



حد تماس شغلی عوامل فیزیکی محیط کار - پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

معاونت سلامت

مرکز سلامت محیط و کار

حد تماس شغلی عوامل فیزیکی محیط کار - پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو

حد تماس شغلی پرتوهای رادیوفرکانس (RF) و ماکروویو در فرکانس‌های بین ۳۰ KHz تا ۳۰۰ GHz به مقادیری اشاره دارد که بنظر می‌رسد چنانچه تقریباً کلیه شاغلین بطور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند آثار نامطلوبی بر سلامت آن‌ها ظاهر نشود. مقادیر حد تماس شغلی پرتوهای مذکور برحسب مقدار مؤثر (rms) شدت میدان الکتریکی (E) شدت میدان مغناطیسی (H) و چگالی توان معادل برای موج تخت در فضای آزاد (S) و جریان‌های القایی (I) به بدن که در اثر پرتوگیری در چنسن محیطی و یا در اثر تماس مستقیم با ماده در معرض محیط‌های مزبور بوده اتفاق می‌افتد، بیان می‌شود.

جدول ۱ و نمودار ۱ حد تماس شغلی را برای فرکانس‌های مختلف برحسب مگاهرتز (MHz) نشان می‌دهد.

جدول ۱- حدود تماس شغلی امواج رادیوفرکانس و ماکروویو				
قسمت الف- میدان‌های الکترومغناطیسی ^۱ (f فرکانس برحسب مگاهرتز)				
فرکانس	چگالی توان S (mW/cm ²)	شدت میدان الکتریکی E (V/m)	شدت میدان مغناطیسی H (A/m)	متوسط زمان E ² یا H ² (S یا دقیقه)
۳۰ KHz - ۱۰۰ KHz		۶۱۴	۱۶۳	۶
۱۰۰ KHz - ۳ MHz		۶۱۴	۱۶/۳ / f	۶
۳ MHz - ۳۰ MHz		۱۸۴۲ / f	۱۶/۳ / f	۶
۳۰ MHz - ۱۰۰ MHz		۶۱/۴	۱۶/۳ / f	۶
۱۰۰ MHz - ۳۰۰ MHz	۱	۶۱/۴	۰/۱۶۳	۶
۳۰۰ MHz - ۳ GHz	f/۳۰۰			۶
۳ GHz - ۱۵ GHz	۱۰			۶
۱۵ GHz - ۳۰۰ GHz	۱۰			۶۱۶۰۰۰ / f ^{1/2}
قسمت ب- جریان‌های القایی و تماسی رادیوفرکانس ^۲ جریان حداکثر (mA)				
فرکانس	درفاصله بین دوپا	از طریق هر پا	تماس	
۳۰ KHz - ۱۰۰ KHz	۲۰۰ F	۱۰۰۰ F	۱۰۰۰ F	
۱۰۰ KHz - ۱۰۰ MHz	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰	

^۱ مقادیر پرتوگیری برحسب شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی مقادیری هستند که از طریق محاسبه میانگین مقادیری در سطحی معادل با سطح مقطع عمودی بدن انسان (سطح تصویر شد) بدست آمده‌اند.

