مطالعه تغییرات انرژی امواج رادیویی نسبت به فاصله در آنتن های تلفن همراه (*BTS*) به منظور پایش و پیشگیری از سرطان

(شهر مورد مطالعه زنجان)

سارا محمدی[۱]، یوسفعلی عابدینی *[۲،۳]، حبیب اله زلفخانی[۴]، فرامرز مجیدی[۵]، حمیدرضا مهاجری[۶]، مینو نور[۷]

1 گروه علوم محیط زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران، *sarah_mohammady@znu.ac.ir*

2 گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران، *abediniy@znu.ac.ir*

3 پژوهشکده تغییر اقلیم و گرمایش زمین، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، زنجان، ایران.

4 گروه برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران، *h.zolfkhani@znu.ac.ir*

5 گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران، *fma@zums.ac.ir*

5 دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران، *abedini884@yahoo.com*

6 گروه علوم محیط زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران، *nearestgalaxy@gmail.com*

* نویسنده مسئول

چکیده

انسان در جوامع امروزی و همگام با پیشرفت تکنولوژی در دنیایی از امواج و میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس های مختلف قرار گرفته است که پتانسیل تاثیر گذاری بر نمونه های زیستی دارد. با توجه به نگرانی های بشر درباره اثرات مضر ناشی از تماس با میدان های الکتریکی و مغناطیسی حاصل از امواج آنتن های پایه گیرنده و فرستنده(*BTS*[1]) های شهری، پایش مداوم این آنتن ها ضروری به نظر میرسد. با توجه به نقشه ای که از موقعیت مکانی آنتن ها در شهر زنجان تهیه شده بود میدانهای الکتریکی و مغناطیسی اطراف 11 آنتن در دو میدان دور و نزدیک یعنی در فاصله های 10،5 ،15 و 20 متری در میدان نزدیک و در فاصله های 50، 100 و 200 متری در میدان دور، در سطح زمین و در ارتفاع 1/5 متری اندازه گیری و چگالی توان سطحی امواج مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج تحلیل داده های حاصل از 206 اندازه گیری نشانگر این بود که انرژی در میدان نزدیک ابتدا افزایش یافته و در میدان دور کاهش می یابد و در فواصل خیلی دور تر از 200 متر ثابت باقی می ماند.

کلمات کلیدی: میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی، آنتن پایه گیرنده و فرستنده، انرژی امواج.

[1] Base Tranceiver Station.

1- مقدمه

پرتو های رادیویی و مایکروویو از جمله پرتو های الکترو مغناطیس هستند که در دسته پرتو های غیر یونساز قرار دارند و با قرار گرفتن بدن انسان در میدان های رادیویی و مایکروویو، ممکن است در قسمت های مختلف بدن،جریان الکتریکی القا شود و یا مقداری از انرژی میدان توسط بافت جذب شود و یا هر دو پدیده همزمان روی دهد. میدانهای الکترومغناطیس با فرکانسهای مختلف و شدتهای بالا امروزه به صورت یک فاکتور مهم در محیط زیست مطرح شده است.و به همین دلیل ترس از پیدایش امراض ناشناخته ، تغییر ترکیبات خونی، تاثیر در سیستم های عصبی، ژنتیک و بروز امراضی چون رشد سلولهای سرطانی موجب نگرانی عام و انگیزه تحقیقاتی مراکز علمی جهان گردیده است[1].

پرتوها یا امواج میکروویو جزو امواج الکترومغناطیس در محدوده فرکانسی MHZ۳۰ تا GHZ300 است و استفاده آنها در رادیو و تلویزیون ،تلفن همراه، آنتن های *BTS*، اجاق های مایکروویو ، رادارها ،و ماهواره هاست . همه پرتو ها اعم از یونساز و غیر یون ساز بر بدن تاثیر می گذارند. این تاثیرات ممکن است قطعی یا احتمالی باشد. اثرات قطعی این پرتو ها، در صورتی که میزان پرتو گیری از سطح معینی بالاتر باشد، بروز می کند و اثرات احتمالی انها اثراتی هستند که با پرتو گری ، احتمال بروز انها کاهش می یابد اما صفر نمی شود.

