با فرکانس ۹۴۰ MHz روی ساختار و فعالیت آنزیم لوسیفراس است. در این بررسی نشان داده شد که قرار گرفتن در معرض میدان الکترومغناطیسی RF به صورت مستقیم یا غیر مستقیم باعث تغییر فعالیت آنزیم شده و بر ساختار آنزیم تاثیر می‌گذارد [۱۲]. لازم به ذکر است که اثر امواج بر فعالیت آنزیمی برای آنزیم‌های دیگر نظیر استیل کولین استراز و پراکسیداز نیز گزارش شده است.

سرطان

اطلاعات مربوط به خطر بروز سرطان در نتیجه قرار گرفتن در معرض امواج رادیوفرکانس از بررسی‌های اپیدمیولوژیک بدست آمده است. بسیاری از بررسی‌ها در مورد اثرات امواج بر روی تومور مغزی و برخی دیگر بر سرطان غدد بزاقی، ملانوم داخل چشم و بافت لنفاوی متمرکز شده‌اند. تعدادی از این تحقیقات ارتباط مستقیمی بین استفاده از تلفن همراه و خطر سرطان را نشان داده‌اند. این خطر با بیشتر شدن مدت استفاده افزایش می‌یابد. به طور کلی پذیرفته شده که آسیب به DNA لزوماً برای پیشرفت سرطان ضروری است.

با این حال امواج رادیویی برخلاف پرتوهای یونی باعث آسیب DNA در سلول‌ها نمی‌شوند. در بررسی‌های انجام شده روی حیوانات نیز به طور غالب دیده نشده که اثر این امواج منجر به سرطان

اثر گرمایی: این بهترین و شناخته شده‌ترین نوع اثر است. این اثر نتیجه‌ای از حرکت چرخشی مولکول‌های دو قطبی آب هنگام عبور امواج الکترومغناطیسی از میان بافت‌ها و در نتیجه تولید گرما است [۷]. بیشترین شکایت کاربران تلفن همراه مربوط به احساس گرما و سردردی است که در نتیجه تماس مستقیم صورت با تلفن همراه برای آن‌ها ایجاد می‌گردد. دیگر شکایات مربوط به علائمی چون تعریق پوست، احساس سوزش چشم یا پوست صورت، التهابات پوستی و قرمزی شبیه به آفتاب سوختگی پوست است [۸].

تحقیقات آزمایشگاهی نشان می‌دهد که عدسی‌های چشم بسیار به گرما حساس هستند و حتی یک مواجهه کوتاه مدت نیز می‌تواند باعث آسیب آن‌ها شود. براساس گزارش‌های ثبت شده از سربازان اسبق ارتش در بیمارستان‌های ایالات متحده، سربازانی که آب مروارید داشتند احتمالاً نسبت به دیگر مردان بیشتر در قسمت رادار کار کرده بودند [۹].

اثرات غیرگرمایی: این اثرات بدون تغییر درجه حرارت در بافت‌های زیستی اتفاق می‌افتند. این اثرات هنوز به طور کامل مشخص نیستند چون معیار سنجش یگانه‌ای مثل دما ندارند. به همین دلیل باعث بحث‌های بسیاری میان دانشمندان شده‌اند. برهمکنش‌های الکترومغناطیس و القای میدان الکتریکی می‌تواند باعث تغییر در بیان ژن، اثر بر فعالیت آنزیم‌ها و مسیرهای کنترل آن‌ها شود [۱۰].

درشت مولکول‌های زیستی

بررسی‌های اندکی در مورد اثرات قرار گرفتن در معرض امواج

شده یا باعث افزایش اثر مواد شیمیایی سرطان‌زا شده باشد [۱۳]. هرچند بررسی‌ها زیادی لازم است تا نشان دهد اثر امواج با اثرات دیگر عوامل سرطان‌زا جمع پذیر نیست. مجمعی از محققان ۱۳ کشور در مورد ارتباط بین استفاده از تلفن همراه و تومورهای سر و گردن مطالعاتی انجام دادند. این بررسی‌ها هیچ رابطه آماری معنی‌داری را بین سرطان سیستم عصبی مرکزی یا مغز و استفاده مضاعف از تلفن همراه نشان نداده است. اما در بررسی دیگری افزایش خطر ابتلا به سرطان گلیوم در میان بخش کوچکی از شرکت‌کنندگان که بیشترین میزان مکالمه تلفنی را داشته‌اند نشان داده شده است [۱۴]. در یک بررسی میلیونی که در انگلستان بر روی زنان انجام گرفت چنین نشان داده شد که استفاده از تلفن همراه با افزایش خطر ابتلا به سرطان گلیوم، مننژیوم و یا تومورهای سیستم عصبی مرکزی مرتبط نیست [۱۵].

