

بررسی استانداردهای میزان تشعشع فرستنده های رادیویی و تلویزیونی در ایران و

جهان

مصطفی محمدی^{۱*}، سید احمد میرباقری^۲، سیده زهرا جلیل زاده^۳

*۱- دانشجوی دکترای محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی m.mohamadi110@gmail.com

۲- استاد گروه فنی و مهندسی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی mirbagheri@kntu.ac.ir

۳- کارشناسی ارشد مخابرات، سازمان صدا و سیما، جمهوری اسلامی ایران jalilzadeh@irib.ir

تاریخ پذیرش: ۹۶

تاریخ دریافت: ۹۶

چکیده

در این مقاله، استانداردهای معتبر داخلی و خارجی میزان تشعشع فرستنده های تلویزیونی و رادیویی به تفکیک شرایط شغلی و مردمی مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله، پس از بیان مقدمه، تعاریف و اصطلاحات، به معرفی و ارائه ی مقادیر حد مجاز استانداردهای معتبر و متداول ایران و جهان و با مقایسه ی آن ها با یکدیگر به مهمترین و اصلی ترین علل اختلاف استانداردها و همچنین سخت گیرانه ترین و سهل گیرانه ترین پرداخته است. جهت تبیین بهتر، محاسبات برای دو فرکانس فرضی در باند UHF با فرکانس ۸۶۲ مگا هرتز و فرکانس ۱۵۰۰ کیلو هرتز برای باند AM محاسبه شده و نتایج طبق استاندارد های مختلف با یکدیگر مقایسه شده اند. طبق محاسبات انجام گرفته، در باند VHF، سخت گیرانه ترین استاندارد مربوط به استاندارد ANSI و سهل گیرانه ترین شان به استاندارد ACGIH برمی گردد که اختلاف شان به بیش از ۹۰ واحد می رسد.

در باند UHF، سخت گیرانه ترین استاندارد مربوط به استاندارد روسیه با مقدار چگالی توان ۰٫۲ میلی وات بر سانتی متر مربع و سهل گیرانه ترین استاندارد به استاندارد کشور کانادا با مقدار چگالی توان ۲۸٫۷۳ میلی وات بر سانتی متر مربع بر می گردد. در باند AM، سخت گیرانه ترین استاندارد مربوط به ANSI و NCRP بوده و سهل گیرانه ترین آن ها به استانداردهای ACGIH و FCC و کانادا برمی گردد. می توان گفت، استاندارد ANSI سخت گیرانه ترین استاندارد حدود مجاز دریافت تشعشع در باندهای فرکانسی رادیویی و تلویزیونی و استاندارد ACGIH سهل گیرانه ترین استاندارد است.

کلمات کلیدی

استاندارد، بین المللی، داخلی، رادیویی، امواج غیر یونیزان

۱- مقدمه

پرتوهای الکترومغناطیسی بویژه امواج غیر یونیزان [علویان ۱۳۸۹] منجر به انجام تحقیقات وسیعی در سطح جهانی شده است. (امواج یونیزان به دلیل داشتن تاثیرات مخرب آشکار بر روی بدن موجود زنده، وضعیت متفاوتی با امواج غیر یونیزان دارند). امواج غیر یونیزان انرژی کافی برای یونیزه کردن اتم ها را نداشته و تا مدت ها بی ضرر شناخته می شدند. در حالی که با افزایش چگالی توان پرتوهای غیر یونیزان، ایجاد حرارت می تواند صدمات جدی به اندام بدن وارد سازد (IARC, 2002). به همین دلیل تحقیقات متعددی در حال

امواج رادیویی بخشی از طیف گسترده ی امواج الکترومغناطیسی هستند که از چندین فرکانس با کاربری های مختلف، شروع شده تا چندین گیگا هرتز ادامه یافته است. همانطور که شکل ۱ نشان می دهد، دو باند رادیویی و تلویزیونی با فرکانس های چندین کیلوهرتز برای باند رادیویی موج متوسط و فرکانس های مگاهرتز برای ارسال سیگنال های تلویزیونی و رادیویی FM مورد استفاده قرار می گیرد. درسال های اخیر نگرانی درباره مضر بودن

خاطر بخشیده و با تکیه بر جایگاه خود در افزایش آگاهی عموم مردم نقش داشته و نگرانی احتمالی را از بین برد.

۲- اصطلاحات و تعاریف

پرتوگیری شغلی: پرتوگیری کارکنان به هنگام کار است. **پرتوگیری مردم:** پرتوگیری طبیعی و نیز پرتوگیری افراد جامعه ناشی از فعالیت پرتوی و منابع مجاز است. پرتوگیری مردم شامل پرتوگیری شغلی و پزشکی نمی باشد.

پرتوهای غیر یون ساز: پرتوهایی که قادر به یون سازی در بدن انسان نیستند. این پرتوها شامل پرتوهای الکترومغناطیسی که انرژی یک فوتون آنها برای یون سازی کافی نیست و پرتوهای مکانیکی صوتی و فراصوتی است.

چگالی توان: توان تابیده شده به یک کره کوچک تقسیم بر مساحت دایره عظیمه کره می باشد و یکای این کمیت در سیستم بین المللی یکاها وات بر متر مربع است. در میدان های الکترومغناطیسی چگالی توان با بزرگی بردار پوینتینگ برابر است:

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H} \quad (1)$$

که در آن:

S = بردار پوینتینگ

E = شدت میدان الکتریکی

H = شدت میدان مغناطیسی

شدت میدان الکتریکی: اندازه بردار میدان الکترومغناطیسی است که بنا به تعریف با نیروی وارد بر واحد بار الکتریکی در نقطه مورد نظر از میدان برابر است و یکای آن در سیستم بین المللی نیوتن بر کولن یا ولت بر متر است.

