

وضعیت تابش‌های آنتن‌های BTS تلفن همراه در ایران

با توجه به افزایش چشم‌گیر تعداد مشترکین تلفن همراه در سال‌های اخیر، تعداد ایستگاه‌های آنتن تلفن همراه (BTS) نیز در مناطق مسکونی به صورت امری اجتناب ناپذیر و اجباری افزایش یافته است. این امر، با توجه به تشعشعات آنتن‌های BTS سبب نگرانی‌هایی در بین مردم شده‌است که در برخی موارد نیز مشکلاتی برای تاسیسات BTS به دنبال داشته‌است.

براساس قانون حفاظت در برابر اشعه کشور، مصوب مجلس شورای اسلامی در سال ۱۳۶۸، سازمان انرژی اتمی ایران نظارت بر اجرای این قانون به منظور حفظ سلامت مردم، کارکنان و نسل‌های آینده در برابر خطرات انواع پرتوها را به عهده دارد و این وظیفه به مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور (امور حفاظت در برابر اشعه) به عنوان واحد قانونی محول شده‌است. لذا امور حفاظت در برابر اشعه کشور، به منظور پاسخ‌گویی و اطلاع‌رسانی به مردم و برای کاهش نگرانی‌های فوق اقدام به تهیه‌ی این گزارش نموده‌است.

کدام پرتوها توسط آنتن‌های BTS منتشر می‌شود؟

در حال حاضر در کشور، از GSM (Global System for Mobile Communication) استفاده می‌شود. در این سیستم، انجام ارتباطات رادیویی بین گوشی‌های تلفن همراه و آنتن‌های BTS، با استفاده از پرتوهای الکترومغناطیسی در فرکانس‌های ۹۰۰ و ۱۸۰۰ مگاهرتز (میلیون هرتز) صورت می‌گیرد.

عموماً وقتی که از پرتوها سخن به میان می‌آید، افراد پرتوهایی نظیر ایکس و گاما را به خاطر می‌آورند. باید توجه نمود که گرچه ماهیت پرتوهای ایکس و گاما با ماهیت پرتوهای رادیویی و میکروویو که در ارتباطات رادیویی مورد استفاده قرار می‌گیرند، مشابه است ولی به علت تفاوت بسیار زیاد در فرکانس، تأثیرات این پرتوها بر انسان مشابه نیست.

پرتوهای رادیویی و میکروویو برای انسان چه خطراتی دارد؟

گرچه پرتوهای ایکس و گاما مولکول‌ها و اتم‌ها را یونیزه می‌کنند و به همین دلیل با ایجاد واکنش‌های

شیمیایی در بافت بدن انسان ، بر آن ها اثر می گذارند و به عنوان پرتوهایی که می توانند ریسک ابتلا به سرطان را افزایش دهند، شناخته شده اند، ولی پرتوهای رادیویی و مایکروویو در هیچ شرایطی قادر به یونسازی در بدن انسان نیستند. لذا نباید اثرات پرتوهای یونساز را برای پرتوهای رادیویی و مایکروویو هم در نظر گرفت. نقش این پرتوها در افزایش ریسک سرطان توسط مجامع معتبر جهانی، نظیر سازمان جهانی بهداشت تایید نشده است.

برخورد پرتوهای رادیویی به ماده سبب می شود که مولکول های ماده نوسان کنند و در نتیجه گرم شوند. به همین دلیل این پرتوها می توانند بر بدن انسان تاثیر بگذارند. این پرتوها در شدت های زیاد می توانند باعث آسیب دیدن چشم ها، سوختن پوست، احساس گرما در بدن و شوند.

برای پیشگیری از آسیب دیدن افراد در اثر پرتوهای رادیویی و مایکروویو چه راه کاری وجود دارد؟

در دنیا برای پیشگیری از آسیب دیدن مردم در اثر پرتوهای رادیویی، میزان پرتوگیری مردم محدود می شود. قابل توجه است که در جهان امروزی که استفاده از فناوری های مبتنی بر پرتوهای رادیویی و مایکروویو نظیر رادیو، تلویزیون، کامپیوتر، فرهای مایکروویو و تلفن همراه نقشی بسیار مهم و مفید در زندگی افراد دارد، هرگز نمی توان شدت این پرتوها را در محیط زندگی افراد به صفر رساند بلکه باید سطح آن ها را تا حدی کاهش داد که برای افراد خطرناک محسوب نشوند. این امر با تدوین استانداردها و رعایت آن ها محقق می شود.

