تهدیدهای حاصل از تشعشع منابع مولد امواج الکترومغناطیس و نزدیکی به خطوط انتقال برق برای سلامت انسان

کد موضوعی: ۲۸۰
شماره مسلسل: ۱۳۰۲۳
خردادماه ۱۳۹۲
دفتر: مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین

به‌نام خدا

فهرست مطالب

چکیده ۱
مقدمه ۱
۱. مفاهیم اولیه ۲
۲. منابع مولد تابش‌های یون‌ساز و غیریون‌ساز ٤
۳. آثار احتمالی بیماری‌زای تشعشع‌ها ۱۰
٤. قربانیان تابش‌های غیریون‌ساز ۱۱
۵. وضعیت قوانین و مقررات ۱۲
نتیجه‌گیری ۱۳
منابع و مآخذ ۱۵

تهدیدهای حاصل از تشعشع منابع مولد امواج الکترومغناطیس و نزدیکی به خطوط انتقال برق برای سلامت انسان

چکیده

پیشرفت‌های صورت گرفته در علوم مخابرات و الکترونیک سبب ارائه ادوات مخابراتی ارزان و کارآمد مانند تلفن‌های همراه و هوشمند، رایانه‌های لوحی (تبلت‌ها)، PDA و... به بازار شده است. اینکه استفاده از این ادوات همه‌گیر شده و تقریباً در دسترس عموم مردم قرار دارند، نگرانی‌هایی برای طراحان آنها و دیگر متخصصان خصوصاً پزشکان به‌وجود آورده و این پرسش مطرح شده است که آیا استفاده مداوم از این دستگاه‌ها می‌تواند بر سلامت کاربران تأثیر سوء داشته باشد؟

برای پاسخ به این پرسش متخصصان مخابرات، آنتن و پزشکان در غالب پروژه‌های مشترک، بین‌رشته‌ای و مستقل به تحقیق در این حوزه پرداخته‌اند. نتایج بعضی از تحقیقات، آثار سوء امواج را برای سلامت انسان مردود نمی‌دانند. علاوه‌بر این، تحقیقات مذکور، اساس تعیین معیار و استانداردها برای فاصله و حدود مجاز از منابع مولد امواج شده است که در این گزارش ارائه می‌شود. در کنار تشعشع حاصل از امواج الکترومغناطیسی، خطوط برق فشار قوی نیز به‌علت ایجاد میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی آثار سوئی بر سلامت انسان دارند که در این گزارش به آنها پرداخته می‌شود.

مقدمه

با پیشرفت روزافزون علم و فناوری، دستگاه‌ها و تجهیزات پیشرفته الکترونیکی و مخابراتی ساخته و مورد استفاده شرکت‌ها، سازمان‌ها و عموم مردم قرار می‌گیرند. این دستگاه‌ها با وجود فوایدی که دارند ممکن است آثار سوء تشعشع الکترومغناطیسی داشته باشند. مراکز تحقیقاتی، پژوهش‌های زیادی درخصوص آثار سوء تشعشع الکترومغناطیس بر سلول‌ها و بافت‌های موجودات زنده انجام داده‌اند.

ایستگاه‌های پایه مخابراتی و گوشی تلفن همراه نیز از انواع دستگاه‌های فرستنده‌های رادیویی و منبع تولیدکننده امواج الکترومغناطیسی محسوب می‌شوند که در این گزارش آثار نزدیکی به آنها

مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین وجود میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی در اطراف خطوط انتقال برق فشار قوی و تأثیر آن بر سلامت انسان در این گزارش بررسی می‌شود. در مورد اینکه چه میزان فاصله از این منابع و خطوط انتقال لازم است، ابتدا باید توان اولیه (توان ارسالی یا درحال انتقال) این منابع را در اختیار داشته باشیم و سپس به بررسی فاصله ایمن بپردازیم.

اگر فرض شود که امواج الکترومغناطیسی بر سلامت انسان تأثیرات مخرب دارند در این صورت با کاهش توان این امواج می‌توان از تأثیرات آن کاست.

بدن انسان همواره در معرض امواج الکترومغناطیسی و مغناطیسی حاصل از تشعشع‌های خورشیدی قرار دارد، بنابراین نمی‌توان مدعی شد که امواج مذکور در این حد مخرب باشند. برای مثال امواج خورشیدی توان خود را تا رسیدن به زمین از دست می‌دهند، این امواج با آنکه ذاتاً خطرناکند، ولی با توجه به اینکه از توان کمی برخوردارند تأثیر سوء آنها بر بدن قابل صرفنظر کردن است. لذا توان امواج در بررسی مخرب بودن آنها مهم است.

در این گزارش نتایج به دست آمده در تحقیقات پیشین بررسی و به موضوعات زیر پرداخته می‌شود:

- معیارهای بررسی آثار امواج الکترومغناطیسی بر سلامت انسان،
- بررسی مرزها و حدود مجاز میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی،
- آثار احتمالی بیماری‌زا بودن تشعشع‌ها،
- قربانیان تابش‌های غیر یون‌ساز،
- وضعیت قوانین و مقررات حمایتی.

۱. مفاهیم اولیه

ابتدا برای آشنایی بیشتر، مفاهیم اولیه مانند میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی، میدان الکترومغناطیس، تابش یون‌ساز، تابش غیریون‌ساز و طیف فرکانسی تعریف می‌شوند. این مفاهیم در خلال گزارش مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

- **میدان الکتریکی**: یک بار الکتریکی در هر نقطه از فضای اطراف خود، خاصیتی ایجاد می‌کند که به آن میدان الکتریکی می‌گویند. اگر یک بار الکتریکی دیگری در نقطه‌ای از میدان الکتریکی قرار گیرد، از طرف میدان الکتریکی بر آن نیروی الکتریکی وارد می‌شود. اندازه میدان الکتریکی یک‌بار الکتریکی با مجذور فاصله از آن رابطه عکس دارد. واحد اندازه‌گیری میدان الکتریکی، ولت بر متر است.
- **میدان مغناطیسی**: اطراف آهنربا خاصیتی ایجاد می‌شود که به موجب آن بر اجسام

مغناطیسی نیرو وارد می‌آید، این خاصیت را میدان مغناطیسی می‌نامند. همچنین عبور جریان الکتریسیته از یک سیم موجب ایجاد میدان مغناطیسی در اطراف آن می‌شود. واحد اندازه‌گیری میدان مغناطیسی، تسلا نام دارد.