شدت میدان مغناطیسی: اندازه بردار مغناطیسی میدان الکترومغناطیسی است و مقدار آن از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$H = \frac{B}{\mu} \quad (2)$$

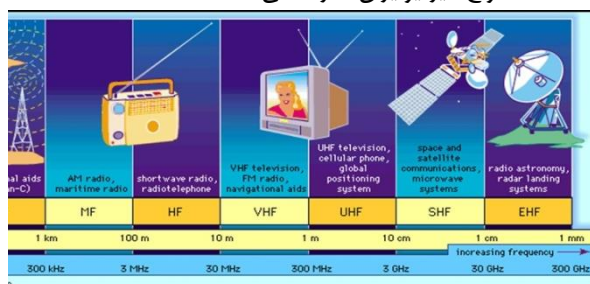
که در آن:

B = چگالی شار مغناطیسی بر حسب تسلا

μ = تراوایی مغناطیسی محیط بر حسب تسلا متر بر آمپر

منبع: هر عامل تولید یا انتشار پرتوی غیر یون ساز که بتواند باعث پرتوگیری شود.

انجام است تا بتوان به طور مشخص در مورد مضر بودن تشعشعات امواج غیر یونیزان نظر قطعی داد.



شکل ۱: طیف امواج الکترومغناطیسی با کاربری های مختلف

همچنین، تحقیقات وسیعی از سوی سازمان های مختلف بین المللی و در برخی مواقع ملی از طرف کشورهای جهت ساماندهی مقدار استاندارد دریافت تشعشع در حال انجام است. هدف استاندارد، به طور کلی، تعیین حدود مجاز جهت مصون ماندن افراد در برابر اثرات بیولوژیکی مضر است که تاکنون شناخته شده است. به دلیل تنوع و تعدد این استانداردها (Rongen, 2016)، در این مقاله سعی می شود تا ضمن معرفی استانداردها، حدود هر یک هر یک از آن ها در بازه ی فرکانسی تلویزیونی و رادیویی اشاره شده و سخت و سهل گیر ترین آنها نیز شناسایی شوند و علت این انتخاب، مورد بررسی قرار گرفته شود. نتیجه این بررسی زمینه ی مناسبی جهت پژوهش برای گروه های پزشکی فراهم می آورد. از آنجا که تحقیقات داخل کشور (علویان ۱۳۸۹ و بهداروند، ۱۳۹۵) و خارج از کشور (Deatanyah, 2012) تا کنون در زمینه تلفن همراه و در فرکانس ۹۰۰ و ۱۸۰۰ مگا هرتز صورت گرفته است، جای خالی پایش وضعیت فرستنده های تلویزیونی و رادیویی احساس می شود. از طرفی، علی رغم قابل مقایسه بودن طول موج باند فرکانسی VHF با ابعاد بدن انسان، این باند فرکانسی تاکنون مغفول مانده است و تحقیقات کمتری در مقایسه با باند های فرکانسی بالاتر همانند تلفن های همراه انجام شده است. سازمان صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران به عنوان مهمترین مؤدی مربوطه در این موضوع، امکان تحقیق در این زمینه را همانند سایر کشورها (Osei, 2016) فراهم نموده و همانند اپراتورهای تلفن همراه، با اندازه گیری میزان تشعشع آنتن های مربوطه و ارزیابی با استاندارد معتبر در صدد ارزیابی وضعیت تشعشع برآمده است تا در صورت مجاز بودن میزان تشعشع و شفاف سازی وضعیت آن، به عموم مردم اطمینان

۳- استانداردهای بین المللی

ICNIRP [ICNIRP 1998]: در سال ۱۹۹۲، این سازمان جایگزین IRPA [IRPA 1998] معرفی شده است. ماموریت آن سازمان دهی دانش موجود در زمینه محافظت در برابر پرتوگیری های غیر یونیزه به منظور فراهم آمدن و پیشرفت توصیه نامه های معتبر بین المللی است. مقادیر این استاندارد برای پرتوگیری شغلی و عموم مردم در جدول ۱ آمده است. راهبردهای ICNIRP شامل یک ضریب کاهشی برابر ۵ در حداکثر نرخ جذب ویژه برای عموم مردم در مقابل محیط های شغلی می باشد. علت این امر به حساسیت استثنایی برخی از افراد جامعه در برابر تشعشعات رادیویی است [سلیمانی ۱۳۹۲]. در سال ۱۹۹۹ راهبردهای این استاندارد برای عموم مردم، از سوی کشورهای اروپایی پذیرفته شده است.