کودکان

کودکان با احتمال بیشتری ممکن است به‌نگام استفاده از تلفن همراه نسبت به بزرگسالان در معرض خطری برای ابتلا به سرطان مغز باشند. زیرا سیستم عصبی کودکان پیوسته در حال رشد بوده و در نتیجه بیشتر نسبت به عواملی که ممکن است باعث اثرات مضر بخصوص سرطان شود آسیب پذیر خواهد بود. اولین تجزیه و تحلیل منتشر شده مربوط به یک مطالعه که در دانمارک، سوئد، نروژ و سوئیس روی کودکان انجام شد. این مطالعه بین سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۸، بر روی کودکان در بازه سنی ۷ تا ۱۹ سال که مبتلا به تومورهای مغزی بودند، انجام گرفت. محققان ارتباطی بین استفاده از تلفن همراه و خطر بروز تومور مغزی در این گروه از کودکان را پیدا نکردند [۲۲]. در بررسی که در سال ۲۰۰۶ به روی ۱۳۰۰۰ کودک که به سن هفت سالگی رسیده بودند انجام گرفت چنین بدست آمد که قرار گرفتن در معرض امواج تلفن همراه قبل و بعد از تولد باعث ایجاد مشکلات رفتاری در کودکان می‌شود [۲۳].

ایستگاه‌های آنتن

ایستگاه‌های تلفن همراه آنتن‌های رادیویی با توان محدود هستند که با گوشی‌های کاربران ارتباط برقرار می‌کنند. با توجه به تعداد بسیار زیاد کاربران تلفن‌های همراه تعداد این ایستگاه‌ها نیز افزایش می‌یابد. چندین فرض را هنگام ارزیابی اثرات سلامتی محتمل میدان‌های رادیوفرکانس بایستی در نظر داشت. اول فرکانس عملکرد است. سیستم‌های تلفن همراه جدید در فرکانسی بین ۸۰۰-۱۸۰۰ MHz عمل می‌کنند. اگرچه یک فرد به‌نگام استفاده از تلفن همراه به مراتب بیشتر از زمانی که در نزدیکی ایستگاه آنتن قرار دارد در معرض امواج رادیوفرکانس است اما تلفن‌های همراه انرژی رادیوفرکانس حداکثر خود را تنها زمانی که تماس برقرار می‌شود انتقال می‌دهند، در حالی که ایستگاه‌ها همواره در حال انتقال پیام هستند [۲۴]. برای افزایش توان میدان‌های رادیوفرکانس بایستی ناحیه تحت پوشش را حداکثر

شده یا باعث افزایش اثر مواد شیمیایی سرطان‌زا شده باشد [۱۳]. هرچند بررسی‌ها زیادی لازم است تا نشان دهد اثر امواج با اثرات دیگر عوامل سرطان‌زا جمع پذیر نیست. مجمعی از محققان ۱۳ کشور در مورد ارتباط بین استفاده از تلفن همراه و تومورهای سر و گردن مطالعاتی انجام دادند. این بررسی‌ها هیچ رابطه آماری معنی‌داری را بین سرطان سیستم عصبی مرکزی یا مغز و استفاده مضاعف از تلفن همراه نشان نداده است. اما در بررسی دیگری افزایش خطر ابتلا به سرطان گلیوم در میان بخش کوچکی از شرکت‌کنندگان که بیشترین میزان مکالمه تلفنی را داشته‌اند نشان داده شده است [۱۴]. در یک بررسی میلیونی که در انگلستان بر روی زنان انجام گرفت چنین نشان داده شد که استفاده از تلفن همراه با افزایش خطر ابتلا به سرطان گلیوم، مننژیوم و یا تومورهای سیستم عصبی مرکزی مرتبط نیست [۱۵].