استفاده از تلفن همراه در سالهای اخیر، رشد روز افزون داشته و در نتیجه شبکه آنتن های *BTS* هم بیشتر شده و مواجهه با امواج ناشی از آنها بصورت 24 ساعته با نصب آنتن ها در مناطق شهری به دلیل تراکم جمعیت بسیار بیشتر شده است. برای محافظت عموم مردم سازمانهای بین المللی نظیر *ICNIRP, WHO*، استانداردهایی مانند *ISIRI*-8567 پیشنهاد داده اند. البته سازمانهای داخلی مثل سازمان نظام ایمنی هسته ای کشور، سازمان حفاظت از محیط زیست استاندارد هایی مانند استادارد ملی ایران را در این زمینه تدوین کرده و اپراتورها را ملزم به رعایت آن نموده اند[2]. برای پرتوهای غیریونی آستانه مضر بودن پرتوگیری و خط قرمز استاندارد پرتوهای ناشی از آنتن های *BTS* با فرکانس 900 مگاهرتز را 440 میکرو وات بر سانتی متر مربع(4400 میلی وات بر متر مربع) ارائه شده است[3].

آنتن های تلفن همراه در محدوه فرکانسی 800 تا 1900 مگاهرتز و در ایران در محدوده 900 تا 1800 مگاهرتز فعال هستند و دارای پتانسیل تاثیر گذاری روی سامانه های بیولوژیکی دارند[4]. برد موثر این آنتن ها در فضای هموار تا حدود 20 کیلومتر و در فضای شهری همراه با ساختمان های بلند تا 5 کیلومتر می باشد[4]. در فاصله میدان نزدیک میدان های الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم نیستند و لذا مقدار چگالی توان تابشی کمی متفاوت است و جهت آن دو از نقطه ای به نقطه دیگر تغییر می کند[6 ، 5].

امروزه امواج الکترومغناطیسی بافرکانس های مختلف و شدت های بالا به عنوان یک چالش زیست محیطی مطرح است و بنام آلودگی های الکترومغناطیسی(آلودگی های فیزیکی) و در دسته بندی های مخاطرات جوی است. به علت اثرات این امواج احتمال بروز بیماری های ناشناخته، تغییر ترکیبات خونی، ژنتیکی، عصبی و رشد

سلول های سرطانی وجود دارد. مطالعات اپیدمولوژیکی نشان از ارتباط معنی دار بین این تاثیرات امواج و خطرهای لوسمی، آلزایمر، بیماری های قلبی، سرطان مثانه، سرطان سینه وتومورهای مغزی است[1].

براساس مطالعات، اثرات زیستی امواج الکترومغناطیسی به دو گروه تقسیم میگردد، گروه حرارتی و گروه غیرحرارتی. آسیب به *DNA*، آسیب به چشم و دستگاه تولید مثل در گروه اثرهای حرارتی امواج هست. اثر بر سلول های کبدی، اثر روی نورون های سلول های مغزی، تحریک پذیری، گیجی، تغییر الگوی خواب، و بروز سرطان های مختلف شامل گلونیا عصب شنوایی، سرطان سینه، سرطان پوست، سرطان خون و غده بزاق از نوع غیر حرارتی می باشند[9-6]. مایز و همکاران در سال 1995 نشان دادند که امواج میکروویو پیوسته ساطع شده از آنتن های *BTS* با فرکانس 954 مگاهرتز به مدت 1 تا 2 ساعت می تواند بر روی لنفوسیت های خونی انسان تاثیر گذار باشد[10]. گاراج در سال 1999 امواج با فرکانس های 1250 تا 1350 مگاهرتز کار کرد و نشان داد که افرادی که در معرض توان 10 تا 20 میکروووات بر سانتی منر مربع کار می کنند، تغییرات میتوزی در لنفوسیت های آنان ایجاد می گردد[11]. سنتیتی و همکاران(2002) بروز علائمی چون سردرد، تهوع، اختلال خوابی، مشکلات بعدی و تنفسی در ساکنان آن منطقه که در فاصله 300 متری آنتن های *BTS* زندگی می کنند، معنی دار دانستند[12]. شری در سال 2005 در نیوزلند قرارگیری در میدان های الکترومغناطیسی حاد و مزمن را مطالعه نمود و نشان داد که این امواج باعث مشکلات بهداشت باروری، آسیب های ژنی، تغییر در میزان جذب کلسیم(و لذا پوکی استخوان) و کاهش ملاتونین می گردد[13].

