مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره چهارم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۰، صفحات ۳۳۱ تا ۳۴۰

بررسی وضعیت انتشار امواج الکترومغناطیس ناشی از آنتن های (Base Transceiver Station) BTS باند ۹۰۰ مگا هرتز در شهر تهران

پروین نصیری[۱]، محمدرضا منظم[۲]، سجاد زارع[۳]، کمال اعظم[۴]، زاهد یوسفی[۵]، رسول همت جو[۶]
نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت،گروه بهداشت حرفه ای*ss_zare87@yahoo.com*

دریافت: ۹۰/۰۳/۲۸ پذیرش: ۹۰/۰۶/۱۹

چکیده

زمینه و هدف: *همگام با پیشرفت تکنولوژی تماس با فرکانس های مختلف میدان های الکترومغناطیسی(EMF) به نحو چشمگیری در حال افزایش است. درحالی که مزایای فراوان استفاده از امواج میکروویو در زندگی روزمره غیرقابل چشم پوشی است، ولی در طی سال های اخیر اثرات مضری که ناشی از تماس با میدان های الکتریکی و مغناطیسی این امواج که از آنتن های BTS منتشر می شود، گزارش شده است. هدف از این تحقیق بررسی وضعیت انتشار امواج میکروویو در اطراف آنتن های BTS شهر تهران است.*

روش بررسی: *در این مطالعه با توجه به موقعیت مکانی آنتن های BTS در سطح شهر، چگالی توان امواج الکترومغناطیسی در اطرف ۶۳ آنتن در دو میدان نزدیک و دور در فواصل مختلف اندازه گیری شد. اندازه گیری ها با استفاده از روش استاندارد IEEE Std C ۹۵/۱ توسط دستگاه 4333-Hi انجام شد. تجزیه وتحلیل داده ها توسط نرم افزار ۱۶ spss و با استفاده از آزمون های آماری آنالیز واریانس یک طرفه، کولموگروف ـ اسمیرنوف، بونفرونی و کروسکال والیس انجام گرفت.*

یافته ها: *نتایج این مطالعه نشان می دهد که در میدان نزدیک با افزایش فاصله از پای آنتن میانگین چگالی توان امواج الکترومغناطیس افزایش می یابد. به طوری که از پای دکل تا۱۰ متر افزایش میانگین چگالی توان امواج بطئی و از فاصله۱۰ تا۱۵ متر کاملا محسوس است. ولی در میدان دور با افزایش فاصله از ۲۰ متر، میانگین چگالی توان امواج الکترومغناطیس کاهش می یابد و از فاصله ۱۰۰ متر به بعد شیب نمودار تقریبا خطی شده، میزان چگالی توان به حد زمینه رسیده به گونه ای که با افزایش فاصله کاهش محسوسی مشاهده نمی شود.*

نتیجه گیری : *تمام اندازه گیری های چگالی توان امواج الکترومغناطیس ناشی از BTS ها در حدود۰/۰۶ مقادیر توصیه شده مجازاستاندارد محیطی و ۰/۰۰۰۰۳ درصد استاندارد شغلی است که نتایج به نتایج دیگر تحقیقات نیز نزدیک است.*

واژگان کلیدی: آنتن BTS، چگالی توان، امواج الکترومغناطیسی، اثرات بهداشتی، میکروویو

۱- دکترای بهداشت حرفه ای، استاد دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲- دکترای بهداشت حرفه ای، دانشیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳- دانشجوی دکترای بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴- دکترای آمار زیستی، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۵- دانش آموخته کارشناسی ارشد شهرسازی، دانشکده هنر ومعماری، دانشگاه تربیت مدرس
۶- دانش آموخته کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-22]

مقدمه

زندگـی امروز بر روی کره زمین در واقع غوطه ور شـدن در دریایی از میدان های الکترومغناطیسی طبیعی است. در قرن گذشـته این محیـط طبیعی به دلیل حضور طیف وسـیع و در حال گسـترش میدان های مصنوعی الکترو مغناطیسی به شدت تغییر کرده است. اسـتفاده از تکنولوژی در کشورهای پیشرفته و واردات آن بـه کشـور های در حال توسـعه باعث شـده تا استفاده کنندگان آن در معرض آثار زیان بار وعوارض بهداشتی ناشـی از آن قرار گیرند(۱). یکی از محصولات مهم تکنولوژی بـه کارگیری امـواج الکترومغناطیس در بخـش های مختلف صنعتی، علمی، پزشکی ولوازم خانگی است(۲).

امواج میکروویو از امواج الکترومغناطیسـی هستند که محدوده فرکانسی آنها MHz ۳۰ تا GHz ۳۰۰ است (۳) و دارای طول موج mm ۱ تا m ۱ هستند(۴).

فرکانس، توان، شدت میدان الکتریکی و شدت میدان مغناطیسی از پارامترهـای مهم امواج میکروویو هسـتند.کاربردهای امواج میکروویو عبارتند از: FM رادیو و تلویزیون (MH ۳۰ – MHz ۳۰۰)، تلفـن همـراه (MHz ۱۸۰۰ – MHz ۹۰۰)، اجاق های میکروویو (MHz ۲۴۵۰)، رادارها (MHz ۳۰۰ تاGHz ۳۰)و ماهواره ها (GHz ۳۰ تا GHz ۳۰۰)(۷-۵).

همچنین کاربرد این امواج در صنایع (نساجی، پلاستیک سازی، کاغذسـازی، نگه داری مواد غذایی، چـوب، امواج ناوبری) و پزشکی(دیاترمی ووسایل گرم کننده توان بخشی)، اهمیت این امواج را دو چندان ساخته است(۱).

