اولین کنفرانس بین‌المللی
مطالعات تطبیقی دانش و نوآوری
در روانشناسی، علوم تربیتی، مدیریت، حقوق و آموزش و پرورش
با رویکرد علوم انسانی

MDOI-01-2026.0066
MNR--1-B3B436

تأثیر پرتوهای غیر یونیزان بر بدن انسانبررسی منابع تابش، سازوکارهای اثرگذاری، پیامدهای احتمالی بر سلامت و راهکارهای پیشگیری

شاهین مهندس فوق لیسانس فیزیک پزشکی

چکیده

پرتوهای غیر یونیزان بخش مهمی از محیط زندگی انسان را تشکیل می‌دهند و منابع تولیدکننده آن‌ها در طبیعت، محیط‌های صنعتی، مراکز درمانی و فناوری‌های ارتباطی مشاهده می‌شوند. نور مرئی، پرتوهای فرابنفش، میدان‌های الکترومغناطیسی ناشی از خطوط انتقال برق، امواج رادیویی، امواج مایکروویو و امواج مورد استفاده در تلفن‌های همراه و شبکه‌های بی‌سیم، از جمله انواع تابش‌های غیر یونیزان هستند. این پرتوها برخلاف پرتوهای یونیزان، مانند پرتوهای ایکس و گاما، معمولاً انرژی کافی برای یونیزه کردن مستقیم اتم‌ها و مولکول‌ها را ندارند؛ بااین‌حال، برخی از آن‌ها می‌توانند از طریق سازوکارهایی مانند گرم کردن بافت‌ها یا ایجاد واکنش‌های فتوشیمیایی بر بدن انسان تأثیر بگذارند. میزان اثرگذاری این تابش‌ها به عواملی نظیر فرکانس، شدت، مدت مواجهه، فاصله از منبع، ویژگی‌های بافت هدف و شرایط محیطی وابسته است. در سال‌های اخیر، با گسترش استفاده از تلفن‌های همراه، تجهیزات وای‌فای، دستگاه‌های صنعتی و فناوری‌های پزشکی، توجه به آثار احتمالی پرتوهای غیر یونیزان بر سلامت انسان افزایش یافته است. پژوهش حاضر با روش توصیفی ـ تحلیلی و بر پایه منابع علمی و گزارش‌های سازمان‌های معتبر، به بررسی انواع پرتوهای غیر یونیزان، منابع مواجهه، سازوکارهای زیستی و پیامدهای احتمالی آن‌ها بر بدن می‌پردازد. همچنین راهکارهایی برای کاهش مواجهه‌های غیرضروری و رعایت اصول ایمنی ارائه می‌شود. شواهد علمی نشان می‌دهند که برخی آثار پرتوهای غیر یونیزان، مانند آسیب ناشی از تابش شدید فرابنفش یا گرم‌شدن بافت در میدان‌های الکترومغناطیسی قوی، به‌خوبی شناخته شده‌اند؛ اما درباره برخی پیامدهای احتمالی مواجهه‌های طولانی‌مدت با میدان‌های ضعیف، هنوز پرسش‌هایی وجود دارد و نتایج باید با توجه به کیفیت شواهد علمی تفسیر شوند.

واژگان کلیدی: پرتوهای غیر یونیزان، میدان‌های الکترومغناطیسی، سلامت انسان، تلفن همراه، امواج رادیویی، پرتو فرابنفش، ایمنی پرتویی.

۱ .مقدمه

پیشرفت علم و فناوری در دهه‌های اخیر موجب افزایش استفاده از منابع مختلف تابش الکترومغناطیسی در زندگی روزمره شده است. تلفن‌های همراه، شبکه‌های ارتباطی بی‌سیم، دستگاه‌های رادیویی، تجهیزات پزشکی، خطوط انتقال برق، سامانه‌های راداری و بسیاری از وسایل صنعتی از جمله منابع تولیدکننده میدان‌ها و امواج الکترومغناطیسی هستند. علاوه بر این منابع مصنوعی، تابش خورشید نیز بخشی از پرتوهای غیر یونیزان محیط را تشکیل می‌دهد.

پرتوهای غیر یونیزان از نظر انرژی و نحوه تعامل با ماده با پرتوهای یونیزان تفاوت دارند. پرتوهای یونیزان می‌توانند با انتقال انرژی کافی، الکترون را از اتم یا مولکول جدا کنند؛ اما پرتوهای غیر یونیزان معمولاً چنین توانایی مستقیمی ندارند. بااین‌حال، غیر یونیزان بودن یک تابش به معنای بی‌ضرر بودن آن در تمام شرایط نیست. برای مثال، تابش شدید فرابنفش می‌تواند به DNA و سلول‌های پوست آسیب برساند و میدان‌های الکترومغناطیسی با شدت کافی می‌توانند موجب گرم‌شدن بافت یا تحریک اعصاب شوند.

اهمیت بررسی این موضوع از آن جهت است که انسان در طول زندگی با منابع متنوعی از تابش مواجه می‌شود. برخی از این مواجهه‌ها طبیعی و اجتناب‌ناپذیرند و برخی دیگر در نتیجه فعالیت‌های شغلی، استفاده از تجهیزات یا شرایط محیطی ایجاد می‌شوند.