آذری، عابدینی و ریاضی در 2011 رده سلولی *PC12* را در دوره های زمانی 24، 46 و 72 ساعته تحت تاثیر میدان مغناطیسی با مقدار 0.6 تسلا و با فرکانس پایین 50 هرتز مورد بررسی قرار دادند و تاثیر میدان را بر تمایز سلول های *PC12*، اکسیون زایی و میزان زیست پذیری سلول های فوق را مورد اندازه گیری تجربی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که میدان در دوره های طولانی مدت تاثیر بیشتری روی زیست پذیری سلول ها دارد و در مورفولوژی سلول ها با امکانت موجود تغییر چندانی دیده نشده ولی تاثیر میدان در اکسیون زایی و تمایز سلول ها مشاهده گردید[1,14]. هاشمی و همکارانش (2013) اثرات بهداشتی ناشی از امواج آنتن های *BTS* را بر سلول های سرطان سینه(*MCF-7*) در مجاورت آنها در شهر اصفهان مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که میدان می تواند باعث کاهش بقا و تکثیر سلول ها گردد[3]. در سال 2015 بیگدلی و همکاران اثر امواج با فرکانس 900 مگاهرتز را بر یادگیری فعالیت آنزیم های گلوتاتیون ردکناز و گلویتون پراکسیداز در بافت مغزی را بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد که به علت امواج فوق اختلالاتی در فعالیت آنزیم های مذکور دیده می شود که آن هم می تواند باعث اختلال در یادگیری گردد[15].

با توجه به اثرات میدان های الکترو مغناطیسی که ذکر شد، بویژه اثرات آن در بروز و رشد سلول های سرطانی، مانند سرطان سینه که در اکثر استان های ایران و بویژه در زنجان شایع می باشد، پایش شدت این میدانها به منظور کسب اطلاعات برای مکان یابی صحیح این آنتن ها و توصیه های لازم برای زیست سالم تر در مجاورت آنها و کاهش ابتلا به سرطان در حوزه آنتن های تلفن همراه ضروری است. به همین منظور در کار

حاضر شبکه ای از آنتن های *BTS* در شهر زنجان در دو حالت (1) میدان های نزدیک و (2) میدان های دور، برای سطح زمین و ارتفاع 1/5 متری از سطح زمین مقدار میدان های الکتریکی، مغناطیسی و چگالی توان سطحی امواج منتشر شده از آنتن ها اندازه گیری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند.

