



دانشگاه زنجان

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی

مهندسی برق - مخابرات

عنوان:

ارزیابی اثرات تشعشی آنتن های بی تی اس

استاد راهنما:

دکتر حبیب الله زلفخانی

نگارش:

مهدی حیدری

زمستان ۱۳۹۶

## مقدمه

پروژه ای که پیش روی شما قرار دارد، به بررسی شدت چگالی امواج الکترومغناطیسی ناشی از آنتن های بی تی اس درمیدان نزدیک و دور می پردازد. در این پروژه از مقالاتی که به بررسی این موضوع پرداخته اند استفاده شده و نتایج و کلیات آنها توضیح داده شده. با توجه به نتایج مشابه از این مقالات می توان یک نتیجه گیری کلی درمورد آنتن های بی تی اس انجام داد. از آنجا که اطراف ساختمان ها و حتی نزدیک به ساختمان ها این بی تی اس ها نصب می شوند، نگرانی های مردم نیز بیشتر شده و موضوع مضر بودن یا خطرناک بودن این امواج نیز مطرح می شود که در این پروژه با بررسی های انجام شده نشان داده می شود که این امواج خطرناک نیستند حتی ساختمان هایی که نزدیک این بی تی اس ها هستند. این ساختمان ها نیز از مصالحی ساخته شدند که هر کدام ضرایب نفوذ خود را دارا می باشد و موج بر اثر برخورد با اینها یا بازتاب یا بایک ضریب نفوذ عبور، یا تغییر مسیر می دهد و تمام توان وارد ساختمان نمی شود، در هر صورت این توان مودد بررسی قرار می گیرد و نتایج آن در پروژه آمده است و براساس استانداردهای تعیین شده هیچ خطری ندارند، ولی اگر موضوع بحث بر روی مضر بودن باشد، نمی توان از تاثیر امواج بر روی انسان ساده گذشت، تحقیق ها و بررسی ها نشان داده است که امواج منتشر شده از آنتن بی تی اس ویا گوشی های موبایل باعث سردرد، افسردگی، حالت تهوع، ناباروری، مشکلات روانی و ... شده است. لذا دو کلمه « مضر » و « خطرناک » باهم فرق می کند و این پروژه روی کلمه « خطرناک » و بحث های پیرامون آن انجام شده است. لذا در آخر با استاندارد ها مقایسه و نتیجه گیری شده است، همچنین استاندارد های ایمنی برای فرکانس های مختلف داده شده است.

این پروژه از چهار فصل تشکیل شده است :

فصل اول آن به بررسی سیستم جی اس ام موبایل می پردازد، البته این فصل تاثیری برای درک و فهم اثرات تشعشع ندارد ولی دانستن سیستم جی اس ام خالی از لطف نیست و یک دید کلی از نحوه ارتباطات به ما می دهد، در این فصل سعی شده است که بطور خیلی کلی بحث پوشش داده شود و از جزئیات صرف نظر شده و اصطلاحات مخابراتی در آن به کار برده شده است تا برای خواننده منفعت زیادی داشته باشد. فصل دوم درمورد بی تی اس هاست. این فصل هم تاثیر مهمی بر روی موضوع شدت تشعشع امواج ندارد ولی اطلاعات مهم و کاربردی زیادی را پیرامون پیاده سازی سیستم بی تی اس ها به ما میدهد. ما را از کلیات ماجرا باخبر می سازد و انواع دکل های مخابراتی مورد استفاده در شبکه های موبایل را به ما معرفی میکند. فصل سوم درمورد آنتن می باشد، در ابتدا به بررسی خواص و پارامترهای مهم و عملی آنتن می پردازد و دید خوبی نسبت به آنتن ها به ما میدهد و ذهن ما را آماده بررسی و تحلیل موضوع پروژه می کند، البته بیشتر

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

بحث بر آروی کار عملی می باشد و تئوری های آنتن در آن بررسی نمی شود ( بدلیل پیچیدگی و زیاد بودن حجم اطلاعات ) فقط مواردی که مورد نیاز میباشد بررسی می شود.

فصل چهارم که مهم ترین فصل این پروژه می باشد در مورد اندازه گیری شدت تشعشع امواج می باشد. در این فصل در ابتدا به بررسی مقاله های موجود در این زمینه در رابطه با برخی شهر های ایران می پردازد و نتایج و وسایل اندازه گیری هر کدام ذکر و بررسی می شود و در ادامه نیز به بررسی آنتن های همراه اول و ایرانسل بطور جداگانه می پردازد و چگالی شدت تشعشع حاصل از این آنتن ها را بررسی کرده و نتایج را نشان می دهد و در آخر هم یک مقاله ای از کشور هند بررسی می شود که مقاله خوب و مفیدی است و به بررسی یک منطقه ای از هند با روش معادل ایزوتروپیک توان تشعشعی می پردازد. در آخر نتیجه گیری کلی انجام میشود و توصیه های ایمنی داده می شود.