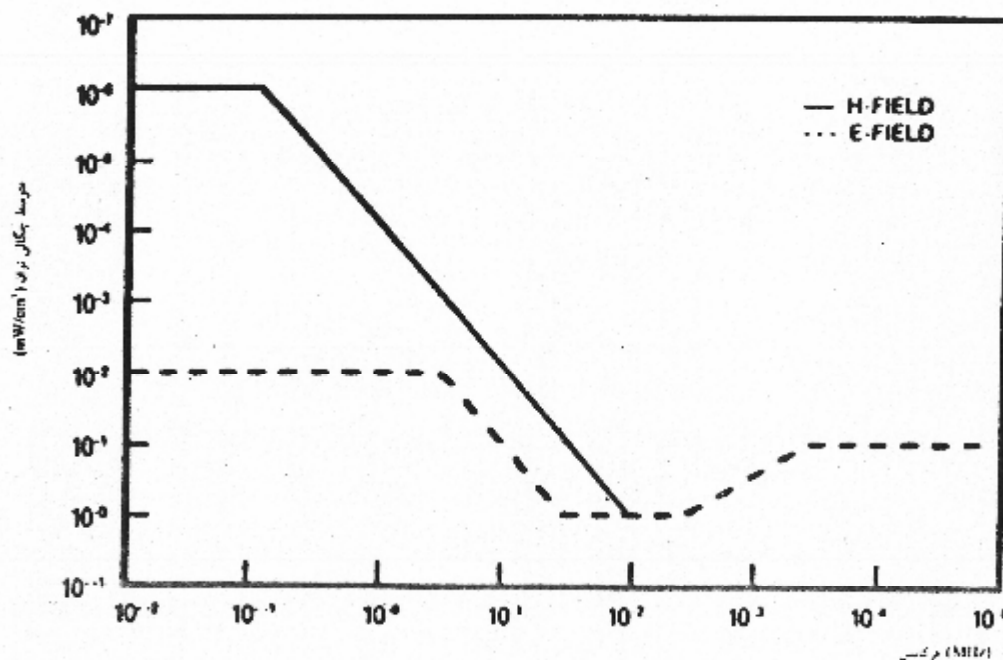
^۲ باید توجه داشت که محدوده جریان‌های فوق حفاظت فرد را در برابر واکنش ازجاپردن و سوختگی که در اثر تخلیه آنی در هنگام تماس با منبع حاصل می‌شود، بطور کلی تامین نمی‌نماید. برای کسب اطلاعات بیشتر به متن مراجعه شود





حد تماس شغلی عوامل فیزیکی محیط کار - پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
معاونت سلامت
مرکز سلامت محیط و کار



نمودار ۱: حد تماس پرتوهای رادیو فرکانس و ماکروویو گر محیط کار ($\text{SAR} < 0.4 \text{ W/kg}$ برای تمام بدن)

الف- حد تماس شغلی در جدول ۱ قسمت ب اشاره دارد به مقدار پرتوگیری که باید براساس حد مجاز مقدار مؤثر (rms) جریان RF وارد بر بدن و احتمال بروز شوک یا سوختگی حاصل از RF و بصورت زیر انجام شود:

۱. برای افرادی که تکیه گاه فلزی ندارند یا به عبارتی با اجسام فلزی در تماس نیستند، جریان RF وارده بر بدنشان که در هر فوت

(تقریباً ۳۰ سانتی متر) اندازه گیری می شود، نباید از مقادیر سقف به شرح زیر تجاوز نماید:

به ازاء هر $0.1 \text{ MHz} < f < 0.3$ $I = 1000 f$ برحسب میلی آمپر

به ازاء هر $0.1 \text{ MHz} < f < 100$ $I = 100$ برحسب آمپر

۲. در شرایطی که احتمال تماس با اجسام فلزی وجود دارد، حداکثر جریان RF در مقاومت ظاهری بدن انسان که با استفاده از

یک جریان سنجی تماسی برای تعیین میزان مواجهه انسان به هنگام گرفتن جسم فلزی در دست به دست می آید، نباید از

مقدار زیر تجاوز نماید:

به ازاء هر $0.1 \text{ MHz} < f < 0.3$ $I = 1000 f$ برحسب میلی آمپر

به ازاء هر $0.1 \text{ MHz} < f < 100$ $I = 100$ برحسب آمپر

وسیله مورد استفاده برای رعایت مقادیر حد تماس شغلی مذکور بستگی به استفاده کننده دارد. استفاده از دستکش محافظ،

عدم استفاده از وسایل فلزی با آموزش افراد از جمله مواردی هستند که با کمک آنها می توان مواجهه شغلی را به حد مجاز

رساند. ارزیابی مقدار جریان های القایی معمولاً با وسایل قرائت مستقیم انجام می گیرد.