ـ **میدان الکترومغناطیس**: میدانی که بر اثر بر هم کنش اکترون‌های متحرک (متغیر با زمان) در یک سامانه ایجاد می‌شود را میدان الکترومغناطیس می‌نامند.

ـ **تابش یون‌ساز**: اگر انرژی میدان الکترومغناطیسی از حد معینی بیشتر باشد و در برخورد با مولکول‌ها، آنها را به یون تبدیل کند، به آن تابش یون‌ساز می‌گویند. این تابش‌ها در برخورد با بافت موجود زنده، پیوندهای درونی بافت یا رباط‌های عضلات را قطع می‌کند.

ـ **تابش غیریون‌ساز**: اگر تابش میدان الکترومغناطیس به حدی باشد که در برخورد با بافت موجود زنده، باعث تبدیل شدن به یون نشود، به آن تابش غیریون‌ساز می‌گویند.

تأثیر بلندمدت یا نسبتاً بلندمدت تابش‌های غیریون‌ساز بسیار قوی در اجسام و بافت‌های موجودات زنده موجب افزایش دما می‌شود که این امر خود می‌تواند زمینه‌ساز بیماری‌های مختلف باشد.

امواج الکترومغناطیس ماهیت و سرعت یکسان دارند و فقط از لحاظ فرکانس یا طول موج با هم متفاوتند. برای ارتباطات رادیویی از بسامدهای ۳۰ مگا هرتز تا ۳۰۰ گیگا هرتز استفاده می‌شود که این امواج طول موج یک میلیمتر تا یک متر دارند. کاربردهای امواج این حوزه فرکانسی عبارتند از: رادیو و تلویزیون (۳۰ تا ۳۰۰ مگا هرتز)، تلفن همراه (۹۰۰ تا ۱۸۰۰ مگا هرتز)، اجاق گازهای میکروویو (۲٤٥۰ مگا هرتز)، رادارها (۳۰۰ مگا هرتز تا ۳۰ گیگا هرتز) و ماهواره ها (۳۰ گیگا هرتز تا ۳۰۰ گیگا هرتز).

در سال‌های اخیر مردم نگران آثار زیانبار ناشی از پرتوهای الکترومغناطیس شده‌اند. آثار زیانبار بیولوژیکی ناشی از امواج به آثار حرارتی و غیرحرارتی تقسیم می‌شوند. از آثار حرارتی این امواج می‌توان آسیب به چشم (کاتاراکت) و دستگاه تولید مثل اشاره کرد. از آثار غیرحرارتی امواج نیز می‌توان به تغییر الگوی خواب، تغییر در فعالیت نورون‌های سلول‌های مغزی و سیستم اعصاب مرکزی، سردرد، تنش چشمی، خستگی، گیجی، احساس ترس، افسردگی، آشفتگی حافظه، درد در ناحیه سینه، مشکلات تنفسی، مشکلات جنسی و ... اشاره داشت.

برای حفاظت مردم در برابر این میدان‌ها، توصیه‌ها و استانداردهایی ازسوی مجامع بین‌المللی و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ارائه شده که در این گزارش نیز به آنها اشاره می‌شود.

۲. منابع مولد تابش‌های یون‌ساز و غیریون‌ساز

پرتوهای گاما (۵×۱۰^{۱۹} الی $۱۰^{۲۲}$ هرتز) نسبت به باندهای فرکانسی دیگر فرکانس بالاتری دارند. این پرتوها یون‌ساز بوده و آثار مخربی بر بافت‌های موجودات می‌گذارند. پرتوهای ایکس (۳×۱۰^{۱۷} الی ۵×۱۰^{۱۹} هرتز) و پرتوهای ماورای بنفش ($۷/۶۹\times۱۰^{۱٤}$ الی ۳×۱۰^{۱۷} هرتز) نیز جزء تابش‌های یون‌سازند، اما آثار تخریبی آنها کمتر است.

باندهای فرکانسی پایین‌تر یعنی باندهای فرکانسی میکروویو و پایین‌تر از آن، جزء تشعشع‌های غیریون‌ساز دسته‌بندی می‌شوند. در واقع هر وسیله برقی مولد تابش غیریون‌ساز است. البته اغلب آنها تابش‌های غیریون‌ساز ضعیف دارند، اما بعضی از آنها دارای تابش‌های غیریون‌ساز قوی‌اند. بسیاری از وسایل ارتباطات رادیویی از این دسته محسوب می‌شوند.

در اطراف کابل‌های برق فشار قوی نیز میدان الکترومغناطیسی تشکیل می‌شود. این میدان‌ها امواج الکترومغناطیس با فرکانس‌های بسیار پایین ELF (۳۰ الی ۳۰۰ هرتز) دارند. لذا آثار خطوط برق فشار قوی در محدوده فرکانس‌های غیریون‌ساز بررسی می‌شوند. باید توجه داشت که گرچه بسامد این امواج پایین است، اما شدت میدان مغناطیسی آنها بسیار بالاست و ممکن است آثار بیولوژیکی سوء داشته باشند.

همان‌طور که گفته شد هر وسیله برقی مولد تابش غیریون‌ساز است. لذا منابع مولد تشعشع‌های غیریون‌ساز در محیط اطراف ما بسیار زیادند. در این گزارش دو گروه عمده تابش‌های غیریون‌ساز در حوزه ارتباطات مخابراتی و انتقال و توزیع برق بررسی می‌شوند.