جدول ۱: محدودیت های استاندارد ICNIRP برای حداکثر پرتوگیری مجاز (فرکانس ها بر حسب مگاهرتز است)

استاندارد ICNIRP				
S (W/m^2)	H (A/m)	E (v/m)		
2	0.073	28	عمومی	VHF
10	0.16	61	شغلی	
$\frac{f}{200}$	$0.0037\sqrt{f}$	$1.375\sqrt{f}$	عمومی	UHF
$\frac{f}{40}$	$0.008\sqrt{f}$	$3\sqrt{f}$	شغلی	
ندارد	$\frac{0.73}{f}$	$\frac{87}{\sqrt{f}}$	عمومی	MF
ندارد	ندارد	170	شغلی	

۴- استانداردها به تفکیک کشورها

آمریکا: موسسه های غیردولتی بسیاری به ارائه توصیه هایی برای محافظت در برابر پرتوگیری رادیویی پرداخته اند که می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

میدان دور: ناحیه ای است که در آن فرمول زیر بین کمیت های H, E و S برقرار است:

$$S = \frac{E^2}{120\pi} = 120\pi H^2 \quad (3)$$

که در آن:

E = شدت میدان الکتریکی بر حسب ولت بر متر

H = شدت میدان مغناطیسی بر حسب آمپر بر متر

S = چگالی توان بر حسب وات بر متر مربع

میدان دور از ابعاد آنتن ها مطابق فرمول زیر محاسبه می گردد.

$$l = \frac{2d^2}{\lambda} \quad (4)$$

که در آن:

D = بزرگترین بعد منبع

λ = طول موج انتشار امواج

میدان نزدیک: ناحیه بین منبع پرتو رادیویی و میدان دور، میدان نزدیک نامیده می شود. در این ناحیه رفتار میدان، تخت نیست.

باند فرکانسی: دسته بندی های متفاوتی از طیف امواج الکترومغناطیس می توان داشت که مهم ترین و معتبرترین آن ها دسته بندی است که از سوی سازمان (International Telecommunication Union)ITU ایجاد شده است اما از طرفی، دسته بندی دیگری نیز از طرف سازمان های داخلی هر کشور یا استانداردهای مختلف صورت می گیرد که در برخی مسائل جزئی، با دسته بندی ITU متفاوت است. به همین دلیل باند فرکانسی مربوط به فرستنده های رادیویی و تلویزیونی که از طرف سازمان صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران در نظر گرفته شده است، اینجا ذکر می گردد.

باند فرکانسی VHF: باندی فرکانسی که شامل فرکانس ها ۱۷۴ تا ۲۳۰ مگاهرتز می شود.

باند فرکانسی UHF: باند فرکانسی شامل ۴۷۰ تا ۸۶۲ مگا هرتز می شود.

باند فرکانسی AM: شامل فرکانس های ۵۳۰ تا ۱۶۰۰ کیلو هرتز می شود.

باند فرکانسی FM: باند فرکانسی که شامل فرکانس های ۸۷ تا ۱۰۸ مگاهرتز می شود.

- استاندارد NCRP [NCRP,1986]
کنگره ی آمریکا جهت تولید مستندات و توصیه نامه های مربوط به ایمنی در برابر تشعشعات یونیزان و غیر یونیزان گروهی به نام NCRP را تاسیس کرد. استانداردهای مربوط به این گروه بر مبنای گزارشات فراوان علمی و پزشکی است. سه گزارش از این استاندارد منتشر شده است که گزارش دوم آن که به گزارش ۸۶ سال ۱۹۸۶ است، حاوی نتایج ارزیابی گسترده مستندات موجود در مورد اثرات بیولوژیکی میدان های رادیویی است. لازم به ذکر است این استاندارد بخشی از باند FM را پوشش نمی دهد.

جدول ۳: محدودیت های استاندارد NCRP برای حداکثر پرتوگیری مجاز (فرکانس ها بر حسب مگاهرتز است)

استاندارد NCRP				
S mw/cm^2	H (A/m)	E (v/m)		
0.2	0.0729	27.5	عمومی	VHF
1	0.163	61.4	شغلی	
$\frac{f}{1500}$	$\frac{\sqrt{f}}{238}$	$2.59\sqrt{f}$	عمومی	UHF
$\frac{f}{300}$	$\frac{\sqrt{f}}{106}$	$\sqrt{f} 3.54$	شغلی	
100	1.63	614	عمومی	MF
100	1.63	614	شغلی	

- استاندارد ACGIH [ACGIH,1983]
در سال ۱۹۸۳ حدود مجاز جدیدی از طرف ACGIH در جامعه آمریکا مطرح شد که تنها برای محیط کنترل شده یا به عبارتی برای محیطی که عموم مردم در آنجا حضور ندارند، وضع شده است که در جدول ذیل به نمایش در آمده است.

- [ANSI/ IEEE 1992]C95/1-1992
محدودیت روی حداکثر پرتوگیری مجاز این استاندارد که از طرف بزرگترین موسسه حرفه ای برق و الکترونیک جهان IEEE منتشر شد، وابسته به فرکانس و زمان است. در هر دو قسمت عمومی و شغلی، مقادیر پرتوگیری بر مبنای شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی توسط میانگین فضایی روی یک صفحه مسطح دارای سطح برابر با سطح مقطع عرضی بدن انسان در مقابل یک منبع رادیویی به دست می آیند. لازم به ذکر است مدت زمان پرتوگیری برای هدف عمومی برای باند های VHF و UHF، ۳۰ دقیقه است در حالی که برای هدف شغلی مطابق با ۶ دقیقه است.