از سوی دیگر، گسترش فناوری‌های ارتباطی پرسش‌های فراوانی درباره ایمنی تلفن‌های همراه، شبکه‌های وای‌فای و ایستگاه‌های مخابراتی ایجاد کرده است. پاسخ علمی به این پرسش‌ها مستلزم تفکیک انواع تابش، بررسی شدت و مدت مواجهه و توجه به نتایج پژوهش‌های معتبر است.

بنابراین، بررسی تأثیر پرتوهای غیر یونیزان بر بدن انسان باید بر پایه شواهد علمی انجام شود و از دو دیدگاه افراطی پرهیز کند: نخست، این تصور که همه پرتوهای غیر یونیزان کاملاً بی‌ضرر هستند؛ دوم، این باور که هر نوع مواجهه با این پرتوها الزاماً موجب بیماری می‌شود.

۲ .بیان مسئله

پرتوهای غیر یونیزان در بسیاری از فعالیت‌های روزمره و حرفه‌ای انسان حضور دارند. افزایش استفاده از وسایل ارتباطی، توسعه صنایع الکترونیک، کاربرد تجهیزات پزشکی و گسترش فناوری‌های مبتنی بر میدان‌های الکترومغناطیسی، ضرورت شناخت بهتر آثار این تابش‌ها بر سلامت را افزایش داده است.

مسئله اصلی آن است که پرتوهای غیر یونیزان گروهی ناهمگون از تابش‌ها را شامل می‌شوند که از نظر فرکانس، انرژی، شدت، سازوکار اثرگذاری و خطرات احتمالی تفاوت‌های قابل توجهی دارند. بنابراین، نمی‌توان درباره تمام این پرتوها یک حکم کلی صادر کرد.

برای مثال، پرتو فرابنفش خورشید می‌تواند باعث آفتاب‌سوختگی، پیری زودرس پوست و افزایش خطر سرطان پوست شود؛ درحالی‌که امواج رادیویی تلفن همراه در شرایط مواجهه متعارف، عمدتاً از نظر آثار حرارتی و رعایت محدودیت‌های تعیین‌شده بررسی می‌شوند.

همچنین، برخی میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس پایین در شدت‌های بالا می‌توانند در بدن جریان‌های الکتریکی ایجاد کنند و بر تحریک‌پذیری اعصاب و عضلات اثر بگذارند. در مقابل، شواهد مربوط به بسیاری از پیامدهای احتمالی مواجهه‌های طولانی‌مدت با میدان‌های ضعیف، از جمله میدان‌های متداول محیطی، همچنان موضوع پژوهش علمی هستند.

ازاین‌رو، لازم است انواع پرتوهای غیر یونیزان، منابع مواجهه، سازوکارهای اثرگذاری، پیامدهای شناخته‌شده و خطرات احتمالی آن‌ها به‌صورت جداگانه بررسی شوند.

۳ .اهداف پژوهش

۳ـ۱. هدف اصلی

بررسی تأثیر پرتوهای غیر یونیزان بر بدن انسان و شناخت خطرات احتمالی ناشی از مواجهه با منابع مختلف تابش.

۳ـ۲. اهداف فرعی

۱ .تعریف پرتوهای غیر یونیزان و تشریح تفاوت آن‌ها با پرتوهای یونیزان.

۲ .معرفی انواع پرتوهای غیر یونیزان و منابع طبیعی و مصنوعی آن‌ها.

۳ .بررسی سازوکارهای فیزیکی و زیستی اثرگذاری تابش بر بدن.

۴ .شناسایی آثار شناخته‌شده پرتوهای فرابنفش بر پوست و چشم.

۵ .بررسی آثار امواج رادیویی و میدان‌های الکترومغناطیسی بر سلامت انسان.

۶ .تحلیل شواهد علمی درباره استفاده از تلفن همراه و فناوری‌های بی‌سیم.

۷ .معرفی اصول ایمنی و راهکارهای کاهش مواجهه‌های غیرضروری.

۸ .ارائه پیشنهادهایی برای افزایش آگاهی عمومی و ارتقای ایمنی در محیط‌های شغلی و زندگی روزمره.

۴ .روش پژوهش

این مقاله از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی ـ تحلیلی است. اطلاعات مورد نیاز از طریق مطالعه منابع علمی، کتاب‌های تخصصی، مقالات مروری و گزارش‌های سازمان‌های معتبر بین‌المللی در زمینه حفاظت در برابر پرتوها گردآوری شده است.

در تحلیل موضوع، تفاوت میان آثار اثبات‌شده، خطرات وابسته به شدت مواجهه و پیامدهای احتمالی که هنوز به بررسی بیشتر نیاز دارند، مورد توجه قرار گرفته است.

این مقاله شامل آزمایش مستقل، اندازه‌گیری میدانی یا مطالعه بالینی جدید نیست؛ بنابراین، یافته‌های آن در چارچوب مرور و تحلیل منابع موجود تفسیر می‌شوند.

۵ .تعریف پرتوهای غیر یونیزان

پرتوهای غیر یونیزان به گروهی از تابش‌های الکترومغناطیسی گفته می‌شود که انرژی فوتون‌های آن‌ها برای یونیزه کردن مستقیم اتم‌ها و مولکول‌ها کافی نیست.