تولید مثل

در چندین تحقیق اثرات مربوط به امواج رادیوفرکانس روی سیستم جنسی افراد مذکر بررسی شده است. تمرکز تحقیقات روی اثرات آن بر کیفیت اسپرم بوده است. نتایج نشان می‌دهد که امواج ساطع شده از تلفن همراه روی تحرک اسپرم انسان اثر می‌گذارد. علاوه بر اثر بر اسپرم، قرار گرفتن در معرض امواج رادیوفرکانس در دراز مدت ممکن است باعث تغییرات رفتاری یا ساختاری سلول پیش‌ساز مربوط نیز شود [۱۶].

مطالعات دیگر مدت زمان قرار گرفتن در معرض امواج تلفن همراه را با نقص در تعداد، جنبش، زنده ماندن و ریخت شناسی طبیعی اسپرم مرتبط دانسته‌اند اما بسیاری از مطالعات در مقیاس کوچک انجام شده و شواهدی دوپهلو دارند [۱۷].

در یک بررسی افزایش درصد سول‌های اسپرم با مدت زمان قرار گرفتن در معرض امواج ساطع شده با GSM مرتبط تشخیص داده شده است. همچنین چنین تشخیص داده شده است که کاهش درصد تحرک سلول‌های اسپرم با میزان استفاده از تلفن همراه مرتبط است [۱۸].

ژنوتوکسیک (سمیت برای ژن)

با مروری که روی یک سری از مطالعات انجام شده در ارتباط با اثرات ژنتیکی ناشی از در معرض قرار گرفتن امواج رادیوفرکانس انجام گرفته این نتیجه به دست آمد که امواج مستقیماً جهش‌زا نبوده و احتمالاً اثر سمیت ژنی را افزایش نمی‌دهند [۱۹]. البته نتایج مثبتی پیرامون اثرگذاری ارائه شده‌اند اما معمولاً به افزایش دما، خطاهای روش اندازه‌گیری و مطالعه یا عدم صحت داده‌ها نسبت داده می‌شوند. برای نمونه مطالعات متعددی که روی حیوانات

نتیجه گیری

در حال حاضر ابهامات بسیاری در مورد اثرات مضر تلفن‌های همراه بر سلامتی افراد وجود دارد. تاکنون داده‌های آزمایشگاهی نمی‌توانند واضح روش اثر و دلایل ما را برای نگرانی پیرامون اثرات RF تلفن‌های همراه توجیه کنند. تنها تعداد اندک شماری از مطالعات در مورد اثرات این امواج در بروز سرطان در انسان انجام گرفته است. بنابراین شواهد موجود آنقدر نیستند که براساس آن‌ها بتوان به جمع‌بندی رسید. هرچند در بررسی‌ها رابطه‌ای میان استفاده از تلفن همراه و ریسک افزایش سرطان دیده شده است اما این نتایج برای مواردی بوده که کاربر استفاده طولانی مدت از تلفن همراه داشته است و ممکن است عوامل دیگری نظیر عوامل ژنتیکی، آب و هوا، استرس و رژیم خوراکی در آن نقش داشته باشند. در مورد تومورهای مغزی نادر نیز ممکن است استفاده مداوم از تلفن همراه با بروز سرطان مرتبط باشد. برخی مطالعات آزمایشگاهی و یا روی حیوانات انجام گرفته نیز شواهدی ضعیف از ارتباط میان استفاده از تلفن همراه و آسیب‌های بافتی و سلولی را نشان داده‌اند. بنابراین بهتر است استفاده از تلفن همراه به تعداد دفعات و مدت زمان‌های کم محدود شود.

نمود. از این رو در نزدیکی آنتن شدت میدان الکتریکی می‌تواند به چند صد ولت در هر متر برسد [۱]. تا امروز دانش اندکی در مورد قرار گرفتن در معرض سطوح رادیوفرکانس از منابعی چون تلفن‌های همراه، که توسط کاربر استفاده می‌شود، ایستگاه‌های تلفن همراه و فرستنده‌های تلویزیون و رادیو کسب شده است. بررسی‌ها معمولاً به عنوان نتیجه‌ای از نگرانی‌های عموم انجام می‌گیرند. علاوه بر این روش‌های ارزیابی فاقد دقت لازم بوده و تا امروز دانشی درباره اندازه سطحی که فرد در تمام طول روز در معرض میدان قرار می‌گیرد وجود ندارد. برخی کشورها سیستم‌هایی را برای نظارت بر میزان قرار گرفتن افراد در معرض امواج رادیوفرکانس در محل‌های خاص تعیین کرده‌اند. اما محل‌های انتخاب شده به دلیل وجود ایستگاه‌ها یا دیگر منابعی که باعث ساطع شدن امواج رادیوفرکانس می‌شوند و کنترل شده نیستند کنار گذاشته می‌شوند و از این رو میزان قرار گرفتن افراد در معرض RF دقیقاً قابل تشخیص نیست [۲۵].