جدول ۲: محدودیت های استاندارد ANSI/IEEE C95/1 1992 برای حداکثر پرتوگیری مجاز (فرکانس ها بر حسب مگاهرتز است)

استاندارد ANSI/IEEE C95/11992				
S mw/cm^2	H (A^2/m^2)	E (v^2/m^2)		
0.2	$\frac{158.3}{f^{668}}$	27.5	عمومی	VHF
1	$\frac{16.3}{f}$	61.4	شغلی	
$\frac{f}{1500}$	--	--	عمومی	UHF
$\frac{f}{300}$	--	--	شغلی	
$\frac{100}{180}, \frac{180}{f^2}$	$\frac{16.3}{f}$	614	عمومی	MF
100	$\frac{16.3}{f}$	614	شغلی	

مورد توجه این کمیسیون قرار گرفته و سعی کرده تا با بررسی راهبردهای موجود مانند ANSI/IEEE C95/1-1992، EPA، FDA، NCRP و .. راهبرد خود را ارائه دهد. توجه به این نکته مهم است که مدت زمان پرتوگیری برای هدف شغلی ۶ دقیقه و برای عموم مردم ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شده است.

جدول ۵: محدودیت های استاندارد FCC برای حداکثر پرتوگیری مجاز (فرکانس ها بر حسب مگاهرتز است)

استاندارد FCC				
S mw/cm^2	H (A/m)	E (v/m)		
0.2	0.073	27.5	عمومی	VHF
1	6130.	61.4	شغلی	
$\frac{f}{1500}$	--	--	عمومی	UHF
$\frac{f}{300}$	--	--	شغلی	
100	1.63	614	عمومی (30 min)	MF
100 (دقیقه) 100 (دقیقه)	(۳۰ دقیقه) 1.63	614 (۳۰ دقیقه) (دقیقه)	شغلی	

اروپا

استاندارد اتحادیه اروپا : در سال ۱۹۹۹، شورای بهداشت اتحادیه اروپا توصیه نامه ای را با پشتیبانی دولت انگلیس برای محدود کردن پرتوگیری رادیویی را به رسمیت شاخت تا به وسیله آن استانداردهای گوناگون موجود ایمنی تشعشی در اروپا را مخصوصا برای تشعشات تلفن همراه، برقرار سازد. توصیه نامه ها بر اساس ICNIRP بود.

کشورهای عضو اتحادیه اروپا : تمرکز بحث استانداردهای اتحادیه اروپا بر روی ایستگاه های پایه سلولی و تلفن های همراه بوده است.

جدول ۴: محدودیت های استاندارد ACGIH برای حداکثر پرتوگیری مجاز (فرکانس ها بر حسب مگاهرتز است)

استاندارد ACGIH (شغلی)			
S mw/cm^2	H (A^2/m^2)	E (v^2/m^2)	
1	0.027	3770	VHF
$\frac{f}{100}$	$100 \times \frac{f}{37.7}$	$3770 \times \frac{f}{300}$	UHF
100	2.65	377000	MF

استاندارد وزارت دفاع آمریکا DOD : نگرانی هایی از طرف وزارت دفاع آمریکا که به عنوان بزرگترین کاربر امواج رادیویی به شمار می رود بخصوص در مورد تلفن های بی سیم تاکنون مطرح شده است و در همین راستا در صدد انتشار راهبردهایی برآمده است که مانند استاندارد ANSI/IEEE C95/1 1992 است.

استاندارد سازمان محیط زیست آمریکا EPA : مطابق استاندارد FCC است. این سازمان با تاسیس در سال ۱۹۷۰ و ارائه چندین راهبرد در مورد حفاظت از عموم مردم در سال های مختلف در جهت ارائه استاندارد و توصیه نامه تلاش کرد اما به دلایل مختلف سرانجام در سال ۱۹۹۶، تصمیم گرفت تا استاندارد FCC و راهبردهای آن را در حفاظت از عموم مردم در برابر اثرات به اثبات رسیده تشعشات رادیویی پذیرفته است.

استاندارد کمیسیون ارتباطات فدرال (FCC) [FCC,1993]: کمیسیون ارتباطات فدرال در سال ۱۹۳۴ در آمریکا به عنوان سازمان تنظیم کننده مقررات رادیویی که مسئول صدور مجوز و کنترل سیستم های مخابراتی آمریکا است، تاسیس شد. پرتوگیری امواج رادیویی ناشی از فرستنده ها از سال ۱۹۸۵

کانادا

اولین استاندارد وزارت بهداشت کانادا در سال ۱۹۷۹، از سوی دایره سیستم های پزشکی و تشعشی این وزارت تحت عنوان Safety code 6 [Safety code, 1990] منتشر شده است. چندین نسخه از این راهبرد تاکنون به روز رسانی شده است. این راهبرد نیز بر اساس تحقیقات دانشمندان در زمینه اثرات بیولوژیکی و برای عموم مردم بر مبنای اثرات گرمایی می باشند.

جدول ۶: محدودیت های استاندارد کشور کانادا برای حداکثر پرتوگیری مجاز (فرکانس ها بر حسب مگاهرتز است)

استاندارد کشور کانادا			
S mw/cm ²	H (A/m)	E (v/m)	
2	0.0037	28	عمومی FM
10	0.163	60	شغلی VHF
$\frac{f}{150}$	$0.0042\sqrt{f}$	$1.585\sqrt{f}$	عمومی UHF
$\frac{f}{30}$	$0.0094\sqrt{f}$	$3.54\sqrt{f}$	شغلی UHF
--	2.19	280	عمومی MF
--	۰,۰۰۳-۱)۴,۹ (مگاهرتز)	600 -۱) ۰,۰۰۳ (مگاهرتز)	شغلی
--	۱-۱۰) $\frac{4.9}{f}$ (مگاهرتز)	۱-۱۰) (مگاهرتز) $\frac{600}{f}$	

روسیه

در سال ۱۹۹۶ قوانین سلامت عمومی کمیسیون دولتی بهداشت و نظارت بر بیماری های واگیر به عنوان یک اصلاحیه برای تمامی سازمان های عمومی و دولتی ابلاغ شده است. برای تعیین حد مجاز پرتوگیری با هدف شغلی، باید مربع شدت میدان الکتریکی یا مغناطیسی در مدت

پرتوگیری به صورت ساعت در روز ضرب شود. این کمیت به نام MEE به معنی حداکثر انرژی تشعشی تعریف می شود (Gajs'ek , 2002).