در سال های اخیر مردم نگران اثرات زیان آور بهداشتی ناشی از پرتوهای الکترو مغناطیس هسـتند. آثار زیان بار بیولوژیکی ناشـی از امواج میکروویـو به اثرات حرارتـی و غیر حرارتی تقسـیم می شود(۸). از آثار حرارتی این امواج می توان آسیب به چشم (کاتاراکت) و دستگاه تولید مثل نام برد(۱).

از آثـار غیر حرارتی امواج میکروویو نیز به اثرات زیان بخش بر روی سـلول های کبدی، تغییر الگوی خواب انسان و تغییر در فعالیـت نورون های سـلول های مغزی وسیسـتم اعصاب مرکزی، سـردرد، تنش چشـمی، خسـتگی، گیجی، بدخوابی، خواب آلودگی به هنـگام روز، ناپایداری در رفتار و تمایلات، تحریک پذیری، اجتماع گریزی، احسـاس ترس، تنش عصبی، افسردگی ذهنی، آشفتگی حافظه، احساس کشیدگی در پوست سـر و پیشـانی، درد عضلانی، درد در ناحیه قلب، مشـکلات تنفسی، عرق ریختن به حد افراط و همچنین مشکلات جنسی اشاره نمود (۳، ۱۰ و ۱۱).

اسـتفاده از امـواج میکروویو بـا فرکانـس ۹۰۰ مگاهرتز در تلفن های همراه ونیز رشـد روز افزون کاربران این محصول، انسان را در مواجهه بیشتر با این امواج قرار داده است(۱۲و۱۳). همچنین یک اختلاف اساسی بین مواجهه با تلفن های همراه و مواجه با امواج منتشـر شده از آنتن های BTS وجود دارد که هنوز مورد توجه نبوده اسـت. زیرا موا جهه با امواج تلفن های همراه غیردایمی اسـت ومعمولا به مدت کم است ولی مواجه با امواج آنتن های BTS می تواند ۲۴ سـاعته و برای سـال ها ادامه داشـته باشد. همچنین تلفن های همراه فقط برای کاربرها اسـت ولی مواجهه با امواج این آنتن ها برای تمام آحاد جامعه است.

از آنجا که تعداد زیادی آنتن های BTS در سطح شهرها نصب شـده است بسـیاری از مردم به دلیل مجاورت با این آنتن‌ها و همچنین در معرض مواجهه با تشعشـعات الکترومغناطیسی که از این ها ناشی می گردد، نگران هستند. برای این که محافظتی در برابـر مواجهه بیش از حد به میدان های الکترومغناطیسـی فراهم شود مقامات ومسئولین، حد بیشینه مواجه با میدان های الکترومغناطیس را بر پایه توصیه های سازمان های بین المللی نظیر ICNIRP، WHO تعیین می کنند(۱۴).

بـا توجه به این کـه نگرانی عمومی و قابـل توجهی در مورد اثرات احتمالی ناشی از امواج آنتن های BTS، بر روی سلامتی وجود دارد وهمچنین قرار گرفتن این آنتن ها در محدوده‌های شهری، در نزدیکی مناطق مسکونی، در مناطق عمومی که افراد رفـت و آمـد دارند و یـا در آن نواحی کار مـی کنند به ویژه تکنیسـین های BTS، در واقع در معرض مواجه شغلی با این

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-22]

امـواج قرار دارند، ایجاب می‌کند که این منابع به دلیل داشـتن خطرات بهداشـتی و تهدید جدی سلامتی افراد شناسایی شده و موقعیت آنها مشخص گردد اگر چه مزایای فراوان استفاده از امواج میکروویو در زندگی روزمره غیرقابل چشم پوشی است، ولی در طی سال های اخیر اثرات مضری که ناشی از تماس با میدان‌های الکتریکی و مغناطیسـی این امواج که از آنتن های BTS منتشر می شـود، گزارش شده است. این امر تحقیقات بیشـتر در ایـن زمینه را مجاب می کنـد. بنابراین هدف از این تحقیق بررسـی چگونگی انتشـار امواج میکروویو در اطراف آنتن‌های BTS شـهر تهران و مقایسه اندازه گیری‌های چگالی توان با مقادیر مجاز استاندارد محیطی و شغلی است.

مواد و روش ها

در این مطالعه که از نوع توصیفی ـ تحلیلی است، آنتن های Base Transceiver Station (BTS) ماکروسل که تولیدکننده میکروویو بـا فرکانس ۹۰۰ مگا هرتز هسـتند، به عنوان منابع اصلی تابش کننده میکروویو در نظرگرفته شدند. محدوده مورد مطالعه این پژوهش شهر تهران است.

بـا انجام مطالعـات مقدماتی و همچنین روش هـای آماری با سـطح اطمینان ۹۵٪ تعداد نمونه مورد نیـاز ۲۲۰ مورد برآورد گردید و جهت اطمینان بیشـتر در این مطالعه تعداد ۲۵۲ نمونه برای اندازه گیری چگالی توان امواج الکترومغناطیس در میدان نزدیـک اطراف آنتـن ها در نظر گرفته شـد. میدان نزدیک در فرکانس مورد مطالعه در محدوده کمتر از ۲۰ متر بوده که در ۴ فاصله شامل پایه دکل، ۵، ۱۰ و ۱۵ متری از آنتن اندازه‌گیری ها انجام گردید.