الف) مهمترین منابع مولد تشعشع‌های غیریون‌ساز در حوزه ارتباطات مخابراتی

مهمترین منابع مولد تشعشع‌های غیریون‌ساز در حوزه ارتباطات مخابراتی عباتند از:

۱. ایستگاه‌های پایه مخابراتی (BTS)

BTSهای شبکه ارتباطات سیار به دو گروه ۹۰۰- GSM و ۱۸۰۰ GSM تقسیم‌بندی می‌شوند که گروه اول در باند فرکانسی ۸۹۰ تا ۹٦۰ مگاهرتز فعالیت می‌کنند و گروه دوم در باند فرکانسی ۱۷۱۰ تا ۱۸۸۰ مگاهرتز فعالند. به‌طور معمول قدرت تابش BTS در هر کانال آن برابر با ۰/٦ وات است.

آنچه نگرانی از امواج BTS را بیشتر می‌کند این است که تابش این امواج دائمی است و تمام مردم در ۲٤ ساعت شبانه‌روز و برای سال‌ها در معرض امواج BTS قرار دارند. فاصله کم

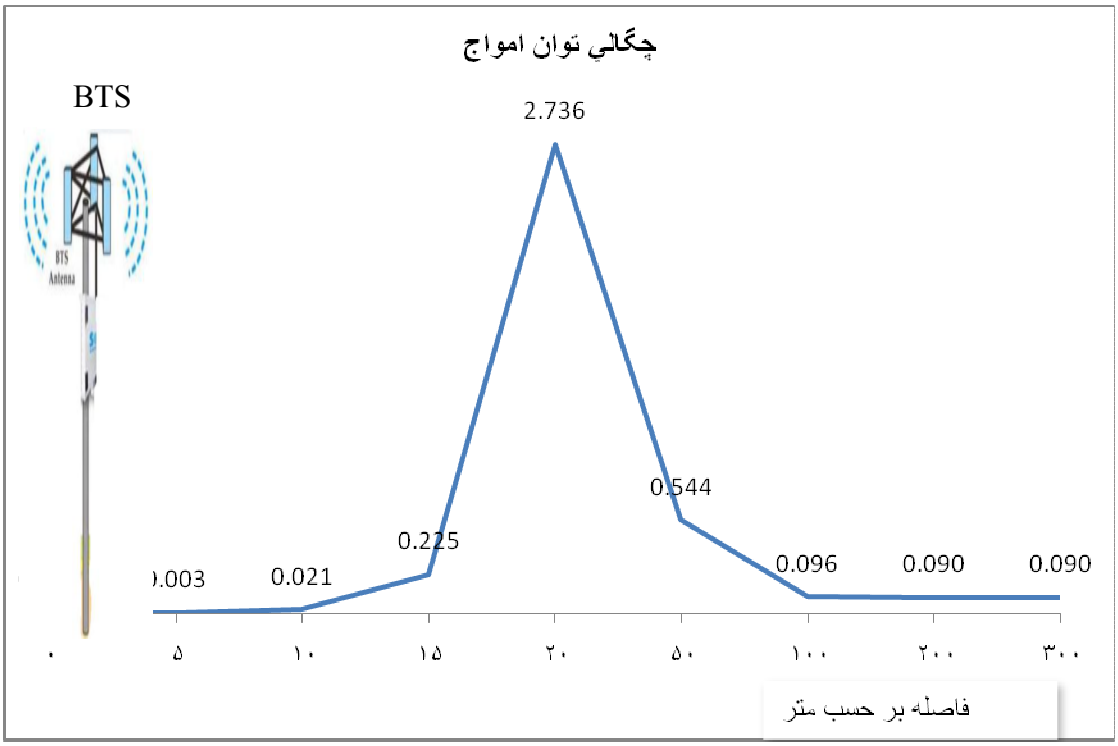
آنتن‌های BTS با منازل، این نگرانی‌ها رابیشتر کرده است. مطالعات نشان می‌دهند که چگالی توان تشعشع الکترومغناطیس از پای دکل BTS تا فاصله ۱۰ متری ناچیز بوده، اما از فاصله ۱۰ تا ۱۵ متری کاملاً محسوس است. بیشترین چگالی توان نیز در فاصله ۲۰ متری از پای دکل است و با افزایش فاصله از ۲۰ متر، چگالی توان امواج کاهش می‌یابد و از فاصله ۱۰۰متر به بعد تقریباً ثابت خواهد بود (منبع ۲). نگرانی دیگر، این است که در سال‌های اخیر، اپراتورهای مخابراتی با پرداخت وجه به صاحبان ساختمان‌های بلند، آنتن‌های مخابراتی BTSها را روی پشت‌بام این ساختمان‌ها نصب می‌کنند. البته با وجود آنکه تشعشع این امواج در فاصله ۱۰ تا ۱۵ متری این آنتن‌ها ناچیز است ضرری متوجه صاحبان ساختمان‌هایی که مجوز نصب آنتن را به اپراتور داده‌اند، نیست و بیشتر، همسایگان این ساختمان‌ها در معرض خطرات تشعشع امواج الکترومغناطیس ساطع شده از آنتن‌های مذکور قرار دارند.

جدول ۱. چگالی توان امواج الکترومغناطیس BTS

فاصله از آنتن (متر)	میانگین چگالی توان امواج (میلی‌وات بر مترمربع)	مقایسه با میزان مجاز استاندارد محیطی (درصد)
۰ (پایه آنتن)	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰٦
٥	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۰٥
۱۰	۰/۰۲۱	۰/۰۰۰٤
۱٥	۰/۲۲٥۱	۰/۰۰٥
۲۰	۲/۷۳٦	۰/۰٦
٥۰	۰/٥٤۳۷	۰/۰۱۲
۱۰۰	۰/۰۹٦۳	۰/۰۰۲
۲۰۰	۰/۰۹۰٦	۰/۰۰۲

جدول ۱ و نمودار ۱ ، چگالی توان امواج الکترومغناطیس BTS را برحسب فاصله از پای دکل نشان می‌دهد. در جدول ۱، چگالی به‌دست آمده با میزان مواجهه استاندارد محیطی مقایسه و به‌صورت درصدی از آن بیان شده است.