حد تماس شغلی عوامل فیزیکی محیط کار - پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
معاونت سلامت
مرکز سلامت محیط و کار

ب- حد تماس شغلی در جدول ۱ و قسمت الف، اشاره دارد به مقدار پرتوگیری که از طریق محاسبه میانگین در سطحی معادل سطح مقطع عمومی بدن انسان بدست می‌آید (سطح تصویر شده) در مواردی که قسمتی از بدن در معرض پرتوگیری است، حد تماس شغلی را می‌توان کاهش داد. در میدان‌های متغیر و غیریکنواخت، مقادیر حد اکثر شدت میدان ممکن است از میزان حد تماس شغلی تجاوز نماید. مشروط بر آن‌که متوسط مقادیر در حدود مجاز تعیین شده باشد. حد تماس شغلی را می‌توان با محاسبات یا اندازه‌گیری میزان جذب ویژه SAR^۳ مرجع نیز کاهش داد.

ج- برای پرتوگیری میدان‌های نزدیک^۴ در فرکانس‌های پایین تر از ۳۰۰ MHz حد تماس شغلی برحسب مقدار مؤثر (rms) شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی در جدول ۱ قسمت الف نشان داده شده است. چگالی توان (S) موج تخت معادل برحسب (mW/cm²) از طریق اطلاعات بدست آمده از سنجش شدت میدان از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$S = E^2 / 3770$$

که در رابطه فوق E² برحسب مجذور ولت (V²) بر متر مربع (m²) می‌باشد و

$$S = 37 / 7H^2$$

که در رابطه فوق H² برحسب مجذور آمپر (A²) بر متر مربع (m²) می‌باشد.

د- در مواردی که پرتوگیری از نوع پرتوهای RF پالسی در مدت زمان کمتر از ۱۰۰ msec در گستره فرکانس‌های ۰/۱ تا ۳۰۰.۰۰۰ مگاهرتز باشد، حد تماس شغلی برحسب چگالی قله توان برای هر پالس از حاصل ضرب حد تماس شغلی مندرج در جدول ۱ قسمت الف در متوسط زمان برحسب ثانیه تقسیم بر ۵ برابر پهنای پالس برحسب ثانیه بدست می‌آید. یعنی:

$$\text{AOE قله} = \frac{\text{AOE [ثانیه متوسط زمان]}}{5 \text{ [ثانیه پهنای پالس]}}$$

در طول متوسط زمان انتشار حداکثر ۵ پالس مجاز می‌باشد. چنانچه بیش از ۵ پالس منتشر شود، قله حد تماس شغلی یا متوسط زمانی معمول فرآیند تولید محدود می‌شود. برای پالس‌هایی که بیش از ۱۰۰ msec تداوم دارند، محاسبه متوسط زمانی معمول بکار می‌رود. مقادیر مزبور به‌عنوان راهنما برای ارزیابی و کنترل پرتوگیری امواج رادیو فرکانس و ماکروویو بکار می‌رود و نباید به‌عنوان مرز معین بین حد ایمن و خطر تلقی شوند.

توجه:

۱. به نظر می‌رسد چنانچه تقریباً کلیه شاغلین بطور مستمر در مواجهه با مقادیر تا حد تماس شغلی عنوان شده قرار گیرند، آثار نامطلوب بر سلامت آن‌ها ظاهر نشود. با این حال در مواردی که می‌توان با روش‌های ساده مانع پرتوگیری شد، باید از تماس‌های غیرضروری افراد با پرتوهای رادیوفرکانس در مقادیری بیش از حد تماس شغلی تدوین شده، اجتناب شود.

