مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره پنجم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۱، صفحات ۲۳۵ تا ۲۴۴

بررسی میزان شدت میدان‌های الکترومغناطیسی در اطراف منابع ولتاژ بالا در بخش‌های بیمارستانی همدان

نیما رستم‌پور[۱]، تینوش الماسی[۲]، معصومه رستم‌پور[۲]، خاطره عربیان[۳]، احمدرضا کرمی[۴]

نویسنده مسئول: همدان، چهار راه پژوهش، دانشگاه علوم پزشکی همدان، دانشکده پزشکی، گروه فیزیک پزشکی *rostampour@umsha.ac.ir*

دریافت: ۹۰/۰۹/۱۰ پذیرش: ۹۰/۱۲/۰۶

چکیده

زمینه و هدف: *اثرات بیولوژیکی پرتوهای غیریونیزان بر بدن موجودات زنده از جمله موضوعاتی است که در سال‌های اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته است. وسایل و تجهیزات پزشکی که با ولتاژ بالا کار می‌کنند از منابع مهم تولید میدان‌های الکترومغناطیسی هستند که این میدان‌ها از عوامل زیان‌آور محیط کار در بخش‌های بیمارستانی که از تجهیزات ولتاژ بالا (High voltage) استفاده می‌کنند، به شمار می‌روند. بنابراین هدف اصلی از انجام این مطالعه، تعیین میزان شدت میدان‌های الکترومغناطیسی در اطراف منابع ولتاژ بالای موجود در بخش‌های رادیولوژی بیمارستان‌های علوم پزشکی همدان است.*

روش بررسی: *این مطالعه یک بررسی مقطعی (Cross-sectional) بوده و در آن میزان شدت میدان‌های الکترومغناطیسی در اطراف منابع ولتاژ بالای موجود در بخش‌های بیمارستانی همدان مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه با استفاده از دستگاه کالیبره شده تسلامتر HI-3603، میزان شدت میدان‌های الکترومغناطیسی در اطراف منابع ولتاژ بالای موجود در بخش‌های رادیولوژی در سطح بیمارستان‌های علوم پزشکی واقع در شهر همدان مورد مطالعه قرار گرفتند. این اندازه‌گیری‌ها در فاصله‌های ۲۵ cm، ۰/۵ m، ۱ m، ۱/۵ m و ۳ m از منبع ولتاژ بالا صورت گرفت.*

یافته‌ها: *بیشترین شدت میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی در اطراف سیستم‌های ولتاژ بالا در مراکز مورد مطالعه و در فاصله‌های کمتر از ۱ متر از سیستم ولتاژ بالا به ترتیب ۲۹/۶۲۵±۵/۷۳۸ میلی‌گاوس و ۲۵/۱۷±۰/۹۲ V/m اندازه‌گیری شد که کمتر از مقادیر توصیه شده توسط ICNIRP برای تابش‌گیری شغلی و حتی تابش‌گیری افراد عادی است. بیشترین شدت میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی در اطراف سیستم‌های ولتاژ بالا در محل قرارگیری تکنسین تصویربرداری در هر یک از سیستم‌های موجود ۳/۰۵±۰/۰۰۴ میلی‌گاوس و ۱۲۸/±۰/۰۵ V/m بود که کمتر از مقادیر توصیه شده توسط ICNIRP برای تابش‌گیری شغلی و حتی تابش‌گیری افراد عادی است.*

نتیجه‌گیری: *با توجه به نتایج به دست آمده از این مطالعه، به نظر نمی‌رسد تابش‌گیری پرسنل شاغل در مراکز رادیولوژی به مقادیر بیش از حد مجاز تابش گیری شغلی برسد، بنابراین در خصوص تابش‌گیری بیش از حد تابش‌های غیریونیزان در پرتوکاران نگرانی وجود ندارد. توصیه می‌شود به منظور مطالعه جامع در این زمینه مقایسه شدت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در سیستم‌های ژنراتور با مارک‌های مختلف انجام شود.*

واژگان کلیدی: میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی، تجهیزات ولتاژ بالا، تسلامتر

۱- کارشناس ارشد فیزیک پزشکی، مربی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
۳- دانشجوی کارشناسی رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۴- دانشجوی کارشناسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-19]

مقدمه

یکی از موضوعاتی که از سال‌ها پیش مورد توجه دانشمندان بوده است، مطالعه اثرات بیولوژیکی پرتوهای غیریونیزان بر بدن موجودات زنده است. میدان‌های الکترومغناطیسی از مهم‌ترین پرتوهای غیریونیزانی هستند که هم به صورت طبیعی و هم به صورت مصنوعی در طبیعت و همچنین در محل کار و زندگی انسان‌ها وجود دارند. از منابع مهم تولید میدان‌های الکترومغناطیسی، می‌توان وسایل و تجهیزات پزشکی را که با ولتاژ بالا کار می‌کنند نام برد (۴-۱).

میدان‌های الکترومغناطیسی یکی از عوامل زیان‌آور محیط کار در بخش‌های بیمارستانی‌اند که از تجهیزات ولتاژبالا (High voltage) استفاده می‌کنند. اگر تماس پرسنل و کارکنان این بخش‌ها با میدان‌های الکترومغناطیسی به صورت حاد باشد، این میدان‌ها دارای این قابلیت هستند که روی سلامت و بهداشت انسان‌ها اثرات مضر داشته باشند (۴-۱). برخی از مطالعات نشان داده‌اند که میدان‌های الکترومغناطیسی اثرات قابل ملاحظه‌ای را بر روی سلامتی افراد دارند و رابطه مستقیمی را بین افزایش احتمال ابتلا به سرطان و شدت میدان الکترومغناطیسی نشان داده اند (۵).