نمودار ۱. چگالی توان امواج الکترومغناطیس BTS برحسب فاصله از پای دکل



۲. گوشی تلفن همراه

قدرت خروجی امواج الکترومغناطیسی گوشی تلفن همراه از ۳۰۰ میلی‌وات تا ۲ وات در نوسان است. هر چه گوشی تلفن همراه از آنتن BTS دورتر باشد، قدرت خروجی امواج آن بیشتر می‌شود. همچنین هر چه زمان مکالمه طولانی‌تر باشد، میزان پرتوگیری بدن (گوش و مغز) بیشتر می‌شود. گفته می‌شود هنگام ارسال MMS یا پیام تصویری ، خطر امواج ۱۰۰۰ برابر بیشتر است. هنگام حرکت در مکان‌هایی که سیگنال گوشی تلفن همراه متغیر است ، گوشی سعی در به‌دست آوردن سیگنال بیشتر دارد و در واقع امواج بیشتر و قوی‌تری از خود ساطع می‌کند و خطرناک‌تر است.

استفاده پیوسته از تلفن همراه از حدود ۲۰ دقیقه به بالا می‌تواند با افزایش تدریجی حرارت بافت‌های مغز، سبب ایجاد تغییرات بیولوژیک در بافت مغز و در نتیجه کاهش شنوایی شود. (منبع ۱۰)

امواج گوشی تلفن همراه حتی زمانی‌که با آن مکالمه نمی‌کنیم نیز خطرناک است و توصیه شده بیش از ۳۰ سانتی‌متر با آن فاصله داشته باشیم. خانم‌های باردار باید حداقل ۲ متر با گوشی تلفن همراه فاصله داشته باشند. (منبع ۱۰)

کودکان به‌علت سیستم عصبی در حال رشد و جذب انرژی فراوان از ناحیه سر، بیشتر در معرض خطر امواج تلفن همراه قرار دارند و باید کودکان را از استفاده زیاد از تلفن همراه برحذر

داشت. افرادی که تنظیم‌کننده ضربان قلب در بدن دارند باید در استفاده از تلفن همراه و همچنین قرار گرفتن در معرض امواج فرکانس رادیویی پرهیز کنند.

۳. مسدودکننده‌های گوشی تلفن همراه[1]

این دستگاه‌ها برای ممانعت از استفاده گوشی تلفن همراه در جلسات مهم، کتابخانه‌ها، اماکن امنیتی، سالن‌های تئاتر و ... کاربرد دارند. شعاع فعالیت یک مسدودکننده به قدرت آن و محیط اطراف بستگی دارد که می‌تواند شامل فضای آزاد ، دیوارها یا ساختمان‌ها باشد. مسدودکننده‌های ضعیف، تماس‌های تلفنی را در دامنه تقریباً ۹ متری خود مختل می‌کنند.[2] مسدودکننده‌های متوسط می‌توانند در یک ناحیه به بزرگی زمین فوتبال، اختلال رادیویی ایجاد کنند. مسدودکننده‌های قدرتمندتر که معمولاً با مجوزهای قانونی مورد استفاده قرار می‌گیرند، خدمات تلفن همراه را در ناحیه‌ای به شعاع ۱/٦ کیلومتر از کار می‌اندازند. بعضی مسدودکننده‌ها با ارتعاش امواج با فرکانس ۲٤۰۰ مگاهرتز، باعث قطع ارتباط بلوتوث و وایرلس نیز می‌شوند. مسدودکننده‌ها به ۳ صورت ثابت، قابل حمل و پرقدرت تقسیم می‌شوند. توان خروجی یک مسدودکننده ۲ یا ۳ وات است که در یک محیط وسیع عمل می‌کند و این در حالی است که با توان خروجی تلفن همراه که مستقیماً با بدن در تماس است، برابری دارد. با توجه به اینکه مسدودکننده‌ها، فرستنده امواج الکترومغناطیسی‌اند و در فاصله نزدیک قرار می‌گیرند احتمال خطر برای سلامتی انسان وجود دارد و لذا توصیه شده است که مدت زمان استفاده و پوشش یک مسدودکننده محدود و کم باشد.

۴. ارتباطات ماهواره‌ای

فرستنده‌های زمینی امواج ارتباط با ماهواره‌ها به دلیل فاصله چندین هزار کیلومتری آنها، برای غلبه بر تلفات مسیر و آثار جوی، توان بالایی ارسال می‌کنند و در مجموع پرقدرت محسوب می‌شوند. اما تابش امواج ماهواره به زمین دارای قدرت بسیار ضعیفی است. فرستنده‌های ماهواره‌ای در باند فرکانسی ٤ الی ٦ گیگاهرتز و باند فرکانسی ۱۰ الی ۱۳ گیگاهرتز عمل می‌کنند.

۵. فرستنده‌های پخش رادیو ـ تلویزیونی

قدرت تابش آنتن‌های تلویزیون ۱۰ الی ٤۰ وات است. اما قدرت تابش آنتن‌های رادیو حتی به یک مگاوات هم می‌رسد. امواج رادیو و تلویزیون جزء تشعشعات قدرتمند محسوب می‌شوند. چون اولاً فرکانس بالایی دارند، ثانیاً به‌دلیل سطح وسیع پوشش و مسافت زیاد گیرنده‌ها، لازم است امواج مذکور با توان بالا ارسال شوند. در این فرکانس، تشعشعات بیشتر است و بنابراین تأثیر آنها بر

1. Mobile Phone Jammer

۲. از مشخصات فنی دستگاه‌های جمر موجود در بازار استخراج شده است.