در ایران، مقادیر شدت پرتوهای رادیویی و مایکروویو در مناطق مسکونی و اماکن عمومی باید از حدودی که در استاندارد ملی ایران با عنوان " پرتوهای غیر یونساز - حدود پرتوگیری " آمده است، کم تر باشد. استاندارد فوق توسط امور حفاظت در برابر اشعه کشور تدوین شده است و در سال ۱۳۸۵ در سازمان ملی استاندارد ایران به تصویب رسیده است و با کد ۸۵۶۷ به عنوان استاندارد ملی ثبت شده است. مبنای تدوین این استاندارد نتایج آخرین تحقیقات انجام شده در جهان بوده است و حدودی که در آن برای پرتوهای رادیویی تعیین شده است در حال حاضر مشابه با استاندارد اغلب کشورها نظیر استرالیا،

کشورهای اروپایی و ژاپن می‌باشد. این استاندارد به پیشنهاد واحد قانونی بر اساس آخرین یافته‌ها به روز می‌شود.

کلیه‌ی اپراتورهای تلفن همراه، براساس توافقاتی که با سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی ایران به عمل آمده‌است باید با اخذ پروانه‌ی اشتغال به کار با پرتوهای رادیویی و مایکروویو از امور حفاظت در برابر اشعه‌ی کشور، به نصب و بهره‌برداری از تجهیزات تلفن همراه بپردازند. هر اپراتور برای دریافت پروانه‌ی اشتغال فوق، متعهد می‌شود که ضوابط مدون این امور و نیز استاندارد ملی ایران را در ارتباط با پرتوگیری مردم رعایت نماید. برای محقق شدن این امر اپراتورها، با استفاده از تجهیزات بسیار پیشرفته به اندازه‌گیری پرتوهای منتشر شده از آنتن‌های BTS، مقایسه‌ی نتایج با مقادیر استاندارد و آرایه‌ی گزارش در موارد ضرورت به واحد قانونی، می‌پردازند. واحد قانونی نیز جداگانه و با تجهیزاتی که در اختیار دارد، نظارت قانونی را اعمال می‌کند تا اطمینان حاصل شود که با نصب این-گونه تجهیزات سلامت مردم تهدید نمی‌شود.

اندازه‌گیری‌های واحد قانونی از چه زمانی شروع شده‌است و تا کی ادامه یافته‌است؟ نتایج این اندازه‌گیری‌ها چه بوده‌است؟

اندازه‌گیری پرتوهای منتشر شده توسط آنتن‌های BTS در ایران با نصب اولین آنتن‌ها و تقریباً در سال ۱۳۸۰ شروع شد و هنوز هم ادامه دارد. براساس نتایج به‌دست‌آمده تاکنون، در هیچ موردی شدت پرتو رادیویی ناشی از آنتن‌های BTS اندازه‌گیری شده نه فقط از حد پرتوگیری مردم براساس استاندارد ملی بیشتر نبوده‌است بلکه در اغلب موارد از یک صدم این حد کم‌تر بوده‌است.

چه عاملی سبب شده‌است که شدت پرتوهای منتشرشده از آنتن‌های BTS در مناطق مسکونی و اماکن عمومی بسیار کم باشد؟