دستگاه‌های تصویربرداری موجود در بخش‌های رادیولوژی، از قبیل لامپ پرتو x و CT Scan، دارای ترانسفورماتورهای افزاینده ولتاژند که به نظر می‌رسد میدان الکترومغناطیسی زیادی را در اطراف خود تولید می‌کنند. از آنجایی که چگالی جریان در سیستم‌های ولتاژ بالا، مانند دستگاه‌های تصویربرداری، بیشتر است، بنابراین میدان الکترومغناطیسی تولید شده توسط آنها بیشتر خواهد بود. بنابراین پرسنلی که در نزدیکی چنین سیستم‌هایی قرار دارند تحت تابش تشعشعات مغناطیسی و امواج الکترومغناطیسی خواهند بود. در صورتی که طراحی سیستم‌های مورد استفاده استاندارد نباشد، میزان تابش‌گیری افراد بیش از مقادیر مجاز خواهد بود (۶و۷).

برهم کنش میدان‌های الکترومغناطیسی با سیستم‌های زنده موضوع مطالعات بسیاری در سطح دنیا بوده و روز به روز شواهد جدیدی مبنی بر آثار مضر این گونه از تشعشعات یافت می‌شود (۶و۷). همچنین مطالعات اپیدمیولوژیک فراوانی ارتباط میان تابش با امواج الکترومغناطیسی با فرکانس پایین و برخی از انواع سرطان‌ها را به اثبات رسانده‌اند (۱۰-۸). از یافته‌های اصلی این مطالعات می‌توان به تغییرات بارز در جریان یون‌های آهن در غشای سلول‌ها در پاسخ به میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس پایین (مانند برق شهر) و همچنین تاثیر میدان‌های الکترومغناطیسی حاصل بر تولید ملاتونین و فعالیت آنزیم‌های مختلف اشاره نمود (۱۰-۸). عمده‌ترین شواهد مربوط به تاثیر میدان‌های الکترومغناطیسی حاصل از جریان‌های الکتریکی با فرکانس پایین مربوط به دو نوع سرطان خون (childhood leukemia و chronic lymphocytic leukemia)است (۸-۶ و ۱۰).

کمیته بین المللی حفاظت در برابر پرتوهای غیر یونیزان (International Commission of Non Ionizing Radiation Protection) (ICNIRP) و همچنین انستیتو تحقیقات ملی ایالات متحده (National Radiation Research Institute) (NRRI) بر معضل جدی تابش با میدان‌های الکترومغناطیسی و اثرات منفی آن بر سلامتی افراد جامعه به عنوان یکی از خطرات عمده محیطی تاکید دارند (۱۱و۱۲).

کمیته بین‌المللی حفاظت در برابر پرتوهای غیر یونیزان (ICNIRP)، با اطلاع از آثار زیان‌آور میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، حدود تابش مجاز شغلی و حدود تابش مجاز افراد عادی را مطابق جدول ۱ تعیین کرده است (۱۱).

در این زمینه تاکنون مطالعات اندکی در کشورهای مختلف انجام شده است. در ایران نیز چندین مطالعه در خصوص بررسی میزان شدت میدان‌های الکترومغناطیسی در اطراف ایستگاه‌های تقویت ولتاژ و خطوط انتقال برق فشار قوی و اثرات بیولوژیکی این میدان‌ها بر روی موجودات زنده انجام شده است. اما در مورد میزان شدت این میدان‌ها در اطراف تجهیزات ولتاژ بالای (مانند ترانسفورماتورهای افزاینده) موجود در بخش‌های بیمارستانی هیچ مطالعه‌ای صورت نگرفته است. به همین دلیل هدف از انجام این طرح، اندازه‌گیری شدت میدان‌های الکترومغناطیسی در اطراف تجهیزات تصویربرداری موجود در بخش‌های بیمارستانی شهر همدان بوده است و در نهایت مقایسه‌ای بین مقادیر شدت میدان اندازه‌گیری شده با مقادیر مجاز انجام گرفت.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-19]

جدول ۱: بیشینه مقادیر مجاز میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی (۱۱)

میدان تابشی	شدت میدان مغناطیسی B (mG)	شدت میدان الکتریکی E (V/m)
پرتوکاران:		
۸ ساعت	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰
زمان کوتاه	۵۰۰۰۰ *	۳۰۰۰۰
پرتوگیری اندام‌ها	۲۵۰۰۰۰	–
افراد عادی:		
کمتر از ۲۴ ساعت در روز	۱۰۰۰	۵۰۰۰
چند ساعت در روز	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰

*بیشینه ۲ ساعت در یک روز کاری

مواد و روش‌ها

این مطالعه یک بررسی مقطعی (Cross-sectional) بوده و در آن میزان شدت میدان‌های الکترومغناطیسی در اطراف منابع ولتاژ بالای موجود در بخش‌های تصویربرداری پزشکی (رادیولوژی و سی تی اسکن) در سطح بیمارستان‌های علوم پزشکی واقع در شهر همدان مورد بررسی قرار گرفتند.