2- روش شناسی

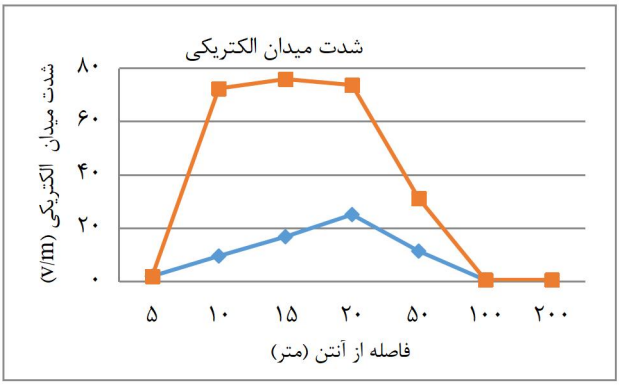
با توجه به نقشه شهر زنجان محدوده شمال تا روستای گاوازنگ، جنوب تاکمربندی خیام، شرق تا روستای سایان و غرب تا روستای والارود انتخاب گردید. با توجه به اینکه تراکم شهری و بافت قدیم شهر قسمت غرب و جنوب را پوشانده و اکثر آنتن ها در پشت بام یا حیاط منازل نصب گردیده و امکان حرکت اطراف آنها برای اندازه گیری ممکن نبود و برخی آنتن ها در مجاورت خطوط انتقال برق و ترانس ها نصب شده بود که باعث افزایش خطای محیطی می گردید، آنها را حذف و نهایتا 11 آنتن واجد شرایط مناسب برای پایش شناخته شدند. اندازه گیری میدانهای الکتریکی و مغناطیسی توسط دستگاه *Hi-3604* انجام گرفت. همچنبن فاصله توسط متر لیزری اندازه گیری شده است. داده برداری ها یک بار در سطح زمین و بار دیگر در ارتفاع 1/5 متری و در دو حالت میدان های نزدیک یعنی فاصله های 5، 10، 15 و 20 متری، و میدان های دور یعنی فاصله های 50، 100 و 200 متری از هر آنتن انجام شد. قابل ذکر است همزمان توسط نرم افزار *RF Signal Tracker* موقعیت مکانی (طول و عرض جغرافیایی) و اطلاعات آنتن از جمله پهنای باند مشخص گردید که امکان هم پوشانی دو آنتن از این طریق منتفی گردید. قابل ذکر است که حرکت در مسیر شعاعی (برای نمونه :در محیط دایره ای به فاصله 5 متر) نیز انجام می شد که اندازه ها بسیار به یکدیگر نزدیک بودند که نهایتا میانگین ارقام خوانده شده به عنوان عدد نهایی در نظر گرفته شدند. .در مجموع در ۱۱ آنتن نمونه در ۴۱ مسیر اندازه گیری انجام شده است و ۲۰۶ مورد میدان الکتریکی و مغناطیسی در هر دو ارتفاع ۰ و ۱/۵ متری را پوشش می دهد که به نظر می رسید تعداد اندازه گیری ها قابل قبول و برای تحلیل مناسب است.

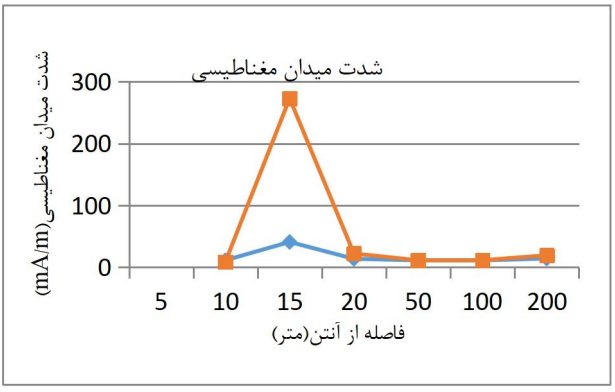
۳- نتایج

نتایج تحلیل انداره گیری های چگالی توان سطحی همه آنتن ها در جدول 1 و شکل 1 به عنوان نمونه برای یک آنتن(بیمارستان موسوی) آورده شده است.

جدول 1: نتایج مربوط به چگالی توان سطحی برای آنتن های BTS در زنجان.