در فرایند یونیزاسیون، الکترونی از اتم یا مولکول جدا می‌شود و در نتیجه، ذره‌ای باردار یا یون تشکیل می‌شود. این فرایند می‌تواند در مواد زیستی تغییرات شیمیایی ایجاد کند.

پرتوهای غیر یونیزان معمولاً از طریق سازوکارهایی مانند جذب انرژی، ایجاد گرما، تحریک الکتریکی یا واکنش‌های فتوشیمیایی با ماده تعامل می‌کنند.

باید توجه داشت که مرز میان تابش‌های یونیزان و غیر یونیزان تنها با نام یا کاربرد یک دستگاه تعیین نمی‌شود، بلکه انرژی فوتون و ویژگی‌های فیزیکی تابش اهمیت دارند. همچنین، در بخش فرابنفش طیف الکترومغناطیسی، برخی طول موج‌ها می‌توانند به مولکول‌های زیستی آسیب فتوشیمیایی وارد کنند، هرچند این اثر لزوماً به معنای یونیزاسیون مستقیم نیست.

به همین دلیل، برای ارزیابی خطر باید نوع تابش و سازوکار زیستی آن را به‌طور دقیق مشخص کرد.

۶ .تفاوت پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان

پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان از نظر انرژی، سازوکار اثرگذاری و خطرات زیستی تفاوت دارند.

پرتوهای ایکس و گاما نمونه‌هایی از تابش‌های یونیزان هستند که می‌توانند موجب یونیزاسیون اتم‌ها و مولکول‌ها شوند. این تابش‌ها در صورت مواجهه نامناسب ممکن است به DNA آسیب برسانند و خطر برخی سرطان‌ها را افزایش دهند.

در مقابل، امواج رادیویی، امواج مایکروویو، میدان‌های الکترومغناطیسی فرکانس پایین و نور مرئی در محدوده تابش‌های غیر یونیزان قرار می‌گیرند. بااین‌حال، پرتوهای غیر یونیزان نیز در شرایط مشخص می‌توانند زیان‌آور باشند.

برای نمونه، تابش شدید فرابنفش می‌تواند باعث آسیب مستقیم یا غیرمستقیم به مولکول‌های زیستی شود. همچنین، میدان‌های رادیوفرکانسی با شدت کافی می‌توانند با گرم کردن بافت‌ها موجب آسیب شوند.

بنابراین، تفاوت اصلی این دو گروه در سازوکار فیزیکی اثرگذاری آن‌هاست و نه در این‌که یکی همیشه خطرناک و دیگری همیشه بی‌خطر باشد.

۷ .انواع پرتوهای غیر یونیزان

پرتوهای غیر یونیزان را می‌توان بر اساس فرکانس، طول موج و نحوه اثرگذاری به چند گروه تقسیم کرد.

۷ـ۱. میدان‌های الکترومغناطیسی فرکانس بسیار پایین

این میدان‌ها معمولاً در اطراف خطوط انتقال برق، سیم‌کشی ساختمان‌ها، ترانسفورماتورها، موتورهای الکتریکی و بسیاری از تجهیزات برقی ایجاد می‌شوند.

در فرکانس‌های پایین، میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی ویژگی‌های متفاوتی دارند و باید به‌صورت جداگانه بررسی شوند.

میدان‌های مغناطیسی با شدت بالا می‌توانند در بدن جریان‌های الکتریکی القا کنند. این جریان‌ها در صورت عبور از حدود مشخص ممکن است موجب تحریک اعصاب و عضلات شوند.

در محیط‌های مسکونی، شدت میدان‌ها معمولاً به فاصله از منبع، میزان جریان الکتریکی و شرایط نصب تجهیزات بستگی دارد.

۷ـ۲. امواج رادیویی

امواج رادیویی در ارتباطات بی‌سیم، پخش رادیویی و تلویزیونی، سامانه‌های مخابراتی و بسیاری از تجهیزات الکترونیکی کاربرد دارند.

تلفن‌های همراه، ایستگاه‌های پایه مخابراتی و برخی تجهیزات شبکه از منابع این امواج هستند.

در شدت‌های کافی، جذب انرژی رادیوفرکانسی می‌تواند موجب افزایش دمای بافت شود. به همین دلیل، استانداردهای ایمنی برای محدود کردن میزان مواجهه و جلوگیری از آثار زیان‌آور شناخته‌شده تدوین شده‌اند.

۷ـ۳. امواج مایکروویو

امواج مایکروویو بخشی از طیف رادیویی هستند و در اجاق‌های مایکروویو، رادارها، ارتباطات ماهواره‌ای و برخی سامانه‌های ارتباطی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مهم‌ترین سازوکار شناخته‌شده آسیب در مواجهه شدید با این امواج، گرم‌شدن بافت‌هاست. میزان جذب انرژی به فرکانس، شدت میدان، ویژگی‌های بافت و مدت مواجهه وابسته است.

در اجاق مایکروویو سالم، محفظه و سامانه‌های حفاظتی برای محدود کردن نشت انرژی طراحی شده‌اند. استفاده از دستگاه آسیب‌دیده یا دستکاری اجزای حفاظتی آن می‌تواند خطرآفرین باشد.

۷ـ۴. پرتوهای فروسرخ

پرتوهای فروسرخ از منابعی مانند خورشید، بخاری‌های تابشی، کوره‌های صنعتی و برخی تجهیزات گرمایشی منتشر می‌شوند.