سلامت مردم نیز افزون‌تر است. حتی گفته می‌شود تأثیر زیان‌آور فرستنده‌های امواج رادیو و تلویزیون حدود یک‌صد برابر فرستنده‌های امواج تلفن همراه است. شایان توجه است که امواج رادیو و تلویزیون همانند امواج BTS به‌طور شبانه‌روزی و در تمامی ایام سال به محیط ارسال می‌شوند.

۶. دستگاه‌های وای‌فای

فناوری وای‌فای از منابع مولد تابش غیریون‌ساز جدید است. وای‌فای فناوری ارتباطات رادیویی داده‌هاست و در فرکانس‌های ۲/٤، ۳/٦ و ٥ گیگاهرتز کار می‌کند. بُرد مفید آن ۱۵ الی ۳۰ متر است و انرژی کانال‌های وای‌فای نباید از ۵۰ دبی (DB) بیشتر شود.

۷. فرستنده‌های بی‌سیم خصوصی

فرستنده‌های بی‌سیم خصوصی در مشاغل نظامی ـ انتظامی، نظارتی، کنترل و... کاربرد دارند. این فناوری در محدوده فرکانس ۳۸۰ الی ٤۷۰ مگاهرتز کار می‌کند.

قدرت فرستنده‌های بی‌سیم خصوصی (تترا) به لحاظ پوشش گسترده و وسیع آن بسیار بالا و بسته به وسعت پوشش آن بین ۱۰ تا چند صد وات است.

۸. تلفن بی‌سیم خانگی

قدرت مجاز این نوع تلفن، مطابق استاندارد عمومی DECT[1] در فاصله ۱۰۰ متری، ۲۵۰ میلی‌وات است. البته در بازار، تلفن‌های بی‌سیمی وجود دارند که در آن استاندارد مذکور رعایت نشده است.

۹. سرگوشی مجهز به دندان آبی (بلوتوث)

قدرت میدان سرگوشی بلوتوث اندکی کمتر از قدرت تابش گوشی تلفن همراه است. این سرگوشی‌ها همواره در گوش استفاده می‌شوند لذا میزان پرتوگیری گوش زیاد است.

ب) مهمترین منابع مولد میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی در حوزه برق، شامل دکل‌ها و خطوط انتقال برق فشار قوی

مطالعات زیادی در خصوص آثار و مضرات قرار گرفتن در نزدیکی کابل‌های برق فشار قوی در زمینه‌های مختلف سلامت انسان و موجودات زنده انجام گرفته که البته نتایج آنها گاه متفاوت بوده، ولی در مجموع، تمامی آنها بر عوارض قرار گرفتن بلندمدت در معرض میدان‌ها تأکید دارند. به‌خصوص اثر منفی‌شان بر جنین مادران باردار و کودکان در سن رشد حداقل به‌صورت آماری به اثبات رسیده است.

1. Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT)

از آنجا که پست‌ها و خطوط فشار قوی فرکانس ۵۰ هرتز دارند، لذا در تقسیم‌بندی گستره‌های فرکانسی، جزء فرکانس های بسیار پایین (ELF) محسوب می‌شوند.

در جدول ۲ حدود مجاز میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی برای فرکانس ۵۰ هرتز در استانداردهای مختلف و برای محیط‌های حرفه‌ای (محیطی که افراد حاضر در آن نسبت به مخاطرات این میدان‌ها اطلاعات کافی دارند و آموزش‌دیده‌اند) و محیط‌های غیرحرفه‌ای (عمومی) آورده شده است. همان‌طور که در جدول ۲ نشان می‌دهد مقادیر گزارش کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر تشعشعات غیریونیزه‌کننده[1] از بقیه استانداردها پایین‌تر است. به‌عبارت دیگر این استاندارد نسبت به استانداردهای دیگر سختگیرانه‌تر است که به همین دلیل برای احتیاط بیشتر اغلب، این مقادیر را به‌عنوان حدود مجاز انتخاب می‌کنند.

جدول ۲. حدود مجاز میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی برای فرکانس ۵۰ هرتز

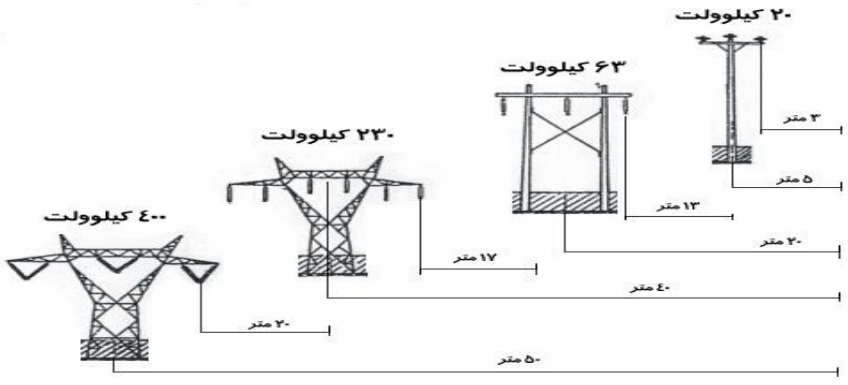
استاندارد / نوع محیط و نوع میدان		کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر تشعشعات غیریونیزه‌کننده (ICNIRP)	کنفرانس آمریکایی متخصصان بهداشت روی صنایع دولتی (ACGIH)	انجمن علمی مهندسین برق و الکترونیک کشور آمریکا (IEEE)	هیئت ملی حفاظت در برابر تشعشعات کشور انگلیس (HPA & NRPB)	انجمن علمی اتحادیه اروپا (EU)
محیط‌های عمومی	میدان مغناطیسی (میلی تسلا)	۰/۱	–	۰/۹۰۴	۰/۹۰۴	۰/۱
	میدان الکتریکی (کیلوولت بر متر)	۵	–	۵	۵	۵
محیط‌های حرفه‌ای	میدان مغناطیسی (میلی تسلا)	۰/۵	۱	۲/۷۱	۱/۳	–
	میدان الکتریکی (کیلوولت بر متر)	۱۰	۲۵	۲۰	۱۲	–

فواصل مجاز نزدیکی انسان به این خطوط در کشورهای مختلف همواره در حال تغییر بوده و تاکنون نیز مقرراتی استاندارد شده و بین‌المللی برای فاصله مجاز زندگی انسان در اطراف این

1. International Commission on Non – ionizing Radiation Protection (ICNIRP)

خطوط وضع نشده است. هر کشور براساس عوامل محیطی و عوامل ایمنی دیگر، ارقامی را برای حریم مطمئن زندگی در کنار خطوط انتقال تعیین می‌کند و با گذشت زمان این ارقام اصلاح و تغییر می‌پذیرند.