در ابتدا، پس از شناسایی بخش‌های مجهز به تجهیزات ولتاژ بالا، مانند بخش‌های رادیولوژی، سی تی اسکن تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی همدان، از دستگاه سرویمتر (surveymeter) مدل HI-3637 ساخت کمپانی Holladay امریکا برای اندازه‌گیری شدت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی استفاده شد. این دستگاه قادر است که میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی را به طور مجزا و بر حسب واحدهای مختلف اندازه‌گیری کند. همچنین این دستگاه قابلیت ذخیره‌سازی مقادیر اندازه‌گیری شده را دارد. حساسیت این دستگاه برای میدان‌های الکتریکی V/m ۱۹۹۹–۰/۰۱ و برای میدان‌های مغناطیسی ۰/۴mG – ۴ G است. این سرویمتر دارای سه هسته متعامد است که این هسته‌ها طوری قرار گرفته‌اند که قادرند هر سه مولفه x، y، و z میدان مغناطیسی را اندازه بگیرند. در نتیجه خروجی دستگاه به صورت برایند هر سه مولفه میدان مغناطیسی نمایش داده می‌شود.

مطابق مطالعات قبلی (۱۳و۱۴) و استانداردهای بین‌المللی (۱۱و۱۵)، اندازه‌گیری شدت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در فاصله‌های ۲۵ cm، ۰/۵ m، ۱ m، ۱/۵ m و ۳ m از منبع ولتاژ بالا (High voltage) به وسیله دستگاه مذکور صورت گرفت. محدوده ولتاژ کاری این دستگاه‌ها ۱۲۵ kv–۴۰ است که در جدول ۲ به تفکیک آورده شده‌اند. لازم به ذکر است که در هر نقطه سه بار اندازه‌گیری انجام گرفت و سپس از مقادیر میانگین اندازه‌گیری شده به دست آمد.

با توجه به قوانین فیزیک امواج الکترومغناطیس، به علت این که میدان‌های مغناطیسی همیشه در راستای عمود بر جهت انتشارشان دارای بیشترین شدت است، بنابراین هنگام اندازه‌گیری میدان مغناطیسی، پروب دستگاه را طوری حرکت داده شد که بیشترین مقدار ممکن خوانش شود و این مقدار بیشینه به عنوان مقدار شدت میدان مغناطیسی مدنظر قرار گرفت. هم‌چنین تعداد کل منابع ولتاژ بالا و ناحیه‌های مورد مطالعه به ترتیب ۱۴ عدد و ۸۴ ناحیه بود. لازم به ذکر است که این منابع در داخل بخش‌های رادیولوژی و سیتی‌اسکن بیمارستان‌ها وجود دارند.

یافته‌ها

در این مطالعه مقادیر میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در اطراف منابع ولتاژ بالا بخش‌های رادیولوژی بیمارستان‌های تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی همدان اندازه‌گیری شد که مقادیر میانگین این نتایج در فاصله‌های مختلف از منبع ولتاژ

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-19]

جدول ۲: میانگین شدت میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی در مراکز تصویربرداری مورد مطالعه

