سنجش چگالی توان امواج الکترومغناطیسی ناشی از آنتن‌های بی تی اس در شهر هشتگرد با رویکرد بررسی اثرات احتمالی بر بهداشت عمومی و ترسیم آن در محیط جی‌ای اس

سیمین ناصری[۱]، محمدرضا منظم[۲]، میثم بهشتی*[۳]، شجاع صیدی[٤]

۱. عضو هیات علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲. عضو هیات علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳. کارشناس ارشد بهداشت محیط، مسئول بهداشت محیط مرکز بهداشت شهرستان ساوجبلاغ، ایران

٤. کارشناس بهداشت محیط ، مرکز بهداشت شماره ۱ کرج، دانشگاه علوم پزشکی ا لبرز، کرج، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۷/٤ ؛ تاریخ پذیرش:۹۲/۱۰/۱۵

چکیده

مقدمه: به همراه رشد فن آوری ،آلاینده‌های جدیدی میهمان ناخوانده محیط زیست انسانها شده اند.یکی از این آلاینده‌ها میدان های الکترومغناطیسی و آثارسوء شناخته شده و ناشناخته ناشی از آنهاست .این مطالعه وضعیت انتشار عمودی (سنجش در ارتفاع) امواج مایکروویو ناشی از آنتن‌های بی تی اس(Base Transceiver Station) در شهر هشتگرد را بررسی می‌کند.

مواد و روش‌ها: در گام اول، اطلاعات پایه شامل محل استقرار جغرافیایی آنتن‌های بی تی اس در سطح شهر هشتگرد، برند (ایرانسل و همراه اول) ،نوع اپراتور،نوع نصب و ارتفاع نصب از سازمان‌های ذیربط دریافت گردید. سپس با استفاده از روش استاندارد IEEE STD C 95.1 و توسط دستگاه SPECTRAN - 4060 و با استفاده از جرثقیل بالابر ۱۷ متری که در مرز میدان نزدیک (۱۵ متری) و میدان دور آنتن‌های بی تی اس استقرار یافت سنجشها انجام شد . داده‌های حاصل توسط نرم افزار SPSS 16 و با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و مدل رگرسیون چند گانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث: نتایج این مطالعه نشان می‌دهد در هر دو اپراتور ایرانسل و همراه اول با افزایش ارتفاع سنجش از سطح زمین و به عبارت دیگر با کاهش فاصله عمودی نسبت به آنتن فرستنده ،میانگین چگالی توان افزایش می‌یابد به طوری که میانگین چگالی توان اپراتور ایرانسل افزایش بیشری را در فواصل بالای ۱۰متر نشان داده ولی کاهش میانگین چگالی توان در فواصل کمتر ناشی از مداخلات ساختمان‌ها در نوع ایرانسل می‌باشد. به طوری که بیشترین عدد در کمترین فاصله عمودی نسبت به آنتن اپراتور ایرانسل برابر با ۲۵ میلی وات بر متر مربع و کمترین عدد مربوط به اپراتور همراه اول در بیشترین فاصله عمودی به میزان ۰/۰۲ میلی وات بر متر مربع ثبت گردیده است. با توجه به آزمون میکس مدل ارتباط معنادار آماری بین ارتفاع سنجش و میانگین چگالی توان در هر دو نوع اپراتور مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری: هرچه ارتفاع سنجش از سطح زمین فاصله بیشتری گرفت و به عبارت دیگر به آنتن نزدیکتر شد و میانگین چگالی توان به طور معناداری در هر دو نوع اپراتور همراه اول و ایرانسل افزایش یافت ، افراد مستقر در ساختمان‌های بلند که در موازات ارتفاع نصب آنتن‌ها و یا در فاصله عمودی کمتری از آنها هستند، بیشتر در معرض تماس این امواج هستند.