این تابش‌ها در صورت جذب، می‌توانند موجب گرم‌شدن پوست و بافت‌های زیرین شوند. مواجهه شدید یا طولانی‌مدت ممکن است به سوختگی حرارتی یا آسیب چشمی منجر شود.

کارکنان صنایع شیشه، فلزکاری و برخی فرایندهای حرارتی ممکن است در صورت نبود حفاظت مناسب در معرض سطوح بالاتری از این تابش قرار گیرند.

۷ـ۵. نور مرئی

نور مرئی بخشی از طیف الکترومغناطیسی است که چشم انسان توانایی تشخیص آن را دارد.

نور طبیعی خورشید و منابع روشنایی مصنوعی از مهم‌ترین منابع این تابش هستند.

نور مرئی در شرایط عادی برای بینایی ضروری است؛ بااین‌حال، نگاه مستقیم به منابع بسیار پرنور یا برخی منابع نوری متمرکز می‌تواند به شبکیه آسیب برساند.

شدت نور، طول موج، مدت مواجهه و ویژگی‌های منبع در تعیین خطر اهمیت دارند.

بنابراین، نباید همه منابع نور مرئی را از نظر خطر در یک گروه قرار داد.

۷ـ۶. پرتوهای فرابنفش

پرتو فرابنفش بخشی از طیف الکترومغناطیسی است که طول موج آن از نور مرئی کوتاه‌تر است.

منبع طبیعی اصلی آن خورشید است. برخی لامپ‌های تخصصی، دستگاه‌های ضدعفونی‌کننده و تجهیزات صنعتی نیز می‌توانند پرتو فرابنفش تولید کنند.

پرتوهای فرابنفش معمولاً به سه گروه UVA ، UVB و UVC تقسیم می‌شوند. این گروه‌ها از نظر طول موج، میزان نفوذ و آثار زیستی تفاوت دارند.

UVA در پیری نوری پوست و آسیب‌های ناشی از تابش خورشید نقش دارد . UVB از عوامل مهم آفتاب‌سوختگی و آسیب DNA است .UVC خورشیدی عمدتاً توسط جو زمین جذب می‌شود، اما منابع مصنوعی آن می‌توانند برای پوست و چشم خطرناک باشند.

۸ .سازوکارهای اثرگذاری پرتوهای غیر یونیزان بر بدن

اثرگذاری پرتوهای غیر یونیزان به ویژگی‌های فیزیکی تابش و نوع بافت هدف بستگی دارد. سه سازوکار مهم عبارت‌اند از آثار حرارتی، تحریک الکتریکی و آثار فتوشیمیایی.

۸ـ۱. آثار حرارتی

در برخی فرکانس‌ها، انرژی میدان الکترومغناطیسی جذب بافت می‌شود و به گرما تبدیل می‌گردد. اگر افزایش دما زیاد باشد یا بدن نتواند گرمای اضافی را به‌خوبی دفع کند، احتمال آسیب افزایش می‌یابد.

گرم‌شدن بیش از حد بافت می‌تواند عملکرد سلول‌ها و پروتئین‌ها را مختل کند. شدت اثر به میزان انرژی جذب‌شده، مدت مواجهه، اندازه ناحیه در معرض تابش و توانایی بدن در تنظیم دما بستگی دارد.

۸ـ۲. تحریک الکتریکی اعصاب و عضلات

میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس پایین، در صورت شدت کافی، می‌توانند در بدن میدان‌ها و جریان‌های الکتریکی القا کنند.

این جریان‌ها ممکن است بر تحریک‌پذیری اعصاب و عضلات اثر بگذارند. در مواجهه‌های بسیار شدید، این آثار می‌توانند از نظر ایمنی اهمیت داشته باشند.

۸ـ۳. آثار فتوشیمیایی

برخی طول موج‌های تابش، به‌ویژه در محدوده فرابنفش، می‌توانند واکنش‌های شیمیایی در مولکول‌های زیستی ایجاد کنند.

برای مثال، تابش فرابنفش می‌تواند موجب ایجاد تغییرات در DNA ، تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن و آسیب به سلول‌های پوست و چشم شود.

این سازوکار با گرم‌شدن ساده بافت تفاوت دارد و ممکن است حتی بدون افزایش چشمگیر دمای بافت نیز رخ دهد.

۹ .تأثیر پرتوهای غیر یونیزان بر پوست

پوست یکی از نخستین اندام‌هایی است که در معرض تابش‌های محیطی قرار می‌گیرد. اثر تابش بر پوست به نوع پرتو، شدت و مدت مواجهه وابسته است.

۹ـ۱. آفتاب‌سوختگی

آفتاب‌سوختگی عمدتاً در نتیجه مواجهه بیش از حد با پرتو فرابنفش ایجاد می‌شود. قرمزی، درد، حساسیت و در موارد شدید تاول از نشانه‌های آن هستند.

آفتاب‌سوختگی شدید می‌تواند با آسیب سلولی قابل توجه همراه باشد. تکرار مواجهه‌های شدید با پرتو فرابنفش، به‌ویژه در سنین پایین، از عوامل افزایش‌دهنده خطر برخی سرطان‌های پوست محسوب می‌شود.