لازم به توضیح است که میدان دور آنتن به طور تقریبی از رابطه زیر به دست می آید که در آن D= طولانی ترین بعد خطی آنتن و λ= طول موج است(۳).

$$R_{eff} = \frac{2D^2}{\lambda}$$

طولانی‌تریـن بعد خطـی آنتن D=۱/۸ m اسـت و طول موج امواج λ=۰/۳۳ m بنابراین طبق فرمول بالا شـروع میدان دور در فاصله ۲۰ متر است. همچنین در این تحقیق ۸۸ نقطه نیز در میدان دور (فواصل بیشـتر از ۲۰ متری) اندازه گیری شـد که در مجمـوع ۳۴۰ نقطه در این تحقیق مـورد اندازه گیری قرار گرفـت. از ۶۳ آنتن اندازه گیری شـده در میدان نزدیک، تعداد ۲۲ آنتـن، میدان دورآن ها نیز در فواصـل (۲۰،۵۰،۱۰۰،۲۰۰) متر مورد بررسی قرار گرفت. تعداد کمتر حجم نمونه در میدان دور به دلیل محدودیت های موجود از قبیل تراکم ساختمان‌ها، وجـود اتوبان و موانع در هنـگام اندازه‌گیری و همچنین دامنه تغییرات کمتر چگالی توان در میدان دور است. اندازه گیری‌ها با استفاده از روش استاندارد IEEE Std C۹۵/۱ (۱۶) توسط دسـتگاه Hi-۴۳۳۳ که برای اندازه گیری شـدت چگالی توان امـواج الکترومغناطیس، مورد اسـتفاده قرار مـی گیرد، انجام شـد. شایان ذکر اسـت، از آنجا که شـرایط جوی می‌تواند در نتیجـه اندازه‌گیری تاثیرگذار باشـد، از لحـاظ زمانی نیز تمام اندازه‌گیری‌ها بین ساعات ۱۵-۹ روز و در شرایط جوی مشابه کاملا آفتابی انجام گرفت.

یافته ها

نتایـج حاصـل از انـدازه گیری های چگالی تـوان امواج الکترومغناطیس درمیدان نزدیک، باند ۹۰۰ مگا هرتزاز آنتن‌های ماکرواپراتور های همراه اول، ایرانسـل، تالیا در زیر ارایه شده است:

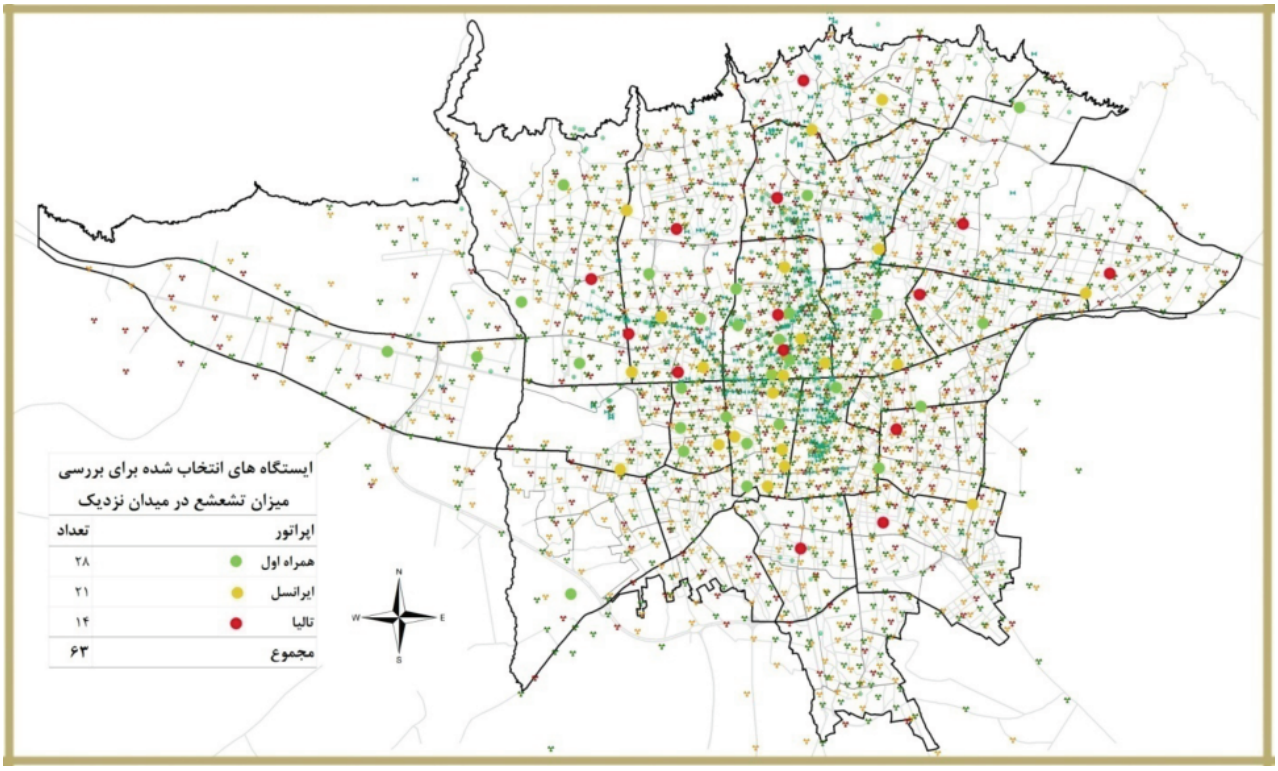
درمیـدان نزدیک ۲۵۲ اندازه گیـری در فواصل ۰ (پایه دکل)، ۵،۱۰،۱۵ متـری از آنتن انجام شـد که نقاط مورد بررسـی در شکل ۱ ارایه گردیده است.