کلمات کلیدی: آنتن‌های BTS، چگالی توان، میدان الکترومغناطیسی، میکروویو، سنجش عمودی

* کارشناس ارشد بهداشت محیط، مسئول بهداشت محیط مرکز بهداشت شهرستان ساوجبلاغ

ایمیل: **beheshti_meisam@yahoo.com**

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-09-13]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.1.1.30]

مقدمه

زندگی امروز بر روی کره زمین در واقع غوطه ور شدن در دریایی از میدان‌های الکترو مغناطیسی طبیعی است. در قرن گذشته این محیط طبیعی به دلیل حضور طیف وسیع و در حال گسترش میدان‌های مصنوعی الکترو مغناطیسی به شدت تغییر کرده است. استفاده از فناوری در کشورهای پیشرفته و واردات آن به کشورهای در حال توسعه باعث شده تا استفاده کنندگان آن در معرض آثار سوء و عوارض بهداشتی ناشی از آن قرار گیرند[1]. از محصولات مهم فناوری بکارگیری امواج الکترومغناطیسی در بخش‌های مختلف صنعتی، ارتباطات ، علمی،پزشکی ولوازم خانگی است[2]. استفاده از امواج مایکروویو با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز در تلفن‌های همراه و نیز رشد روز افزون کاربران این محصول، انسان را در مواجهه بیشتر با این امواج قرار داده است[3و4]. همچنین یک اختلاف اساسی بین مواجهه با تلفن‌های همراه و مواجهه با امواج منتشر شده از آنتن‌های BTS (Base Transceiver Station) وجود دارد،که هنوز مورد توجه نبوده است.زیرا مواجهه با امواج تلفن‌های همراه غیر دائمی است ومعمولا به مدت کم است ولی مواجهه با امواج آنتن‌های BTS میتواند ٢٤ ساعته و برای سال ها ادامه داشته باشد. از آنجا که تعداد زیادی آنتن‌های BTS در سطح شهرها نصب شده است بسیاری از مردم به دلیل مجاورت با این آنتن‌ها و همچنین در معرض مواجهه با تشعشعات الکترو مغناطیسی که از این‌ها ناشی می‌گردد، نگران هستند. برای اینکه محافظتی در برابر مواجهه بیش از حد به میدان‌های الکترومغناطیسی فراهم شود مقامات ومسئولین، حد بیشینه مواجهه با میدان‌های الکترومغناطیسی را بر پایه توصیه‌های سازمان‌های بین‌المللی نظیر ICNIRP،WHO تعیین می‌کنند[5و6و8]. در مطالعه‌ای که Hutter و همکاران درسال۲۰۰۶ به منظور اندازه‌گیری شدت مؤثر میدان مغناطیسی بر روی ده BTS (در مناطق روستایی ۵BTS،و ۵ BTSدر مناطق شهری) در اتریش انجام دادند به این نتیجه رسیدند که شدت مؤثر میدان مغناطیسی از ۰/۰۰۰۲(mw/m2) تا ٤/١ (mw/m2) متغیر و کمتر از مقادیر توصیه شده و مجاز بوده است.[7و8] مطالعه‌ای که توسط آقای صفری واریانی وهمکاران در سال ١٣٧٦ جهت اندازه‌گیری شدت مؤثر میدان الکتریکی و شدت مؤثر میدان مغناطیسی و دوز اشعه x در قسمت‌های مختلف فرودگاه مهرآباد (برج واپروچ ،فرستنده، رادار وناوبری)صورت گرفت به این نتیجه رسیدند که میزان شدت مؤثر میدان الکتریکی و شدت مؤثر میدان مغناطیسی و دوز اشعه x بر اساس روش‌های اندازه‌گیری شده به ترتیب عبارت بودند از: برج واپروچ(۱۰ A/m ۰/ ۰۷، V/m۱۰ ،V/m ۰/ ۰۰۰۱ ، mR/h۰) فرستنده(mR/h۰/۰۱، mR/h۵، A/m۰/ ۰۲، V/m ۵/۷۷)، رادار(mR/h۰/۱ ، A/m ۰/۰۷ ، V/m ۱۰) ناوبری در ضمن کلیه مقادیر بدست آمده کمتر از حد مجاز تعیین شده بوده اند[2].با توجه به وجود ساختمان‌های با ارتفاع زیاد در شهرهای بزرگ و وجود ابهام در چگونگی وضعیت انتشار چگالی توان امواج مایکروویو با افزایش ارتفاع در اطراف آنتن‌های بی تی اس ، این مطالعه به دنبال پاسخ این سوال بوده است که که با افزایش ارتفاع در اطراف آنتن‌های بی تی اس در محدوده صفر تا ١٦/٥ متر وضعیت انتشار چگونه است.