بیمارستان	نوع دستگاه	مدل منبع ولتاژ بالا	ولتاژ کاری (kV)	فاصله اندازه‌گیری (cm)	میانگین میدان مغناطیسی (mG)	انحراف معیار (SD)	میانگین میدان الکتریکی (V/m)	انحراف معیار (SD)
بوعلی	رادیوگرافی معمولی	General Electric	۷۰ – ۱۱۰	۲۵	۰/۷۶۴	۰/۰۱۵	۱۷/۵۵	۰/۳۹
				۵۰	۱/۰۱۵	۰/۰۱۴	۱۴/۵۲	۰/۰۵
				۱۰۰	۱/۰۱۹	۰/۰۰۵	۱۱/۳۰	۰/۳۰
				۱۵۰	۰/۹۴۶	۰/۰۰۶	۸/۹۷	۰/۱۴
				۳۰۰	۱/۲۳۲	۰/۰۰۵	۹/۳۲	۰/۵۱
				محل تکنسین	۰/۸۳۶	۰/۰۰۴	۲	۰/۰۳
بوعلی	رادیوگرافی معمولی	Apollo	۷۰ – ۱۱۰	۲۵	۰/۷۸۵	۰/۰۰۴	۱۷/۵۱	۰/۴۶
				۵۰	۰/۹۳۹	۰/۰۰۲	۹/۳۶	۰/۲۱
				۱۰۰	۱/۰۱۴	۰/۰۰۳	۳/۳۷	۰/۱۲
				۱۵۰	۱/۲۰۶	۰/۰۰۷	۱/۹۶	۰/۱۳
				۳۰۰	۰/۷۴۷	۰/۰۰۴	۲/۰۱	۰/۱۷
				محل تکنسین	۰/۲۳۲	۰/۰۰۴	۲۱/۱۰	۰/۳۱
فرشچیان	رادیوگرافی معمولی	Siemens (Polymat 50)	۷۰ – ۱۱۰	۲۵	۰/۲۷۳	۰/۰۱۳	۱/۲۵	۰/۰۲
				۵۰	۰/۲۸۹	۰/۰۰۱	۱/۲۰	۰/۱۸
				۱۰۰	۰/۲۹۳	۰/۰۰۷	۱/۲۸	۰/۱۱
				۱۵۰	۰/۲۶۸	۰/۰۰۱	۱/۴۸	۰/۰۲
				۳۰۰	۰/۵۲۷	۰/۰۰۰۵	۱/۴۶	۰/۱۴
				محل تکنسین	۱/۵۱۲	۰/۰۰۵	۳/۲۳	۰/۰۵
فرشچیان	رادیوگرافی معمولی	Shimadzu	۷۰ – ۱۱۰	۲۵	۷/۸۰۸	۱/۰۱۵	۳/۹۰	۰/۲۲
				۵۰	۷/۸۵۸	۰/۲۹۷	۳/۳۰	۰/۲۶
				۱۰۰	۲/۹۹۱	۰/۲۸۷	۲/۰۱	۰/۰۲
				۱۵۰	۵/۵۰۸	۰/۳۲۷	۱/۵۶	۰/۲۰
				۳۰۰	۳/۲۴۵	۰/۱۷۵	۱/۷۰	۰/۱۵
				محل تکنسین	۲/۴۹۹	۰/۰۱۱	۳/۷۱	۰/۰۸
فرشچیان	سی تی اسکن	Shimadzu	۱۲۵	۲۵	۲/۲۲۸	۰/۱۳۴	۴/۱۹	۰/۴۰
				۵۰	۱/۵۵۴	۰/۰۶۱	۳/۱۷	۰/۰۵
				۱۰۰	۰/۹۱۰	۰/۰۰۸	۱/۲۴	۰/۱۲
				۱۵۰	۰/۳۸۹	۰/۰۰۵	۱/۴۹	۰/۰۱
				۳۰۰	۰/۱۵۷	۰/۰۰۵	۱/۸۵	۰/۰۸
				محل تکنسین	۰/۴۲۷	۰/۰۰۵	۱۰/۶۰	۰/۱۱
اکباتان	رادیوگرافی معمولی	Varian	۷۰ – ۱۱۰	۲۵	۱/۸۰۷	۰/۰۰۶	۱/۹۶	۰/۱۱
				۵۰	۱/۷۵۴	۰/۰۰۴	۱/۷۴	۰/۱۱
				۱۰۰	۱/۸۵۷	۰/۰۰۶	۱/۶۱	۰/۳۸
				۱۵۰	۱/۶۳۴	۰/۰۰۳	۱/۳۵	۰/۲۲
				۳۰۰	۱/۲۲۶	۰/۰۱۱	۲/۲۱	۰/۰۴
				محل تکنسین	۰/۸۶۹	۰/۰۰۸	۱۲/۴۵	۰/۰۴
اکباتان	رادیوگرافی معمولی	Shimadzu	۷۰ – ۱۱۰	۲۵	۰/۸۳۶	۰/۰۰۵	۱۰/۲۰	۰/۰۵
				۵۰	۰/۸۷۱	۰/۰۰۰۶	۹/۸۳	۰/۱۶
				۱۰۰	۰/۷۸۰	۰/۰۰۴	۵/۱۴	۰/۱۲
				۱۵۰	۰/۸۸۷	۰/۰۰۳	۲/۸۸	۰/۱۲
				۳۰۰	۱/۷۰۱	۰/۰۰۹	۱/۲۰۷	۰/۰۷
				محل تکنسین	۲/۴۹۹	۰/۰۱۴	۱۲/۲۵	۰/۰۷

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-19]