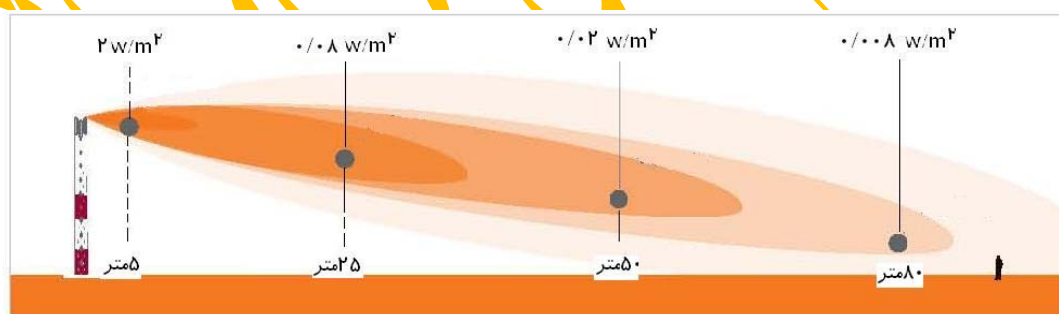
آنتن‌های BTS باید به گونه‌ای در سطح شهرها و روستاها و مناطق مختلف نصب شوند که پرتوهای هریک از آن‌ها منطقه‌ی وسیعی را تحت پوشش قراردهد، به همین دلیل این آنتن‌ها عموماً روی پشت بام‌ها و یا روی دکل‌های بلند و در ارتفاعات بالا نصب می‌شوند.

نحوه‌ی انتشار امواج منتشر شده از آنتن تلفن همراه در شکل ۱ نمایش داده شده است. امواج این آنتن‌ها در فواصل کم از آنتن به سطح منازل مسکونی نمی‌رسد. با فاصله گرفتن از آنتن به علت پخش شدن موج در فضا، شدت پرتو به سرعت کاهش می‌یابد، به گونه‌ای که خانه‌ها و مردم در میدان‌های بسیار ضعیف قرار می‌گیرند.



شکل ۱- نحوه‌ی انتشار پرتوهای منتشر شده از آنتن‌های BTS

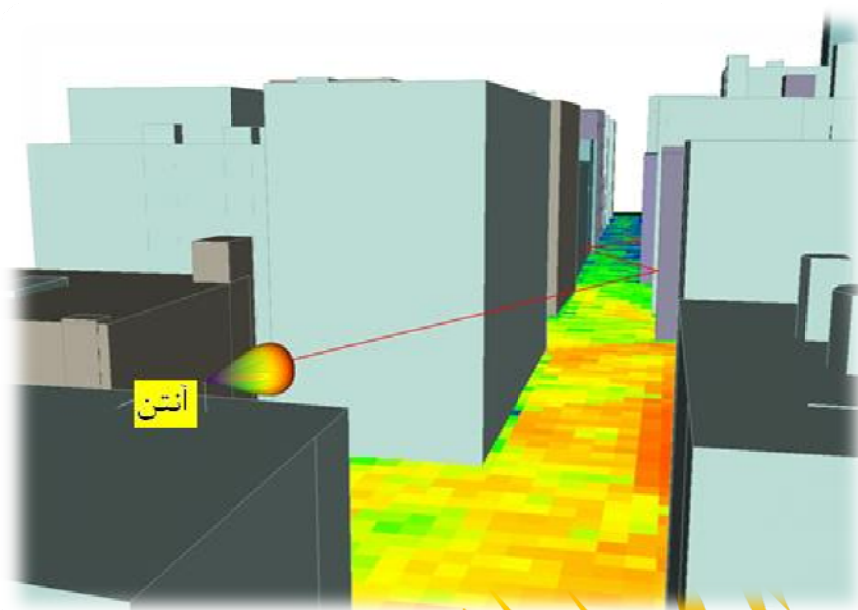
در شکل ۲، مقادیر چگالی توان میدان منتشر شده در فواصل مختلف از یک آنتن به طور نمونه نشان داده شده است و نحوه‌ی کاهش مقادیر قابل مشاهده است. همین امر سبب می‌شود که شدت پرتوهای منتشر شده از آنتن‌های BTS در محل استقرار مردم بسیار کم باشد.



شکل ۲- با افزایش فاصله از آنتن شدت پرتو به سرعت کاهش می‌یابد.