ردیف	فاصله از آنتن	5	10	15	20	50	100	200
	محل آنتن	S	S	S	S	S	S	S
1.1	بیمارستان موسوی	0	83.16	4556.37	557.5	128.82	5.06	8.54
1.2	در ارتفاع 1.5متری	20.3	824.22	3107.8	1015.68	351.43	5.82	7.44
2.1	شهرک ازادگان	0	8.74	0	76.08	7.53	12.87	0
2.2	در ارتفاع 1.5متری	0	10.45	0	126.95	18.42	43.5	0
3.1	نیک سازان	9.45	18.82	51.36	36.58	5.30	34.57	0
3.2	در ارتفاع 1/5متری	35.1	98.94	234.78	130.5	8.26	144	0
4.1	گلشهر کاظمیه	7.51	4.51	5.5	4.6	4.60	3.87	3.57
4.2	در ارتفاع 1/5متری	9.36	7.45	8.76	5.45	5.26	4.46	4.07
5.1	بیمارستان بعمن	4.37	33.37	8.84	11.94	15.30	52.45	0
5.2	در ارتفاع 1/5متری	88.83	105.45	115.97	134.26	350.75	410.08	0
6.1	شهرداری هنرستان	16.25	22.41	12.62	10.03	4.65	0	0
6.2	در ارتفاع 1/5متری	20.87	33.74	23.17	14.81	6.70	0	0
7.1	چهار راه معلم	32.21	49.03	24.63	20.45	11.47	15.5	0.4
7.2	در ارتفاع 1/5متری	62.15	221.81	62.33	49.28	12.55	18.1	4.37
8.1	نیکسازان پمپ گاز	3.57	3.23	3.53	3.70	3.70	3.78	3.86
8.1	در ارتفاع 1.5متری	3.91	3.91	4.87	3.98	4.37	4.09	4.32
9.1	زیباشهر تالار قصر	4.36	3.92	4.05	4.66	4.27	4.93	8.59
9.2	در ارتفاع 1.5متری	9.68	9.86	10.56	9.68	14.24	11.73	20.92
10.1	ابتدای پونک	10.42	21.83	43.33	36.52	52.87	96.45	0
10.2	در ارتفاع 1.5متری	31.92	105.84	139.44	161.02	167.66	234.89	0
11.1	دانشگاه آزاد	6.72	7.14	5.59	5.38	4.86	4.37	0
11.2	در ارتفاع 1.5متری	0	0	0	0	4.41	4.19	0





شکل 1 از بالا به پایین مقادیر میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی و چگالی توان سطحی(رنگ آبی برای سطح زمین و قرمز برای ارتفاع1/5 متری)

همان طوری که از شکل 1 ملاحظه می گردد میدان های الکتریکی و مغناطیسی و به تبع آن بردار پوئینتینگ یا همان چگالی توان که بر حسب میلی وات بر متر مربع است ابتدا در میدان نزدیک آنتن تا فاصله

15 تا 20 متری افزایش می یابد و پس از آن تا میدان دور در فاصله 50 تا 150 کاهش یافته و در فواصل دورتر به صورت خط راست در آمده و تغییرات محسوسی مشاهده نمی شود.

۴- نتیجه گیری

با تحلیل نتایج ملاحظه می گردد که در میدان نزدیک با افزایش فاصله انرژی در حال افزایش است و پس از آن در میدان دور هرچه از آنتن فاصله می گیریم انرژی کاهش پیدا می کند و در فواصل بیش از صد تا صد و پنجاه متر تغییر قابل ملاحظه ای در این روند مشاهده نمی شود.

همچنان که از نمودار تغییرات چگالی توان سطحی دبده می شود کمترین مقدارها در فاصله ۵ متری و حدود ۲۰/۳۰ میلی وات بر متر مربع در میدان نزدیک و حدود ۵/۸۴ میلی وات بر متر مربع در فاصله ۱۰۰ متری در میدان دور است. ماکزیمم مقادیر برای آنتن شماره ۱ بوده که مقدار آن ۴۵۵۶/۳۷ میلی وات بر متر مربع بوده که بالاتر از حد استاندارد می باشد. البته در بقیه موارد تمامی مقادیر کمتر از حد استاندارد می باشند.

توصیه می گردد با توجه به رشد سرطان ها بویژه سرطان سینه در زنجان به منظور پیشگیری و کاهش اثرات احتمالی امواج الکترو مغناطیسی در این سرطان ها، با یک شبکه گسترده و با دقت بیشتر، هنگام روز و شب، در فصل های مختلف پایش صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

این کار عمدتا در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد انجام گردیده که در اینجا از دانشگاه زنجان سپاس گذاری می گردد. همچنین لازم است از دانشگاه علوم پزشکی زنجان به خاطر در اختیار قرار دادن تجهیزات اندازه گیری قدردانی نماییم.