بیمارستان	نوع دستگاه	مدل منبع ولتاژ بالا	ولتاژ کاری (kV)	فاصله اندازه‌گیری (cm)	میانگین میدان مغناطیسی (mG)	انحراف معیار (SD)	میانگین میدان الکتریکی (V/m)	انحراف معیار (SD)
بعثت	رادیوگرافی معمولی	GE - Medical	۷۰ – ۱۱۰	۲۵	۰/۷۲۰	۰/۰۰۵	۱/۱۹	۰/۰۵
				۵۰	۰/۵۵۲	۰/۰۰۱	۱/۱۹	۰/۰۷
				۱۰۰	۱/۷۸۲	۰/۰۰۴	۱/۲۰	۰/۰۵
				۱۵۰	۱/۳۹۴	۰/۰۰۵	۱/۲۳	۰/۰۲
				۳۰۰	۰/۵۵۸	۰/۰۰۵	۱/۲۲	۰/۰۳
				محل تکنسین	۰/۴۶۱	۰/۰۰۳	۲/۱۰	۰/۰۴
بعثت	رادیوگرافی معمولی	Shimadzu	۷۰ – ۱۱۰	۲۵	۰/۲۴۷	۰/۰۰۶	۳/۲۰	۰/۱۸
				۵۰	۰/۲۷۲	۰/۰۰۱	۲/۸۵	۰/۱۴
				۱۰۰	۰/۲۷۷	۰/۰۰۲	۱/۴۵	۰/۱۱
				۱۵۰	۰/۳۳۸	۰/۰۰۱	۱/۲۰	۰/۰۶
				۳۰۰	۰/۶۵۴	۰/۰۰۶	۱/۲۷	۰/۰۹
				محل تکنسین	۳/۰۵۰	۰/۰۰۴	۲/۸۸	۰/۰۴
بعثت	سی تی اسکن	Siemens (16 Slice)	۱۲۵	۲۵	۲۹/۶۲۵	۵/۷۳۸	۱/۲۳	۰/۰۳
				۵۰	۱۴/۸۷۵	۰/۶۶۱	۱/۲۳	۰/۰۵
				۱۰۰	۳/۴۴۲	۰/۳۷۴	۱/۲۲	۰/۰۴
				۱۵۰	۱/۳۰۷	۰/۰۰۷	۱/۴۱	۰/۰۴
				۳۰۰	۱/۰۲۷	۰/۰۱۱	۱۱/۷۶	۰/۰۶
				محل تکنسین	۰/۶۹۲	۰/۰۰۳	۱۲۸/۸۸	۰/۰۵
فاطمیه	رادیوگرافی معمولی	Shimadzu	۷۰– ۱۱۰	۲۵	۰/۴۳۶	۰/۰۰۹	۱/۹۷	۰/۲۹
				۵۰	۰/۵۱۳	۰/۰۰۱	۱/۳۸	۰/۱۰
				۱۰۰	۰/۴۹۹	۰/۰۰۴	۱/۳۰	۰/۰۷
				۱۵۰	۰/۳۰۴	۰/۰۰۴	۱/۲۵	۰/۰۶
				۳۰۰	۰/۶۱۵	۰/۰۰۱	۱/۲۲	۰/۰۴
				محل تکنسین	۰/۰۲۳	۰/۰۰۵	۱/۶۰	۰/۰۴
فاطمیه	رادیوگرافی معمولی	Varian	۷۰ – ۱۱۰	۲۵	۸/۰۶۷	۰/۵۰۶	۱۱/۴۹	۰/۳۲
				۵۰	۴/۵۲۶	۰/۵۳۵	۴/۹۶	۰/۰۹
				۱۰۰	۰/۹۴۱	۰/۰۰۱	۲/۱۹	۰/۰۱
				۱۵۰	۰/۷۹۰	۰/۰۰۰۶	۲/۴۱	۰/۰۷
				۳۰۰	۳/۴۲۶	۰/۱۴۲	۱/۴۵	۰/۱۲
				محل تکنسین	۰/۰۷۸	۰/۰۰۶	۱/۲۹	۰/۰۴
فاطمیه	ماموگرافی	Planmed	۴۰	۲۵	۰/۷۷۸	۰/۰۰۳	۲۵/۱۷	۰/۹۲
				۵۰	۰/۷۷۸	۰/۰۰۴	۷/۳۰	۰/۰۹
				۱۰۰	۰/۷۹۴	۰/۰۰۷	۳/۱۹	۰/۲۵
				۱۵۰	۰/۹۵۱	۰/۰۰۴	۳/۱۷	۰/۲۷
				۳۰۰	۱/۰۸۴	۰/۰۰۶	۲/۸۱	۰/۰۴
				محل تکنسین	۱/۲۴۴	۰/۰۰۶	۲/۰۸	۰/۰۵
فاطمیه	ماموگرافی	Grappovilla	۴۰	۲۵	۰/۸۶۴	۰/۰۴۰	۱/۶۴	۰/۴۴
				۵۰	۰/۹۷۱	۰/۰۰۴	۲/۱۷	۰/۱۵
				۱۰۰	۰/۸۸۴	۰/۰۰۷	۱/۹۶	۰/۰۷
				۱۵۰	۰/۸۶۷	۰/۰۱۵	۱/۹۰	۰/۱۱
				۳۰۰	۰/۷۵۱	۰/۰۰۳	۱/۵۴	۰/۲۲
				محل تکنسین	۱/۳۲۴	۰/۰۰۵	۳/۷۸	۰/۰۹

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-19]

بالا در جدول ۲ آورده شده‌اند. این مراکز شامل بیمارستان‌های بوعلی، فرشچیان، اکباتان، بعثت و فاطمیه بودند.
همچنین در جدول ۳، بیشترین میانگین شدت میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی در اطراف منابع ولتاژ بالای بیمارستان‌های مختلف آورده شده‌اند.
در جدول ۴ نیز میانگین شدت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در محل تکنسین نشان داده شده است.

جدول ۳: بیشترین میانگین شدت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در اطراف منابع والتاژ بالا در بیمارستان‌های مختلف

بیمارستان	مدل منبع ولتاژ بالا	ولتاژ کاری (kV)	B_{max} (mG)	فاصله (cm)	E_{max} (V/m)	فاصله (cm)
بوعلی	General Electric	۷۰ – ۱۱۰	۱/۲۳۲±۰/۰۰۵	۳۰۰	۱۷/۵۵±۰/۳۹	۲۵
بوعلی	Apollo	۷۰ – ۱۱۰	۱/۲۰۶±۰/۰۰۷	۱۵۰	۱۷/۵۱±۰/۴۶	۲۵
فرشچیان	Siemens (Polymat 50)	۷۰ – ۱۱۰	۰/۵۲۷±۰/۰۰۰۵	۳۰۰	۱/۴۸±۰/۰۲	۱۵۰
فرشچیان	Shimadzu	۷۰ – ۱۱۰	۷/۸۵۸±۰/۲۹۷	۵۰	۳/۹۰±۰/۲۲	۲۵
فرشچیان	Shimadzu (CT)	۱۲۵	۲/۲۲۸±۰/۱۳۴	۲۵	۴/۱۹±۰/۴۰	۲۵
اکباتان	Varian	۷۰ – ۱۱۰	۱/۸۵۷±۰/۰۰۶	۱۰۰	۲/۲۱±۰/۰۴	۳۰۰
اکباتان	Shimadzu	۷۰ – ۱۱۰	۱/۷۰۱±۰/۰۰۹	۳۰۰	۱۰/۲۰±۰/۰۵	۲۵
بعثت	GE – Medical	۷۰ – ۱۱۰	۱/۷۸۲±۰/۰۰۴	۱۰۰	۱/۲۳±۰/۰۲	۱۵۰
بعثت	Shimadzu	۷۰ – ۱۱۰	۰/۶۵۴±۰/۰۰۶	۳۰۰	۳/۲۰±۰/۱۸	۲۵
بعثت	Siemens (16 Slice) (CT)	۱۲۵	۲۹/۶۲۵±۵/۷۳۸	۲۵	۱۱/۷۶±۰/۰۶	۳۰۰
فاطمیه	Shimadzu	۷۰ – ۱۱۰	۰/۶۱۵±۰/۰۰۱	۳۰۰	۱/۹۷±۰/۲۹	۲۵
فاطمیه	Varian	۷۰ – ۱۱۰	۸/۰۶۷±۰/۵۰۶	۲۵	۱۱/۴۹±۰/۳۲	۲۵
فاطمیه	Planmed (Mamo)	۴۰	۱/۰۸۴±۰/۰۰۶	۳۰۰	۲۵/۱۷±۰/۹۲	۲۵
فاطمیه	Grappovilla (Mamo)	۴۰	۰/۹۷۱±۰/۰۰۴	۵۰	۲/۱۷±۰/۱۵	۵۰