جدول ۷: محدودیت های استاندارد کشور روسیه برای حداکثر پرتوگیری مجاز (فرکانس ها بر حسب مگاهرتز است)

استاندارد روسیه			
S μw/cm ²	H (A ² /m ²)	E(v ² / m ²)	
--	--	3	عمومی VHF
--	۰,۷۲	800	شغلی VHF
10	--	--	عمومی UHF
200	--	--	شغلی UHF
--	--	۰,۳-۰,۳۰ 25	عمومی MF
--	--	۰,۳-۳ v/m 15	عمومی MF
--	200	20000	شغلی MF

آسیا

در آسیا نیز همانند قاره های دیگر، تحقیقات روز افزونی در حال انجام است تا هرچه بیشتر مقادیر مجاز مطابق استانداردها طبقه بندی شده و مورد استفاده قرار گیرند. کشورهایمانند استرالیا، ژاپن، کره، چین و نیوزلند در این زمینه پیشتاز بوده و سعی دارند تا استانداردها را به صورت ملی معین کنند. علی رغم کم بودن اطلاعات در مورد استانداردهای چین، مقاله های منتشر شده از سوی محققین این کشور در حوزه ی پایش امواج الکترومغناطیسی نشان می دهد، این کشور در تعیین حدود مجاز محتاطانه تر از کشورهای دیگر مانند آمریکا است. استاندارد ژاپن که با حمایت وزارت پست و مخابرات این کشور منتشر شده است

مشخصی وضع کرده اند. همچنین استانداردها با استفاده از کمیت های شدت میدان الکتریکی، شدت میدان مغناطیسی، چگالی توان موج و کمیت نرخ جذب ویژه به تعیین حدود پرداخته اند. در بسیاری از مقالات، استفاده از شدت میدان الکتریکی رایج تر است اما زمانی که اندازه گیری ها در میدان نزدیک انجام شود، به دلیل عدم وجود رابطه ی خطی بین شدت میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی، از کمیت های دیگری مانند شدت میدان مغناطیسی نیز برای ارزیابی و تحلیل استفاده می شود. با توجه به توضیحات قبل، مقدار میدان الکتریکی به تفکیک استانداردها در دو حوزه ی عمومی و شغلی در جدول آمده است.

جدول ۹: محدودیت مقدار میدان الکتریکی در استاندارد ها برای حداکثر پرتوگیری مجاز (فرکانس ها بر حسب مگاهرتز است)

مقادیر میدان الکتریکی بر حسب ولت بر متر						
MF		UHF		VHF		
شغلی	عمومی	شغلی	عمومی	شغلی	عمومی	
170	$87 \frac{1}{\sqrt{f}}$	$3\sqrt{f}$	$1.375\sqrt{f}$	61	28	ICNIRP
24.77	24.77	--	--	7.82	5.24	ANSI/IEEE E 1992
170	$87 \frac{1}{\sqrt{f}}$	$3\sqrt{f}$	$1.375\sqrt{f}$	61	28	استاندارد ایران
614.003		$\times 61.40 \frac{\sqrt{f}}{17.32}$		61.40		ACGIH
614	--	--	--	61.4	27.5	FCC

عمدتاً بر اساس استاندارد ANSI/IEEE C95/1 1992 است.

استاندارد ملی ایران

در ایران استاندارد پرتوهای غیر یون ساز - حدود پرتوگیری [ضوابط کار با پرتوهای رادیویی، ۱۳۷۸] که پیش نویس آن توسط امور حفاظت در برابر اشعه کشور در کمیسیون های مربوط تهیه و تدوین شده است. نسخه اول آن در سال ۱۳۸۵ و آخرین نسخه ی آن در سال ۱۳۹۵ ویرایش یافته است. شایان ذکر است که استاندارد جمهوری اسلامی ایران در حقیقت، برگرفته از استاندارد بین المللی ICNIRP است که این استاندارد از سال ۱۹۹۸ تاکنون مورد تایید این سازمان است.

جدول ۸: محدودیت های استاندارد ملی ایران که مطابق با استاندارد ICNIRP برای حداکثر پرتوگیری مجاز است (فرکانس ها بر حسب مگاهرتز است)

استاندارد ملی ایران				
S w/m^2	H (A/m)	E (v/m)		
2	0.073	28	عمومی	VHF
10	0.16	61	شغلی	
$\frac{f}{200}$	$0.0037\sqrt{f}$	$1.375\sqrt{f}$	عمومی	UHF
$\frac{f}{40}$	$0.008\sqrt{f}$	$3\sqrt{f}$	شغلی	
--	$\frac{0.73}{f}$	$87 \frac{1}{\sqrt{f}}$	عمومی	MF
--	--	170	شغلی	

۵- مقایسه حدود استانداردها

غالب استانداردها شرایط پرتوگیری و دریافت امواج الکترومغناطیسی را به دو قسمت شرایط شغلی و عمومی تقسیم کرده و برای هریک از گروه ها محدودیت های

به دلیل قابل مقایسه بودن با ابعاد بدن انسان، تاثیرات مضرتری دارند اگرچه فرکانس شان در مقایسه با باند UHF کمتر باشد.