۹ـ۲. پیری زودرس پوست

مواجهه طولانی‌مدت با تابش فرابنفش خورشید می‌تواند موجب ایجاد چین‌وچروک، تغییر رنگ پوست، کاهش انعطاف‌پذیری و آسیب به ساختارهای پشتیبان پوست شود.

این پدیده که پیری نوری نامیده می‌شود، با تغییرات ناشی از افزایش طبیعی سن تفاوت دارد.

۹ـ۳. سرطان پوست

شواهد علمی نشان می‌دهند که پرتو فرابنفش خورشید و برخی منابع مصنوعی آن می‌توانند خطر سرطان پوست را افزایش دهند.

این خطر به عواملی مانند مقدار تجمعی مواجهه، سابقه آفتاب‌سوختگی، نوع پوست، ویژگی‌های ژنتیکی و استفاده از روش‌های محافظتی بستگی دارد.

بنابراین، کاهش مواجهه غیرضروری با پرتو فرابنفش یکی از اقدامات مهم پیشگیری از سرطان پوست است.

۹ـ۴. نقش حفاظت از پوست

استفاده از لباس مناسب، کلاه لبه‌دار، قرار گرفتن در سایه و به‌کارگیری ضدآفتاب با طیف گسترده می‌تواند میزان مواجهه پوست با پرتو فرابنفش را کاهش دهد.

ضدآفتاب باید مطابق دستورالعمل محصول و با توجه به مدت حضور در فضای باز تمدید شود. استفاده از ضدآفتاب به‌تنهایی جایگزین سایر روش‌های محافظتی نیست.

۱۰ .تأثیر پرتوهای غیر یونیزان بر چشم

چشم از اندام‌های حساس بدن در برابر برخی انواع تابش است. طول موج، شدت، مدت مواجهه و میزان جذب انرژی تعیین می‌کنند که کدام بخش چشم بیشتر تحت تأثیر قرار گیرد.

۱۰ـ۱. آسیب ناشی از پرتو فرابنفش

مواجهه شدید با پرتو فرابنفش می‌تواند به سطح چشم آسیب برساند و موجب التهاب دردناک قرنیه شود. این حالت ممکن است پس از حضور طولانی در محیط‌های برفی، ارتفاعات یا مواجهه با منابع مصنوعی فرابنفش رخ دهد.

مواجهه مزمن با پرتو فرابنفش نیز می‌تواند در بروز برخی بیماری‌های چشمی نقش داشته باشد.

۱۰ـ۲. آسیب ناشی از نور بسیار شدید

نگاه مستقیم به خورشید یا منابع نوری بسیار شدید و متمرکز ممکن است به شبکیه آسیب وارد کند.

خطر به ویژگی‌های منبع و شرایط مواجهه بستگی دارد. ازاین‌رو، نگاه مستقیم به خورشید، حتی هنگام برخی پدیده‌های نجومی، بدون تجهیزات تخصصی مناسب ایمن نیست.

۱۰ـ۳. آثار نور مرئی و صفحه‌نمایش‌ها

استفاده طولانی‌مدت از صفحه‌نمایش‌ها می‌تواند با خستگی چشم، خشکی چشم، تاری دید موقت و سردرد همراه باشد.

این علائم معمولاً با عواملی مانند کاهش دفعات پلک زدن، تمرکز طولانی‌مدت در فاصله نزدیک، نور نامناسب محیط و وضعیت نامناسب کار ارتباط دارند.

شواهد موجود نشان نمی‌دهند که نور آبی صفحه‌نمایش‌های معمولی در شرایط متعارف، علت اثبات‌شده آسیب شبکیه باشد. بااین‌حال، تنظیم روشنایی، استراحت منظم و رعایت فاصله مناسب برای کاهش خستگی چشم مفید است.

۱۱ .تأثیر امواج رادیویی و تلفن همراه بر بدن

تلفن‌های همراه از امواج رادیویی برای ارسال و دریافت اطلاعات استفاده می‌کنند. این امواج غیر یونیزان هستند و انرژی فوتون آن‌ها برای یونیزاسیون مستقیم اتم‌ها کافی نیست.

هنگام برقراری تماس، بخشی از انرژی امواج ممکن است در بافت‌های نزدیک دستگاه جذب شود. میزان جذب به عواملی مانند مدل دستگاه، فرکانس، قدرت ارسال، فاصله از بدن، کیفیت اتصال شبکه و مدت استفاده وابسته است.

۱۱ـ۱. آثار حرارتی

اثر زیستی شناخته‌شده امواج رادیوفرکانسی در شدت‌های کافی، گرم‌شدن بافت است. استانداردهای ایمنی برای محدود کردن جذب انرژی و جلوگیری از آثار زیان‌آور شناخته‌شده تدوین شده‌اند.

دستگاه‌های تلفن همراه مطابق استانداردهای مربوط به بازارهای هدف ارزیابی می‌شوند؛ بااین‌حال، رعایت الزامات ایمنی و استفاده صحیح از دستگاه اهمیت دارد.

۱۱ـ۲. آیا تلفن همراه موجب سرطان می‌شود؟

این پرسش یکی از موضوعات مهم پژوهش‌های علمی است. نتایج مطالعات درباره ارتباط استفاده از تلفن همراه با تومورهای مغزی و برخی بیماری‌های دیگر یکسان نیستند.