بحث

کمیته‌بین‌المللی‌حفاظت‌دربرابرپرتوهای‌غیریونیزان(ICNIRP)، با اطلاع از آثار زیان‌بار میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، حدود تابش مجاز شغلی و حدود تابش مجاز افراد عادی را تعیین کرده است که این حدود در جدول ۱ آورده شده‌اند (۱۱).
نتایج مطالعه حاضر در بیمارستان بوعلی بیانگر آن است که بیشترین شدت میدان مغناطیسی در اطراف سیستم‌های ولتاژ بالا و در فاصله‌های ۱/۵ و ۳ متر از سیستم‌ها به ترتیب برابر با ۱/۲۳۲±۰/۰۰۵ و ۱/۲۰۶±۰/۰۰۷ میلی‌گاوس بوده است. اما شدت میدان مغناطیسی در محل قرارگیری تکنسین تصویربرداری در دو سیستم موجود به ترتیب برابر با ۰/۸۳۶±۰/۰۰۴ و ۰/۲۳۲±۰/۰۰۴ میلی گاوس بوده است که کمتر از مقادیر توصیه شده توسط ICNIRP است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-19]

جدول ۴: میانگین شدت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در محل قرارگیری تکنسین

بیمارستان	مدل منبع ولتاژ بالا	B_{max} (mG) در محل تکنسین	انحراف معیار (SD)	E_{max} (V/m) در محل تکنسین	انحراف معیار (SD)
بوعلی	General Electric	۰/۸۳۶	۰/۰۰۴	۲	۰/۰۳
بوعلی	Apollo	۰/۲۳۲	۰/۰۰۴	۲۱/۱۰	۰/۳۱
فرشچیان	Siemens (Polymat 50)	۱/۵۱۲	۰/۰۰۵	۳/۲۳	۰/۰۵
فرشچیان	Shimadzu	۲/۴۹۹	۰/۰۱۱	۳/۷۱	۰/۰۸
فرشچیان	Shimadzu (CT)	۰/۴۲۷	۰/۰۰۵	۱۰/۶۰	۰/۱۱
اکباتان	Varian	۰/۸۶۹	۰/۰۰۸	۱۲/۴۵	۰/۰۴
اکباتان	Shimadzu	۲/۴۹۹	۰/۰۱۴	۱۲/۲۵	۰/۰۷
بعثت	GE – Medical	۰/۴۶۱	۰/۰۰۳	۲/۱۰	۰/۰۴
بعثت	Shimadzu	۳/۰۵۰	۰/۰۰۴	۲/۸۸	۰/۰۴
بعثت	Siemens (16 Slice) (CT)	۰/۶۹۲	۰/۰۰۳	۱۲۸/۸۸	۰/۰۵
فاطمیه	Shimadzu	۰/۰۲۳	۰/۰۰۵	۱/۶۰	۰/۰۴
فاطمیه	Varian	۰/۰۷۸	۰/۰۰۶	۱/۲۹	۰/۰۴
فاطمیه	Planmed (Mamo)	۱/۲۴۴	۰/۰۰۶	۲/۰۸	۰/۰۵
فاطمیه	Grappovilla (Mamo)	۱/۳۲۴	۰/۰۰۵	۳/۷۸	۰/۰۹

بیشترین شدت میدان مغناطیسی در اطراف سیستم‌های ولتاژ بالا در بیمارستان فرشچیان در حدود ۷/۸۵۸±۰/۲۹۷ (در فاصله ۵۰ سانتی‌متر) و در محل قرارگیری تکنسین تصویربرداری در هر یک از سیستم‌های موجود به ترتیب برابر با ۱/۵۱۲±۰/۰۰۵، ۲/۴۹۹±۰/۰۱۱ و ۰/۴۲۷±۰/۰۰۵ میلی گاوس بوده است که بسیار کمتر از مقادیر توصیه شده توسط ICNIRP برای تابش‌گیری شغلی و حتی تابش‌گیری افراد عادی است.

بیشترین شدت میدان مغناطیسی در اطراف سیستم‌های ولتاژ بالای موجود در بیمارستان اکباتان و در فاصله‌های مختلف از سیستم‌های موجود به ترتیب برابر با ۱/۸۵۷±۰/۰۰۶ و ۱/۷۰۱±۰/۰۰۹ میلی‌گاوس بوده است. اما شدت میدان مغناطیسی در محل قرارگیری تکنسین تصویربرداری به ترتیب برابر با ۰/۸۶۹±۰/۰۰۸ و ۲/۴۹۹±۰/۰۱۴ میلی‌گاوس گزارش شده است.

در مورد سیستم‌های تصویربرداری مستقر در بیمارستان بعثت، بیشترین شدت میدان مغناطیسی مربوط به فاصله ۲۵ سانتی‌متری از سیستم سی‌تی‌اسکن بعثت و مقدار آن ۲۹/۶۲۵±۵/۷۳۸ میلی‌گاوس بود. در محل قرارگیری تکنسین تصویربرداری نیز بیشترین شدت میدان مغناطیسی ۳/۰۵۰±۰/۰۰۴ میلی‌گاوس گزارش شد.