مواد و روش‌ها

در شهر هشتگرد ١٣ آنتن بی تی اس وجود دارد که ٧ آنتن از نوع اپراتور ایرانسل می‌باشند. ٣ آنتن از آنتن‌های ایرانسل دارای نوع نصب پشت بامی هستند و بقیه اپراتور همراه اول می‌باشند. لازم به ذکر است برند همه آنتن‌های مذکور نوکیا می‌باشد .در این مطالعه که از نوع توصیفی – تحلیلی است، آنتن‌های BTS (Base Transceiver Station) که تولید کننده امواجMW با فرکانس ۹۰۰-۱۸۰۰ مگا هرتز هستند به عنوان منابع اصلی تابش کننده MW در نظر گرفته شدند. سپس

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-09-13]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.1.1.30]

اطلاعات مورد نیاز، مانند تعداد و محل آنتن‌های BTS به تفکیک نوع اپراتور و برند آنها وهمچنین مشخصات فنی آنتن‌ها از سازمان تنظیم قوانین ومقررات و ارتباطات رادیوئی،سازمان حفاظت محیط زیست،سازمان مخابرات ایران و سایر ادارات مربوطه جمع آوری شده و سپس با پیمایش منطقه به بررسی و تکمیل اطلاعات مورد نظر پرداختیم.اندازه‌گیری ها با توجه به متغیرهای مطالعه ،بوسیله دستگاه SPECTRAN-4060 و با استفاده از روش استاندارد IEEE Std C95.1 انجام گرفت.لازم به توضیح است که این دستگاه پس از روشن شدن به طور خودکار،کالیبره می‌شود.سپس با استفاده از جرثقیل بالابر که در مرز میدان دور و نزدیک(۱۵ متری از پای دکل)مستقر شد اندازه‌گیری ها در ارتفاعات ، میسر گردید.

لازم به توضیح است که میدان دور آنتن (Reff)به طور تقریبی از رابطه زیر بدست می‌آیدکه در آن D = طولانی ترین بعد خطی آنتن= (۱/۸ متر) و y= (طول موج است=۳۳) (y /) = $2D^2$ (Reff بنا بر این طبق فرمول (۱) شروع میدان دور آنتن به طور تقریبی در فاصله ۲۰ متر است.سنجش چگالی توان امواج مایکرو ویو ناشی از آنتن‌ها در ارتفاعات۱/۵، ٤/٥، ۷/۵، ۱۰/۵، ۱۳/۵ و ۱٦/۵ متر از سطح زمین، در فاصله افقی ۱۵ متری انجام گرفت. سپس با استفاده از نرم افزارهای EXCEL و SPSS سازماندهی وتجزیه و تحلیل مقادیر بدست آمده صورت پذیرفت.در شکل ۲ وضعیت استقرار آنتن‌های BTS شهر هشتگرد بر روی نقشه نشان داده شده است.

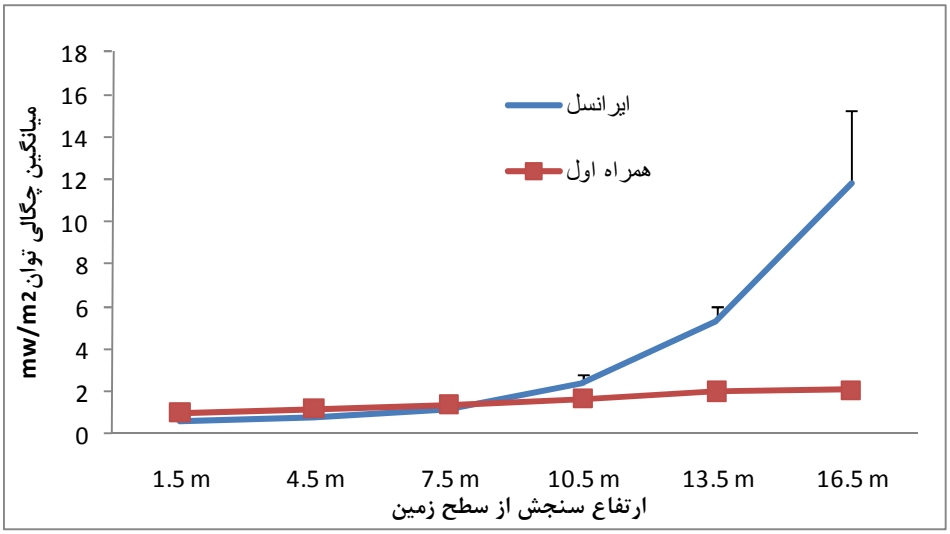
در شکل ۲ آنتن‌های زرد رنگ، نشاندهنده آنتن‌های ایرانسل و آنتن‌های سبز رنگ، نشاندهنده آنتن‌های همراه اول می‌باشند.