در شکل ۳، نحوه حرکت تابش رادیویی یک آنتن در فضا نمایش داده شده است. با برخورد این امواج به یک ساختمان، بخشی از انرژی وارد ساختمان می‌شود، تا امکان استفاده از تلفن همراه در

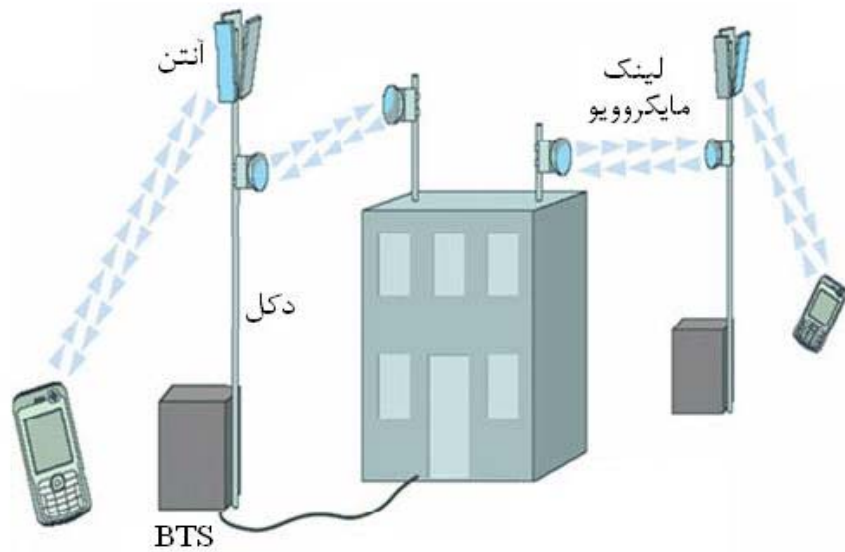
ساختمان‌ها فراهم شود و درصد دیگری از موج از روی سطح ساختمان بازتابیده می‌شود و مسیر خود را در فضای باز ادامه می‌دهد.



شکل ۳- نحوه انتشار امواج رادیویی آنتن‌های BTS در فضا

در یک ایستگاه پایه (BTS)، کدام قسمت‌ها پرتوهای رادیویی را در محیط تابش می‌کند؟

در شکل ۴، مشخص شده‌است که در یک ایستگاه پایه آنتن‌ها که در بالای دکل نصب می‌شوند، تابش‌های رادیویی را به محیط ارسال می‌کنند. دو نوع آنتن روی هر دکل قرار دارد. یک نوع آنتن مربوط به ارسال و دریافت تابش در فرکانس‌های GSM است. این آنتن‌ها با گوشی‌های تلفن همراه ارتباط برقرار می‌کنند تا امکان تماس گرفتن با هم توسط گوشی فراهم شود. آنتن دیگر آنتن‌های بشقابی است که فقط برای ارتباط دو ایستگاه پایه (لینک مایکروویو) روی دکل نصب می‌شود. هیچ مانعی نباید در مسیر تابش این آنتن‌های بشقابی باشد زیرا موانع سبب قطع ارتباط می‌شوند. لذا باید توجه کنیم که دکل‌ها تشعشع خاصی ندارند بلکه آنتن‌های واقع در بالای دکل تابش را انجام می‌دهند.

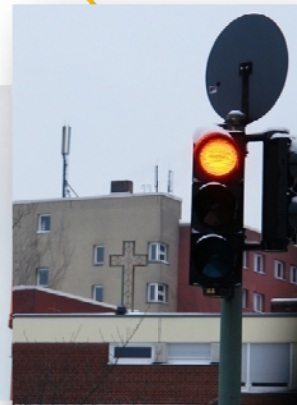


شکل ۴- آنتن‌های واقع در بالای دکل امواج رادیویی را به محیط ارسال می‌کنند.

آیا نصب آنتن‌های BTS در ایران با سایر کشورهای جهان متفاوت است؟

خیر! در تمام کشورها آنتن‌های BTS، روی پشت بام‌ها، روی دکل‌های بلند و حتی روی لبه ساختمان‌ها نصب می‌شود. در شکل ۴، نمونه‌هایی از آنتن‌های نصب شده در کشورهای نظیر انگلستان، فرانسه، آمریکا و استرالیا دیده می‌شود.