نتایج اندازه گیری چگالی توان امواج الکترومغناطیس در میدان نزدیک در جدول ۱ نشان داده شده است:

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-22]

جدول ۱: نتایج اندازه گیری چگالی توان امواج الکترومغناطیس در باند۹۰۰ مگا هرتز در میدان نزدیک

حداکثر (mw/m^2)	حداقل (mw/m^2)	۹۵٪ فاصله اطمینان برای میانگین		خطای معیار	انحراف معیار	میانگین (mw/m^2)	تعداد	فاصله متر
		حد بالا	حد پایین					
۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۲۴	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳۳	۵۷	۰
۰/۰۰۶۴۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳۴۵	۰/۰۰۲۶۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱۶۶	۰/۰۰۳۴	۶۵	۵
۰/۰۴۶۸۸	۰/۰۰۶۵۰	۰/۰۲۴۸۱	۰/۰۱۹۰۱	۰/۰۰۱۴۵	۰/۰۱۱۶۰	۰/۰۲۱۹۱	۶۴	۱۰
۰/۷۲۰۰۰	۰/۰۵۲۰۰	۰/۲۶۸۴۲	۰/۱۸۱۸۶	۰/۰۲۱۶۷	۰/۱۷۶۰۶	۰/۲۲۵۱۴	۶۶	۱۵



شکل ۱: ایستگاه های انتخاب شده جهت بررسی میزان چگالی توان امواج الکترومغناطیس در میدان نزدیک، باند۹۰۰ مگاهرتز از آنتن های ماکرو اپراتورهای همراه اول، ایرانسل و تالیا در شهر تهران

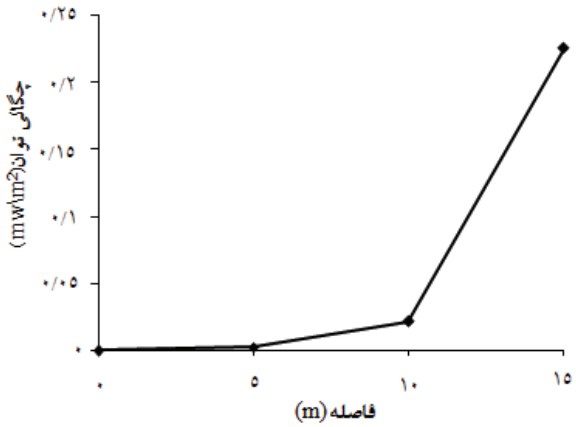
شکل ۲ نشان می دهد در میدان نزدیک با افزایش فاصله از پای آنتن میانگین چگالی توان امواج الکترومغناطیس افزایش می یابد. به طوری که از پای دکل تا۱۰ متر افزایش میانگین چگالی توان امواج بطئی و از فاصله ۱۰ تا۱۵ متر کاملا محسوس است. در این تحقیق نیز از آنجا که مقادیر چگالی توان امواج الکترومغناطیس پیرو آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف (Kolmogrov-Smirnov) از توزیع نرمال پیروی نمی کنند، پس برای آنالیز و تعیین رابطه بین داده ها، بایستی آنها را به صورت نرمال در آورد. لذا از این داده ها لگاریتم گرفته و در واقع با استفاده از تغییر متغی، داده ها مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت.

جهت مقایسه میانگین انداه گیری ها در میدان نزدیک در

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-22]

فواصل مختلــف (۰،۵،۱۰،۱۵ متر) از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده گردید و به منظور شناسایی تفاوت های میانگین دو به دو از تصحیح بونفرونی (Bonferroni) استفاده شد.

نتایج حاصل از اندازه گیری های چگالی توان امواج الکترومغناطیس در باند ۹۰۰ مگا هرتز ناشی از آنتن های ماکرو اپراتورهای همراه اول، ایرانســل، تالیا در میدان دور در زیر نشان داده شده است.



شکل۲: نحوه انتشار میانگین چگالی توان امواج الکترومغناطیس در فواصل ۰ (پایه آنتن)، ۵،۱۰،۱۵ متری از آنتن

با توجه به نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه دو به دو میانگین لگاریتم چگالی توان امواج الکترومغناطیس، در فاصله اطمینان ۹۵٪، بین میانگین اندازه گیری های در تمام فواصــل (۰ (پایه آنتن)، ۵،۱۰،۱۵ متــر) ارتباط معنادار آماری مشاهده می شود($P <$ ۰/۰۵).

نتایج آزمون کروسکال والیس نیزنشان می دهد که بین میانگین اندازه گیری های چگالی توان امواج الکترو مغناطیس در میدان نزدیــک در بیــن تمام فواصل (۰ (پایه آنتــن)، ۵، ۱۰، ۱۵ متر) ارتباط معنادار آماری مشــاهده می شود($P <$ ۰/۰۵)، در واقع این نتایج تاییدی بر نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس است. در نهایت با استفاده از مدل رگرسیون مشخص شد که در میدان نزدیک متغیر فاصله تقریبا ۹۰٪ از واریانس چگالی توان امواج الکترومغناطیــس را توجیه می کند. روابط زیر جهت پیش بینی مقادیر چگالــی توان امواج الکترومغناطیس در فواصل مختلف از آنتن به دست آمد.

$$B= ۱۰^{(-۳/۶۷+۰/۱۹۶X)}$$

$$X<۲۰$$

کــه در آن B آنتی لگاریتم چگالی شارمغناطیســی و فاصله از منبع بر حسب متر است.