شکل ۱: نحوه استقرار جرثقیل بالابر

شکل ۲: تصویر وضعیت استقرار آنتن‌های**BTS** شهر هشتگرد بر روی نقشه

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-09-13]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.1.1.30]



نمودار ۱: میانگین چگالی توان،در فاصله ۱۵ متری از آنتن و در ارتفاعات ۱/۵ ، ٤/۵ ، ۷/۵ ، ۱۰/۵ ، ۱۳/۵ ، ۱٦/۵ متر از سطح زمین، به تفکیک اپراتور

نتایج

در هر دو اپراتور ایرانسل و همراه اول – در محدوده اندازه‌گیری این تحقیق - با افزایش ارتفاع سنجش از سطح زمین ، میانگین چگالی توان افزایش می‌یابد به طوری که میانگین چگالی توان اپراتور ایرانسل افزایش بیشتری را در ارتفاعات سنجش بالای ۸ متر نشان داده ولی کاهش میانگین چگالی توان در فواصل کمتر ناشی از مداخلات ساختمان‌ها در نوع ایرانسل با توجه به نوع نصب آنها می‌باشد.همچنین اپراتور ایرانسل در ارتفاعات سنجش بالای ۸ متر افزایش بیشتری را نشان می‌دهد با توجه به آزمون میکس مدل ارتباط معنادار آماری بین ارتفاع سنجش و میانگین چگالی توان مشاهده شد (P=۰/۰۰۵). همچنین آزمون میکس مدل، ارتباط معنادار آماری بین نوع اپراتور و میانگین چگالی توان در ارتفاعات مختلف را نشان می‌دهد (P=۰/۰۱٤). به نظر می رسد با توجه به اینکه در این تحقیق محل نصب آنتن‌های اپراتور ایرانسل نسبت به آنتن‌های اپراتور همراه اول در محل‌های با تراکم جمعیتی بیشتر قرار داشتند این مسئله باعث افزایش ترافیک مکالمات در اطراف آنتن‌های ایرانسل شده و افزایش میزان انتشارات را توجیه می‌کند.