شکل ۴- نصب انواع آنتن های BTS در سایر کشورها

آیا پرتوهای ناشی از نصب آنتن تلفن همراه روی پشت بام منازل، برای ساکنین آن منزل یا همسایه‌ها خطرناک است؟

خیر! با توجه به شکل ۱، به علت نصب آنتن در ارتفاع بالا، موج‌های منتشرشده از آنتن نصب شده روی پشت بام به خانه‌ای که آنتن روی آن نصب شده‌است و خانه‌های مجاور نمی‌رسد. در فواصل بیشتر که موج به سطح بام خانه‌ها می‌رسد نیز به علت فاصله گرفتن از آنتن و پخش شدن موج در فضای وسیع‌تر، شدت پرتو بسیار کاهش می‌یابد و از حد استاندارد بسیار کم‌تر است. لذا نصب آنتن‌های BTS روی پشت بام‌ها و دکل‌های بلند الزاما با رعایت استانداردهای مربوطه صورت می‌گیرد و خطری برای ساکنین محل محسوب نمی‌شود.

آیا نمونه‌ای از نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط واحد قانونی در دسترس عموم قرار می‌گیرد؟

برای اطمینان دادن به مردم و مراجع قانونی ذیربط، واحد قانونی نتایج تعدادی از اندازه‌گیری‌های انجام شده از پرتوهای ناشی از نصب آنتن‌های BTS در نقاط مختلف شهرهای مختلف کشور را در معرض دید عموم قرار می‌دهد. در فرکانس‌های GSM مورد استفاده در ایران، حد چگالی توان $4/4$ وات بر مترمربع است و تمامی نتایج اندازه‌گیری با این حد مقایسه شده‌است و در هر محل اندازه‌گیری مشخص شده‌است که شدت پرتو چه کسری از حد است. به عنوان مثال اگر نسبت شدت پرتو به حد آن به صورت $\frac{1}{500}$ داده شده‌است، بدان معنی است که در آن محل اگر شدت پرتو ۵۰۰ برابر مقدار موجود شود، هنوز هم از حد استاندارد بیش‌تر نیست.

این اندازه‌گیری‌ها توسط واحد قانونی ادامه دارد و در اقصا نقاط کشور صورت خواهد گرفت. اندازه‌گیری‌هایی که توسط واحد قانونی انجام می‌شود بدون هماهنگی قبلی با اپراتورهای تلفن همراه و در شرایط متنوع موجود در کشور انجام می‌شود تا تمامی شرایط ممکن در نظر گرفته شود. نتایج ارایه شده در جدول‌های زیر به عنوان نمونه ارایه شده‌است.

شهر ۱ تاریخ اندازه گیری: ۱۳۸۹/۰۳/۰۱			
محل اندازه گیری	فاصله افقی از دکل (متر)	ارتفاع تقریبی آنتن از محل اندازه گیری (متر)	نسبت شدت پرتو به حد مردم
فضای باز	۴۰	۳۰	$\frac{1}{4660}$
فضای باز	۴۵	۳۰	$\frac{1}{10500}$
فضای باز	۲۰	۳۰	$\frac{1}{26890}$
فضای باز	۵۰	۳۰	$\frac{1}{3430}$
داخل ساختمان	۲۰	۳۰	$\frac{1}{26890}$
فضای باز	۵۰	۴۰	$\frac{1}{10500}$
فضای باز	۸	۴۰	$\frac{1}{1680}$
فضای باز	۴	۴۰	$\frac{1}{2620}$
داخل ساختمان	۱۵	۴۰	$\frac{1}{26890}$
فضای باز	۸۰	۴۰	$\frac{1}{6720}$
پای دکل	۳	۲۵	$\frac{1}{3430}$
فضای باز	۸	۲۵	$\frac{1}{2070}$
فضای باز	۱۰	۲۵	$\frac{1}{1680}$
داخل ساختمان	۶	۲۰	$\frac{1}{2070}$
داخل ساختمان	۱۰	۲۰	$\frac{1}{740}$
داخل ساختمان	۵	۲۲	$\frac{1}{3430}$
داخل ساختمان	۵	۲۵	$\frac{1}{1680}$
فضای باز	۲	۲۰	$\frac{1}{210}$
فضای باز	۸	۲۰	$\frac{1}{1680}$