همــان طور که قبلا نیز ذکر گردید در مجموع درمیدان دور ۸۸ اندازه گیری در فواصل(۲۰۰،۱۰۰،۵۰،۲۰) متراز آنتن انجام شد. شــکل ۳ محل ایســتگاه های مورد بررسی جهت میدان دور را نشان می دهد.

نتایج انــدازه گیری چگالی توان امــواج الکترومغناطیس دردر میدان دور جدول ۲۱ نشان داده شده است.

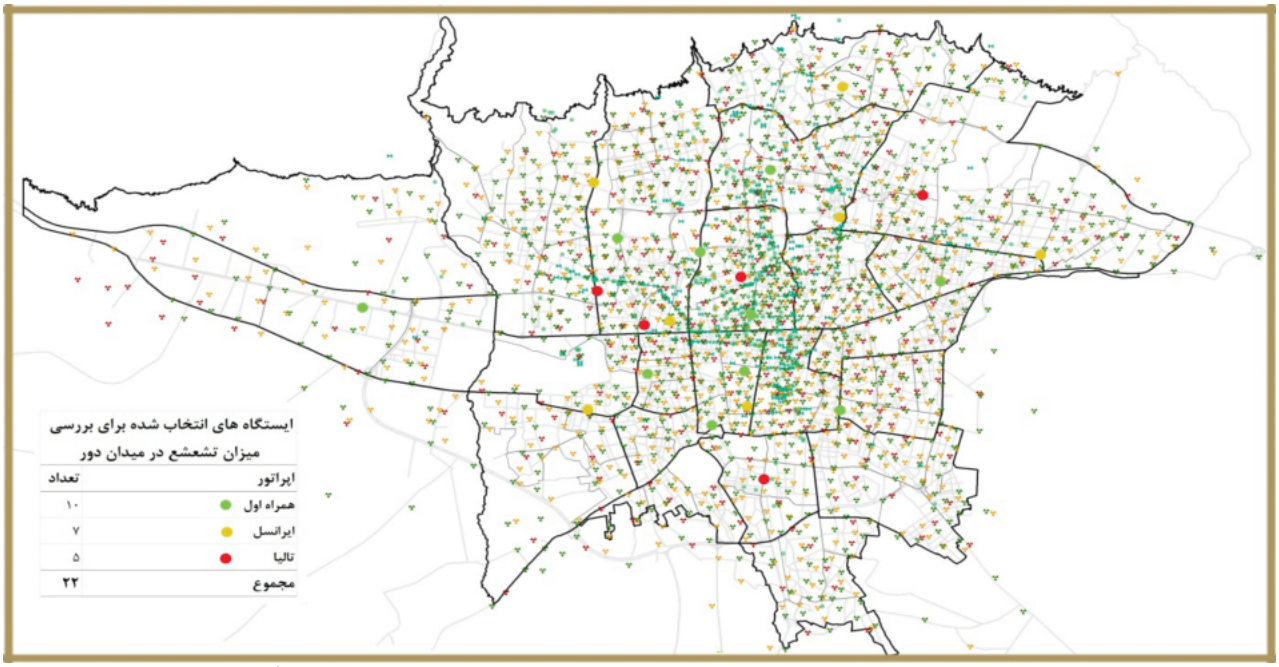
شکل ۴ نشان می دهد در میدان دور با افزایش فاصله از ۲۰ متر، میانگین چگالی توان امواج الکترومغناطیس کاهش می یابد. از فاصله۲۰ تا ۵۰ متر نمودار دارای شــیب شدید و میزان میانگین چگالــی توان امواج الکترومغناطیس به شــدت کاهش می یابد و از فاصلــه ۵۰ تا۱۰۰ متر شــیب نمودار ملایم تر بوده ومیزان کاهش کمتر است و از فاصله۱۰۰متر به بعد شیب نمودار تقریبا خطی شــده، میزان چگالی توان به حد زمینه رسیده به گونه ای که با افزایش فاصله کاهش محسوسی مشاهده نمی شود.

جهت مقایسه میانگین انداه گیری ها در میدان دور در فواصل مختلــف (۲۰۰،۱۰۰،۵۰،۲۰) متراز آنالیــز واریانس یک طرفه استفاده گردید و به منظور شناسایی تفاوت های میانگین دو به دو از تصحیح بونفرونی (Bonferroni) استفاده شد.

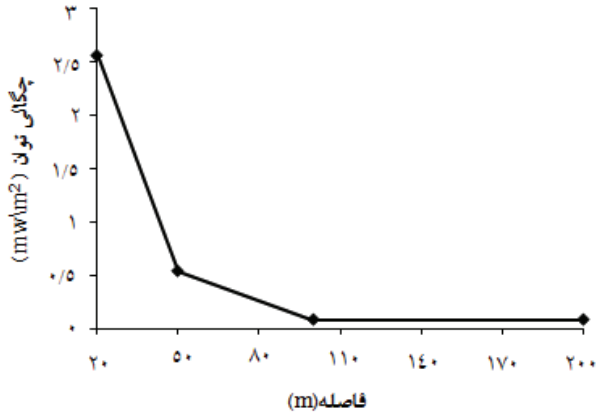
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-22]

جدول ۲: نتایج اندازه گیری چگالی توان امواج الکترومغناطیس در باند۹۰۰ مگاهرتز در میدان دور