در بیمارستان فاطمیه نیز بیشترین شدت میدان مغناطیسی برابر ۸/۰۶۷±۰/۵۰۶ میلی‌گاوس و مربوط به فاصله ۲۵ سانتی‌متری از دستگاه رادیوگرافی معمولی بود. در محل قرارگیری تکنسین تصویربرداری نیز بیشترین شدت میدان مغناطیسی ۱/۳۲۴±۰/۰۰۵ میلی‌گاوس اندازه‌گیری گردید.

بیشترین شدت میدان مغناطیسی در اطراف دستگاه‌های ولتاژ

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-19]

بالای مورد مطالعه برابر mG ۵/۷۳۸±۲۹/۶۲۵ بود که مربوط به دستگاه سی‌تی‌اسکن Siemens (16 Slice) بیمارستان بعثت است. بیشترین شدت میدان الکتریکی در محل قرارگیری تکنسین نیز برابر با mG ۰/۰۰۴±۳/۰۵۰ بود که مربوط به منبع ولتاژ بالای دستگاه Shimadzu موجود دربیمارستان بعثت است. بیشترین شدت میدان الکتریکی در اطراف دستگاه‌های ولتاژ بالای مورد مطالعه برابر V/m ۰/۹۲±۲۵/۱۷ بود که مربوط به دستگاه planned بیمارستان فاطمیه است. بیشترین شدت میدان الکتریکی در محل قرارگیری تکنسین نیز برابر با V/m ۰/۰۵±۱۲۸/۸۸ بود که مربوط به منبع ولتاژ بالای دستگاه Siemens بخش سی‌تی‌اسکن بیمارستان بعثت است. از مقادیر به دست آمده بیش از ٪۹۰ کمتر از مقادیر مجاز (جدول ۱) برای پرتوکاران است. به بیان دیگر، این نتایج همگی حاکی از آن است که شدت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در اطراف سیستم‌های ولتاژ بالای موجود در مراکز تصویربرداری بسیار کمتر از مقادیر توصیه شده توسط ICNIRP است.

نتایج مطالعه حاضر در توافق با نتایج مطالعه Macca و همکاران (۱۳) و Ho Roh و همکاران (۱۴) است. در مطالعه Macca و همکاران (۱۳) در سال ۲۰۰۲ میلادی در کشور ایتالیا شدت میدان‌های مغناطیسی در اطراف سیستم‌های مگنتوتراپی کمتر از ۱۰ میلی گاوس در فاصله ۴ متری از این سیستم‌ها محدود می‌شده است. همچنین در مطالعه‌ای که توسط Ho Roh و همکاران (۱۴) در سال ۲۰۰۹ میلادی در کشور کره جنوبی صورت گرفت، شدت میدان‌های مغناطیسی در محل قرارگیری پرسنل در حدود ۵/۸۳ ± ۵/۲۳ میلی‌گاوس بوده است. این محققین نیز در مطالعه خود شدت میدان‌های مغناطیسی را کمتر از حدود مجاز ارزیابی نموده‌اند. شدت میدان الکتریکی نیز در اطراف تمام سیستم‌های ولتاژ بالای مورد مطالعه در این تحقیق، در تمام فاصله‌ها و همچنین در محل استقرار تکنسین تصویربرداری کمتر از مقادیر مجاز بود (۱۱).

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه نتایج مربوط به بیشترین شدت میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی در همه فواصل اطراف منابع ولتاژ بالا و همچنین در محل قرارگیری تکنسین از مقادیر توصیه شده برای پرتوکاران در یک شیفت کاری ۸ ساعته توسط ICNIRP (جدول ۱) کمتر است، بنابراین در خصوص تابش‌گیری بیش از حد تابش‌های غیریونیزان در پرتوکاران نگرانی وجود ندارد. تفاوت در میزان شدت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در محل قرارگیری تکنسین در بخش‌های بیمارستانی مختلف می‌تواند به علت تفاوت در طراحی ساختمان این بخش‌ها، تفاوت در جنس مواد به کار رفته در دیوارهای اطراف، تفاوت در فاصله منبع ولتاژ بالا از محل قرارگیری تکنسین، و یا وجود برخی دیگر از تجهیزات الکتریکی قادر به تولید میدان‌های الکترومغناطیسی هستند، در مجاورت محل اندازه‌گیری باشد. تغییرات میدان‌های الکترومغناطیسی با فاصله از منبع ولتاژ بالا نیز می‌تواند به علت تاثیر میدان‌های الکترومغناطیسی تولیدی ناشی از تجهیزات الکتریکی مجاور یا وجود کابل‌های جریان برق اطراف باشد.