شهر ۲			تاریخ اندازه گیری: ۱۳۸۹/۱۱/۱۸
محل اندازه گیری	فاصله افقی از دکل (متر)	ارتفاع تقریبی آنتن از محل اندازه گیری (متر)	نسبت شدت پرتو به حد مردم
داخل ساختمان	۵۰	۱۲	$\frac{1}{3430}$
داخل ساختمان	۵۰	۹	$\frac{1}{2620}$
داخل ساختمان	۵۰	۶	$\frac{1}{1680}$
داخل ساختمان	۴۵	۶	$\frac{1}{1160}$
داخل ساختمان	۵۰	۱۲	$\frac{1}{3430}$
فضای باز	۵۵	۳	$\frac{1}{2620}$
فضای باز	۶۰	۱	$\frac{1}{420}$
داخل ساختمان	۴۰	۹	$\frac{1}{6720}$
فضای باز	۷۰	۱۵	$\frac{1}{42020}$
داخل ساختمان	۴۰	۹	$\frac{1}{6720}$
فضای باز	۵۰	۶	$\frac{1}{340}$
فضای باز	۴۵	۳	$\frac{1}{60}$
داخل ساختمان	۴۵	۱۲	$\frac{1}{42020}$

تاریخ اندازه گیری: ۱۳۸۹/۱۲/۱۰			شهر ۳
محل اندازه گیری	فاصله افقی از دکل (متر)	ارتفاع تقریبی آنتن از محل اندازه گیری (متر)	نسبت شدت پرتو به حد مردم
فضای باز	۱۵	۱۸	$\frac{1}{830}$
مقابل ساختمان	۴۰	۱۸	$\frac{1}{570}$
داخل ساختمان	۱۰	۱۵	$\frac{1}{9210}$
داخل ساختمان	۱۵	۱۵	$\frac{1}{3310}$
داخل ساختمان	۲۰	۱۵	$\frac{1}{9210}$
داخل ساختمان	۱۰	۱۰	$\frac{1}{3310}$
داخل ساختمان	۲۰	۱۰	$\frac{1}{1020}$
پای دکل	۵	۱۸	$\frac{1}{2300}$
فضای باز	۱۰	۱۸	$\frac{1}{1290}$
فضای باز	۲۰	۱۸	$\frac{1}{1290}$
داخل ساختمان	۳۰	۱۸	$\frac{1}{82940}$
داخل ساختمان	۲۵	۱۴	$\frac{1}{3310}$
داخل ساختمان	۳۰	۱۴	$\frac{1}{5180}$
فضای باز	۸۰	۲۰	$\frac{1}{5180}$
فضای باز	۱۰	۲۰	$\frac{1}{1680}$
داخل ساختمان	۱۰	۱۸	$\frac{1}{18670}$
فضای باز	۲۰	۱۸	$\frac{1}{1160}$
فضای باز	۱۰	۱۸	$\frac{1}{650}$
داخل ساختمان	۱۵	۱۸	$\frac{1}{3430}$
فضای باز	۱۰	۱۸	$\frac{1}{990}$