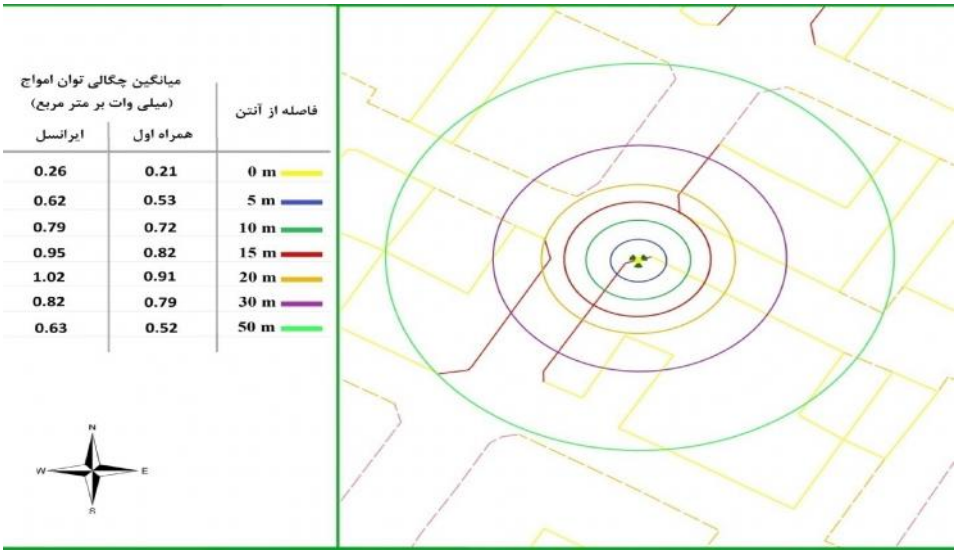
درنمودار۱، محور X نشاندهنده میانگین چگالی توان بر حسب وات بر متر مربع و محور Y ارتفاع سنجش از سطح زمین را بر حسب متر نشان میدهد. در این بخش متغیرهای اپراتور و فاصله عمودی در مدل رگرسیونی وارد شدند و از آنجا که مقادیر چگالی توان امواج الکترومغناطیس پیرو آزمون Kolmogrov-Smirnov از توزیع نرمال پیروی نمی کنند، (p-value=0.6)، لذا برای آنالیز و تعیین رابطه بین داده‌ها ، بایستی آنها را به صورت نرمال در آورد. لذا از این داده‌ها لگاریتم گرفته و در واقع با استفاده از تغییر متغیر، داده‌ها مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت.از مدل رگرسیونی، رابطه رگرسیونی زیر بدست آمد که ارتفاع عمودی و نوع اپراتور اثر معنی داری روی لگاریتم چگالی توان نشان دادند و ٦۰٪ تغییرات لگاریتم چگالی توان را تبیین کردند (٦۰٪ = R2) به طوری که در این رابطه اپراتور همراه اول و ارتفاع عمودی بیشتر، چگالی توان بیشتری را نشان دادند.

Log (میانگین چگالی توان) =-0.23–0.112 operator +0.175 ارتفاع سنجش:

میانگین چگالی توان=10(-0.23-0.112 operator +0.175) ارتفاع سنجش:

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-09-13]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.1.1.30]



شکل ۳: ترسیم وضعیت کلی انتشار امواج مایکروویو آنتن‌های BTS در محیط GIS

در این تحقیق کمترین مقادیر سنجش شده مربوط به آنتن‌های اپراتور ایرانسل با نوع نصب پشت بامی و در کمترین ارتفاع (۱/۵متر) به میزان ۰/۰۲میلی وات بر متر مربع می‌باشد که به نظر می‌رسد کمترین میزان سنجش شده به دلیل بیشترین مداخله ساختمانی است که آنتن بر روی آن نصب شده است به طوری که مانع رسیدن امواج مایکروویو به نقطه سنجش می‌گردد . در ادامه بررسی به منظور تعیین مداخلات ساختمان در میزان چگالی توان، مواردی از سنجش در داخل ساختمان‌هایی که آنتن بر روی آنها نصب بوده و یا در فواصل تحت تاثیر آنتن بودند ، انجام شد که همه موارد قویاً کاهش چگالی توان را در نتیجه حضور ساختمان به عنوان مانع بین آنتن و نقطه سنجش تایید می‌کردند. همچنین بیشترین میزان سنجش شده مربوط به آنتن بی تی اس اپراتور همراه اول در بیشترین ارتفاع ودر پای آنتن به میزان ۲۵ میلی وات بر متر مربع ثبت شد که به نظر می‌رسد ناشی از انعکاس امواج از موانع موجود در پشت بام، تجمیع و رسیدن آن به نقطه سنجش می‌باشد .نتایج این تحقیق نشان داد چگالی توان امواج مایکروویو آنتن‌های اپراتور ایرانسل به طور معناداری (به جز موارد شرح داده شده) از آنتن‌های اپراتور همراه اول بیشتر می‌باشند (P=۰/۰۱٤)). همچنین با افزایش ارتفاع سنجش در هر دو نوع اپراتور چگالی توان به طور معنادار، افزایش می‌یابد (P=۰/۰۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه بیشترین مقادیر سنجش شده چگالی توان امواج مایکروویو آنتن‌های بی تی اس در بیشترین ارتفاع و به عبارت دیگر در نزدیک ترین فاصله عمودی از آنتن ثبت گردید بنابراین توصیه می‌گردد از نصب این آنتن‌ها در مجاورت ساختمان‌های مرتفع اجتناب گردد. همچنین نتایج این بررسی نشان داد آنتن‌های ایرانسل بدلیل انتشار بیشتر امواج مایکروویو نیاز به دقت نظر بیشتری در نصب و راه اندازی در اجتماعات انسانی دارند.