همانطور که گفته شد این پروژه فقط از لحاظ خطرناک بودن امواج بررسی شده است لذا برای آسیب های جسمی و روحی ناشی از امواج موبایل و آنتن ها باید بررسی های گسترده و دقیقی انجام شود.

در آخر از زحمات و راهنمایی های استاد گرانقدرم آقای دکتر زولفخانی نهایت تشکر و قدر دانی دارم .

فهرست مطالب

فصل اول سیستم جی اس ام ..... ۱

۱-۱- معرفی جی اس ام ..... ۱

۱-۲- خصوصیات سیستم جی اس ام ..... ۱

۱-۳- ساختار سیستم جی اس ام ..... ۲

۱-۳-۱- ایستگاه ارسال و دریافت (بی تی اس) ..... ۳

۱-۳-۲- کنترل کننده ایستگاه پایگاه ..... ۴

۱-۳-۳- سیستم سوئیچینگ و شبکه ..... ۴

۱-۳-۴- مرکز سوئیچینگ تلفن همراه ..... ۴

۱-۴- واسطه ها ..... ۵

۱-۵- بسامدهای موبایل ..... ۶

۱-۶- ایجاد خط مکالمه ..... ۶

۱-۶-۱- انجام مکالمه و فراخوانی ..... ۷

۱-۶-۲- ارتباط دو کاربر تلفن همراه ..... ۸

۱-۷- تحویل دادن ..... ۹

۱-۸- سرویس های پیشرفته جی اس ام ..... ۹

۱-۸-۱- سرویس رادیویی بسته ای جهانی ..... ۱۰

۱-۸-۲- بعضی از خصوصیات کلیدی سرویس رادیویی بسته ای عبارتند از ..... ۱۰

۱-۹- خلاصه از تکنولوژی های شبکه موبایل به اختصار ..... ۱۱

فصل دوم ایستگاه ارسال و دریافت (بی تی اس) ..... ۱۳

۱-۲- تعریف بی تی اس ..... ۱۳

۱-۲-۲- شماره سایت های بی تی اس ..... ۱۴

۱-۲-۳- شرکت های سازنده آنتن ..... ۱۴

۱-۲-۴- وظایف عمده بی تی اس عبارتند از: ..... ۱۸

۱-۲-۵- هدف از راه اندازی ایستگاههای بی تی اس دو مورد است: ..... ۱۸

۱-۲-۶- قوانین خوشه بندی بی تی اس ها: ..... ۱۸

۱-۲-۷- ارتباط با کنترل کننده ایستگاه پایگاه ..... ۱۹

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۱۹
۸-۲- قسمت‌های مختلف بی تی اس ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۰
۹-۲- اجزای سایت بی تی اس ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۲
۱۰-۲- دکل های مخابراتی ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۲
۱-۱۰-۲- دکل های خودایستا ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۲
۲-۱۰-۲- دکل های خودایستا چهارپایه ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۳
۳-۱۰-۲- دکل های خودایستا سه پایه ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۳
۴-۱۰-۲- دکل های مهاری ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۴
۵-۱۰-۲- دکل های تک پایه ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۴
۶-۱۰-۲- دکل های بازتابی ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۵
۷-۱۱-۲- انواع سایت بی تی اس ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۵
۸-۱۲-۲- مراحل ساخت سایت بی تی اس ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۶
۹- فصل سوم آنتن ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۷
۱-۳- تعریف آنتن ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۷
۲-۳- چگونگی تشعشع ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۸
۳-۳- معمولا آنتن ها دو نوع پارامتر فنی دارند: ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۹
۱-۳-۳- خواص الکتریکی عبارتند از: ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۲۹
۱-۳-۳-۱- رنج فرکانسی ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۳۰
۲-۳-۳-۱- امپدانس ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۳۱
۳-۳-۱-۳- نسبت موج ولتاژ ایستاده ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۳۱
۴-۳-۱-۳- پلاریزاسیون ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۳۲
۵-۳-۱-۳- گین ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۳۴
۶-۳-۱-۳- عرض بزم ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۳۵
۷-۳-۱-۳- نسبت جلو به عقب ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۳۵
۸-۳-۱-۳- خنثی کردن لوب جانبی ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۳۶
۲-۳-۳- خواص مکانیکی ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۳۷
۴-۳- نصب فیزیکی آنتن ها و اتصالات مرتبط ..... گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان	۳۸