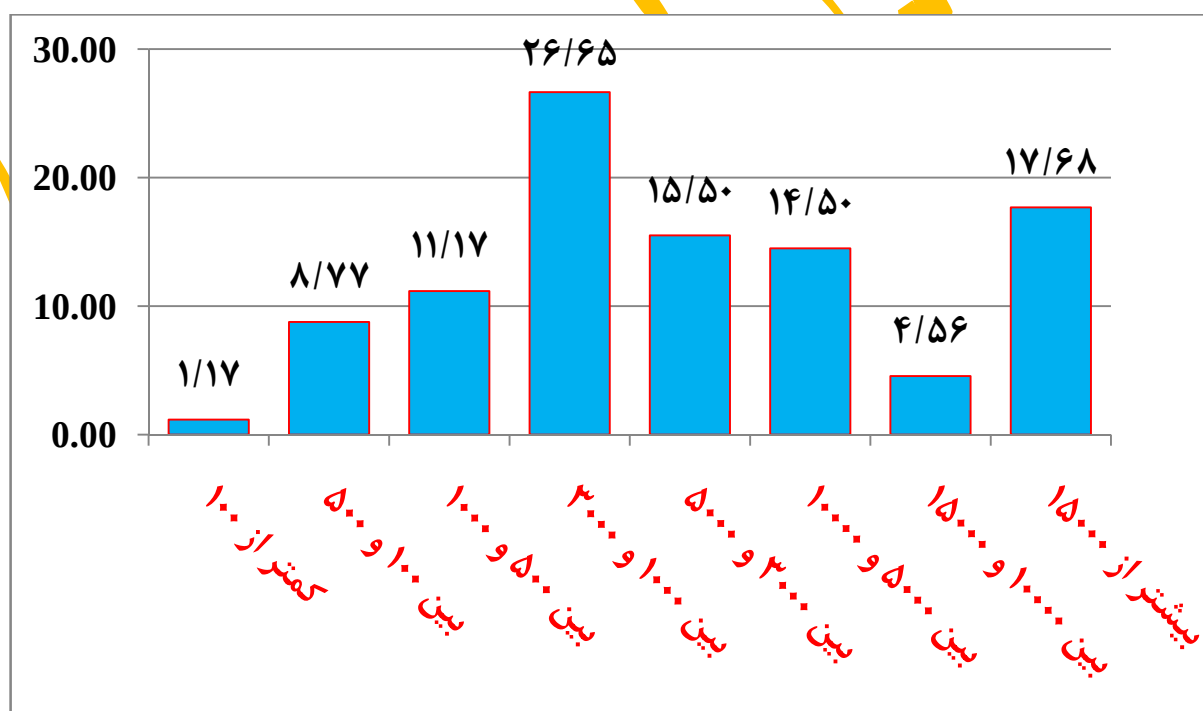
تاریخ اندازه گیری ۱۳۹۰/۰۲/۰۴			شهر ۴
نسبت شدت پرتو به حد مردم	ارتفاع تقریبی آنتن از محل اندازه گیری (متر)	فاصله افقی از دکل (متر)	محل اندازه گیری
$\frac{1}{6720}$	۲۰	۲۵	داخل ساختمان
$\frac{1}{18670}$	۱۸	۲۵	داخل ساختمان
$\frac{1}{6720}$	۱۸	۲۵	داخل ساختمان
$\frac{1}{740}$	۱۸	۲۵	فضای باز
$\frac{1}{5550}$	۱۸	۳۰	فضای باز
$\frac{1}{1680}$	۱۸	۱۰	فضای باز
$\frac{1}{1160}$	۱۸	۵	فضای باز
$\frac{1}{6720}$	۱۸	۶۰	فضای باز
$\frac{1}{4660}$	۱۸	۷۰	فضای باز
$\frac{1}{10500}$	۱۶	۸۰	داخل ساختمان
$\frac{1}{168100}$	۱۶	۱۰	داخل ساختمان
$\frac{1}{1680}$	۱۸	۴۰	فضای باز
$\frac{1}{10500}$	۱۸	۲۵	فضای باز
$\frac{1}{2620}$	۱۸	۲۰	فضای باز
$\frac{1}{2070}$	۱۸	۲۰	فضای باز

شهر ۵			تاریخ اندازه گیری: ۱۳۸۹/۰۳/۲۹
محل اندازه گیری	فاصله افقی از دکل (متر)	ارتفاع تقریبی آنتن از محل اندازه گیری (متر)	نسبت شدت پرتو به حد مردم
فضای باز	۳۰	۳۰	$\frac{1}{18670}$
فضای باز	۵۰	۳۰	$\frac{1}{18670}$
فضای باز	۲۰	۳۰	$\frac{1}{42020}$
فضای باز	۳۰	۳۰	$\frac{1}{10500}$
فضای باز	۵۰	۳۰	$\frac{1}{10500}$
فضای باز	۴۰	۲۰	$\frac{1}{1380}$
فضای باز	۱۵	۲۰	$\frac{1}{2070}$
فضای باز	۳۰	۲۰	$\frac{1}{3430}$
فضای باز	۵۰	۲۰	$\frac{1}{3430}$
فضای باز	۲۰	۲۰	$\frac{1}{740}$
فضای باز	۳۰	۲۰	$\frac{1}{1160}$
فضای باز	۱۰	۲۰	$\frac{1}{740}$
فضای باز	۲۵	۲۰	$\frac{1}{42020}$
فضای باز	۲۰	۲۰	$\frac{1}{18670}$
فضای باز	۱۵	۲۰	$\frac{1}{6720}$
فضای باز	۵	۲۰	$\frac{1}{18670}$
فضای باز	۳۰	۲۰	$\frac{1}{2620}$
فضای باز	۶۰	۲۰	$\frac{1}{1160}$