حداکثر (mw/m^2)	حداقل (mw/m^2)	٪۹۵ فاصله اطمینان برای میانگین		خطای معیار	انحراف معیار	میانگین (mw/m^2)	تعداد	فاصله متر
		حد بالا	حد پایین					
۱۳/۴۳۳	۰/۰۳۲	۵/۱۶۳۰	۰/۳۱۰۰۸۲	۱/۲۲۰	۴/۵۶۷۸	۲/۷۳۶۵	۱۴	۲۰
۴/۵۵۱	۰/۰۰۰۰۷	۱/۰۳۰۶۵	۰/۰۵۶۷۵۲	۰/۲۴۴۹	۱/۱۴۹۱	۰/۵۴۳۷۰	۲۲	۵۰
۰/۹۳۲	۰/۰۰۰۲	۰/۱۷۷۸۶۴	۰/۱۴۸۱۷	۰/۰۴۱	۰/۲۲۰۸۷	۰/۰۹۶۳	۲۹	۱۰۰
۰/۵۸	۰/۰۰۰۰۳	.۰/۱۴۹۱۴۲	۰/۰۳۲۱۲۸	۰/۰۲۹۴	۰/۱۴۱۰۹	۰/۰۹۰۶	۲۳	۲۰۰



شکل ۳: ایستگاه های انتخاب شده جهت بررسی میزان چگالی توان امواج الکترومغناطیس در باند۹۰۰ مگاهرتز از آنتن های ماکرو اپراتور های همراه اول، ایرانسل وتالیا در میدان دوردر شهر تهران



شکل ۴: نحوه انتشار میانگین چگالی توان امواج الکترومغناطیس در میدان دور در فواصل ۲۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ متری از آنتن

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-22]

با توجه به نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه دو به دو میانگین لگاریتم چگالی توان امواج الکترومغناطیس، در فاصله اطمینان ۹۵٪، بین میانگین اندازه گیری های در فاصله ۲۰ متری با میانگین اندازه گیری ها در فواصل (۵۰،۲۰۰،۱۰۰ متر) اختلاف معنادار آماری مشاهده شد (P<۰/۰۵). ولی در مقایسه بین میانگین اندازه گیری ها در دیگر فواصل (۵۰،۲۰۰،۱۰۰ متر) اختلاف معنادار آماری مشاهده نگردید همچنین با توجه به نتایج حاصل از آزمون کروسکال والیس بین میانگین اندازه گیری های در فاصله ۲۰ متری با میانگین اندازه گیری ها در فواصل (۵۰،۱۰۰،۲۰۰ متر) ارتباط معنادار آماری مشاهده می شود (P<۰/۰۵). ولی در مقایسه بین میانگین اندازه گیری ها در دیگر فواصل ارتباط معنادار آماری مشاهده نگردید. در واقع این نتایج تاییدی بر نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس است.

در نهایت با استفاده از مدل رگرسیون مشخص شد که در میدان دور متغییر فاصله تقریبا ۶٪ از واریانس چگالی توان امواج الکترومغناطیس را توجیه می کند. فرمول‌های پیشنهادی زیر جهت پیش بینی مقادیر چگالی توان امواج الکترومغناطیس در فواصل مختلف از آنتن به دست آمد.

$B= ۱۰^{(-۰/۹۹۵ - ۰/۰۰۵ x)}$

$۲۰\leq X\leq ۲۰۰$

که در آن B آنتی لگاریتم چگالی شارمغناطیسی و فاصله از منبع بر حسب متر است.

دراین تحقیق نتایج اندازه گیری ها در میدان دور و نزدیک با میزان مواجهه مجاز استاندارد شغلی و محیطی نیز مقایسه شد، میزان مواجهه مجاز استاندارد محیطی چگالی توان امواج الکترو مغناطیس از رابطه زیر به دست می آید:

$$\left(\frac{F}{200}\right)\times 1000=\frac{mw}{m^2}$$

در این رابطه F فرکانس می باشد (۱۶). در این تحقیق فرکانس ۹۰۰ مگا هرتز مورد بررسی قرار گرفت. در نتیجه مقدار استاندارد مواجهه محیطی mw/m^2 ۴۵۰۰ است.

جدول۳: مقایسه میانگین چگالی توان امواج الکترومغناطیس با میزان مواجهه مجاز استاندارد محیطی

فاصله از آنتن (متر)	میانگین چگالی توان امواج (میلی وات بر متر مربع)	مقایسه با میزان مجاز استاندارد محیطی (درصد)
۰ (پایه آنتن)	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۶
۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۰۵
۱۰	۰/۰۲۱	۰/۰۰۰۴
۱۵	۰/۲۲۵۱	۰/۰۰۵
۲۰	۲/۷۳۶	۰/۰۶
۵۰	۰/۵۴۳۷	۰/۰۱۲
۱۰۰	۰/۰۹۶۳	۰/۰۰۲
۲۰۰	/۰۹۰۶	۰/۰۰۲

جدول ۳ نشان می دهد که بیشترین میزان میانگین چگالی توان امواج الکترومغناطیس در فاصله ۲۰ متر ،در حدود ۰/۰۶ درصد میزان مواجهه مجاز استاندارد محیطی است. میزان مواجهه مجاز استاندارد شغلی چگالی امواج الکترومغناطیس از رابطه زیر به دست می آید:

$$\left(\frac{F}{40}\right)\times 1000=\frac{mw}{m^2}$$

در این رابطه F فرکانس است.