آژانس بین‌المللی پژوهش درباره سرطان در سال ۲۰۱۱ میدان‌های رادیوفرکانسی را در گروه B۲، یعنی «احتمالاً سرطان‌زا برای انسان»، طبقه‌بندی کرد. این طبقه‌بندی بر اساس شواهد موجود در آن زمان انجام شد و به معنای اثبات قطعی سرطان‌زا بودن تلفن همراه در استفاده معمول نیست.

گروه ۲ Bنشان می‌دهد که احتمال خطر در آن زمان قابل رد کامل نبوده، اما شواهد برای نتیجه‌گیری قطعی کافی نبوده‌اند.

در تفسیر این موضوع باید میان «وجود یک خطر احتمالی» و «میزان خطر واقعی در شرایط مشخص مواجهه» تفاوت قائل شد. همچنین، نتایج مطالعات باید با توجه به روش پژوهش، میزان استفاده، مدت پیگیری و احتمال خطا بررسی شوند.

۱۱ـ۳. آثار احتمالی بر خواب و تمرکز

استفاده از تلفن همراه در ساعات پایانی شب ممکن است خواب را مختل کند. این مسئله می‌تواند با نور صفحه‌نمایش، تأخیر در زمان خواب، دریافت پیام‌ها و برانگیختگی ذهنی مرتبط باشد.

بنابراین، هرگونه اختلال خواب ناشی از استفاده از تلفن همراه را نباید مستقیماً به اثر امواج رادیویی نسبت داد؛ زیرا عوامل رفتاری و نوری نیز نقش مهمی دارند.

۱۱ـ۴. راهکارهای کاهش مواجهه غیرضروری

افرادی که تمایل دارند مواجهه خود را کاهش دهند، می‌توانند از بلندگوی تلفن یا هندزفری مناسب استفاده کنند، تماس‌های طولانی را در صورت امکان کوتاه‌تر کنند و دستگاه را زمانی که استفاده نمی‌شود از بدن دور نگه دارند.

این اقدامات برای کاهش میزان مواجهه قابل استفاده‌اند، اما به‌خودی‌خود به معنای اثبات وجود خطر قطعی در استفاده معمول از تلفن همراه نیستند.

۱۲ .تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی فرکانس پایین بر سلامت

میدان‌های فرکانس پایین در اطراف تجهیزات برقی، خطوط انتقال برق، سیم‌کشی ساختمان‌ها و برخی دستگاه‌های صنعتی ایجاد می‌شوند.

این میدان‌ها از نظر فیزیکی با امواج رادیویی تلفن همراه تفاوت دارند و سازوکارهای اثرگذاری آن‌ها نیز یکسان نیست.

در شدت‌های بالا، میدان‌های فرکانس پایین می‌توانند در بدن جریان‌های الکتریکی القا کنند و موجب تحریک اعصاب و عضلات شوند. به همین دلیل، برای محیط‌های کاری و تجهیزات صنعتی حدود مواجهه مشخصی در نظر گرفته می‌شود.

در مقابل، درباره ارتباط میان مواجهه طولانی‌مدت با میدان‌های مغناطیسی فرکانس بسیار پایین در محیط‌های مسکونی و برخی پیامدهای سلامت، پژوهش‌های متعددی انجام شده است.

برخی مطالعات اپیدمیولوژیک ارتباط آماری میان مواجهه طولانی‌مدت با میدان‌های مغناطیسی نسبتاً بالاتر و لوسمی کودکان را گزارش کرده‌اند؛ اما سازوکار علّی قطعی برای این ارتباط اثبات نشده است و محدودیت‌های روش‌شناختی نیز وجود دارند.

بنابراین، این یافته‌ها نباید به‌عنوان اثبات قطعی بیماری‌زایی همه تجهیزات برقی یا میدان‌های ضعیف محیطی تفسیر شوند.

در محیط‌های صنعتی، ارزیابی شدت میدان و رعایت استانداردهای شغلی اهمیت دارد. در محیط‌های مسکونی نیز اقدامات باید متناسب با میزان واقعی مواجهه و توصیه‌های مراجع معتبر باشد.

۱۳ .تأثیر پرتوهای فروسرخ و مایکروویو بر بافت‌های بدن

پرتوهای فروسرخ و مایکروویو در شرایط مناسب می‌توانند انرژی خود را به گرما تبدیل کنند. این ویژگی در برخی کاربردهای صنعتی و پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بااین‌حال، مواجهه بیش از حد ممکن است باعث آسیب شود.

در پرتوهای فروسرخ، پوست و چشم از اندام‌های مهم هدف هستند. منابع حرارتی قوی ممکن است موجب سوختگی یا افزایش خطر آسیب چشمی شوند.

در مورد مایکروویو، اثر حرارتی به میزان انرژی جذب‌شده در بافت بستگی دارد. گرم‌شدن بیش از حد بافت می‌تواند عملکرد طبیعی سلول‌ها را مختل کند.

خطر ناشی از این تابش‌ها در محیط‌های صنعتی به نوع تجهیزات، توان خروجی، مدت کار، فاصله از منبع و وجود حفاظ‌های مناسب وابسته است.

بنابراین، کارکنان باید آموزش‌های لازم را دریافت کنند و از تجهیزات حفاظت فردی و سامانه‌های حفاظتی متناسب با خطر استفاده کنند.