شکل ۱. حریم خطوط برق فشار قوی بر حسب ولتاژهای مختلف



در کشور ما در سال ۱۳٤۷ طی مصوبه هیئت وزیران، حریم‌هایی برای خطوط انتقال و توزیع با ولتاژهای مختلف تعیین شدند که در آنها بیشتر حفظ ایمنی از نظر حوادث فیزیکی نظیر تخریب احتمالی تأسیسات خط، مد نظر بوده است. در این مصوبه حریم خطوط به دو دسته «حریم درجه یک» و «حریم درجه دو» تقسیم‌بندی شده است. شکل ۱ حریم خطوط برق فشار قوی را براساس ولتاژهای مختلف نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل نشان داده شده، حریم درجه ۱ برای ولتاژهای ۲۰، ٦۳، ۲۳۰ و ٤۰۰ کیلو ولت به‌ترتیب برابر با ۳، ۱۳، ۱۷ و ۲۰ متر است و حریم درجه ۲ برای ولتاژهای مذکور به‌ترتیب برابر با ۵، ۲۰، ٤۰ و ۵۰ متر است.

۳. آثار احتمالی بیماری‌زای تشعشع‌ها

توان و شدت میدان‌های الکترومغناطیسی که در محیط زیست انسان‌ها ایجاد شده‌اند، چه آنها که باعث افزایش محسوس دمای بدن می‌شوند و چه آنهایی که گرمایش محسوسی را در بدن ایجاد نمی‌کنند، براساس برخی پژوهش‌ها در بلندمدت زیان‌آور بوده و بر سلامت انسان اثر سوء دارند، البته همه پژوهشگران بر میزان آثار این امواج توافق ندارند. با وجود این، در ادامه به برخی آثار احتمالی اشاره می‌شود.

این آثار سوء احتمالی تنوع زیادی دارند. مهمترین آنها ابتلا به سرطان خون در کودکان و جوانان

و به‌ویژه کسانی که اشعه بالایی نسبت به مقدار مجاز آن دریافت می‌کنند، است. اثر میدان‌های مغناطیسی بر کودکانی که در سن رشد قرار دارند یا زنان باردار و همچنین افراد سالخورده بسیار جدی و خطرناک است. تأثیر میدان‌های مغناطیسی گاه موجب سقط جنین، شیوع بسیاری از بیماری‌ها ازجمله بیماری‌های خونی و قلبی و عروقی می شود. همچنین مقادیر کم ولی بلندمدت این امواج می‌توانند در دستگاه عصبی اختلال ایجاد کرده و به سرطان مغز و سایر ارگان‌ها، اختلالات شناختی در کودکان و بروز آلزایمر منجر شوند. آثار سوء دیگری که میدان‌های الکترومغناطیسی دارند شامل، کاهش دقت حافظه اعداد، کاهش قدرت شناسایی کلمات، کاهش سرعت عکس‌العمل به محرک‌های بینایی، تضعیف ادراک حسی، افزایش احتمال ابتلا به آلزایمر، افزایش ترس و اضطراب و... است. (منابع ٥، ٦ و ٧)

با توجه به تأثیرات زیانبار میدان‌های الکترومغناطیسی و میدان‌های الکتریکی که توسط بسیاری از مراجع علمی مطرح شده، لازم است راهکارهای اساسی برای کاهش این تأثیرات زیانبار در کشور اتخاذ شوند.

۴. قربانیان تابش‌های غیریون‌ساز

اگر انواع تابش‌های غیریون‌ساز را به دو دسته ضعیف و قوی تقسیم کنیم (با هر تعبیری از کمیت ضعیف و قوی)، همچنین مواجهه افراد با تشعشع‌های غیریون‌ساز را به دو دسته، مواجهه کوتاه‌مدت و مواجهه بلندمدت دسته‌بندی کنیم، در این صورت با ضریب اطمینان بالا می‌توان بیان کرد:

۱. مواجهه کوتاه‌مدت با تابش‌های غیریون‌ساز ضعیف، تاکنون قربانی نگرفته یا گزارشی در این زمینه منتشر نشده است و در هر صورت پژوهش در این زمینه ادامه دارد.

۲. مواجهه بلندمدت با تابش‌های قوی، آثار زیست‌شناختی و بیماری‌زا دارد و مثلاً در مورد رادار، مرگ‌آور است.

۳. مواجهه بلندمدت با تابش‌های ضعیف، اگر هم بیماری‌زا نباشد تشدیدکننده بیماری (مثلاً سرطان مغز) و در هر صورت آثار زیست‌شناختی نامطلوبی به همراه دارد.

٤. بدیهی است علاوه‌بر کاربران، کاربران بنگاه‌هایی که سروکارشان با تجهیزات رادیویی است، از عواقب مواجهه بلندمدت با تابش‌های غیریون‌ساز قوی و ضعیف، در امان نیستند.

از میان تمام کسانی که در بلندمدت در معرض تابش‌های ضعف و قوی قرار دارند، اطفال در معرض خطر بیشتری نسبت به بزرگسالان قرار دارند و زنان باردار نسبت به سایر افراد خانواده، آسیب‌پذیرترند.