۴- استانداردهای ANSI و NCRP به لحاظ چگالی توان کاملاً مشابه با یکدیگر هستند.

۵- در باند VHF و FM، چگالی توان از مقدار ۱ تا ۱۰ میلی وات بر سانتی متر مربع تغییر می کند. بیشترین مقدار آن متعلق به استاندارد Safey کشور کانادا است و کمترین آن که در حقیقت سخت گیرانه ترین حالت است مربوط به استانداردهای FCC، NCRP، ICNIRP و ANSI/IEEE است.

۶- همچنین در باند VHF، سخت گیرانه ترین استاندارد مربوط به استاندارد ANSI و سهل گیرانه ترین شان به استاندارد ACGIH و FCC برمی گردد. لازم به ذکر است که این باند از میان سه باند مزبور، اهمیت بیشتری دارد.

۷- در باند UHF، سه استاندارد تنها از طریق کمیت چگالی توان به ارزیابی پرداخته اند که این در مقایسه با باند VHF و AM قابل ملاحظه بوده و گویا متصدیان امر استاندارد در این باند جهت ارزیابی متقن، مصالحه ای بین این دو کمیت را در نظر می گیرند.

۸- در باند UHF، سخت گیرانه ترین استاندارد مربوط به استاندارد روسیه با مقدار چگالی توان ۰.۲ میلی وات بر سانتی متر مربع و سهل گیرانه ترین استاندارد به استاندارد کشور کانادا با مقدار چگالی توان ۲۸.۷۳ میلی وات بر سانتی متر مربع بر می گردد.

۹- در باند فرکانسی AM، سخت گیرانه ترین استاندارد مربوط به ANSI و NCRP و سهل گیرانه ترین آن ها به استانداردهای ACGIH و FCC و کانادا برمی گردد.

۱۰- طبق جمع بندی می توان گفت، استاندارد ANSI در حقیقت از میان استانداردهای مطرح شده از سخت گیرانه ترین مواضع حدود مجاز دریافت تشعشع در باندهای فرکانسی رادیویی و تلویزیونی برخوردار است. در مقابل استاندارد ACGIH از

600	280	$3.54\sqrt{f}$	$1.585\sqrt{f}$	60	28	Safety canada
24.77	24.77	$\sqrt{f}3.54$	$2.59\sqrt{f}$	7.83	27.5	NCRP
141.42	5	-	-	28.28	1.73	روسیه وابسته به زمانی

جهت تبیین بیشتر محدودیت های موجود، با فرض دو فرکانس به طور نمونه در دو باند VHF و UHF، نتایج ذیل به دست می آید:

فرکانس ۸۶۲ مگاهرتز در باند UHF و فرکانس ۱۵۰۰ کیلوهرتز برای باند AM در نظر گرفته شده است و از ارائه محاسبات به دلیل محدودیت صفحات مقاله چشم پوشی شده است.

۱- یکسان نبودن استاندارد ها در یک کمیت جهت ارزیابی و در برخی موارد یکسان نبودن یکاها، مقایسه آن ها را دشوار می سازد. به عبارت دیگر اگر همه ی استانداردها از یک کمیت مشترک مانند میدان الکتریکی یا چگالی توان استفاده می کردند، ارزیابی و مقایسه بسیار آسان تر و دقیق تر می شد.

۲- مقدار حد مجاز در باند فرکانسی AM یا MF مطابق استانداردهای جدول، از یکنواختی بیشتری برخوردار هستند.

۳- آنچه که مورد انتظار است، این است که با افزایش فرکانس امواج الکترومغناطیسی، شدت تاثیرات احتمالی آن ها بیشتر شده و در نتیجه برای حفاظت در برابر آن، حدود پایین تری در نظر گرفته شود. اما با مشاهده ی روند حدود مجاز با حرکت از باند فرکانسی AM به VHF و سپس UHF مشاهده می شود که حد مجاز چگالی توان و میدان الکتریکی، از باند AM به VHF در همه ی استانداردها کاهش یافته ولی از باند VHF به UHF افزایش داده شده است. این روند غیر منطقی در حقیقت یک نکته ی مهمی را متوجه می سازد و آن این است که امواج باند فرکانسی VHF

100	100	100	100	100	100	100	ANSI/IEE E 1992
24.77	24.77	614	614	614	614	24.77	NCRP
2.87	2.87	8.62	8.62	8.62	8.62	2.87	ACGIH
--	103.93	104.07	--	--	104.07	--	FCC
1	1	10	1	1	10	1	Safety Canada
7.83	7.83	61.4	61.4	61.4	61.4	61.4	استاندارد روسیه
28.28	28.28	60	28.28	28.28	60	28.28	

مواضع سهل گیرانه تری با مسئله ی حاضر مواجه می شود.