توصیه می‌شود به منظور مطالعه جامع در این زمینه شدت میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی در سایر بخش‌های بیمارستانی که از تجهیزات ولتاژ بالا استفاده می‌نمایند نیز مورد بررسی قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر نتیجه طرح تحقیقاتی به شماره ۸۹۰۲۲۸۲۹۷۷۸ است که با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان در سال ۱۳۹۰ به تصویب و انجام رسیده است. نویسندگان مقاله بدین وسیله تشکر و قدردانی خود را از این معاونت محترم اعلام می‌دارند.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-19]

منابع

1. Selmaoui B, Lambrozo J, Touitou Y. Endocrine functions in young men exposed for one night to a 50 Hz magnetic field. A circadian study of pituitary thyroid and adrenocortical hormones. Life Science Journal. 1997;61:473-86.
2. Lacy HA, Metcalf JC, Hesketh R. Biological response to electromagnetic fields. Faseb Journal. 1998;12:395-420.
3. Milica M, Vesna R, Gordana U. Studies on the possible endocrinological effects of 50 Hz electromagnetic field. Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine. 2000;6:183-88.
4. Furuya Z, Thuroczy G, Paksy K. Effect of sinusoidal 50 Hz magnetic field on the testosterone production of mouse primary leydig cell culture. Bioelectromagnetics Journal. 1998;19:429-431.
5. Feychting M. Health effects of static magnetic field, a review of the epidemiological evidence. Progress in Biophysics and Molecular Biology. 2005;87:241-46.
6. Ozen S. Evaluation and measurement of magnetic field exposure at a typical high-voltage substation and its power lines. Radiation Protection Dosimetry. 2008;128:198–205.
7. Sarma, Maruvada P. Characterization of power frequency fields in different environments. IEEE Transactions on Power Delivery. 1993;8(2):598–605.
8. Davis S, Mirick DK, Stevens RG. Residential Magnetic Fields and the Risk of Breast Cancer. American Journal of Epidemiology. 2002;155:446–54.
9. McBride ML, Gallagher RP, Theriault G, Armstrong BG, Tamaro S, Spinelli JJ, et al. Power-frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada. American Journal of Epidemiology. 1999;149:831-42.
10. Linet MS, Hatch EE, Kleinerman RA , Robison LL, Kaune WT, Friedman DR, et al. Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children. The New England Journal of Medicine. 1997;337:1-7.
11. International Non-Ionising Radiation Committee of the International Radiation protection Association. Interim guidelines on limits of exposure to 50-60 Hz electric and magnetic fields. Health Physics Journal. 1990;58(1):113–22.
12. Helhel S, Ozen S. Assessment of occupational exposure to magnetic fields in high-voltage substations (154/34.5 kV). Journal of Radiation Protection Dosimetry. 2008;128(4):464-70.
13. Maccà I, Scapellato ML, Perini M, Virgili A, Saia B, Bartolucci GB. Occupational exposure to electromagnetic fields in physiotherapy departments. Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia. 2002;24(4):444-46.
14. Ho Roh J, Won Kim D, Jin Lee S, Young Kim J, Won Na S, Ho Choi S, Jun Kim K. Intensity of extremely low-frequency electromagnetic fields produced in operating rooms during surgery at the standing position of anesthesiologists. Anesthesiology Journal. 2009; 111:275–78.
15. Bowman JD, Kelsh MA, Kaune WT. Manual for measuring occupational electric and magnetic fields exposures. NIOSH, USA: U.S. Department of Health and Human Services; 1998 Oct. Report No.: 4170.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-19]

Assessment of Electromagnetic Fields around High Voltage Power Supply in Hamadan Hospital Wards

*Nima Rostampour[1], Tinoosh Almasi[2], Masoumeh Rostampour[2], Khatereh Arabian[3], Ahmadreza Karami[4]

[1]Department of Medical Physics, School of Medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

[2]Department of Medical Physics and Medical Engineering, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

[3]Department of Radiology, Schooly of Paramedicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

[4]Department of Occupational Health, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Received; 10 December 2011 Accepted; 25 February 2012

ABSTRACT

Background and Objectives: Biological effects of non-ionizing radiation on the body of living organisms have been studied by researchers in recent years. High Voltage medical equipments are one of the sources generating electromagnetic fields. The electromagnetic field intensity of the medical equipment installed at Hamadan hospitals and the potential hazards were investigated. The main purpose of this study was to determine the intensity of the electromagnetic field around high voltage power supplies in radiology ward of the Hamadan hospitals.

Materials and Methods: This was a cross-sectional study and we investigated the electromagnetic fields intensity around high voltage power supplies at Hamadan hospital wards. All measurements were performed using a calibrated Tesla-meter (HI-3603). The measurements were conducted at a range of distances varying from 25 cm to 3 m around the supporting high voltage power supply.

Results: We found that the maximum intensity of the magnetic and electric fields at a distance of less than 1 m around the high voltage power supply was 29.625±5.738 mGauss and 25.17±0.92 V/m respectively, which is less than the safe amounts recommended by the ICNIRP for occupational exposure (5000 mG and 10000 V/m) and even for public exposure (1000 mG and and 5000 V/m). The minimum intensity of EM fields for a less than 3 m distance was found to be 0.1±0.005 mGauss, which relates to a CT-scanner system installed at Farshchian hospital. Among the whole equipments evaluated in the current survey, the most intense magnetic and electric field was found to be for imaging technician office, which was 3.050±0.004 mGauss and 128.88±0.05 V/m respectively; it is lower than the tolerances recommended by the ICNIRP.

Conclusion: According to our results, it seems that the EM field occupational exposure for radiation workers working at Hamadan hospitals does not exceed the tolerances recommended by the ICNIRP. Therefore, we did not find any issue related to the over-irradiation of non-ionizing among the radiologists studied. It is recommended that different brands of generators to be used in order to conduct a detailed and comprehensive study to compare the intensity of the electrical and magnetic fields.

Keywords: Electric field, Magnetic field, High voltage equipments, Tesla meter

***Corresponding Author**: *rostampour@umsha.ac.ir*

***Tel**: +98 811 8381084 , **Fax**: +98 811 838830572*

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-19]