³ Specific Absorption Rate

⁴ Near-Field Exposure



حد تماس شغلی عوامل فیزیکی محیط کار - پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

معاونت سلامت

مرکز سلامت محیط و کار

۲. برای میدان‌های مختلط یا با باند پهن که از فرکانس‌های مختلف تشکیل شده‌اند و در هر فرکانس مقدار مشخص از حد تماس شغلی عنوان شده، باید حد تماس شغلی بطور جداگانه (برحسب H^2, E^2 یا چگالی توان) در دامنه فرکانس معین در نظر گرفته شود و حاصل جمع کلیه حدود تماس مذکور نباید از واحد تجاوز نماید.
- به همین روش برای شدت جریان‌هایی که بصورت مختلط یا بند پهن در فرکانس‌های مختلف ایجاد شده‌اند، مقادیر مختلف حد تماس شغلی در محدوده جداگانه شدت جریان‌های ایجاد شده (برحسب I^2) که در هر دامنه فرکانس معین در نظر گرفته می‌شود، نباید حاصل جمع آن‌ها از واحد تجاوز نماید.
۳. مقادیر حد تماس شغلی جدول ۱ به مقادیری اشاره دارد که در فرکانس‌های کمتر از ۱۵ GHz در طی هر ۶ دقیقه (۱/۳ ساعت) و برای فرکانس‌های بالاتر یعنی در ۳۰۰ GHz در مدت زمانی کمتر یعنی تا ۱۰ ثانیه تعیین شده‌اند.
۴. در فرکانس‌های بین ۱۰۰ KHz تا ۱/۵ GHz و برای فرکانس‌های بین ۱۰۰ KHz تا ۴۵۰ MHz چنانچه توان ورودی پرتو رادیوفرکانس در برگرفته پرتو ۷ وات یا کمتر است و برای فرکانس‌های ۴۵۰ MHz تا ۱۵۰۰ MHz در صورتی که مساوی $(450 / f^2) \times 7$ وات می‌باشد، حد تماس شغلی را می‌توان افزایش داد. این استثناء نباید در مورد وسایلی که بطور دائم به بدن وصل هستند، بکار رود.
۵. در فرکانس‌های بین ۱۰۰ KHz تا ۶ GHz مقادیر حد تماس شغلی برای شدت میدان‌های الکترومغناطیسی با رعایت شرایط زیر قابل افزایش است:
الف- شرایط پرتوگیری با استفاده از روش‌های مناسب قابل کنترل باشد بطوری‌که متوسط پرتوگیری کل بدن یعنی SAR_b کمتر از 0.4 W/kg بوده و بطور متوسط مقادیر قله SAR از 8 W/kg به ازاء هریک گرم بافت (بصورت حجم بافت در شکل مکعب تعریف شده است) تجاوز ننماید. به غیر از دست، مچ دست، پا و مچ پا مقادیر قله SAR از 20 W/kg بازاء هر ۱۰ گرم بافت (که بصورت حجم بافت در شکل مکعب تعریف شده است) تجاوز نماید.
ب- جریان‌های القایی به بدن را باید با مقادیر جدول ۱ مطابقت داد. میانگین SAR_b در طی هر ۶ دقیقه محاسبه شده است در فرکانس‌های بیش از ۶ GHz تحت شرایطی که قسمتی از بدن پرتوگیری می‌نماید، تقلیل مقادیر حد تماس شغلی مجاز می‌باشد.
- در فرکانس‌های بین $0.3/0$ و $0.1/0$ مگاهرتز، قاعده‌استثناء SAR که در بالا آمده کاربرد ندارد. لذا چنانچه چگالی جریان rms قله بطور متوسط در طی هر 1 cm^2 از سطح بافت در هر ثانیه از 35 f (برحسب mA/cm^2) که فرکانس برحسب مگاهرتز می‌باشد، تجاوز ننماید، مقادیر حد تماس شغلی را می‌توان افزایش داد.
۶. اندازه‌گیری شدت میدان RF به عوامل متعددی بستگی دارد که شامل ابعاد prob و فاصله منبع از Prob می‌باشد و روش‌های اندازه‌گیری باید از توصیه‌های اعلام شده در IEEE C95.1 سال 1991 تبعیت نماید.
۷. در مواردی که قله چگالی میدان الکتریکی 100 KV/m می‌باشد از هرگونه تماس باید اجتناب نمود.

منبع: حدود تماس شغلی عوامل بیماری‌زا: معاونت سلامت - مرکز سلامت محیط و کار - ۱۳۸۱ صص: ۳۲۲-۳۲۴