۱۱- سوال مهمی که پیش می آید این است که با توجه به نبودن کمیت واحد و مشترک جهت ارزیابی بین همه استانداردها، بالاخره کدامیک از کمیت های میدان الکتریکی یا چگالی توان برای ارزیابی از اعتبار بیشتری برخوردار است و سوال دیگر اینکه چرا با توجه به ادعای صاحبان امر در تدوین و تهیه استانداردها مبنی بر اینکه جمع بندی صورت گرفته از طرف آن ها بر اساس یافته های کاملاً علمی و پزشکی است، اما در برخی موارد، اختلاف فاحشی میان آن ها وجود دارد و در نهایت از کدامیک می توان به عنوان یک استاندارد متقن استفاده نمود؟

۱۲- در پاسخ به سوال اول می توان گفت به استناد [۱۲] گفت اگر اندازه گیری ها در فاصله ای از منبع میدان الکترومغناطیسی انجام شود می توان از کمیت میدان الکتریکی و یا میدان مغناطیسی به تنهایی استفاده کرد اما اگر اندازه گیری در میدان نزدیک اتفاق بیافتد، بایستی هر دو کمیت میدان الکتریکی و مغناطیسی محاسبه گردد.

۱۳- توجه به این نکته مهم است که با ملاحظه در جدول می شود چنین استنباط کرد که میزان اختلاف بین دو مقدار بیشینه و کمینه چگالی توان در باند VHF به ۹ واحد می رسد در حالی که اختلاف بین بیشینه و کمینه میدان الکتریکی در همین باند به بیش از ۵۰ ولت بر متر می رسد.

جدول ۱۰: مقادیر میدان الکتریکی و چگالی توان در استانداردهای مختلف به ازای فرکانس ۸۶۲ مگاهرتز و ۱۵۰۰ کیلوهرتز

	MF		UHF		VHF		
	S	E	S	E	S (mw/cm ²)	E	
	170	170	2.155	88.07	1	61	ICNIRP

۶- بررسی اختلاف استانداردها

اولین پرسش در مورد اختلاف استانداردها، این است که آیا میزان مضر بودن امواج الکترومغناطیسی در کشورهای مختلف متفاوت است که هر کشور درصد ملی کردن استانداردهای حدود مجاز است؟

و به عبارت دیگر، چرا برخی از کشورها مواضع سخت گیرانه تری نسبت به برخی دیگر دارند؟

با ملاحظه کردن جدول ۱۰ می توان دریافت استانداردهای مربوط به کشور آمریکا مواضع محکم تری دارند. این مواضع غیر یکسان به تفاوت در فلسفه، روش تحقیق و تفسیر داده های علمی برمی گردد [NCRP, 1986] که در تدوین توصیه نامه ها از آن استفاده می شود. هیچ دلیل علمی راجح به این مطلب وجود ندارد که افراد ساکن در کشورهایی با استاندارد

انتخاب می شود تا مورد تایید ساز و کار دولت باشد. شاید به همین دلیل، استاندارد ANSI/IEEE سخت گیرانه ترین استاندارد است که در حوزه ی صنعت نیز از آن استفاده می شود. موسسه ای که به عنوان بزرگ ترین موسسه حرفه ای برق و الکترونیک در سطح جهان در حال فعالیت است.

۷- نتیجه گیری و جمع بندی

آنچه که در این مقاله مهم است این است که مقادیر مجاز و محدودیت های دریافت تشعشع در کشورها در حال بومی سازی هستند، در حالی که در کشور ایران بر اساس استاندارد ICNIRP تدوین شده است. تدوین استاندارد منوط به انجام فعالیت های پژوهشی در حوزه های مختلف پزشکی، مهندسی مخابرات و علوم اعصاب است که تاکنون در کشور مورد توجه قرار نگرفته است. البته فعالیت های پژوهشی متفرقه در حوزه های مختلف در قالب کارهای دانشگاهی و مقاله انجام شده اما متأسفانه تجمعی صورت نگرفته که به تدوین و تهیه استاندارد یکنواختی منجر شده باشد. لذا پیشنهاد می شود از آنجا که استاندارد فعلی کشور بر اساس استاندارد ICNIRP است و از طرفی تاثیر امواج الکترومغناطیسی بر بدن انسان مستقل از شرایط محیطی کشورها است، می توان از فعالیت های پژوهشی و مطالعاتی کشورهای دیگر استفاده کرده و به جمع بندی مشخصی رسیده تا استانداردهای موجود تکمیل گردد. به عنوان مثال حدود نرخ جذب ویژه را به عنوان استاندارد ملی مطرح کرد.

های پرتوگیری سخت گیرانه تر، سطح بالاتری از حفاظت را دریافت می کنند بلکه تنها ضریب ایمنی بیشتری را اعمال نموده اند.

تمایز استانداردها به کشور مبدا، موسسه مسئول استاندارد، فرآیند توسعه ی استاندارد، چرایی و هدف محافظت، سال توسعه و داده های علمی استفاده شده، انتخاب محدودیت های حدود مجاز پایه بستگی دارد.

علاوه بر آن، قوانین تنظیم مقررات از کشوری به کشور دیگر متفاوت است. طبق [Colin, 2007] رویکرد استاندارد های کشور شرقی محافظت در برابر اثرات غیر گرمایی و محدودیت پایه بر اساس توان (شدت در زمان) است در حالی که هدف استانداردهای کشور غربی محافظت در برابر ایجاد اثرات فیزیولوژیکی حاد و محدودیت پایه بر اساس کمیت نرخ جذب ویژه است. اگرچه همه ی استانداردها، علمی بوده اما افتراق آن ها به این حقیقت برمی گردد که ضمن تفاوت در تفسیر و ترکیب داده های علمی، اتفاق نظری وجود ندارد. همچنین مقایسه ی داده های علمی دشوار است.