تاریخ اندازه گیری: ۱۳۹۰/۰۵/۰۴			شهر ۶
نسبت شدت پرتو به حد مردم	ارتفاع تقریبی آنتن از محل اندازه گیری (متر)	فاصله افقی از دکل (متر)	محل اندازه گیری
$\frac{1}{1680}$	۲۰	۱۲	فضای باز
$\frac{1}{1680}$	۲۰	۱۲	داخل ساختمان
$\frac{1}{1680}$	۱۰	۱۰	داخل ساختمان
$\frac{1}{740}$	۷	۱۰	داخل ساختمان
$\frac{1}{260}$	۷	۱۰	فضای باز
$\frac{1}{18670}$	۱۰	۵	داخل ساختمان
$\frac{1}{6720}$	۲۵	۱۰۰	داخل ساختمان
$\frac{1}{18670}$	۲۵	۱۰۰	داخل ساختمان
$\frac{1}{168100}$	۲۵	۱۰۰	داخل ساختمان
$\frac{1}{18670}$	۲۲	۱۰۰	داخل ساختمان
$\frac{1}{8300}$	۲۲	۱۰۰	داخل ساختمان
$\frac{1}{6720}$	۱۹	۱۰۰	داخل ساختمان
$\frac{1}{2320}$	۱۹	۱۰۰	داخل ساختمان
$\frac{1}{18670}$	۱۹	۱۰۰	داخل ساختمان

در نهایت به علت حجم بسیار زیاد جداول به دست آمده از اندازه‌گیری‌های انجام شده در بیش از پنجاه شهر (و روستاهای اطراف) در استان‌های مختلف کشور، نمودار شکل ۵، برای نتیجه‌گیری نهایی ارایه شده است. این نمودار با استفاده از اندازه‌گیری‌های انجام شده در بیش از ۴۵۰۰ نقطه رسم شده است. در این نمودار مقادیر نوشته شده روی محور افقی مقادیری است که اگر در مقدار اندازه‌گیری شده برای چگالی توان در یک نقطه ضرب شود، حد پرتوگیری مردم مطابق با استاندارد به دست می‌آید. مثلاً اگر نسبت حد مردم به شدت پرتو، بین ۵۰۰ و ۱۰۰۰ باشد، بدان معنی است که در آن نقطه یا نقاط، مقدار اندازه‌گیری شده برای چگالی توان از ۰/۱ درصد (۰/۰۰۱) حد پرتوگیری بیشتر و از ۰/۲ درصد (۰/۰۰۲) آن کمتر بوده است.

شکل ۵- نمودار درصد تعداد نقاط اندازه‌گیری شده براساس نسبت حد مردم به شدت پرتو



نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به اطلاعات فوق، شرایط نصب و بهره‌برداری از آنتن‌های BTS در ایران به گونه‌ای است که در شرایط فعلی برمبنای اطلاعات تایید شده توسط مجامع علمی جهانی، مردم می‌توانند بدون

نگرانی، از این فناوری سودمند در برقراری ارتباطات بهره‌مند باشند. ضمناً سازمان انرژی اتمی ایران (مرکز نظام ایمنی هسته‌ای - امور حفاظت در برابر اشعه) به طور مستمر، بر عملکرد اپراتورهای تلفن همراه نظارت دارد تا اطمینان حاصل گردد که همواره شدت میدان‌های الکترومغناطیسی ناشی از نصب آنتن‌های فوق، در محل‌های کار و زندگی مردم، با استانداردهای مربوطه مطابقت دارد.