## فصل اول

### سیستم جی اس ام<sup>۱</sup>

#### ۱-۱- معرفی جی اس ام

در اوایل دهه ۱۹۸۰ تعداد زیادی شبکه رادیویی مستقل با استانداردهای مربوط به خود در کشورهای مختلف اروپایی توسعه یافته بودند. از نظر مشترکین، سرویس های این شبکه ها گران و از کیفیت خوبی برخوردار نبودند. بطوریکه دفاتر پست و مخابرات اروپایی<sup>۲</sup> در سال ۱۹۸۲ تصمیم گرفت یک شبکه سلولی رادیویی را در سطح اروپا پیاده سازی کند. بدین منظور یک گروه کاری تحت عنوان گروه مخصوص سیار جی اس ام زیر نظر این دفاتر تشکیل شد. تصمیم بر این بود که گروه جی اس ام یک شبکه سلولی را با تکنولوژی های جدید مخابراتی معرفی و به استانداردسازی آن بپردازد. این گروه تعدادی سیستم رادیویی سلولی دیجیتال را مورد آزمایش قرار داد و در سال ۱۹۸۷ به این نتیجه رسید که استاندارد جی اس ام معرفی کند که ترکیبی از مشخصات سیستم های مختلف را در بر گرفته است. در این راستا یک جدول زمانبندی جهت اجرای طرح ها مشخص گردید. در همان سال با امضاء سیزده کشور مشارکت کننده در طرح، تعهد خود را جهت پایه گذاری یک سیستم رادیویی براساس توصیه های جی اس ام تأیید کردند. با تأسیس موسسه اروپایی استانداردهای ارتباط از راه دور<sup>۳</sup> در سال ۱۹۸۸ که هدف آن بهبود و گسترش استانداردهای مخابراتی در اروپا بود، گروه کاری جی اس ام نیز تحت نظارت این موسسه قرار گرفت و سرانجام در سال ۱۹۹۰ اولین مجموعه جامع از مشخصات سیستم جی اس ام معرفی گردید.

#### ۱-۲- خصوصیات سیستم جی اس ام

خصوصیات عمده سیستم عبارتند از:

۱- سیستمی کاملاً دیجیتالی در باند فرکانسی ۹۰۰ مگاهرتز

<sup>1</sup> GSM : Group Special Mobile

<sup>2</sup> CEPT : European Post offices and Telecommunication

<sup>3</sup> ETSI : European Telecommunications Standards Institute

پایگاه به واحد سیار و بازده فرکانسی ۹۱۵ تا ۸۹۰ مگاهرتز برای لیک روبه بالا<sup>۲</sup> یعنی برای ارسال اطلاعات از واحد سیار به ایستگاه پایگاه

پهنای باند ۲۰۰ کیلوهرتز برای کانال های فرکانسی

تقسیم زمانی هر کانال مخابراتی (شکاف زمانی) به هشت قسمت

کد کردن صوت و داده در مسیر رادیویی

توانایی تحرک پذیری وسیع واحد سیار

امکان سرویس های داده سرعت پایین

سازگار بودن با شبکه دیجیتالی خدمات یکپارچه<sup>۳</sup> و امکان سرویس پیغام کوتاه

توجه طراحان شبکه جی اس ام عمدتاً بر روی سرویس های تلفنی بوده است. سرویس های گرفته شده از سرویس تلفنی نیز که در سیستم جی اس ام در نظر گرفته شده اند عبارتند از: پیغام صدا، مکالمه ضروری. سرویس های حامل که در سیستم جی اس ام در نظر گرفته شده است سرویس های داده سنکرون و آسنکرون برای انتقال داده بین جی اس ام و دیگر شبکه ها در سرعت نسبی ۳۰۰ تا ۹۶۰۰ کیلوبیت بر ثانیه می باشد. یکی از سرویس هایی که بر این اساس پایه گذاری شده است سرویس پیغام کوتاه می باشد. امروزه توانایی انتقال داده در سیستم جی اس ام گسترش یافته است و سرویس های پیشرفته ای از قبیل سرویس داده سرعت بالا بر اساس سوئیچینگ خط<sup>۴</sup> و سرویس رادیویی بسته ای کلی<sup>۵</sup> معرفی گردیده است. نسخه دیگری از جی اس ام در ۱۸۰۰ مگاهرتز در اروپا بصورت استاندارد در آمده است.