تشکر و قدر دانی

از اعضای محترم هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران به خاطر حمایت‌های بی دریغ علمی و مالی نهایت تشکر و قدردانی می‌گردد.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-09-13]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.1.1.30]

منابع

1. Zare S .The status Os Microwave radiations caused by the BTS antennas in Tehran . Iran J environ health 2010 ; 4(3)
2. Safari A. The Measuring and assessment of microwave in Mehrabad airport . Tarbiyat modares university .Tehran. 2005:70-80.[msc thesis In Persian]
3. Oschman JL. The electromagnetic environment Implications for bodywork. J Body work Movement Ther 2000;2(1):137-150.
4. Nakamura H. Non thermal effect mobile-phone frequency microwave on uteroplacental functions in pregnant rats. Reproduct Toxic 2003; (3):321-326.
5. Hutter HP, Moshammer H, Wallner P, Kundi M. Mobile telephone base-stations effects on health and wellbeing. Occup Environ Med 2006; 63(17):307–313.
6. Cherry N. Reproductive effects from EMF/EMR exposure O.N.Z.M. Lincoln University Canterbury, New Zealand 2005; 17(4):147-153.
7. Ferreri F, Curcio G. Mobile phone emissions and human brain excitability. Department of Neurology, University Campus Biomedico, Isola Tiberina 2005; 14(3):111-117.
8. Donald L. Partial Inventory of Microwave Towers broad-casting Transmitters and Fixed Radar by States and Regions. A Joint Report by the Department of Defense and the U.S. Department of Health, Education and Welfare. BRH/DEP1970;4(2):70-15.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-09-13]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.1.1.30]

Investigation of Vertical Microwave Publishing Caused by the Base Transceiver Station (BTS) Antennas in Hashtgerd City

Meisam Beheshti[3*], Shojae Seydi[3] Simin Nasseri[1], Mohmmadreza Monazzam[2],

1. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Iran

2. Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3. Msc Environmental Health Engineering, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran

E-mail: beheshti_meisam@yahoo.com

Received: 4 Oct. 2013 ; Accepted: 15 Dec. 2013

ABSTRACT

Background and Objectives: New Hazards interface the environment and human life along with technology development. One of these pollutants is electromagnetic field and it's known and unknown bad effects on the environment, this study determines the vertical publishing (height measurement) of microwave antennas in the city of Hashtgerd.

Methods: The basic information including the geographical location of the BTS antennas in the city, brand, the operator type, installation and its height was received from CRA and radio communications, and then the measuring was done by using the standard method of IEEE STD 95. 1 by the SPECTRAN 4060, and by using crane elevator in 17-meters height near the BTS antennas (15 meters).analysis were done by Spss16 and by Kolmogorov Smirnov test, multiple regression method.

Results: Results show that in the both operators of Irancell and Hamrah-e-aval, density will increase by increasing measurement height or decreasing the vertical distance of broadcaster antenna. Regarding to the mix model test, a meaningful statistical relationship can be seen between measurement height and the density average in both types of the operators.

Conclusion: while measuring height increased or in other words got closer to the antennas, density average increased in both operators, so the highest number was reported in the minimum vertical distance compared to the Irancell operator antenna was 25 mw/m2 and the lowest number was related to Hamrah-e-aval operator in the maximum vertical distance which was 0.02mw/m2. Thus, people stationed in the tall buildings parallel with installation height of antennas or in less vertical distance of them, are more exposed to the waves.

Keywords: vertical measuring, microwave, Hashtgerd, BTS antennas

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-09-13]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.1.1.30]