۵. وضعیت قوانین و مقررات

قوانین و مقررات کشور که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم با موضوع تشعشع‌های الکترومغناطیس مرتبطند عبارتند از:

ـ قانون حفاظت در برابر اشعه (مصوب سال ۱۳٦۸ مجلس شورای اسلامی) به‌علاوه آیین‌نامه اجرایی (مصوب سال ۱۳٦۹ هیئت وزیران) و اصلاحیه سال ۱۳۸٦،

ـ قانون جرائم رایانه‌ای و مواد مربوط به اختلال در سامانه‌های رایانه‌ای و مخابراتی (مصوب سال ۱۳۸۸ مجلس شورای اسلامی)،

ـ تصویبنامه «حریم خطوط هوایی انتقال و توزیع نیروی برق» (مصوب سال ۱۳٤۷ هیئت وزیران)،

ـ قانون وظایف و اختیارات وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات(مصوب سال ۱۳۸۲ مجلس شورای اسلامی)،

ـ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (مصوب سال ۱۳۷۱ مجلس شورای اسلامی) ،

ـ قانون تشکیلات و وظایف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی(مصوب سال ۱۳٦۷ مجلس شورای اسلامی).

الف) قانون حفاظت در برابر اشعه (مصوب سال ۱۳۶۸)

قانون حفاظت در برابر اشعه ۲۳ ماده دارد که در ۷ فصل تنظیم شده است. فصل اول، کلیات است که به بیان اهداف و تعریف اصطلاحات به‌کار رفته در قانون می‌پردازد. فصل دوم با عنوان پروانه و مسئولیت‌هاست که به لزوم و شرایط اخذ مجوز پروانه کسب و اشتغال مرتبط با اشعه مربوط می‌شود. فصل سوم، نظارت و بازرسی، فصل چهارم، جرائم و مجازات‌ها، فصل پنجم، مقررات ویژه را دربرمی‌گیرد و برای افرادی که به‌طور مستمر به کار اشعه اشتغال دارند مزایای کاهش ساعت کار، افزایش مرخصی و افزایش فوق‌العاده در نظر گرفته شده است.

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی تاکنون نتوانسته‌اند برای اجرای دقیق قانون حفاظت در برابر اشعه تعامل مناسبی داشته باشند. برای مثال قبل از نصب آنتن‌های BTS باید مستنداتی مبنی‌بر رعایت اصول مهم ایمنی (اصولی مانند چگالی‌سنجی که در قانون حفاظت از اشعه کشور ذکر شده) به وزارت بهداشت ارائه و پس اخذ مجوز، آنتن‌ها نصب شوند، اما این مهم رعایت نمی‌شود.

سنجش چگالی در میان عوامل دیگر ایمنی از اهمیت بسیاری برخوردار است و براساس آن انرژی ساطع شده از آنتن‌های تلفن همراه باید بین یک تا ۱۰ میلی وات باشد. متأسفانه نصب تمامی آنتن‌های BTS تاکنون بدون اخذ مجوز از وزارت بهداشت انجام شده است .

ب) تصویبنامه «حریم خطوط هوایی انتقال و توزیع نیروی برق» (مصوب سال ۱۳۴۷)

در سال ۱۳٤۷ تصویبنامه‌ای در خصوص حریم مجاز برای ساخت و ساز، تأسیسات و ... در نزدیکی کابل‌های برق فشار قوی توسط هیئت وزیران تصویب شده است که در حال حاضر یکی از معیارهای اصلی برای امور شهرسازی است. در این تصویبنامه، حریم خطوط به دو دسته «حریم درجه یک» و «حریم درجه دو» تقسیم‌بندی شده‌اند. محدوده تعیین شده در تصویبنامه بیشتر بر حفظ ایمنی از نظر حوادث فیزیکی نظیر تخریب احتمالی تأسیسات خط، دامنه نوسانات خط در اثر وزش باد و احتمال اتصال کوتاه در اثر برخورد خط با شاخه درختان یا اشیای دیگر است اما آثار بیولوژیکی میدان‌های الکتریکی و میدان‌های مغناطیسی برق فشار قوی مورد توجه نبوده‌اند. لذا لازم است این تصویبنامه با توجه به مسائل جدید مطرح شده ازجمله سلامتی انسان و حفظ محیط زیست، به‌روزرسانی شده و در آن، استانداردهای جدید بین‌المللی لحاظ شوند.

نتیجه‌گیری

وسایل و دستگاه‌های تولیدکننده امواج الکترومغناطیس، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی روزبه‌روز بیشتر و متنوع‌تر می‌شوند. تحقیقات بسیاری برای بررسی آثار این امواج بر سلامت انسان صورت گرفته و بعضی از آنها تأثیر سوء تشعشات الکترومغناطیس بر سلول‌ها و بافت‌های موجودات زنده را رد نمی‌کنند. آثار احتمالی بیماری‌زای تشعشع‌ها به‌صورت اختلال در دستگاه عصبی، اختلال در ضربان قلب، اختلال در تکامل و رشد جنین و کودکان، ابتلا به بیماری صرع، تضعیف ادراک حسی، افزایش ترس و اضطراب و ... ظاهر می‌شوند.

مهمترین منابع مولد تشعشع‌های غیریون‌ساز شامل ایستگاه‌های پایه مخابراتی BTS، گوشی تلفن همراه، مسدودکننده‌های گوشی تلفن همراه، فرستنده‌های رادیو و تلویزیون، فرستنده‌های بی‌سیم، خطوط انتقال برق فشار قوی، کارخانه‌هایی با جریان برق بالاتر از ۳۰۰ کیلو آمپر و... می‌شوند.

تحقیق در مورد امواج الکترومغناطیسی و تأثیر آنها بر بدن انسان همواره مورد توجه متخصصان (طراحان ادارات مخابرات و پزشکان) بوده است. نتایج تحقیقات انجام شده در این خصوص مختلف و گاه متضاد است. این نتایج را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد. دسته اول که

اغلب محققان آن پزشک‌اند تأثیر سوء امواج الکترومغناطیسی بر بدن انسان را انکارناپذیر می‌دانند. دسته دوم که اغلب محققان آن متخصصان علوم برق و مخابرات‌اند معتقدند که امواج الکترومغناطیس در حالت کلی برای بدن مضر نیستند و به پارامتر توان امواج و شرایط محیطی بستگی دارند.