توصیه‌هایی برای کاربران تلفن همراه

۱. در مورد تشعشعات و موقعیت آنتن تلفن خود آگاهی پیدا کنید. به هنگام خرید تلفن همراه به سطح نسبی تشعشع در مدل‌ها و برندهای مختلف توجه نمایید. بخصوص اگر تلفن همراه را برای کودکان یا زنان باردار تهیه می‌کنید بایستی توجه بیشتری به این مورد نمود [۲].
۲. از استراحت نمودن در نزدیکی تلفن همراه بپرهیزید. زیرا این کار باعث قرار گرفتن شما در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی می‌شود. تلفن همراه را چند متر دورتر از محل خواب خود قرار دهید [۲].
۳. برای کاهش تماس سر و گوش خود هنگام استفاده از تلفن همراه بهتر است که از بلندگوی گوشی یا بلوتوث استفاده نمایید. این امر موجب کاهش اثرات ناشی از میدان‌های الکترومغناطیسی می‌گردد [۲].
۴. هنگامی که تلفن همراه روشن است چه از آن استفاده کنید و چه نکنید همواره تلفن پیام‌هایی را فرستاده و دریافت می‌کند. تا حد امکان از قرار دادن تلفن در جیب پیراهن و نزدیک خود بکاهید و بافت‌های بدن‌تان را از تشعشعات ناشی از تلفن دور کنید [۲].
۵. از بکاربردن تلفن همراه هنگام حرکت ماشین، اتوبوس، قطار و یا در مناطق روستایی که دور از آنتن هستند بپرهیزید. فاصله از آنتن، تابش امواج تلفن همراه را افزایش می‌دهد [۲].
۸. هنگامی که به تلفن همراه نیاز ندارید آن را خاموش کنید [۲].
۹. سعی کنید از تلفن‌های سیمی به جای تلفن‌های بی‌سیم استفاده نمایید زیرا پرتو کمتری ساطع می‌کنند [۲].
۱۰. به هنگام برقراری تماس تا زمانی که طرف پشت خط گوشی را برداشته تلفن را به خود نزدیک نکنید [۲].
۱۱. استفاده درون ساختمان مخصوصاً «ساختمان‌هایی که ساختاری فلزی دارند بپرهیزید زیرا همانطور که مطرح شد دستگاه توان بیشتری برای اتصال به ایستگاه صرف می‌کند [۲].