در کشورهای شرقی به دلیل عدم وجود بیان روشن و غیر مبهم از فلسفه استاندارد، حدود مجاز استانداردها بر اساس تحقیقات انجام شده توسط خودشان است. از طرفی در کشورهای غربی مقالات بایستی در ژورنال های معتبر به تایید هیئت داوران برسد و از این نظر دارای اعتبار و یکپارچگی بیشتر است.

تفاوت در میزان استانداردها شاید به این مطلب نیز اشاره داشته باشد که اصولاً زمانی که استانداردها از طرف ارگان های دولتی یا وابسته به دولت تدوین شوند، علاوه بر دانش، مسائلی از قبیل صرفه ی اقتصادی نیز در مسئله تاثیرگذار باشد و در حقیقت، حدود استانداردها عمداً در سطح بالاتری

۵- منابع

۱. علویان، سید علی، ۱۳۸۹، " فناوری های نوین شبکه های تلفن همراه و وضعیت ایمنی تشعشع"، اولین همایش ایمنی تشعشع در شبکه های تلفن همراه.
۲. سلیمانی و دیگران، محمد، ۱۳۹۲، حفاظت در تابش امواج الکترومغناطیسی، دانشگاه علم و صنعت، تهران.
۳. ضوابط کار با پرتوهای مایکروویو و رادیویی تدوین شده توسط سازمان انرژی اتمی ۱۳۷۸ و ۱۳۹۵.
۴. بهداروند، مجتبی، مطالعه انتشار امواج الکترومغناطیسی تلفن همراه در شهر گتوند، ۱۳۹۵، هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست.
5. Deatanyah, P., Amoako, J. K., Fletcher, J. J., Adjei, D. N., Dwapanyin, G. O. and Amoatey, E. A. Assessment of radio frequency radiation within the vicinity of some GSM base stations in Ghana, 2012, Radiat. Prot. Dosim. 151(2), 218–223.
6. S. Osei, et al, ASSESSMENT OF LEVELS OF OCCUPATIONAL EXPOSURE TO WORKERS IN RADIOFREQUENCY FIELDS OF TWO TELEVISION STATIONS IN ACCRA, GHANA, 2015, Radiation Protection Dosimetry (2016), Vol. 168, No. 3, pp. 419 –426.
7. Azah, C. K., Amoako, J. K. and Fletcher, J. J. Levels of electric field strength within the immediate vicinity of FM radio stations in Accra Ghana, 2013, Radiat. Prot. Dosim. 156(4), 395– 400.
8. Rongen, E.V, et al, A Closer Look at the Thresholds of Thermal Damage:2016, Workshop Report by an ICNIRP Task Group, Article in Health Physics.
9. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Non-ionizing radiation, part 1: Static and extremely lowfrequency (ELF) electric and magnetic fields. 2002, Lyon, France: World Health Organization, IARC.
10. Kostoff, Ronald N. , Lau, Clifford G.Y., 2017, Modified Health Effects Of Non-Ionizing EMF, chapter 4.
11. <http://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>
12. ICNIRP.Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (Up to 300 GHz), 1998 , 2010, Health Pyys 74(4):494.
13. IRPA Guidelines on limiting of Exposure to radio Frequency Electromagnetic Fields in the Frequency Range from 100 kHz to 300 GHz , 1998, health physics 54, pp.115-123.
14. American National Standard Safety Levels With Respect to Human Exposure To Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 KHz to 300 GHz , ANSI/IEEE c95/1-1992, 1992, Institute of Electrical and Electronics Engineering.
15. Biological Effects and Exposure Criteria for Radio frequency Electromagnetic Field – Recommendation Of the National Council on Radiation Protection and Measurement , National Council on Radiation Protection and Measurements, 1986, NCRP Report No.86,NCRP, Bethesda, MD.
16. Threshold Limit Values for Chemical Substance and Physical Agents in the Work Environment with intended changes for 1983-1984, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Guidelines for Evaluation the Environmental Effects of Radio Frequency Radiation Notice of Proposed Rule Making ET Docket 93-62, 8 FCC Records 2849, 58 Federal Register 1993.
17. Limits of Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields in the Frequency Range from 3 KHz to 300 GHz, Safety code 6, Environmental Health Directorate, Health Protection Branch, Health Canada, 1990.
18. Gajs̃ek P, Pakhomov AG, Klauenberg BJ. Electromagnetic field standards in central and eastern European countries: current state and stipulations for international harmonization.2002, Health Phys 82:473– 483
19. Colin R. Roy and Lindsay J. Martin, A COMPARISON OF IMPORTANT INTERNATIONAL AND NATIONAL STANDARDS FOR LIMITING EXPOSURE TO EMF INCLUDING THE SCIENTIFIC RATIONALE, 2007 Health Physics Society.
20. European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure. Report on the level of exposure frequency, patterns and modulation) in the European Union. Part 1: Radiofrequency (RF) radiation. Deliverable Report D4 of EHFRAN Project. 7–16 (2010). Available on http://efhran.polimi.it/docs/D4_Report%20on%20the%20level%20of%20exposure%20in%20the%20European%20Union_Oct2010.pdf (12 April 2015, date last accessed).