در این تحقیق فرکانس ۹۰۰ مگا هرتز مورد بررسی قرار گرفت. در نتیجه مقدار استاندارد مواجهه شغلی mw/m^2 ۲۲۵۰۰ است. در مقایسه میزان مواجهه شغلی با حدود مواجهه مجاز استاندارد،۵۲ مورد اندازه گیری انجام شده در میدان نزدیک در فاصله ۰ (پایه آنتن)، به عنوان مواجهه شغلی مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین چگالی توان امواج الکترومغناطیس در پایه آنتن (۰/۰۰۰۳۳۱۲ میلی وات بر متر مربع) با حدود استاندارد (۲۲۵۰۰ میلی وات بر متر مربع)، نشان می دهد که چگالی توان در پایه آنتن در حدود ۰/۰۰۰۰۰۱۳درصد استاندارد است در مورد تکنسین های نصب و راه اندازی ایستگاه های مخابراتی و کارگران و دکل بندهایی که در این زمینه مشغول به فعالیت هستند باید اذعان داشت که این افراد چندان با تشعشعات این ایستگاه ها مواجهه نمی شوند. بیشترین

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-22]

زمان فعالیت این افراد بر روی این ایستگاه ها مربوط به زمانی است ایستگاه راه اندازی نشده و در نتیجه فرکانسی از آنتن های BTS منتشر نمی شود. پس از راه اندازی BTS و روشن شدن ایستگاه تعداد مراجعات بعدی و مواجهه تکنسین ها با آنتن بسیار کم شده و به چند مرتبه در طول سال محدود می شود که آن هم در برخی موارد برای تعمیر و نگه داری ایستگاه به هنگام مراجعه به آن ایستگاه را خاموش می کنند.

بحث

در میدان نزدیک و دور ۳۴۰ مورد اندازه گیری چگالی توان امواج الکترومغناطیس آنتن های BTS در باند ۹۰۰ مگاهرتز انجام شد. از فاصله ۰ (پایه آنتن) تا ۱۵ متری از آنتن به عنوان میدان نزدیک و فاصله ۲۰ متر و بیشتر به عنوان میدان دور در نظر گرفته شد. درمیدان نزدیک ۲۵۲ اندازه گیری در فواصل ۰ (پایه آنتن)، ۵، ۱۰، ۱۵ متری از آنتن انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش فاصله از پای آنتن میزان چگالی توان امواج الکترومغناطیس در میدان نزدیک افزایش می یابد. درمیدان دور ۸۸ اندازه گیری در فواصل (۲۰،۵۰، ۱۰۰،۲۰۰) متراز آنتن انجام شد. نتایج نشان داد که در میدان دور با افزایش فاصله میزان چگالی توان امواج الکترومغناطیس کاهش می یابد و در فاصله ۲۰ متر بیشترین میزان چگالی توان مشاهده می شود. ولی با افزایش فاصله این مقدار کاهش یافته است و در فواصل بیش از ۱۰۰ متر، چگالی توان تقریبا از رابطه خطی تبعیت می کند. نتایج اندازه گیری های انجام شده در چندین شهر امریکا که مجموع جمعیت آن ها ۸۳۰۰۰۰۰ نفر بوده است، نشان داده است که سطح پرتوگیری میانه ای جمعیت در برابر تابش زمینه‌ی طبیعی و مصنوعی حدود ۰/۰۱۴ میکرو وات بر سانتی متر مربع است، در حالی که ۹۹ درصد جمعیت در معرض تابش هایی با چگالی قدرت کمتر از ا میکروووات بر سانتی متر مربع قرار داشتند(۳). در مطالعه دیگری که هنس پیتر هاتر و همکاران درسال ۲۰۰۶ در تحقیقی که به منظور اندازه گیری چگالی توان امواج الکترومغناطیس بر روی BTS ۱۰ (در مناطق روستایی BTS ۵ و BTS ۵ در مناطق شهری) در اتریش انجام دادند به این نتیجه رسیدند که چگالی توان امواج الکترومغناطیس از (mw/m^2) ۰/۰۰۰۲تا ۴/۱ متغیر است. همچنین مقادیر به دست آمده از شدت میدان مغناطیسی ناشی از BTS ها کمتر از مقادیر توصیه شده ومجاز است(۱۵).

در این تحقیق همه اندازه گیری های چگالی توان امواج الکترومغناطیس ناشی از BTS ها کمتر از مقادیر توصیه شده ومجاز است. بیشترین چگالی توان اندازه گیری شده از میان ۳۴۰ مورد اندازه گیری درمیدان نزدیک و دوردر باند ۹۰۰مگاهرتز برابر با ۱۳/۴ میلی وات بر متر مربع مطابق با ۰/۲۹ درصد میزان مواجهه مجاز استاندارد محیطی است(۱۶).

با انجام آزمون رگرسیون بین داده های به دست آمده از اندازه گیری های چگالی توان امواج الکترومغناطیس درمیدان نزدیک و دور مشخص شد که در میدان نزدیک متغیر فاصله تقریبا ۹۰٪ از واریانس چگالی توان امواج الکترومغناطیس را توجیه می کند ولی در میدان دور متغیر فاصله تقریبا ۶٪ از واریانس چگالی توان امواج الکترومغناطیس را توجیه می کند. با حذف اندازه گیری های چگالی توان درفواصل ۱۰۰و ۲۰۰متراز میدان دور متغیر فاصله تقریبا ۱۶٪ از واریانس چگالی توان امواج الکترومغناطیس را توجیه می کرد. همچنین با حذف اندازه گیری های چگالی توان درفواصل ۲۰۰ متر از میدان دور متغیر فاصله تقریبا ۱۷٪ از واریانس چگالی توان امواج الکترومغناطیس را توجیه می کرد.