به‌طور کلی تأثیر امواج الکترومغناطیس به میزان توانی که به بدن کاربر می‌رسد بستگی دارد و حساسیت اجزای مختلف بدن انسان نیز نسبت به این امواج متفاوت است. سر انسان در اکثر تحقیقات به‌عنوان حساس‌ترین بخش در مقابل امواج الکترومغناطیسی در نظر گرفته می‌شود. یک مثال از این موضوع تب بالاست که تشنج در فرد بیمار را به دنبال دارد و افزایش دما در بدن فرد، مغز و فعالیت آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به اینکه امواج الکترومغناطیسی در صورت نفوذ به بدن، تولید گرما کرده و گرمای حاصل در صورت موضعی یا پراکنده بودن می‌تواند همان تأثیر افزایش دما در بدن را داشته باشد، لذا در بررسی تأثیرات امواج الکترومغناطیسی بر بدن انسان، توان امواج و مدت زمان آن باید مورد توجه قرار گیرد.

در علم مخابرات، مخصوصاً در صنعت طراحی ادوات مخابراتی برای کاربرد شخصی، مانند تلفن‌های همراه، شبکه‌های بی‌سیم اینترنتی و... یک معیار تحت عنوان میزان جذب خاص[1] (SAR) مورد استفاده خواهد بود.

به‌منظور یافتن پاسخ دقیق به این پرسش که آیا امواج الکترومغناطیسی بر بدن انسان تأثیر دارند و میزان و نحوه تأثیر آنها چگونه است؟ ضرورت دارد که پروژه‌های مشترک با همکاری پزشکان و مهندسان برق و مخابرات طراحی و انجام شوند تا متخصصان در قالب پروژه‌های بین‌رشته‌ای بتوانند پاسخ قطعی در این خصوص ارائه کنند. چنین تحقیقاتی در کشور ما می‌تواند منجر به بومی‌سازی استانداردهای موجود، متناسب با شرایط اقلیمی و جغرافیایی کشور نیز بشود.

بنابراین وضع قوانین و مقررات و استانداردهای لازم برای کنترل و کاستن آثار مخرب تشعشع‌ها ضروری است. گرچه چندین سازمان و وزارتخانه ازجمله وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، سازمان انرژی اتمی ایران و سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات، متولی این حوزه‌اند، اما هنوز ساماندهی مناسبی برای تضمین و حفظ سلامت مردم در برابر تشعشع‌های الکترومغناطیس انجام نشده است و هماهنگی لازم بین سازمان‌ها و وزارتخانه مختلف در این حوزه دیده نمی‌شود.

درخصوص حریم خطوط هوایی انتقال و توزیع برق نیز درحال حاضر مصوبه ۱۳٤۷ ملاک

1. Specific Absorption Rate (SAR)

اصلی در امور شهرسازی است که با توجه به اشکالات آن در عدم توجه به آثار بیولوژیکی میدان‌های الکتریکی و میدان‌های مغناطیسی برق فشار قوی، نیاز به بازنگری دارد. این بازنگری باید با رویکرد توجه به سلامتی انسان و حفظ محیط زیست انجام شود.

منابع و مآخذ

۱. آثار و مضرات دکل‌های برق و مخابرات و فاصله معقول آنها از محل مسکونی، گزارش ۸۷۱٤، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸٦.

۲. نصیری، پروین و همکاران. بررسی وضعیت انتشار امواج الکترومغناطیس ناشی از آنتن‌های BTS باند ۹۰۰ مگاهرتز در شهر تهران، دکتر پروین نصیری و همکاران، مجله سلامت و محیط، ۱۳۹۰.

۳. جلسه نهم بررسی ساماندهی دکل‌ها و پست‌های فشار قوی در شهر تهران (پاییز و استاندارد)، شورای اسلامی شهر تهران، ۱۳۹۰.

٤. قوانین مرتبط با موضوع، لوح حق مرکز پژوهش‌های مجلس.

٥. استکی، حسین. تأثیر امواج الکترومغناطیسی بر دستگاه عصبی، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۸۹.

٦. سیدموسوی، سیدحسن. بررسی آثار زیست‌محیطی تشعشعات ایستگاه‌ها و تجهیزات تلفن همراه، همایش دولت همراه، مشهد، ۱۳۸۸.

۷. راهنما و دستورالعمل جامع بهداشت پرتوکاران (پرتوهای غیریون‌ساز)، مرکز سلامت محیط و کار، ۱۳۹۱.

۸. اظهارنظر کارشناسی درباره «طرح اصلاح قانون حفاظت در برابر اشعه ـ مصوب ۱۳٦۸»، گزارش ۸۹٥۲ مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۸٦.

9. ICNIRC, Guidelines for limiting Exposure to time – varying Electric and Magnetic Fields, 2010.

10. Reza Sarraf Shirazi, Calculation of EM Characteristics of a Cellular Phone Handset by time – domain MOM, PIERS, 26, 30 March, 2007.

شناسنامه گزارش	مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی	شماره مسلسل: ۱۳۰۲۳

عنوان گزارش: تهدیدهای حاصل از تشعشع منابع مولد امواج الکترومغناطیس و نزدیکی به خطوط انتقال برق برای سلامت انسان

نام دفتر: مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین

تهیه و تدوین: حسن پوراسماعیل

مدیر مطالعه: مهدی فقیهی

ناظر علمی: حمیدرضا معمارزاده طهران

متقاضی: سیدبهلول حسینی (عضو کمیسیون عمران)

ویراستار ادبی: قاسم میرخانی

واژه‌های کلیدی: ـــــ

تاریخ انتشار: ۱۳۹۲/۳/۲۶