۱۴ .پرتوهای غیر یونیزان در محیط کار

برخی مشاغل به دلیل ماهیت فعالیت خود با منابع پرقدرت تابش غیر یونیزان سروکار دارند. از جمله این مشاغل می‌توان به کارکنان صنایع فلزی، جوشکاری، تولید شیشه، مخابرات، رادار، برخی مراکز پزشکی و آزمایشگاه‌های تخصصی اشاره کرد.

در این محیط‌ها، خطر ممکن است ناشی از پرتو فرابنفش، منابع نوری شدید، میدان‌های الکترومغناطیسی قوی یا تجهیزات حرارتی باشد.

برای کاهش خطرات شغلی، لازم است ابتدا منابع تابش شناسایی شوند و سپس میزان مواجهه با روش‌های مناسب ارزیابی شود.

اقدامات پیشگیرانه شامل نصب حفاظ، محدود کردن دسترسی به مناطق پرخطر، استفاده از عینک و پوشش محافظ مناسب، آموزش کارکنان و نگهداری صحیح تجهیزات است.

همچنین، در صورت لزوم باید اندازه‌گیری‌های تخصصی توسط افراد صلاحیت‌دار انجام شود تا مشخص شود که میزان مواجهه در محدوده مجاز قرار دارد یا خیر.

۱۵ .کاربردهای پزشکی پرتوهای غیر یونیزان

پرتوهای غیر یونیزان تنها منشأ خطر نیستند، بلکه در بسیاری از کاربردهای پزشکی نیز نقش مفیدی دارند.

۱۵ـ۱. نوردرمانی

نوردرمانی در برخی بیماری‌های پوستی و شرایط پزشکی خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد. نوع تابش، مقدار انرژی و مدت درمان باید بر اساس شرایط بیمار و دستورالعمل تخصصی تعیین شود.

۱۵ـ۲. درمان با لیزر

لیزرها در برخی روش‌های جراحی، چشم‌پزشکی، پوست و توان‌بخشی کاربرد دارند. لیزر ممکن است در محدوده مرئی، فروسرخ یا بخش‌هایی از فرابنفش فعالیت کند.

خطر لیزر به طول موج، توان، مدت مواجهه و نحوه انتشار پرتو بستگی دارد. برخی لیزرها می‌توانند حتی در مواجهه کوتاه به چشم آسیب برسانند.

۱۵ـ۳. دیاترمی و گرمایش درمانی

در برخی روش‌های درمانی، از انرژی الکترومغناطیسی برای ایجاد گرما در بافت استفاده می‌شود. این روش‌ها باید تحت نظارت متخصص و با رعایت موارد منع مصرف انجام شوند.

۱۵ـ۴. اهمیت رعایت اصول ایمنی

کاربرد پزشکی یک تابش به معنای بی‌خطر بودن آن در همه شرایط نیست. اثر درمانی مطلوب به کنترل دقیق شدت، مدت و محل تابش وابسته است.

ازاین‌رو، تجهیزات پزشکی باید مطابق دستورالعمل سازنده و ضوابط تخصصی استفاده شوند.

۱۶ .آیا همه پرتوهای غیر یونیزان خطرناک هستند؟

پاسخ این پرسش منفی است. وجود پرتوهای غیر یونیزان در محیط به‌خودی‌خود به معنای ایجاد آسیب نیست.

نور مرئی برای بینایی ضروری است، امواج رادیویی در ارتباطات نقش دارند و بسیاری از میدان‌های الکترومغناطیسی ضعیف محیطی در زندگی روزمره وجود دارند.

برای ارزیابی خطر باید نوع تابش، شدت، مدت مواجهه، فاصله از منبع و سازوکار اثرگذاری مشخص شود.

برای مثال، نور خورشید در حد متعادل به تنظیم ریتم شبانه‌روزی بدن کمک می‌کند؛ اما مواجهه بیش از حد با پرتو فرابنفش می‌تواند خطرناک باشد.

همچنین، امواج رادیویی در شدت‌های کافی می‌توانند موجب گرم‌شدن بافت شوند، اما این موضوع به معنای آن نیست که هر مواجهه معمولی با تلفن همراه الزاماً به آسیب منجر می‌شود.

در نتیجه، رویکرد علمی باید بر ارزیابی مبتنی بر شواهد، رعایت استانداردهای معتبر و پرهیز از ادعاهای قطعی بدون پشتوانه استوار باشد.

۱۷ .راهکارهای عمومی برای کاهش خطرات پرتوهای غیر یونیزان

راهکارهای ایمنی باید متناسب با نوع منبع تابش انتخاب شوند. اقدامات زیر می‌توانند در موقعیت‌های مختلف مفید باشند.

۱۷ـ۱. محافظت در برابر پرتو فرابنفش

۱ .محدود کردن حضور طولانی در معرض تابش شدید خورشید.

۲ .استفاده از سایه، کلاه لبه‌دار و لباس مناسب.

۳ .استفاده صحیح از ضدآفتاب با طیف گسترده و تمدید آن مطابق دستورالعمل.

۴ .استفاده از عینک آفتابی دارای حفاظت معتبر در برابر UVA و.UVB

۵ .رعایت دستورالعمل‌های ایمنی در استفاده از تجهیزات تولیدکننده فرابنفش.