- [14]. The Interphone Study Group. (2010). "Brain Tumour Risk in Relation to Mobile Telephone Use: Results of the Interphone International Case-Control study", *International Journal of Epidemiology*, 39(3), 675–694.
- [15]. Benson, V.S., Pirie, K., Schüz, J., et al. (2013). "Mobile Phone Use and Risk of Brain Neoplasms and other Cancers: Prospective Study", *International Journal of Epidemiology*.
- [16]. Erogul, O., Oztas, E., Yildirim, I., Kir, T., Aydur, E., Komesli, G., Irkilata, H.C., Irmak, M.K., Peker, A.F. (2006). "Effects of Electromagnetic Radiation from a Cellular Phone on Human Sperm Motility: an in Vitro Study", *Arch Med Res*, 37(7), 840-3.
- [17]. Jurewicz, J., Hanke, W., Radwan, M., et al. (2009). "Environmental Factors and Semen Quality", *Int J Occup Med Environ Health*, 22(4), 305- 29.
- [18]. Wdowiak, A., et al. (2007). "Evaluation of the Effect of Using Mobile Phones on Male Fertility", *Ann Agric Environ Med*. 14, 169-172.
- [19]. Verschaeve, L., Maes, A. (1998). "Genetic, Carcinogenic and Teratogenic Effects of Radiofrequency Fields", *Mutat Res*, 410, 141-65.
- [20]. Vijayalaxmi., Obe, G. (2004). "Controversial Cytogenetic Observations in Mammalian Somatic Cells Exposed to Radiofrequency Radiation", *Radiation Res*, 162, 481-496.
- [21]. Eberhardt, J.L., Persson, B.R., Brun, A.E., Salford, L.G., Malmgren, L.O. (2008). "Blood-Brain Barrier Permeability and Nerve Cell Damage in Rat Brain 14 and 28 Days after Exposure to Microwaves from GSM Mobile Phones", *Electromagn Biol Med*, 27(3), 215-29.
- [22]. Inskip, P.D., Hoover, R.N., Devesa, S.S. (2010). "Brain Cancer Incidence Trends in Relation to Cellular Telephone Use in the United States", *Neuro-Oncology*, 12(11), 1147–1151.
- [23]. Divan, H.A., Kheifets, L., Obel, C., Olsen, J. (2008). "Prenatal and Postnatal Exposure to Cell Phone Use and Behavioral Problems in Children", *Epidemiology*, 19(4), 523-529.
- [24]. WHO(World Health Organization) –Regional Office for Europe, Copenhagen. (2000). "Evaluation and Use of Epidemiological Evidence for Environmental Health Risk Assessment".
- [25]. Ahlbom, A., Green, A., Kheifets, L., et al. (2004). "Epidemiology of Health Effects of Radiofrequency Exposure." "Environmental Health Perspectives", 112(17), 1741–1754.
- [1]. Vecchia, P., Matthes, R., James Lin, Ziegelberger., Saunders, R., Swerdlow, A. (2009). "Exposure to High Frequency Electromagnetic Fields, Biological Effects and Health Consequences (100 kHz-300 GHz)", ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection).
- [2]. Wargo, H., Alderman, N., Wargo, L., M. Bradley, J. (2012). "The Cell Phone Problem", Environment and Human Health, INC.
- [3]. Bhargavi, K., Balachandrudu, K.E., Nageswar, P. (2013). "Mobile Phone Radiation Effects on Human Health", *International Journal of Computational Engineering Research*, Vol: 03
- [4]. Jianming, J. (1998). "Electromagnetic Analysis and Design in Magnetic Resonance Imaging", CRC Press.
- [5]. Sefidbakht, Y., Moosavi-Movahedi, A.A., Hosseinkhani, S., Khodaghali, F., Torkzadeh-Mahani, M., Foolad, F., Faraji-Dana, R. (2014). "Effects of 940 MHz EMF on Bioluminescence and Oxidative Response of Stable Luciferase Producing HEK Cells", *Photochemical and Photobiological Sciences*, 13 (7), 1082.
- [6]. <http://www.emf-portal.de/overview/mpmb.php?l=e&explode=1>.
- [7]. Repacholi, M.H. (2001). "Health Risks from the Use of Mobile Phone", *Toxicol Lett*, 120, 323-31.
- [8]. Röösl, M. (2008). "Radiofrequency Electromagnetic Field Exposure and non-Specific Symptoms of Ill Health: a Systematic Review", *Environ Res*, 107, 277-287.
- [9]. Cleary, S.F., Pasternack, B.S., Beebe, G.W. (1965). "Cataract Incidence in Radar Workers", *Arch Environ Health*, 11, 179-82.
- [10]. French, P.W., Penny, R., Laurence, J.A., McKenzie, D.R. (2000). "Mobile Phones, Heat Shock Proteins and Cancer", *Differentiation*, 67, 93-7.
- [11]. Bohr, H., Bohr, J. (2000b). "Microwave Enhanced Folding and Denaturation of Globular Proteins", *Phys Rev E* 61, 4310–4314.
- [12]. Sefidbakht, Y., et al. (2013). "Effects of 940 MHz EMF on Luciferase Solution: Structure, Function, and Dielectric Studies", *Bioelectromagnetics*, 34. 6, 489–498.
- [13]. Zook, B.C., Simmens, S.J. (2006). "The Effects of Pulsed 860 MHz Radiofrequency Radiation on the Promotion of Neurogenic Tumors in Rats." *Radiation Research*, 165(5), 608–615.