نتیجه گیری

بنابراین نتیجه می گیریم که در میدان نزدیک متغیر فاصله مهم ترین عامل تاثیر گذار درمیزان چگالی توان امواج الکترومغناطیس است. همچنین کم بودن تاثیر متغیر فاصله در میدان دور به این دلیل است که اولا در میدان دور، اختلاف فاصله خیلی زیاد است، ۱۸۰ متر اختلاف فاصله مشاهده می شود، ثانیا در میدان دوردر فواصل بیش از ۱۰۰ متر، میزان چگالی توان به حد زمینه رسیده و کاهش قابل ملاحظه ای با

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-22]

افزایش فاصله مشاهده نمی شود. همچنین پیشنهاد می شود از آنجـا که مقادیر اندازه گیری شـده چگالی توان در این مطالعه کمتر از مقادیر استاندارد محیطی و شغلی هستند، برای بررسی اثرات بهداشـتی ناشی از مواجهه با امواج آنتن ها نیز مطالعات بیشتری در این زمینه صورت گیرد.

منابع

1. Nakhli A. Occupational injuries from non ionizing radiation. Final report. Tehran: Labour and Social Security Institute; 1996 (in Persian).
2. Varyany S. Evaluation and study of microwave at the Mehrabad Airport and its effects on employee health [dissertation]. Tehran: Tarbiat Modarres University; 1992 (in Persian).
3. Cember H. Introduction to Health Physics. 2nd ed. New York: McGraw Hill Inc.; 1992.
4. Banik S, Bandyopadhyay S, Ganguly S. Bioeffect of microwave-a brief review, Bioresource Technol. 2003;2:155-59.
5. Frey AH. Biological Function as Influenced by Low-power Modulated RF Energy. Pennsylvania: IEEE Transactions on Microwave Theory and Technique; 1971.
6. Harris JY. Electronic Product Inventory Study. USA: Bureau of Radiological Health; 1970.
7. Bureau of Radiological Health. A partial inventory of microwave towers, broadcasting transmitters, and fixed radar by states and regions. Final report. USA: Bureau of Radiological Health; 1970. Report No.: PB-193 542.
8. U.S. Department of Health, Education and Welfare. Regulations, standard, and guide for microwave, ultraviolate radiation, and radiation from lasers and television receivers—an annotated bibliography. Final report. USA: U.S. Department of Health, Education and Welfare; 1969.
9. Daily L Jr, Wakim KG, Herrick JF, Parkhill EM, Benedict WL. The effects of microwave diathermy on the eye; an experimental study. Am J Ophthalmol. 1950;33(8):1241-54.
10. Marha K, Musil J, Tuha H. Electromagnetic Fields and the Lief Envirnoment. San Francisco: San Francisco Press Inc; 1971.
11. Mahrour N, Pologea-Moraru R, Moisescu MG, Orlowski S, Leveque P, Mir LM. In vitro increase of the fluid-phase endocytosis induced by pulsed radiofrequency electromagnetic fields: importance of the electric field component. Biochim Biophys Acta. 2005;1668(1):126-37.
12. Oschman JL. The electromagnetic environment: Implications for bodywork, J.Bodywork Movement Ther. 2000;2:137-50.
13. Nakamura H, Matsuzaki I, Hatta K, Nobukuni Y, Kambayashi Y, Ogino K. Nonthermal effects of mobile-phone frequency microwaves on uteroplacental functions in pregnant rats. Reprod Toxicol. 2003 May-Jun;17(3):321-26.
14. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limitation exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys. 1998;74:494-522.
15. Hutter HP, Moshammer H, Wallner P, Kundi M. Mobile telephone base-stations: Effects on health and wellbeing. Occup Environ Med. 2006;63:307–13.
16. Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers; 2005 [12 Jun 2009]. Available from: http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=9483.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-22]

The Study of the Status of Electromagnetic Waves Resulting from BTS (Base Transceiver Station), 900 Megahertz Frequency in Tehran

Nasiri P.[1], Monazam M.R.[1], *Zare S.[1], Azam K.[1], Yousefi Z.[2], Hematjo R.[1]

[1]Department of Occupational Engineering, Health School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[2]Department of Urban Developmen, Facuty of Art and Architecture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Received; 18 June 2011 Accepted; 10 September 2011

ABSTRACT

Background and Objectives: with the developments of technology, contact with various frequencies of electromagnetic fields (EMF) has significantly increased, while the abundant benefits of using microwaves in routine life cannot be neglected. During recent years there have been reports of adverse effects caused by contact with electric and magnetic fields of these waves that spread from BTS antennas. The purpose of this study is the measurement of microwaves spreading around BTS antennas in Tehran.

Materials and Methods: according to the location of BTS antennas in Tehran , power density of electromagnetic waves around 63 antennas in near and distant fields in different distances was measured. The measurements were performed using the standard method of IEEE Std C95.1 by Hi-4333 device .in order to analysis data we used spss 16 and descriptive and deductive statistical tests.

Results: results of this study show that in the near field, with increase of distance from the foot of antenna , the average power density of electromagnetic waves increase in a way that in the distance of 10 meters from the antenna foot , the increase of average power density is hardly conceivable and from 10 to 15 meters distance is perfectly noticeable. But in the distant field, with increase of distance from 20 meters, the average power density of the electromagnetic waves decreases; and from 100 meter and further, the gradient of the diagram will get almost linear and the rate of power density reaches the base limit in a way that with the increase of distance there would be no significant decrease.

Conclusion: All the measures of power density of electromagnetic waves caused by BTSs are about 0.06% of recommended measures of environmental standards and 0.0000013% of occupational standards. The results of this study are close to the results of other studies.

Key words: BTS antenna, Power Density, Electromagnetic Waves, Health Effects, Microwave

***Corresponding Author:** ss_zare87@yahoo.com*
***Tel:**+98 9171307840 **, Fax:** +98 21 88354781*

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-22]