### ۱-۳- ساختار سیستم جی اس ام

ساختمان سیستم به سه عمده تقسیم می شود که عبارتند از:

1 Up Link

2 Down Link

3 ISDN : Integrated Services Digital Network

4 HSCSD: High Speed Circuit Switched Data

5 GPRS: General Packet Radio Service





### ۱-۳-۲- کنترل کننده ایستگاه پایگاه

مسئول مدیریت ارتباط رادیویی از طریق بی تی اس ها می باشد. مدیریت عمل تحویل دهی، رزرو کردن و رها سازی کانالهای رادیویی، عملیات فراخوانی و مبادله سیگنالینگ های لازم به مرکز سوئیچ تلفن همراه<sup>۱</sup> توسط رابط A از وظایف این بخش است. بطور کلی کنترل کننده ایستگاه پایگاه می تواند چندین ایستگاه ارسال و دریافت را مدیریت کند.

رابط های مختلفی برای ارتباط بخش های مختلف سیستم جی اس ام استفاده می شود، که در ادامه بررسی خواهد شد.

### ۱-۳-۳- سیستم سوئیچینگ و شبکه

این سیستم پل ارتباطی بین کنترل کننده ایستگاه پایگاه با شبکه های مختلف از قبیل شبکه سوئیچ تلفن همراه عمومی<sup>۲</sup>، شبکه سرویس های دیجیتال مجتمع<sup>۳</sup> و شبکه سوئیچ داده عمومی<sup>۴</sup> می باشد. اجزاء اصلی این شبکه عبارتند از: مرکز سوئیچ تلفن همراه، ثبات موقعیت خانگی و ثبات موقعیت دید ثبات موقعیت دید<sup>۵</sup>: مربوط به شبکه مخابراتی می باشد که مجوز ورود به شبکه را ارائه می دهد. ثبات موقعیت خانگی<sup>۶</sup>: موقعیت مکانی مشترک مورد نظر توسط این قسمت شناسایی می شود.

### ۱-۳-۴- مرکز سوئیچینگ تلفن همراه

این بخش مسئولیت سوئیچ کردن و مدیریت شبکه را برعهده دارد. هر مرکز سوئیچ می تواند چند کنترل کننده ایستگاه پایگاه را سرویس دهی کند. بنابراین، این مرکز عمل ارتباط واحدهای بسیار مختلف را در موقعیت های مختلف جغرافیایی انجام می دهد. از طرف دیگر این مرکز امکان ارتباط با شبکه های با سیم مخابراتی و نیز شبکه های مخابراتی سیار دیگر را فراهم می سازد. تمام سیگنالهای لازم برای برقراری، نگهداری و تصحیح و آزاد سازی کانال رادیویی و نیز مسیریابی مجدد هنگامی که سیگنال تداخل قوی است (بخشی از فرآیند تحویل دهی) از وظایف این بخش است. یکی دیگر از وظایف این سرویس ارائه سرویس های تکمیلی است که این سرویس ها از شبکه سرویس های دیجیتال مجتمع گرفته شده است.

<sup>1</sup> MSC : Mobile Switch Center

<sup>2</sup> PSTN : Public Switched Telephone Network

<sup>3</sup> ISDN: Integrated Services Digital Network

<sup>4</sup> PSDN: Public Switched Data Network

<sup>5</sup> HLR : Home Location Register

<sup>6</sup> VLR : Visitor Location Register



منابع

- 1 - asha mehrotra , GSM system Engineering, British library Cataloguing in publication
- 2 – Jan Hesselbarth , Antennas for Cellular base station- challenges, trends and constraints , university of Stuttgart
- 3 – The study of the status of Electromagnetic Waves Resulting from BTS, 900 MHz Frequency in Tehran
- 4 - Evaluation of Transverse Waves of BTS antennas in Maragheh
- 5 – Investigation of vertical Microwave Publishing Caused by the Base transceiver station Antennas in Hashtgerd city
- 6 – Assessment of eletromagnetic radiation from base station antennas , Indian Journal of Radio & Space Physics , October 2012
- 7 – Fault list Ericsson
- 8 – قاضی زاده ، محسن، سنیستم های مخابراتی ۱۳۸۳
- 9 – کنفرانس شرکت ارتباطات سیار ، دانشگاه امیر کبیر برق ، دانشگاه زنجان
- 10 – کتاب تئوری آنتن بالانسی
- 11 – ویکی پدیا
- 12 - [www.4shared.com](http://www.4shared.com)
- 13 - [www.mobilenetworkguide.com](http://www.mobilenetworkguide.com)
- 14 - [www.PYPAYAM.com](http://www.PYPAYAM.com)
- 15 - [www.ecell.ir](http://www.ecell.ir)