مراجع

[1] *Azari, A., 2012, The effect of extremely low frequencyelectromagnetic fields on Axonogenesis and differentiation in neurotic cells in associationwith mitotic spindle and microtubule polymerization, Master Thesis, Superveisors: Y. Abedini, Gh. Riyazi, University of Zanjan,*

[2] *Tohidi Rad S, Rasaneh S, Shams M, Ghaderpoori M, Mohammadi R, Jafari A, Kamarehie B, Sepahvand A., 2023, Monitoring of the Radiating Waves from the Mobile base Transceiver Stations in Boroujerd, Lorestan Province. Journal of Health Research in Community. Summer , 10(1): 1-16.*

[3] *Hashemi-Beni B, Moradi A, Shahbazi-Gahrouei D, Aliakbari M., 2017, The effects of 900-MHz mobile phone radiation on survival and proliferation rate of breast cancer MCF-7 cells: An In-Vitro study. J Isfahan Med Sch, 34(410): 1475-80.*

[4] *Bakhtiari T., 2015, Evaluation of the amount of microwaves produced Resulting from BTS antennas And its impact on the health of residents around the antennas in Qazvin, [Masters Theses]. Qazvin University of Medical Sciences.*

[5] *Hardell L, Koppel T., 2022, Electromagnetic hypersensitivity close to mobile phone base stations–a case study in Stockholm, Sweden. Rev Environ Health, 38(2): 219-28.*

[6] *Meo SA, Almahmoud M, Alsultan Q, Alotaibi N, Alnajashi I, Hajjar WM., 2019, Mobile phone base station tower settings adjacent to school buildings: impact on students' cognitive health. Am J Mens Health, 13(1): 1-6.*

[7] *Zaroushani V, Mortazavi S, Khavanin A, Rezaei A, Mirzaei R., 1970, Comparison of antioxidant capacity changes in rabbit blood after disconnected exposure to mobile phone microwave. JSUMS, 14(4): 238-45 (Persian).*

[8] *Koppel T, Ahonen M, Carlberg M, Hardell L., 2022, Very high radiofrequency radiation at Skeppsbron in Stockholm, Sweden from mobile phone base station antennas positioned close to pedestrians' heads. Environ Res, 208: 112627.*

[9] *Kurd N, Garkaz A, Aliabadi M, Farhadian M., 2014, Study of public exposure to microwave radiation from wireless (WiFi) systems in Hamadan University of medical sciences. Iran J Ergon, 1(3): 11-7.*

[10] *Maes A, Collier M, Slaets D, Verschaeve L., 1995, Cytogenetic effects of microwaves from mobile communication frequencies (954 MHz). ElectroMagnetobiol, 14(2): 91-8.*

[11] *Garaj-Vrhovac V., 1999, Micronucleus assay and lymphocyte mitotic activity in risk assessment of occupational exposure to microwave radiation. Chemosphere, 39(13): 2301-12.*

[12] *Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M., 2002, Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: I/Incidence according to distance and sex. Pathol Biol, 50(6): 369-73.*

[13] *Cherry NJ., 2005, Reproductive effects from EMF/EMR exposure. Lincoln University, 17(4): 153-47.*

[14] *Azari, A. Abedini, Y., Riyazi Gh., 2011, Effect of exteremely low frequency electromagnetic field on pc12 cells, J. Biomed Phys Eng, Suppl 1.*

[15] *Ahmadi ZA, Shahbazi-Gahrouei D, Hashmbeni B, Karbalaee M., 2015, Effects of exposure to 900-MHz mobiletelephony radiation on growth and metabolism of human-adipose-derived stem cells. J Isfahan Med Sch, 32(316): 2269-78 (Persian).*