۱۷ـ۲. ایمنی در استفاده از تلفن همراه

۱ .استفاده از بلندگو یا هندزفری مناسب در صورت تمایل به کاهش مواجهه نزدیک.

۲ .دور نگه داشتن دستگاه از بدن هنگام عدم استفاده.

۳ .پرهیز از تماس طولانی غیرضروری در شرایطی که کاهش مواجهه مدنظر است.

۴ .استفاده از تجهیزات سالم و استاندارد.

۵ .توجه به این نکته که کاهش زمان استفاده در ساعات پایانی شب می‌تواند برای بهبود عادت‌های خواب نیز مفید باشد.

۱۷ـ۳. ایمنی در محیط‌های صنعتی

۱ .شناسایی منابع تابش و ارزیابی خطر.

۲ .استفاده از حفاظ‌های مهندسی و محدودکننده‌های دسترسی.

۳ .رعایت فاصله ایمن از منابع پرقدرت.

۴ .استفاده از تجهیزات حفاظت فردی متناسب با نوع تابش.

۵ .آموزش کارکنان درباره علائم هشدار و روش‌های کار ایمن.

۶ .بازرسی و نگهداری منظم دستگاه‌ها.

۱۷ـ۴. ایمنی در برابر منابع نوری قوی

۱ .پرهیز از نگاه مستقیم به خورشید یا منابع نوری بسیار شدید.

۲ .رعایت دستورالعمل‌های ایمنی در کار با لیزر.

۳ .استفاده از عینک محافظ متناسب با طول موج و توان منبع.

۴ .جلوگیری از دسترسی افراد غیرمتخصص به تجهیزات پرخطر.

بنابراین، بهترین راهبرد برای حفاظت از سلامت انسان، آگاهی علمی، ارزیابی دقیق شرایط مواجهه، رعایت استانداردهای ایمنی و کاهش مواجهه‌های غیرضروری است. همچنین، ادامه پژوهش‌های علمی برای پاسخ‌گویی به پرسش‌های باقی‌مانده و به‌روزرسانی راهنماهای ایمنی اهمیت دارد.

در مجموع، شناخت صحیح پرتوهای غیر یونیزان می‌تواند از شکل‌گیری نگرانی‌های غیرمستند جلوگیری کند و در عین حال، زمینه پیشگیری از آسیب‌های شناخته‌شده و ارتقای سلامت عمومی را فراهم سازد.

۲۱ .پیشنهادها

۱ .گنجاندن آموزش اصول حفاظت در برابر پرتوهای غیر یونیزان در برنامه‌های آموزشی مدارس، دانشگاه‌ها و مراکز فنی.

۲ .افزایش آگاهی عمومی درباره خطرات شناخته‌شده پرتو فرابنفش و روش‌های محافظت از پوست و چشم.

۳ .رعایت استانداردهای معتبر مواجهه با میدان‌های الکترومغناطیسی در محیط‌های صنعتی و شغلی.

۴ .انجام ارزیابی‌های تخصصی در محیط‌هایی که احتمال مواجهه با منابع پرقدرت تابش وجود دارد.

۵ .استفاده از تجهیزات حفاظت فردی متناسب با نوع تابش و شرایط کاری.

۶ .انتشار اطلاعات علمی روشن و قابل فهم درباره امواج تلفن همراه و فناوری‌های بی‌سیم.

۷ .حمایت از پژوهش‌های بلندمدت برای بررسی پیامدهای احتمالی مواجهه‌های مزمن با میدان‌های الکترومغناطیسی.

۸ .تقویت همکاری میان متخصصان بهداشت حرفه‌ای، فیزیک پزشکی، مهندسی برق و علوم زیستی.

۹ .توجه به تفاوت میان خطر بالقوه، میزان مواجهه و احتمال واقعی بروز آسیب در تدوین سیاست‌های سلامت عمومی.

۱۰ .به‌روزرسانی مستمر دستورالعمل‌های ایمنی بر اساس شواهد علمی و توصیه‌های سازمان‌های معتبر بین‌المللی.

منابع و مآخذ

. World Health Organization. (2002). Establishing a Dialogue on ۱ Risks from Electromagnetic Fields. World Health Organization.

. World Health Organization. (2016). Radiation: Electromagnetic ۲ Fields. World Health Organization.

. International Commission on Non-Ionizing Radiation ۳ Protection. (2020). Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). Health Physics, 118(5), 483–524.

. International Agency for Research on Cancer. (2013). Non-۴ Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 102. Lyon, France: IARC.

. International Agency for Research on Cancer. (2012). ۵ Radiation, Volume 100D: A Review of Human Carcinogens. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon, France: IARC.

. World Health Organization. (2022). Ultraviolet Radiation. ۶ World Health Organization.

. International Commission on Non-Ionizing Radiation ۷ Protection. (2010). Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields. Health Physics, 96(4), 504–514.

. International Commission on Non-Ionizing Radiation ۸ Protection. (2010). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). Health Physics, 99(6), 818–836.

. National Cancer Institute. Cell Phones and Cancer Risk. ۹ National Institutes of Health, United States.

۱۰. U.S. Food and Drug Administration. Scientific Evidence for Cell Phone Safety. U.S. Department of Health and Human Services.

۱۱. World Health Organization. Radiation and Health. World Health Organization.